

Für Mensch & Umwelt

Umwelt   
Bundesamt

### 3. VKU-GASKONFERENZ

# „Zur Rolle des Erdgases in der Transformation der Energiesysteme – Stützpfeiler oder Auslaufmodell?“

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

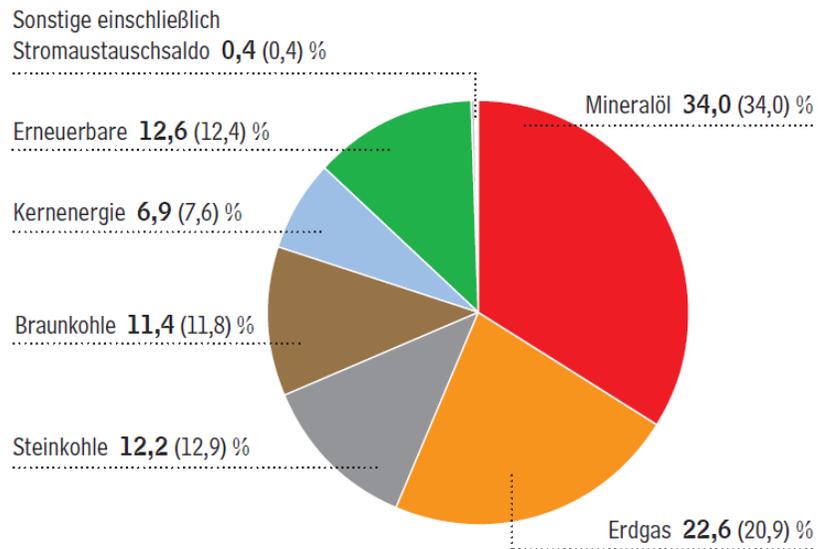
Leinfelden-Echterdingen, 30. März 2017

# Ausgangssituation: Erdgas heute

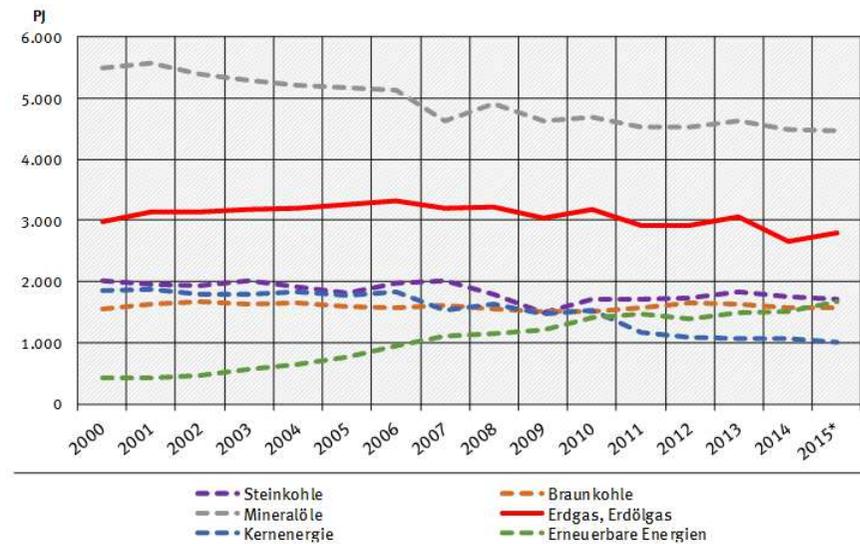
# Zur heutigen Rolle des Erdgases im Energiesystem (1)

Struktur des Primärenergieverbrauchs in Deutschland 2016  
 gesamt 13.383 PJ oder 456,7 Mio. t SKE  
 Anteile in Prozent (Vorjahr in Klammern)

**AGEB**  
 AG Energiebilanzen e.V.



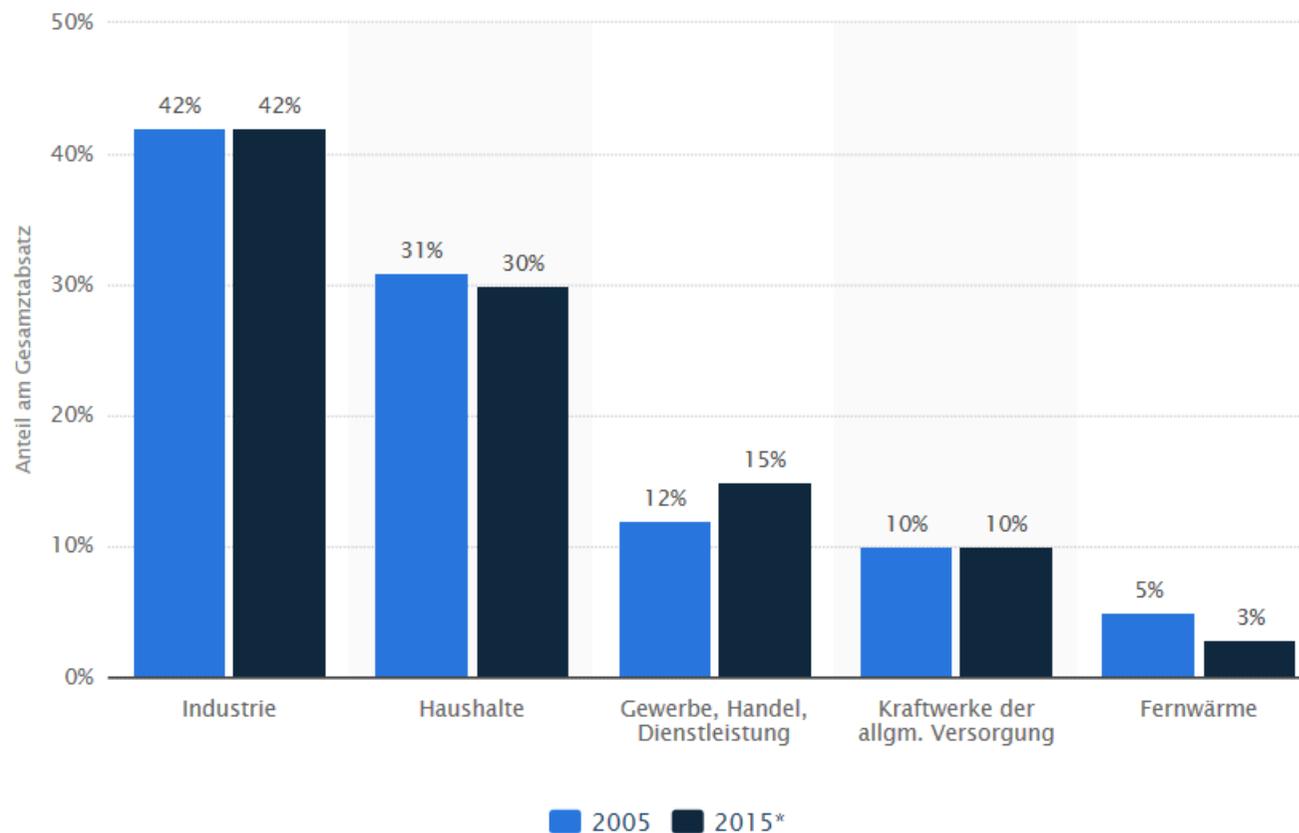
Primärenergieverbrauch in Petajoule



\* vorläufige Angaben AG Energiebilanzen e.V. (AGEB), Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland. 1990 bis 2015, Stand 07/2016

