

Für Mensch & Umwelt

Umwelt 
Bundesamt

DVGW Auftaktveranstaltung zum „Energie-Impuls“

„Transformation der Energiesysteme: Impulse für die Gaswirtschaft?“

Prof. Dr. Uwe Leprich
Leiter der Abteilung I 2 „Klimaschutz und Energie“

Berlin, 23. Mai 2017

Ziele und Bewertung der Systemtransformation

Die Zielmatrix des Energiekonzepts der Bundesregierung

	Zielsetzungen aus dem Jahr ...												
	2010	2016	2016	2016	2016	2016	2010	2014	2010	2010	2010	2010	2011
	Treibhausgas-Emissionen						Regenerative Energien		Minderung Energiebedarf				Kern-energie
	Gesamt	Energie-wirtschaft	Gebäude	Verkehr	Industrie	Land-wirtschaft	Brutto-End-energie	Strom-erzeugung	Primär-energie	Gebäude-Wärme	End-energie Verkehr	Strom-verbrauch	
2011													-41%
2015													-47%
2017													-54%
2019													-60%
2020	-40%						18%	35%	-20%	-20%	-10%	-10%	
2021													-80%
2022													-100%
2025													
2030	-55%	-61 bis -62%	-66 bis -67%	-40 bis -42%	-49 bis -51%	-31 bis -34%	30%						
2035													
2040	-70%						45%	65%					
2050	-80 bis -95%						60%	80%	-50%	-80%	-40%	-25%	
Basis-jahr	1990	1990	1990	1990	1990	1990	-	-	2008	2008	2005	2008	(2010)

Quelle: Matthes / Öko-Institut
auf der Basis der Beschlüsse von Bundesregierung und Bundestag

Ziele des KWK-Gesetzes

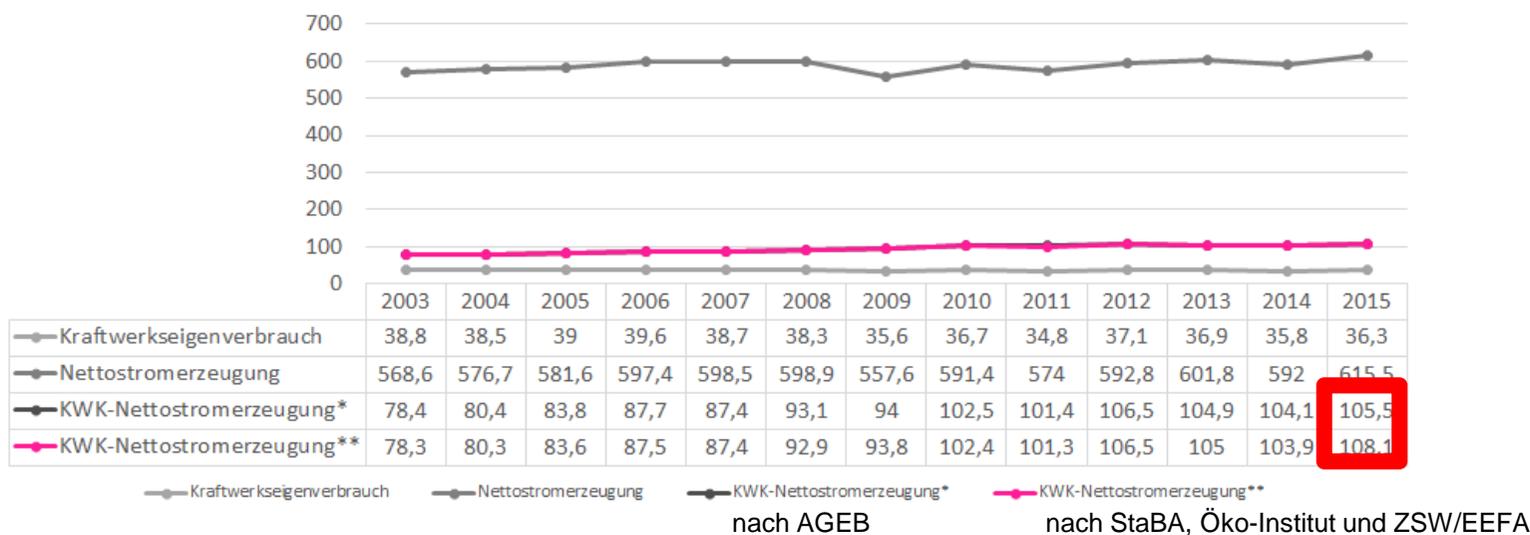
Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz - KWKG)

