

Für Mensch & Umwelt

Umwelt 
Bundesamt

Vortrag auf der KWK-Jahreskonferenz 2017

„Bedeutung der Effizienztechnologie KWK in der zukünftigen Energiewende“

Dresden, den 11. Oktober 2017

Prof. Dr. Uwe Leprich
Umweltbundesamt: Abteilung I 2 Klimaschutz und Energie

Dieser Vortrag versteht sich als Anregung aus dem UBA und gibt keine
abgestimmte UBA-Position wieder

Agenda

1. **Energiewende in Deutschland: Ist-Situation und Ziele**
2. **Szenarien zur Erreichung der Klimaschutzziele**
3. **Ist-Situation der KWK und Ziele**
4. **KWK – eine Effizienztechnologie?**
5. **KWK im Strom-Wärme-System: mittelfristige Perspektive**
6. **Ausblick**

1. Energiewende in Deutschland: Ist-Situation und Ziele

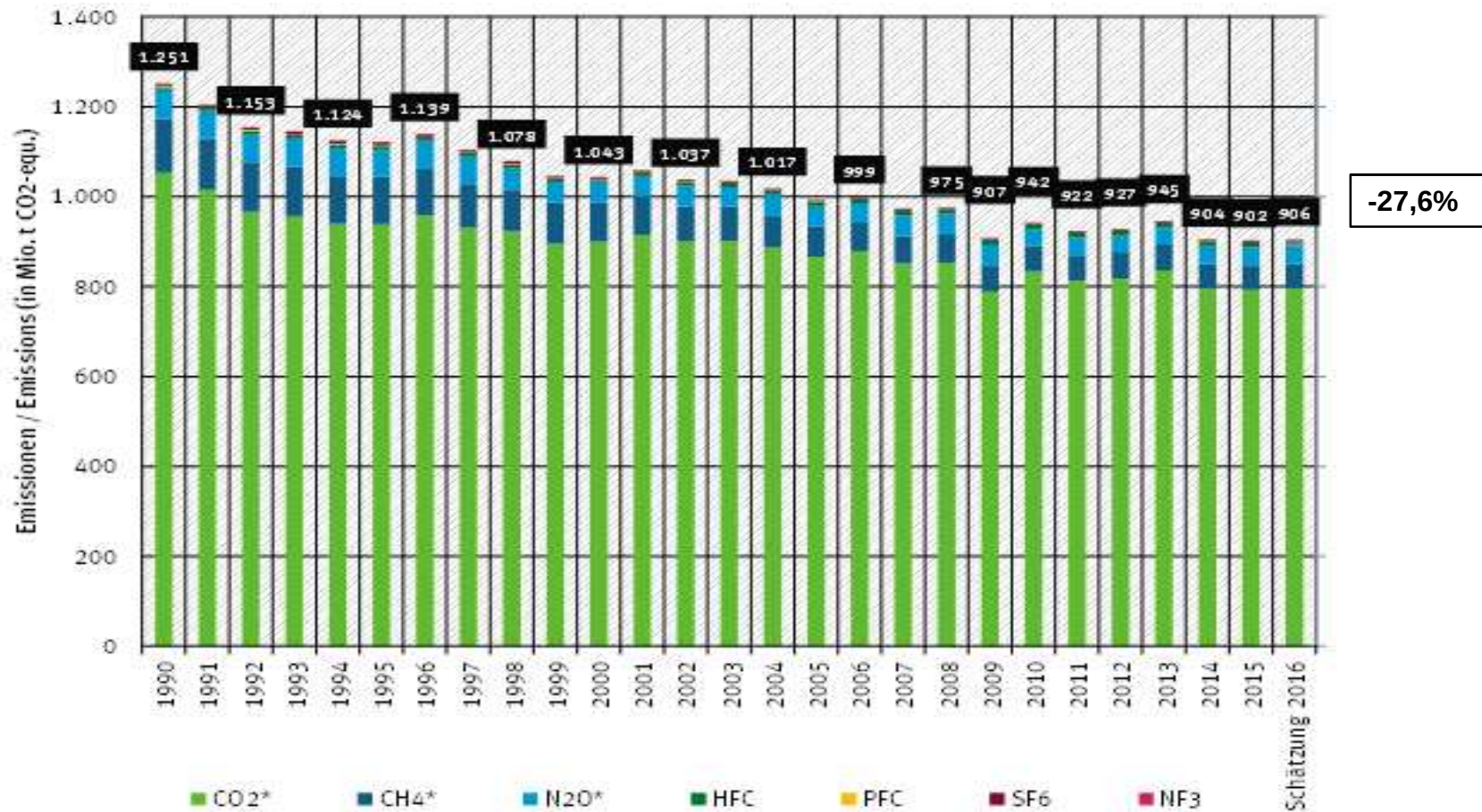
Die Zielmatrix der Bundesregierung

	2015	2020	2030	2040	2050
TREIBHAUSGASEMISSIONEN					
Treibhausgasemissionen (ggü. 1990)	-27,2 %*	mind. -40 %	mind. -55 %	mind. -70 %	-80 bis -95 %
ERNEUERBARE ENERGIEN					
Anteil am Bruttoendenergieverbrauch	14,9 %	18 %	30%	45%	60%
Anteil am Bruttostromverbrauch	31,6 %	mind. 35 %	mind. 50 % EEG 2025: 40 bis 45%	mind. 65 % EEG 2035: 55 bis 60 %	mind. 80 %
Anteil am Wärmeverbrauch	13,2 %	14 %			
Anteil im Verkehrsbereich	5,2 %	10 %**			
EFFIZIENZ UND VERBRAUCH					
Primärenergieverbrauch (ggü. 2008)	-7,6 %	-20 %	-50 %		
Endenergieproduktivität (2008-2050)	1,3 % pro Jahr (08-15)	2,1% pro Jahr (2008-2050)			
Bruttostromverbrauch (ggü. 2008)	-4,0 %	-10 %	>25 %		
Primärenergiebedarf Gebäude (ggü. 2008)	-15,9 %	>80 %			
Wärmebedarf Gebäude (ggü. 2008)	-11,1 %	-20 %			
Endenergieverbrauch Verkehr (ggü. 2005)	1,3 %	-10 %	>40 %		

Quelle: Eigene Darstellung Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 12/2016. * Vorläufiger Wert für 2015. **EU-Ziel.

Quelle: BMWi 2017

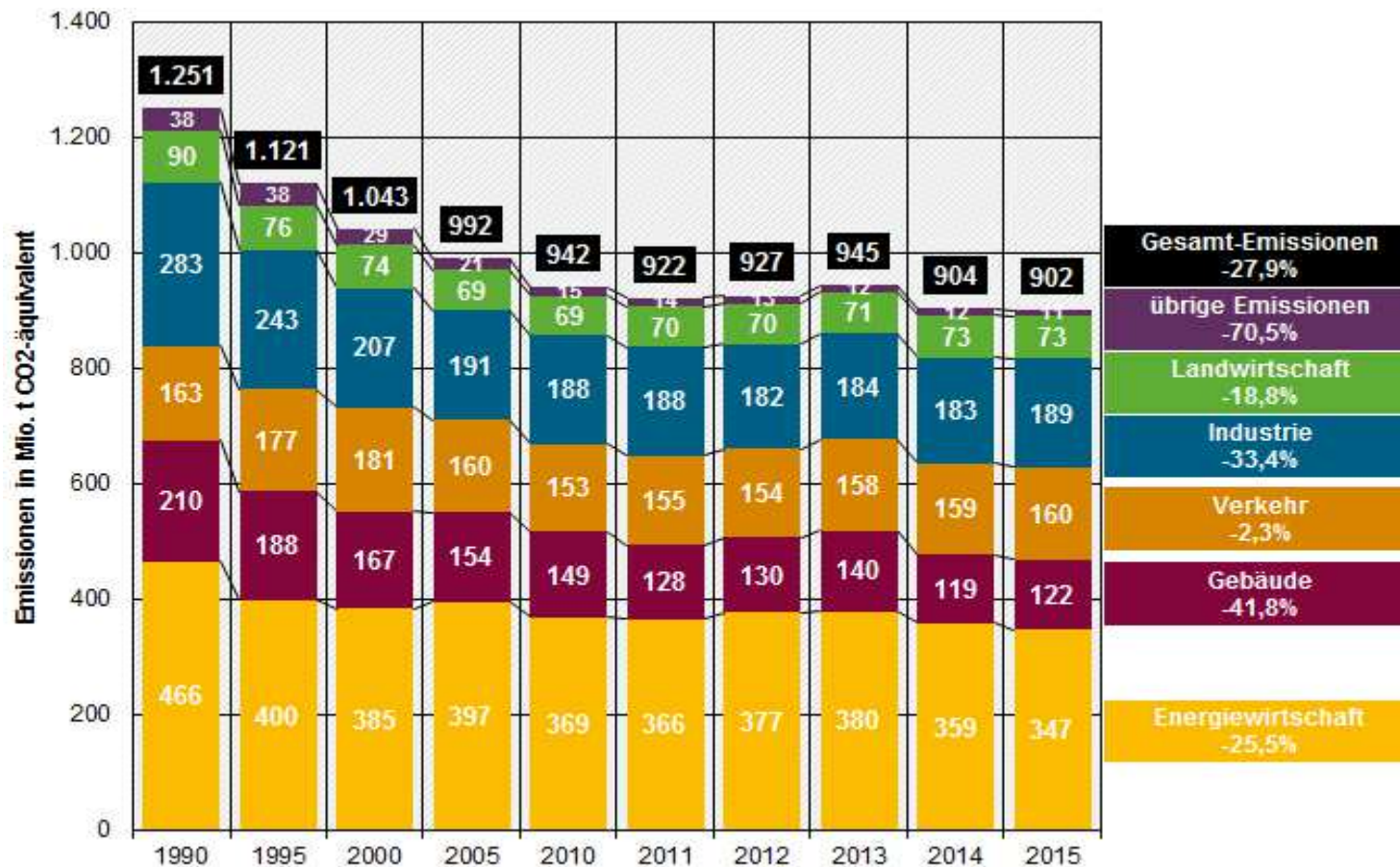
Entwicklung der Treibhausgase in Deutschland seit 1990



Quelle: UBA 2017

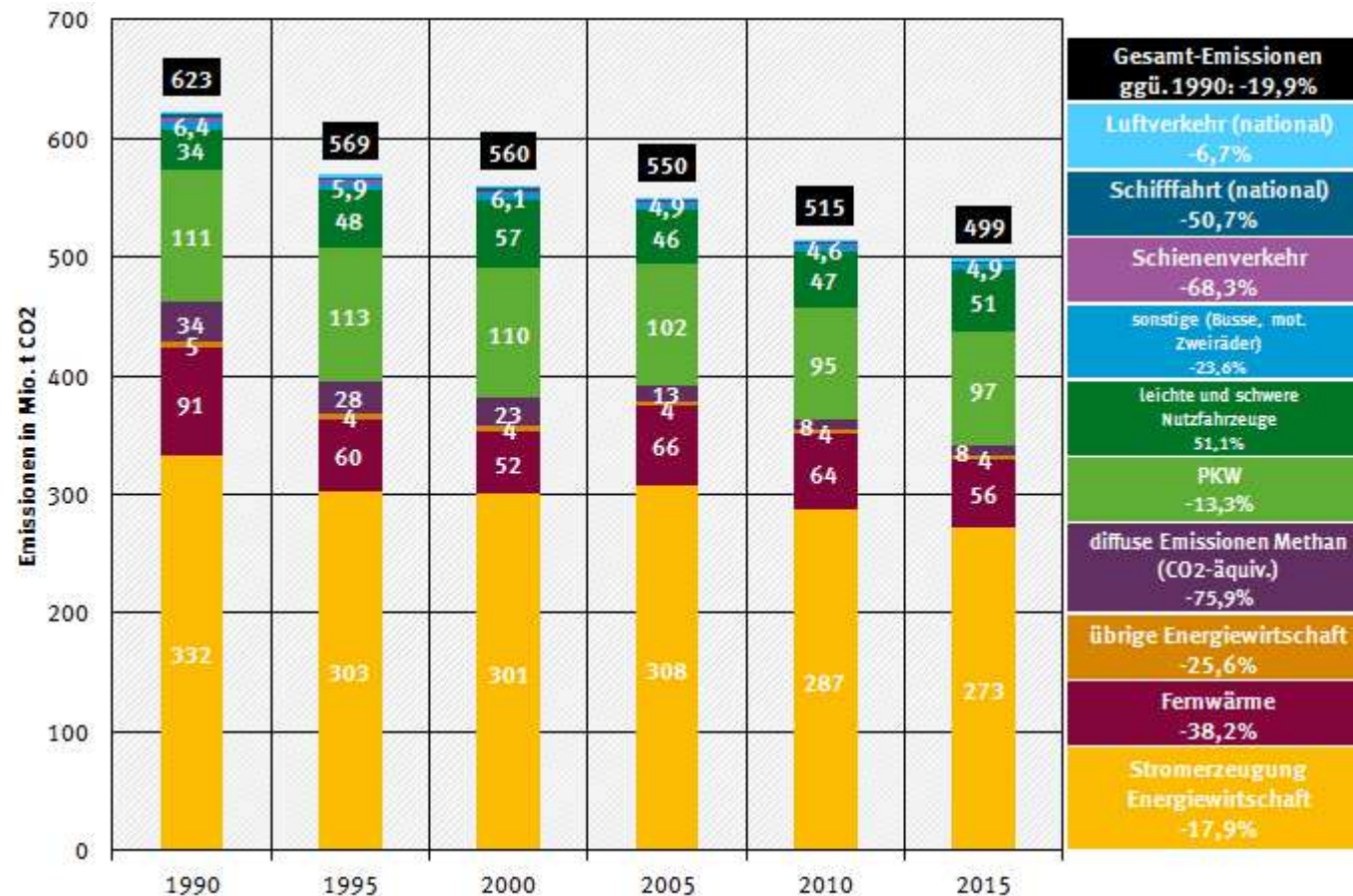
Entwicklung der Treibhausgase in Deutschland seit 1990

