

An aerial photograph of a dam and reservoir. The reservoir is a large, dark blue-green body of water on the left side of the image. A long, narrow dam structure extends from the reservoir towards the right. To the right of the dam, a river flows through a dense green forest. The overall scene is lush and green, with sunlight filtering through the trees.

alperia

Herausforderungen am Strommarkt – Auswirkungen auf die Instandhaltung von Wasserkraftwerken

Dieter Theiner
Alperia Greenpower GmbH
PWI Vortrag, Universität Innsbruck
19.03.2026

*energie
neu gedacht*

Wasserkraft - "Urgestein der Energie" - aber unter Transformationsdruck



- Vom Grundlast- zum Flexibilitätslieferant
- Erhalt der Betriebsbereitschaft bei Effizienzsteigerung (Anlagenalter), beschränkte Möglichkeiten zum Anlagenneubau
- Klima, Ökologie, und Nutzungsdruck

Organisation und Budgetprozess für die Instandhaltungsplanung - "Alte und neue Randbedingungen"

Beispiel: Einfluss des Klimawandels auf die Lebensdauer von Kraftwerkskomponenten

Beispiel: Interaktion Stakeholder Landwirtschaft - Erhöhter Bedarf für Trockenberegnung und Frostschutzberegnung

Beispiel: Stauraumspülung Mühlbacher Stausee

Beispiel: Assessment Druckrohrleitungen – Kraftwerk St. Pankraz

Beispiel: Assessment Stauanlagen – Zogglers Stausee und Reschensee

Beispiel: Cybersecurity – NIS

Die Natur ist die Quelle unserer Energie

alperia

Wir führen

35

Wasserkraftwerke

Wir führen

7

Fernheizwerke

Wir sind ein Team von

1.295

Personen

Wir verwalten

9.430 km

Stromleitungen

Wir beliefern über

486.000

Kunden

Wir führen

1.750

Ladepunkte für E-Fahrzeuge

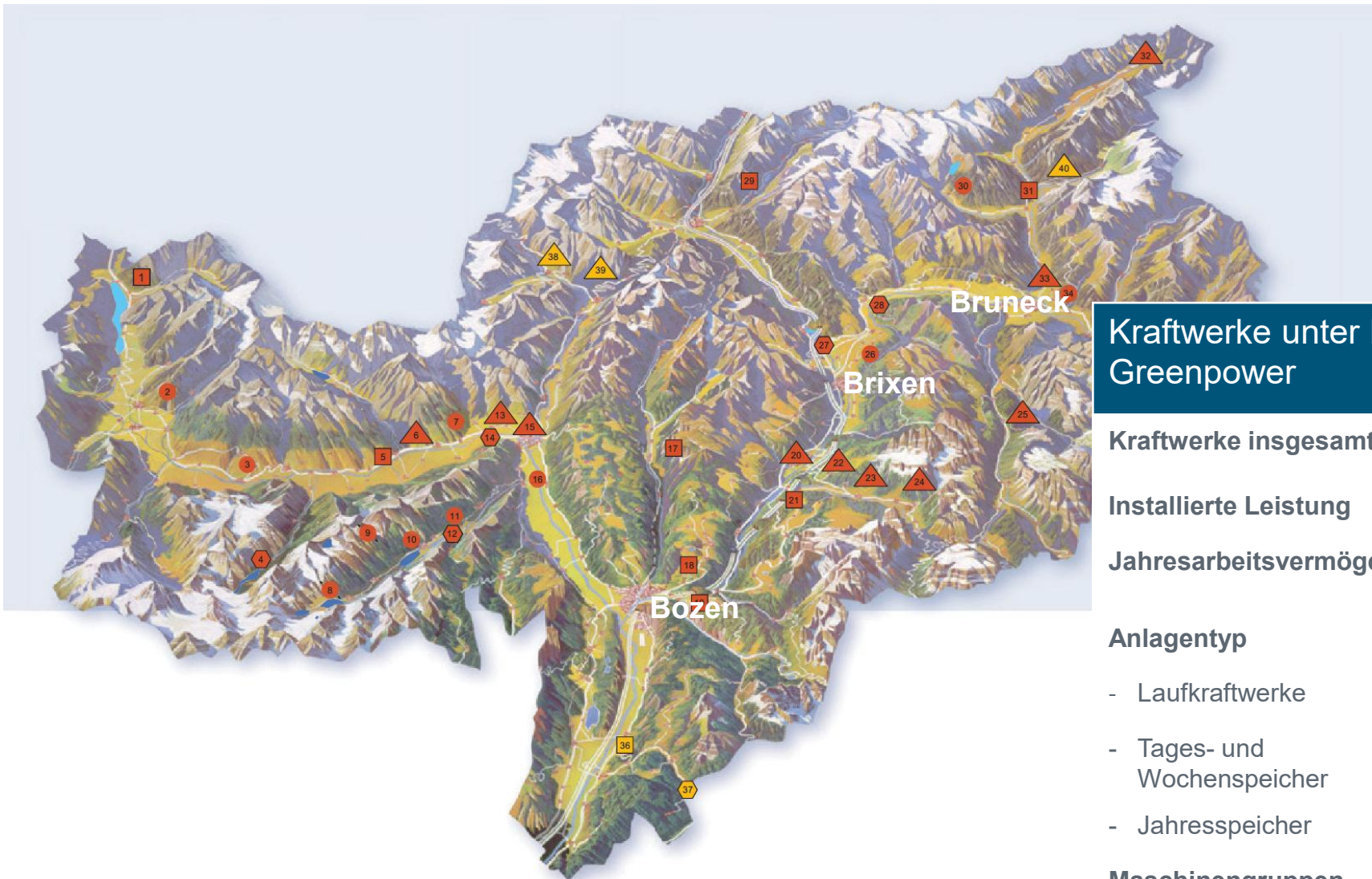
Übersicht über unsere Anlagen und Organisationsstruktur



Insgesamt 35 Kraftwerke unterteilt auf 4 Logistikeinheiten "Zonen"

alperia

Durchschnittsalter der Anlagen ca. 65 Jahre (teilweise über 100 Jahre!)



Kraftwerke unter Betriebsführung von Alperia Greenpower

Kraftwerke insgesamt	35
Installierte Leistung	Circa 1300 MW
Jahresarbeitsvermögen	Circa 4 TWh / anno
Anlagentyp	
- Laufkraftwerke	19
- Tages- und Wochenspeicher	9
- Jahresspeicher	7
Maschinengruppen	70

Grosse Stauanlagen stehen unter besonderen behördlichen Sicherheitsauflagen

alperia

Große Stauanlagen		> 15 m oder > 1.000.000 m ³
Gesamt		13
Nutzzinhalt		Circa 250 mio. di m ³
Bautyp		
-Bogenstaumauer		4
-Schwergewichtsstaumauer		4
- Erd- oder Steinschüttdamm		5



Triebwasserwege



Triebwasserwege (Druck- und Freispiegelstollen)

