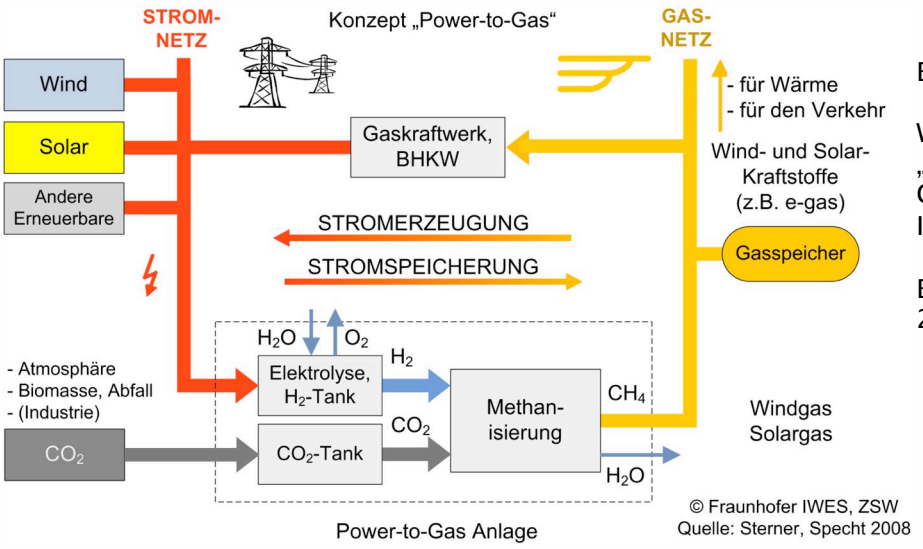
Bedeutung und Notwendigkeit von sektorenkoppelnden Speichern für die Energiewende

Prof. Dr.-Ing. Michael Sterner et al.
Forschungsstelle Energienetze und Energiespeicher FENES, OTH Regensburg



BMWi

Workshop „Sektorkopplung – Chance für die Industrie?“

Berlin
24. November 2016

Inhalt

1) Keine Sektorkopplung ohne Energiespeicher
2) Stromspeicher - Netzausbau <u>und</u> Speicher
3) Strom-Gas
4) Strom-Wärme
5) Strom-Mobilität
6) Strom-Chemie
7) Keine 100 % Dekarbonisierung ohne Power-to-X

Definition Power-to-X / Sektorkopplung

„Power-to-X beschreibt die Wandlung von Strom als Primärenergie in einen Energieträger, Wärme, Kälte, Produkt, Kraft- oder Rohstoff.

Es ist ein Sammelbegriff für Power-to-Gas, Power-to-Liquid, Power-to-Fuel, Power-to-Chemicals, Power-to-Product und auch Power-to-Heat.“

Quelle: Sterner, Stadler, 2014

Sektor(en)kopplung =

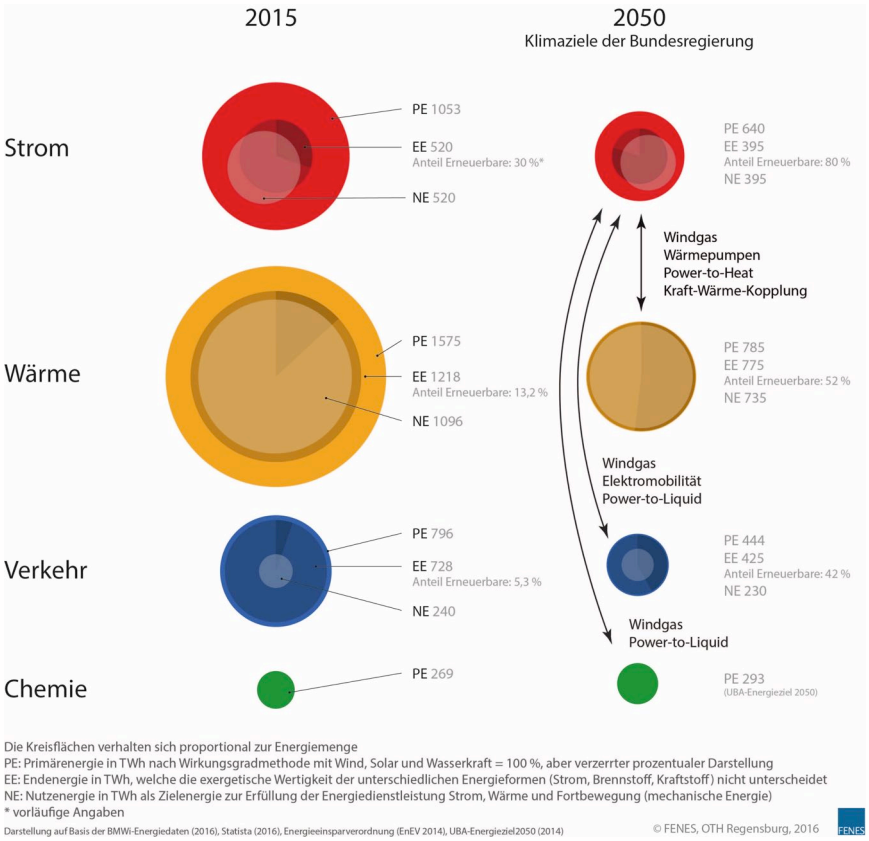
Strom-Wärme

+ Strom-Verkehr

+ Strom-Gas

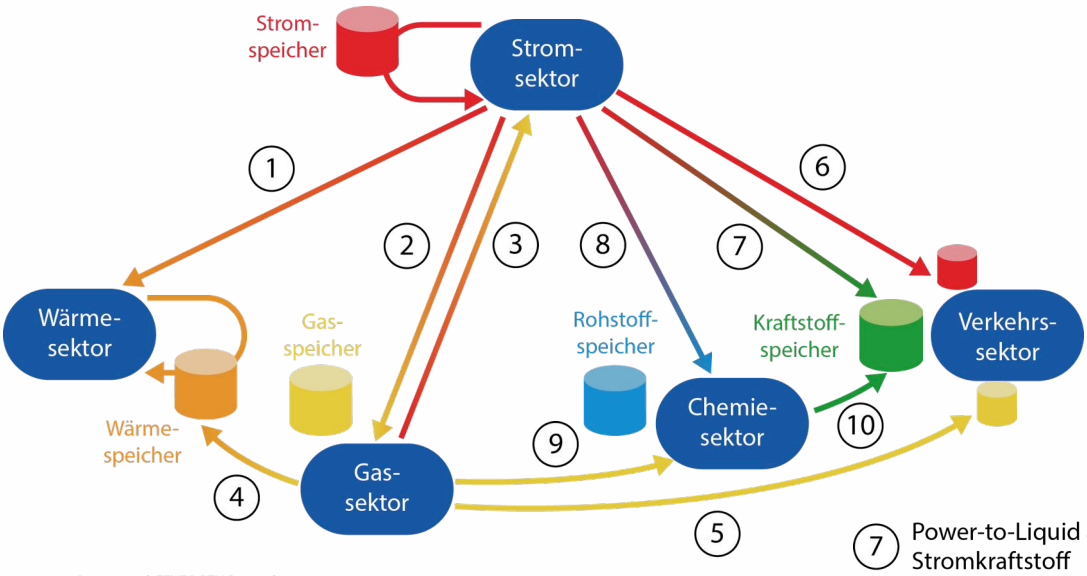
+ Strom-Chemie (NEV)

Sektorkopplung → Erneuerbarer Strom wird zur Primärenergie



Quelle: Sterner, Stadler, 2016 – 2. Auflage Speicherbuch

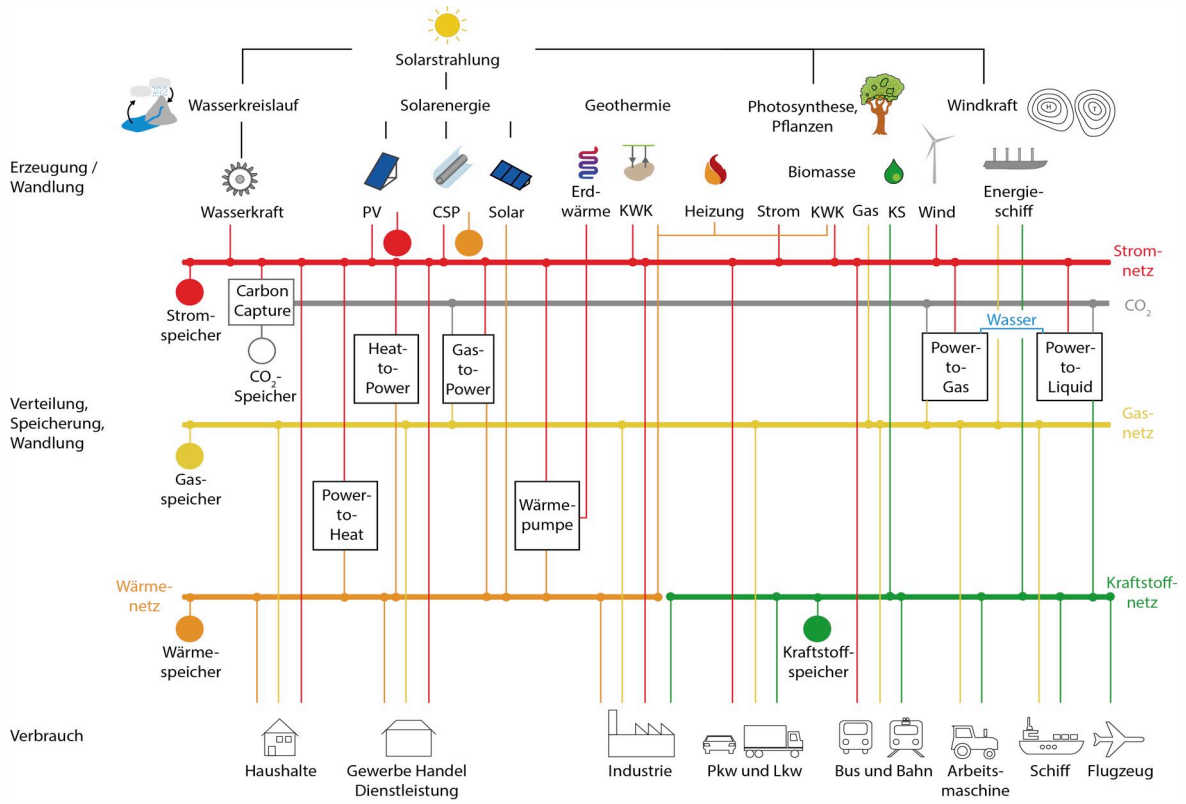
Definition Sektorkopplung & Energiespeicher
Keine Sektorkopplung ohne Energiespeicher



1. Power-to-Heat, Wärmepumpe Flexible KWK
2. Einspeichertechnologie Power-to-Gas
3. Power-to-Gas als Stromspeicher
4. Power-to-Gas als Wärmespeicher
5. Power-to-Gas als Stromkraftstoff
6. Elektromobilität
7. Power-to-Liquid als Stromkraftstoff
8. Einspeichertechnologie Power-to-Chemicals
9. Power-to-Gas als Rohstoffspeicher
10. Power-to-Chemicals als Kraftstoffspeicher

