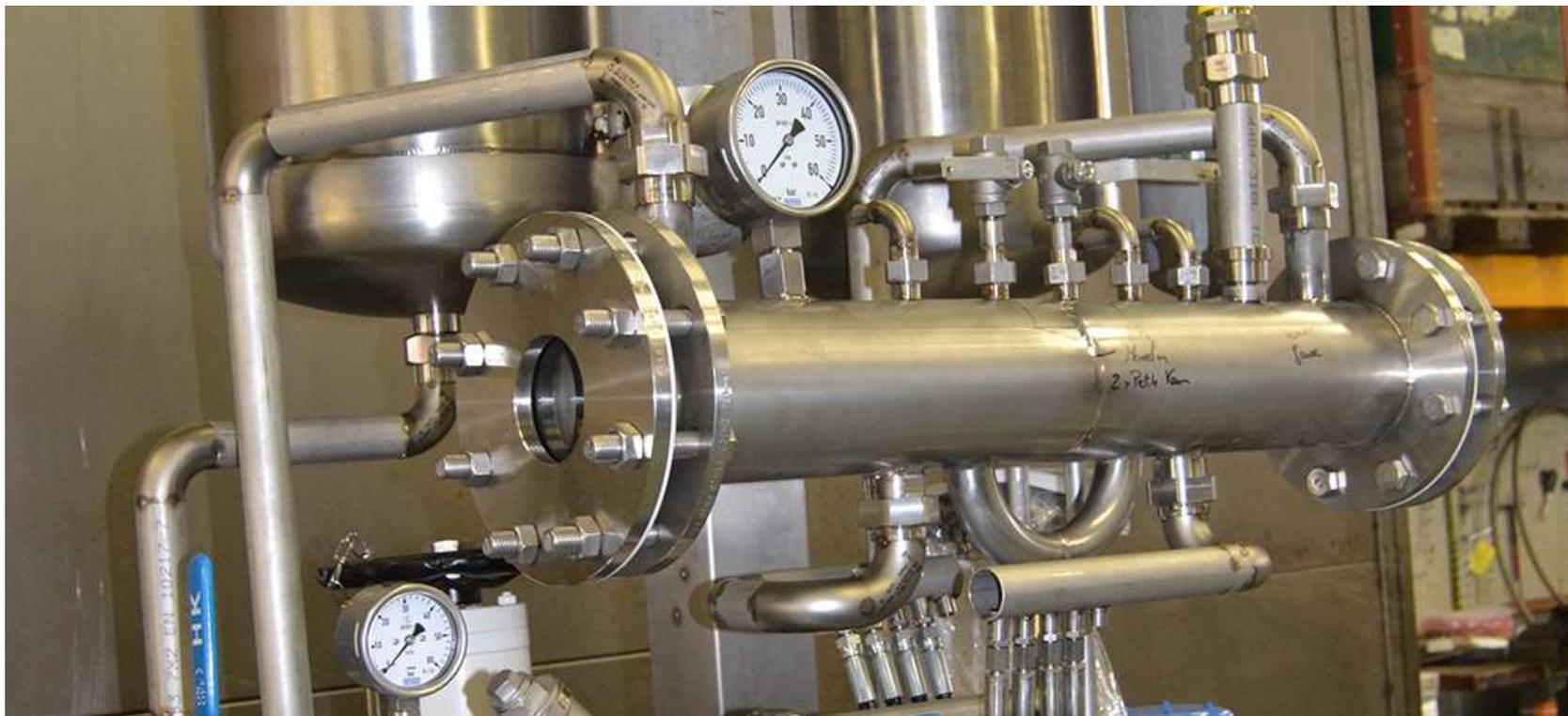




Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE
Office fédéral de l'énergie OFEN
Ufficio federale dell'energia UFE
Swiss Federal Office of Energy SFOE



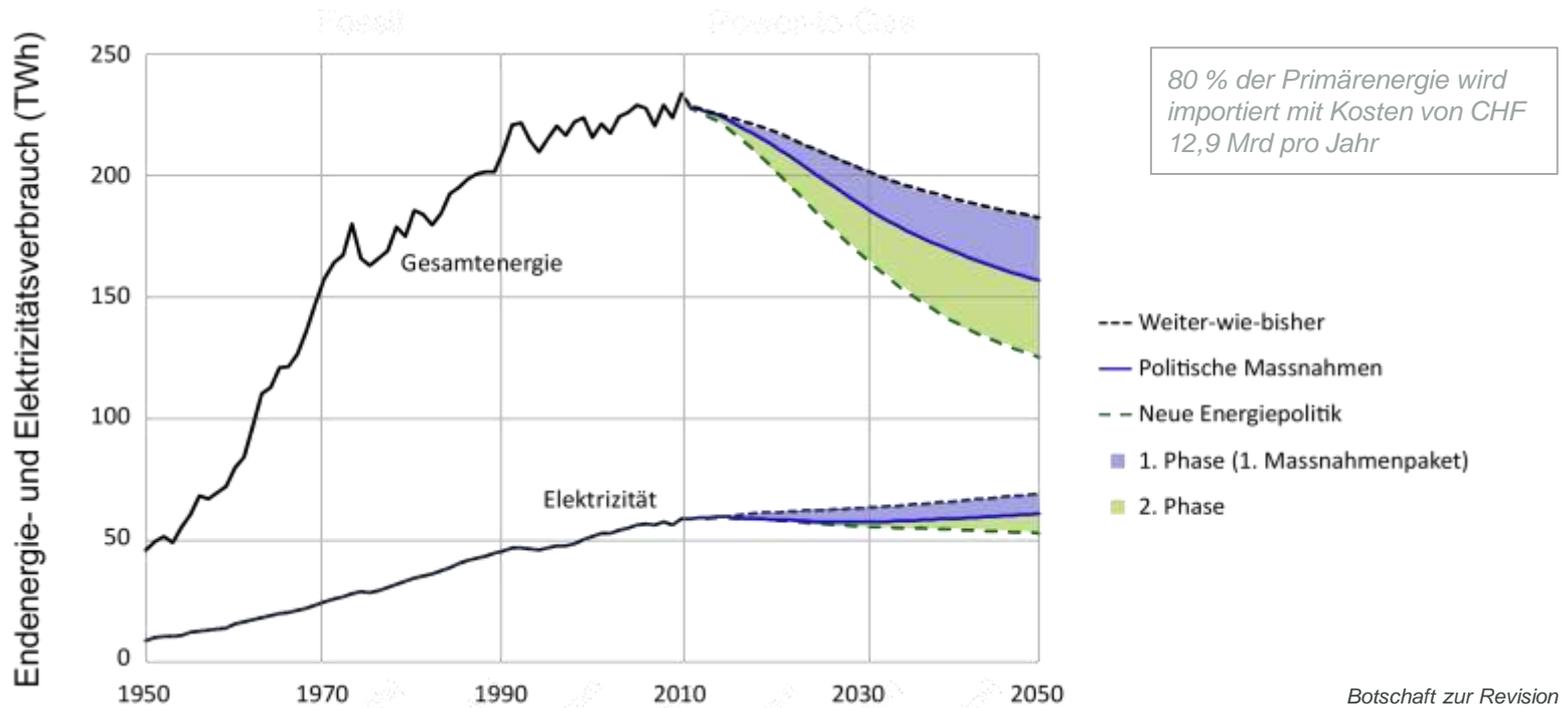
© EXEN LLC

POWER-TO-GAS: EINSCHÄTZUNG UND AKTIVITÄTEN



ENERGIESTRATEGIE 2050

- Stabilisierung des Stromverbrauchs
- Reduktion des Endenergieverbrauchs um 9 % (-21 TWh) bis 2020 und um 33 % (-77 TWh) bis 2050 («politische Massnahmen»)

