

Treibhausgas-Emissionsprojektionen bis zum Jahr 2020

**Zwischenergebnisse aus den Modellierungsarbeiten im Projekt
„Politiksznarien für den Klimaschutz VI“
für das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und
Reaktorsicherheit (BMU) und das Umweltbundesamt (UBA)**

**Für das Projektkonsortium: Dr. Felix Chr. Matthes
Berlin, 28. November 2011**

- **Konsortium „Politiksznarien für den Klimaschutz VI“**
 - Öko-Institut, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, Forschungszentrum Jülich, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung sowie Dr. Hans-Joachim Ziesing
- **Szenarienkonzept**
 - Das „Aktuelle-Politik-Szenario“ (APS) berücksichtigt alle energie- und klimapolitischen Maßnahmen, die bis zum 8. Juli 2011 ergriffen wurden
 - Das „Energiewende-Szenario“ (EWS) berücksichtigt darüber hinaus gehende, derzeit diskutierte bzw. mögliche Maßnahmen
- **Modellierungsansatz für das Projekt**
 - Sektoral hoch aufgelöste Bottom up-Modellierung
 - Modellierung konkreter politischer Maßnahmen im Detail
 - Modellierung aller für Treibhausgasemissionen relevanter Sektoren (außer Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft)

Langfristige Energie- und Klimaschutzziele

Zentrale Rahmensetzungen für Politik

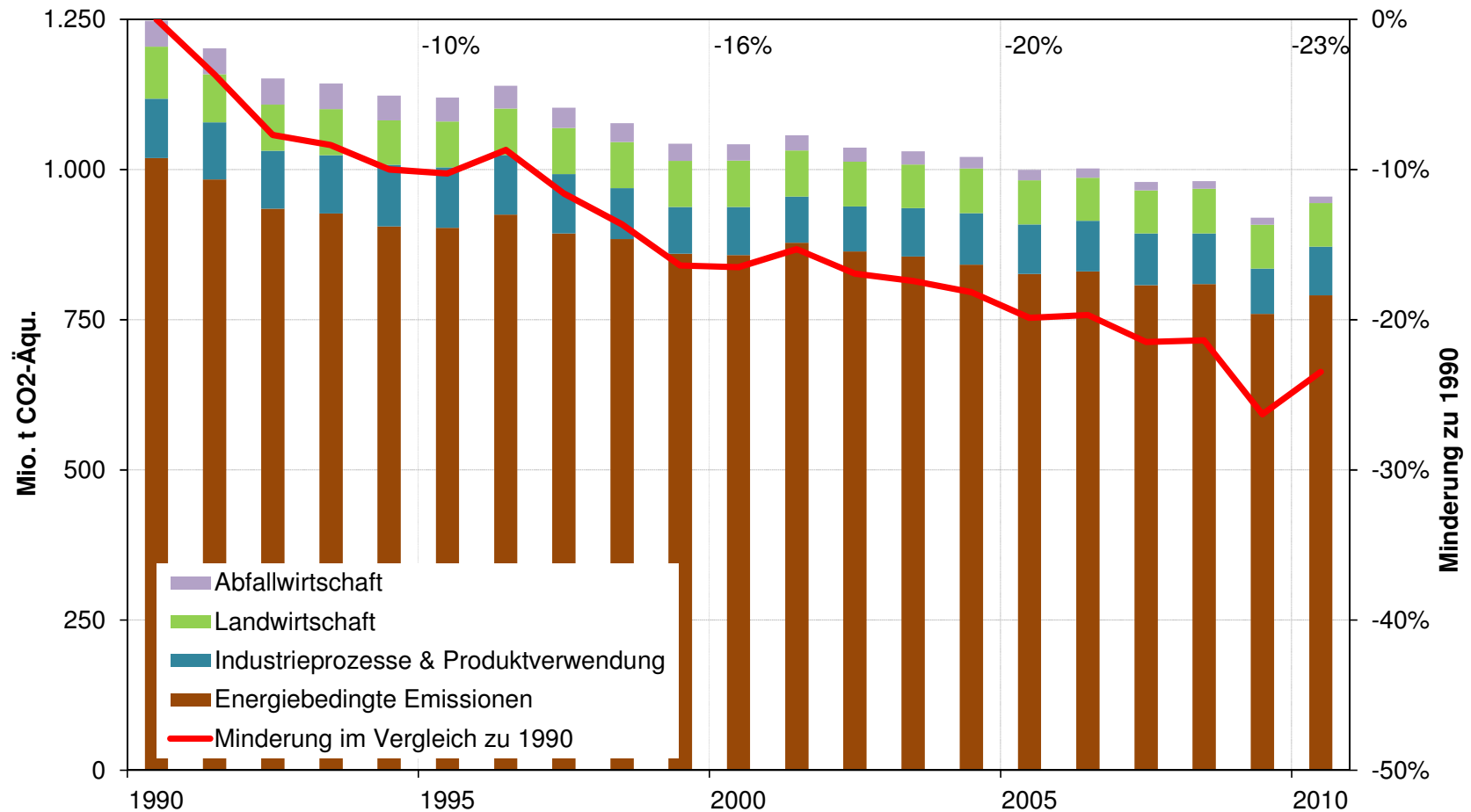
	Treibhausgas-Emissionen (Basis 1990)	Erneuerbare Energien		Minderung Energiebedarf				Kernenergie
		Brutto-Endenergie	Stromerzeugung	Primärenergie	Gebäude-Wärme	Endenergie Verkehr	Stromverbrauch	
2011								-41%
2015								-47%
2017								-54%
2019								-60%
2020	-40%	18%	35%	-20%	-20%	-10%	-10%	
2021								-80%
2022								-100%
2030	-55%	30%	50%					
2040	-70%	45%	65%					
2050	-80 bis -95%	60%	80%	-50%	-80%	-40%	-25%	

Als Ergebnis des Energiekonzepts 2010/2011 entstand ein Satz von einerseits explizit mittel- und langfristig ausgerichteten und andererseits sehr umfassend formulierten energie- und klimapolitischen Zielen

