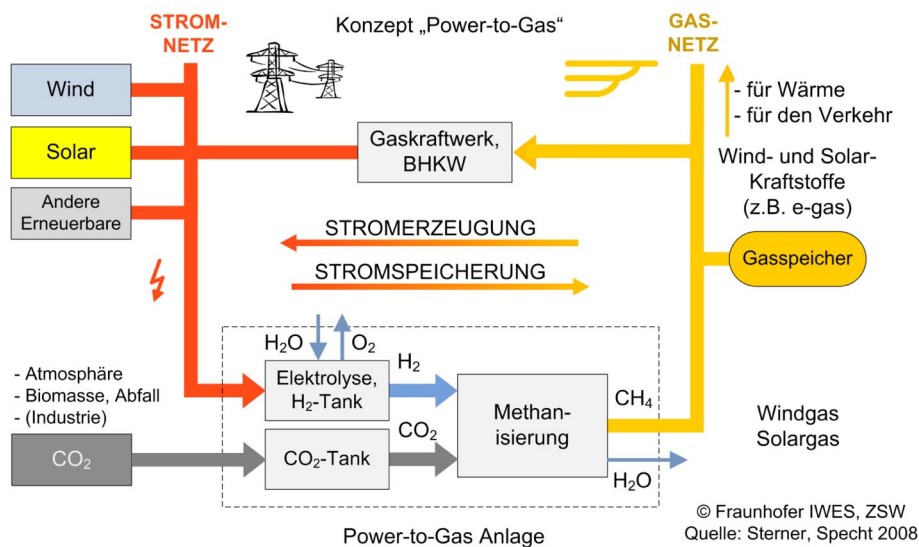


Keine Sektorkopplung ohne Energiespeicher

Lösungsräume für eine sektorenübergreifende Dekarbonisierung

Prof. Dr.-Ing. Michael Sterner et al.

