

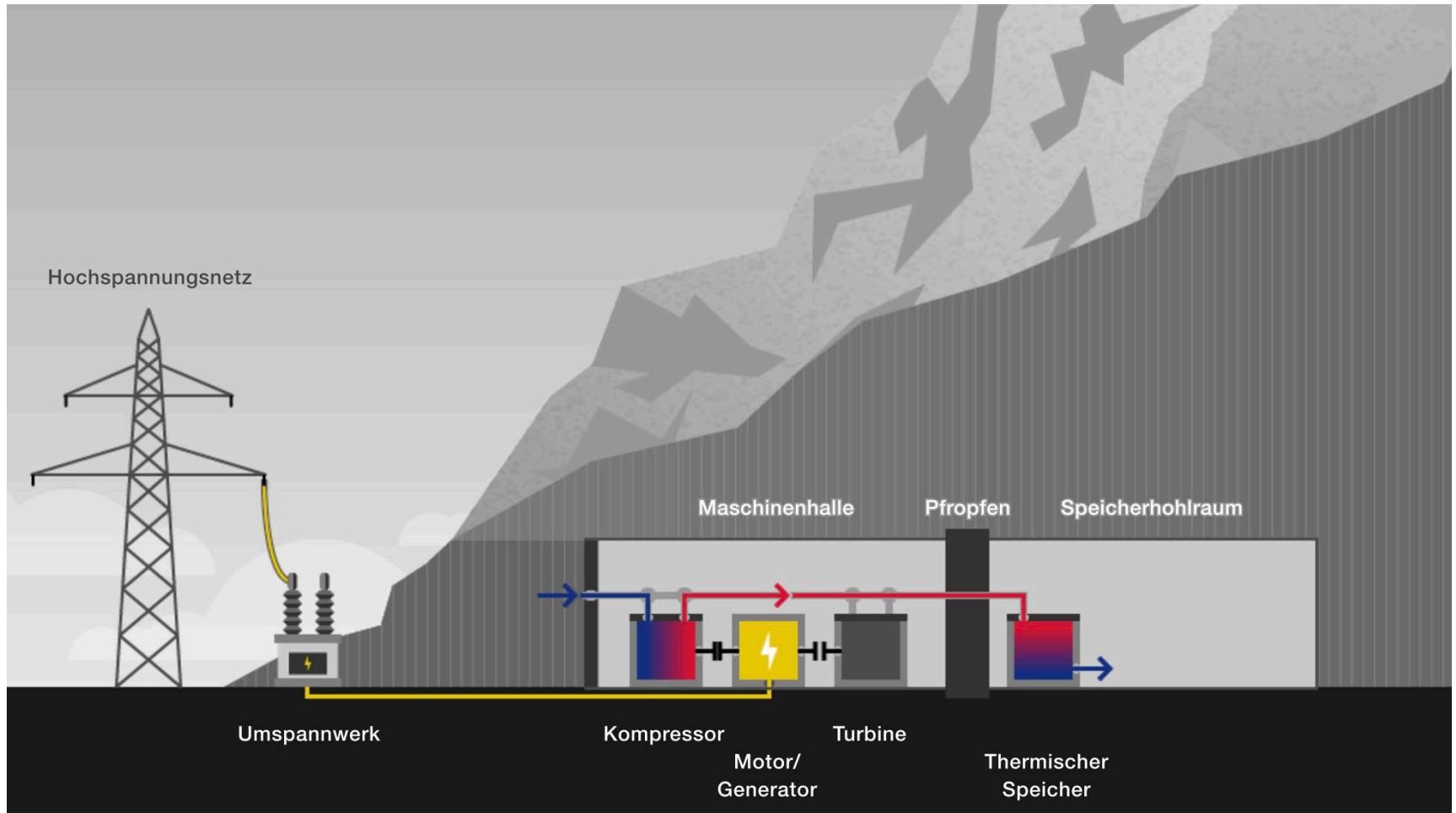


Druckluftspeicher in der Schweiz: Stand und Ausblick

Andreas Haselbacher

Energy Science Center
ETH Zürich

Adiabatische Druckluftspeicher

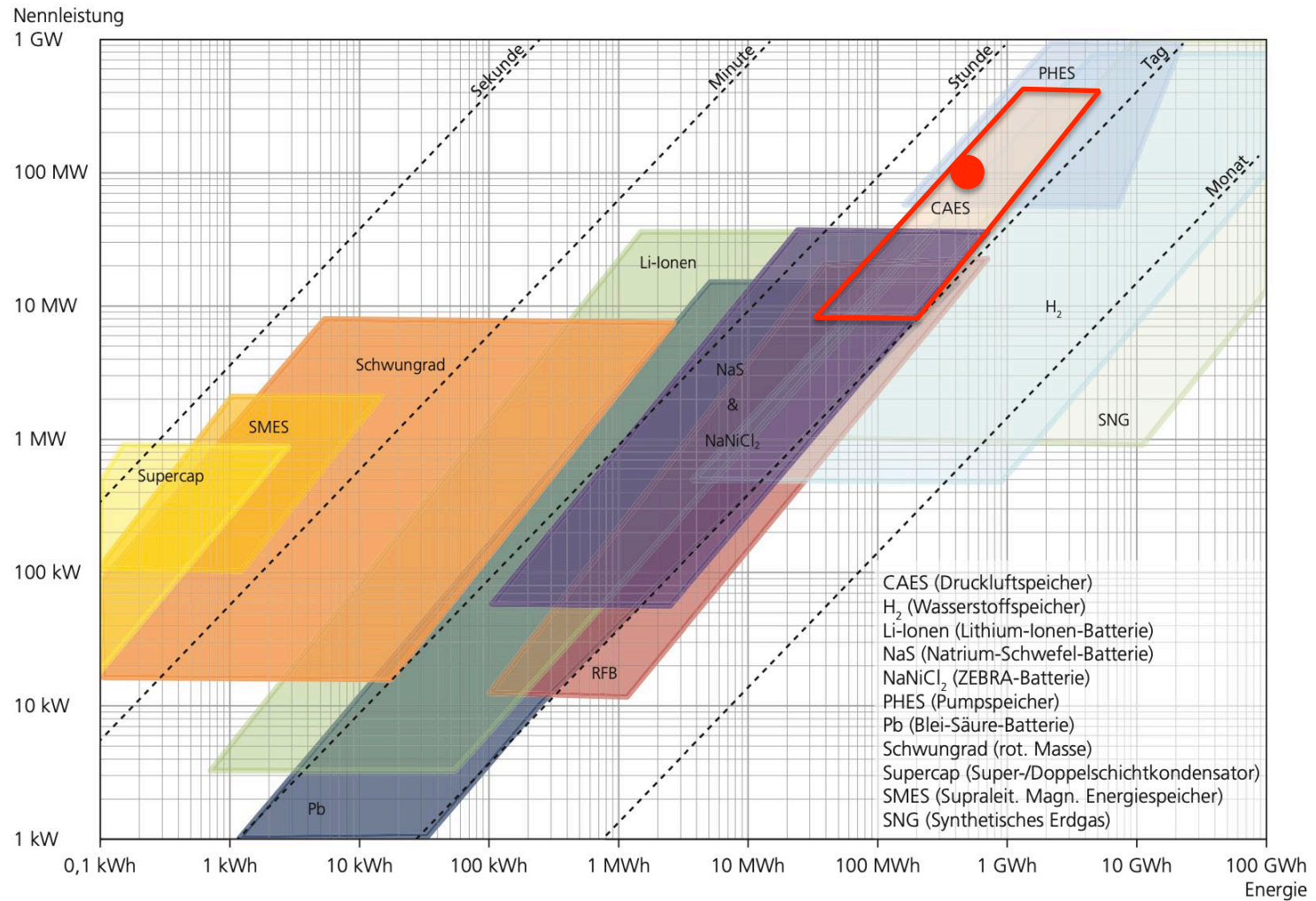


Quelle: SNF NFP 70 Synthesebericht

Fragen

- Wie können Druckluftspeicher sinnvoll eingesetzt werden?
- Wie effizient können Druckluftspeicher sein?
- Können Druckluftspeicher profitabel sein?
- Wo können Druckluftspeicher gebaut werden?
- Welche Hürden verbleiben?