Abschnitt 1 Allgemeine Bestimmungen

§ 1 Anwendungsbereich

(1) Dieses Gesetz dient der Erhöhung der Nettostromerzeugung aus Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen auf 110 Terawattstunden bis zum Jahr 2020 sowie auf 120 Terawattstunden bis zum Jahr 2025 im Interesse der Energieeinsparung sowie des Umwelt- und Klimaschutzes.

Nettostromerzeugung sowie KWK-Anteil an der Stromerzeugung

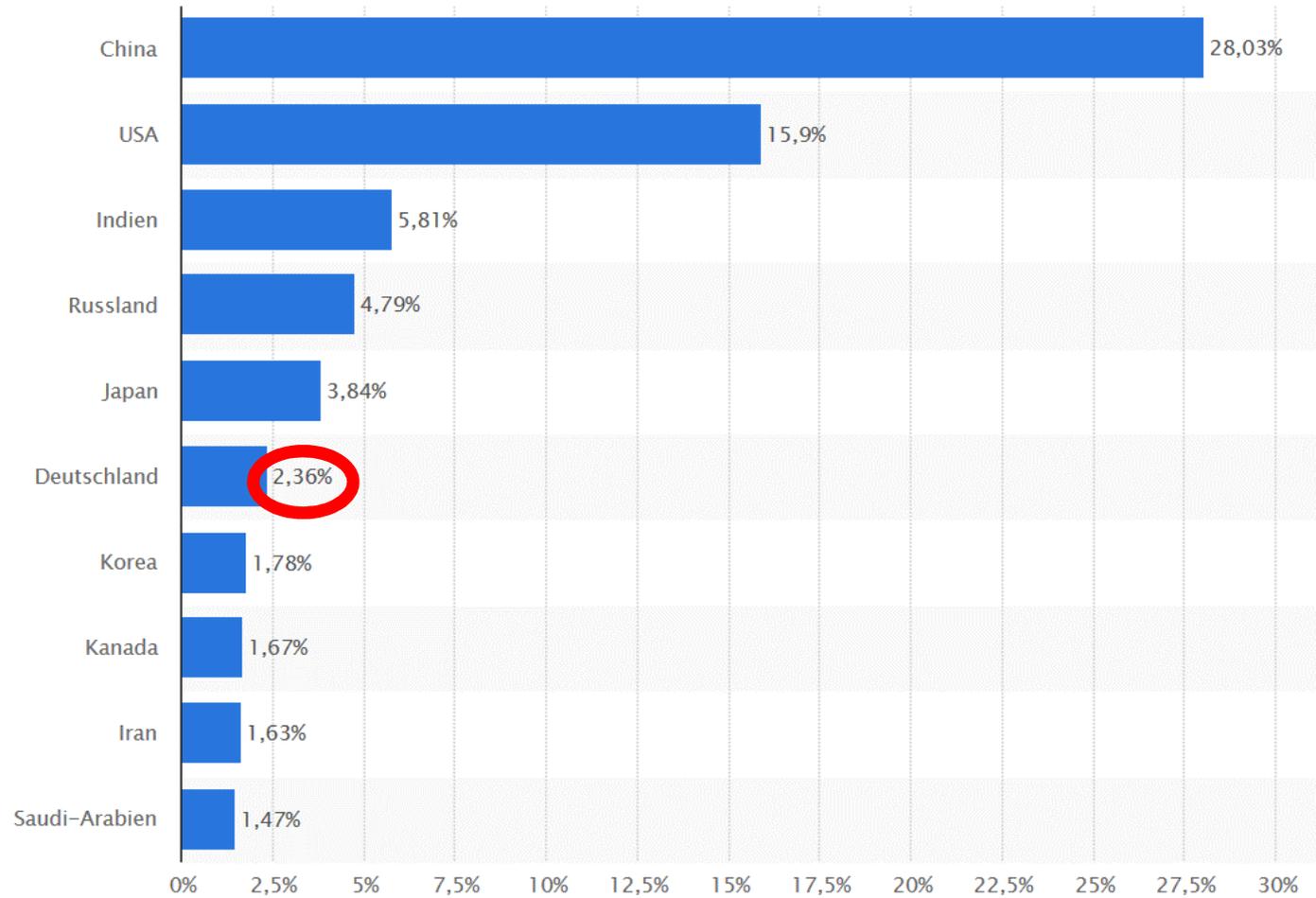


Die Sektoralziele des Klimaschutzplans 2050

	1990	2015	2015	2030	2030
Handlungsfeld	(in Mio.t CO ₂ -Äquiv.)		Änderung ggü. 1990 in %	in Mio. t CO ₂ - Äquiv.	Änderung ggü. 1990 in %
Energiewirtschaft	466,4	347,3	-25,5	175-183	62-61
Gebäude	209,7	122,0	-41,8	70-72	67-66
Verkehr	163,3	159,6	-2,3	95-98	42-40
Industrie	283,3	188,6	-33,4	140-143	51-49
Landwirtschaft	90,2	73,2	-18,8	58-61	34-31
übrige Emissionen	38,0	11,2	-70,5	5	87
Summe THG	1250,9	901,9	-27,9	543-562	56-55

Quelle: KSP 2050

Anteil an den weltweiten CO₂-Emissionen 2015



Quelle: statista.de

Ein „nachhaltiges“ Energiesystem ist ...

- dekarbonisiert
- versorgungssicher
- bezahlbar
- praktikabel
- akzeptiert
- ...
- **auch für andere Länder attraktiv und damit übertragbar**

Ein Energiesystem für Deutschland ohne Ausstrahlung auch auf andere Länder springt deutlich zu kurz!

Der Kompass für die Systemtransformation: das vollelektrische System?

