

„Transformation des bundesdeutschen Stromsystems im Zeichen von Strommarktdesign und Sektorkopplung“

**Keynote-Vortrag auf dem Viessmann
Industrieforum**

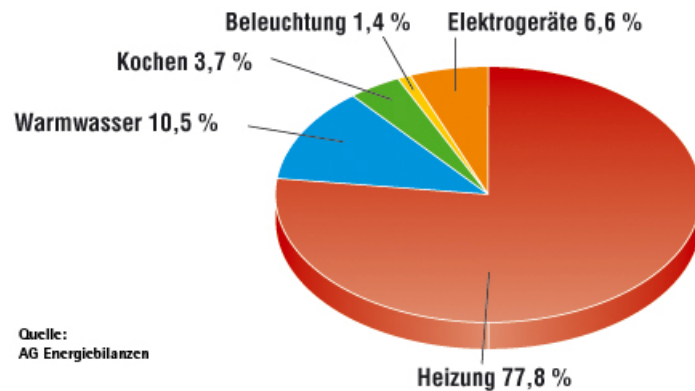
Allendorf, den 29. Oktober 2015

**Prof. Dr. Uwe Leprich
Institut für ZukunftsEnergieSysteme (IZES)**

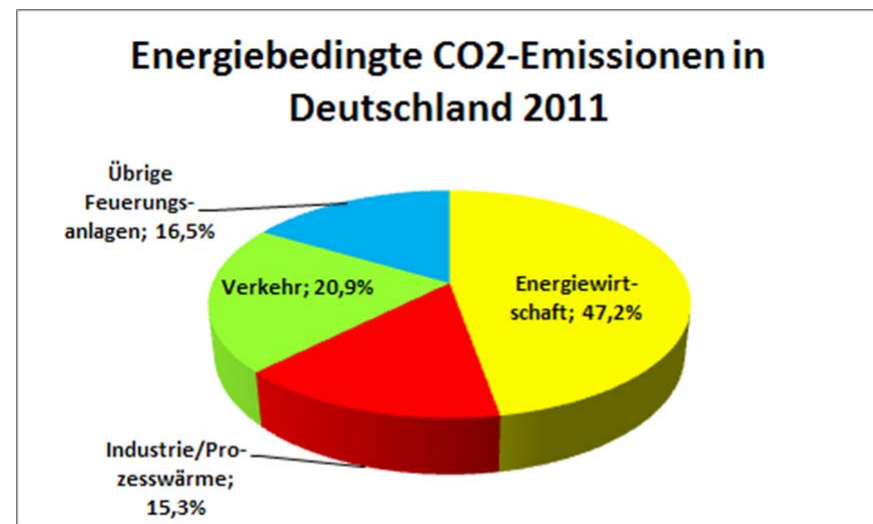
Die Stromwende als Herzstück der Energiewende

