

STROMMARKTTREFFEN SCHWEIZ

Speicherreserve

Ingmar Schlecht

Moritz Schillinger, Jonas Savelsberg, Hannes Weigt

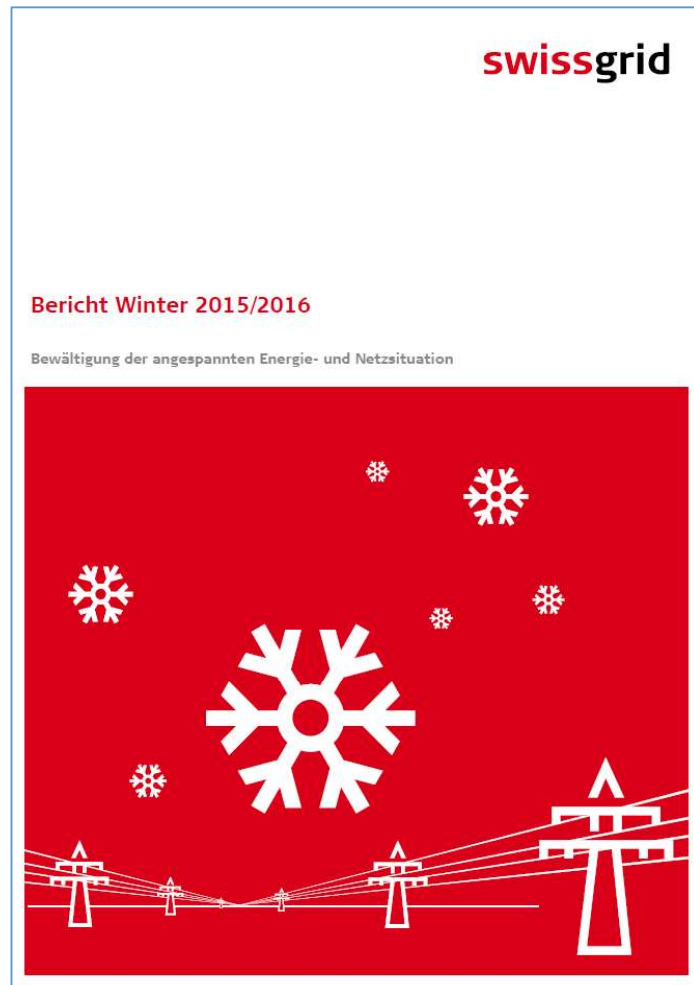


Speicherreserve

1. Diskussion zu Versorgungssicherheit in der Schweiz
2. Funktionsweise einer Speicherreserve
3. Numerische Modellierung
4. Schlussfolgerungen

Diskussion zu Versorgungssicherheit

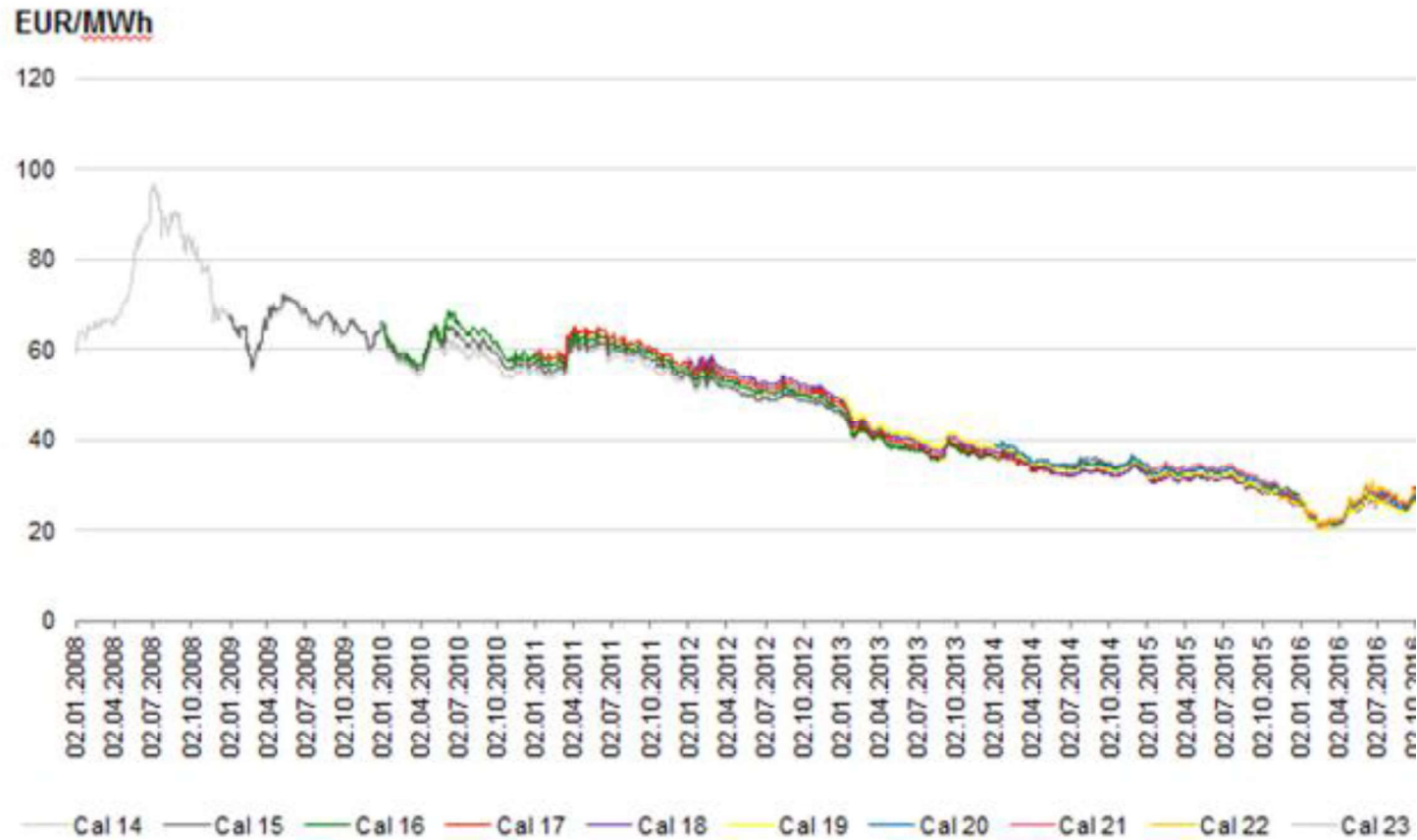
Situation Winter '15/'16



«Im Herbst 2015 zeichnete sich eine angespannte Energie- und Netzsituation für den Winter 2015 / 2016 ab. Die Energiereserven in der Schweiz waren zu jenem Zeitpunkt aufgrund einer Verkettung besonderer Umstände knapp.

- Aufgrund des trockenen Sommers und Herbstes führten die Flüsse deutlich weniger Wasser als im langjährigen Mittel, was die Stromproduktion aus Laufwasserkraft verringerte.
- Die Speicherseen wiesen im Vergleich zum langjährigen Mittel einen unterdurchschnittlichen Füllstand auf.
- Die Kernkraftwerke Beznau 1 und 2 waren beide ausser Betrieb. Damit fehlten in der Nordostschweiz 720 MW Einspeisung ins 220-kV-Netz.
- Weil die Kapazität für die Transformierung von 380 kV auf 220 kV limitiert ist, waren Importe nur in beschränktem Umfang zur Kompensation der fehlenden Bandenergie nutzbar.
- Die fehlende Bandenergie aus Laufwasser- und Kernkraft musste durch anderweitige Produktion, insbesondere aus Speicherkraftwerken, sowie durch Importe kompensiert werden.»

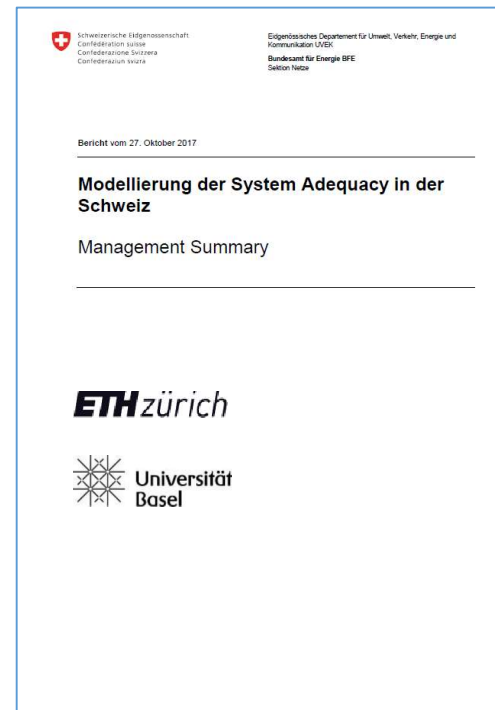
Strompreisentwicklung bis 2016



Ausgangspunkt: Diskussion um Versorgungssicherheit



Feb '17 / Apr '17



Okt '17



Nov '17



Quelle: Roland Zumbühl, Wikipedia

Frontier & Consentec-Studie



Mai '18

Prototyp 1: Speicherreserve ohne Leistungszurückhaltung

- Fokus Wasserknappheit Frühjahr
- Ausreichend Kapazität als Annahme

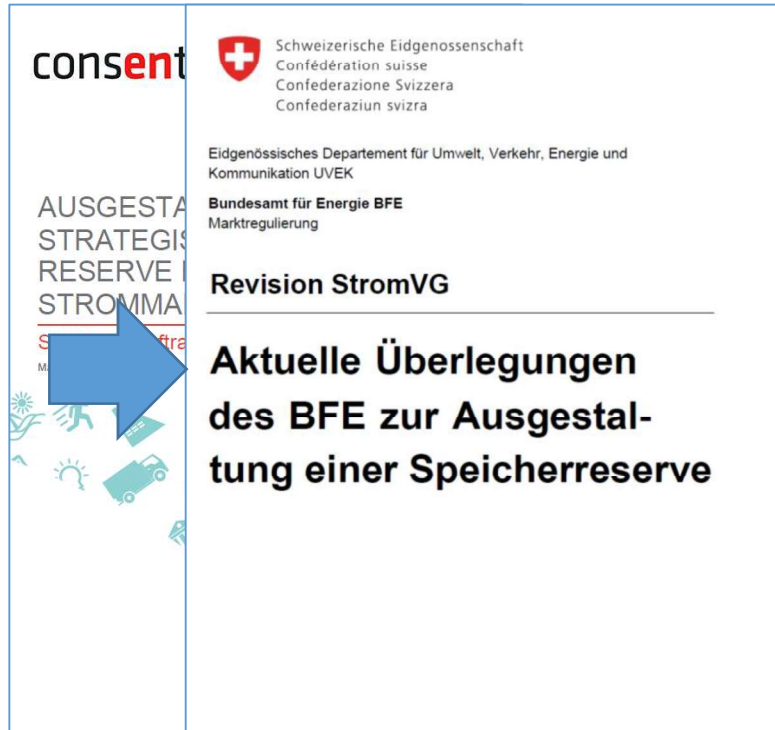
Prototyp 2: Speicherreserve mit Leistungszurückhaltung

- Wasserknappheit und Erzeugungsleistung
- Deutlich teurer

Weitere Prototypen (hier nicht im Fokus):

- Neubaureserve
- Technologieoffene Reserve
- Verbraucher-Partizipation

BFE Überlegungen zu Speicherreserve



Juli '18

Kombi aus Prototypen

- Energiebasiert, Mindestleistung, aber keine Leistungszurückhaltung
- Zwar technologieneutral, aber Wasserkraft günstigste Option
- Beispiel: 2-Wochen Eigenversorgung

Abruf außerhalb des Marktes

- Ähnlich Regelleistung
- Von Swissgrid beschafft und getriggert

Motivation

- Marktversagen
- Politische Risiken
- Wetter
- Importrestriktionen

Motivation für eine Speicherreserve

Versorgungssicherheit

- Aber: Keine Kapazitätsproblem in der Schweiz
- Wenn, dann Energie-Knappheit
- Speicherreserve als Massnahme gegen Energieknappheit Ende Winter

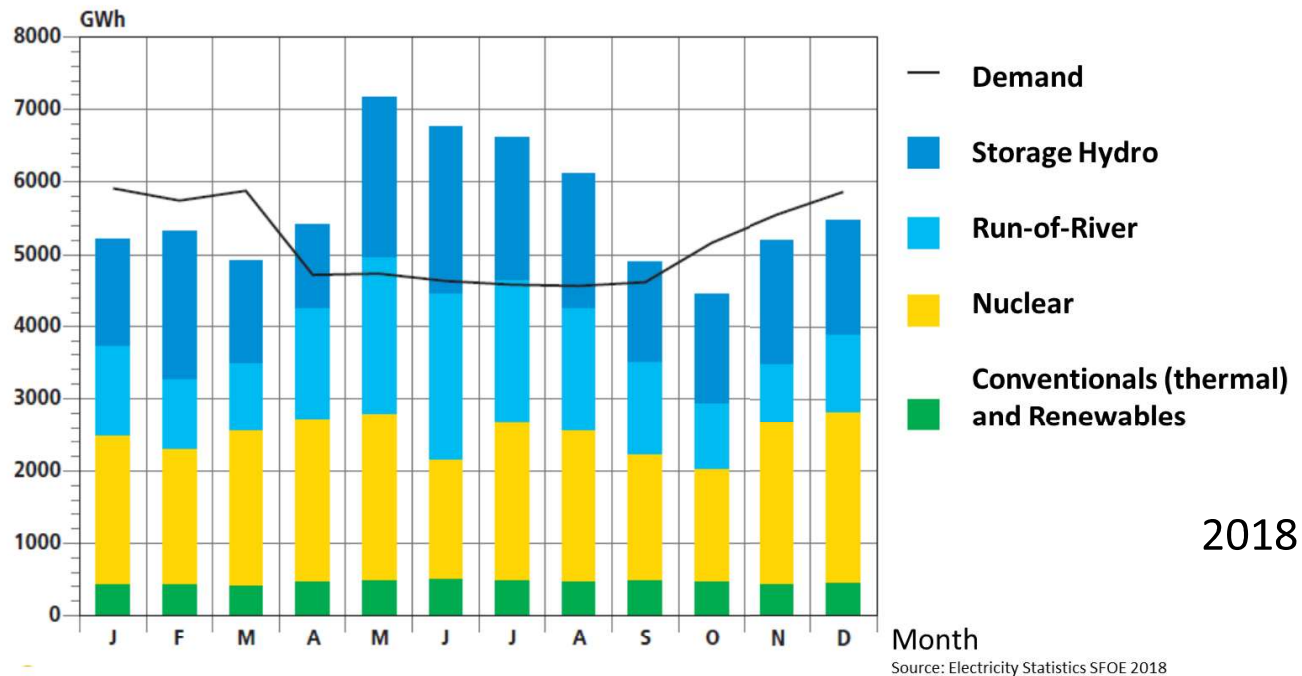
Subvention der Wasserkraft

- «Wenn schon Subvention, dann mit Gegenleistung»

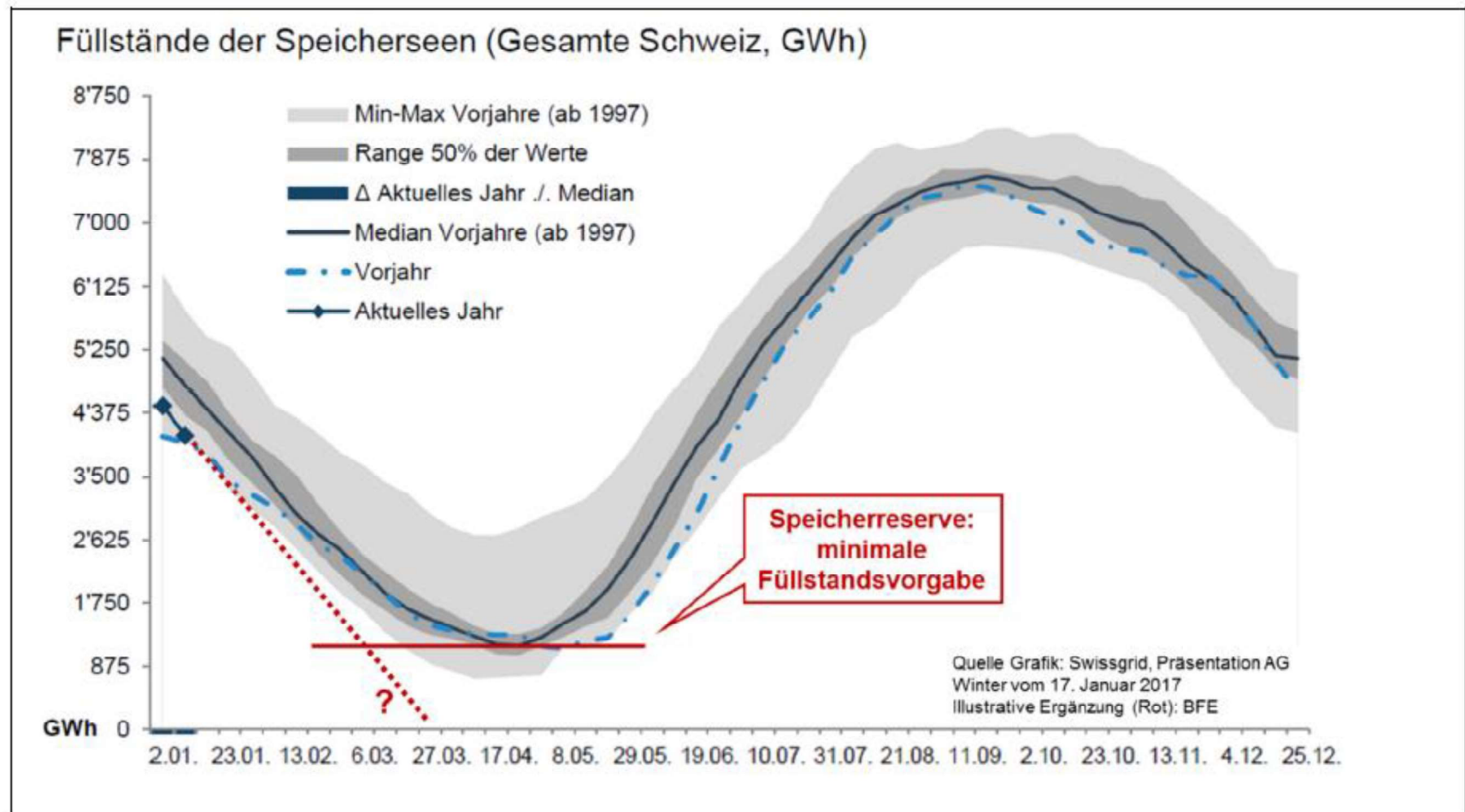
Funktionsweise einer Speicherreserve

Schweizer Stromsystem

Peak Load	= ~11GW
Installed Capacity	= ~20GW (of which 11 storage, 3 Nuclear)



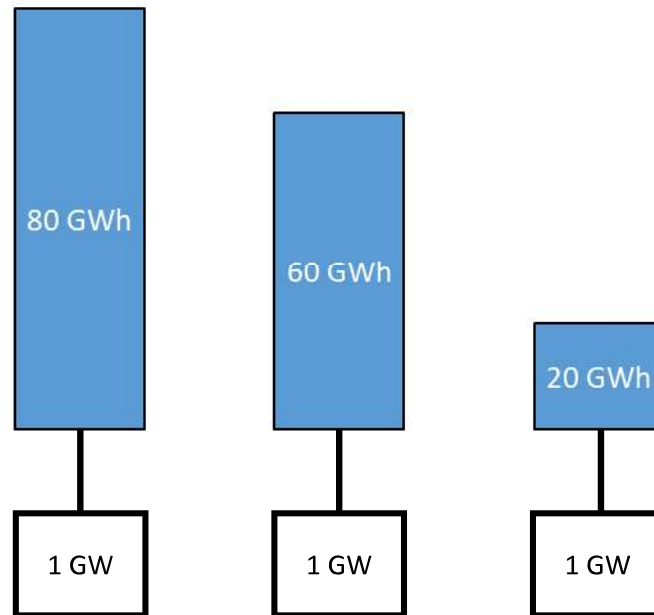
Sorge: Leere Speicher



Individual storages

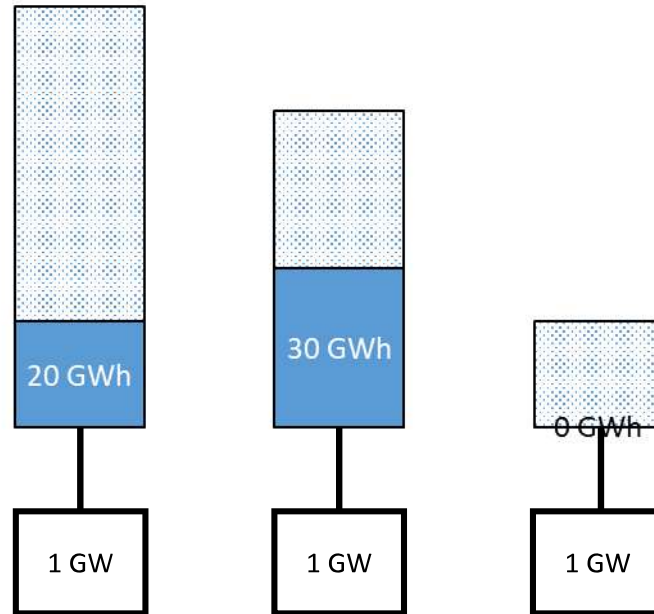
Individual storages

Stylized example



Individual storages

Stylized example

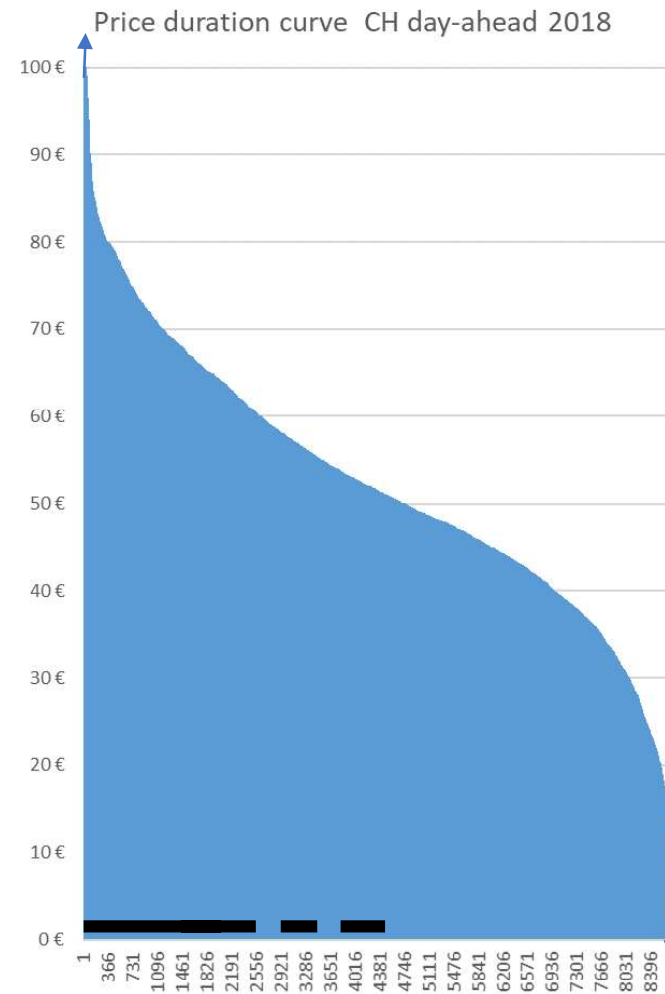
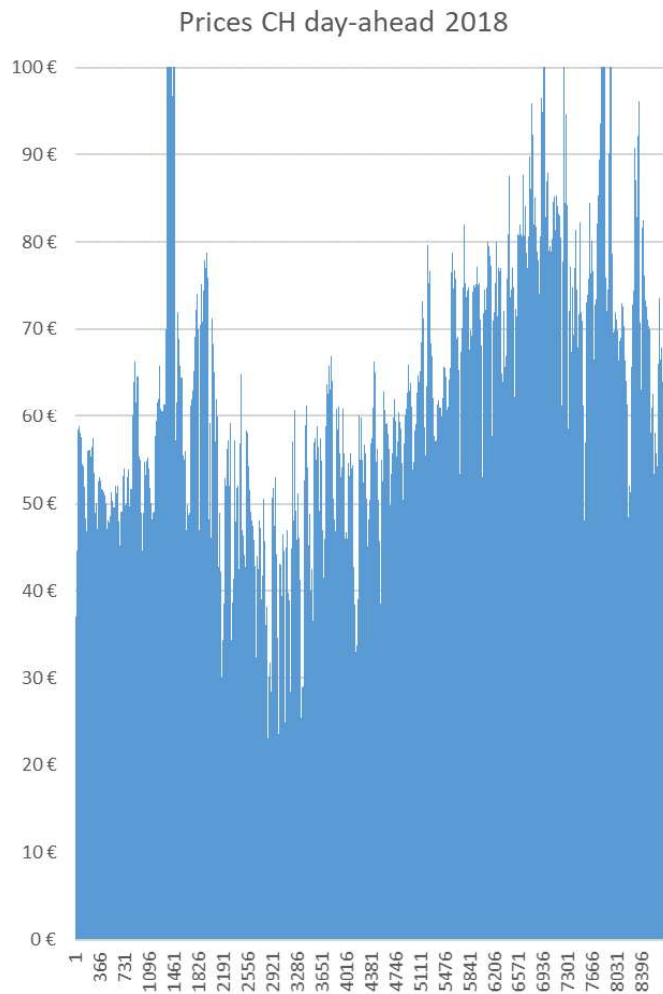


Economic costs of a storage reserve

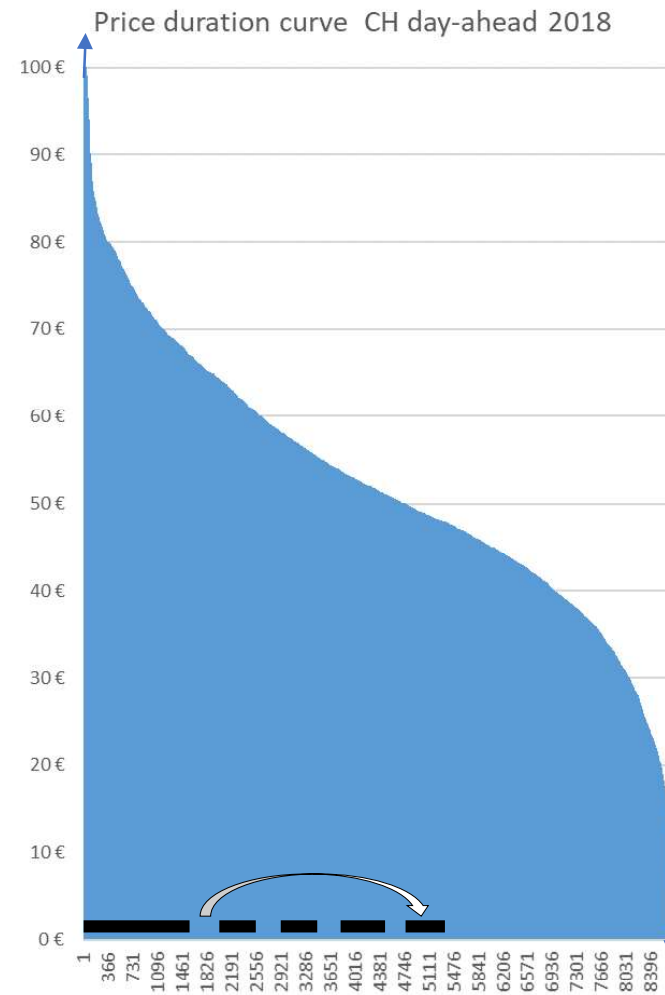
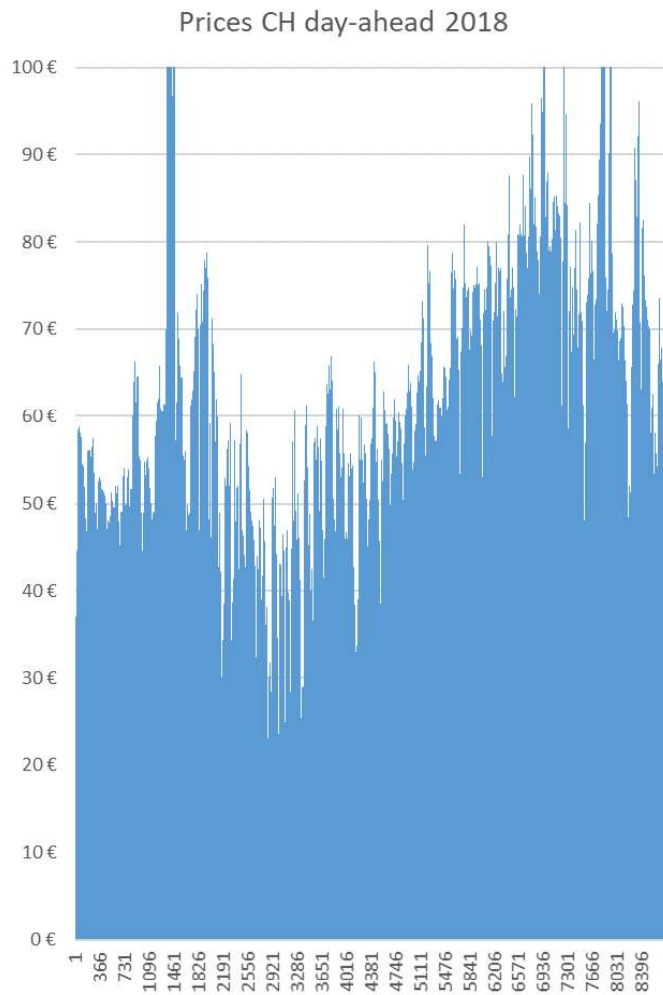
Storage reserve

- Reduces usable storage volume for normal operation
- Causes actual costs to market participants
- But does not reduce inflows

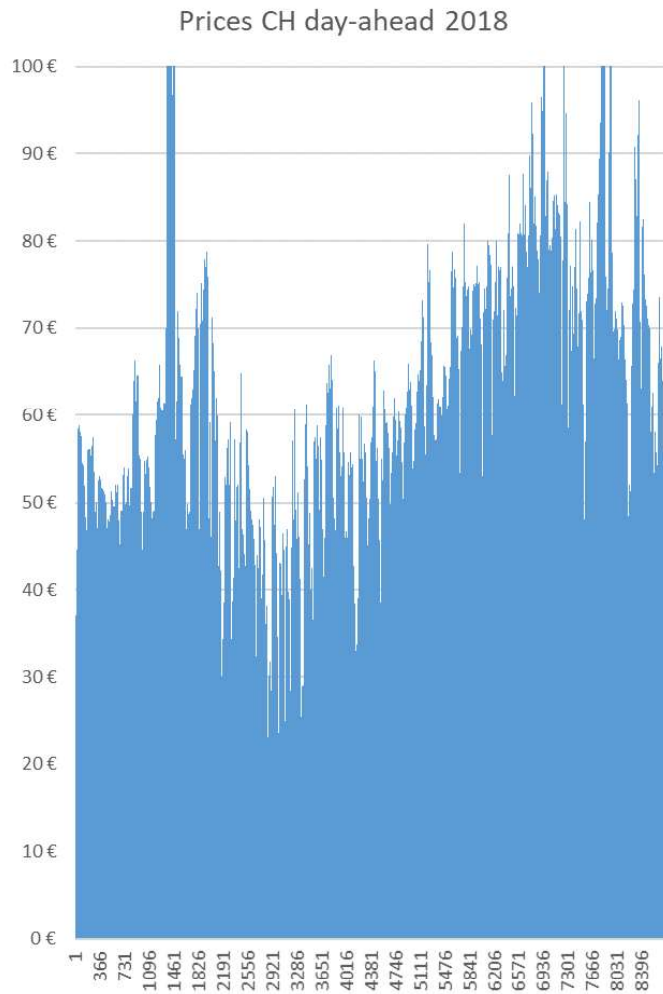
Economic costs of a storage reserve



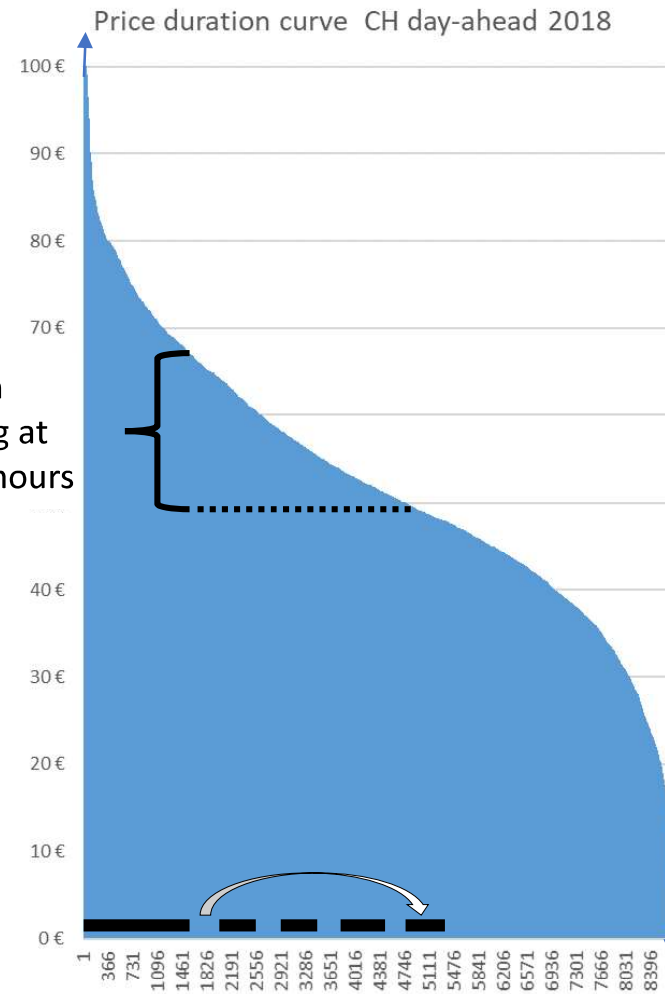
Economic costs of a storage reserve



Economic costs of a storage reserve

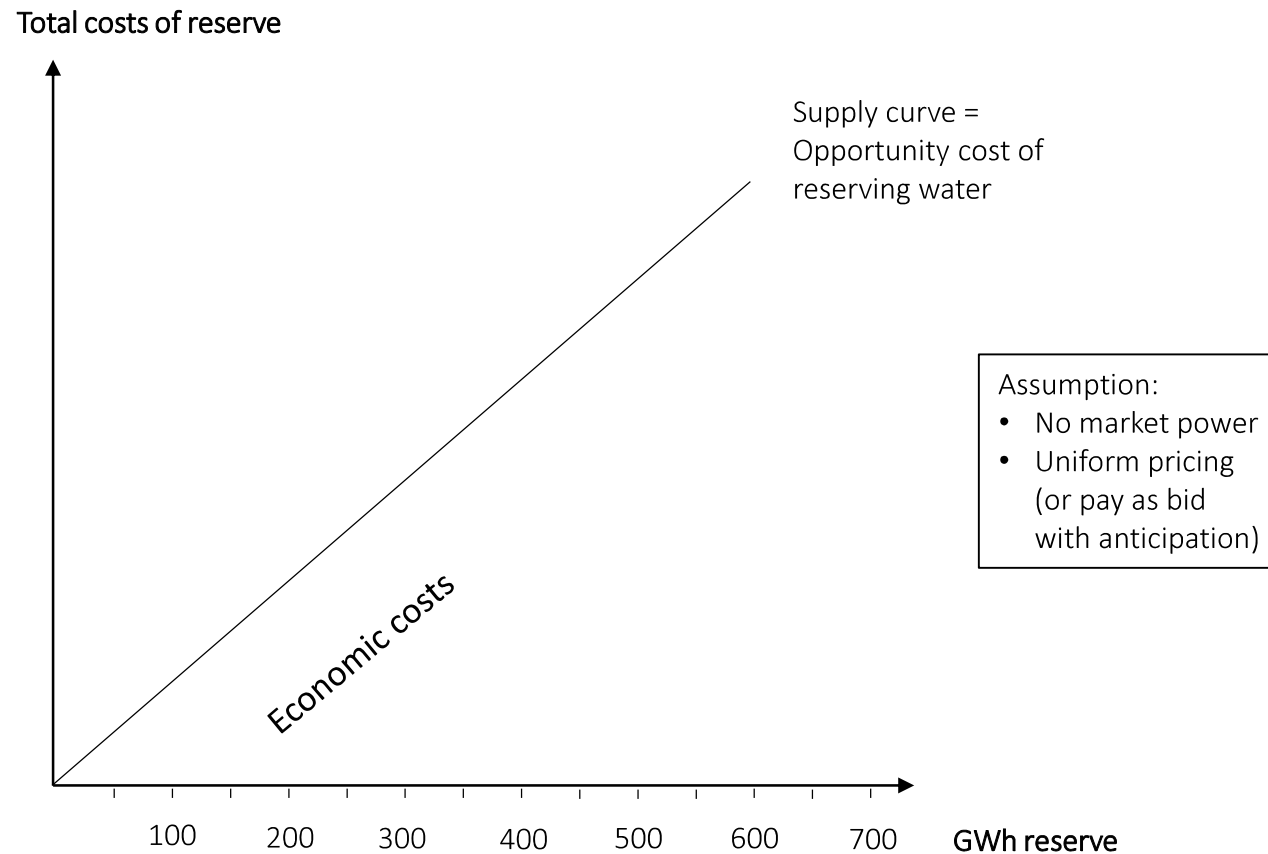


Loss from
producing at
cheaper hours



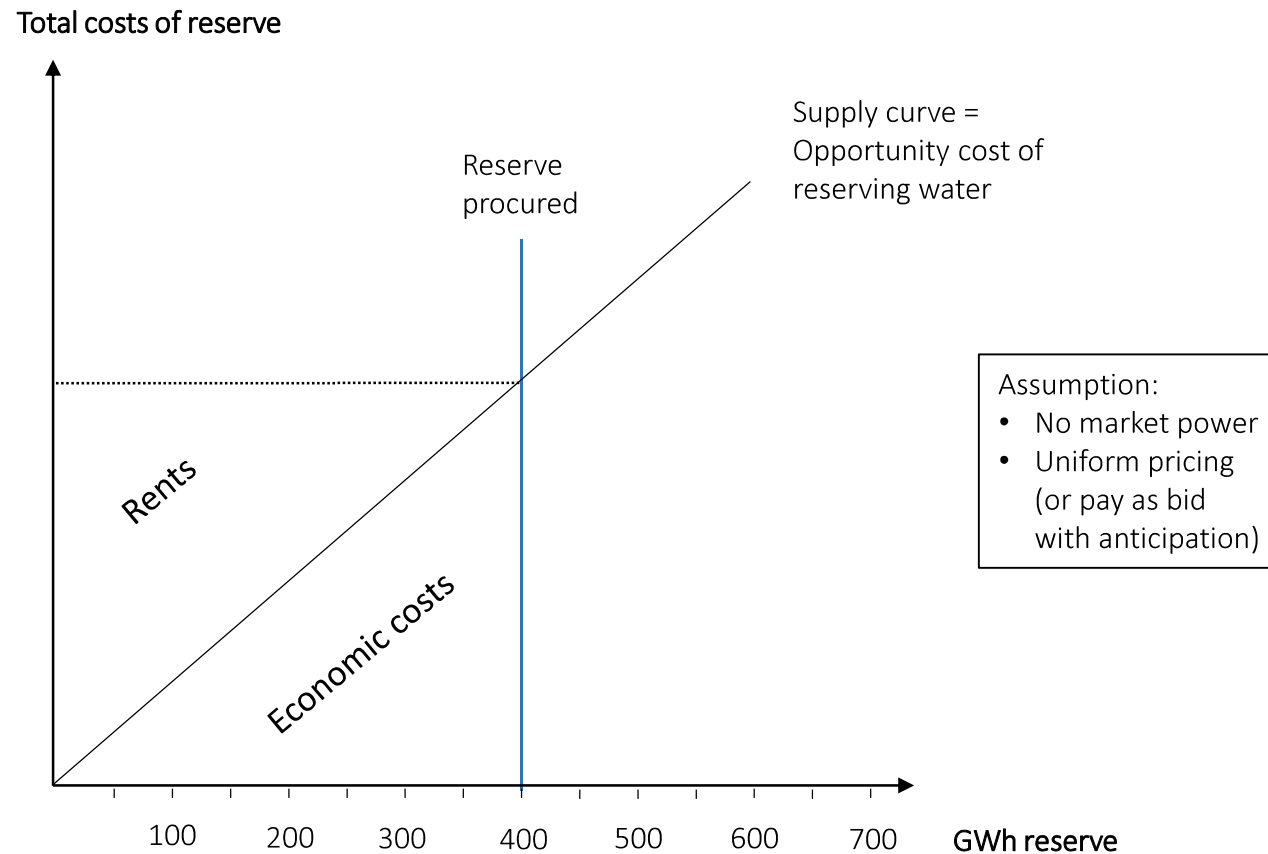
Subsidy? Economic costs of a storage reserve.

Stylized example



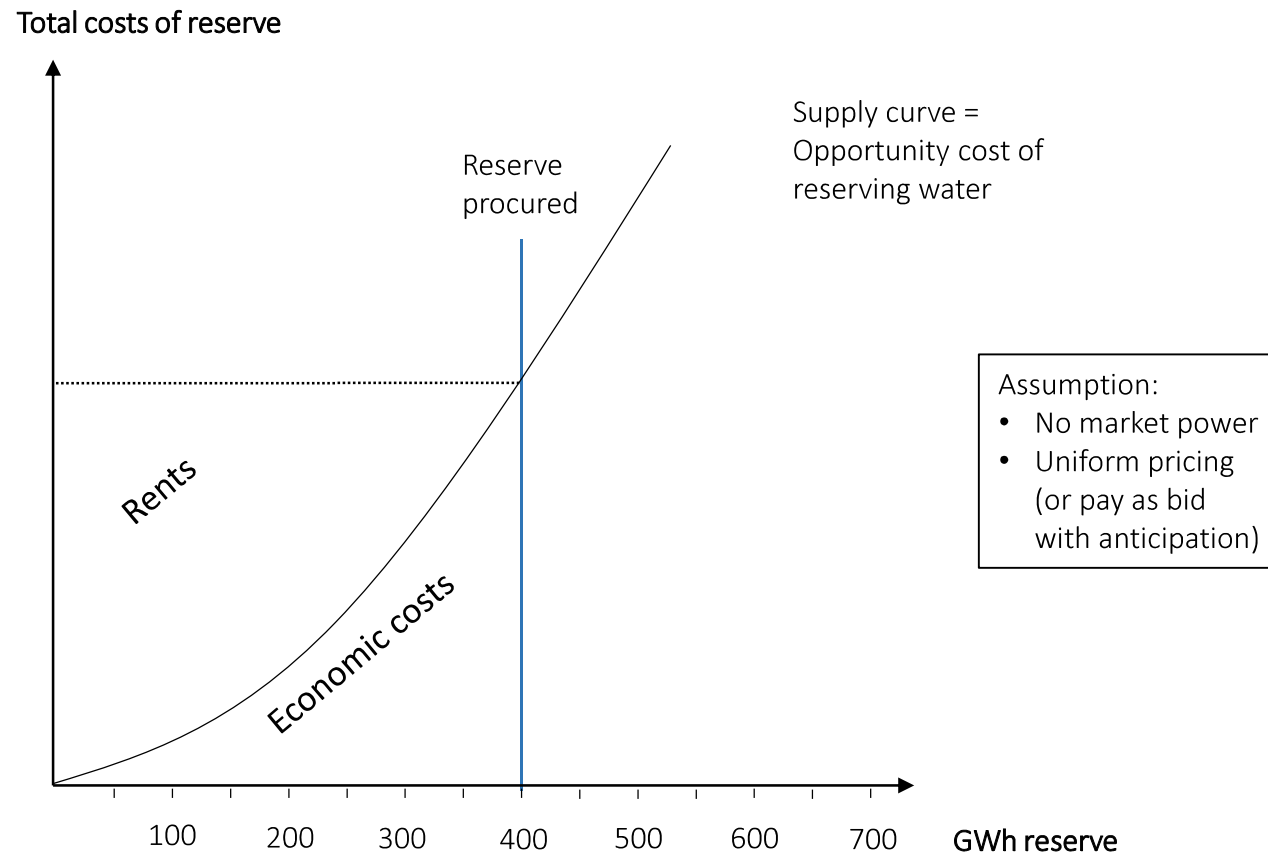
Subsidy? Economic costs of a storage reserve.

Stylized example



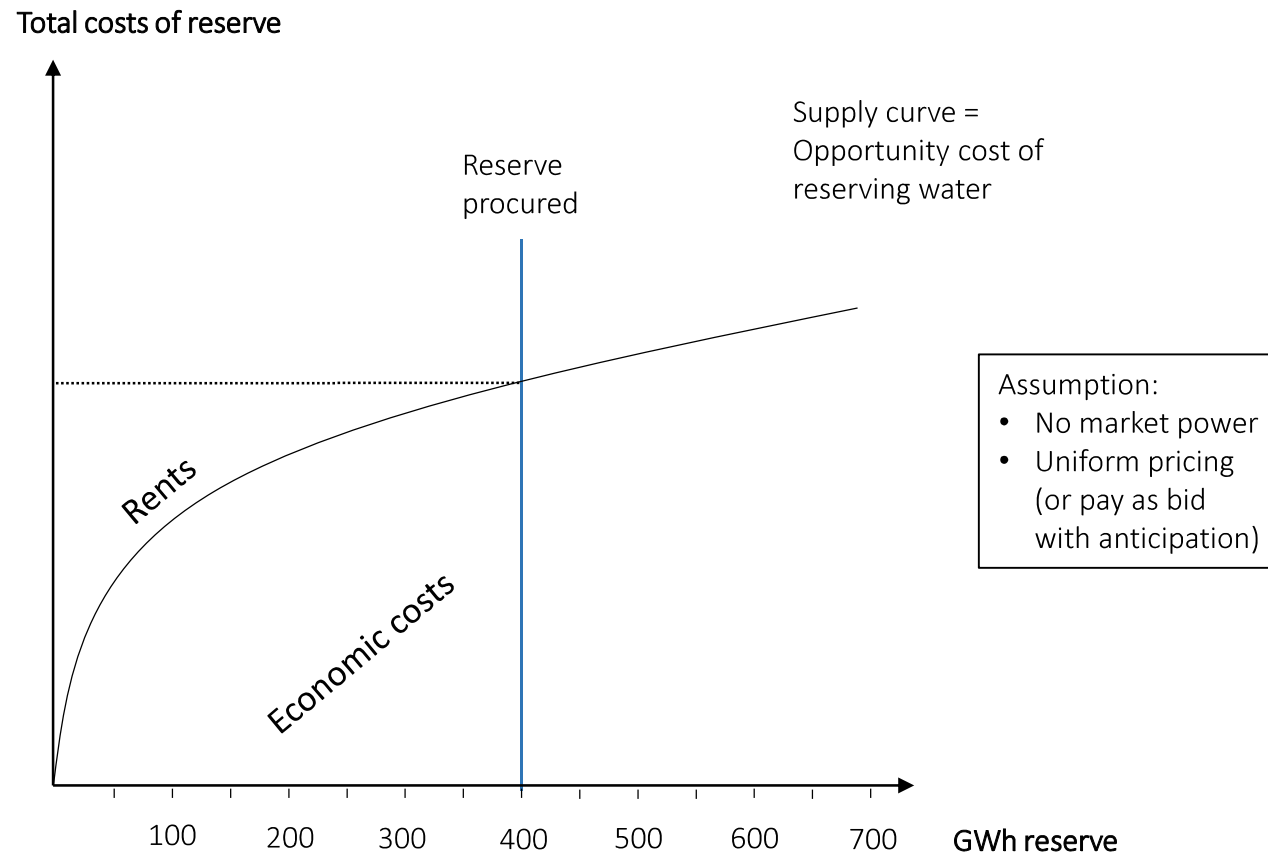
Subsidy? Economic costs of a storage reserve.

Stylized example



Subsidy? Economic costs of a storage reserve.

Stylized example



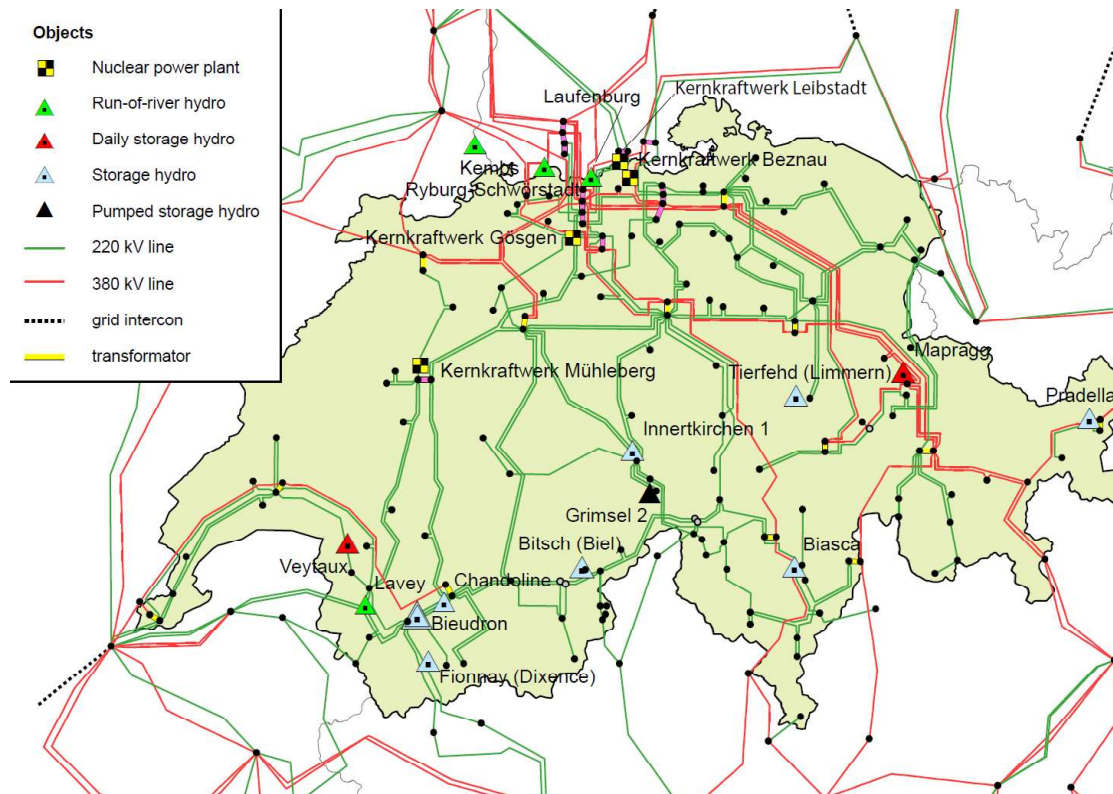
Numerical Model

Research question

Strategic reserve for Switzerland

- It is needed? Does it help?
- Design?

Model: Swissmod



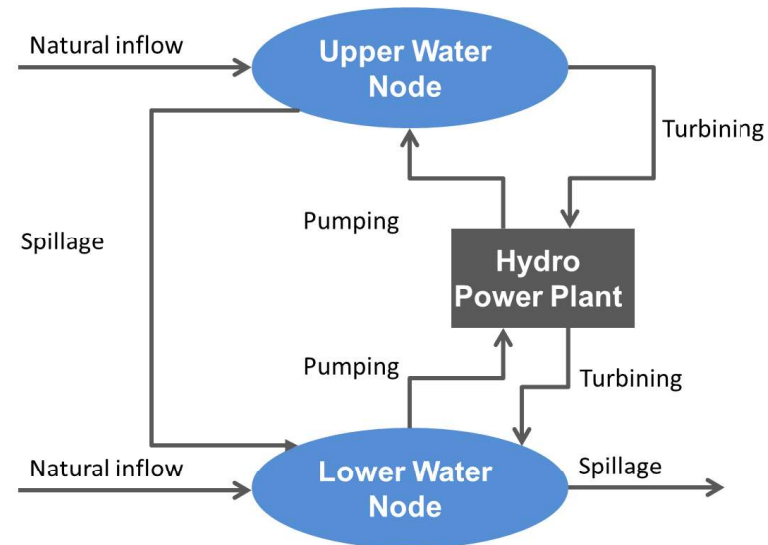
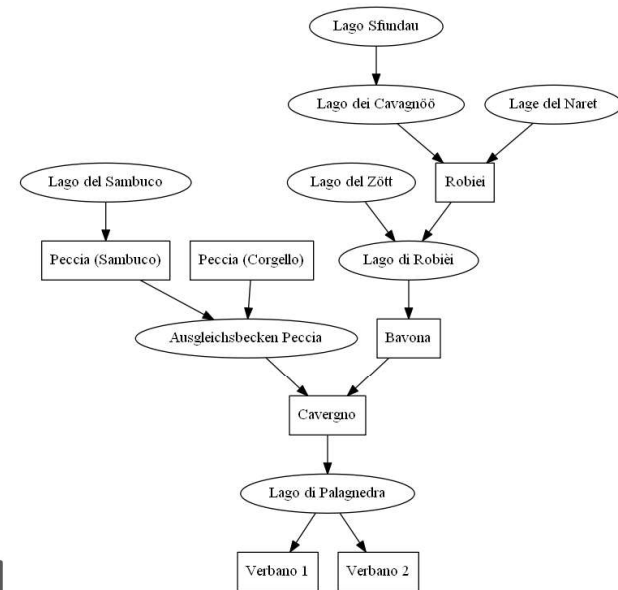
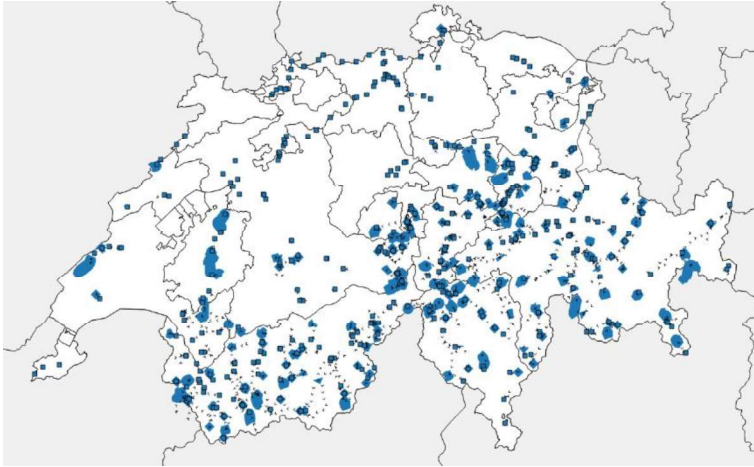
Transmission System Model:

- ca. 230 nodes (150 in Switzerland)
- ca. 400 lines

Neighboring countries included in simplified representation

Swissmod is a DC load flow, dispatch, cost-minimization model with particular detail on hydropower

Hydropower representation



Modelling of Storage Reserve

Storage reserve equations

$$Storage_{t,wn} \geq Reserve_{wn} \qquad \forall t, wn \text{ if prequalified}$$

$$\sum_{wn} Reserve_{wn} \geq reserve_size$$

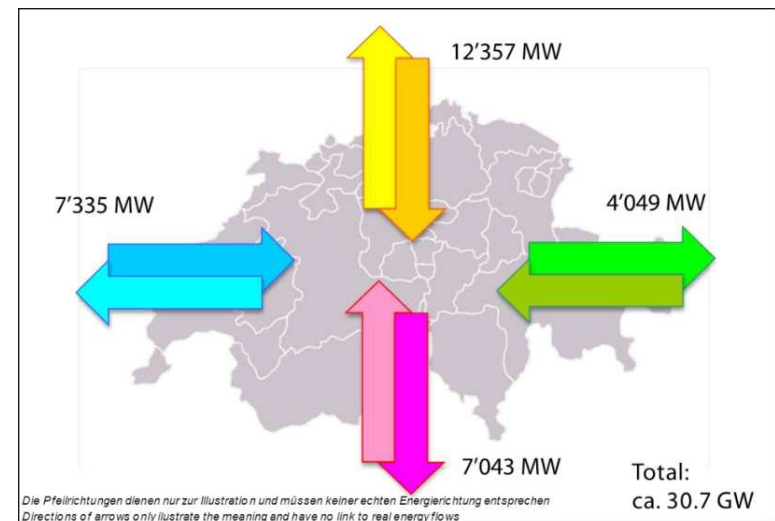
$$capacity_{wn} reserve_hours \geq Reserve_{wn} \qquad \forall t, wn \text{ if prequalified}$$

Scenario Setup

- Realistic setups cause no problems
 - Hard to design problematic situations for Swiss system
 - Swiss storage hydro and import capacities absorb the shocks
 - At time of Swiss storage minimum, EU is out of winter already, enabling exports to CH

→ Therefore: Artificial autarky situation

- No imports possible for some time
- Critical time = March/ April
- 2025: 1.5 GW Nuclear remaining
- Storage reserve of different GWh values
- Capacity requirement is 3 GW (similar to Consentec study)



Results - Autarky

Autarky duration	Storage reserve	Lost load	Reserve price
GWh	GWh	GWh	EUR/MWh
12 days	0	0	0
30 days	0	319	0
	100	316	3.4
	250	216	17.1
	1'000	0	19.3

Results - Autarky

Autarky duration GWh	Storage reserve GWh	Lost load GWh	Reserve price EUR/MWh
12 days	0	0	0
30 days	0	319	0
	100	316	3.4
	250	216	17.1
	1'000	0	19.3

- Short autarky: No storage reserve required

Results - Autarky

Autarky duration GWh	Storage reserve GWh	Lost load GWh	Reserve price EUR/MWh
12 days	0	0	0
30 days	0	319	0
	100	316	3.4
	250	216	17.1
	1'000	0	19.3

- Long autarky: Could lead to critical situations

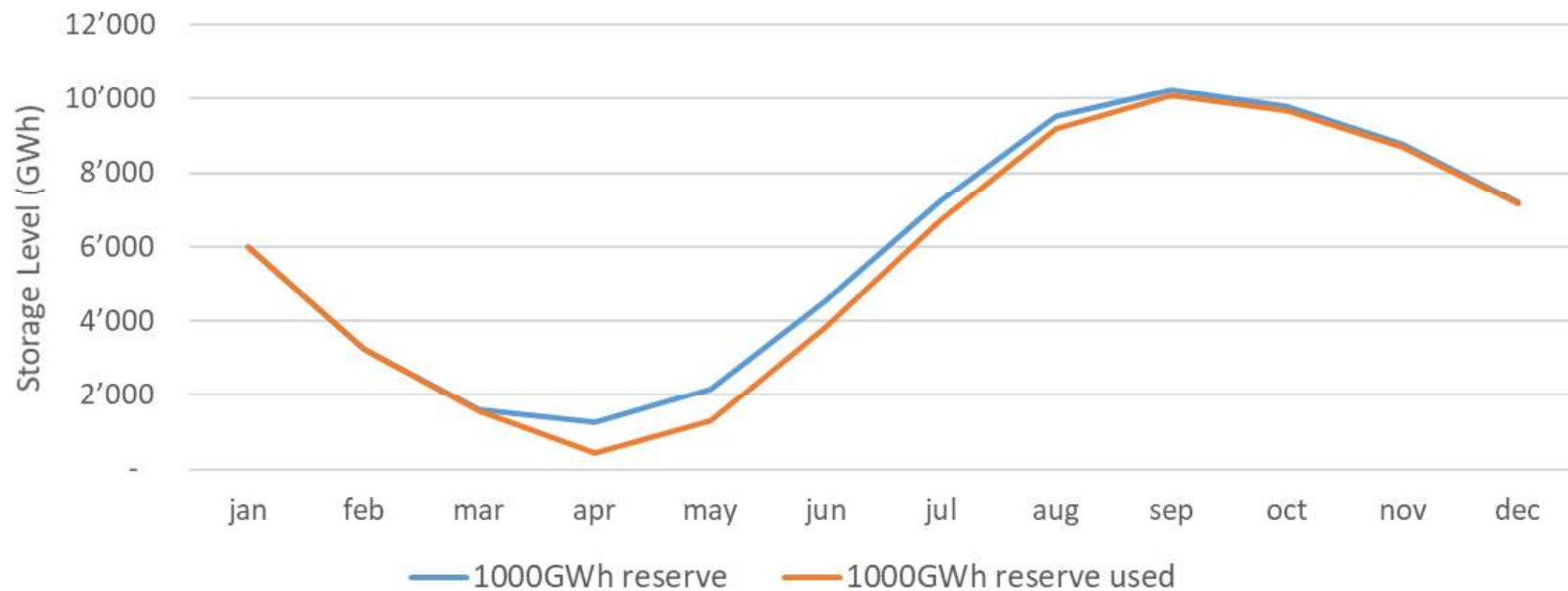
Results - Autarky

Autarky duration GWh	Storage reserve GWh	Lost load GWh	Reserve price EUR/MWh
12 days	0	0	0
30 days	0	319	0
	100	316	3.4
	250	216	17.1
	1'000	0	19.3

- Long autarky: storage reserve can help, if large enough

Results - Autarky

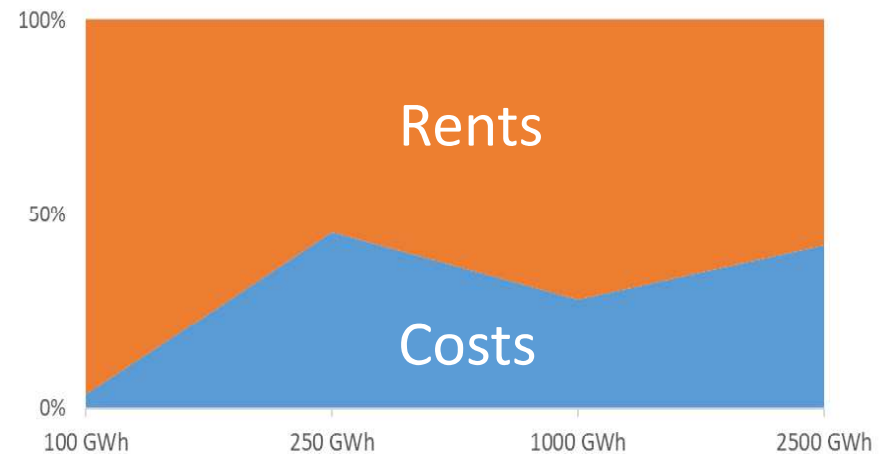
- Storage Reserve 1000 GWh



Costs vs. Rents



Note: Linear model likely to underestimate prices and costs due to flatter price curve.



Schlussfolgerungen

Schlussfolgerungen

- Nutzen für Versorgungssicherheit
 - Schweizer Stromsystem ist sehr robust durch Speicherkraft und Importmöglichkeiten
 - Zeitpunkt der Wasserknappheit ist in EU kein Problem
 - Nur Energie sorgt nicht für Verfügbarkeit: Turbinenleistung darunter relevant
 - Wenn Importe lange Zeit unmöglich wären, könnte Reserve helfen
- Speicherreserve als Subvention für die Wasserkraft?
 - Verursacht echte Kosten
 - Vermindertes Produktionspotenzial: „Aufwertung von Strom“ eingeschränkt
 - Gibt effizientere Arten der Subvention
- Offene Fragen:
 - Was sind realistische Szenarien für Speicherreserve?