Quelle: BReg (2010/2011), eigene Berechnungen

- **Bevölkerungsentwicklung**
 - Leicht sinkende Gesamtbevölkerung von 82 Mio. (2008) auf 79,9 Mio. (2020)
 - Leicht steigende Haushaltszahlen von 39,6 Mio. (2008) auf 40,7 Mio. (2020)
- **Gesamtwirtschaftliche Entwicklung**
 - Steigerung des realen Bruttoinlandsprodukts von 2.270 Mrd. € (2008) auf 2.437 Mrd. € (2020), d.h. etwa 0,6% jährlich
 - Effekte der Finanz- und Wirtschaftskrise sind berücksichtigt
- **Energiepreise**
 - Steigerung des (realen) Ölpreises von 102 \$/bbl (2008) auf 111 \$/bbl (2020)
- **Zertifikatspreise im EU-Emissionshandelssystem**
 - Steigerung auf 20 €/EUA bis 2020 im Aktuelle-Politik-Szenario
 - Steigerung auf 25 €/EUA im Energiewende-Szenario (ambitioniertere EU-Ziele)

Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen Deutschland 1990 bis 2010



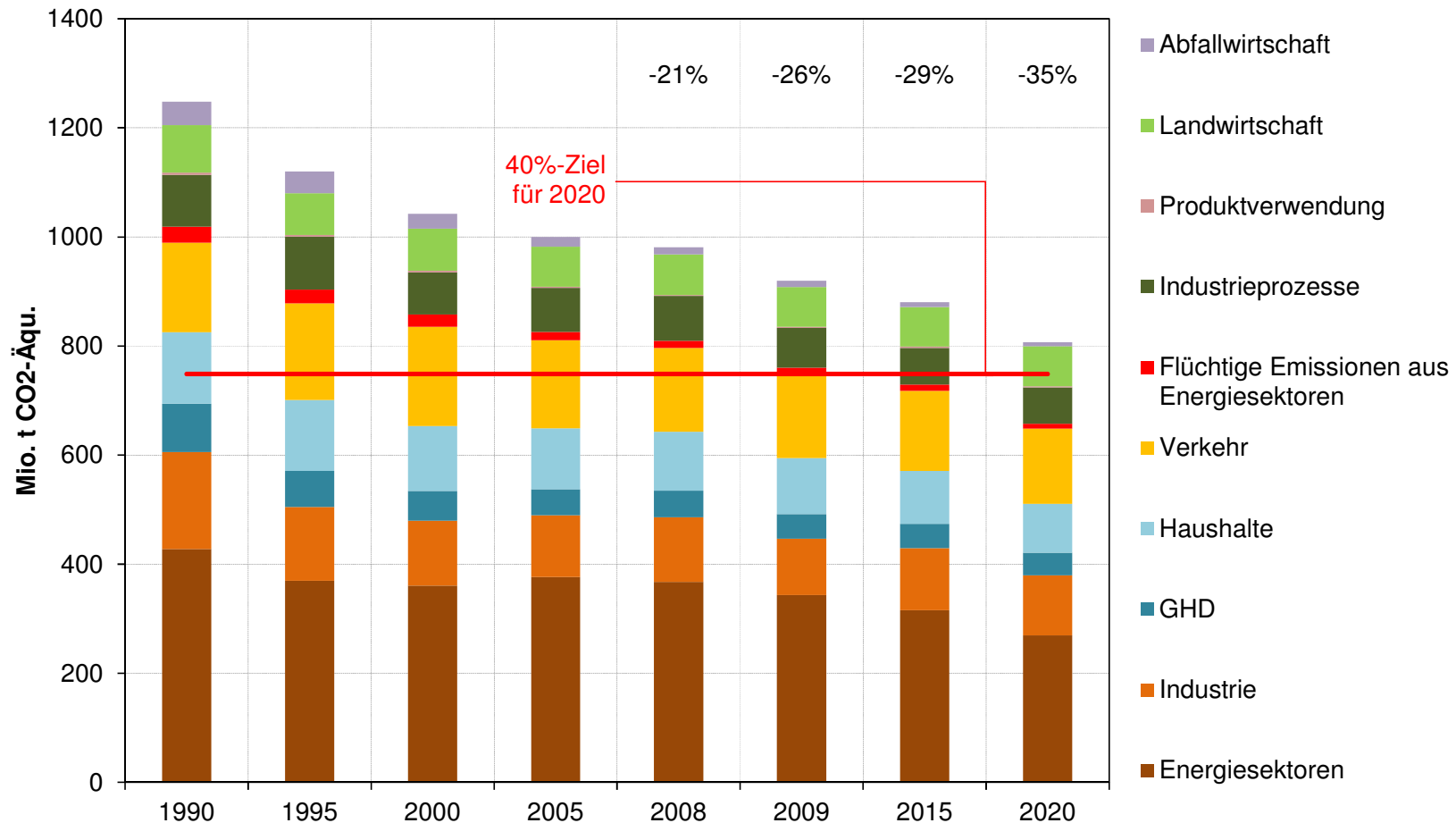
Einigungsbedingte Sondereffekte für Emissionsminderung in den 1990er Jahren (~10%), Emissionsminderungen darüber hinaus als Ergebnis von Klima- und Energiepolitik, Emissionstrend ist auch ungeachtet der Sondersituation des Jahres 2009 robust

Quellen: UBA (2011) für 1990-2009, EEA (2011) für 2010

- **Übergreifende Instrumente**
 - Ausweitung des EU-Emissionshandelssystems (Industriegase, Flugverkehr, langfristiges Cap)
 - Energie- und Klimafonds (aus Erlösen des EU-ETS)
- **Gebäudesektor**
 - Fortführung der KfW-Programme und des Marktanzreizprogramms
 - Novellierung der Energieeinspar-Verordnung (2009) und des Erneuerbare Energien Wärme-Gesetzes (2010)
- **Verkehrssektor**
 - CO₂-Standards für Pkw und Leichte Nutzfahrzeuge für 2015 (CO₂-Strategie der EU von 2009 bzw. 2010)
 - Bio-Kraftstoff-Quoten
 - LKW-Maut
 - Strategie zur Einführung der Elektromobilität

- **Industrie, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen sowie Geräte**
 - Mindesteffizienzstandards nach EU-Ökodesign-Richtlinie
 - KfW-Sonderfonds „Energieeffizienz in KMU“
- **Stromerzeugung**
 - Fortführung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes und Flankierung durch entsprechende Instrumente (Offshore-Wind)
 - Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz
 - Förderprogramm für hocheffiziente Kraftwerke
- **Weitere Maßnahmen für die anderen Sektoren (industrielle Prozessemissionen, Emissionen von fluorierten Treibhausgasen, Landwirtschaft, Abfallwirtschaft)**