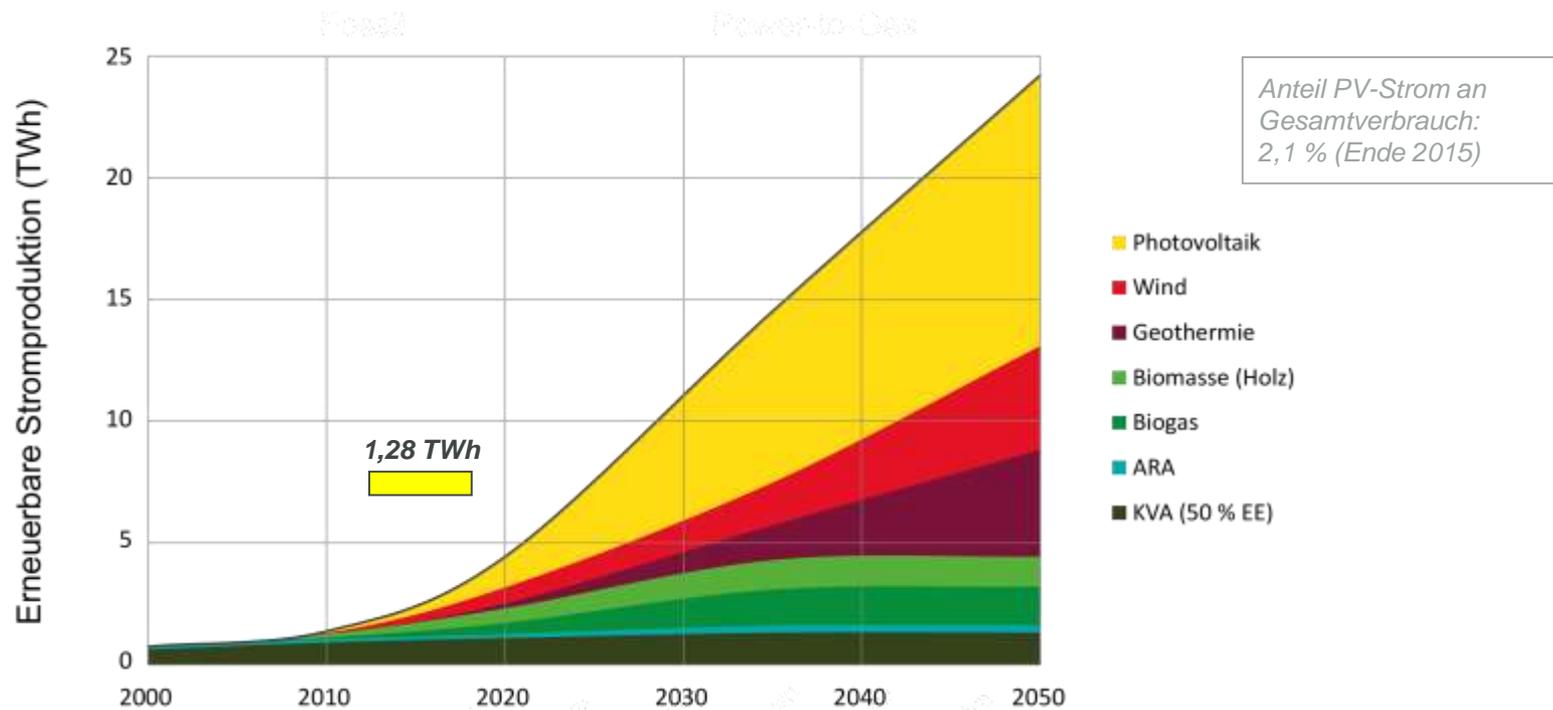


Botschaft zur Revision
EnG, 4.9.2013



ZUBAU AN ERNEUERBARER STROMPRODUKTION

Erhöhung des Anteils Erneuerbarer Energien in der Stromproduktion:
Wasserkraft: 38,6 TWh/a ausbauen, neue Erneuerbare Energien: 24,2 TWh/a

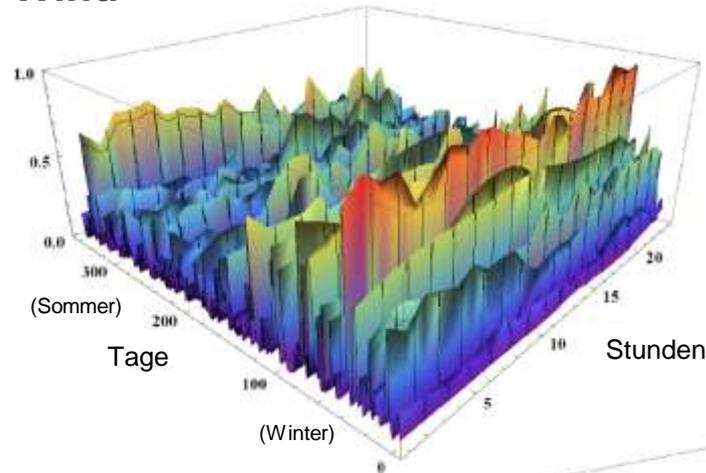


Botschaft zur Revision
EnG, 4.9.2013

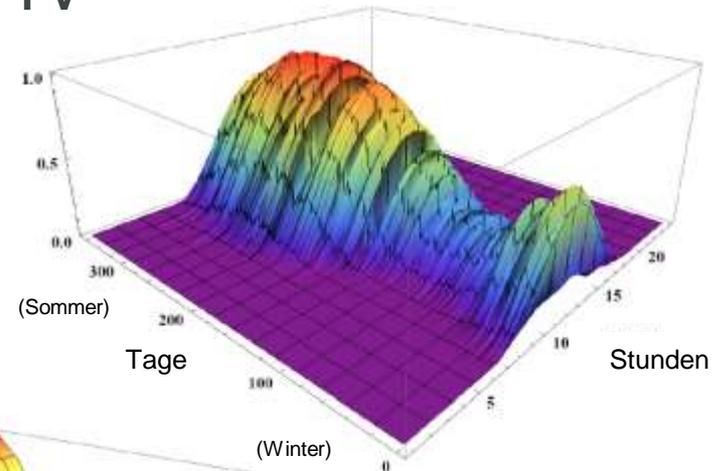


VOLATILITÄT VON WIND- UND SOLARSTROM (SCHWEIZ 2008)

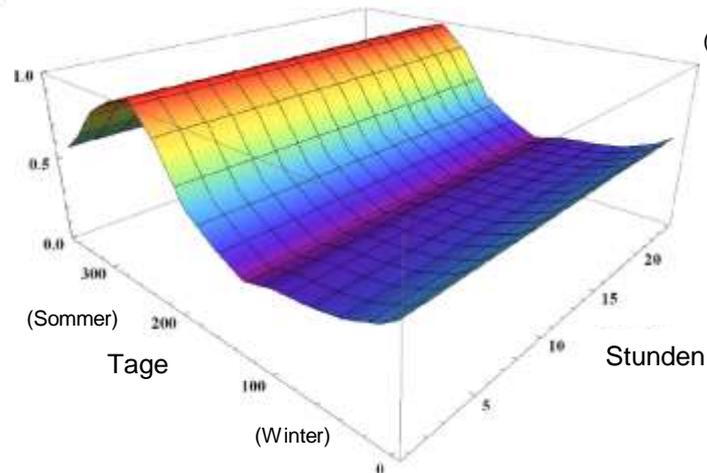
Wind



PV



Wasserkraft

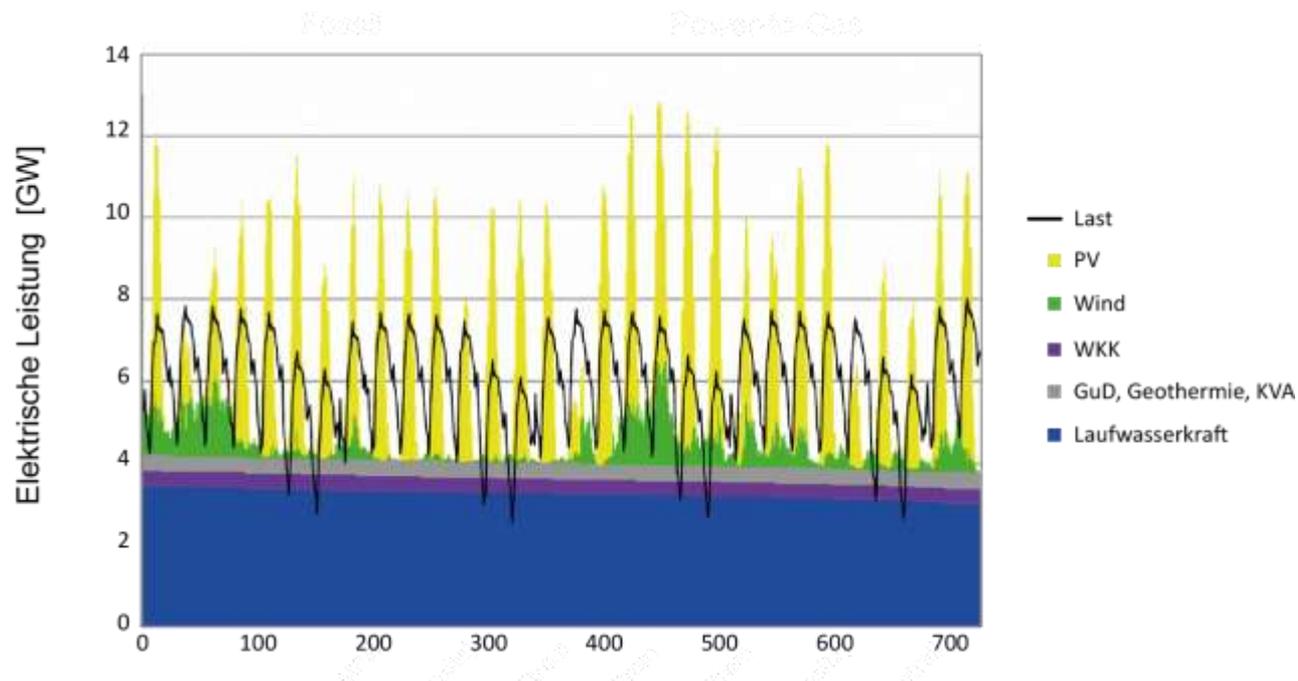


Prognos 2012



FLEXIBILITÄTSBEDARF IM STROMSEKTOR, ZEITLICH...