Forschungsstelle Energienetze und Energiespeicher FENES, OTH Regensburg



Integrated Energy –
Energiesysteme der
Zukunft

Integrated Energy Plaza

Hannover Messe,
25. April 2017



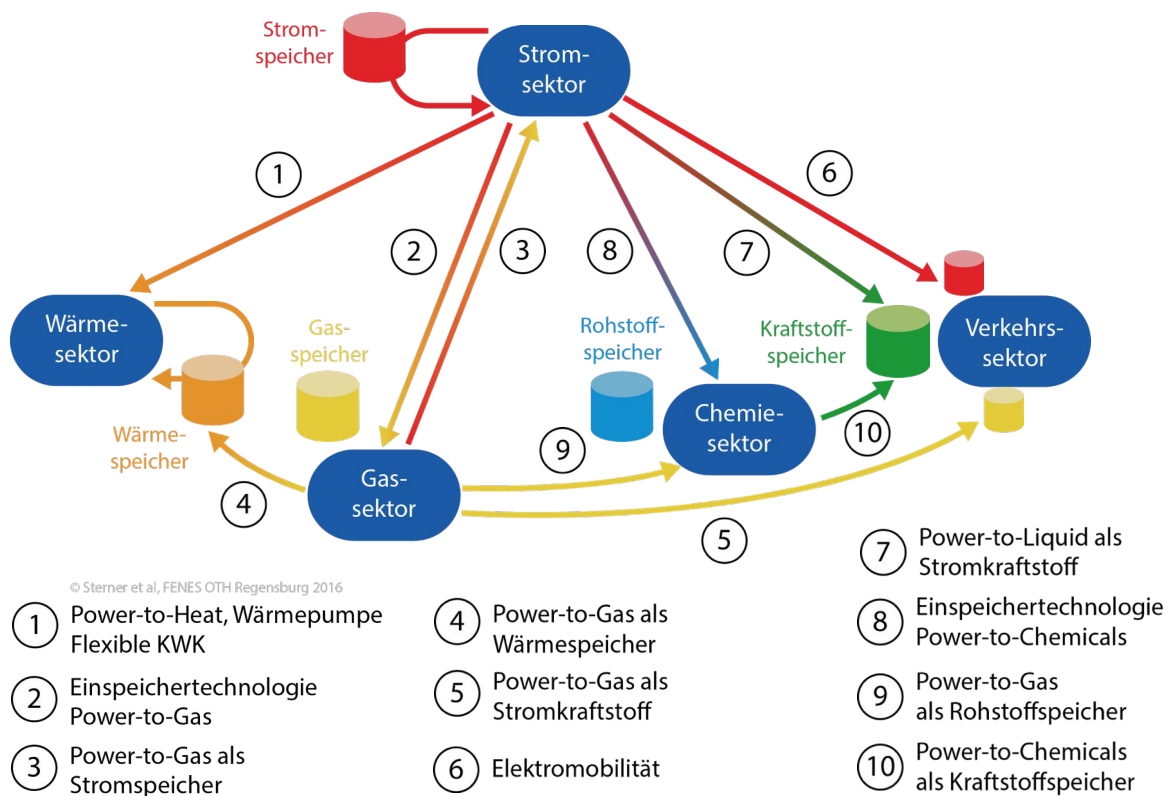
Inhalt



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

Definition Sektor(en)kopplung & Energiespeicher

Keine Sektorkopplung ohne Energiespeicher



Quelle: Sterner et al, FENES OTH Regensburg, 2016

Prof. Dr. Sterner, OTHR, S. 3

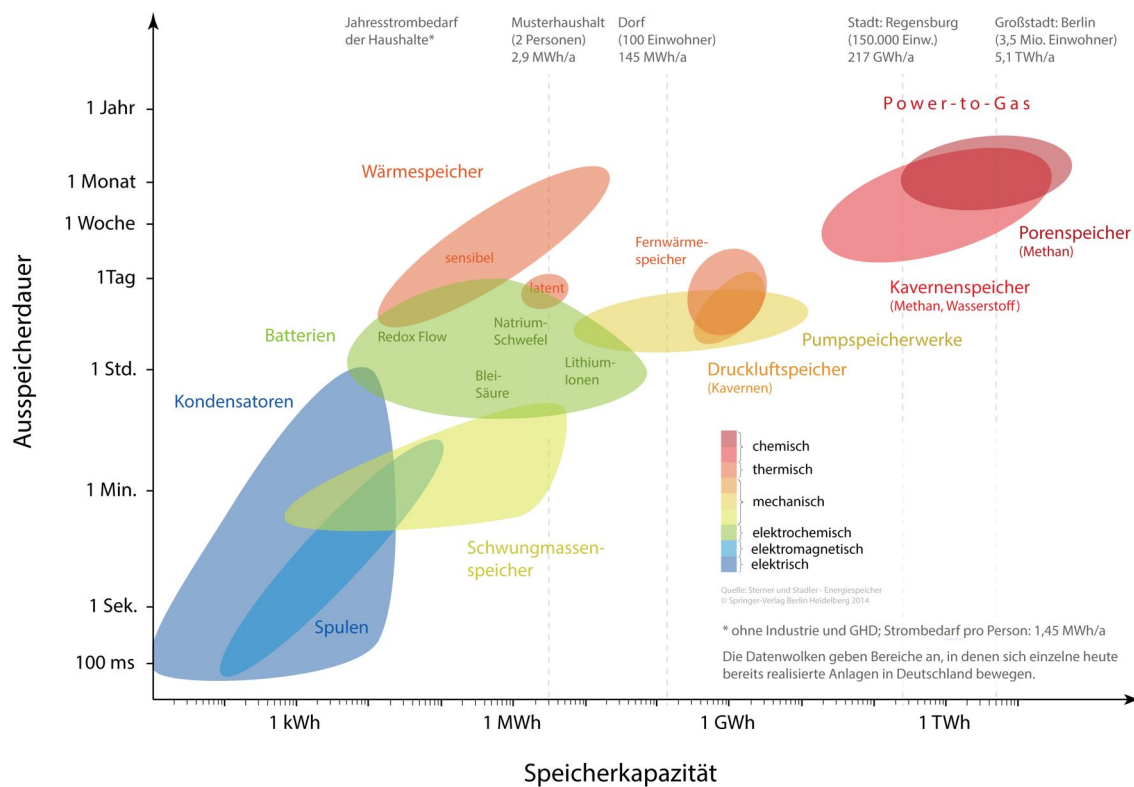
Was sind Energiespeicher?



Quelle: Sterner, Stadler, 2014, zusätzl. Bilder v. Google Pictures

Prof. Dr. Sterner, OTHR, S. 4

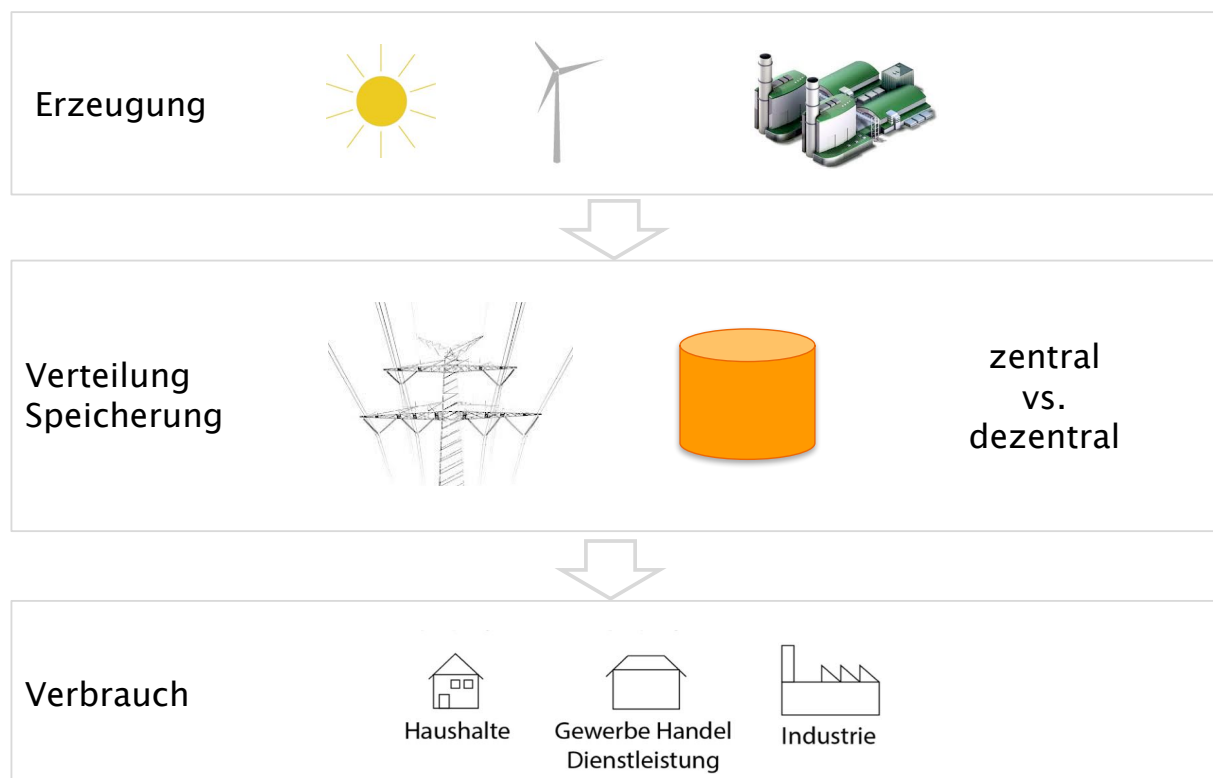
Für die Energiewende sind alle nötigen Speichertechnologien in Marktreife vorhanden