Quelle: Sterner et al, FENES OTH Regensburg, 2016

Sektorkopplung ist Schlüsseltechnologie zukünftiger Energiesysteme



Quelle: Sterner, Stadler, 2014

Inhalt

1) Keine Sektorkopplung ohne Energiespeicher
2) Stromspeicher - Netzausbau und Speicher
3) Strom-Gas
4) Strom-Wärme
5) Strom-Mobilität
6) Strom-Chemie
7) Keine 100 % Dekarbonisierung ohne Power-to-X

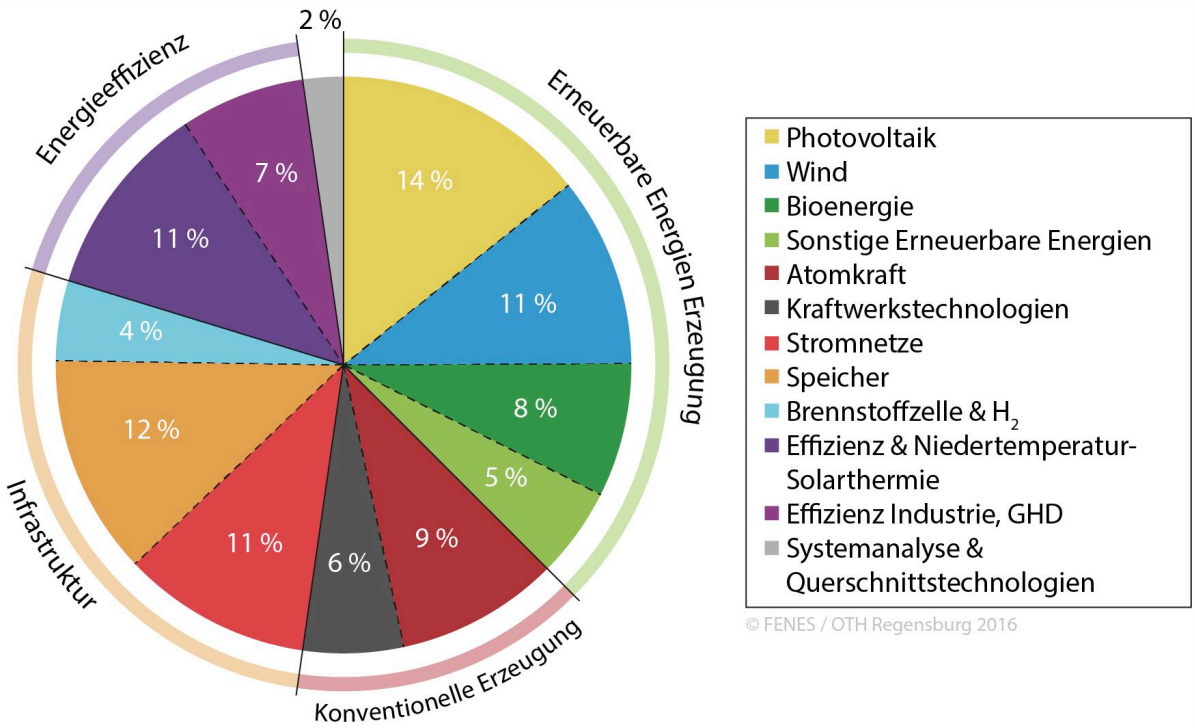
~~Wir brauchen keine Speicher~~

~~Wir brauchen keine Stromspeicher~~

Wir brauchen vorerst keine Stromspeicher,
weil wir vollen Netzausbau annehmen
und verfügbare alternative Flexibilitäten

Gültiger Grundsatz:
Netze = räumlicher Ausgleich
Speicher = zeitlicher Ausgleich

Aufteilung der Energieforschung (Bund, 2015)
→ **Sektorkopplung nur geringfügig erforscht**



© FENES / OTH Regensburg 2016

Quelle: Sterner, Bauer, Eckert, Hofrichter, 2016 – Metastudie für dena

Metastudie für dena
Keine umfassende Studie zur Sektorkopplung vorhanden

Studie	Institution(en) / Auftraggeber	Strom	Wärme	Verkehr	Chemie	SK	Kosten
Interaktion EE-Strom, Wärme und Verkehr	IWES, IBP, ifeu, SUER / BMWi	Hoher Betrachtungsumfang	Hoher Betrachtungsumfang	Hoher Betrachtungsumfang	Nicht betrachtet	Mittlerer Betrachtungsumfang	Hoher Betrachtungsumfang
Klimaschutzszenario 2050	Öko-Institut, ISI / BMU	Mittlerer Betrachtungsumfang	Mittlerer Betrachtungsumfang	Mittlerer Betrachtungsumfang	Mittlerer Betrachtungsumfang	Mittlerer Betrachtungsumfang	Mittlerer Betrachtungsumfang
Leitstudie 2011	DLR, IWES, IFNE / BMU	Hoher Betrachtungsumfang	Mittlerer Betrachtungsumfang	Mittlerer Betrachtungsumfang	Nicht betrachtet	Mittlerer Betrachtungsumfang	Mittlerer Betrachtungsumfang
Langfristszenarien Transformation [1]	ISI, Consentec, ifeu / BMWi	Hoher Betrachtungsumfang	Mittlerer Betrachtungsumfang	Mittlerer Betrachtungsumfang	Nicht betrachtet	Mittlerer Betrachtungsumfang	Mittlerer Betrachtungsumfang
Was kostet die Energiewende?	ISE	Hoher Betrachtungsumfang	Mittlerer Betrachtungsumfang	Mittlerer Betrachtungsumfang	Nicht betrachtet	Mittlerer Betrachtungsumfang	Hoher Betrachtungsumfang
Sektorkopplung durch die Energiewende	HTW Berlin	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang
Die Energiewende nach COP 21	Nitsch / BEE	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang
Energiereferenzprognose	Prognos, EWI, GWS/ BMWi	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Mittlerer Betrachtungsumfang
Klimaschutz: Der Plan	BET, Hamburg Institut / Greenpeace	Mittlerer Betrachtungsumfang	Mittlerer Betrachtungsumfang	Mittlerer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang
KonStGas [1] [2]	DBI, DVGW, GWI, IWES sowie [3]/ BMU	Hoher Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang
Power-to-Gas im Verkehr	DLR, ifeu, LBST, DBFZ / BMVI	Hoher Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Hoher Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang
Treibhausgasneutrales Deutschland 2050	UBA	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Mittlerer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang
Roadmap Speicher	IWES, IAEW, SUER, RWTH / BMWi	Mittlerer Betrachtungsumfang	Mittlerer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Mittlerer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang
Entwicklung von modularen Konzepten	DBI, E.ON, IWES, VNG / DVGW	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Mittlerer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang
Potenziale für Strom im Wärmemarkt bis 2050	ETG / VDE	Geringer Betrachtungsumfang	Hoher Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang
Energiesystem Deutschland 2050	ISE	Geringer Betrachtungsumfang	Mittlerer Betrachtungsumfang	Mittlerer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Hoher Betrachtungsumfang
Geschäftsmodell Energiewende	IWES	Mittlerer Betrachtungsumfang	Mittlerer Betrachtungsumfang	Mittlerer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Mittlerer Betrachtungsumfang	Hoher Betrachtungsumfang
Renewables in transport 2050	LBST / FVV	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Hoher Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Mittlerer Betrachtungsumfang	Mittlerer Betrachtungsumfang
Stromspeicher in der Energiewende	FENES, IAEW, ef. Ruhr / Agora	Mittlerer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Mittlerer Betrachtungsumfang	Mittlerer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang
eMobil 2050	Öko-Institut	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Mittlerer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Mittlerer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang
Treibhausgasneutraler Verkehr 2050	Öko-Institut / UBA	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Hoher Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang
Kombikraftwerk 2	IWES, Siemens, IEH, CUBE / BMU	Hoher Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Mittlerer Betrachtungsumfang
Integration von Wind-Wasserstoff-Systemen	PLANET, FHL, ISI, KBB sowie [4] / BMVI	Mittlerer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Mittlerer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Mittlerer Betrachtungsumfang	Mittlerer Betrachtungsumfang
Strommarktdesign der Zukunft	r2b energy / UBA	Hoher Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang
Ausgleich fluktuierender Einspeisungen aus EE	BET, Lichtblick, ENERCON / BEE	Hoher Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang
Netzentwicklungsplan	Übertragungsnetzbetreiber	Mittlerer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang
Erneuerbare Energien im Verkehr	DLR, ifeu, LBST, DBFZ / BMVi	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Mittlerer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang	Geringer Betrachtungsumfang

Für Analyse ausgewählte Einzelstudien

[1] Noch nicht erschienen
[2] Strom- und Gasinfrastruktur im Detail betrachtet
[3] IEK-STE, UMSICHT, WI, KIT, RUB, TUD, TUC, RWTH, FENES, 50 Hertz, Ontras, RWE
[4] nip, NOW, IFEU

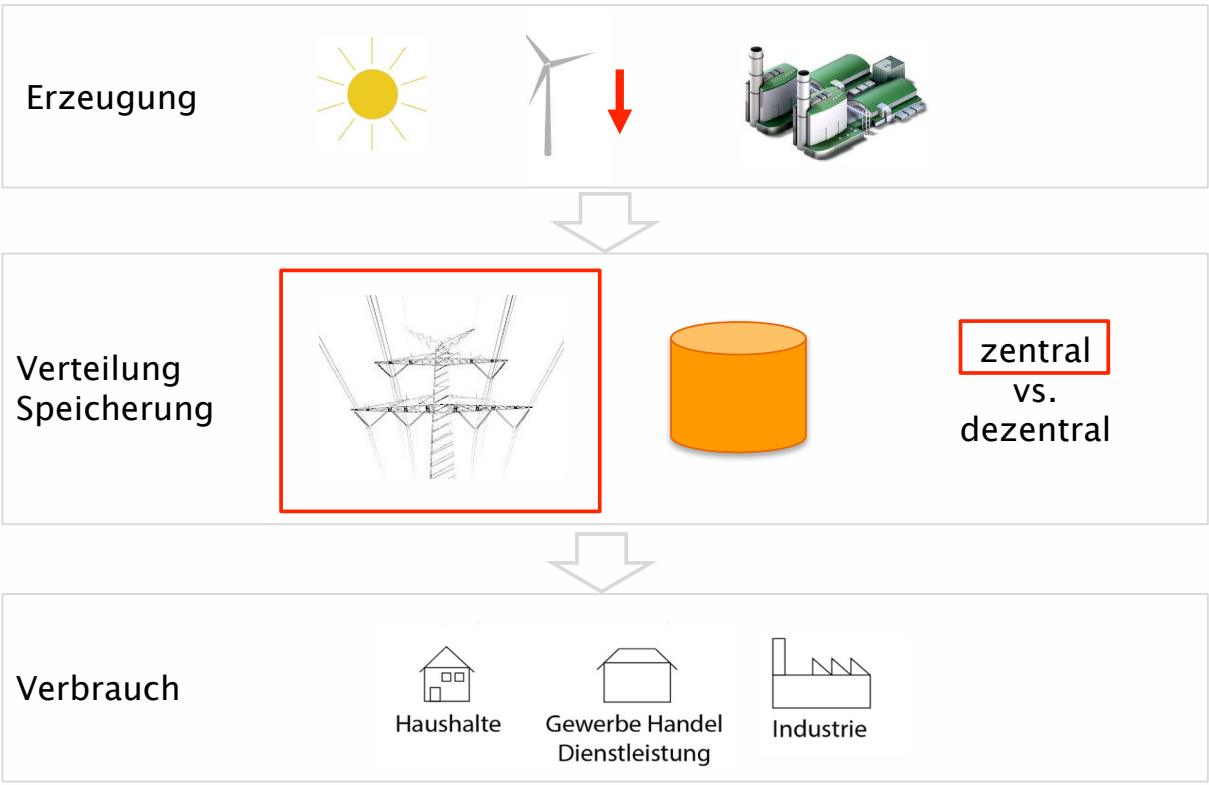
Hoher Betrachtungsumfang | Mittlerer Betrachtungsumfang | Geringer Betrachtungsumfang | Nicht betrachtet
SK: Sektorkopplung (Rück- & Wechselwirkungen)