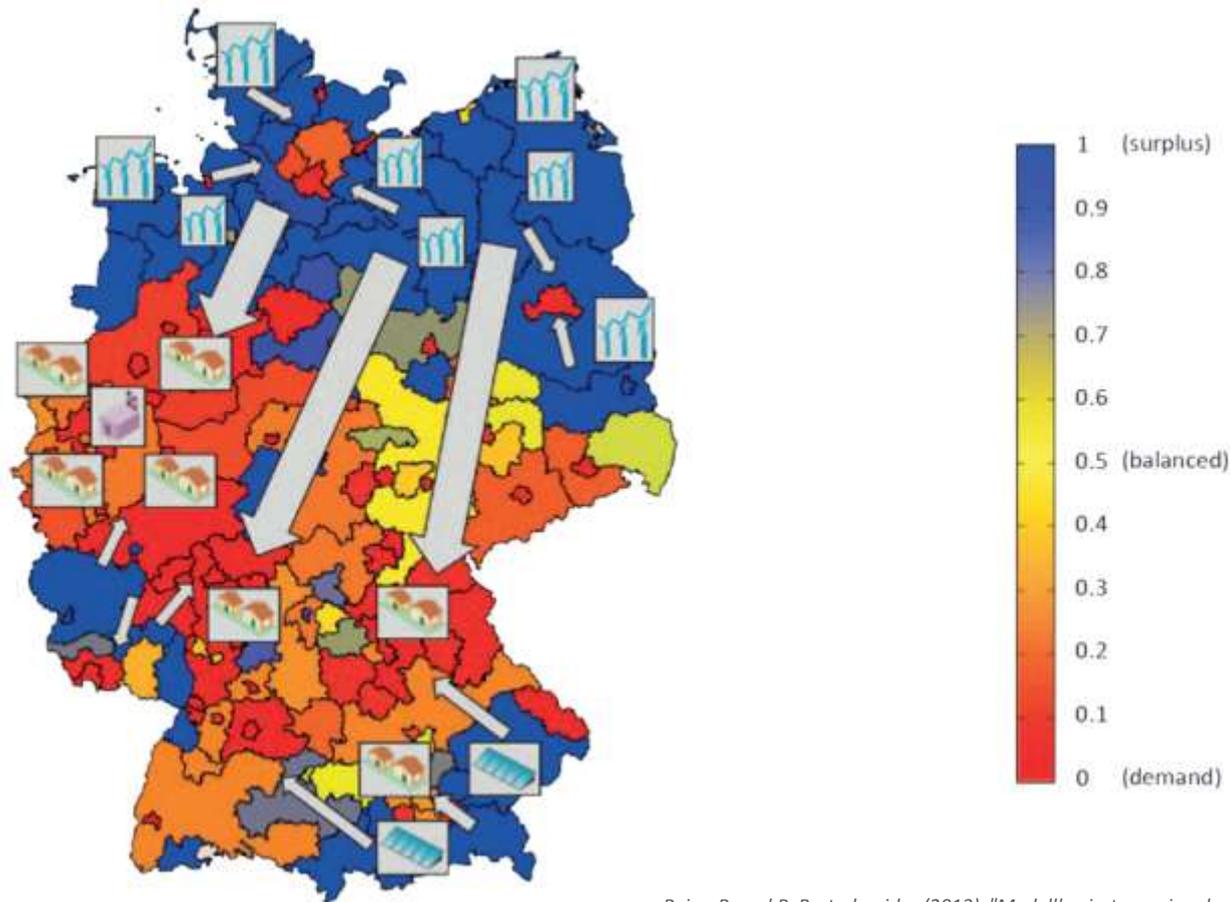
Elektrizitätsproduktion durch Grundlastkraftwerke und Erneuerbare/
Lastprofil im Juni 2050 (Szenario «Neue Energiepolitik»)



Botschaft zur Revision
EnG, 4.9.2013



...UND RÄUMLICH



Beier, P. and P. Bretschneider (2013), "Modellbasierte, regional aufgelöste Analyse des Bedarfs an netzgekoppelten elektrischen Energiespeichern zum Ausgleich fluktuierender Energien"



FLEXIBILITÄTSOPTIONEN

- **Effiziente Bewirtschaftung und Ausbau der Netze.** «Smart Grids» für erhöhte Einspeisung im Verteilnetz und zweckmässige Verknüpfung von Konsumenten und Produzenten.
- Energie-Management:
 - **Flexible Kraftwerke**, um erhöhte Nachfrage im Falle eines Produktionsmangels auszugleichen;
 - **Nachfragesteuerung (DSM):** Nachfrageverhalten der Versorgungssituation anpassen.
- **Speichertechnologien**, um «überschüssigen» Strom zu speichern und im Falle erhöhter Nachfrage wieder einzuspeisen





SPEICHERBEDARF?

Produktion:

Anteil der Erneuerbaren
(installierte Leistung)
Flexible Kraftwerke (WKK)
Prognoseabweichungen
Systemdienstleistungen durch EE
Abregelung



Last:

Lastmanagement (DSM)
Prognoseabweichungen



Transport:

Netzausbau
Europäischer Ausgleich



Speicherbedarf



BEDARF, WIRTSCHAFTLICHKEIT UND RAHMENBEDINGUNGEN

- **Kurz- bis mittelfristig (bis 2020) kein zusätzlicher Speicherbedarf** auf Grund der geringen Zunahme an stochastischer Produktion.
- **Langfristig: technisch bedingter Speicherbedarf zur Vermeidung unzulässiger Netzüberlastungen** in isolierten (ländlichen) Netzen; nicht für Verteilnetze mit einer hohen Lastdichte (städtischen Bereich)
- **Hoher PV-Anteil ohne Netzanpassungen möglich:** Energieverzicht von 2% -> 40% mehr PV-Integration (Eigenverbrauch, Direktvermarktung)
- Langfristig höherer Bedarf im Winterhalbjahr (**saisonale Speicherung**)
- **Einsatz neuartiger Energiespeicher (Strom) in der Schweiz erst langfristig erforderlich bzw. sinnvoll/wirtschaftlich**

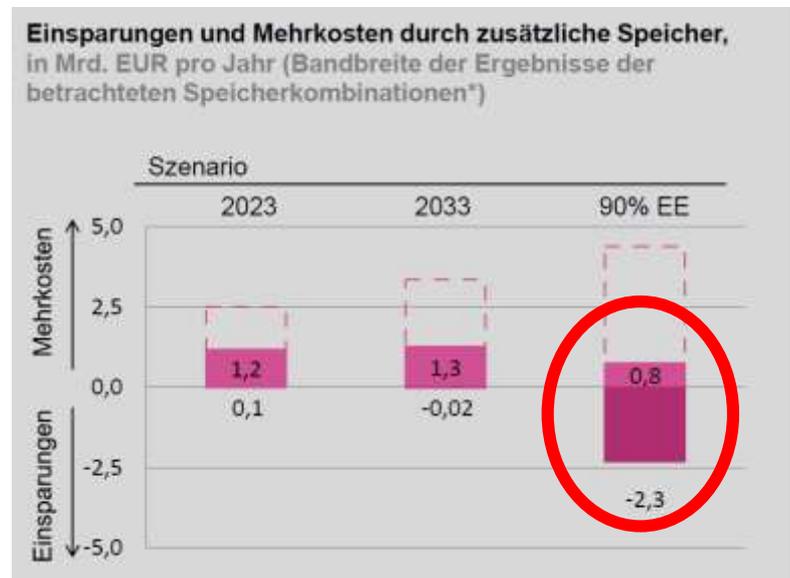
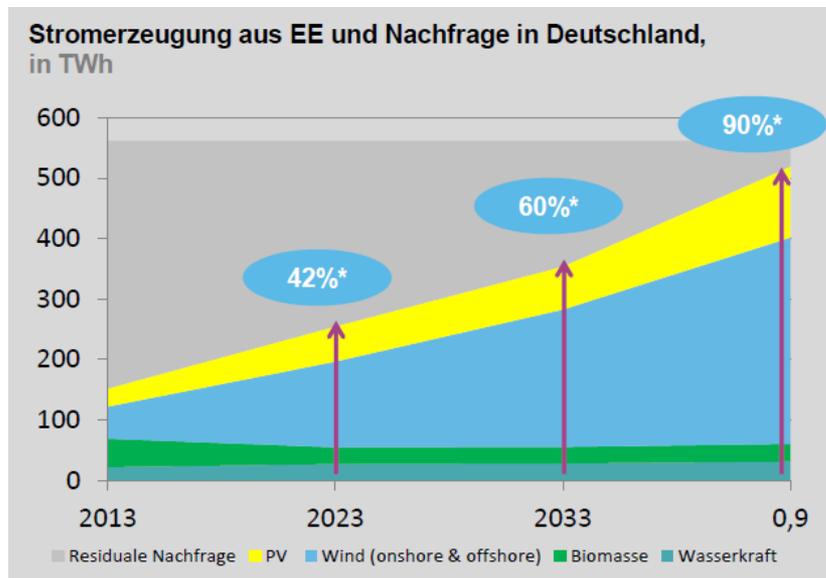
*DNV KEMA Energy & Sustainability-Studie,
Energiespeicher in der Schweiz: Bedarf, Wirtschaftlichkeit und
Rahmenbedingungen im Kontext der Energiestrategie 2050, BFE, 2013*