Wärme ist wichtig, Strom ist wichtiger

Endenergie privater Haushalte



CO₂-Emissionen nach Anwendungen



Quellen: AGEB; DIW

Das strompolitische Zieldreieck der Bundesregierung

40-45% Erneuerbare bis 2025

Schnitt-
stelle
Bioener-
gie

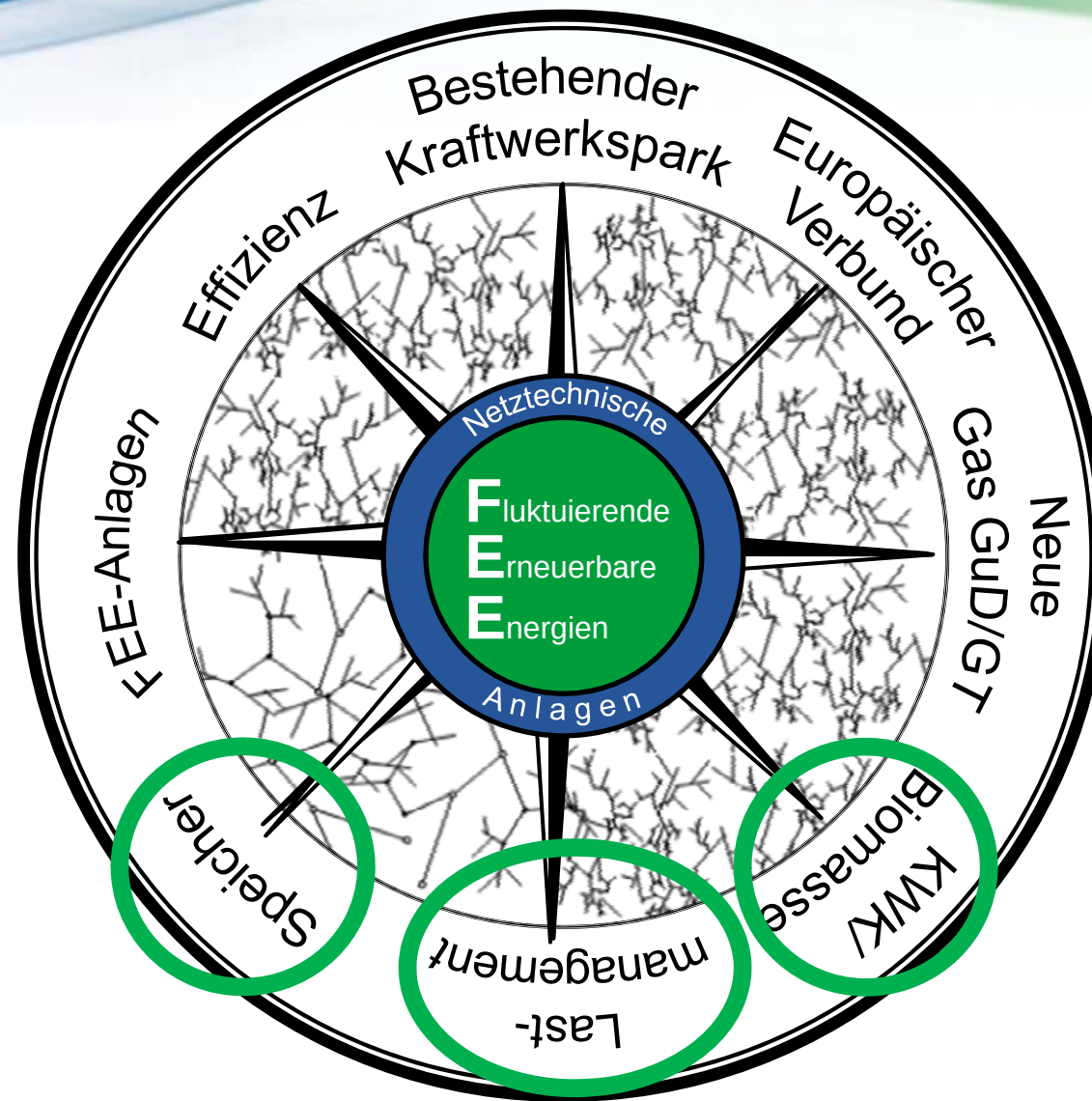
10% Reduktion bis
2020

25% KWK bis 2020

Das künftige Stromsystem



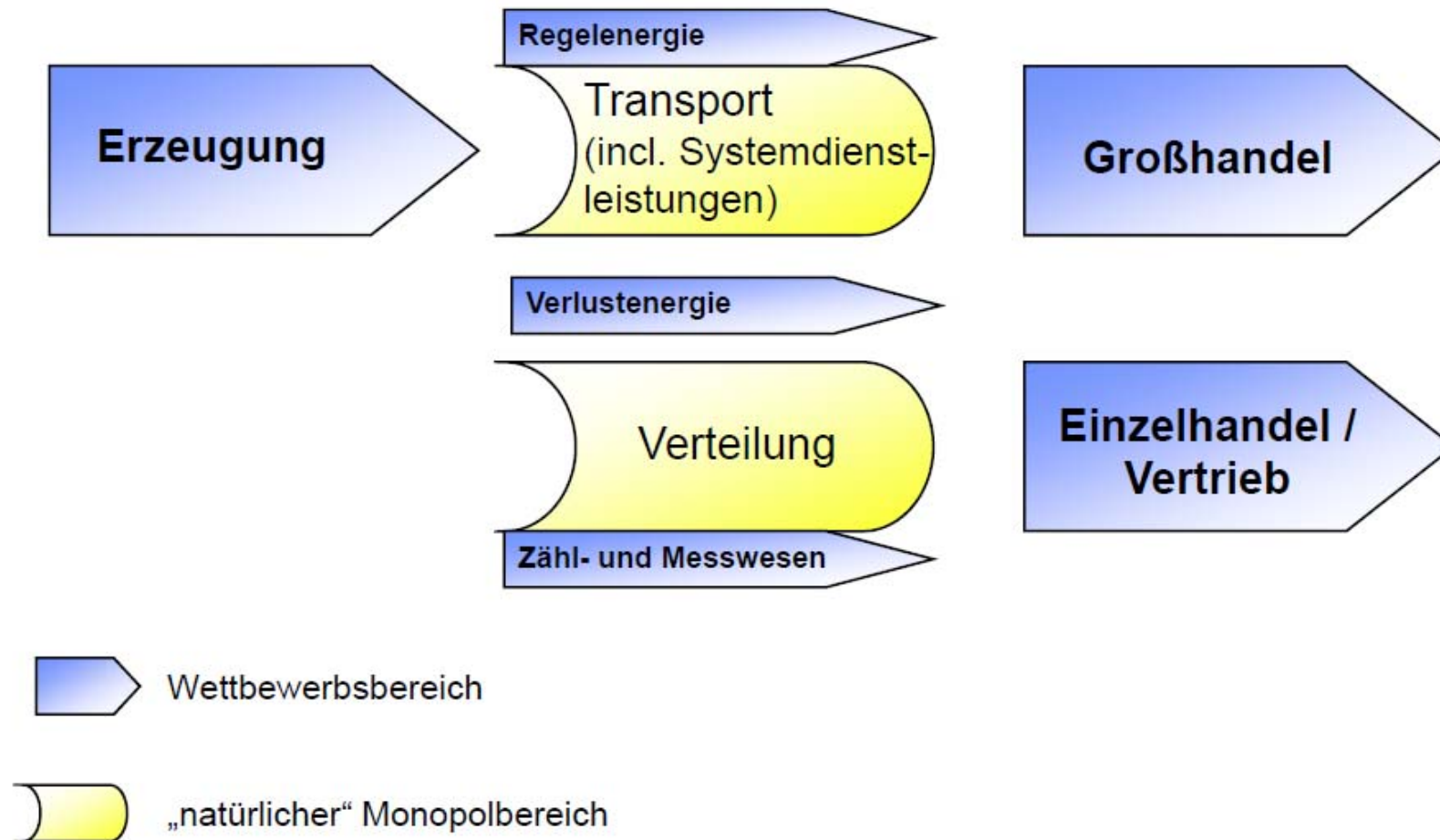
Das künftige Stromsystem



Quelle: IZES 2012

Der Kern des Strommarkt- Designs: Strom“märkte“ und Versorgungssicherheit

Der Strom“markt“ ist tatsächlich ein komplexes Stromsystem



Konkrete Inhalte des Weißbuches (1)

Übersicht über die Maßnahmen

Baustein 1 „Stärkere Marktmechanismen“: Die Maßnahmen des Bausteins 1 stärken die bestehenden Marktmechanismen. Die benötigten Kapazitäten können sich dadurch refinanzieren und der Strommarkt kann Versorgungssicherheit weiterhin gewährleisten.

- | | |
|-------------------|--|
| Maßnahme 1 | Freie Preisbildung am Strommarkt garantieren |
| Maßnahme 2 | Kartellrechtliche Missbrauchsaufsicht transparenter machen |
| Maßnahme 3 | Bilanzkreistreue stärken |
| Maßnahme 4 | Bilanzkreise für jede Viertelstunde abrechnen |

Bilanzkreistreue (1)

Stromnetzzugangsverordnung §8 (Entwurf): Abrechnung von Regelenenergie

- (1) Betreiber von **Übertragungsnetzen** müssen die **Kosten** für Primärregelleistung und -arbeit, für die Vorhaltung von Sekundärregelleistung und Minutenreserveleistung sowie weiterer beschaffter und eingesetzter Regelenenergieprodukte als eigenständige Systemdienstleistungen den Nutzern der Übertragungsnetze **in Rechnung stellen**, soweit nicht die Bundesnetzagentur durch Festlegung nach § 27 Absatz 1 Nummer 21a die Kosten für denjenigen Teil der Vorhaltung von Regelenenergie aus Sekundärregelleistung und Minutenreserveleistung, der durch das Verhalten der Bilanzkreisverantwortlichen in ihrer Gesamtheit verursacht wird, zur Abrechnung über die Ausgleichsenergie bestimmt. ...

Bilanzkreistreue (2)

(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.

Bilanzkreisverantwortliche bekommen einen verstärkten Anreiz, DSM beim kurzfristigen Bilanzkreisausgleich zu berücksichtigen

Konkrete Inhalte des Weißbuches (2)

Baustein 3 „Zusätzliche Absicherung“: Die Maßnahmen des Bausteins 3 sichern die Stromversorgung zusätzlich ab.

Maßnahme 18 Versorgungssicherheit überwachen

Maßnahme 19 Kapazitätsreserve einführen

Maßnahme 20 Netzreserve weiterentwickeln

„Die Hosenträger zum Gürtel“

Versorgungssicherheit im Strommarktgesetz (1)

1. **Wir vertrauen dem Markt:** §1a - (1) Der Preis für Elektrizität bildet sich nach wettbewerblichen Grundsätzen frei am Markt. Die Höhe der Strompreise am Großhandelsmarkt wird regulatorisch nicht beschränkt. → Preisspitzentheorie

Versorgungssicherheit im Strommarktgesetz (2)

2. So ganz vertrauen wir dem Markt aber denn doch nicht:

- §13a Stilllegung von Erzeugungsanlagen; **Netzreserve**; Die Netzreserve wird gebildet aus 1. vorläufig stillgelegten systemrelevanten Anlagen, 2. systemrelevanten Anlagen, bei denen eine vorläufige oder endgültige Stilllegung zu besorgen ist, und 3. neu zu errichtenden Anlagen. Ab dem Winterhalbjahr 2021/2022 besteht ein Bedarf für bis zu **zwei Gigawatt** neu zu errichtende Erzeugungsanlagen.