nach Sektoren des Aktionsplanes Klimaschutz 2020



Quelle: UBA 2017

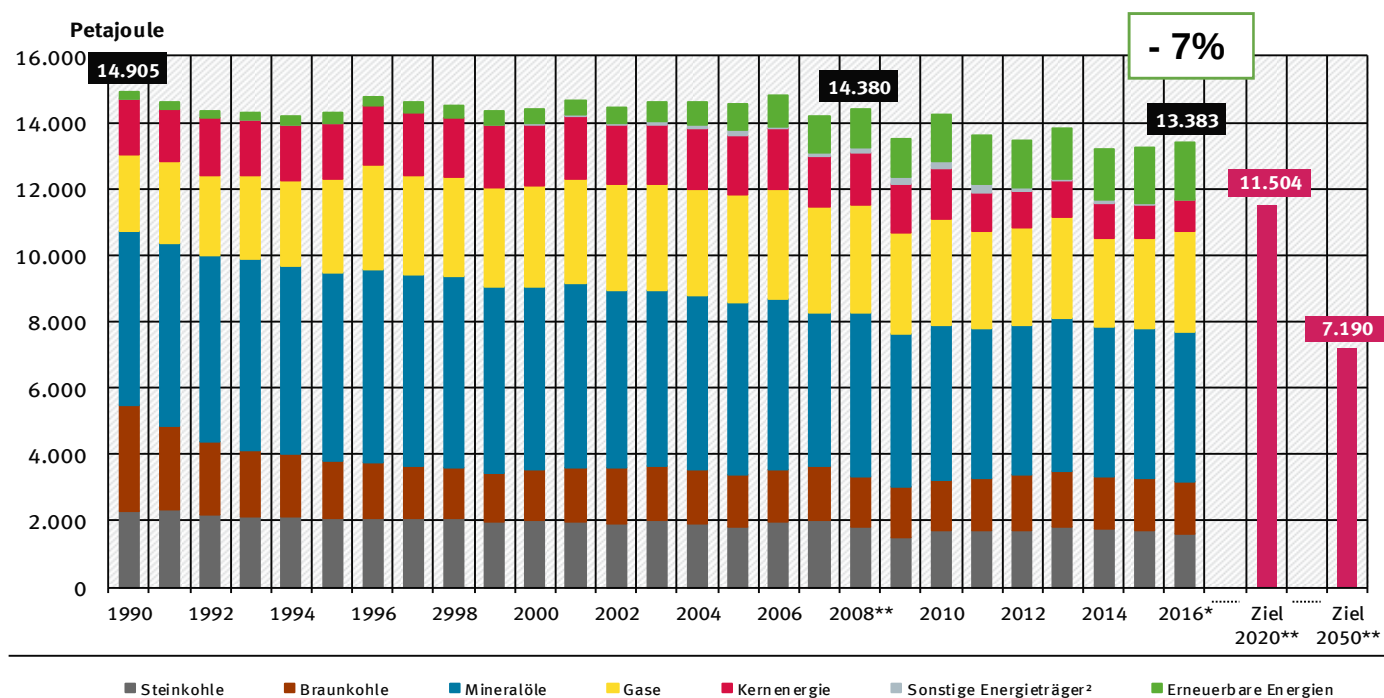
CO₂-Emissionen Energiewirtschaft und Verkehr



Quelle: UBA 2017

Primärenergieverbrauch seit 1990

Entwicklung des Primärenergieverbrauchs¹ nach Energieträgern mit politischen Zielen



¹ Berechnungen auf der Basis des Wirkungsgradansatzes

² Grubengas, Nichterneuerbare Abfälle und Abwärme sowie der Stromaustauschsaldo

* vorläufige Angaben

** Ziele des Energiekonzeptes und der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung

Quelle bis 2014: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB), Auswertungstabellen zur Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland 1990 bis 2015, Stand 07/2016;

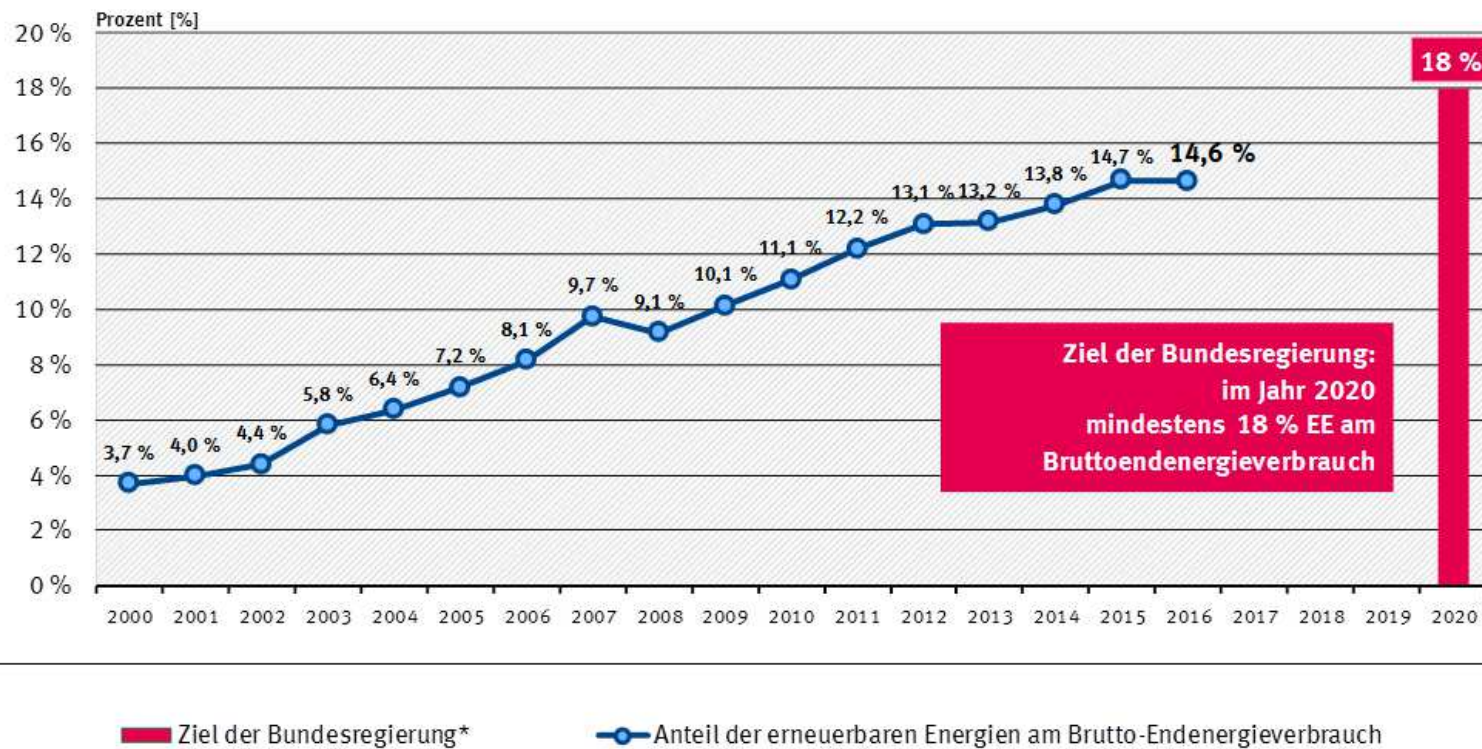
Quelle ab 2015: AGEB, Primärenergieverbrauch in der Bundesrepublik Deutschland 2015/2016, Stand 03/2017

Quelle: UBA 2017

Anteil der Erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch

Anteil erneuerbarer Energien am Brutto-Endenergieverbrauch

Vergleich der Entwicklung der erneuerbaren Energien mit dem Ziel der Bundesregierung*



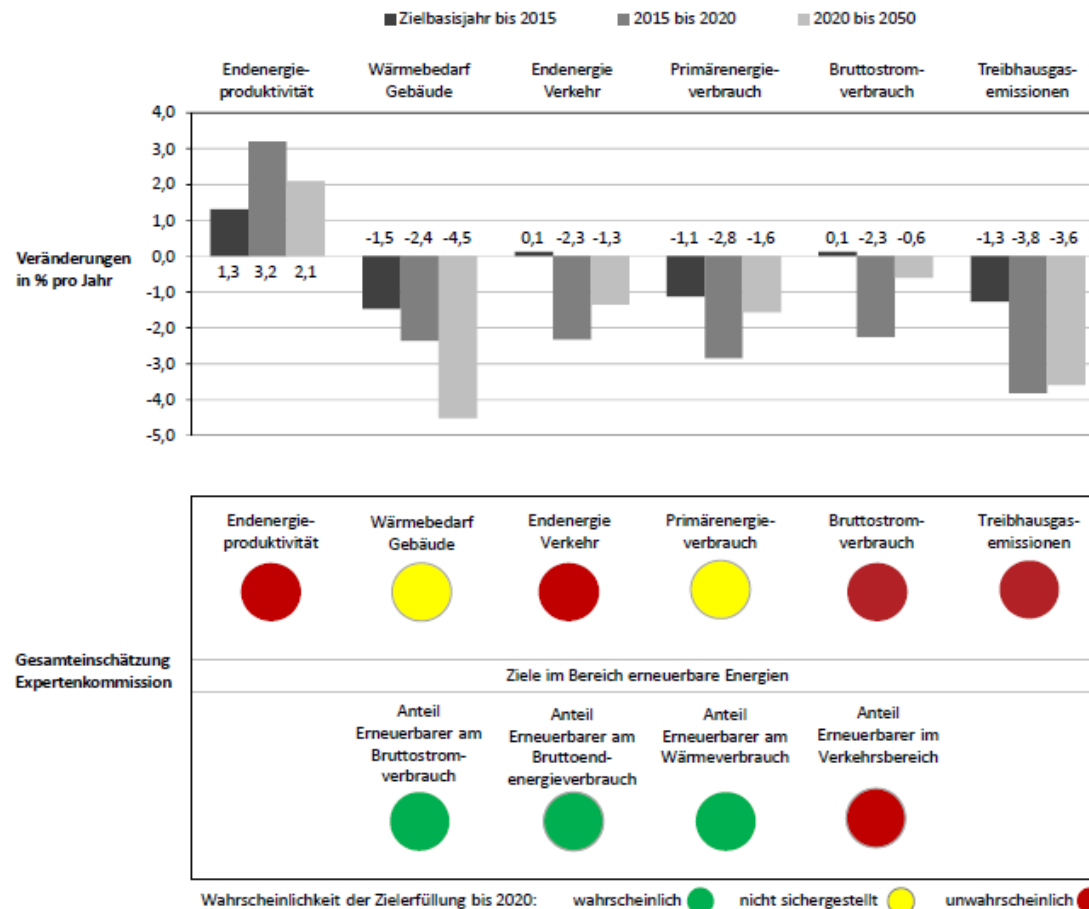
* Die Bundesregierung hat im Rahmen ihres Energiekonzeptes Zielwerte für die Jahre 2020, 2030, 2040 und 2050 festgelegt. Hier werden nur der Zielwert des Jahres 2020 abgebildet. Die Zielwerte für 2030, 2040 und 2050 betragen 30%, 45% und 60%.