Quelle: Sterner, Stadler, 2014

Prof. Dr. Sterner, OTHR, S. 5

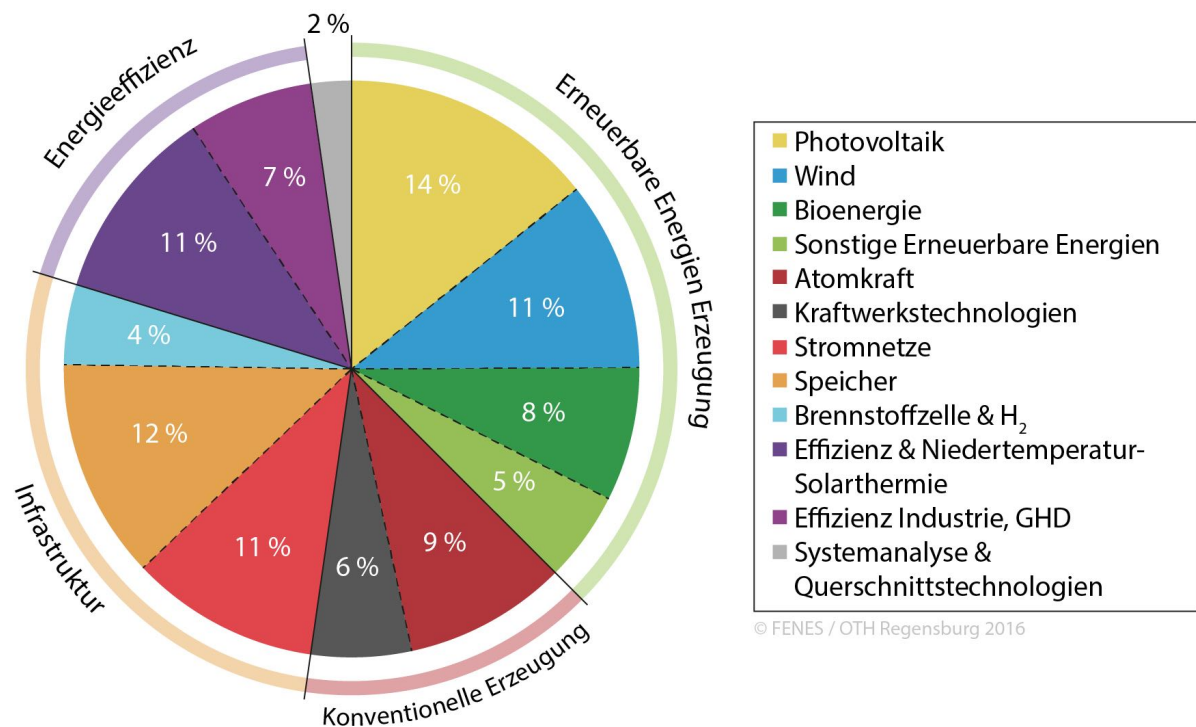
Gesamtbild: Wir brauchen Netze und Speicher



Quelle: Sterner, Stadler, 2014

Prof. Dr. Sterner, OTHR, S. 6

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



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

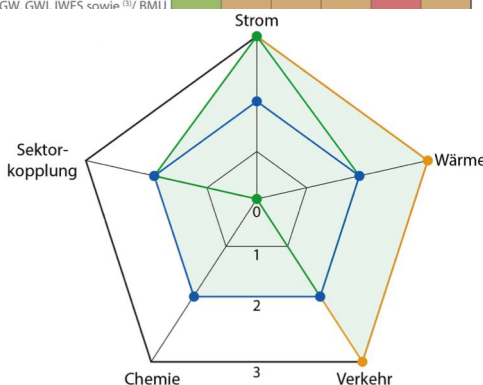
Prof. Dr. Sterner, OTHR, S. 7

Metastudie für dena Sektorenkopplung nur partiell erforscht und untersucht

Studie	Institution(en) / Auftraggeber	Strom	Wärme	Verkehr	Chemie	SK	Kosten
Interaktion EE-Strom, Wärme und Verkehr	IWES, IBP, ifeu, SUER / BMWi						
Klimaschutzszenario 2050	Öko-Institut, ISI / BMU						
Leitstudie 2011	DLR, IWES, IFNE / BMU						
Langfristszenarien Transformation ⁽¹⁾	ISI, Consenec, ifeu / BMWi						
Was kostet die Energiewende?	ISE						
Sektorkopplung durch die Energiewende	HTW Berlin						
Die Energiewende nach COP 21	Nitsch / BEE						
Energierferenzprognose	Prognos, EWI, GWS / BMWi						
Klimaschutz: Der Plan	BET, Hamburg Institut / Greenpeace						
KonStGas ⁽²⁾	DBI, DVGW, GWI, IWFS, erwin ⁽³⁾ / RMI						
Power-to-Gas im Verkehr	DLR, if						
Treibhausgasneutrales Deutschland 2050	UBA						
Roadmap Speicher	IWES, I						
Entwicklung von modularen Konzepten	DBI, E						
Potenziale für Strom im Wärmemarkt bis 2050	ETG / A						
Energiesystem Deutschland 2050	ISE						
Geschäftsmodell Energiewende	IWES						
Renewables in transport 2050	LBST /						
Stromspeicher in der Energiewende	FENES						
eMobil 2050	Öko-IR						
Treibhausgasneutraler Verkehr 2050	Öko-IR						
Kombikraftwerk 2	IWES, :						
Integration von Wind-Wasserstoff-Systemen	PLANE						
Strommarktdesign der Zukunft	r2b en						
Ausgleich fluktuierender Einspeisungen aus EE	BET, Li						
Netzentwicklungsplan	Übertr						
Erneuerbare Energien im Verkehr	DLR, ifeu, LBST, DBFZ / BMV						