## Zur heutigen Rolle des Erdgases im Energiesystem (2)

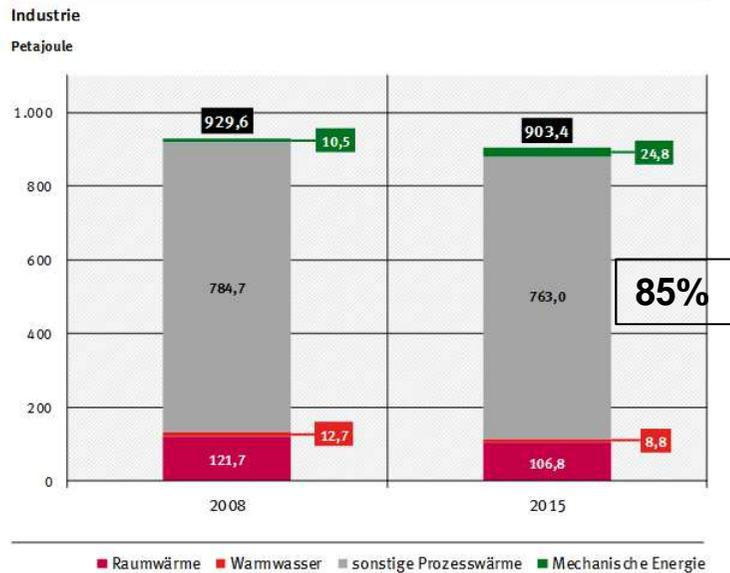
Anteil der Verbrauchergruppen am Erdgasabsatz in Deutschland in den Jahren 2005 und 2015



Quelle: Statista

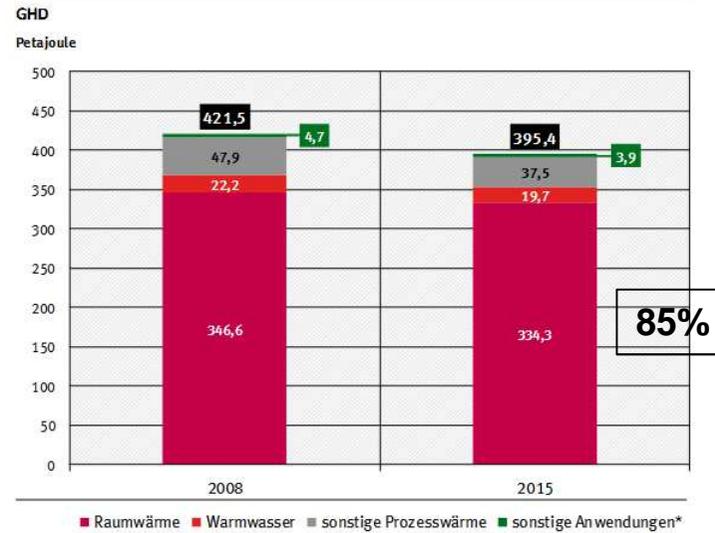
# Zur heutigen Rolle des Erdgases im Energiesystem (3)

## Erdgas nach Anwendungen im Industriebereich



AG Energiebilanzen e.V. (AGEB), Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland in den Jahren 2011 und 2012 mit Zeitreihen von 2008 bis 2012, Stand 11/2013; AGEB, Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland in den Jahren 2013

## Erdgas nach Anwendungen im GHD-Bereich

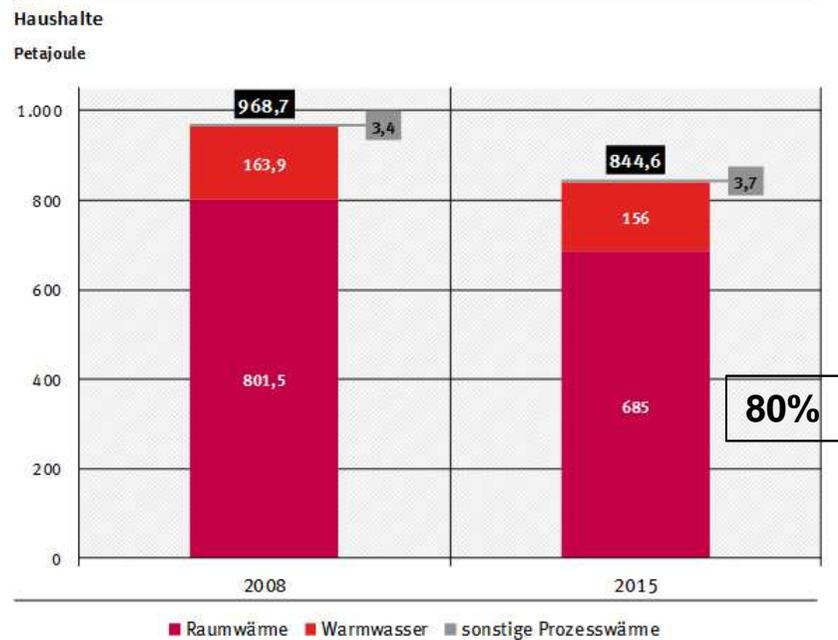


\* sonstige Anwendungen 2015 (2008) in PJ:  
sonstige Prozesswärme: 0,3 (2,5)  
Klimakälte: 2,7 (0,5)  
Mech. Energie: 0,9 (1,7)

AG Energiebilanzen e.V. (AGEB), Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland in den Jahren 2011 und 2012 mit Zeitreihen von 2008 bis 2012, Stand 11/2013; AGEB, Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland in den Jahren 2013

# Zur heutigen Rolle des Erdgases im Energiesystem (4)

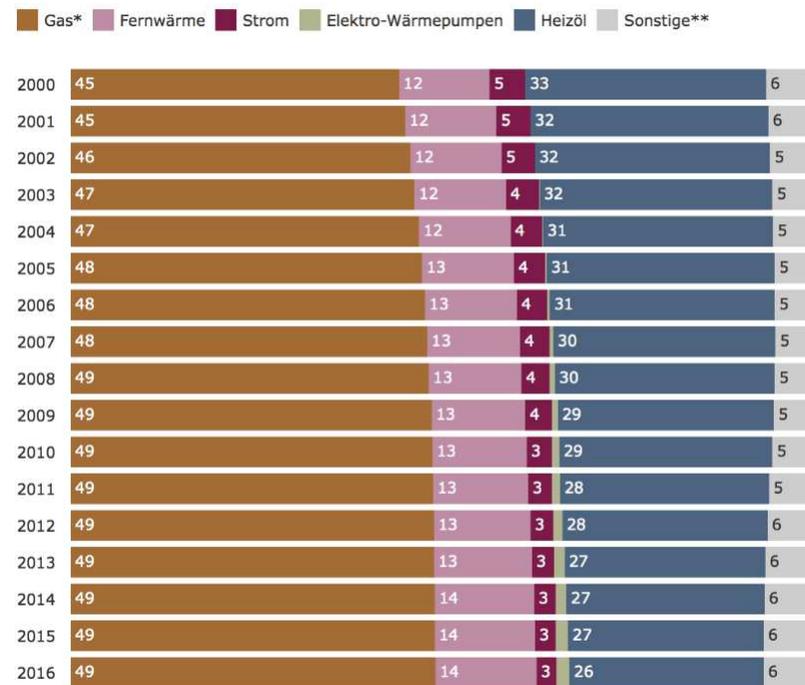
## Erdgas nach Anwendungen im HH-Bereich



AG Energiebilanzen e.V. (AGEB), Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland in den Jahren 2011 und 2012 mit Zeitreihen von 2008 bis 2012, Stand 11/2013; AGEN, Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland in den Jahren 2013

