



KW Wernisberg – Vorstudie zur Machbarkeit für eine vierte Maschinengruppe

ebs Energie AG, Schwyz

Technischer Bericht

25780000_525-001

November 2022

Bericht

Autoren	Lukas Schneider, João Alves de Barros, Jan Gemmert, Mattia Nosedà
Unternehmen	AFRY Schweiz AG
Adresse	Herostrasse 12, 8048 Zürich
Mobil	+41 76 356 22 80
E-Mail	lukas.schneider@afry.com
Datum	15. November 2022

Berichtsnummer
71.2578.78.001

Kunde
ebs Energie AG, Schwyz

Technischer Bericht

AFRY Schweiz AG

Revisionsliste

Ver.	Änderungsvermerk	Geprüfter Status	Kürzel	Genehmigt	Kürzel
0.0	Erste Abgabe	11/11/2022	SCLU / ROH	15/11/2022	SCLU

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	7
1.1.	Auftrag und Abgrenzung	7
1.2.	Ziele	7
1.3.	Grundlagen	7
1.4.	Übersicht Bauwerk	7
1.4.1	Kraftwerk Wernisberg	7
1.4.2	Projektperimeter und Abgrenzung	8
2	Randbedingungen	8
2.1.	Maschinenhaus	8
2.2.	Baugrund	10
2.3.	Stromableitung und Schaltanlage	11
3	Variantenstudium	11
3.1.	Allgemeines	11
3.2.	Elektromechanik	11
3.2.1	Turbinenvarianten	13
3.2.2	Abschätzung der Turbinenabmessungen	13
3.2.3	Abschätzung der Generatorabmessungen	15
3.3.	Elektrotechnik	16
3.4.	Bau	16
3.4.1	Variante 1	16
3.4.2	Variante 2	17
3.4.3	Variante 3a	17
3.4.4	Variante 3b	17
3.4.5	Variantenvergleich und Bestvariante	18
3.5.	Stahlwasserbau	20
3.5.1	Druckleitung - Zuleitung zur Maschinengruppe 4	20
3.5.2	Absperrorgan	20
3.5.3	Dammbalken	20
4	Bauablauf & Logistik	21
4.1.	Terminprogramm	21
4.2.	Baustelleninstallation und -logistik	21
5	Kostenschätzung	22
5.1.	Allgemeines	22
5.2.	Aufbau	22
5.3.	Erläuterungen	23
5.4.	FB 100 – Allgemeine Kosten des Bauherrn	23

5.4.1	110 – Baubewilligungen / Gebühren / Rechte	23
5.4.2	120 – Finanzierung	23
5.4.3	130 – Versicherungen	23
5.4.4	150 – Eigenleistungen Bauherr	24
5.4.5	160 – Energieproduktionsausfall, Verbrauchs- und Entsorgungsgebühren	24
5.4.6	170 – Öffentlichkeitsarbeiten	24
5.5.	FB 200 – Ingenieurleistungen	24
5.6.	FB 300 – Bauliche Anlagen	25
5.7.	FB 500 – Stahlwasserbau	25
5.8.	FB 600 – Elektromechanik und Elektrotechnik	25
5.9.	Zusammenfassung	25
6	Projektbeschreibung Bestvariante	26
6.1.	Elektromechanik	26
6.2.	Elektrotechnik	27
6.3.	Bau	28
6.4.	Stahlwasserbau	28
7	Betrieb und Unterhalt	28
7.1.	Anker	29
7.2.	Druckleitung – Zuleitung zur Maschinengruppe 4	29
7.3.	Elektromechanik EM	29
7.4.	Elektrotechnik ET	30
8	Schlussfolgerungen und Empfehlungen	30
8.1.	Allgemein	30
8.2.	Elektromechanik	30
8.3.	Elektrotechnik	31
8.4.	Bau	31

Anhänge

A	Pläne	32
B	Terminprogramm	32
C	Kostenschätzung	32

Abbildungen

Abbildung 1-1	Übersichtskarte des Projektperimeters (www.map.geo.admin.ch)...	7
Abbildung 1-2	Längenprofil des Triebwassersystems (Ausschnitt aus Plan: 13_801)	8
Abbildung 2-1	Grundriss des Maschinensaals mit rot eingerahmtem Umschlagplatz (Ausschnitt aus Plan 1_812).	9
Abbildung 2-2	Längsschnitt des Maschinenhauses mit rot angedeutetem Bereich für eine Maschinengruppe 4 (Ausschnitt aus Plan 4_815).	10
Abbildung 2-3	Ausschnitt aus dem Geologischen Atlas der Schweiz (Quelle: map.geo.admin.ch bearbeitet von AFRY).	10
Abbildung 2-4	Grundriss der Trafo- und Schaltanlage mit unterirdischem Kabelkanal zum Maschinenhaus	11
Abbildung 3-1	Leistungsbereiche der bestehenden Maschinengruppen 1-3 und der optionalen Maschinengruppe 4 für einen Laufwasserbetrieb (Quelle: ebs).....	12
Abbildung 3-2	Einsatzbereiche von Turbinentypen. In Rot sind die Gegebenheiten beim KW Wernisberg eingetragen.....	12
Abbildung 3-3	Dimensionen Turbine	14
Abbildung 3-4	Dimensionen Generator.....	15
Abbildung 4-1	Situation des Kraftwerks Wernisberg mit angedeuteter Installationsfläche, Baustellenperimeter und Zufahrtsstrasse (Google Earth, 2019-07).	22

Tabellen

Tabelle 1-1	Technische Daten des Kraftwerks Wernisberg (Quellen: Konzessionserneuerung Muotakraftwerke, Anhang 4.14 und Messungen H-Q-Beziehung UW-Kanal).....	8
Tabelle 3-1	Technische Daten der zusätzlichen Francisturbine (MG4).....	13
Tabelle 3-2	Technische Daten / abgeschätzte Abmessungen der Turbine Variante 1.	13
Tabelle 3-3	Technische Daten / abgeschätzte Abmessungen der Turbine Variante 2 und 3.	14
Tabelle 3-4	Technische Daten des Generators Variante 1.	15
Tabelle 3-5	Technische Daten des Generators Variante 2 und 3.	15

Tabelle 3-6	Untersuchte Varianten.	16
Tabelle 3-7	Qualitativer und quantitativer Vergleich der möglichen Varianten zur Anordnung der Maschinengruppe 4 anhand von vier Hauptkriterien.	19
Tabelle 5-1	Zusammenfassung der Teil-Anlagekosten für die Maschinengruppe 4, Variante 1 (exkl. MWSt.)	25
Tabelle 5-2	Zusammenfassung der Teil-Anlagekosten für die Maschinengruppe 4, Variante 3a (exkl. MWSt.)	26
Tabelle 5-3	Zusammenfassung der Teil-Anlagekosten für die Maschinengruppe 4, Variante 3b (exkl. MWSt.)	26

1 Einleitung

1.1. Auftrag und Abgrenzung

Die ebs Energie AG (ebs) beauftragte die AFRY Schweiz AG (AFRY) am 25.05.2022 mit der Erarbeitung einer Vorstudie zur Machbarkeit einer vierten Maschinengruppe (MG) in der Zentrale Wernisberg.

Die Schwerpunkte dieser Vorstudie liegen auf der maschinenbaulichen, der elektrotechnischen und der baulichen Umsetzung. Der Arbeitsbereich der Maschinengruppe 4 wurde von ebs vorgegeben. Eine Betrachtung der Wirtschaftlichkeit war nicht Teil des Auftrags.

1.2. Ziele

Mit der zusätzlichen Maschinegruppe könnte das Kraftwerk (KW) Wernisberg zukünftig als Laufkraftwerk betrieben werden, wodurch die Muota im Unterstrom von der Schwall- Sunk-Beeinflussung durch die Spitzenstromerzeugung entlastet würde.

Die vorliegende Vorstudie zur Machbarkeit soll mögliche Umsetzungen für eine vierte Maschinengruppe aufzeigen und ebs die Entscheidung über die Weiterverfolgung des Projekts ermöglichen.

1.3. Grundlagen

- diverse Ausführungspläne des Maschinenhauses
- Berichte zur Konzessionserneuerung der Muotakraftwerke

1.4. Übersicht Bauwerk

1.4.1 Kraftwerk Wernisberg

Das Triebwassersystem des KW Wernisberg wurde 1966 erbaut und führt das im künstlich aufgestauten Ausgleichsbecken Selgis gefasste Triebwasser zu drei Francisturbinen im Maschinenhaus Wernisberg (vgl. Abbildung 1-1).

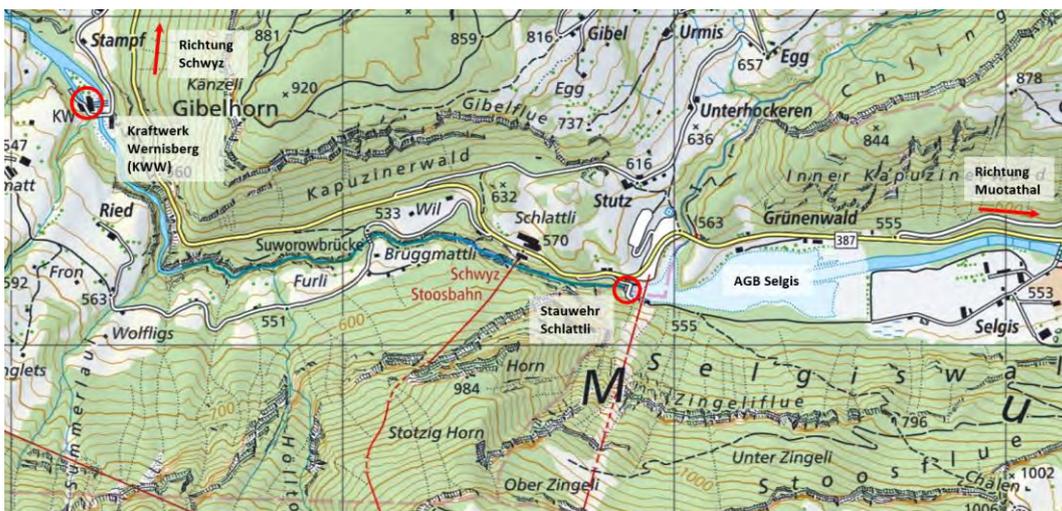


Abbildung 1-1 Übersichtskarte des Projektperimeters (www.map.geo.admin.ch).

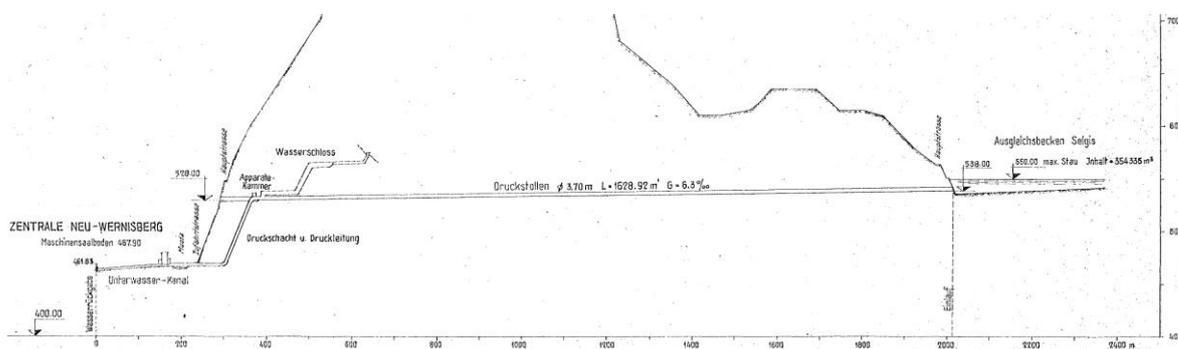


Abbildung 1-2 Längenprofil des Triebwassersystems (Ausschnitt aus Plan: 13_801)

Tabelle 1-1 Technische Daten des Kraftwerks Wernisberg (Quellen: Konzessionserneuerung Muotakraftwerke, Anhang 4.14 und Messungen H-Q-Beziehung UW-Kanal).

Grösse	Einheit	Wert
Anzahl Gruppen	[-]	3
Turbinentyp	[-]	Francis
Ausbauwassermenge	[m ³ /s]	30.0
Bruttofallhöhe, max.	[m]	ca. 87
Installierte Leistung	[MW]	21.1
max. OW Betriebswasserspiegel	[m ü.M.]	550.0
min. OW Betriebswasserspiegel	[m ü.M.]	542.0
max. UW Betriebswasserspiegel	[m ü.M.]	463.5
min. UW Betriebswasserspiegel	[m ü.M.]	462.1

1.4.2 Projektperimeter und Abgrenzung

Der Projektperimeter umfasst die folgenden Strukturen:

- Verteilleitung der Druckleitung
- Maschinenhaus
- Unterwasserkanal
- Stromableitungskanal

2 Randbedingungen

2.1. Maschinenhaus

Die zusätzliche Maschinengruppe 4 soll möglichst innerhalb des bestehenden Maschinenhauses zu liegen kommen. Dafür bietet sich der Bereich des Umschlagplatzes im Maschinensaal an (vgl. Abbildung 2-1). Der Betrieb und Unterhalt der bestehenden Maschinengruppen soll weitgehend uneingeschränkt weitergeführt werden können, sodass der Platzbedarf der Maschinengruppe 4 im Maschinensaal möglichst gering gehalten werden soll. Zudem soll die Maschinengruppe 4 mit dem bestehenden Maschinenhauskran erschlossen werden.

Im Hinblick auf den zu erstellenden lokalen Rückbau und Aushub für den Anschluss der Druckleitung, die Erstellung des Saugrohrs und des Unterwasserkanals ist bei der Anordnung der Maschinengruppe 4 das Stützenraster der Kranbahnträger zu beachten. Der Aushub unter diesen Stützen soll möglichst vermieden werden, um aufwendige Unterfangungen zu vermeiden.

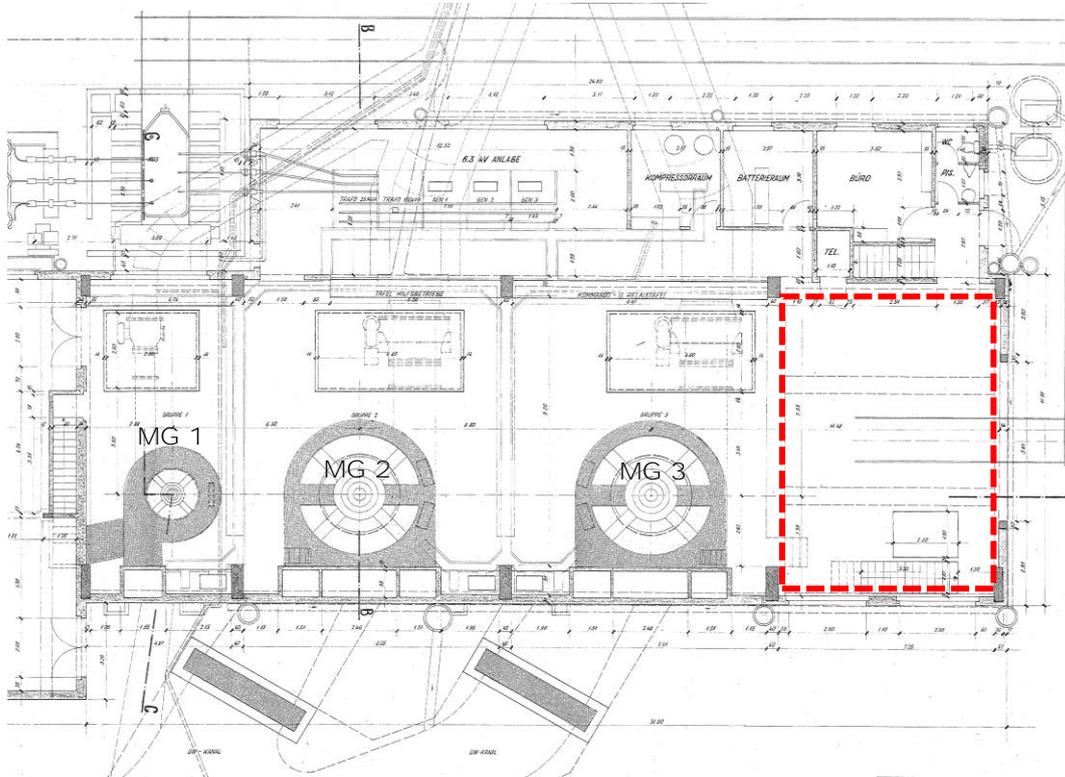


Abbildung 2-1 Grundriss des Maschinensaals mit rot eingerahmtem Umschlagplatz (Ausschnitt aus Plan 1_812).

Unterhalb des Umschlagplatzes im Maschinensaal befindet sich ein Lagerraum und Durchgangflächen, welche teilweise als Standort für die Maschinegruppe 4 dienen können (vgl. Abbildung 2-2).

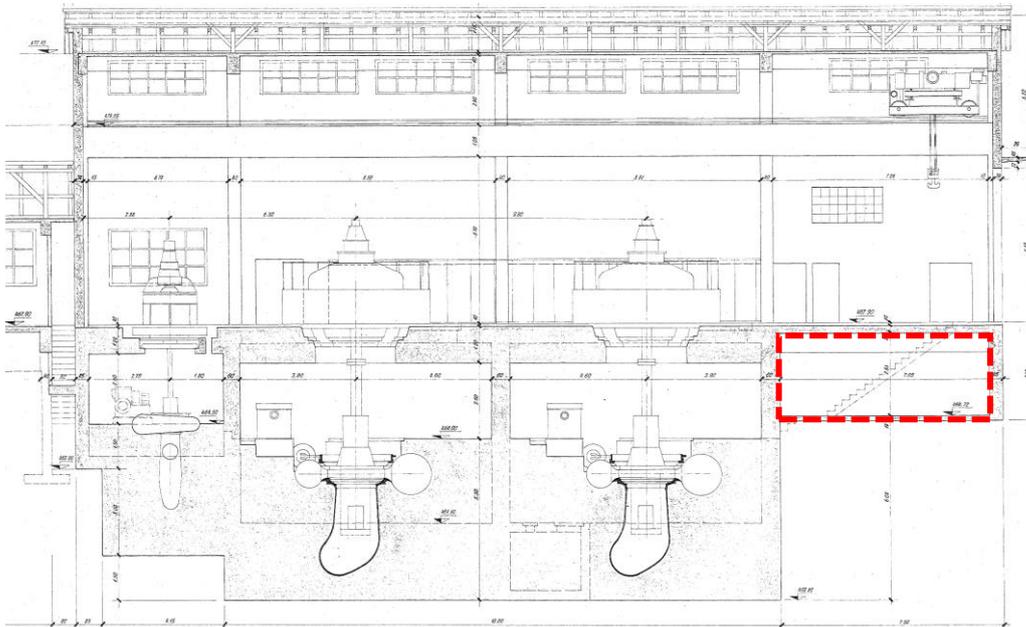


Abbildung 2-2 Längsschnitt des Maschinenhauses mit rot angedeutetem Bereich für eine Maschinengruppe 4 (Ausschnitt aus Plan 4_815).

2.2. Baugrund

Detaillierte Kenntnisse zum Baugrund liegen nicht vor, da keine Aufzeichnungen aus der Bauzeit erhalten sind. Als grobe Grundlage wurde der Geologische Atlas der Schweiz herangezogen (vgl. Abbildung 2-3). Darin ist ersichtlich, dass das Maschinenhaus mehrheitlich im Lockermaterial (Alluvionen) liegt. Die südwestliche Ecke des Maschinenhauses liegt nahe an einer Festgesteinsformation (Amden-Mergel). Es wird angenommen, dass diese Festgesteinsformation unter der Terrainoberfläche lokal noch etwas weiter unter das Maschinenhaus reicht.



Abbildung 2-3 Ausschnitt aus dem Geologischen Atlas der Schweiz (Quelle: map.geo.admin.ch bearbeitet von AFRY).

2.3. Stromableitung und Schaltanlage

Der Kabelkanal für die Stromableitung der drei bestehenden Maschinengruppen liegt im Bereich angedachter Maschinengruppe 4. Die Kabelführung der bestehenden Stromableitungen ist daher bei baulichen Eingriffen für die Erstellung der Maschinengruppe 4 mitzubedenken.

Die Maschinengruppe 4 benötigt keinen eigenen Transformator und kann an die bestehende 6.3 kV-Schiene in der Trafo- und Schaltanlage angeschlossen werden.

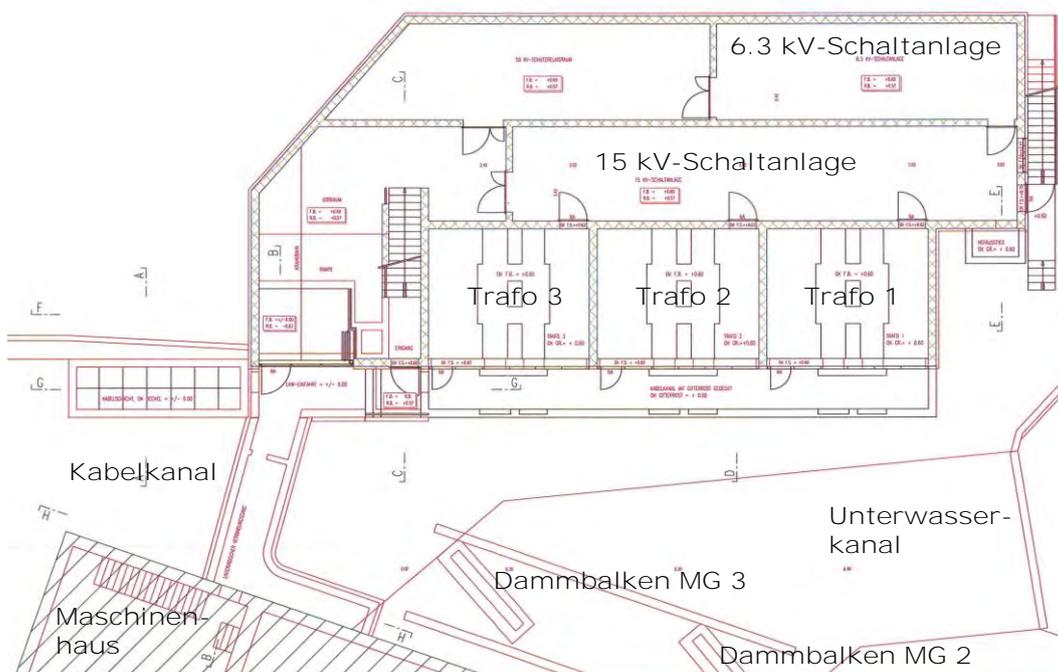


Abbildung 2-4 Grundriss der Trafo- und Schaltanlage mit unterirdischem Kabelkanal zum Maschinenhaus

3 Variantenstudium

3.1. Allgemeines

Für die Machbarkeit der Maschinengruppe 4 ist die Auswahl der Turbine sowie des Generators zentral, um die Maschinengruppe möglichst optimal in der bestehenden Zentrale anordnen zu können. Baulich bestehen diverse Alternativen zur Umsetzung (vgl. Abschnitt 3.4). Bei den im Folgenden beschriebenen Varianten wurde eine möglichst umfangreiche Schonung des Bestandes angestrebt. Die Energieableitung ist weitgehend vorgegeben, sodass dazu kein Variantenstudium ausgearbeitet wurde.

3.2. Elektromechnik

Der geforderte Leistungsbereich der Maschinengruppe 4 für einen Laufwasserbetrieb wird durch die vorhandenen Maschinengruppen 1, 2 und 3 begrenzt. ebs hat den Leistungsbereich entsprechend vorgegeben (vgl. Abbildung 3-1).

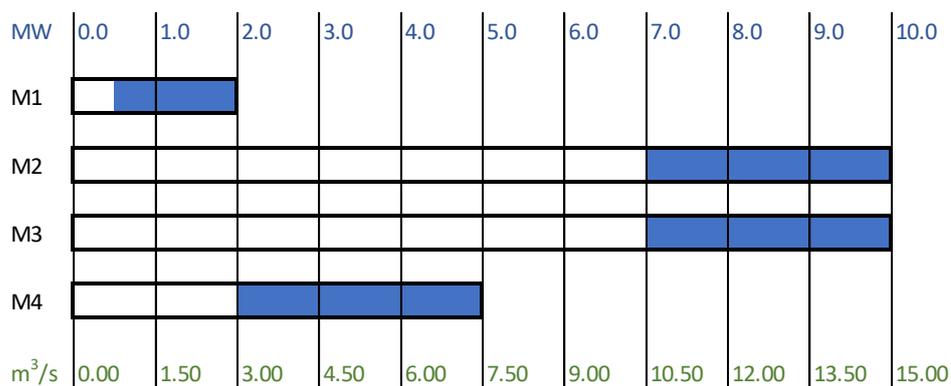


Abbildung 3-1 Leistungsbereiche der bestehenden Maschinengruppen 1-3 und der optionalen Maschinengruppe 4 für einen Laufwasserbetrieb (Quelle: ebs)

Geometrie und Dimensionen einer Turbine werden von den Kriterien Nettofallhöhe, Durchflusswassermenge, Drehzahl, Kavitationsproblematik und Kosten bestimmt.

Hinsichtlich der Bruttofallhöhe h_f und der Ausbauwassermenge bzw. der Durchflusswassermenge unter Volllast Q_a ist eine neue Francis-Turbine im Maschinenhaus Wernisberg erforderlich. Die nachfolgende Abbildung zeigt die Gegebenheiten des KW Wernisberg, dargestellt in roten Linien. Durch die hohe Durchflusswassermenge im KW Wernisberg ist eine Pelton-turbine nicht geeignet.

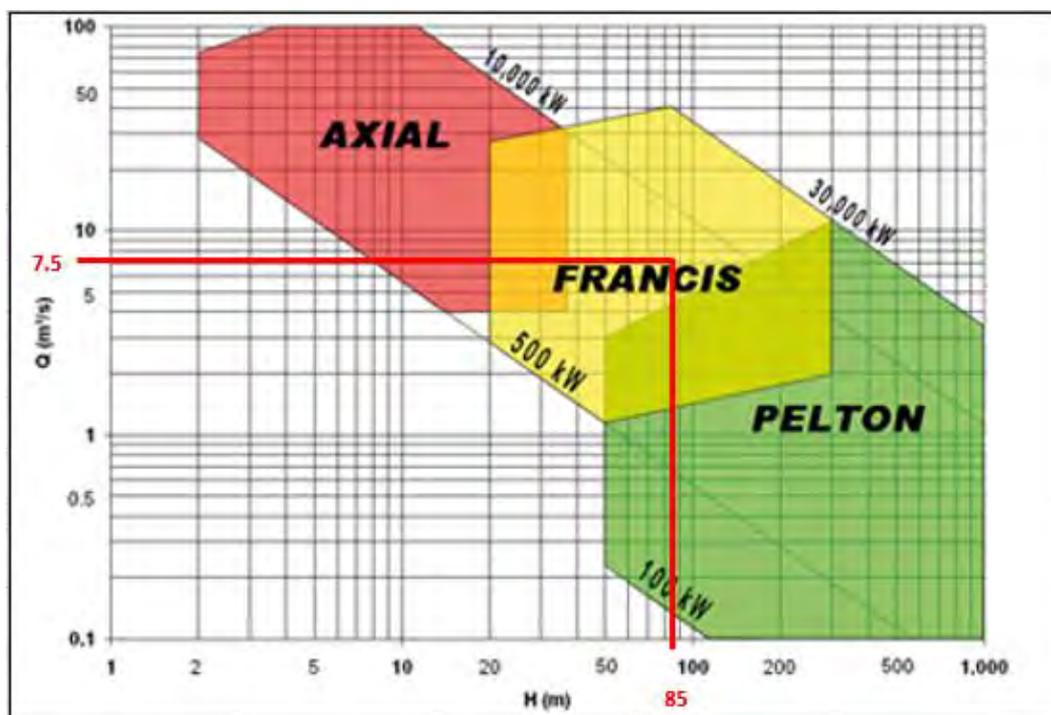


Abbildung 3-2 Einsatzbereiche von Turbinentypen. In Rot sind die Gegebenheiten beim KW Wernisberg eingetragen.

3.2.1 Turbinenvarianten

Untersucht werden zwei Drehzahlvarianten für eine Francisturbine, Variante 1 mit 750rpm und Variante 2 und 3 mit 500rpm. Die technischen Daten der neuen Francisturbine des KW Wernisberg sind in Tabelle 3-1 aufgeführt.

Tabelle 3-1 Technische Daten der zusätzlichen Francisturbine (MG4).

Grösse	Einheit	Wert
Anzahl Gruppen	[-]	1
Turbinentyp	[-]	Francis
Durchfluss unter Volllast (Q_a)	[m ³ /s]	7.5
Nettofallhöhe, max. (h_n)	[m]	ca. 85.0
max. OW Betriebswasserspiegel	[m ü.M.]	550.0
min. OW Betriebswasserspiegel	[m ü.M.]	542.0
max. UW Betriebswasserspiegel	[m ü.M.]	463.5
min. UW Betriebswasserspiegel	[m ü.M.]	462.1
Leistung der Turbinenwelle	[MW]	ca. 5.75
Nennleistungsfaktor $\cos \varphi$	[-]	0.8
Nennfrequenz f_N	[Hz]	50
Variante 1:		
Drehzahl der Turbinenwelle	[min ⁻¹]	ca. 750
Anzahl Pole	[-]	8
Variante 2 und 3:		
Drehzahl der Turbinenwelle	[min ⁻¹]	ca. 500
Anzahl Pole	[-]	12

3.2.2 Abschätzung der Turbinenabmessungen

Folgende Werte beruhen auf Annahmen und müssen im Laufe des Projektes verifiziert werden:

Tabelle 3-2 Technische Daten / abgeschätzte Abmessungen der Turbine Variante 1.

Grösse	Einheit	Wert
Lauftraddurchmesser (D_1)	[m]	0.9
Spiralgehäuse, Breite über alles (Bsp)	[m]	3.3
Spiralgehäuse, Länge über alles (R _{II} +R _{IV})	[m]	2.7
Spiralgehäuse, Einlaufdurchmesser (D_d)	[m]	1.0
Unterwasserkanal, Breite (B_{sn}/D_{sn})	[m]	1.9
Unterwasserkanal, Höhe (H_{sn}/D_{sn})	[m]	1.5
Saugrohrtiefe (T)	[m]	3.0
Saugrohrlänge (L _s)	[m]	4.4
Ermittelte Einbaukote Tu (RCL)	[m ü.M.]	ca. 464.5
Saughöhe	[m]	+2.4

Tabelle 3-3 Technische Daten / abgeschätzte Abmessungen der Turbine Variante 2 und 3.

Grösse	Einheit	Wert
Laufraddurchmesser (D_1)	[m]	1.2
Spiralgehäuse, Breite über alles (Bsp)	[m]	4.1
Spiralgehäuse, Länge über alles (RII+RIV)	[m]	3.6
Spiralgehäuse, Einlaufdurchmesser (Dd)	[m]	1.1
Unterwasserkanal, Breite (Bsn/Dsn)	[m]	2.5
Unterwasserkanal, Höhe (Hsn/Dsn)	[m]	1.8
Saugrohrtiefe (T)	[m]	3.6
Saugrohlänge (Ls)	[m]	6.0
Ermittelte Einbaukote Tu (RCL)	[m ü.M.]	ca. 464.5 (Var.2) ca. 462.8 (Var.3)
Saughöhe	[m]	+2.4 (Var.2) +0.7 (Var.3)

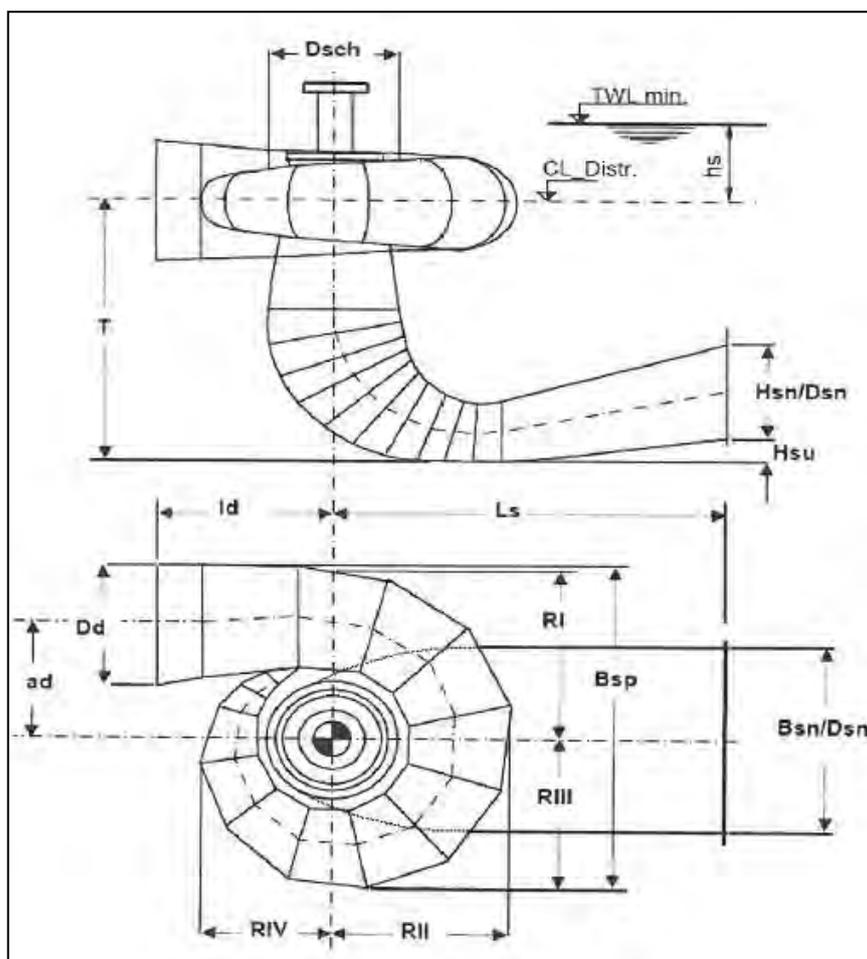


Abbildung 3-3 Dimensionen Turbine

Eine positive Saughöhe bedeutet, dass die Turbine oberhalb des Unterwasserspiegels liegt, bei negativer Saughöhe liegt sie unterhalb des Unterwasserspiegels. Sowohl für die Variante 1 mit 750rpm und die Variante 2 und 3 mit 500rpm ergeben sich positive Saughöhen. Somit sind die grobdimensionierten Turbinenvarianten gegenüber Kavitation eher unkritisch. Im weiteren Projektverlauf ist die Kavitationsthematik, idealerweise unter Beizug möglicher Lieferanten, eingehend zu untersuchen und die Höhenlage der Turbinenachse gegebenenfalls zu optimieren.