© FENES / OTH Regensburg 2016

Quelle: eigene Darstellung nach [2-5]

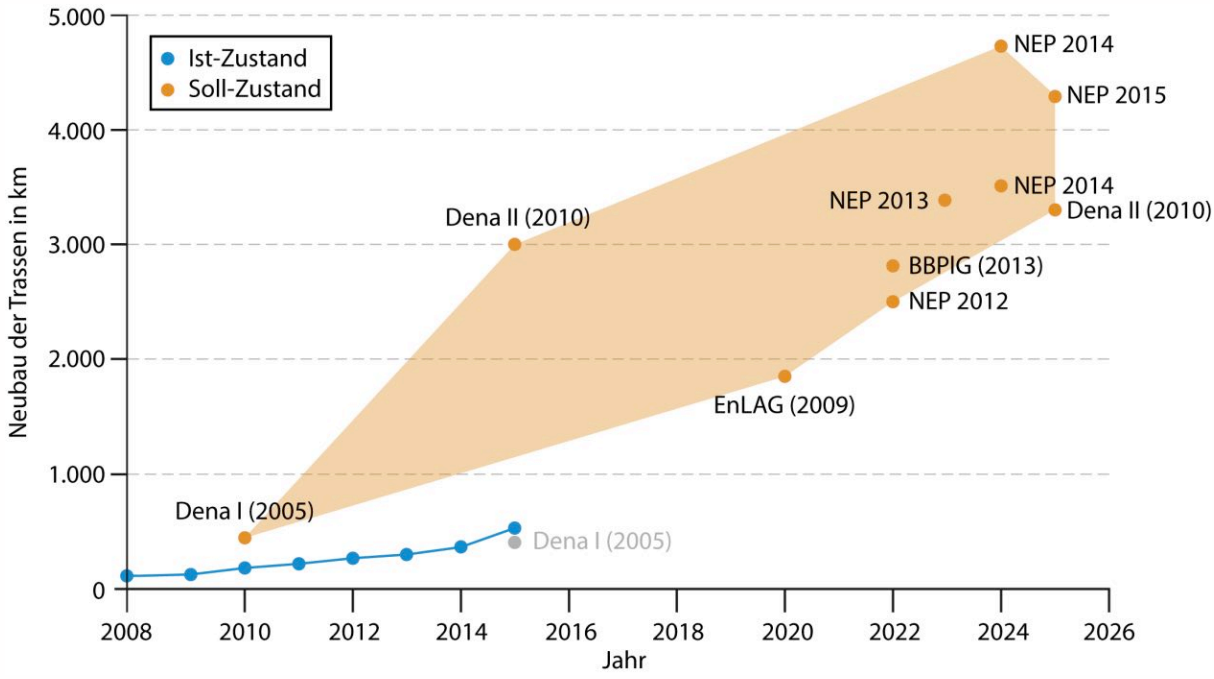
Quelle: Sterner, Bauer, Eckert, Hofrichter, 2016 – Metastudie für dena

Gesamtbild: Wir brauchen Netze und Speicher

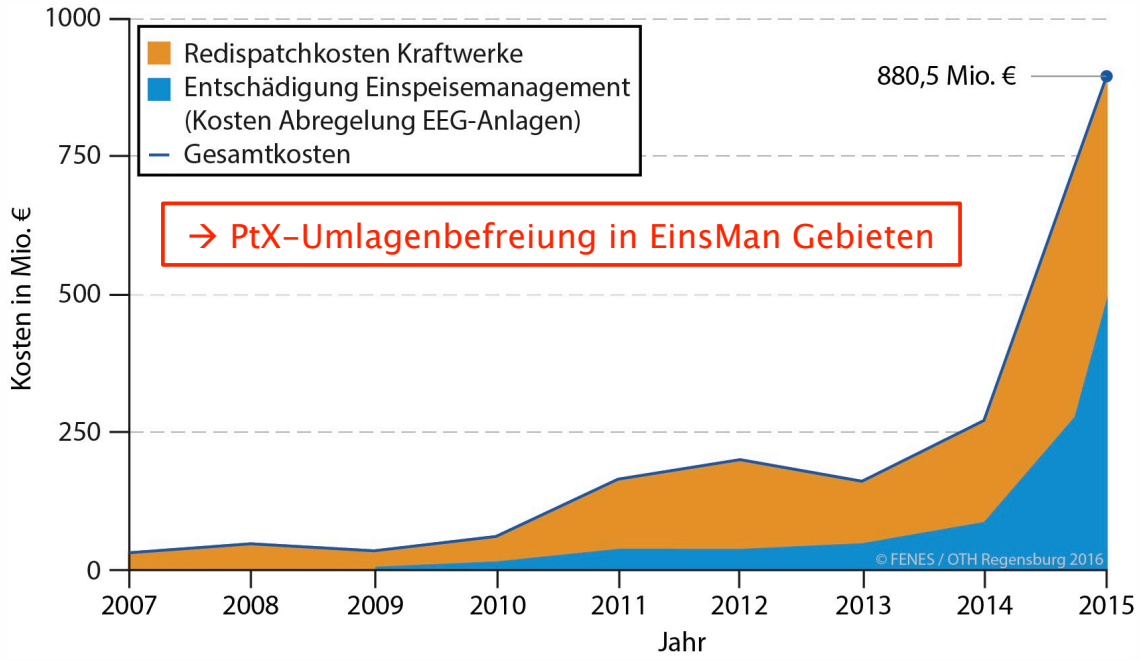


Quelle: Sterner, Stadler, 2014

Gegenüberstellung des geplanten Netzausbaus und der bis dato umgesetzten Trassenkilometer



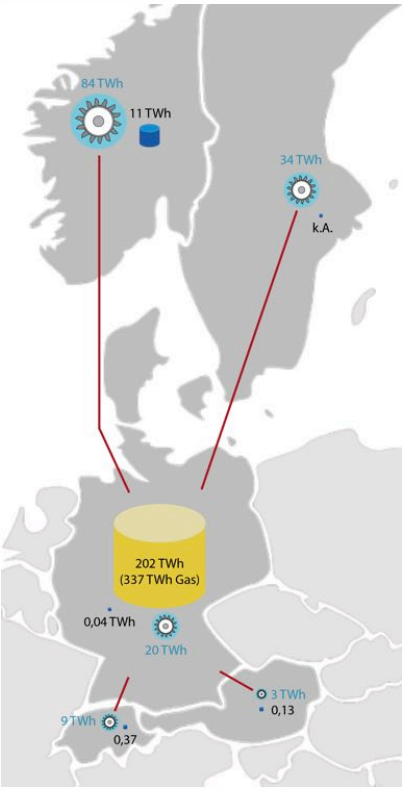
Stark ansteigende Netzengpasskosten (Redispatch, EinsMan) → Sektorkopplung als Redundanz angehen



+ zzgl. Kosten für negative Strompreise / Import und Export etc.

Flexibilität skandinavische Wasserkraft begrenzt

Wesentliche Langzeitausgleichsoption im Europäischen Kontext



Begrenzungen

1. Speicherwasserkraft nicht gleich Pumpspeicher (PSW: Vermischung Salz- und Süßwasser)
2. Stromnetzausbau in den Ländern notwendig
3. Europa braucht die Kapazitäten ebenfalls

Quelle: FENES, Energy Brainpool, 2015

Inhalt

1) Keine Sektorkopplung ohne Energiespeicher
2) Stromspeicher - Netzausbau und Speicher
3) Strom-Wärme
4) Strom-Mobilität
5) Strom-Gas
6) Strom-Chemie
7) Keine 100 % Dekarbonisierung ohne Power-to-X

Wärmespeicher über Power-to-Heat und KWK als kostengünstige Flexibilität (Strom → Wärme)

Flexibilisierung der KWK
- Betrieb Fernwärmenetz über Speicher ohne HKW an Sommerwochenenden

Flexibilisierung Stromnachfrage
- Einsatz von 2 x 25 MW PtH Elektro-Heizkesseln
- Direkte Anbindung Generator → keine Netzdurchleitungsgeb.
- SDL über Pooling

Invest
- 17 Mio. €, 3-4 Mio. € gefördert

Zeitliche und räumliche Begrenzung:
Saisonale Verfügbarkeit / Wärmesenken

Quelle: N-Ergie 2015

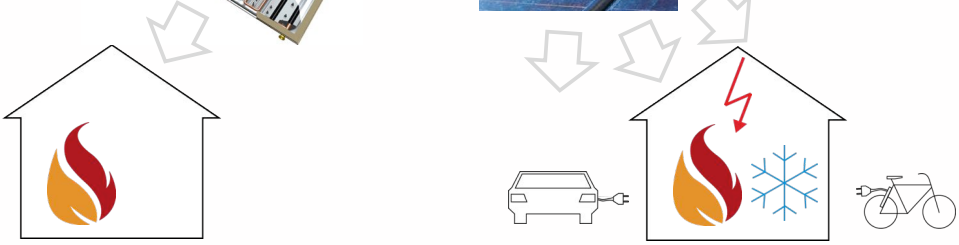
Sektorkopplung konkret @ Home

EEWärmeG nicht technologieneutral, da PV-Wärme nicht zugelassen

	Gastherme+ Solarthermie	Biogas + Solarthermie	Luft-Wärme-pumpe	Erd-WP mit Ökostrom	Pellets
Heizsystem			WP	WP	
Solaranlage					

„Nutzung von Solarstrahlung“ = Solarthermie

Sektorkopplung Solarstrom – Wärme nicht möglich



Quelle: Sterner et al, FENES OTH Regensburg, 2016

Vergleich Photothermie (PV-Wärme) vs. Solarthermie
→ Solarthermie technisch effizienter,
PV(-Wärme) ökonomisch und ökologisch effizienter