## Beheizungsstruktur des Wohnungsbestandes

2000 bis 2016 in %

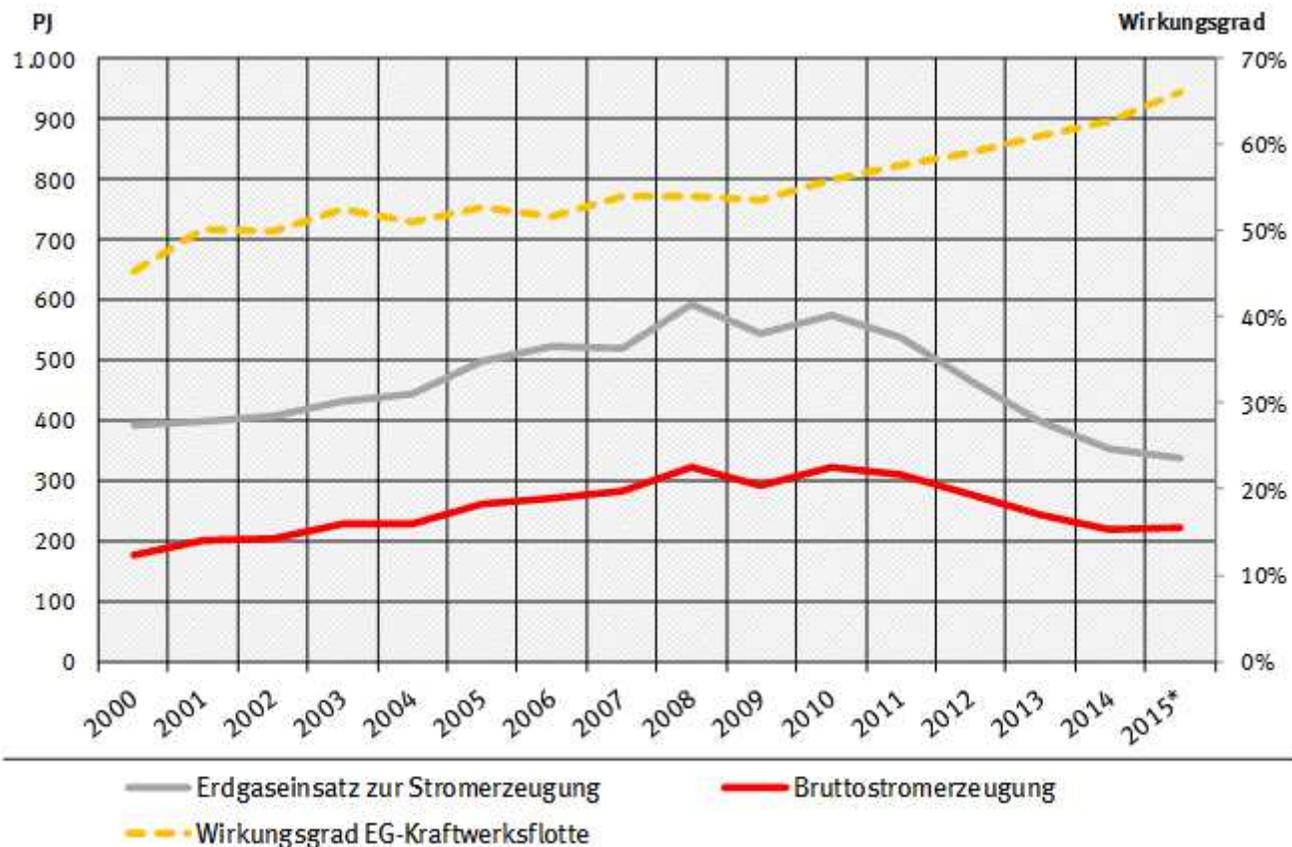


\* einschließlich Bioerdgas und Flüssiggas

\*\* Holz, Holzpellets, sonstige Biomasse, Koks/Kohle, sonstige Heizenergie  
Stand 01/2017

## Erdgaseinsatz zur Stromerzeugung

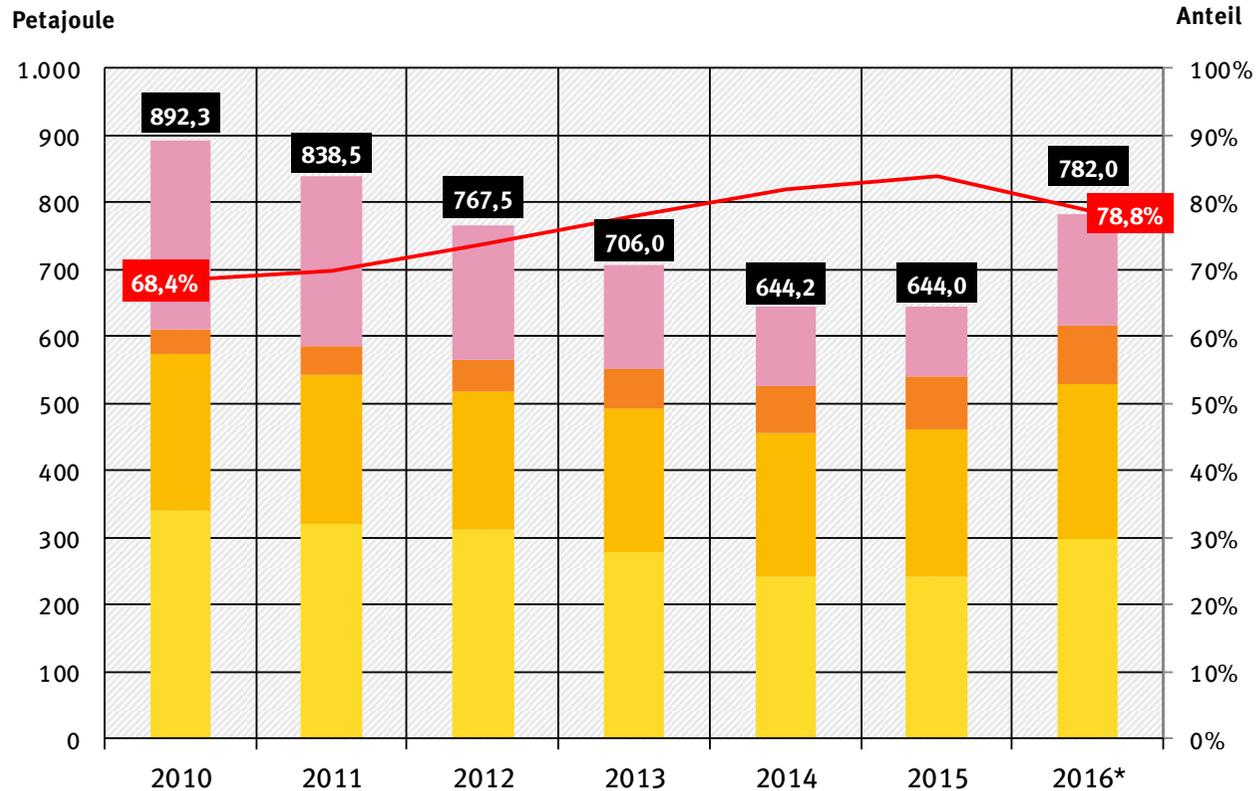
Erdgaseinsatz zur Stromerzeugung



\* vorläufige Angaben AG Energiebilanzen e.V. (A GEB), Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland. 1990 bis 2015, Stand 07/2016

# Erdgaseinsatz in Kraftwerken und Heizkraftwerken

Erdgas in Kraftwerken differenziert nach gekoppeltem und ungekoppeltem Einsatz



- Allgemeine Versorgung (KWK)
- Industriekraftwerke (KWK)
- BHKW < 1 MW (KWK)
- Summe der Anlagen (Ungekoppelt)
- Anteil KWK am Erdgaseinsatz

\*Vorläufig, teilweise Schätzungen

Statistisches Bundesamt; Öko-Institut; Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)/ EEFA Institut; UBA; Stand 03/2017

## Braunkohlestrom ist dreimal so klimabelastend wie Erdgasstrom

Tabelle 2: CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren fossiler Brennstoffe im Vergleich mit dem CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor des deutschen Strommixes

Brennstoff/Einheit	CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktor bezogen auf den Brennstoffeinsatz <sup>1</sup> [g/kWh]	Brennstoffausnutzungsgrad netto im Jahr 2014 bezogen auf den Stromverbrauch [%]	CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktor im Jahr 2014 bezogen auf den Stromverbrauch [g/kWh]	Vergleich CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktor Strommix 2014 [g/kWh]
Erdgas	201	54%	369	
Steinkohle	337	37%	899	579
Braunkohle	407	35%	1.158	