3.2.3 Abschätzung der Generatorabmessungen

Folgende Werte beruhen auf Annahmen und müssen im Laufe des Projektes verifiziert werden:

Tabelle 3-4 Technische Daten des Generators Variante 1.

Grösse	Einheit	Wert
Ø Statorbohrung (D)	[m]	1.2
Ø Statorrahmen (D_R)	[m]	3.8
Ø Generatorgrube (D_G)	[m]	6.8
Eisenlänge (L_E)	[m]	1.8
Höhe Stator (H_S)	[m]	3.9
Tiefe Generatorgrube (H_G)	[m]	2.9
Gewicht rotierende Teile (Rotor)	[t]	8

Tabelle 3-5 Technische Daten des Generators Variante 2 und 3.

Grösse	Einheit	Wert
Ø Statorbohrung (D)	[m]	1.6
Ø Statorrahmen (D_R)	[m]	4.2
Ø Generatorgrube (D_G)	[m]	7.2
Eisenlänge (L_E)	[m]	0.8
Höhe Stator (H_S)	[m]	2.8
Tiefe Generatorgrube (H_G)	[m]	3.8
Gewicht rotierende Teile (Rotor)	[t]	11

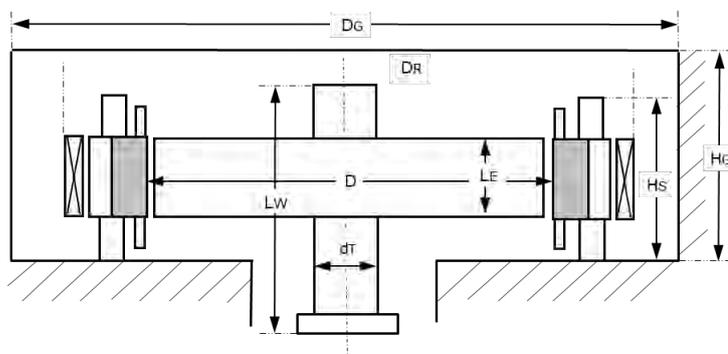


Abbildung 3-4 Dimensionen Generator

3.3. Elektrotechnik

Die Stromableitung ist weitgehend vorgegeben und wurde nicht in einem Variantenstudium untersucht. Die vorgesehene Ausführung wird in Abschnitt 6.2 beschrieben.

3.4. Bau

Folgende Varianten wurden untersucht:

Tabelle 3-6 Untersuchte Varianten.

Variante	Besonderheit	Kostenschätzung	Pläne
1	vertikalachsig Drehzahl 750rpm	ja	2578.71.001
			2578.71.002
			2578.71.003
2	vertikalachsig Drehzahl 500rpm	nein	-
3a	horizontalachsig Saugrohr Richtung Norden	ja	2578.71.010
			2578.71.011
3b	horizontalachsig Saugrohr Richtung Süden	ja	2578.71.020
			2578.71.021

3.4.1 Variante 1

Die Anordnung der vertikalachsigen Maschinengruppe 4 entspricht jener der Maschinengruppen 1, 2 und 3. Der Generator wird auf dem Niveau des Maschinensaals installiert und die Turbine wird im Untergeschoss angeordnet. Die Turbinenachse ist auf ca. 464.5 m ü.M. festgelegt, was jener von Maschinengruppe 1 entspricht.

Die vertikale Achse der Maschinengruppe wird so nah wie möglich an der Aussenwand des Maschinenhauses platziert, sodass der Generator möglichst wenig Fläche des Umschlagplatzes im Maschinesaal beansprucht. Trotzdem muss für die freie Einfahrt eines LKWs, das bestehende Tor um ca. 1.8 m versetzt werden.

Das Regulierorgan vor der Turbine ist über einen befahrbaren Deckel im Maschinesaal mit dem Maschinenhauskran erschlossen.

Das Untergeschoss wird neu über eine Treppe vom ehemaligen Telefonraum auf Maschinesaalniveau erschlossen. Die bestehende Treppe auf der Seite des Kabelkanals steht im Konflikt mit der Turbine und wird zurückgebaut.

Das Saugrohr und der anschliessende Unterwasserkanal tritt unterhalb des Kabelkanals aus dem Maschinenhaus aus und schliesst im Unterwasser der Dammbalken der Maschinengruppe 3 an den bestehenden Unterwasserkanal an. Der Unterwasserkanal der Maschinengruppe 4 wird ebenfalls mit Dammbalken ausgerüstet, welche mit dem bestehenden Dammbalkenkran versetzt werden. Dazu sind die Schienen des Dammbalkenkrans zu verlängern.

Die Anlagekosten für die Ausführung der Variante 1 werden auf Stufe Vorstudie mit einer Genauigkeit von $\pm 30\%$ auf rund CHF 4.77 Mio. geschätzt (vgl. Abschnitt 5).

3.4.2 Variante 2

Die Variante 2 wurde früh verworfen, da sie gegenüber der Variante 1 zwar eine etwas grössere Reserve gegenüber Kavitation aufweist, aber auf der anderen Seite einen grösseren Platzbedarf im Maschinensaal aufweist. Da die Reserve gegenüber Kavitation auch bei Variante 1 ausreichend gross ist, entfällt dieser Vorteil und der Nachteil des Platzbedarfs überwiegt.

3.4.3 Variante 3a

Die horizontalachsige Maschinengruppe 4 wird im Untergeschoss des Maschinenhauses angeordnet. Die Turbinenachse ist auf ca. 462.8 m ü.M. festgelegt.

Die komplette Maschinengruppe inklusive Hilfseinrichtung und Regulierorgan ist vom Maschinensaal über befahrbare Deckel mit dem Maschinenhauskran erschliessbar.

Das Untergeschoss wird neu über eine Wendeltreppe vom Maschinensaal her erschlossen. Die bestehende Treppe auf der Seite des Kabelkanals steht im Konflikt mit der Maschinengruppe und wird zurückgebaut.

Aufgrund des beschränkten Platzangebots kommt das Saugrohr nahe an der Foundation der bestehenden Maschinengruppe 3 zu liegen und tangiert lokal deren Foundation. Dieser räumliche Konflikt muss bei der weiteren Planung und der baulichen Umsetzung berücksichtigt werden.

Das Saugrohr und der anschliessende Unterwasserkanal tritt unterhalb des Kabelkanals, nahezu parallel zum Unterwasserkanal der Maschinengruppe 3 aus dem Maschinenhaus aus und schliesst im Unterwasser der Dammbalken der Maschinengruppe 3 an den bestehenden Unterwasserkanal an. Der Unterwasserkanal der Maschinengruppe 4 wird ebenfalls mit Dammbalken ausgerüstet, welche mit dem bestehenden Dammbalkenkran erreichbar sind. Dazu werden die Schienen des Dammbalkenkrans verlängert.

Die Anlagekosten für die Ausführung der Variante 3a werden auf Stufe Vorstudie mit einer Genauigkeit von $\pm 30\%$ auf rund CHF 5.15 Mio. geschätzt (vgl. Abschnitt 5).

3.4.4 Variante 3b

Der Unterschied zur Variante 3a besteht in der Abgangsrichtung des Saugrohrs. Dieses wird bei Variante 3b in Richtung Süden aus dem Maschinenhaus geführt. Der anschliessende Unterwasserkanal weist eine Richtungsänderung von 180° auf, unterquert den Kabelkanal und schliesst im Unterwasser der Dammbalken der Maschinengruppe 3 an den bestehenden Unterwasserkanal an.

Die Dammbalken im Unterwasserkanal der Maschinengruppe 4 werden vom Vorplatz des Maschinenhauses mit einem Mobilkran installiert.

Der gegenüber Variante 3a um rund 7 m längere Unterwasserkanal mit der Richtungsänderung von 180° verursacht einen grösseren Energieverlust und reduziert die Nettofallhöhe um rund 10 -20°cm. Bei einer Nettofallhöhe von 85 m entspricht dies rund 1 - 2‰, was beim jetzigen Projektstand als vernachlässigbar beurteilt wird.

Die Anlagekosten für die Ausführung der Variante 3a werden auf Stufe Vorstudie mit einer Genauigkeit von $\pm 30\%$ auf rund CHF 5.54 Mio. geschätzt (vgl. Abschnitt 5).

3.4.5 Variantenvergleich und Bestvariante

Im Folgenden werden die Varianten anhand der Kriterien Anlagekosten, bauliche Umsetzung und Ausführungszeit und Platzbedarf im Maschinensaal verglichen.

Anlagekosten:

- Die Variante 1 ist preislich am günstigsten. Dies liegt hauptsächlich daran, dass im Untergeschoss des Maschinenhauses und beim Unterwasserkanal weniger Rückbau, Aushub/Ausbruch erstellt werden muss. Dies reduziert auch den Aufwand für die Unterfangungen und neu zu erstellende Aussenhülle im Untergeschoss.
- Variante 3b ist preislich am teuersten, da der Unterwasserkanal am längsten wird. Zudem ist davon auszugehen, dass der Unterwasserkanal in felsigem Untergrund erstellt werden muss. Ausserdem ist auch die Zuleitung der Druckleitung am längsten.

Bauliche Umsetzung und Ausführungszeit:

- Die Umsetzung der Variante 1 dürfte am einfachsten sein, da der Aushub/Ausbruch und die Unterfangungen im Untergeschoss am wenigsten umfangreich sind. Dadurch wird auch Ausführungszeit am kürzesten sein.
- Die Umsetzung von Variante 3b wird am anspruchsvollsten beurteilt, da das Saugrohr und der anschliessende Unterwasserkanal sehr nahe bei der bestehenden Maschinengruppe 3 zu liegen kommen. Der Ausbruch und Rückbau im Bereich der Turbine der Maschinengruppe 3 muss sehr sorgfältig und schonend ausgeführt werden. Aus diesem Grund dürfte auch die Ausführungszeit am längsten sein.

Platzbedarf im Maschinensaal:

- Die Varianten 3a und 3b haben den klaren Vorteil, dass sie abgesehen von der neuen Wendeltreppe ins Untergeschoss keinen Platz im Maschinensaal in Anspruch nehmen.
- Bei der Variante 1 belegt der Generator rund die Hälfte der vorhandenen Umschlagsfläche bei der Einfahrt in den Maschinensaal. Dies erschwert zukünftige Unterhalts- und Revisionsarbeiten im KW Wernisberg. Damit ein LKW im Maschinensaal weiterhin mit dem Maschinenhauskran be- und entladen werden kann, ist das Zufahrtstor, um rund 1.8 m zu versetzen.

In Tabelle 3-7 werden die oben aufgeführten Argumente zusammengefasst dargestellt und mit einer Punktzahl bewertet.

Vergleichskriterien:

- Anlagekosten (vgl. Abschnitt 5) – günstigste Variante (vorteilhaft), teuerste (unvorteilhaft)
- Bauliche Umsetzung – wie anspruchsvoll ist die Umsetzung einfach(vorteilhaft), komplex (unvorteilhaft)
- Ausführungszeit – kürzeste Ausführungsdauer (vorteilhaft), längste (unvorteilhaft)
- Platzbedarf im Maschinensaal – geringster Platzbedarf (vorteilhaft), grösster (unvorteilhaft) – Dieses Kriterium wird als sehr wichtig beurteilt, da der Betrieb

des KWW dadurch eingeschränkt wird. Deshalb wird dieses Kriterium mit einem Faktor 2 gewichtet.

Punktevergabe:

- Für den vorteilhafteren Wert gegenüber der Vergleichsvariante gibt es +1 Punkt. Für den besten Wert aller drei Varianten gibt es +2 Punkte.
- Für den unvorteilhafteren Wert gegenüber der Vergleichsvariante gibt es -1 Punkt. Für den unvorteilhaftesten Wert aller drei Varianten gibt es -2 Punkte.

Tabelle 3-7 Qualitativer und quantitativer Vergleich der möglichen Varianten zur Anordnung der Maschinengruppe 4 anhand von vier Hauptkriterien.

	Kriterium	-	Fkt.	Var. 1	Var. 3a	Var. 3b	Total
Variante 1	Anlagekosten	4.77 M. CHF	1		+2	+2	+4
	Bauliche Umsetzung	einfachste	1		+2	+2	+4
	Ausführungszeit	kürzeste	1		+2	+2	+4
	Platzbedarf im Maschinensaal	grösster	2		-4	-4	-8
Total Variante 1							+4
Variante 3a	Anlagekosten	5.15 M. CHF	1	-1		+1	0
	Bauliche Umsetzung	schwierigste	1	-2		-2	-4
	Ausführungszeit	längste	1	-2		-2	-4
	Platzbedarf im Maschinensaal	kleinster	2	+4		+4	+8
Total Variante 3a							0
Variante 3b	Anlagekosten	5.54 M. CHF	1	-2	-2		-4
	Bauliche Umsetzung	mittel	1	-1	+1		0
	Ausführungszeit	mittel	1	-1	+1		0
	Platzbedarf im Maschinensaal	kleinster	2	+4	+4		+8
Total Variante 3b							+4

Die geschätzten Anlagekosten, die bauliche Umsetzung und die angenommene Ausführungszeit sprechen für die Variante 1. Der Variantenentschied hängt stark von der Gewichtung des Kriteriums «Platzbedarf im Maschinensaal» ab. Wird dieses Kriterium hoch gewichtet, so verliert Variante 1 an Attraktivität und die Varianten 3b wird noch interessanter.

Die Variante 1 bietet zudem den Vorteil, dass der Aufbau jenem der bestehenden Maschinengruppen entspricht, dies dürfte den Unterhalt aller vier Maschinengruppen einheitlicher und einfacher gestalten.

Die Variante 3a ist in der skizzierten Anordnung wegen der Nähe zur bestehenden Maschinengruppe 3 sicherlich am kritischsten zu beurteilen. Falls die Möglichkeit besteht, die Maschinengruppe 4 um ca. 2-3 m weiter weg von Maschinengruppe 3 zu platzieren, wäre diese Variante ebenfalls wieder konkurrenzfähig.

Im Hinblick auf einen möglichst uneingeschränkten Unterhalts- und Revisionsbetrieb im Maschinensaal sind die Variante 3b oder auch die Variante 3a der Variante 1 vorzuziehen. Die Anlagekosten von Variante 3b sind verglichen mit Variante 3a um rund 8% höher. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass bei der Kostenschätzung angenommen wurde, dass der gesamte Unterwasserkanal in felsigem Untergrund erstellt wird. Diese Annahme ist möglicherweise eher konservativ und kann in der nächsten Projektphase durch Baugrunduntersuchungen korrigiert werden, was in der Folge die Anlagekosten reduzieren dürfte.

Aufgrund der baulichen Umsetzung, welche für die Variante 3b im Gegensatz zur Variante 3a als eher einfacher eingeschätzt wird, wird die Variante 3b als Bestvariante gewählt. Dadurch wird das Risiko für Komplikationen bei der baulichen Umsetzung, hauptsächlich im Bereich der bestehenden Maschinengruppe 3 minimiert. Die leicht höheren hydraulischen Verluste im Unterwasserkanal können aufgrund dieser Vorteile in Kauf genommen werden.

3.5. Stahlwasserbau

3.5.1 Druckleitung - Zuleitung zur Maschinengruppe 4

Die Zuleitung der Druckleitung zur Maschinengruppe 4 wird als geschweisste Stahlleitung mit einem Durchmesser von rund 1.0 m ausgeführt. Die Zuleitung schliesst unterhalb der Verzweigung der Druckleitung auf die Maschinengruppe 2 und 3, an die Zuleitung zur Maschinengruppe 3 an. Die Länge der neuen Zuleitung variiert leicht für die Varianten 1, 3a und 3b.

3.5.2 Absperrorgan

Eine Absperrorgan oberwasserseitig der Turbine dient als Sicherheitsabschlussorgan und ist in der Lage, auch bei der Rohrbruchwassermenge sicher zu schliessen. Das Öffnen und Schliessen erfolgt mittels der übergeordneten Leittechnik. Normalerweise wird das Absperrorgan nach jedem Stopp der Turbine geschlossen und vor dem Start der Turbine wieder geöffnet. Ausserdem dient es als Absperrerelement, um die Turbinen für Inspektionen oder Wartungsarbeiten entleeren zu können, ohne hierfür die Druckleitung entwässern zu müssen.

Die Liefergrenze oberwasserseitig des Absperrorgans bildet der Anschlussflansch der Druckleitung. Die Schrauben und Dichtungen der Flanschverbindung gehören üblicherweise zum Lieferumfang des Absperrorgans. Gegebenenfalls muss ein Konus zwischen Anschlussflansch und Absperrorgan eingebaut werden, welcher ebenso im Lieferumfang des Absperrorgans enthalten ist.

Grundsätzlich kann für die Maschinengruppe 4 ein Kugelschieber oder eine Drosselklappe eingesetzt werden.

3.5.3 Dammbalken

Alle untersuchten Varianten weisen Dammbalken zum Verschluss des Unterwasserkanals auf. Diese können je nach Kapazität des Dammbalkenkrans aus einem oder mehreren Gleitschützelementen bestehen. Damit sind Inspektionen und Revisionen an der Maschinengruppe 4 auch möglich, wenn die übrigen Maschinengruppen des KW Wernisberg produzieren.

4 Bauablauf & Logistik

4.1. Terminprogramm

Das im Anhang B abgebildete Terminprogramm basiert auf Erfahrungswerten aus ausgeführten Projekten und wurde auf die spezifischen Gegebenheiten beim KW Wernisberg angepasst. Aufgezeigt werden die wichtigsten Vorgänge und deren Abhängigkeiten untereinander. In den nachfolgenden Projektphasen ist das Terminprogramm weiter zu verfeinern und zu optimieren. Der Zeitbedarf für die Bauprojektplanung sowie die Submission der Baumeister und elektromechanischen Arbeiten kann je nach Verfahrensart und Anforderungen der Bauherrschaft beträchtlich variieren und wurde deshalb nicht berücksichtigt.

Vom Beginn der Ausführungsplanung und Herstellung der elektromechanischen Teile bis zur Inbetriebsetzung der Maschinengruppe 4 werden rund 1.5 Jahre benötigt (vgl. Anhang B).

Die ersten baulichen Arbeiten vor Ort werden rund 10 Monate nach Beginn der Ausführungsplanung beginnen. Es wird angestrebt möglichst lange einen uneingeschränkten Betrieb mit den drei bestehenden Maschinengruppen fahren zu können. Dazu sind die bestehenden Einrichtungen vor Verschmutzung durch Staub und Feuchtigkeit zu schützen und abzuschotten. Nach rund 5 Monaten Bautätigkeit kann der Unterwasserkanal der Maschinengruppe 4 an den bestehenden Unterwasserkanal und die neue Zuleitung an die Druckleitung angeschlossen werden. Im bestehenden Unterwasserkanal ist dazu eine temporäre, dichte Bauwand zu erstellen. Ab diesem Zeitpunkt ist der Betrieb des KW Wernisberg einzustellen. Es wird mit einem Betriebsunterbruch von maximal 6 Monaten gerechnet. In den folgenden Projektphasen ist die Dauer des Betriebsunterbruchs weiter zu untersuchen und zu optimieren. Wenn beispielsweise die Dammbalken im Unterwasserkanal der Maschinengruppe 4 und das Absperrorgan in der Zuleitung bereits in Betrieb gesetzt werden können, ist ein Betrieb der bestehenden drei Maschinengruppen möglich und der Arbeitsbereich bei der Maschinengruppe 4 ist für die Montagearbeiten geschützt.

4.2. Baustelleninstallation und -logistik

Um das Maschinenhaus sind ausreichende Flächen für Baustelleninstallationen vorhanden (vgl. Abbildung 3-2). Je nach Bauphase sind gewisse Flächen für den Betrieb des KW Wernisberg zu reservieren. Die Zufahrtsstrasse ist ab der Kantonsstrasse rund 740 m lang und weist eine Breite von 3 m auf.

Für die Dauer der Bautätigkeiten mit gleichzeitigem Kraftwerksbetrieb ist ein sicherer Zugang des Maschinenhauses für Rettung- und Evakuierung sicherzustellen.

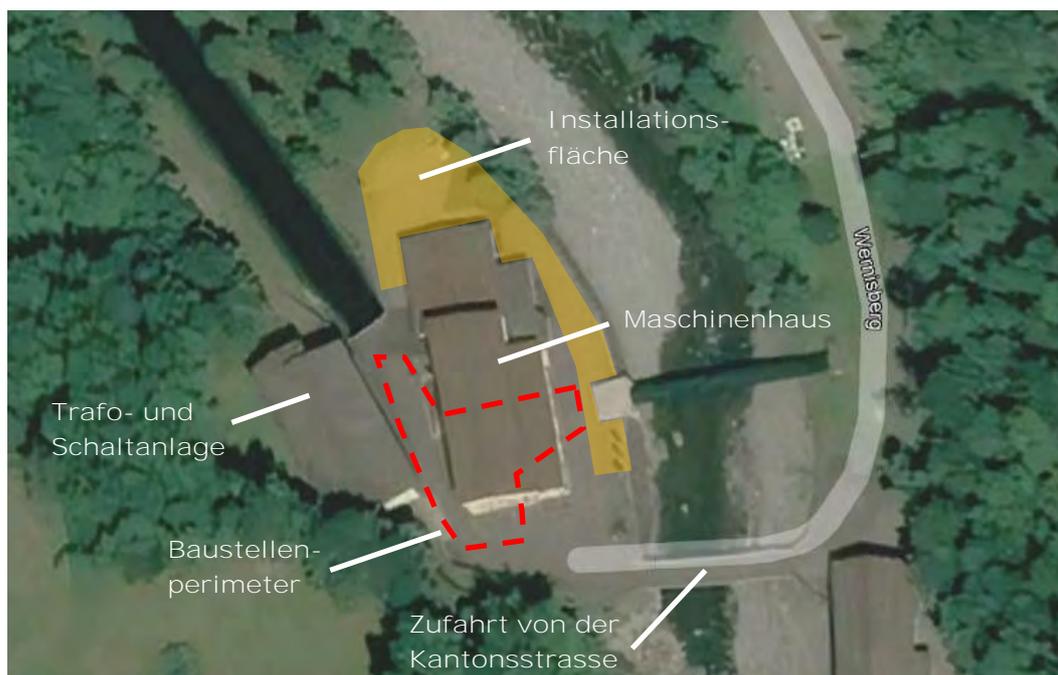


Abbildung 4-1 Situation des Kraftwerks Wernisberg mit angedeuteter Installationsfläche, Baustellenperimeter und Zufahrtsstrasse (Google Earth, 2019-07).

5 Kostenschätzung

5.1. Allgemeines

Die aufgeführten Varianten sind auf der Stufe «Vorstudie» ausgearbeitet worden. Gemäss SIA 103 ist die Genauigkeit der Kostenschätzungen mit dem Bauherrn zu vereinbaren. AFRY schätzt die Kostengenauigkeit auf $\pm 30\%$. Dabei sind spezielle Turbulenzen am Markt nicht berücksichtigt.

Die vorliegenden Grobkostenschätzungen der Anlagekosten umfassen die Aufwendungen, welche voraussichtlich bei der Errichtung des Dotierkraftwerks anfallen werden. Die Kostenschätzung, mit Preisbasis 2022, wurde auf Stufe Vorstudie erarbeitet und basiert zu einem grossen Teil auf Angaben von möglichen Lieferanten, auf Vergleichswerten von anderen Kraftwerkprojekten.

Die Kosten werden ohne Mehrwertsteuer und Teuerung ausgewiesen.

Die detaillierte Zusammenstellung ist im Anhang C ersichtlich.

5.2. Aufbau

Die Kosten sind entsprechend der untenstehenden Fachbereiche (FB) aufgeteilt:

- 100 Allgemeine Kosten Bauherr;
- 200 Ingenieurleistungen;
- 300 Bauliche Anlagen;
- 500 Stahlwasserbau;
- 600 Elektromechanische & Elektrotechnische Anlagen.

5.3. Erläuterungen

In den nächsten Abschnitten sind die in der Kostenschätzung enthaltenen Kosten erwähnt und es wird aufgezeigt, welche Kosten durch ebs abzuschätzen oder zu verifizieren sind. In der detaillierten Kostenschätzung (vgl. Anhang C) sind drei Spalten mit folgender Bezeichnung vorgesehen:

- Kosten AFRY / Mitplaner;
- Kosten ebs
- Kosten total.

Sämtliche durch AFRY abgeschätzte Kosten sind in der Spalte „Kosten AFRY / Mitplaner“ enthalten. Die durch ebs abzuschätzenden / zu verifizierenden Kosten sind in der Spalte „Kosten ebs“ einzusetzen. Die letzte Spalte „Kosten total“ bildet die Summe aus den „Kosten AFRY / Mitplaner“ und den „Kosten ebs“.

5.4. FB 100 – Allgemeine Kosten des Bauherrn

ebs hat AFRY gebeten, die allgemeinen Kosten des Bauherrn (Fachbereich FB 100) soweit möglich abzuschätzen. Bei diesen Kosten handelt es sich um Baunebenkosten, Kapitalkosten, Bewilligungen und Gebühren, welche erfahrungsgemäss einen wesentlichen Teil der Gesamtkosten ausmachen. AFRY hat aufgrund von anderen Wasserkraft-Projekten und Erfahrungswerten einen Teil der Kosten abgeschätzt. Nachfolgend werden die Grundlagen der Kostenschätzungen des FB 100 aufgeführt.

5.4.1 110 – Baubewilligungen / Gebühren / Rechte

Gemäss Bauamt SZ fallen für eine Baubewilligung Kosten zwischen 200.- CHF und **50'000.- CHF** an. Da es sich um keine aussergewöhnlichen Bauwerke handelt, werden die Aufwendungen für die Prüfstelle und die daraus entstehenden Kosten mit einem Betrag im unteren Drittel der Spannweite der möglichen Kosten mit **16'000.- CHF** angenommen.

Die Kosten für die Wasserversorgung und die Abwasserentsorgung während der **gesamten Bauzeit wird auf 1'000.- CHF** geschätzt.

5.4.2 120 – Finanzierung

Für die Berechnung des Bauzins wurden ein Zinssatz von 3.0 % und eine Laufzeit des Kredits von 1.5 Jahren angenommen. Der Kostenschätzung wird keine jährliche Kostensteigerung (Teuerung) zugrunde gelegt.

5.4.3 130 – Versicherungen

In der Kostenschätzung ist der Abschluss einer Bauwesen-Versicherung berücksichtigt. Mit dieser Versicherung werden durch unvorhergesehene Bauunfälle verursachte **Schäden von „allen“ am Bau Beteiligten gedeckt. Die Prämienätze für die Grunddeckung bewegt sich zwischen 0.5 ‰ und 15 ‰ der Bausumme und sind abhängig von der Bausumme und verschiedenen Risikofaktoren. In der Kostenschätzung wurde die Versicherungsprämie mit 8 ‰ der Baukosten** angenommen. Kosten für weitere Versicherungen wurden keine berücksichtigt. Das Versicherungsmanagement wurde mit **1'000.- CHF** berücksichtigt.

5.4.4 150 – Eigenleistungen Bauherr

In dieser Kostenstelle sind die die Aufwendungen für die Projektleitung und Administration, Fachexperten (inkl. Nebenkosten) sowie das Rechnungs- und Rechtswesen enthalten.

5.4.5 160 – Energieproduktionsausfall, Verbrauchs- und Entsorgungsgebühren

Während den Bauarbeiten kann mit dem KW Wernisberg zeitweise kein Strom produziert werden. Dieser Produktionsausfall ist in der vorliegenden Kostenschätzung nicht enthalten. Der Stromverbrauch durch den Bauunternehmer wurde nicht berücksichtigt.

5.4.6 170 – Öffentlichkeitsarbeiten

Die Aufwendungen für Baustelleninformation, PR-Aktivitäten sowie Anlässe und Festivitäten sind nicht enthalten.

5.5. FB 200 – Ingenieurleistungen

In der Kostenschätzung sind die zu erwartenden Ingenieurleistungen (Honorare) für:

- 210 Gesamtplaner (Bau, Stahlwasserbau, EM, ET, Gesamtleitung);
- 260 Zusätzliche Planungskosten Dritter (Bestandsaufnahme, Vorbereitungsarbeiten, etc.);
- 270 Fertigstellungsarbeiten;

durch AFRY abgeschätzt worden. Die Honorarberechnung für den Gesamtplaner erfolgte gemäss SIA 102, 103 und 108 mittels Zeitaufwand nach Baukosten exkl. Baustelleneinrichtungen. Die geschätzten Honorare umfassen die Bearbeitung der Projektphasen:

Projektierung:	32	Bauprojekt
	33	Bewilligungsverfahren
Ausschreibung:	41	Ausschreibung / Offertvergleich / Vergabeantrag
Realisierung:	51	Ausführungsprojekt
	52	Ausführung
	53	Inbetriebnahme

In der Kostenschätzung sind folgenden Planerkosten des FB 200 nicht enthalten:

- 220 Geologische und geotechnische Ingenieurleistungen 220;
- 230 Umweltbegleitung und Planung der ökologischen Ausgleichsmassnahmen;
- 240 Sicherheitskonzept;
- 250 Bauherrenvermessung.

Diese Kosten sind durch die entsprechenden Mitplaner und ebs zu ergänzen.

5.6. FB 300 – Bauliche Anlagen

Grob umschrieben setzen sich die Kosten der baulichen Anlagen aus Bauinstallationskosten und effektiven Baukosten zusammen. Die Bauinstallationen wurden mit einem Anteil von 10 % der Baukosten (Pos. 320 - 340) abgeschätzt.

Die effektiven Baukosten basieren auf Massenauszügen aus den vorhandenen Plänen zur Vorstudie.

Für Unvorhergesehenes wurde 20% der Bausumme FB 300 eingesetzt.

5.7. FB 500 – Stahlwasserbau

Die Kosten für den Stahlwasserbau wurden mithilfe der vorhandenen Pläne zur Vorstudie und Preisen von anderen, vergleichbaren Kraftwerkprojekten bestimmt. Die Bauinstallationen wurden mit einem Anteil von 5 % der Baukosten FB 500 abgeschätzt.

Für Unvorhergesehenes wurde 15% der Bausumme FB 500.

5.8. FB 600 – Elektromechanik und Elektrotechnik

Die Kosten für die elektromechanischen Arbeiten wurden auf der Stufe Vorstudie aufgrund von Richtpreisangaben eines namhaften, erfahrenen Lieferanten eingesetzt. Die weiteren Kosten wurden mithilfe von Preisangaben von anderen, vergleichbaren Kraftwerkprojekten geschätzt.

Die Kosten für die elektrotechnischen Arbeiten wurden auf der Stufe Vorstudie aufgrund von Richtpreisangaben eines namhaften, erfahrenen Lieferanten eingesetzt. Sie wurden für die Kostenschätzung verwendet.

Für Unvorhergesehenes wurde 5 % der Bausumme FB 600 eingesetzt.

5.9. Zusammenfassung

Die detaillierte Kostenschätzung ist im Anhang C enthalten.

Tabelle 5-1 Zusammenfassung der Teil-Anlagekosten für die Maschinengruppe 4, Variante 1 (exkl. MWSt.)