Ausgangsbasis: ca. 65 % des Warmwasserbedarfs sollen solar gedeckt werden

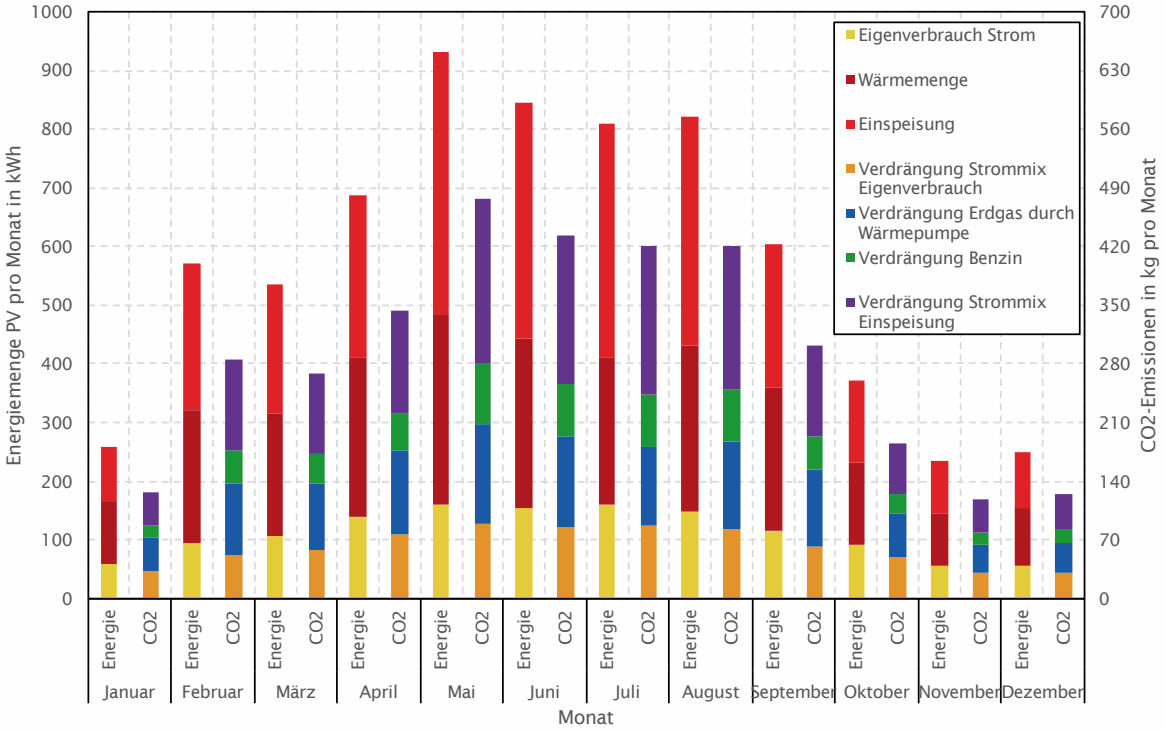
Datenbasis	PV	ST
Strombedarf Vierpersonenhaushalt	3500 kWh/a	
Warmwasserbedarf Vierpersonenhaushalt	2966 kWh/a	
Speichervolumen Warmwasserpuffer	300 l	
Flächenbedarf am Dach	33 m² (5 kW_p) (5,5 m² anteilig für PV-Wärme)	6 m²
Solaranteil an Warmwasserbereitstellung	68 %	65 %
Wärmepumpenleistung	550 W (COP=2,98)	–
Verdrängung von Strom (Strommix) ... Wärme (Gastherme η 70 %) ... Benzin (Ottomotor η 25 %)	Strom: 550 g $CO_{2-eq.}$/kWh Wärme: 371 g $CO_{2-eq.}$/kWh Verkehr: 832 g $CO_{2-eq.}$/kWh	– 371 g $CO_{2-eq.}$/kWh –

Ergebnisse

Flächenertrag für Solarstrahlung (Nutzungsgrad über 1 Jahr)	15 % (inkl. Wärmepumpe 20 %)	39 %
Investitionskosten	PV-Anlage 6.500 € Wärmepumpe 2.000 €	4.000 €
Interner Zinsfuß (inkl. Betriebskosten und Wechselrichtertausch nach 10 Jahren)	3,9 %	-0,32 %
Jährliche CO_2-Einsparungen (Strom 20 % Eigenverbrauch, 80 % Einspeisung; Verkehr 20 % Eigenverbrauch für E-Mob.)	Strom: 740 kg $CO_{2-eq.}$ + Wärme: 900 kg $CO_{2-eq.}$ + Verkehr: 490 kg $CO_{2-eq.}$	– 880 kg CO_{2-eq} –

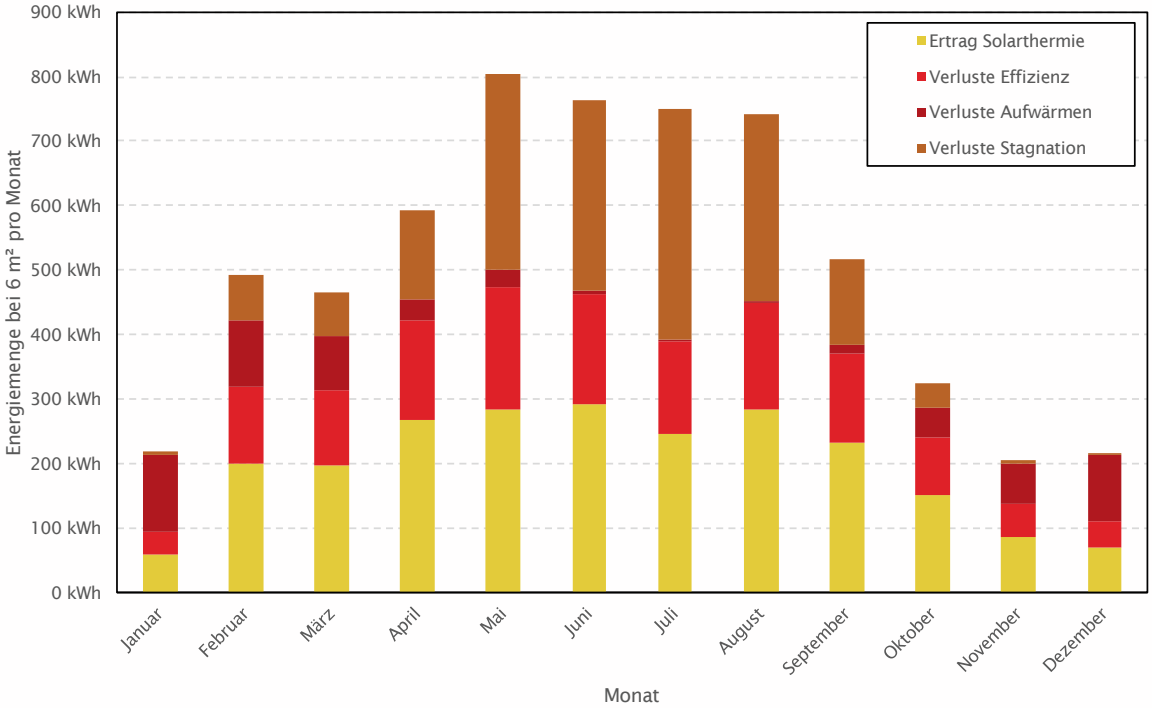
Quelle: eigene Berechnungen.

PV kann 3 Sektoren dekarbonisieren
→ mehr CO_2-Vermeidung als rein über Solarthermie



Quelle: eigene Berechnungen.

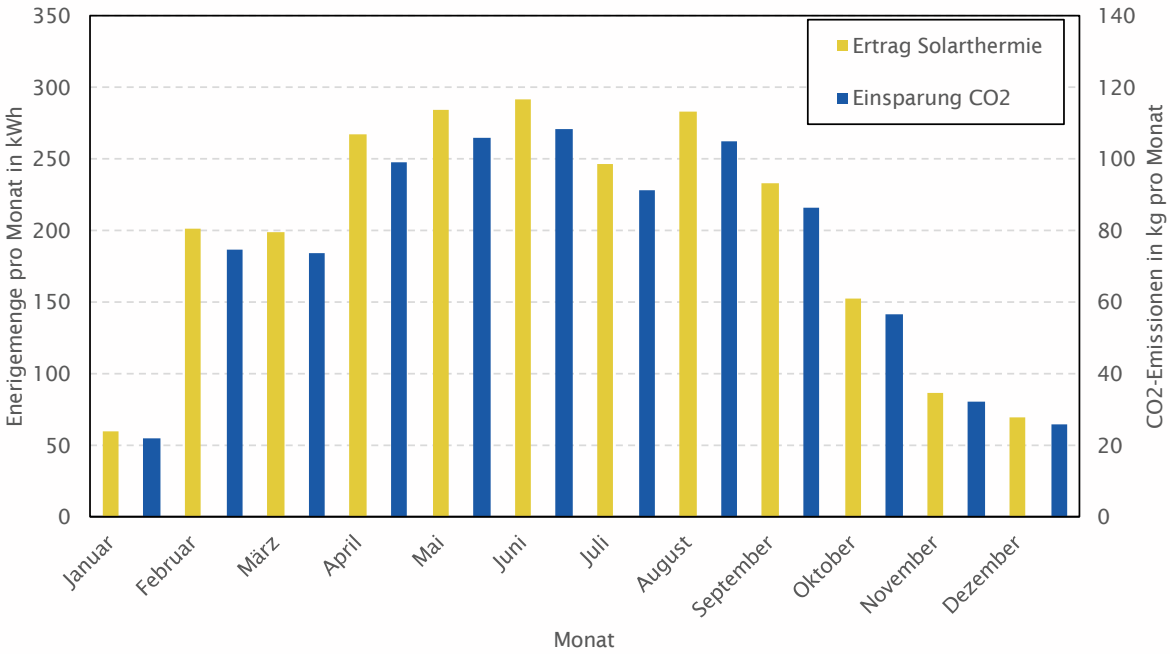
Solarthermie technisch effizienter, aber große Verluste - allein durch Stagnation: 61 % p. a.



Puffer– oder Zirkulationsverluste nicht enthalten, da reine Modulbetrachtung

Quelle: eigene Berechnungen.

Solarthermie: Energieertrag & CO_2Einsparung → geringer als mit PV bei gleicher Ausgangsbasis



Quelle: eigene Berechnungen.

