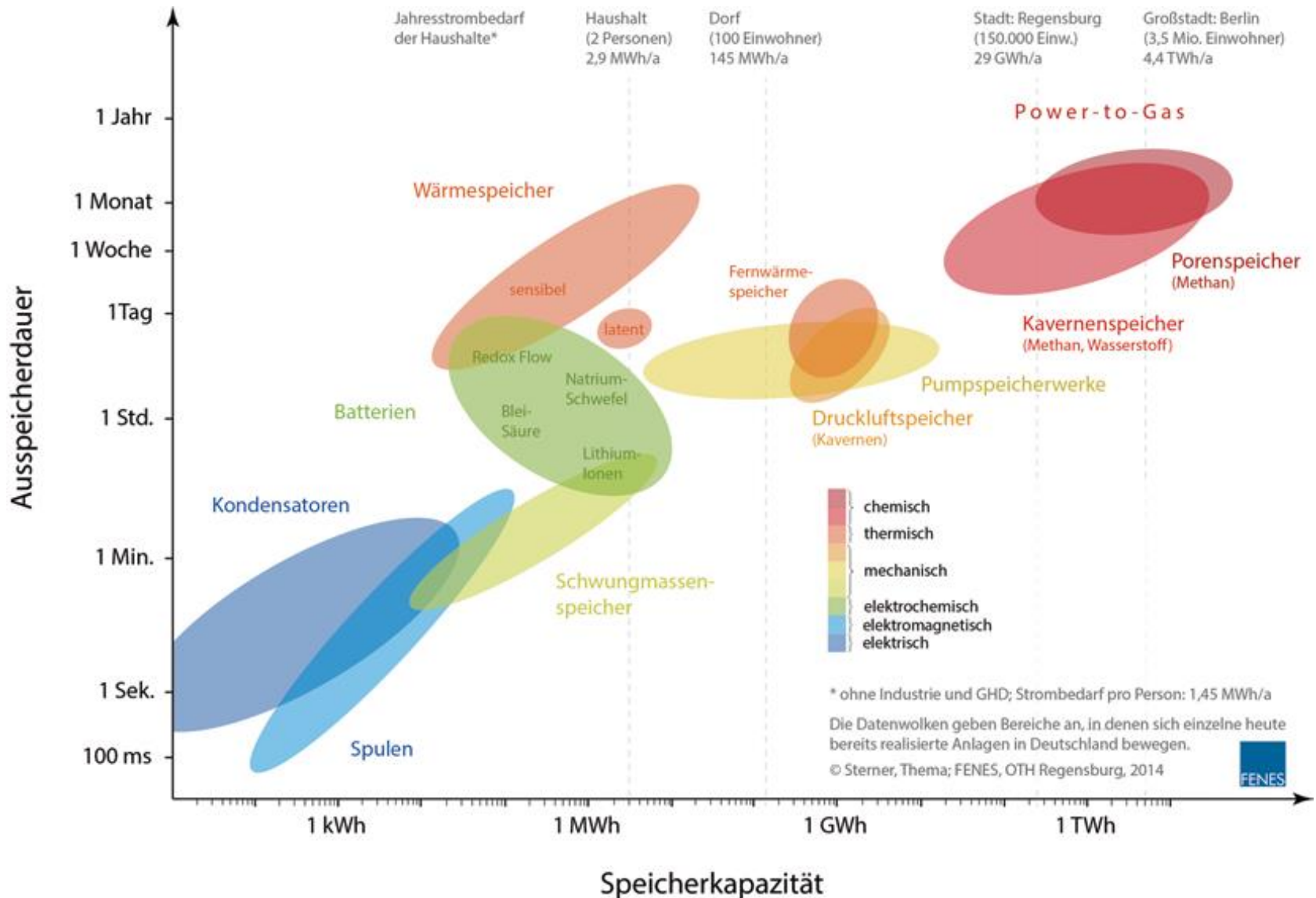


Christoph Hubmann
Tobias Reith

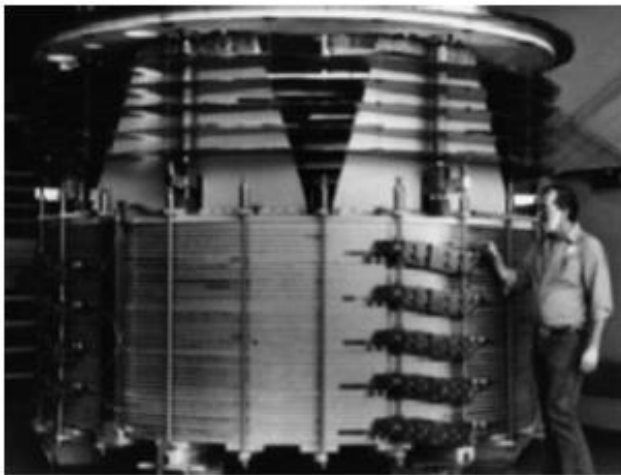
„Speichertechnologien für den Ausgleich der stärker fluktuierenden Erzeugung aus Wind und Solarenergie – welche Technologien werden erprobt, Vor- und Nachteile eines großtechnischen Einsatzes“

Arten der Speicherung



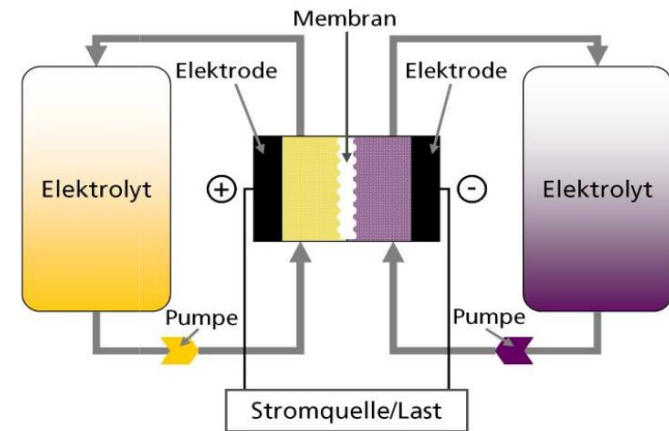
Elektrisch / Elektromagnetisch

- Kondensatoren und Spulen
 - Vorteil: nicht in andere Energieform umzuwandeln
 - Vermeidung von Wandlungsverlusten – sehr effizient
 - extrem geringen Energiedichten (bzw. sehr hohe Kosten)
- Fokus: **Superkondensatoren** und **supraleitenden Spulen**



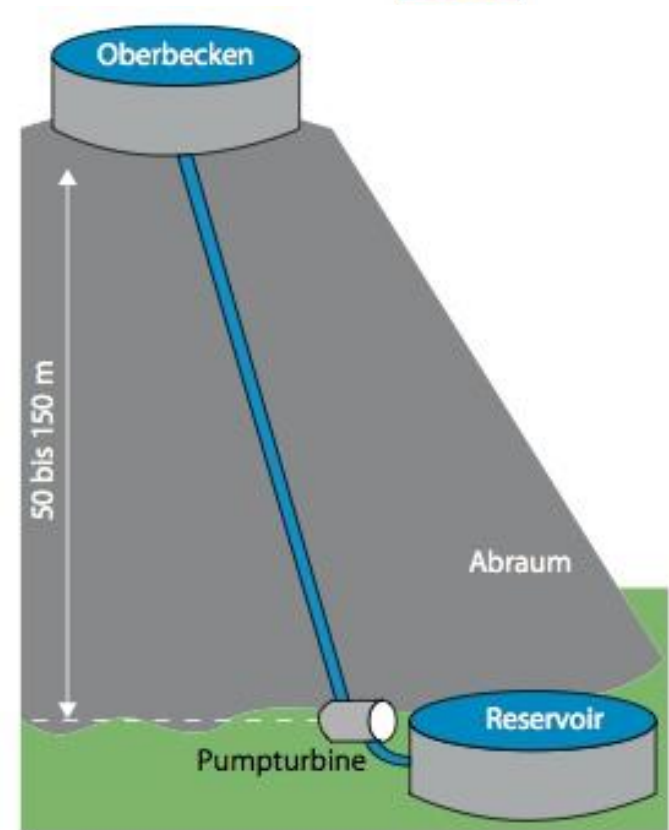
Elektrochemisch

- Batterien und Akkumulatoren
- Elektroden, welche über Elektrolyten als ionenleitende Phase verbunden sind (Elektrolyse)
- Einteilung:
 - Niedertemperatur-Batterien
 - Blei-, Nickel- und Lithium-Batterien
 - Hochtemperatur-Batterien
 - Natrium-Schwefel-Batterien
 - Externe Speicher
 - Redox-Flow-Batterien
 - Lastspitzenausgleich, Regel- und Ausgleichsenergie



Mechanisch

- Gasförmige Medien
 - Druckluftspeicher
- Flüssige Medien
 - Pumpspeicherwerk (Ringwallspeicher)
- Feste Medien
 - Schwungmassenspeicher
 - Lageenergiespeicher



Ausgleich fluktuierende Erzeugung:
■ Pumpspeicherkraftwerke

Thermisch

- Arten der Speicherung
 - Sensibel
 - Fest oder Flüssig
 - Niedrige Energiedichte
 - Latent
 - Nutzen von Phasenwechsel
 - Thermochemisch
 - Chemisch reversible Reaktion



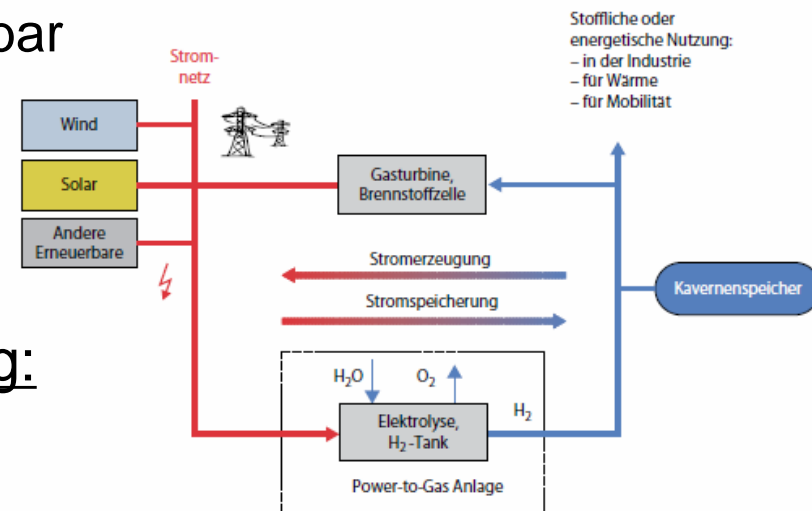
- Ausgleich fluktuierende Erzeugung:
 - Thermischen Flüssigsalzspeicher
 - Nitrat-Salz Mixtur

Chemisch

- Wasserelektrolyse $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2$
 - Wirkungsgrad von 62 – 82 %

- Methanisierung $\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$
 - Relative junge Technologie erst seit 2010
 - Hohe Energiedichte, gut speicherbar
 - Trägt zum Treibhauseffekt bei

- Ausgleich fluktuierende Erzeugung:
 - Power-to-Gas Anlagen

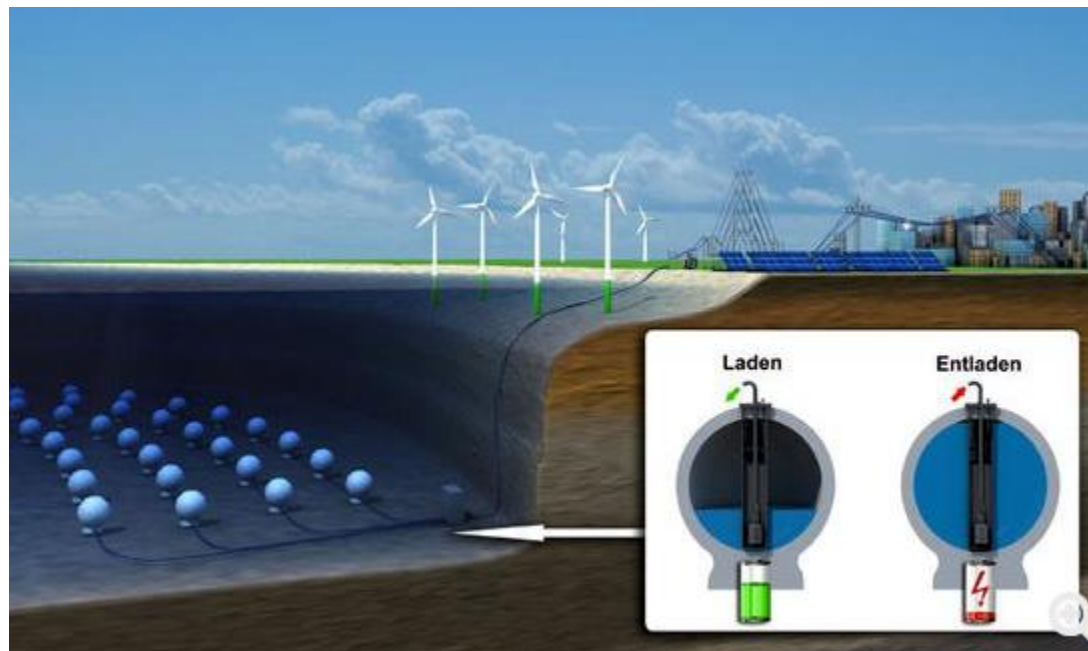


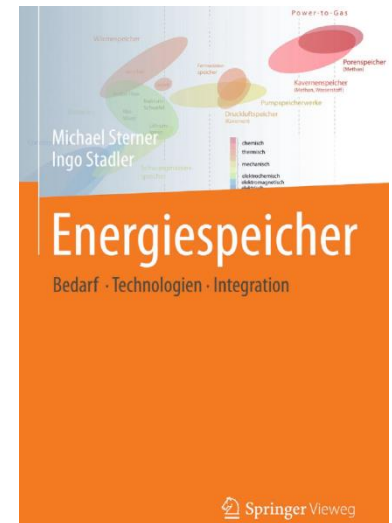
Vor und Nachteile im großtechnischen Einsatzes

Speicherart	Ansprechzeit	Leistungsbereich	Speicherkapazität	Wirkungsgrad	Kosten pro KW [€]	Lebensdauer [Jahre]
Kondensator	< 100 ms	< 100 kW	---	95%	100-500	10-20
Schwungmassen	5 – 20 ms	0,5 – 50 MW	< 1 MWh	<95%	100-500	10-25
Batterien	< 100 ms	< 50 MW	24 MWh	95%	300-4000	6-20
Flüssigbat.	< 100 ms	2 MW	12 MWh	85%	1000-10000	15-20
Pumpspeicher	< 1 min	Bis 1000MW	Bis 9000 MWh	80%	700-1100	40
Elektrolyse	< 30 s	Bis 150 MW	---	80%	Bis 6000	<30
Methan	Einige h	Bis 2 GW	Viele TWh	36%	---	Ca. 30

Ausblick

- An neuen Innovativen Systemen mangelt es nicht
- Neuartiger Energiespeicher: Betonkugeln





Energiespeicher (2014)
 von Sterner, Michael und
 Stadler, Ingo

Literaturverzeichnis

Sterner, Michael und Stadler, Ingo. *Energiespeicher*. Berlin : Springer Verlag Berlin, 2014.

Energie-Forschungszentrum Niedersachsen. *Studie: Eignung von Speichertechnologien zum Erhalt der Systemsicherheit*. [PDF] Goslar, Deutschland : Energie-Forschungszentrum Niedersachsen, 2013.

Biegger, Philipp, Felder, Aaron A. und Lehner, Markus. *Methanisierung von CO₂ als chemischer Energiespeicher*. [PDF] Leoben : MU Leoben, 2014.

Radgen, Peter. *Zukunftsmarkt Elektrische Energiespeicherung*. Karlsruhe : Fraunhofer Institut für System- und innovationsforschung (ISI), 2007.

Kempkens, Wolfgang und Mörer-Funk, Axel. Ingenieur.de. [Online] VDI Verlag GmbH, 26. 04 2016. [Zitat vom: 28. 04 2016.] <http://www.ingenieur.de/Themen/Energiespeicher/Betonkugeln-im-Bodensee-Windstrom-speichern>.

Solar Millennium AG. *Die Parabolrinnen-Kraftwerke Andasol 1 bis 3*. [PDF] Erlangen : Solar Millennium AG, 2008.

Tübke, Jens, Fischer, Peter und Noack, Jens. *Redox-Flow-Batterien als stationäre Energiespeicher - Stand und Perspektiven*. [PDF] Pfinztal (Berghausen) : Fraunhofer Institut für Chemische Technologie (ICT), 2014.