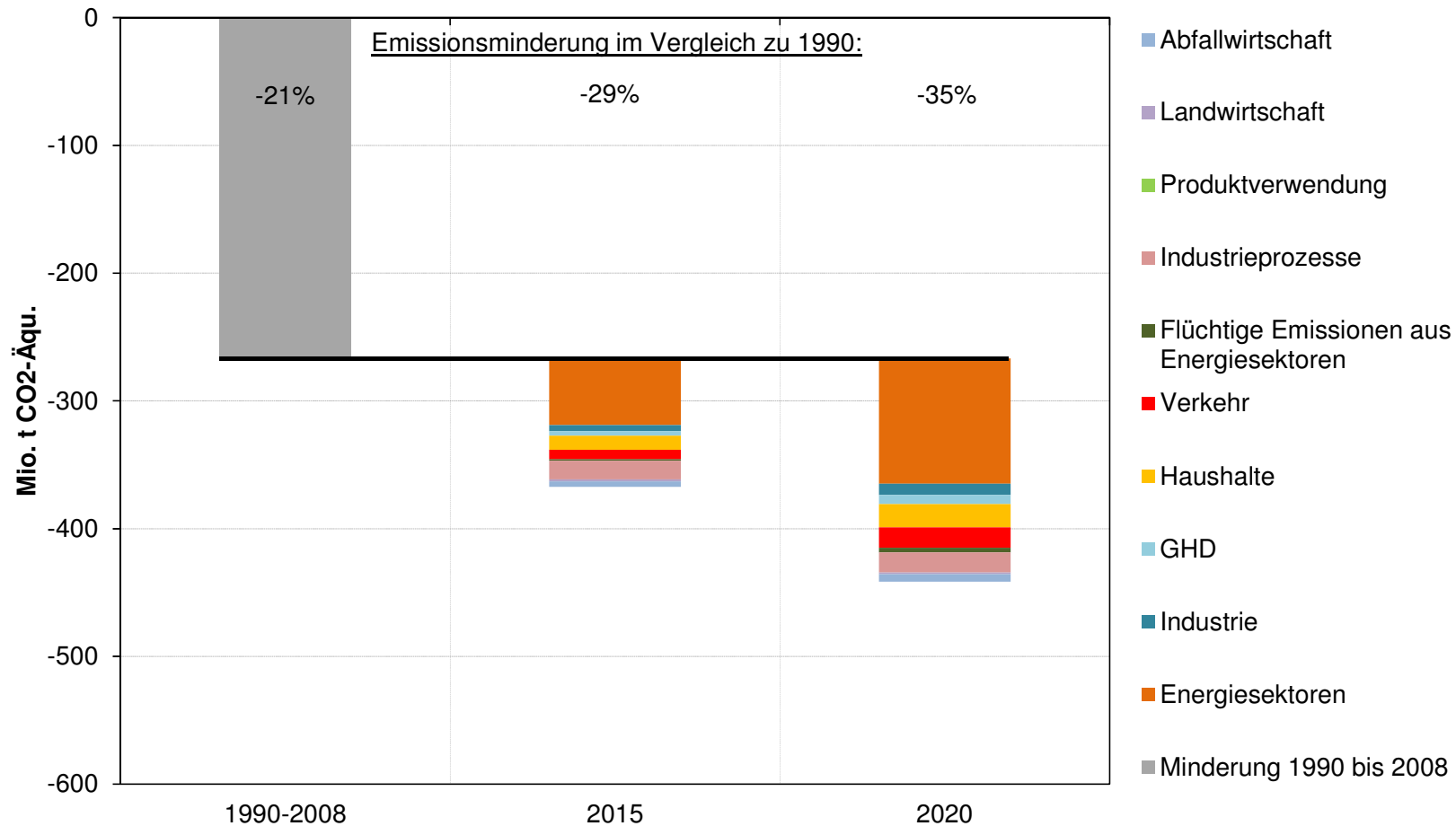
Gesamte Treibhausgasemissionen Aktuelle-Politik-Szenario – 1990 bis 2020



Mit beschlossenen Maßnahmen ist stetige Fortführung der Treibhausgas-Emissionsminderung auf -35% (im Vergleich zu 1990) im Jahr 2020 zu erwarten
(Anmerkung: Modellierungsannahme eines CO₂-Preises von 20 €/EUA in 2020)

Quelle: Öko-Institut et al. (2011)

Treibhausgas-Emissionsminderung Aktuelle Politik-Szenario – 2008 bis 2020



Vor allem Beiträge der Stromwirtschaft (Förderung von erneuerbaren Energien, KWK und Stromeinsparung sowie EU-ETS), Gebäude (Standards, Sanierungsförderung), Verkehr (Standards, Biokraftstoffe), industrielle Prozessemissionen (EU-ETS)

Quelle: Öko-Institut et al. (2011)

- **Modellierung auf die Erreichung der Energiewende-Ziele ausgerichteter Maßnahmen (zusätzlich zu den im Aktuelle-Politik-Szenario berücksichtigten), darunter auch derjenigen, die erst nach dem 7. Juli 2011 auf den Weg gebracht wurden**
 - Instrumente zur Erreichung der Mittelfristziele (bis 2020)
 - Instrumente zur Konsistenzsicherung mit Blick auf Langfristziele (bis 2050)
- **Auswahl der entsprechenden energie- und klimapolitischen Instrumente**
 - derzeit in der politischen Diskussion befindliche Maßnahmen
 - in der wissenschaftlichen (und umsetzungsorientierten) Diskussion befindliche Maßnahmen
 - Politiken und Instrumente im nationalen sowie im EU-Rahmen

Energiewende-Szenario

Zentrale zusätzliche Maßnahmen (1)

- **Übergreifende Instrumente**
 - Anpassung des EU-Emissionshandelssystems an ambitioniertere EU-Klimaschutzziele
 - Entsprechende Ausweitung des Energie- und Klimaschutzfonds
- **Gebäudesektor**
 - Aufstockung der KfW-Programme und Stärkung des Marktanzreizprogramms
 - Novellierung (Verschärfung) der Energieeinspar-Verordnung (2012)
 - Steuerliche Absetzbarkeit von Energiesparmaßnahmen und weitere flankierende Maßnahmen zur Umsetzung der EnEV
 - Umsetzung der Ökodesign-Richtlinie für Heizungsanlagen

Energiewende-Szenario

Zentrale zusätzliche Maßnahmen (2)

