

Für Mensch & Umwelt

Umwelt 
Bundesamt

Impuls beim Netzwerk Systemtransformation
der Deutschen Umwelthilfe (DUH)

„Sektorkopplung“

Prof. Dr. Uwe Leprich
Abteilungsleiter Klimaschutz und Energie

Berlin, 14. Juni 2016

Präzisierung von Sektorkopplung

- verzahnt den Strom-, Wärme-, Brennstoff-, Kraftstoff- und Rohstoffsektor
- ermöglicht durch direkte und indirekte Verwendung von regenerativem Strom theoretisch-technisch eine vollständige Substitution fossiler Energieträger und Rohstoffe
- erhöht die Flexibilität im Stromsystem und unterstützt so die Integration fluktuierender erneuerbarer Stromerzeugung

definitiorische Eingrenzung des Umweltbundesamtes:

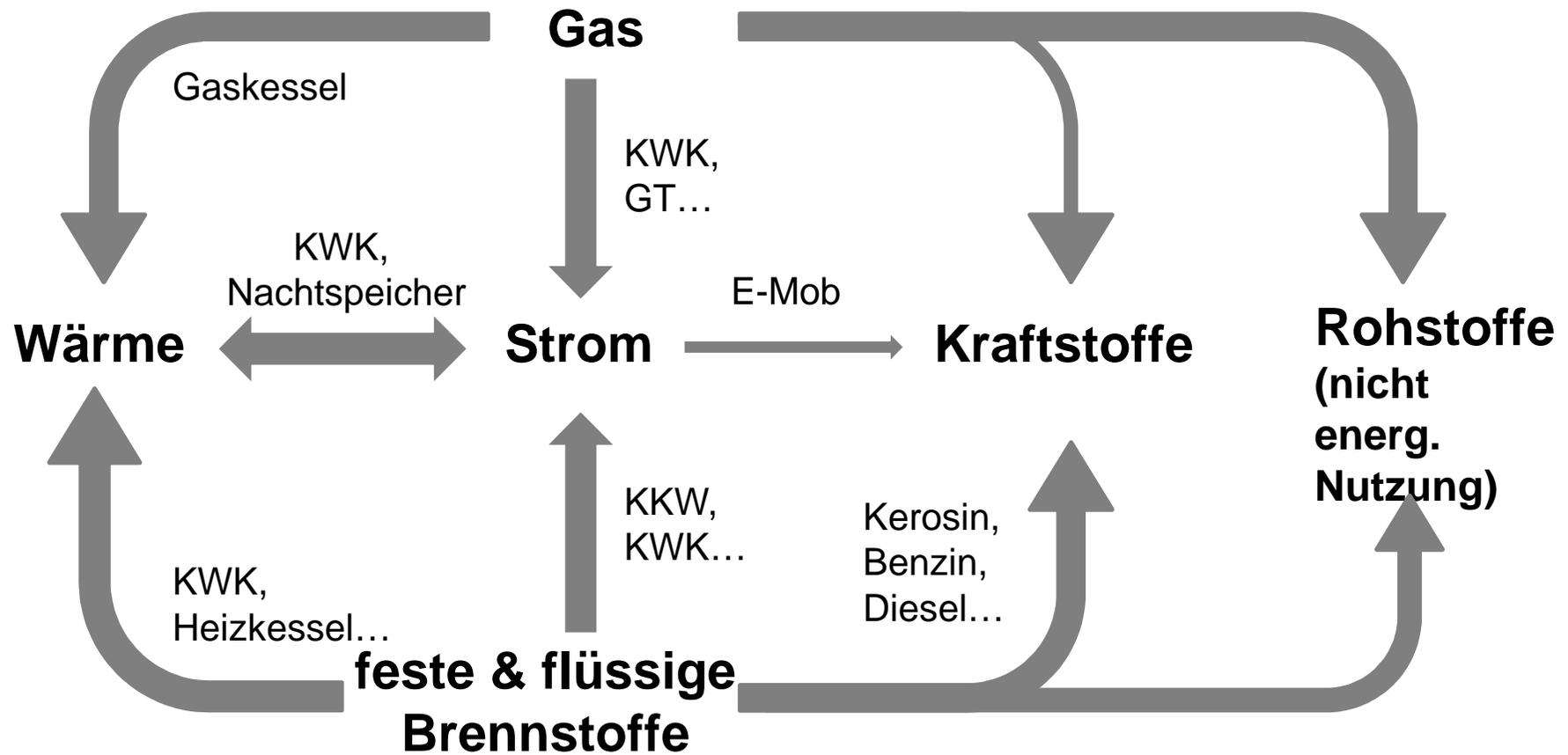
Sektorkopplung ist die Nutzung von erneuerbarem Strom durch