Für Analyse
ausgewählte
Einzelstudien

- Dekarbonisierung
- Infrastruktur
- Transformationspfade



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

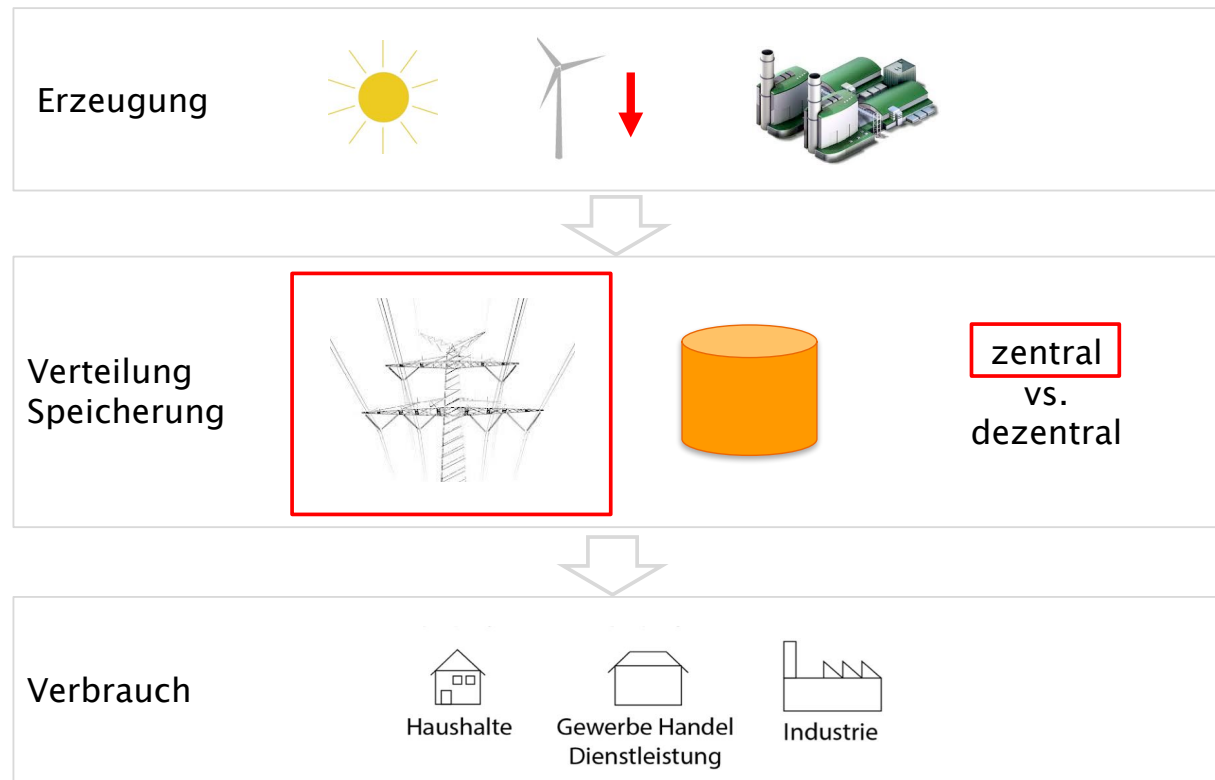
⁽¹⁾ Noch nicht erschienen

⁽²⁾ Strom- und Gasinfrastruktur im Detail betrachtet

⁽³⁾ IEK-STE, UMSICHT, WI, KIT, RUB, TUD, TUC, RWTH, FENES, 50 Hertz, Ontas, RWE

⁽⁴⁾ nlp, NOW, IFEU

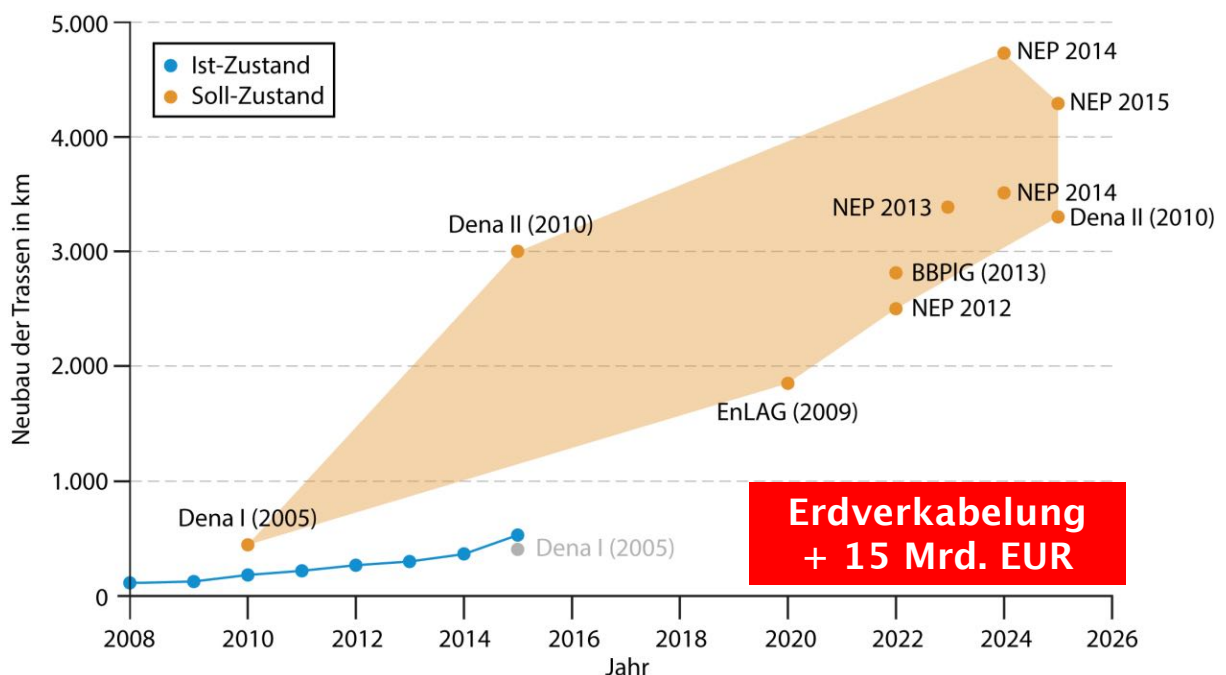
Gesamtbild: Wir brauchen Netze und Speicher



Quelle: Sterner, Stadler, 2014

Prof. Dr. Sterner, OTHR, S. 9

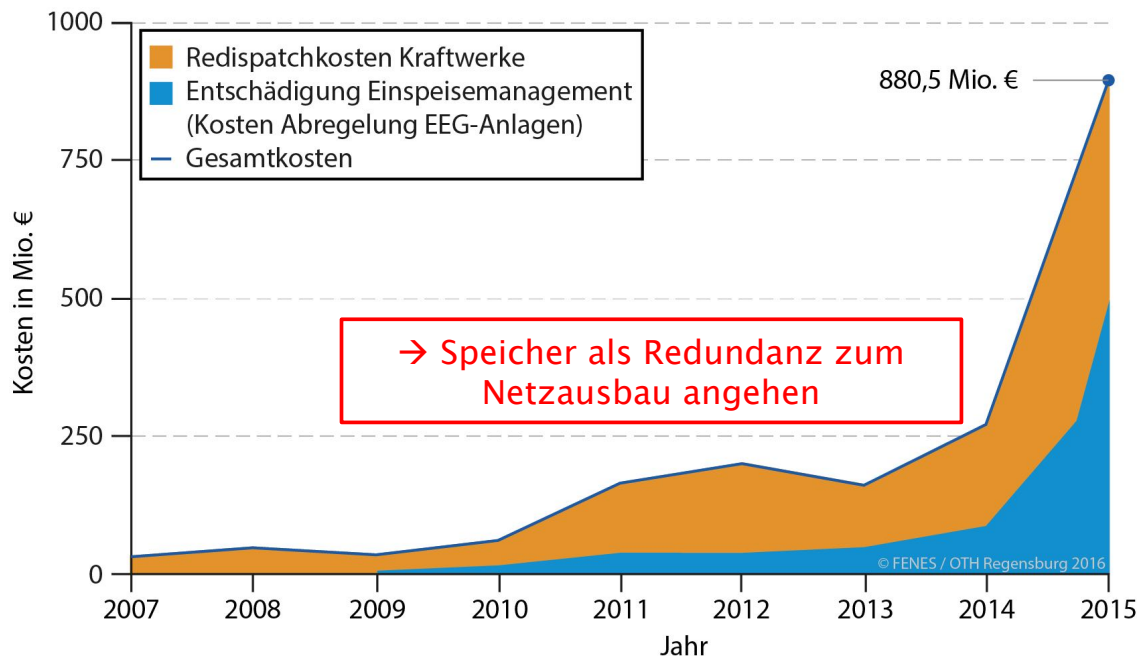
Gegenüberstellung des geplanten Netzausbaus und der bis dato umgesetzten Trassenkilometer