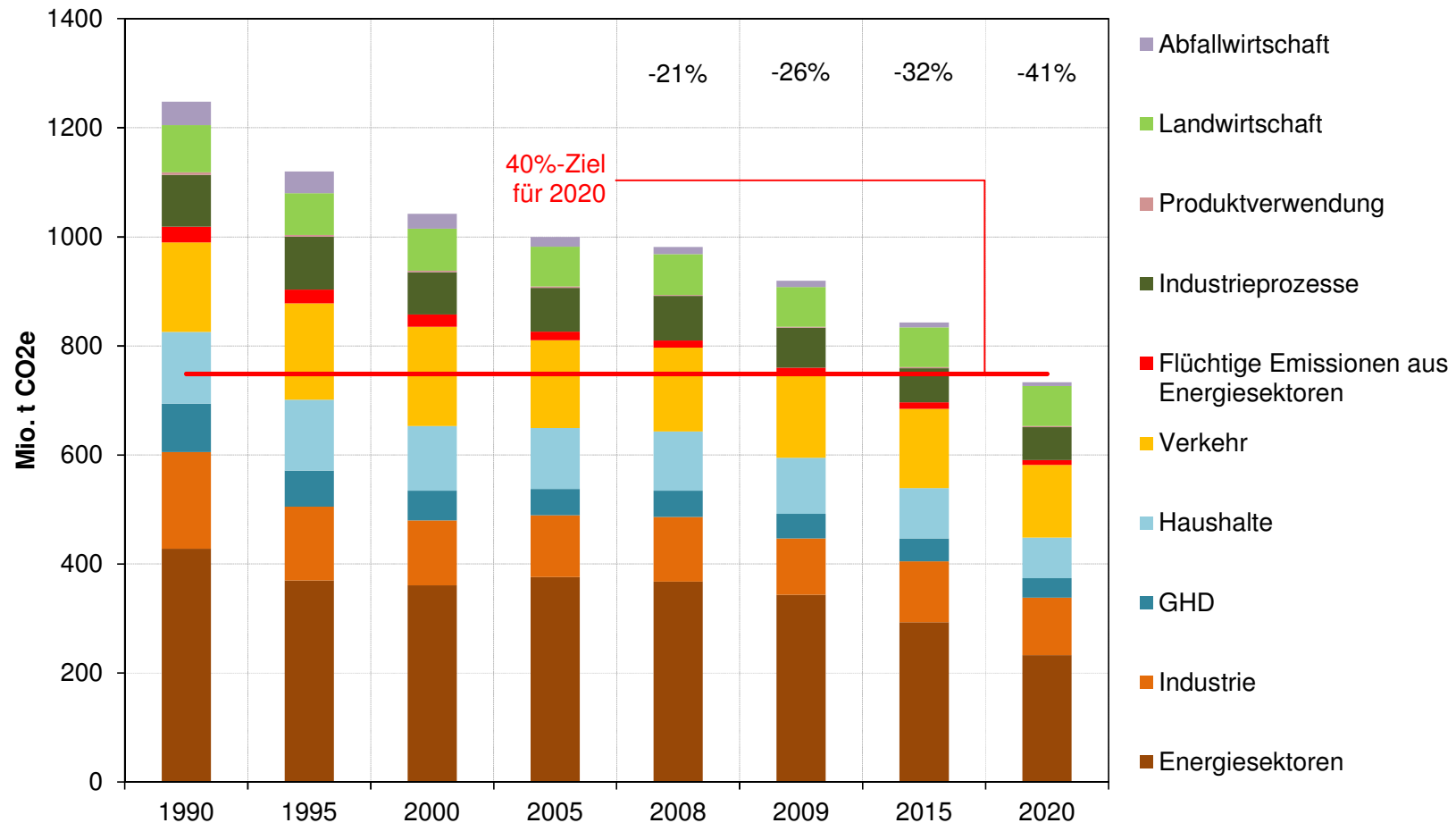
- **Verkehrssektor**
 - Ambitionierte Fortschreibung der EU-CO₂-Standards für Pkw und Leichte Nutzfahrzeuge 2020 (95 g CO₂/km für Pkw in 2020)
 - Einführung von EU-CO₂-Standards für Schwere Nutzfahrzeuge
 - Anpassung der LKW-Maut ab 2015
 - Unterstützung der Einführung von Biokraftstoffen im Flugverkehr
- **Industrie, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen sowie Geräte**
 - Verschärfung der Mindesteffizienzstandards nach EU-Ökodesign-Richtlinie
 - Kopplung des Spitzenausgleichs im Rahmen der Energiesteuer an konkrete Energieeffizienzmaßnahmen
 - Finanzielle Förderung hoch effizienter (marktbester) elektrischer Geräte

Energiewende-Szenario

Zentrale zusätzliche Maßnahmen (3)

- **Stromerzeugung**
 - Weitere flankierende Maßnahmen (Finanzierungshilfen, verbesserte planerische Rahmenbedingungen, Ausgestaltung des EEG) zum Ausbau der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (insbesondere Forcierung von Offshore-Wind und Repowering von Onshore-Wind)
 - Novelle des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes
- **Weitere Maßnahmen für die anderen Sektoren (industrielle Prozessemissionen, Emissionen von fluorierten Treibhausgasen, Landwirtschaft, Abfallwirtschaft)**