Power-to-X: Power-to-heat inkl. elektrische Wärmepumpen, Power-to-gas, Power-to-liquid

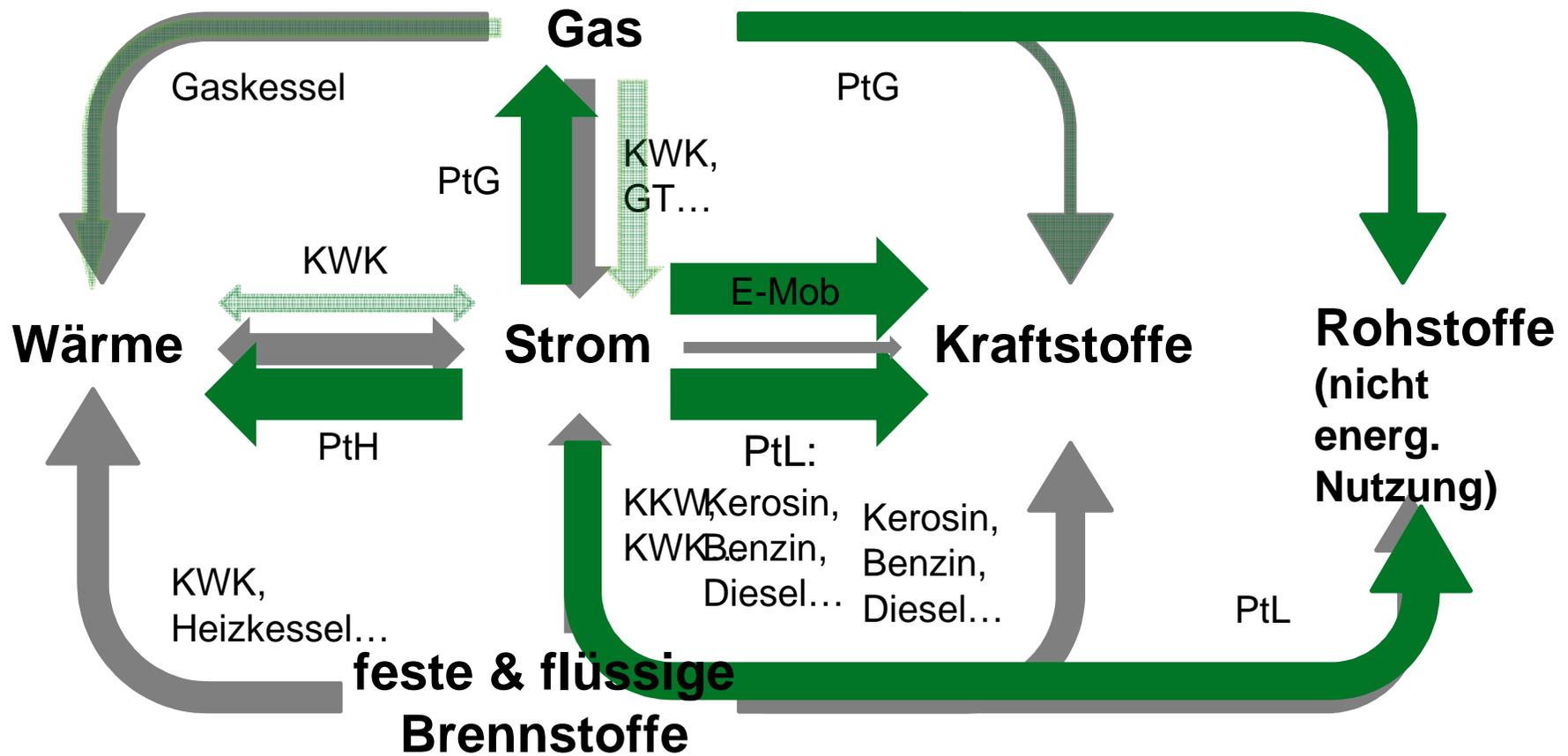
heute: Kraft-Wärme-Kopplung inbegriffen

Zur Langfristperspektive

Klassische Sektorkopplung

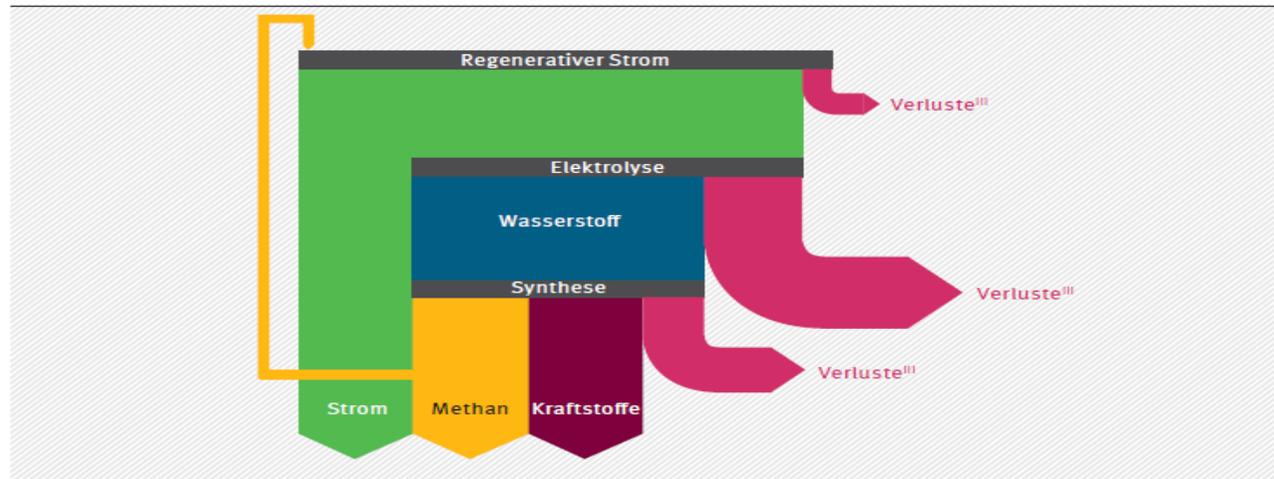


Klassische Sektorkopplung - zukünftige Sektorkopplung (100% EE)



Treibhausgasneutrales Deutschland

Qualitative Darstellung des Energieflusses im UBA THGN D 2050 Szenario^{I,II}



I Inklusive des Bedarfs an regenerativen Einsatzstoffen für die chemische Industrie.
 II Die Darstellungen der Energieströme sind proportional zu den notwendigen Energieströmen.