Einsatz

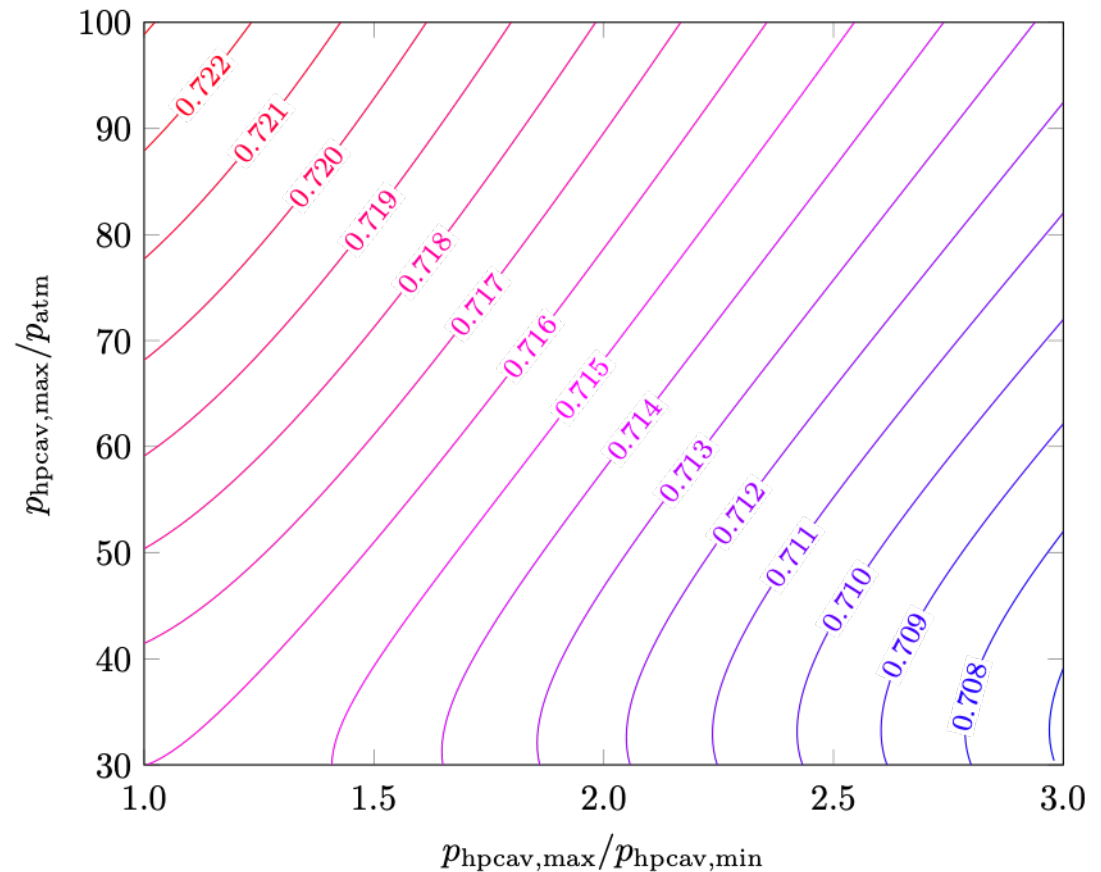


Effizienz

Einstufige Pilotanlage bei Biasca

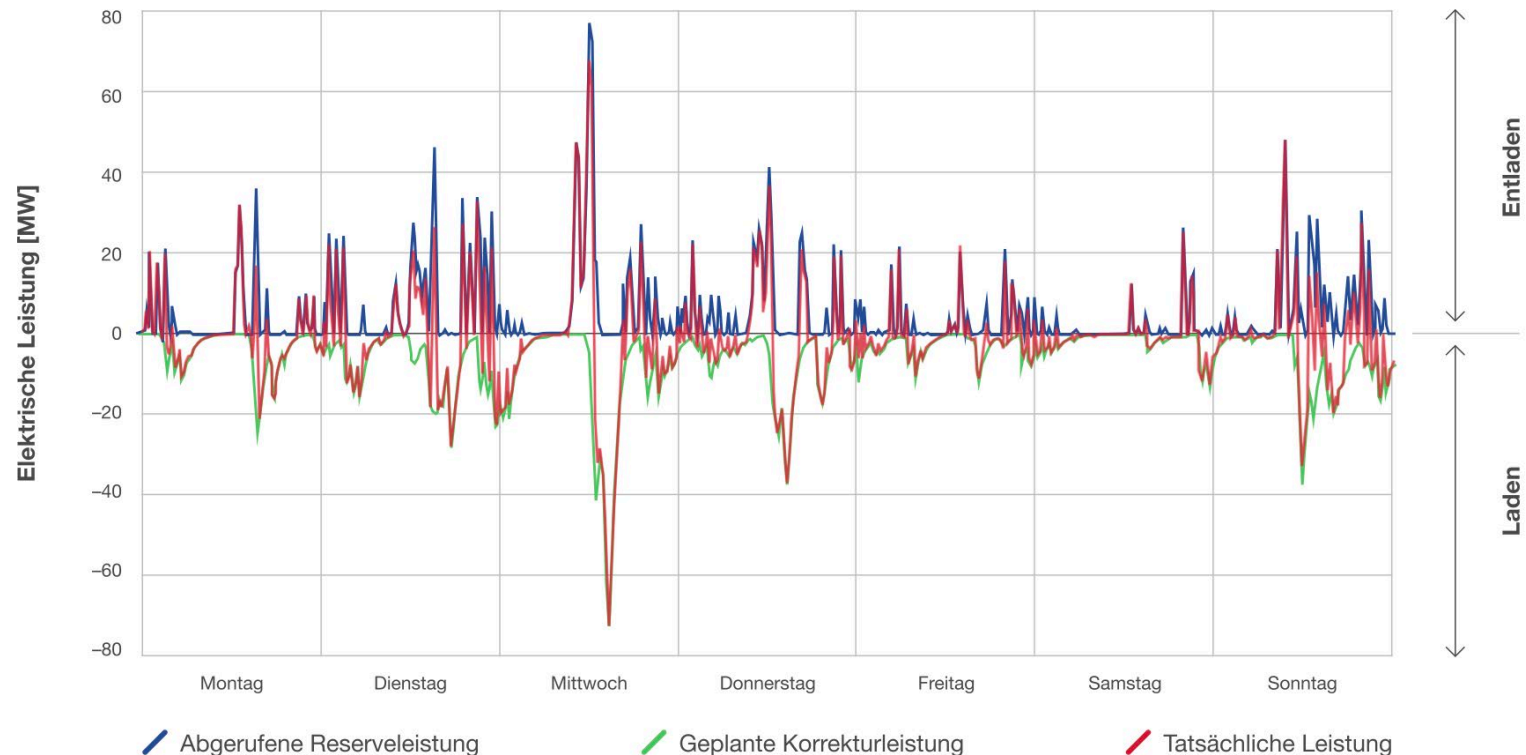
Run	Cycle	η_{TES}	$\eta_{\text{plant,est}}$
1	A1	90.3%	73.8%
	A2	83.0%	68.4%
	A3	76.1%	62.7%
2	A1	87.6%	70.2%
	A2	82.3%	66.2%
	B1	89.1%	69.6%
	B2	86.7%	69.7%