SPEICHERKOSTEN IN DEUTSCHLAND

Studie «Agora Energiewende», 2014

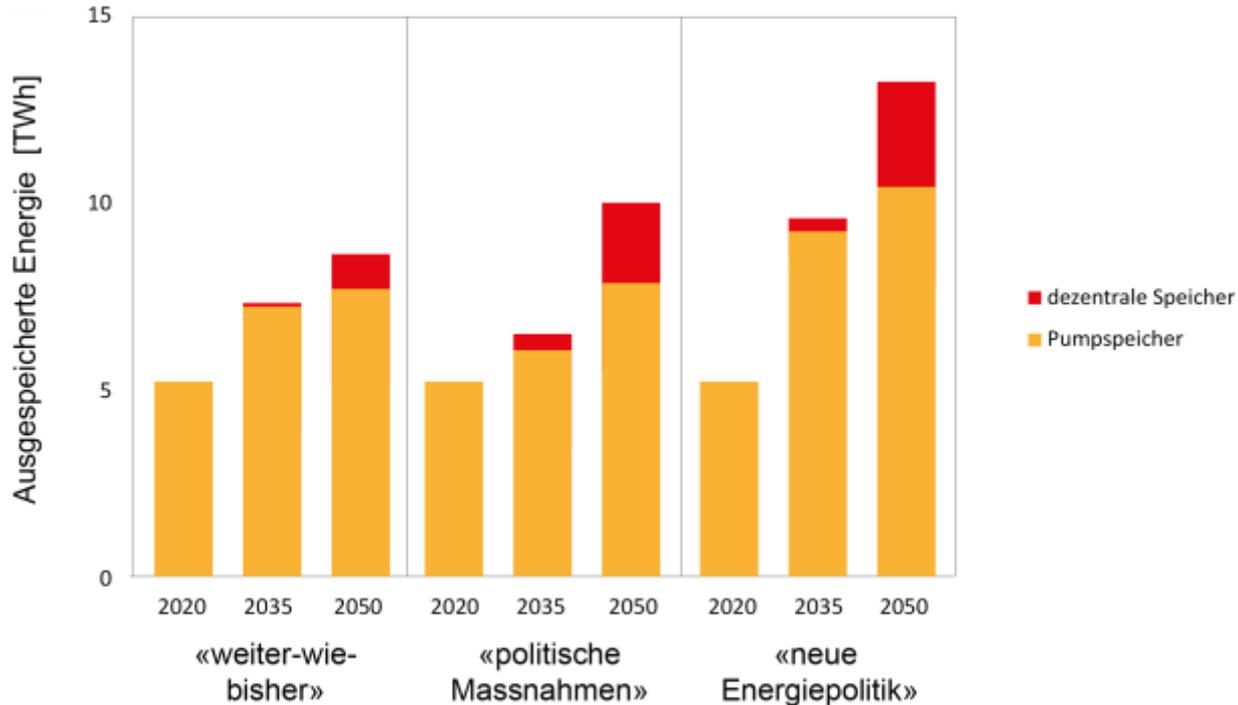
Speicherung nur wirtschaftlich bei einem sehr hohen Anteil an erneuerbarer Stromproduktion (>90%). 2033: Kostenparität im Verteilnetz.





BEDEUTUNG DER PUMPSPEICHER

Dezentrale Speicher zur Integration Erneuerbarer Energien (keine Abregelung) und Netzdienstleistungen (Bereitstellung positiver und negativer Sekundär- und Tertiärreserveleistung)



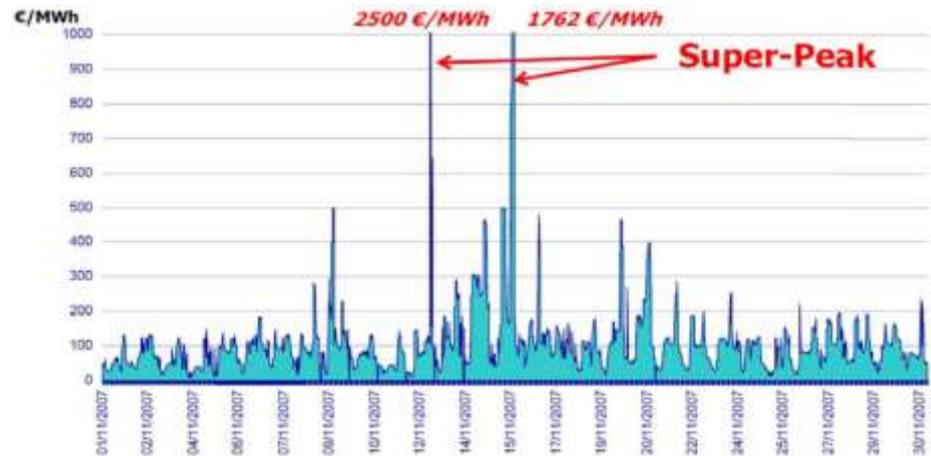
DNV KEMA Energy & Sustainability-Studie, BFE, 2013



VERÄNDERUNGEN IM STROMMARKT

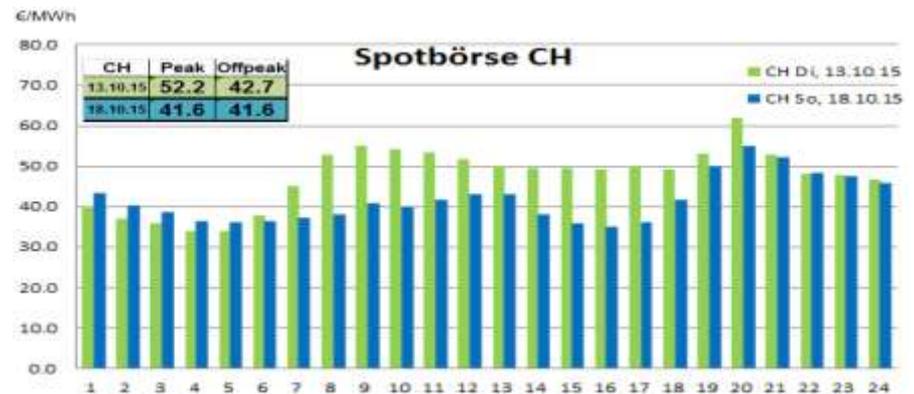
Französischer Strommarkt,
November 2007:

$\Delta \sim 100 \text{ €/MWh}$



Schweizer Spot-Markt,
Oktober 2015:

$\Delta < 10 \text{ €/MWh}$





GRENZÜBERSCHREITENDER AUSTAUSCH

Erhebliche Reduktion des Speicherbedarfs auf Systemebene durch Einbeziehung der Austauschkapazitäten mit den angrenzenden Nachbarländern