Quelle: UBA 2016

# Zur Transformation der Energiesysteme

## Die Zielmatrix des Energiekonzepts der Bundesregierung

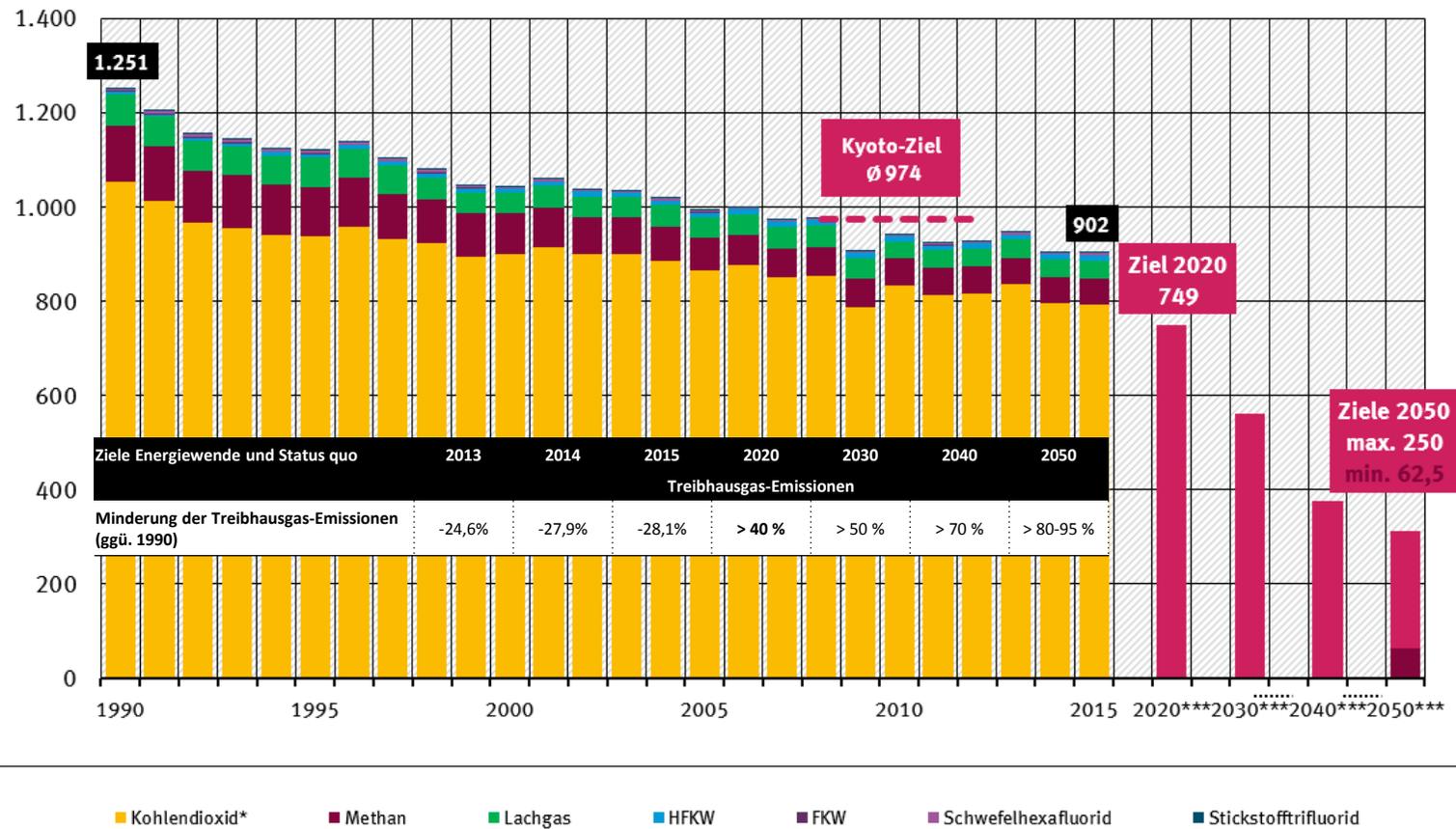
	Zielsetzungen aus dem Jahr ...												
	2010	2016	2016	2016	2016	2016	2010	2014	2010	2010	2010	2010	2011
	Treibhausgas-Emissionen						Regenerative Energien		Minderung Energiebedarf				Kern-energie
	Gesamt	Energie-wirtschaft	Gebäude	Verkehr	Industrie	Land-wirtschaft	Brutto-End-energie	Strom-erzeugung	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

# Entwicklung der Treibhausgase in Deutschland seit 1990

## Treibhausgas-Emissionen in Deutschland seit 1990 nach Gasen

Millionen Tonnen Kohlendioxid-Äquivalente



Emissionen ohne Landnutzung, Landnutzungsänderung & Forstwirtschaft  
 \*\*\* Ziele 2020 bis 2050: Energiekonzept der Bundesregierung (2010)

Quelle: Umweltbundesamt: Nationale Treibhausgas-Inventare 1990 bis 2015 (Stand 02/2017)

Quelle: UBA 2017

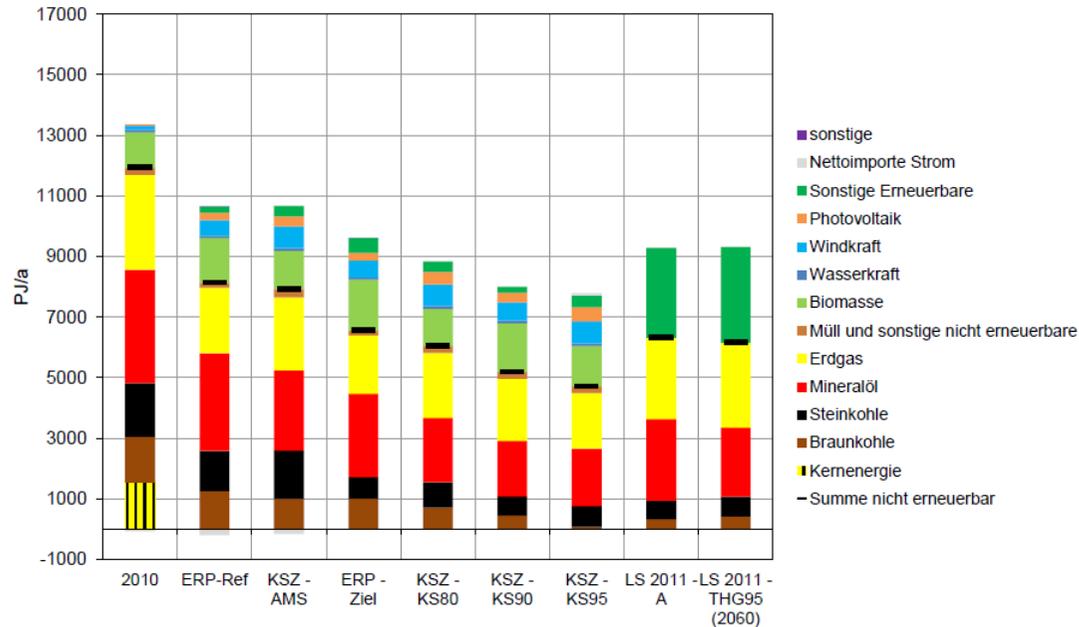
## Die Sektoralziele des Klimaschutzplans 2050

	1990	2015	2015	2030	2030
Handlungsfeld	(in Mio.t CO <sub>2</sub> -Äquiv.)		Änderung ggü. 1990 in %	in Mio. t CO <sub>2</sub> - 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
<b>Summe THG</b>	<b>1250,9</b>	<b>901,9</b>	<b>-27,9</b>	<b>543-562</b>	<b>56-55</b>

Quelle: KSP 2050

# Die künftige Rolle des Erdgases im Szenarienvergleich

Abbildung 3-14: Primärenergieverbrauch nach Energieträgern in 2010 und 2030



Der Datensatz zur Abbildung ist in Tabelle 8-15 des Datenanhangs zu finden.  
 Quelle: DLR, Fraunhofer IWES, IFNE (2012); Prognos, EWI, GWS (2014); Öko-Institut und Fraunhofer ISI (2015); Eigene

Tabelle 8-15: Primärenergieverbrauch nach Energieträgern in 2010 und 2030

	2010	ERP - Ref	ERP - Ziel	KSZ - AMS	KSZ - KS80	KSZ - KS90	KSZ - KS95	LS 2011 - A	LS 2011 - THG95
	PJ/a								
Kernenergie	1.533	0	0	0	0	0	0	0	0
Braunkohle	1.516	1.261	1013	999	705	447	77	323	415
Steinkohle	1.773	1.326	711	1.603	852	636	686	612	663
Mineralöl	3.746	3.225	2.750	2.642	2.116	1.840	1.897	2.704	2.277
Erdgas	3.128	2.158	1.926	2.408	2.145	2.039	1.840	2.679	2.791