Quelle: Sterner et al – FENES BMBF CCU, 2016; Datenbasis: BNetzA Monitoringberichte

Prof. Dr. Sterner, OTHR, S. 10

Reality Check: Exponentiell steigende Netzungpasskosten (Redispatch, EinsMan)



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

**„Wegwerfen“ von EE-Strom
= Bedarf v. ca. 1,3 Mio. Haushalten**

Quelle: Sterner et al – FENES BMBF CCU, 2016; Datenbasis: BNetzA Monitoringberichte

Prof. Dr. Sterner, OTH, S. 11

Strom-Wärme: Wärmespeicher über Power-to-Heat und KWK als kostengünstige Flexibilität

Flexibilisierung der KWK

- Betrieb Fernwärmenetz
über Speicher

Flexibilisierung Stromnachfrage

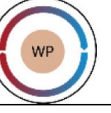
- Einsatz von Elektro-Heizkesseln



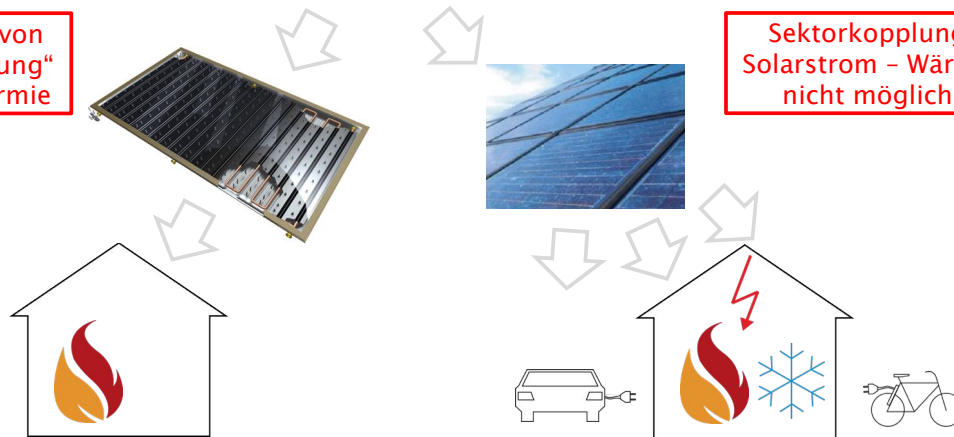
**Zeitliche und räumliche Begrenzung:
Saisonale Verfügbarkeit / Wärmesenken**

Strom-Wärme Sektorenkopplung konkret @ Home

EEWärmeG nicht technologieneutral, da PV-Wärme nicht zugelassen

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

„Nutzung von Solarstrahlung“ = Solarthermie



Quelle: Sterner et al, FENES OTH Regensburg, 2016

Prof. Dr. Sterner, OTHR, S. 13

Strom-Verkehr: Biokraftstoffe limitiert – E-mob. kommt Zentrale Fragestellung für Zukunft der dt. Automobilbranche



Elektrifizierung

- E-PKW mit > 500 km Reichweite
- Oberleitungs-LKW, Bahn

Stromkraftstoffe

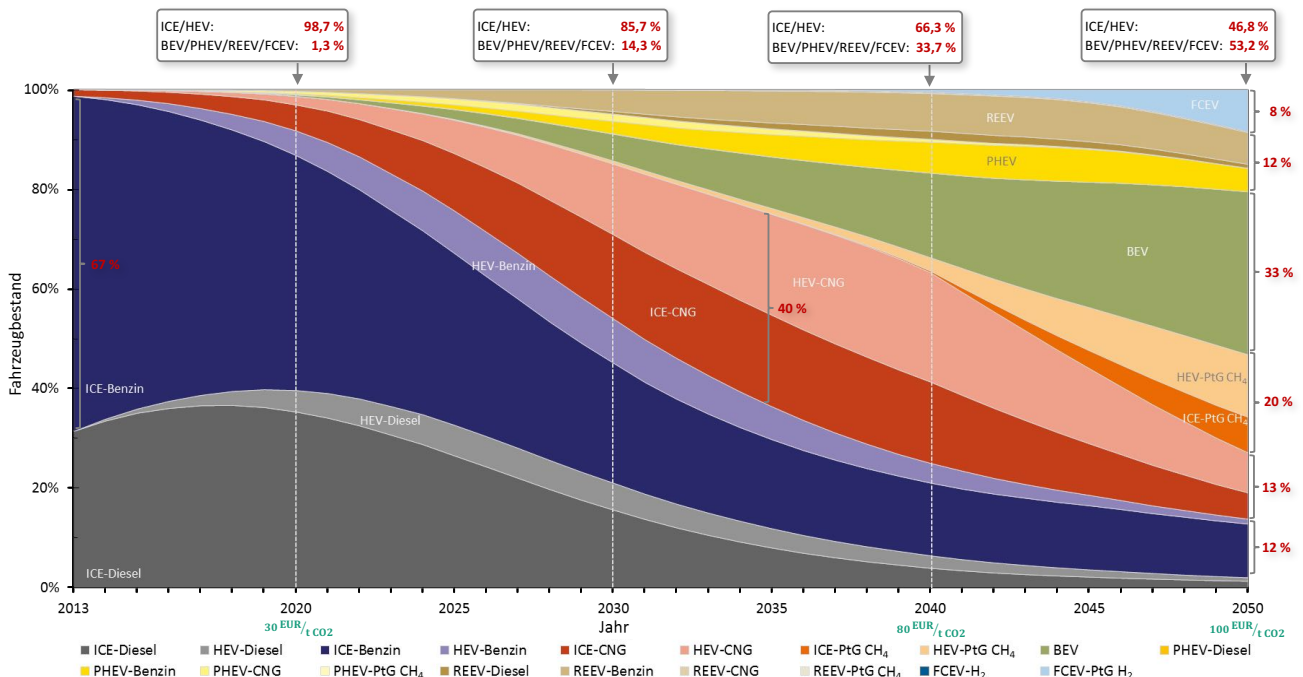
- Arbeitsmaschinen
- Flug- und Schiffsverkehr

Quelle: Tesla, 2016

Prof. Dr. Sterner, OTHR, S. 14

Strom-Verkehr: Fahrzeugneuzulassungen 2014–2050

Stromkraftstoff-Szenario – kostenoptimiert inkl. Infrastruktur & Strommarktsim.

