



Deutsche Klimapolitik

– vom Vorreiter zum Bremsler

November 2016

Autoren

Jörn Schwarz, ASPO Deutschland

Hans-Josef Fell, Präsident der Energy Watch Group

Wissenschaftlicher und parlamentarischer Beirat

siehe www.energywatchgroup.org

Zur Energy Watch Group

Energiepolitik braucht objektive Information.

Die Energy Watch Group ist ein internationales Netzwerk von Wissenschaftlern und Parlamentariern. Sie beauftragt Wissenschaftler mit der Erstellung von Studien und Analysen unabhängig von politischer oder ökonomischer Einflussnahme. Themen sind:

- Die Verknappung fossiler und nuklearer Energieträger,
- Szenarien zur Einführung regenerativer Energieträger und
- Strategien zur Sicherung einer langfristig stabilen Energieversorgung zu annehmbaren Preisen.

Die Wissenschaftler sammeln und analysieren nicht nur ökologische, sondern vor allem auch ökonomische und technologische Zusammenhänge. Die Studienergebnisse werden nicht nur in Expertenkreisen, sondern auch der politisch interessierten Öffentlichkeit vorgestellt.

Objektive Information braucht eine unabhängige Finanzierung.

Ein großer Teil der Netzwerkarbeit wird ehrenamtlich durchgeführt. Weitere Informationen können auf der Internetseite eingesehen werden oder von folgender Adresse bezogen werden:

Energy Watch Group
c/o DWR eco GmbH
Albrechtstr. 22
10117 Berlin Deutschland
Telefon: +49 (0)30 60 98 98 810
office@energywatchgroup.org
www.energywatchgroup.org



Inhalt

1	Zusammenfassung	4
2	Das Pariser Klimaschutzabkommen von 2015	5
2.1	Globaler Temperaturanstieg außer Kontrolle?.....	6
2.2	Erwärmung um 1,5 °C bereits 2020?.....	8
2.3	Notwendige globale Konsequenzen.....	9
2.4	Klimaschutzpolitik in Deutschland.....	9
3	Das Energiekonzept der Bundesregierung von 2010	10
3.1	Ziel des Energiekonzepts.....	11
3.2	Wichtige Einzelziele.....	12
3.3	Umsetzung des Energiekonzepts bis 2015 – Gesamtbetrachtung.....	14
4	Umsetzung des Energiekonzepts bis 2015	15
4.1	Emissionsermittlung.....	15
4.2	Emissionen aller Treibhausgase.....	15
4.3	Emissionen nach Sektoren.....	16
4.4	CO ₂ -Emissionen des Stromsektors.....	17
4.5	CO ₂ -Emissionen und Energieverbrauch des Straßenverkehrs.....	18
4.6	Methan- und Lachgas-Emissionen der Landwirtschaft.....	19
4.7	Weitere Emissionen von Lachgas.....	20
4.8	Weitere Emissionen von Methan.....	21
4.9	CO ₂ -Emissionen von Haushalten.....	22
4.10	CO ₂ -Emissionen von Gewerbe, Handel und Dienstleistungen.....	23
4.11	Verwendung fluoriierter Treibhausgase.....	24
4.12	Ausstieg aus der Kernenergie.....	25
4.13	Erneuerbare Energien.....	27
5	Umsetzung des Energiekonzepts bis 2035	28
5.1	Emissionen bis 2035 – MM-Szenario.....	29
5.2	Emissionen bis 2035 – MWM-Szenario.....	30
5.3	Emissionen des Stromsektors bis 2035.....	31
5.4	Emissionen der Haushalte bis 2035.....	32
5.5	Emissionen des Verkehrs bis 2035.....	33
5.6	Emissionen des Sektors Gewerbe/Handel/ Dienstleistungen bis 2035.....	34
5.7	Ergebnis 'Projektionsbericht 2015'.....	34
5.8	Endenergieverbrauch.....	35
6	Nullemissionswirtschaft in Deutschland – Lösungsansätze	36
6.1	Lösungsansätze – technisch.....	36
6.2	Lösungsansätze – politisch.....	37
7	Literatur	38



1 Zusammenfassung

2007 hatte der Weltklimarat die Weltgemeinschaft aufgefordert, spätestens bis 2015 eine Wende bei der Emission von Treibhausgasen einzuleiten, um dadurch den globalen Temperaturanstieg auf höchstens 2 – 2,4 °C zu begrenzen¹¹.

2010 hatte die Deutsche Bundesregierung daraufhin ein 'Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung'¹² in Kraft gesetzt¹², das den Ausstieg aus den fossilen Energieträgern und einen Einstieg in Erneuerbare Energien einleiten sollte. Das übergeordnete Ziel für das Jahr 2050 war als Resultat aus vielen Einzelmaßnahmen die Minderung der nationalen Treibhausgas-Emissionen¹ um 80 – 95 % im Vergleich zu 1990.