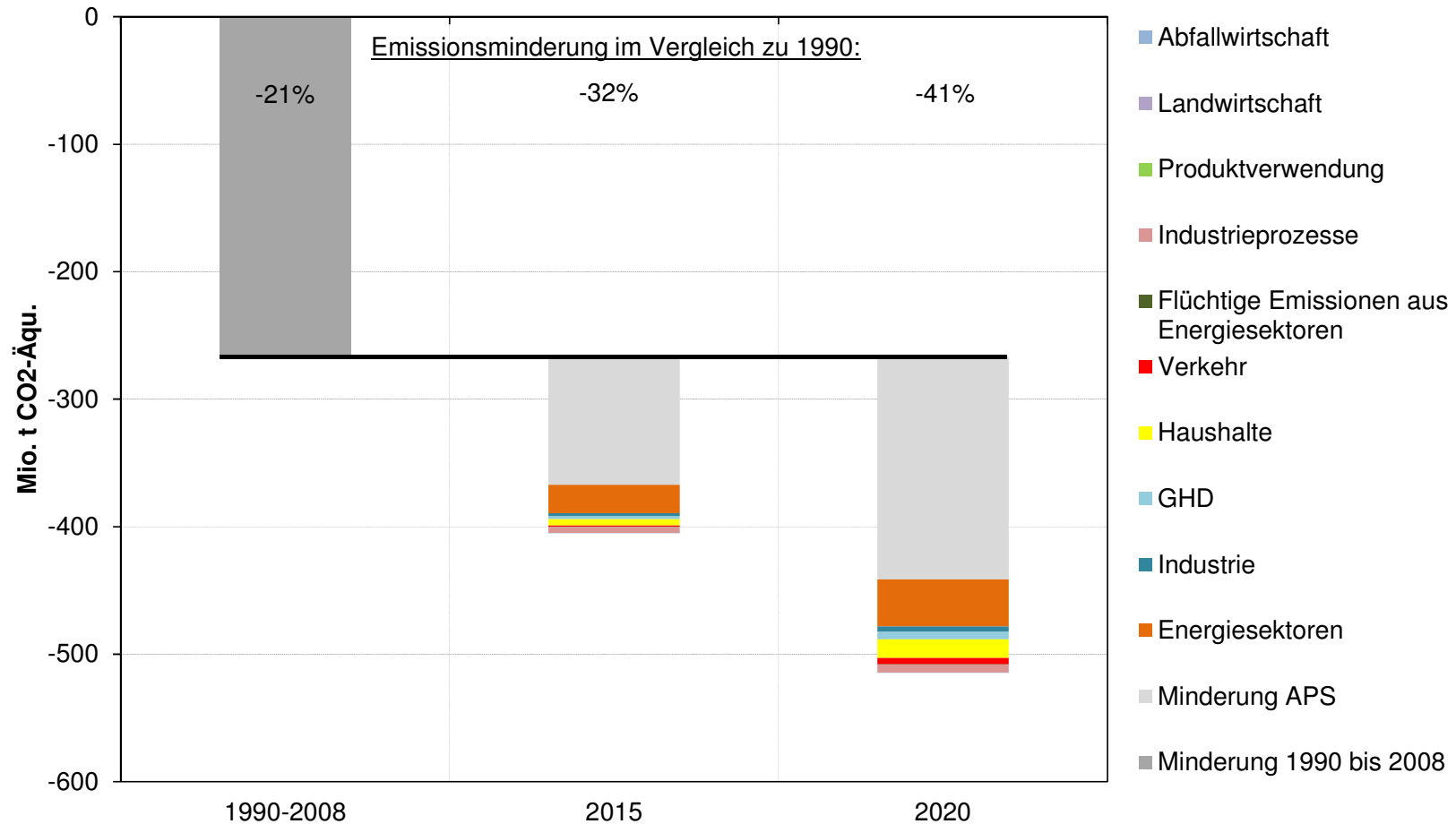
Gesamte Treibhausgasemissionen Energiewende-Szenario – 1990 bis 2020



Zusätzliche Maßnahmen bewirken Treibhausgas-Emissionsminderung um -41% (im Vergleich zu 1990) im Jahr 2020, wesentlich getrieben durch zusätzliche Emissionsminderungen im Strom-, Gebäude- sowie im Verkehrs-Sektor

Quelle: Öko-Institut et al. (2011)

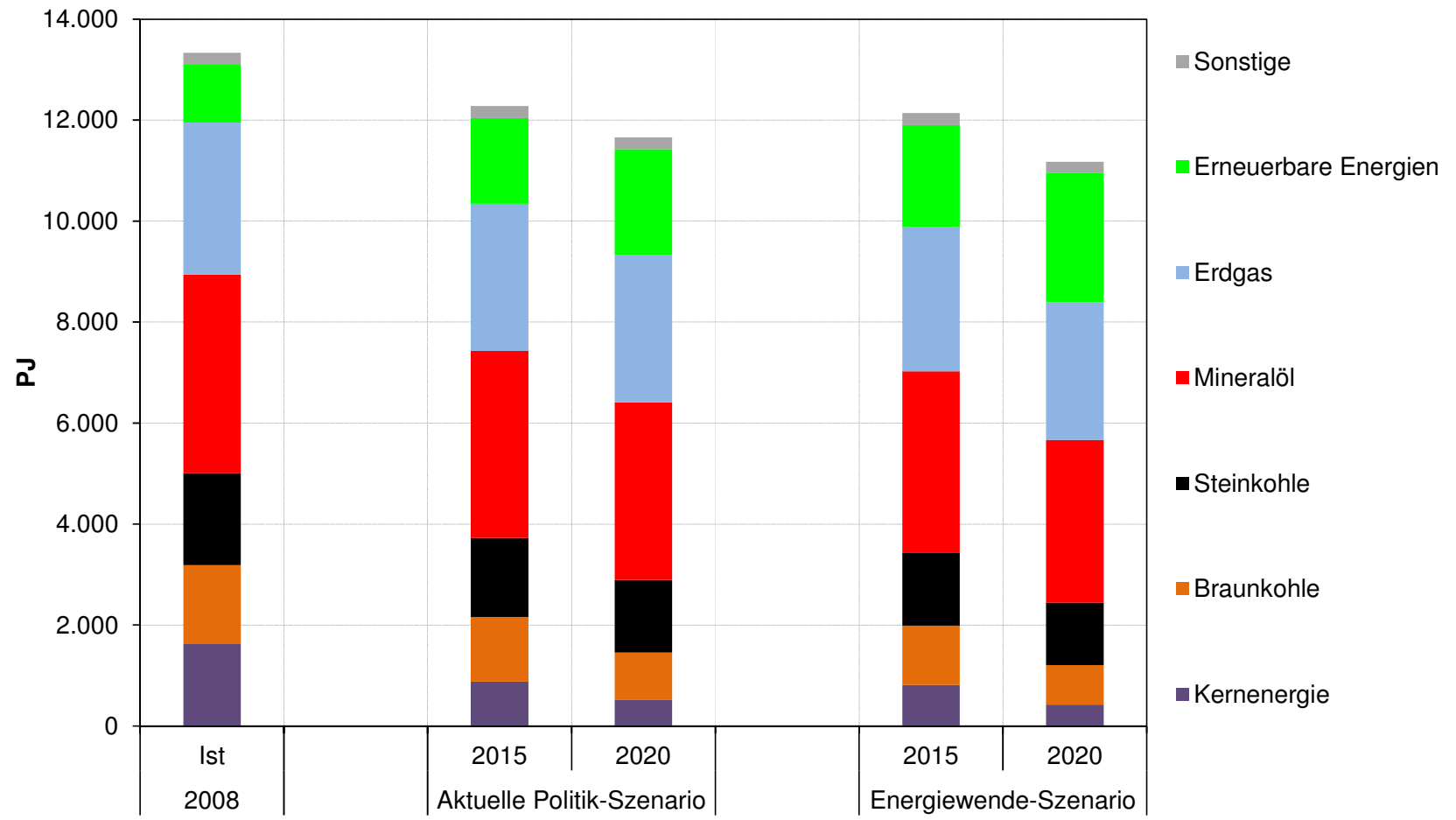
Treibhausgas-Emissionsminderung Energiewende-Szenario – 2008 bis 2020



Zusätzliche Beiträge ggü. APS v.a. durch Stromwirtschaft (zusätzliche Flankierung von erneuerbaren Energien, Stromeinsparung sowie EU-ETS), Gebäude (Standards, verstärkte Sanierungsförderung), Verkehr (Standards), Prozessemissionen (EU-ETS)

Quelle: Öko-Institut et al. (2011)

Energiewende-Szenario Implikationen für den Primärenergiebedarf

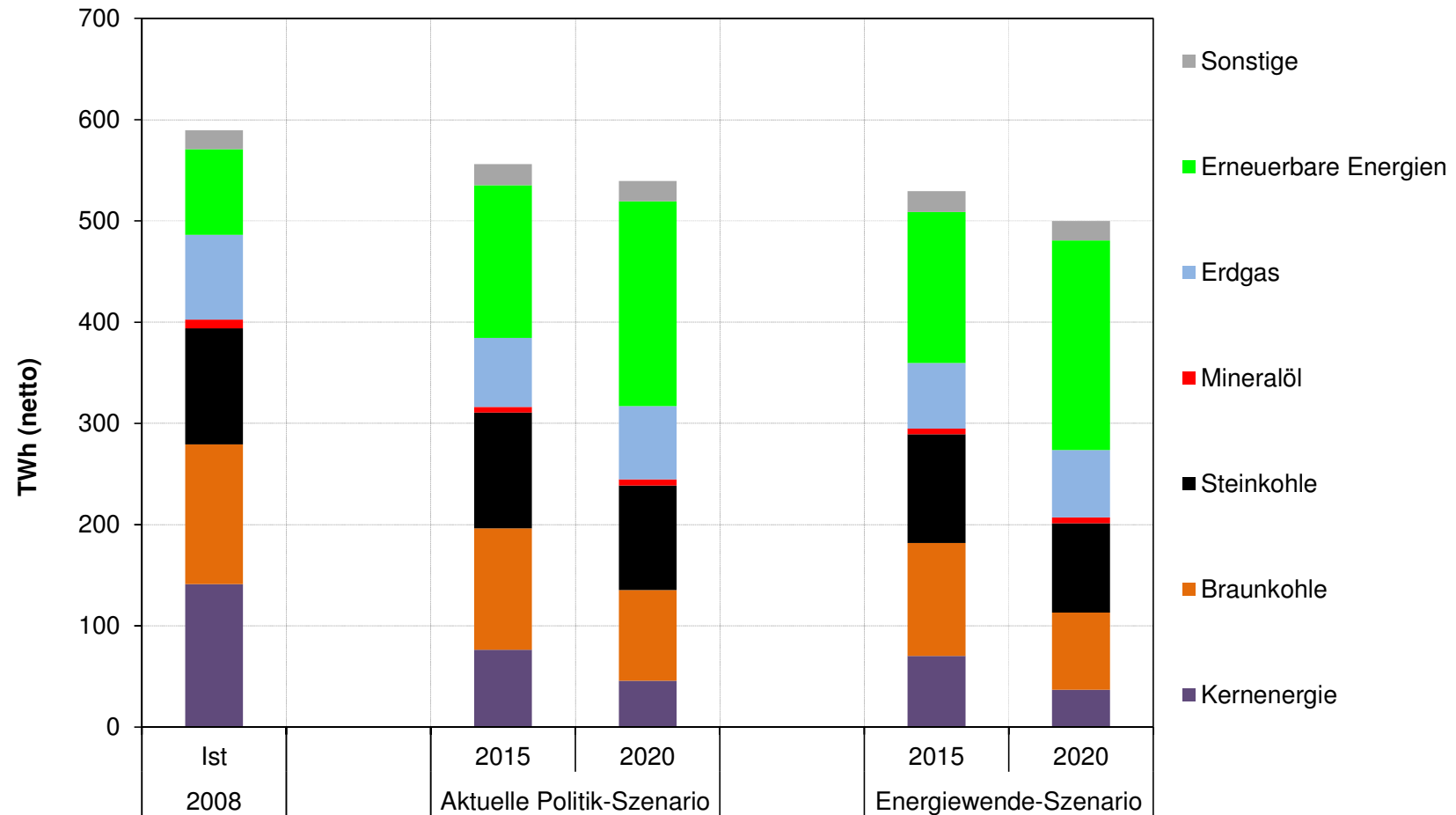


Nachfrage bei Stein- und Braunkohle (Stromsektor) und bei Mineralöl (Verkehrssektor) sinkt deutlich, Erdgasverbrauch nimmt leicht ab (geringere Nachfrage bei Gebäuden – höhere bei Stromerzeugung), erneuerbare Energien wachsen deutlich (alle Sektoren)

Quelle: Öko-Institut et al. (2011)

Energiewende-Szenario

Massiver Umbau der Stromversorgung



Deutlich effizientere Nutzung von Strom, starker Ausbau der erneuerbaren Energien, deutlicher Abbau der Braun- und Steinkohle-Verstromung und leicht steigende Stromerzeugung aus Erdgas, deutscher Stromaustauschsaldo mit Ausland etwa ausgeglichen

Quelle: Öko-Institut et al. (2011)

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen (1)

- Deutschland hat in den vergangenen 20 Jahren die Treibhausgasemissionen stetig gesenkt, hat sich aber auch anspruchsvolle Ziele für den Mittel- und Langfristhorizont (2020 bis 2050) gesetzt
- Mit den beschlossenen Maßnahmen ist bis 2020 eine Emissionsreduktion von -35% ggü. 1990 zu erwarten
- Mit zusätzlichen Maßnahmen können die Treibhausgasemissionen bis 2020 um etwas über 40% ggü. 1990 reduziert werden:
 - Ambitionierte Emissionsminderungsziele im EU-ETS
 - Maßnahmen zum Umbau des Stromsystems (v.a. zusätzliche Flankierung erneuerbarer Energien und effizienter Stromnutzung, KWK)
 - umfangreiche Maßnahmen im Gebäudebestandes (v.a. ambitioniertere Neubaustandards, verstärkte Flankierung für Bestandssanierungen, z.B. durch steuerliche Förderung)
 - ambitionierte Maßnahmen im Verkehrssektor (v.a. Standards)

