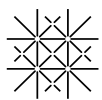


# Hydro Storage Reserve

Is it needed and (how) would it work?

Ingmar Schlecht, Jonas Savelsberg,  
Moritz Schillinger, Hannes Weigt

Energieforschungsgespräche Disentis | 27.01.2022 | [ingmar.schlecht@zhaw.ch](mailto:ingmar.schlecht@zhaw.ch)



Universität  
Basel

Wirtschaftswissenschaftliche  
Fakultät



School of  
Management and Law

**ETH** zürich

# Agenda

1. Hintergrund
2. Funktionsweise einer Speicherreserve
3. Modellierung
4. Fazit

# Studie, BFE Überlegungen, Mantelerlass

consentec frontier  
economics

AUSGESTALTUNG EINER STRATEGISCHEN RESERVE FÜR DEN STROMMARKT

Studie im Auftrag des BFE  
Mai 2018



Mai '18

Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Energie BFE  
Marktregulierung

Revision StromVG

**Aktuelle Überlegungen des BFE zur Ausgestaltung einer Speicherreserve**

Juli '18

Massnahmen

## Mantelerlass

1. **Ausgangspunkt Winter**  
22 Tagen soll gewährleistet sein, auch nach dem Ausstieg aus der Kernkraft. Geeignete Speicherprojekte sollen spezifische Investitionsbeiträge erhalten. Diese werden mit einem zusätzlichen Zuschlag von 0.2 Rp./kWh finanziert. Eine Vorauswahl der in Frage kommenden Projekte soll unter Einbezug der betroffenen Stakeholder (Betreiber, Umweltverbände) und der Kantone erfolgen. Sollte das Ausbauziel von 2 TWh bis 2040 alleine mit der Grosswasserkraft nicht erreicht werden können, können Ausschreibungen für Kapazitäten an anderen Technologien durchgeführt werden, die in kürzerer Frist realisierbar und ebenfalls sicher abrufbar und CO<sub>2</sub>-neutral sind.

2. **Rascher Ausbau der erneuerbaren Energien (EnG):** Dies leistet auch im Winter einen bedeutenden (Basis-) Beitrag zur Versorgungssicherheit. Um die Ziele zu erreichen, erhalten Projektanten Beiträge an ihre Investitionen. Dabei können auch spezifische Kriterien zum Ausbau der erneuerbaren Energien im Winterstrom vorgesehen werden. Die Beiträge werden von den Stromkonsumenten über den (bestehenden) Netzzuschlag finanziert.

3. **Einführung einer auktionierten Energiereserve zur Absicherung gegen ausserordentliche Extremsituationen (StromVG):** Die teilnehmenden Kraftwerksbetreiber verpflichten sich, eine bestimmte Menge Energie zurückzuhalten (bspw. Wasser im Speichersee). Sie erhalten dafür ein Entgelt, welches die Stromkonsumenten über das Netznutzungsentgelt bezahlen.

Ergänzend zu diesen Massnahmen soll der Ersatz der elektrischen Widerstandsheizungen beschleunigt werden. Diese verbrauchen im Winter rund 2.8 TWh Strom. Bei einem weitgehenden Ersatz durch Wärmepumpen könnten rund 2 TWh eingespart werden. Die Kantone sind daran, dieses Potenzial zu erschliessen.