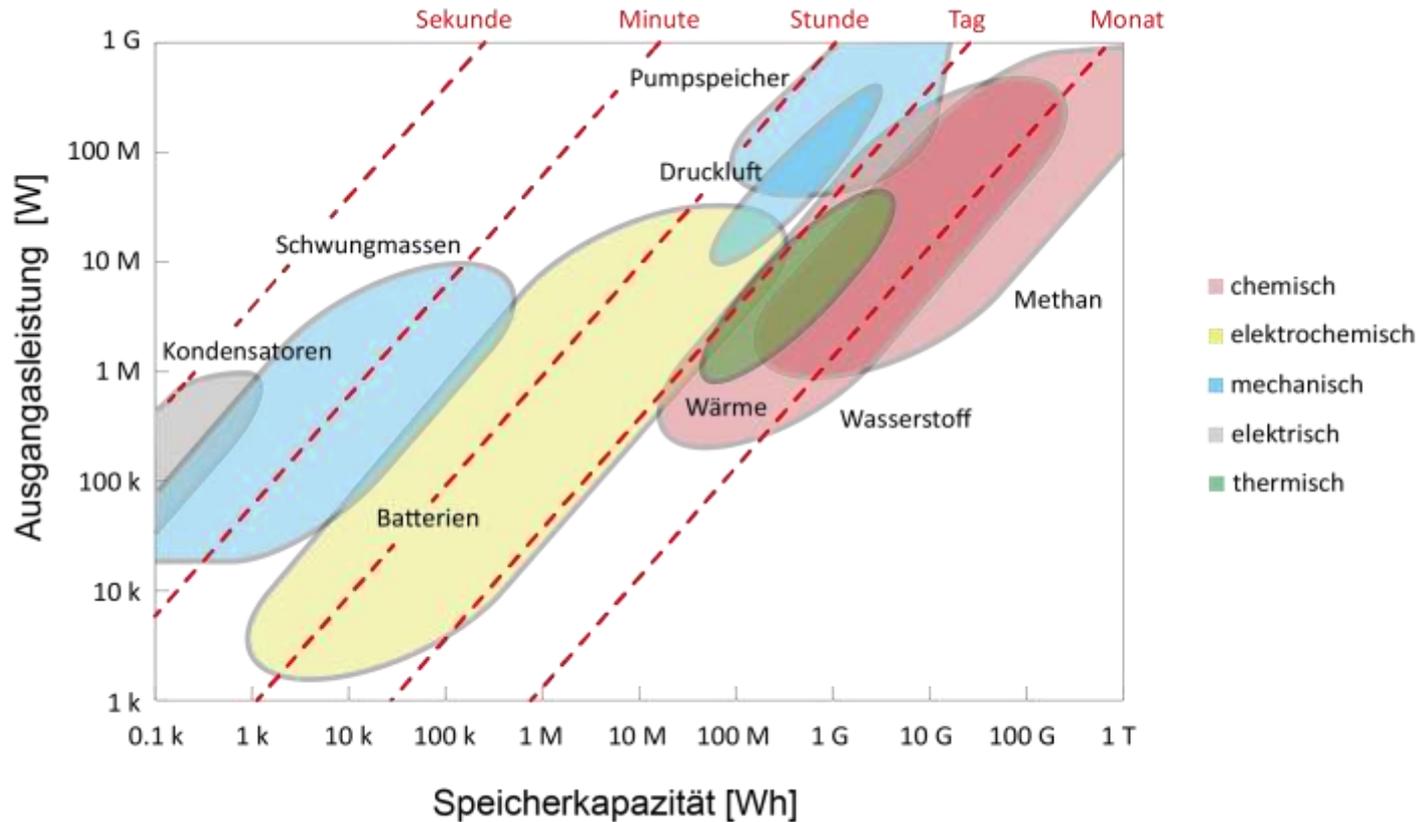
	Inländisch		mit Austausch		Reduktion durch Austausch	
	Leistung [MW]	Kapazität [GWh]	Leistung [MW]	Kapazität [GWh]	Leistung [%]	Kapazität [%]
Neue Energiepolitik	8'025	680	6'850	62	15	90
Politische Massnahmen	8'082	680	6'850	64	15	90
Weiterwiebisher	1'600	10	0	0	100	100

Pumpspeicher: 3'980 MW

DNV KEMA Energy & Sustainability-Studie, BFE, 2013

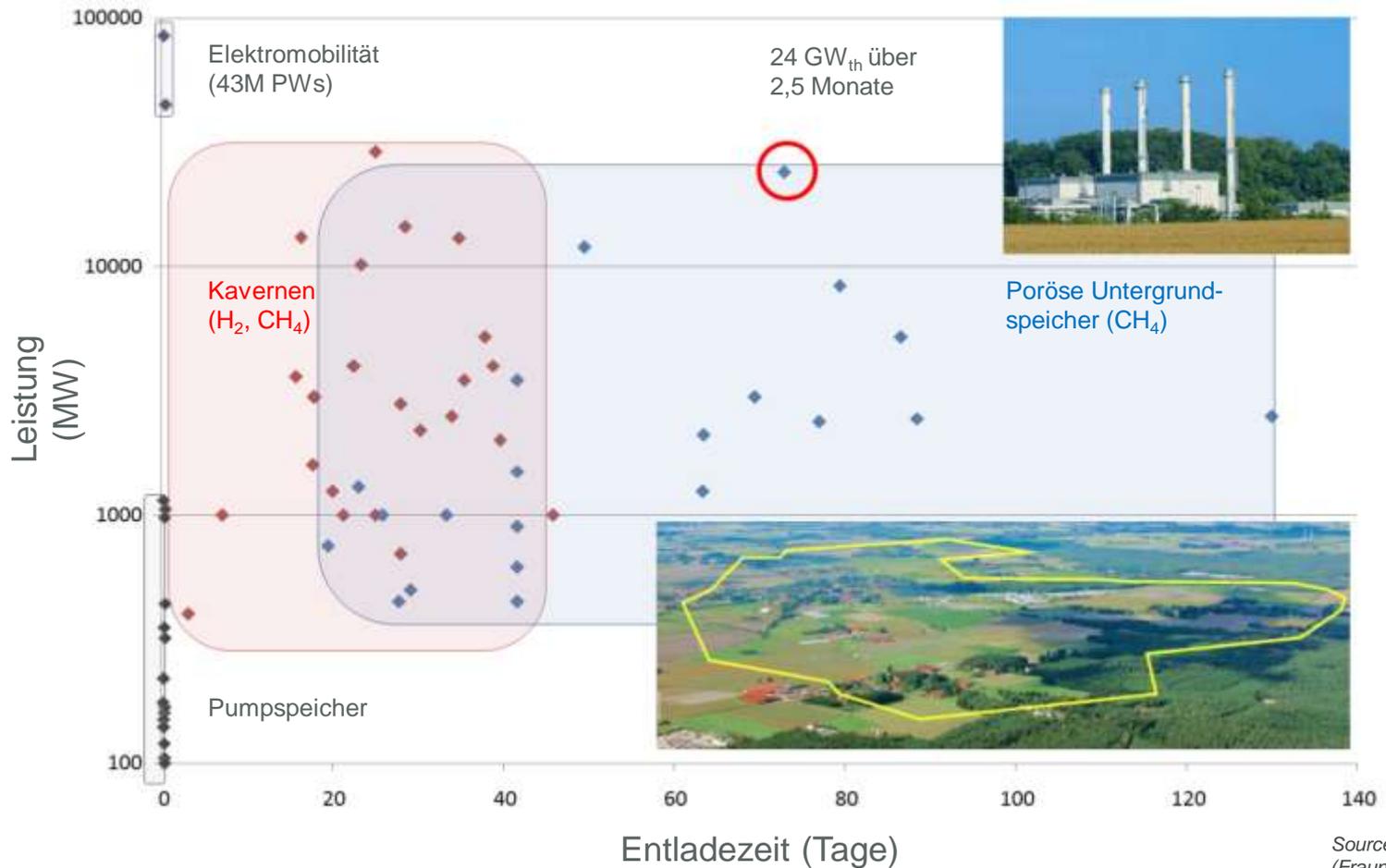


«POWER-TO-GAS» ALS LANGZEITSPEICHER





«POWER-TO-GAS» ALS LANGZEITSPEICHER (2)





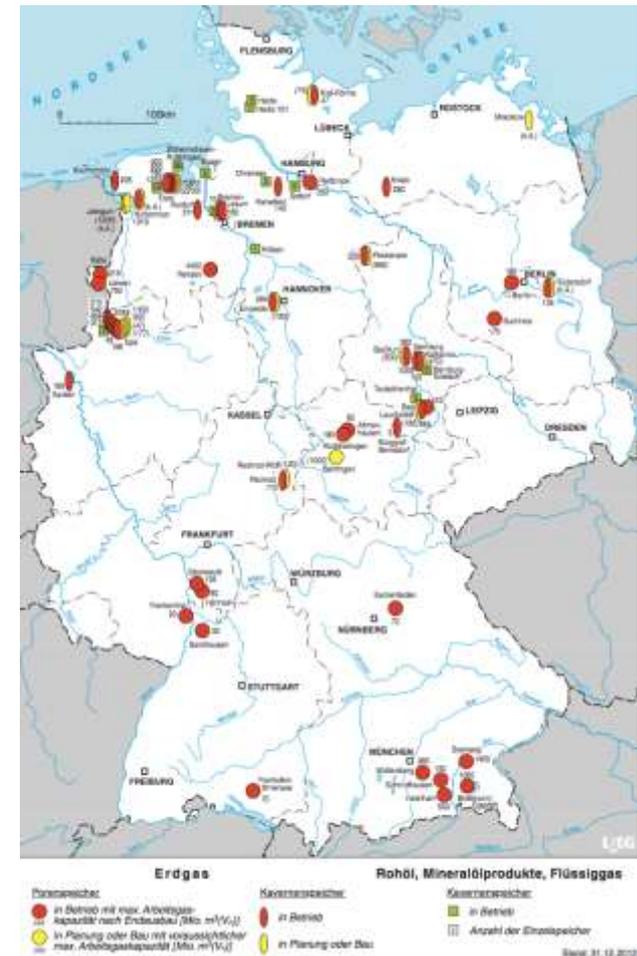
SAISONALE SPEICHERUNG IM GASNETZ

Deutschland

- Gasspeicherkapazität 230 TWh
- Existierendes Netz
- 60 GW GuD-Kraftwerke:
 $230 \text{ TWh} / 60 \text{ GW} * 0,55 = 2'100 \text{ h}$ (3 Monate)