**-40%**

## Zwischenfazit

- Haupttreiber der Transformation der Energiesysteme ist die vollständige Dekarbonisierung bis Mitte des Jahrhunderts
- Unter diesen Vorzeichen ist der Einsatz des fossilen Energieträgers Erdgas ein Auslaufmodell
- Die aktuell wichtigen Fragen beziehen sich allerdings auf die Rolle des Erdgases in den nächsten Jahrzehnten als Brücke in die 100% Erneuerbare Energiewelt
- Dabei ist die Rolle des Energieträgers zu unterscheiden von der Rolle der Infrastruktur

# Erdgas in der Systemtransformation

## UBA-Studie „Roadmap Gas“



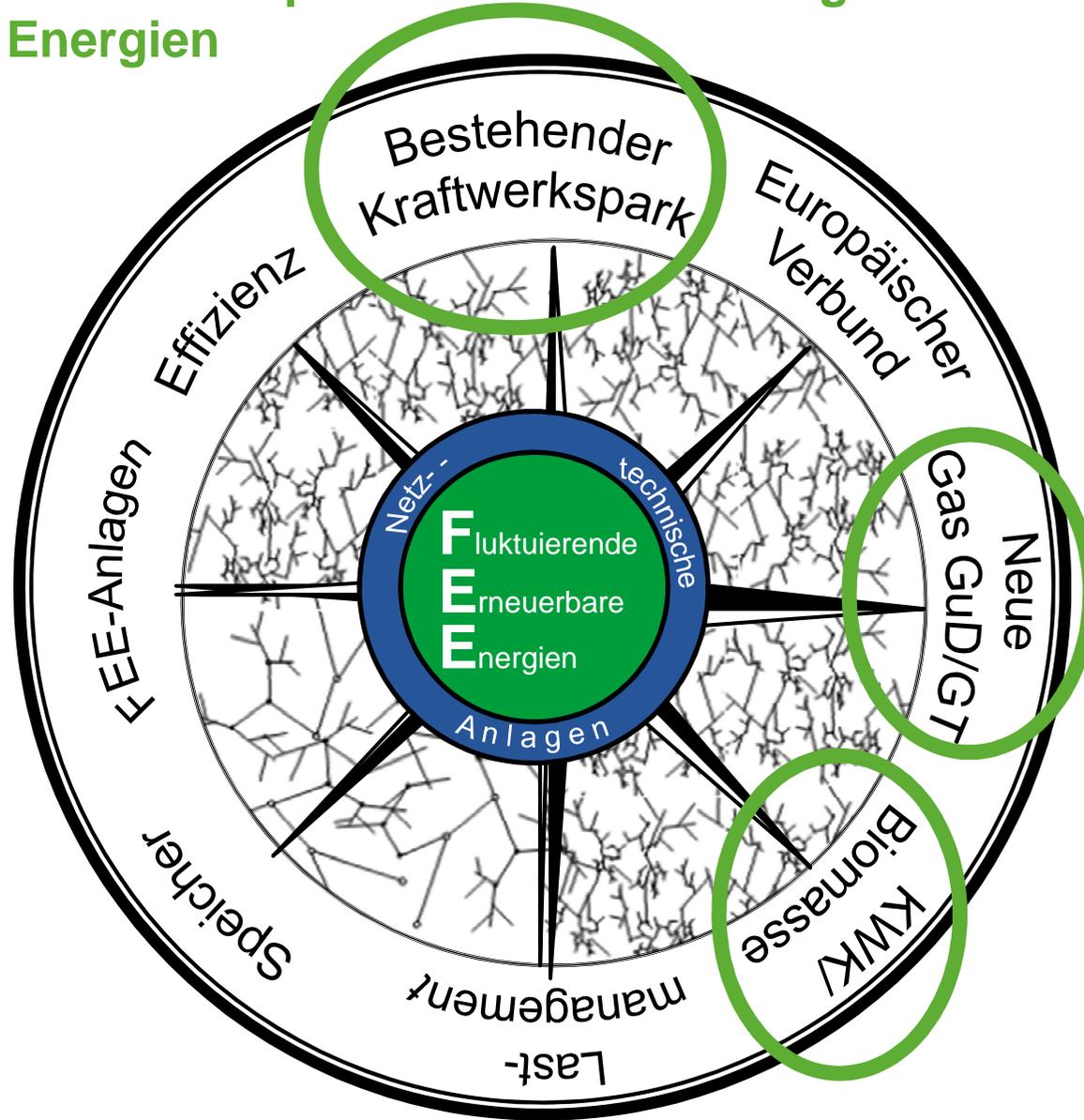
UFOPLAN 2016 – FKZ 3716 43 100 0

**Roadmap Gas für die Energiewende – Nachhaltiger Klimabeitrag des Gassektors**

**... leider erst Mitte 2018 abgeschlossen!**

## a) Erdgas in der Stromerzeugung

# Erdgasanlagen als Flex-Optionen zur Flankierung der fluktuierenden erneuerbaren Energien



Quelle: IZES 2012

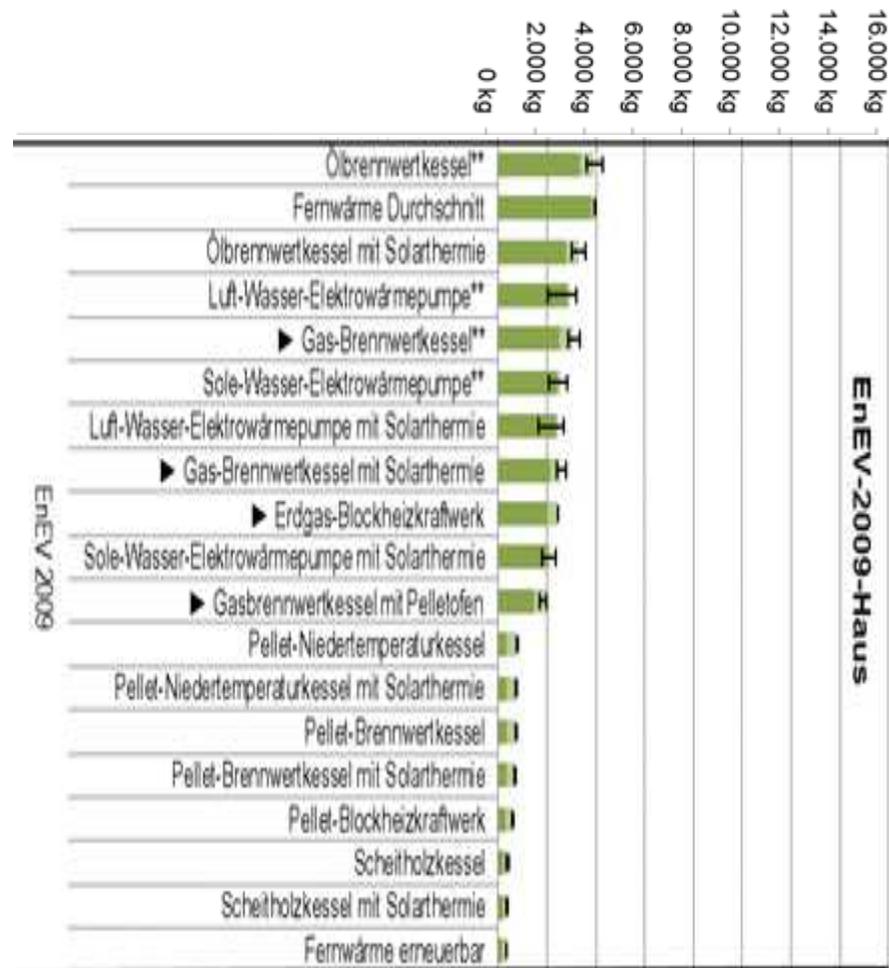
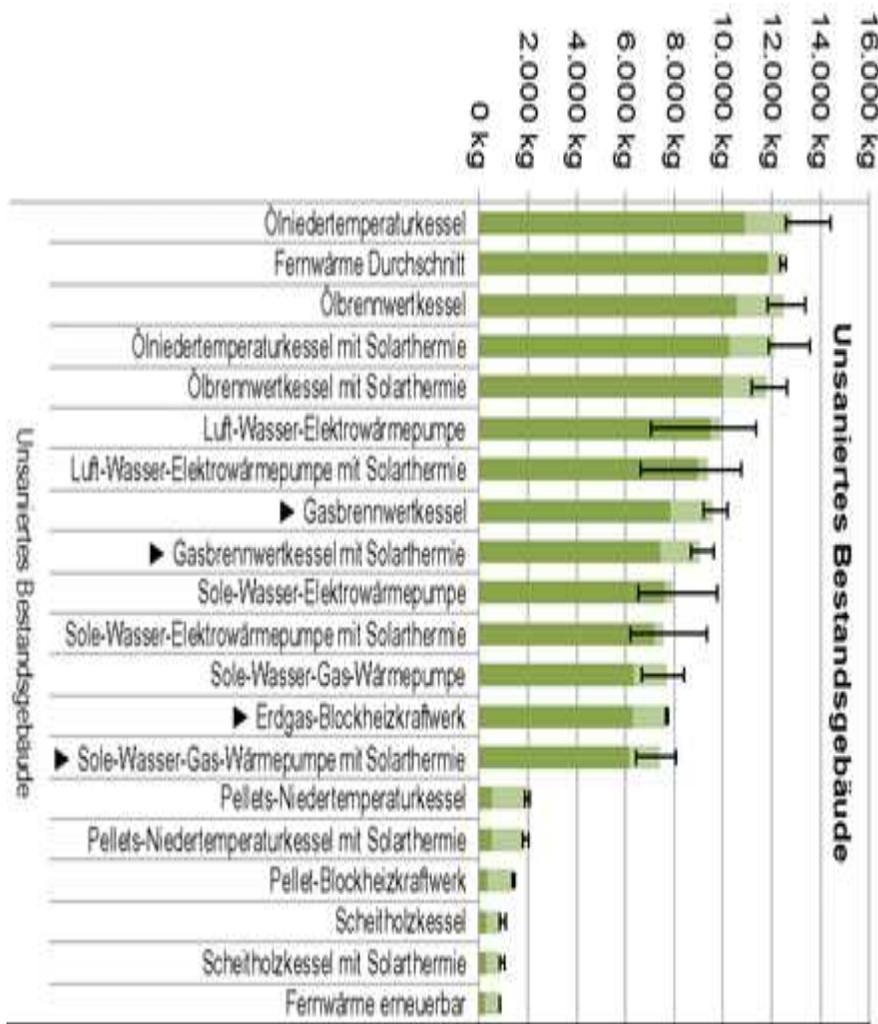
## Wie werden die notwendigen Flex-Optionen akquiriert?

