

Energiespeicherung Technologie, Bedarf, Kosten

Hanspeter Eicher
VRP eicher+pauli

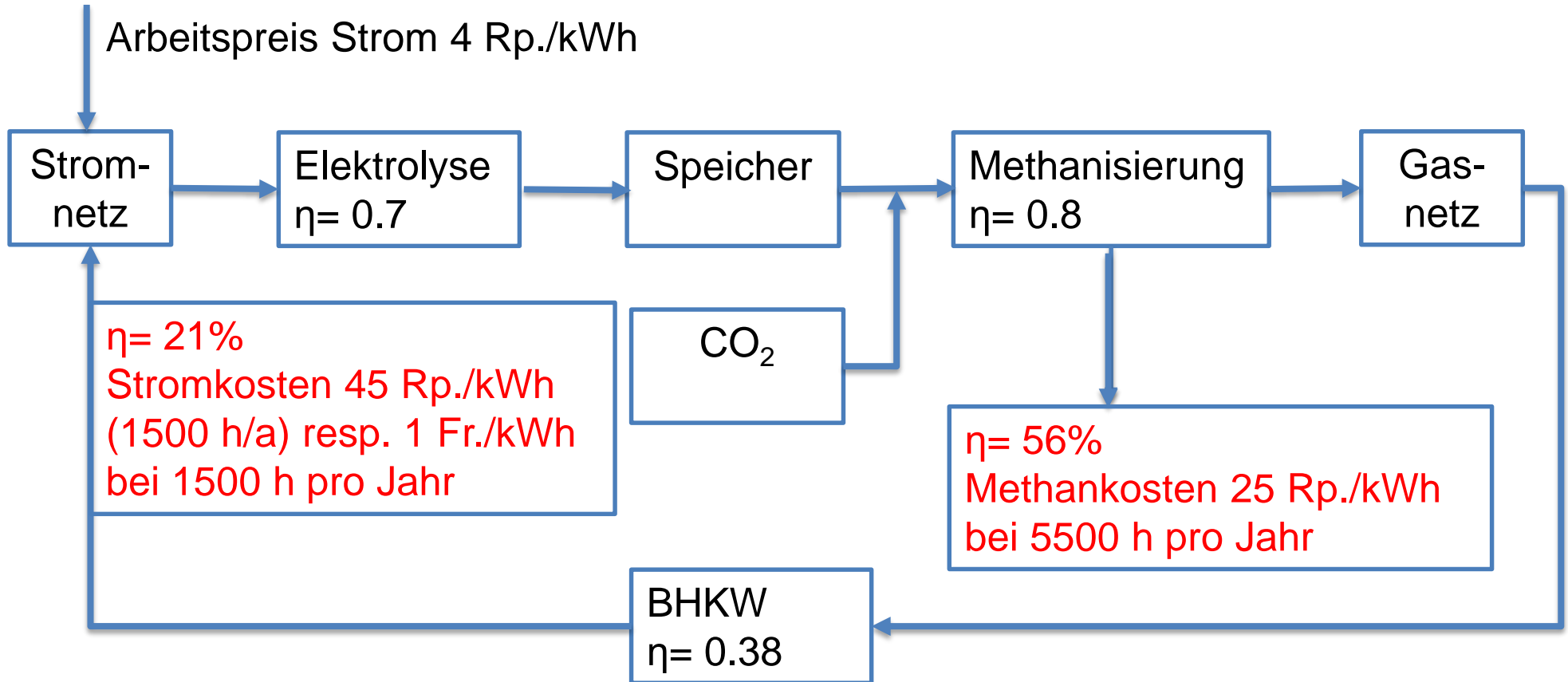
- Das elektrische Verteilnetz kann entlastet werden indem der Elektrizitätsverbrauch in einen einen Zeitpunkt mit geringerer Netzbelastung verlagert wird → **Netzentlastungsspeicherung**
- Eine momentane Überproduktion erneuerbarer Energie kann gespeichert und zu einem späteren Zeitpunkt wieder in Elektrizität umgewandelt werden
→ **Stromspeicherung**
- Ökostrom der unter Gestehungskosten verkauft werden muss kann in einen andern Energieträger umgewandelt, zwischengespeichert und für den Antrieb von Fahrzeugen und die Wärmeerzeugung in Gebäuden genutzt werden
→ **Substitutionsspeicherung**

	Power to Gas	Batterien	Power to Heat	Pump-speicher
Netzentlastung	✓	✓	✓	-
Stromspeicherung	✓	✓	-	✓
Substitution	✓	✓	✓	-

Power to Gas.



Power to Methan Prozesskette/Kosten





Technologie	Optimaler Ausspeicher- grad	Energie- dichte [kWh/t]	Leistungs- dichte	Wirkungs- grad	Maximale Speicher- zyklen
Lithium-Ionen	20-40% 80%	100-150	700-1300	95%	< 20'000 4'000-10'000

PV home battery – cost estimation per kWh



Single Family house solution: PV Li-battery + Power Electronics – inverter + installation

F. Baumgartner, June 2016 in Germany

Typ. 850€/kWh Li-Battery 6kWh+ Inverter (price hardware for installer)

remaining Battery price about 700€/kWh (about twice of Tesla Powerwall 350\$/kWh pricing)

annual full cycles 250, 10 years of operation; component **-10%/a**

per kWh , per kW	costs 2016	costs 2020	costs 2025
Li-battery + BMS @ 6kWh	300 €	197 €	122 €
housing	100 €	66 €	41 €
power electronics	100 €	66 €	41 €
Total hardware	500 €	328 €	204 €
Overhead, software, sales (20%)	200 €	66 €	41 €
components price at factory gate	700 €	394 €	244 €
site installation	200 €	163 €	133 €
total costs incl. Installation (-5%/a)	900 €	557 €	377 €
economic rating cap. v. PVn / per kWh	0.36 €	0.22 €	0.15 €

0.08€/kWh

Plug in

AC battery

supermarket,

internet

PV Inverter 150€/kW <20kW, LR 0.19% from 1990 to 2013;
www.agora-energiawende.de , FhG ISE, 059/01-S-2015/EN; Publication: February 2015
Li-Battery, cost reduction 8%/a, P. Nyquist, Nature, Feb 2016



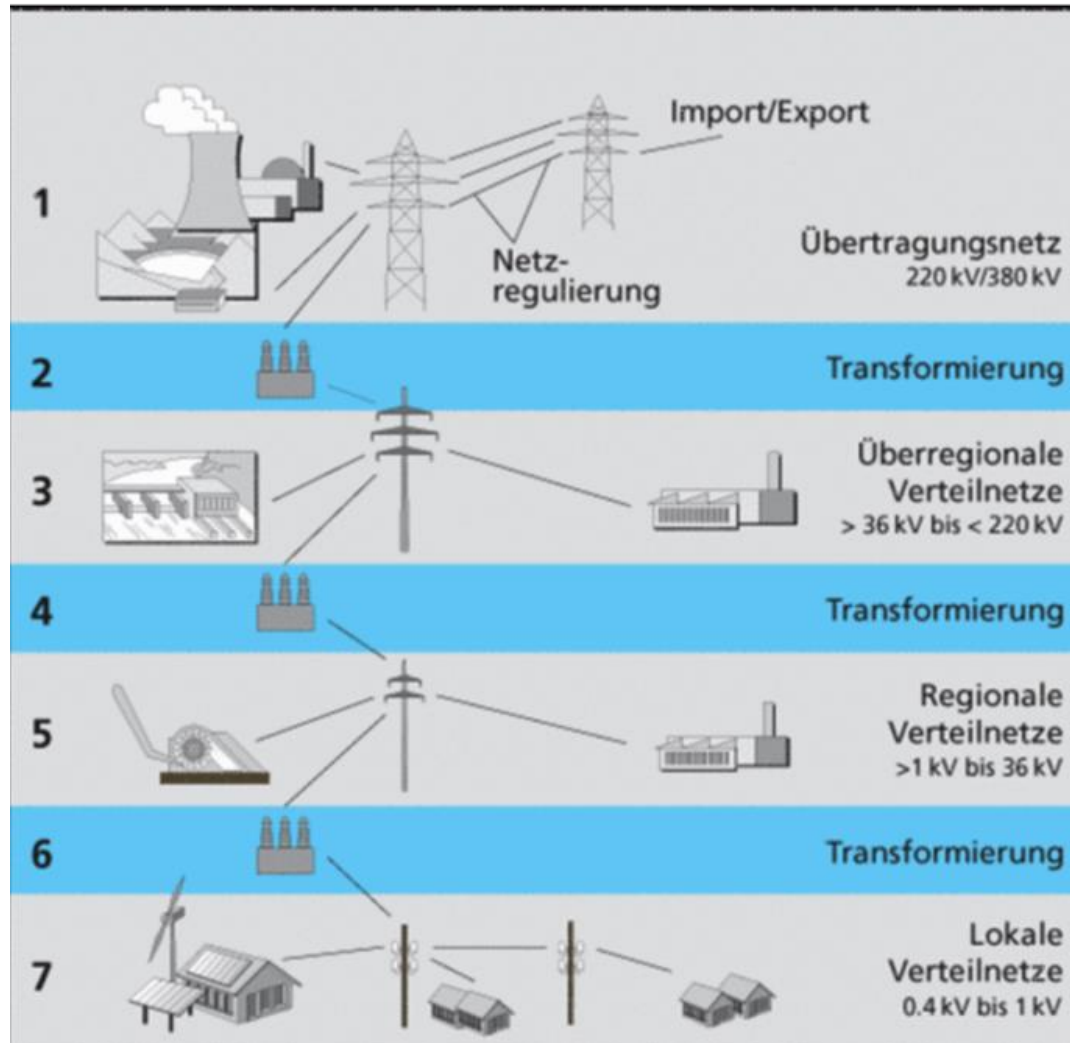
Bestehende Wärmespeicher

	Effizienz	Speicherkosten
Warmwasser	95%	0.1 – 0.5 Rp./kWh
Gebäude	95%	0.5 – 1 Rp./kWh

Neue Wärmespeicher

	Effizienz	Speicherkosten
100 m3	95%	1.5 Rp./kWh
1000 m3	95%	0.5 Rp./kWh

Netzentlastungsspeicherung Bedarf??



© VSE

Genügt das elektrische Netz den Anforderungen bei der Realisierung der Energieperspektiven 2050??

**Braucht es Massnahmen??
Wenn ja welche??**

- **Netzverstärkung**
- **Trafoersatz**
- **Blindleistungsmanagement**
- **Abregelung Produktion**
- **Lastmanagement**
- **Energiespeicher**

- SATW Studie zur Energiestrategie 2050 [1]
- Swissgrid Studie Strategisches Netz 2020/2035 [2]
- BFE Studie Energiespeicher in der Schweiz [3]
- Weissbuch Verein Smartgrid Schweiz [4]
- Untersuchungen EKS und zhaw Gemeinde Dettighofen [5]

SATW Studie – wichtigste Ergebnisse

Annahme Strategisches Netz 2020 & anstehende Pumpspeicher-Projekte realisiert.

1. Versorgungssicherheit der Schweiz gewährleistet

- für alle BFE-Szenario-Kombinationen als auch
- für ein deutlich höheren Stromverbrauch (+50%, 89TWh)
- auch in Extremfällen (kein Stromimport, keine Wind & PV-Produktion)

2. Notwendigkeit von Ersatzkraftwerken (Gas)

- nicht unbedingt notwendig, nützlich als Reservekraftwerke
- reduzieren Nettostromimport, erhöhen aber Erdgasimport deutlich

3. Potenzial der Photovoltaik (PV) in der Schweiz

- BFE-Ziel (11TWh) kann vollständig integriert werden
- auch doppelt so hoher PV-Ausbau integrierbar

4. Rolle der Pumpspeicher & Speicherseen

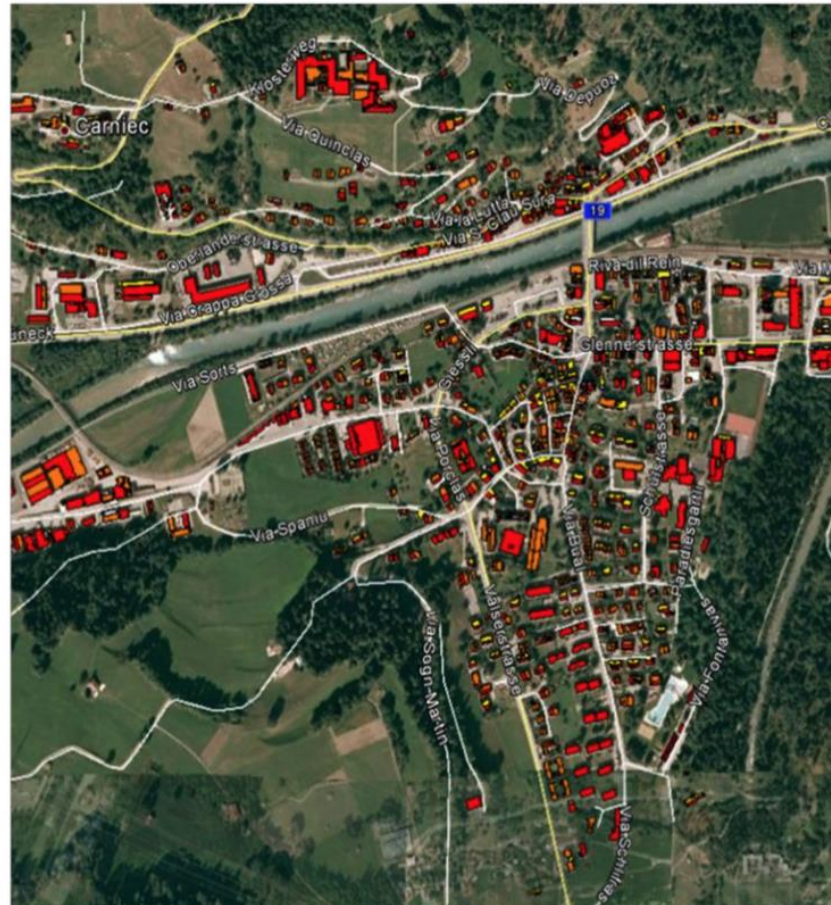
- entscheidende Rolle bei Sicherung der Stromversorgung
- andere Speicherbewirtschaftung als heute

- Die wesentlichen Treiber für den Ausbau des Übertragungsnetzes sind der Anschluss neuer Grosskraftwerke sowie die internationalen Stromflüsse.
- In den Kernszenarien, insbesondere auch im Szenarium „Neue Energiepolitik“ der Energieperspektiven 2050, ergibt sich kein zusätzlicher Speicherbedarf in der Netzebene 1 220/380 kV

Jahr	Leistung [MW]		Speicherkapazität [MWh]	
	2035	2050	2035	2050
Netzebene 6+7				
städtische Netze	0	0	0	0
vorstädtische Netze	0	200	0	560
Bergnetze	80	310	255	1310
ländliche Netze	125	925	430	4330
Gesamt Netzebene 6+7	205	1435	685	6200
Netzebene 4+5				
städtische Netze	0	0	0	0
ländliche Netze	0	180	0	400
Gesamt Netzebene 4+5	0	180	0	400
Gesamtspeicherbedarf Verteilnetze	205	1615	685	6600

In den Netzebenen 4 bis 7 sind bei der Realisierung der Energieperspektiven 2050 Massnahmen notwendig. Falls dazu Energiespeicher eingesetzt werden sollen, werden Speicher mit der oben angegebenen Leistung und Kapazität notwendig.

Ausgangslage: Netzbeispiel und Solarkataster



Verwendet wurden konkrete reale Verteilnetzabschnitt und Solarkataster falls verfügbar

Links das elektrische Verteilnetz in gelb, rechts das Solarkataster mit den rot eingezeichneten für PV geeigneten Dachflächen

Es sind Massnahmen am Verteilnetz notwendig. Der optimale Mix hängt stark von der konkreten Situation ab. Die möglichen Massnahmen können wie folgt priorisiert werden:

- Abregelung
- $\cos(\phi)$ evtl. mit Regelung
- Regeltrafo, falls die Problematik flächendeckend ist
- Konventionelle Verstärkung

Untersuchungen von EKS und zhaw am Beispiel der Gemeinde Dettighofen



46%	Dettighofen	Baden- Württemberg	5.5%
	821 kWp	4'791 MWp	
	1.55 kWp/Einw.	0.45 kWp/Einw.	
5.7%	Deutschland	Schweiz	1.2%
	35'700 MWp	756 MWp	
	0.44 kWp/Einw.	0.09 kWp/Einw.	

Die 1.55 kWp pro Einwohner in Dettighofen entsprechen umgelegt auf die Schweiz und das Jahr 2050 einer installierten Leistung von 15.5 GW bei 10 Mio. Einwohnern. Dies ist mehr als in allen Varianten der Energieperspektiven 2050 vorgesehen ist.

- Das Niederspannungsnetz mit einem PV-Anteil von 46% wurde bis anhin ohne grössere Massnahmen betrieben
- Massnahmen sind zur Einhaltung der Normen notwendig
- Ein hohes Potential weisen das Blindleistungsmanagement und die Wirkleistungsbegrenzung (Abregelung) auf
- Abregelung kostet zwischen 0.66 und 1.45 ct/kWh. Der Einsatz von Batteriespeichern (Blei-Säure) hingegen 49 bis 190 ct/kWh

- Power to Gas scheidet wegen der geringen Effizienz und aus Gründen der Wirtschaftlichkeit als Stromspeicher aus.
- Batterien weisen eine hohe Effizienz aus sind aber von der Wirtschaftlichkeit noch weit von einer Anwendung als Stromspeicher entfernt. Auch bei den prognostizierten langfristigen Kostensenkungen sind die Speicherkosten noch zu hoch wenn die Batterien nicht gleichzeitig für einen andern Zwecke eingesetzt werden. Zum Beispiel für die Erbringung von Primärregelleistung oder in Elektrofahrzeugen.

- Power to Gas hat eine zu geringe Effizienz und ist zu teuer
- Batterien haben eine hohe Effizienz und ein hohes Kostensenkungspotential durch Massenproduktion. Ein Einsatz im Verkehrssektor ermöglicht hohe Effizienzgewinne falls Strom aus erneuerbaren Energien eingesetzt wird
- Power to Heat hat zusammen mit dem Einsatz von Wärmepumpen eine hohe Effizienz falls die Elektrizität aus erneuerbaren Energien stammt

Kurzzeitspeicherung	Bedarf	Power to Gas	Batterien	Power to Heat
Netzentlastung	Netzebene 5 und 7	☹☹☹	☹	☺☺☺
Stromspeicherung	gering	☹☹☹	☹	☹☹☹
Substitution	Mobilität Wärme	☹ ☹☹☹	☺ ☹☹☹	☺☺☺

1. Swiss Energy Strategy 2050 and the Consequences for Electricity Grid Operation – Full Report, SATW, ETH Power Lab, Mai/July 2014
2. Strategisches Netz 2025, Swissgrid, Februar 2015
3. KEMA Consulting, Energiespeicher in der Schweiz: Bedarf, Wirtschaftlichkeit und Rahmenbedingungen im Kontext der Energiestrategie 2050, BFE 2013
4. Weissbuch Smartgrid Vol. 2; Verein Smart Grid Schweiz; Dezember 2015
5. Stromnetze mit sehr hohen PV-Anteilen Messungen und Analysen, EKS, zhaw, November 2014
6. [Franz Baumgartner, Batterie Learning Curve and future market penetration, June 2016