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen (2)

- Die langfristige Perspektive (2050) ist für ambitionierten Klimaschutz zentral – dies erfordert ambitionierte Maßnahmen in allen Sektoren
- Der Primärenergiemix wird sich durch ambitionierte Energie- und Klimapolitik bezüglich der Versorgungssicherheit positiv entwickeln (deutlich geringere Mineralöl- und leicht rückläufige Erdgasimporte)
- Der Umbau des Stromsystems in Richtung erneuerbarer Energien erfordert neue Ansätze bzw. ein verstärktes Momentum in den Bereichen Infrastruktur-Verstärkung und –Ausbau sowie des Strommarktdesigns

- **Aktuelle Politik-Szenario**
 - Treibhausgas-Emissionen nach Gasen
 - Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren
 - Treibhausgas-Emissionen nach Erfassung durch das EU-Emissionshandelssystem
- **Energiewende-Szenario**
 - Treibhausgas-Emissionen nach Gasen
 - Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren
 - Treibhausgas-Emissionen nach Erfassung durch das EU-Emissionshandelssystem

Aktuelle Politik-Szenario

Detaillierte Ergebnisdaten (1)

	2000	2005	2008	2009	2015	2020
	Mio. t CO ₂ -Äqu.					
Kohlendioxid	891,0	864,0	848,0	788,8	764,2	694,7
Methan	74,8	57,2	51,3	48,8	44,7	39,5
Lachgas	64,2	64,2	66,6	66,5	59,1	60,0
HFKW	6,5	10,0	11,5	12,0	8,2	7,1
FKW	0,8	0,7	0,5	0,4	0,4	0,4
SF ₆	4,8	3,7	3,3	3,2	4,1	4,9
Gesamt	1.042,1	999,8	981,1	919,7	880,7	806,7
<i>ggü. 2005</i>	<i>4,2%</i>	<i>-</i>	<i>-1,9%</i>	<i>-8,0%</i>	<i>-11,9%</i>	<i>-19,3%</i>
<i>ggü. 1990</i>	<i>-16,5%</i>	<i>-19,9%</i>	<i>-21,4%</i>	<i>-26,3%</i>	<i>-29,4%</i>	<i>-35,4%</i>
<i>ggü. Basisjahr^a</i>	<i>-15,4%</i>	<i>-18,9%</i>	<i>-20,4%</i>	<i>-25,4%</i>	<i>-28,5%</i>	<i>-34,5%</i>
<i>Nachrichtlich:</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>-</i>
<i>Internat. ziviler Luftverkehr und internat. Seeverkehr</i>	<i>26,8</i>	<i>31,4</i>	<i>35,5</i>	<i>34,0</i>	<i>38,5</i>	<i>41,9</i>
Anmerkung: ^a das Basisjahr ist 1990 für CO ₂ , CH ₄ und N ₂ O sowie 1995 für HFKW, FKW und SF ₆ , als Basisemission wurde der in FCCC/KP/CMP/2008/9/Rev.1 festgelegte Wert verwendet						

Aktuelle Politik-Szenario

Detaillierte Ergebnisdaten (2)

	2000	2005	2008	2009	2015	2020
	Mio. t CO ₂ -Äqu.					
Energiesektoren	360,9	376,4	367,5	343,7	315,5	269,6
Industrie	118,6	113,1	118,5	102,7	113,9	109,8
GHD	54,7	47,9	48,8	45,2	44,9	41,7
Haushalte	118,9	111,9	107,7	103,4	96,9	89,2
Verkehr	182,3	161,2	154,0	153,3	146,5	138,2
Flüchtige Emissionen aus Energiesektoren	22,4	15,5	13,0	11,8	11,9	9,2
Industrieprozesse	77	81	82	73	67	66
Produktverwendung	3	2	2	2	2	2
Landwirtschaft	77	73	75	73	73	73
Abfallwirtschaft	27	18	13	12	9	7
Gesamt	1.042,1	999,8	981,1	919,7	880,7	806,7
<i>ggü. 2005</i>	<i>4,2%</i>	<i>-</i>	<i>-1,9%</i>	<i>-8,0%</i>	<i>-11,9%</i>	<i>-19,3%</i>
<i>ggü. 1990</i>	<i>-16,5%</i>	<i>-19,9%</i>	<i>-21,4%</i>	<i>-26,3%</i>	<i>-29,4%</i>	<i>-35,4%</i>
<i>ggü. Basisjahr^a</i>	<i>-15,4%</i>	<i>-18,9%</i>	<i>-20,4%</i>	<i>-25,4%</i>	<i>-28,5%</i>	<i>-34,5%</i>
<i>Nachrichtlich:</i>						
<i>Internat. ziviler Luftverkehr und internat. Seeverkehr</i>	<i>26,8</i>	<i>31,4</i>	<i>35,5</i>	<i>34,0</i>	<i>38,5</i>	<i>41,9</i>
Anmerkung: ^a das Basisjahr ist 1990 für CO ₂ , CH ₄ und N ₂ O sowie 1995 für HFKW, FKW und SF ₆ , als Basisemission wurde der in FCCC/KP/CMP/2008/9/Rev.1 festgelegte Wert verwendet						

Aktuelle Politik-Szenario

Detaillierte Ergebnisdaten (3)

	2000	2005	2008	2009	2015	2020
	Mio. t CO ₂ -Äqu.					
CO ₂ aus stat. ETS-Anlagen ^a	474,8	480,0	472,5	428,8	412,0	362,6
N ₂ O aus stat. ETS-Anlagen ^a	5,2	8,2	9,7	11,9	3,2	3,3
THG-Emissionen nicht-ETS ^b	559,7	509,5	496,8	477,0	463,8	439,1
Gesamt	1.039,7	997,6	979,0	917,6	878,9	805,0
<i>Stat. ETS ggü. 2005^a</i>	-1,7%	-	-1,2%	-9,7%	-14,9%	-25,1%
<i>Nicht-ETS ggü. 2005^b</i>	9,9%	-	-2,5%	-6,4%	-9,0%	-13,8%
<i>Nachr.:</i>						
<i>Flugverkehrs-ETS^c</i>	21,9	25,2	27,1	27,1	30,4	33,7
<i>Flug-ETS ggü. 2005</i>	-13,4%	-	7,3%	7,3%	20,5%	33,5%
Anmerkung: ^a vom EU-ETS erfasste stationäre Anlagen in der Abgrenzung ab 2013. ^b Nicht-ETS-Emissionen ohne nationalen Flugverkehr. ^c Flugverkehrsemissionen im EU-ETS näherungsweise als Summe des nationalen und internationalen Flugverkehrs ermittelt.						