Quelle: Umweltbundesamt (UBA) auf Basis AGEE-Stat
Stand 08/2017

Quelle: UBA 2017

Expertenkommission 2016 zur Energiewende

Abbildung 1: Einschätzung der Expertenkommission zur Zielerfüllung



Expertenkommission zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“

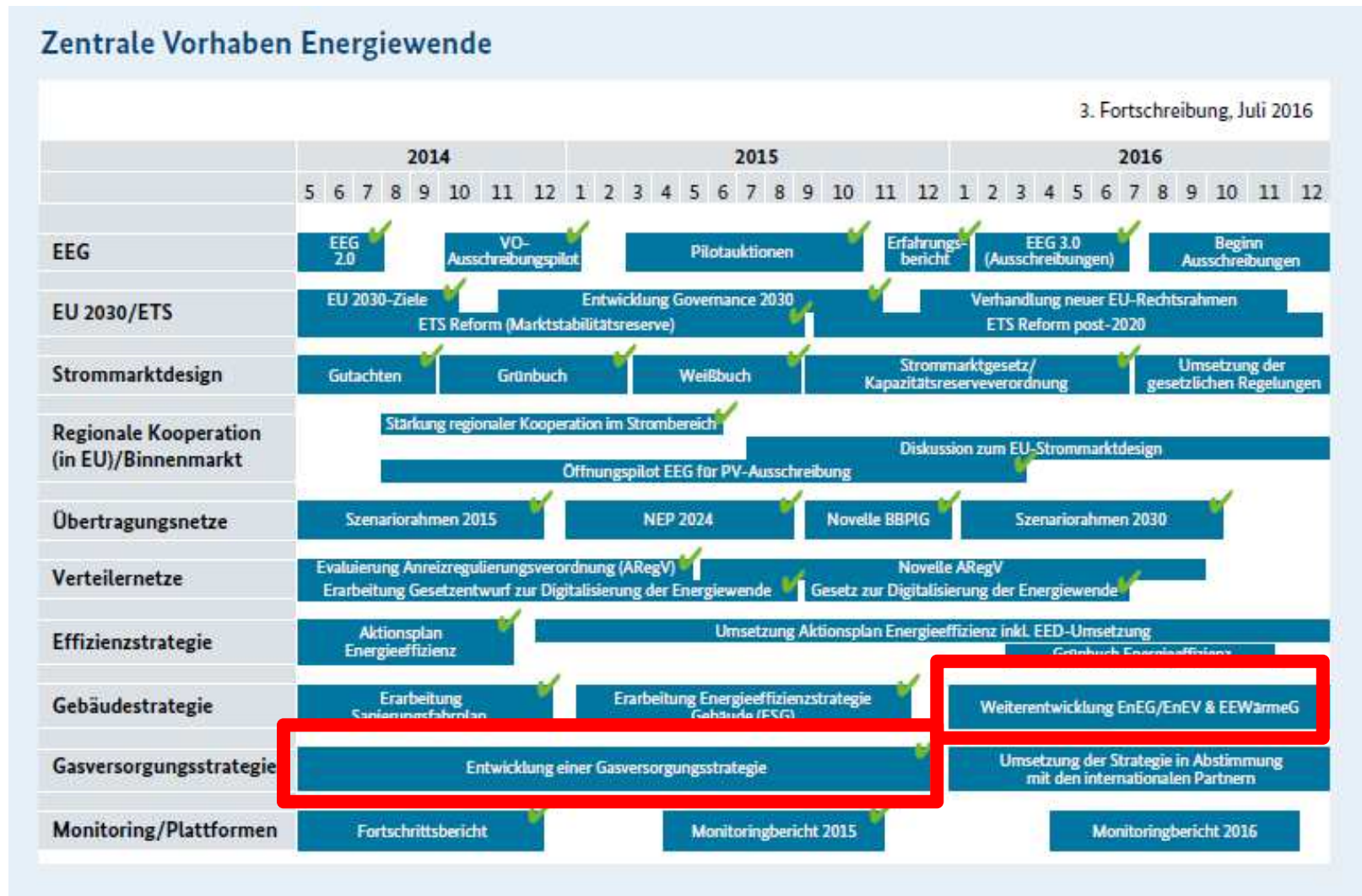
Stellungnahme zum fünften Monitoring-Bericht der Bundesregierung für das Berichtsjahr 2015

Berlin · Münster · Stuttgart, Dezember 2016

- Prof. Dr. Andreas Löchel (Vorsitzender)
- Prof. Dr. Georg Erdmann
- Prof. Dr. Frithjof Staß
- Dr. Hans-Joachim Ziesing

ENERGIE DER ZUKUNFT
Kommission zum Monitoring-Prozess
Prof. Dr. Andreas Löchel
(Vorsitzender)
Prof. Dr. Georg Erdmann
Prof. Dr. Frithjof Staß
Dr. Hans-Joachim Ziesing

Die Energiewende-Agenda aus Sicht des BMWi



Quelle: BMWi 2017

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

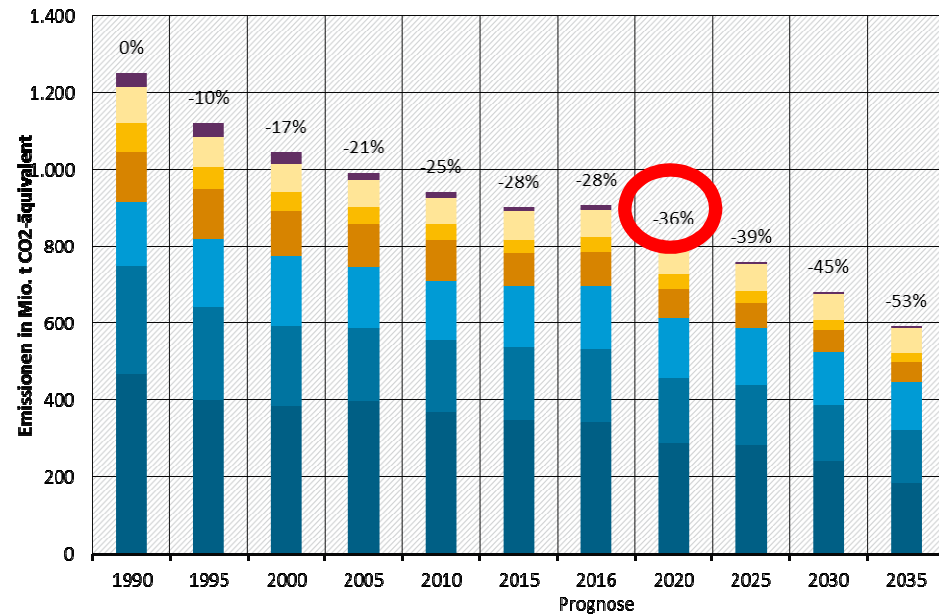
Zwischenfazit

- Aktuell droht die Verfehlung der meisten 2020-Ziele.
- Der Verkehrssektor trägt am stärksten zur Zielverfehlung bei; aber auch der bisherige Beitrag der Energiewirtschaft ist nicht ausreichend und muss gesteigert werden.
- Die Wärmewende steht noch ziemlich am Anfang; gleichwohl hat der Gebäudebereich überproportional zur THG-Minderung seit 1990 beigetragen.
- Die 2030-Ziele sind für alle Sektoren sehr ambitioniert; ihre Erreichung erfordert ein Durchstarten der Energiewende.

2. Szenarien zur Erreichung der Klimaschutzziele

Projektionsbericht 2017 – vorläufige Ergebnisse

Treibhausgase im “Mit-Maßnahmen-Szenario”:



■ Energiewirtschaft ■ Industrie ■ Verkehr ■ Haushalte ■ GHD ■ Landwirtschaft ■ Abfall & Abwasser

**Das Ziel für
2020 wird klar
verfehlt!**

1

Ohne weitere Maßnahmen wird Deutschlands Klimaschutzziel für 2020 drastisch verfehlt. Der Ausstoß von Treibhausgasen wird im *Business-as-Usual*-Szenario bis 2020 gegenüber 1990 nicht um 35 Prozent zurückgehen, wie bisher von der Bundesregierung angenommen, sondern lediglich um 30 bis 31 Prozent. Es bleibt eine Lücke von rund 120 Millionen Tonnen CO_{2e} im Jahr 2020 zum Ziel.

2

Die wesentlichen Ursachen für höhere Emissionen: Niedrige CO₂- und Ölpreise, höheres Wachstum. Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum fallen bis 2020 stärker aus als prognostiziert, demgegenüber sind die Preise für CO₂, Diesel, Benzin und Heizöl deutlich niedriger als erwartet. Die Folge: In allen Sektoren sind die Emissionen 2020 höher als bislang offiziell prognostiziert, da mehr Kohle verstromt wird, mehr Pkw und Lkw auf den Straßen fahren, die Industrie stärker wächst und in Gebäuden weiterhin mit Ölheizungen geheizt wird.



Wichtige bundesweite Szenarien

Szenario	THG-Minderungsziel in 2050	Abkürzung
Referenzszenarien:		
Entwicklung der Energiemärkte - Energiereferenzprognose, Referenzszenario Trendszenario	-	ERP-Ref
Klimaschutzszenarien 2. Runde, Aktuelle Maßnahmen Szenario	-	KSZ-AMS
Zielszenarien:		
Entwicklung der Energiemärkte - Energiereferenzprognose, Zielszenario	80% ⁽¹⁾	ERP-Ziel
Klimaschutzszenarien 2. Runde, Klimaschutzszenario 80	80%	KSZ-KS80
Klimaschutzszenarien 2. Runde, Klimaschutzszenario 95	95%	KSZ-KS95
Klimaschutzszenarien 1. Runde, Klimaschutzszenario 90	90%	KSZ-KS90
Leitstudie 2011, Szenario A	80%	LS 2011-A
Leitstudie 2011, Szenario THG95	95% ⁽²⁾	LS 2011-THG95
Treibhausgasneutrales Deutschland im Jahr 2050	95%	THGND
1) nur energiebedingte Emissionen		
2) Ziel wird erst in 2060 erreicht		

Quelle: Prognos, EWI, GWS (2014); Öko-Institut und Fraunhofer ISI (2015); DLR, Fraunhofer IWES, IFNE (2012); UBA (2013)

Primärenergieverbrauch im KS-Szenario 80

	2008	2010	2020	2030	2040	2050
	PJ					
Kernenergie	1.623	1.533	729	0	0	0
Braunkohle	1.566	1.516	1.115	705	306	36
Steinkohle	1.817	1.773	1.188	852	619	407
Öl	3.948	3.745	2.923	2.116	1.193	636
Erdgas	3.020	3.128	2.647	2.145	1.533	821
Müll und sonstige	190	231	252	220	185	153
Biomasse ^a	923	1.182	1.624	1.242	1.194	1.237
Wasser	74	75	80	85	88	90
Wind	146	136	453	718	960	1.239
Solar	16	42	245	407	508	732
Geothermie und Umweltwärme	0	0	102	350	658	947
Synthetische Brennstoffe ^b	0	0	0	0	0	0
Stromausgleichssaldo	-81	-64	-131	0	164	238
Primärenergie ^c	13.241	13.298	11.228	8.840	7.408	6.534
Nachr.:						
Veränderung gegenüber 2008	0,0%	0,4%	-15,2%	-33,2%	-44,1%	-50,7%
Anteil erneuerbare Energien ^d	8,8%	10,8%	22,3%	31,7%	46,0%	65,0%

Anmerkungen: ^a einschließlich organische Anteile des Mülls. ^b nur Import synthetischer Brennstoffe relevant. ^c ohne Brennstoffeinsatz des internationalen Seeverkehrs (Hochseebunkerungen) und ohne nichtenergetischen Verbrauch. ^d ohne erneuerbaren Anteil der Importe von Strom und synthetischen Brennstoffen.