PV vs. Solarthermie

Efficiency first! Technische vs. Kosten- vs. CO_2-Effizienz

- Solarthermie ist über das Jahr gesehen effizienter als PV, aber nicht so effizient wie weitläufig angenommen: PV 15 % (mit WP 20 %) vs. Solarthermie 39 %

- Überdimensionierung von PV schadet der Effizienz nicht, eine Überdimensionierung von Solarthermie schon -> ST hat stark limitiertes Potenzial

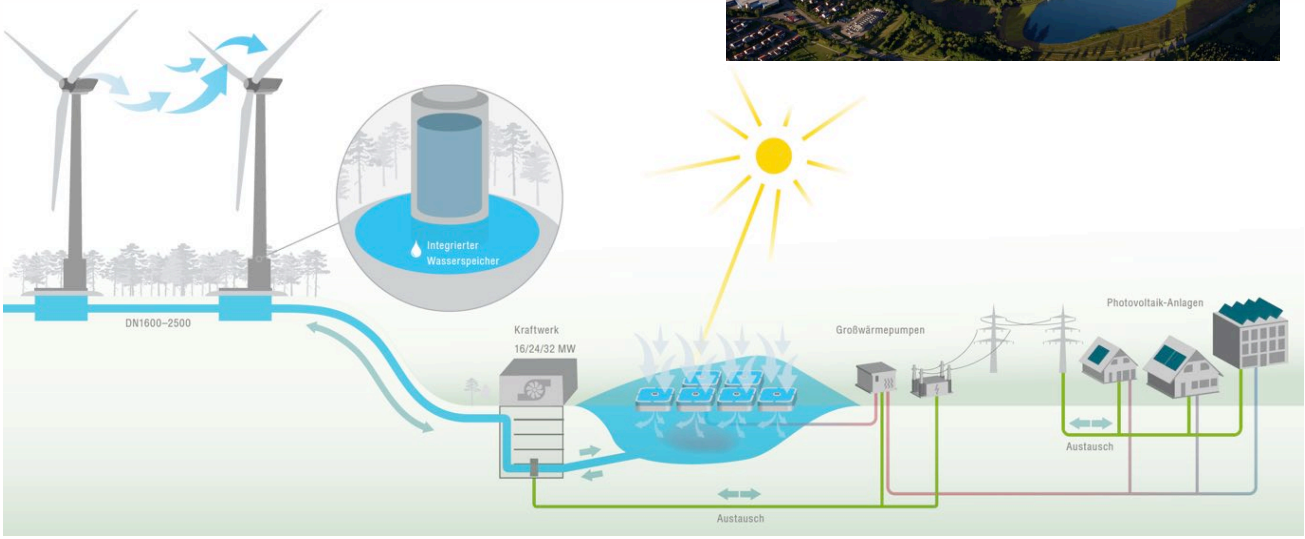
- PV könnte größeren Beitrag zur Dekarbonisierung aller Sektoren leisten, wenn regulatorische Rahmenbedingungen geändert werden (EEG-Umlage ab 10 kW_p bzw. USt auf eigenverbrauchten PV-Strom in WP entfällt und im EEWärmeG wird PV-Wärme als solare Strahlungsenergie nutzbar)
  → PV ohne Wärmepumpe derzeit wirtschaftlicher als mit Wärmepumpe

- PV ist aber wirtschaftlicher als Solarthermie durch multiplere Nutzung
  → „PV trägt sich selbst“, Solarthermie zahlt sich meist nicht innerhalb der Lebensdauer von 20 Jahren ab.

→ technologieneutrale Nutzung von Solarstrahlung anstreben

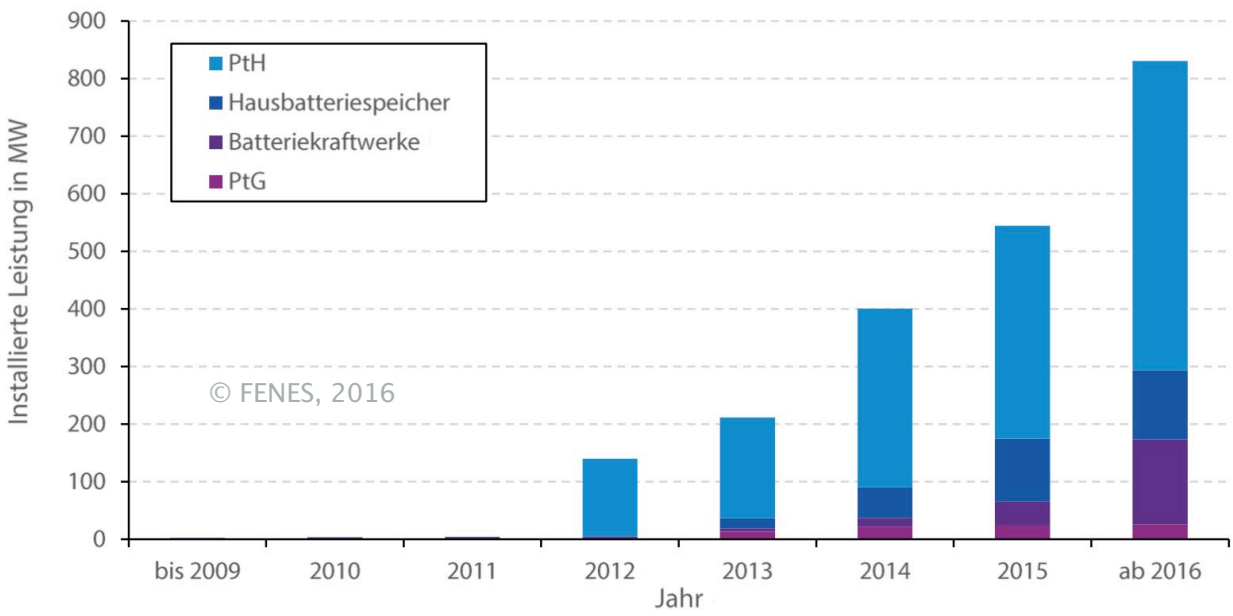
Kommunale Strom- und Wärmeversorgung über Wind-KWK

„Naturspeicher“ = Pump- und Wärmespeicher – läuft allein mit Wind



Quelle: www.naturspeicher.de, 2016

Speicherausbau Status Quo: neue Speicher in Deutschland → bisher nur **Sektorkopplung Strom-Wärme** gut etabliert



Quelle: Sterner et al – FENES Working Paper, 2016; Datenbasis: FENES-Datenbank

Hemmnisse Strom-Wärme

Abgaben Eigenverbrauch, EEWärmeG verhindert PV-PtH
→ PV-WP/Emob. unwirtschaftlicher als PV alleine

EEWärmeG nicht technologieneutral

§ 27a EEG-Förderung nur, wenn kein Eigenverbrauch
→ KWK mit Wind nicht möglich

EEG unterbindet weitgehend Sektorkopplung

→ 1 Endverbraucherabgabe für alles

Inhalt

1) Keine Sektorkopplung ohne Energiespeicher
2) Stromspeicher - Netzausbau und Speicher
3) Strom-Wärme
4) Strom-Mobilität
5) Strom-Gas
6) Strom-Chemie
7) Keine 100 % Dekarbonisierung ohne Power-to-X

Biokraftstoffe limitiert – E-mobilität kommt

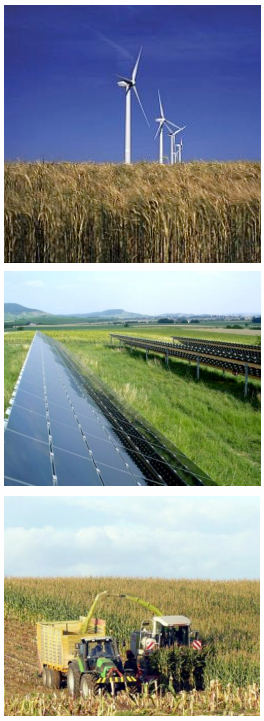
Zentrale Fragestellung für Zukunft der dt. Automobilbranche

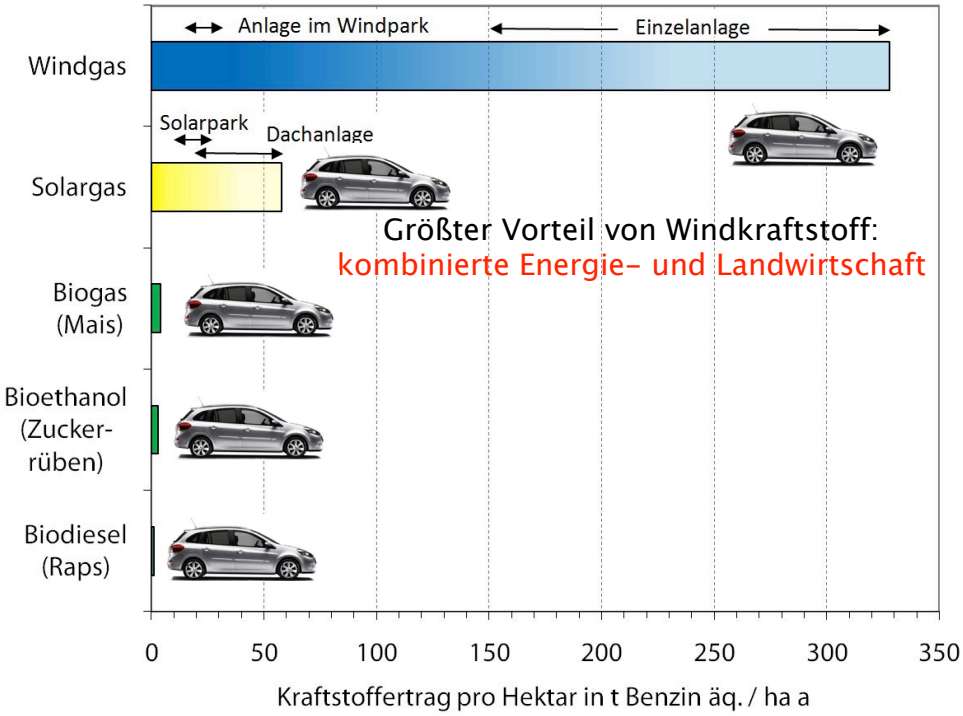
Elektrifizierung
- LKW → Dejavu Netzausbau
- Bahn etc.

Quelle: Tesla, 2016

Dekarbonisierung Verkehr rein über Batteriemobilität nicht möglich
→ Stromkraftstoffe für Flug-, Schiff-, Langstrecke, Arbeitsmaschinen

Wind- und Solarkraftstoffe entschärfen Tank-Teller-Konflikt

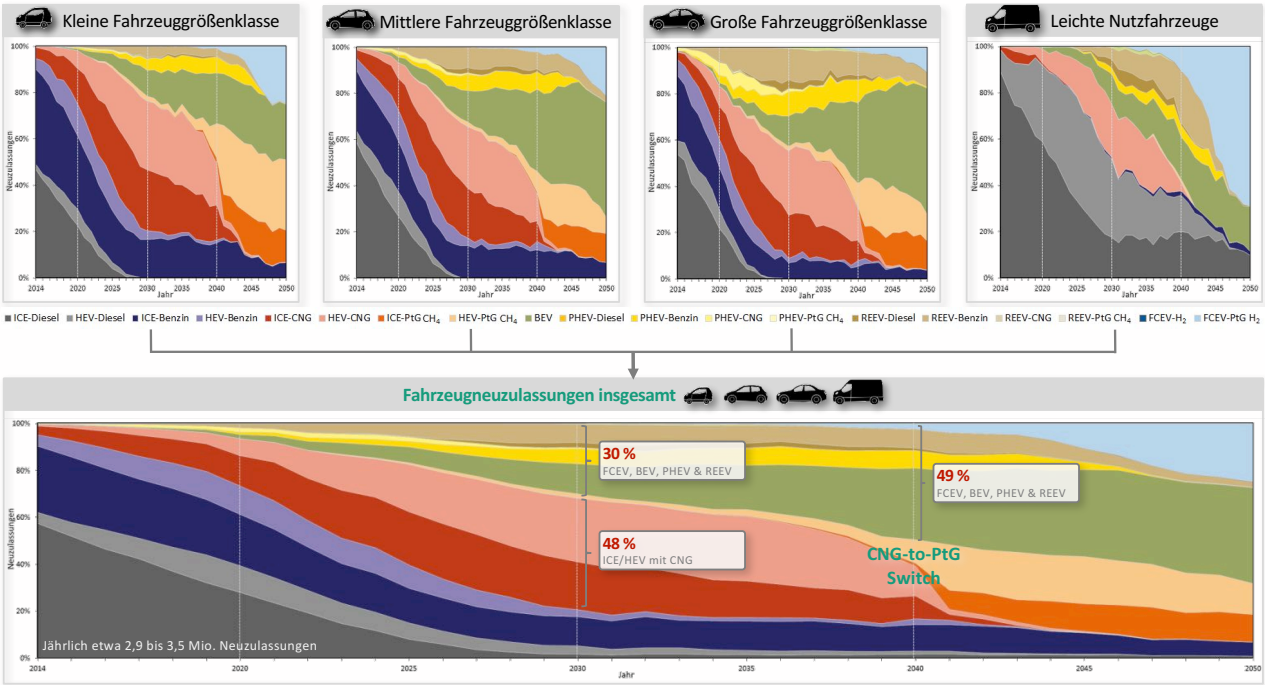




Quelle: IWES 2011, FNR 2011, DESTATIS 2011

Fahrzeugneuzulassungen 2014-2050

Stromkraftstoff-Szenario – kostenoptimiert inkl. Infrastruktur & Strommarktsim.