Energiewende-Szenario

Detaillierte Ergebnisdaten (1)

	2000	2005	2008	2009	2015	2020
	Mio. t CO ₂ -Äqu.					
Kohlendioxid	891,0	864,0	848,0	788,8	731,4	628,0
Methan	74,8	57,2	51,3	48,8	44,4	38,8
Lachgas	64,2	64,2	66,6	66,5	55,6	56,3
HFKW	6,5	10,0	11,5	12,0	7,1	5,1
FKW	0,8	0,7	0,5	0,4	0,4	0,4
SF ₆	4,8	3,7	3,3	3,2	4,0	4,7
Gesamt	1.042,1	999,8	981,1	919,7	842,9	733,3
<i>ggü. 2005</i>	<i>4,2%</i>	<i>-</i>	<i>-1,9%</i>	<i>-8,0%</i>	<i>-15,7%</i>	<i>-26,7%</i>
<i>ggü. 1990</i>	<i>-16,5%</i>	<i>-19,9%</i>	<i>-21,4%</i>	<i>-26,3%</i>	<i>-32,5%</i>	<i>-41,2%</i>
<i>ggü. Basisjahr^a</i>	<i>-15,4%</i>	<i>-18,9%</i>	<i>-20,4%</i>	<i>-25,4%</i>	<i>-31,6%</i>	<i>-40,5%</i>
<i>Nachrichtlich:</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>-</i>
<i>Internat. ziviler Luftverkehr und internat. Seeverkehr</i>	<i>26,8</i>	<i>31,4</i>	<i>35,5</i>	<i>34,0</i>	<i>36,7</i>	<i>38,8</i>
Anmerkung: ^a das Basisjahr ist 1990 für CO ₂ , CH ₄ und N ₂ O sowie 1995 für HFKW, FKW und SF ₆ , als Basisemission wurde der in FCCC/KP/CMP/2008/9/Rev.1 festgelegte Wert verwendet						

Energiewende-Szenario

Detaillierte Ergebnisdaten (2)

	2000	2005	2008	2009	2015	2020
	Mio. t CO ₂ -Äqu.					
Energiesektoren	360,9	376,4	367,5	343,7	293,0	232,5
Industrie	118,6	113,1	118,5	102,7	111,6	105,6
GHD	54,7	47,9	48,8	45,2	42,7	35,8
Haushalte	118,9	111,9	107,7	103,4	91,9	74,6
Verkehr	182,3	161,2	154,0	153,3	145,6	133,4
Flüchtige Emissionen aus Energiesektoren	22,4	15,5	13,0	11,8	11,7	8,7
Industrieprozesse	77	81	82	73	63	60
Produktverwendung	3	2	2	2	2	2
Landwirtschaft	77	73	75	73	73	73
Abfallwirtschaft	27	18	13	12	9	7
Gesamt	1.042,1	999,8	981,1	919,7	842,9	733,3
<i>ggü. 2005</i>	<i>4,2%</i>	<i>-</i>	<i>-1,9%</i>	<i>-8,0%</i>	<i>-15,7%</i>	<i>-26,7%</i>
<i>ggü. 1990</i>	<i>-16,5%</i>	<i>-19,9%</i>	<i>-21,4%</i>	<i>-26,3%</i>	<i>-32,5%</i>	<i>-41,2%</i>
<i>ggü. Basisjahr^a</i>	<i>-15,4%</i>	<i>-18,9%</i>	<i>-20,4%</i>	<i>-25,4%</i>	<i>-31,6%</i>	<i>-40,5%</i>
<i>Nachrichtlich:</i>						
<i>Internat. ziviler Luftverkehr und internat. Seeverkehr</i>	<i>26,8</i>	<i>31,4</i>	<i>35,5</i>	<i>34,0</i>	<i>36,7</i>	<i>38,8</i>
Anmerkung: ^a das Basisjahr ist 1990 für CO ₂ , CH ₄ und N ₂ O sowie 1995 für HFKW, FKW und SF ₆ , als Basisemission wurde der in FCCC/KP/CMP/2008/9/Rev.1 festgelegte Wert verwendet						

Energiewende-Szenario

Detaillierte Ergebnisdaten (3)

	2000	2005	2008	2009	2015	2020
	Mio. t CO ₂ -Äqu.					
CO ₂ aus stat. ETS-Anlagen ^a	474,8	480,0	472,5	428,8	392,7	327,3
N ₂ O aus stat. ETS-Anlagen ^a	5,2	8,2	9,7	11,9	0,1	0,1
THG-Emissionen nicht-ETS ^b	559,7	509,5	496,8	477,0	448,4	404,4
Gesamt	1.039,7	997,6	979,0	917,6	841,3	731,8
<i>Stat. ETS ggü. 2005^a</i>	<i>-1,7%</i>	<i>-</i>	<i>-1,2%</i>	<i>-9,7%</i>	<i>-19,5%</i>	<i>-32,9%</i>
<i>Nicht-ETS ggü. 2005^b</i>	<i>9,9%</i>	<i>-</i>	<i>-2,5%</i>	<i>-6,4%</i>	<i>-12,0%</i>	<i>-20,6%</i>
<i>Nachr.:</i>						
<i>Flugverkehrs-ETS^c</i>	<i>21,9</i>	<i>25,2</i>	<i>27,1</i>	<i>27,1</i>	<i>28,5</i>	<i>30,4</i>
<i>Flug-ETS ggü. 2005</i>	<i>-13,4%</i>	<i>-</i>	<i>7,3%</i>	<i>7,3%</i>	<i>12,7%</i>	<i>20,4%</i>
Anmerkung: ^a vom EU-ETS erfasste stationäre Anlagen in der Abgrenzung ab 2013. ^b Nicht-ETS-Emissionen ohne nationalen Flugverkehr. ^c Flugverkehrsemissionen im EU-ETS näherungsweise als Summe des nationalen und internationalen Flugverkehrs ermittelt.						