Quelle: Berechnungen Öko-Institut und Fraunhofer ISI

Primärenergieverbrauch im KS-Szenario 95

	2008	2010	2020	2030	2040	2050
	PJ					
Kernenergie	1.623	1.533	728	0	0	0
Braunkohle	1.566	1.516	747	77	101	9
Steinkohle	1.817	1.773	1.085	686	416	153
Öl	3.948	3.745	2.813	1.897	666	151
Erdgas	3.020	3.128	2.512	1.839	1.053	286
Müll und sonstige	190	231	258	216	176	140
Biomasse ^a	923	1.182	1.368	1.331	1.253	1.107
Wasser	74	75	80	85	88	90
Wind	146	136	453	740	1.350	2.057
Solar	16	42	246	456	593	790
Geothermie und Umweltwärme	0	0	126	388	701	980
Synthetische Brennstoffe ^b	0	0	0	0	122	143
Stromausgleichssaldo	-81	-64	1	77	171	29
Primärenergie ^c	13.241	13.298	10.418	7.792	6.689	5.936
Nachr.:						
Veränderung gegenüber 2008	0,0%	0,4%	-21,3%	-41,2%	-49,5%	-55,2%
Anteil erneuerbare Energien ^d	8,8%	10,8%	21,8%	38,5%	59,6%	84,7%

Anmerkungen: ^a einschließlich organische Anteile des Mülls. ^b nur Import synthetischer Brennstoffe relevant. ^c ohne Brennstoffeinsatz des internationalen Seeverkehrs (Hochseebunkerungen) und ohne nichtenergetischen Verbrauch. ^d ohne erneuerbaren Anteil der Importe von Strom und synthetischen Brennstoffen.

Quelle: Berechnungen Öko-Institut und Fraunhofer ISI

Klimaschutzszenario 2050

2. Endbericht

Berlin,
18. Dezember 2015

Studie im Auftrag des Bundesministeriums für
Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit

Grundvoraussetzung für den Ausbau der ungekoppelten CO₂-freien Fernwärmeerzeugung ist die Feststellung, dass es sich bei der KWK-Technologie um eine Übergangstechnologie handelt, deren Bedeutung nach dem Jahr 2030 deutlich abnimmt. Durch die starke Durchdringung des Stromerzeugungssystems mit erneuerbaren Energien in Kombination mit dem starken Rückgang des konventionellen Stromverbrauchs verbleibt insbesondere im KS 95 praktisch kein Emissionbudget für fossile KWK-Anlagen außerhalb von Müllverbrennungsanlagen und einem sehr geringen Gasanteil. Dies bedeutet, dass nach dem Jahr 2030 die direkte und indirekte Förderung für die KWK auslaufen sollte. Dies betrifft z. B. das Eigenverbrauchsprivileg, die Zahlung von vermiedenen Netznutzungsentgelten, die Ermäßigungen bei der Energiesteuer und die KWK-Förderung.

S.289

Das aktuelle Langfristszenario: Basis-Szenario (80%)

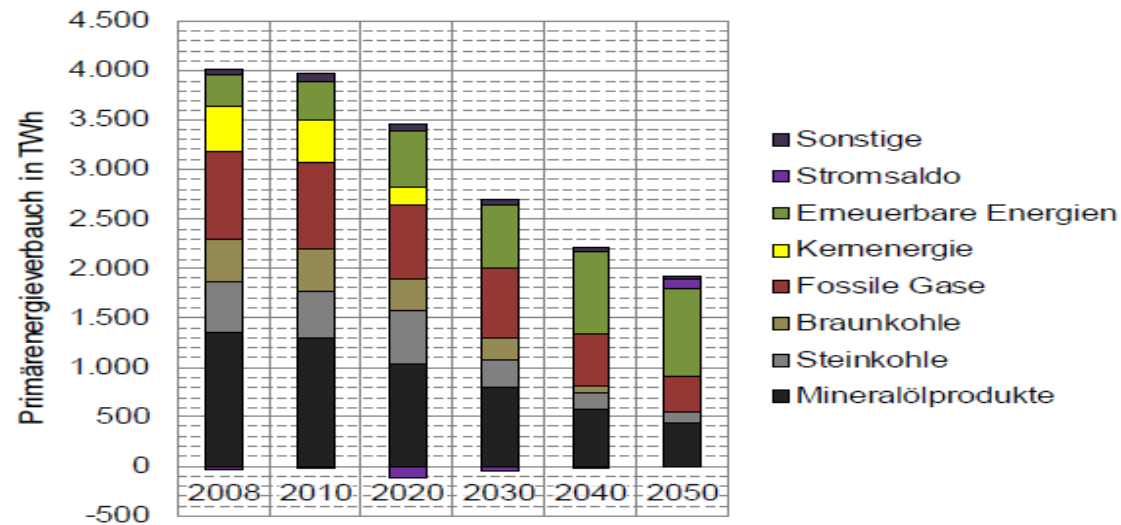


Abbildung 145: Entwicklung des Primärenergieverbrauchs im *Basisszenario* in TWh

Tabelle 81: Relative Entwicklung des Primärenergieverbrauchs nach Energieträgern gegenüber 2008 im *Basisszenario*

	2010	2020	2030	2040	2050
Mineralölprodukte	- 4 %	- 24 %	- 41 %	- 57 %	- 68 %
Steinkohle	- 5 %	+ 6 %	- 45 %	- 68 %	- 78 %
Braunkohle	- 3 %	- 27 %	- 49 %	- 84 %	- 99 %
Fossile Gase	- 2 %	- 15 %	- 21 %	- 40 %	- 59 %
Kernenergie	- 6 %	- 60 %	- 100 %	- 100 %	- 100 %
Erneuerbare Energien	+ 23 %	+ 75 %	+ 99 %	+ 157 %	+ 177 %
Außenhandelsaldo Strom	- 21 %	+ 405 %	+ 105 %	- 17 %	- 568 %
Sonstige	+ 21 %	+ 36 %	+ 3 %	- 30 %	- 57 %
Gesamtverbrauch	- 1 %	- 16 %	- 34 %	- 45 %	- 52 %

Quelle: Fraunhofer ISI u.a. 2017

Das aktuelle Langfristszenario: Basis-Szenario (80%)

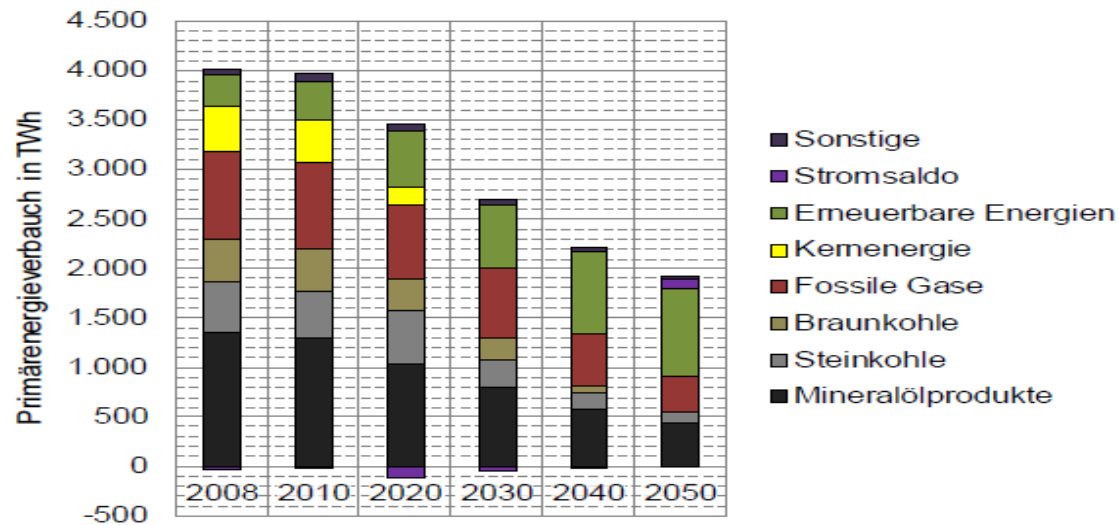


Abbildung 145: Entwicklung des Primärenergieverbrauchs im *Basisszenario* in TWh

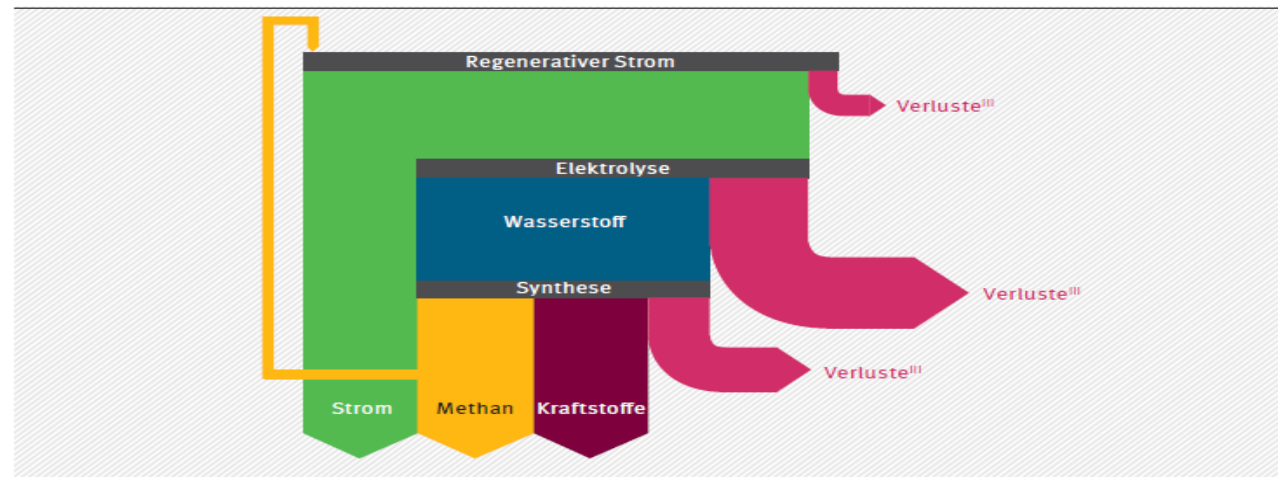
Tabelle 81: Relative Entwicklung des Primärenergieverbrauchs nach Energieträgern gegenüber 2008 im *Basisszenario*

Die Rolle von KWK ist abhängig von der Verfügbarkeit von CCS-Kraftwerken, dem verbleibenden Flexibilitätsbedarf und der lokalen Konkurrenz durch alternative Wärmeerzeuger.

Quelle: Fraunhofer ISI u.a. 2017

Das visionäre Szenario: Studie „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