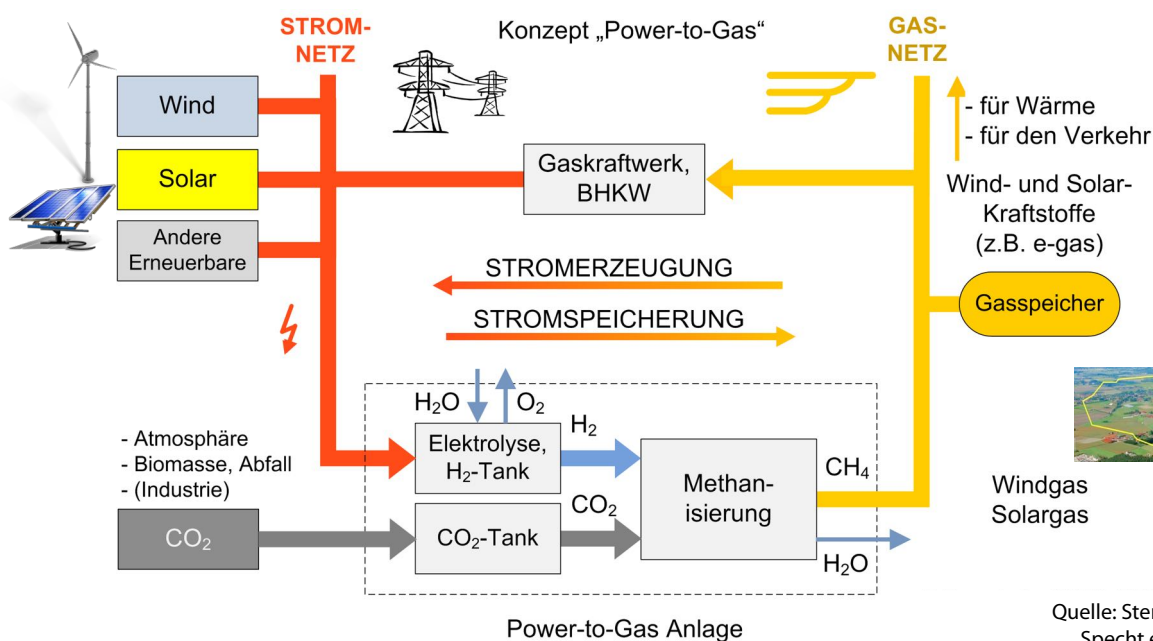


⇒ Zunehmende Diversifizierung der Antriebskonzepte und Kraftstoffe im motorisierten Individualverkehr

Quelle: Dissertation Tobias Trost, 2016

Prof. Dr. Sterner, OTHR, S. 15

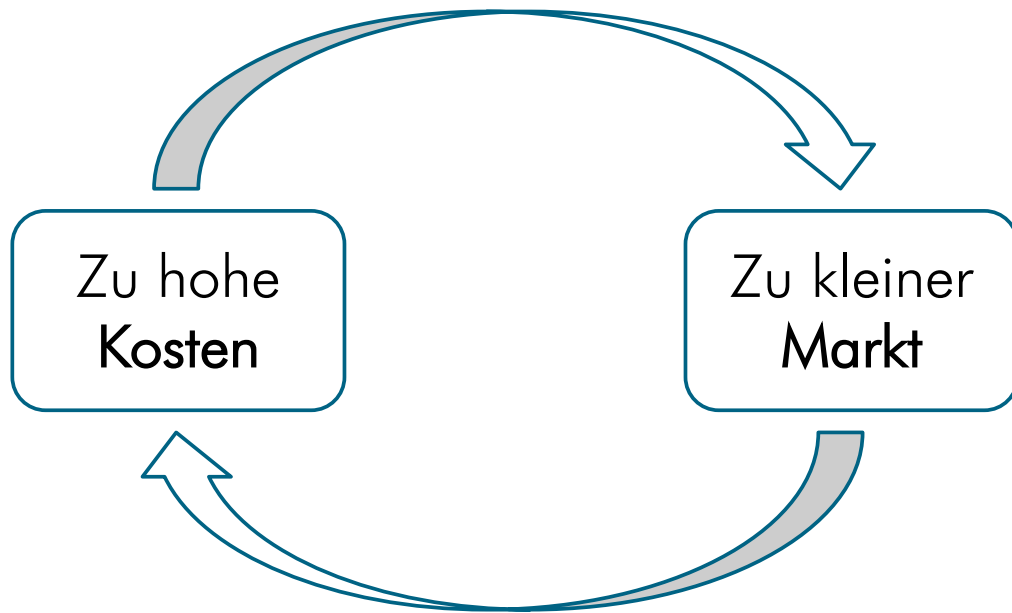
Power-to-Gas Das Original Energiespeicherung durch Kopplung von Strom- und Gasnetz → Keimzeller der Sektorenkopplung



Sterner, M. (2009): Bioenergy and renewable power methane in integrated 100% renewable energy systems. Limiting global warming by transforming energy systems. Kassel University, Dissertation.
<http://www.upress.uni-kassel.de/publi/abstract.php?978-3-89958-798-2>