 III einschließlich Leitungsverluste, der Verluste aus der Methan-Rückverstromung und der Verluste der Biomassenutzung und Strombereitstellung)

Quelle: Umweltbundesamt, 2013



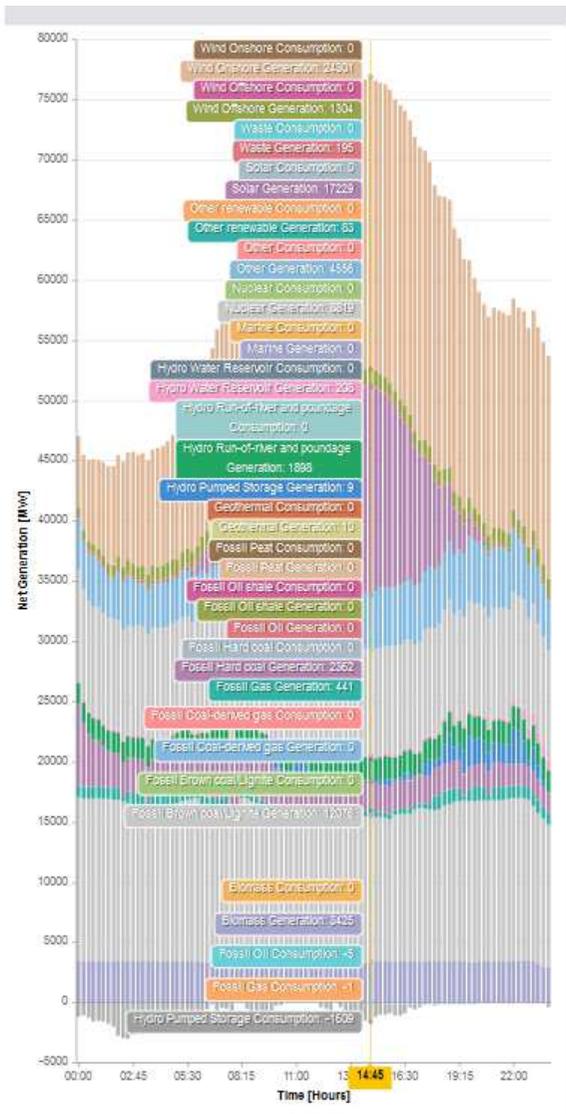
**Basis: rund 3.000 TWh
 Nettostromerzeugung**

Tabelle B-14: Gesamter Endenergieverbrauch im UBA THGND 2050 – Szenario

	Strom in TWh	regeneratives Methan in TWh	flüssige regenerative Kraftstoffe in TWh
private Haushalte	104,7	44,5	0
GHD	90,3	62,4	18,6
Industrie ^{LXXXIX, XC}	179,7	198,8	0
Verkehr	91,1	0	533,3
Summe energetisch	465,8	305,7	551,9
		1323,4	
Industrie stofflich		282	
Summe energetisch und stofflich		1605,4	

Kurz- und mittelfristige Perspektive

Sind Überschüsse im Stromsystem aktuell unser Problem?