Versorgungssicherheit im Strommarktgesetz (3)

2. So ganz vertrauen wir dem Markt aber denn doch nicht: (Forts.)

- §13d **Kapazitäts- und Klimareserve** (für die Leistungserbringung ab dem Winterhalbjahr 2019/2020 eine Reserveleistung von [1,7] Gigawatt (**Kapazitätsreserve**), für die Leistungserbringung ab dem Winterhalbjahr 2016/ 2017 eine installierte Nettoleistung von [0,9] Gigawatt (**Klimareserve**))

Zwischenbilanz Entwurf Strommarktgesetz

- Angesichts von aktuell rund 60 GW Überkapazitäten in D plus benachbarten Ländern wäre die Einführung eines allgemeinen Kapazitätsmarktes verfehlt gewesen
- Das Vertrauen in den Markt wird durch die Verlängerung und Erweiterung der Netzreserve sowie durch die Einführung einer zusätzlichen Kapazitäts- und Klimareserve relativiert; das ist auch gut so
- Die Klimareserve eröffnet alten schmutzigen Braunkohlekraftwerken einen weiteren Zahlungsstrom; das ist absurd
- Die Möglichkeiten der Übertragungsnetzbetreiber als zentrale Akteure für die Sicherung der Versorgung werden erweitert und regulatorisch abgesichert; das ist folgerichtig und pragmatisch

Vernetzungen zwischen dem Strom- und dem Wärmesystem als Flexibilitätsoptionen: Sektorkopplung

Perspektivisch wachsen Strom-, Wärme- und Verkehrssystem stärker zusammen

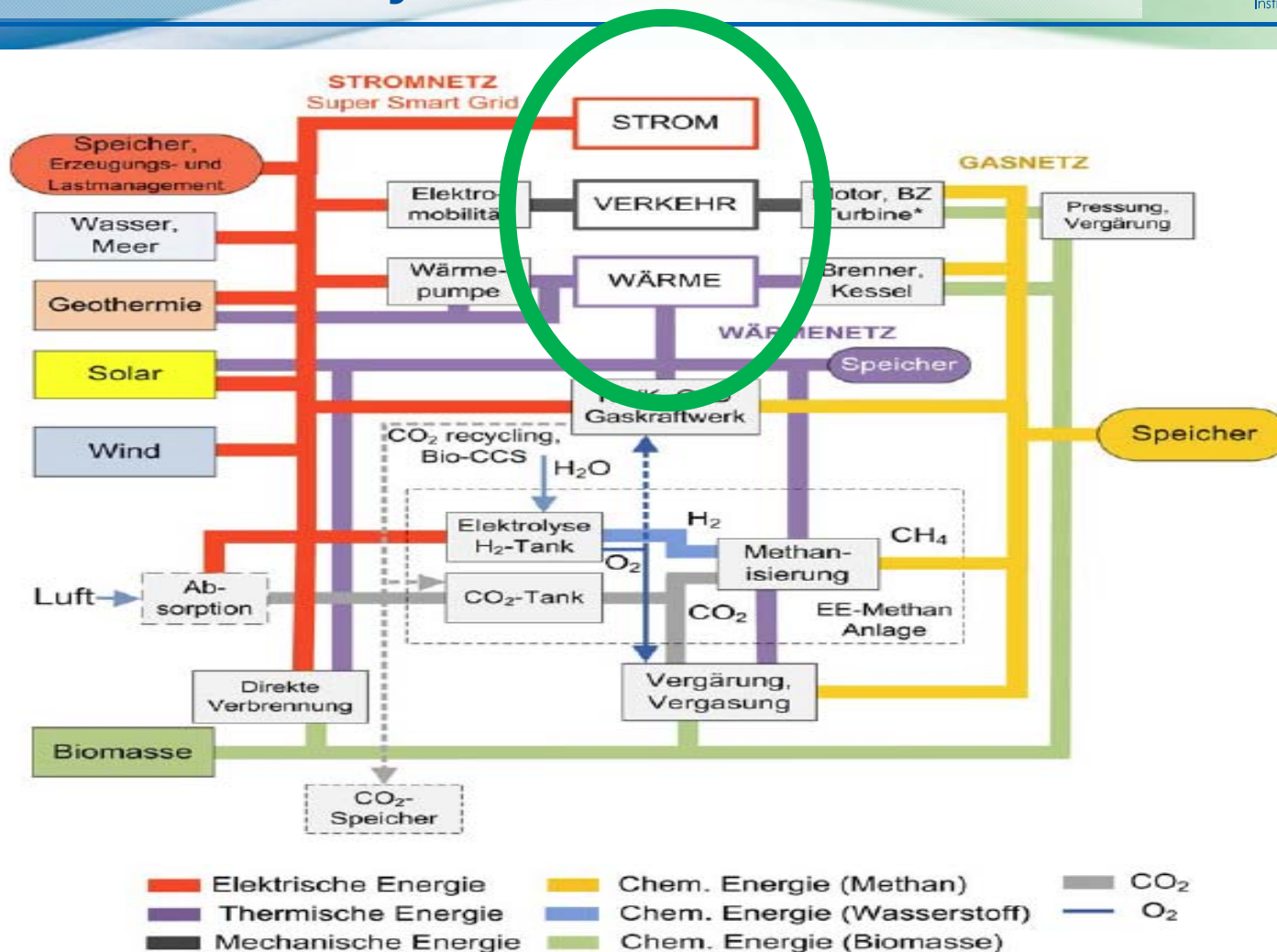


Abbildung 3.17: Struktur einer zukünftigen Energieversorgung mit erneuerbaren Energien auf Basis gekoppelter Strom-, Gas- und Wärmenetze mit EE-Methan als chemischem Energieträger und Langzeitspeicher, angelehnt an [Sternier 2009]

Quelle: Sternier 2013

Konkrete Inhalte des Weißbuchs (3)

Baustein 2 „Flexible und effiziente Stromversorgung“: Die Maßnahmen des Bausteins 2 optimieren die Stromversorgung europäisch und national. Sie sorgen damit für einen kosteneffizienten und umweltverträglichen Einsatz der Kapazitäten.

- Maßnahme 5 Weiterentwicklung des Strommarktes europäisch einbetten
- Maßnahme 6 Regelleistungsmärkte für neue Anbieter öffnen
- Maßnahme 7 Zielmodell für staatlich veranlasste Preisbestandteile und Netzentgelte entwickeln
- Maßnahme 8 Besondere Netzentgelte für mehr Lastflexibilität öffnen
- Maßnahme 9 Netzentgeltsystematik weiterentwickeln
- Maßnahme 10 Regeln für die Aggregation von flexiblen Stromverbrauchern klären
- Maßnahme 11 Verbreitung der Elektromobilität unterstützen
- Maßnahme 12 Vermarktung von Netzersatzanlagen ermöglichen
- Maßnahme 13 Smart Meter schrittweise einführen
- Maßnahme 14 Netzausbaukosten durch Spitzenkappung von EE-Anlagen reduzieren
- Maßnahme 15 Mindesterzeugung evaluieren
- Maßnahme 16 Kraft-Wärme-Kopplung in den Strommarkt integrieren
- Maßnahme 17 Mehr Transparenz über Strommarktdaten schaffen

Passivhäuser ante Portas?

DIE WELT



DIE WELT Digital

Jetzt kostenlos testen!

GELD HAUSSANIERUNG



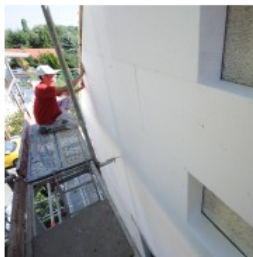
29.03.13

Die große Lüge von der Wärmedämmung

Wer Dämmplatten an seine Fassade klebt, spart Heizkosten – glauben viele. Doch die Rechnung geht nicht auf. Eine Studie zeigt: Die Kosten der Sanierung übersteigen die Einsparungen. Und zwar deutlich.