Zusammenfassung Variante 1	Kosten AFRY / MP [CHF]	Kosten ebs / Dritte [CHF]	Kosten total [CHF]
100 Allgemeine Kosten Bauherr	0	292'000	292'000
200 Ingenieurleistungen	500'500		500'500
300 Bauliche Anlagen (BA)	1'284'450		1'284'450
500 Stahlwasserbau (STWB)	466'000		466'000
600 Elektromechanische und Elektrotechnische Anlagen (EM)	2'231'700		2'231'700
Totale Teil-Anlagekosten	4'482'650	292'000	4'774'650

Tabelle 5-2 Zusammenfassung der Teil-Anlagekosten für die Maschinengruppe 4, Variante 3a (exkl. MWSt.)

Zusammenfassung Variante 3a	Kosten AFRY / MP [CHF]	Kosten ebs / Dritte [CHF]	Kosten total [CHF]
100 Allgemeine Kosten Bauherr	0	313'000	313'000
200 Ingenieurleistungen	539'800		539'800
300 Bauliche Anlagen (BA)	1'499'550		1'499'550
500 Stahlwasserbau (STWB)	569'667		569'667
600 Elektromechanische und Elektrotechnische Anlagen (EM)	2'231'700		2'231'700
Totale Teil-Anlagekosten	4'840'717	313'000	5'153'717

Tabelle 5-3 Zusammenfassung der Teil-Anlagekosten für die Maschinengruppe 4, Variante 3b (exkl. MWSt.)

Zusammenfassung Variante 3b	Kosten AFRY / MP [CHF]	Kosten ebs / Dritte [CHF]	Kosten total [CHF]
100 Allgemeine Kosten Bauherr	0	358'000	358'000
200 Ingenieurleistungen	587'200		587'200
300 Bauliche Anlagen (BA)	1'754'550		1'754'550
500 Stahlwasserbau (STWB)	610'933		610'933
600 Elektromechanische und Elektrotechnische Anlagen (EM)	2'231'700		2'231'700
Totale Teil-Anlagekosten	5'184'383	358'000	5'542'383

6 Projektbeschreibung Bestvariante

6.1. Elektromechanik

Um den Anbietern wirtschaftliche Lösungen aufgrund ihrer Standardkonstruktionen und Baureihen zu ermöglichen, sollen wenige Konfigurationsmerkmale obligatorisch vorgeschrieben werden. Wünschenswerte oder zu prüfende Konfigurationen können als Unternehmervarianten eingereicht werden.

Die vorliegende Auflistung umfasst den folgenden Lieferumfang einer montierten und in betrieb gesetzten Turbinen-Generator-Gruppe, Drehzahl 500rpm:

1 Stück Maschinensatz, beinhaltend:

- a) Francis-Spiralturbine inkl. Leitschaufeln und Leitungen, Hilfsmedien inkl. evtl. benötigtes Schwungrad, Stütz- und Einbetonierteile (Saugrohr, Kraftaufnahmeflansche, Schlaudern usw.)
- b) Synchrongenerator
- 1 Stück Absperrorgan: Absperrklappe inkl. Ausbaustück, Schliessgewicht und Verbindungen zur Turbine und zur bestehenden Druckleitung (Liefergrenze Druckleitung vor Turbine bis zum Absperrorgan)
- 1 Stück Hydraulikaggregat mit Stellantrieben für die Turbine und das Absperrorgan
- 1 Stück Werksabnahmen, Transport, Montage, Inbetriebnahme, Dokumentation, Einweisung des ganzen Lieferumfanges

6.2. Elektrotechnik

Gemäss den Vorgaben der ebs kann die Energieableitung der Maschinengruppe 4 direkt an der bestehenden Schiene im UW angeschlossen werden.

Die ET-Auslegung basiert auf folgenden Grundlagen:

- Vorhandene Anlagen und Ausrüstung im KW Wernisberg;
- Schwarzstart möglich;
- Inselbetrieb möglich;
- Maschinenspannung: 6.3 kV;
- $\cos \Phi = 0.8$.

Folgende elektrotechnischen Einrichtungen des KW Wernisberg werden verwendet:

- Schaltanlage 6.3 kV;
- Verteilanlage 400 V;
- Batterie-Anlage mit Ladegerät und DC-Verteilung.

Im Maschinenhaus des KW Wernisberg sind folgende neuen elektrotechnischen Einrichtungen vorzusehen:

- 1 Hydraulikaggregat;
- 1 Generator mit bürstenloser Erregermaschine;
- 1 Schaltfeld in der 6.3 kV Mittelspannungsschaltanlage;
- Ausrüstung zur Anpassung der bestehenden NS-Verteilungen und DC-Verteilungen an die neuen Anforderungen;
- 1 Turbinensteuerschrank;
- 1 Generatorsteuerschrank mit:
 - Elektrischem Generator- und falls nötig Transformator-Schutz;
 - Generator Erregung;
 - Synchronisierung des Generators an die 6.3 kV Sammelschiene;
- Spannungswandler zur Synchronisierung des Generators (Lieferung zusammen mit Generator);
- 1 Steuer- und Regelschrank für die Fernsteuerung.

Gesamthaft sind die folgenden Kabel zu verlegen:

- 6.3-kV-Kabel (XLPE isoliert) vom neuen Generator zum neuen Schaltfeld in der bestehende 6.3 kV Schaltanlage;
- 400 V Kabel für den Eigenbedarf der Gruppe

Die neue Maschinengruppe wird an die bestehende Gaslöschanlage angeschlossen.

6.3. Bau

Der baulichen Ausführung liegt die Wahl der Variante 3b als Bestvariante zugrunde (vgl. Anhang A, Pläne 2578.71.020 und 021).

Für die neue Zuleitung der Druckleitung wird auf dem Vorplatz zwischen Zentrale und Druckleitungsbrücke ein Graben ausgehoben. Nach der Verschweissung der Zuleitung zur Maschinengruppe 4 an die Verteilleitung wird die Zuleitung einbetoniert und wieder überdeckt.

Im Maschinenhaus unterquert die neue Zuleitung den Batterieraum und das Büro, welche sich im Erdgeschoss befinden. In diesem Bereich sind Streifenfundamente entlang der Aussenwand und einer Zwischenwand lokal zurückzubauen und entsprechend zu verstärken. Stützen des Maschinenhauskrans werden nicht tangiert.

Der Boden des Maschinensaals wird über der Maschinengruppe 4 zurückgebaut, um eine befahrbare Deckelkonstruktion einzubauen.

Unter dem Umschlagplatz im Maschinensaal wird der Boden des Lagerraums um rund 4 m auf 460.6 m ü.M. abgeteuft, um Platz für die komplette Maschinegruppe 4 zu schaffen. Die bestehende Treppe an der westlichen Aussenwand des Maschinensaals ins Untergeschoss wird zurückgebaut. Zur Erschliessung der Maschinengruppe 4 ist neu eine Wendeltreppe vorgesehen.

Der Aushub/Ausbruch für das Saugrohr wird etwa bis auf eine Kote von 459.0 m ü.M. abgeteuft. In diesem Bereich wird die Aussenwand des Maschinenhauses unterquert, was eine lokale Unterfangung nötig macht. Der anschliessende Unterwasserkanal mit einer Länge von rund 24 m einer lichten Breite von 1.9 m und einer lichten Höhe von 2.5 m macht unter dem Vorplatz des Maschinenhauses eine 180°-Wende in Richtung Nordwesten, unterquert den Kabelkanal und schliesst an den bestehenden Unterwasserkanal an. Es wird davon ausgegangen, dass der rund 9 m tiefe Aushub/Ausbruch für den Unterwasserkanal in felsigem Untergrund erstellt wird, sodass eine minimale Böschungsneigung von z.B. 1:10 ausreicht und keine umfangreichen Baugrubensicherungsmaßnahmen zu ergreifen sind.

6.4. Stahlwasserbau

Die Zuleitung mit einem Durchmesser von 1.0 m wird vor dem Eintritt der Druckleitung ins Maschinenhaus an die Verteilleitung der Maschinengruppe 3 angeschweisst. Die Zuleitung wird streckenweise einbetoniert und innerhalb des Untergeschosses freiliegend verlegt. In den Richtungsänderungen werden Betonfixpunkte angeordnet.

Für die Maschinengruppe 4 ist eine Drosselklappe als Absperrorgan vorgesehen.

Für die Dammbalken sind geteilte Stahl-Gleitschützelemente aus einer Schweisskonstruktion vorgesehen.

7 Betrieb und Unterhalt

Nachfolgend werden für die wichtigsten Komponenten die Intervalle für Betriebs- und Unterhaltsarbeiten aufgeführt.

7.1. Anker

Falls vorgespannte Anker zur lokalen Unterfangung der Fundamente des Maschinenhauses eingesetzt werden müssen, sind diese in Absprache mit dem Lieferanten in regelmässigen Zeitabständen zu inspizieren.

7.2. Druckleitung – Zuleitung zur Maschinengruppe 4

Die Druckleitung und ihre Komponenten sind generell in folgenden Zeitabständen zu warten und zu ersetzen:

- visuelle Inspektion der DL 1 Jahr
- visuelle Inspektion der Auflager und 1 Jahr
- Überprüfung der Vorspannung der Verschraubungen
 - an Fixpunkten (Stichproben) 1 Jahr
 - an Flanschverbindungen 1 Jahr
- Korrosionsschutz inspizieren 5-8 Jahre
- Ersatz der Dichtung der Expansion 20-30 Jahre
- Ersatz der Verschraubungen an Fixpunkten 20-30 Jahre
- Teflon-Gleitlager ersetzen 20-30 Jahre
- Korrosionsschutz ersetzen 25-30 Jahre

7.3. Elektromechanik EM

Regulierorgane und ihre Komponenten sind in folgenden Zeitabständen zu warten oder zu ersetzen:

- Allgemein
 - Funktionskontrolle 1 Jahr
 - Korrosionsschutz inspizieren 5-8 Jahre
 - Dichtungen ersetzen 15 Jahre
 - Korrosionsschutz ersetzen 25-30 Jahre
- Hydraulikaggregat
 - Ölanalyse 1 Jahr
 - Ölwechsel je nach Ölanalyse
 - Revision je nach Betrieb
- Maschinenabsperrorgan (Absperrklappe)
 - Überprüfung auf Dichtheit 6 Monate
 - Überprüfung Endschalter offen und geschlossen 1 Jahr
 - Überprüfung Öffnungs- und Schließzeiten 1 Jahr
 - Überprüfung Antrieb Absperr- und Schliessorgan 1 Jahr
- Bypass
 - Überprüfung auf Dichtheit 1 Jahr
 - Überprüfung Endschalter offen und geschlossen 1 Jahr
 - Überprüfung Öffnungs- und Schließzeit 1 Jahr
 - Sichtkontrolle Wasserverrohrung 1 Jahr
- Laufrad
 - Sichtkontrolle Verschleiss 1 Jahr
 - Überprüfung Anzugmomente Schrauben 1 Jahr
- Leitapparat

- Abgleich Öffnungsmessung 1 Jahr
- Überprüfung auf Dichtheit 6 Monate
- Sichtkontrolle Verschleiss 1 Jahr
- Überprüfung Verschraubungen 1 Jahr
- Überprüfung Öffnungs- und Schließzeiten 1 Jahr
- Schmiereinrichtung
 - Überprüfung Ölstand Hydrauliktank 6 Monate
 - Sichtkontrolle Hydraulikverrohrung auf Leckage 6 Monate
 - Überprüfung Durchfluss Schmieröl 6 Monate
 - Ölfilter ersetzt 1 Jahr
 - Überprüfung (Ölanalyse) Qualität Schmieröl Lager 1 Jahr
 - Druckluftreinigung Motor Pumpe 1 Jahr
 - Hydrauliköl reinigen mittels Filterpumpe 1 Jahr

7.4. Elektrotechnik ET

Bei jeder Grossrevision ist eine Kontrolle sämtlicher elektrischen Systeme durchzuführen.

- Generator
 - Überprüfung Lagergeräusche 6 Monate
 - Überprüfung Temperaturniveau 6 Monate
 - Überprüfung Vibrationsniveau 6 Monate
 - Überprüfung Schmierintervalle 1 Jahr
 - Druckluftreinigung Klemmschränke Generator 1 Jahr
 - Ölanalyse Qualität Schmieröl Lager 1 Jahr
 - Diagnosemessung 5 Jahre (oder nach Empfehlung des Herstellers)
- Kühlung Generator und Lager
 - Überprüfung Vorfülldruck Kühlanlage 1 Jahr
 - Sichtkontrolle Verrohrung auf Leckage 6 Monate
 - Überprüfung Druck 6 Monate
 - Überprüfung Anteil Frostschutzmittel 1 Jahr
 - Druckluftreinigung Motor Kühlpumpe 1 Jahr

8 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

8.1. Allgemein

Die vorliegende Vorstudie zur Machbarkeit zeigt, dass der Einbau einer vierten Maschinengruppe mit dem vorgegebenen Leistungsbereich im bestehenden Maschinenhaus möglich ist.

8.2. Elektromechanik

Die Grobauslegung der beiden Drehzahlvarianten des KW Wernisberg zeigen verschiedene Erkenntnisse.

Die Variante 1 mit 750rpm ergibt eine kompakte Turbine, allerdings ist eine tiefere Einbauhöhe erforderlich, um eine Kavitation zu vermeiden. Um das Problem zu lösen, sind Laboruntersuchungen zum hydraulischen Design erforderlich.

Die Varianten 2 und 3 mit 500rpm bieten eine etwas grössere Turbine, die Kavitationsgrenze der Turbine liegt oberhalb des Unterwasserspiegels im unkritischen Bereich.

Um den Anbietern wirtschaftliche Lösungen aufgrund ihrer Standardkonstruktionen und Baureihen zu ermöglichen, sollen wenige Konfigurationsmerkmale obligatorisch vorgeschrieben werden. Wünschenswerte oder zu prüfende Konfigurationen können als Unternehmervarianten eingereicht werden, bspw. das Absperrorgan.

Grundsätzlich sind beide Typen von Absperrorganen für das KW Wernisberg geeignet. Eine Drosselklappe ist einfach und robust und eine preislich günstigere Variante als ein Kugelschieber, der jedoch den Vorteil von geringeren Druckverlusten als eine Drosselklappe hat und trotz des höheren Preises häufig verwendet wird.

8.3. Elektrotechnik

Empfohlene Abklärungen für die nächste Projektphase:

- Erweiterbarkeit der 6.3 kV Schaltschränke verifizieren.
- Ist ein Reserveausgang beim 400 V Eigenbedarf vorhanden, oder neu einzubauen?
- Verifizieren, ob die Batterien genügend Reserveleistung für die neue Gruppe haben.
- Die zukünftige Position von den neuen Steuerschränke definieren.
- Wie wird die Ankopplung von der Leittechnik der neuen Maschine mit dem bestehenden System ausgestaltet?

8.4. Bau

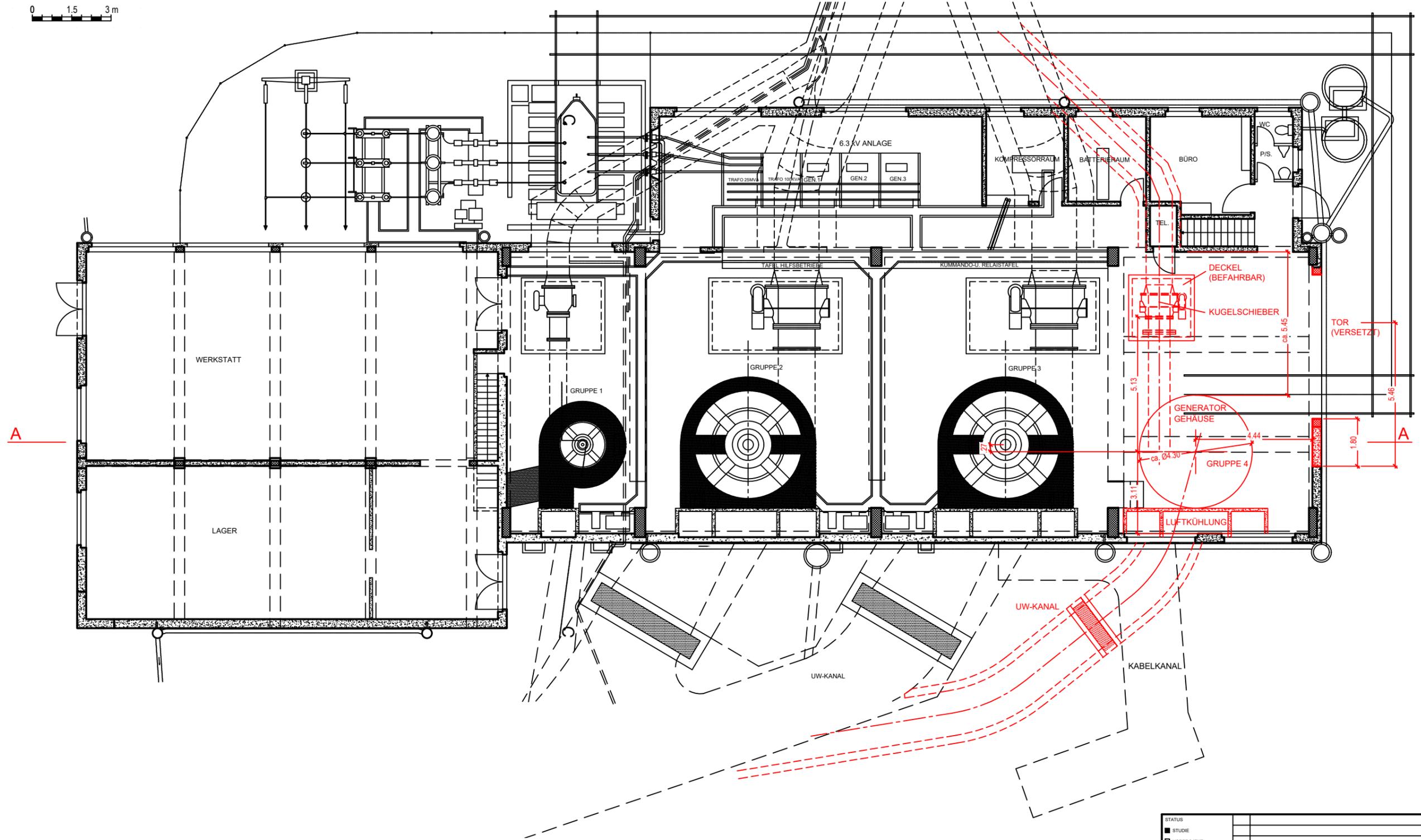
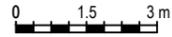
Die drei näher betrachteten Varianten liegen trotz des gezeigten Variantenvergleichs im Abschnitt 3.4.5 relativ nahe beieinander. Keine der Varianten 1, 3a und 3b muss aus technischen Gründen grundsätzlich ausgeschlossen werden und könnte je nach Gewichtung der Bewertungskriterien als Bestvariante aus dem Vergleich hervorgehen. Es wird daher empfohlen die Bestimmung der Bestvariante aus betrieblicher Perspektive zu hinterfragen und gegebenenfalls zu ändern.

Empfohlene Untersuchungen für die nächste Projektphase:

- Der Baugrund im Bereich der Maschinengruppe 4 wurde für die vorliegende Vorstudie zur Machbarkeit nicht untersucht. Der Einfluss des effektiven Felsverlaufs ist für die Baukosten sowie für den abgeschätzten Baufortschritt gross und in der nächsten Projektphase vertieft zu untersuchen.
- Es ist zu prüfen, ob das Maschinenhaus inklusive Fahrbahnträger des Maschinenhauskrans in Richtung Süden erweitert werden kann. Diese Massnahme würde bei Variante 1 eine Ersatzfläche für den Umschlagplatz generieren. Bei Variante 3a könnte dadurch die Maschinengruppe weiter weg von der bestehenden Maschinengruppe 3 angeordnet werden, sodass dieser räumliche Konflikt entschärft wird.

- A Pläne
- B Terminprogramm
- C Kostenschätzung

GRUNDRISS EG

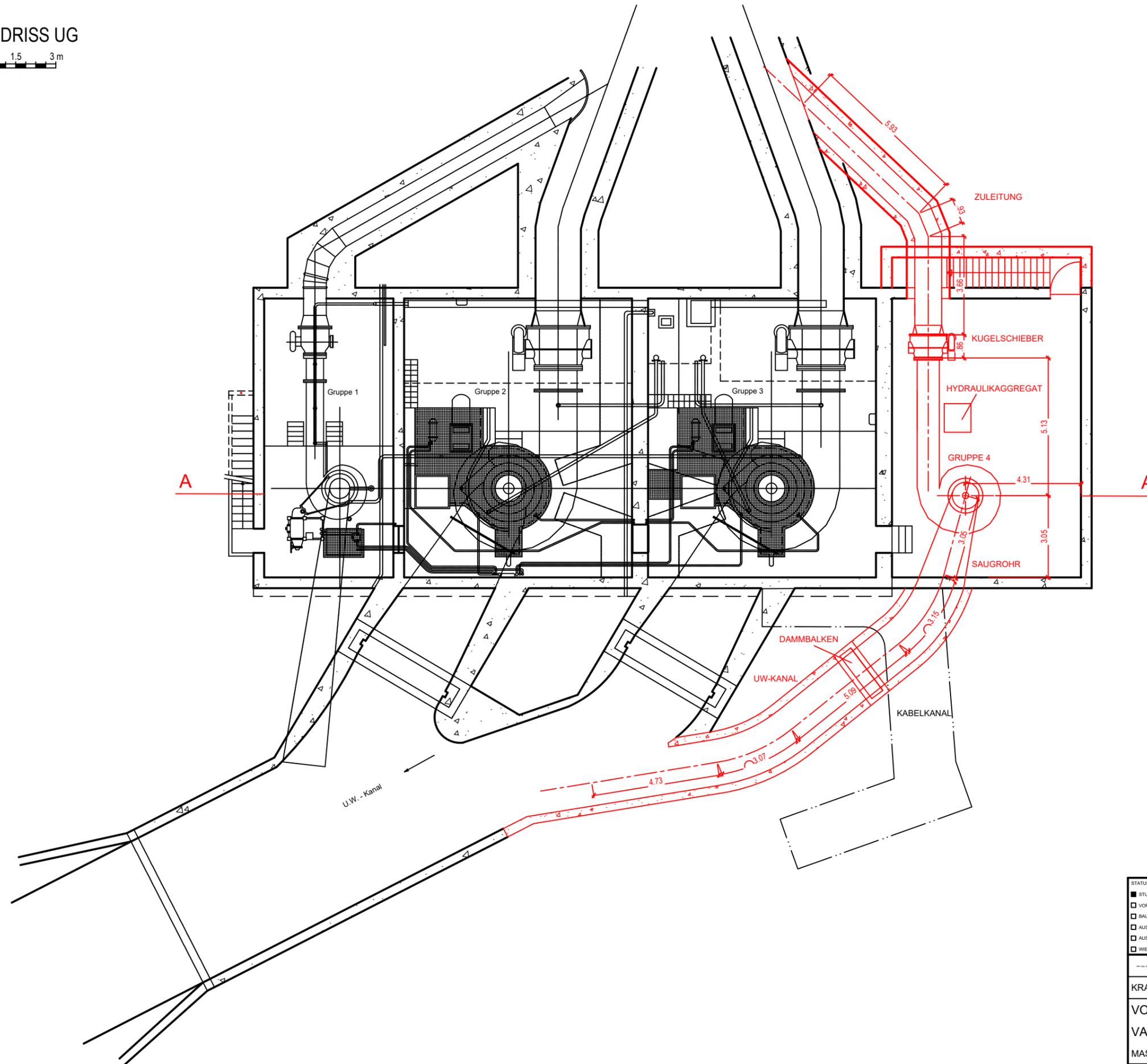
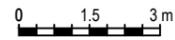


© AFRY Schweiz AG 2020
 Alle Rechte vorbehalten. Dieses Dokument, einschließlich aller darin enthaltenen Zeichnungen, ist Eigentum der AFRY Schweiz AG und darf nicht ohne schriftliche Genehmigung der AFRY Schweiz AG kopiert, verbreitet, veröffentlicht oder in irgendeiner Weise öffentlich zugänglich gemacht werden. Die AFRY Schweiz AG übernimmt keine Haftung für die Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität der hierin enthaltenen Informationen.

STATUS							
<input checked="" type="checkbox"/>	STUDIE						
<input type="checkbox"/>	VORPROJEKT						
<input type="checkbox"/>	BAUPROJEKT						
<input type="checkbox"/>	AUSSCHREIBUNG						
<input type="checkbox"/>	AUSFÜHRUNGSPROJEKT						
<input type="checkbox"/>	WIE GEBAUT						
INDEX	ÄNDERUNGEN	GEZ	GEPR	GENEH	DATUM		
Riedstrasse 17 6431 Schwyz		Tel. 041 819 47 47 info@ebs.swiss					
KRAFTWERKNEU-WERNISBERG							
VORSTUDIE MACHBARKEIT - MG4							
VARIANTE 1							
MASCHINENHAUS, GRUNDRISS EG							
GEZEICHNET:	NOM / 27.09.2022	DATUM:					
GEPRÜFT:	SICLU / 14.11.2022	MASSSTAB:	1:75 [1:150]				
GENEHMIGT:	SICLU / 14.11.2022	FORMAT:	A1 (A3)				
PLANNUMMER	2578.71.001		INDEX	0			



GRUNDRISS UG



© AFRY Schweiz AG 2020
 Alle Rechte vorbehalten. Dieses Dokument, einschließlich aller darin enthaltenen Zeichnungen, ist Eigentum von AFRY Schweiz AG und darf ohne schriftliche Genehmigung nicht weitergegeben, kopiert, reproduziert, veröffentlicht oder in irgendeiner Weise öffentlich zugänglich gemacht werden. AFRY Schweiz AG ist ein Unternehmen der AFRY Group.

STATUS		INDEX	ÄNDERUNGEN	GEZ	GEPR	GENEH	DATUM
<input checked="" type="checkbox"/>	STUDIE						
<input type="checkbox"/>	VORPROJEKT						
<input type="checkbox"/>	BAUPROJEKT						
<input type="checkbox"/>	AUSSCHREIBUNG						
<input type="checkbox"/>	AUSFÜHRUNGSPROJEKT						
<input type="checkbox"/>	WIE GEBAUT						

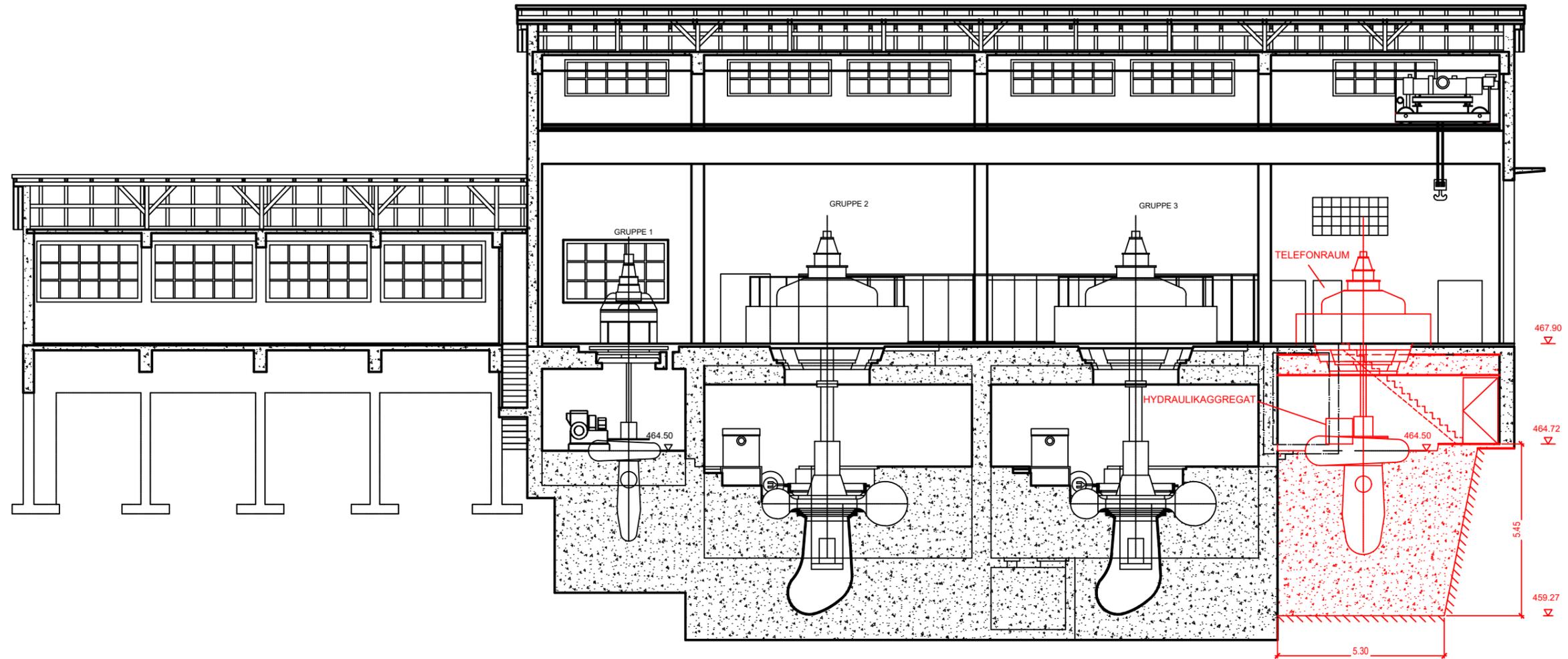
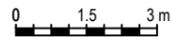
Riedstrasse 17
6431 Schwyz
Tel. 041 819 47 47
info@ebs.swiss

KRAFTWERKNEU-WERNISBERG
VORSTUDIE MACHBARKEIT - MG4
VARIANTE 1
MASCHINENHAUS, GRUNDRISS UG

GEZEICHNET:	NOM / 27.09.2022	DATUM:	
GEPRÜFT:	SCLU / 14.11.2022	MASSSTAB:	1:75 [1:150]
GENEHMIGT:	SCLU / 14.11.2022	FORMAT:	A1 (A3)
PLANNUMMER	2578.71.002		INDEX
			0

AFRY Schweiz AG
Herstrasse 12
CH-8048 Zürich /Schweiz

SCHNITT A-A



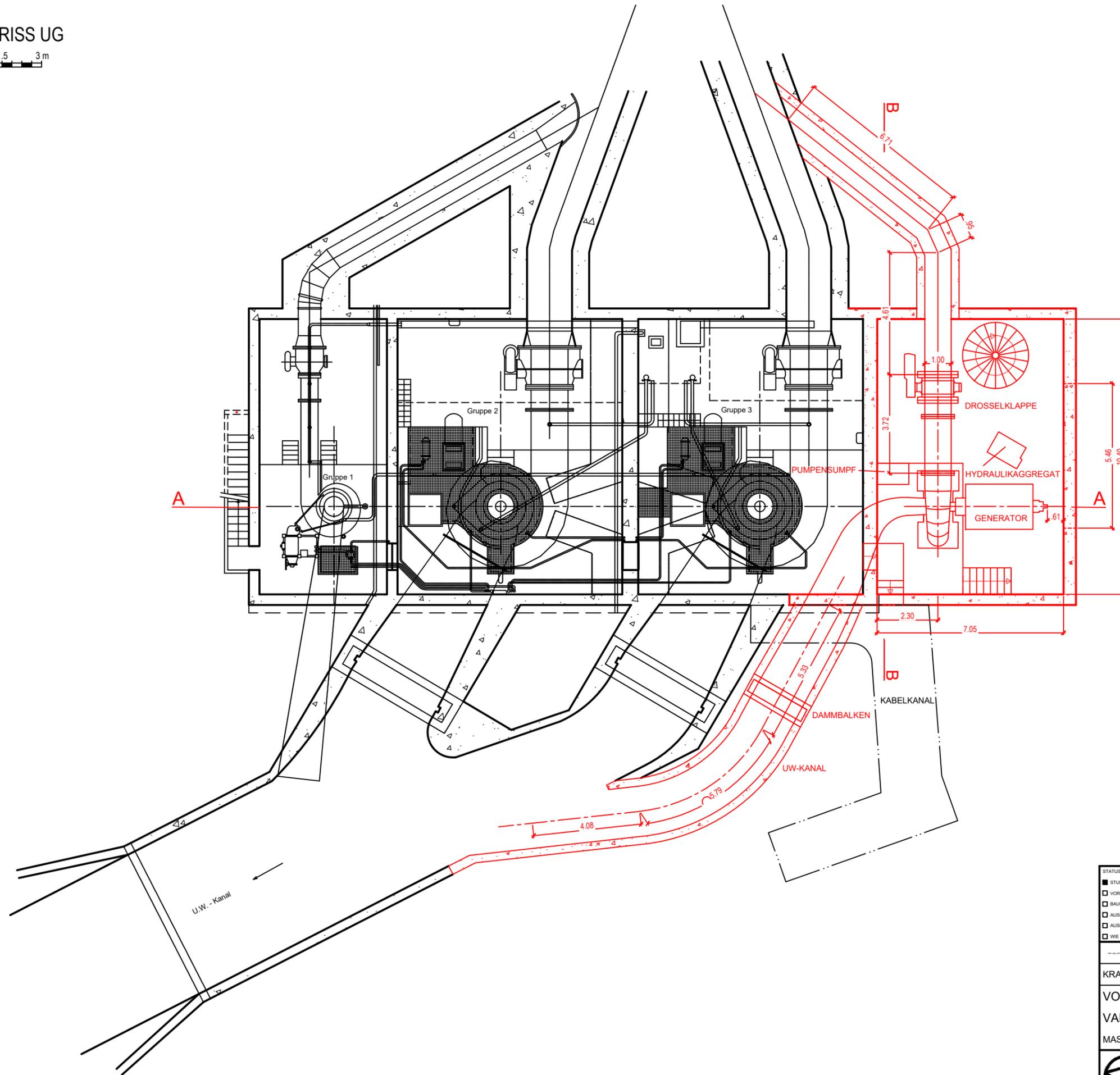
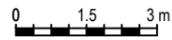
© AFRY Schweiz AG 2020
 Alle Rechte vorbehalten. Dieses Dokument, einschließlich aller darin enthaltenen Zeichnungen, ist Eigentum von AFRY Schweiz AG. Die Weitergabe, Vervielfältigung oder die Nutzung dieses Dokuments, ohne schriftliche Genehmigung von AFRY Schweiz AG, ist ausdrücklich untersagt. Die AFRY Schweiz AG übernimmt keine Haftung für Schäden, die aus der Nutzung dieses Dokuments resultieren.