Perspektivisch wachsen Strom-, Wärme- und Verkehrssystem stärker zusammen

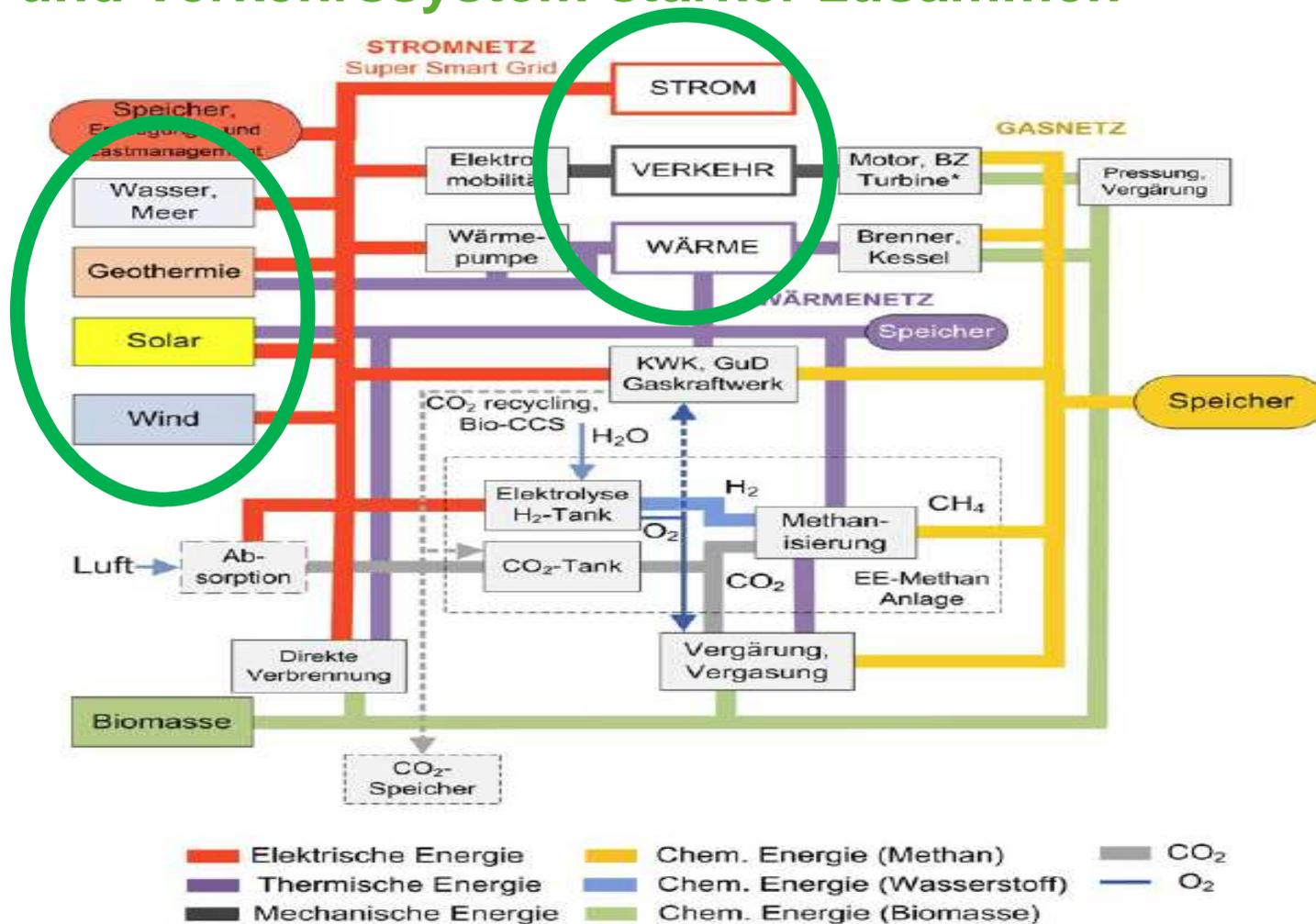
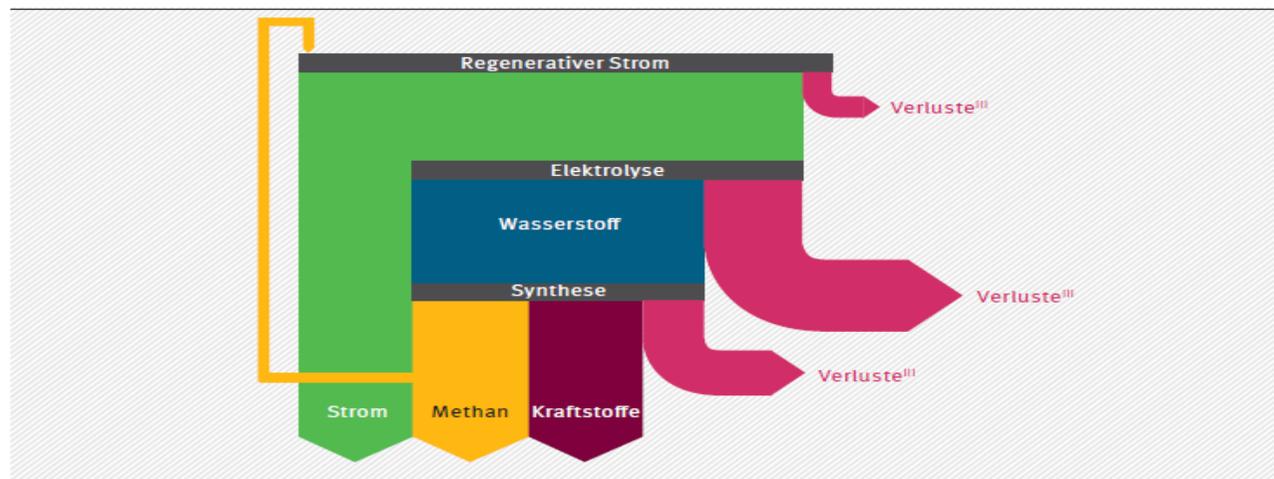