- über bestehende Märkte: Gas-GuD-Kraftwerke nur bei energischem Kohleausstieg mit Chancen
- wettbewerblich, z.B. via Ausschreibungen: Gasturbinen mit sehr guten Chancen
- bei entsprechender politischer Unterstützung: flexibilisierte KWK

**Die künftige Rolle von Erdgas in der Stromerzeugung ist abhängig vom Tempo des Kohleausstiegs und von der politischen Festlegung des Akquisitionsinstrumentariums für Flex-Optionen**

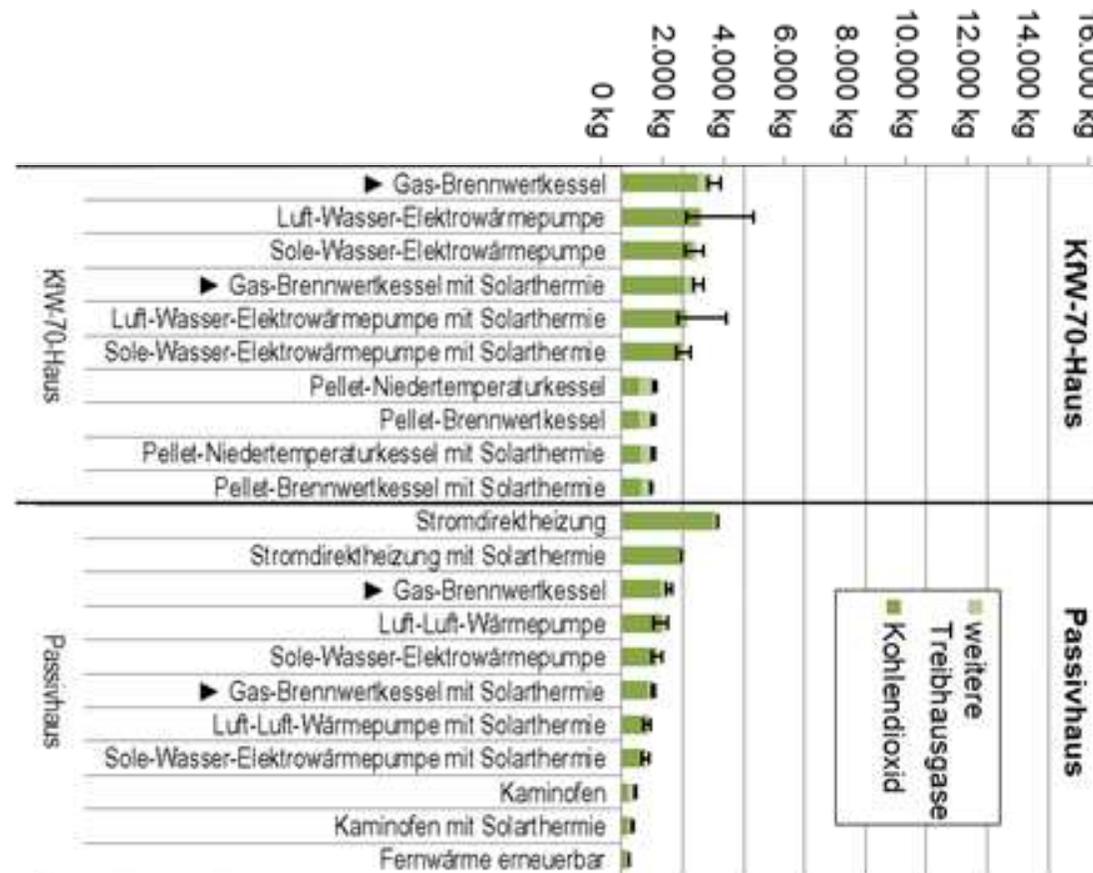
## **b) Erdgas im Wärmesektor**

# THG-Emissionen von Heizsystemen im Vergleich (EFH; pro Jahr) (1)



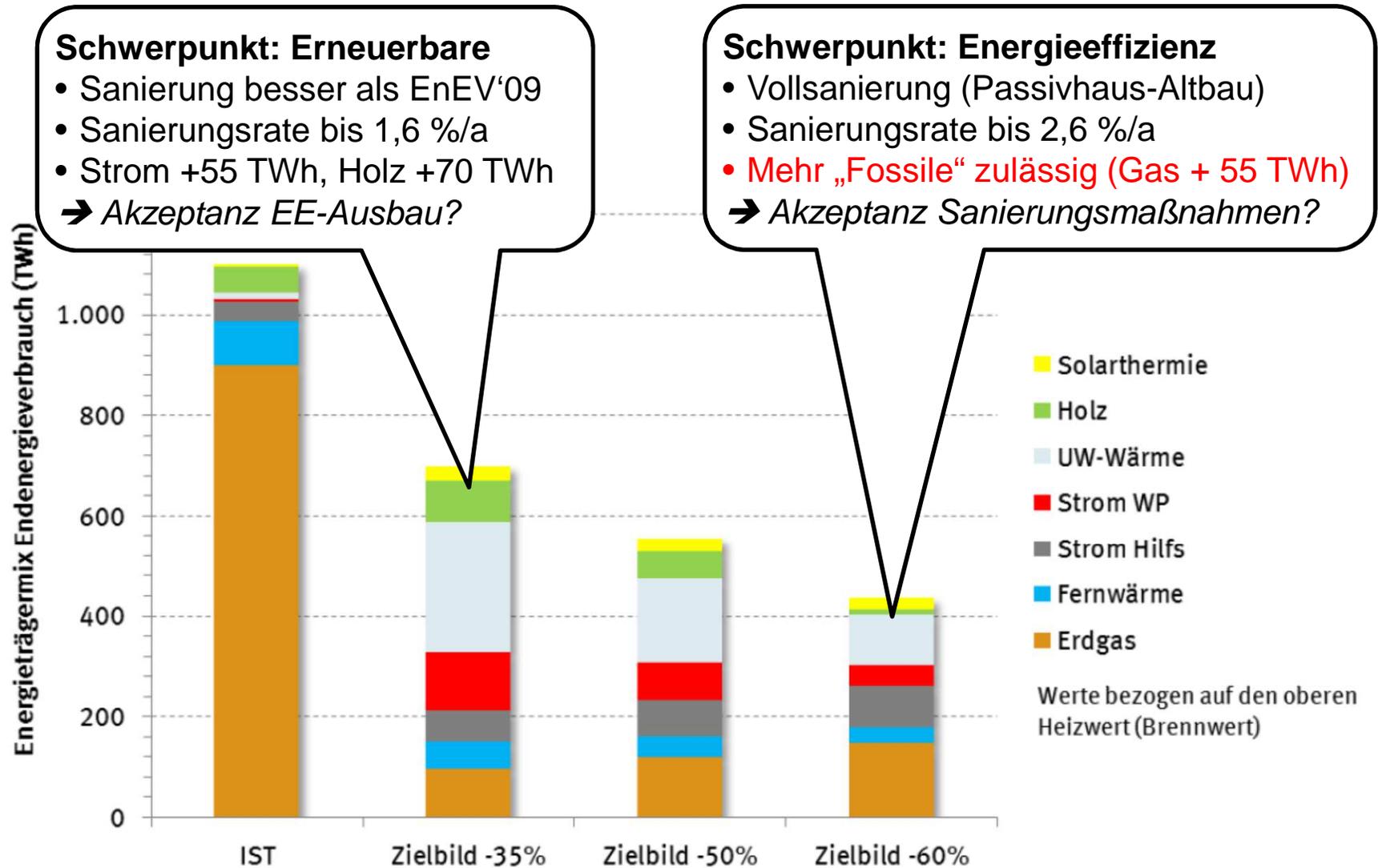