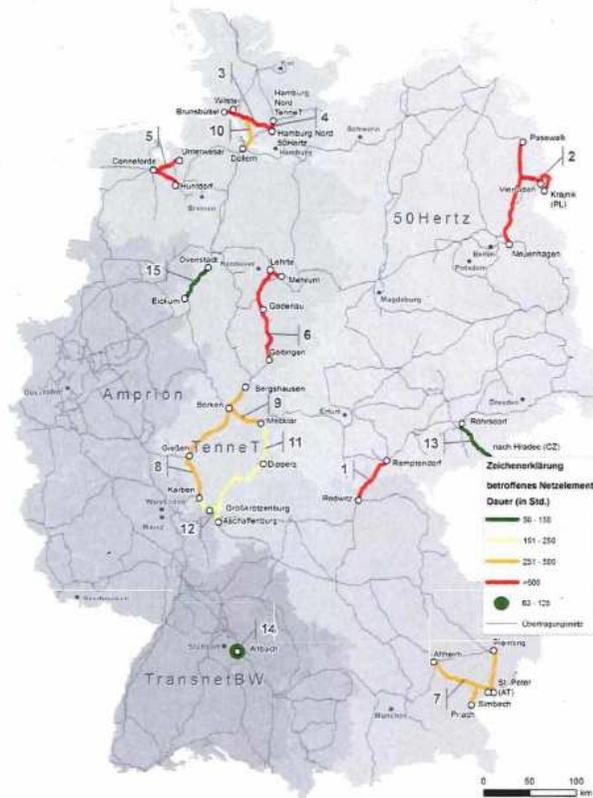
2. Juni 2015

Wind Onshore	24.301
Wind Offshore	1.304
PV	17.229
Biomasse	3.425
Rest EE	2.208
	48.467
Braunkohle	12.076
Atom	8.819
Steinkohle	2.362
Sonst	5.192
	28.449
Summe	76.916

Quelle: ENTSO-E 2015

Handlungsbedarf durch steigende EE-Abregelung (1)

Netzengpassmaßnahmen 2015



Die Nummern an den Netzengpässen stellen den Bezug zu den Quartalsberichten „Netz- und Systemsicherheitsmaßnahmen“ der Bundesnetzagentur dar
© Bundesnetzagentur

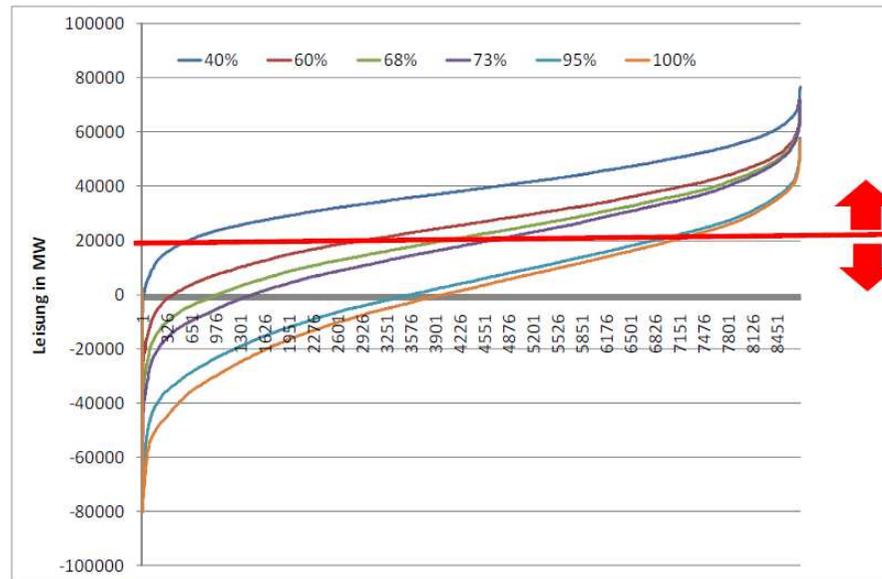
- Die Kosten zur Netzengpassvermeidung betragen in 2015 rund **1 Mrd €**
- Davon 476 Mio € für Abregelung von EE-Anlagen (4,7 TWh entspricht ca. 3% der EE-Menge)
- Kontinuierlicher Anstieg der EE-Abregelung

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
GWh	127	421	385	555	1.581	4.698

Quelle: BNetzA 2016

Handlungsbedarf durch steigende EE-Abregelung (2)

- Verminderung der Mindesterzeugung dringend notwendig



Daten:
• EE Ausbau bis 73%: Leitstudie 2012 Szenario A
• Profile ISI (Wetterjahr 2007)