160 km

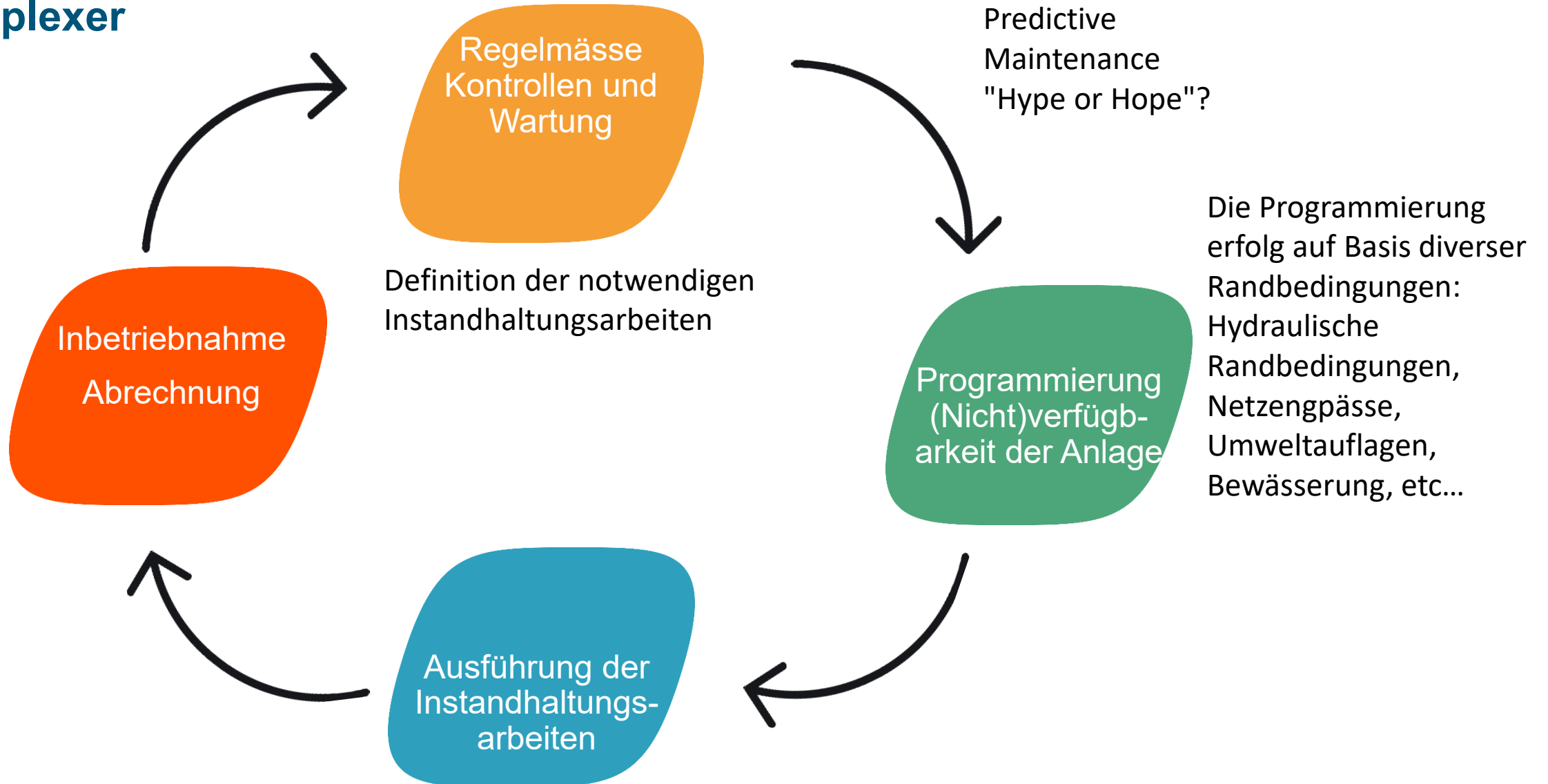
Druckrohrleitungen und Kraftabstiege

21 km

Die Überwachung, Wartung und Instandhaltung der Anlagen als Kernprozess



Energiemarkt, Netzstabilität und Umwelt-Randbedingungen machen die Instandhaltungsplanung zunehmend komplexer

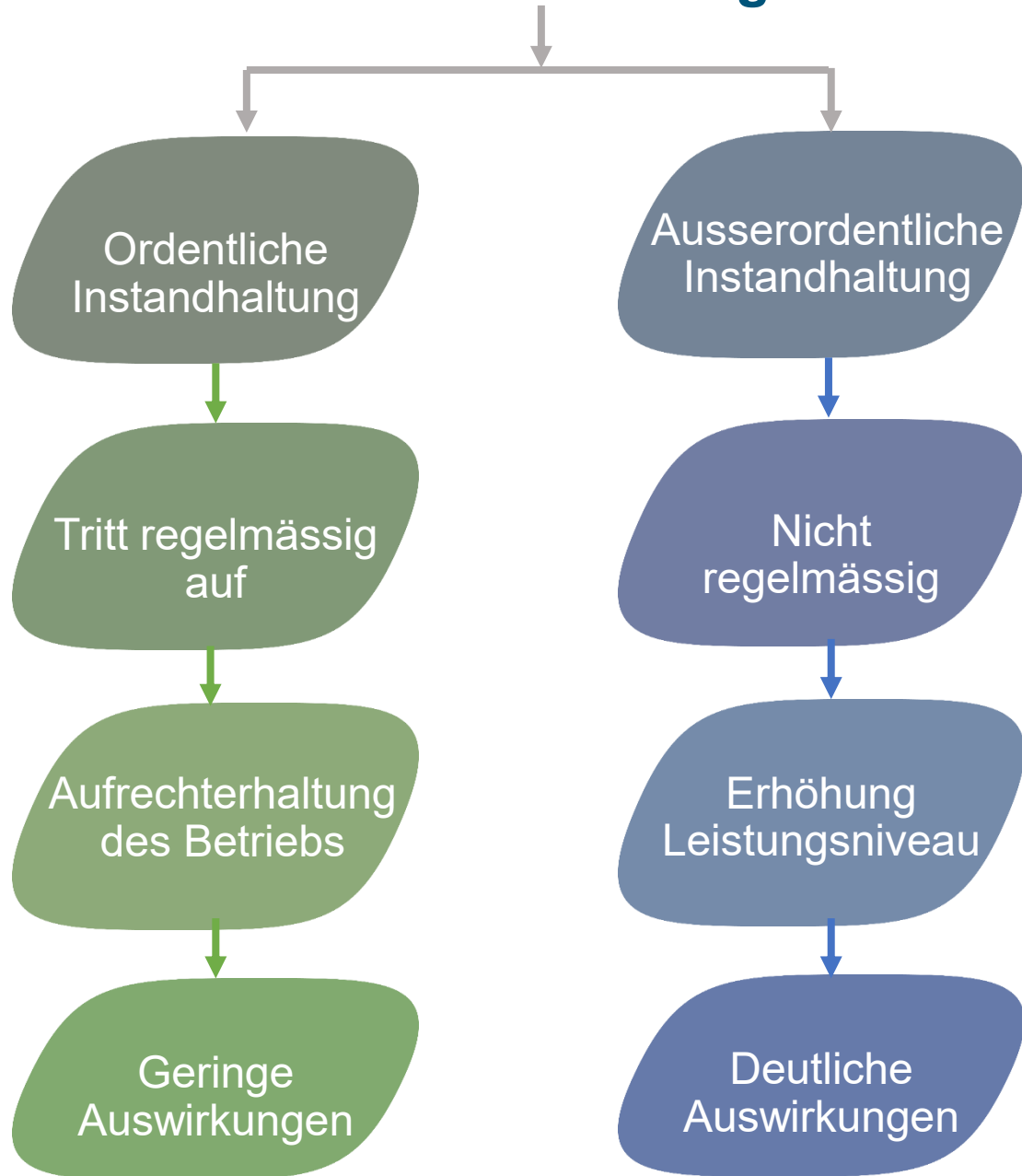


Priorisierung und Ausserbetriebnahmen als zentrales Element in der Instandhaltungsplanung



"year round"	01	Input sammeln	OPEX: Messungen und Kontrollen, Technische Gutachten, "Reserven" für Schadensfälle CAPEX: Große Instandhaltungsmassnahmen, Strategische Projekte (Ausbau, etc...)
Juli - August	02	Priorisierung und Planung Ausserbetriebnahmen	Jahresziele Verfügbarkeit der Anlagen, Verpflichtungen gegenüber HS-Netzbetreiber, Austausch mit allen operativen Funktionen; Priorisierung
Sept - Nov	03	Finanzierungsplan und Genehmigung	Finanzierungsansuchen (EIB, Fonds, Eigenmittel), X-Check Mehrjahresplan und Strategie, Genehmigung Verwaltungsrat
laufend	04	Aktualisierung	Monatliche Ajournierung CAPEX/OPEX Trimestral Bilanz

Instandhaltung



alperia



Die ordentliche Instandhaltung

Die ordentliche Instandhaltung umfasst alle vorhergesehenen («programmierten») und wiederkehrenden Aktivitäten, um die Sicherheit und Anlageneffizienz zu garantieren. Regelmässige Kontrollen, Predictive Maintenance, kleiner Eingriffe, Ausfälle mit geringeren Auswirkungen; Wiederinbetriebnahme.

Beispiele:

Elektromechanik: Kontrollen und kleinere regelmässige Reparaturen bei Turbinen und Generatoren, Austausch von Verschleissteilen

Bauliche Komponenten: Inspektion der Wasserfassungen, Rohrleitungen und Rückgabebauwerke, Instandhaltung der Sekundärbauwerke

Betrieb: Funktionsproben, Ferneitstelle



Die ausserordentliche Instandhaltung

Höherer Grad der Komplexität und (relevante) Stillstandszeiten an den Anlagen erforderlich

Notwendige Vorlaufzeiten für Projektierung, Genehmigungsverfahren.

Relevante Budgets

Beispiele

- **Bau:** Strukturell relevante Massnahmen an Entnahmebauwerken, Austausch von Druckrohrleitungen
- **Elektromechanik:** Austausch von Rohrbruchklappen und hydraulischen Antrieben
- **Umwelt/Betrieb:** Stauraumentspülungen, «Venting», Ausbaggerungen



Übersicht Investitionsvolumen

alperia

Maschinenbau und Elektrotechnik

- Austausch von Rohrbruchklappen
- Austausch von Turbinen und Generatoren
- Austausch Trafos und Anbindung Hochspannung
- Erneuerung Automatisierung und Steuerung
- Einsatz von Batteriespeichern

Hoch- und Tiefbau, Wasserbau)

- Restwasserkraftwerke
- Sanierungs- und Abdichtungsmassnahmen in Druckstollen
- Austausch bzw. Unterirdische Verlegen von Druckrohrleitungen
 - Korrossionsbeschichtung Druckrohrleitungen erneuern
 - Hangkonsolidierung



Investitionsvolumen
2021-2023
**ca. 105 Mio.
Euro p.a.**

Betroffene
Kraftwerke
> 3 MW
12 Anlagen

Investitionsvolumen
2024-2026
**ca. 65 Mio.
Euro p.a.**

Umweltmassnahmen

Umweltgelder – Anrainergemeinden (im Zuge der Neukonessionierung 2011 vereinbart)

Beispiele

- Fischtrepfen
- Naturnahe Gestaltung von Fliessgewässern
- Mitigationsmassnahmen Schwall-Sunk
- Verbesserung der Leistung von Kläranlagen
- Energiesparmassnahmen und Massnahmen für das Landschaftsbild (Abbau von oberirdischen Stromleitungen, etc...)

Umweltgelder
ca. **20 Mio.**
Euro/Jahr

Betroffene
Gemeinden
43

Projekte Provinz
Bozen
>500



Beispiel: Einfluss des Klimawandels auf die Lebensdauer von Kraftwerkskomponenten



Ordentliche Instandhaltung gestern und heute – Einzugsgebiete mit Gletschereinfluss

Vergangenheit

Kein regelmässiger Austausch der Laufräder.

Vorherrschende Strategie

- Aufbereitung bestehender Laufräder
- Beschichtung mit verschleissarmen Oberflächen (Tungsten)



Ordentliche Instandhaltung gestern und heute – Einzugsgebiete mit Gletschereinfluss

alperia

Heute

Austausch der Laufräder alle 3 Jahre. Parallel dazu Austausch stark verschleissanfälliger Teile wie Düsen, Nadeln aufgrund deutlicher Erhöhung Verschleiss.

Hauptgrund: Anstieg des Transports von Gletscherschliff (Klimawandel)

Strategie: Die Laufraderneuerung erfolgt regelmässig, nicht mehr bei nur bei Schäden



Ordentliche Instandhaltung – Gestern und Heute

alperia

Kraftwerk Barbiano

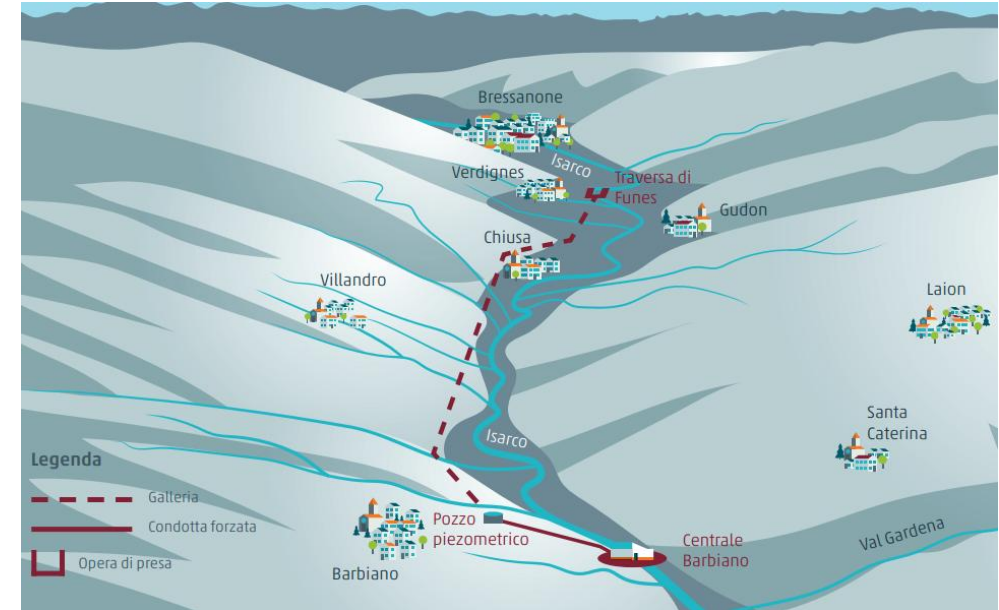
Laufwasserkraftwerk ohne relevante Gletscheranteile im Einzugsgebiet und mässigem Sediment/Schwebstoffanteil.

Ausbauwassermenge 100 m³/s

Instandhaltung: Standardwartungsintervalle

Dati:

- Inbetriebnahme 1938;
- Jahresarbeitsvermögen 223,25 GWh
- Engpassleistung 55 MW (3x Francis)
- Bruttofallhöhe 60 m



Manutenzione ordinaria – passato e futuro



Kraftwerke Vinschgau

Deutliche Auswirkungen des Sedimenttransport («Gletscherschliff»), deutliche Tendenz einer Verstärkung des Phänomens

Auswirkungen auf die Instandhaltung: Regelmässiger Laufradwechsel

Kraftwerke Eisacktal (z.B. Barbian)

Regime idraulico più “pulito”, con minore trasporto solido.

Auswirkungen auf die Instandhaltung: Keine relevante Abnutzung der Laufräder, regelmässige Kontrollen aber kein regelmässiger Austausch

Kraftwerke Zonen	Frequenz Laufradwechsel	Typ Instandhaltung
Vinschgau	~ alle 3 Jahre	Regelmässig – Hohe Intensität
Eisacktal	Nicht regelmässig	Standard

**Beispiel: Interaktion Stakeholder Landwirtschaft - Erhöhter Bedarf für
Trockenberegnung und Frostschutzberegnung**



Frostschutzberegnung - Vinschgau

Die Frostschutzberegnung dient dem Schutz der Obstkulturen vor dem Frühjahrsfrost und ist wesentliche Voraussetzung für erfolgreichen Obstanbau, und somit von großer wirtschaftlicher Bedeutung. Temperaturen unter 0°C können schwere Auswirkungen auf die Obstblüte haben.



Sistema antibrina Val Venosta

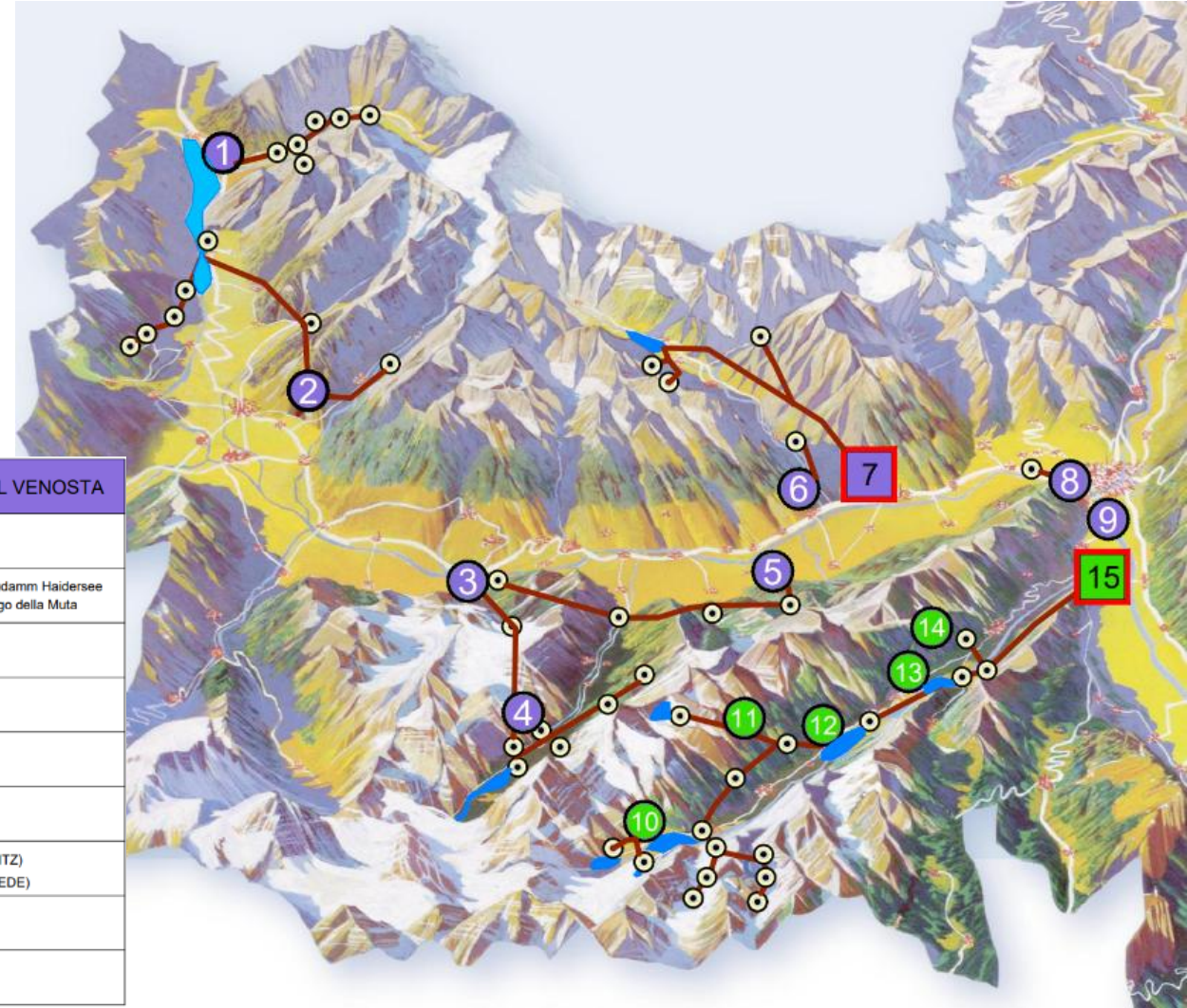


Die Garantie der Möglichkeit der Frostberegnung hat Auswirkungen auf die Planung der Instandhaltung als auch auf die Bewirtschaftung der Speicher.

Bewirtschaftung z.B. entlang der Speicher­kette Reschensee – Kraftwerk Glurns – Ausgleichs­becken Schluderns – Kraftwerk Kastelbell – Kraftwerk Töll

Kurzfristige Anfrage der benötigten Beregnungswassermengen über meteorologisches Warnsystem, welches vom Beregnungskonsortium Vinschgau koordiniert wird.