<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/umweltwirkung-von-heizungssystemen-in-deutschland>

## THG-Emissionen von Heizsystemen im Vergleich (EFH; pro Jahr) (2)



<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/umweltwirkung-von-heizungssystemen-in-deutschland>

## „Klimaneutraler Gebäudebestand 2050“: Endenergieverbrauch

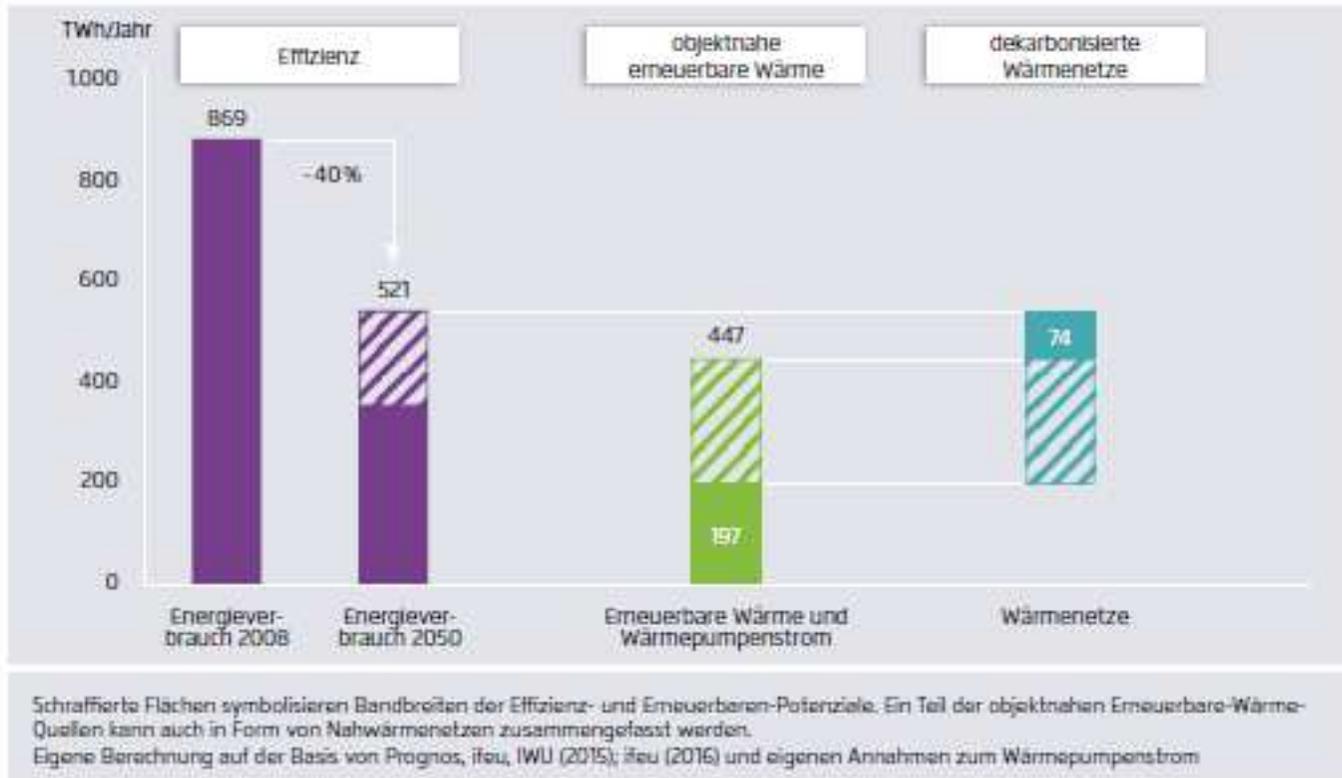


<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/klimaneutraler-gebäudebestand-2050>

# Dekarbonisierung im Wärmebereich 2050

Dekarbonisierungs-Optionen am Beispiel einer 40-prozentigen Verringerung des Endenergieverbrauchs an Wärme bei Gebäuden in TWh pro Jahr