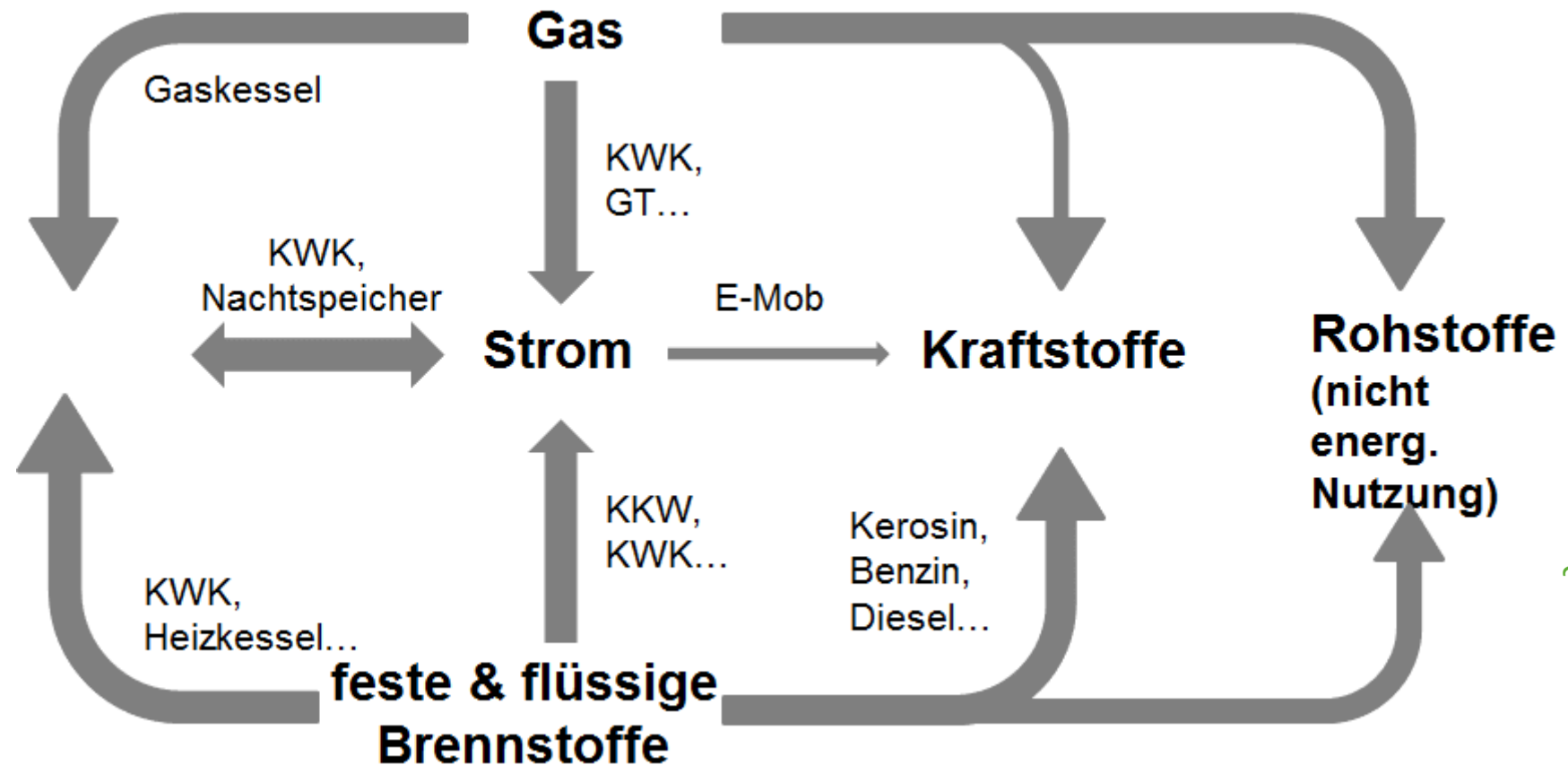


**Basis: rund 3.000 TWh
Nettostromerzeugung**

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

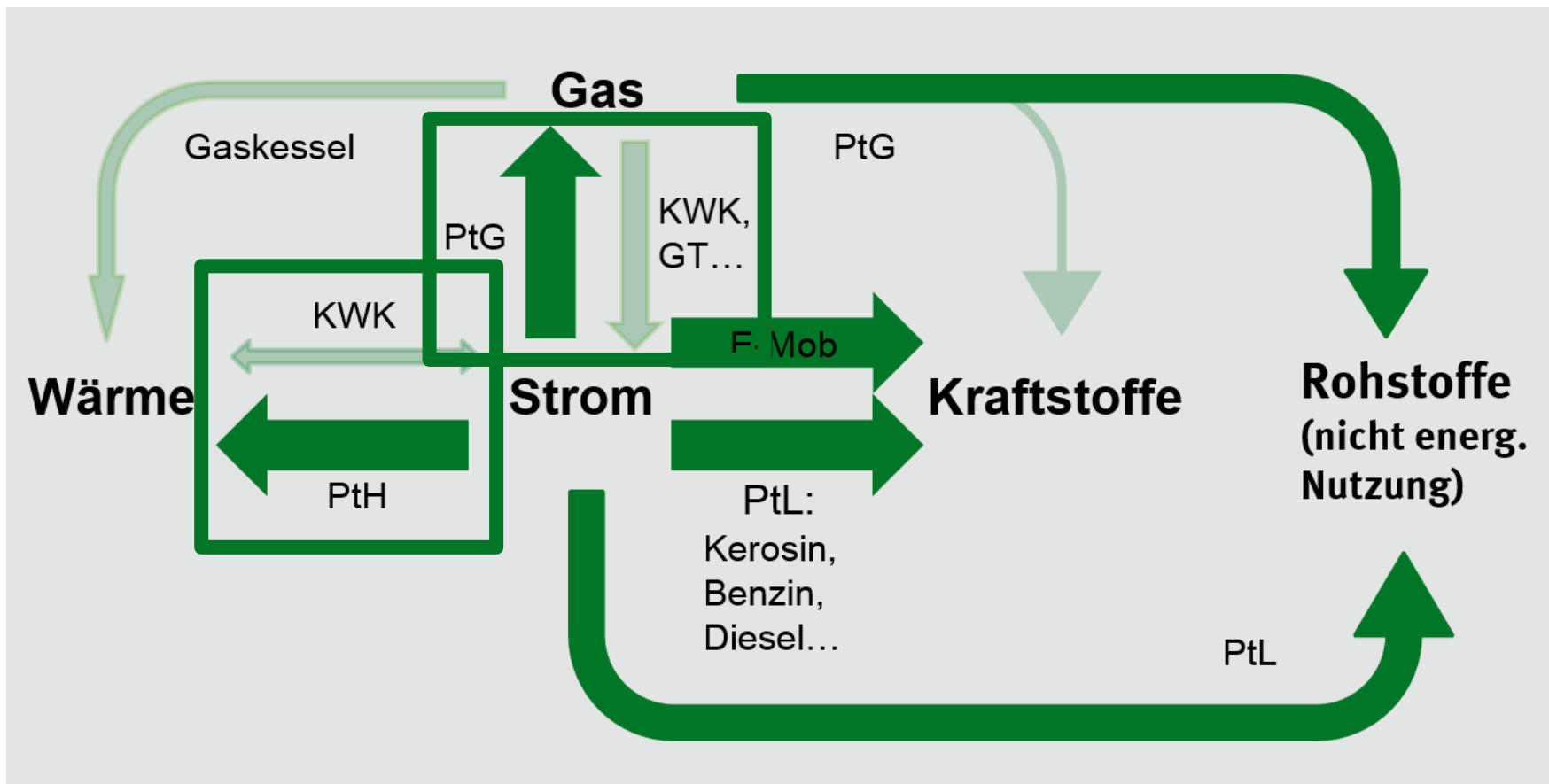
	Strom in TWh	regeneratives Methan in TWh	flüssige regenerative Kraftstoffe in TWh
private Haushalte	104,7	44,5	0
GHD	90,3	62,4	18,6
Industrie ^{LXXXIX, XC}	179,7	198,8	0
Verkehr	91,1	0	533,3
Summe energetisch	465,8	305,7	551,9
		1323,4	
Industrie stofflich		282	
Summe energetisch und stofflich		1605,4	

Klassische Sektorkopplung



Quelle: UBA 2016

Neue Sektorkopplung



Quelle: UBA 2016

Zwischenfazit

- Sämtliche Klimaschutzszenarien gehen als Ziel-Szenarien davon aus, dass die erneuerbaren Energien – und hier insbesondere Wind- und Solarenergie – zu den tragenden Säulen des Energiesystems werden.
- Sehr hohe Anteile lassen sich aber nur erreichen, wenn die Energieeffizienzpotenziale ausgeschöpft werden.
- Die KWK wird in den Zielszenarien immer weniger als Effizienztechnologie angesehen und berücksichtigt.
- Insgesamt ist in den Szenarien eine Tendenz zum vollelektrischen Energiesystem zu beobachten.

3. Ist-Situation der KWK und Ziele

Ziele des KWK-Gesetzes

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

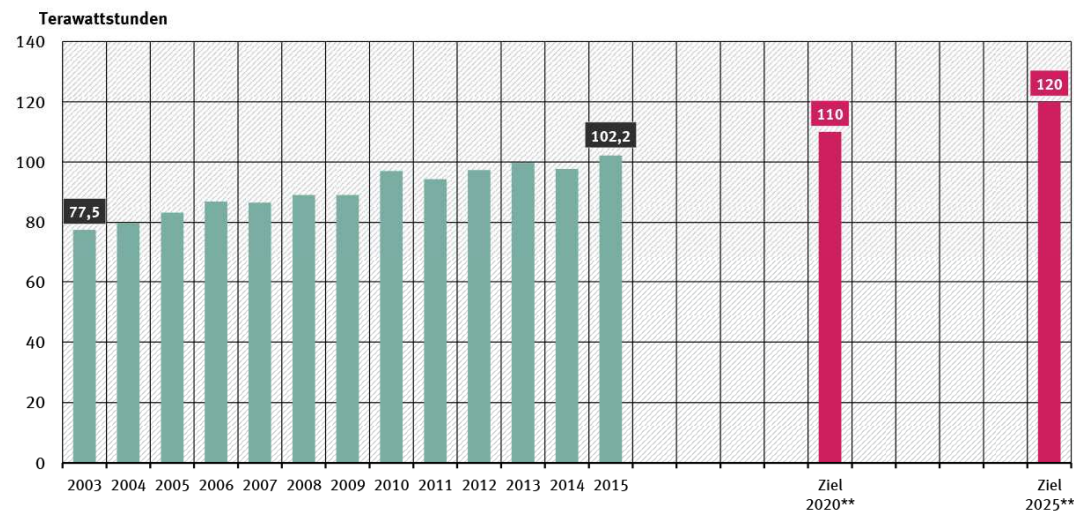
Abschnitt 1

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 mit Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)*



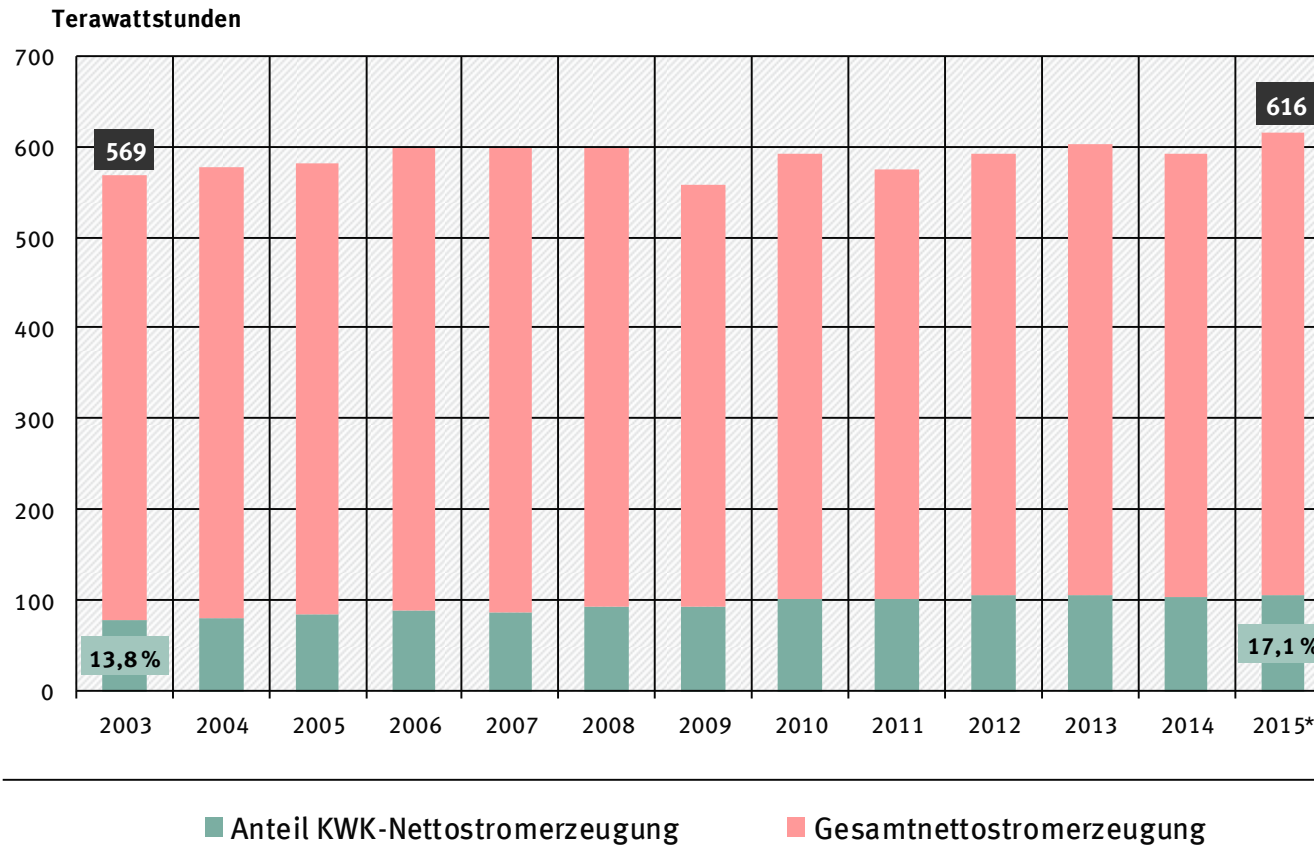
* ohne Berücksichtigung der mit der Fermenterwärme korrespondierenden Stromerzeugung
** Ziele für 2020 und 2025 nach KWKG-Gesetz 2016

Quelle: Statistisches Bundesamt; Öko-Institut; Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW); Energy Environment Forecast Analysis Institute (EEFA), Stand 04/2017

Quelle: UBA 2017

Entwicklung der KWK-Stromerzeugung

Anteil der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) an der Gesamtnettostromerzeugung