STATUS									
<input checked="" type="checkbox"/>	STUDIE								
<input type="checkbox"/>	VORPROJEKT								
<input type="checkbox"/>	BAUPROJEKT								
<input type="checkbox"/>	AUSSCHREIBUNG								
<input type="checkbox"/>	AUSFÜHRUNGSPROJEKT								
<input type="checkbox"/>	WIE GEBAUT								
INDEX	ÄNDERUNGEN						GEZ	GEPR	GENEH
		Riedstrasse 17 6431 Schwyz		Tel. 041 819 47 47 info@ebs.swiss					
KRAFTWERK WERNISBERG									
VORSTUDIE MACHBARKEIT - MG4									
VARIANTE 1									
MASCHINENHAUS, SCHNITT A-A									
GEZEICHNET:		NOM / 27.09.2022		DATUM:					
GEPRÜFT:		SCLU / 14.11.2022		MASSSTAB:		1:75 [1:150]			
GENEHMIGT:		SCLU / 14.11.2022		FORMAT:		A1 (A3)			
PLANNUMMER		2578.71.003						INDEX	
								0	



AFRY Schweiz AG
 Herostrasse 12
 CH-8048 Zürich /Schweiz

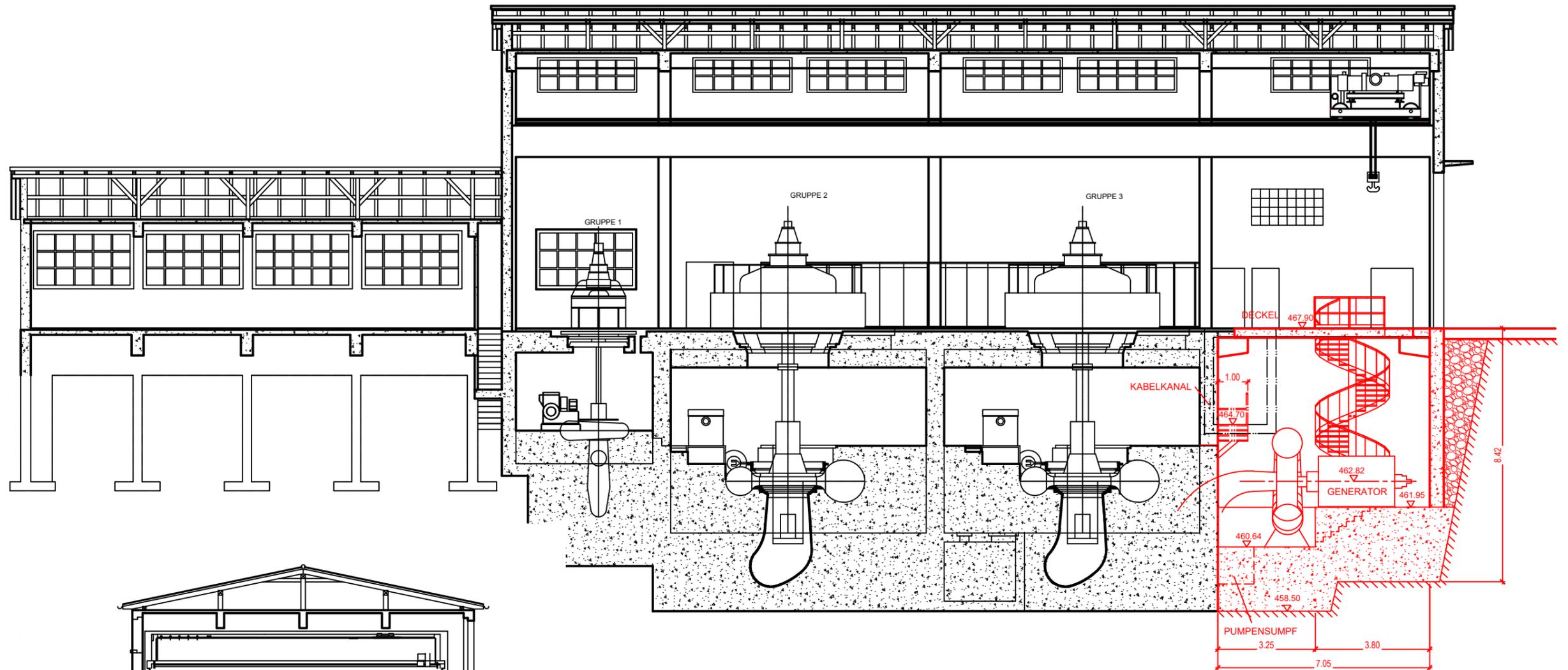
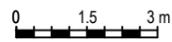
GRUNDRISS UG



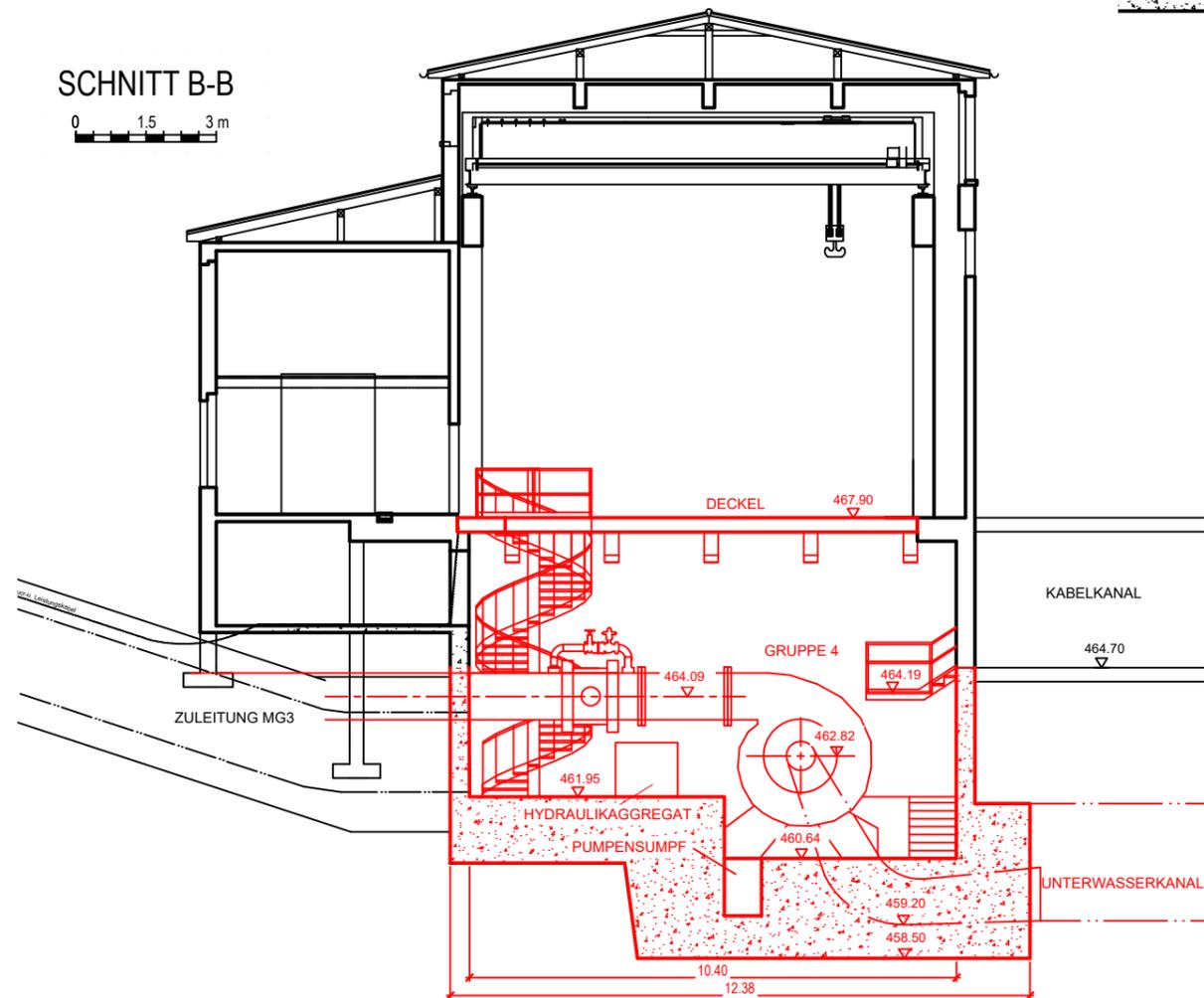
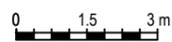
STATUS									
<input checked="" type="checkbox"/>	STUDIE								
<input type="checkbox"/>	VORPROJEKT								
<input type="checkbox"/>	BAUPROJEKT								
<input type="checkbox"/>	AUSSCHREIBUNG								
<input type="checkbox"/>	AUSFÜHRUNGSPROJEKT								
<input type="checkbox"/>	WIE GEBAUT								
INDEX	ÄNDERUNGEN							GEZ	GEPR
		Riedstrasse 17 6431 Schwyz		Tel. 041 819 47 47 info@ebs.swiss					
KRAFTWERKNEU-WERNISBERG									
VORSTUDIE MACHBARKEIT - MG4									
VARIANTE 3A									
MASCHINENHAUS, GRUNDRISS UG									
GEZEICHNET:		NOM / 27.09.2022		DATUM:					
GEPRÜFT:		SCLU / 14.11.2022		MASSSTAB:		1:75 [1:150]			
GENEHMIGT:		SCLU / 14.11.2022		FORMAT:		A1 (A3)			
PLANNUMMER		2578.71.010				INDEX		0	

© AFRY Schweiz AG 2022
 Alle Rechte vorbehalten. Dieses Dokument, einschließlich aller darin enthaltenen Zeichnungen, ist Eigentum von AFRY Schweiz AG und darf nicht ohne schriftliche Genehmigung der AFRY Schweiz AG kopiert, verbreitet oder in irgendeiner Weise öffentlich zugänglich gemacht werden.

SCHNITT A-A



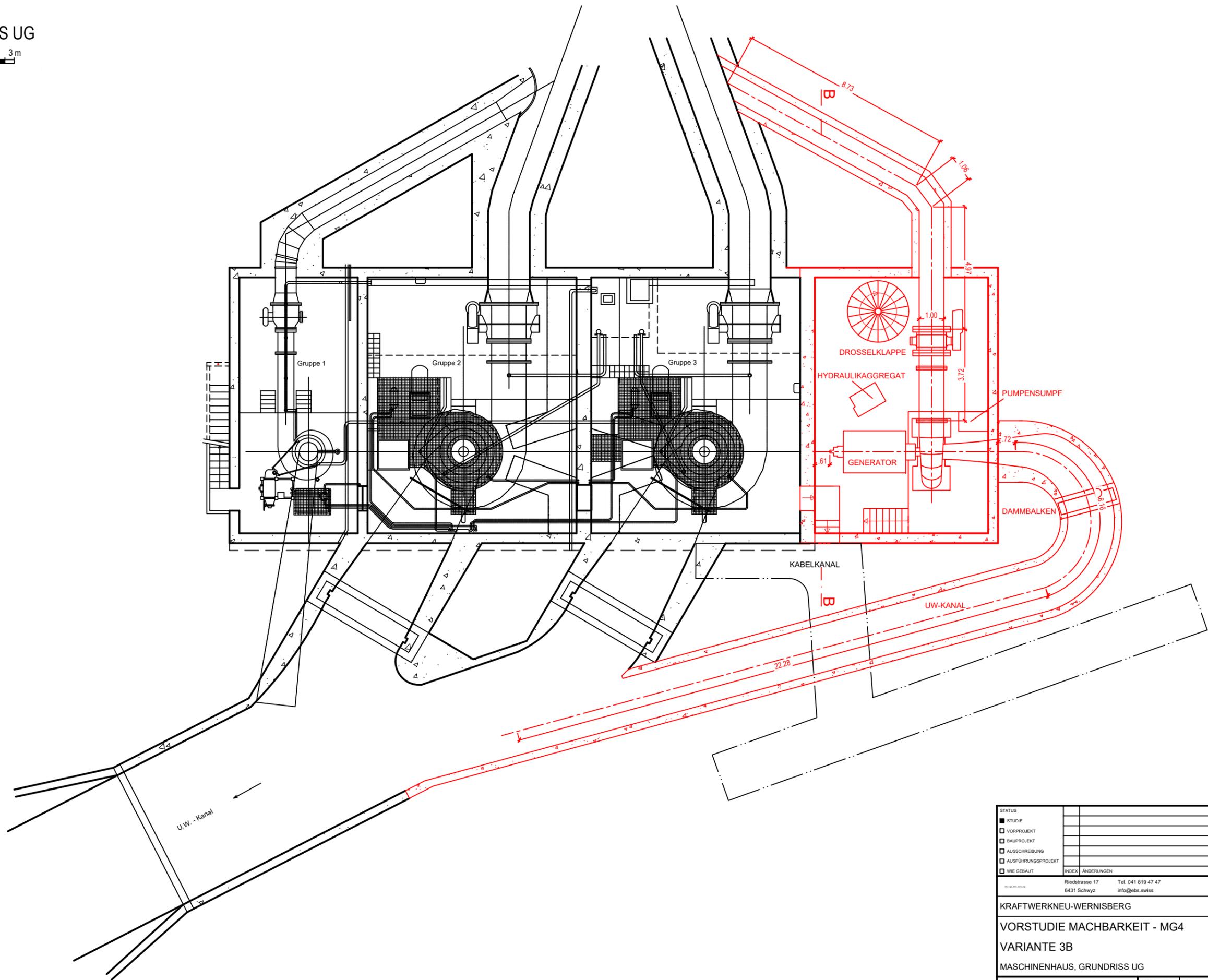
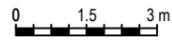
SCHNITT B-B



STATUS										
<input checked="" type="checkbox"/>	STUDIE									
<input type="checkbox"/>	VORPROJEKT									
<input type="checkbox"/>	BAUPROJEKT									
<input type="checkbox"/>	AUSSCHREIBUNG									
<input type="checkbox"/>	AUSFÜHRUNGSPROJEKT									
<input type="checkbox"/>	WIE GEBAUT									
INDEX	ÄNDERUNGEN	GEZ	GEPR	GENEH	DATUM					
Riedstrasse 17 6431 Schwyz		Tel. 041 819 47 47 info@ebs.swiss								
KRAFTWERKNEU-WERNISBERG										
VORSTUDIE MACHBARKEIT - MG4										
VARIANTE 3A										
MASCHINENHAUS, SCHNITTE										
AFRY Schweiz AG Herostrasse 12 CH-8048 Zürich /Schweiz	GEZEICHNET:	NOM / 27.09.2022	DATUM:							
	GEPRÜFT:	SICLU / 14.11.2022	MASSSTAB:	1:75 [1:150]						
	GENEHMIGT:	SICLU / 14.11.2022	FORMAT:	A1 (A3)						
PLANNUMMER	2578.71.011								INDEX	0

© AFRY Schweiz AG 2020
 Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, Vervielfältigung und Verbreitung, auch auszugsweise, ist ohne schriftliche Genehmigung der AFRY Schweiz AG.
 Die in diesem Dokument enthaltenen Zeichnungen sind Eigentum der AFRY Schweiz AG und dürfen nicht ohne schriftliche Genehmigung der AFRY Schweiz AG weitergegeben oder veröffentlicht werden.

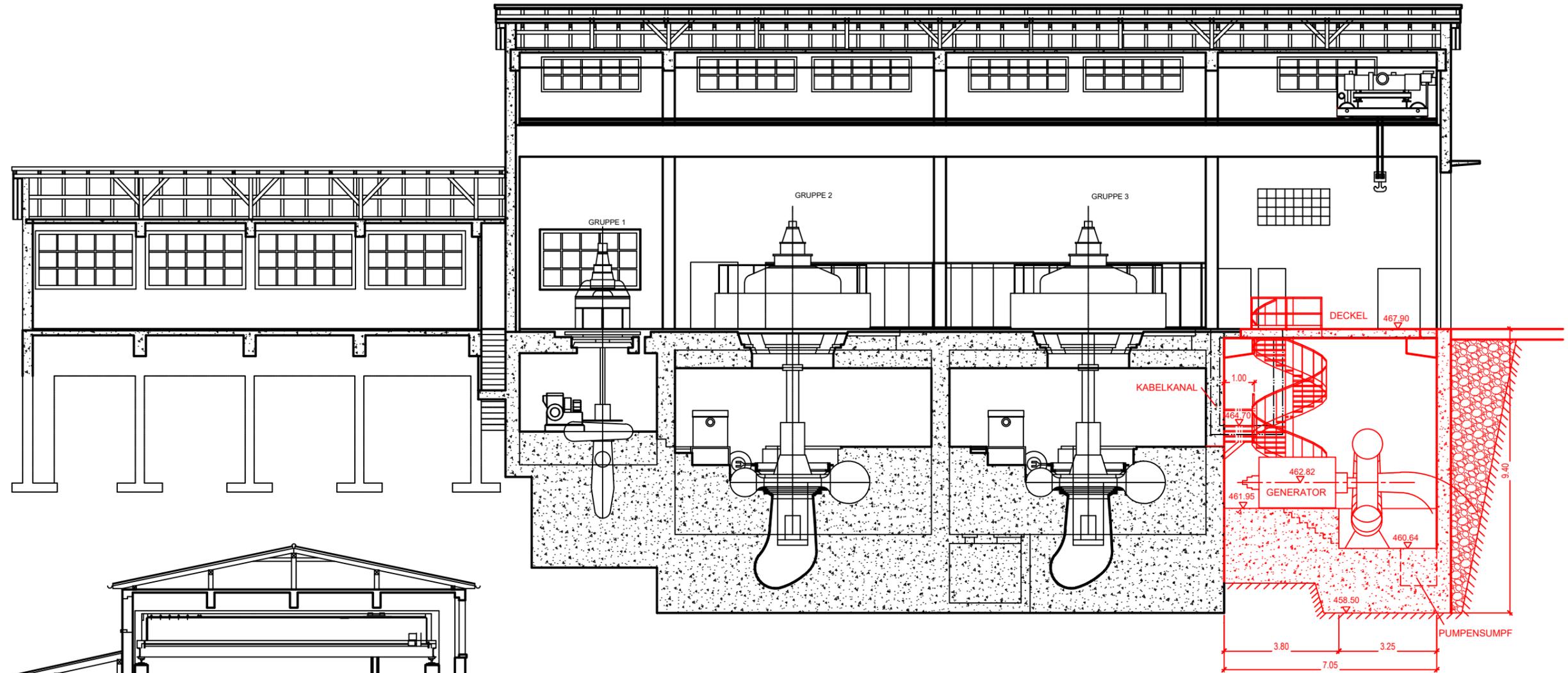
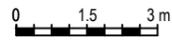
GRUNDRISS UG



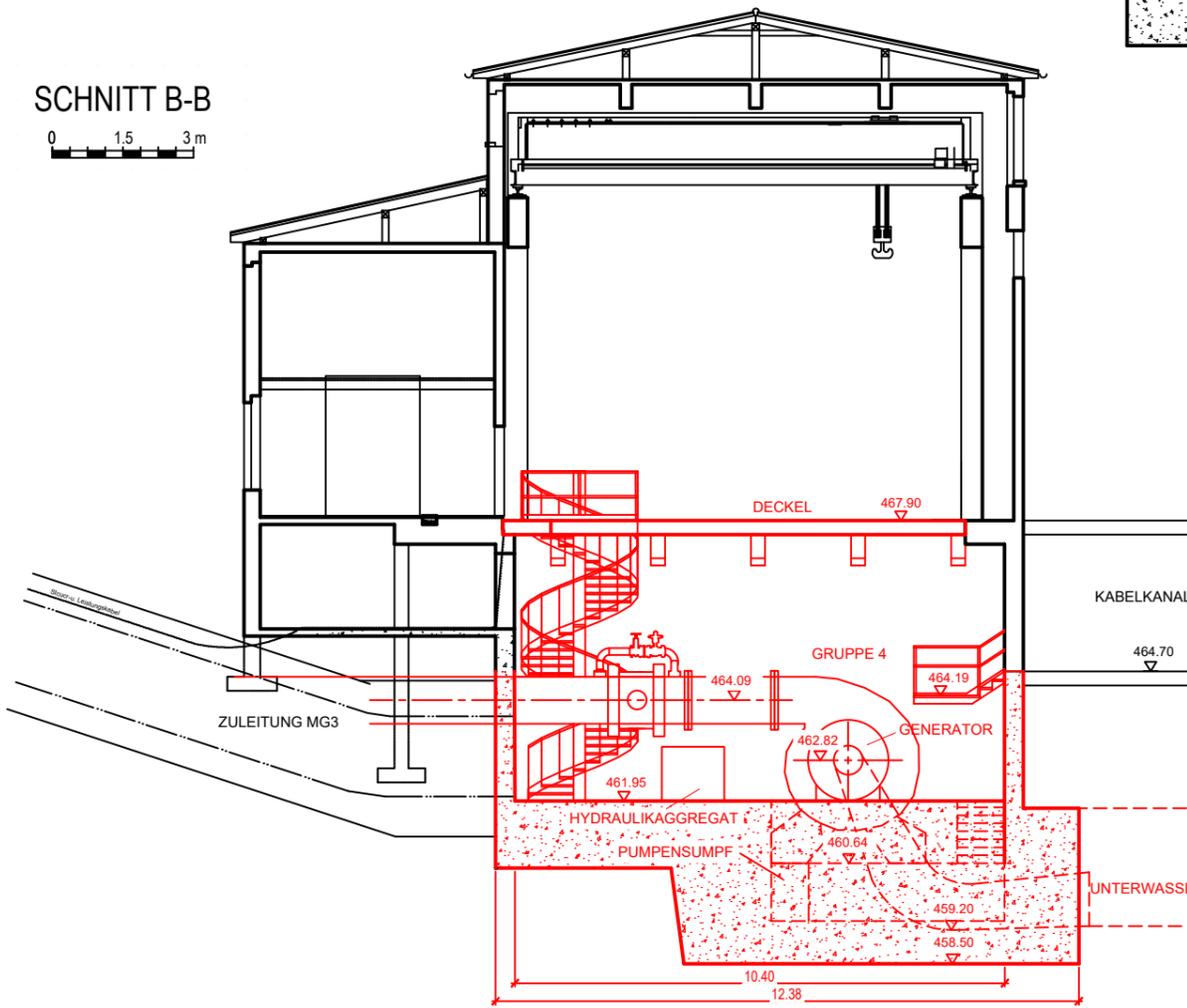
© AFRY Schweiz AG 2020
 Alle Rechte vorbehalten. Dieses Dokument, einschließlich aller darin enthaltenen Zeichnungen, ist Eigentum von AFRY Schweiz AG. Die Weitergabe, Kopie, Verbreitung oder Nutzung dieses Dokuments ist ohne schriftliche Genehmigung von AFRY Schweiz AG. Die AFRY Schweiz AG übernimmt keine Haftung für die Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität der hierin enthaltenen Informationen. Die AFRY Schweiz AG ist nicht für die Folgen aus dem Gebrauch dieses Dokuments haftbar.

STATUS							
<input checked="" type="checkbox"/>	STUDIE						
<input type="checkbox"/>	VORPROJEKT						
<input type="checkbox"/>	BAUPROJEKT						
<input type="checkbox"/>	AUSSCHREIBUNG						
<input type="checkbox"/>	AUSFÜHRUNGSPROJEKT						
<input type="checkbox"/>	WIE GEBAUT						
INDEX	ÄNDERUNGEN	GEZ	GEPR	GENEH	DATUM		
Riedstrasse 17 6431 Schwyz		Tel. 041 819 47 47 info@ebs.swiss					
KRAFTWERKNEU-WERNISBERG							
VORSTUDIE MACHBARKEIT - MG4							
VARIANTE 3B							
MASCHINENHAUS, GRUNDRISS UG							
AFRY Schweiz AG Herostrasse 12 CH-8048 Zürich /Schweiz		GEZEICHNET:	NOM / 27.09.2022	DATUM:			
		GEPRÜFT:	SCLU / 14.11.2022	MASSSTAB:	1:75 [1:150]		
		GENEHMIGT:	SCLU / 14.11.2022	FORMAT:	A1 (A3)		
		PLANNUMMER	2578.71.020		INDEX	0	

SCHNITT A-A

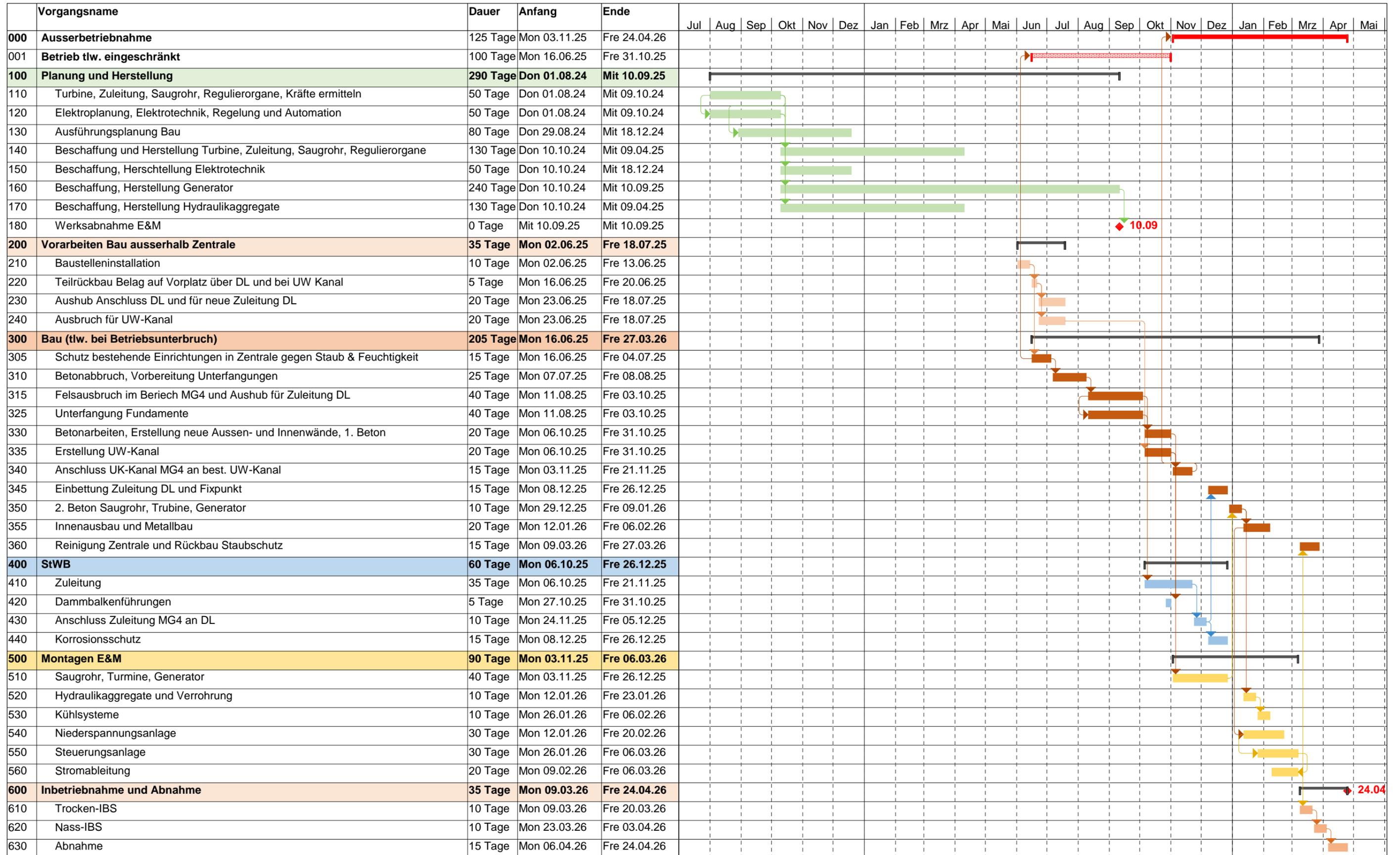


SCHNITT B-B



STATUS									
<input checked="" type="checkbox"/>	STUDIE								
<input type="checkbox"/>	VORPROJEKT								
<input type="checkbox"/>	BAUPROJEKT								
<input type="checkbox"/>	AUSSCHREIBUNG								
<input type="checkbox"/>	AUSFÜHRUNGSPROJEKT								
<input type="checkbox"/>	WIE GEBAUT								
INDEX	ÄNDERUNGEN							GEZ	GEPR
		Riedstrasse 17 6431 Schwyz		Tel. 041 819 47 47 info@ebs.swiss					
KRAFTWERKNEU-WERNISBERG									
VORSTUDIE MACHBARKEIT - MG4									
VARIANTE 3B									
MASCHINENHAUS, SCHNITTE									
AFRY Schweiz AG Herostrasse 12 CH-8048 Zürich /Schweiz		GEZEICHNET:	NOM / 27.09.2022	DATUM:		GEPRÜFT:	SICLU / 14.11.2022	MASSSTAB:	1:75 [1:150]
		GENEHMIGT:	SICLU / 14.11.2022	FORMAT:	A1 (A3)	PLANNUMMER		2578.71.021	INDEX
								0	

© AFRY Schweiz AG 2020
 Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, Vervielfältigung und Verbreitung, auch auszugsweise, ist ohne schriftliche Genehmigung der AFRY Schweiz AG.
 Die in diesem Dokument enthaltenen Informationen sind vertraulich und dürfen nicht an Dritte weitergegeben werden.