Abbildung 3.17: Struktur einer zukünftigen Energieversorgung mit erneuerbaren Energien auf Basis gekoppelter Strom-, Gas- und Wärmenetze mit EE-Methan als chemischem Energieträger und Langzeitspeicher, angelehnt an [Sternner 2009]

Quelle: Sternner 2013

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 Biomassennutzung 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	

Vier Grundpfeiler des vollelektrischen Systems

Schlüsseltechnologien des vollelektrischen Systems

direkte Stromnutzung

- elektrische Wärmepumpe (Gebäude)
- elektrische Großwärmepumpe (Wärmenetze; Industrie)
- Elektromobil
- Oberleitungs-LKW

indirekte Stromnutzung

- power-to-heat
- power-to-hydrogen
- power-to-methan
- power-to-liquid

Warum bereitet diese „Zielszenarien-Welt“ Unbehagen?

„Das Szenario diktiert die Gegenwart und setzt die Politik herab zur angewandten Zukunftsforschung. Es suggeriert, ihr bliebe nichts mehr zu gestalten, seit eine gesicherte Zukunft ihre Schatten auf die Gegenwart wirft.“

„Weil wir die Welt heute vom Ende her denken, hat sie uns nichts mehr zu sagen.“

Dieter Schnaas/Christopher Schwarz, WirtschaftsWoche vom 5. Mai 2017

Plan B: Ein System jenseits des vollelektrischen?

Ein Kompass für die Gegenwartsgestaltung

- Dynamiken zulassen und fördern
 - Dezentralität weiter entdecken
 - Innovationsräume schaffen
 - Kundenwünsche identifizieren und akzeptieren
 - breite Partizipation ermöglichen
-
- (Infra-)Strukturen nutzen
 - Lock-in-Effekte wenn möglich und sicher absehbar vermeiden

Die Transformation der Energiesysteme ist keine planwirtschaftliche Optimierungsaufgabe!

Zur Bedeutung von Systemgrenzen: zentral oder dezentral?

WIRTSCHAFT MEGAPROJEKT



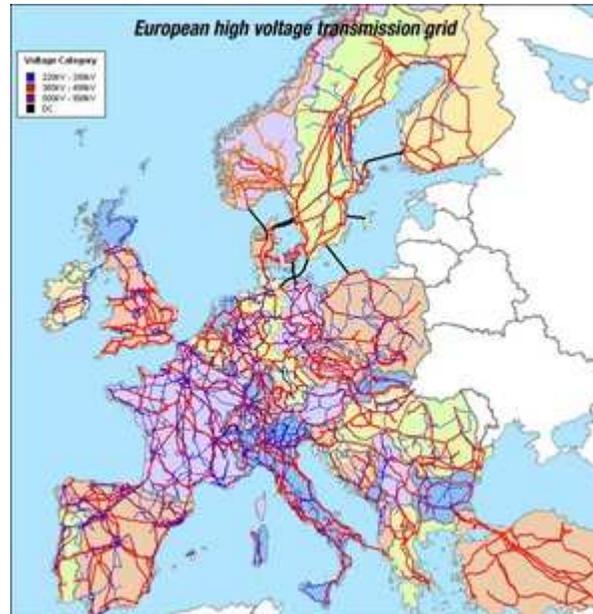
11.12.15

China plant ein Stromnetz für die ganze Welt



Foto: Infografik Die Welt

Liu sprach vom Ausbau großer Windkraftkapazitäten am Nordpol, die mit Solarparks rund um den Äquator verbunden werden sollten. Grundlage für das Netz sei die Ultrahochspannungstechnik (UHV), mit der China bereits seit rund zehn Jahren Erfahrungen sammle. Dabei werden 800.000 Volt über Gleichstromkabel oder bis zu 1,1 Millionen Volt über Wechselstromsysteme geleitet.



Europäische Kupferplatte?



Das energieautarke Haus in Lehrte/Hannover 2011
Kombination Solarthermie und Langzeitwärmespeicher mit Photovoltaik und Akku

Timo Leukfeldt



solare
Deckung
Wärme 65 %

solare
Deckung
Strom 100 %

Heiz- und
Stromkosten
ca. 200 €/a

(1 WE) 2011, Wohnfläche 162 m², KiW Effizienzhaus 55, Primärenergiebedarf 7 kWh/m²a, HWB 7.900 kWh/a, Koll. II. 46 m², 465 l 0° Südbw., Speicher 9.400 l, Zusatzheizung Stückholz (Powall OFKA 30 kW); PV Anlage 8,4 kWp + Akku 58 kWh überwiegend zur Eigennutzung

Prof. Dipl.-Ing. Timo Leukfeldt, Fernstudium Energie verbindet

Schlüsseltechnologien bzw. -investments für den Übergang zum 100% EE-System

- Gas-KWK-Anlagen (von der großen Gas-GuD-KWK-Anlage bis zur Mikro-KWK-Anlage)
- Wärmenetze als Sammelnetze
- Gasturbinen
- Elektrolyseure
- LNG-Terminals
- ...

Eine gut ausgebaute Gasnetz-Infrastruktur benötigt man auch im 100% EE-System!

„Energie-Impulse“ für die Gaswirtschaft

UBA-Studie „Roadmap Gas“



UFOPLAN 2016 – FKZ 3716 43 100 0

Roadmap Gas für die Energiewende – Nachhaltiger Klimabeitrag des Gassektors

... leider erst Mitte 2018 abgeschlossen!

Brennstoffwechsel („fuel switch“) – Optionen des „Nicht-Bedauerns“ („no regret“)

- Backup-System Strom: vollständiger Ersatz der Kohlekraftwerke, z.T. durch Gaskraftwerke
- KWK: vollständiger Ersatz der Kohle-KWK, z.T. durch Gas-KWK plus EE-Optionen
- Ölheizungen: vollständiger Ersatz durch Wärmepumpen-, KWK- und/oder Wärmenetzlösungen
- Ersatz von Benzin-/Dieselfahrzeugen durch Gasfahrzeuge: ???

Grünes Gas („content switch“) – Optionen des „Nicht-Bedauerns“ („no regret“)

- Power-to-Hydrogen: 10% und mehr Anreicherung im Erdgasnetz möglich
- Power-to-Methan: bei Netzrestriktionen Nischenlösungen möglich; signifikante Beiträge sind erst langfristig zu erwarten
- Biogas/-methan – nur sehr begrenztes Potenzial!

Neue Einsatzbereiche („modal switch“)

- virtuelle Kraftwerke (v.a. KWK-Anlagen) für die Regelenergiemärkte
- dezentrales Netzlastmanagement: dezentrale Erzeugungslösungen statt „Vergraben von Kupfer“

Dezentrales Netzlastmanagement

§14 Abs. 2 EnWG

(2) Bei der Planung des Verteilernetzausbaus haben Betreiber von Elektrizitätsverteilernetzen die Möglichkeiten von Energieeffizienz- und Nachfragesteuerungsmaßnahmen und dezentralen Erzeugungsanlagen zu berücksichtigen. Die Bundesregierung wird ermächtigt, durch Rechtsverordnung ohne Zustimmung des Bundesrates allgemeine Grundsätze für die Berücksichtigung der in Satz 1 genannten Belange bei Planungen festzulegen.

Diese Verordnungsermächtigung wurde bis heute nicht ausgefüllt; daher existiert auch keine regulatorische Absicherung der mit solchen Aktivitäten verbundenen Kosten

Neue Einsatzbereiche („modal switch“)

- virtuelle Kraftwerke (v.a. KWK-Anlagen) für die Regelenergiemärkte
- dezentrales Netzlastmanagement: dezentrale Erzeugungslösungen statt „Vergraben von Kupfer“
- Bilanzkreisausgleich: dezentraler Angebots-/ Nachfrageausgleich unter Rückgriff auf dezentral verfügbare Optionen

Bilanzkreisausgleich

§1a Strommarktgesetz

(2) Das Bilanzkreis- und Ausgleichsenergiesystem hat eine zentrale Bedeutung für die Gewährleistung der Elektrizitätsversorgungssicherheit. Daher sollen die Bilanzkreistreue der Bilanzkreisverantwortlichen und eine ordnungsgemäße Bewirtschaftung der Bilanzkreise sichergestellt werden.

(3) Es soll insbesondere auf eine Flexibilisierung von Angebot und Nachfrage hingewirkt werden. Ein Wettbewerb zwischen effizienten und flexiblen Erzeugungsanlagen, Anlagen zur Speicherung elektrischer Energie und Lasten, eine effiziente Kopplung des Wärme- und des Verkehrssektors mit dem Elektrizitätssektor sowie die Integration der Ladeinfrastruktur für Elektromobile in das Elektrizitätsversorgungssystem sollen die Kosten der Energieversorgung verringern, die Transformation zu einem umweltverträglichen, zuverlässigen und bezahlbaren Energieversorgungssystem ermöglichen und die Versorgungssicherheit gewährleisten.

§8 Stromnetzzugangsverordnung

(2) Die einzelnen Betreiber von Übertragungsnetzen sind verpflichtet, innerhalb ihrer jeweiligen Regelzone auf 15-Minutenbasis die Mehr- und Mindereinspeisungen aller Bilanzkreise zu saldieren. Sie haben die Kosten und Erlöse für den Abruf von Sekundärregelarbeit und Minutenreservearbeit sowie im Fall einer nach § 27 Absatz 1 Nummer 21a getroffenen Festlegung auch die Kosten für die Vorhaltung von Regelenergie aus Sekundärregelleistung und Minutenreserveleistung im festgelegten Umfang als Ausgleichsenergie den Bilanzkreisverantwortlichen auf Grundlage einer viertelstündlichen Abrechnung in Rechnung zu stellen. Die Preise, die je Viertelstunde ermittelt werden, müssen für Bilanzkreisüberspeisungen und Bilanzkreisunterspeisungen identisch sein. Die Abrechnung des Betreibers von Übertragungsnetzen gegenüber den Bilanzkreisverantwortlichen soll den gesamten Abrechnungszeitraum vollständig umfassen. Die Abrechnung hat spätestens zwei Monate nach dem jeweiligen Abrechnungsmonat zu erfolgen. Die Frist kann auf Antrag des Betreibers von Übertragungsnetzen von der Regulierungsbehörde verlängert werden.“

Neue Einsatzbereiche („modal switch“)

- virtuelle Kraftwerke (v.a. KWK-Anlagen) für die Regelenergiemärkte
- dezentrales Netzlastmanagement: dezentrale Erzeugungslösungen statt „Vergraben von Kupfer“
- Bilanzkreisausgleich: dezentraler Angebots-/ Nachfrageausgleich unter Rückgriff auf dezentral verfügbare Optionen

- zellulare Ansätze/Microgrids: ???

Ausblick

- Erdgas ist die **Schlüsselenergie** für den Übergang zum 100% EE-System
- KWK ist die **Schlüsseltechnologie** für die Sektorkopplung und die Optimierung dezentraler Subsysteme
- Gasturbinen sind der **Kosten-Benchmark** für die kurz- und mittelfristige Sicherung der Stromversorgung
- Ohne ein globales PtG-Angebot mit der dazu gehörigen nationalen Infrastruktur (LNG-Häfen; Gasnetze, etc.) ist ein 100% EE-System in Deutschland nicht zu schaffen

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit

Prof. Dr. Uwe Leprich

uwe.leprich@uba.de