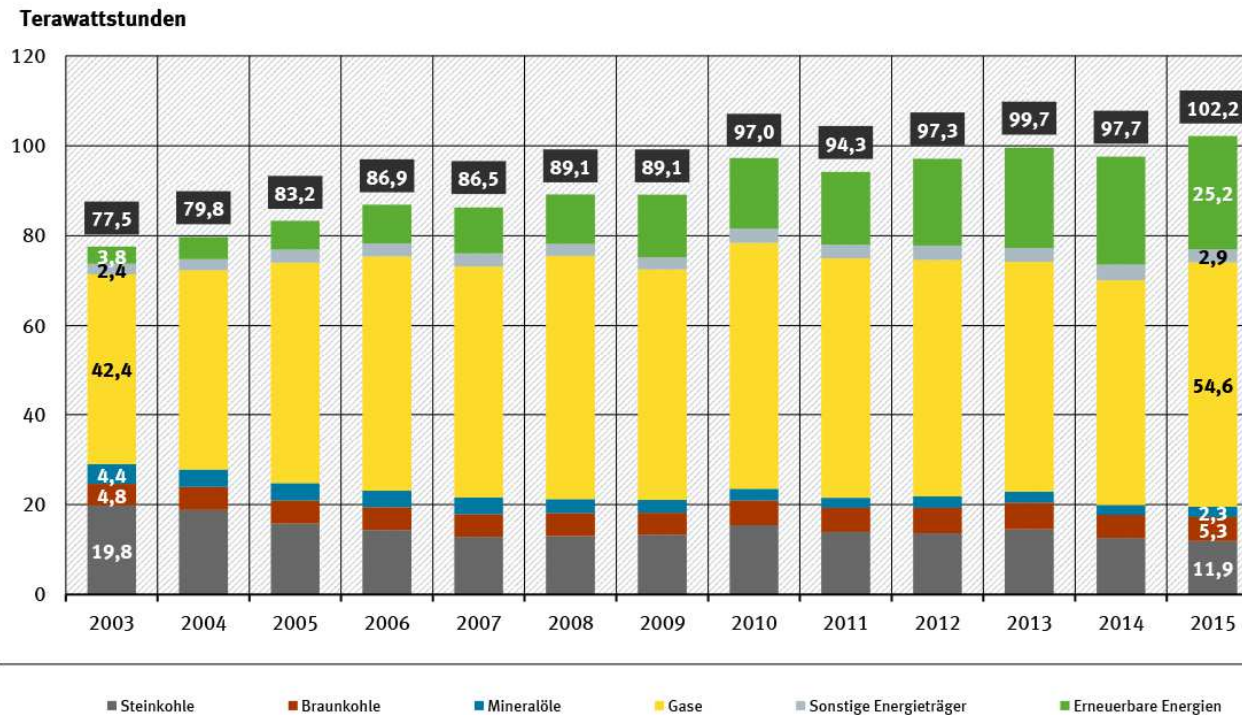
* vorläufige Angaben

Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Auswertungstabellen zur Energiebilanz 1990 bis 2015, Stand 07/2016

Quelle: UBA 2017

Entwicklung der KWK-Stromerzeugung nach Energieträgern

KWK-Nettostromerzeugung nach Energieträgern*



+32%

*ohne Berücksichtigung der mit der Fermenterwärme

Quelle: Statistisches Bundesamt; Öko-Institut; Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW); Energy Environment Forecast Analysis Institut (EEFA), Stand 04/2017

Anteil der erneuerbaren Energien an der Strom- und Wärmeerzeugung in Kraft-Wärme-Kopplung

Angaben in [%]	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Anteil an der Strom- und Wärmeerzeugung in Kraft-Wärme-Kopplung	15,2	18,2	19,6	21,6	24,3	23,8	25,6	26,0

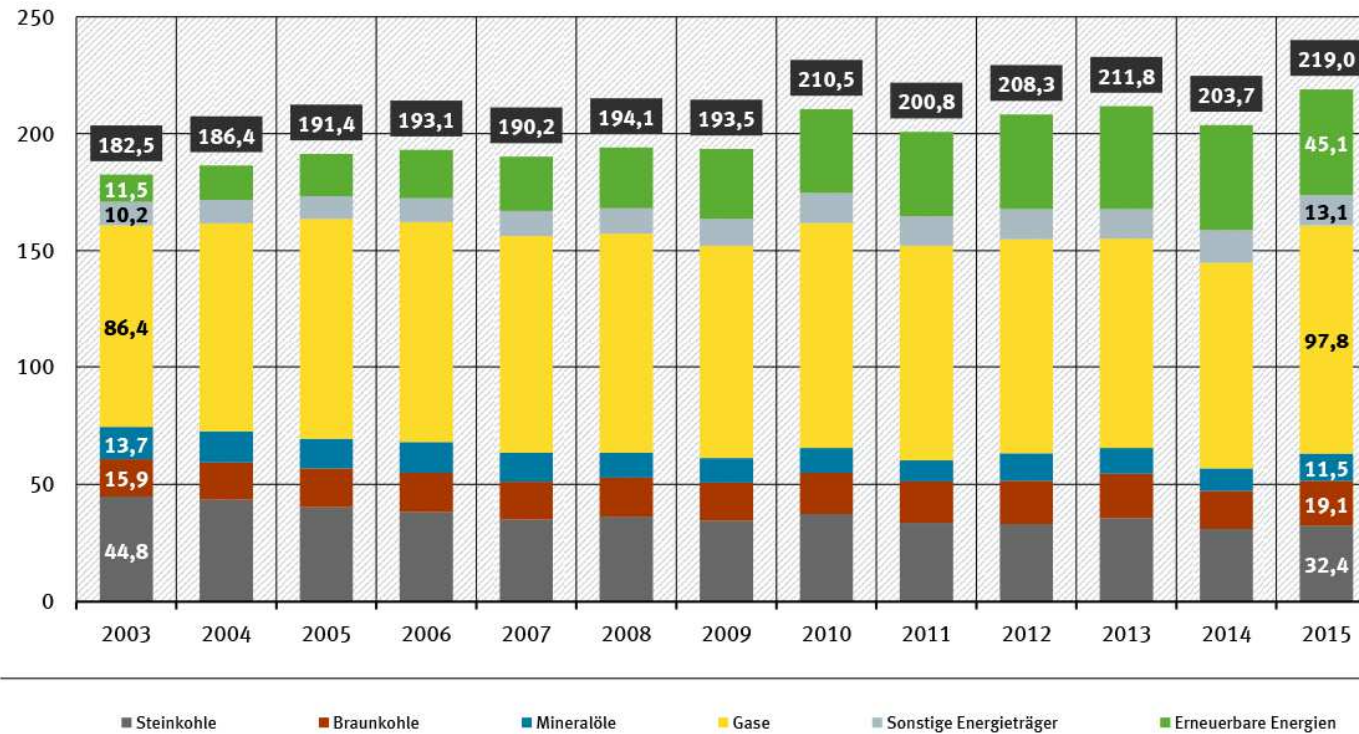
Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e. V. (AGEB), Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland, Stand Juli 2016.

Quelle: UBA 2017

Entwicklung der KWK-Wärmeerzeugung nach Energieträgern

KWK-Nettowärmeerzeugung nach Energieträgern*

Terawattstunden



+20%

*ohne Berücksichtigung der Fermenterwärme

Quelle: Statistisches Bundesamt; Öko-Institut; Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW); Energy Environment Forecast Analysis Institut (EEFA), Stand 04/2017

Quelle: UBA 2017

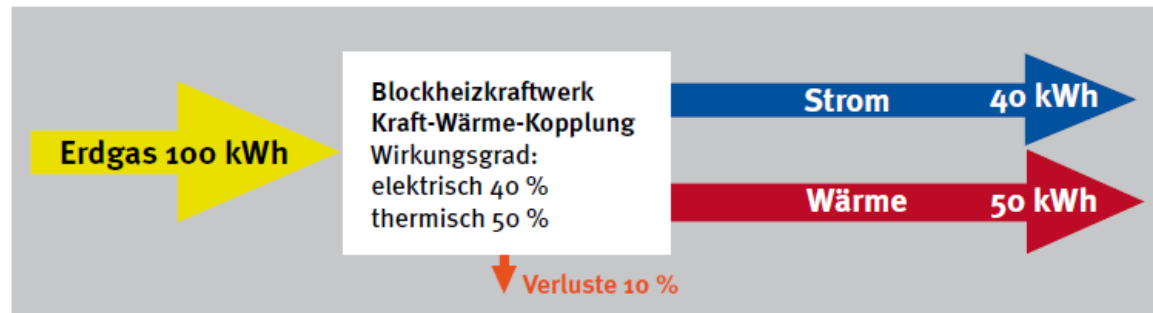
Zwischenfazit

- Die KWK hat in den letzten 10 Jahren kontinuierlich zugelegt.
- Das 2020-Ziel (110 TWh) wird aller Voraussicht nach gut erreicht werden.
- Durch die Neupositionierung der Bundesregierung zu nachwachsenden Rohstoffen ist der Anteil der erneuerbaren Energien für den KWK-Einsatz in den letzten Jahren nur noch leicht angestiegen.
- Die Kohle-KWK ist ein Auslaufmodell.

4. KWK – eine Effizienztechnologie?

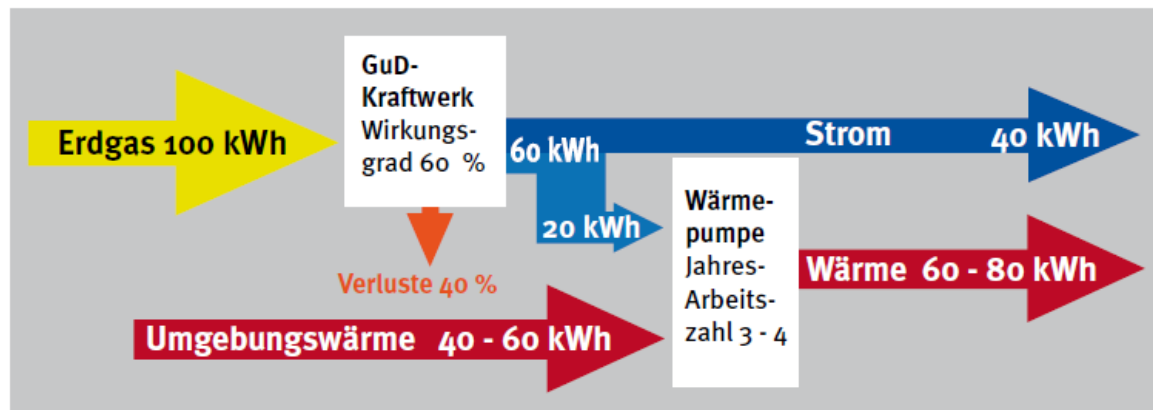
Der Dauerbrenner

Abb. 1a



Strom und Wärme durch Blockheizkraftwerk (KWK)

Abb. 1b

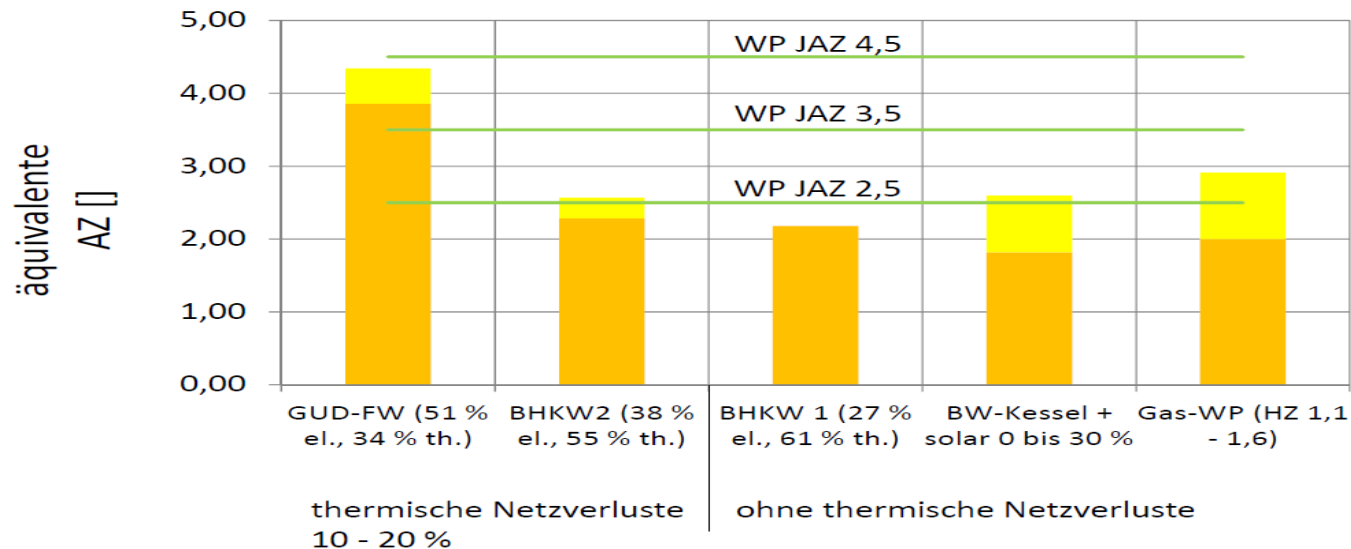


Strom durch GuD-Kraftwerk, Wärme durch nachgeschaltete Wärmepumpe bei gleicher Stromerzeugung

Quelle: DPG 2015

Was heißt effizient?