Zusammenfassung Variante 1		Kosten AFRY / MP [CHF]	Kosten ebs / Dritte [CHF]	Kosten total [CHF]
100	Allgemeine Kosten Bauherr	0	292'000	292'000
200	Ingenieurleistungen	500'500		500'500
300	Bauliche Anlagen (BA)	1'284'450		1'284'450
500	Stahlwasserbau (STWB)	466'000	-	466'000
600	Elektromechanische und Elektrotechnische Anlagen (EM)	2'231'700	-	2'231'700
Totale Teil-Anlagekosten		4'482'650	292'000	4'774'650

Positionen	Einheit	Menge	EP [CHF/x]	Kosten AFRY / MP [CHF]	Kosten ebs / Dritte [CHF]	Kosten total [CHF]
100 Allgemeine Kosten Bauherr				0	292'000	292'000
110 Bewilligungen / Gebühren / Rechte				0	17'000	17'000
111 Bund- und Kanton Behandlungsgebühren				0		0
112 ESTI - Gebühren				0		0
113 Land- und Rechtserwerb				0		
113.10 Erwerb				0		
113.20 Mutations- und Notarkosten				0		
113.30 Vorübergehende Beanspruchung				0		
113.40 Entschädigung Holz				0		
114 Kostenvereinbarungen Gemeinde / Bauherr				0	1'000	1'000
114.10 Wasser- und Abwasserversorgung				0	1'000	1'000
114.11 Wasserversorgung, Kostenanteil Bauherr				0	500	500
114.12 Abwasserversorgung, Kostenanteil Bauherr				0	500	500
115 Allgemeine Gebühren Gemeinde				0	16'000	16'000
119 Unvorhergesehenes				0	0	0
120 Finanzierung				0	90'000	90'000
121 Bauzins				0	90'000	90'000
Bauzeit: 1.5 [Jahre]						
Fremdmittel: 3'982'150 [CHF]		reine Baukosten:	1'284'450			
Zinssatz: 3.0 [%]						
122 Teuerung				0	0	0
129 Unvorhergesehenes				0	0	0
130 Versicherungen				0	16'000	16'000
131 Bauwesenversicherung				0	15'000	15'000
Prämiensatz: 0.8 [%]		Bau- & StWB-Kosten:	1'750'450			
132 Weitere Versicherungen				0	0	0
133 Versicherungsmanagement				0	1'000	1'000
Anteil von 131					6.5 [%]	
139 Unvorhergesehenes				0	0	0
140 Reserve				0	-	0
150 Eigenleistungen Bauherr				0	169'000	169'000
151 Projektmanagement Bauherr				0	95'000	95'000
151.10 Projektleitung und Administration				0	65'000	65'000
151.11 Direktion				0	10'000	10'000
151.12 Projektleitung (PL)				0	55'000	55'000
151.13 Stellvertretung (Stv.)			(in Pos. 151.12 enthalt.)	0	0	0
151.14 Unterstützung Projektleitung			(in Pos. 151.12 enthalt.)	0	0	0
151.15 Sekretariat			(in Pos. 151.12 enthalt.)	0	0	0
151.20 Fachexperten für Projektierungsarbeiten (Dritte)				0	20'000	20'000
151.21 Experte Bau				0	20'000	20'000
151.22 Experte Maschinenbau				0	0	0
151.23 Experte Elektrotechnik				0	0	0
151.24 Weitere				0	0	0
151.90 Nebenkosten				0	10'000	10'000
151.91 Pauschal auf Pos. 151			(in Pos. 151.91 enthalt.)	0	10'000	10'000
151.92 Kost und Logis				0	0	0
152 Rechnungs- und Rechtswesen				0	11'000	11'000
152.10 Rechnungswesen / Projektcontrolling				0	5'000	5'000
152.11 Leiter Rechnungswesen / Projektcontrolling				0	0	0
152.12 Software für Rechnungswesen				0	5'000	5'000
152.20 Claim-Management				0	5'000	5'000
153.21 Beratung Vertrags-, Rechts- und Rechnungswesen				0	5'000	5'000
152.90 Nebenkosten				0	1'000	1'000
152.91 Pauschal auf Pos. 153			(in Pos. 152.91 enthalt.)	0	1'000	1'000
152.92 Kost und Logis				0	0	0
153 Aufwendungen für zukünftiges Betriebspersonal				0	63'000	63'000

Positionen	Einheit	Menge	EP [CHF/x]	Kosten AFRY / MP [CHF]	Kosten ebs / Dritte [CHF]	Kosten total [CHF]
153.10 Fachbegleitung Bau ganze Bauzeit reine EM&ET Kosten:		2'231'700		0	45'000	45'000
153.20 Fachbegleitung EM + ET				0	15'000	15'000
153.30 Montagebeihilfe durch Bauherrn (in Pos. 153.10 enthalt.)				0	0	0
153.90 Nebenkosten				0	0	0
153.91 Pauschal auf Pos. 154.10 - 154.30	[%]	5.0		0	3'000	3'000
153.92 Kost und Logie (in Pos. 153.91 enthalt.)				0	0	0
159 Unvorhergesehenes				0	0	0
160 Energieproduktionsausfall, Verbrauchs- und Entsorgungsgebühren				0		
161 Energieproduktionsausfall, ganze Bauzeit				0		
162 Stromverbrauch, ganze Bauzeit				0		
163 Abwasserversorgungsgebühren, ganze Bauzeit				0	0	0
169 Unvorhergesehenes				0	0	0
170 Öffentlichkeitsarbeiten				0	0	0
171 Baustelleninformation				0		0
172 Allgemeine PR Aktivitäten, ganze Bauzeit				0	0	0
172.10 PR - Aktivitäten				0		0
172.20 Dokumentation / Drucksachen				0		0
173 Baustellenführungen				0		0
174 Anlässe / Festivitäten des Bauherrn				0	0	0
174.10 Spatenstich				0		0
174.20 Aufrichtung				0		0
174.30 Tag der offenen Tür				0		0
174.40 Einweihung				0		0
174.50 Transportbus des Bauherrn				0	0	0
179 Unvorhergesehenes				0	0	0
190 Verschiedenes				0	0	0
191 Kennzeichnung und Dokumentation				0	0	0
191.10 KSA-Einführung				0		0
191.20 Dokumentation				0	0	0
199 Unvorhergesehenes				0	0	0

Positionen	Einheit	Menge	EP [CHF/x]	Kosten AFRY / MP [CHF]	Kosten ebs / Dritte [CHF]	Kosten total [CHF]
200 Ingenieurleistungen				500'500	0	500'500
210 Honorarkosten Gesamtplaner				468'200	-	468'200
211 Gesamtplaner				429'000	-	429'000
211.10 Realisierung Bau				177'800	-	177'800
211.11 Bauprojekt	[h]	300.0	140	42'000		42'000
211.12 Bewilligungsverfahren	[h]					
211.13 Ausschreibung, Offertvergleich, Vergabeantrag	[h]	320.0	140	44'800		44'800
211.14 Ausführungsprojekt	[h]					
211.15 Oberbauleitung	[h]	510.0	140	71'400		71'400
211.16 Örtliche Bauleitung	[h]					
211.17 Inbetriebnahme, Abschluss	[h]	140.0	140	19'600		19'600
211.20 Stahlwasserbau				50'400	-	50'400
211.21 Bauprojekt	[h]	90.0	140	12'600		12'600
211.22 Bewilligungsverfahren	[h]					
211.23 Ausschreibung, Offertvergleich, Vergabeantrag	[h]	90.0	140	12'600		12'600
211.24 Ausführungsprojekt	[h]					
211.25 Ausführung, Montageleitung	[h]	140.0	140	19'600		19'600
211.26 Inbetriebnahme, Abschluss	[h]	40.0	140	5'600		5'600
211.30 Elektromechanik				43'400	-	43'400
211.31 Bauprojekt	[h]	70.0	140	9'800		9'800
211.32 Bewilligungsverfahren	[h]					
211.33 Ausschreibung, Offertvergleich, Vergabeantrag	[h]	80.0	140	11'200		11'200
211.34 Ausführungsprojekt	[h]					
211.35 Ausführung, Montageleitung	[h]	120.0	140	16'800		16'800
211.36 Inbetriebnahme, Abschluss	[h]	40.0	140	5'600		5'600
211.37 Modelltest	pl	0.0	100'000	0		0
211.40 Elektrotechnik				43'400	-	43'400
211.41 Bauprojekt	[h]	70.0	140	9'800		9'800
211.42 Bewilligungsverfahren	[h]					
211.43 Ausschreibung, Offertvergleich, Vergabeantrag	[h]	80.0	140	11'200		11'200
211.44 Ausführungsprojekt	[h]					
211.45 Ausführung, Montageleitung	[h]	120.0	140	16'800		16'800
211.46 Inbetriebnahme, Abschluss	[h]	40.0	140	5'600		5'600
211.50 Gesamtleitung, Fachkoord., Projektadmin. Gesamtplaner				21'000	-	21'000
211.51 Bauprojekt	[h]	30.0	140	4'200		4'200
211.52 Bewilligungsverfahren	[h]					
211.53 Ausschreibung, Offertvergleich, Vergabeantrag	[h]	40.0	140	5'600		5'600
211.54 Ausführungsprojekt	[h]	60.0	140	8'400		8'400
211.55 Inbetriebnahme, Abschluss	[h]	20.0	140	2'800		2'800
211.60 Nebenkosten (NK)				16'800	-	16'800
211.61 Allgemeine Nebenkosten gem. Ing. Vertrag	[%]	5.0		16'800		16'800
211.62 Pauschal	pl	0.0		0		0
211.70 Kost und Logis für Bauleitung (nach Aufwand)				75'320	-	75'320
211.71 Oberbauleitung	[d]	54	140	7'560		7'560
211.72 Örtliche Bauleitung, IBS	[d]	360	140	50'400		50'400
211.73 Materialbewirtschaftung	[d]	9	140	1'260		1'260
211.74 Stahlwasserbau, Montageleitung	[d]	36	140	5'040		5'040
211.75 Elektromechanik, Montageleitung	[d]	36	140	5'040		5'040
211.76 Gesamt IBS	[d]	8	140	1'120		1'120
211.77 Elektrotechnik, Montageleitung	[d]	8	140	1'120		1'120
211.78 Gesamtleitung	[d]	27	140	3'780		3'780
211.80 Diverses für Baustelle				1'200	-	1'200
211.81 EDV Einrichtungen, Drucker, Netz, server, PC, etc.	[%]	0.1		1'200		1'200
211.82 Baustellenfahrzeuge	pl	0.0		0		0
211.90 Zuschläge für Schicht-, Nacht-, und Wochenendbetrieb				0	-	0
211.91 Zusätzliche Stunden für Schichtarbeit	[h]	0.0		0		0
211.92 Nachtzuschläge	pl	1.0		0		0
211.93 Wochenendbetrieb	[h]	0.0		0		0
211.94 Weitere	[h]	0.0		0		0
212 Externe Mitplaner des Gesamtplaners				39'200	-	39'200
212.10 Architektur				12'600	-	12'600
212.11 Bauprojekt	[h]	20.0	140	2'800		2'800
212.12 Bewilligungsverfahren	[h]					
212.13 Ausschreibung, Offertvergleich, Vergabeantrag	[h]	20.0	140	2'800		2'800
212.14 Ausführungsprojekt	[h]					
212.15 Ausführung, Örtliche Bauleitung	[h]	40.0	140	5'600		5'600
212.16 Inbetriebnahme, Abschluss	[h]	10.0	140	1'400		1'400
212.20 HLK und Sanitäranlagen				11'200	-	11'200
212.21 Bauprojekt	[h]	20.0	140	2'800		2'800
212.22 Bewilligungsverfahren	[h]					
212.23 Ausschreibung, Offertvergleich, Vergabeantrag	[h]	20.0	140	2'800		2'800
212.24 Ausführungsprojekt	[h]					
212.25 Ausführung, Örtliche Bauleitung	[h]	30.0	140	4'200		4'200
212.26 Inbetriebnahme, Abschluss	[h]	10.0	140	1'400		1'400
212.30 Elektroanlagen				11'200	-	11'200
212.31 Bauprojekt	[h]	20.0	140	2'800		2'800

Positionen	Einheit	Menge	EP [CHF/x]	Kosten AFRY / MP [CHF]	Kosten ebs / Dritte [CHF]	Kosten total [CHF]
212.32 Bewilligungsverfahren	[h]	20.0	140	2'800		2'800
212.33 Ausschreibung, Offertvergleich, Vergabeantrag	[h]	20.0	140	2'800		2'800
212.34 Ausführungsprojekt	[h]	30.0	140	4'200		4'200
212.35 Ausführung, Örtliche Bauleitung	[h]					
212.36 Inbetriebnahme, Abschluss	[h]	10.0	140	1'400		1'400
212.40 Nebenkosten (NK)				1'800	-	1'800
212.41 Allgemeine Nebenkosten gem. Ing Vertrag	[%]	5.0		1'800		1'800
212.42 Pauschal	pl	0.0		0		0
212.50 Diverses für Baustelle				2'400	-	2'400
212.51 EDV Einrichtungen	[%]	0.2		2'400		2'400
213 Zusatzaufträge zu Ing. Vertrag Gesamtplaner				0	-	0
213.10 Materialbewirtschaftung				0	-	0
213.11 Bauprojekt	[h]		140	0		0
213.12 Ausschreibung, Offertvergleich, Vergabeantrag	[h]		140	0		0
213.13 Ausführungsprojekt	[h]		140	0		0
213.14 Örtliche Bauleitung und Administration MBW	[h]		140	0		0
213.15 Leitung der Laboruntersuchungen	[h]		140	0		0
213.16 Nebenkosten	[%]			0		0
213.20 Fachexperten für die Baubegleitung				0	-	0
213.21 Permanente Leitung der Gesamt-IBS, Annahme 10 d	[h]		180	0		0
213.22 Nebenkosten	[%]			0		0
213.23 Kost und Logis	[d]		150	0		0
213.30 Kennzeichnungssystem				0	-	0
213.31 Erstellung Konzept und Vergabe der Leitnummern an die Lieferanten	[h]		140	0		0
213.32 Sicherstellung, Erstellung der KS - Gesamtübersicht	[h]		140	0		0
213.33 Nebenkosten	[%]			0		0
220 Geologische und geotechnische Begleitung				0		
221 Überwachung der Quellen				0		
222 Geolog-/hydrogeologische u. geotechnische Begleitarbeiten				0		
222.10 Begleitung der Aushubarbeiten, inkl. Aufnahmen und Inventarisierung der Geologie und Hydrogeologie				0		
222.20 Laboruntersuchungen				0		
223 Zusätzliche Nebenkosten nach Vereinbarung				0		
229 Diverses für Baustelle				0		
229.10 EDV Einrichtungen				0		
230 Umweltbegleitung und Planung der ökologischen Ausgleichsmassnahmen				0		
231 Planung der ökologischen Ausgleichsmassnahmen				0		
232 Umweltbegleitung der Bauarbeiten				0		
238 Diverses				0		
238.10 Kost und Logis (Experten auf Baustelle)				0		
238.20 Fahrzeuge				0		
238.30 Zuschläge für Schicht-, Nacht- und Wochenendbetrieb				0		
239 Zusätzliche Nebenkosten nach Vereinbarung				0		
240 Sicherheitskonzept				0		
241 Sicherheitsingenieur des Bauherrn				0		
242 Sicherheitskonzept Betrieb				0		
249 Zusätzliche Nebenkosten nach Vereinbarung				0		
250 Bauherrenvermessung				0		
251 Bauherrenvermessung				0		
252 Zusätzliche Nebenkosten nach Vereinbarung				0		
259 Diverses				0		
260 Zusätzliche Planungskosten Dritter: Vorbereitungsarbeiten				20'000	-	20'000
261 Bestandesaufnahmen / Beweissicherung an besteh. Bauwerken				7'400	-	7'400
261.10 Durchführung vor und nach Bau				7'000	-	7'000
261.11 Bestandesaufnahme	[h]	50.0	140	7'000		7'000
261.20 Erschütterungsmessungen während Bauarbeiten				0	-	0
261.21 Bestandesaufnahme	[h]	0.0	140	0		0

Positionen	Einheit	Menge	EP [CHF/x]	Kosten AFRY / MP [CHF]	Kosten ebs / Dritte [CHF]	Kosten total [CHF]
261.30 Globale Überwachung der Erschütterungen				0	-	0
261.31 Überwachung	[h]	0.0	140	0	-	0
261.40 Allgemeine Nebenkosten				400	-	400
261.41 Pauschal	[%]	5.0		400	-	400
262 Vorbereitungsarbeiten der Baustelleninstallationsplätzen				7'400	-	7'400
262.10 Rodungsarbeiten: ganze Baustelle				0	-	0
262.11 Planungskosten	[h]	0.0	140	0	-	0
262.20 Geologische Hangsicherungsmassnahmen: ganze Baustelle				3'500	-	3'500
262.21 Planungskosten	[h]	25.0	140	3'500	-	3'500
262.30 Abtrag, Unterhalt und Wiederanlegung Kulturerde				3'500	-	3'500
262.31 Planungskosten	[h]	25.0	140	3'500	-	3'500
262.40 Erhaltung historischer Bauwerke				0	-	0
262.41 Planungskosten	[h]	0.0	140	0	-	0
262.50 Verlegung Wanderwege				0	-	0
262.51 Planungskosten	[h]	0.0	140	0	-	0
262.60 Allgemeine Nebenkosten				400	-	400
262.61 Pauschal	[%]	5.0		400	-	400
263 Vorbereitungsarb. Grundversorgung der Bauinstallationsplätze				5'200	-	5'200
263.10 Stromversorgung ganze Baustelle: Aller Bauinstallationsplätze				2'100	-	2'100
263.11 Planungskosten	[h]	15.0	140	2'100	-	2'100
263.20 Planungskosten Erstellung Gesamtversorgung				2'800	-	2'800
263.21 Planungskosten	[h]	20.0	140	2'800	-	2'800
263.30 Allgemeine Nebenkosten				300	-	300
263.31 Pauschal	[%]	5.0		300	-	300
264 Lawinenschutz der Bauinstallationsplätze				0	-	0
265 Zusätzliche Nebenkosten nach Vereinbarung				0	-	0
269 Unvorgesehenes				0	-	0
270 Fertigstellungsarbeiten				12'300	-	12'300
271 Landschaftsgestaltung Ablagerungsflächen				11'100	-	11'100
271.10 Planungskosten Landschaftsarchitektur Ablagerungsflächen				7'000	-	7'000
271.11 Planungskosten	[h]	50.0	140	7'000	-	7'000
271.20 Planungskosten Maschinenhaus				3'500	-	3'500
271.21 Planungskosten	[h]	25.0	140	3'500	-	3'500
271.40 Allgemeine Nebenkosten				600	-	600
271.41 Pauschal	[%]	5.0		600	-	600
279 Unvorhergesehenes				1'200	-	1'200
279.10 Unvorhergesehenes (Pos. 271)	[%]	10.0		1'200	-	1'200

Positionen	Einheit	Menge	EP [CHF/x]	Kosten AFRY / MP [CHF]	Kosten ebs / Dritte [CHF]	Kosten total [CHF]
300 Bauliche Anlagen (BA)				1'284'450	0	1'284'450
310 Baustelleneinrichtungen				141'000	-	141'000
311 Baustelleneinrichtungen				141'000	-	141'000
311.10 Baustelleneinrichtung, Hilfseinrichtungen (auf Pos. 320 - 350)	[%]	7.0	1'007'650	71'000	-	71'000
311.11 Installationsplätze einrichten und Wiederherstellen	[gl]	1.0	5'000	5'000	-	5'000
311.12 Baustromversorgung	[gl]	1.0	5'000	5'000	-	5'000
311.13 Bauwasserversorgung (inkl. Abwasserbehandlung)	[gl]	1.0	10'000	10'000	-	10'000
311.14 Wasserhaltung	[gl]	1.0	20'000	20'000	-	20'000
311.15 Schutz bestehende Installationen vor Staub und Feuchtigkeit	[gl]	1.0	30'000	30'000	-	30'000
320 Rückbau in Zentrale, Felsausbruch, Aushub, Felssicherung, Fundamente, Anker, Drainageleitung				294'450	-	294'450
321 Betonabbruch und Aushub/Ausbruch in Zentrale				137'600	-	137'600
321.10 Rückbau und Aushub				137'600	-	137'600
321.11 Beton schneiden	[m]	60.0	300	18'000	-	18'000
321.12 Betonabbruch (Beton bewehrt)	[m3]	48.0	450	21'600	-	21'600
321.13 Felsausbruch schonend (Annahme: 100% Fels bei MG4 und UW-Kanal)	[m3]	125.0	350	43'800	-	43'800
321.14 Aushub im Lockermaterial (Annahme: für Anschluss DL)	[m3]	200.0	60	12'000	-	12'000
321.15 Auflad und Transport Betonabbruch innerhalb Baustelle	[m3]	559.5	5	2'800	-	2'800
321.16 Auflad und Transport zu Deponie UN	[m3]	559.5	25	14'000	-	14'000
321.17 Gebühren	[m3]	48.0	50	2'400	-	2'400
321.18 Kleinpositionen			20%	23'000	-	23'000
322 Unterfangungen und Aushubsicherung				156'850	-	156'850
322.20 Unterfangungen und Ausbruchsicherung				137'600	-	137'600
322.21 Anker	[Stk.]	50.0	1'500	75'000	-	75'000
322.22 Bewehrungsmatten	[m2]	110.0	60	6'600	-	6'600
322.23 Spritzbeton	[m3]	11.0	2'000	22'000	-	22'000
322.24 Ortbeton geschalt für Unterfangungen	[m3]	16.8	650	11'000	-	11'000
322.25 Kleinpositionen			20%	23'000	-	23'000
321.30 Drainage				19'250	-	19'250
321.31 Drainageleitung	[m]	40.0	200	8'000	-	8'000
321.32 Drainagefolie an Aussenfläche des Bauwerks	[m2]	75.0	150	11'250	-	11'250
330 Betonarbeiten und Innenausbau (UG) in Zentrale				214'800	-	214'800
322 Betonarbeiten in Zentrale (1. und 2. -Beton)				106'200	-	106'200
322.10 1. Betonarbeiten				80'200	-	80'200
322.11 Anschlusseisen	[Stk.]	160.0	60	9'600	-	9'600
322.12 Ortbeton	[m3]	108.5	650	70'600	-	70'600
322.20 2. Betonarbeiten				12'400	-	12'400
322.21 Bewehrungen / Anschlusseisen	[Stk.]	120.0	60	7'200	-	7'200
322.22 Beton bewehrt	[m3]	8.0	650	5'200	-	5'200
322.30 Betondeckel befahrbar auf Maschinensaalniveau				13'600	-	13'600
322.31 Stahlrahmen eingelegt und als verlorene Schalung für Deckelaufleger	[m]	11.0	600	6'600	-	6'600
322.32 Stahlrahmen mit Aufhängung als verlorene Schalung für Deckel (3-Teilig)	[Stk.]	1.0	4'000	4'000	-	4'000
322.33 Bewehrung und Kopfbolzendübel an Stahlrahmen für Deckel & Rahmen	[gl]	1.0	2'000	2'000	-	2'000
322.34 Beton	[m3]	2.5	400	1'000	-	1'000
323 Innenausbau				108'600	-	108'600
323.10 Innenausbau				108'600	-	108'600
323.11 Wände, Decke, Boden (inkl. Belag, Isolation und Verputz)	[m2]	276.0	350	96'600	-	96'600
323.12 Beleuchtung und Elektroinstallatinen Beriech MG4	gl	1.0	12'000	12'000	-	12'000
340 Treppen und Geländer				90'800	0	90'800
341 Metallbau				90'800	0	90'800
341.10 Geländer, Treppe				90'800	0	90'800
341.11 Geländer bei Turbinengehäuse im UG	[m]	0.0	1'000	0	-	0
341.12 Abnehmbare Absperrungen bei Bodenöffnungen Maschinensaal	[m]	11.0	600	6'600	-	6'600
341.13 Treppe Maschinensaal ins UG	[m]	7.0	3'000	21'000	-	21'000
341.14 Türen (Brandschutz, selbstschliessend)	[Stk]	2.0	9'000	18'000	-	18'000
341.15 Versatz/Erweiterung Tor zu Maschinensaal um 1.5 m	gl	1.0	30'000	30'000	-	30'000
341.16 Kleinpositionen			20%	15'200	-	15'200
350 Erstellung UW-Kanal und Einbettung Zuleitung DL zu MG4				407'600	-	407'600
351 Einbettung Zuleitung DL zu MG4				38'000	-	38'000
351.10 Erstellung Graben für DL zu MG4				14'500	-	14'500
351.11 Rückbau Belag	[m3]	12.0	120	1'500	-	1'500
351.12 Aushub Lockermaterial (maschinell)	[m3]	125.0	50	6'300	-	6'300
351.13 Auflad und Transport zu Lager Baustelle	[m3]	205.5	25	5'200	-	5'200
351.14 Erstellung Sauberkeitsschicht	[m2]	25.0	60	1'500	-	1'500
351.20 Betonarbeiten				10'400	-	10'400
351.21 Beton geschalt und bewehrt Ennbettung	[m3]	9.4	650	6'200	-	6'200
351.22 Beton geschalt und bewehrt Fixpunkt	[m3]	6.4	650	4'200	-	4'200
351.30 Abdichtung Gebäudeeintritt				2'500	-	2'500

Positionen	Einheit	Menge	EP [CHF/x]	Kosten AFRY / MP [CHF]	Kosten ebs / Dritte [CHF]	Kosten total [CHF]
351.31 Abdichtung	[gl]	1.0	2'500	2'500		2'500
351.40 Wiedereinbau Lockermaterial und Belag				10'600	-	10'600
351.41 Einbau und Verdichten von Lockermaterial	[m3]	117	40	4'700		4'700
351.42 Fundationsschichten einbringen (ungebunden, Einbaudicke bis 300 mm)	[m3]	12.0	60	800		800
351.43 Fundationsschichten ungebunden ausgleichen (Einbaubr. über 3 m)	[m2]	40.0	40	1'600		1'600
351.44 Strassenoberbau aufbereiten (bis 0.2 m)	[m2]	40.0	30	1'200		1'200
351.45 Einbau Strassenoberbau (temp. Erweiterung Lager-, Umschlagplatz)	[m3]	12.0	40	500		500
351.46 Kleinpositionen			20%	1'800		1'800
352 Erstellung Unterwasserkanal				369'600	-	369'600
352.10 Aushub und Ausbruch inkl. temp. Sicherung				233'600	-	233'600
352.11 Rückbau Belag	[m3]	24.0	120	2'900		2'900
352.12 Felsausbruch schonend (Annahme 100%)	[m3]	357.0	350	125'000		125'000
352.13 Aushub im Lockermaterial (Annahme 0%)	[m3]	0.0	100	0		0
352.14 Beton schneiden	[m]	53.8	300	16'200		16'200
352.15 Betonabbruch	[m3]	3.8	450	1'800		1'800
352.16 Auflad und Transport zu Lager Baustelle	[m3]	571.5	10	5'800		5'800
352.17 Auflad und Transport inkl. Gebühren für Entsorgung	[m3]	535.5	80	42'900		42'900
352.18 Kleinpositionen			20%	39'000		39'000
352.20 Betonarbeiten				39'100	-	39'100
352.21 Erstellung Sauberkeitsschicht	[m2]	42.5	60	2'600		2'600
352.22 Anschlusseisen	[Stk.]	50.0	30	1'500		1'500
352.23 Beton geschalt und bewehrt	[m3]	53.7	650	35'000		35'000
352.30 Temporäre Bauwand in UW-Kanal (dicht)				30'000	-	30'000
352.31 Temporäre Bauwand in UW-Kanal (dicht)	[gl]	1.0	30'000	30'000		30'000
352.40 Wiedereinbau Lockermaterial und Belag				26'900	-	26'900
352.41 Einbau und Verdichten von Lockermaterial	[m3]	357.0	40	14'300		14'300
352.42 Fundationsschichten einbringen (ungebunden, Einbaudicke bis 300 mm)	[m3]	24.0	60	1'500		1'500
352.43 Fundationsschichten ungebunden ausgleichen (Einbaubr. über 3 m)	[m2]	80.0	40	3'200		3'200
352.44 Strassenoberbau aufbereiten (bis 0.2 m)	[m2]	80.0	30	2'400		2'400
352.45 Einbau Strassenoberbau (temp. Erweiterung Lager-, Umschlagplatz)	[m3]	24.0	40	1'000		1'000
352.46 Kleinpositionen			20%	4'500		4'500
352.50 Widerherstellung & Erweiterung der Geleise Dammbalkenkanal				40'000	-	40'000
352.51 Widerherstellung und Erweitern der Geleise Dammbalkenkanal	[gl]	1.0	35'000	35'000		35'000
352.52 eingiessen der Geleise	[gl]	1.0	5'000	5'000		5'000
360 Verschiedenes und Unvorhergesehenes				226'600	-	226'600
361 Werkleitungsumlegungen				25'000	-	25'000
361.10 Werkleitungsumlegungen				25'000	-	25'000
361.11 Werkleitungsumlegungen	gl	1.0	25'000			
362 Unvorhergesehenes				201'600	-	201'600
362.10 Bauliche Anlagen (Pos. 320 - 350)	[%]	20.0	1'007'650	201'530	-	201'530

Positionen	Einheit	Menge	EP [CHF/x]	Kosten AFRY / MP [CHF]	Kosten ebs / Dritte [CHF]	Kosten total [CHF]
500 Stahlwasserbau (STWB)				466'000	0	466'000
510 Baustelleneinrichtungen				23'000	0	23'000
511 Baustelleneinrichtungen (auf Pos. 520-540)	[%]	5.0	443'000	23'000	0	23'000
511.10 Baustelleneinrichtung, Hilfseinrichtungen				0	0	0
520 Druckleitung - Zuleitung zur MG4				376'000	0	376'000
521 Planung, Herstellung, Montage und Prüfung Zuleitung zu MG4				376'000	0	376'000
521.10 Planung und Herstellung Zuleitung zu MG4	[m]	15	15'333	230'000	0	230'000
521.20 Korrosionsschutz	[m]	15	1'800	27'000	0	27'000
521.30 Transport und Einheben	[Stk]	1	10'000	10'000	0	10'000
521.40 Trennschnitt	[Stk]	1	15'000	15'000	0	15'000
521.50 Ausbaustück / Expansion	[Stk]	1	25'000	25'000	0	25'000
521.60 Blindflansch DN1000 PN16	[Stk]	1	4'000	4'000	0	4'000
521.70 Montage, Füllprobe & Prüfungen	[Stk]	1	65'000	65'000	0	65'000
530 Dammbalken im UW				9'000	0	9'000
531 Dammbalken				9'000	0	9'000
531.10 Dammbalken	[Stk]	1.0	9'000	9'000	0	9'000
540 Verschiedenes und Unvorhergesehenes				58'000	0	58'000
541 Unvorhergesehenes				58'000	0	58'000
541.10 Stahlwasserbau (Pos. 520 - 530)	[%]	15.0	385'000	58'000	0	58'000

Positionen	Einheit	Menge	EP [CHF/x]	Kosten AFRY / MP [CHF]	Kosten ebs / Dritte [CHF]	Kosten total [CHF]
600 Elektromechanische und Elektrotechnische Anlagen (EM)				2'231'700	-	2'231'700
610 Neue MG 4 Francismaschine und Generator				2'012'900	-	2'012'900
611 Francismaschine und Generator				1'900'000	-	1'900'000
611.10 Design und Engineering	gl			0		0
611.20 1x horizontale Francisturbine	gl			0		0
611.30 1x Drosselklappe DN1000 PN16, Ausbaustück, Bypass	gl			0		0
611.40 1x Hydraulikaggregat	gl			0		0
611.50 1x Rohrleitungsmaterial Ölversorgung Turbine und Absperrorgan	gl			0		0
611.60 1x Generator, IC01	gl			0		0
611.70 Montageüberwachung (4 Wochen)	gl			0		0
611.80 IBN-Überwachung (3 Wochen)	gl			0		0
611.90 EXW Ravensburg / Unterlieferant	gl			0		0
612 Transport, Montage und Kühlung				106'500	-	106'500
612.10 Transport	gl	1.0	15'000	15'000		15'000
612.20 Verrohrung Generatorkühlung zum Saugrohr	gl	1.0	6'000	6'000		6'000
612.30 Zentralbelüftung Turbine	gl	1.0	4'000	4'000		4'000
612.40 Anschluss Luftkühlung an Lüftungsschacht	gl	1.0	3'500	3'500		3'500
612.50 Anschluss Hilfseinrichtung	gl	1.0	7'000	7'000		7'000
612.60 Anchl. an best. Gaslöschanlage, Brandschutz (Handlöscher, Sign.,et	gl	1.0	18'000	18'000		18'000
612.70 Erdung	gl	1.0	4'000	4'000		4'000
612.80 Krafthausentwässerung (zus. Bereich im UG)	gl	1.0	4'000	4'000		4'000
612.90 Montagepersonal	gl	1.0	40'000	40'000		40'000
612.95 Montageleitung und Koordination	gl	1.0	5'000	5'000		5'000
613 Hilfskräne				6'400	-	6'400
##### Monorail Kleinkran	gl	1.0	6'400	6'400		6'400
620 Stromableitung				112'800	-	112'800
621				112'800	-	112'800
621.10 Stromableitung bis bestehende Schiene	m	60.0	300	18'000		18'000
621.20 Schaltfeld inkl. Schutz und Steuergerät (6.3kV)	gl	1.0	25'000	25'000		25'000
621.30 Niederspannungsverteilung (400V)	m	20.0	50	1'000		1'000
621.40 Kabelpitschen	m	110.0	80	8'800		8'800
621.50 Montage und Verkabelung	gl	1.0	35'000	35'000		35'000
621.60 IBN	gl	1.0	10'000	10'000		10'000
621.70 Montageleitung und Koordination	gl	1.0	7'000	7'000		7'000
621.80 nicht explizit aufgeführte Teile	%	10.0	77'430	8'000		8'000
630 Verschiedenes und Unvorhergesehenes				106'000	-	106'000
631 Unvorhergesehenes				106'000	-	106'000
631.10 EM & ET (Pos. 610)	[%]	5.0	2'125'700	106'000		106'000

Zusammenfassung Variante 3a		Kosten AFRY / MP [CHF]	Kosten ebs / Dritte [CHF]	Kosten total [CHF]
100	Allgemeine Kosten Bauherr	0	313'000	313'000
200	Ingenieurleistungen	539'800		539'800
300	Bauliche Anlagen (BA)	1'499'550		1'499'550
500	Stahlwasserbau (STWB)	569'667	-	569'667
600	Elektromechanische und Elektrotechnische Anlagen (EM)	2'231'700	-	2'231'700
Totale Teil-Anlagekosten		4'840'717	313'000	5'153'717