Prof. Dr. Sterner, OTHR, S. 16

Warum Power-to-Gas noch nicht wirtschaftlich ist

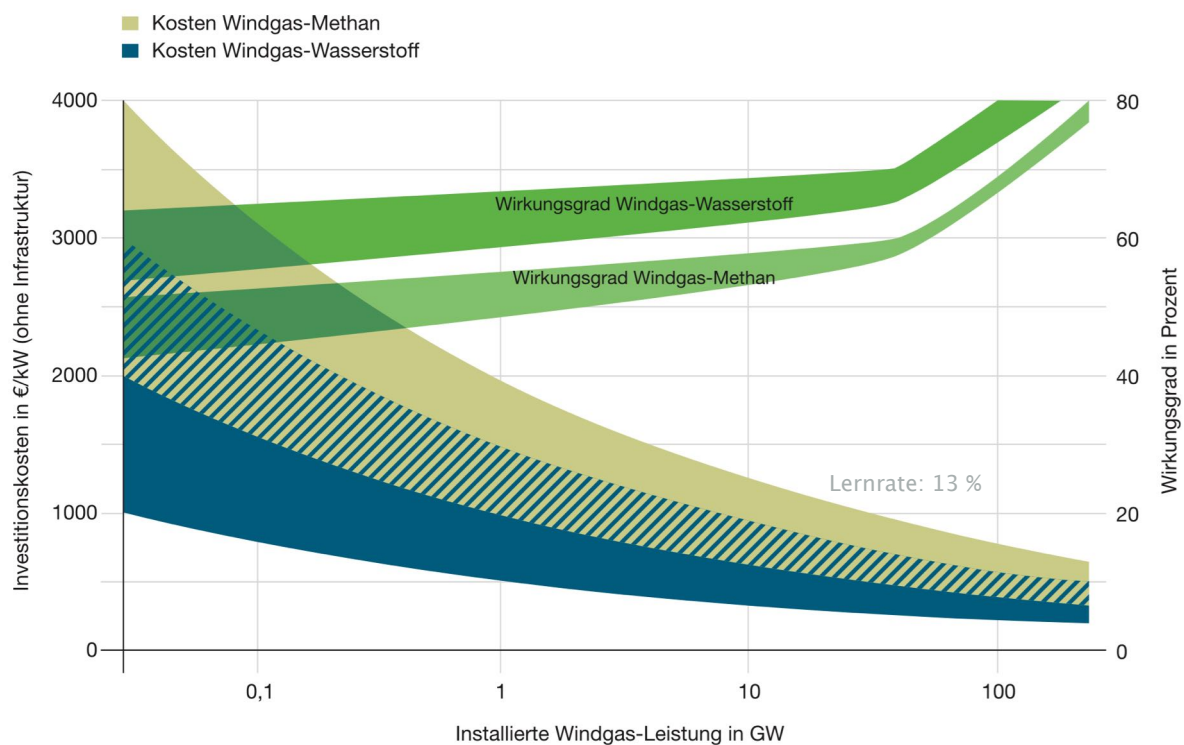


modularisierte Produktion → große Kostensenkungspotenziale

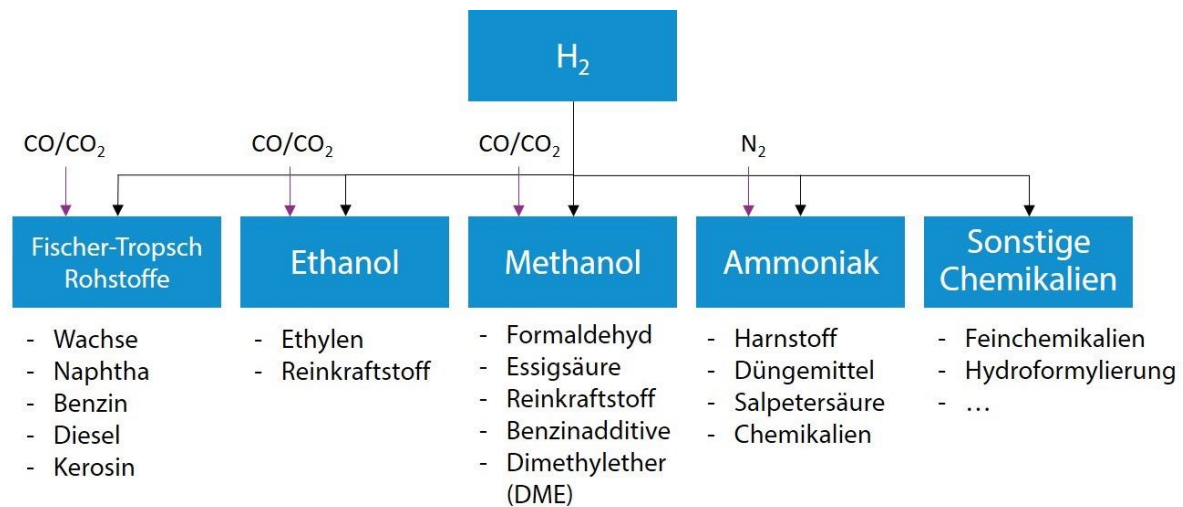
Prof. Dr. Sterner, OTHR, S. 17

Effizienzsprünge und Kostensenkungen zu erwarten

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



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

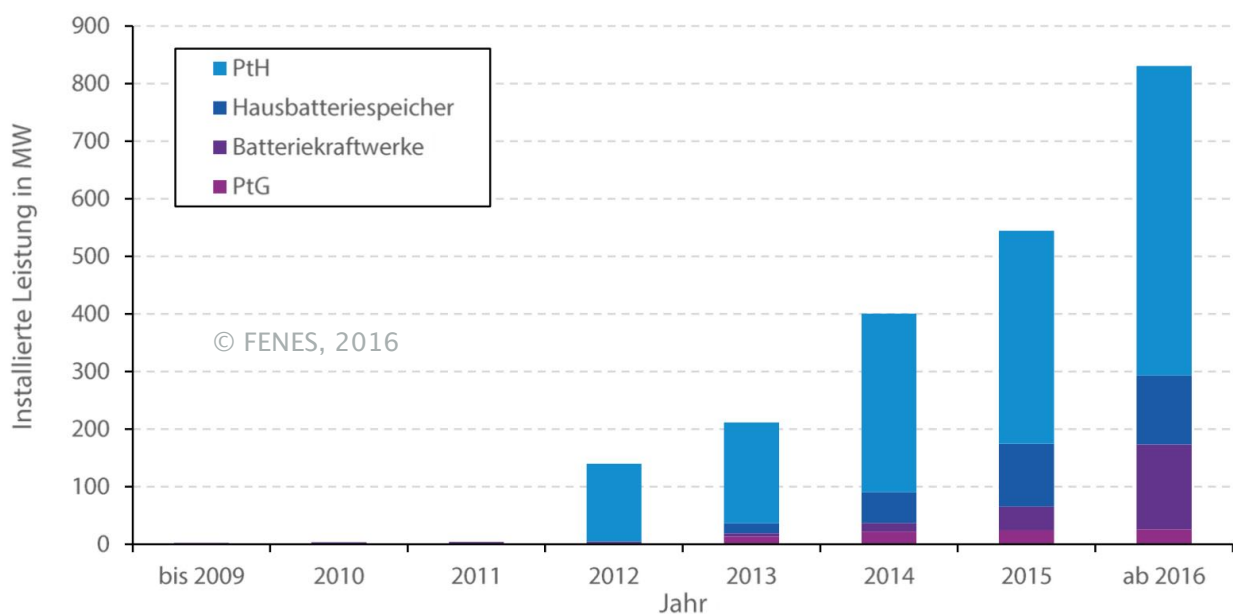


Quelle: Sterner, Bauer et al, 2016

Prof. Dr. Sterner, OTHR, S. 19

Speicherausbau Status Quo: neue Speicher in Deutschland

→ bisher nur **Sektorenkopplung Strom-Wärme** gut etabliert
aufgrund **günstiger Rahmenbedingungen**

