

Nutzung anspruchsvoller Potentiale bestehender Anlagen

10.09.2021, Thomas Gaal

Am Beispiel des Projekts «TURCU»

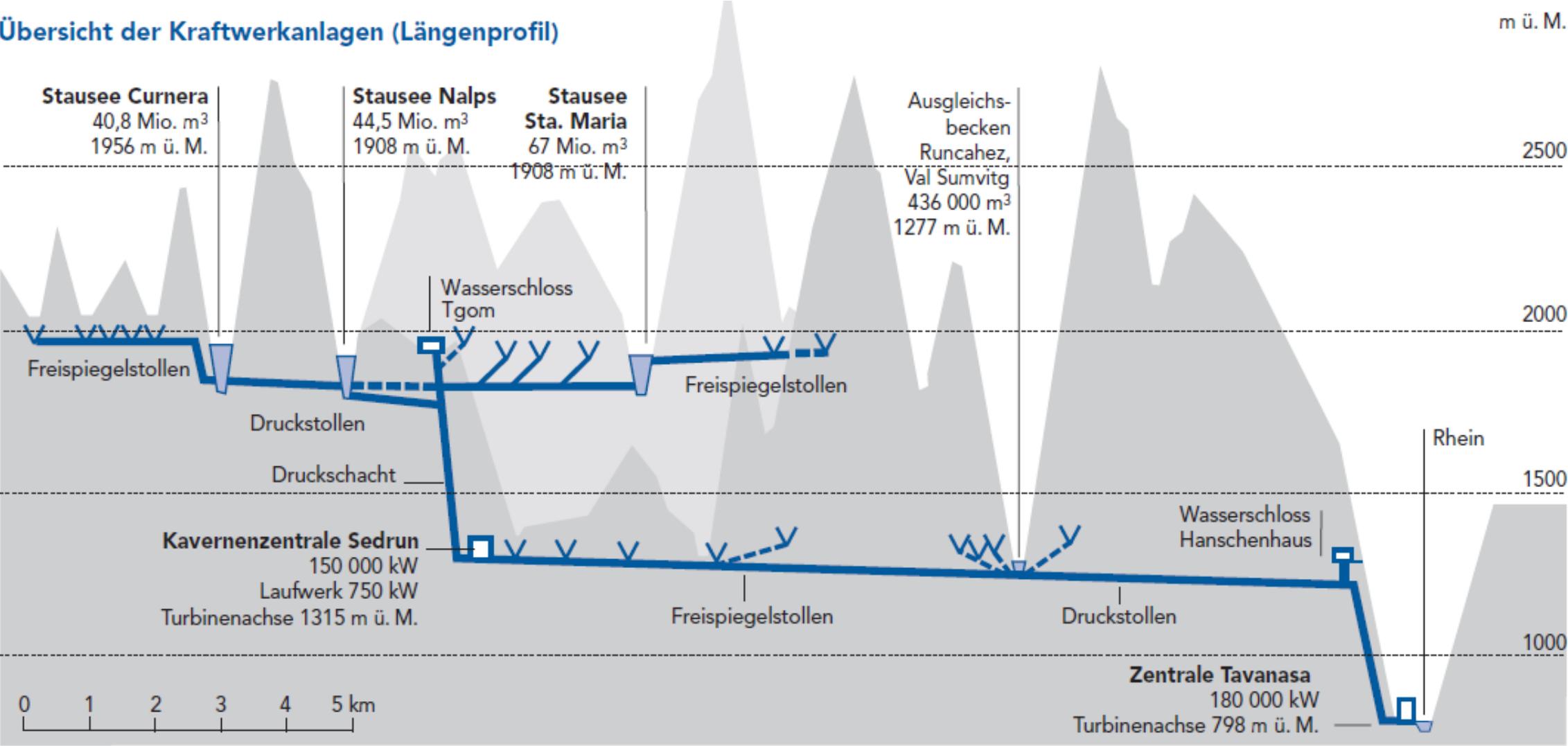
1. Kraftwerke Vorderrhein
2. Projektidee - Projektentwicklung
3. Anspruchsvolle Randbedingungen
4. Konstruktion und Auslegung MG
5. Realisierung
6. Kosten und Termine
7. Zusammenfassung - Erfolgsfaktoren

Kraftwerke Vorderrhein

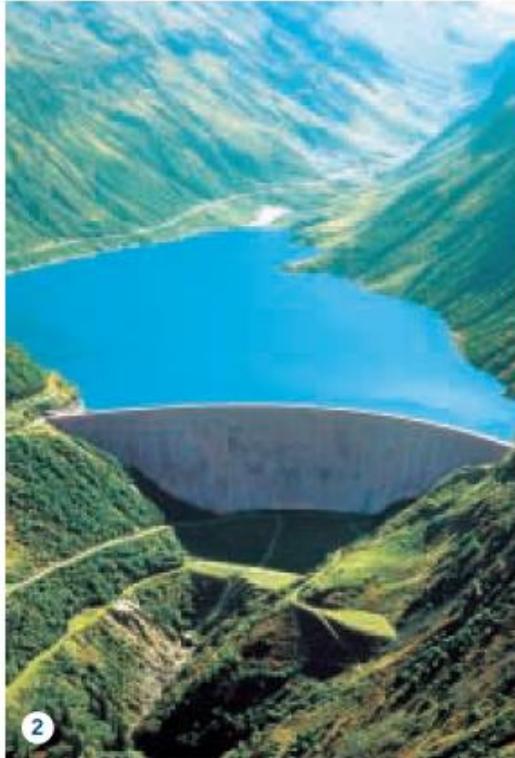


Die Kraftwerkskaskade

Übersicht der Kraftwerkanlagen (Längenprofil)



Kraftwerke Vorderrhein AG in Zahlen



Die Stauanlagen der Kraftwerke Vorderrhein

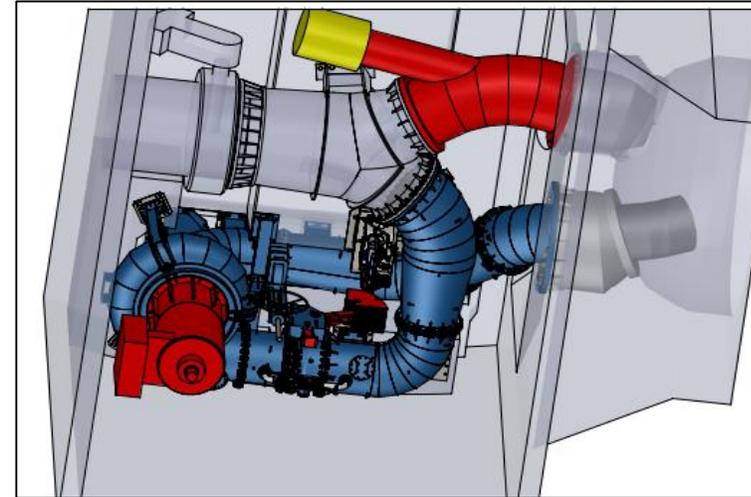
Anlage/Typ	See-Nutzinhalt in Mio. m ³	max. Staukote m ü. M.	Mauerhöhe in m	Länge Mauerkrone in m
1 Curnera Bogenmauer	40,8	1956	153	350
2 Nalps Bogenmauer	44,5	1908	127	480
3 Sta. Maria Bogenmauer	67,0	1908	117	560
4 Runcahez Gewichtsmauer	0,44	1277	33	182

Beschreibung	Daten
Bauart	Saisonale Speicherkraftwerke, Tavanasa Anteil Laufwasser
Eigentümer	81.5% Axpo Power AG, Kanton Graubünden und Gemeinden
Energiemenge	Sedrun rund 260 GWh, Tavanasa rund 560 GWh, total inkl. Laufkraftwerk rund 840 GWh
Inbetriebnahme	Zentralen Sedrun & Tavanasa 1962

Projektidee - Projektentwicklung



«Energievernichtung»



«Energienutzung»