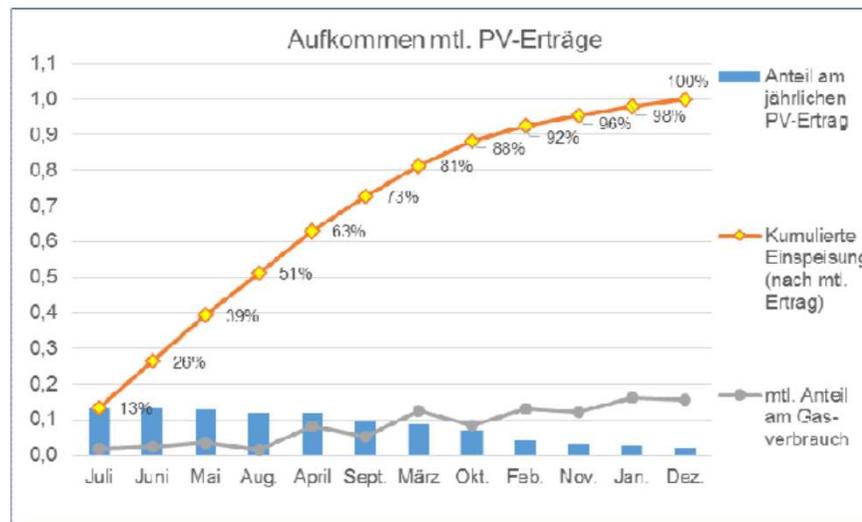
Fraunhofer

Quelle: Fraunhofer ISI 2012

- zügige Netzverstärkung/-ausbau im Übertragungs- und im Verteilnetze erforderlich
- ➔ netzbedingte Abregelungen werden minimiert

Aktuelle Treiber von Sektorkopplung (1)

Nachfragegetriebene technische Optimierung von Subsystemen (Einfamilien-/Mehrfamilienhäuser; Gewerbekunden und Filialisten, Stadtteile, EE-Kommunen, Energiewaben, ...)



© Darstellung IZES auf der Basis von: http://www.pv-ertraege.de/cqi-bin/pvdaten/src/bundes_uebersichten.pl und der Stadtwerke München

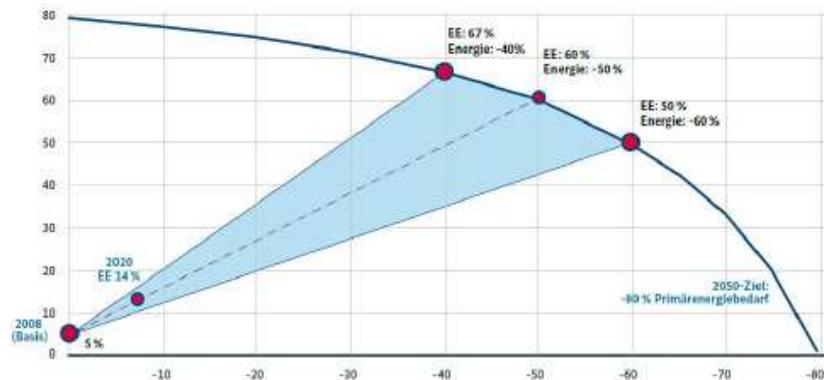
Quelle: Hauser 2015

Die Erwartungen an die Photovoltaik für Beiträge im Raumwärmesektor sollten realistisch bleiben

Aktuelle Treiber von Sektorkopplung (2)

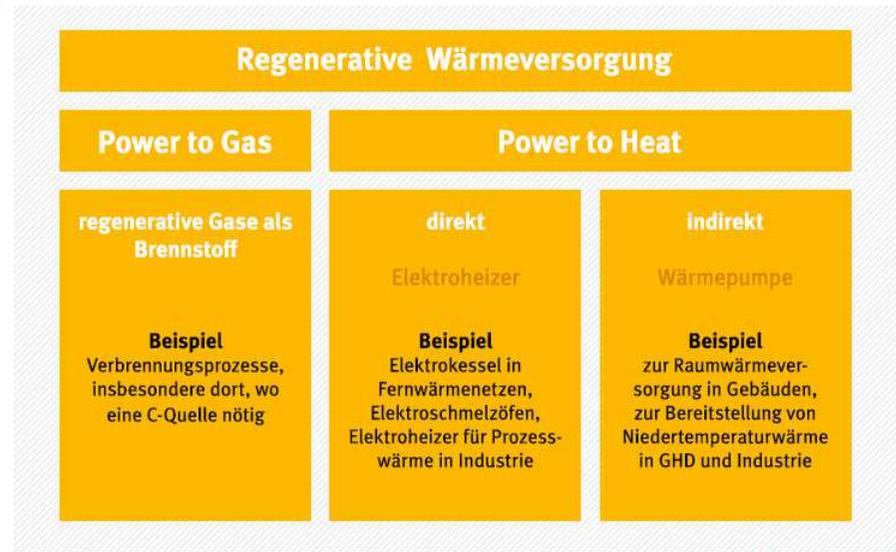
Plan B jenseits der Passivhauswelt notwendig