Positionen	Einheit	Menge	EP [CHF/x]	Kosten AFRY / MP [CHF]	Kosten ebs / Dritte [CHF]	Kosten total [CHF]
100 Allgemeine Kosten Bauherr				0	313'000	313'000
110 Bewilligungen / Gebühren / Rechte				0	17'000	17'000
111 Bund- und Kanton Behandlungsgebühren				0		0
112 ESTI - Gebühren				0		0
113 Land- und Rechtserwerb				0		
113.10 Erwerb				0		
113.20 Mutations- und Notarkosten				0		
113.30 Vorübergehende Beanspruchung				0		
113.40 Entschädigung Holz				0		
114 Kostenvereinbarungen Gemeinde / Bauherr				0	1'000	1'000
114.10 Wasser- und Abwasserversorgung				0	1'000	1'000
114.11 Wasserversorgung, Kostenanteil Bauherr				0	500	500
114.12 Abwasserversorgung, Kostenanteil Bauherr				0	500	500
115 Allgemeine Gebühren Gemeinde				0	16'000	16'000
119 Unvorhergesehenes				0	0	0
120 Finanzierung				0	100'000	100'000
121 Bauzins				0	100'000	100'000
Bauzeit: 1.5 [Jahre]						
Fremdmittel: 4'300'917 [CHF]			reine Baukosten: 1'499'550			
Zinssatz: 3.0 [%]						
122 Teuerung				0	0	0
129 Unvorhergesehenes				0	0	0
130 Versicherungen				0	22'000	22'000
131 Bauwesenversicherung				0	20'000	20'000
Prämiensatz: 0.8 [%]			Bau- & StWB-Kosten: 2'069'217			
132 Weitere Versicherungen				0	0	0
133 Versicherungsmanagement				0	2'000	2'000
Anteil von 131 6.5 [%]						
139 Unvorhergesehenes				0	0	0
140 Reserve				0	-	0
150 Eigenleistungen Bauherr				0	174'000	174'000
151 Projektmanagement Bauherr				0	100'000	100'000
151.10 Projektleitung und Administration				0	70'000	70'000
151.11 Direktion				0	10'000	10'000
151.12 Projektleitung (PL)				0	60'000	60'000
151.13 Stellvertretung (Stv.)			(in Pos. 151.12 enthalt.)	0	0	0
151.14 Unterstützung Projektleitung			(in Pos. 151.12 enthalt.)	0	0	0
151.15 Sekretariat			(in Pos. 151.12 enthalt.)	0	0	0
151.20 Fachexperten für Projektierungsarbeiten (Dritte)				0	20'000	20'000
151.21 Experte Bau				0	20'000	20'000
151.22 Experte Maschinenbau				0	0	0
151.23 Experte Elektrotechnik				0	0	0
151.24 Weitere				0	0	0
151.90 Nebenkosten				0	10'000	10'000
151.91 Pauschal auf Pos. 151			(in Pos. 151.91 enthalt.)	0	10'000	10'000
151.92 Kost und Logis				0	0	0
152 Rechnungs- und Rechtswesen				0	11'000	11'000
152.10 Rechnungswesen / Projektcontrolling				0	5'000	5'000
152.11 Leiter Rechnungswesen / Projektcontrolling				0	0	0
152.12 Software für Rechnungswesen				0	5'000	5'000
152.20 Claim-Management				0	5'000	5'000
153.21 Beratung Vertrags-, Rechts- und Rechnungswesen				0	5'000	5'000
152.90 Nebenkosten				0	1'000	1'000
152.91 Pauschal auf Pos. 153			(in Pos. 152.91 enthalt.)	0	1'000	1'000
152.92 Kost und Logis				0	0	0
153 Aufwendungen für zukünftiges Betriebspersonal				0	63'000	63'000

Positionen	Einheit	Menge	EP [CHF/x]	Kosten AFRY / MP [CHF]	Kosten ebs / Dritte [CHF]	Kosten total [CHF]
153.10 Fachbegleitung Bau ganze Bauzeit reine EM&ET Kosten: 2'231'700				0	45'000	45'000
153.20 Fachbegleitung EM + ET				0	15'000	15'000
153.30 Montagebeihilfe durch Bauherrn (in Pos. 153.10 enthalt.)				0	0	0
153.90 Nebenkosten				0	0	0
153.91 Pauschal auf Pos. 154.10 - 154.30 [%] 5.0				0	3'000	3'000
153.92 Kost und Logie (in Pos. 153.91 enthalt.)				0	0	0
159 Unvorhergesehenes				0	0	0
160 Energieproduktionsausfall, Verbrauchs- und Entsorgungsgebühren				0		
161 Energieproduktionsausfall, ganze Bauzeit				0		
162 Stromverbrauch, ganze Bauzeit				0		
163 Abwasserversorgungsgebühren, ganze Bauzeit				0	0	0
169 Unvorhergesehenes				0	0	0
170 Öffentlichkeitsarbeiten				0	0	0
171 Baustelleninformation				0		0
172 Allgemeine PR Aktivitäten, ganze Bauzeit				0	0	0
172.10 PR - Aktivitäten				0		0
172.20 Dokumentation / Drucksachen				0		0
173 Baustellenführungen				0		0
174 Anlässe / Festivitäten des Bauherrn				0	0	0
174.10 Spatenstich				0		0
174.20 Aufrichtung				0		0
174.30 Tag der offenen Tür				0		0
174.40 Einweihung				0		0
174.50 Transportbus des Bauherrn				0	0	0
179 Unvorhergesehenes				0	0	0
190 Verschiedenes				0	0	0
191 Kennzeichnung und Dokumentation				0	0	0
191.10 KSA-Einführung				0		0
191.20 Dokumentation				0	0	0
199 Unvorhergesehenes				0	0	0

Positionen	Einheit	Menge	EP [CHF/x]	Kosten AFRY / MP [CHF]	Kosten ebs / Dritte [CHF]	Kosten total [CHF]
200 Ingenieurleistungen				539'800	0	539'800
210 Honorarkosten Gesamtplaner				507'500	-	507'500
211 Gesamtplaner				465'000	-	465'000
211.10 Realisierung Bau				205'800	-	205'800
211.11 Bauprojekt	[h]	350.0	140	49'000		49'000
211.12 Bewilligungsverfahren	[h]					
211.13 Ausschreibung, Offertvergleich, Vergabeantrag	[h]	370.0	140	51'800		51'800
211.14 Ausführungsprojekt	[h]					
211.15 Oberbauleitung	[h]	590.0	140	82'600		82'600
211.16 Örtliche Bauleitung	[h]					
211.17 Inbetriebnahme, Abschluss	[h]	160.0	140	22'400		22'400
211.20 Stahlwasserbau				54'600	-	54'600
211.21 Bauprojekt	[h]	90.0	140	12'600		12'600
211.22 Bewilligungsverfahren	[h]					
211.23 Ausschreibung, Offertvergleich, Vergabeantrag	[h]	100.0	140	14'000		14'000
211.24 Ausführungsprojekt	[h]					
211.25 Ausführung, Montageleitung	[h]	150.0	140	21'000		21'000
211.26 Inbetriebnahme, Abschluss	[h]	50.0	140	7'000		7'000
211.30 Elektromechanik				43'400	-	43'400
211.31 Bauprojekt	[h]	70.0	140	9'800		9'800
211.32 Bewilligungsverfahren	[h]					
211.33 Ausschreibung, Offertvergleich, Vergabeantrag	[h]	80.0	140	11'200		11'200
211.34 Ausführungsprojekt	[h]					
211.35 Ausführung, Montageleitung	[h]	120.0	140	16'800		16'800
211.36 Inbetriebnahme, Abschluss	[h]	40.0	140	5'600		5'600
211.37 Modelltest	pl	0.0	100'000	0		0
211.40 Elektrotechnik				43'400	-	43'400
211.41 Bauprojekt	[h]	70.0	140	9'800		9'800
211.42 Bewilligungsverfahren	[h]					
211.43 Ausschreibung, Offertvergleich, Vergabeantrag	[h]	80.0	140	11'200		11'200
211.44 Ausführungsprojekt	[h]					
211.45 Ausführung, Montageleitung	[h]	120.0	140	16'800		16'800
211.46 Inbetriebnahme, Abschluss	[h]	40.0	140	5'600		5'600
211.50 Gesamtleitung, Fachkoord., Projektadmin. Gesamtplaner				22'400	-	22'400
211.51 Bauprojekt	[h]	40.0	140	5'600		5'600
211.52 Bewilligungsverfahren	[h]					
211.53 Ausschreibung, Offertvergleich, Vergabeantrag	[h]	40.0	140	5'600		5'600
211.54 Ausführungsprojekt	[h]	60.0	140	8'400		8'400
211.55 Inbetriebnahme, Abschluss	[h]	20.0	140	2'800		2'800
211.60 Nebenkosten (NK)				18'500	-	18'500
211.61 Allgemeine Nebenkosten gem. Ing. Vertrag	[%]	5.0		18'500		18'500
211.62 Pauschal	pl	0.0		0		0
211.70 Kost und Logis für Bauleitung (nach Aufwand)				75'320	-	75'320
211.71 Oberbauleitung	[d]	54	140	7'560		7'560
211.72 Örtliche Bauleitung, IBS	[d]	360	140	50'400		50'400
211.73 Materialbewirtschaftung	[d]	9	140	1'260		1'260
211.74 Stahlwasserbau, Montageleitung	[d]	36	140	5'040		5'040
211.75 Elektromechanik, Montageleitung	[d]	36	140	5'040		5'040
211.76 Gesamt IBS	[d]	8	140	1'120		1'120
211.77 Elektrotechnik, Montageleitung	[d]	8	140	1'120		1'120
211.78 Gesamtleitung	[d]	27	140	3'780		3'780
211.80 Diverses für Baustelle				1'400	-	1'400
211.81 EDV Einrichtungen, Drucker, Netz, server, PC, etc.	[%]	0.1		1'400		1'400
211.82 Baustellenfahrzeuge	pl	0.0		0		0
211.90 Zuschläge für Schicht-, Nacht-, und Wochenendbetrieb				0	-	0
211.91 Zusätzliche Stunden für Schichtarbeit	[h]	0.0		0		0
211.92 Nachtzuschläge	pl	1.0		0		0
211.93 Wochenendbetrieb	[h]	0.0		0		0
211.94 Weitere	[h]	0.0		0		0
212 Externe Mitplaner des Gesamtplaners				42'500	-	42'500
212.10 Architektur				15'400	-	15'400
212.11 Bauprojekt	[h]	30.0	140	4'200		4'200
212.12 Bewilligungsverfahren	[h]					
212.13 Ausschreibung, Offertvergleich, Vergabeantrag	[h]	30.0	140	4'200		4'200
212.14 Ausführungsprojekt	[h]					
212.15 Ausführung, Örtliche Bauleitung	[h]	40.0	140	5'600		5'600
212.16 Inbetriebnahme, Abschluss	[h]	10.0	140	1'400		1'400
212.20 HLK und Sanitäranlagen				11'200	-	11'200
212.21 Bauprojekt	[h]	20.0	140	2'800		2'800
212.22 Bewilligungsverfahren	[h]					
212.23 Ausschreibung, Offertvergleich, Vergabeantrag	[h]	20.0	140	2'800		2'800
212.24 Ausführungsprojekt	[h]					
212.25 Ausführung, Örtliche Bauleitung	[h]	30.0	140	4'200		4'200
212.26 Inbetriebnahme, Abschluss	[h]	10.0	140	1'400		1'400
212.30 Elektroanlagen				11'200	-	11'200
212.31 Bauprojekt	[h]	20.0	140	2'800		2'800

Positionen	Einheit	Menge	EP [CHF/x]	Kosten AFRY / MP [CHF]	Kosten ebs / Dritte [CHF]	Kosten total [CHF]
212.32 Bewilligungsverfahren	[h]	20.0	140	2'800		2'800
212.33 Ausschreibung, Offertvergleich, Vergabeantrag	[h]	20.0	140	2'800		2'800
212.34 Ausführungsprojekt	[h]	30.0	140	4'200		4'200
212.35 Ausführung, Örtliche Bauleitung	[h]					
212.36 Inbetriebnahme, Abschluss	[h]	10.0	140	1'400		1'400
212.40 Nebenkosten (NK)				1'900	-	1'900
212.41 Allgemeine Nebenkosten gem. Ing Vertrag	[%]	5.0		1'900		1'900
212.42 Pauschal	pl	0.0		0		0
212.50 Diverses für Baustelle				2'800	-	2'800
212.51 EDV Einrichtungen	[%]	0.2		2'800		2'800
213 Zusatzaufträge zu Ing. Vertrag Gesamtplaner				0	-	0
213.10 Materialbewirtschaftung				0	-	0
213.11 Bauprojekt	[h]		140	0		0
213.12 Ausschreibung, Offertvergleich, Vergabeantrag	[h]		140	0		0
213.13 Ausführungsprojekt	[h]		140	0		0
213.14 Örtliche Bauleitung und Administration MBW	[h]		140	0		0
213.15 Leitung der Laboruntersuchungen	[h]		140	0		0
213.16 Nebenkosten	[%]			0		0
213.20 Fachexperten für die Baubegleitung				0	-	0
213.21 Permanente Leitung der Gesamt-IBS, Annahme 10 d	[h]		180	0		0
213.22 Nebenkosten	[%]			0		0
213.23 Kost und Logis	[d]		150	0		0
213.30 Kennzeichnungssystem				0	-	0
213.31 Erstellung Konzept und Vergabe der Leitnummern an die Lieferanten	[h]		140	0		0
213.32 Sicherstellung, Erstellung der KS - Gesamtübersicht	[h]		140	0		0
213.33 Nebenkosten	[%]			0		0
220 Geologische und geotechnische Begleitung				0		
221 Überwachung der Quellen				0		
222 Geolog-/hydrogeologische u. geotechnische Begleitarbeiten				0		
222.10 Begleitung der Aushubarbeiten, inkl. Aufnahmen und Inventarisierung der Geologie und Hydrogeologie				0		
222.20 Laboruntersuchungen				0		
223 Zusätzliche Nebenkosten nach Vereinbarung				0		
229 Diverses für Baustelle				0		
229.10 EDV Einrichtungen				0		
230 Umweltbegleitung und Planung der ökologischen Ausgleichsmassnahmen				0		
231 Planung der ökologischen Ausgleichsmassnahmen				0		
232 Umweltbegleitung der Bauarbeiten				0		
238 Diverses				0		
238.10 Kost und Logis (Experten auf Baustelle)				0		
238.20 Fahrzeuge				0		
238.30 Zuschläge für Schicht-, Nacht- und Wochenendbetrieb				0		
239 Zusätzliche Nebenkosten nach Vereinbarung				0		
240 Sicherheitskonzept				0		
241 Sicherheitsingenieur des Bauherrn				0		
242 Sicherheitskonzept Betrieb				0		
249 Zusätzliche Nebenkosten nach Vereinbarung				0		
250 Bauherrenvermessung				0		
251 Bauherrenvermessung				0		
252 Zusätzliche Nebenkosten nach Vereinbarung				0		
259 Diverses				0		
260 Zuätzliche Planungskosten Dritter: Vorbereitungsarbeiten				20'000	-	20'000
261 Bestandesaufnahmen / Beweissicherung an besteh. Bauwerken				7'400	-	7'400
261.10 Durchführung vor und nach Bau				7'000	-	7'000
261.11 Bestandesaufnahme	[h]	50.0	140	7'000		7'000
261.20 Erschütterungsmessungen während Bauarbeiten				0	-	0
261.21 Bestandesaufnahme	[h]	0.0	140	0		0

Positionen	Einheit	Menge	EP [CHF/x]	Kosten AFRY / MP [CHF]	Kosten ebs / Dritte [CHF]	Kosten total [CHF]
261.30 Globale Überwachung der Erschütterungen				0	-	0
261.31 Überwachung	[h]	0.0	140	0	-	0
261.40 Allgemeine Nebenkosten				400	-	400
261.41 Pauschal	[%]	5.0		400	-	400
262 Vorbereitungsarbeiten der Baustelleninstallationsplätzen				7'400	-	7'400
262.10 Rodungsarbeiten: ganze Baustelle				0	-	0
262.11 Planungskosten	[h]	0.0	140	0	-	0
262.20 Geologische Hangsicherungsmassnahmen: ganze Baustelle				3'500	-	3'500
262.21 Planungskosten	[h]	25.0	140	3'500	-	3'500
262.30 Abtrag, Unterhalt und Wiederanlegung Kulturerde				3'500	-	3'500
262.31 Planungskosten	[h]	25.0	140	3'500	-	3'500
262.40 Erhaltung historischer Bauwerke				0	-	0
262.41 Planungskosten	[h]	0.0	140	0	-	0
262.50 Verlegung Wanderwege				0	-	0
262.51 Planungskosten	[h]	0.0	140	0	-	0
262.60 Allgemeine Nebenkosten				400	-	400
262.61 Pauschal	[%]	5.0		400	-	400
263 Vorbereitungsarb. Grundversorgung der Bauinstallationsplätze				5'200	-	5'200
263.10 Stromversorgung ganze Baustelle: Aller Bauinstallationsplätze				2'100	-	2'100
263.11 Planungskosten	[h]	15.0	140	2'100	-	2'100
263.20 Planungskosten Erstellung Gesamtversorgung				2'800	-	2'800
263.21 Planungskosten	[h]	20.0	140	2'800	-	2'800
263.30 Allgemeine Nebenkosten				300	-	300
263.31 Pauschal	[%]	5.0		300	-	300
264 Lawinenschutz der Bauinstallationsplätze				0	-	0
265 Zusätzliche Nebenkosten nach Vereinbarung				0	-	0
269 Unvorgesehenes				0	-	0
270 Fertigstellungsarbeiten				12'300	-	12'300
271 Landschaftsgestaltung Ablagerungsflächen				11'100	-	11'100
271.10 Planungskosten Landschaftsarchitektur Ablagerungsflächen				7'000	-	7'000
271.11 Planungskosten	[h]	50.0	140	7'000	-	7'000
271.20 Planungskosten Maschinenhaus				3'500	-	3'500
271.21 Planungskosten	[h]	25.0	140	3'500	-	3'500
271.40 Allgemeine Nebenkosten				600	-	600
271.41 Pauschal	[%]	5.0		600	-	600
279 Unvorhergesehenes				1'200	-	1'200
279.10 Unvorhergesehenes (Pos. 271)	[%]	10.0		1'200	-	1'200

Positionen	Einheit	Menge	EP [CHF/x]	Kosten AFRY / MP [CHF]	Kosten ebs / Dritte [CHF]	Kosten total [CHF]
300 Bauliche Anlagen (BA)				1'499'550	0	1'499'550
310 Baustelleneinrichtungen				142'000	-	142'000
311 Baustelleneinrichtungen				142'000	-	142'000
311.10 Baustelleneinrichtung, Hilfseinrichtungen (auf Pos. 320 - 350)	[%]	6.0	1'196'950	72'000	-	72'000
311.11 Installationsplätze einrichten und Wiederherstellen	[gl]	1.0	5'000	5'000	-	5'000
311.12 Baustromversorgung	[gl]	1.0	5'000	5'000	-	5'000
311.13 Bauwasserversorgung (inkl. Abwasserbehandlung)	[gl]	1.0	10'000	10'000	-	10'000
311.14 Wasserhaltung	[gl]	1.0	20'000	20'000	-	20'000
311.15 Schutz bestehende Installationen vor Staub und Feuchtigkeit	[gl]	1.0	30'000	30'000	-	30'000
320 Rückbau in Zentrale, Felsausbruch, Aushub, Felssicherung, Fundamente, Anker, Drainageleitung				404'550	-	404'550
321 Betonabbruch und Aushub/Ausbruch in Zentrale				175'700	-	175'700
321.10 Rückbau und Aushub				175'700	-	175'700
321.11 Beton schneiden	[m]	120.0	300	36'000	-	36'000
321.12 Betonabbruch (Beton bewehrt)	[m3]	48.0	450	21'600	-	21'600
321.13 Felsausbruch schonend (Annahme: 100% Fels bei MG4 und UW-Kanal)	[m3]	160.0	350	56'000	-	56'000
321.14 Aushub im Lockermaterial (Annahme: für Anschluss DL)	[m3]	200.0	60	12'000	-	12'000
321.15 Auflad und Transport Betonabbruch innerhalb Baustelle	[m3]	612.0	5	3'100	-	3'100
321.16 Auflad und Transport zu Deponie UN	[m3]	612.0	25	15'300	-	15'300
321.17 Gebühren	[m3]	48.0	50	2'400	-	2'400
321.18 Kleinpositionen			20%	29'300	-	29'300
322 Unterfangungen und Aushubsicherung				228'850	-	228'850
322.20 Unterfangungen und Ausbruchsicherung				209'600	-	209'600
322.21 Anker	[Stk.]	80.0	1'500	120'000	-	120'000
322.22 Bewehrungsmatten	[m2]	150.0	60	9'000	-	9'000
322.23 Spritzbeton	[m3]	15.0	2'000	30'000	-	30'000
322.24 Ortbeton geschalt für Unterfangungen	[m3]	24.0	650	15'600	-	15'600
322.25 Kleinpositionen			20%	35'000	-	35'000
322.30 Drainage				19'250	-	19'250
322.31 Drainageleitung	[m]	40.0	200	8'000	-	8'000
322.32 Drainagefolie an Aussenfläche des Bauwerks	[m2]	75.0	150	11'250	-	11'250
330 Betonarbeiten und Innenausbau (UG) in Zentrale				269'300	-	269'300
322 Betonarbeiten in Zentrale (1. und 2. -Beton)				125'000	-	125'000
322.10 1. Betonarbeiten				80'200	-	80'200
322.11 Anschlusseisen	[Stk.]	160.0	60	9'600	-	9'600
322.12 Ortbeton	[m3]	108.5	650	70'600	-	70'600
322.20 2. Betonarbeiten				12'400	-	12'400
322.21 Bewehrungen / Anschlusseisen	[Stk.]	120.0	60	7'200	-	7'200
322.22 Beton bewehrt	[m3]	8.0	650	5'200	-	5'200
322.30 Betondeckel befahrbar auf Maschinensaalniveau				32'400	-	32'400
322.31 Stahlrahmen eingelegt und als verlorene Schalung für Deckelaufleger	[m]	25.0	600	15'000	-	15'000
322.32 Stahlrahmen mit Aufhängung als verlorene Schalung für Deckel (3-Teilig)	[Stk.]	1.0	9'000	9'000	-	9'000
322.33 Bewehrung und Kopfbolzendübel an Stahlrahmen für Deckel & Rahmen	[gl]	1.0	2'000	2'000	-	2'000
322.34 Beton	[m3]	16.0	400	6'400	-	6'400
323 Innenausbau				144'300	-	144'300
323.10 Innenausbau				144'300	-	144'300
323.11 Wände, Decke, Boden (inkl. Belag, Isolation und Verputz)	[m2]	378.0	350	132'300	-	132'300
323.12 Beleuchtung und Elektroinstallativen Bereich MG4	gl	1.0	12'000	12'000	-	12'000
340 Treppen und Geländer				103'800	0	103'800
341 Metallbau				103'800	0	103'800
341.10 Geländer, Wendeltreppe				103'800	0	103'800
341.11 Geländer bei Turbinengehäuse im UG	[m]	7.0	1'000	7'000	-	7'000
341.12 Abnehmbare Absperrungen bei Bodenöffnungen Maschinensaal	[m]	25.0	600	15'000	-	15'000
341.13 Treppe / Wendeltreppe Maschinensaal ins UG	[m]	15.5	3'000	46'500	-	46'500
341.14 Türen (Brandschutz, selbstschliessend)	[Stk]	2.0	9'000	18'000	-	18'000
341.15 Versatz/Erweiterung Tor zu Maschinensaal um 1.5 m	gl	0.0	30'000	0	-	3'800
341.16 Kleinpositionen			20%	17'300	-	17'300
350 Erstellung UW-Kanal und Einbettung Zuleitung DL zu MG4				419'300	-	419'300
351 Einbettung Zuleitung DL zu MG4				50'600	-	50'600
351.10 Erstellung Graben für DL zu MG4				21'700	-	21'700
351.11 Rückbau Belag	[m3]	18.0	120	2'200	-	2'200
351.12 Aushub Lockermaterial (maschinell)	[m3]	187.5	50	9'400	-	9'400
351.13 Auflad und Transport zu Lager Baustelle	[m3]	308.3	25	7'800	-	7'800
351.14 Erstellung Sauberkeitsschicht	[m2]	37.5	60	2'300	-	2'300
351.20 Betonarbeiten				10'400	-	10'400
351.21 Beton geschalt und bewehrt Ennbettung	[m3]	9.4	650	6'200	-	6'200
351.22 Beton geschalt und bewehrt Fixpunkt	[m3]	6.4	650	4'200	-	4'200
351.30 Abdichtung Gebäudeeintritt				2'500	-	2'500

Positionen	Einheit	Menge	EP [CHF/x]	Kosten AFRY / MP [CHF]	Kosten ebs / Dritte [CHF]	Kosten total [CHF]
351.31 Abdichtung	[gl]	1.0	2'500	2'500		2'500
351.40 Wiedereinbau Lockermaterial und Belag				16'000	-	16'000
351.41 Einbau und Verdichten von Lockermaterial	[m3]	180	40	7'200		7'200
351.42 Fundationsschichten einbringen (ungebunden, Einbaudicke bis 300 mm)	[m3]	18.0	60	1'100		1'100
351.43 Fundationsschichten ungebunden ausgleichen (Einbaubr. über 3 m)	[m2]	60.0	40	2'400		2'400
351.44 Strassenoberbau aufbereiten (bis 0.2 m)	[m2]	60.0	30	1'800		1'800
351.45 Einbau Strassenoberbau (temp. Erweiterung Lager-, Umschlagplatz)	[m3]	18.0	40	800		800
351.46 Kleinpositionen			20%	2'700		2'700
352 Erstellung Unterwasserkanal				368'700	-	368'700
352.10 Aushub und Ausbruch inkl. temp. Sicherung				233'000	-	233'000
352.11 Rückbau Belag	[m3]	20.4	120	2'500		2'500
352.12 Felsausbruch schonend (Annahme 100%)	[m3]	357.0	350	125'000		125'000
352.13 Aushub im Lockermaterial (Annahme 0%)	[m3]	0.0	100	0		0
352.14 Beton schneiden	[m]	53.8	300	16'200		16'200
352.15 Betonabbruch	[m3]	3.8	450	1'800		1'800
352.16 Auflad und Transport zu Lager Baustelle	[m3]	566.1	10	5'700		5'700
352.17 Auflad und Transport inkl. Gebühren für Entsorgung	[m3]	535.5	80	42'900		42'900
352.18 Kleinpositionen			20%	38'900		38'900
352.20 Betonarbeiten				39'100	-	39'100
352.21 Erstellung Sauberkeitsschicht	[m2]	42.5	60	2'600		2'600
352.22 Anschlusseisen	[Stk.]	50.0	30	1'500		1'500
352.23 Beton geschalt und bewehrt	[m3]	53.7	650	35'000		35'000
352.30 Temporäre Bauwand in UW-Kanal (dicht)				30'000	-	30'000
352.31 Temporäre Bauwand in UW-Kanal (dicht)	[gl]	1.0	30'000	30'000		30'000
352.40 Wiedereinbau Lockermaterial und Belag				26'600	-	26'600
352.41 Einbau und Verdichten von Lockermaterial	[m3]	357.0	40	14'300		14'300
352.42 Fundationsschichten einbringen (ungebunden, Einbaudicke bis 300 mm)	[m3]	20.4	60	1'300		1'300
352.43 Fundationsschichten ungebunden ausgleichen (Einbaubr. über 3 m)	[m2]	80.0	40	3'200		3'200
352.44 Strassenoberbau aufbereiten (bis 0.2 m)	[m2]	80.0	30	2'400		2'400
352.45 Einbau Strassenoberbau (temp. Erweiterung Lager-, Umschlagplatz)	[m3]	20.4	40	900		900
352.46 Kleinpositionen			20%	4'500		4'500
352.50 Widerherstellung & Erweiterung der Geleise Dammbalkenkanal				40'000	-	40'000
352.51 Widerherstellung und Erweitern der Geleise Dammbalkenkanal	[gl]	1.0	35'000	35'000		35'000
352.52 eingiessen der Geleise	[gl]	1.0	5'000	5'000		5'000
360 Verschiedenes und Unvorhergesehenes				264'400	-	264'400
361 Werkleitungsumlegungen				25'000	-	25'000
361.10 Werkleitungsumlegungen				25'000	-	25'000
361.11 Werkleitungsumlegungen	gl	1.0	25'000			
362 Unvorhergesehenes				239'400	-	239'400
362.10 Bauliche Anlagen (Pos. 320 - 350)	[%]	20.0	1'196'950	239'390	-	239'390

Positionen	Einheit	Menge	EP [CHF/x]	Kosten AFRY / MP [CHF]	Kosten ebs / Dritte [CHF]	Kosten total [CHF]
500 Stahlwasserbau (STWB)				569'667	0	569'667
510 Baustelleneinrichtungen				28'000	0	28'000
511 Baustelleneinrichtungen (auf Pos. 520-540)	[%]	5.0	541'667	28'000	0	28'000
511.10 Baustelleneinrichtung, Hilfseinrichtungen				0	0	0
520 Druckleitung - Zuleitung zur MG4				461'667	0	461'667
521 Planung, Herstellung, Montage und Prüfung Zuleitung zu MG4				461'667	0	461'667
521.10 Planung und Herstellung Zuleitung zu MG4	[m]	20	15'333	306'667	0	306'667
521.20 Korrosionsschutz	[m]	20	1'800	36'000	0	36'000
521.30 Transport und Einheben	[Stk]	1	10'000	10'000	0	10'000
521.40 Trennschnitt	[Stk]	1	15'000	15'000	0	15'000
521.50 Ausbaustück / Expansion	[Stk]	1	25'000	25'000	0	25'000
521.60 Blindflansch DN1000 PN16	[Stk]	1	4'000	4'000	0	4'000
521.70 Montage, Füllprobe & Prüfungen	[Stk]	1	65'000	65'000	0	65'000
530 Dammbalken im UW				9'000	0	9'000
531 Dammbalken				9'000	0	9'000
531.10 Dammbalken	[Stk]	1.0	9'000	9'000	0	9'000
540 Verschiedenes und Unvorhergesehenes				71'000	0	71'000
541 Unvorhergesehenes				71'000	0	71'000
541.10 Stahlwasserbau (Pos. 520 - 530)	[%]	15.0	470'667	71'000	0	71'000

Positionen	Einheit	Menge	EP [CHF/x]	Kosten AFRY / MP [CHF]	Kosten ebs / Dritte [CHF]	Kosten total [CHF]
600 Elektromechanische und Elektrotechnische Anlagen (EM)				2'231'700	-	2'231'700
610 Neue MG 4 Francismaschine und Generator				2'012'900	-	2'012'900
611 Francismaschine und Generator				1'900'000	-	1'900'000
611.10 Design und Engineering	gl			0		0
611.20 1x horizontale Francisturbine	gl			0		0
611.30 1x Drosselklappe DN1000 PN16, Ausbaustück, Bypass	gl			0		0
611.40 1x Hydraulikaggregat	gl			0		0
611.50 1x Rohrleitungsmaterial Ölversorgung Turbine und Absperrorgan	gl			0		0
611.60 1x Generator, IC01	gl			0		0
611.70 Montageüberwachung (4 Wochen)	gl			0		0
611.80 IBN-Überwachung (3 Wochen)	gl			0		0
611.90 EXW Ravensburg / Unterlieferant	gl			0		0
612 Transport, Montage und Kühlung				106'500	-	106'500
612.10 Transport	gl	1.0	15'000	15'000		15'000
612.20 Verrohrung Generatorkühlung zum Saugrohr	gl	1.0	6'000	6'000		6'000
612.30 Zentralbelüftung Turbine	gl	1.0	4'000	4'000		4'000
612.40 Anschluss Luftkühlung an Lüftungsschacht	gl	1.0	3'500	3'500		3'500
612.50 Anschluss Hilfseinrichtung	gl	1.0	7'000	7'000		7'000
612.60 Anchl. an best. Gaslöschanlage, Brandschutz (Handlöscher, Sign.,et	gl	1.0	18'000	18'000		18'000
612.70 Erdung	gl	1.0	4'000	4'000		4'000
612.80 Krafthausentwässerung (zus. Bereich im UG)	gl	1.0	4'000	4'000		4'000
612.90 Montagepersonal	gl	1.0	40'000	40'000		40'000
612.95 Montageleitung und Koordination	gl	1.0	5'000	5'000		5'000
613 Hilfskräne				6'400	-	6'400
##### Monorail Kleinkran	gl	1.0	6'400	6'400		6'400
620 Stromableitung				112'800	-	112'800
621				112'800	-	112'800
621.10 Stromableitung bis bestehende Schiene	m	60.0	300	18'000		18'000
621.20 Schaltfeld inkl. Schutz und Steuergerät (6.3kV)	gl	1.0	25'000	25'000		25'000
621.30 Niederspannungsverteilung (400V)	m	20.0	50	1'000		1'000
621.40 Kabelpitschen	m	110.0	80	8'800		8'800
621.50 Montage und Verkabelung	gl	1.0	35'000	35'000		35'000
621.60 IBN	gl	1.0	10'000	10'000		10'000
621.70 Montageleitung und Koordination	gl	1.0	7'000	7'000		7'000
621.80 nicht explizit aufgeführte Teile	%	10.0	77'430	8'000		8'000
630 Verschiedenes und Unvorhergesehenes				106'000	-	106'000
631 Unvorhergesehenes				106'000	-	106'000
631.10 EM & ET (Pos. 610)	[%]	5.0	2'125'700	106'000		106'000