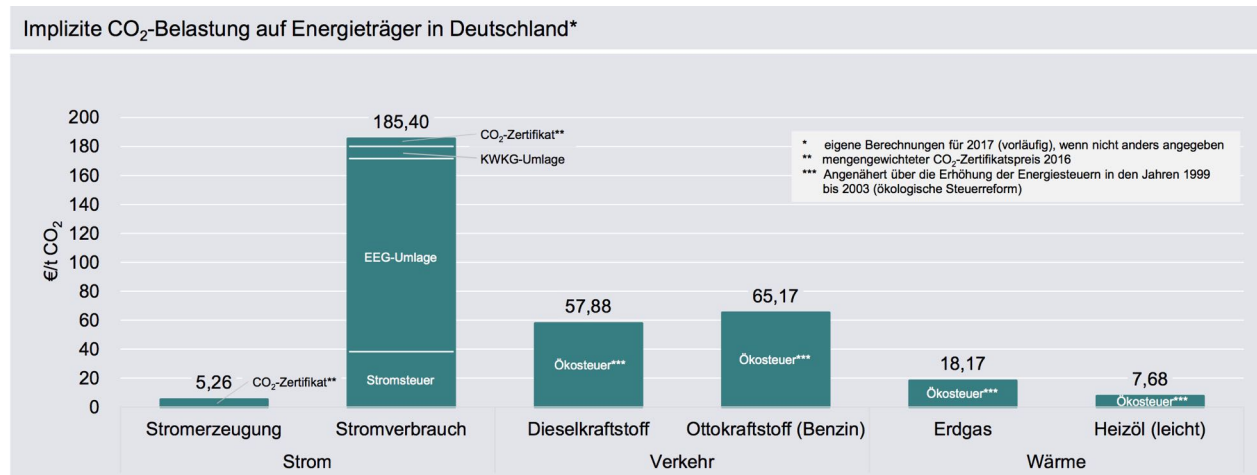


Quelle: Sterner et al – FENES Working Paper, 2016; Datenbasis: FENES-Datenbank

Prof. Dr. Sterner, OTHR, S. 20

Rahmenbedingungen verzerrt bzw. stark ideologisch geprägt
(z. B. Grüner Kraftstoff nur an EE-Anlage → E-Mob?, Wärmepumpen?)

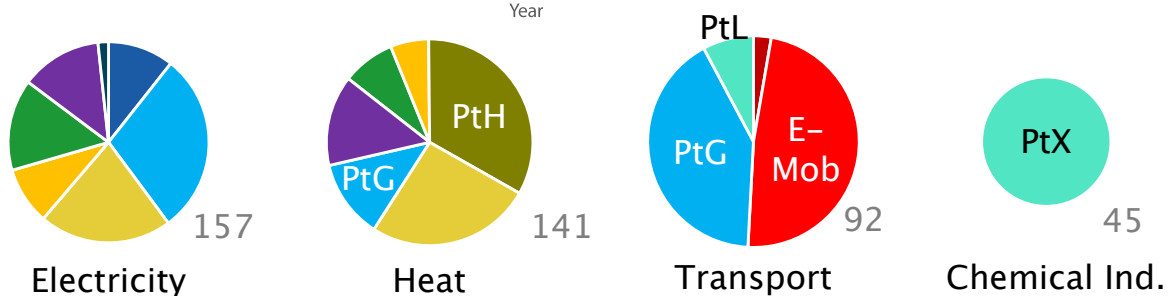
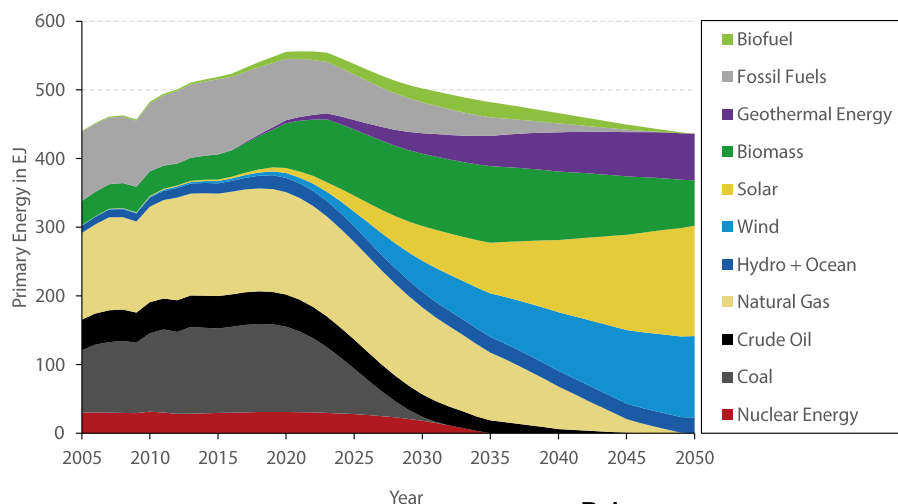
→ Große Reform von Umlagen etc. nötig, um
Sektorenkopplung in Gang zu bringen



Quelle: Lenck et al – Agora; Optionen für eine Reform der Entgelte, Steuern, Abgaben und Umlagen, 2017

Prof. Dr. Sterner, OTHR, S. 21

COP21 global → Sektorenkopplung wird Weltmarkt
2° Ziel eingehalten → große Rolle für Speicher!



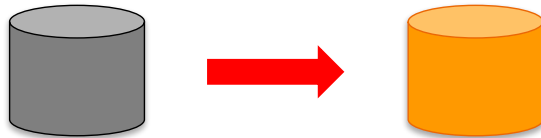
Source: Bauer, Sterner, 2016, WBGU Dekarbonisierungsszenario 2050 – ohne Biomasse & CCS

Prof. Dr. Sterner, OTHR, S. 22

Redundanzen schaffen, Chancen erkennen, nutzen und umsetzen



- Keine Sektorenkopplung ohne Speicher
- Sektorenkopplung ist Schlüsseltechnologie für den Klimaschutz
- „Netze und Speicher“ statt „Netze, und danach lange nichts“
- Kohle**aus**stieg → Speichere**in**stieg



- Nötige Rahmenbedingungen setzen → Industrie- und Umweltpolitik
 - Schlüsseltechnologie entwickeln → **Industriepolitik!**
 - **CO₂ adäquat bepreisen**
 - **Anreize** durch **Umlagenreform** setzen

Prof. Dr. Sterner, OTHR, S. 23

Kontakt



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

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

www.othr.de/michael.sterner

www.power-to-gas.de



FORSCHUNGSSTELLE FÜR
ENERGIENETZE UND ENERGIESPEICHER

Vielen Dank

Prof. Dr. Sterner, OTHR, S. 24