Abbildung 6: (möglicher) Zielkorridor aus Energieeinsparung und Erhöhung des EE-Anteils von 2008 bis 2050 in Prozent



Quelle: BMWI 2014

Quelle: BMWI 2014; UBA 2015



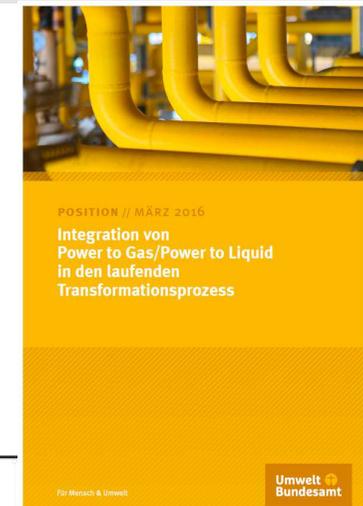
Quelle: Umweltbundesamt 2016

Sektorkopplung: Was ist aktuell sinnvoll?

Nutzung regenerativer Strom

Substitution fossiler Bereitstellung

regenerative Bereitstellung			fossile Einsparung			Substitutionsverhältnis	Kosten
Input	Technik	bereitgestellte End-/Nutzenergie	Technik	Input (rund)			
1 kWh reg. Strom	PtH Wärmepumpe	3,3 kWh Wärme	3,3 kWh Wärme	Brennwertkessel (105%)	3,14 kWh Erdgas	3,14	mittel →
1 kWh reg. Strom	PtH direktelektrisch	0,95 kWh Wärme	0,95 kWh Wärme	Brennwertkessel (105%)	0,91 kWh Erdgas	0,91	niedrig ↓
1 kWh reg. Strom	PtG – H2 stofflich	0,74 kWh Wasserstoff	0,74 kWh Wasserstoff	Dampfreforming (85,2%)	0,87 kWh Erdgas	0,87	hoch ↗
1 kWh reg. Strom	PtG – CH4	0,58 kWh Methan	0,58 kWh Methan		0,58 kWh Erdgas	0,58	Sehr hoch ↗
1 kWh reg. Strom	PtL	0,5 kWh fl. Kraftstoff	0,5 kWh fl. Kraftstoff		0,5 kWh fl. Kraftstoff	0,5	Sehr hoch ↗

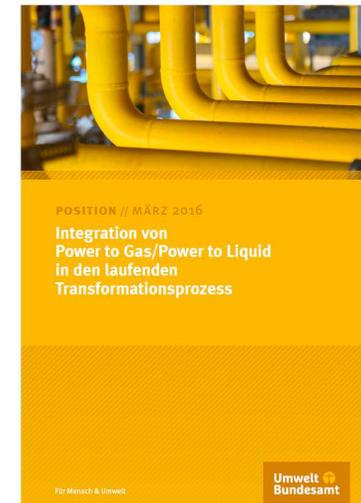


Zu den regulatorischen Rahmenbedingungen der Sektorkopplung

Grundsätzliches

- Es geht nicht in erster Linie um die Verwertung temporärer (netzbedingter) Stromüberschüsse, sondern um die Ausgestaltung eines nachhaltigen Energiesystems.
- Das bedeutet einen Ausbau der erneuerbaren Energien weit über die Nachfrage des Stromsystems hinaus.
- Höchste Priorität hat die Vermeidung bzw. Verringerung (netzbedingter) Stromüberschüsse.
- Wo die temporär nicht vermieden werden können, sollten CO₂-mindernde und systemdienliche Lösungen gefunden werden.

Weichen für die Langfristperspektive



Wir halten es für richtig und notwendig, PtG/PtL in Form von Pilotprojekten und Demonstrationsvorhaben in Deutschland zu fördern. Die Förderung sollte in den nächsten Jahren auf eine deutschlandweit installierte Leistung von insgesamt bis zu 500 MW beschränkt bleiben. Dabei muss jedoch gewährleistet werden, dass PtG/PtL-Anlagen nicht zu einer erhöhten fossilen Stromerzeugung führen und nur Strom aus zusätzlichen erneuerbaren Energieanlagen beziehen. Anderenfalls würden die CO₂-Emissionen aus der Stromerzeugung steigen und die Erreichung der Klimaschutzziele wäre gefährdet.

Vorschläge für die Kurz- und Mittelfristperspektive

Fraunhofer IWES, IBP, IFEU, FUER, September 2015

Die Berechnungen für den Neubau und die Bestandsgebäude zeigen eine hohe Preisdifferenz zwischen Gas und Strom als größtes Hemmnis für die Erreichung der Ziele der Energiewende im Wärmemarkt. Eine stabile Förderung des Absatzmarktes für dezentrale und zentrale Wärmepumpen ist notwendig. Als Maßnahme kann als erster Schritt eine aufkommensneutrale Umschichtung der Stromsteuer bei Anhebung der Energiesteuer für Heizöl und –gas in Betracht gezogen werden.