Zusammenfassung Variante 3b		Kosten AFRY / MP [CHF]	Kosten ebs / Dritte [CHF]	Kosten total [CHF]
100	Allgemeine Kosten Bauherr	0	358'000	358'000
200	Ingenieurleistungen	587'200		587'200
300	Bauliche Anlagen (BA)	1'754'550		1'754'550
500	Stahlwasserbau (STWB)	610'933	-	610'933
600	Elektromechanische und Elektrotechnische Anlagen (EM)	2'231'700	-	2'231'700
Totale Teil-Anlagekosten		5'184'383	358'000	5'542'383

Positionen	Einheit	Menge	EP [CHF/x]	Kosten AFRY / MP [CHF]	Kosten ebs / Dritte [CHF]	Kosten total [CHF]
100 Allgemeine Kosten Bauherr				0	358'000	358'000
110 Bewilligungen / Gebühren / Rechte				0	17'000	17'000
111 Bund- und Kanton Behandlungsgebühren				0		0
112 ESTI - Gebühren				0		0
113 Land- und Rechtserwerb				0		
113.10 Erwerb				0		
113.20 Mutations- und Notarkosten				0		
113.30 Vorübergehende Beanspruchung				0		
113.40 Entschädigung Holz				0		
114 Kostenvereinbarungen Gemeinde / Bauherr				0	1'000	1'000
114.10 Wasser- und Abwasserversorgung				0	1'000	1'000
114.11 Wasserversorgung, Kostenanteil Bauherr				0	500	500
114.12 Abwasserversorgung, Kostenanteil Bauherr				0	500	500
115 Allgemeine Gebühren Gemeinde				0	16'000	16'000
119 Unvorhergesehenes				0	0	0
120 Finanzierung				0	110'000	110'000
121 Bauzins				0	110'000	110'000
Bauzeit: 1.5 [Jahre]						
Fremdmittel: 4'597'183 [CHF]		reine Baukosten:	1'754'550			
Zinssatz: 3.0 [%]						
122 Teuerung				0	0	0
129 Unvorhergesehenes				0	0	0
130 Versicherungen				0	22'000	22'000
131 Bauwesenversicherung				0	20'000	20'000
Prämiensatz: 0.8 [%]		Bau- & StWB-Kosten:	2'365'483			
132 Weitere Versicherungen				0	0	0
133 Versicherungsmanagement				0	2'000	2'000
Anteil von 131		6.5 [%]				
139 Unvorhergesehenes				0	0	0
140 Reserve				0	-	0
150 Eigenleistungen Bauherr				0	204'000	204'000
151 Projektmanagement Bauherr				0	130'000	130'000
151.10 Projektleitung und Administration				0	90'000	90'000
151.11 Direktion				0	15'000	15'000
151.12 Projektleitung (PL)				0	75'000	75'000
151.13 Stellvertretung (Stv.)			(in Pos. 151.12 enthalt.)	0	0	0
151.14 Unterstützung Projektleitung			(in Pos. 151.12 enthalt.)	0	0	0
151.15 Sekretariat			(in Pos. 151.12 enthalt.)	0	0	0
151.20 Fachexperten für Projektierungsarbeiten (Dritte)				0	25'000	25'000
151.21 Experte Bau				0	25'000	25'000
151.22 Experte Maschinenbau				0	0	0
151.23 Experte Elektrotechnik				0	0	0
151.24 Weitere				0	0	0
151.90 Nebenkosten				0	15'000	15'000
151.91 Pauschal auf Pos. 151			[%]	10.0	15'000	15'000
151.92 Kost und Logis			(in Pos. 151.91 enthalt.)	0	0	0
152 Rechnungs- und Rechtswesen				0	11'000	11'000
152.10 Rechnungswesen / Projektcontrolling				0	5'000	5'000
152.11 Leiter Rechnungswesen / Projektcontrolling				0	0	0
152.12 Software für Rechnungswesen				0	5'000	5'000
152.20 Claim-Management				0	5'000	5'000
153.21 Beratung Vertrags-, Rechts- und Rechnungswesen				0	5'000	5'000
152.90 Nebenkosten				0	1'000	1'000
152.91 Pauschal auf Pos. 153			[%]	5.0	1'000	1'000
152.92 Kost und Logis			(in Pos. 152.91 enthalt.)	0	0	0
153 Aufwendungen für zukünftiges Betriebspersonal				0	63'000	63'000

Positionen	Einheit	Menge	EP [CHF/x]	Kosten AFRY / MP [CHF]	Kosten ebs / Dritte [CHF]	Kosten total [CHF]
153.10 Fachbegleitung Bau ganze Bauzeit reine EM&ET Kosten:	2'231'700			0	45'000	45'000
153.20 Fachbegleitung EM + ET				0	15'000	15'000
153.30 Montagebeihilfe durch Bauherrn (in Pos. 153.10 enthalt.)				0	0	0
153.90 Nebenkosten				0	0	0
153.91 Pauschal auf Pos. 154.10 - 154.30	[%]	5.0		0	3'000	3'000
153.92 Kost und Logie (in Pos. 153.91 enthalt.)				0	0	0
159 Unvorhergesehenes				0	0	0
160 Energieproduktionsausfall, Verbrauchs- und Entsorgungsgebühren				0		
161 Energieproduktionsausfall, ganze Bauzeit				0		
162 Stromverbrauch, ganze Bauzeit				0		
163 Abwasserversorgungsgebühren, ganze Bauzeit				0	0	0
169 Unvorhergesehenes				0	0	0
170 Öffentlichkeitsarbeiten				0	0	0
171 Baustelleninformation				0		0
172 Allgemeine PR Aktivitäten, ganze Bauzeit				0	0	0
172.10 PR - Aktivitäten				0		0
172.20 Dokumentation / Drucksachen				0		0
173 Baustellenführungen				0		0
174 Anlässe / Festivitäten des Bauherrn				0	0	0
174.10 Spatenstich				0		0
174.20 Aufrichtung				0		0
174.30 Tag der offenen Tür				0		0
174.40 Einweihung				0		0
174.50 Transportbus des Bauherrn				0	0	0
179 Unvorhergesehenes				0	0	0
190 Verschiedenes				0	5'000	5'000
191 Kennzeichnung und Dokumentation				0	5'000	5'000
191.10 KSA-Einführung				0		0
191.20 Dokumentation				0	5'000	5'000
199 Unvorhergesehenes				0	0	0

Positionen	Einheit	Menge	EP [CHF/x]	Kosten AFRY / MP [CHF]	Kosten ebs / Dritte [CHF]	Kosten total [CHF]
200 Ingenieurleistungen				587'200	0	587'200
210 Honorarkosten Gesamtplaner				554'900	-	554'900
211 Gesamtplaner				503'000	-	503'000
211.10 Realisierung Bau				236'600	-	236'600
211.11 Bauprojekt	[h]	400.0	140	56'000		56'000
211.12 Bewilligungsverfahren	[h]					
211.13 Ausschreibung, Offertvergleich, Vergabeantrag	[h]	420.0	140	58'800		58'800
211.14 Ausführungsprojekt	[h]					
211.15 Oberbauleitung	[h]	680.0	140	95'200		95'200
211.16 Örtliche Bauleitung	[h]					
211.17 Inbetriebnahme, Abschluss	[h]	190.0	140	26'600		26'600
211.20 Stahlwasserbau				57'400	-	57'400
211.21 Bauprojekt	[h]	100.0	140	14'000		14'000
211.22 Bewilligungsverfahren	[h]					
211.23 Ausschreibung, Offertvergleich, Vergabeantrag	[h]	100.0	140	14'000		14'000
211.24 Ausführungsprojekt	[h]					
211.25 Ausführung, Montageleitung	[h]	160.0	140	22'400		22'400
211.26 Inbetriebnahme, Abschluss	[h]	50.0	140	7'000		7'000
211.30 Elektromechanik				43'400	-	43'400
211.31 Bauprojekt	[h]	70.0	140	9'800		9'800
211.32 Bewilligungsverfahren	[h]					
211.33 Ausschreibung, Offertvergleich, Vergabeantrag	[h]	80.0	140	11'200		11'200
211.34 Ausführungsprojekt	[h]					
211.35 Ausführung, Montageleitung	[h]	120.0	140	16'800		16'800
211.36 Inbetriebnahme, Abschluss	[h]	40.0	140	5'600		5'600
211.37 Modelltest	pl	0.0	100'000	0		0
211.40 Elektrotechnik				43'400	-	43'400
211.41 Bauprojekt	[h]	70.0	140	9'800		9'800
211.42 Bewilligungsverfahren	[h]					
211.43 Ausschreibung, Offertvergleich, Vergabeantrag	[h]	80.0	140	11'200		11'200
211.44 Ausführungsprojekt	[h]					
211.45 Ausführung, Montageleitung	[h]	120.0	140	16'800		16'800
211.46 Inbetriebnahme, Abschluss	[h]	40.0	140	5'600		5'600
211.50 Gesamtleitung, Fachkoord., Projektadmin. Gesamtplaner				25'200	-	25'200
211.51 Bauprojekt	[h]	40.0	140	5'600		5'600
211.52 Bewilligungsverfahren	[h]					
211.53 Ausschreibung, Offertvergleich, Vergabeantrag	[h]	50.0	140	7'000		7'000
211.54 Ausführungsprojekt	[h]	70.0	140	9'800		9'800
211.55 Inbetriebnahme, Abschluss	[h]	20.0	140	2'800		2'800
211.60 Nebenkosten (NK)				20'300	-	20'300
211.61 Allgemeine Nebenkosten gem. Ing. Vertrag	[%]	5.0		20'300		20'300
211.62 Pauschal	pl	0.0		0		0
211.70 Kost und Logis für Bauleitung (nach Aufwand)				75'320	-	75'320
211.71 Oberbauleitung	[d]	54	140	7'560		7'560
211.72 Örtliche Bauleitung, IBS	[d]	360	140	50'400		50'400
211.73 Materialbewirtschaftung	[d]	9	140	1'260		1'260
211.74 Stahlwasserbau, Montageleitung	[d]	36	140	5'040		5'040
211.75 Elektromechanik, Montageleitung	[d]	36	140	5'040		5'040
211.76 Gesamt IBS	[d]	8	140	1'120		1'120
211.77 Elektrotechnik, Montageleitung	[d]	8	140	1'120		1'120
211.78 Gesamtleitung	[d]	27	140	3'780		3'780
211.80 Diverses für Baustelle				1'700	-	1'700
211.81 EDV Einrichtungen, Drucker, Netz, server, PC, etc.	[%]	0.1		1'700		1'700
211.82 Baustellenfahrzeuge	pl	0.0		0		0
211.90 Zuschläge für Schicht-, Nacht-, und Wochenendbetrieb				0	-	0
211.91 Zusätzliche Stunden für Schichtarbeit	[h]	0.0		0		0
211.92 Nachtzuschläge	pl	1.0		0		0
211.93 Wochenendbetrieb	[h]	0.0		0		0
211.94 Weitere	[h]	0.0		0		0
212 Externe Mitplaner des Gesamtplaners				51'900	-	51'900
212.10 Architektur				18'200	-	18'200
212.11 Bauprojekt	[h]	30.0	140	4'200		4'200
212.12 Bewilligungsverfahren	[h]					
212.13 Ausschreibung, Offertvergleich, Vergabeantrag	[h]	30.0	140	4'200		4'200
212.14 Ausführungsprojekt	[h]					
212.15 Ausführung, Örtliche Bauleitung	[h]	50.0	140	7'000		7'000
212.16 Inbetriebnahme, Abschluss	[h]	20.0	140	2'800		2'800
212.20 HLK und Sanitäranlagen				14'000	-	14'000
212.21 Bauprojekt	[h]	20.0	140	2'800		2'800
212.22 Bewilligungsverfahren	[h]					
212.23 Ausschreibung, Offertvergleich, Vergabeantrag	[h]	30.0	140	4'200		4'200
212.24 Ausführungsprojekt	[h]					
212.25 Ausführung, Örtliche Bauleitung	[h]	40.0	140	5'600		5'600
212.26 Inbetriebnahme, Abschluss	[h]	10.0	140	1'400		1'400
212.30 Elektroanlagen				14'000	-	14'000
212.31 Bauprojekt	[h]	20.0	140	2'800		2'800

Positionen	Einheit	Menge	EP [CHF/x]	Kosten AFRY / MP [CHF]	Kosten ebs / Dritte [CHF]	Kosten total [CHF]
212.32 Bewilligungsverfahren	[h]	20.0	140	2'800		2'800
212.33 Ausschreibung, Offertvergleich, Vergabeantrag	[h]	30.0	140	4'200		4'200
212.34 Ausführungsprojekt	[h]	40.0	140	5'600		5'600
212.35 Ausführung, Örtliche Bauleitung	[h]					
212.36 Inbetriebnahme, Abschluss	[h]	10.0	140	1'400		1'400
212.40 Nebenkosten (NK)				2'400	-	2'400
212.41 Allgemeine Nebenkosten gem. Ing Vertrag	[%]	5.0		2'400		2'400
212.42 Pauschal	pl	0.0		0		0
212.50 Diverses für Baustelle				3'300	-	3'300
212.51 EDV Einrichtungen	[%]	0.2		3'300		3'300
213 Zusatzaufträge zu Ing. Vertrag Gesamtplaner				0	-	0
213.10 Materialbewirtschaftung				0	-	0
213.11 Bauprojekt	[h]		140	0		0
213.12 Ausschreibung, Offertvergleich, Vergabeantrag	[h]		140	0		0
213.13 Ausführungsprojekt	[h]		140	0		0
213.14 Örtliche Bauleitung und Administration MBW	[h]		140	0		0
213.15 Leitung der Laboruntersuchungen	[h]		140	0		0
213.16 Nebenkosten	[%]			0		0
213.20 Fachexperten für die Baubegleitung				0	-	0
213.21 Permanente Leitung der Gesamt-IBS, Annahme 10 d	[h]		180	0		0
213.22 Nebenkosten	[%]			0		0
213.23 Kost und Logis	[d]		150	0		0
213.30 Kennzeichnungssystem				0	-	0
213.31 Erstellung Konzept und Vergabe der Leitnummern an die Lieferanten	[h]		140	0		0
213.32 Sicherstellung, Erstellung der KS - Gesamtübersicht	[h]		140	0		0
213.33 Nebenkosten	[%]			0		0
220 Geologische und geotechnische Begleitung				0		
221 Überwachung der Quellen				0		
222 Geolog-/hydrogeologische u. geotechnische Begleitarbeiten				0		
222.10 Begleitung der Aushubarbeiten, inkl. Aufnahmen und Inventarisierung der Geologie und Hydrogeologie				0		
222.20 Laboruntersuchungen				0		
223 Zusätzliche Nebenkosten nach Vereinbarung				0		
229 Diverses für Baustelle				0		
229.10 EDV Einrichtungen				0		
230 Umweltbegleitung und Planung der ökologischen Ausgleichsmassnahmen				0		
231 Planung der ökologischen Ausgleichsmassnahmen				0		
232 Umweltbegleitung der Bauarbeiten				0		
238 Diverses				0		
238.10 Kost und Logis (Experten auf Baustelle)				0		
238.20 Fahrzeuge				0		
238.30 Zuschläge für Schicht-, Nacht- und Wochenendbetrieb				0		
239 Zusätzliche Nebenkosten nach Vereinbarung				0		
240 Sicherheitskonzept				0		
241 Sicherheitsingenieur des Bauherrn				0		
242 Sicherheitskonzept Betrieb				0		
249 Zusätzliche Nebenkosten nach Vereinbarung				0		
250 Bauherrenvermessung				0		
251 Bauherrenvermessung				0		
252 Zusätzliche Nebenkosten nach Vereinbarung				0		
259 Diverses				0		
260 Zusätzliche Planungskosten Dritter: Vorbereitungsarbeiten				20'000	-	20'000
261 Bestandesaufnahmen / Beweissicherung an besteh. Bauwerken				7'400	-	7'400
261.10 Durchführung vor und nach Bau				7'000	-	7'000
261.11 Bestandesaufnahme	[h]	50.0	140	7'000		7'000
261.20 Erschütterungsmessungen während Bauarbeiten				0	-	0
261.21 Bestandesaufnahme	[h]	0.0	140	0		0

Positionen	Einheit	Menge	EP [CHF/x]	Kosten AFRY / MP [CHF]	Kosten ebs / Dritte [CHF]	Kosten total [CHF]
261.30 Globale Überwachung der Erschütterungen				0	-	0
261.31 Überwachung	[h]	0.0	140	0	-	0
261.40 Allgemeine Nebenkosten				400	-	400
261.41 Pauschal	[%]	5.0		400	-	400
262 Vorbereitungsarbeiten der Baustelleninstallationsplätzen				7'400	-	7'400
262.10 Rodungsarbeiten: ganze Baustelle				0	-	0
262.11 Planungskosten	[h]	0.0	140	0	-	0
262.20 Geologische Hangsicherungsmassnahmen: ganze Baustelle				3'500	-	3'500
262.21 Planungskosten	[h]	25.0	140	3'500	-	3'500
262.30 Abtrag, Unterhalt und Wiederanlegung Kulturerde				3'500	-	3'500
262.31 Planungskosten	[h]	25.0	140	3'500	-	3'500
262.40 Erhaltung historischer Bauwerke				0	-	0
262.41 Planungskosten	[h]	0.0	140	0	-	0
262.50 Verlegung Wanderwege				0	-	0
262.51 Planungskosten	[h]	0.0	140	0	-	0
262.60 Allgemeine Nebenkosten				400	-	400
262.61 Pauschal	[%]	5.0		400	-	400
263 Vorbereitungsarb. Grundversorgung der Bauinstallationsplätze				5'200	-	5'200
263.10 Stromversorgung ganze Baustelle: Aller Bauinstallationsplätze				2'100	-	2'100
263.11 Planungskosten	[h]	15.0	140	2'100	-	2'100
263.20 Planungskosten Erstellung Gesamtversorgung				2'800	-	2'800
263.21 Planungskosten	[h]	20.0	140	2'800	-	2'800
263.30 Allgemeine Nebenkosten				300	-	300
263.31 Pauschal	[%]	5.0		300	-	300
264 Lawinenschutz der Bauinstallationsplätze				0	-	0
265 Zusätzliche Nebenkosten nach Vereinbarung				0	-	0
269 Unvorgesehenes				0	-	0
270 Fertigstellungsarbeiten				12'300	-	12'300
271 Landschaftsgestaltung Ablagerungsflächen				11'100	-	11'100
271.10 Planungskosten Landschaftsarchitektur Ablagerungsflächen				7'000	-	7'000
271.11 Planungskosten	[h]	50.0	140	7'000	-	7'000
271.20 Planungskosten Maschinenhaus				3'500	-	3'500
271.21 Planungskosten	[h]	25.0	140	3'500	-	3'500
271.40 Allgemeine Nebenkosten				600	-	600
271.41 Pauschal	[%]	5.0		600	-	600
279 Unvorhergesehenes				1'200	-	1'200
279.10 Unvorhergesehenes (Pos. 271)	[%]	10.0		1'200	-	1'200

Positionen	Einheit	Menge	EP [CHF/x]	Kosten AFRY / MP [CHF]	Kosten ebs / Dritte [CHF]	Kosten total [CHF]
300 Bauliche Anlagen (BA)				1'754'550	0	1'754'550
310 Baustelleneinrichtungen				141'000	-	141'000
311 Baustelleneinrichtungen				141'000	-	141'000
311.10 Baustelleneinrichtung, Hilfseinrichtungen (auf Pos. 320 - 350)	[%]	5.0	1'410'250	71'000	-	71'000
311.11 Installationsplätze einrichten und Wiederherstellen	[gl]	1.0	5'000	5'000	-	5'000
311.12 Baustromversorgung	[gl]	1.0	5'000	5'000	-	5'000
311.13 Bauwasserversorgung (inkl. Abwasserbehandlung)	[gl]	1.0	10'000	10'000	-	10'000
311.14 Wasserhaltung	[gl]	1.0	20'000	20'000	-	20'000
311.15 Schutz bestehende Installationen vor Staub und Feuchtigkeit	[gl]	1.0	30'000	30'000	-	30'000
320 Rückbau in Zentrale, Felsausbruch, Aushub, Felssicherung, Fundamente, Anker, Drainageleitung				404'550	-	404'550
321 Betonabbruch und Aushub/Ausbruch in Zentrale				175'700	-	175'700
321.10 Rückbau und Aushub				175'700	-	175'700
321.11 Beton schneiden	[m]	120.0	300	36'000	-	36'000
321.12 Betonabbruch (Beton bewehrt)	[m3]	48.0	450	21'600	-	21'600
321.13 Felsausbruch schonend (Annahme: 100% Fels bei MG4 und UW-Kanal)	[m3]	160.0	350	56'000	-	56'000
321.14 Aushub im Lockermaterial (Annahme: für Anschluss DL)	[m3]	200.0	60	12'000	-	12'000
321.15 Auflad und Transport Betonabbruch innerhalb Baustelle	[m3]	612.0	5	3'100	-	3'100
321.16 Auflad und Transport zu Deponie UN	[m3]	612.0	25	15'300	-	15'300
321.17 Gebühren	[m3]	48.0	50	2'400	-	2'400
321.18 Kleinpositionen			20%	29'300	-	29'300
322 Unterfangungen und Aushubsicherung				228'850	-	228'850
322.20 Unterfangungen und Ausbruchsicherung				209'600	-	209'600
322.21 Anker	[Stk.]	80.0	1'500	120'000	-	120'000
322.22 Bewehrungsmatten	[m2]	150.0	60	9'000	-	9'000
322.23 Spritzbeton	[m3]	15.0	2'000	30'000	-	30'000
322.24 Ortbeton geschalt für Unterfangungen	[m3]	24.0	650	15'600	-	15'600
322.25 Kleinpositionen			20%	35'000	-	35'000
322.30 Drainage				19'250	-	19'250
322.31 Drainageleitung	[m]	40.0	200	8'000	-	8'000
322.32 Drainagefolie an Aussenfläche des Bauwerks	[m2]	75.0	150	11'250	-	11'250
330 Betonarbeiten und Innenausbau (UG) in Zentrale				269'300	-	269'300
322 Betonarbeiten in Zentrale (1. und 2. -Beton)				125'000	-	125'000
322.10 1. Betonarbeiten				80'200	-	80'200
322.11 Anschlusseisen	[Stk.]	160.0	60	9'600	-	9'600
322.12 Ortbeton	[m3]	108.5	650	70'600	-	70'600
322.20 2. Betonarbeiten				12'400	-	12'400
322.21 Bewehrungen / Anschlusseisen	[Stk.]	120.0	60	7'200	-	7'200
322.22 Beton bewehrt	[m3]	8.0	650	5'200	-	5'200
322.30 Betondeckel befahrbar auf Maschinensaalniveau				32'400	-	32'400
322.31 Stahlrahmen eingelegt und als verlorene Schalung für Deckelaufleger	[m]	25.0	600	15'000	-	15'000
322.32 Stahlrahmen mit Aufhängung als verlorene Schalung für Deckel (3-Teilig)	[Stk.]	1.0	9'000	9'000	-	9'000
322.33 Bewehrung und Kopfbolzendübel an Stahlrahmen für Deckel & Rahmen	[gl]	1.0	2'000	2'000	-	2'000
322.34 Beton	[m3]	16.0	400	6'400	-	6'400
323 Innenausbau				144'300	-	144'300
323.10 Innenausbau				144'300	-	144'300
323.11 Wände, Decke, Boden (inkl. Belag, Isolation und Verputz)	[m2]	378.0	350	132'300	-	132'300
323.12 Beleuchtung und Elektroinstallativen Bereich MG4	gl	1.0	12'000	12'000	-	12'000
340 Treppen und Geländer				103'800	0	103'800
341 Metallbau				103'800	0	103'800
341.10 Geländer, Wendeltreppe				103'800	0	103'800
341.11 Geländer bei Turbinengehäuse im UG	[m]	7.0	1'000	7'000	-	7'000
341.12 Abnehmbare Absperrungen bei Bodenöffnungen Maschinensaal	[m]	25.0	600	15'000	-	15'000
341.13 Treppe / Wendeltreppe Maschinensaal ins UG	[m]	15.5	3'000	46'500	-	46'500
341.14 Türen (Brandschutz, selbstschliessend)	[Stk]	2.0	9'000	18'000	-	18'000
341.15 Versatz/Erweiterung Tor zu Maschinensaal um 1.5 m	gl	0.0	30'000	0	-	3'800
341.16 Kleinpositionen			20%	17'300	-	17'300
350 Erstellung UW-Kanal und Einbettung Zuleitung DL zu MG4				632'600	-	632'600
351 Einbettung Zuleitung DL zu MG4				55'900	-	55'900
351.10 Erstellung Graben für DL zu MG4				24'600	-	24'600
351.11 Rückbau Belag	[m3]	20.4	120	2'500	-	2'500
351.12 Aushub Lockermaterial (maschinell)	[m3]	212.5	50	10'700	-	10'700
351.13 Auflad und Transport zu Lager Baustelle	[m3]	349.4	25	8'800	-	8'800
351.14 Erstellung Sauberkeitsschicht	[m2]	42.5	60	2'600	-	2'600
351.20 Betonarbeiten				10'400	-	10'400
351.21 Beton geschalt und bewehrt Ennbettung	[m3]	9.4	650	6'200	-	6'200
351.22 Beton geschalt und bewehrt Fixpunkt	[m3]	6.4	650	4'200	-	4'200
351.30 Abdichtung Gebäudeeintritt				2'500	-	2'500

Positionen	Einheit	Menge	EP [CHF/x]	Kosten AFRY / MP [CHF]	Kosten ebs / Dritte [CHF]	Kosten total [CHF]
351.31 Abdichtung	[gl]	1.0	2'500	2'500		2'500
351.40 Wiedereinbau Lockermaterial und Belag				18'400	-	18'400
351.41 Einbau und Verdichten von Lockermaterial	[m3]	205	40	8'200		8'200
351.42 Fundationsschichten einbringen (ungebunden, Einbaudicke bis 300 mm)	[m3]	20.4	60	1'300		1'300
351.43 Fundationsschichten ungebunden ausgleichen (Einbaubr. über 3 m)	[m2]	68.0	40	2'800		2'800
351.44 Strassenoberbau aufbereiten (bis 0.2 m)	[m2]	68.0	30	2'100		2'100
351.45 Einbau Strassenoberbau (temp. Erweiterung Lager-, Umschlagplatz)	[m3]	20.4	40	900		900
351.46 Kleinpositionen			20%	3'100		3'100
352 Erstellung Unterwasserkanal				576'700	-	576'700
352.10 Aushub und Ausbruch inkl. temp. Sicherung				394'200	-	394'200
352.11 Rückbau Belag	[m3]	36.0	120	4'400		4'400
352.12 Felsausbruch schonend (Annahme 100%)	[m3]	630.0	350	220'500		220'500
352.13 Aushub im Lockermaterial (Annahme 0%)	[m3]	0.0	100	0		0
352.14 Beton schneiden	[m]	53.8	300	16'200		16'200
352.15 Betonabbruch	[m3]	3.8	450	1'800		1'800
352.16 Auflad und Transport zu Lager Baustelle	[m3]	999.0	10	10'000		10'000
352.17 Auflad und Transport inkl. Gebühren für Entsorgung	[m3]	945.0	80	75'600		75'600
352.18 Kleinpositionen			20%	65'700		65'700
352.20 Betonarbeiten				67'700	-	67'700
352.21 Erstellung Sauberkeitsschicht	[m2]	75.0	60	4'500		4'500
352.22 Anschlusseisen	[Stk.]	50.0	30	1'500		1'500
352.23 Beton geschalt und bewehrt	[m3]	94.8	650	61'700		61'700
352.30 Temporäre Bauwand in UW-Kanal (dicht)				30'000	-	30'000
352.31 Temporäre Bauwand in UW-Kanal (dicht)	[gl]	1.0	30'000	30'000		30'000
352.40 Wiedereinbau Lockermaterial und Belag				44'800	-	44'800
352.41 Einbau und Verdichten von Lockermaterial	[m3]	630.0	40	25'200		25'200
352.42 Fundationsschichten einbringen (ungebunden, Einbaudicke bis 300 mm)	[m3]	36.0	60	2'200		2'200
352.43 Fundationsschichten ungebunden ausgleichen (Einbaubr. über 3 m)	[m2]	120.0	40	4'800		4'800
352.44 Strassenoberbau aufbereiten (bis 0.2 m)	[m2]	120.0	30	3'600		3'600
352.45 Einbau Strassenoberbau (temp. Erweiterung Lager-, Umschlagplatz)	[m3]	36.0	40	1'500		1'500
352.46 Kleinpositionen			20%	7'500		7'500
352.50 Widerherstellung & Erweiterung der Geleise Dammbalkenkanal				40'000	-	40'000
352.51 Widerherstellung und Erweitern der Geleise Dammbalkenkanal	[gl]	1.0	35'000	35'000		35'000
352.52 eingiessen der Geleise	[gl]	1.0	5'000	5'000		5'000
360 Verschiedenes und Unvorhergesehenes				307'100	-	307'100
361 Werkleitungsumlegungen				25'000	-	25'000
361.10 Werkleitungsumlegungen				25'000	-	25'000
361.11 Werkleitungsumlegungen	gl	1.0	25'000			
362 Unvorhergesehenes				282'100	-	282'100
362.10 Bauliche Anlagen (Pos. 320 - 350)	[%]	20.0	1'410'250	282'050	-	282'050

Positionen	Einheit	Menge	EP [CHF/x]	Kosten AFRY / MP [CHF]	Kosten ebs / Dritte [CHF]	Kosten total [CHF]
500 Stahlwasserbau (STWB)				610'933	0	610'933
510 Baustelleneinrichtungen				30'000	0	30'000
511 Baustelleneinrichtungen (auf Pos. 520-540)	[%]	5.0	580'933	30'000	0	30'000
511.10 Baustelleneinrichtung, Hilfseinrichtungen				0	0	0
520 Druckleitung - Zuleitung zur MG4				495'933	0	495'933
521 Planung, Herstellung, Montage und Prüfung Zuleitung zu MG4				495'933	0	495'933
521.10 Planung und Herstellung Zuleitung zu MG4	[m]	22	15'333	337'333	0	337'333
521.20 Korrosionsschutz	[m]	22	1'800	39'600	0	39'600
521.30 Transport und Einheben	[Stk]	1	10'000	10'000	0	10'000
521.40 Trennschnitt	[Stk]	1	15'000	15'000	0	15'000
521.50 Ausbaustück / Expansion	[Stk]	1	25'000	25'000	0	25'000
521.60 Blindflansch DN1000 PN16	[Stk]	1	4'000	4'000	0	4'000
521.70 Montage, Füllprobe & Prüfungen	[Stk]	1	65'000	65'000	0	65'000
530 Dammbalken im UW				9'000	0	9'000
531 Dammbalken				9'000	0	9'000
531.10 Dammbalken	[Stk]	1.0	9'000	9'000	0	9'000
540 Verschiedenes und Unvorhergesehenes				76'000	0	76'000
541 Unvorhergesehenes				76'000	0	76'000
541.10 Stahlwasserbau (Pos. 520 - 530)	[%]	15.0	504'933	76'000	0	76'000

Positionen	Einheit	Menge	EP [CHF/x]	Kosten AFRY / MP [CHF]	Kosten ebs / Dritte [CHF]	Kosten total [CHF]
600 Elektromechanische und Elektrotechnische Anlagen (EM)				2'231'700	-	2'231'700
610 Neue MG 4 Francismaschine und Generator				2'012'900	-	2'012'900
611 Francismaschine und Generator				1'900'000	-	1'900'000
611.10 Design und Engineering	gl			0		0
611.20 1x horizontale Francisturbine	gl			0		0
611.30 1x Drosselklappe DN1000 PN16, Ausbaustück, Bypass	gl			0		0
611.40 1x Hydraulikaggregat	gl			0		0
611.50 1x Rohrleitungsmaterial Ölversorgung Turbine und Absperrorgan	gl			0		0
611.60 1x Generator, IC01	gl			0		0
611.70 Montageüberwachung (4 Wochen)	gl			0		0
611.80 IBN-Überwachung (3 Wochen)	gl			0		0
611.90 EXW Ravensburg / Unterlieferant	gl			0		0
612 Transport, Montage und Kühlung				106'500	-	106'500
612.10 Transport	gl	1.0	15'000	15'000		15'000
612.20 Verrohrung Generatorkühlung zum Saugrohr	gl	1.0	6'000	6'000		6'000
612.30 Zentralbelüftung Turbine	gl	1.0	4'000	4'000		4'000
612.40 Anschluss Luftkühlung an Lüftungsschacht	gl	1.0	3'500	3'500		3'500
612.50 Anschluss Hilfseinrichtung	gl	1.0	7'000	7'000		7'000
612.60 Anschl. an best. Gaslöschanlage, Brandschutz (Handlöscher, Sign.,et	gl	1.0	18'000	18'000		18'000
612.70 Erdung	gl	1.0	4'000	4'000		4'000
612.80 Krafthausentwässerung (zus. Bereich im UG)	gl	1.0	4'000	4'000		4'000
612.90 Montagepersonal	gl	1.0	40'000	40'000		40'000
612.95 Montageleitung und Koordination	gl	1.0	5'000	5'000		5'000
613 Hilfskräne				6'400	-	6'400
##### Monorail Kleinkran	gl	1.0	6'400	6'400		6'400
620 Stromableitung				112'800	-	112'800
621				112'800	-	112'800
621.10 Stromableitung bis bestehende Schiene	m	60.0	300	18'000		18'000
621.20 Schaltfeld inkl. Schutz und Steuergerät (6.3kV)	gl	1.0	25'000	25'000		25'000
621.30 Niederspannungsverteilung (400V)	m	20.0	50	1'000		1'000
621.40 Kabelpitschen	m	110.0	80	8'800		8'800
621.50 Montage und Verkabelung	gl	1.0	35'000	35'000		35'000
621.60 IBN	gl	1.0	10'000	10'000		10'000
621.70 Montageleitung und Koordination	gl	1.0	7'000	7'000		7'000
621.80 nicht explizit aufgeführte Teile	%	10.0	77'430	8'000		8'000
630 Verschiedenes und Unvorhergesehenes				106'000	-	106'000
631 Unvorhergesehenes				106'000	-	106'000
631.10 EM & ET (Pos. 610)	[%]	5.0	2'125'700	106'000		106'000

Massnahmenblatt 09

Revitalisierung Muota (Wernisberg bis Brücke Laimgasse)



Thema:	Revitalisierung Muota (Wernisberg bis Brücke Laimgasse)
Dokument Nr.	Massnahmenblatt 09
betrifft Teilprojekt:	TP 4 Muota
Gesuchsunterlagen:	Restwasserbericht Hauptbericht Kap. 8 (S. 63 ff.) UVB Teil TP 4 Kap. 1.1.3 (S. 19), Beilage 7.5-1: Fachbericht Oberflächengewässer und Grundwasser Massnahmenbericht - Methodik, Berechnung von Ersatzbedarf, Ausgleichsmassnahmenbeschreibung Massnahmen Nr. 16 (S. 74 ff.)
Datum / Version	17.08.23

1. Ausgangslage

Nach der strategischen Planung vom Kanton Schwyz zum Handlungsbedarf Fließgewässer hat der Gewässerabschnitt der Muota zwischen dem KW Wernisberg und der Brücke Laimgasse mehrheitlich sehr hohe Revitalisierungspriorität.