Triebwassersystem Sedrun



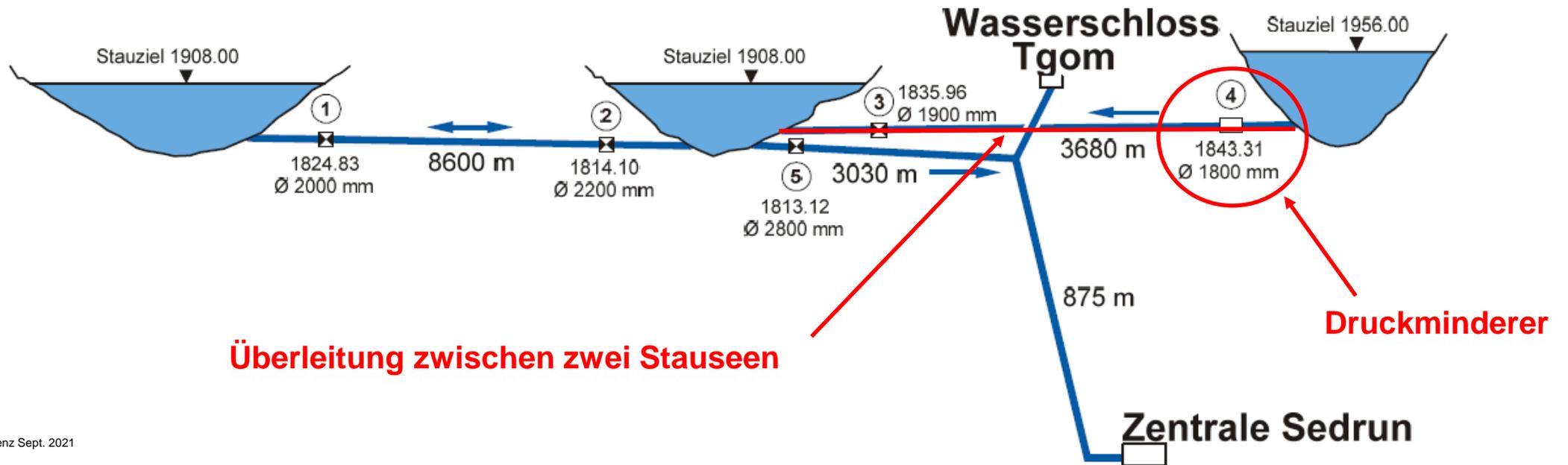
**Stauanlage
Sta. Maria**



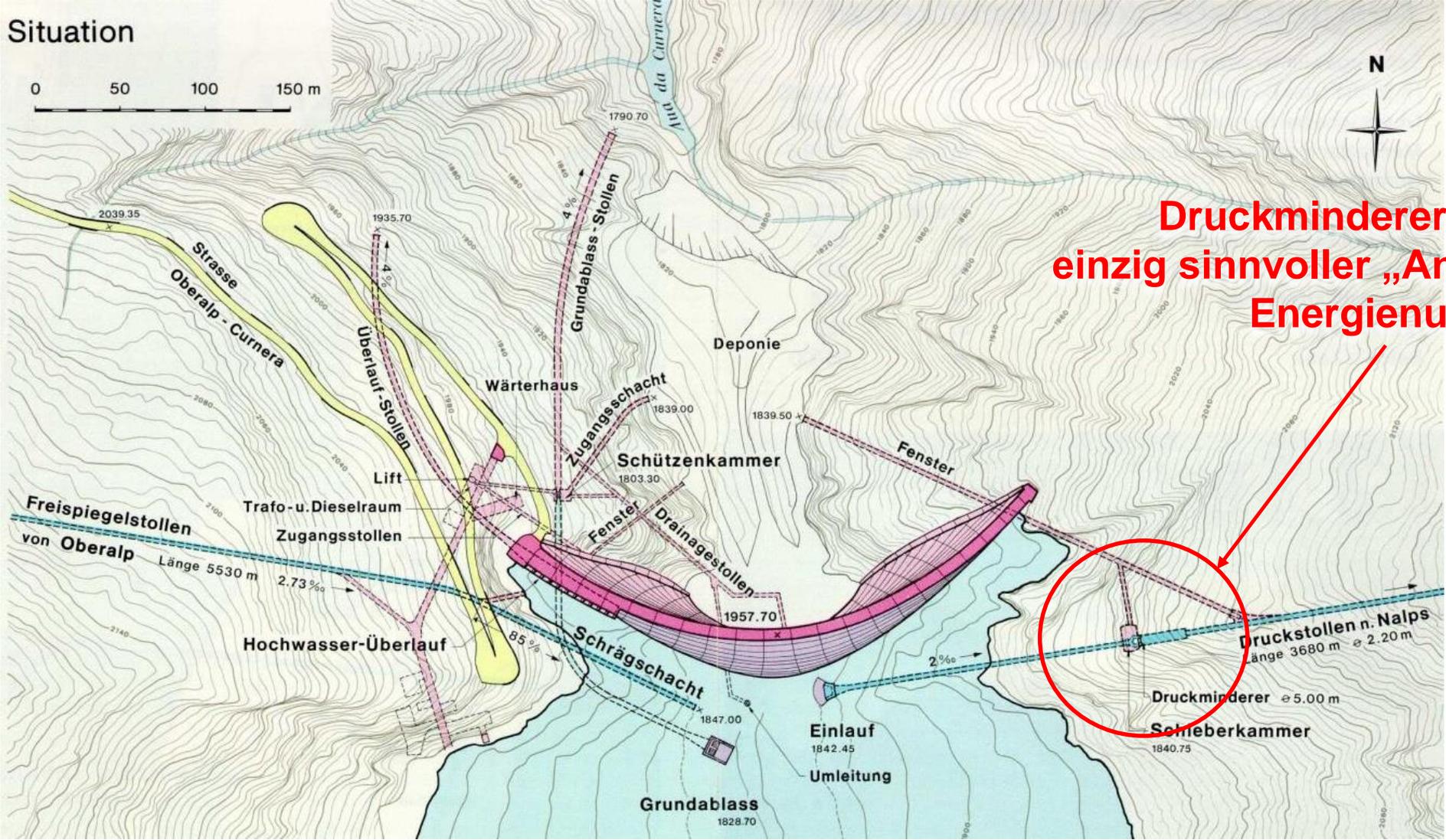
**Stauanlage
Nalps**



**Stauanlage
Curnera**

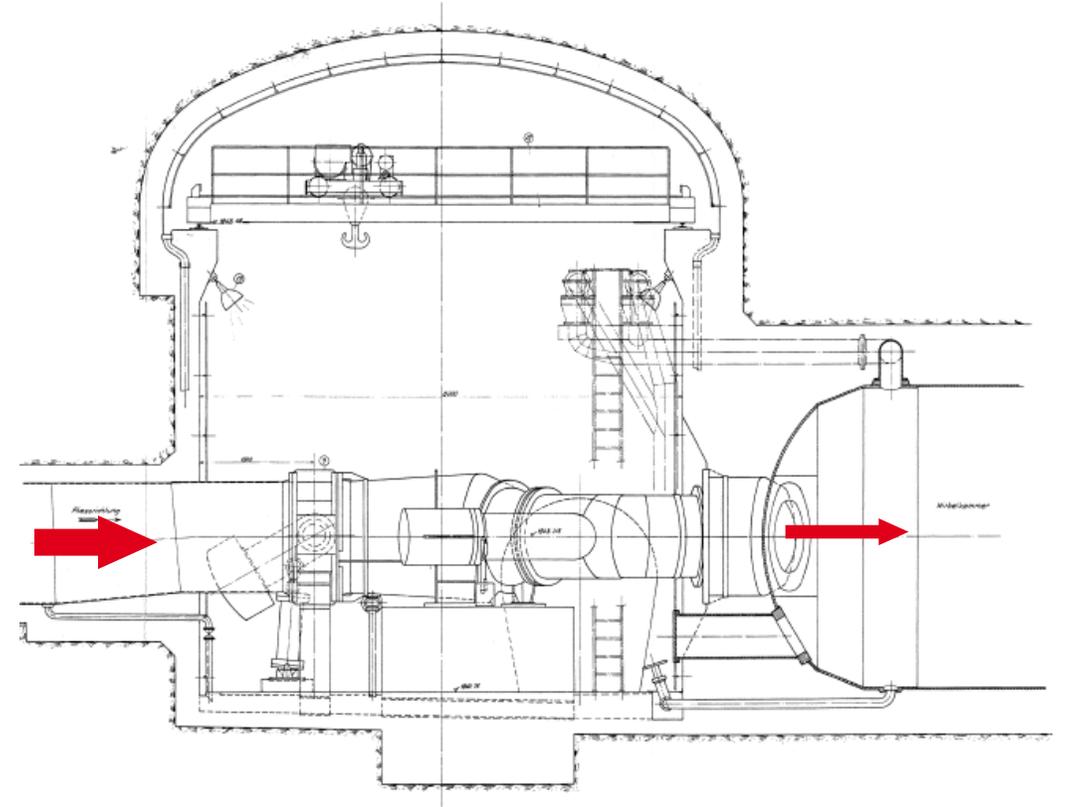
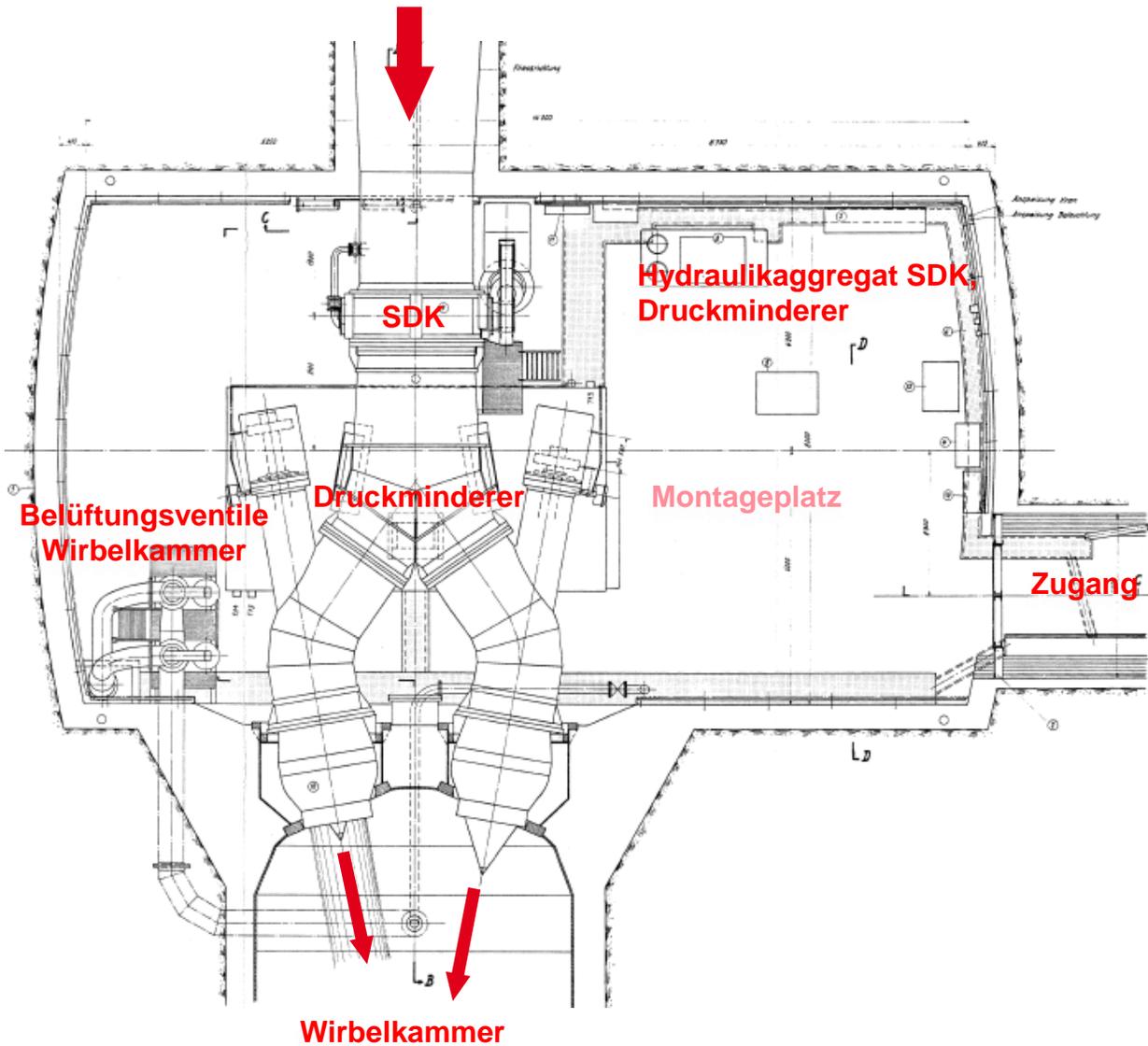