Nov '20

→ Verordnung

**SOMMARUGA WILL AUFBAU EINER WASSERKRAFTRESERVE BESCHLEUNIGEN**

Schweiz 24.01.2022 - 11:50

VON MICHEL SUTTER

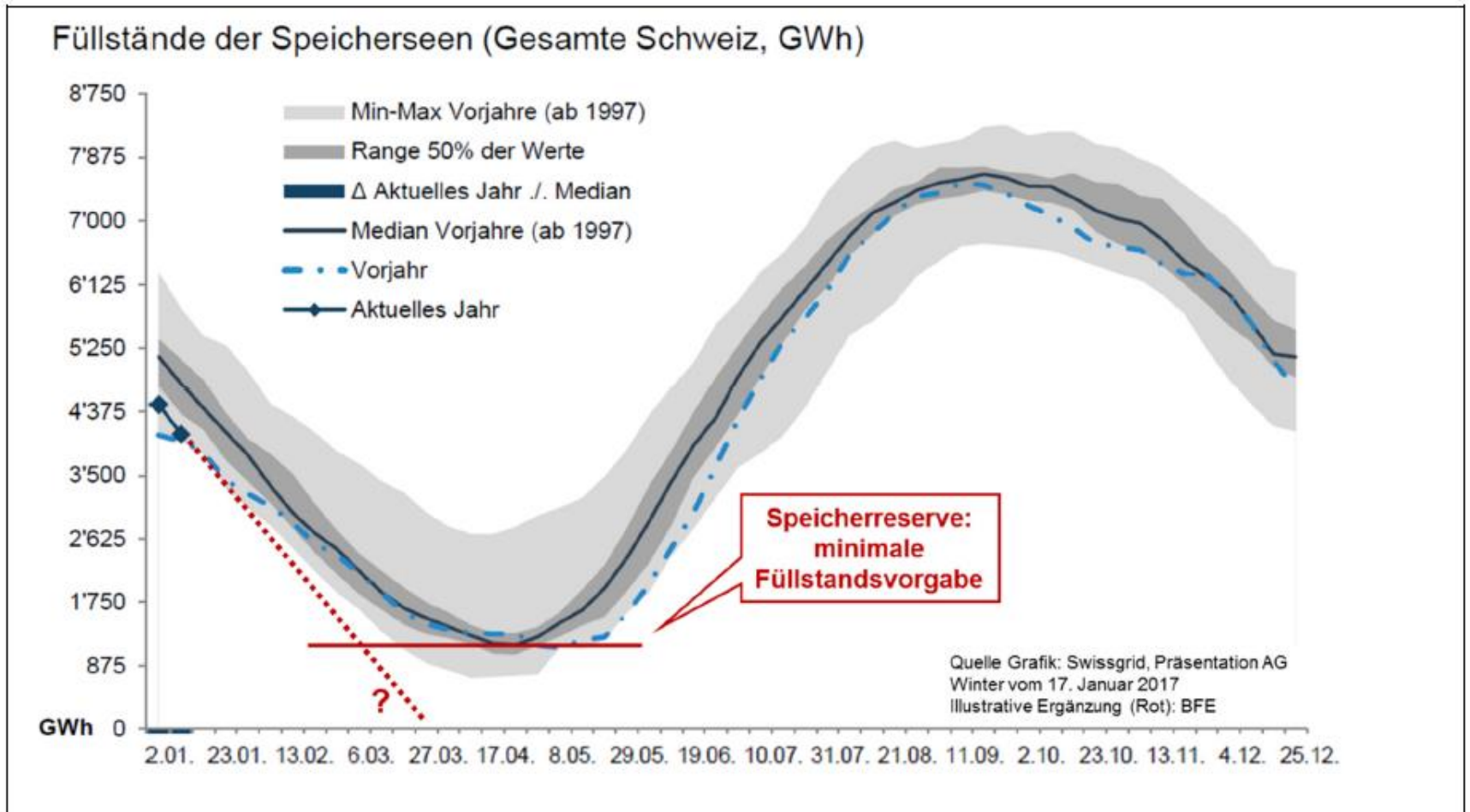


Mit der Speicherkraft hätte die Schweiz eine Versicherung für den Notfall, so Sommaruga. (Foto: Suisse Cole / Primula Boshard)

Bern (energata) - Bundesrätin Simonetta Sommaruga möchte den Aufbau einer Wasserkraftreserve per Verordnung durchsetzen. Dieser ist zwar im Bundesgesetz über eine sichere Stromversorgung mit erneuerbaren Energien vorgesehen. Doch Sommaruga will die Massnahme schon jetzt umsetzen und nicht auf das Parlament warten, wie sie in einem Interview mit der TX Group sagte. Sie wolle dem Bundesrat einen entsprechenden Vorschlag

Jan '22

# Sorge: Leere Speicher



# Agenda

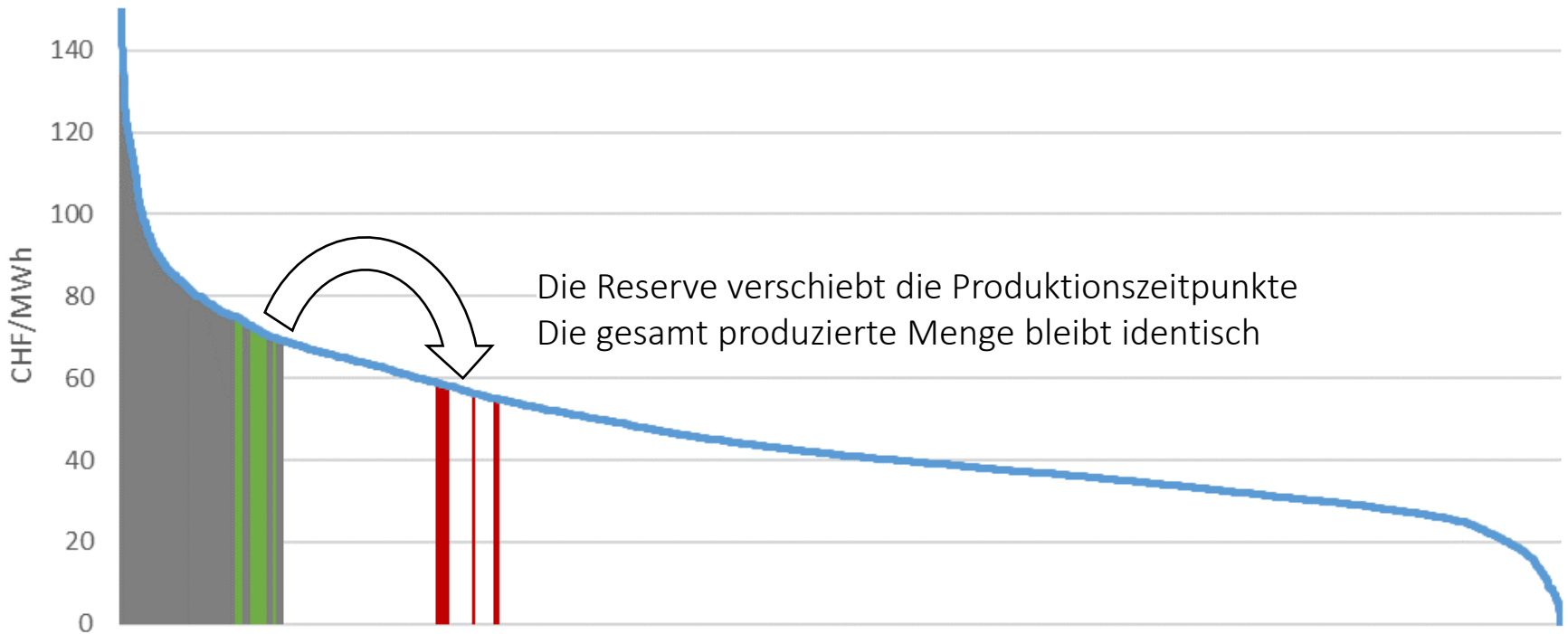
1. Hintergrund
2. Funktionsweise einer Speicherreserve
3. Modellierung
4. Fazit

# Ökonomische Kosten einer Speicherreserve

## Eine Speicherreserve

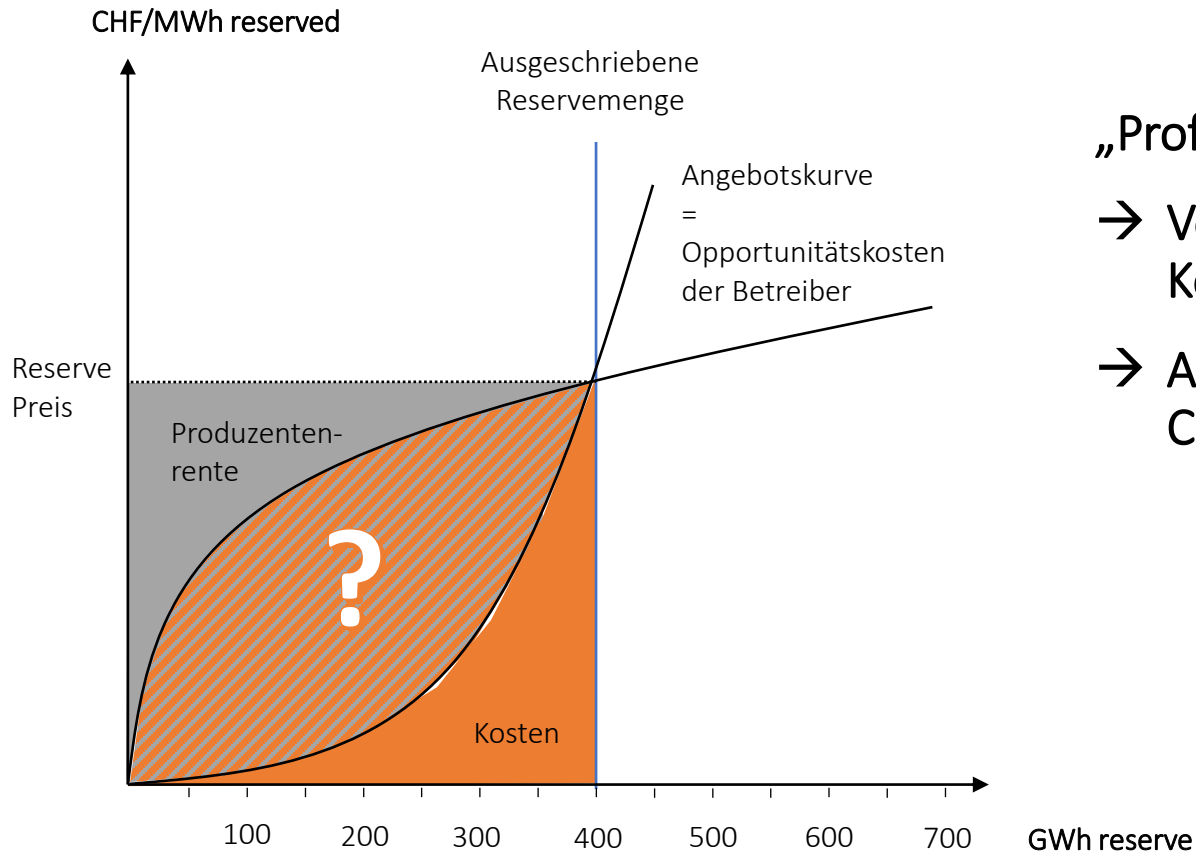
- Reduziert nutzbares Speichervolumen für Normalbetrieb
- Verursacht daher Kosten (entgangene Erlöse) bei den Speicherbetreibern
- Aber **verringert nicht** die insgesamt **nutzbare Wassermenge**

# Ökonomische Kosten einer Speicherreserve im Normalbetrieb (ohne Abruf)



Verschiebung der optimalen Produktionszeitpunkte führt zu reduzierten Einnahmen → Opportunitätskosten der Reserve

# „Subvention für die Wasserkraft“?



„Profite“ und „echte Kosten“

→ Verteilung von Renten und Kosten ex-ante unklar

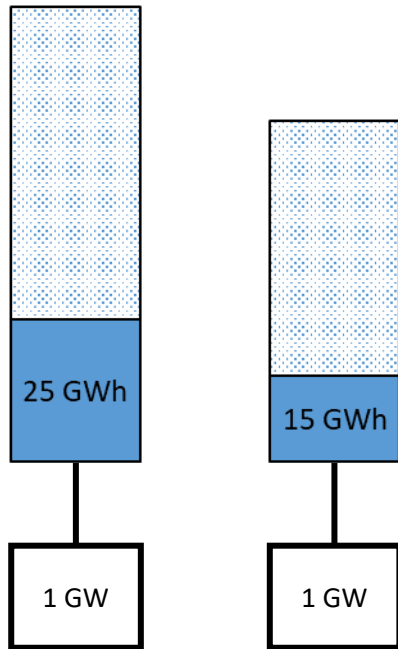
→ Abhängig von Kraftwerks-Charakteristika



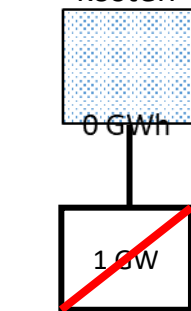
# Ausgeschriebene Menge vs. abrufbare Menge

**Ohne Reserve:** Ein See läuft leer

Niedrige  
Opportunitäts-  
kosten

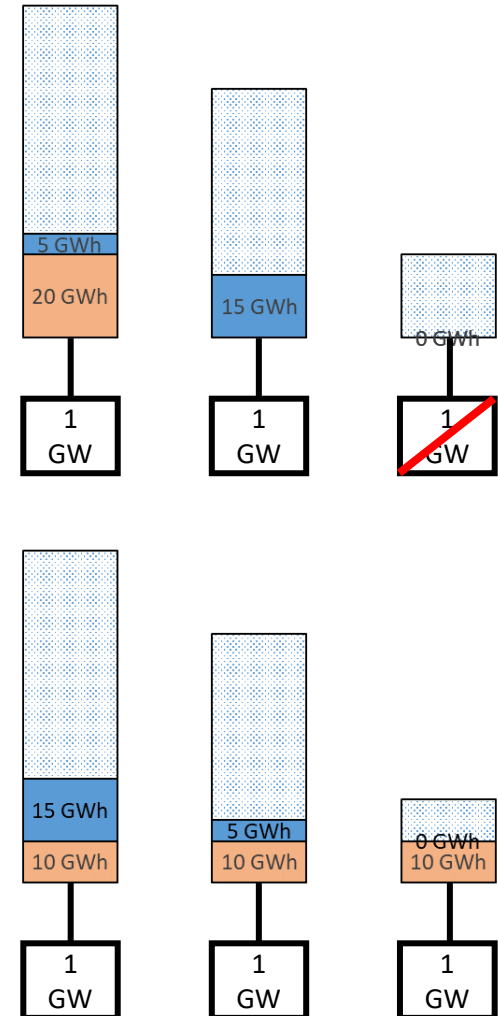
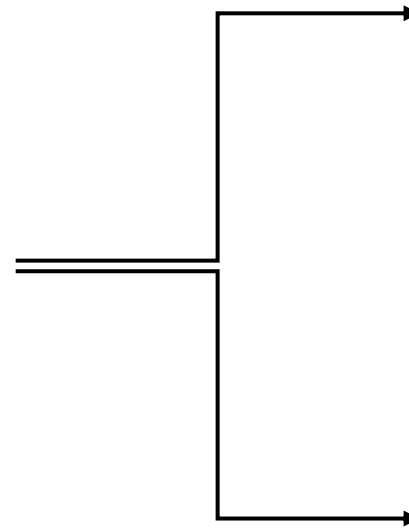


Hohe  
Opportunitäts-  
kosten



**Nur Energie-Reserve:**

Hier ohne Nutzen –  
weiterhin ein See leer.



**Energie +  
Kapazitätsanforderung:**  
ggf. hohe Kapazitätsmenge  
notwendig um zusätzliches  
Wasser zu erhalten

# Agenda

## 1. Hintergrund

## 2. Funktionsweise einer Speicherreserve

## 3. Modellierung

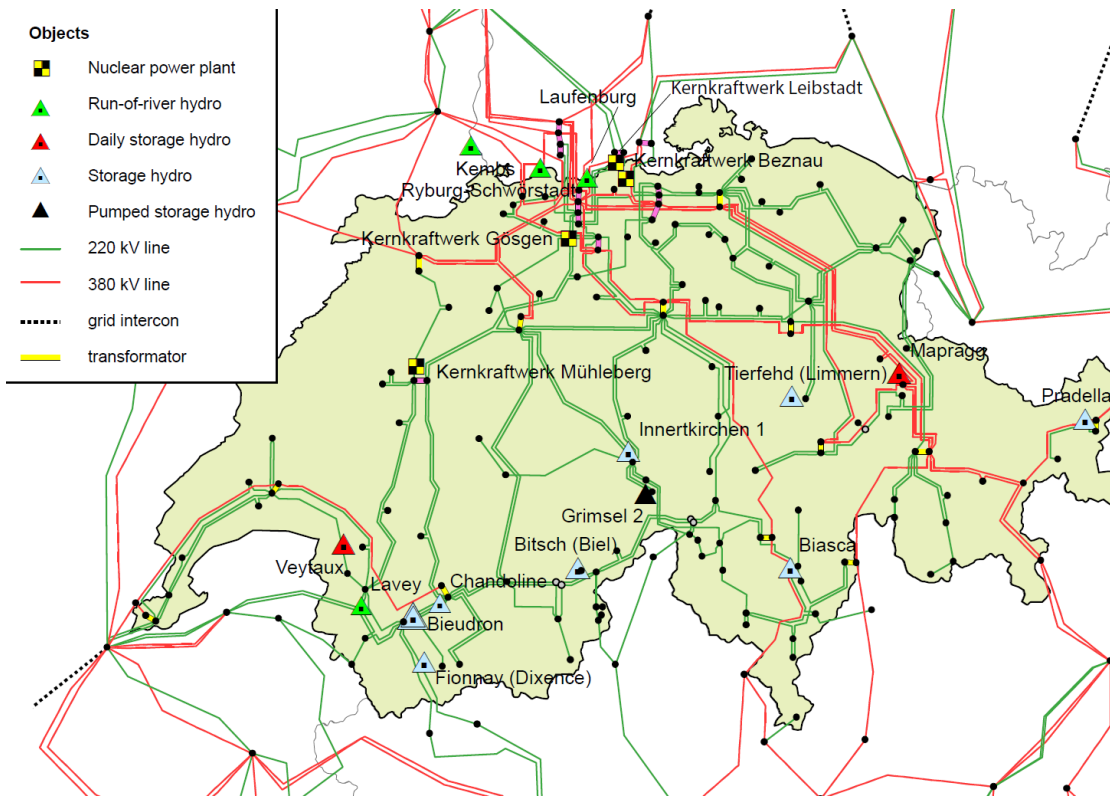
- Modell und Szenarien
- Resultate

## 4. Fazit

# Swissmod

Swissmod ist ein DC-Lastfluss-, Kraftwerkseinsatz-, Kostenminimierungs-Modell

Fokus auf Übertragungsnetz und Wasserkraft

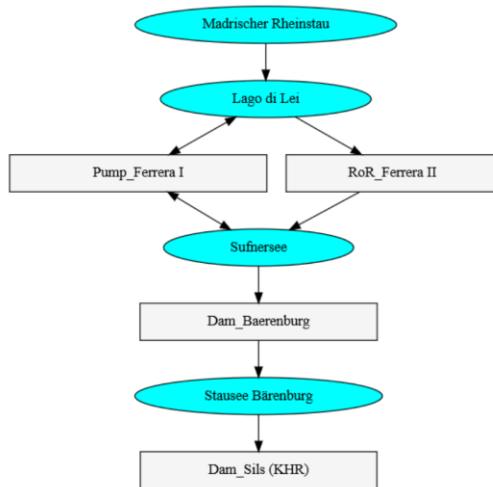
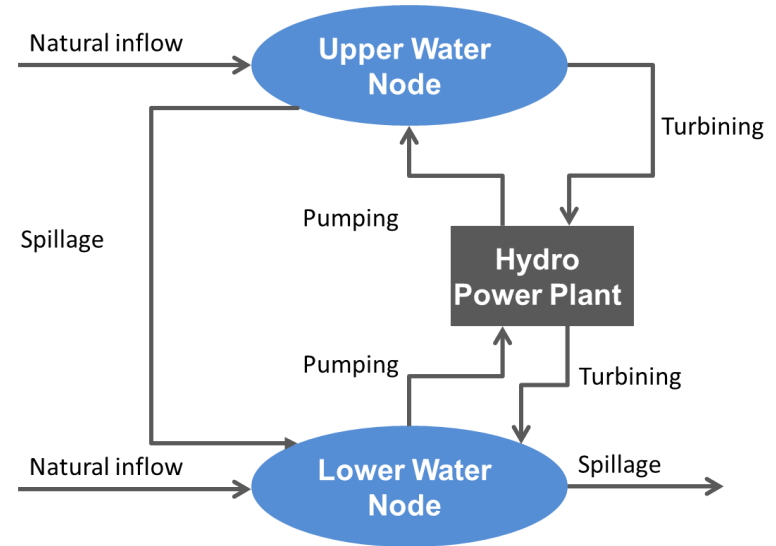
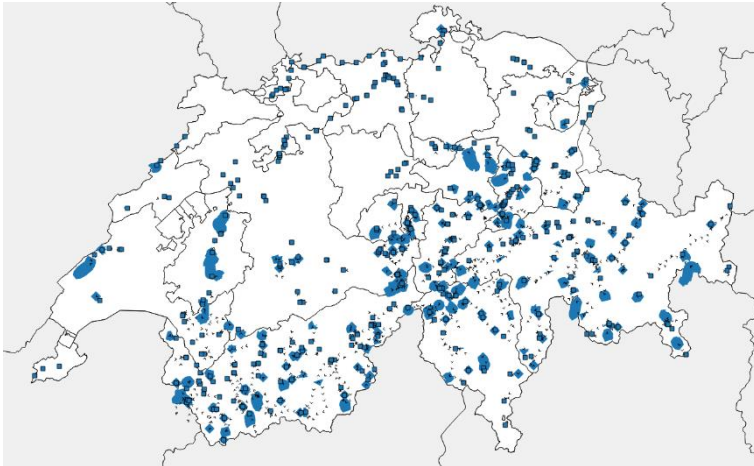


Netzmodell:

- ca. 230 Knoten (150 in CH)
- ca. 400 Leitungen

Nachbarländer:  
vereinfachte, aggregierte  
Abbildung

# Abbildung der Schweizer Wasserkraft



Endogene Abbildung von:

- 414 Wasserkraftwerken
- Vergleich zu WASTA 2019:
  - 99% der Pumpleistung
  - 92% der Turbinenleistung
- in 257 Kaskaden

# Problemfall schwierig zu erzeugen

## Realistische Szenarien verursachen keine Probleme

- **Schwierig**, realistischen Fall zu konstruieren, der **Probleme für die Schweiz** verursacht
- **Selbst bei herausfordernden Annahmen** bezüglich Nachbarländern (z.B.: stark erhöhte Nachfrage, Ausfall von KW-Kapazität) und damit limitierten Importmöglichkeiten plus Schweizer KKW-Ausstieg

## Hauptgründe

- Schweizer **Wasserkraft und Importmöglichkeiten** in unkritischen Stunden absorbieren die Schocks
- Zum Zeitpunkt des Speichertiefstands in der Schweiz ist in der **EU bereits kritischste Periode vorbei**

# Rückgriff auf künstliche Szenarien

## Modellierung künstlicher Autarkie

- Per Definition keine Importe für gewisse Zeit möglich
- Zeitpunkt so gewählt, dass Autarkie im 'schlimmsten Zeitpunkt' beginnt, wenn Speicherstand minus kommender Residuallast minimal ist (minimal Buffer of Storage Supply BSS)
- = der Speicher ist fast leer, und in den kommenden Tagen kommt wenig neues Wasser/PV/Wind hinzu

## Szenarien-Variationen (→ Details auf nächster Folie)

- Speicherreserveausgestaltung (Menge und Kapazität)
- Autarkiezeiträume (1 Tag, 2 Tage, 2 Wochen, 4 Wochen)

## Szenario-Annahmen

- **Zieljahr 2025** auf Basis TYNDP, aber: **keine KKW** in CH
- Wetterjahre aus TYNDP (1982, 1984 und 2007)

# Szenario-Variationen

Hydro year

Reserve Size

Autarky shock

Energy[GWh]

Capacity [GW]

Shock duration

Shock starttime

1982

0

0

24h

Before bssMin(t)

1984

100

1

48h

bssMin(t)

200

2

336h

After bssMin(t)

2007

300

3

400

4

672h

500

5

1000

6

1500

7

2000

8

3000

3500

X

X

X

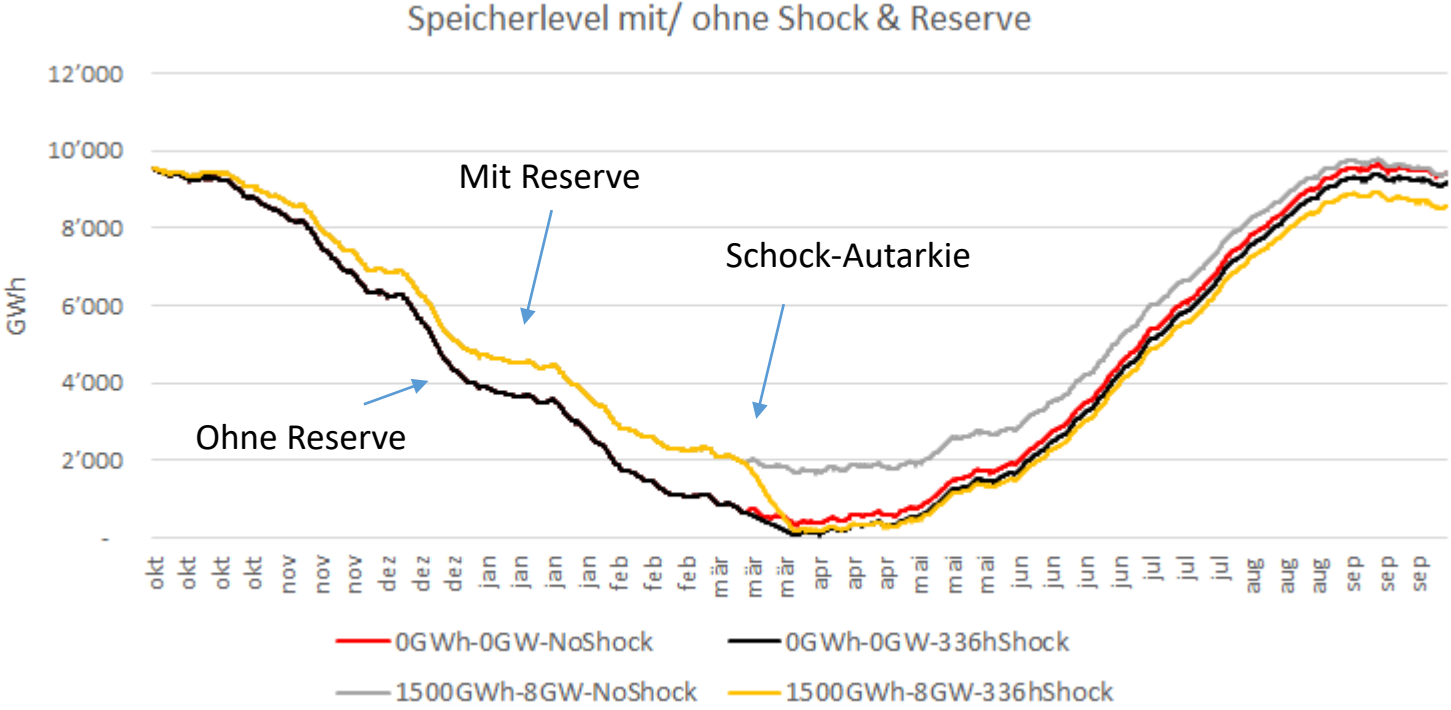
X

# Agenda

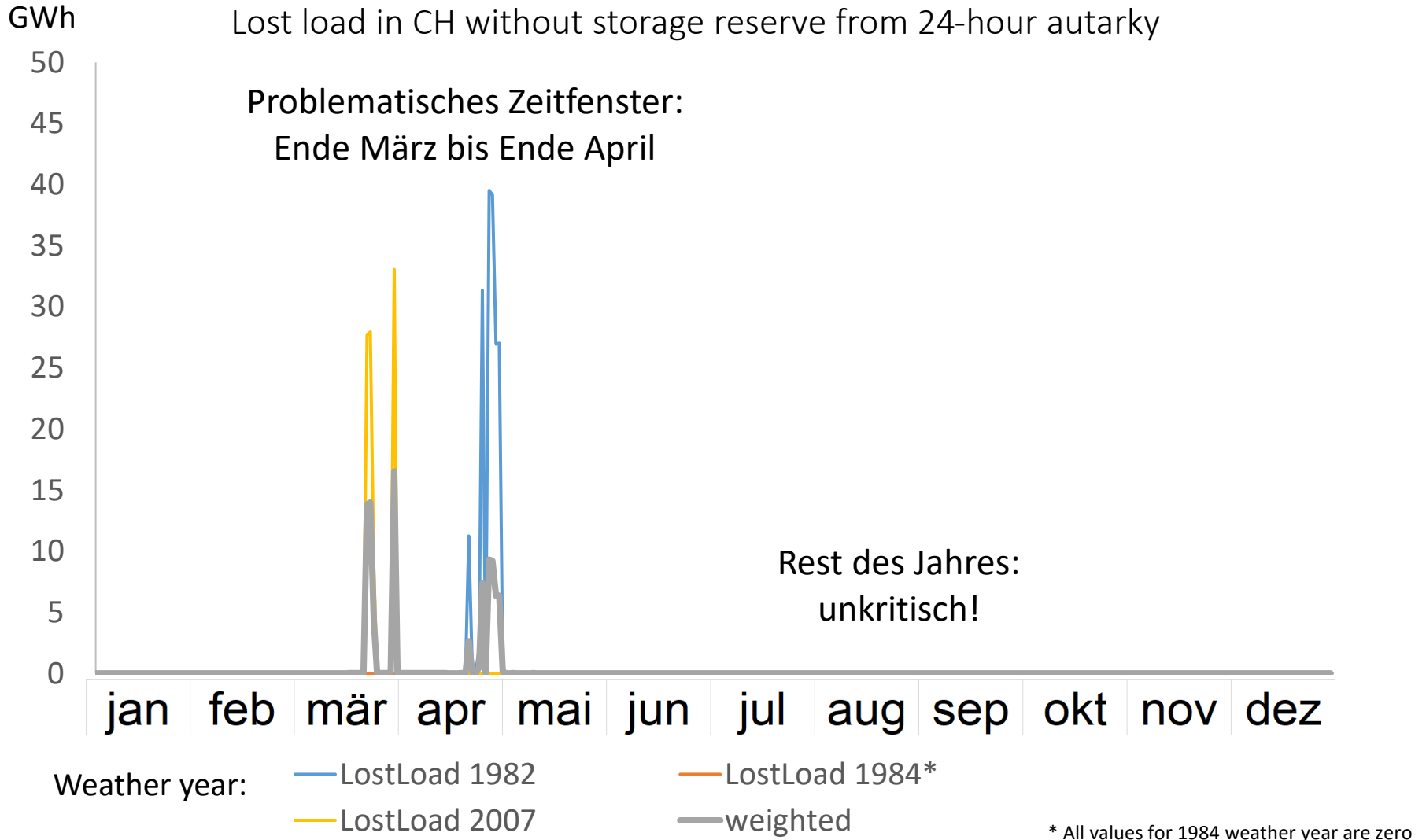
1. Hintergrund
2. Funktionsweise einer Speicherreserve
3. Modellierung
  - Modell und Szenarien
  - Resultate
4. Fazit



# Speicherkurve

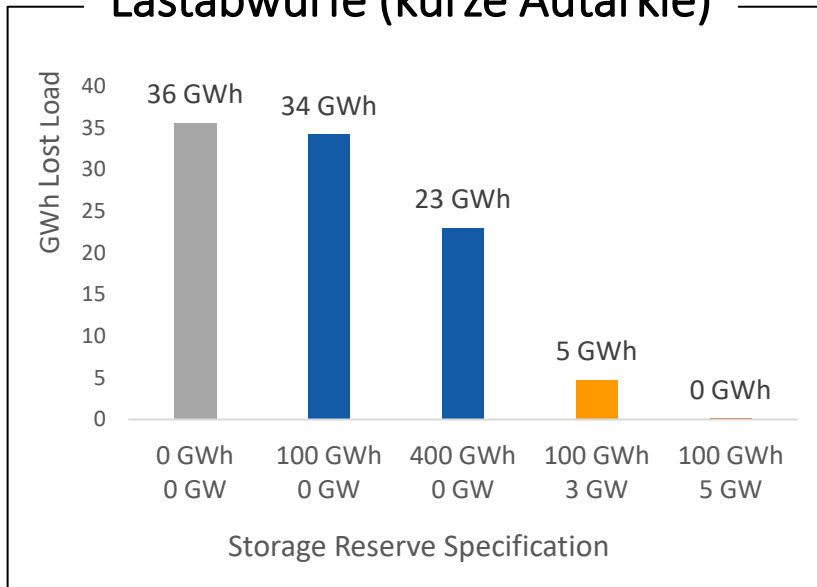


# Zeitliche Verteilung von Lastabwurf-Ereignissen bei Autarkie



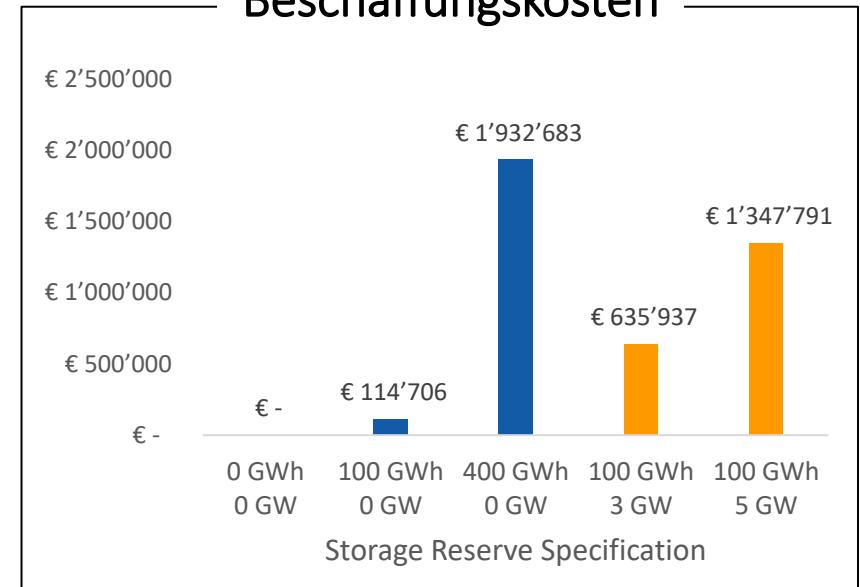
# Ergebnisse für kurze Autarkie (24h)

## Lastabwürfe (kurze Autarkie)



- Bei kurzfristigen Importbeschränkungen ist Kapazität (GW) entscheidend
- Hohe Energiemengen verringern Lastabwürfe nur geringfügig

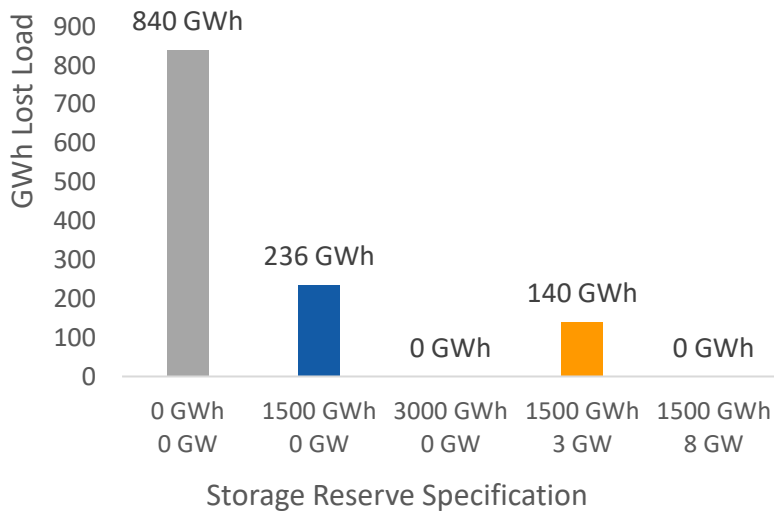
## Beschaffungskosten



- 100 GWh / 3 GW-Spezifikation am effizientesten
- Insgesamt überschaubarer Kostenrahmen
- Annahme: perfekter Wettbewerb

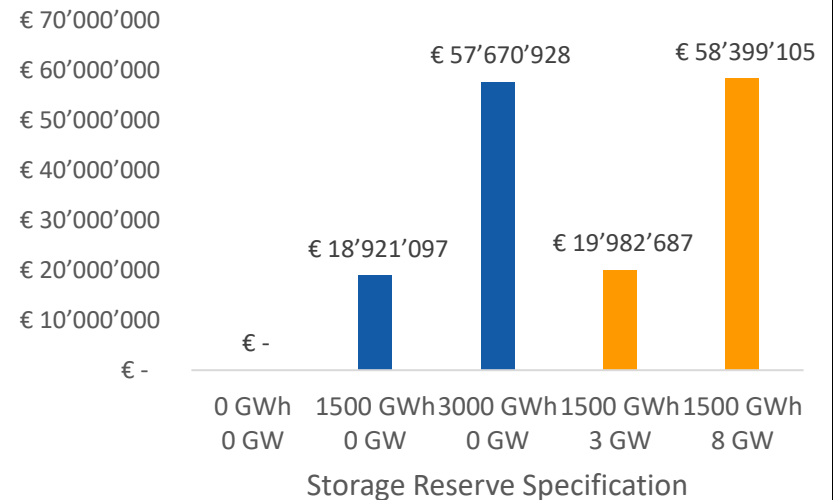
# Ergebnisse für lange Autarkie (1 Woche)

## Lastabwürfe (lange Autarkie)



- Signifikante Lastabwürfe bei 1 Woche Autarkie
- Kapazität der Reserve weniger entscheidend bei langen Autarkien

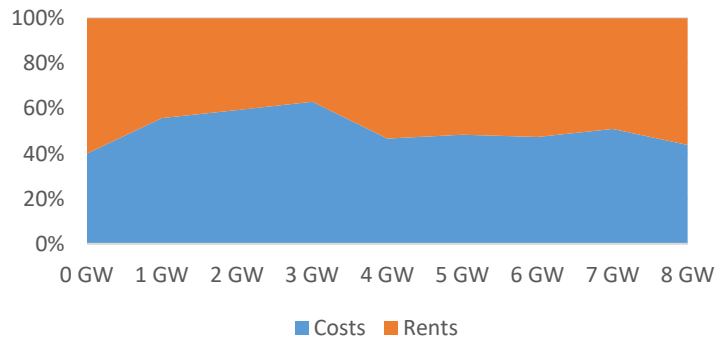
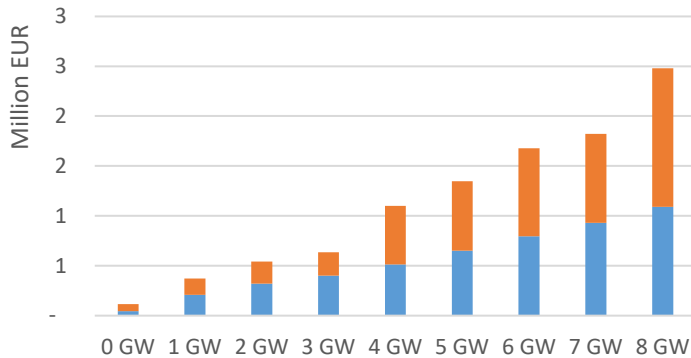
## Beschaffungskosten



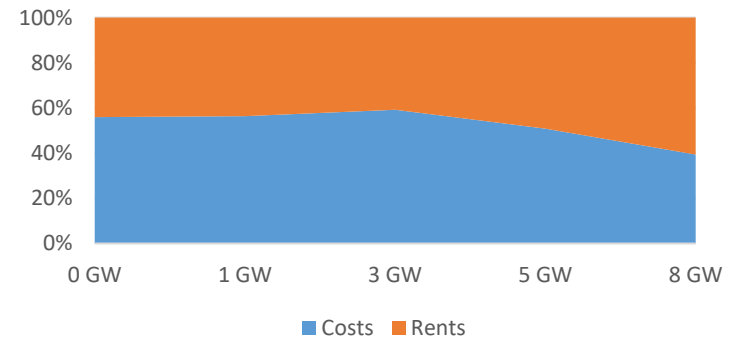
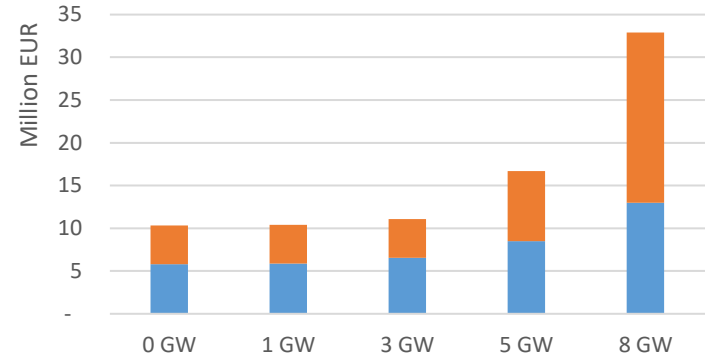
- Deutlich höhere Beschaffungskosten aufgrund höherer Energiemengen
- Annahme: perfekter Wettbewerb

# Kosten vs. Renten

Costs vs. Rents for 100 GWh reserve



Costs vs. Rents for 1000 GWh reserve



Kosten und Renten ca. 50%/50%

Aber:

- Marktmacht würde Bild stark verändern
- Modellstruktur unterschätzt tendenziell Preisvolatilität und Wert von Speicher

# Agenda

1. Hintergrund
2. Funktionsweise einer Speicherreserve
3. Modellierung
4. Fazit

# Fazit

## Unklarer Nutzen für Versorgungssicherheit

- Zeitpunkt der Wasserknappheit ist in EU kein Problem
- Für hypothetische Autarkie-Situation könnte Reserve helfen

## Ausgestaltung relevant

- Nur Energieanforderung reicht nicht: Kapazitätsanforderung wichtig
- Marktmacht könnte bei hohen Kapazitätsanforderungen problematisch sein