

# Beitrag der Wasserkraft zur Energieversorgung

Prof. Dr. Robert Boes  
Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie  
und Glaziologie (VAW), ETH Zürich

# Charakteristika der Wasserkraft

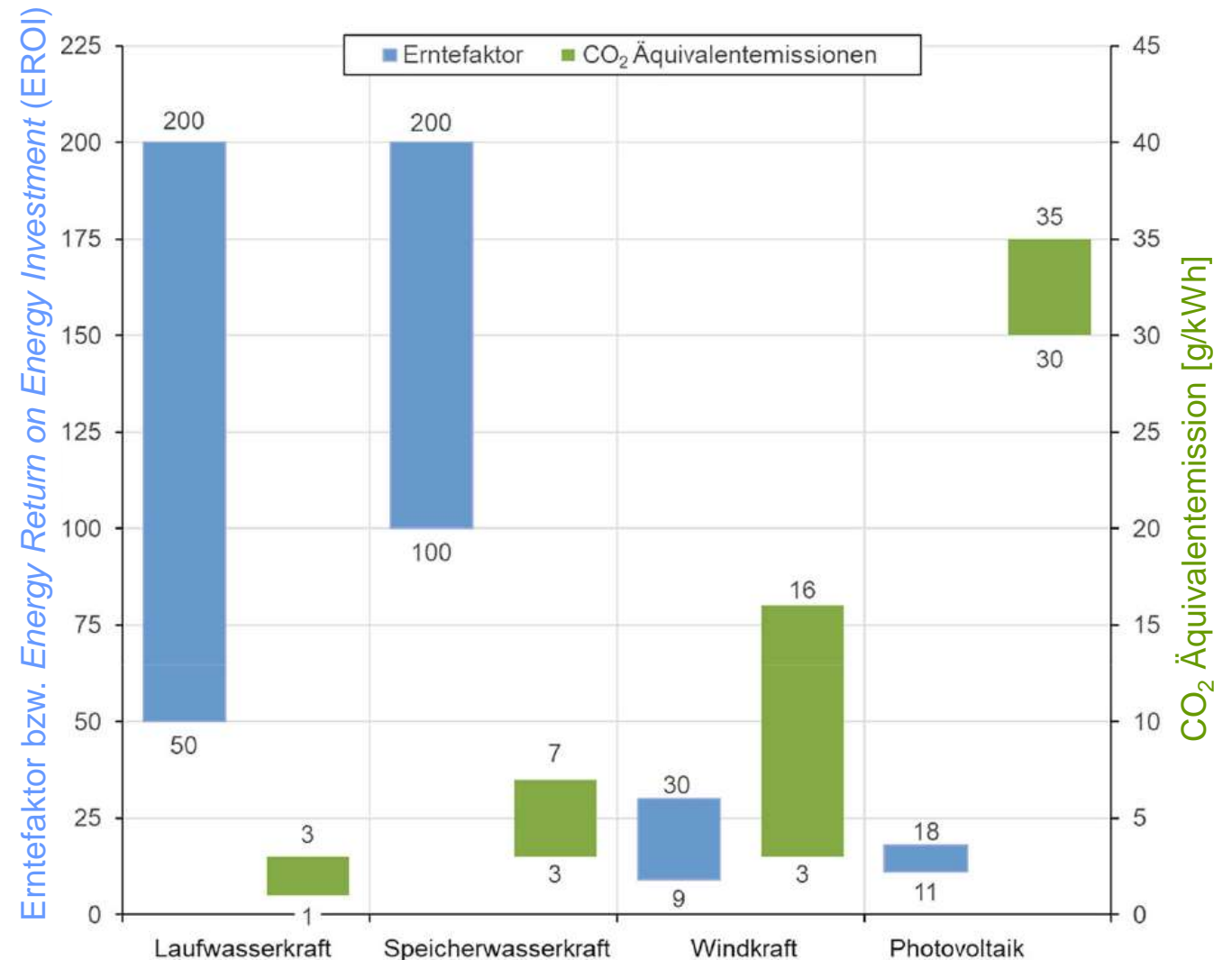
- hohe Energiedichte und hoher **Wirkungsgrad** ( $\eta \approx 90\%$ )
- hohe Verfügbarkeit ( $> 90\%$ )
- hohe Lebensdauer (baulich typisch 60 bis 90 Jahre)



Foto: Boes (2009)