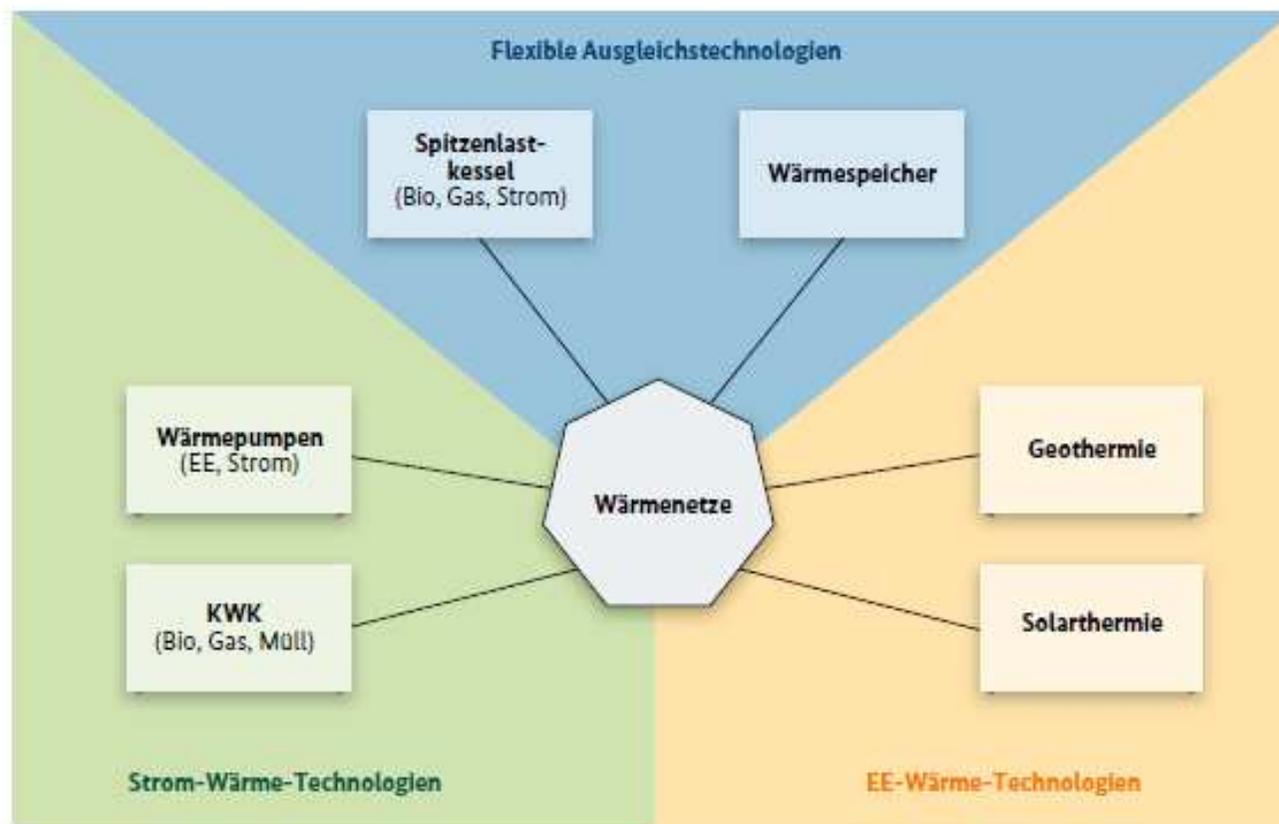
Abbildung 2



Quelle: Agora 2016

# Wärmenetze: Strom-Wärme- und EE-Wärmesysteme

Abbildung 4: Wärmenetzbasieretes System an der Schnittstelle zwischen Strom- und Wärmesektor (schematische Darstellung)



Quelle: Eigene Darstellung

Quelle: BMWI 2017

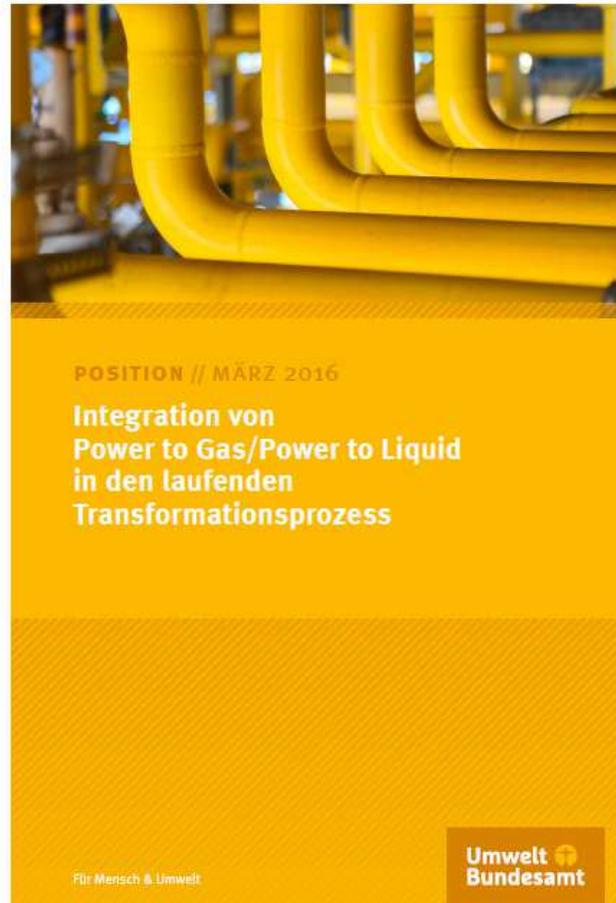
## Zwischenfazit

- Für einen hohen Anteil erneuerbarer Energien im Wärmesektor ist eine ambitionierte energetische Sanierung des Gebäudebestandes unabdingbar.
- Die favorisierte Einzelheizung hin zum dekarbonisierten Wärmesektor ist die lastgesteuerte elektrische Wärmepumpe; sie muss allerdings noch deutlich effizienter werden
- Wärmenetze auf der Basis Erdgas-KWK haben je nach Sanierungsfortschritt im Gebäudebestand in den nächsten Dekaden noch eine signifikante Stellung; durch Solarthermie, Geothermie, Abwärme und Großwärmepumpen müssen sie sich jedoch schrittweise dekarbonisieren
- Auch PtG (Wasserstoff, Methan) im Erdgasnetz kann zur schrittweisen Dekarbonisierung des Wärmesektors beitragen.
- Insgesamt ist Erdgas im Wärmesektor die wichtigste Brückenenergie; ihre Stellung hängt vom Sanierungsfortschritt im Gebäudebestand, Flächen- und Kostenrestriktionen bei den EE und Restriktionen beim Stromnetz ab

# Joker Verkehr?

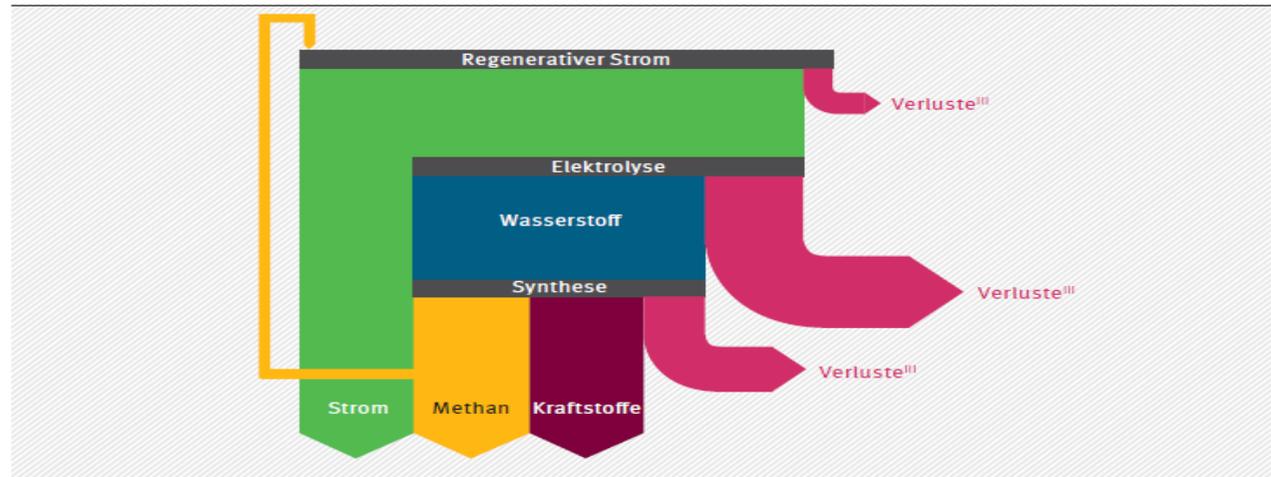
**Die Emissionen von Erdgasfahrzeugen (TTW) sind nur 6% geringer als die von Dieselfahrzeugen. Um das THG-Ziel des Verkehrssektors für 2030 zu erreichen, müssten rechnerisch so viele Erdgasfahrzeuge zugelassen werden, dass sie den heutigen gesamten Fahrzeugbestand um ein Vielfaches übersteigen.**

# UBA-Beiträge zur Erdgasdiskussion



# Studie „Treibhausgasneutrales Deutschland“

Qualitative Darstellung des Energieflusses im UBA THGN D 2050 Szenario<sup>I,II</sup>



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 <sup>LXXXIX, XC</sup>	179,7	198,8	0
Verkehr	91,1	0	533,3
<b>Summe energetisch</b>	<b>465,8</b>	<b>305,7</b>	<b>551,9</b>
		<b>1323,4</b>	
Industrie stofflich		282	
<b>Summe energetisch und stofflich</b>		<b>1605,4</b>	

## Fazit

- Der fossile Energieträger Erdgas ist langfristig ein Auslaufmodell; in der Übergangsphase zur vollständigen Dekarbonisierung ist er die wichtigste Brückenenergie („Stützpfeiler“)
- Der mittelfristig wichtigste Einsatzbereich liegt in der Kraft-Wärme-Kopplung: sie ist zugleich Flex-Option für das Stromsystem als auch Basis für Wärmenetze
- Die Erdgasnetze als Infrastruktur können eine wichtige Ergänzung der Stromnetze werden; Voraussetzung dafür ist die Verfügbarkeit von heimischen und importierten PtG-Optionen
- Aus heutiger Sicht kann es ohne PtG-Optionen keinen vollständig dekarbonisierten Wärmesektor geben

Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit