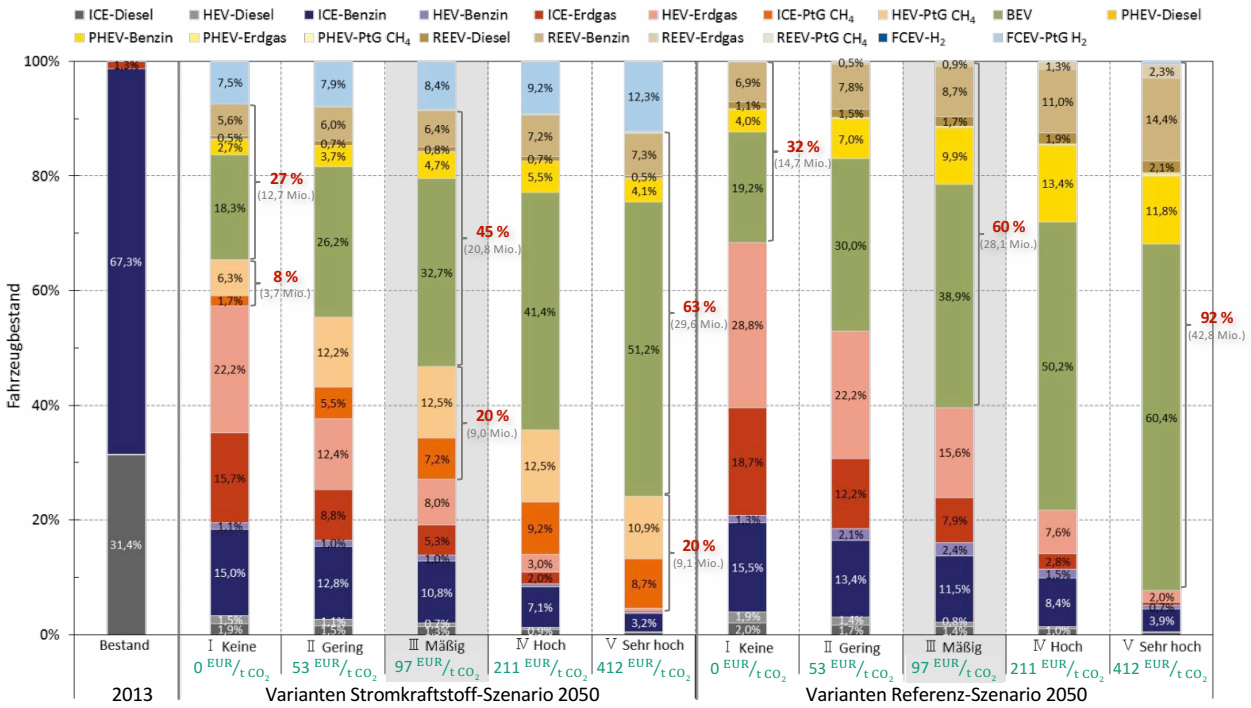


⇨ **Gasmobilität tragende Rolle – langfristig Wasserstoff bzw. Methan und E-Mobilität**

Quelle: Dissertation Tobias Trost, 2016

Differenzierte Fahrzeugbestände 2050

Analyse unterschiedlich hoher CO_2-Preispfade für fossile Kraftstoffe



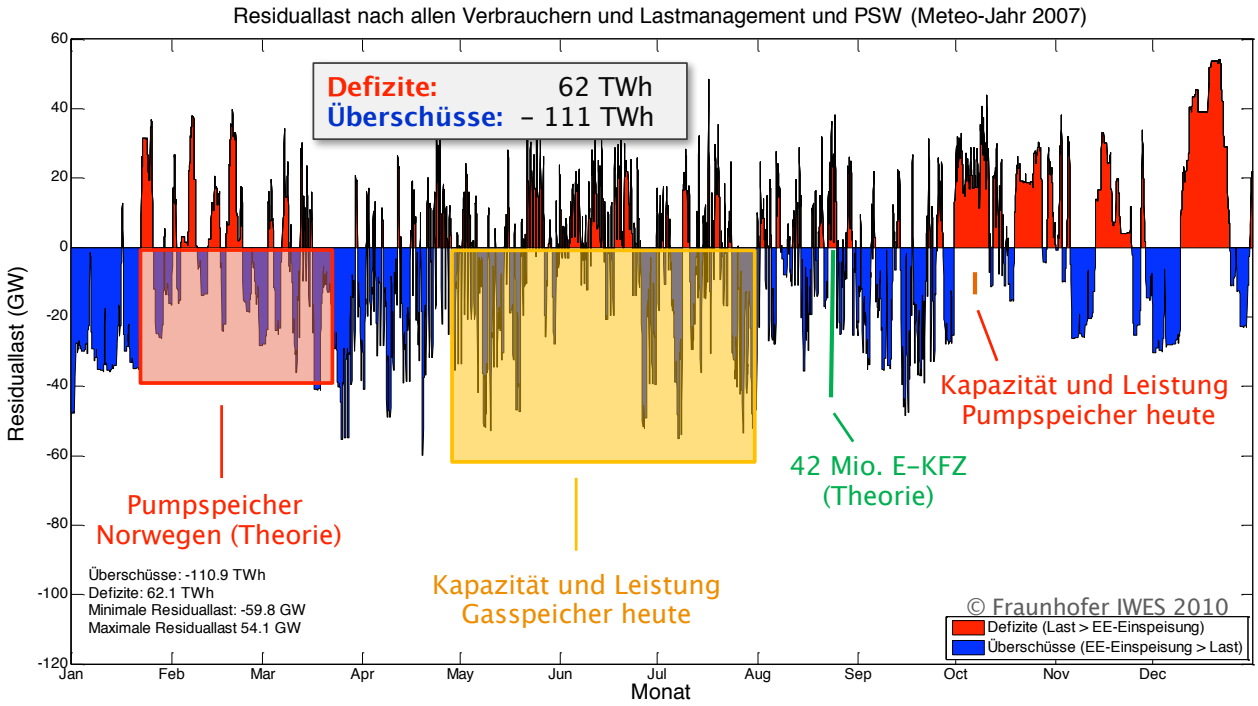
⇨ **Steigende CO_2-Preise sorgen für verstärkte Marktdurchdringung der E-Mobilität und z. T. PtG**

Quelle: Dissertation Tobias Trost, 2016

Inhalt

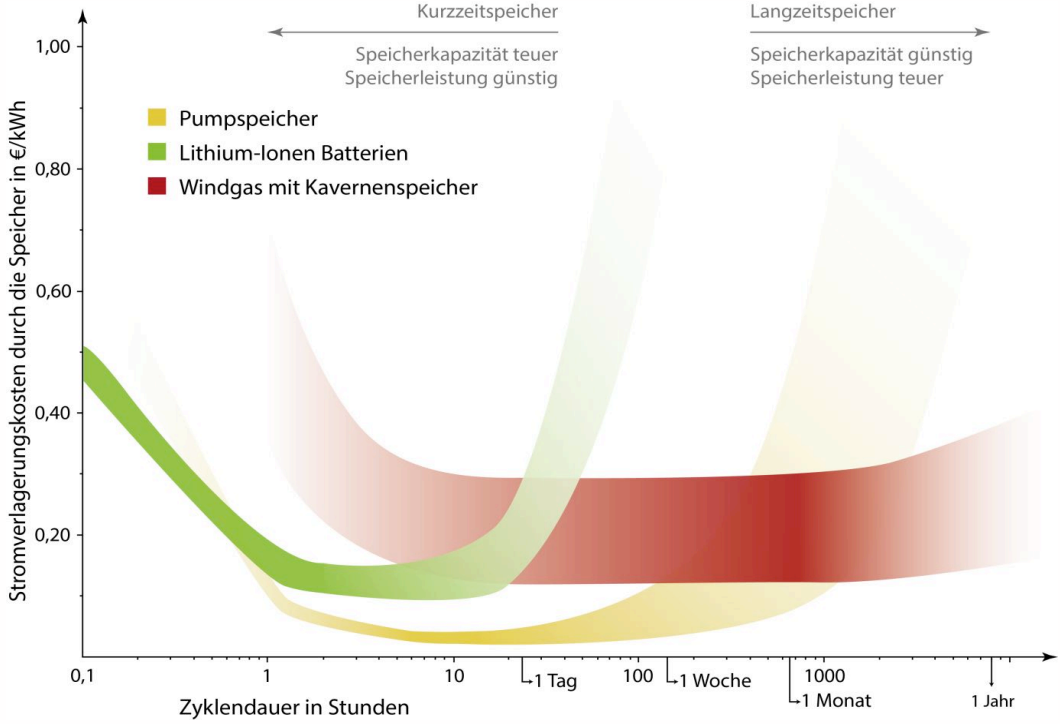
1) Keine Sektorkopplung ohne Energiespeicher
2) Stromspeicher - Netzausbau und Speicher
3) Strom-Wärme
4) Strom-Mobilität
5) Strom-Gas
6) Strom-Chemie
7) Keine 100 % Dekarbonisierung ohne Power-to-X

Bei hohen EE-Anteilen große Überschüsse trotz Netzausbau
→ PtG + Gaskraft technisch notwendig