# Charakteristika der Wasserkraft

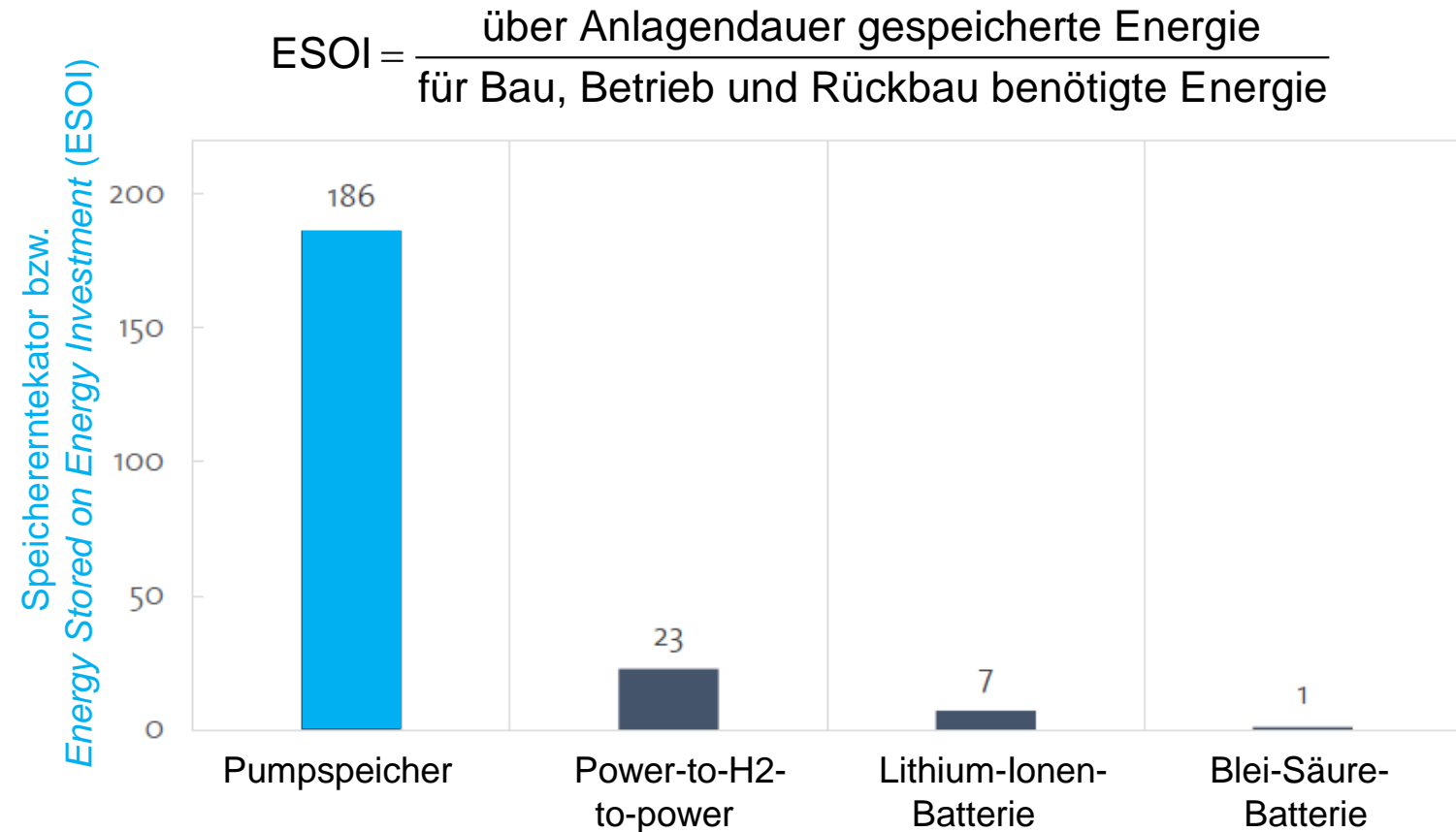
- hohe Energiedichte und hoher Wirkungsgrad ( $\eta \approx 90\%$ )
- hohe Verfügbarkeit ( $> 90\%$ )
- hohe Lebensdauer (baulich typisch 60 bis 90 Jahre)
- Höchste (Speicher-)Erntefaktoren (EROI bzw. ESOI)
- Sehr niedrige Treibhausgasemissionen (THG)



Quelle: Jähnel *et al.* (2024), Datenquellen: Giesecke und Heimerl (2014); Fry *et al.* (2022); Fraunhofer ISE (2024)

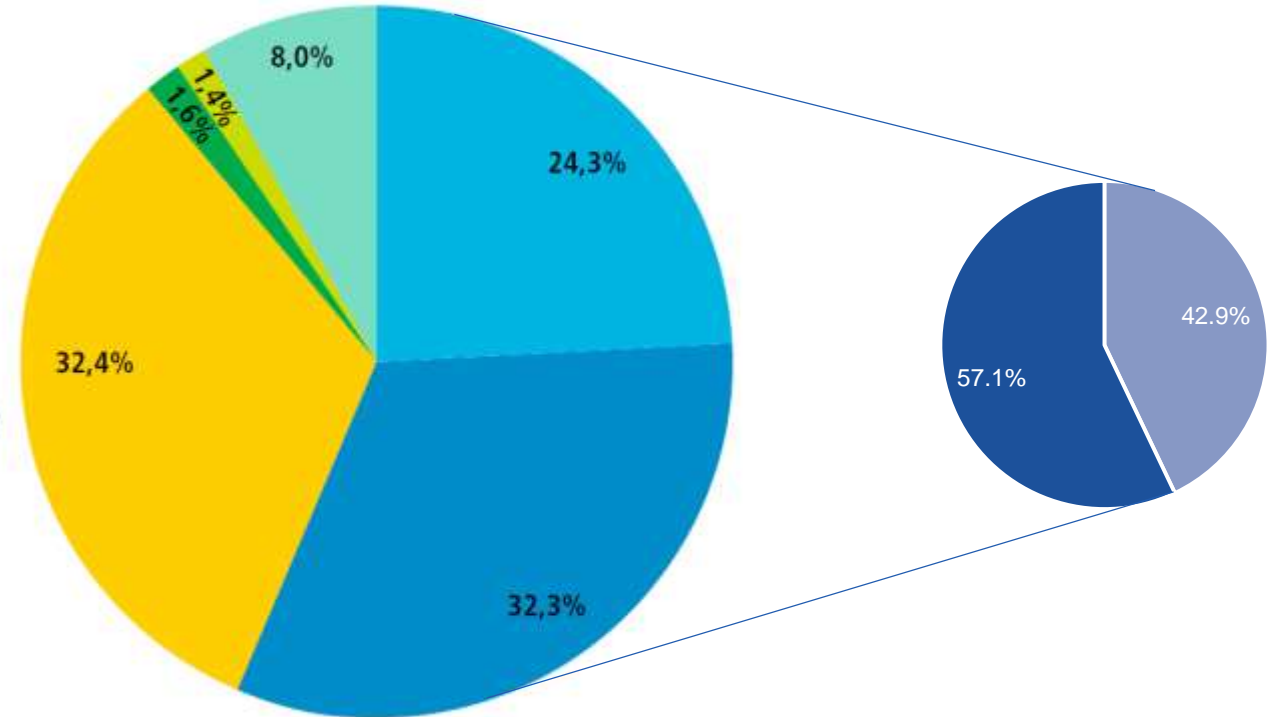
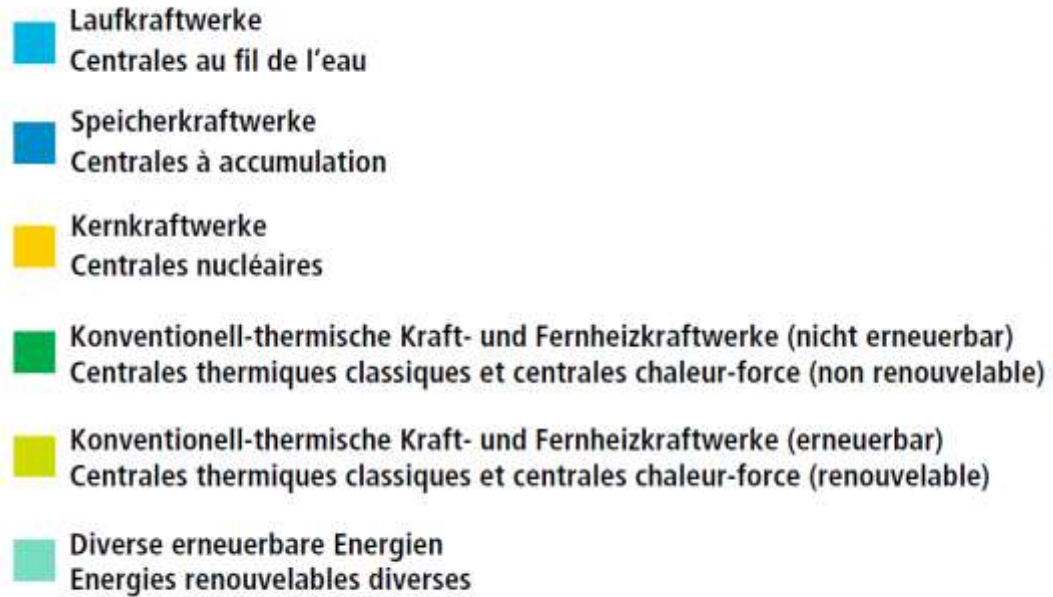
# Charakteristika der Wasserkraft

- hohe Energiedichte und hoher Wirkungsgrad ( $\eta \approx 90\%$ )
- hohe Verfügbarkeit ( $> 90\%$ )
- hohe Lebensdauer (baulich typisch 60 bis 90 Jahre)
- Höchste (**Speicher-)**Erntefaktoren (EROI bzw. **ESOI**)
- Sehr niedrige Treibhausgasemissionen (THG)
- Gute Lebenszyklus-Bewertung (LCA)
- Keine Abhängigkeit von seltenen Erden und kritischen Rohstoffen



Quelle: nach Steffen *et al.* (2018)

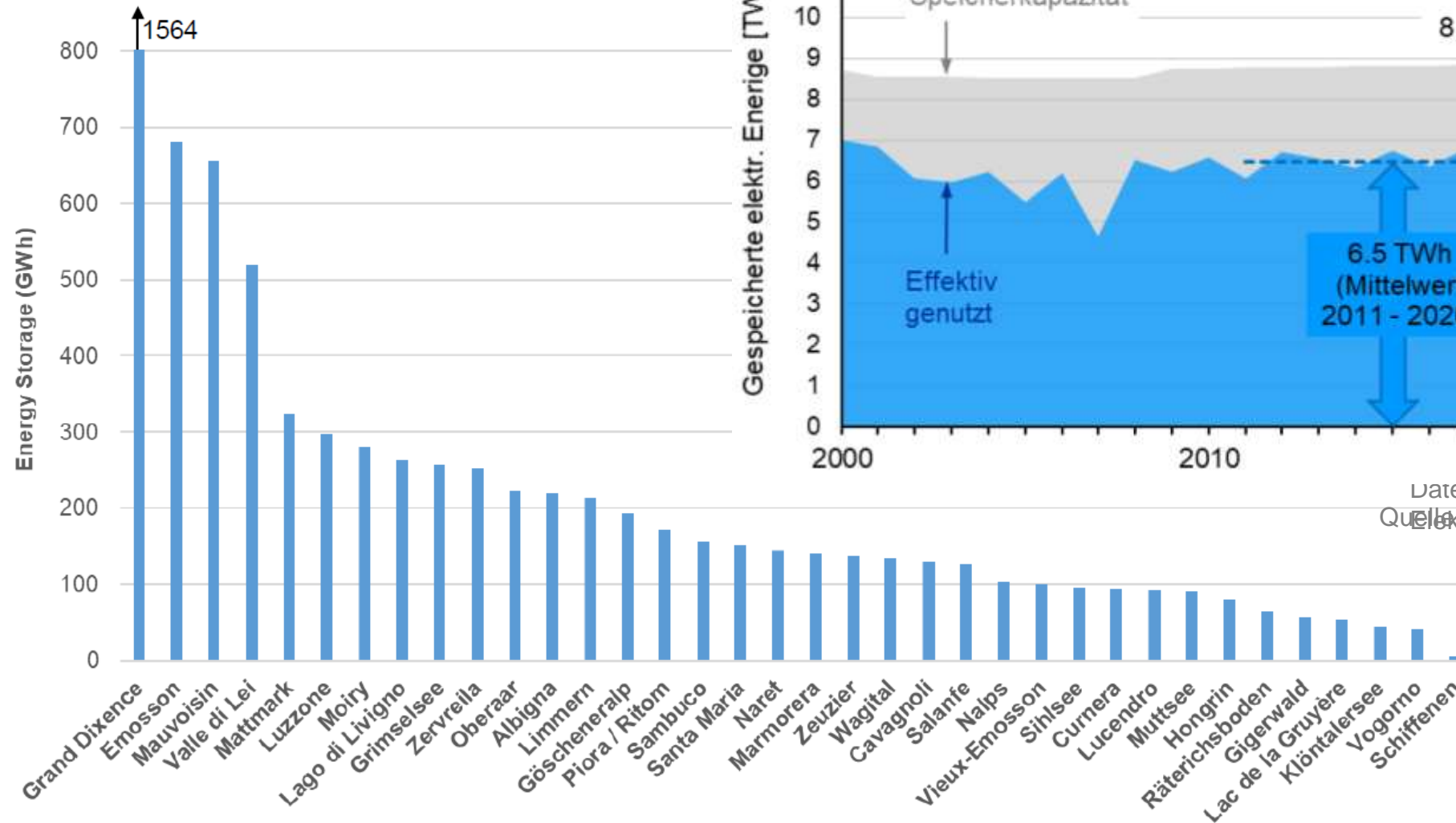
# Stromproduktion



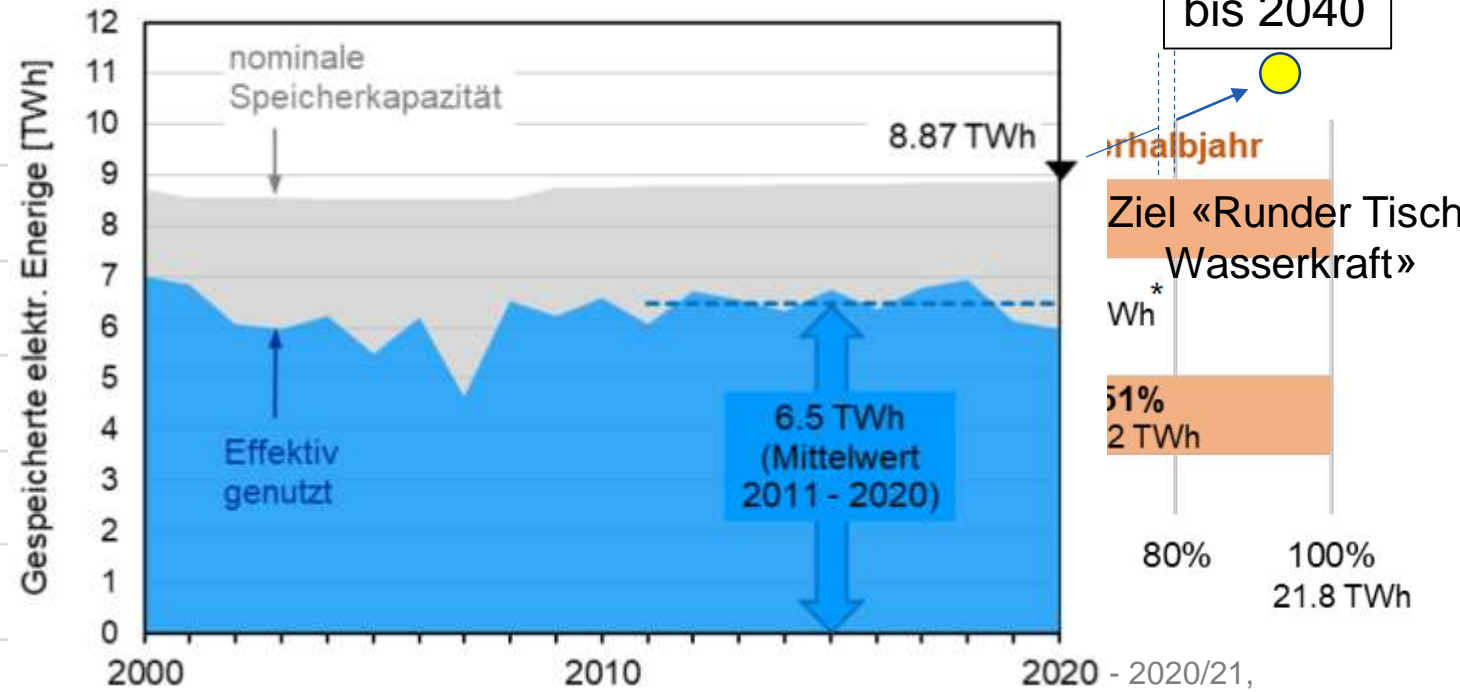
Datenquelle: Schweizerische Elektrizitätsstatistik BFE (2023)

# Stromspeicherung

## Saison-/Jahresspeicher



Nutzungsgrad der Speicher über die Jahre



Datenquelle: Schweizerische Eidgenossenschaft (2021)

Quelle: Dahal (2024), VAW, ETH Zürich (unveröffentlicht)

# Stromspeicherung



Grande Dixence: 1.56 TWh  
abrufbare, elektrische  
Energie

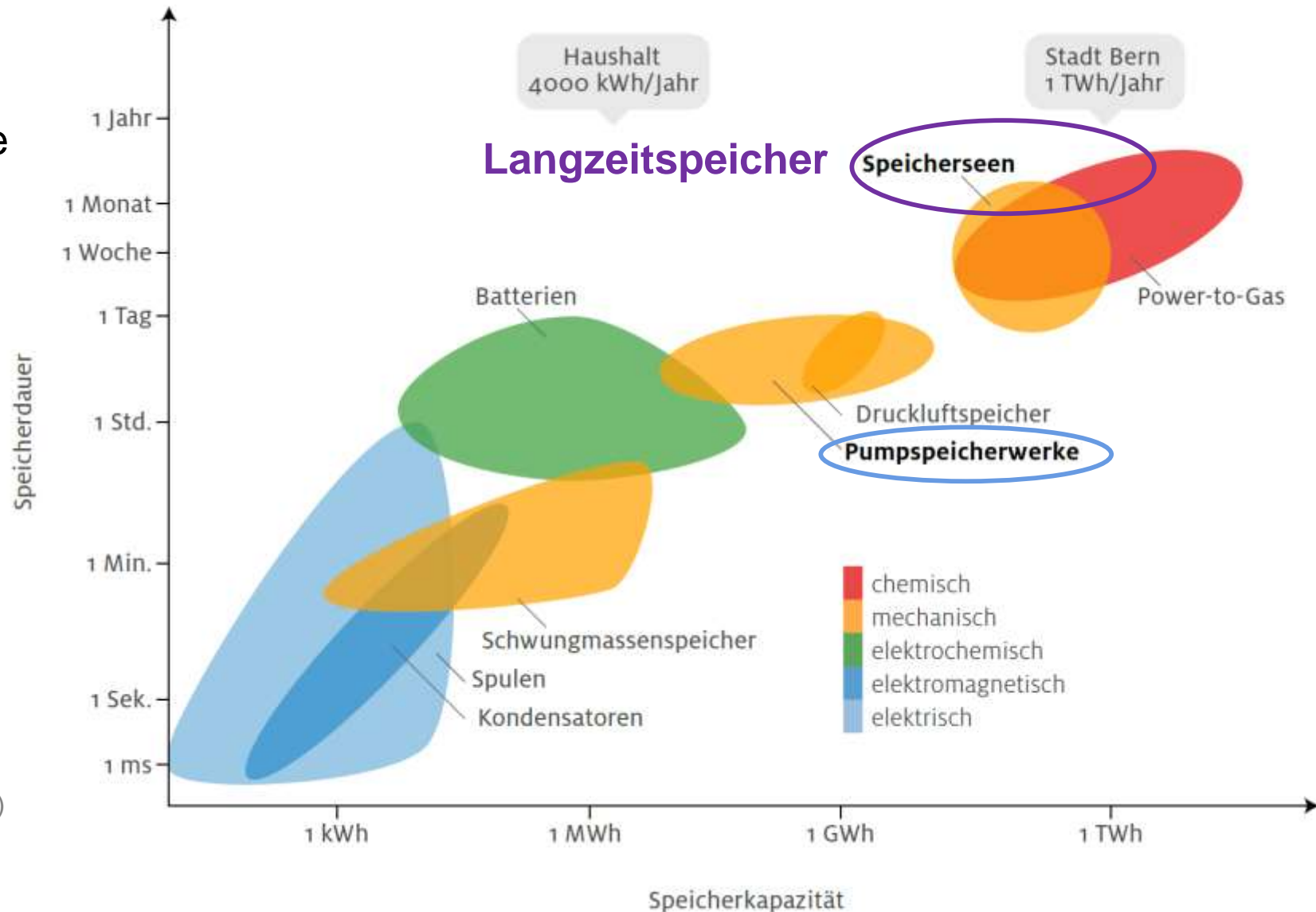
«1 TWh flexible Wasserkraft ermöglicht den Bau von  
mindestens 3.5 TWh intermittierender Windkraft oder PV.»  
EU Hydropower Alliance / Statkraft

[Jérémy Toma]

# Stromspeicherung

## Speicherkapazitäten und Lade-/Entladedauern

- **Grosstechnisch**  
ausgereifteste  
Speichertechnologie





# Wasserkraftspeicher

## Sekundäre Nutzen

- **Energie:** Wasserkraft & PV-Anlagen
- **Hochwasserschutz**
- **Bewässerung**
- Trinkwasserversorgung
- Löschwasserversorgung
- Beschneiungswasser
- Freizeit & Tourismus
- Fischerei
- Ökologie (Habitat)

Schwimmende PV-Anlage,  
Speicher Les Toules (VS)



Foto: G. Favre (2023)



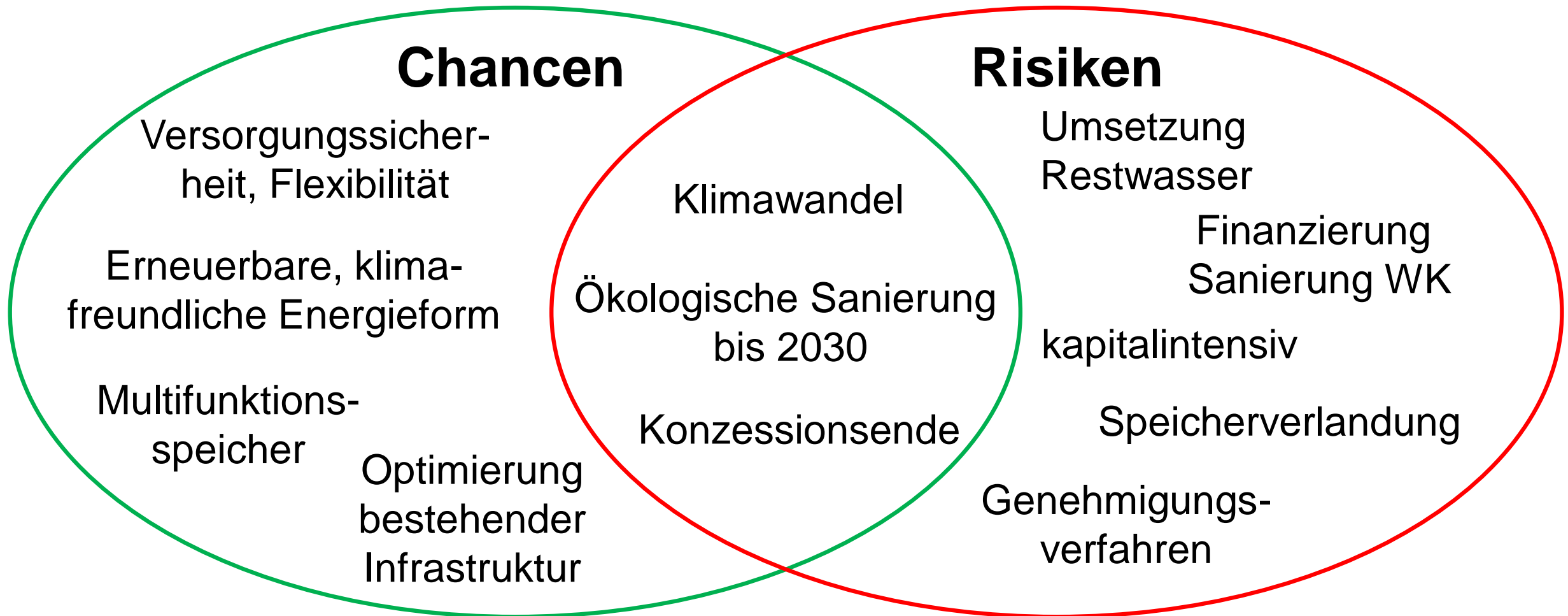
Hochwasser Wallis Ende Juni 2024

- Rückhalt von rund 11 Mio. m<sup>3</sup> Wasser innerhalb von 48 h
- Dämpfung des Abflusses in der Saaser Vispa um bis zu 183 m<sup>3</sup>/s (effektives  $HQ_{max} \approx 522 \text{ m}^3/\text{s}$  am Pegel Visp/Vispa)

Mehrzweckspeicher Mattmark (VS)

Foto: Kraftwerke Mattmark AG

# Wasserkraft: Chancen & Risiken



# Wasserkraft: Bsp. für Risiken

## *Speicherverlandung*

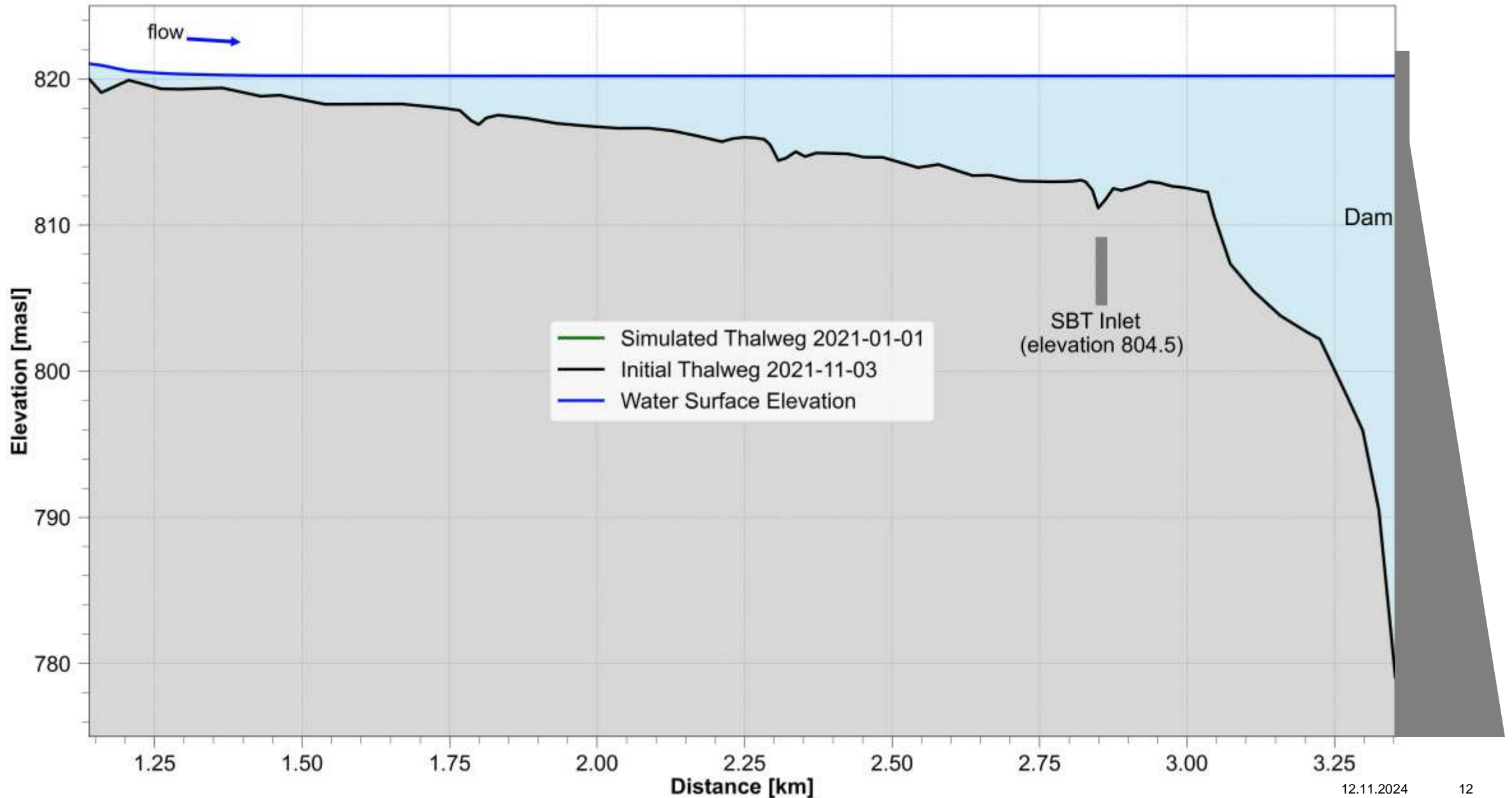


Speicher Gries (VS) (Foto: D. Ehrbar, VAW)

Vorteile

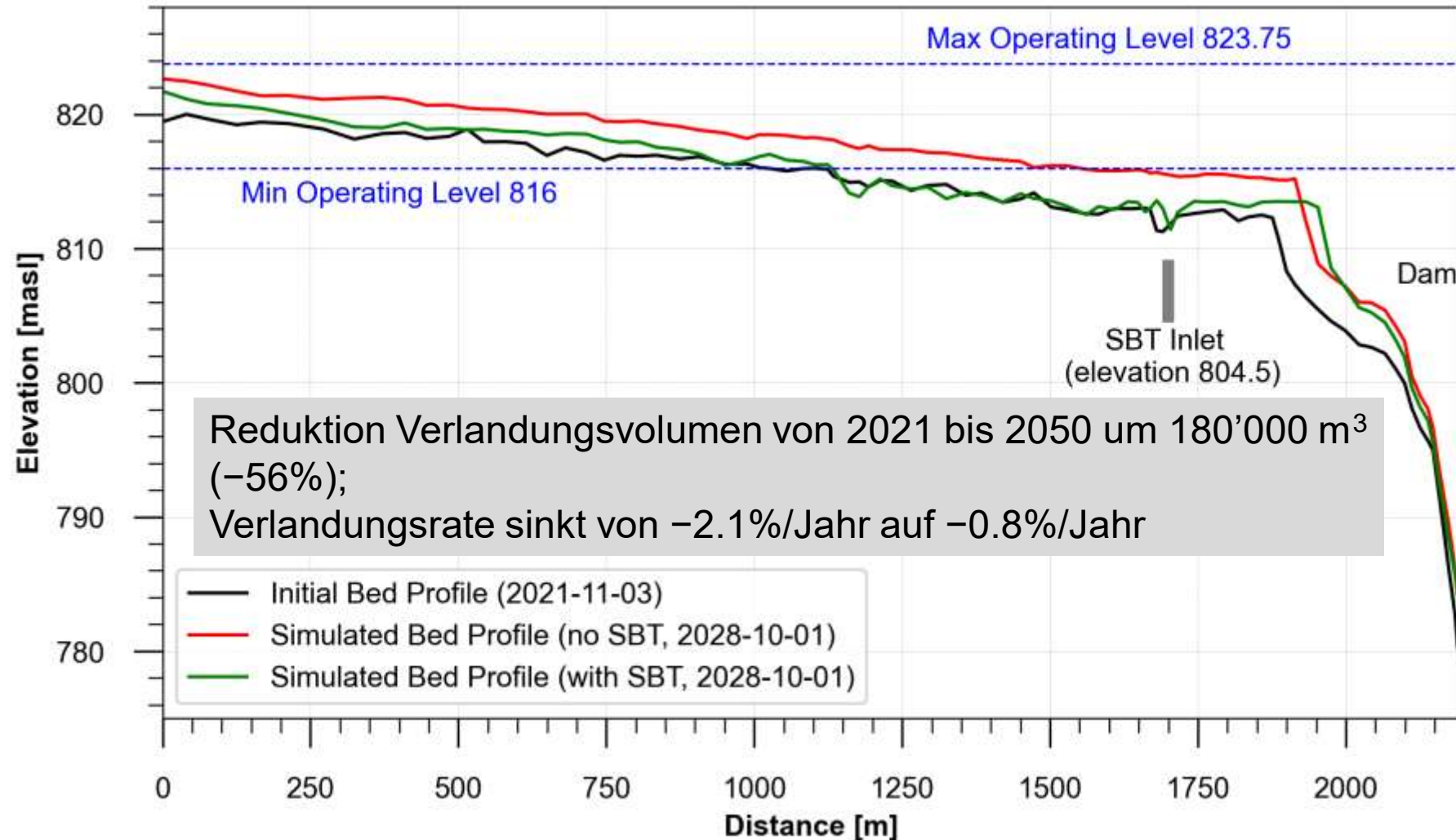
Sedimentumleitstollen Solis

# Speicher Solis (GR): Simulation RCP4.5 (mit Umleitstollen)

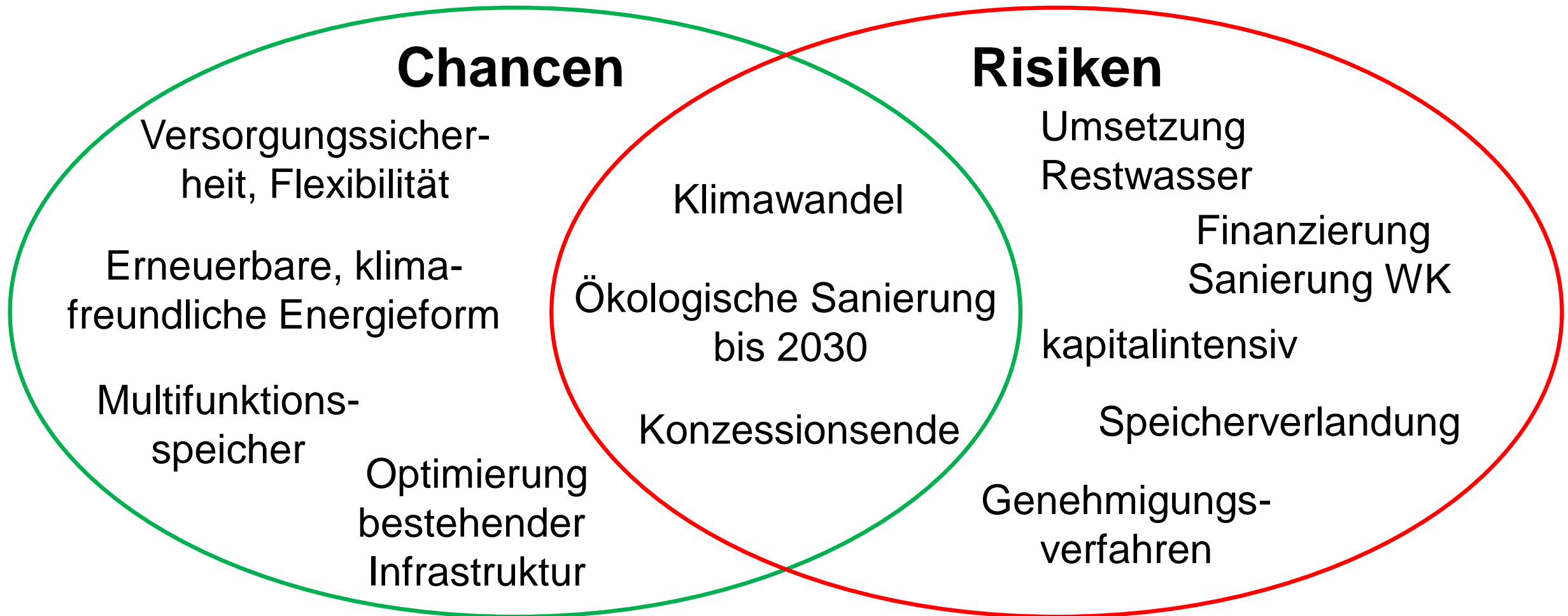


# Speicher Solis (GR): Simulation RCP4.5

## Effekt des Sedimentumleitstollens

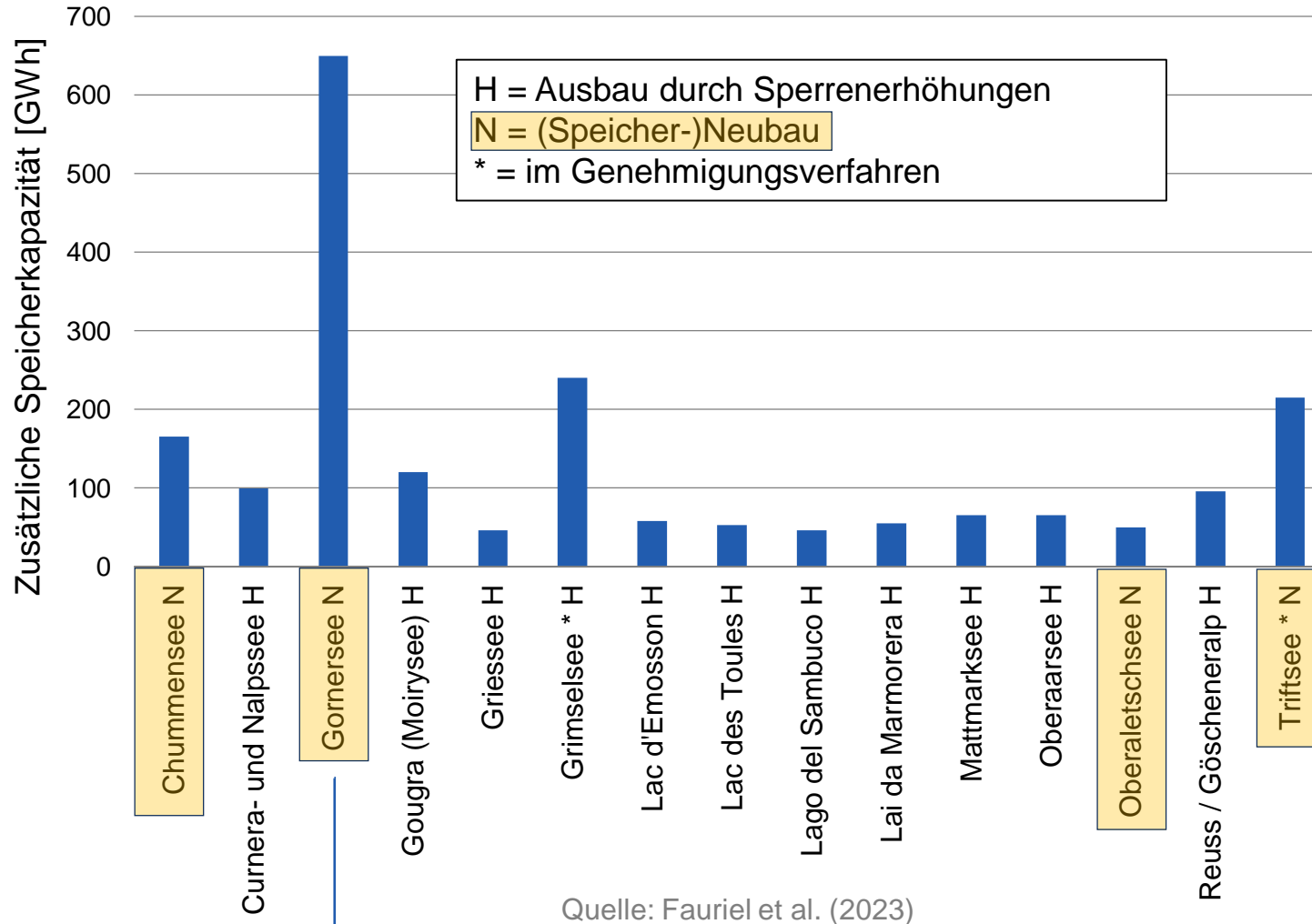


# Wasserkraft: Chancen & Risiken



# Wasserkraft: Bsp. für Chancen, Aus- und Neubau

## 15 prioritäre Speicherwasserkraftprojekte «Runder Tisch Wasserkraft»



- Verwaltung, NGO, Projektentwickler, Betreiber, Behörden, Dachverbände
- 33 potenzielle Projekte
- **Ziel: 2 TWh zusätzlich im Winter**
- Screening: biologische Vielfalt, Landschaft und Energie



Mehrzweckspeicher Gornerli (Fotomontage)  
(© Alpiq)

# Fazit für die Bedeutung der Wasserkraft in der Schweiz

- Wasserkraft ermöglicht Übergang zu einem erneuerbaren Energiesystem, u.a. durch Integration von PV und Wind
- Höchste (Speicher-)Erntefaktoren, niedrigste spezifische Treibhausgasemissionen
- Speicherbarkeit auf mehreren Skalen
- Synergien infolge Mehrzecknutzung und Hybridisierung
- Risiken u.a. bei Restwasserbestimmungen, Verlandung, Finanzierung und Genehmigungsverfahren
- Chancen bei der Optimierung bestehender Infrastruktur: Erhöhungen, Sanierung und Neukonzessionierung
- Forschung bietet Lösungen für neue technische und ökologische Anforderungen an die Wasserkraft





An aerial photograph of a large, turquoise-colored reservoir behind a concrete dam. The dam is situated in a deep valley with steep, rocky slopes. The surrounding mountains are rugged and partially covered in snow, with some peaks reaching into a cloudy sky. The water in the lake has a milky, turquoise hue, characteristic of glacial meltwater. The foreground shows the dam's structure and the surrounding terrain, which is a mix of brownish soil and patches of snow.

**Danke für die  
Aufmerksamkeit!**