	C1	84.2%	70.4%
	C2	84.1%	70.2%
	C3	77.7%	65.2%

Theoretische Untersuchung von zweistufigen Anlagen



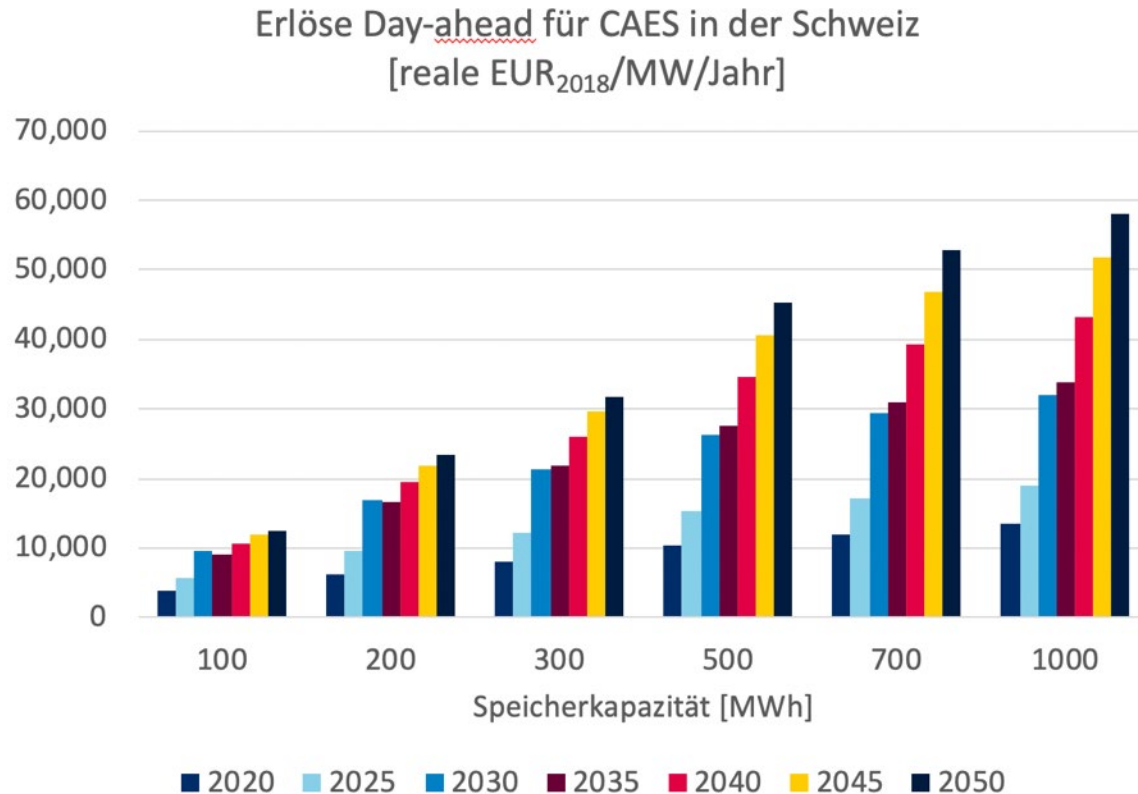
Wirtschaftlichkeit

- Arbitrage nicht profitabel (wie Pumpspeicher)
- Sekundärregelmarkt könnte profitabel sein (weitere Abklärungen notwendig)



Wirtschaftlichkeit

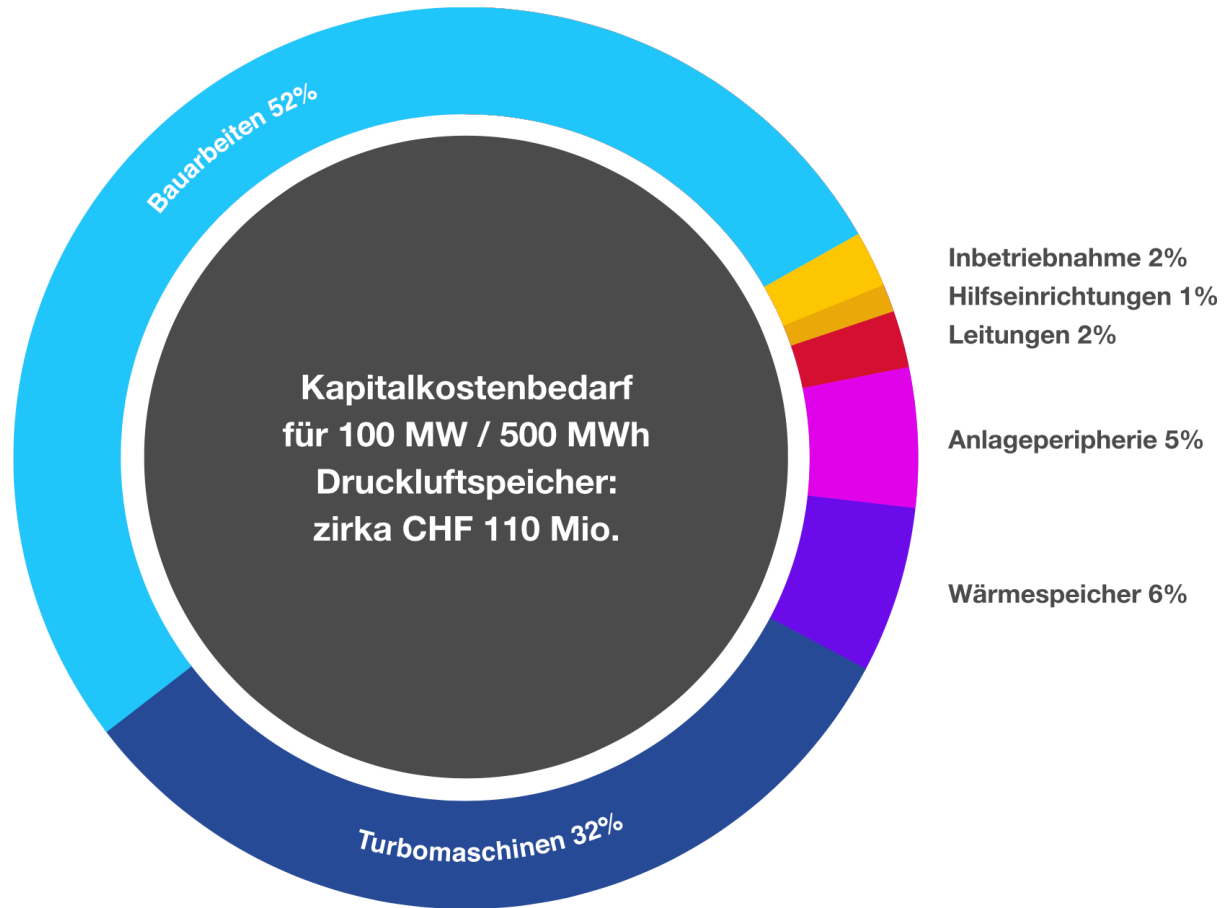
- Untersuchung durch BKW liefert positivere Resultate:



Quelle: Andreas Jöckel & Adrian Kammer, BKW

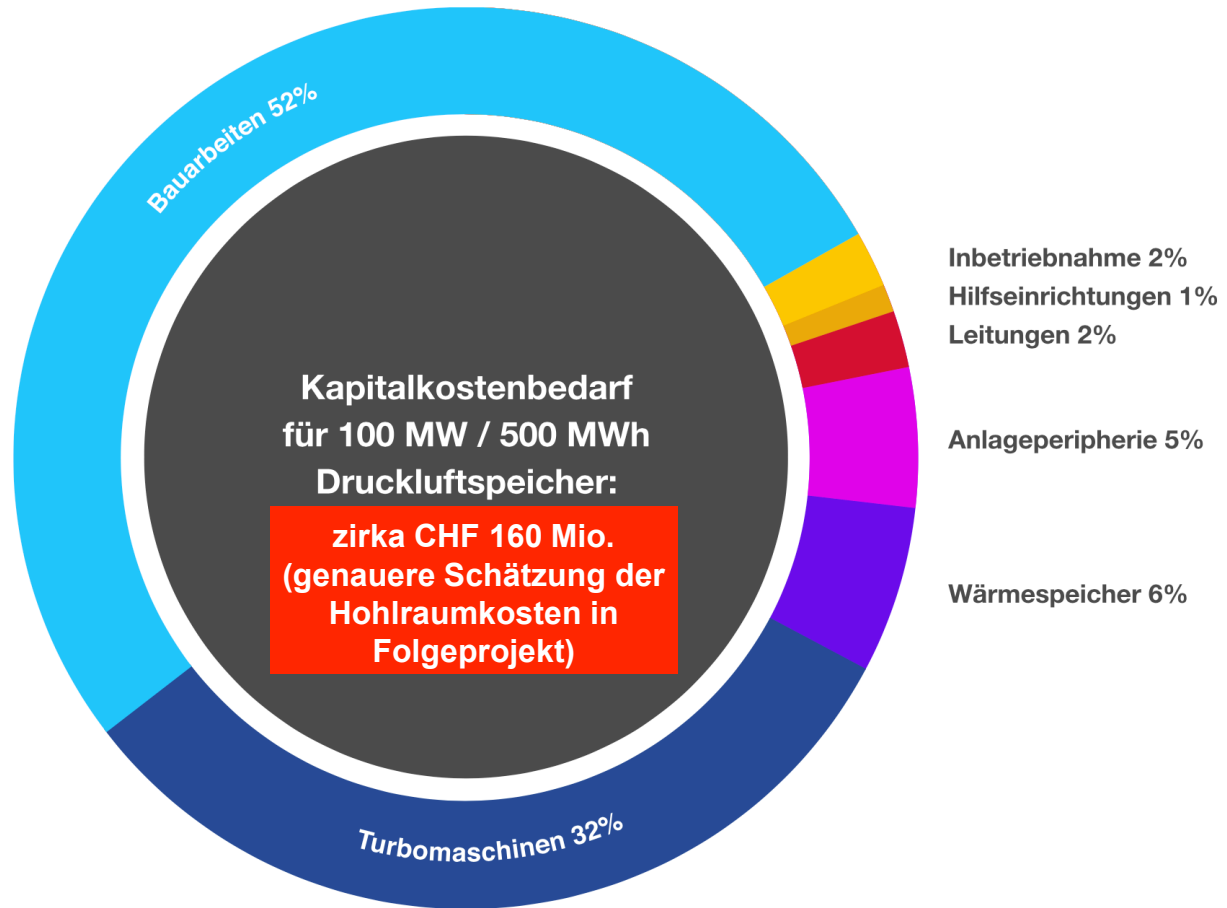
Wirtschaftlichkeit

- Geschätzte Kapitalkosten inkl. Aushub des Hohlraums:

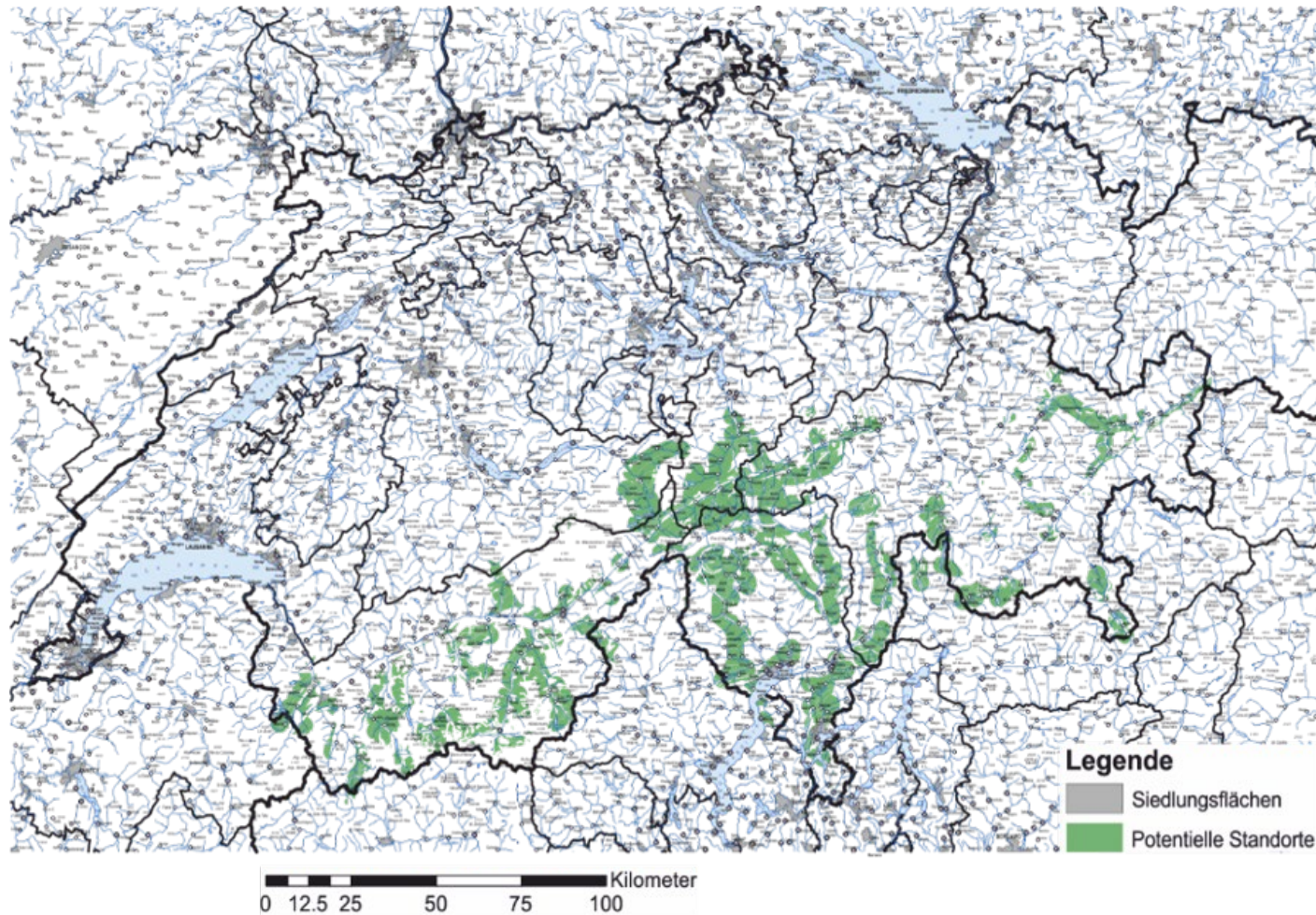


Wirtschaftlichkeit

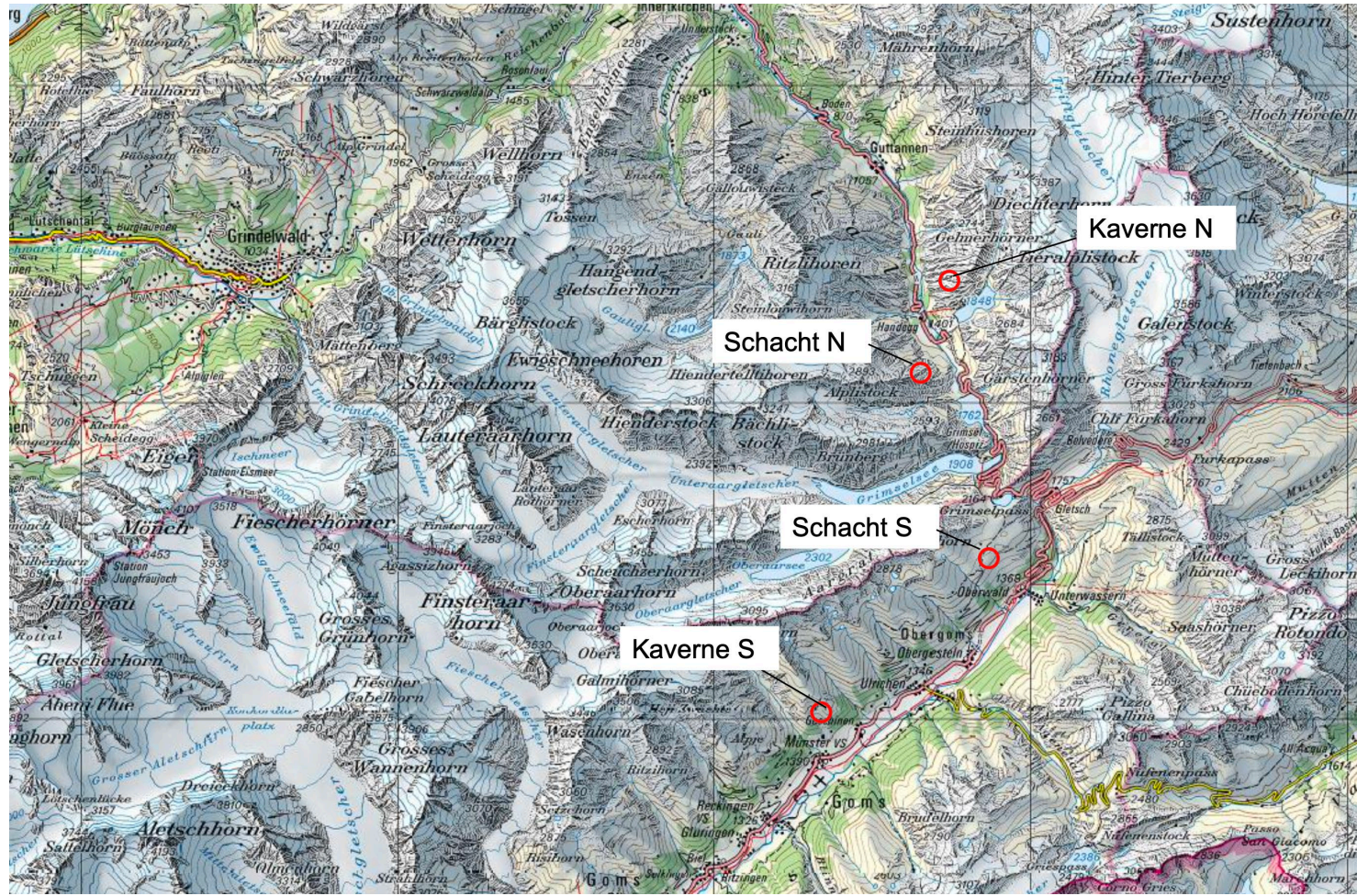
- Geschätzte Kapitalkosten inkl. Aushub des Hohlraums:



Lage und Bau

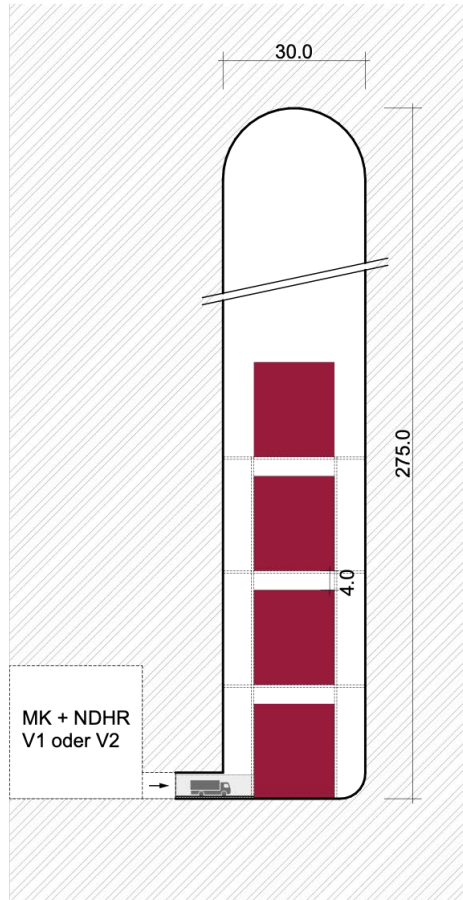


Lage und Bau

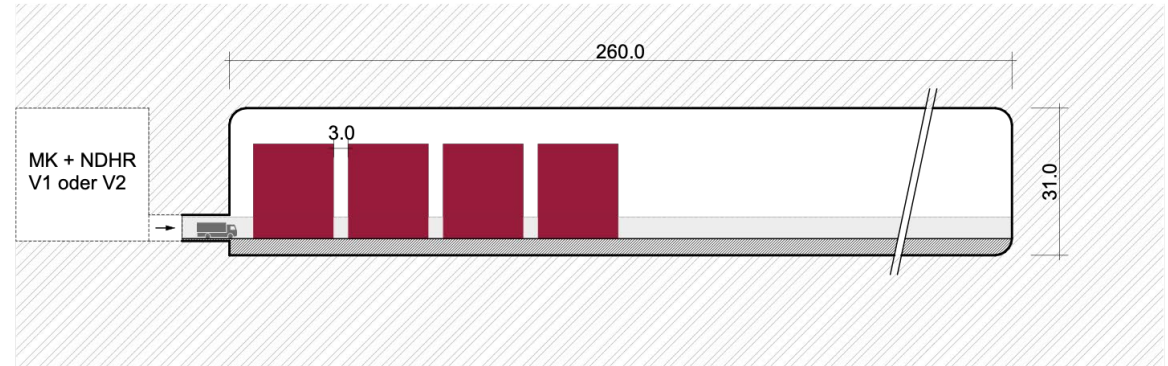


Lage und Bau

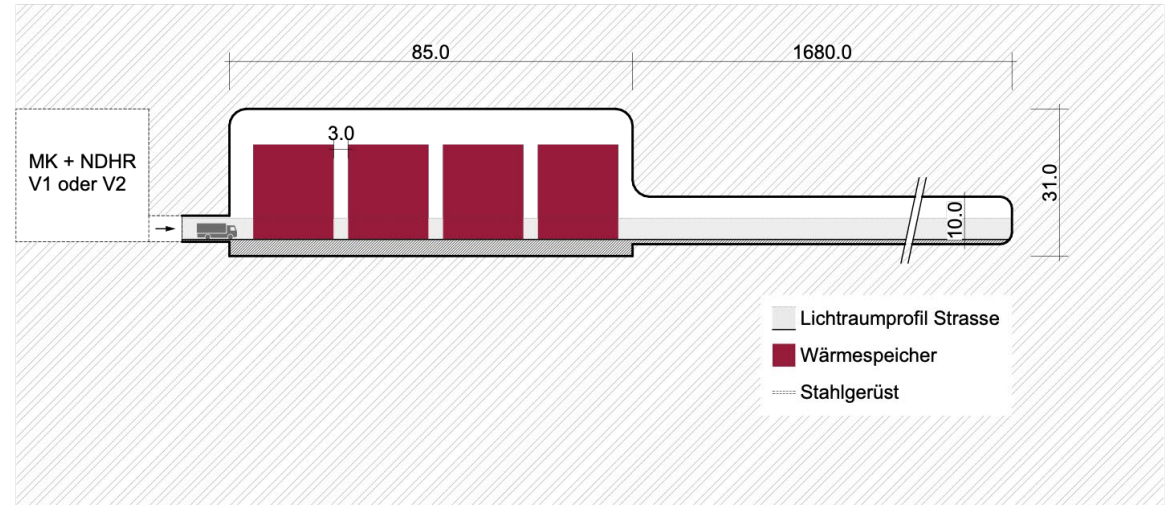
HDHR-Schacht



HDHR-Kaverne



HDHR-Kaverne/Tunnel



Verbleibende Hürden

- Technik:
 - ▶ Keine fundamentalen Hürden
 - ▶ Wertschöpfung in der Schweiz
- Finanzen:
 - ▶ Finanzierung einer Demonstrationsanlage: Beträchtliche Hürde
 - ▶ Fehlende Investitionssicherheit: Wirkt abschreckend
 - ▶ Fehlende Förderinstrumente (40-60 Regel bei BFE P+D Projekten)
- Gesetze: Fehlende Technologieneutralität

Verbleibende Hürden

Art. 4 Begriffe

¹ In diesem Gesetz bedeuten:

- a. *Elektrizitätsnetz*: Anlage aus einer Vielzahl von Leitungen und den erforderlichen Nebenanlagen zur Übertragung und Verteilung von Elektrizität. Elektrizitätsleitungen mit kleiner räumlicher Ausdehnung zur Feinverteilung, wie auf Industriearealen oder innerhalb von Gebäuden, gelten nicht als Elektrizitätsnetze;
- b. *Endverbraucher*: Kunden, welche Elektrizität für den eigenen Verbrauch kaufen. Ausgenommen hiervon ist der Elektrizitätsbezug für den Eigenbedarf eines Kraftwerkes sowie für den Antrieb von Pumpen in Pumpspeicherkraftwerken;

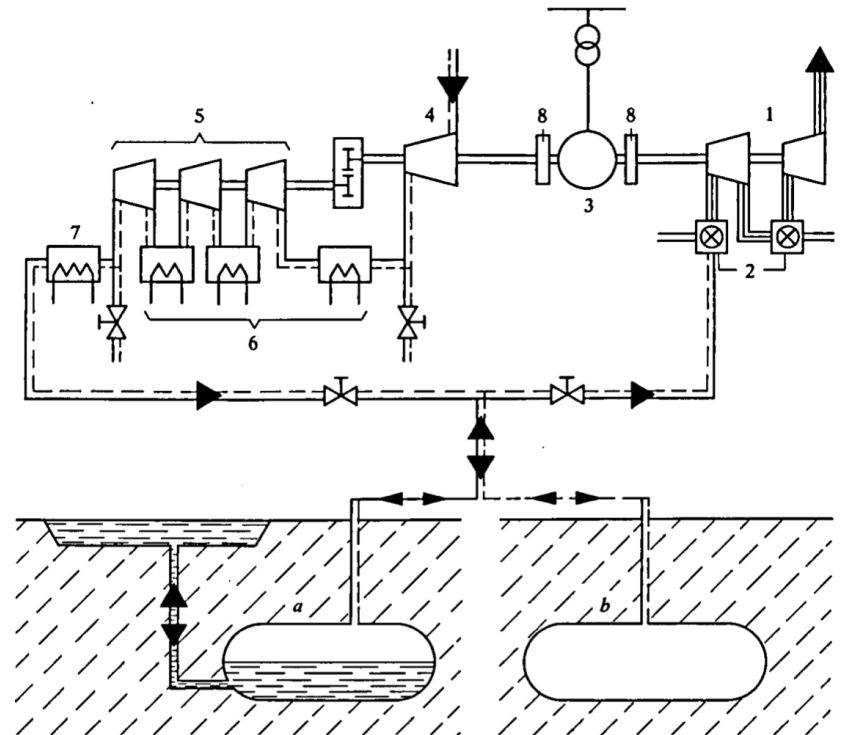
Quelle: StromVG, Stand 1. Juni 2019

Klarstellung Endverbraucherbegriff im Zusammenhang mit Speichern

Heute gilt nicht als Endverbraucher, wer Elektrizität für den Eigenbedarf eines Kraftwerkes sowie für den Antrieb von Pumpen in Pumpspeicherkraftwerken bezieht. An den bestehenden Ausnahmen soll nichts geändert werden. Es soll aber neu ausdrücklich klargestellt werden, dass Speicherbetreiber – abgesehen von der Ausnahme für Pumpspeicherkraftwerke – Endverbraucher sind. Damit wird weiterhin auf das Ausspeiseprinzip abgestützt: Wer Elektrizität zwecks Speicherung aus dem Netz bezieht, gilt für diesen Bezug als Endverbraucher, soweit er die Elektrizität nicht für den Antrieb von Pumpen in Pumpspeicherkraftwerken verwendet.

Quelle: Botschaft zum Bundesgesetz über eine sichere Stromversorgung mit erneuerbaren Energien, 18. Juni 2021

Denkanstoss



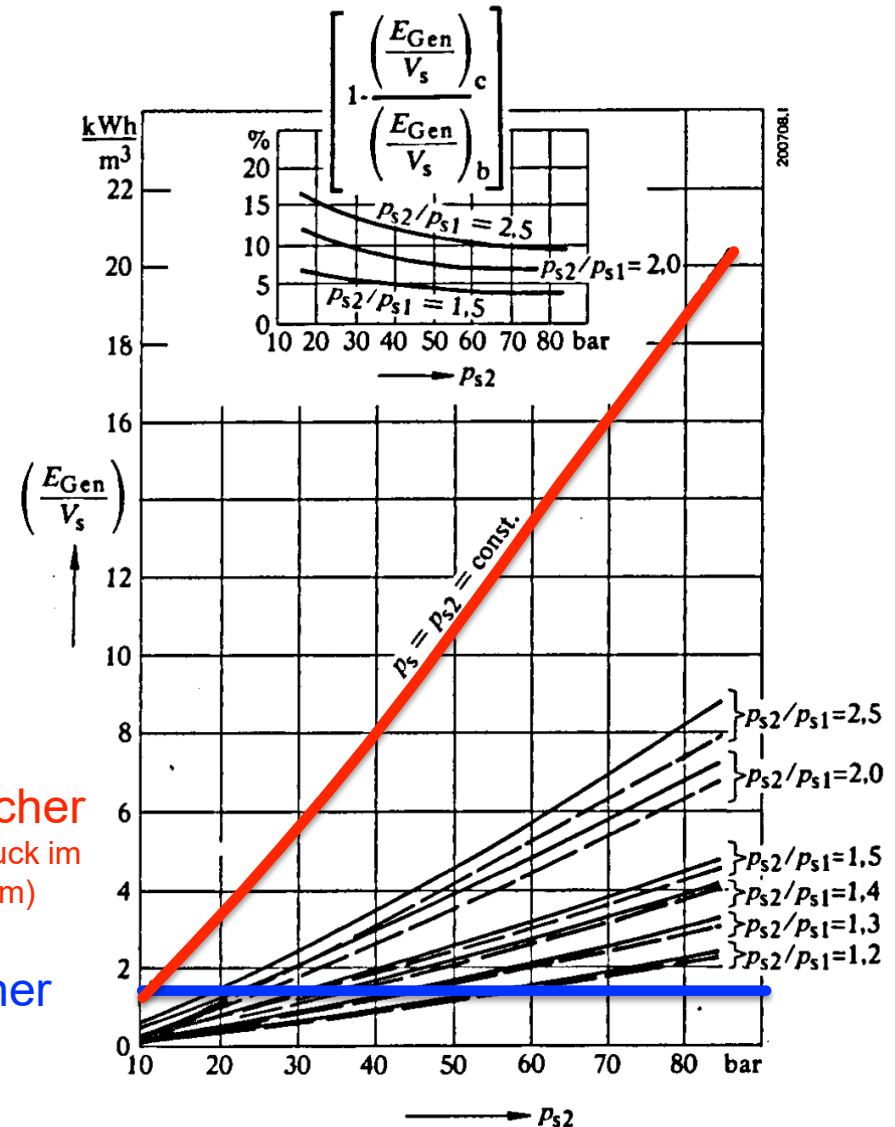
Hydraulische Kompensation: Druck im Speicherhohlraum durch ein Wasserbecken konstant halten

Denkanstoss

- Erhöhung der Speicherkapazität ohne Erhöhung von Staumauern
- Erhöhung der Speicherdichte
- Vereinfachung des Betriebs und der Effizienz der Turbomaschinen

Druckluftspeicher
(mit konstantem Druck im
Speicherhohlraum)

Pumpspeicher



Beteiligte Organisationen und Personen

ALACAES

Giw Zanganeh

Amberg Engineering

Felix Amberg

Franz Pacher

BKW

Michel Arnal

Adrian Kammer

EPFL

Selmar Binder

Sophia Haussener

ETH

Georgios Anagnostou

Viola Becattini

Alice Brauchart

Turhan Demiray

Alexander Fuchs

Jared Garrison

Lukas Geissbühler

Andreas Haselbacher

Erich Pimentel

Philipp Roos

MAN Energy Solutions AG

Emmanuel Jacquemoud

Philipp Jenny

Martin Scholtysik

PSI

Christian Bauer

Peter Burgherr

Thomas Motmans

Chris Mutel

Warren Schenler

Sika

Yves Boissonnas

Martin Londschien

SUPSI

Maurizio Barbato

Jonathan Roncolato

Simone Zavattoni

Swissgrid

Jonas Mühlethaler

Danksagung



Energiewende
Nationales Forschungsprogramm



FONDS NATIONAL SUISSE
SCHWEIZERISCHER NATIONALFONDS
FONDO NAZIONALE SVIZZERO
SWISS NATIONAL SCIENCE FOUNDATION



Swiss Competence Centers
for Energy Research

In cooperation with the CTI



Energy
Swiss Competence Centers for Energy Research



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Commission for Technology and Innovation CTI



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE
Swiss Federal Office of Energy SFOE



MAN Energy Solutions
Future in the making





Weitere Informationen

[Synthesebericht zu SNF NFP 70,
SCCER und BFE Projekten](#)



[YouTube Video über SNF NFP 70
Projekt und Pilotanlage](#)