Wärmeversorgungsstrategien im Vergleich



$$AZ_{eq,th} = \eta_{th} / (\eta_{el,GuD} - \eta_{el})$$

$$AZ_{eq} = \eta_{th} * \zeta_{th} / (\eta_{el,GuD} * \zeta_{el,GuD} - \eta_{el} * \zeta_{el})$$

mit

η_{th} = thermischer Nutzungsgrad des Wärmeerzeugers

ζ_{th} = thermischer Netznutzungsgrad

η_{el} = elektrischer Nutzungsgrad des „Wärmeerzeugers“

ζ_{el} = elektrischer Netznutzungsgrad

$\eta_{el,GuD}$ = elektrischer Nutzungsgrad der Referenz

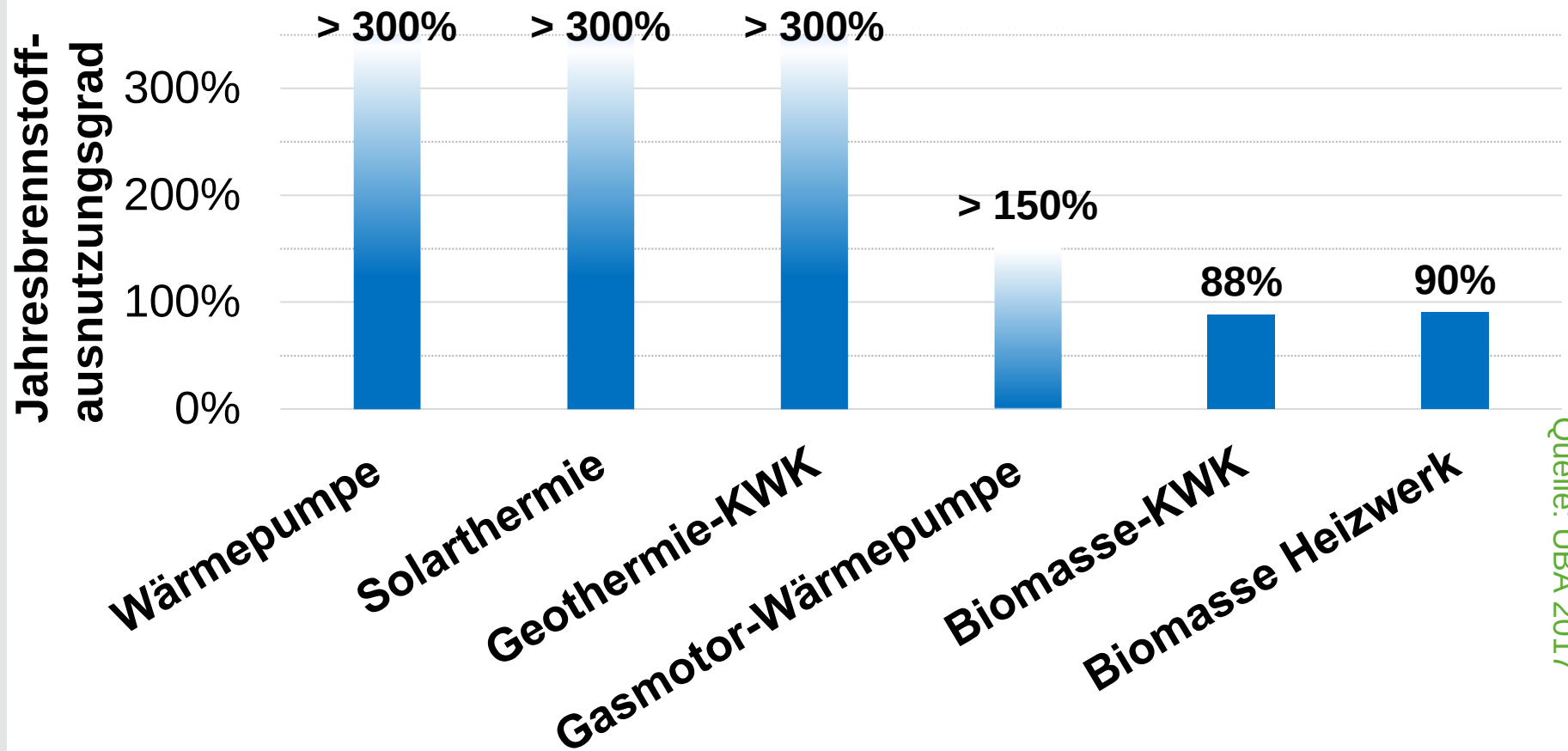
$\zeta_{el,GuD}$ = elektrischer Netznutzungsgrad der Referenz

Quelle: Lüking 2013

Was heißt effizient? Hoher Anteil EE?

ERNEUERBARE WÄRME

$$\frac{\sum \text{bereitgestellte Wärme und Nettostromerzeugung}}{\sum \text{eingesetzte Brennstoffenergie und Strom}} \geq 150\%$$



Quelle: UBA 2017

Zwischenfazit

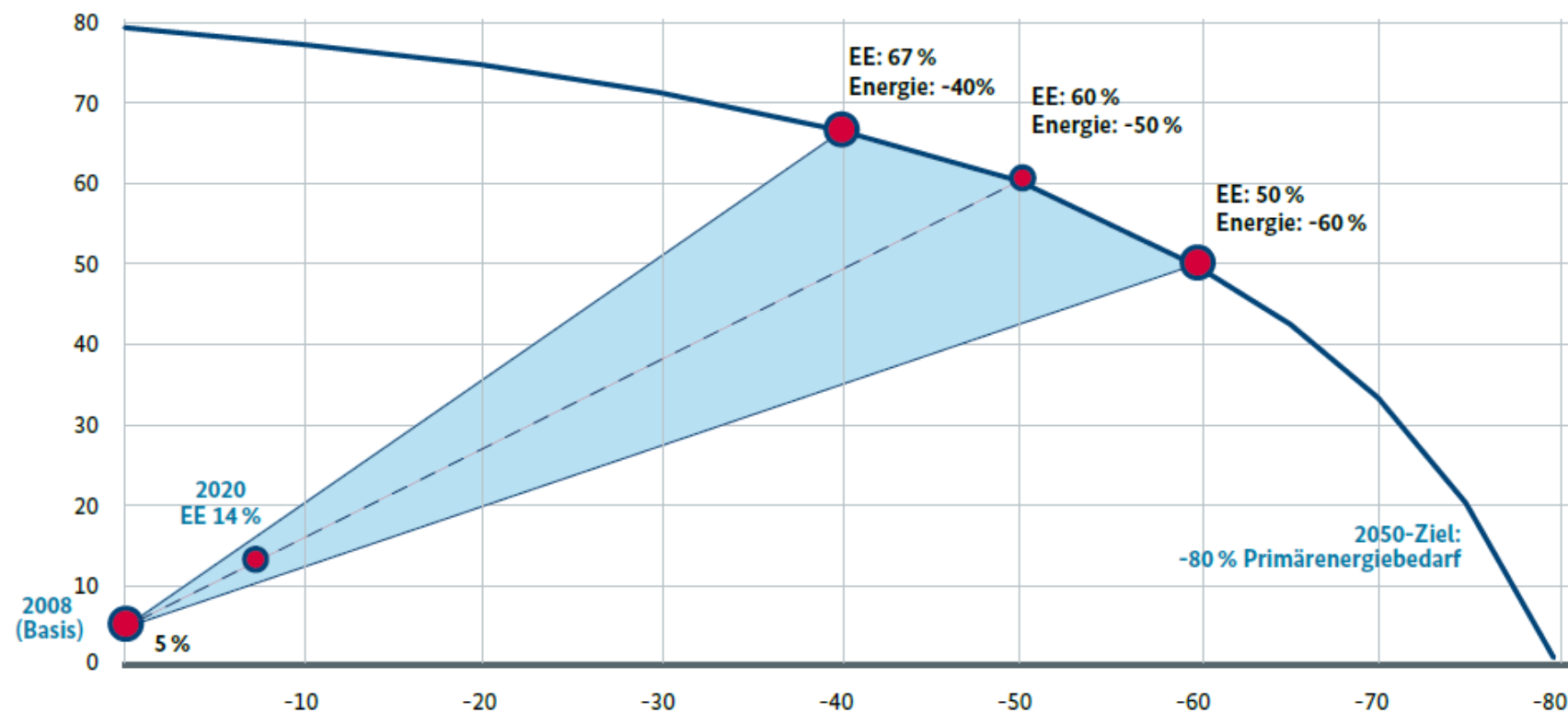
Es erscheint ratsam, mit dem Begriff „effizient“ im Zusammenhang mit der KWK behutsam und differenziert umzugehen.

Zumindest sollte man ihn nicht stets zum „Königskriterium“ einer Beurteilung der KWK machen. Wichtig ist vielmehr die Benennung der Einsatzgebiete der KWK, wo es **real aktuell** keine besseren Alternativen gibt.

5. KWK im Strom-Wärme-System: mittelfristige Perspektive

Chancen und Herausforderungen: Neue Balance im Wärmesektor!

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



Quelle: BMWi 2014

Wärmenetze: Strom-Wärme- und EE-Wärmesysteme

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



Quelle: Eigene Darstellung

Quelle: BMWI 2017

Einflussreiche Studien zur Wärmewende



FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR WINDENERGIE UND ENERGIESYSTEMTECHNIK IWES
FRAUNHOFER INSTITUT FÜR BAUPHYSIK IBP

INTERAKTION EE-STROM, WÄRME UND VERKEHR

Analyse der Interaktion zwischen den Sektoren Strom, Wärme/Kälte und Verkehr in Deutschland in Hinblick auf steigende Anteile fluktuierender Erneuerbarer Energien im Strombereich unter Berücksichtigung der europäischen Entwicklung

Ableitung von optimalen strukturellen
Entwicklungspfaden für den Verkehrs- und Wärmesektor

Gefördert durch:

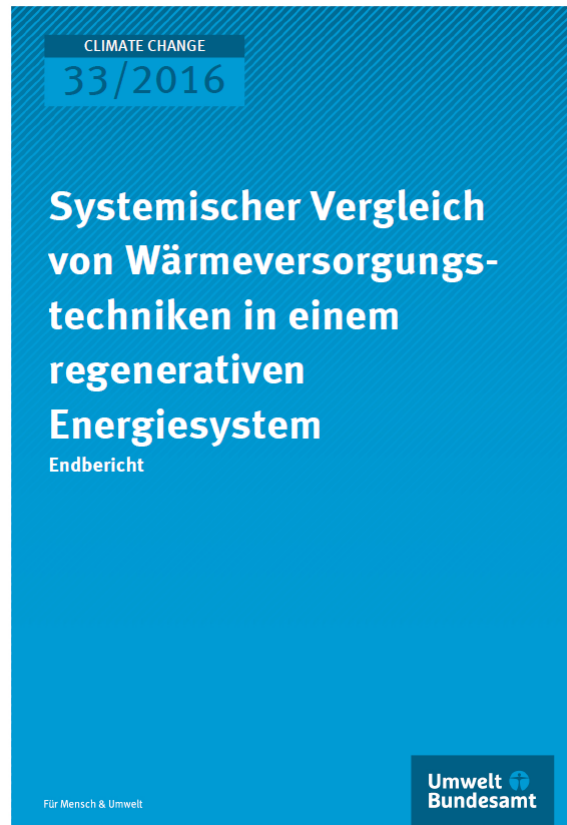


aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

IN ZUSAMMENARBEIT MIT



Stiftung Umweltenergierecht



Wärmewende 2030

Schlüsseltechnologien zur Erreichung der
mittel- und langfristigen Klimaschutzziele im
Gebäudesektor