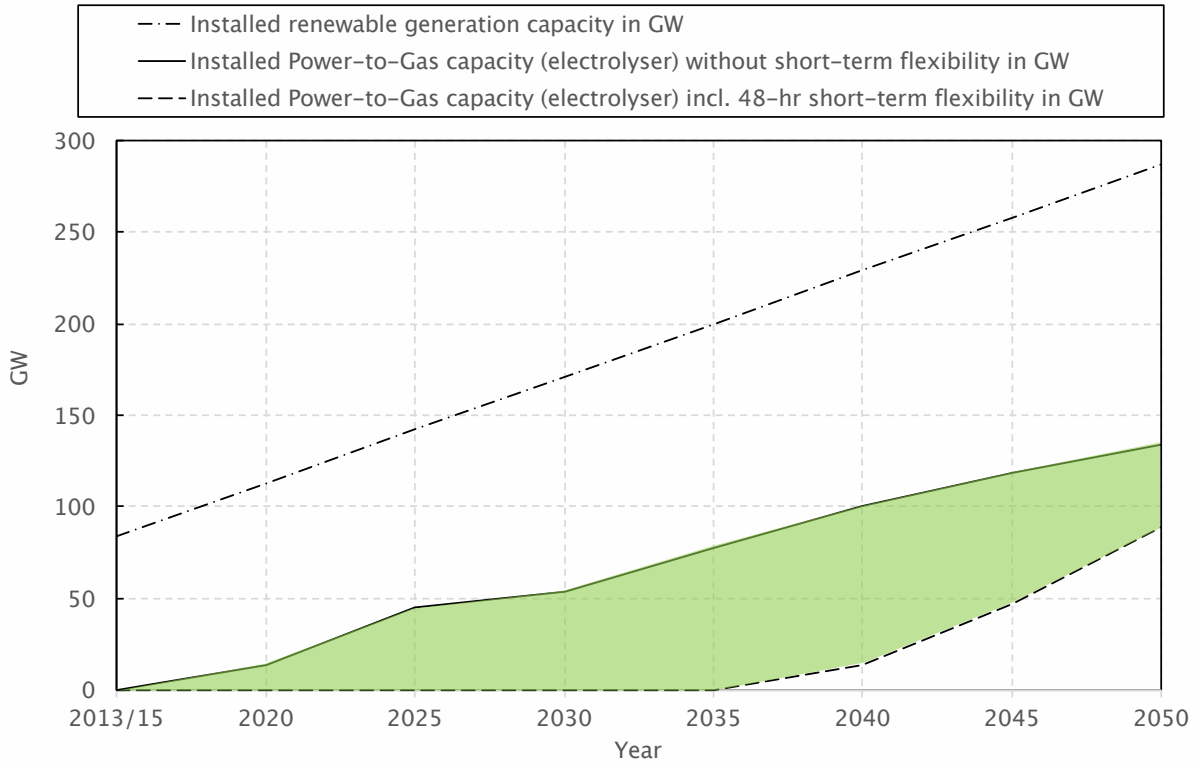
Quelle: Gerhardt, Sterner, Pape (IWES) für UBA Energieziel 100% Strom aus EE, 2010

Power-to-Gas trotz Wirkungsgradverluste kostengünstigster Langzeitspeicher
Vergleich der Speicherkosten (für 1 kWh nach Zyklendauer)



Quelle: Thema, Sterner, Greenpeace Energy, 2015

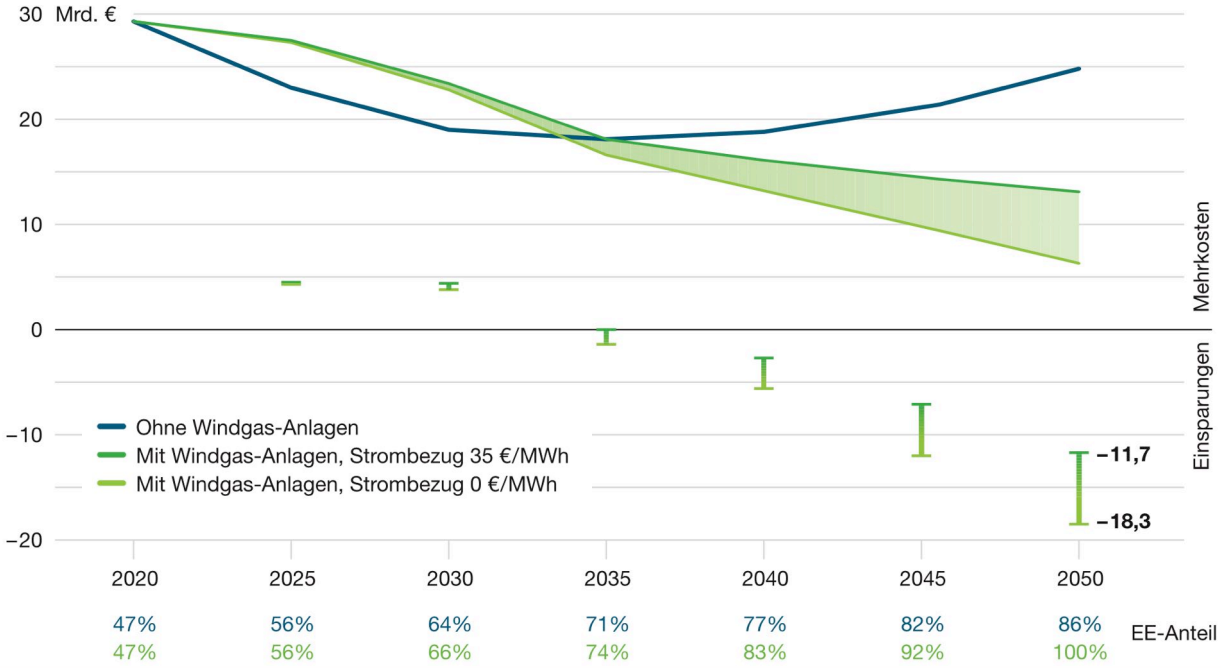
Ausbaubedarf für PtG als Stromspeicher
in Abhängigk. von Kurzzeitflexibilität – bei vollem Netzausbau



Quelle: Thema, Sterner, Greenpeace Energy, 2015

Stromsystem mit Power-to-Gas kostengünstiger als ohne

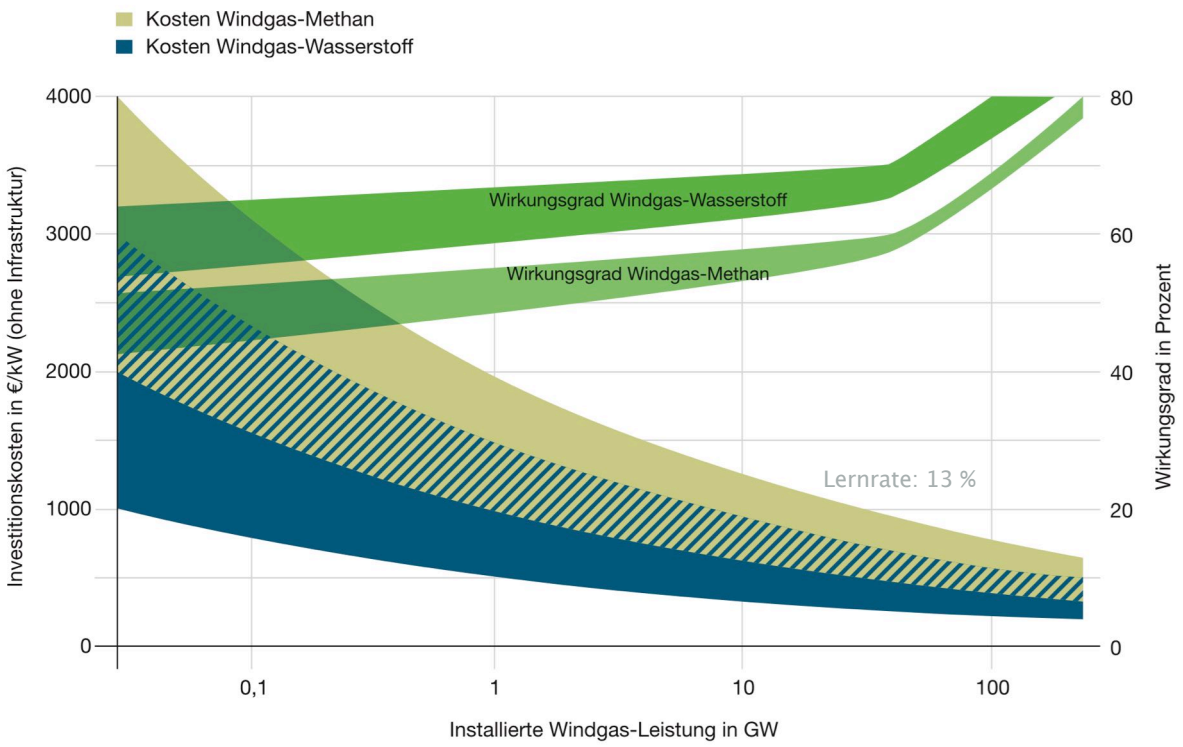
Erdgas vs. Windgas – Annahmen: voller Netzausbau D + EU, 100 €/t CO_2



Quelle: FENES, Energy Brainpool, 2015

Effizienzsprünge und Kostensenkungen zu erwarten

Technologische Innovationen + Marktentwicklung sind Treiber
→ Nötig: Starthilfe, damit sich ein Markt etablieren kann



Quelle: Sterner et al, 2015 – Windgas 2.0 Studie für Greenpeace Energy

Power-to-Gas volkswirtschaftlich sinnvoll, aber betriebswirtschaftlich derzeit nicht darstellbar

Quelle: DVGW, 2013, Bildquellen: Audi AG, E-ON AG, Viessmann

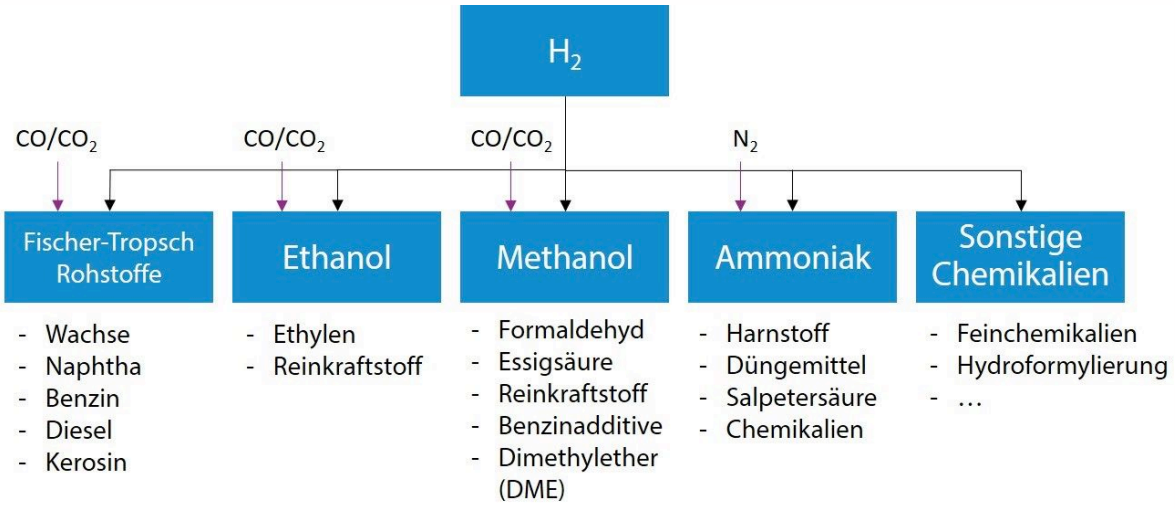
Power-to-Gas ~~= Stromspeicher~~

= Dekarbonisierung
Mobilität & Chemie

Inhalt

1) Keine Sektorkopplung ohne Energiespeicher
2) Stromspeicher - Netzausbau und Speicher
3) Strom-Wärme
4) Strom-Mobilität
5) Strom-Gas
6) Strom-Chemie
7) Keine 100 % Dekarbonisierung ohne Power-to-X

Power-to-X als Ausgangsstoff
für einen Großteil **industriell genutzter Rohstoffe**