2. Massnahmenbeschreibung

In der Vereinbarung bzw. gemeinsamen Antrag an die Behörden bezüglich der Konzessionserneuerung (inkl. SNP) und Sanierung Wasserkraft sehen die ebs Energie AG und die Umweltschutzorganisationen (Ziff. 3.9) die Beteiligung der ebs AG an der Planung und Umsetzung der Revitalisierung der Muota zwischen Wernisberg und der Brücke Laimgasse vor (Abb. 1), in Absprache mit dem Bezirk Schwyz.

Ziel der Massnahme ist die Aufwertung bzw. rechtsseitige Aufweitung der Muota im Projektpereimeter zwischen Muota und Oberwasserkanal des KW Ibach. Am bestehenden linken Ufer wird grösstenteils festgehalten, somit ist das Amphibienlaichgebiet nicht betroffen (Abb. 2). Ausserdem wird die Muota sowie das Ufer strukturiert und es werden wertvolle Laichhabitate für die See- und Bachforelle sowie weitere Zielarten geschaffen.

Der Unterwasserkanal des Kraftwerks Wernisberg wird nicht wie im Massnahmenbericht beschrieben zurückgebaut, sondern bleibt bestehen. Am Unterwasserkanal wird eine Fischscheuchanlage bzw. eine Alternativlösung vorgesehen, um eine Fehlleitung wandernder Fische zu unterbinden (Massnahmenblatt 08 Laufwasserkraftwerk Wernisberg).

Der Bezirk Schwyz hat im Rahmen der Studie über das ökologische Entwicklungspotenzial ein Variantenstudium für den betroffenen Gewässerabschnitt in Auftrag gegeben (Abb. 2-3). Die Variante 1 entspricht der Variante, die im Rahmen des gemeinsamen Antrags zwischen USOs und ebs umgesetzt werden soll. Im Rahmen einer Koordinations-sitzung betr. Revitalisierung Muota wurde die Umsetzbarkeit dieser Variante 1 seitens der Behörden bestätigt.

Der Bezirk Schwyz führt das Variantenstudium des ökologischen Entwicklungspotenzial am Unterlauf der Muota inklusive dem Abschnitt Wernisberg im Rahmen der Revitalisierungsplanung und unabhängig vom Konzessionierungsverfahren bzw. dem gemeinsamen Antrag fort. Damit besteht die Möglichkeit, dass ohne zusätzliche Verpflichtungen für ebs die Massnahme gemäss Variante 2 oder eine Zwischenform von Variante 1 und 2 umgesetzt werden könnte.

Mit dem Bezirk Schwyz wurde vereinbart, dass ebs 20% der Gesamtkosten für die Variante 1 übernimmt. ebs ist bisher bereits für Fr. 400'000.00 für Landerwerb aufgekommen, folglich liegt der Anteil von ebs für die Projektierungs- und Umsetzungskosten bei 14%. Die restlichen Kosten gehen zulasten des Bezirks.

Grobkostenschätzung der Massnahme Revitalisierung Muota - Wernisberg bis Brücke Laimgasse (Variante 1):

- Schätzung für gesamte Massnahme von Basler & Hoffmann Fr. 6'200'000.00
- Anteil ebs AG: Landeigentum Fläche Standort Revitalisierung Fr. **100'000.00**
- Anteil ebs AG: Landeigentum Fläche Realersatz Fr. 300'000.00
- Anteil ebs AG: Projektierungs- und Umsetzungskosten Fr. 840'000.00

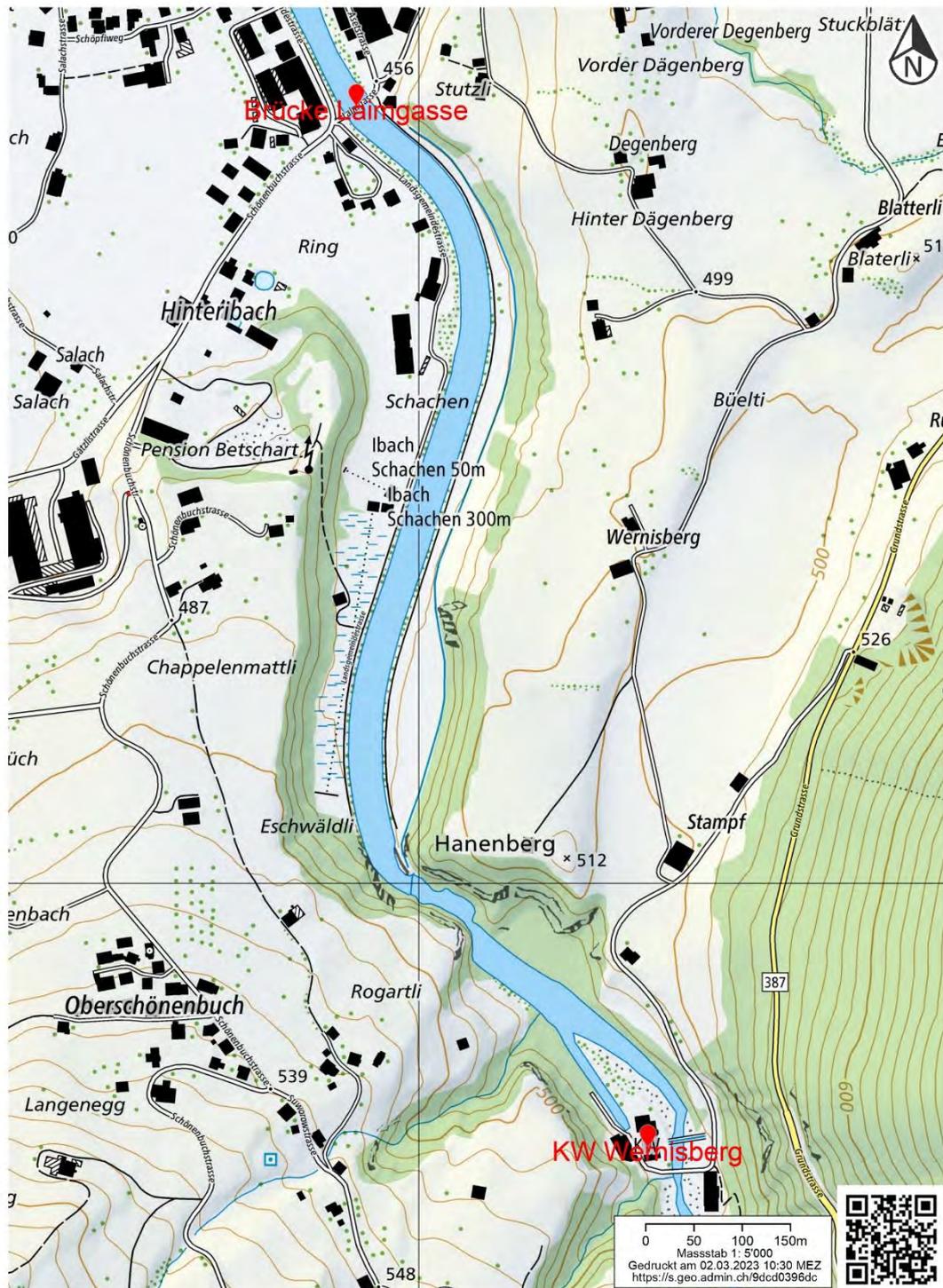


Abbildung 1: Gewässerabschnitt der Muota zwischen KW Wernisberg und Brücke Laimgasse

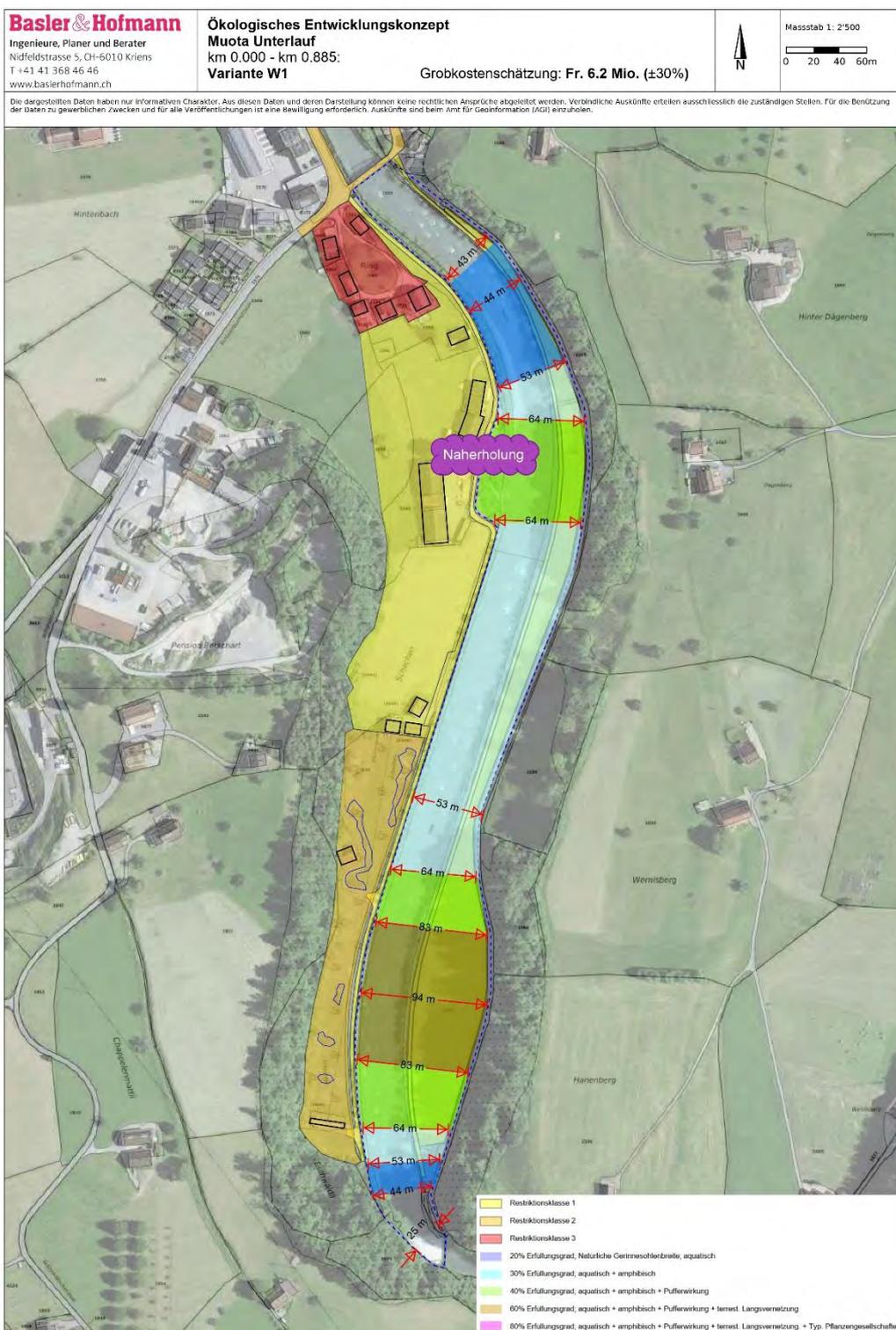


Abbildung 2: Revitalisierung Wernisberg bis Brücke Laimgasse – Variante 1 (Variantenstudium Bezirk Schwyz im Rahmen des ökologischen Entwicklungspotenzials an der Muota)

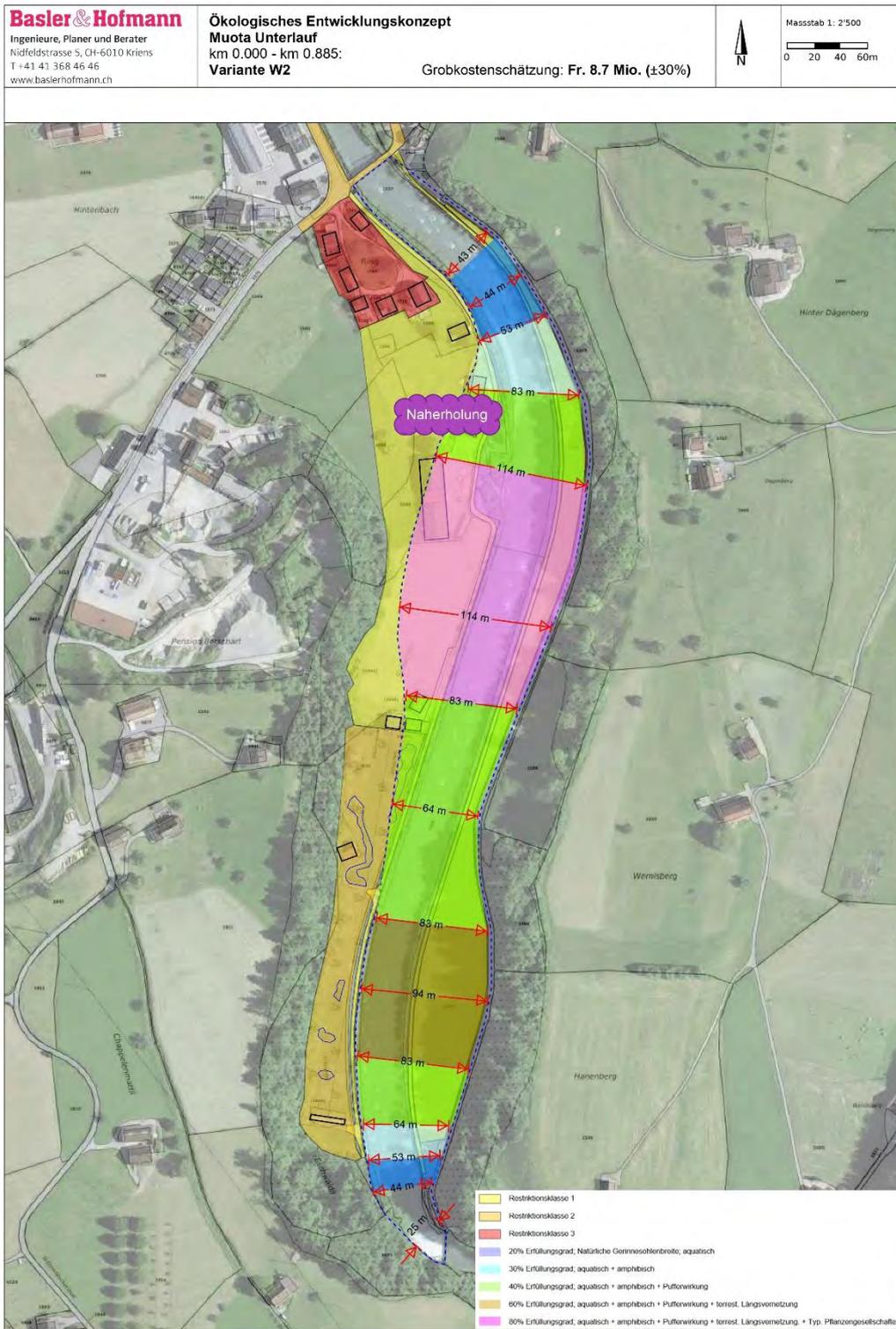


Abbildung 3: Revitalisierung Wernisberg bis Brücke Laimgasse – Variante 2 (Variantenstudium Bezirk Schwyz im Rahmen des ökologischen Entwicklungspotenzials an der Muota)

3. Fazit

Zusammen mit dem Umbau des Kraftwerks Wernisberg in den Laufwasserbetrieb (Massnahmenblatt 08 Laufwasserkraftwerk Wernisberg) und dem Rückbau des KW-Ibachs inkl. der Muotachschwelle (Massnahmenblatt 10 Rückbau KW Ibach) schaffen die hier beschriebenen Revitalisierungsmassnahmen ab Wernisberg bis zur Mündung in den Vierwaldstättersee ein unbeeinflusstes Abflussregime und eine sehr gute Habitateignung für Fische. Dies führt zu einer bedeutenden ökologischen Aufwertung des Muota-Unterlaufs mit einer natürlichen Dynamik. Das Vorgehen steht überdies einer allfälligen weitergehenden Revitalisierung durch den Bezirk Schwyz (Variante 2) nicht entgegen.

Bei der Planung und Umsetzung dieser Revitalisierungsmassnahme ist die Koordination mit der Sanierung Fischgängigkeit sicherzustellen.

Beilagen:

- Protokoll Koordinationssitzung 30.03.2023



Revitalisierung Muota
Natürliche Sohlenbreite und Revitalisierung Abschnitt Wernisberg / Hinteribach

Koordinationsitzung
Protokoll

- Sitzungsort: online
Datum: Donnerstag, 30. März 2023
Zeit: 08.00 – 10.00 Uhr
- Teilnehmer: **ebs Energie AG** Hans Bless, Vorsitzender Geschäftsleitung
Gianna Müller
René Hedinger
Amt für Gewässer, Abteilung Wasserbau
Marcel Budry
AquaViva Esther Leitgeb
WWF Thomas Ammann
Basler & Hofmann AG Christian Wüthrich
Bezirk Schwyz Remo Bianchi
Thomas Reichmuth
Ernst Roth
- Beilagen: [1] Aktennotiz Natürliche Gerinnesohlenbreite Muota – Unterlauf, Basler & Hofmann AG, 24. Nov. 2022
[2] Gewässerraumgutachten, Muota Ibach – Brunnen, Flussbau AG, 23. Dez. 2019
[3] Muota, Flussbauliche Analyse, beffa tognacca gmbh, 3. Sept. 2018
[4] Präsentation, Vergleich Gewässerraumgutachten, März 2023
[5] Präsentation, Beilage zum Variantenstudium Revitalisierung Wernisberg, Basler & Hofmann AG, März 2023
[6] Varianten, Wernisberg, Basler & Hofmann AG, März 2023
- Sitzungsziele: - Vergleich der Gewässerraumgutachten und Festlegung der massgeblichen natürlichen Sohlenbreite als Grundlage für die weiteren Planungen
- Vorstellung und Diskussion des Variantenstudiums und der Bestvariante zur Revitalisierung des Abschnitts Wernisberg / Hinteribach
- **Begrüssung**
Thomas Reichmuth begrüsst die Teilnehmenden und erläutert die Sitzungsziele
- **Natürliche Gerinnesohlenbreite – Vergleich der Gutachten Flussbau und B&H**
Christian Wüthrich präsentiert den Vergleich der beiden Gewässerraumgutachten (B&H, Flussbau).
Die Differenzen können auf die teilweise verschiedenen Grundlagen (historische Karten) und Input Parameter für die Modellberechnungen (Abflussmengen, Korngrössen, Gerinneform, etc.) zurückgeführt werden. Je nach Methode (Autor) resultieren so verschiedene Mittelwerte für die Sohlenbreite. Als Fazit kann festgehalten werden, dass die Bandbreiten der beiden Gutachten sich nahekomen. Ein fixer Standartwert für die einzelnen Abschnitte ist nicht ziel führend.

Das Gremium möchte sich nicht auf eine Zahl als natürliche Gerinnesohlenbreite beschränken. Vielmehr sollen die Bandbreiten (Variabilitäten) für die einzelnen Abschnitt massgebend sein. Zudem wird aufgrund der aktuellen Situation an der Muota mit direkt an das Gerinne grenzende Siedlungsflächen keine durchgängige Sohlenbreite realisiert werden können. Auch aus hydraulischer Sicht kann die Muota nicht auf der ganzen Länge auf die maximale Breite ausgebaut werden.

Die Studie von B&H ermittelte folgende Breitenvariabilität entlang der Muota:

- Wernisberg: 35 m – 52 m; im Mittel 44 m
- Grossried: 40 m – 55 m; im Mittel 48 m
- Föhneneich: 37 m – 58 m; im Mittel 48 m

Das Gewässerraumgutachten der Flussbau AG kommt auf eine pauschale mittlere Sohlenbreite von 60 m.

Gemäss Gutachten der Flussbau und B&H ist davon auszugehen, dass sich mit der natürlichen Sohlenbreite die natürliche Gerinneform ausbilden kann («gewundene Gerinne mit alternierenden Bänken resp. gewundene Gerinne mit Inseln und Bänken»).

Unter Vorbehalt der internen Rücksprache der Schutzverbände sind die Sitzungsteilnehmer mit der ermittelten Sohlenbreite gemäss der Studie von B&H als Grundlage für die weiteren Planungen an der Muota einverstanden.

Beschluss

Die Schutzverbände nehmen noch abschliessend Stellung.

Pendenz

Im Rahmen der Projektierung der Massnahmen ist die natürliche Breitenvariabilität der Muota zu berücksichtigen. Es sollen möglichst Abschnitte entstehen, an denen die projektierte Sohlenbreite der Muota die dynamische Ausbildung von Bänken und Inseln ermöglicht.

- **Variantenstudium Wernisberg**

In der Vereinbarung zwischen den ebs und den Umweltschutzverbänden im Rahmen der Neukonzessionierung ist unter anderem der Abschnitt Wernisberg als Revitalisierungsstrecke vorgesehen.

Im Rahmen der Studie über das ökologische Entwicklungspotenzials an der Muota hat der Bezirk die Firma B&H zu einem Variantenstudium beauftragt.

Für den Abschnitt Wernisberg wurden bis dato 4 Varianten ausgearbeitet:

Christian Wüthrich präsentiert die Varianten. Darunter ist auch die Variante (V1), welche die Basis der Vereinbarung zwischen ebs und den Umweltverbänden bildet. Die Variante beinhaltet das heutige Gerinne der Muota, sowie rechtsufrige Flächen, welche schon heute im Besitz der ebs sind. Hans Bless weist darauf hin, dass die bestehenden Besitzverhältnisse der Flächen eine stringente Umsetzung der Massnahme V1 erlaubt und die Ökologie nur von umgesetzten und realisierten Massnahmen profitieren kann.

Die übrigen Varianten gehen etwas weiter und es werden auch linksufrige Flächen in verschiedenen Ausprägungen konsumiert (Flächen VBS, Amphibiengebiet von nationaler Bedeutung). Die erweiterten Massnahmen werden mehrheitlich begrüsst.

Das Gremium beschliesst, dass die Umsetzung der Variante V1 Teil der Vereinbarung zwischen den Umweltverbänden und dem ebs als zu umsetzende (Mindest-)Variante sein soll. In der Vereinbarung wird ein entsprechender Passus erstellt. Der Situationsplan mit dem Raumbedarf wird als ausreichende Plangrundlage für den gemeinsamen Antrag erachtet.

Beschluss

Der Bezirk führt das Variantenstudium des ökologischen Entwicklungspotenzials am Unterlauf der Muota fort, inklusive dem Abschnitt Wernisberg.

- Abschliessend wird diese Koordinationssitzung von allen Teilnehmenden als sehr konstruktiver und zielführender Prozess empfunden, welche Klarheit geschaffen hat.

Thomas Reichmuth bedankt sich bei Christian Wüthrich für die klärenden Ausführungen und bei den Anwesenden für die konstruktive Teilnahme am Prozess und schliesst die Sitzung.

30. März 2023, Ernst Roth

Massnahmenblatt 10

Rückbau KW I bach



Thema:	Rückbau KW Ibach
Dokument Nr.	Massnahmenblatt 10
betrifft Teilprojekt:	TP 4 Muota
Gesuchsunterlagen:	Restwasserbericht Hauptbericht Kap. 9 (S. 67 ff.) UVB Teil TP 4 Kap. 1.1.3 (S. 19), Beilage 7.5-1: Fachbericht Oberflächengewässer und Grundwasser Sanierungsbericht Schwall-Sunk Kap. 1.1 (S. 2 f.), Kap. 5 (S. 55 ff.) Sanierungsbericht Fischgängigkeit Kap. 1.3 (S. 1 ff.), Kap. 3.4.11 (S. 65 ff.), Kap. 3.4.12 (S. 69 ff.)
Datum / Version	21.06.23

1. Ausgangslage und Massnahmenbeschreibung

In der Vereinbarung bzw. gemeinsamen Antrag an die Behörden bezüglich der Konzessionserneuerung (inkl. SNP) und Sanierung Wasserkraft sehen die ebs Energie AG und die Umweltschutzorganisationen (Ziff. 3.10) den Rückbau des KW Ibachs inkl. Ober- und Unterwasserkanal als Folge der Umstellung auf Laufwasserbetrieb beim KW Wernisberg vor (Abb. 1). Die Massnahme ergibt sich aus der Schwall/Sunk-Sanierung Wernisberg und beinhaltet – soweit bewilligungsfähig – den Rückbau verschiedener Kraftwerkinfrastrukturen aus dem Gewässer bzw. Gewässerraum, wie dem Ober- und Unterwasserkanal (Abb. 2 und 3) und der Wehranlage inkl. Entsander. Zudem werden sämtliche elektromechanische und hydraulische Komponenten aus den bestehenden Kraftwerksgebäuden entfernt. (Abb. 4) Die ökologische Aufwertung und Bepflanzung des Bereichs zwischen dem Unterwasserkanal und der Muota werden ebenfalls im Rahmen dieser Umweltmassnahme realisiert. Aufgrund der Aufgabe dieses Kraftwerks resultiert ein Produktionsverlust von 1.6 GWh pro Jahr. Die Massnahme sowie die Verluste sollten im Rahmen der Sanierung Wasserkraft entschädigt werden (Verluste nur während 40 Jahre), da der Nutzungsverzicht und Rückbau im Rahmen der Sanierung Wasserkraft als Folge der Bestvariante Laufwasserkraftwerk Wernisberg umgesetzt wird.

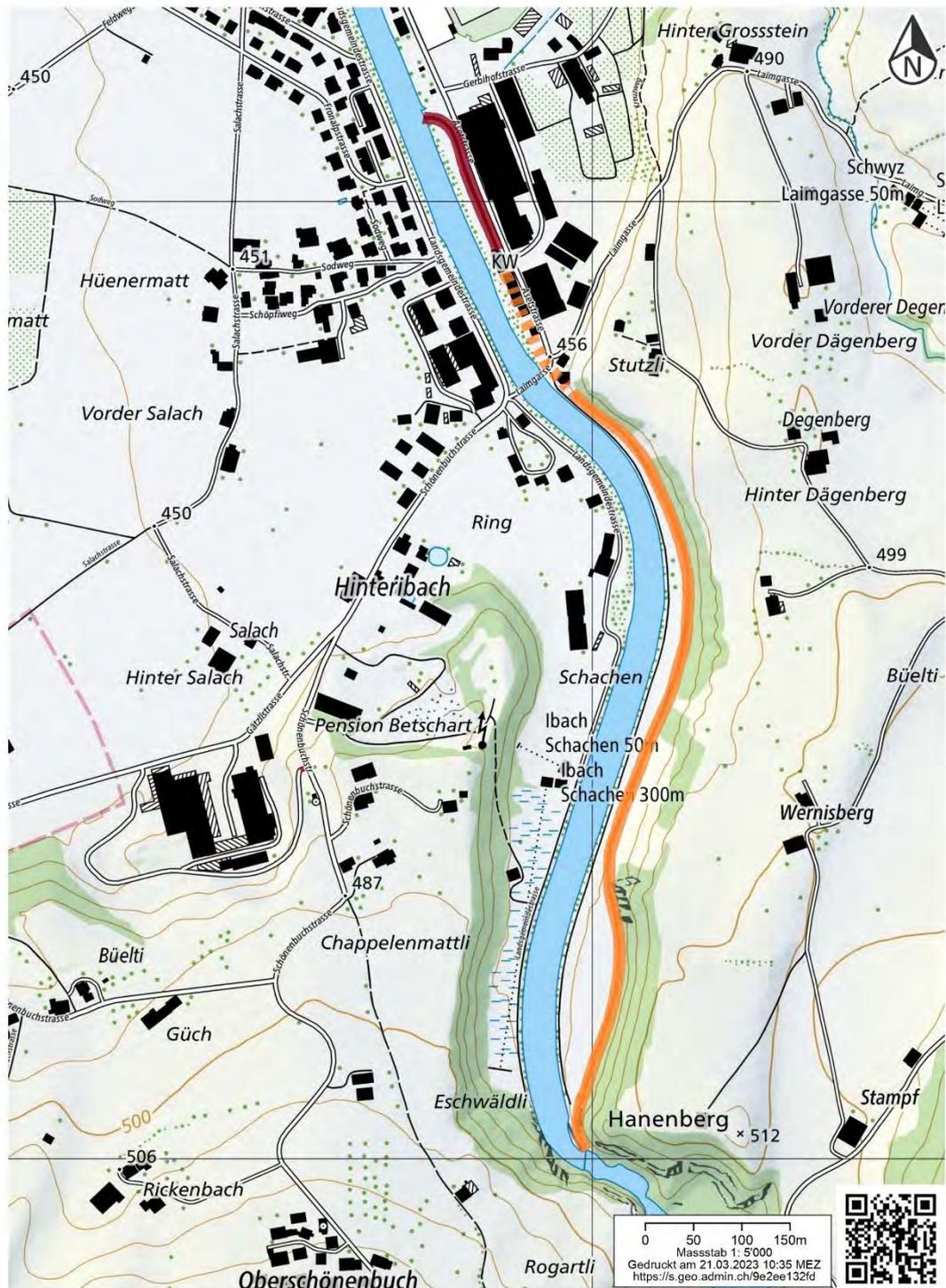


Abbildung 1: Perimeter der geplanten Umweltmassnahme Rückbau KW Ibach (orange = OW-Kanal offener Kanal, orange gepunktet = OW-Kanal Dücker dunkel-rot = UW-Kanal offener Kanal)



Abbildung 2: KW Ibach -
OW-Kanal offener Kanal



Abbildung 3: KW Ibach -
UW-Kanal: offener Kanal



Abbildung 4: KW Ibach -
Kraftwerksgebäude

Grobkostenschätzung der Massnahme Rückbau KW Ibach (Entschädigung durch Sanierung Wasserkraft):

- Rückbau Oberwasserkanal	Fr. 325'000.00
- Rückbau Unterwasserkanal	Fr. 60'000.00
- Teilweise Rückbau und Sicherung Druckstollen	Fr. 75'000.00
- Demontage und Entsorgung elektromechanischer Ausrüstung	Fr. 85'000.00

2. Fazit

Mit dem Rückbau des KW Ibachs und dem Umbau des Kraftwerks Wernisberg in den Laufwasserbetrieb sowie der Revitalisierung in diesem Abschnitt wird der Unterlauf der Muota ökologisch verbessert.