Schweiz

- Keine Unterspeicherkapazitäten
- Speicherkapazität: $4.0 \cdot 10^6$ (Röhren) + $2.4 \cdot 10^6$ Nm^3 (Netz) → Speicherkapazität: 64 GWh
- 3 GW GuD-Kraftwerke:
 $64 \text{ GWh} / 3 \text{ GW} * 0.55 = 12 \text{ h}$





«POWER-TO-GAS» IN DER MOBILITÄT

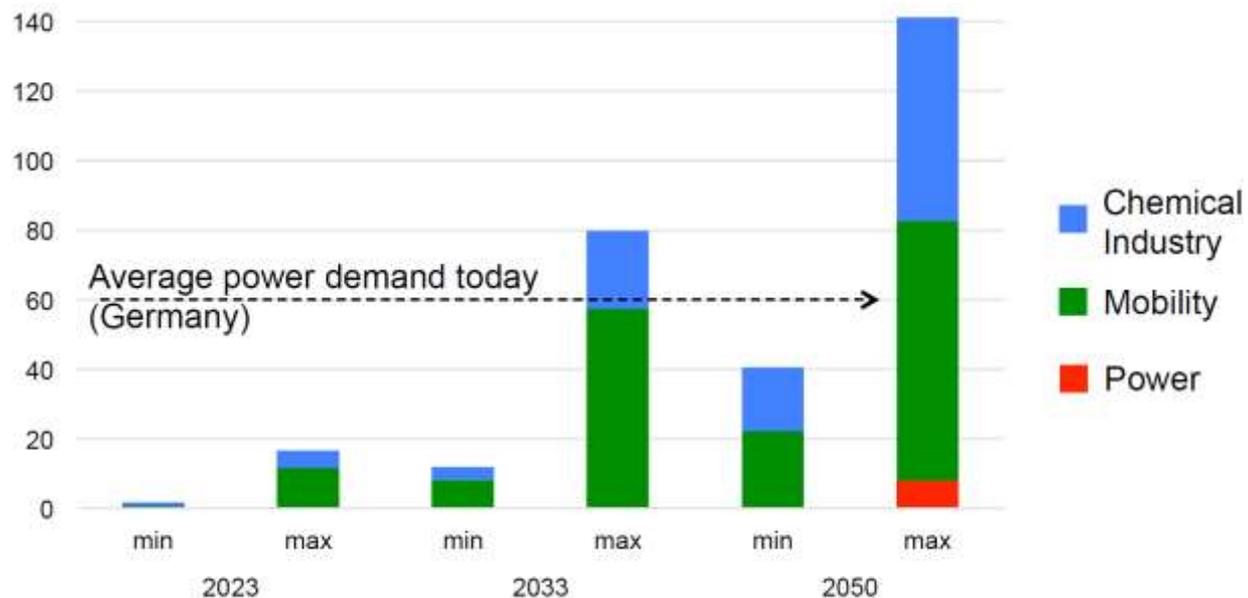
- Nutzung erneuerbarer (fluktuierender) Energiequellen in der Mobilität zur Erreichung der CO₂-Emissionsziele in diesem Sektor;
- Diversifikation der Primärenergieträger und damit geringere Importabhängigkeit;
- Übertragung der Dynamik im Elektrizitätssektor in die Mobilität. Systemdienstleistungen als Treiber für den weiteren Ausbau Erneuerbarer Energien;
- Erleichterung der Markteinführung alternativer Antriebstechnologien inkl. Infrastruktur.





«POWER-TO-GAS»: WIRTSCHAFTLICHKEIT

- Abschätzung künftiger «Power-to-Gas»-Märkte in Deutschland: bessere Wirtschaftlichkeit im industriellen (Chemie-) und Mobilitätssektor.
- Herausforderung Mobilität: Überschussstrom: 50 TWh ~ 25 TWh Treibstoff vs. 700 TWh an heutigem Bedarf

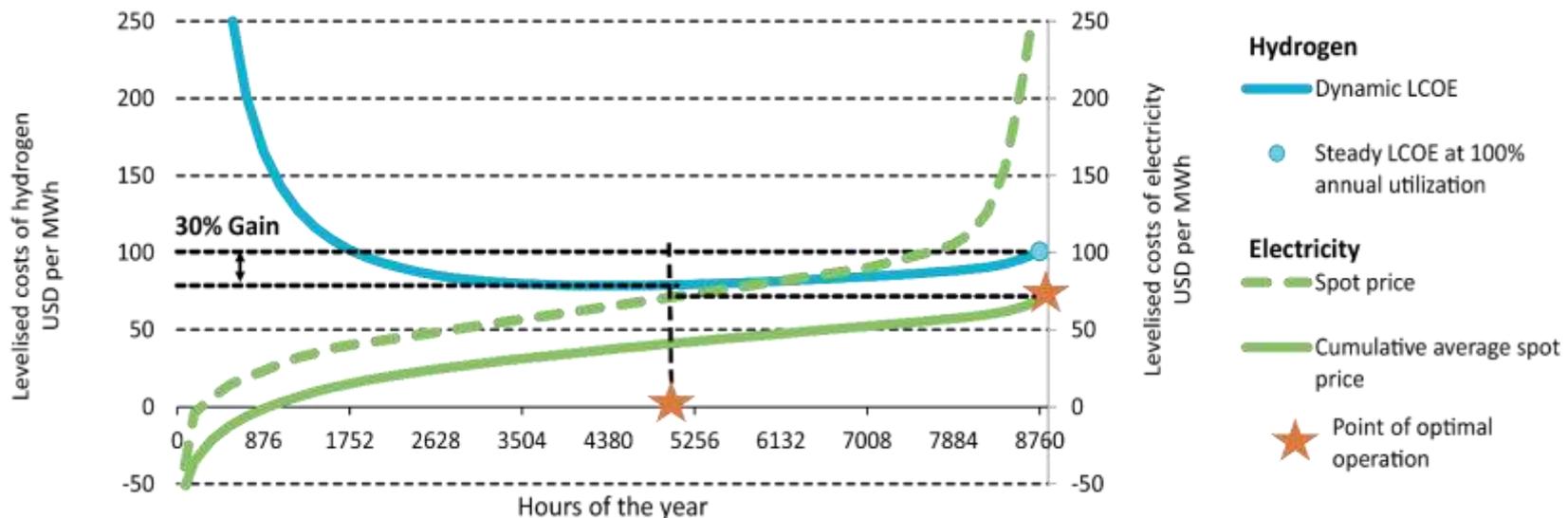


M. Sterner in Agora
Energiewende, Storage study 2014



«POWER-TO-GAS»: WIRTSCHAFTLICHKEIT (2)

- Dynamischer Einsatz von Elektrolyseuren mit Systemdienstleistungen kann die Gestehungskosten von elektrolytisch produziertem Wasserstoff reduzieren.
- «Power-to-Gas»-Anlagen brauchen Mindestanzahl an Betriebsstunden.



IEA Hydrogen and Fuel Cell
Technology Roadmap, 2015

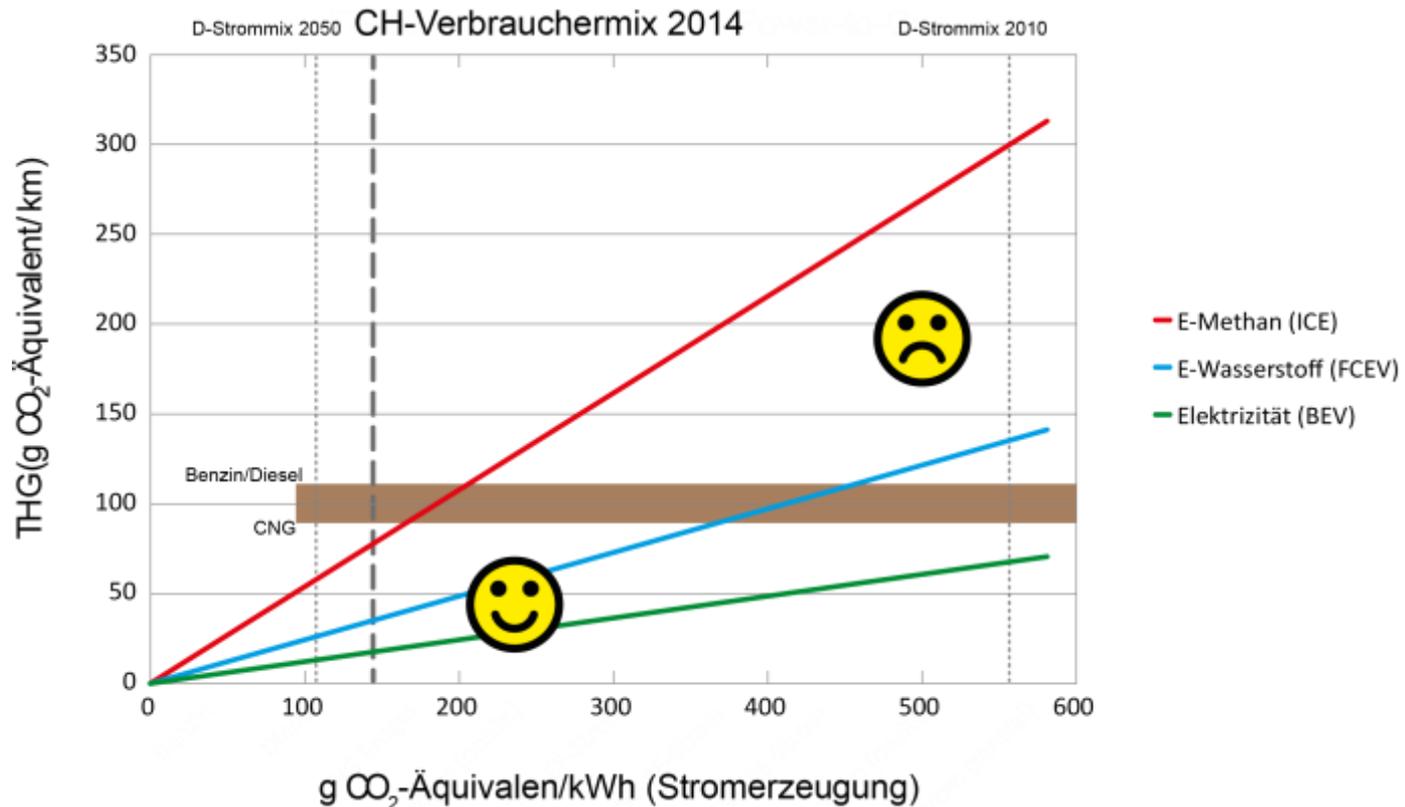


HANDLUNGSFELDER

- CO₂-Gesetz: Möglichkeit der Anrechenbarkeit von Syngas aus P2G-Anlagen innerhalb der Emissionsvorschriften für Fahrzeuge?
- Vollzug Mineralölsteuergesetz: Steuerdifferenzierung von Wasserstoff/Syngas aus P2G-Anlagen (Definition «Überschussstrom», Kontrollierbarkeit HKN).
- Mögliche Rolle von P2G-Anlagen innerhalb des neuen Strommarktdesigns (Revision StromVG).
- Gewinnung von Treibstoffen aus P2G und mögliche Anrechnung als Kompensationsprojekt für Treibstoffimporteure (BAFU).
- **Förderung von Forschung & Entwicklung sowie Pilot-, Demonstrations- und Leuchtturmprojekten**
 - Forschungsschwerpunkt Elektrolyse im BFE-Forschungsprogramm: Kostenreduktion und Degradation (PEM), Erhöhung der Stromdichte (alkalische), dynamischer Betrieb
 - Koordination/Abstimmung mit SCCER-Storage



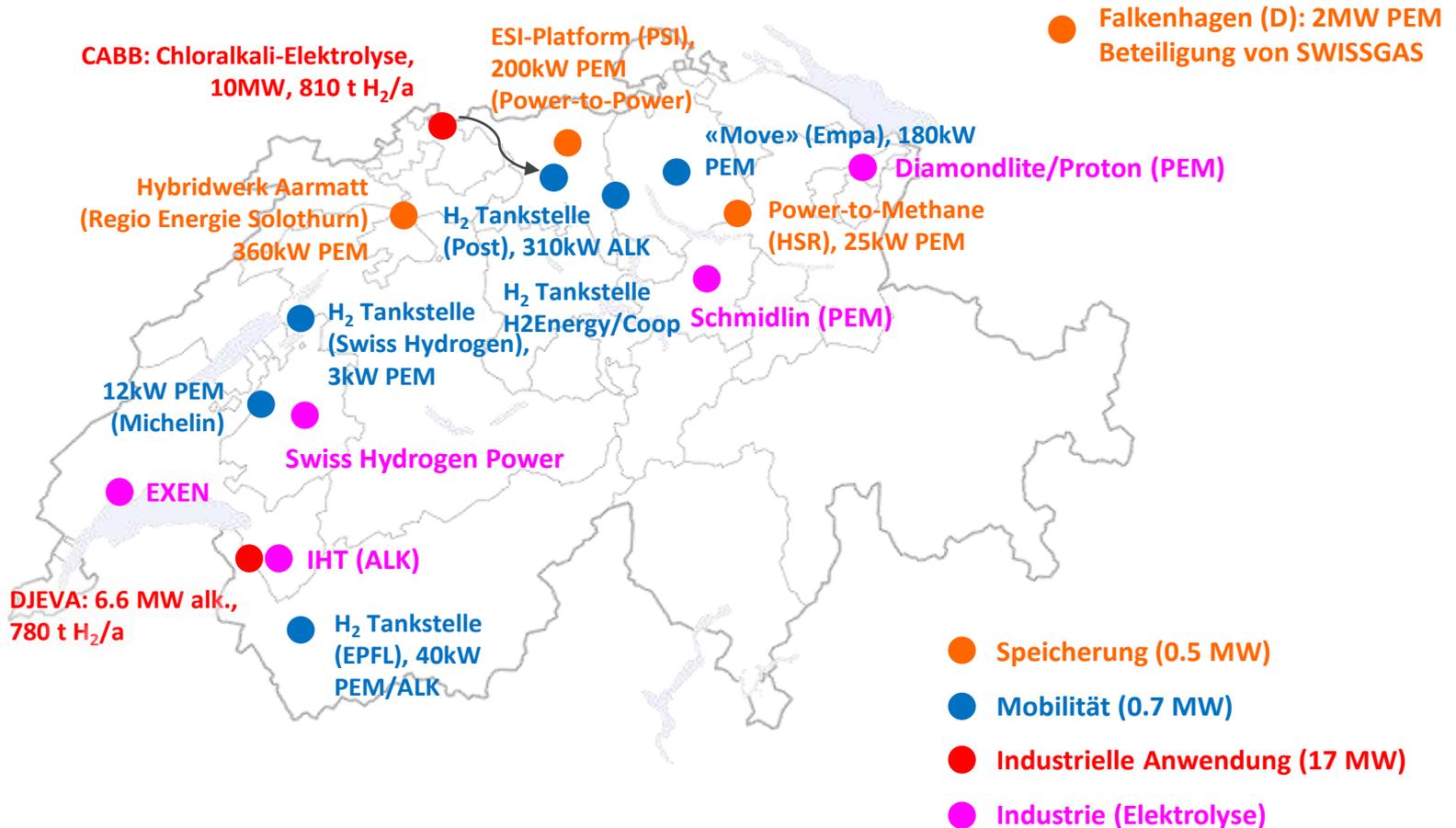
SYNTHETISCHE TREIBSTOFFE: EINFLUSS DES STROMMIX



nach «Power-to-Gas im
Verkehr», BMVI, 2014



«POWER-TO-GAS»-ANLAGEN IN DER SCHWEIZ





P2G-PROJEKTE: H2-TANKSTELLE VON POSTAUTO IN BRUGG

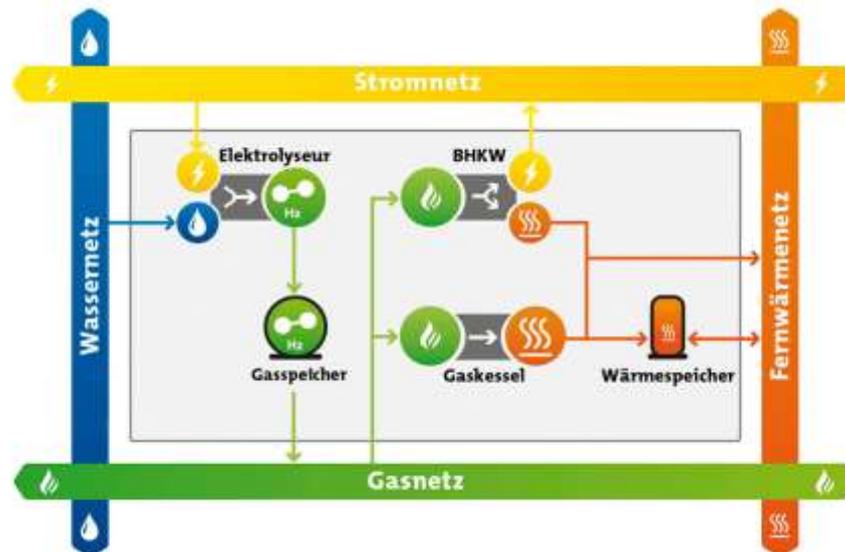
- Alkalischer Elektrolyseur: 60 Nm³/h @ 10 bar (Hydrogenics)
- Effizienz: 5.2 kWh/Nm³
- Installierte Leistung: 312 kW
- Wasserstoffbedarf pro Jahr: ca. 500'000 Nm³ (ca. 150'000 Nm³ Trailer)
- Jährlicher Energiebedarf: 1.8 GWh
- Wasserstoffspeicher: 5'000 m³ @ 410bar
- CO₂-Einsparung pro Jahr: 330 t/Jahr