Bei Änderungen der Stromsteuer sind die europarechtlichen Vorgaben der Richtlinie 2003/96/EG zu beachten, die Mindeststeuersätze für Strom – bei allerdings weitgehenden Ausnahmemöglichkeiten – vorschreibt.

Im kostenoptimalen Klimaschutzszenario entstehen hohe CO₂-Vermeidungskosten von ca. 180 €/t. Eine zumindest anteilige Bepreisung in Form einer CO₂-Steuer / CO₂-Abgabe bzw. CO₂-bezogenen Energiebesteuerung für fossile Energieträger (Erdgas / Erdöl) ist zu empfehlen. Die Einführung einer CO₂-Abgabe ist verfassungsrechtlich als Modifikation einer bestehenden Steuer generell nach Ansicht der Autoren zulässig.

Die dezentrale und zentrale Wärmepumpe (WP) für Haushalte, Gewerbe, in der Fernwärme sowie in der Industrie ist die Schlüsseltechnologie zur effizienten Erhöhung des EE-Anteils im Wärmesektor. Der Anteil der Wärmepumpen sollte kontinuierlich gesteigert werden.

Durch die Schlüsseltechnologie Elektrodenkessel (PtH) in Industrie und Fernwärme werden erst langfristig bei sehr hohem EE-Stromanteil hohe Anteile am Wärmemarkt erschlossen.

Für die Marktdurchsetzung der elektrischen Wärmepumpen und PtH ist es empfehlenswert einerseits von Stromkostenbestandteilen befreit werden und zum anderen staatlich stärker gefördert werden.

Um das Flexibilitäts-Potenzial zu heben, sind regulatorische Maßnahmen wie die Einführung dynamischer Umlagen (z.B. EEG) auch für dezentrale flexible Verbraucher wie Wärmepumpen zu empfehlen. Zusätzlich kann dadurch technologieoffen die effiziente Verwendung von EE-Strom ermöglicht und sektorenübergreifend die Markteffizienz erhöht werden.

Eine verfassungskonforme Ausgestaltung der dynamischen EEG-Umlage ist möglich.

Vorschläge für die Kurz- und Mittelfristperspektive

Expertenkommission Monitoring Energiewende, November 2015

18. Damit die neuen Technologien als Nachfrager nach erneuerbarer Elektrizität am Markt auftreten (dies ist Ziel der stärkeren intersektoralen Kopplung), müssten die Betreiber von Stromnetzentgelten und Umlagen entlastet werden, in dem z. B. für eingesetzten Strom aus regenerativen Anlagen, der nicht nach EEG vergütet wird, auch keine EEG-Umlage anfällt. Es stellt sich demnach die Frage, in welcher Höhe die Betreiber dieser Technologien zu entlasten sind bzw. wie die Kosten für die Erzeugung und die Bereitstellung von erneuerbarer Elektrizität den verschiedenen Sektoren zugeordnet werden sollen.

19. In der wirtschafts- und energiewirtschaftlichen Literatur findet sich ein Konzept, welches die Frage nach der optimalen Kostenaufteilung beantworten kann, die sogenannte Ramsey-Regel (Erdmann und Zweifel, 2008; Kapitel 6.3.1). Ausgangspunkt ist ein Erzeuger, der ein Produkt (Elektrizität) auf verschiedenen Märkten verkauft (traditionelle Industriekunden, Kleinverbraucher sowie die Betreiber von Power-to-Heat- und Power-to-X-Anlagen). Unter der Bedingung, dass die Durchschnittskosten der Elektrizitätsbereitstellung gedeckt werden müssen, besagt die Ramsey-Regel, dass der Elektrizitätspreis zwischen verschiedenen Sektoren differenzieren soll, und zwar dergestalt, dass Sektoren mit einer unelastischen Nachfrage stärker zur Finanzierung der Gesamtkosten herangezogen werden sollen als Sektoren, die elastisch auf Preisänderungen reagieren. Wird entsprechend vorgegangen, kommt dies dem gesamtwirtschaftlichen Wohlfahrtsoptimum am nächsten.