Forum: Wirtschaft

Klimapaket: Koalition stoppt Steuerbonus für Gebäudesanierung



picture alliance / dpa

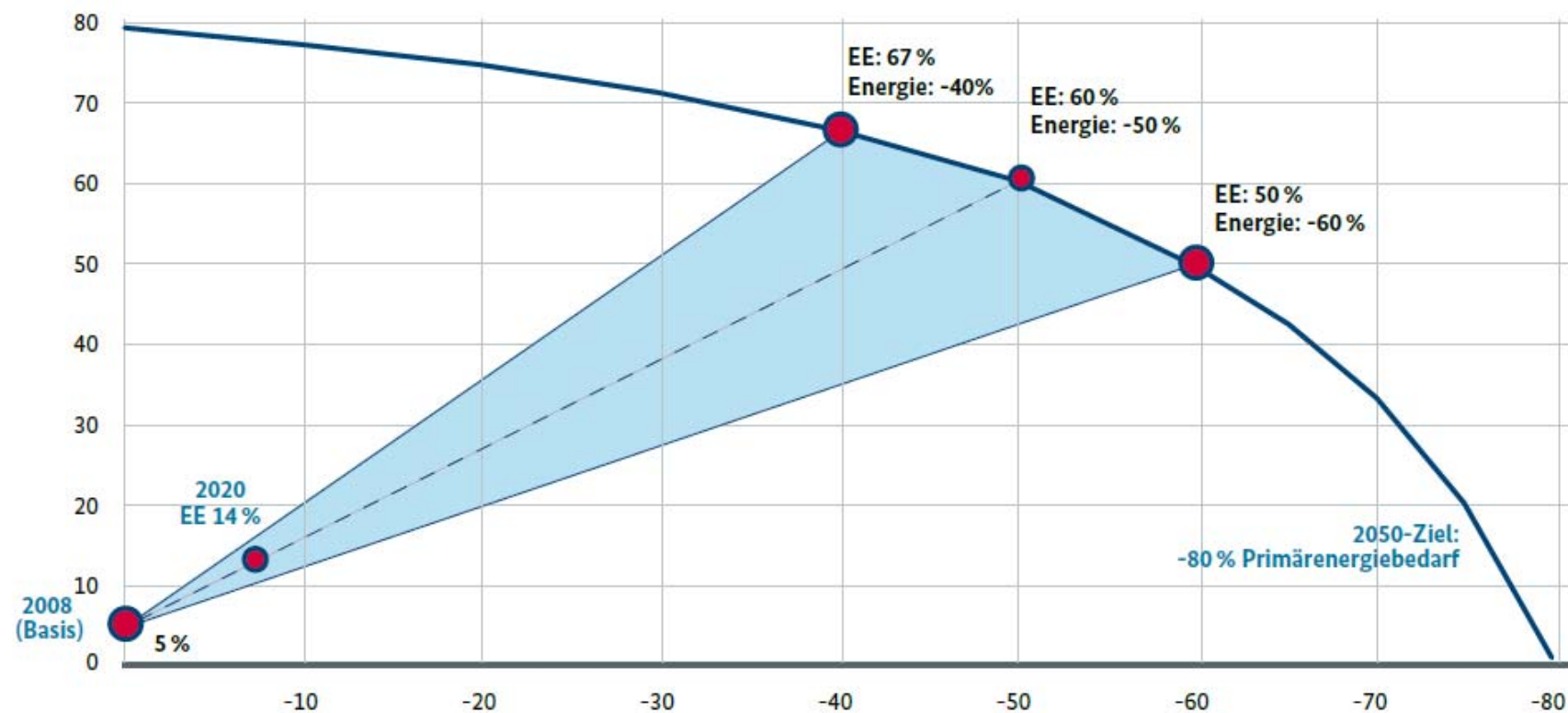
Das Finanzamt sollte beim Energiesparen helfen, das hatten Bund und Länder im Dezember beschlossen. Doch nun hat die Koalition das milliardenschwere Klimapaket gestoppt.



#71 26.02.2015, 17:12

Neue Balance im Wärmesektor?

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



Quelle: BMWi 2014

BMWi-Referenzprognose 2014 (Raumwärme)

Tabelle 4.4.2.2-3: Entwicklung von Wohnfläche in Mio. m² und Beheizungsstruktur in %, 2011 – 2050. Vergleich von Referenzprognose/Trendszenario und Zielszenario

Wohnfläche (Mio. m ²)	2011	Referenzprognose			Trendszenario		Zielszenario				
		2020	2025	2030	2040	2050	2020	2025	2030	2040	2050
insgesamt	3.720	3.872	3.931	3.983	4.033	3.983	3.872	3.931	3.983	4.033	3.983
bewohnt	3.589	3.744	3.807	3.858	3.915	3.860	3.745	3.808	3.859	3.914	3.860
davon in EZFH	2.167	2.289	2.340	2.384	2.435	2.424	2.289	2.340	2.384	2.435	2.424
davon in MFH/NWG*	1.422	1.456	1.467	1.473	1.480	1.435	1.456	1.467	1.473	1.480	1.435
Beheizungsstruktur	2011	2020	2025	2030	2040	2050	2020	2025	2030	2040	2050
Heizöl	28%	21%	19%	17%	13%	11%	19%	15%	11%	6%	2%
Erdgas	50%	51%	50%	49%	47%	45%	50%	46%	42%	34%	26%
Biogas	0%	1%	2%	3%	5%	6%	2%	3%	4%	6%	7%
Kohle	1%	1%	1%	1%	0%	0%	1%	1%	0%	0%	0%
→ Strom konventionell	4%	3%	3%	2%	2%	1%	3%	2%	2%	1%	0%
Holz	3%	5%	5%	6%	7%	8%	6%	7%	9%	12%	16%
→ Fernwärme	11%	12%	12%	13%	13%	12%	12%	12%	12%	12%	12%
Solarthermie	0%	1%	1%	1%	2%	3%	1%	1%	2%	3%	5%
→ Wärmepumpen	2%	5%	7%	9%	12%	14%	8%	12%	17%	25%	33%
ohne Heizung	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

*NWG = Nicht-Wohngebäude
Quelle: Prognos/EWI/GWS 2014

a) Kraft-Wärme-Kopplung

KWK-Entwicklung 2005-2013

Tabelle 47: Entwicklung der KWK-Nettostromerzeugung im Zeitraum 2005 bis 2013

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Nettostromerzeugung	582	597	599	599	558	591	574	591	595
KWK-Nettostromerzeugung	82,4	86,9	86,5	89,2	89,2	97,0	94,1	95,1	96,4
Allgemeine Versorgung	51,5	54,0	51,9	53,8	50,5	53,3	50,9	51,1	49,7
Steinkohlen	13,7	12,4	11,1	11,2	11,6	13,3	12,1	12,8	13,7
Braunkohlen	3,8	3,7	3,7	3,8	3,7	4,2	4	4,2	4,5
Mineralöl	0,7	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2	0,3	0,1	0,1
Gas	31,4	35,1	34,1	35,3	31,2	31,5	30	28,9	25,8
Erneuerbare	0,4	0,5	0,6	0,9	1,2	1,3	1,5	1,7	2,2
Sonstige	1,6	2,1	2,3	2,5	2,6	2,8	2,9	3,3	3,4
Industrielle KWK-Erzeugung	25,6	25,8	25,8	25,7	26,6	29,8	28,4	28,3	29,7
KWK-Anlagen unter 1 MWel	2,1	2,2	2,4	2,7	2,9	3,3	3,8	4,5	4,9
Biogene KWK*	3,2	4,9	6,4	7,0	9,2	10,6	10,9	11,2	12,0
Anteil KWK in % (bezogen auf die Nettoerzeugung)	14,2%	14,5%	14,4%	14,9%	16,0%	16,4%	16,4%	16,1%	16,2%
*Biogene Anlagen, die nicht in der Statistik der Allgemeinen Versorgung oder Industrie enthalten sind									