Situation Staumauer Curnera, Druckminderer

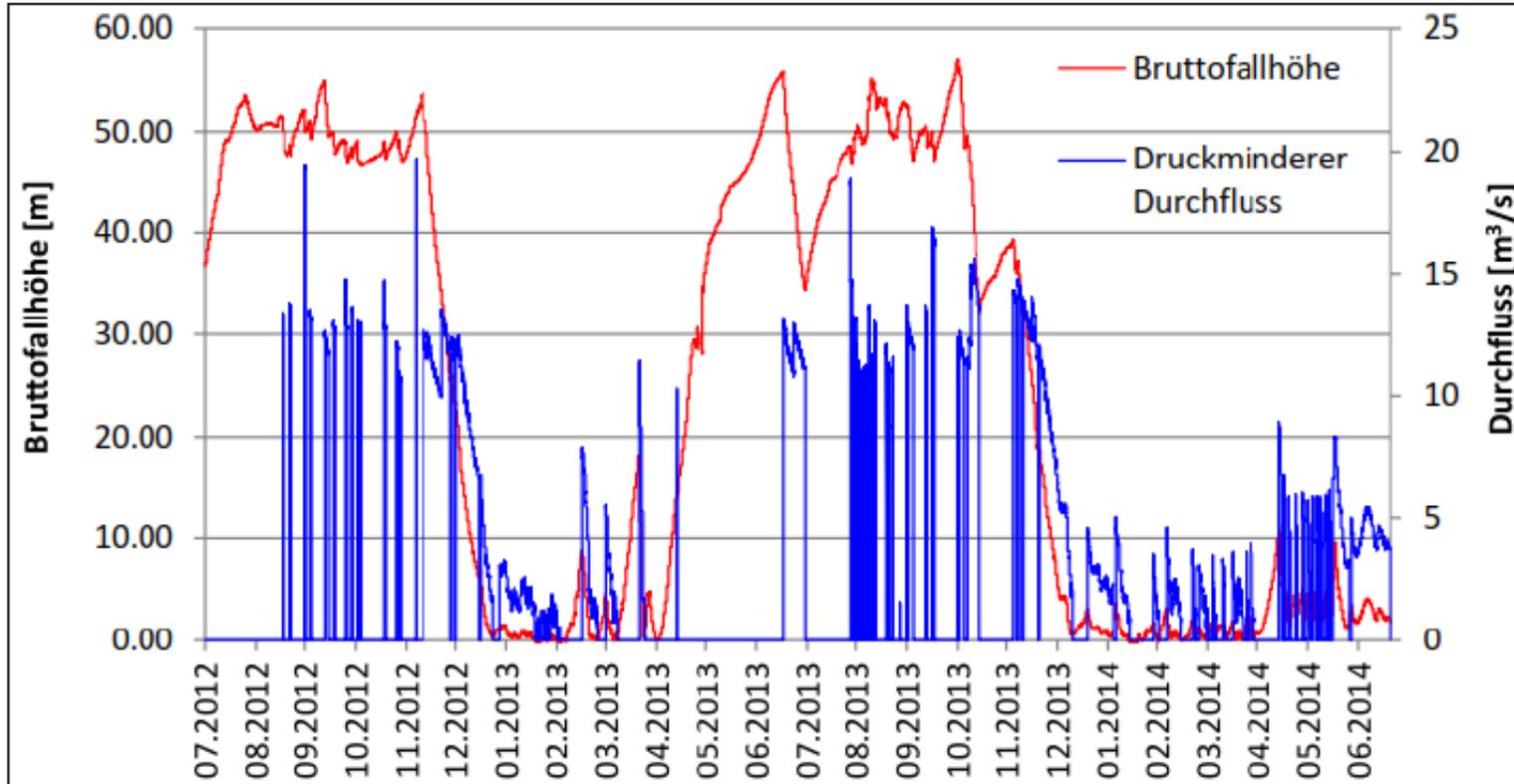


**Druckminderer (Kammer)
einzig sinnvoller „Angriffspunkt“ für
Energienutzung**

Situation Druckminderer



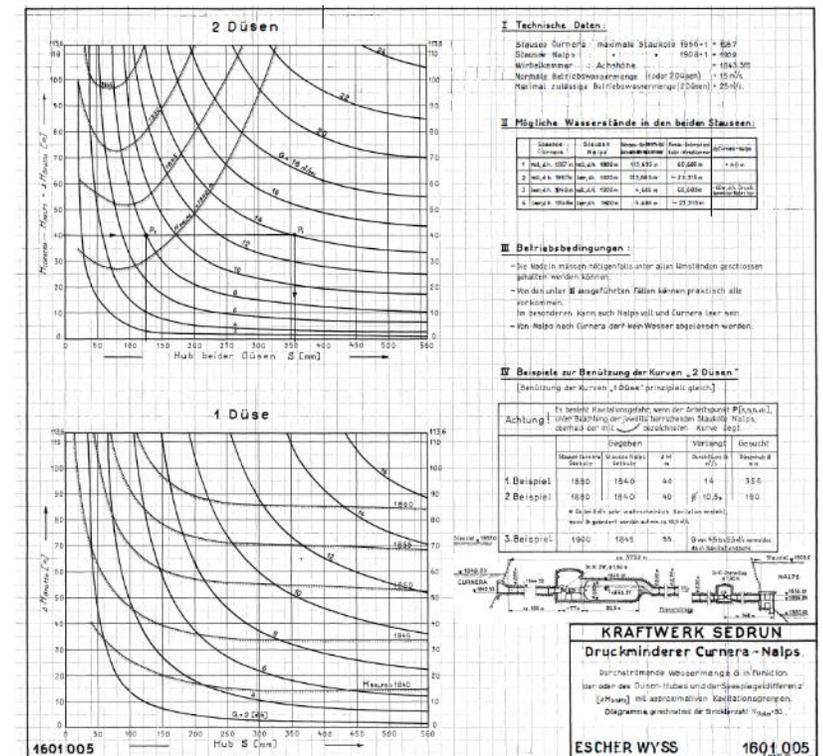
Betrieb Überleitung, Auslegung Druckminderer



Auswertung Betriebsdaten:
Druckminderer in Betrieb: 2012 bis 2014
 ca. 35 bis 40% pro Jahr
Jährliche Überleitung Curnera-Nalps: 53 bis 66 Mio. m³ pro Jahr
Fallhöhenbereich: 5 bis rund 55 m
Durchflussbereich: 3 bis rund 13 m³/s

Düsenkurven Druckminderer (ehemals Escher Wyss):

- Durchfluss vs. Düsenhub
- Unterschiedliche Druckhöhen (H)
- 1- und 2-Düsenbetrieb



Festlegung Betriebsbereich

Definition Betriebsbereich

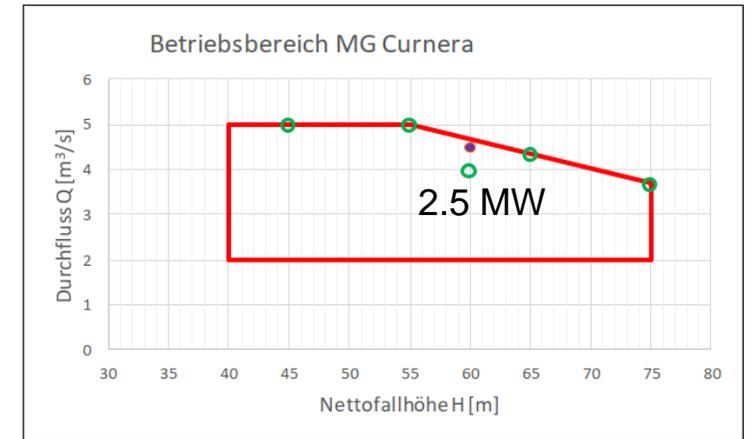
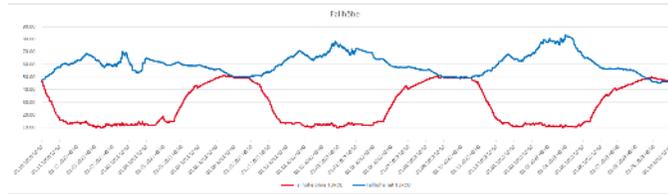
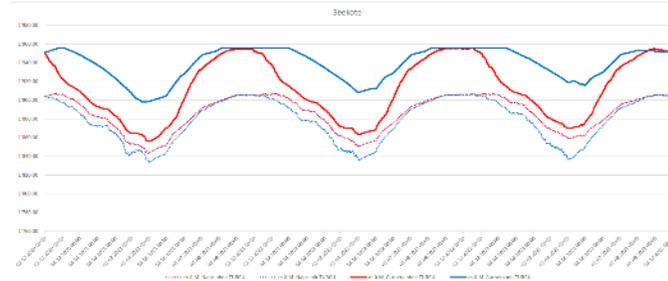
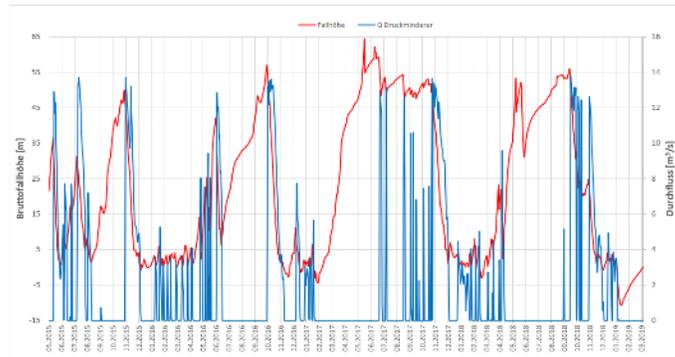
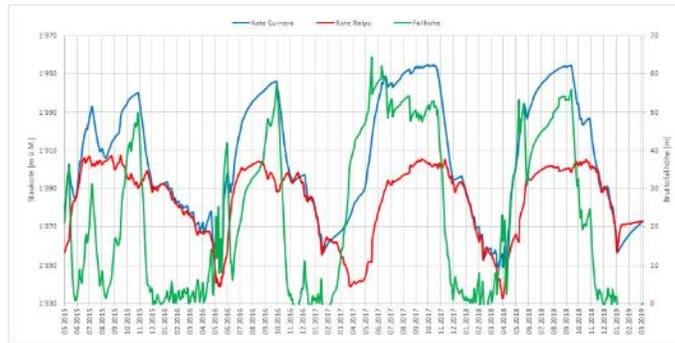
Analysen Ist

+

Simulationen Soll

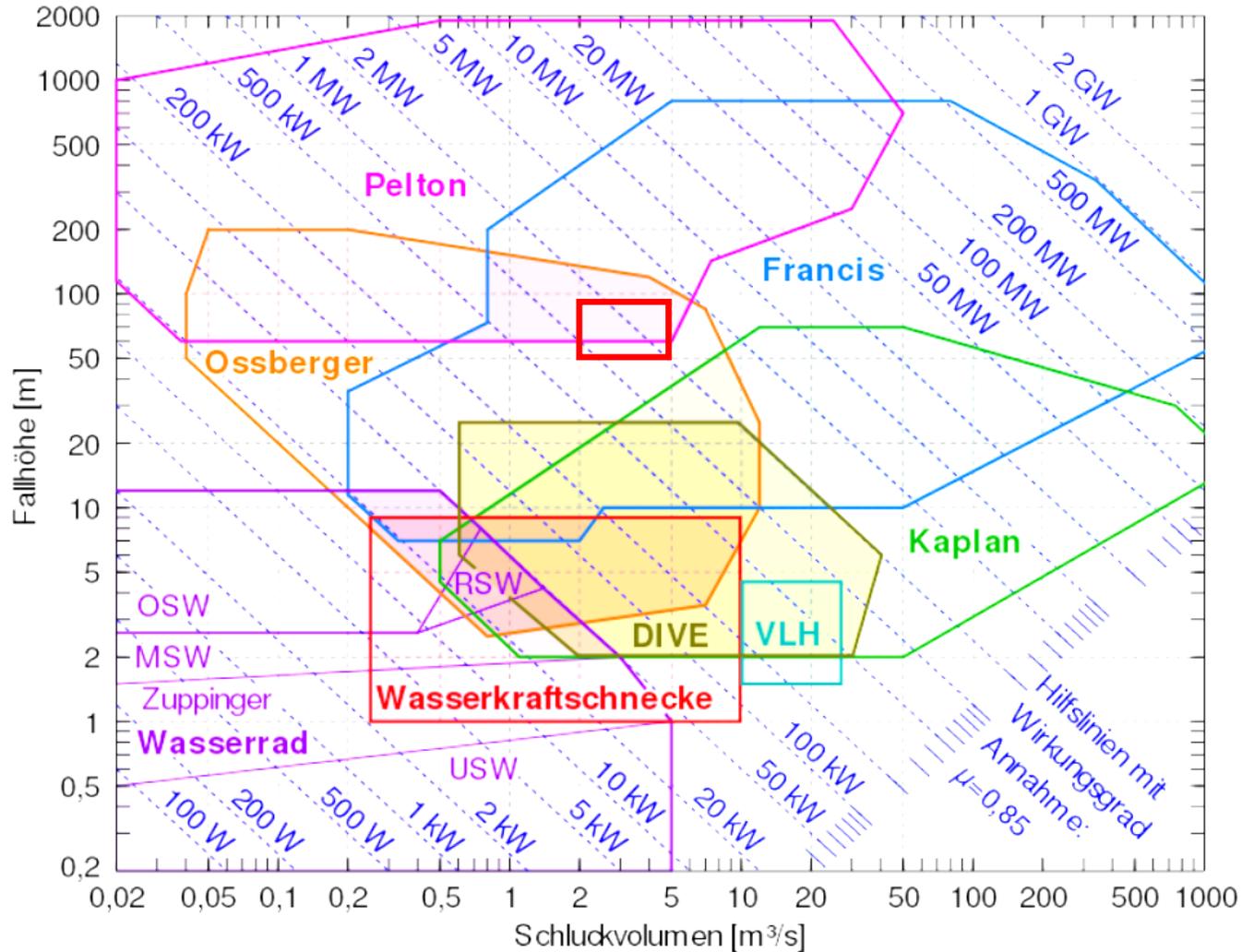
=

Betriebsbereich



**Erzielbares Potential
rund 8 bis 10 GWh**

Auswahl Hydraulische Maschine



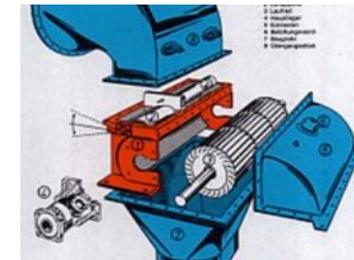
Kaplan



Pelton



Durchströmturbine



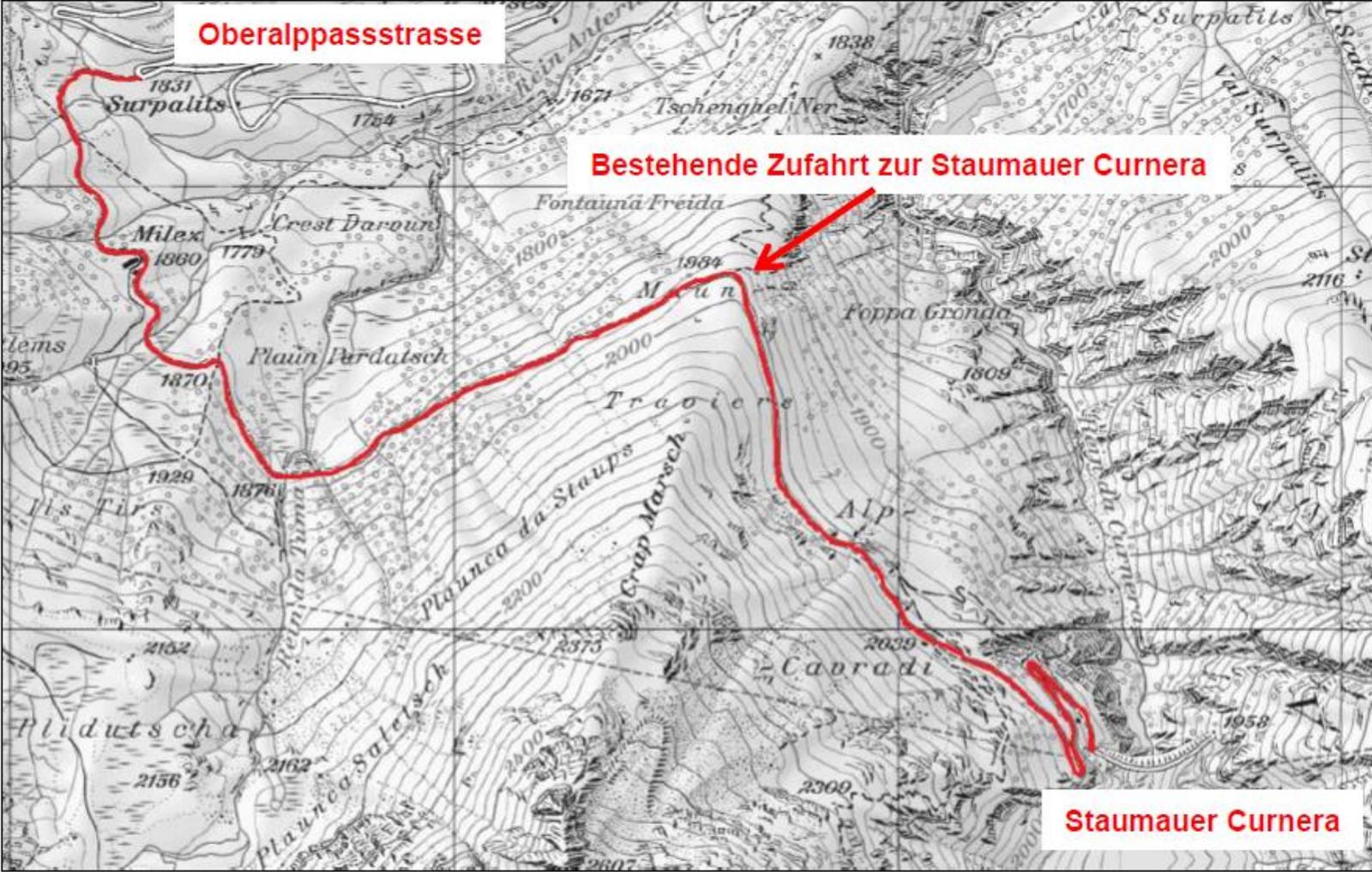
Francis



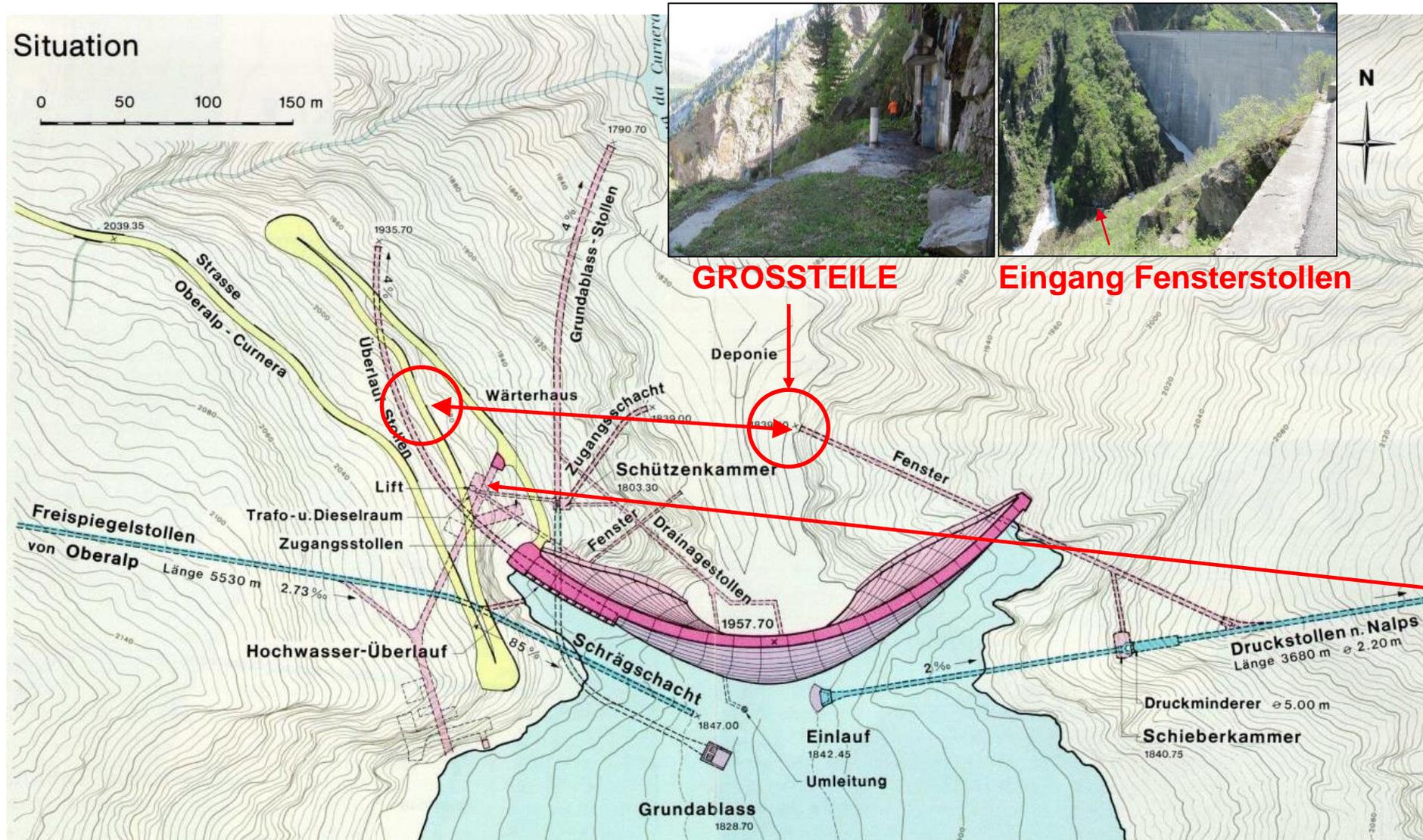
Anspruchsvolle Randbedingungen



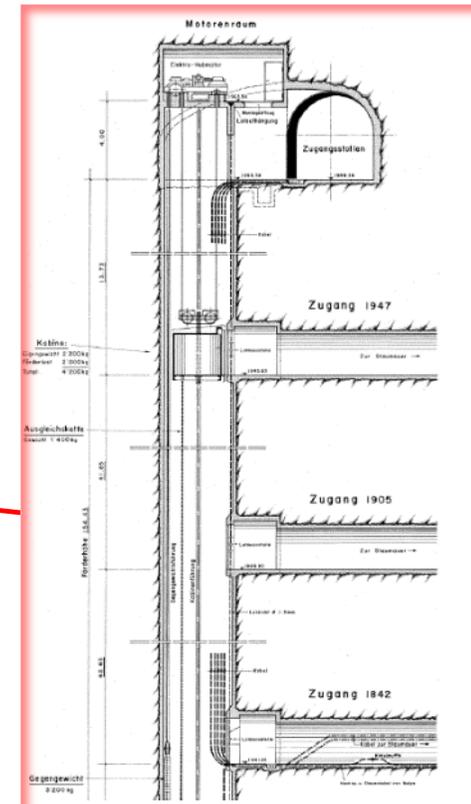
Zufahrt Curnera – «der einfache Teil»



Stauanlage – «...jetzt wird es anspruchsvoll...»



KLEINTEILE
Lift in Staumauer
(2 t, 1.6 m Türbreite)

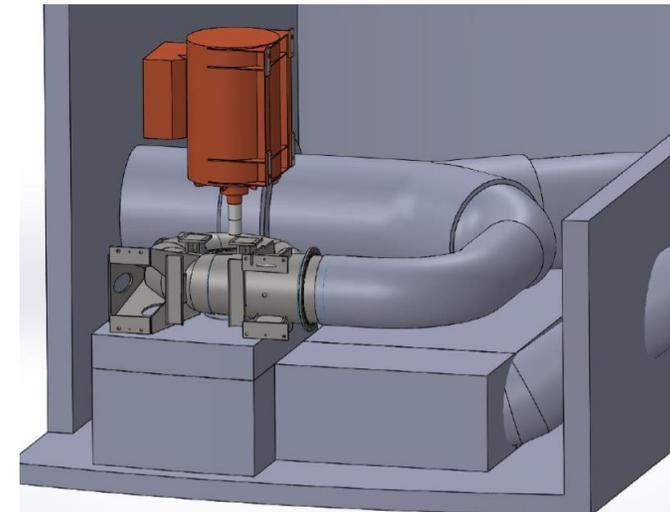
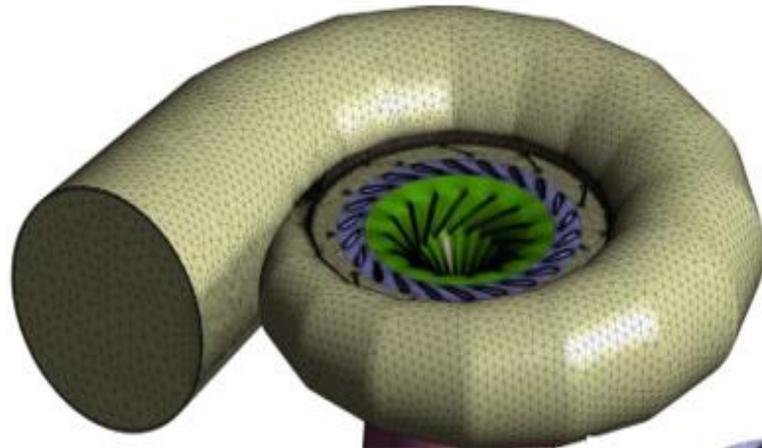
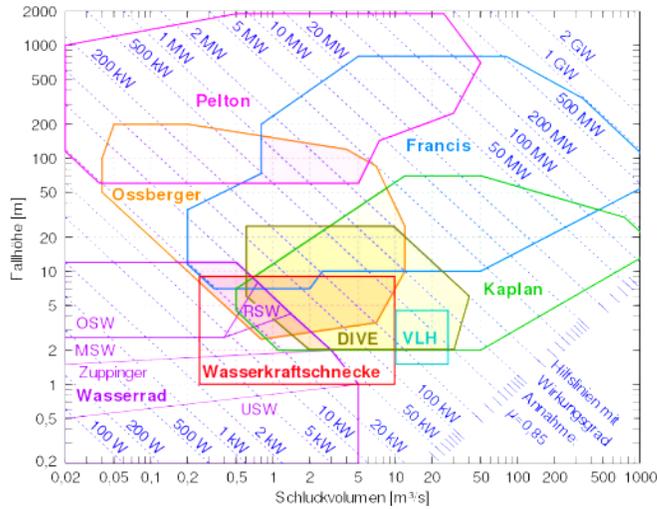


Schieberkammer

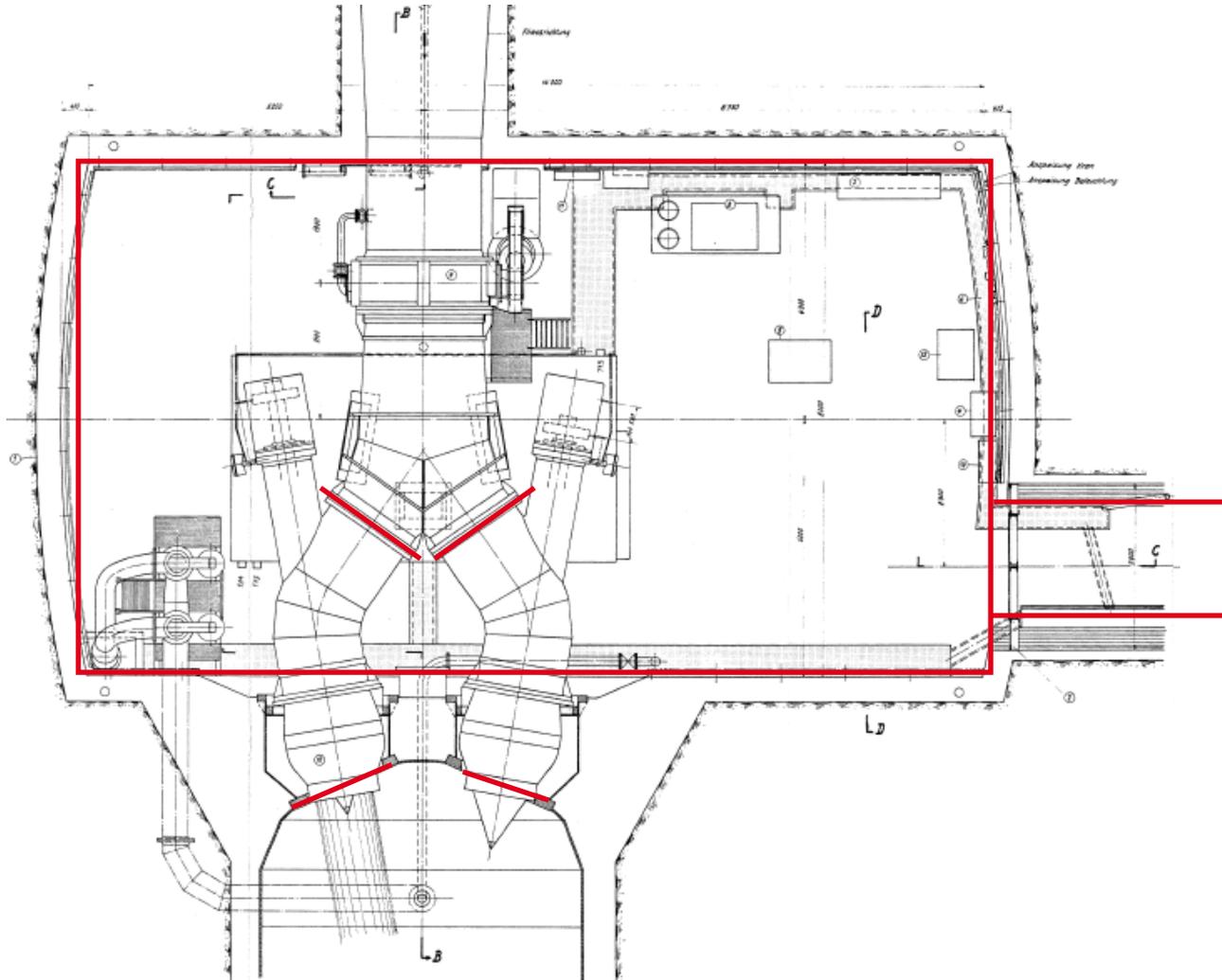


- **Äusserste enge Platzverhältnisse**
- **Eine Düse muss verfügbar bleiben, falls MG nicht verfügbar**
- **Platz für Revision Düse des Druckminderers, der Drosselklappe und MG notwendig**

Konstruktion und Auslegung MG



Schnittstellen



Bau

- Kein Ausbruch der Kammer möglich – minimale bauliche Anpassungen (ansonsten Projekt unwirtschaftlich)
- Keine Anpassung Zugang

Mechanisch

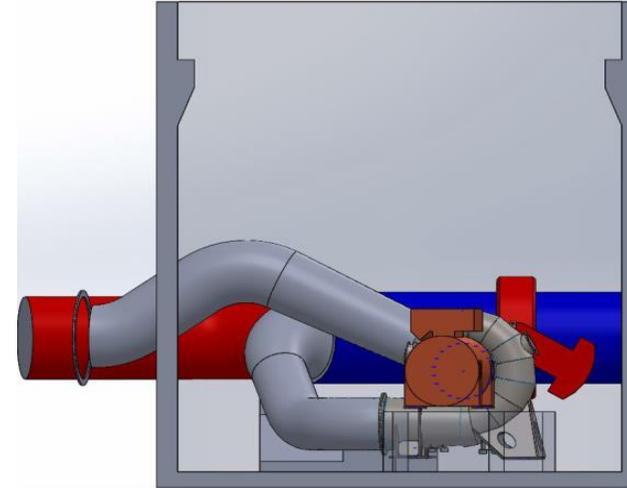
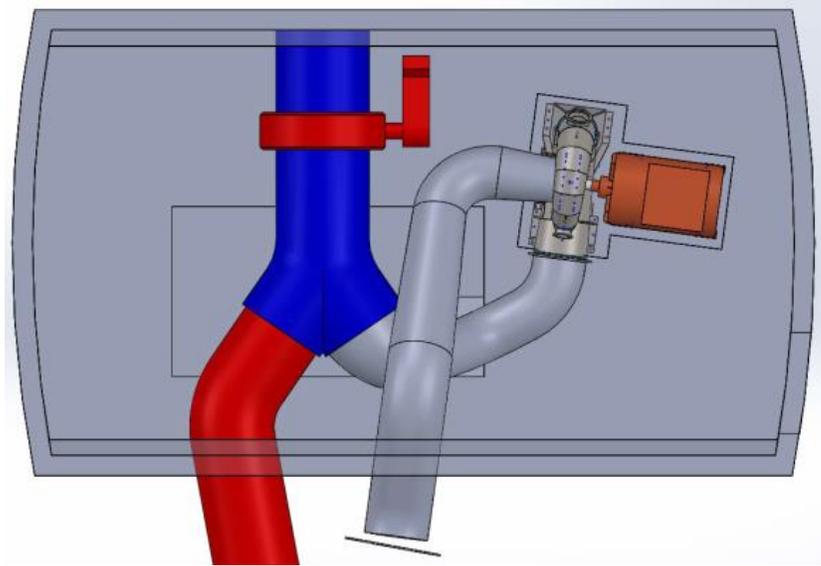
- Flansche Hosenrohr
- Flansche Wirbelkammer

Elektrisch, Leittechnik

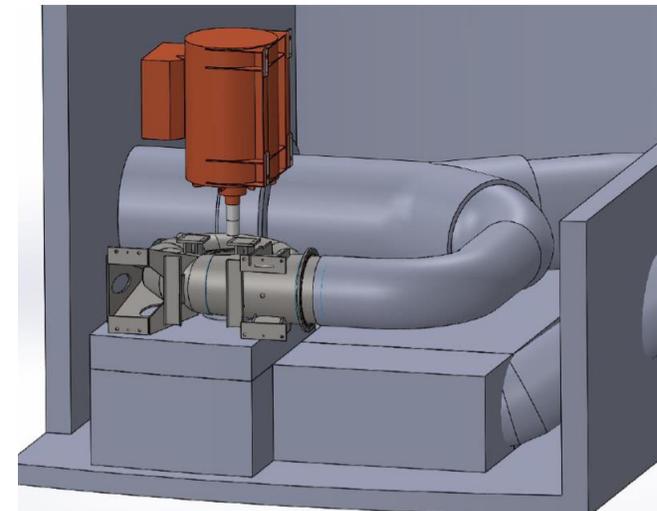
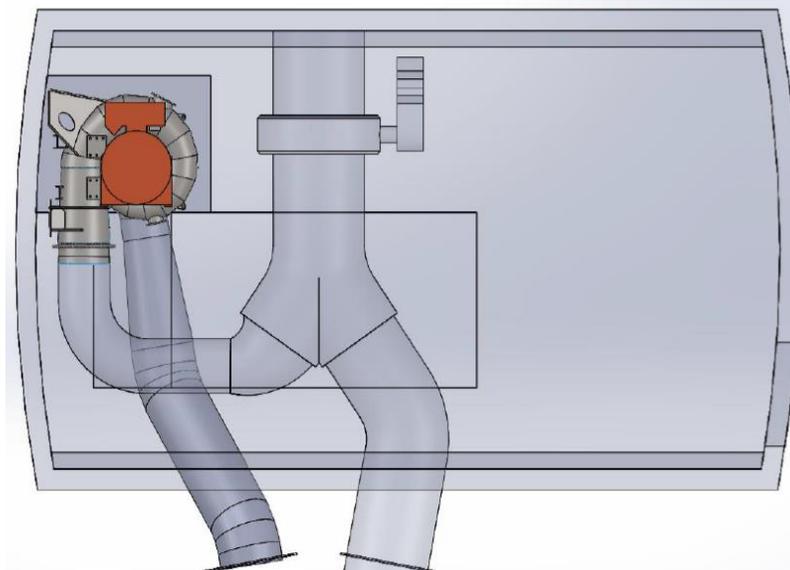
- Bestehende Versorgung Stauanlage
- Netzwerk bestehende Leittechnik

Aufstellungsart Maschinengruppe

**Horizontale
Wellenachse**

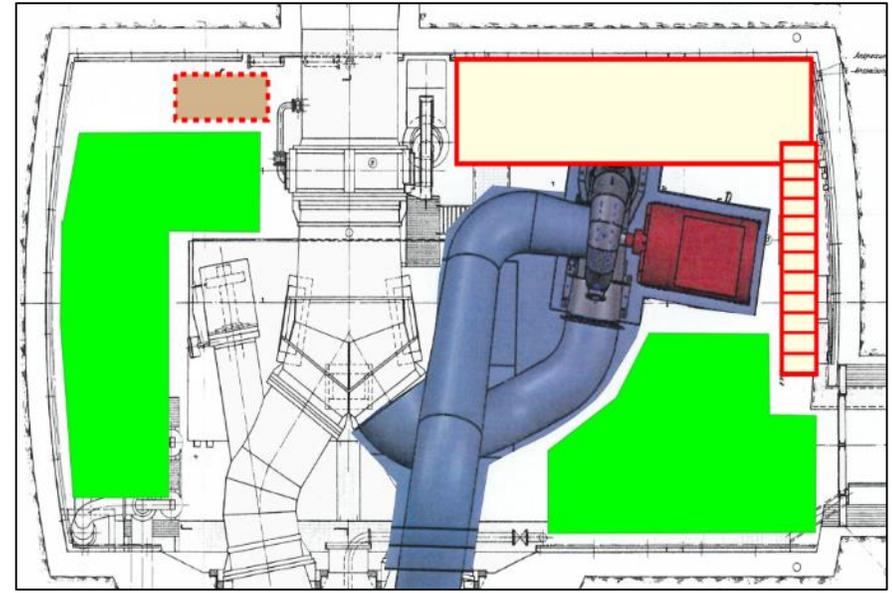
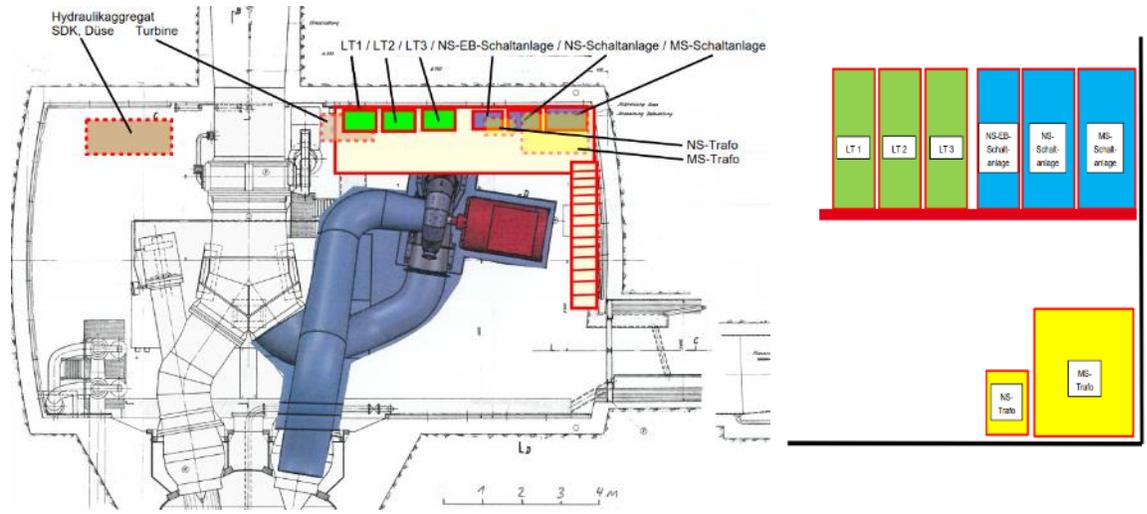


**Vertikale
Wellenachse**

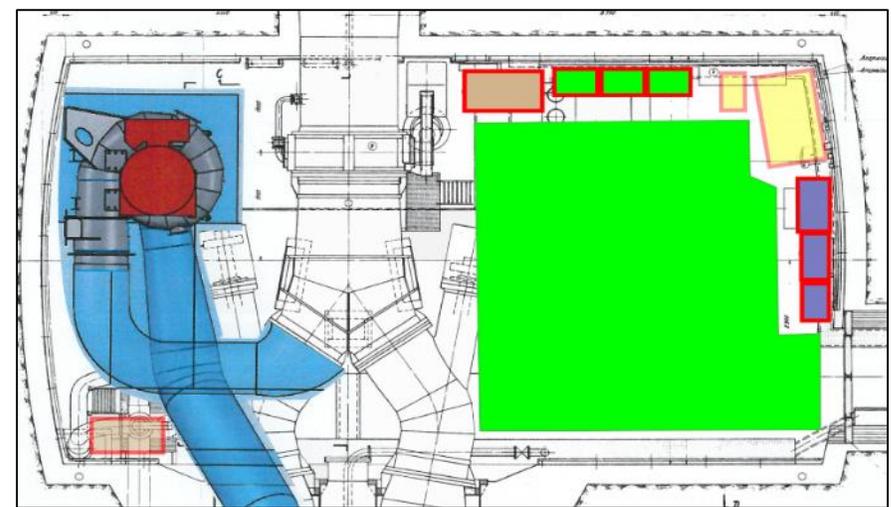
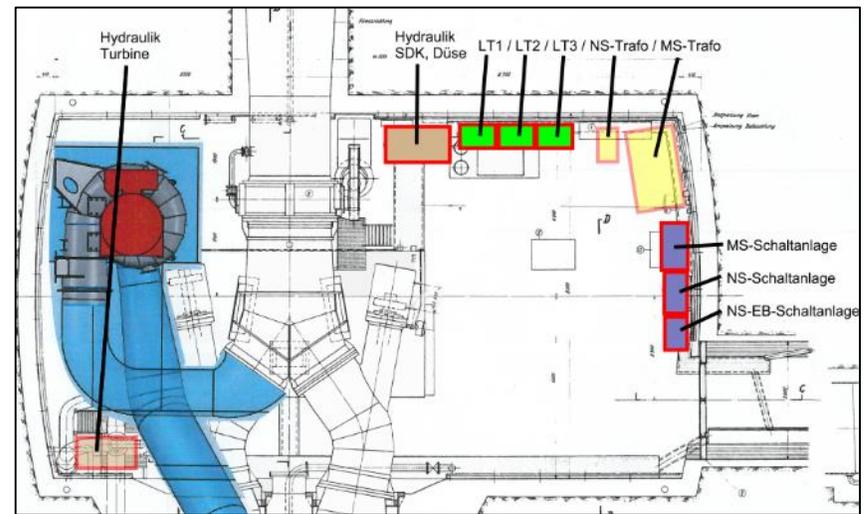


Weitere Komponenten und Revisionsflächen

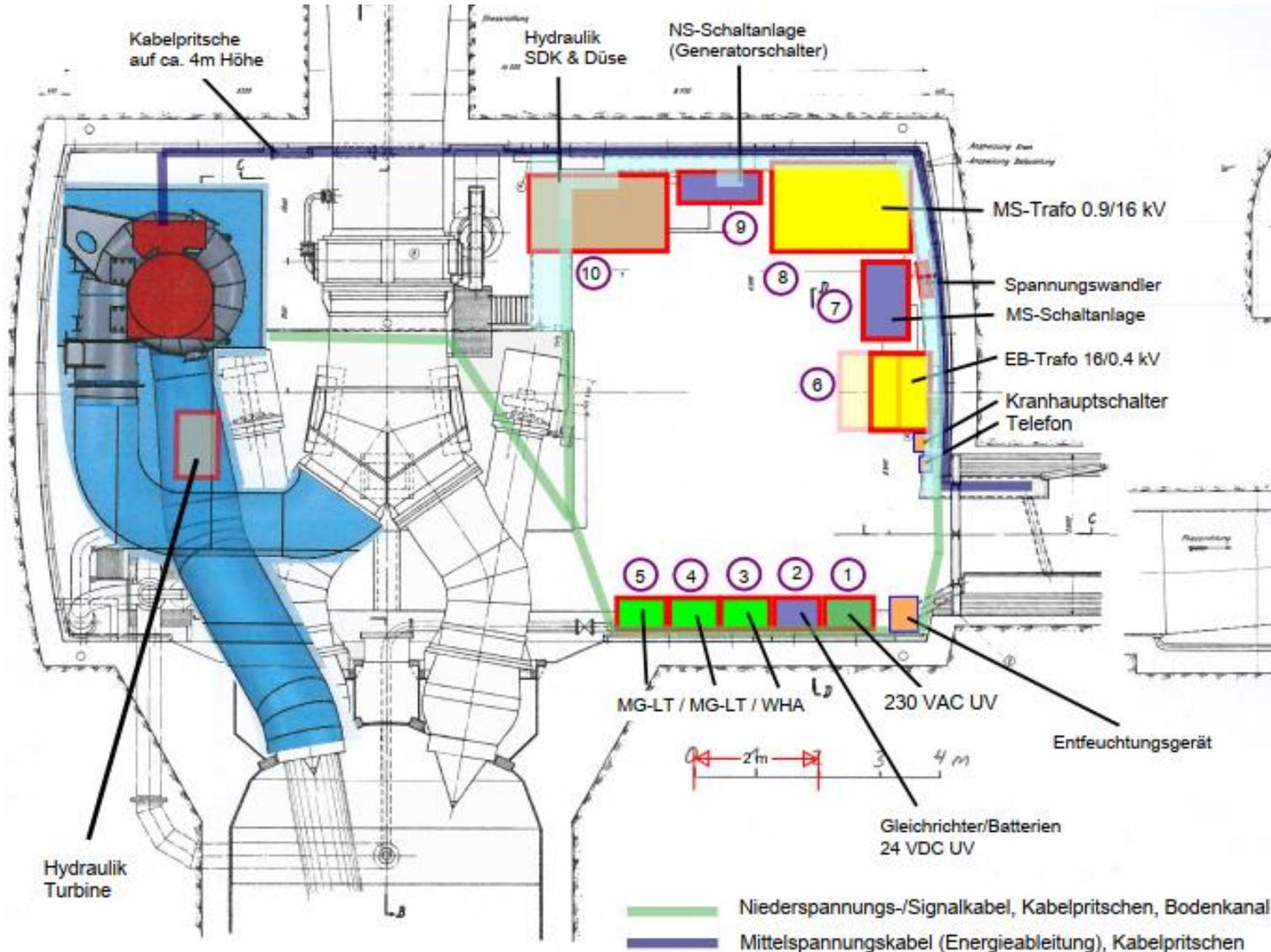
Horizontale Wellenachse



Vertikale Wellenachse



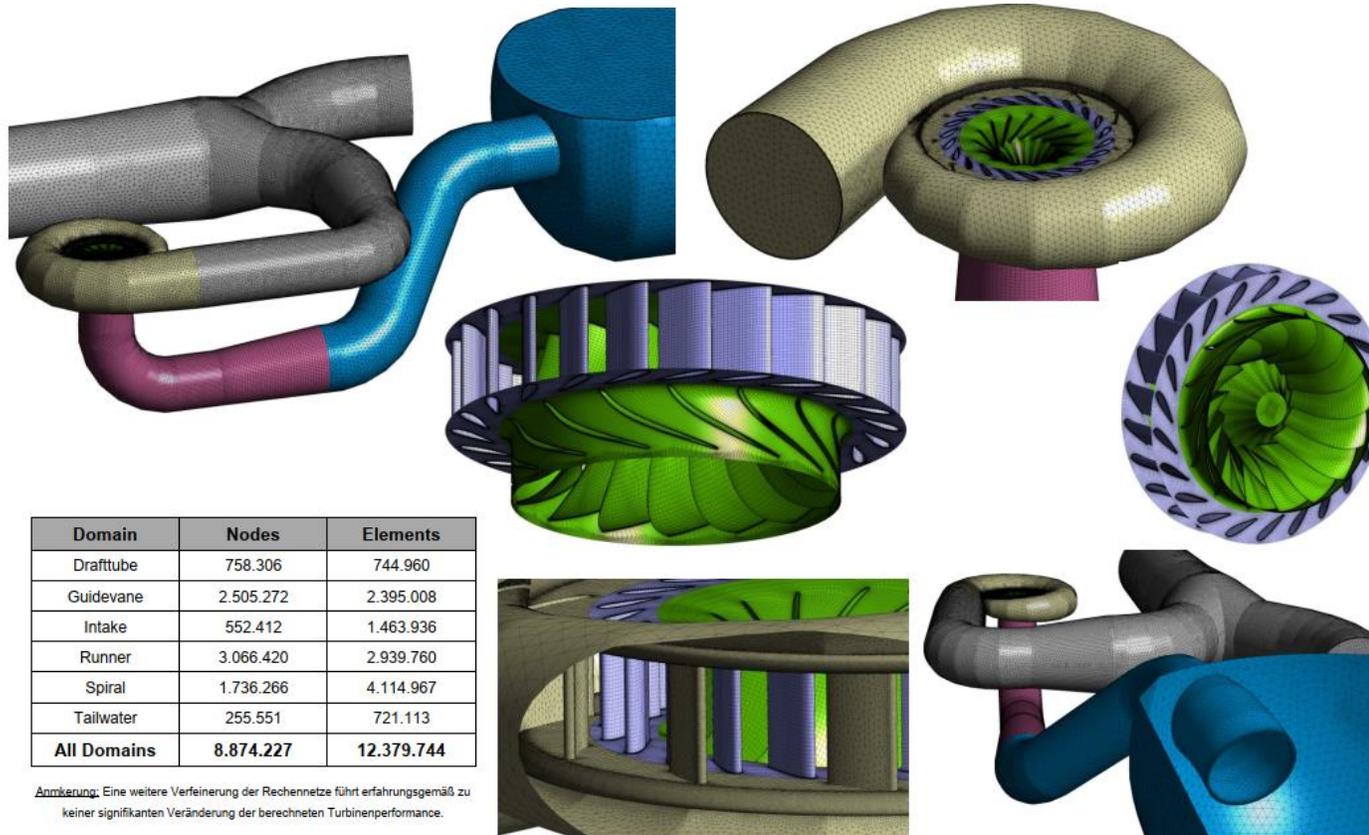
Finale Anordnung, Kammer Druckminderer



- 1 400/230-VAC-UV - Schrank 800x600mm
- 2 Gleichrichter/24-VDC-UV - Schrank 800x600mm
- 3 Wasserhaushalt (SDK&Düse)-Schrank 800x600mm
- 4 MG-Schutz/MCC-Schrank 800x600mm
- 5 MG-Steuerung-Schrank 800x600mm
- 6 NS-EB-Trafo 16/0.4kV 1'300x1'000mm
- 7 MS-Schaltanlage 1'400x850mm
- 8 MS-Trafo 0.9/16kV 2'300x1'600mm
- 9 Genoschalter-Schrank 1'400x600mm
- 10 Hydraulikaggregat SDK&Düse 2'140x1'240mm

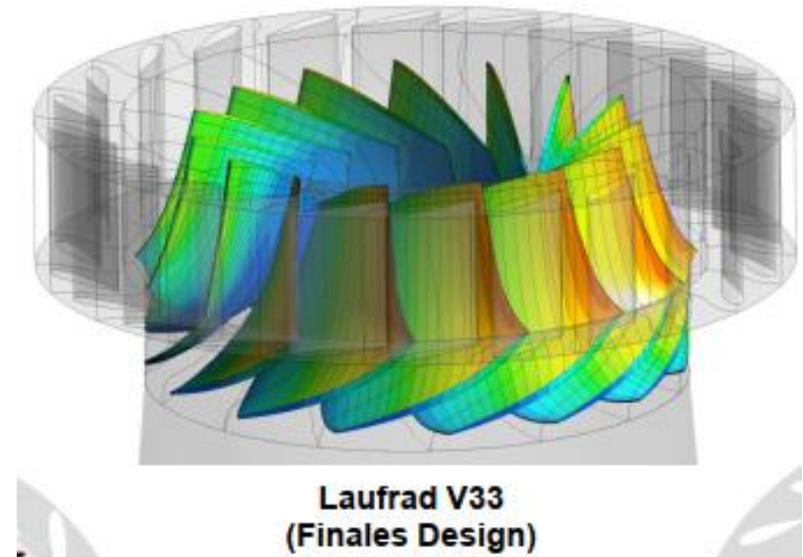
Auslegung Turbine

Auslegung Turbine durch TU Graz (> 33 Laufrad- und 6 Leitschaufelvarianten)



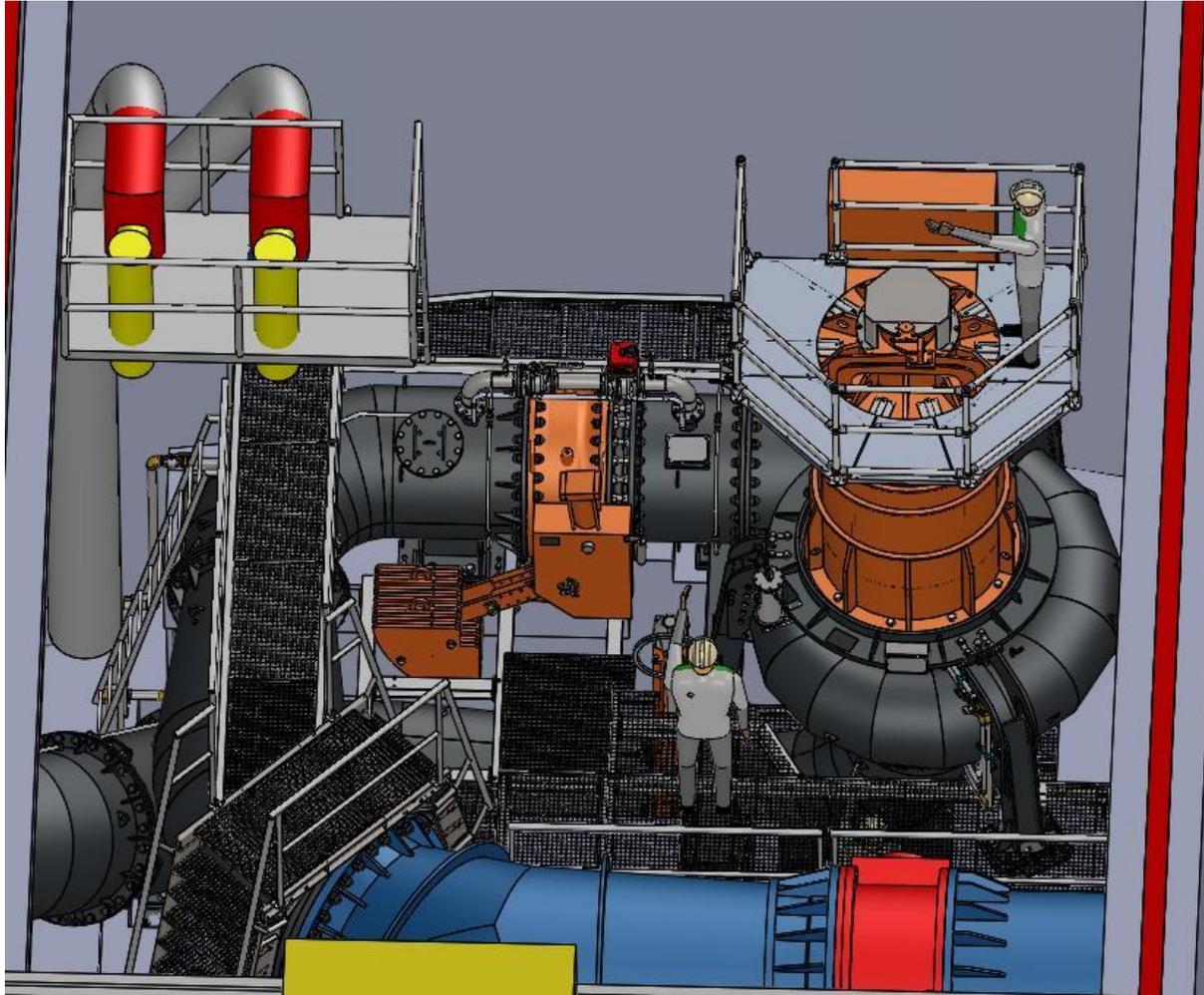
Domain	Nodes	Elements
Drafftube	758.306	744.960
Guidevane	2.505.272	2.395.008
Intake	552.412	1.463.936
Runner	3.066.420	2.939.760
Spiral	1.736.266	4.114.967
Tailwater	255.551	721.113
All Domains	8.874.227	12.379.744

Anmerkung: Eine weitere Verfeinerung der Rechenetze führt erfahrungsgemäß zu keiner signifikanten Veränderung der berechneten Turbinenperformance.



**Laufrad V33
(Finales Design)**

Finales Layout, Auslegung Maschinengruppe



- **Technischen Daten Turbine**
 - Fallhöhe (H_n/H_{max}) 60 / 70 m
 - Durchfluss (Q_n/Q_{max}) 4 / 5 m³/s
 - Leistung ca. 2.5 MW
 - Drehzahl 750 min⁻¹
 - LR Durchmesser 780 mm
- **Technische Daten Generator**
 - Scheinleistung 2.5 MVA
 - Cos(phi) 0.85
 - Spannung 900 V
 - Aufstellung 1'840 m ü.M.
- **Abschlussorgane**
 - Drosselklappe vor Turbine (DN1000)
 - Plattenschieber nach Turbine (DN900)
- **Gewichte**
 - Turbine ca. 27'000 kg
 - Generator ca. 12'500 kg

Realisierung «... endlich geht es los...»