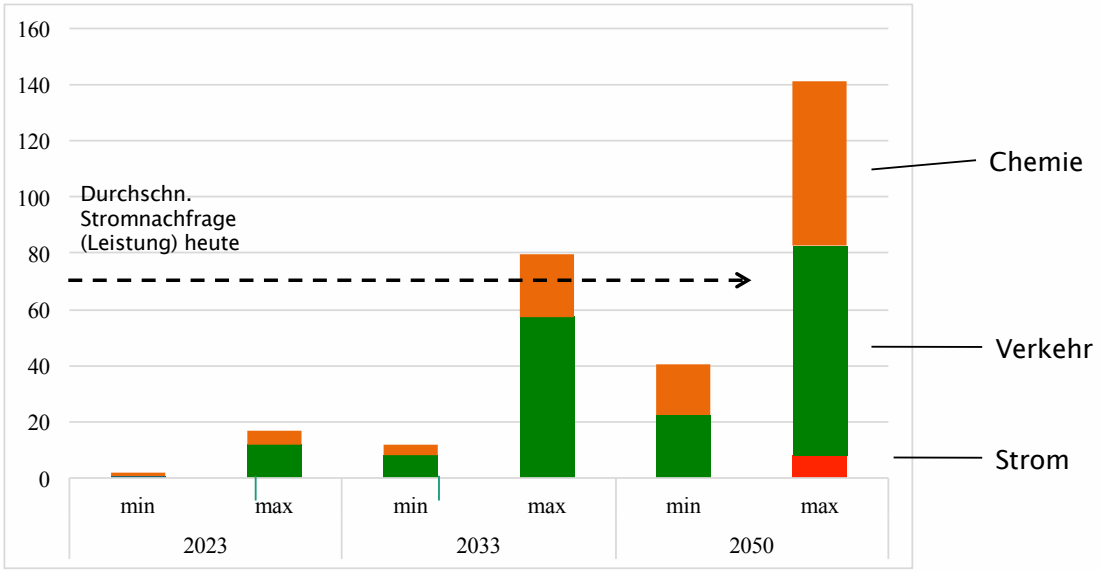
→ Startpunkt: PtX in Raffinerien

Quelle: Sterner, Bauer et al, 2016

Dekarbonisierung v. a. von Mobilität & Chemie erfordert Power-to-X (Gas, Liquid, Heat, Chemicals)

Abschätzung zukünftiger Märkte für PtG
in GW

Bedarf an Stromspeichern vorerst gering
→ Bedarf an PtX-Energiespeichern sehr hoch



Quelle: Sterner et al, 2014 – Agora Speicherstudie

Hemmnisse Strom-Gas/Chemie

Netzentgeltbefreiung nur bei Netzeinspeisung
Stromsteuerbefreiung nur im produz. Gewerbe
EEG-Umlage fällig, teilweise doppelt (Ausn. Stromspeicher)
Keine Anrechnung auf EE-Wärme, -Kraftstoff möglich
→ PtG / PtX derzeit nicht wirtschaftlich

§ 27a EEG-Förderung nur, wenn kein Eigenverbrauch
→ Kombination Windstrom & Windgas nicht möglich

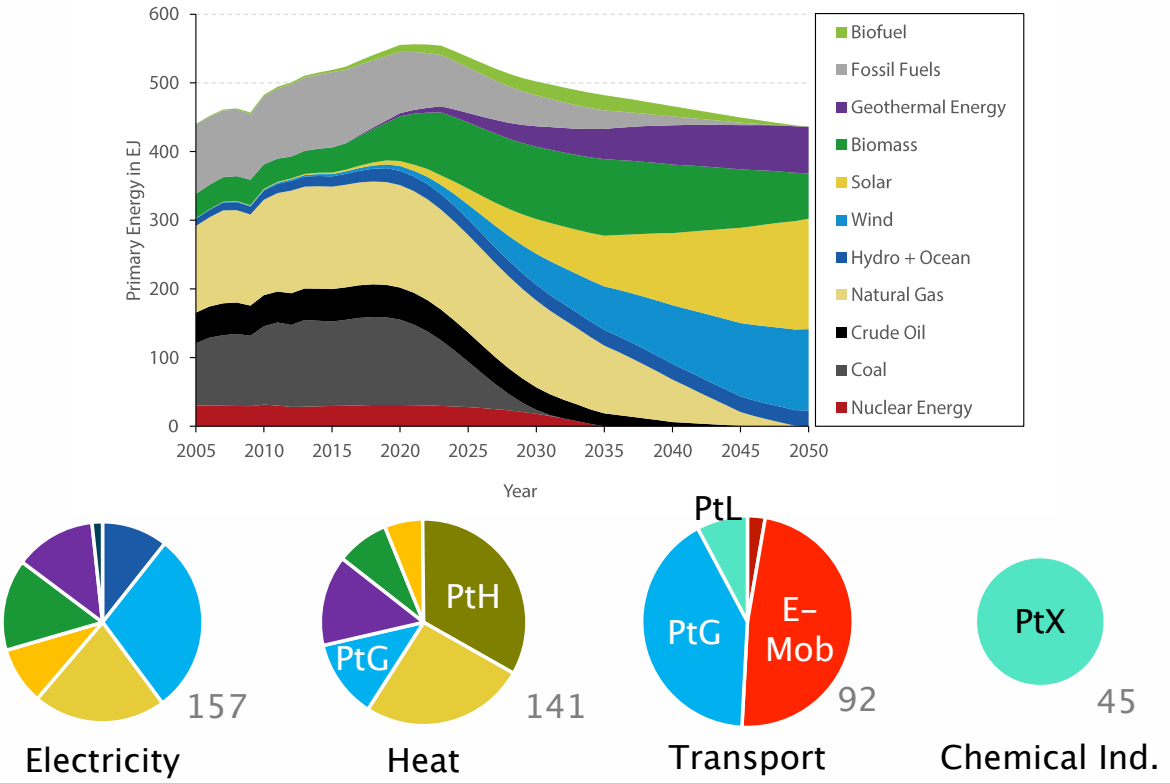
EEG & System auf Stromspeicher zugeschnitten
→ unterbindet Sektorkopplung

→ Barrieren zwischen den Sektoren beseitigen

Inhalt

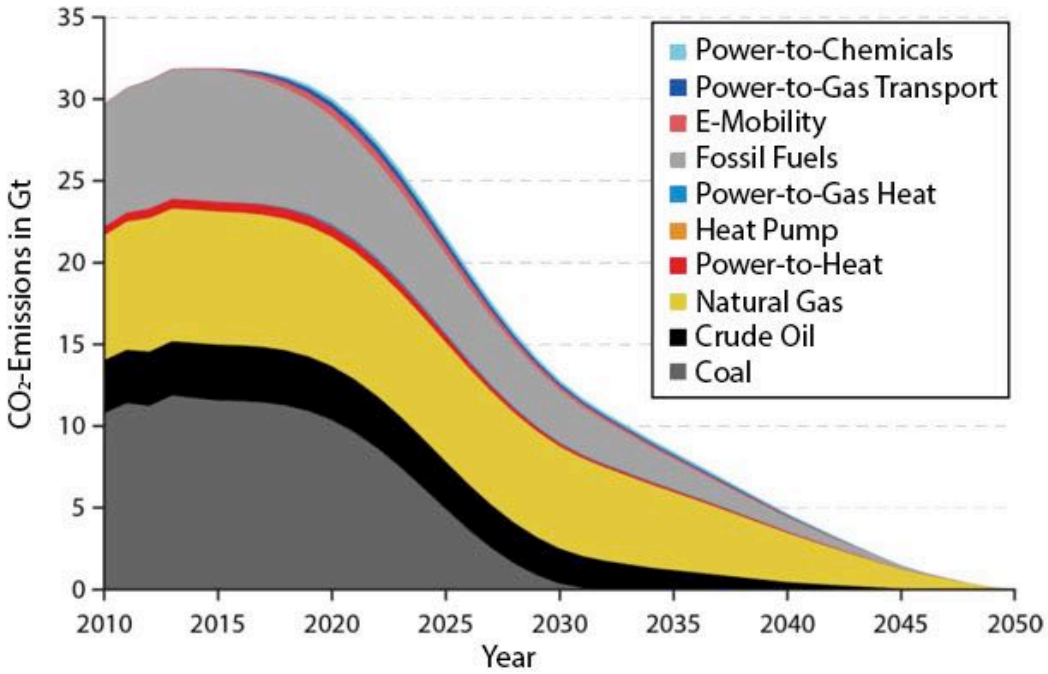
1) Keine Sektorkopplung ohne Energiespeicher
2) Stromspeicher - Netzausbau und Speicher
3) Strom-Gas
4) Strom-Wärme
5) Strom-Mobilität
6) Strom-Chemie
7) Keine 100 % Dekarbonisierung ohne Power-to-X

COP21 global umsetzen → Sektorkopplung Weltmarkt
Neg. Emissionen (Biomass & CCS) vs. Speicher & PtX



Source: Bauer, Sterner, 2016, WBGU Dekarbonisierungsszenario 2050 – ohne Biomasse & CCS

Paris fulfilled → global role of PtX / Sektorkopplung
From CO_2-intensive to CO_2-neutral energy supply

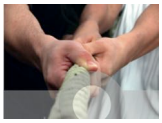


Source: Bauer, Sterner, 2016, WBGU Dekarbonisierungsszenario 2050 – ohne Biomasse & CCS

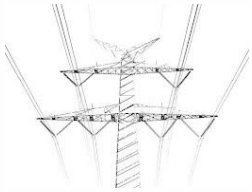
Inhalt

1) Keine Sektorkopplung ohne Energiespeicher
2) Keine 100 % Dekarbonisierung ohne Power-to-Gas/X
3) Einfache Betrachtungen zur EEG-Umlagen-Befreiung
4) Pro & Contra: Netzausbau vs. Speicher
5) Schlussfolgerungen

Vom Ende her denken + Wege öffnen



- **Power-to-X ist eine Schlüsseltechnologie für den Klimaschutz**
  - ... ermöglicht einen höheren EE-Anteil im Stromsystem
  - ... PtG einzige Speichertechnologie in Deutschland, die räumlich und zeitlich ausgleichen kann und genügend Speicherkapazitäten aufweist
  - ... ermöglicht Dekarbonisierung von Verkehr und Chemie
  - ... senkt die Kosten – Technik bereit zum Markteintritt → Exportschlager!
- **„Netze und Speicher" statt „erst Netze, dann Speicher"**
  - Explodierende Kosten im Redispatch -> Markt „funktioniert nicht"
  - Redundanz schaffen & Lösungsraum erweitern: Netze <u>und</u> Speicher
  - Gemeinsamer Ausbau und Planung Netze <u>und</u> Speicher
- **Nötige Rahmenbedingungen setzen**
  - Schlüsseltechnologie entwickeln → Industriepolitik!
  - CO_2 adäquat bepreisen
  - PtX trägt nur mit EE-Strom zur Dekarbonisierung bei → Übergang gestalten
  - langfristig eine Gesetzgebung für Strom-Wärme-Gas
  - Barrieren zwischen den Sektoren abbauen (<u>eine</u> Endverbraucherabgabe)



und

Lösungsraum erweitern

Technologieneutralität leben

Industriepol. Chancen nutzen

Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Michael Sterner
Forschungsstelle Energienetze und Energiespeicher (FENES)
Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg

+ 49 – (0) 941 – 943 9888
michael.sterner a oth-regensburg.de

www.othr.de/michael.sterner
www.power-to-gas.de

Vielen Dank

FENES FORSCHUNGSSTELLE FÜR ENERGIENETZE UND ENERGIESPEICHER