ZONE VINSCHGAU - AREA VAL VENOSTA		
1	Graun - Becken Melag Curon - Vasca Melago	
2	Glurns - Staudamm St. Valentin - Staudamm Haidersee Glorenza - Diga S. Valentino - Diga Lago della Muta	
3	Laas - Staudamm Zufritt Lasa - Diga Gioveretto	
4	Restwasserkraftwerk Rosim Centrale DMV Rosim	
5	Kastelbell - Stauwehr Laas Castelbello - Traversa Lasa	
6	Schnals Senales	
7	Naturns - Staudamm Vernagt (SITZ) Naturno - Diga Vernago (SEDE)	
8	Töll - Stauwehr Töll Tel - Traversa Tel	
9	Marling - Becken Marling Marlengo - Vasca di Marlengo	



**Beispiel: Interaktion Stakeholder Landwirtschaft - Erhöhter Bedarf für
Trockenberegnung und Frostschutzberegnung**



Die ausserordentliche Instandhaltung

Höherer Grad der Komplexität und (relevante) Stillstandszeiten an den Anlagen erforderlich

Notwendige Vorlaufzeiten für Projektierung, Genehmigungsverfahren.

Relevante Budgets

Beispiele

- **Bau:** Strukturell relevante Massnahmen an Entnahmebauwerke, Austausch von Druckrohrleitungen
- **Elektromechanik:** Austausch von Rohrbruchklappen und hydraulischen Antrieben
- **Umwelt/Betrieb:** Stauraumentspülungen, «Venting», Ausbaggerungen



Beispiel: Stauraumpülung Mühlbacher Stausee



Sedimentmanagement am Beispiel Mühlbacher Stausee

alperia



Spülung erfolgt alle 3 Jahre, alternierend mit Staubecken Franzensfeste und "Pausenjahr"

Franzensfeste:

- Stauraumbewirtschaftung
- Freihalten der Betriebsorgane
- Funktionsprobe

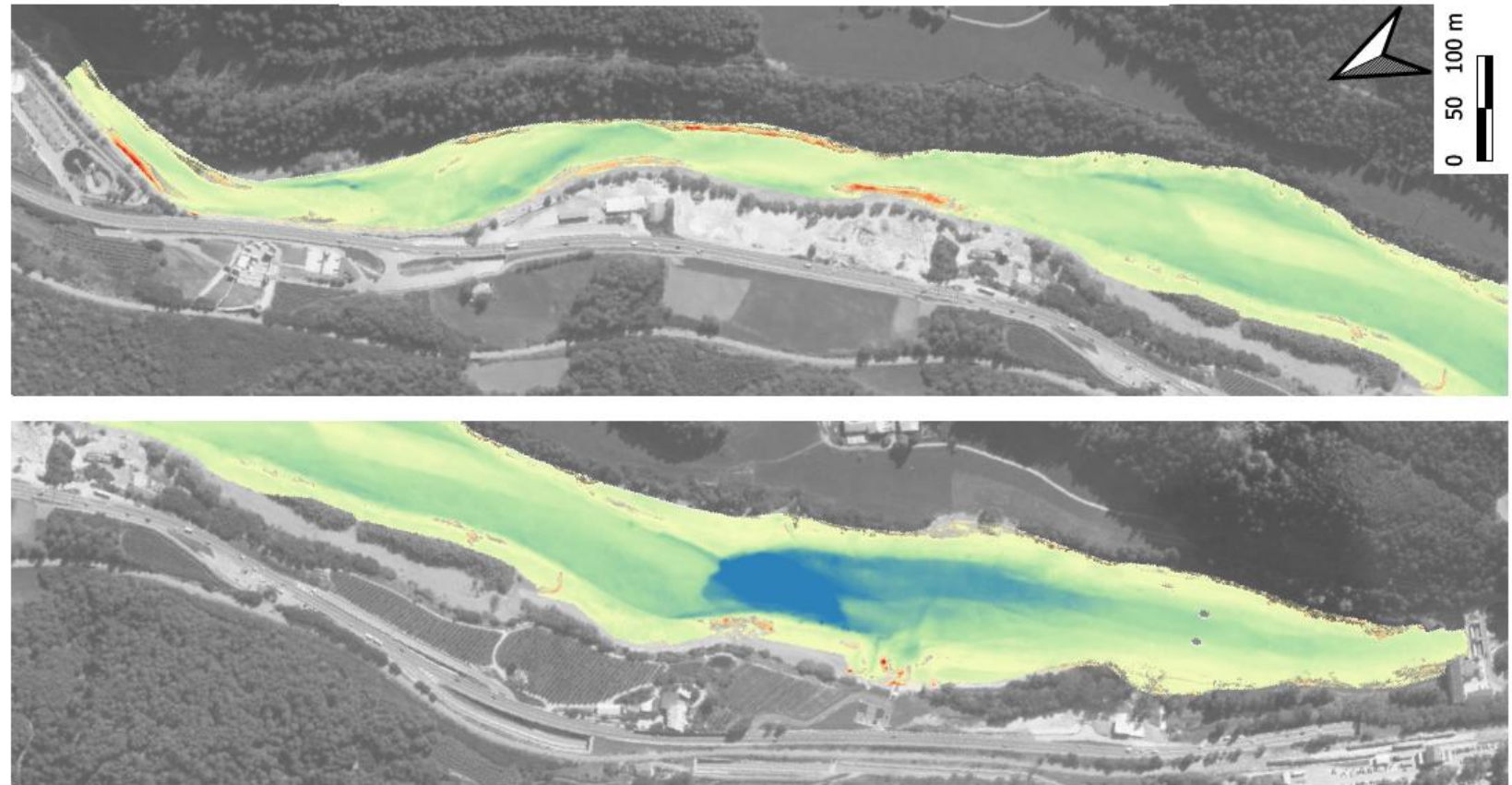
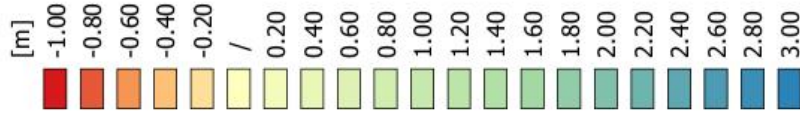
Jährlicher Sedimenteintrag am Beispiel 2023

- Per Vermessung wurde für das Jahr 2023 ein Sedimenteintrag von etwa 190.000 m³ gemessen.
- Jährliches langfristiges Mittel etwa 140.000 m³

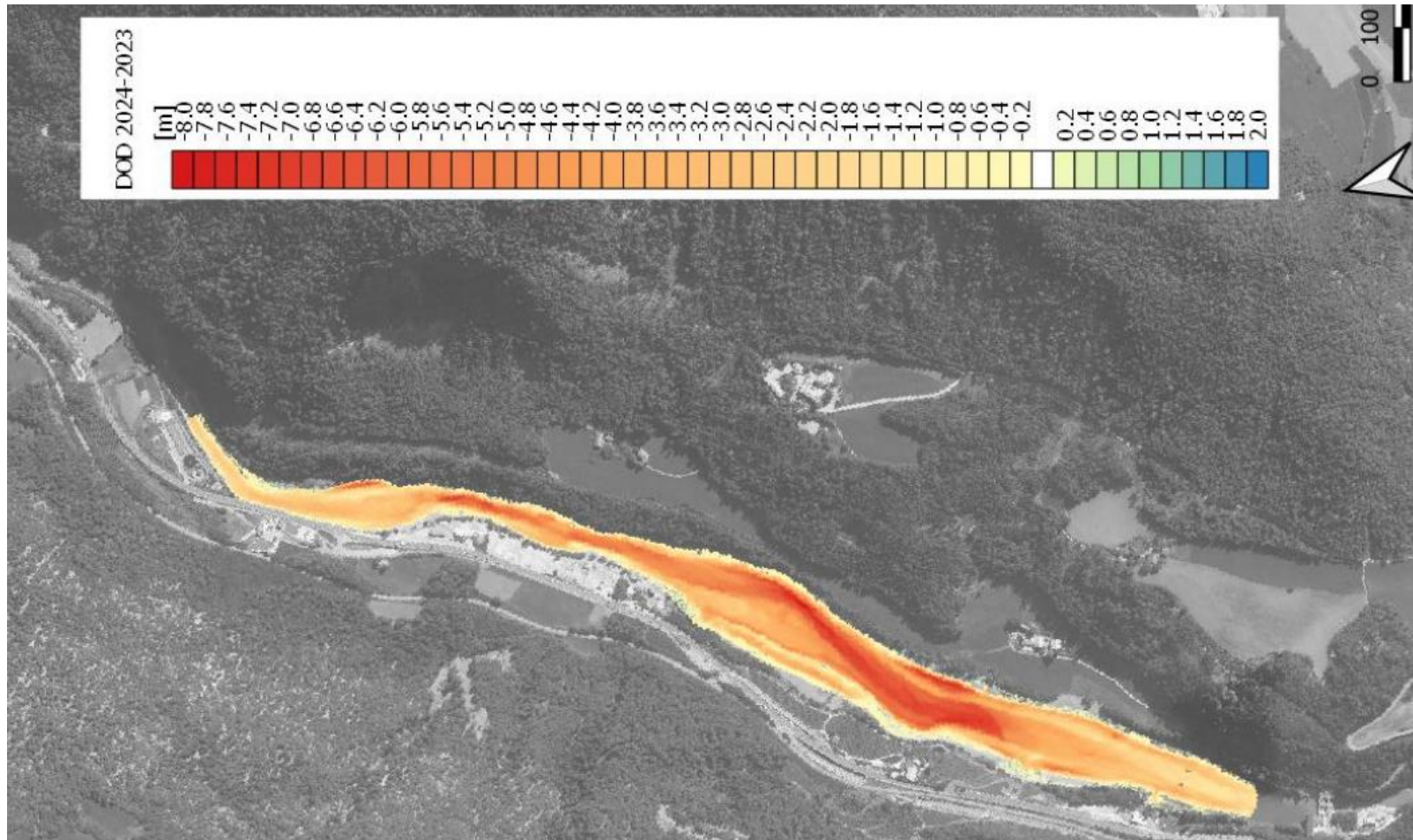
190.000 m³

Volumi calcolati
escluse le variazioni
comprese tra +/- 0.2m
scavi 1 400 mc
depositi 192 200 mc
deposito netto 190 800 mc

Mappa scavi e depositi
2023.11 - 2022.11
[m]



Stauraumpspülung 2024



Im Zeitraum vom 3 – 14.06.2024 konnten mit Hilfe einer Spülung ca. 630.000 m³ entfernt werden.

630.000 m³



- In den letzten Jahren erschwerte Planbarkeit der **Stauraumspülung** aufgrund **Hydrologie** (hohe, konstante Abflüsse vorausgeschickt)
- **Umweltauswirkungen** - Eintrübung und Sediment/Schwebstofftransport
- **Wirksamkeit der Spülung** https. Im Fassungsbereich - Erhöhung der Effizienz mittels maschineller Mobilisierung
- **Produktionsverlust** während der Spülung

Massenbilanz



		volume totale a quota 723 (m ³)	volume utile (m ³)	differenza su volume totale (m ³)
2019	pre svaso	1.356.659	1.247.806	
2019	post svaso	1.936.304	1.562.448	579.645 svaso
2020	fine anno	1.741.511	1.494.757	194.793 accumulo 1,5 anni
2021	fine anno	1.579.153	1.409.741	162.358 accumulo 2021
2022	fine anno	1.498.238	1.367.595	80.915 accumulo 2022
2023	fine anno	1.303.691	1.230.004	194.547 accumulo 2023
2024	post svaso	1.932.769	1.613.087	629.078 (700.000) svaso

Verlandung im Mittel 140.000 m³ pro Jahr
Stauraumvolumen ca 1,77 Mio. m³

Beispiel: Assessment Druckrohrleitungen – Kraftwerk St. Pankraz



Assessment Druckrohrleitungen



Was versteht man unter «Assessment Druckrohrleitungen»

Technische Bewertung des Zustands der Druckrohrleitungen

Elemente in der Analyse

- Technische Dokumentation / Archiv
- Durchgeführte Wartungsarbeiten
- Lokalaugenscheine und Materialprüfungen in situ
- Bewertung technische Restlebensdauer – Risikobewertung

Mögliche Ergebnisse

- Übliche Instandhaltungsmassnahmen (Erneuerung Korrossionsschutz, etc...)
- Teilweiser Austausch der Druckrohrleitung
- Kompletter Austausch der Druckrohrleitung

Beispiel: Kraftwerk St. Pankraz



Bewertung und Projekt

Oberirdische, hyperstatische Druckrohrleitung;

→ Entscheidung für Neubau

Die Arbeiten umfassen

- Neubau unterirdischer Kraftabstieg (Lotschacht und neue Druckrohrleitung im Horizontalstollen)
- Neues Wasserschloss (Schachtbauverfahren)
- Dauer der Arbeiten 2023 – 2026



Mehrwert für das Territorium



Valore per il territorio

Erhöhung der Anlagensicherheit und Langlebigkeit

Verbesserung des Landschaftsbildes

Dati:

- Schachtwasserschloss H = 95 m D = 8 m in Raise Boring mit bergmännischer Aufweitung
- Druckschacht: DN 2000 L = 800 m

Heute



Inb



Beispiel: Assessment Stauanlagen – Zogglar Stausee und Reschensee



Vertiefte Sicherheitsüberprüfung der Stauanlagen

Die großen Stauanlagen unterliegen in Italien der Aufsicht der «Direzione Grandi Dighe» / Ministerium für Infrastrukturen und Transport mit 1-2 jährlichen Kontrollinspektionen seitens der Behörde.

Seitens der Behörde werden die geodätischen und Piezometermessungen der Stauanlagen regelmässig überprüft und ggf. Entsprechende Auflagen und Vorschriften gemacht.

Die meisten Stauanlagen wurden in den Jahren 1950 – 1960 erbaut und erfordern daher entsprechende Überprüfungen und Instandhaltung, bzw. auch eine Neubewertung von Risiken (Hochwasserjährlichkeiten, Sedimenteintrag, etc...).



Vertiefte Überprüfung der Stauanlagen

Für die nächsten Jahre ist jeweils jährlich eine Entleerung einer großen Stauanlage und eine freiwillige vertiefte Überprüfung geplant.

Im Zuge dieser Entleerungen gibt sich die Gelegenheit einer Detailüberprüfung

- Der gesamten Stauanlage
- Der Grundablässe
- Des Triebwassereinlaufs und des Triebwasserwegs
- Sämtlicher Steuer- und Kontrolleinlagen
- Des Gesamtzustands des Stauraums selbst



Andere Arbeiten während der vertieften Überprüfung

Während der vertieften Überprüfung der Stauanlagen sollen auch

- Sedimente vor den Grundablässen entfernt werden
- Instandhaltung der Betonoberflächen, die normalerweise unter Wasser sind
- Komplette Inspektion der Ufer durchgeführt werden



Seeentleerung Reschensee

Im Rahmen der Seeentleerung am Reschensee Verdopplung des bestehenden Entlastungsauslasses auf 2 x 2 Schützen

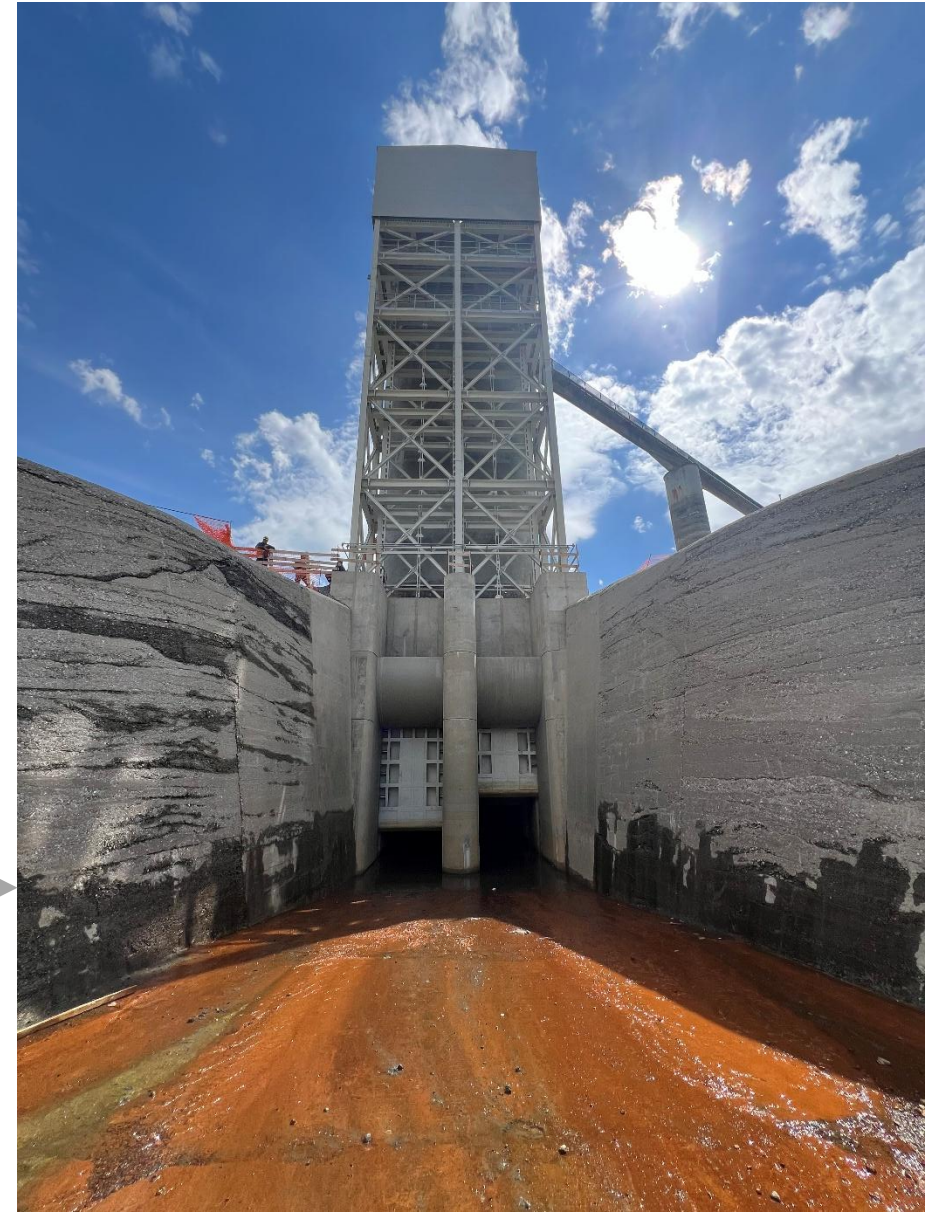
Auflage aus den neuen Normen (NTD 2014): Nur mehr mittels doppelter Schützen («Schutzfunktion vs. Regulierungsfunktion»)

Erhöhung der Sicherheit durch entsprechende Redundanz

alperia

Entlastungsauslass– nach den Arbeiten

Entlastungsauslass vor den Arbeiten



Seeentleerung Reschensee – Relining Triebwasserweg

alperia

Relining des bestehenden Triebwasserwegs auf einer Länge von 1 km aufgrund von Undichtheiten

Triebwasserweg vor dem Relining

Triebwasserweg nach dem Relining

Einschub Rohrsegmente aus
glasfaserverstärktem Kunststoff



Beispiel: Cybersecurity – NIS 2



Was ist die NIS2 – Direktive:

EU-Direktive 2022/2555 NIS 2, über Legislativdekret 138/2024 in Italien verpflichtend, erklärt die Verpflichtungen betreffend Cybersicherheit und Resilienz für die sogenannten «essenziellen und relevanten Services»

Warum wichtig für Alperia?

Klassifiziert als «essenzielle Subjekte»: Alle Kraftwerke fallen in den NIS2 Anwendungsbereich.

Die Direktive sieht Investitionen in die IT/OT Sicherheit vor, wie z.B.

Backup Server

Virtuelle Server

Upgrade SCADA

Sonde zur Erhebung von Anomalien im Datenverkehr

Risikomanagement Operational Technology (OT)

- «Operational Technology (OT)» sind Hard- und Softwaresysteme, die physische Geräte und Prozesse steuern.
- Entscheidend für die Automatisierung und sicheren Betrieb in Energieerzeugung und –verteilung.
- Die Sicherheitsmassnahmen folgen einem risikobasierten Ansatz, nach Art. 21 Direktive NIS2, d.h. «angemessen und proportional zum Risiko»

Impact- Klassen nach nationalem Anwendungsdokument

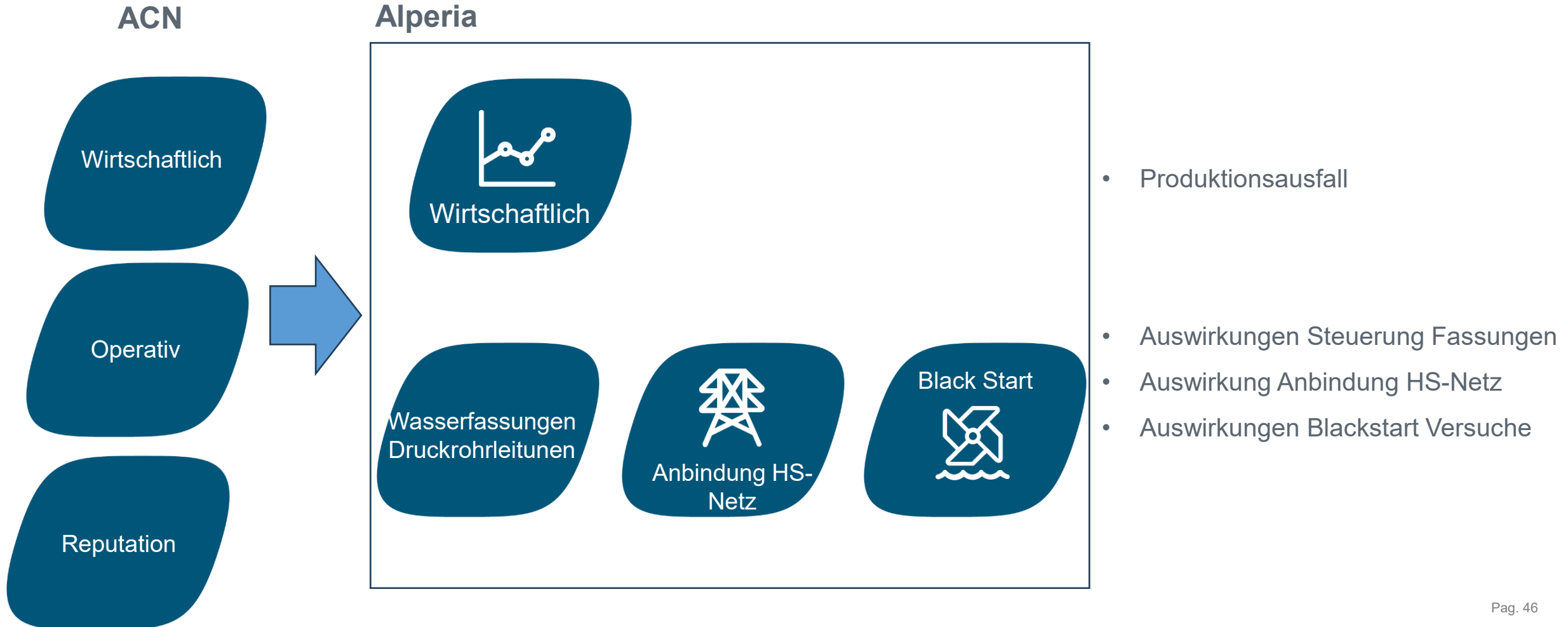
- **Wirtschaftlich**
- **Operativ**
- **Reputation**

Level

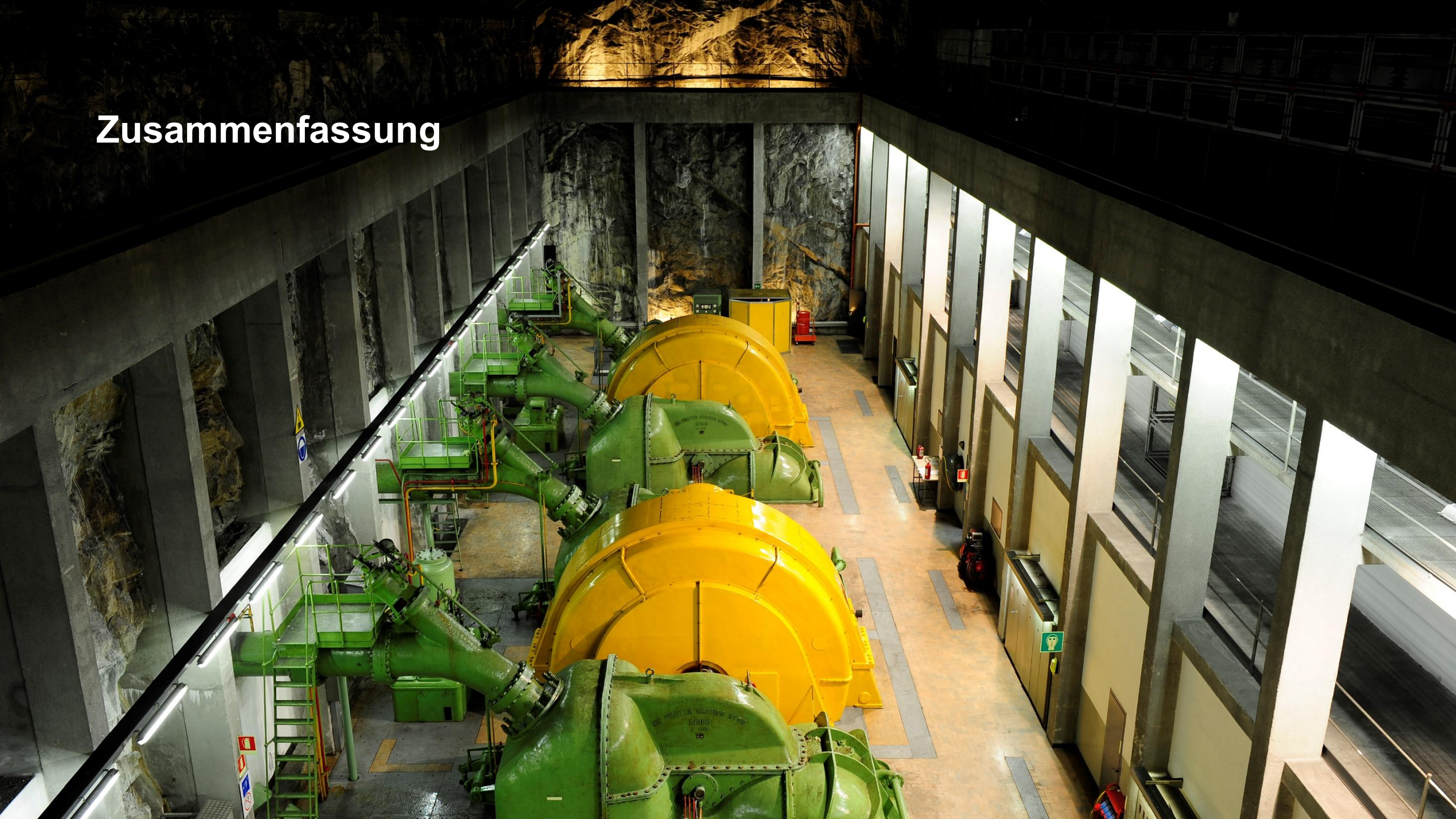
- 1 – Minimal
- 2 – Gering
- 3 – Mittel
- 4 – Hoch

Anwendung der Impact Klassen

Alle Kraftwerke sind nach den drei Risikoklassen und den vier Impact-Levels klassifiziert worden. Wesentliche Elemente sind die Wasserfassungen und wasserführenden Bauteile, die Anbindungen an das nationale Hochspannungsnetz, die Anlagen für möglichen Black Start und den Umfang eines möglichen Produktionsausfalls.



Zusammenfassung



Organisation und Budgetprozess für die Instandhaltungsplanung - "Alte und neue Randbedingungen"

Beispiel: Einfluss des Klimawandels auf die Lebensdauer von Kraftwerkskomponenten

Beispiel: Interaktion Stakeholder Landwirtschaft - Erhöhter Bedarf für Trockenberegnung und Frostschutzberegnung

Beispiel: Stauraumspülung Mühlbacher Stausee

Beispiel: Assessment Druckrohrleitungen – Kraftwerk St. Pankraz

Beispiel: Assessment Stauanlagen – Zogler Stausee und Reschensee

Beispiel: Cybersecurity – NIS