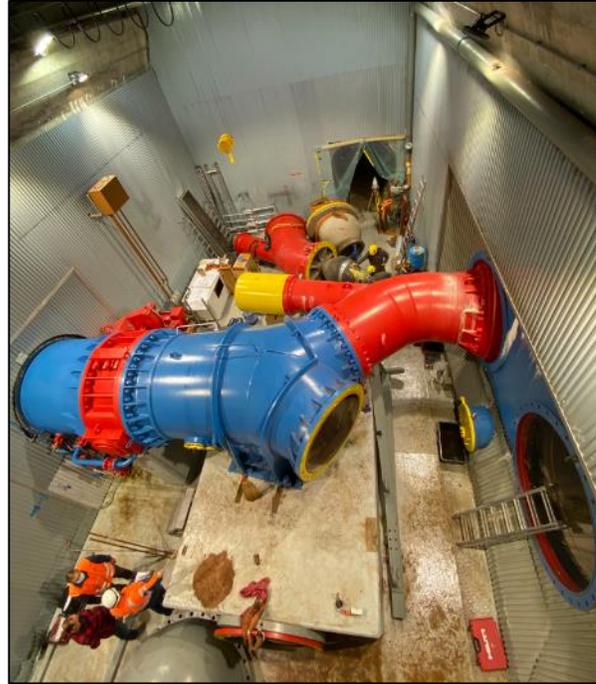


Start am 17. Mai 2021 - Strassenräumung



Schwieriger Start aufgrund Schnee- und Lawinensituation, teils bis 8 m Schnee.

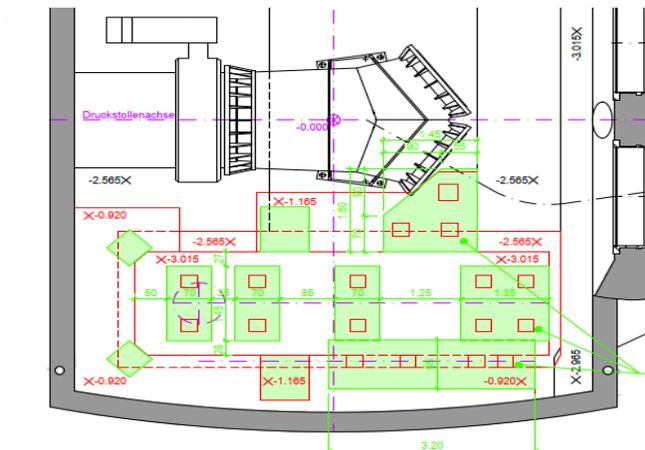
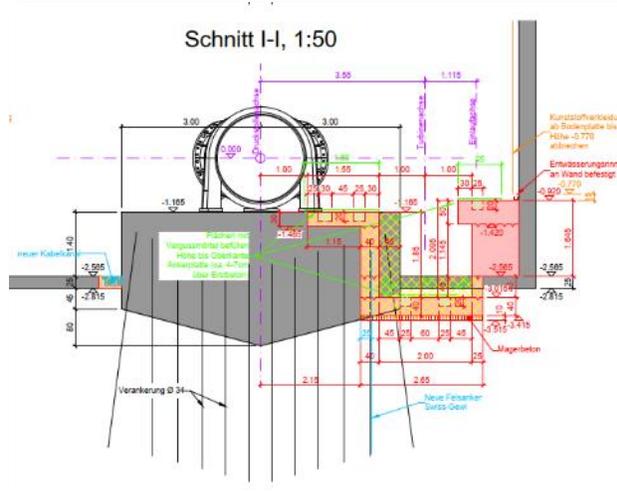
Beginn der Arbeiten vor Ort, 7. Juni 2021



- **Düsendemontage vom 09. bis 11. Juni 2021**
- **Vorbereitungsarbeiten für bauliche Anpassungen**

Bauarbeiten

Fundament MG, Anpassungen Fundament Hosenrohr

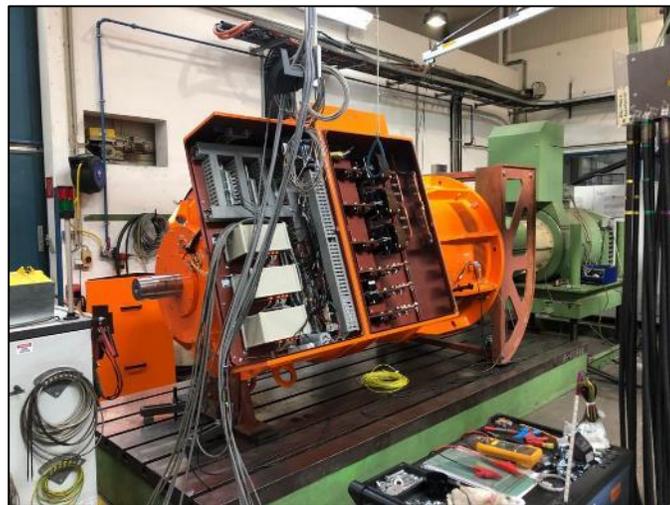


Bauarbeiten

Komplexe Materiallogistik, enge Platzverhältnisse



Fertigung der Komponenten der MG



WIBN SDK und DM zeitkritisch



- Werksabnahmen Hydraulikaggregat, Steuerung Mitte Juli 2021.
- Montage Aggregat und Steuerschränke Ende Juli 2021.
- Erfolgreiche Inbetriebnahme am 05. Aug. 2021 abgeschlossen.
- Wassertransport nach Nalps vom 05.08.2021 bis 16.08.2021, ca. 10 Mio. m³

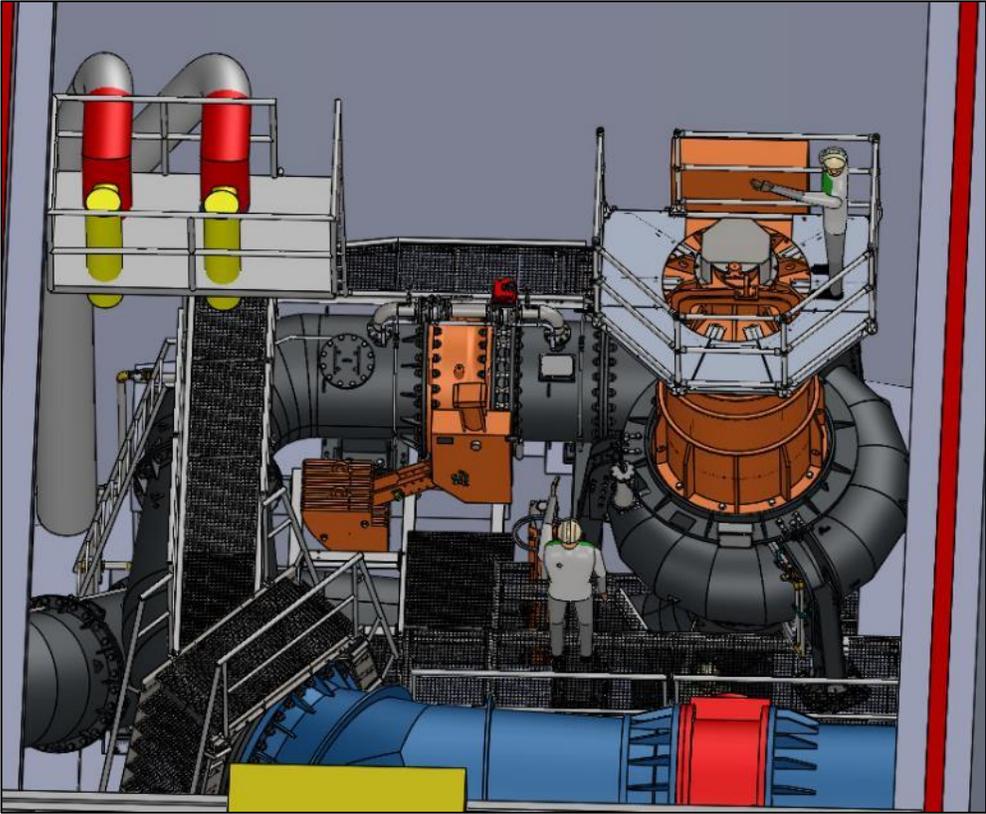
Die ersten Grossteile treffen ein...



Die Maschinengruppe entsteht...



Von der Idee zur Realität



Kosten und Termine



Von der Projektidee bis zur Realisierung



Studie

Kraftwerke Vorderrhein AG
Kraftwerk Sedrun / Druckminderer Curnera
Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
"Certificate of advanced studies" (CAS) Projektarbeit
Ersatz Druckminderer durch Energienutzung



Bruno Zanetti HTK M
H 15885
24. September 2014

Aspo Power AG | Hydroenergy
Pantorama 21 | CH-9501 | Sion
T +41 79 200 31 11 | F +41 79 200 31 00 | www.aspo.com

**CAS
(2014)**

Bericht

Kraftwerke Vorderrhein AG
Druckminderer-Kraftwerk Curnera
Hauptprojekt
Einbau Maschinengruppe in die Druckmindererkammer Curnera

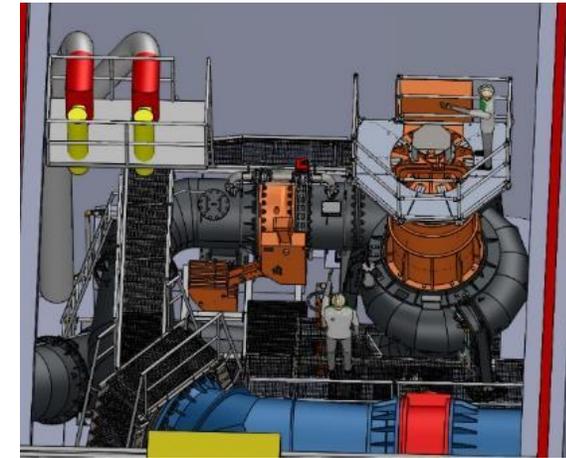


Schlapp André HTK M
Egger Roland HTK-E
Wagner Swan HTK-L
Wetli Dominique HTW-B
Mikani Sina HTW-U
Benoit Jean François HAB
20. Februar 2020
Ref. Nr. H 17233

**Bewillig.projekt (2016)
Bauprojekt (2020)**



**Ausschreibung
(2020 - 2021)**



Realisierung (2020-2021)

rund 7 Jahre

Kosten und Wirtschaftlichkeit

- **Projektkredit rund 3 Mio. EUR**
- **Die Wirtschaftlichkeit des Projekts übertrifft die Konzernvorgaben**

«Zwei aktuelle Projekte der Axpo»

AlpinSolar (www.alpinsolar.ch)

- Grösstes hochalpines Solarkraftwerk der Schweiz
- Medial äusserst präsent
- Auf 2500 m ü.M. - Staumauer Muttsee (PSW Limmern)
- 2.2 MW, ca. 3.3 GWh, ca. 700 4-Personenhaushalte
- Investition > 7 Mio. EUR, Energiekosten > Marktpreis



© Axpo, Praktikerkonferenz Sept. 2021

TURCU

- Nutzung bestehendes Energiepotential
- Überleitung zweier Stauseen, auf 1900 m ü.M.
- Medial nicht präsent
- 2.5 MW, ca. 8-10 GWh, ca. 1600 4-Personenhaushalte
- Investition 3 Mio. EUR, Projekt ist wirtschaftlich



Zusammenfassung - Erfolgsfaktoren



Zusammenfassung - Erfolgsfaktoren

- «... es braucht einen langen Atem ... sich nicht entmutigen lassen...»
- Schwierige Projekte müssen aufgeteilt werden (z.B. Logistik, Einbindung in Gesamtanlage)
- «...es gibt sicher noch Potentiale in bestehenden Anlagen ... an den guten (einfachen) Standorten steht bereits ein Kraftwerk...»
- **Das Projekt war/ist für Axpo und alle Involvierten - trotz der eher geringen Grösse - äusserst spannend und das ganze Team ist hochmotiviert.**

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit**