

Wie können Energiespeicher in die Elektrizitätssysteme integriert werden ?

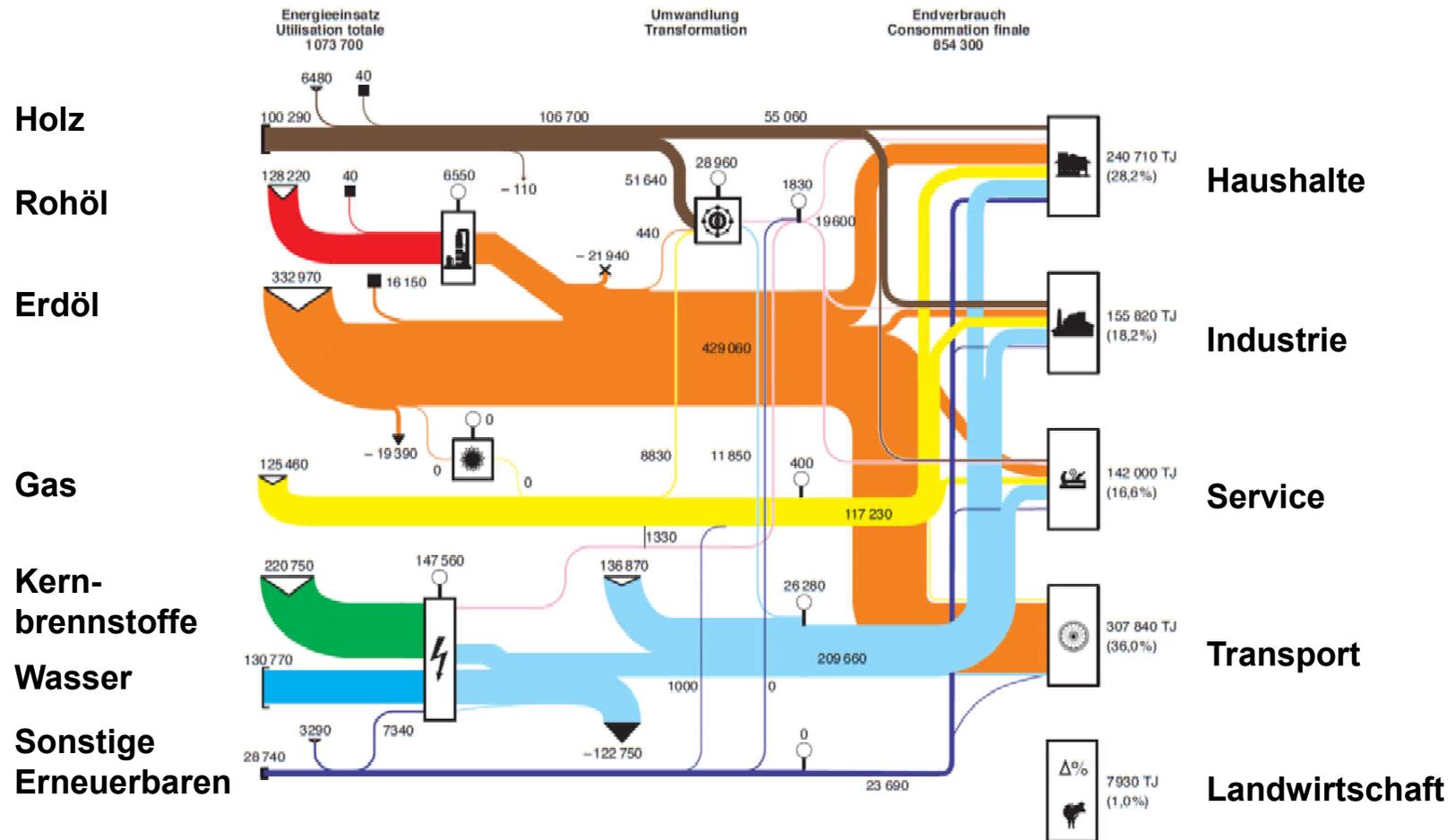
Technik & Architektur
20. Oktober 2022

FH Zentralschweiz



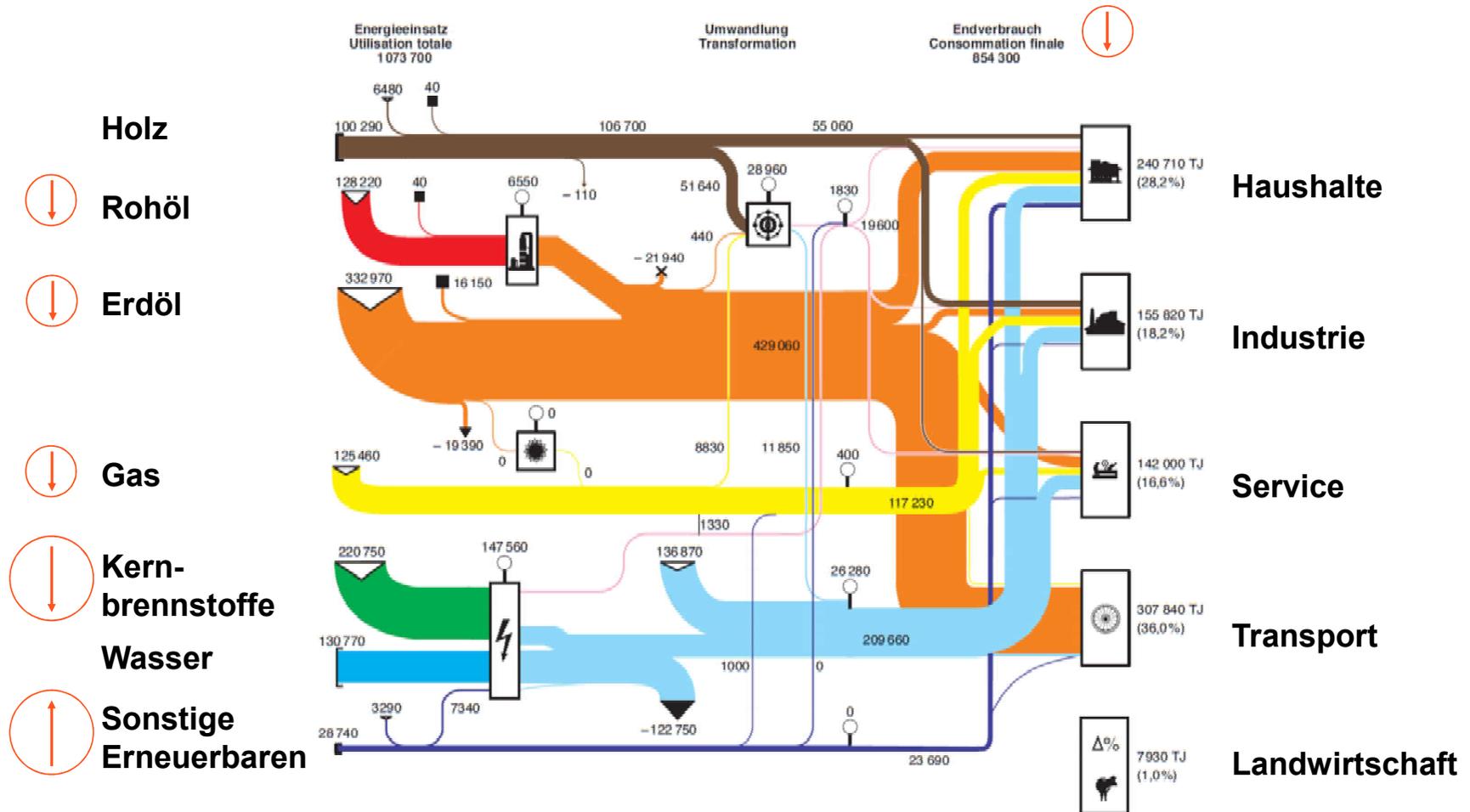


Das Gesamtenergiesystem heute



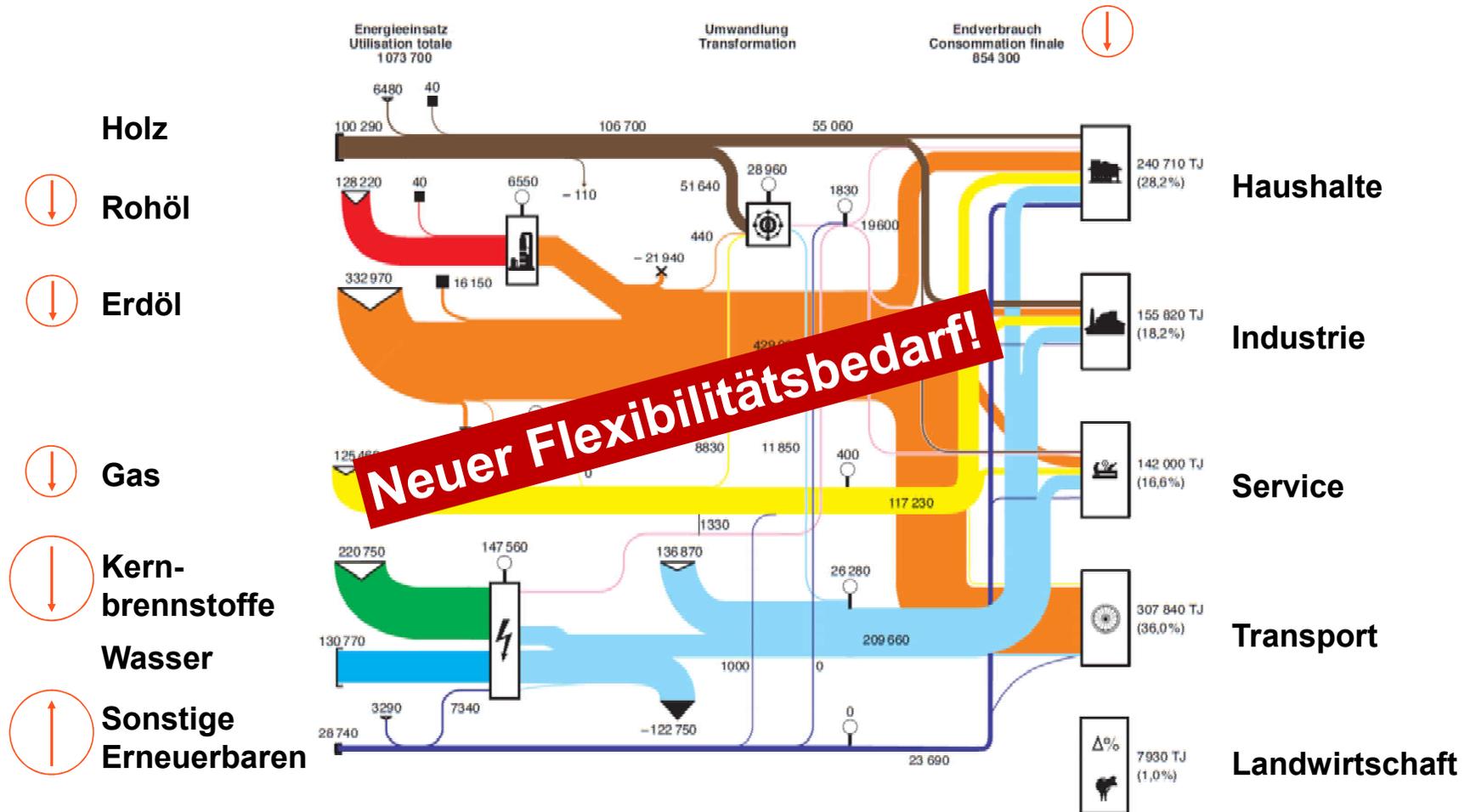
Die Energiestrategie 2050

 Einfluss ES 2050



Die Energiestrategie 2050

 Einfluss ES 2050



Wie können wir die Flexibilität des Systems erhöhen?

- Neue flexible Kraftwerke (z.B. Gaskraftwerke)
- Netze
- Anpassung Verbrauch (Demand Side Management)
- Energiespeicher

Wie können wir die Flexibilität des Systems erhöhen?

Energiespeicher können das System stabilisieren, aber sie ...

**... stehen immer in Konkurrenz zu anderen Lösungen,
... und sie müssen dabei konkrete «Services» im Netz übernehmen**

→ Energiespeicher sind sinnvoll integriert, wenn sie ein konkretes «Problem» im Netz lösen.

Was können Energiespeicher für Funktionen übernehmen?

Frequenzregelung

swissgrid

Public

Overview of ancillary services

Version: 1.2 of 6 April 2020
Author: Axel Steinhilber, Nicolas Christen, Manuel

swissgrid Ltd
Bühlstrasse 31
P.O. Box
8001 Aarau
Schweiz
T +41 58 580 21 11
info@swissgrid.ch
www.swissgrid.ch

Revision	Date	Version	Author / Department	Reason
	12.04.2010	1.0	Beck / SF-GD	Finalization
	27.09.2019	1.1	Hode / MA-MIO-AG	Entire document
	06.04.2020	1.2	Aebi / MA-MS-PD	Entire Document

All rights reserved, including the right of distribution and other property rights.
This document may not be copied or disclosed to third parties in whole or in part under any circumstances without the express written permission of swissgrid Ltd.
swissgrid Ltd accepts no liability for errors in this document.

"Spinning reserve"

Grid synchronous inertia: Vital to stabilising the grid and preventing the next blackout

By Dr Javier Cavada, Gary Preece
July 14, 2020

Energy Grid Scale Policy Products Technology

<https://www.energy-storage.news/grid-synchronous-inertia-vital-to-stabilising-the-grid-and-preventing-the-next-blackout/>

"Ramping"

NEWS

3,000MW of California energy storage will ramp to deal with solar eclipse

By Andy Colthorpe
August 17, 2017

Americas, US & Canada Commercial, Connected Technologies, Grid Scale, Residential Business, Market Watch, Technology

LinkedIn Twitter Reddit Facebook Email

<https://www.energy-storage.news/3000mw-of-california-energy-storage-will-ramp-to-deal-with-solar-eclipse/>

Was können Energiespeicher für Funktionen übernehmen?

Engpassmanagement im Netz



<https://equigy.com/2021/11/10/be-storaged-and-tennet-use-flexibility-of-battery-storage-to-support-stable-network-operation/>

Saisonaler Ausgleich



<https://www.energy-storage.news/green-hydrogen-the-zero-carbon-seasonal-energy-storage-solution/>

Was können Energiespeicher für Funktionen übernehmen?

Engpassmanagement im Netz



<https://equigy.com/2021/11/10/be-storaged-and-tennet-use-flexibility-of-battery-storage-to-support-stable-network-operation/>

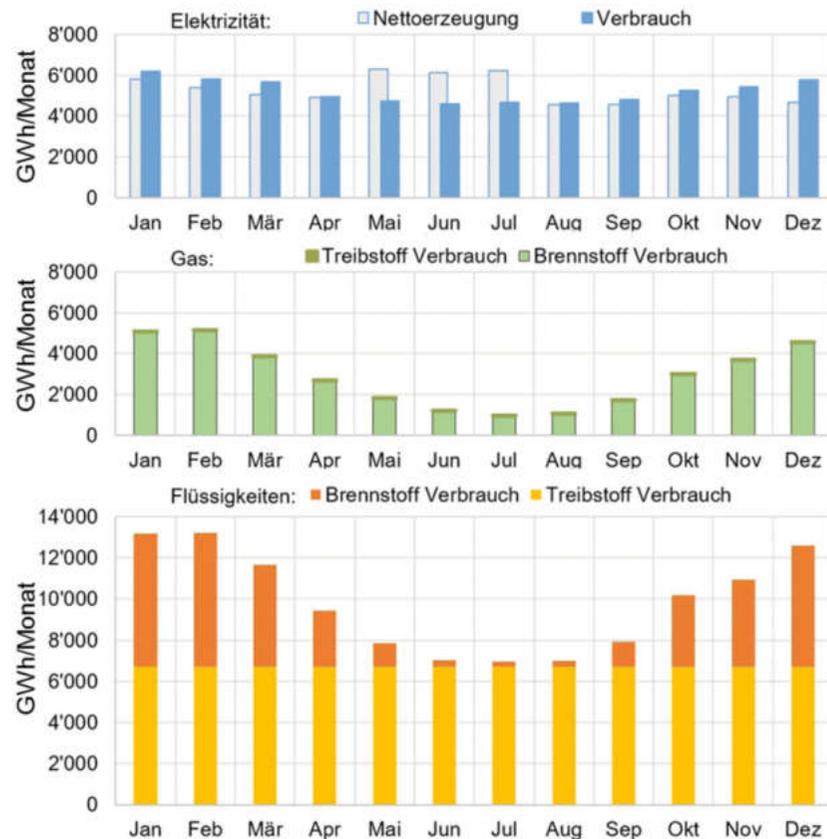
Saisonaler Ausgleich



<https://www.energy-storage.news/green-hydrogen-the-zero-carbon-seasonal-energy-storage-solution/>

Saisonale Herausforderung

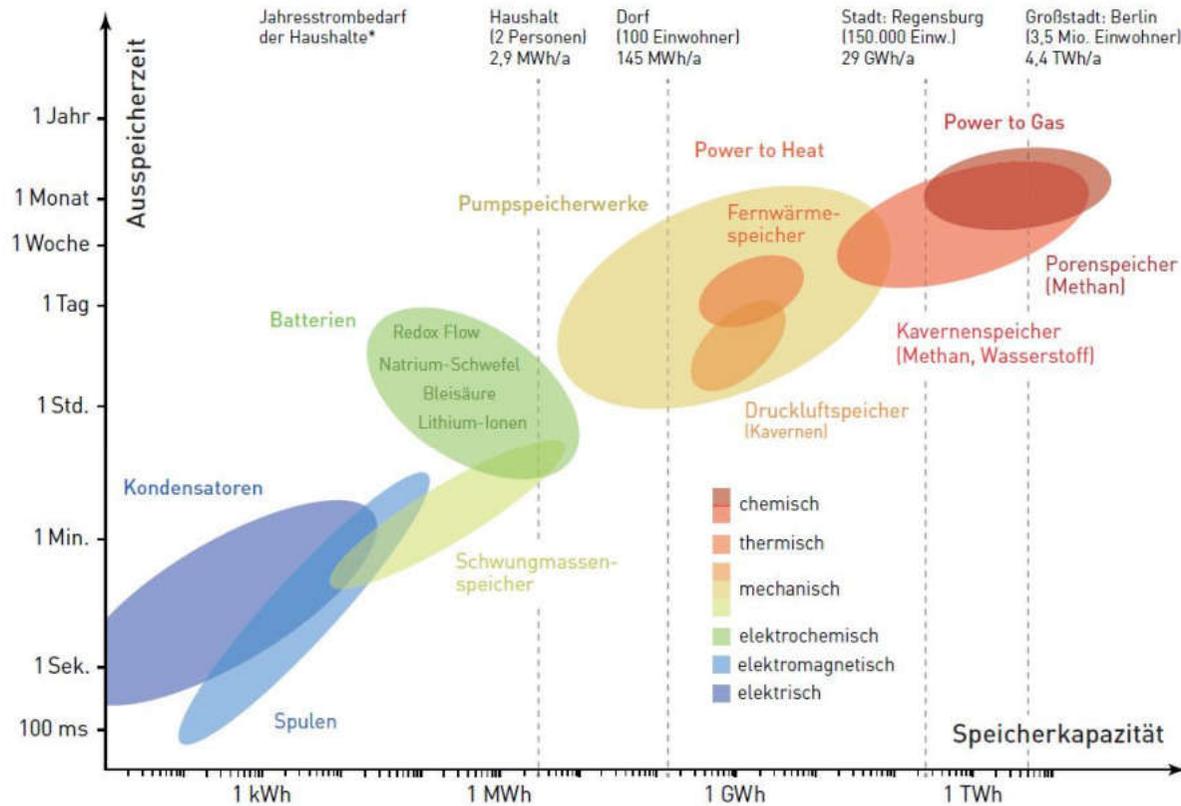
Ausgangslage



Trend durch Energiestrategie 2050

- » Höhere Stromproduktion im Sommer aufgrund vermehrter PV-Produktion
- » Reduktion Nutzung speicherfähiger, fossiler Energieträger

Saisonale Herausforderung



• **Kondensatoren** speichern elektrische Energie kurzfristig zwischen elektrostatistisch geladenen Platten.

• Bei **Schwungmassenspeichern** ist die Energie in einer rotierenden Masse gespeichert. Ein Rotor wird auf hohe Umdrehungszahlen gebracht.

• **Batterien** machen sich die Wanderung unterschiedlich geladener Teilchen zunutze.

• **Pumpenspeicherwerke** nutzen die Lageenergie von Wasser. Einspeichern über Pumpen, Ausspeichern über Turbinen.

• Ein **Druckluftkraftwerk** nutzt einen mit Druckluft gefüllten Hohlraum über den Einsatz von Kompressor (Laden) und Turbine (Entladen).

• **Kavernen- und Porenspeicher** nehmen chemische Energieträger in künstlichen oder natürlichen Hohlräumen unter der Erdoberfläche auf.

• **Power to Heat** speichert Strom in Form von Wärme.

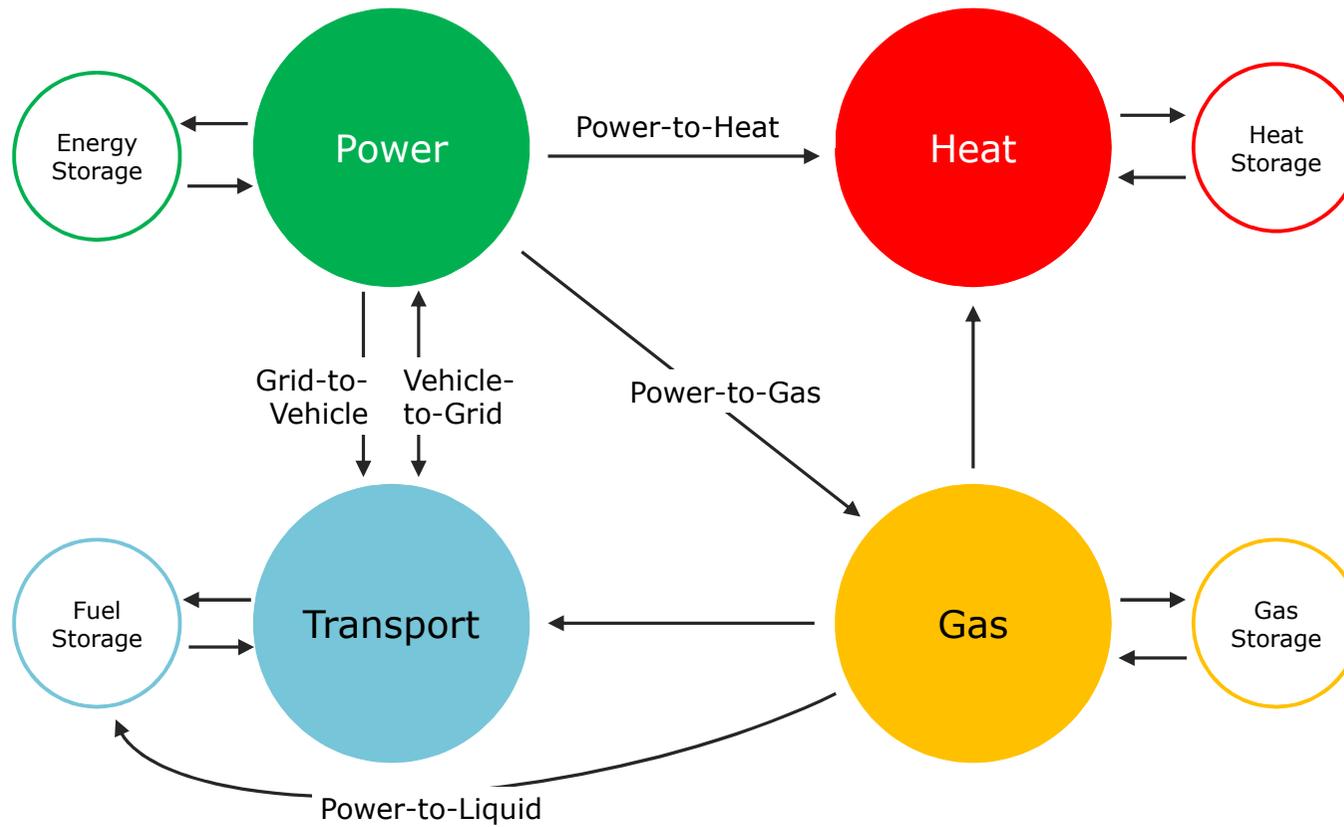
• **Power to Gas** wandelt Strom in Gas um.

Die Datenwolken geben Bereiche an, in denen sich einzelne heute bereits realisierte Anlagen in Deutschland bewegen.

*ohne Industrie und GHD; Strombedarf pro Person: 1,45 MWh/a

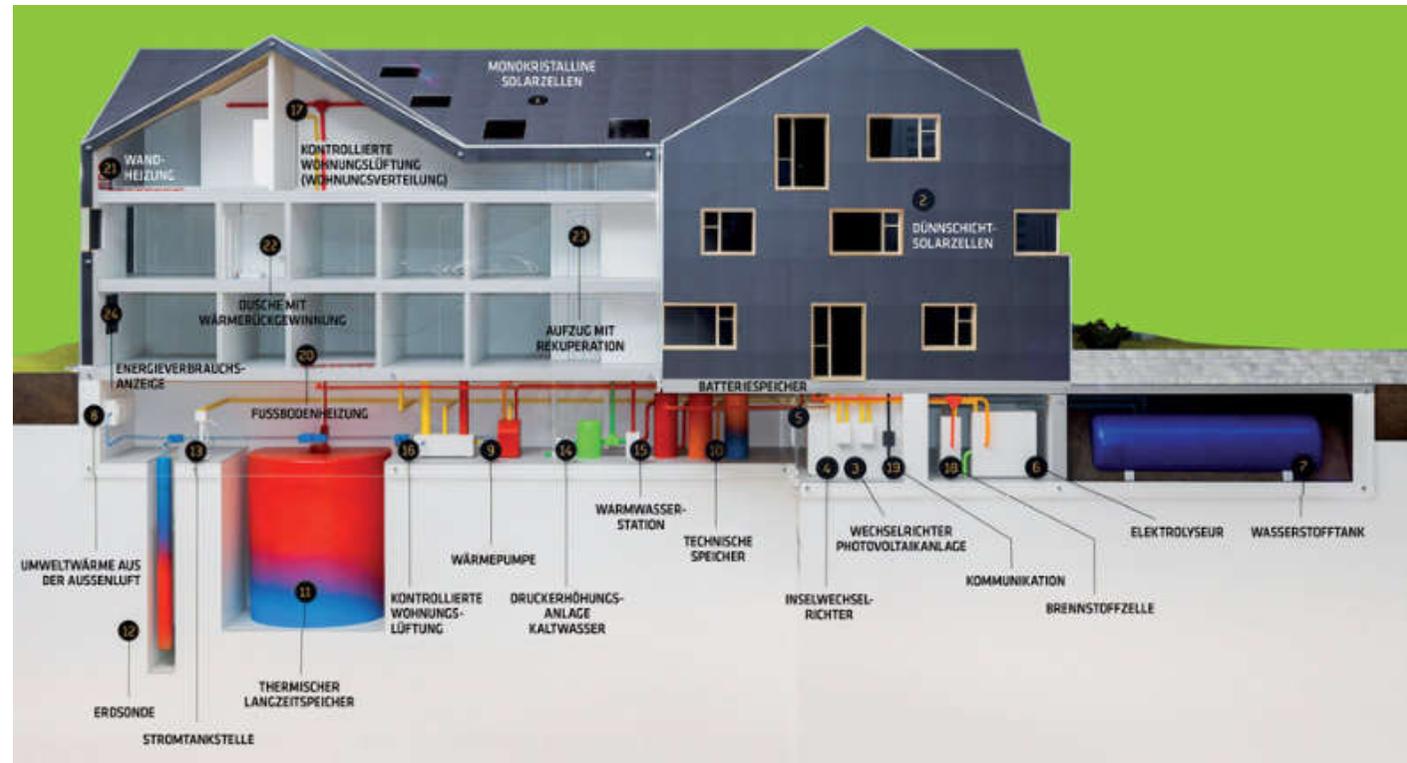
Quelle: TH Regensburg FENES, 2013

Sektor-Kopplung



Sektor-Kopplung

» Sektor-Kopplung am Beispiel Energieautarkes Mehrfamilienhaus in Brütten



Saisonale Herausforderung

- » **Sektor-Kopplung** und Nutzung von Wärme- und Gasspeicher als **vielversprechender Ansatz** für den saisonalen Ausgleich
- » **Sektor-Kopplung** in **Konkurrenz** zu **Stromimport** und/oder **Gaskraftwerken**
- » **Grösste Herausforderung:** Verluste bei Umwandlung von Energie zwischen Sektoren
Ziel: Anzahl Umwandlungsschritte minim halten
- » Es braucht die richtigen **Regulierungen, Markt-Mechanismen** sowie politische Entscheidung zu **CH-Eigenversorgungsgrad**

Was können Energiespeicher für Funktionen übernehmen?

Frequenzregelung

swissgrid

Public

Overview of ancillary services

Version: 1.2 of 8. April 2020

Author: Axel Steiner, Nicolas Christen, Markus

swissgrid Ltd
 Distriktsstrasse 21
 P.O. Box
 8001, Zurich
 Switzerland
 T +41 58 560 21 11
 info@swissgrid.ch
 www.swissgrid.ch

Revision			
Date	Version	Author / Department	Section
12.04.2010	1.0	Beck / SF-GD	Finalization
27.05.2015	1.1	Hodler / MA-MO-AG	Entire document
06.04.2020	1.2	AxSI / MA-MG-PO	Entire Document

All rights reserved, including the right of duplication and other property rights.
 This document may not be copied or attached to third parties in whole or in part under any circumstances without the express written permission of swissgrid Ltd.
 swissgrid Ltd accepts no liability for errors in this document.

"Spinning reserve"

Grid synchronous inertia: Vital to stabilising the grid and preventing the next blackout

By Dr Javier Cavada, Gary Preece

July 14, 2020

Europe Grid Scale Policy Products Technology

<https://www.energy-storage.news/grid-synchronous-inertia-vital-to-stabilising-the-grid-and-preventing-the-next-blackout/>

"Ramping"

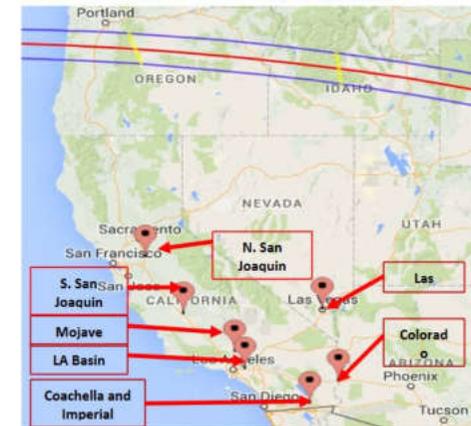
NEWS

3,000MW of California energy storage will ramp to deal with solar eclipse

By Andy Colthorpe
 August 17, 2017

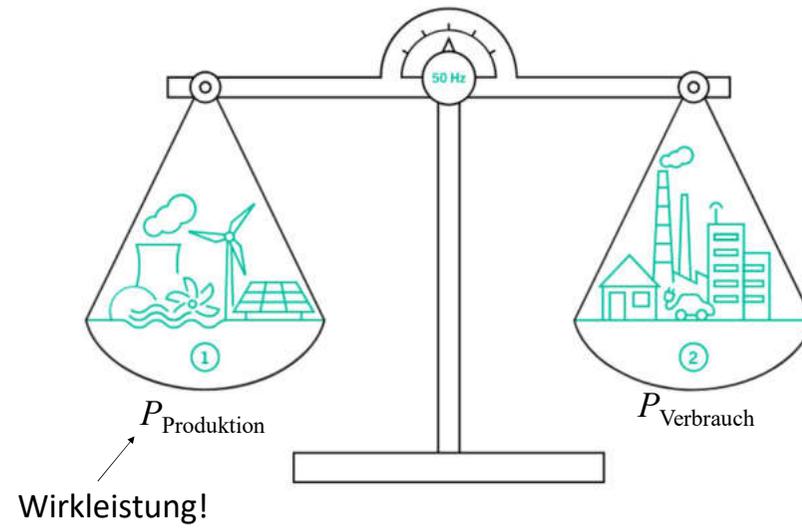
Americas, US & Canada Commercial, Connected Technologies, Grid Scale, Residential Business, Market Watch, Technology

LinkedIn Twitter Reddit Facebook Email



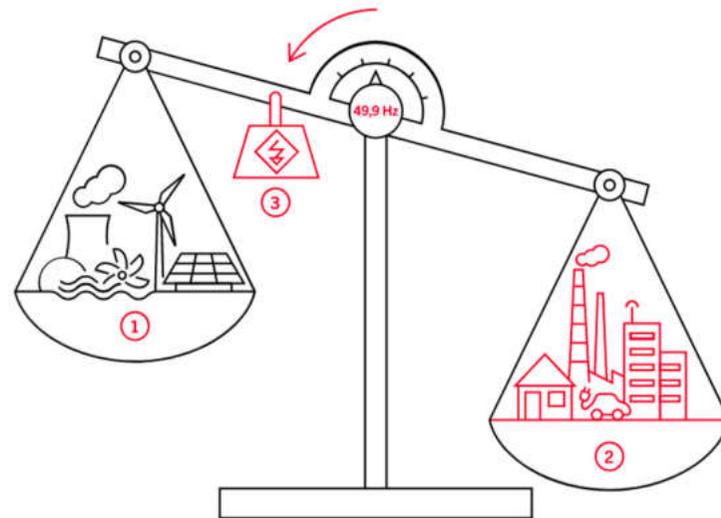
<https://www.energy-storage.news/3000mw-of-california-energy-storage-will-ramp-to-deal-with-solar-eclipse/>

Frequenzregelung



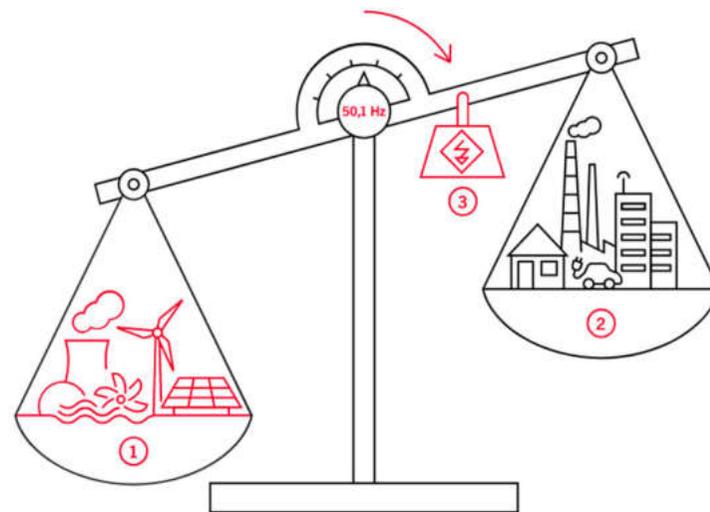
Bildquelle: www.swissgrid.ch

Frequenzregelung



Bildquelle: www.swissgrid.ch

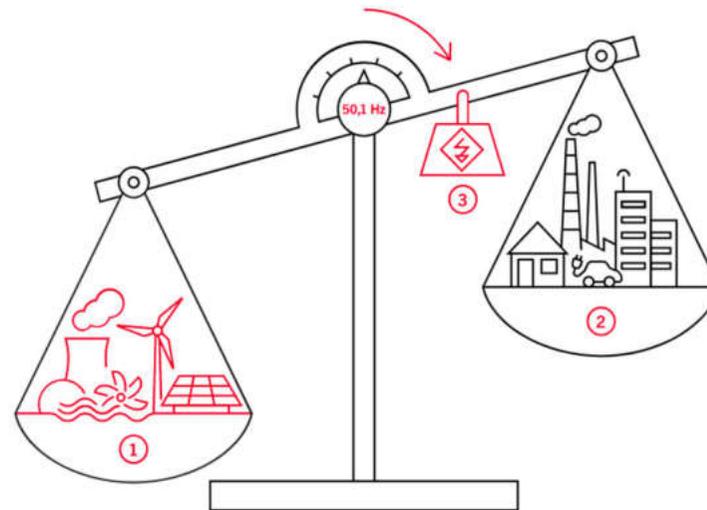
Frequenzregelung



Bildquelle: www.swissgrid.ch

Gründe für dieses Verhalten?

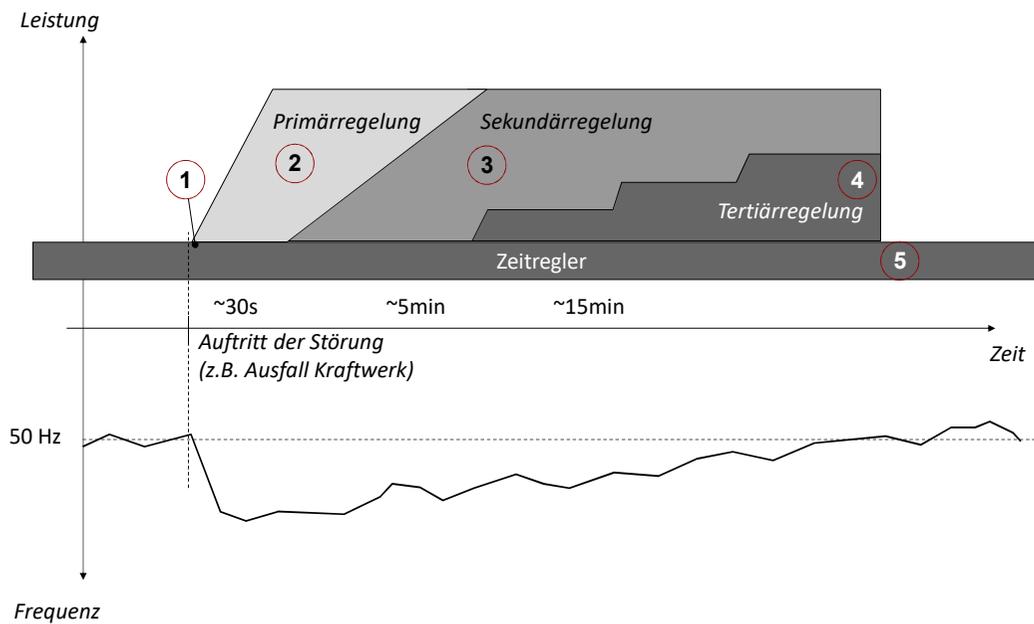
Frequenzregelung



Bildquelle: www.swissgrid.ch

Gründe für dieses Verhalten?

Überschüssige Energie wird in kinetische Energie von Synchrongeneratoren umgewandelt. Dies führt zu einer schnelleren Drehzahl.



→ Fast jede Energiespeichertechnologie kann hier teilnehmen.
 Von Batterien bis Pumpspeicherkraftwerke.

Was können Energiespeicher für Funktionen übernehmen?

Frequenzregelung

swissgrid

Public

Overview of ancillary services

Version: 1.2 of 8. April 2020

Author: Axel Steiner, Nicolas Christen, Markus

swissgrid Ltd
 Distriktsstrasse 21
 P.O. Box
 8001, Zurich
 Switzerland
 T +41 58 560 21 11
 info@swissgrid.ch
 www.swissgrid.ch

Revision	Date	Version	Author / Department	Section
	12.04.2010	1.0	Beck / SF-GD	Finalization
	27.05.2015	1.1	Hodei / MA-MO-AG	Entire document
	06.04.2020	1.2	Aebi / MA-MG-PO	Entire Document

All rights reserved, including the right of duplication and other property rights.
 This document may not be copied or attached to third parties in whole or in part under any circumstances without the express written permission of swissgrid Ltd.
 swissgrid Ltd accepts no liability for errors in this document.

"Spinning reserve"

Grid synchronous inertia: Vital to stabilising the grid and preventing the next blackout

By Dr Javier Cavada, Gary Preece
 July 14, 2020

Europe Grid Scale Policy Products Technology

<https://www.energy-storage.news/grid-synchronous-inertia-vital-to-stabilising-the-grid-and-preventing-the-next-blackout/>

"Ramping"

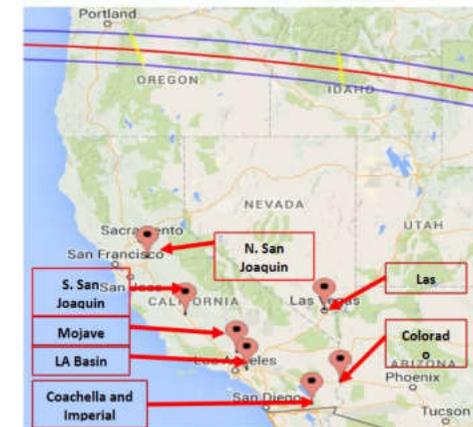
NEWS

3,000MW of California energy storage will ramp to deal with solar eclipse

By Andy Colthorpe
 August 17, 2017

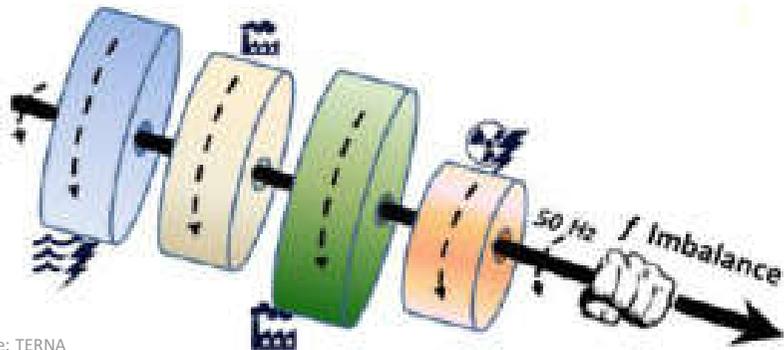
Americas, US & Canada Commercial, Connected Technologies, Grid Scale, Residential Business, Market Watch, Technology

LinkedIn Twitter Reddit Facebook Email



<https://www.energy-storage.news/3000mw-of-california-energy-storage-will-ramp-to-deal-with-solar-eclipse/>

“Spinning reserve” – oder Netzträgheit

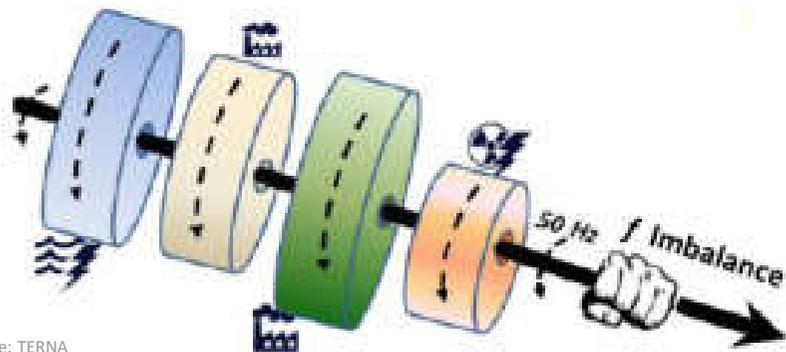


Bildquelle: TERNA

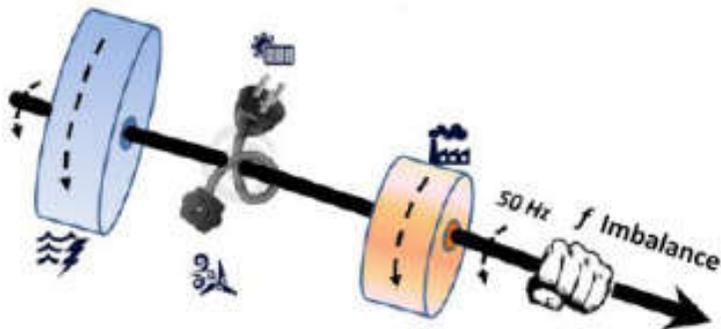
Die Systemträgheit wirkt einer Frequenzänderung entgegen.
(Kinetische Energie gespeichert in synchron-verbundenen rotierenden Massen)

Wird als systeminhärent betrachtet

“Spinning reserve” – oder Netzträgheit



Bildquelle: TERNA



Reduktion konventioneller Produktion reduziert Systemträgheit und gefährdet damit die Netzstabilität

→ Batteriespeicher können dank ihrer schnellen Reaktionszeit eine Lösung bieten

Was können Energiespeicher für Funktionen übernehmen?

Frequenzregelung

swissgrid

Public

Overview of ancillary services

Version: 1.2 of 8. April 2020

Author: Axel Steiner, Nicolas Christen, Markus

swissgrid Ltd
 Distriktsstrasse 21
 P.O. Box
 8001, Zurich
 Switzerland
 T +41 58 560 21 11
 info@swissgrid.ch
 www.swissgrid.ch

Revision	Date	Version	Author / Department	Section
1	12.04.2010	1.0	Beck / SF-GD	Finalization
2	27.05.2015	1.1	Hodler / MA-MO-AG	Entire document
3	06.04.2020	1.2	Aebi / MA-MG-PO	Entire Document

All rights reserved, including the right of duplication and other property rights.
 This document may not be copied or abstracted in third parties in whole or in part under any circumstances without the express written permission of swissgrid Ltd.
 swissgrid Ltd accepts no liability for errors in this document.

"Spinning reserve"

Grid synchronous inertia: Vital to stabilising the grid and preventing the next blackout

By Dr Javier Cavada, Gary Preece

July 14, 2020

Energy Grid Scale Policy Products Technology

<https://www.energy-storage.news/grid-synchronous-inertia-vital-to-stabilising-the-grid-and-preventing-the-next-blackout/>

"Ramping"

NEWS

3,000MW of California energy storage will ramp to deal with solar eclipse

By Andy Colthorpe
 August 17, 2017

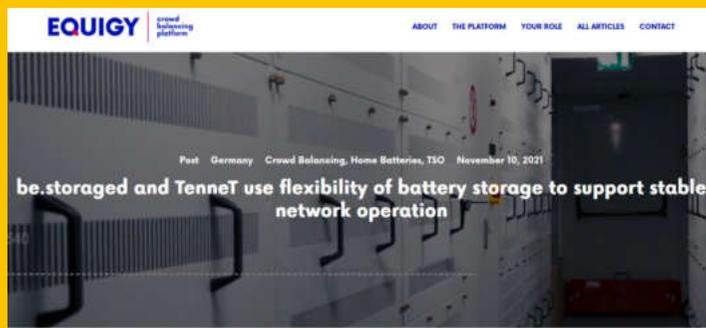
Americas, US & Canada Commercial, Connected Technologies, Grid Scale, Residential Business, Market Watch, Technology

LinkedIn Twitter Reddit Facebook Email

<https://www.energy-storage.news/3000mw-of-california-energy-storage-will-ramp-to-deal-with-solar-eclipse/>

Was können Energiespeicher für Funktionen übernehmen?

Engpassmanagement im Netz



<https://equigy.com/2021/11/10/be-storaged-and-tennet-use-flexibility-of-battery-storage-to-support-stable-network-operation/>

Saisonaler Ausgleich

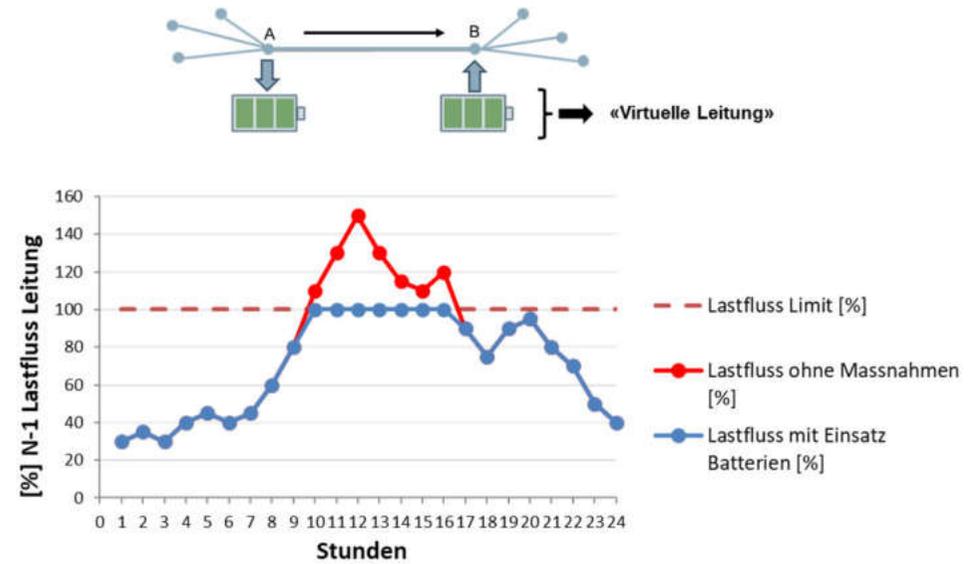


<https://www.energy-storage.news/green-hydrogen-the-zero-carbon-seasonal-energy-storage-solution/>

Speichereinsatz bei Netzüberlastungen



Bildquelle: www.janitza.de



Bildquelle: Präsentation von Jonas Mühlethaler, Swissgrid, an Fachtagung Verein Smart Grid Industrie Schweiz, Dübendorf, CH, 2017

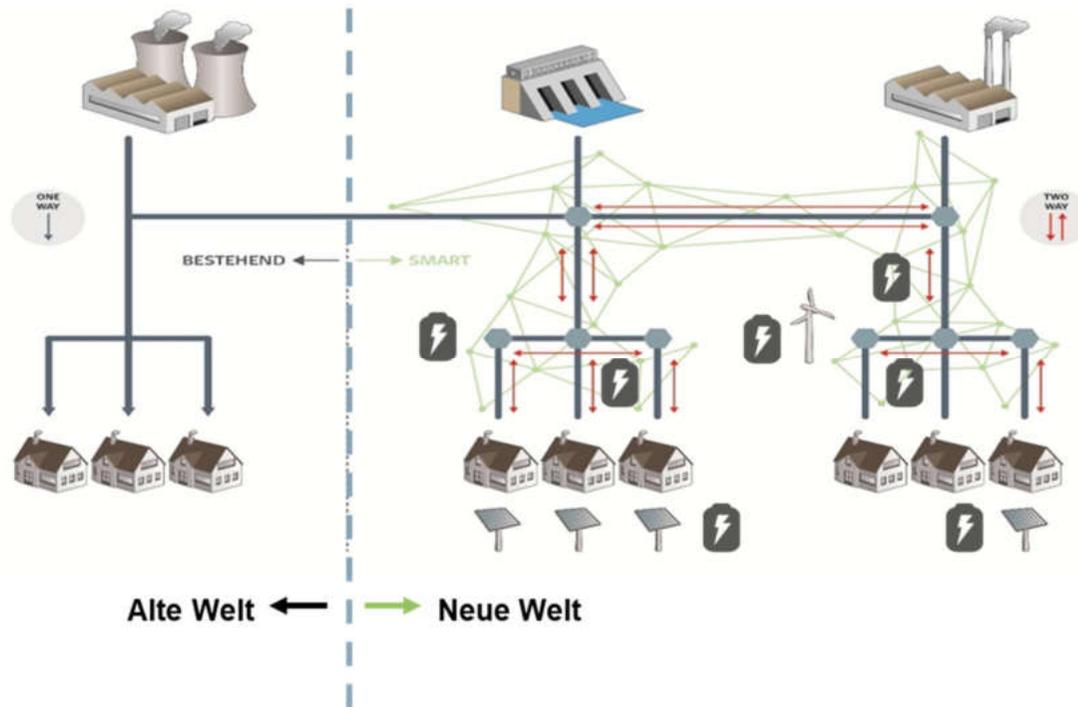
Was bedeutet das alles?

(1) Speicher haben einen vielseitigen Einsatz:

Kundengruppe	Speicheranwendungen	Ort des Speichers im Netz		
		Übertragungs- netz (ÜN)	Verteil- netz (VN)	Behind-the- Meter
Swissgrid	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Engpassmanagement ÜN ▪ SDL Erbringung 			
VNB / Elektrizitäts- unternehmen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Energiearbitrage ▪ Bilanzgruppenmanagement ▪ Alternative Netzausbau / Engpassmanagement VN 			
Endkunden	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Microgrids ▪ Eigenverbrauch ▪ Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) 			

Was bedeutet das alles?

(2) Komplexität gerade bei Mehrfachnutzung von Speichern ist enorm:

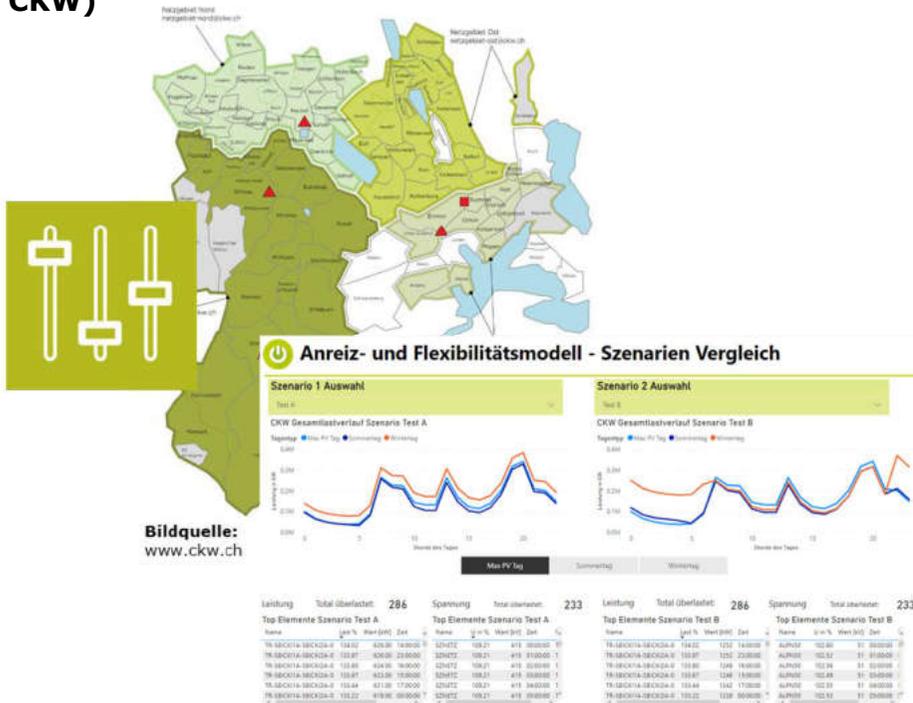


Stellschrauben

- » Gesamtheitliche, Sektorübergreifende Regulierung
- » Koordinierter Zugriff auf dezentrale Flexibilität
- » Mehrfachnutzung von Energiespeichern

Einblick in die Forschung an der Hochschule Luzern

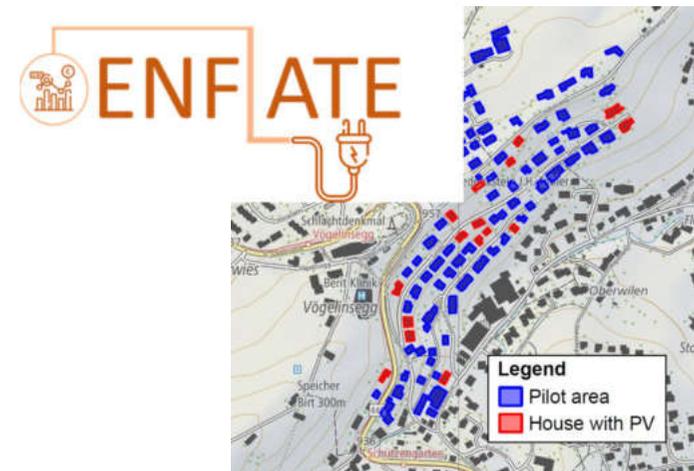
Anreiz- und Flexibilitätsmodell für die Energiewende (mit CKW)



Projekt "Visualisierung der Energiewende"



Lokale Flexibilitätsmärkte im Projekt «ENFLATE»



Einblick in die Forschung an der Hochschule Luzern



Batterien. Schlüssel für die Energiewende

Kompendium zu Forschung,
Entwicklung, Potenzial
und Systemintegration
von Batteriespeichern



Batterien als "Game Changer"?

Vielen Dank!

Hochschule Luzern
Technik & Architektur
Institut für Elektrotechnik IET
CC Digital Energy & Electric Power
Dr. Jonas Mühlethaler
Dozent

T direkt +41 41 349 30 14
jonas.muehlethaler@hslu.ch