Vorschläge für die Kurz- und Mittelfristperspektive

Entwurf Novellierung EnWG, Juni 2016

§ 13 wird wie folgt geändert:

a) Nach Absatz 6 folgender Absatz 6a eingefügt:

„(6a) Die Betreiber von Übertragungsnetzen können mit Betreibern von KWK-Anlagen vertragliche Vereinbarungen zur Reduzierung der Wirkleistungseinspeisung aus der KWK-Anlage und gleichzeitigen Lieferung von elektrischer Energie für die Aufrechterhaltung der Wärmeversorgung nach Absatz 1 Nummer 2 und Absatz 3 Satz 2 schließen, wenn die KWK-Anlage

1. technisch unter Berücksichtigung ihrer Größe und Lage im Netz geeignet ist, zur Beseitigung von Gefährdungen oder Störungen der Sicherheit oder Zuverlässigkeit des Elektrizitätsversorgungssystems aufgrund von Netzengpässen im Höchstspannungsnetz effizient beizutragen,
2. vor dem 1. Januar 2017 in Betrieb genommen worden ist und
3. eine installierte elektrische Leistung von mehr als 500 Kilowatt hat.

In der vertraglichen Vereinbarung nach Satz 1 ist zu regeln, dass

1. die Reduzierung der Wirkleistungseinspeisung und die Lieferung von elektrischer Energie zum Zweck der Aufrechterhaltung der Wärmeversorgung abweichend von § 3 Absatz 2 des Kraft-Wärme-Koppelungsgesetzes und den §§ 14 und 15 des Erneuerbare-Energien-Gesetzes eine Maßnahme nach Absatz 1 Nummer 2 ist, die gegenüber den übrigen Maßnahmen nach Absatz 1 Nummer 2 nachrangig durchzuführen ist,
2. für die Reduzierung der Wirkleistungseinspeisung vom Übertragungsnetzbetreiber eine angemessene Vergütung zu zahlen ist und die Kosten für die

Lieferung der elektrischen Energie zu erstatten sind; § 13a Absatz 2 bis 4 ist entsprechend anzuwenden, und

3. die erforderlichen Kosten für die Investition für die elektrische Wärmeerzeugung vom Betreiber des Übertragungsnetzes einmalig erstattet werden.

Die Betreiber der Übertragungsnetze müssen sich bei der Auswahl der KWK-Anlagen, mit denen vertragliche Vereinbarungen nach den Sätzen 1 und 2 geschlossen werden, auf die KWK-Anlagen beschränken, die kostengünstig und effizient zur Beseitigung des Netzengpasses beitragen können. Die vertragliche Vereinbarung muss mindestens für fünf Jahre abgeschlossen werden und ist mindestens vier Wochen vor dem Abschluss der Bundesnetzagentur und spätestens vier Wochen nach dem Abschluss den anderen Übertragungsnetzbetreibern zu übermitteln. Die installierte elektrische Leistung von Wärmeerzeugern, die aufgrund einer vertraglichen Vereinbarung mit den KWK-Anlagen nach den Sätzen 1 und 2 installiert wird, darf 2 Gigawatt nicht überschreiten.“

Vorschläge für die Kurz- und Mittelfristperspektive

Entwurf Novellierung EnWG, Juni 2016

- Die Maßnahme verringert effektiv die Abregelung erneuerbarer Energien und führt den Strom einer sinnvollen Nutzung zu. Sie hat beim Redispatch eine doppelte Entlastungswirkung im Stromnetz, da elektrische Wärmeerzeuger den Strombezug erhöhen und die KWK-Anlagen ihre Stromerzeugung verringern.
- Die Maßnahme erleichtert den ÜNB das Netzengpassmanagement und erhöht die Sicherheit des Systems. Durch die Maßnahme können nun auch KWK-Anlagen im Redispatch ihre Stromerzeugung anpassen. Dadurch stehen den ÜNB mehr Redispatch-Potentiale zur Verfügung, so dass sie weniger ultima ratio-Maßnahmen nach § 13 Absatz 2 EnWG nutzen müssen.
- Der Brennstoffverbrauch und damit die CO₂-Emissionen der KWK-Anlagen werden verringert.

Fazit und Ausblick

- Das Thema Sektorkopplung hat eine kurz-/mittelfristige und eine langfristige Perspektive. Für seine Ausgestaltung sollte die Langfristperspektive den Kompass darstellen.
- Unmittelbare Folge dieser Perspektive ist der Ausbau der erneuerbaren Energien über den Bedarf des Stromsystems hinaus.
- Die Verwendung von (netzbedingten) Stromüberschüssen – Nutzen statt abregeln – steht aktuell im Fokus der Diskussion; wichtiger sind jedoch die Ansätze zur Verminderung/Vermeidung dieser Überschüsse.
- Zentrale Ansätze dafür sind die Reduzierung der Mindesterzeugung und der Netzausbau auf Übertragungsnetz- und Verteilnetzebene.
- Der aktuell konzeptionell durchdachteste Vorschlag verbindet die Verwendung von Überschüssen mit der Reduzierung der Mindesterzeugung.

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit**

uwe.leprich@uba.de

www.uba.de

Tel. +49 (0)340-2103-2081

Mobil +49 (0)172 9980735