P2G-PROJEKTE: «HYBRIDWERK AARMATT»

- Wasserstoff ins Niederdruck-Erdgasnetz
- Speicherung überschüssigem erneuerbarem Stroms
- Bezug von Strom über die Strombörse
- Reduktion von Ausgleichsenergie
- beinhaltet BHKW, Gaskessel, Wärmespeicher, Kopplung ans Fernwärmenetz

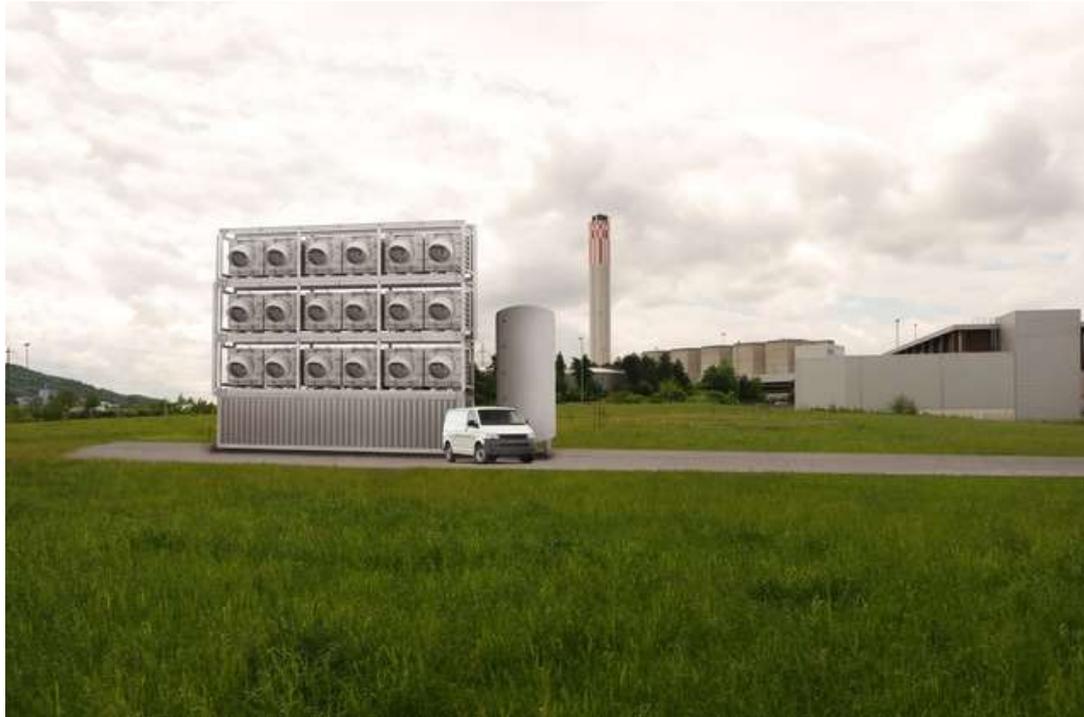


Quelle: Regio Energie Solothurn



P2G-PROJEKTE: CO₂ AUS DER UMGEBUNGSLUFT

- 900 Tonnen CO₂ aus Umgebungsluft pro Jahr.
- CO₂ wird in Gewächshäusern genutzt.
- 90 Prozent des Energiebedarfs aus Niedertemperatur-Wärme

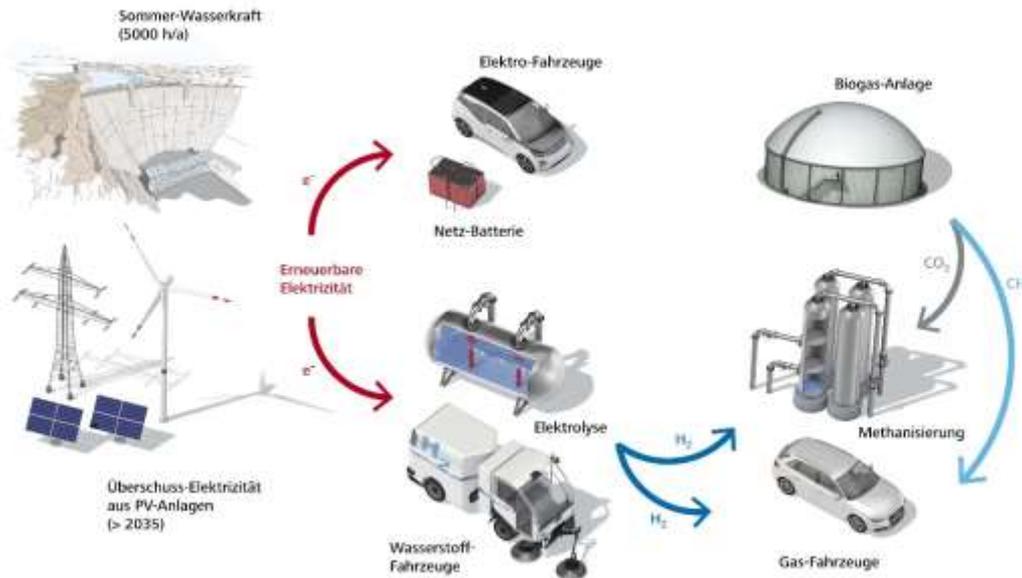


Quelle: Climeworks



P2G-PROJEKTE: «MOBILITY DEMONSTRATOR» DER EMPA

- 200-kW-Wasserstofferzeugungsanlage mit einer Kapazität von knapp 3 kg H₂/h
- Verdichtungs- und Hochdruck-Speicheranlage (bei 450 und 900 bar) für 150 kg H₂ und Zapfsäulen 350- und 700 bar-Betankung.

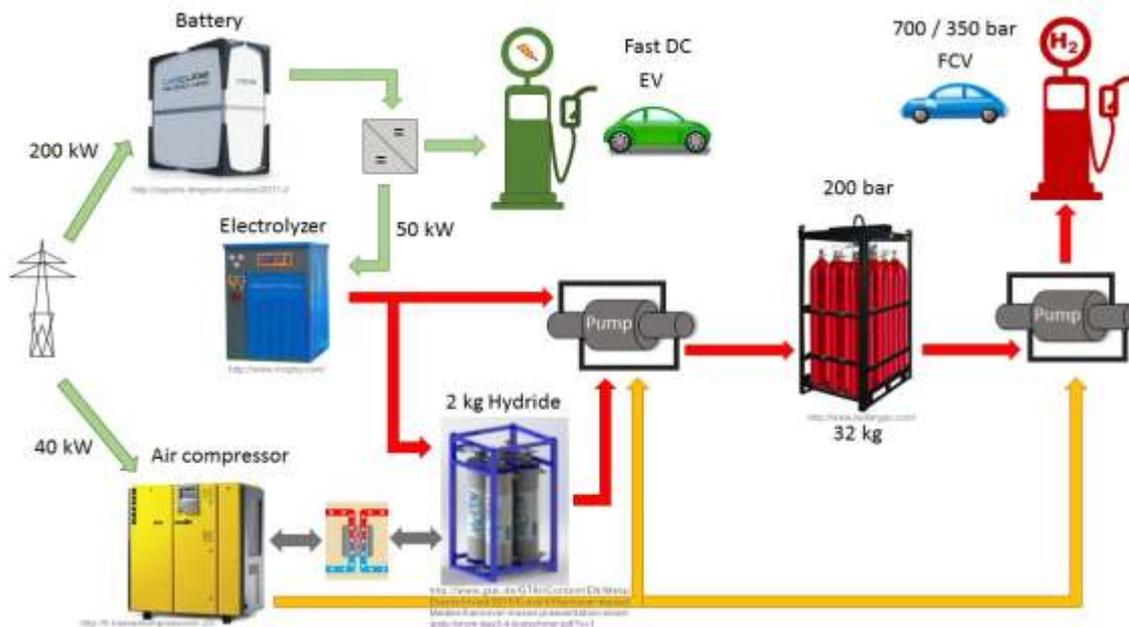


Quelle: Empa



P2G-PROJEKTE: H2-TANKSTELLE DER EPFL

- Redox-Flussbatterie mit zweitem Redox-Zyklus, für die katalytische Produktion von H₂ und O₂
- Elektroyse
- 350 und 700 bar H₂-Betankung



Quelle: EPFL
<http://lepa.epfl.ch/demo>



DANKE FÜR DIE AUFMERKSAMKEIT

Bundesamt für Energie
Dr. Stefan Oberholzer
BFE-Forschungsprogramm Wasserstoff & Brennstoffzellen
stefan.oberholzer@bfe.admin.ch