STUDIE

Agora
Energiewende



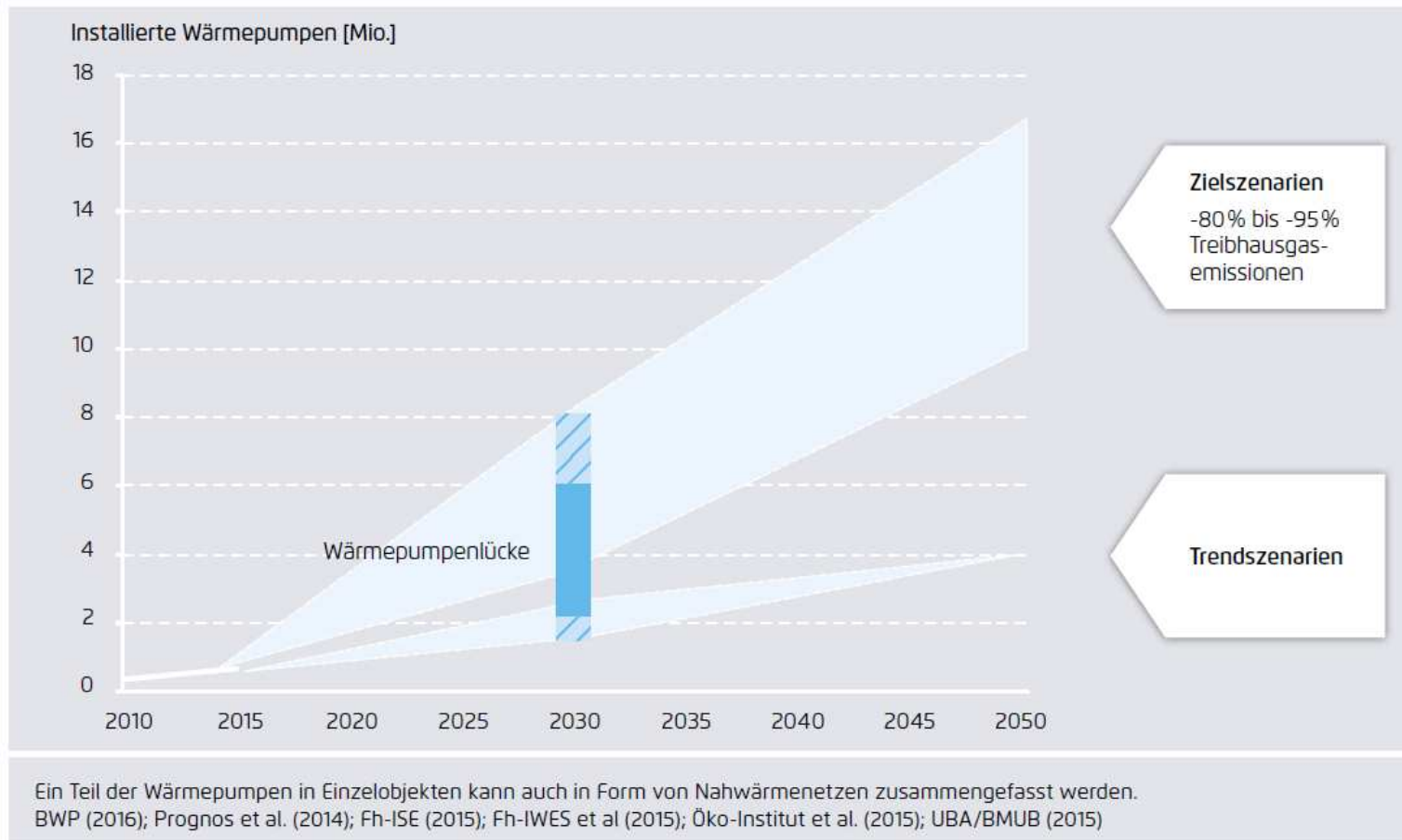
Fraunhofer
IBP

Fraunhofer
IWES

Direkte Stromnutzung für NT-Wärme als Königsoption?

Anzahl der Wärmepumpen im Szenarienvergleich in Millionen und Wärmepumpenlücke

Abbildung 4



Quelle: Agora 2016

Zur Bedeutung von Systemgrenzen: zentral oder dezentral?

WIRTSCHAFT MEGAPROJEKT



11.12.15

China plant ein Stromnetz für die ganze Welt

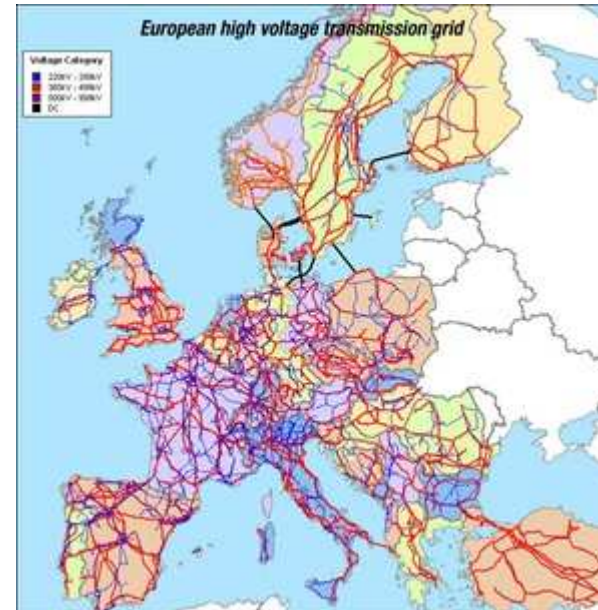
Das globale Stromnetz



Quelle: United Energy Interocean

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, KW Effizienzhaus 55, Primärenergiebedarf 7 kWh/m²a, HWB 7.900 kWh/a, Koll.f. 46 m², 45°, 0° Südabw., Speicher 9.400 l, Zusatzheizung Stückholz (Powall CPKA 30 kW); PV Anlage 8,4 kWp + Akku 58 kWh Überwiegend zur Eigennutzung

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

Zur Bedeutung von Systemgrenzen: zentral oder dezentral?

WIRTSCHAFT MEGAPROJEKT



11.12.15

China plant ein Stromnetz für die ganze Welt

Liu sprach vom Ausbau großer

Das globale Strom



WELT



Die politisch favorisierte Systemgrenze ist die entscheidende Rahmenbedingung für die weitere Ausgestaltung der Systemtransformation

Europäische Kupferplatte?

100%
Erneuerbare
Energie
Regionen



hannover 2011
Photovoltaik und Akku



solare
Deckung
Wärme 65 %

solare
Deckung
Strom 100 %

Heiz- und
Stromkosten
ca. 200 €/a



(1 WE) 2011, Wohnfläche 162 m², KW Effizienzhaus 55, Primärenergiebedarf 7 kWh/m²a, HWB 7.900 kWh/a, Koll.f. 46 m², 45°, 0° Südsw., Speicher 9.400 l, Zusatzheizung Stückholz (Powall CPKA 30 kW); PV Anlage 8,4 kWp + Akku 58 kWh Überwiegend zur Eigennutzung

Prof. Dipl.-Ing. Timo Leukold, Firma Timo Leukold - Energie verbindet

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 zentralplanerische Optimierungsaufgabe!**



Uwe Leprich

ist Leiter der Abteilung Klimaschutz
und Energie im Umweltbundesamt.
Der Beitrag gibt seine eigene Mei-
nung wieder und ist nicht innerhalb
des Amtes abgestimmt.

Vom Ziel her denken? Teil 1

Gefahren eines gedanklichen Lock-ins

„Zweifellos sind Szenarien eine an-
spruchsvolle Methode für Zu-
kunftsprojektionen, und wer selbst
einmal an Parametern gedreht und Er-
gebnisse von Modellrechnungen kalibriert
hat, der erliegt leichter als andere der Ver-
suchung, sich mehr in der Rolle des Zu-
kunftsgestalters als in der des handwerk-
lichen Modellierers zu sehen.

Diese Versuchung liegt besonders nahe,
wenn man sich in der Welt sogenannter
Zielszenarien bewegt und die Verantwor-
tung für die Zielvorgaben an die Politik
abtreten kann. 25 Prozent weniger Treib-
hausgase bis 2005 gegenüber 1990 war das
Ziel der späten Regierung Kohl, das die
rot-grüne Regierung dann nach 1998 still
und leise einkassierte. Für die Modellierer

kein Problem – der Parameter war schnell
auf 21 Prozent Minderung bis 2008/2012
neu justiert.

Jeder weiß inzwischen, dass Deutsch-
land das Treibhausgas-Minderungsziel für
2020 in Höhe von 40 Prozent gegenüber
1990 mehr oder weniger krachend verfeh-
len wird. Wieder kein Problem für die Mo-
dellierer, die dann in ihren Szenarien die
zeitlich entfernten Ziele ins Zentrum ih-
rer Betrachtungen rücken und die Diffu-
sion Treibhausgas-arter beziehungsweise
-freier Technologien einfach beschleunigen.

„Vom Ziel her denken!“ heißt seit etli-
chen Jahren die Devise, und ihr haben
sich gegenwärtige Gestaltungsräume un-
terzuordnen. Sensitivitäten beziehen sich
allenfalls auf Preisentwicklungen, Wachs- ▶

Foto: privat

Zur Rolle der KWK im künftigen Strom-Wärme-System (1)

- Basis für dezentrale Wärmenetze als „Sammelnetze“
 - „Begrünung“ der Wärme durch Solarthermie, Geothermie, Abwärme, Umweltwärme, ..
 - „Begrünung“ des Gases durch Biomethan, PtG
- Backup für die fluktuierenden Beiträge des Stromsystems
 - flexibel
 - vernetzt
 - gesichert
- Basisbeiträge für die Regelenergiemärkte und den Dispatch
 - sukzessive Ablösung der Kohlekraftwerke u.a. durch intelligente Pooling-Lösungen („virtuelle Kraftwerke“)

Zur Rolle der KWK im künftigen Strom-Wärme-System (2)

- Option für ein dezentraleres Netzlastmanagement
 - dezentralerer Angebots-/Nachfrageausgleich statt „Kupfer vergraben“
 - Bewältigung neuer Herausforderungen durch Elektromobilität
- Option für einen dezentraleren Bilanzkreisausgleich
 - Entlastung überregionaler Netze
 - Erschließung lokaler/regionaler Möglichkeiten

Hemmnisse für eine Schlüsselrolle der KWK im künftigen Strom-Wärme-System

- keine stringente kommunale Wärmeplanung / Investitionen in Wärmenetze ist den Akteuren z.T. zu unsicher
- unzureichende ökonomische Anreize zur Flexibilisierung der KWK-Anlagen für ihre Backup-Rolle
- zu langsames Tempo beim Kohleausstieg, um u.a. eine größere Rolle auf den Regelenergiemärkten spielen zu können
- unzureichende Freiräume bei der Netzregulierung für intelligente dezentrale Steuerungslösungen
- zu geringe ökonomische Anreize für eine größere Bilanzkreistreue durch planmäßigen Einsatz dezentraler Optionen

Zwischenfazit

- KWK-Anlagen sind geeignet, eine Schlüsselrolle für die umfassende Transformation des kombinierten Strom-Wärme-Systems zu spielen.
- Als Basisanlagen für dezentrale Wärmenetze sind sie nicht nur geeignet, den Anteil erneuerbarer Energien im Wärmesektor entscheidend zu erhöhen, sondern auch Versorgungssicherheit und Stabilität im Stromsystem zu garantieren, das immer stärker von den fluktuierenden erneuerbaren Energien Wind und Solar geprägt wird.
- Die vielfältigen Hemmnisse, die einer solchen Schlüsselrolle entgegenstehen, lassen sich nur aktiv beseitigen, wenn sich die Politik stärker für dezentrale Bottom-up-Systemansätze öffnet und entsprechende Aktivitäten ermutigt und ökonomisch unterstützt.

Ausblick

- KWK kann vielfältige Beiträge zur Unterstützung der Transformation zu einem treibhausgasneutralen, ressourcenschonenden und deutlich dezentraleren Energiesystem erbringen
- Sie sollte sich nicht als grundsätzlich „effizienteste“ oder „optimale“ Option im Strom-Wärme-System inszenieren, sondern als real verfügbare beste Option in einer Vielzahl von konkreten Anwendungsfällen mit der Aussicht auf wachsende Dekarbonisierungsbeiträge
- Sie muss sich dafür ständig weiterentwickeln: CO₂-ärmer, flexibler, vernetzter, dienender, systemischer,

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Prof. Dr. Uwe Leprich

uwe.leprich@uba.de