Quelle: Stabu 2014, Monatsberichte E-Versorgung 2014, Öko-Institut 2014

Tabelle 44: KWK-Stromerzeugungspotenzial, in TWh

		2020	2030	2040	2050
Gesamt	betriebswirtschaftlich bzw. Basisvariante	k. A. ¹	170	173	173
Fernwärme-KWK	betriebswirtschaftlich	k. A. ¹	113	113	113
Objekt KWK	betriebswirtschaftlich	14	14	14	14
Industrie KWK	Basisvariante	38	43	46	46
Gesamt	volkswirtschaftlich bzw. ambitionierte Variante	k. A. ¹	238	243	244
Fernwärme-KWK	volkswirtschaftlich	k. A. ¹	182	182	182
Objekt KWK	volkswirtschaftlich	3	3	3	3
Industrie KWK	Ambitionierte Variante	45	53	58	59

¹ Die Fernwärme-KWK-Potenziale können frühestens nach dem Ersatz aller Bestandsheizungen in vollem Umfang realisiert werden

Quelle: Prognos, IFAM, IREES

KWK

- als Gas-KWK
- flexibel
- dezentral
- vernetzt
- tendenziell strom-/marktorientiert

ist systemisch gesehen eine optimale Ergänzung der fluktuierenden erneuerbaren Energien, solange wir nicht auf die Zielgerade zum 100% EE-System einbiegen

Ökonomisch ist sie ein Auslaufmodell, wenn auch mittelfristig die (Braun-)Kohlekraftwerke im System verbleiben sollten

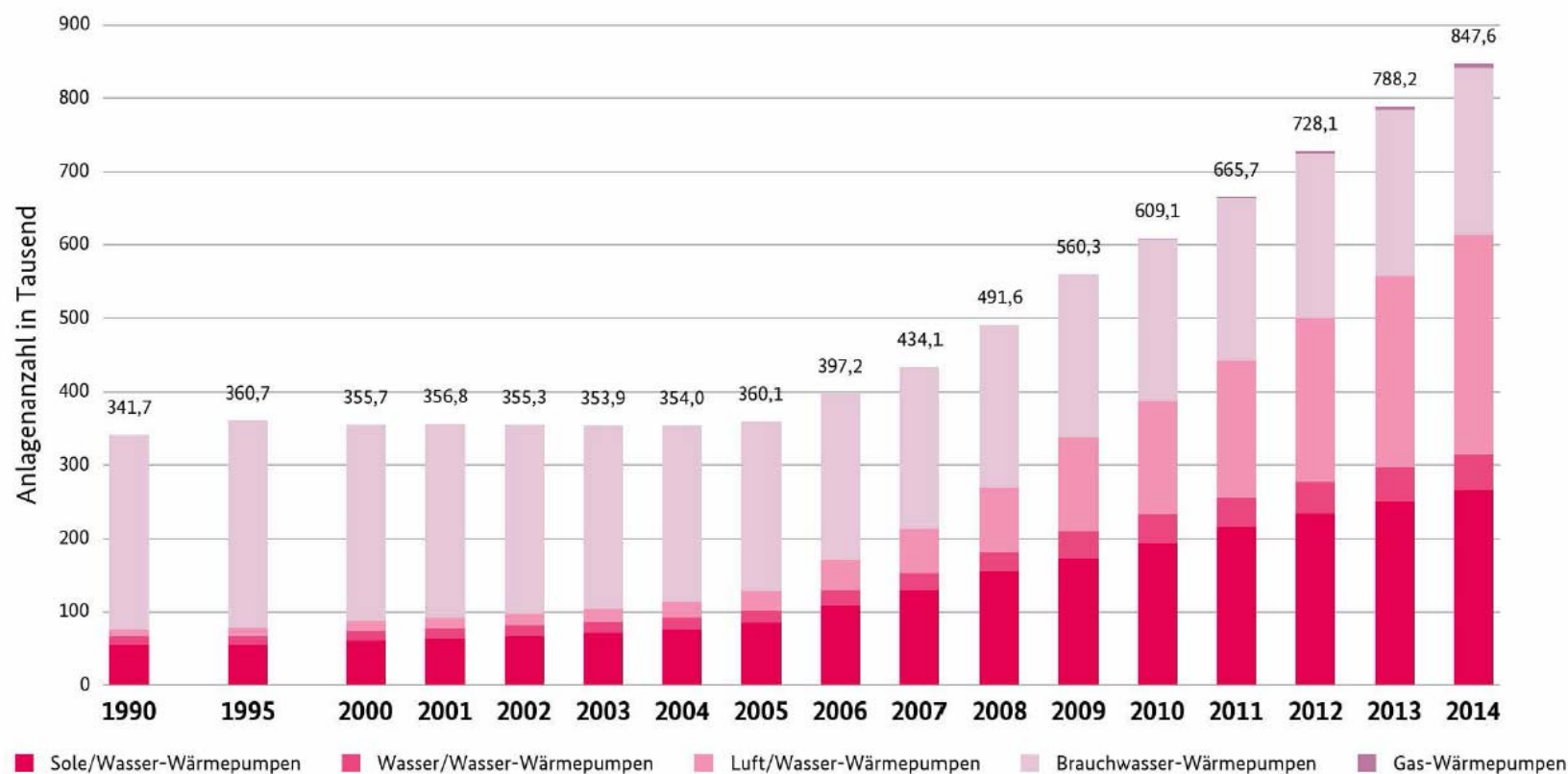
- Ausbau der KWK in Deutschland wird quasi gestoppt, es geht nur noch
 - um Bestandssicherung / Bestandsersatz
 - um die Ablösung der Kohle- durch Gas-KWK
- KWK soll zunehmend als Flexibilitätsoption zur Ergänzung der FEE-Anlagen dienen
 - Pflicht zur Direktvermarktung ab 100 kW (§4,1)
 - Aussetzung der Zuschlagszahlungen bei Börsenpreisen < 0 (§7,8)
 - Zuschlagszahlungen für Wärme- und Kältespeicher (Abschnitt 5)

Die KWK-Novelle ist geprägt von der Vorstellung einer Passivhaus-Welt als Königsweg für den Wärmesektor

b) Elektrische Wärmepumpen

Verbreitung der Wärmepumpen

Entwicklung der Anzahl installierter Wärmepumpen in Deutschland



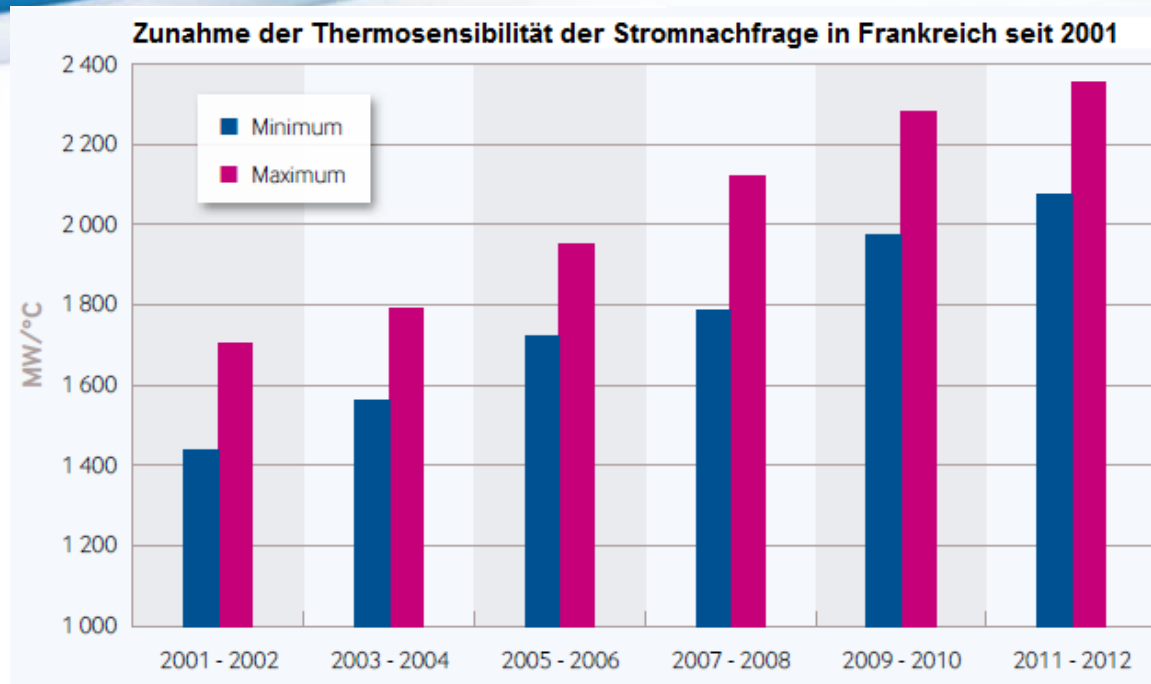
Quelle: AGEE 2015

BMWi auf Basis Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat); Stand: Februar 2015; Angaben vorläufig

Effizienz und Lastauswirkungen von Wärmepumpen bei niedrigen Außentemperaturen

- Es hat sich gezeigt, dass die Arbeitszahlen von Luftwärmepumpen gerade bei niedrigen Außentemperaturen weit unter den Jahresarbeitszahlen liegen können und diese wiederum deutlich unter den Effizienzangaben der Hersteller.
- Neben der Jahresarbeitszahl sollte bei einer energiewirtschaftlichen und ökologischen Bewertung von Wärmepumpen die Temperaturabhängigkeit der Lastanforderung (der jeweiligen Wärmepumpentypen) betrachtet werden.
- Gerade dieses Phänomenen der Thermosensibilität (d.h. der Stromlaststeigerung pro Kelvin sinkender Außentemperatur) sollte bei der aktuellen Diskussion über den Einsatz von Wärmepumpen zum Ausgleich der FEE stärker beachtet werden.

‘Thermosensibilität’ in Frankreich



Quelle: RTE 2012, S32ff.

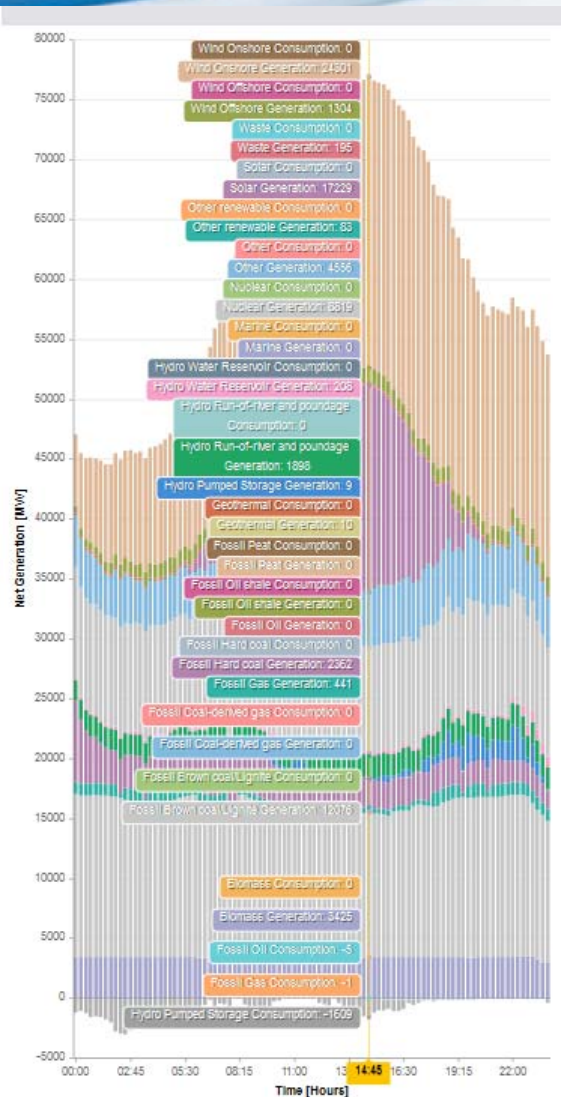
- Der französische Übertragungsnetzbetreiber RTE konstatiert seit Jahren eine steigende Stromnachfrage bei sinkenden Temperaturen.
- Dieser Wert steigt aktuell jährlich um rund 70 MW / Δ K – trotz stagnierender Installationszahlen von Stromdirektheizungen, jedoch bei einer zunehmenden Zahl v.a. von Luftwärmepumpen

**Daher: Vorsicht bei der weiteren
ungebremsten Verbreitung elektrischer
Luft-Wärmepumpen → eine sorgfältige
Analyse der Rückwirkungen auf die
Strombereitstellung steht bislang aus!**

c) Power-to-heat

Stromüberschüsse aus FEE-Erzeugung?

2. Juni 2015

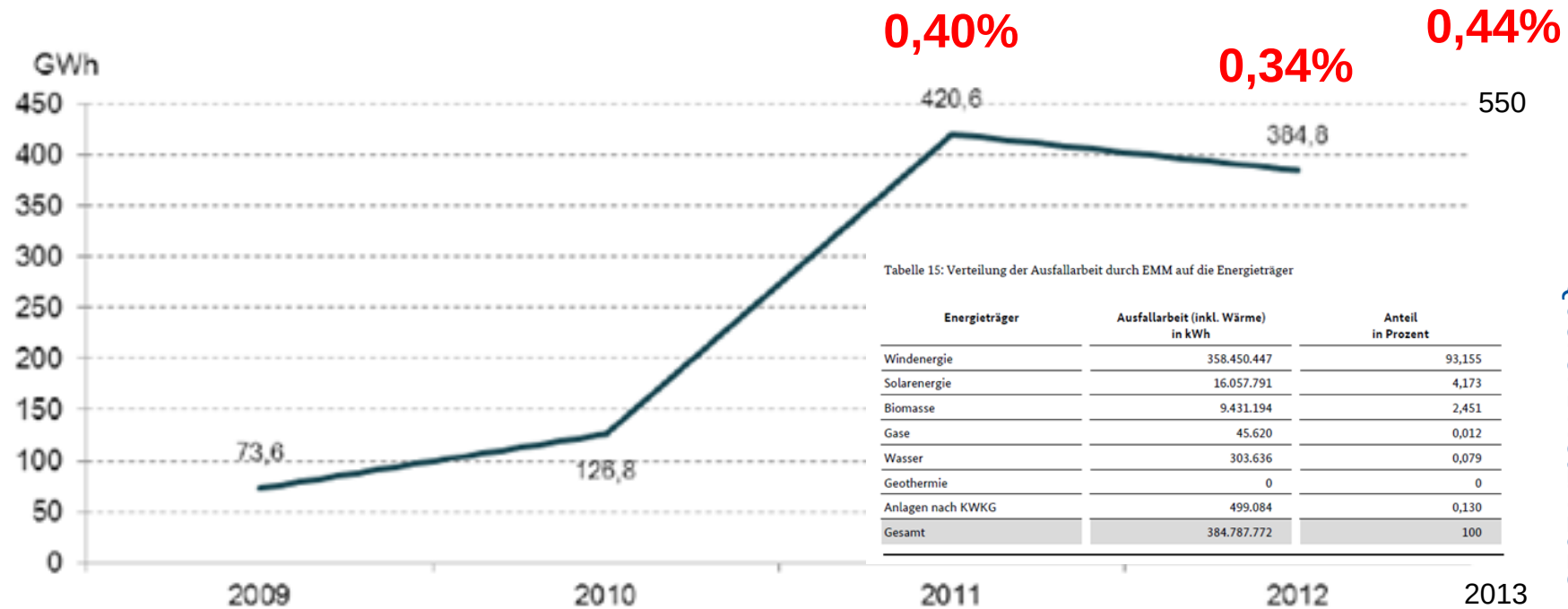


Wind Onshore	24.301
Wind Offshore	1.304
PV	17.229
Biomasse	3.425
Rest EE	2.208
	48.467
Braunkohle	12.076
Atom	8.819
Steinkohle	2.362
Sonst	5.192
	28.449
Summe	76.916

Quelle: ENTSO-E 2015

Ausfallarbeit durch Abregelung

Abbildung 23: Ausfallarbeit verursacht durch EMM in GWh

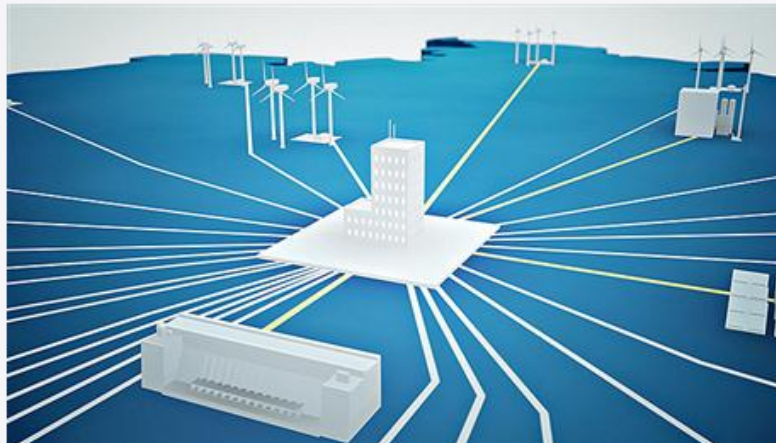


Quelle: BNetzA 2013

Können wir mit dem Strom in 2014 wirklich nichts anfangen?

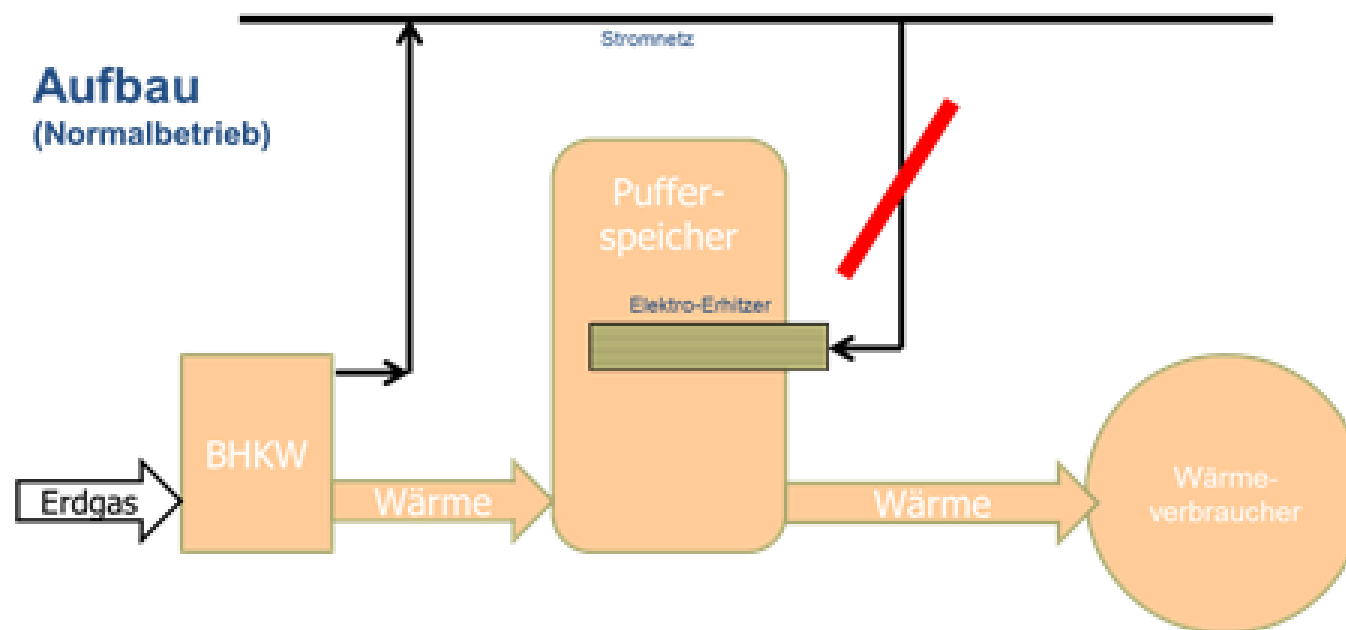
Statkraft entlastet Stromkunden um 11 Millionen Euro

14.01.2013 12:10 | Pressemitteilung



Düsseldorf, den 9. Januar 2013 – Durch die bedarfsgerechte Regelung von 40 durch Statkraft vermarktete Windparks sind die deutschen Stromkunden zwischen Weihnachten und Neujahr um rund 11 Millionen Euro entlastet worden.

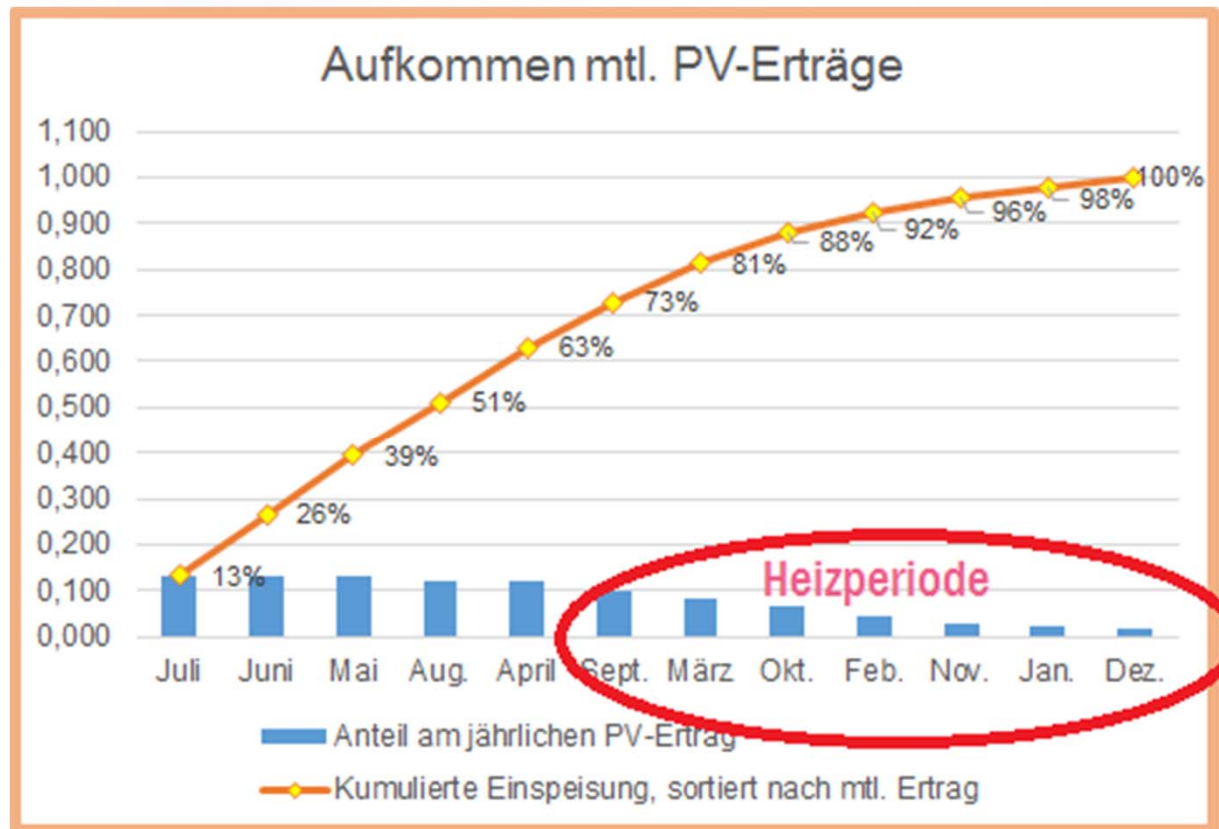
Es spricht nichts gegen den Einsatz von regenerativem Überschussstrom in bivalenten Heizsystemen



BHKW mit einem elektrischen Prozesserhitzer
im Normalbetrieb

Quelle: IZES/TSB 2014

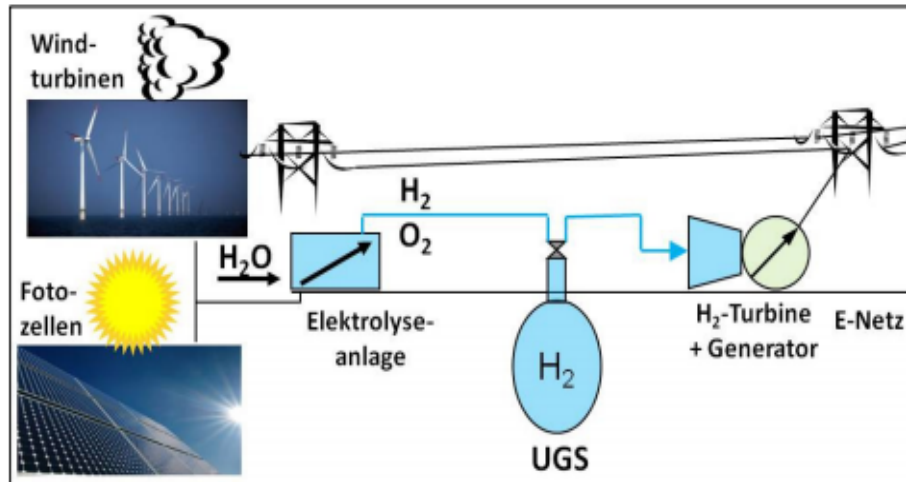
Mit PV heizen?



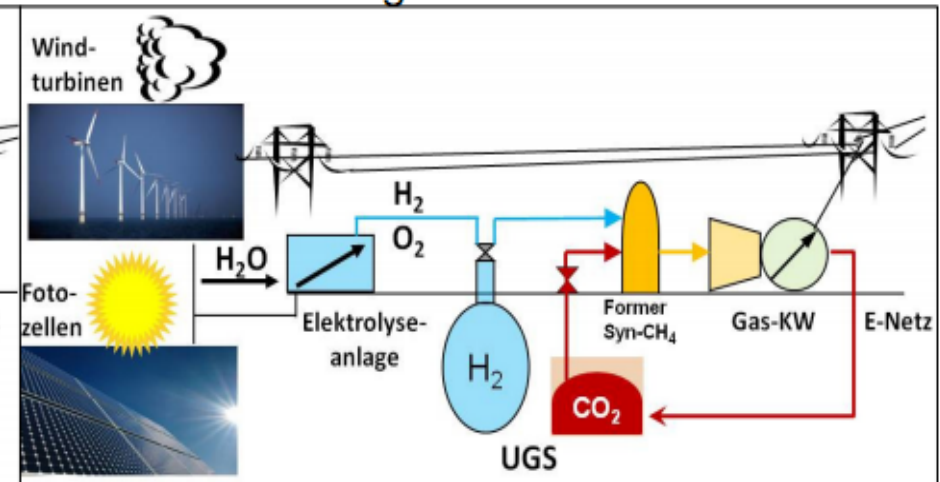
Quelle: IZES 2015

Power-to-gas? Zukunftsmusik!

1. Schritt - Wasserstofflinie



2. Schritt - Erdgaslinie



Probleme

- Direkte Nutzung von Wasserstoff benötigt neue Technologien
- Niedriger Wirkungsgrad: Strom zu Strom ca. 15 – 20 % (ohne Wärmeauskopplung)
- hohe Kosten

- Die weitere Verbreitung von elektrischen Wärmepumpen ist im Hinblick auf ihre Lastwirksamkeit sorgfältig zu analysieren
- Regenerativer Überschussstrom ist aktuell noch ein Phantom, wird aber bei weiterem Ausbau der EE ein Faktor
- Die Verwendung von Strom im Niedertemperaturwärme-Bereich ist gleichwohl die ultima ratio und nur dann vertretbar, wenn dadurch keine Kapazitätseffekte im Stromsystem induziert werden
- Kraft-Wärme-Kopplung (Gas, Biomasse) und Solarthermie sind aktuell die Königsoptionen für eine nachhaltige NT-Wärmebereitstellung

- Der Ausbau der Erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung prägt global, auf EU-Ebene und national die Transformation der Energiesysteme
- Das künftige Stromsystem auf nationaler Ebene wird geprägt von den fluktuierenden Erneuerbaren Energien Wind und Solar
- Die Diskussion zum Strommarktdesign ist geprägt von der Sorge um Versorgungssicherheit im künftigen System; Reservelösungen und Flexibilitätsoptionen sind die aktuellen Antworten auf diese Sorge
- Durch die notwendigen flankierenden Flexibilitätsoptionen wachsen das Strom- und das Wärmesystem immer stärker zusammen
- Allerdings sind insbesondere die Rückwirkungen einer stärkeren Verbreitung von Stromwärme auf das Stromsystem sehr sorgfältig zu analysieren

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

Institut für ZukunftsEnergieSysteme (IZES)

Altenkesslerstr. 17, Gebäude A1

66115 Saarbrücken

Tel. 0681 – 9762 840

Fax 0681 – 9762 850

email: leprich@izes.de

Homepage www.izes.de

- seit April 1995 Professor an der HTW in Saarbrücken, zuständig für Wirtschaftspolitik
- 1999 Mitbegründer des Instituts für ZukunftsEnergieSysteme (IZES) als An-Institut der HTW, seit 2008 Mitglied der wissenschaftlichen Leitung des IZES
- sachverständiges Mitglied der Enquete-Kommission des 14. Deutschen Bundestages 2001-2002
- seit Januar 2010 Alternate Board Member of the Agency for the Cooperation of Energy Regulators (ACER) der EU
- seit Oktober 2012 Mitglied des Beirates für nachhaltige Entwicklung des Landes Baden-Württemberg
- seit Oktober 2013 Vorsitzender des Energiebeirats Rheinland-Pfalz



Die IZES gGmbH