- Sechs Jahre später ist festzustellen, dass die nationalen Emissionen nur geringfügig zurückgegangen sind und dass der vorgegebene Emissionsminderungspfad seit 2010 in jedem Jahr überschritten wurde – 2015 mit knapp 9 % sogar deutlich.
- Eine Sektorenanalyse hat ergeben, dass besonders der Straßenverkehr, der Elektroenergiesektor und die Landwirtschaft mit Emissionen, die 2015 um 24 – 43 % über dem Zielpfad des Energiekonzepts liegen, an der Überschreitung beteiligt sind.
- Das Emissionsziel für 2020 wird vor dem Hintergrund der bisherigen Zielverfehlung nicht erreicht, das gleiche gilt für das Emissionsziel von 2035, wie der 'Projektionsbericht 2015' der Bundesregierung¹²⁰ zeigt.

Im Dezember 2015 ist im Pariser Klimaschutzabkommen eine Begrenzung des globalen Temperaturanstiegs auf möglichst 1,5 °C beschlossen worden¹³. Dieses Ziel ist deutlich anspruchsvoller als das 2007 vom Weltklimarat formulierte Ziel von 2 – 2,4 °C.

- Um das Pariser Ziel einzuhalten, sind eine Nullemissionswirtschaft sowie 100 % Erneuerbare Energien spätestens bis 2030 weltweit und somit auch in Deutschland umzusetzen², gekoppelt an eine Agenda zur Schaffung wirksamer Kohlenstoffsenken.

Zur Erreichung des Pariser Ziels sind sowohl technische als auch politische Schritte in sämtlichen Sektoren erforderlich. Neben der Umstellung auf 100 % erneuerbare Elektroenergie, ist zum Beispiel auch eine vollständige Kreislaufwirtschaft notwendig. Politisch ist die Aufnahme des Klimaschutzes in die Verfassung entscheidend. Anreizinstrumente sowie die gezielte Förderung von Forschung und Bildung in diesem Bereich sind erforderlich und in der vorliegenden Studie ausgeführt.

¹ In der medialen Berichterstattung und der politischen Diskussion werden oft 'Emissionen von Treibhausgasen' erwähnt, doch schon in den folgenden Darlegungen wird nur noch im Singular von 'Treibhausgas-Emissionen' gesprochen. Und im Weiterführenden ist dann nahezu ausschließlich von nur noch einem Treibhausgas die Rede: von CO₂. Die anderen werden nicht einmal erwähnt. Der Weltklimarat listet in seinem neuesten Sachstandsbericht von 2013¹⁴ jedoch mehr als 200 andere Treibhausgase auf, deren Gesamtemissionen ziemlich genau 50 % der CO₂-Emissionen ausmachen.

Um kenntlich zu machen, dass sehr viele Treibhausgase den Klimawandel verursachen und nicht nur ein einziges, wird in der vorliegenden Studie der Pluralbegriff 'Treibhausgase-Emissionen' verwendet.

² Volker Quaschnig von der HTW in Berlin hat kürzlich vorgerechnet, dass Erneuerbare Energien für eine Vollversorgung in Deutschland erst bis 2040 ausgebaut werden müssen (→ <http://pvspeicher.htw-berlin.de/sektorkopplungsstudie/>). Angesichts des offensichtlich beschleunigten, globalen Temperaturanstiegs in diesem Jahrhundert sowie des Pariser Klimaschutzabkommens ist vor dem Hintergrund der vorliegenden Studie eine Realisierung von 100 % Erneuerbare Energien in Deutschland bereits 2030 erstrebenswert.



2 Das Pariser Klimaschutzabkommen von 2015

Der menschengemachte Klimawandel verändert die Erde seit einigen Jahrzehnten – anfänglich gab es nur Indizien und Hypothesen, inzwischen existiert ein breiter wissenschaftlicher Konsens darüber. Und in den letzten Jahren nimmt die Geschwindigkeit der beobachteten Veränderungen deutlich zu.

Seit dem 1997 beschlossenen und erst 2005 in Kraft getretenen Kyoto-Protokoll hat die Weltgemeinschaft viele Versuche zu einem gemeinsamen Klimaschutz-Abkommen unternommen. Im Dezember 2015 ist dies in Paris endlich gelungen¹³¹. Es wurde vereinbart, den Temperaturanstieg der Erde über dem vorindustriellen Niveau der mittleren Oberflächenerdtemperatur von etwa 15 °C auf höchstens 2 °C, besser 1,5 °C zu begrenzen. Doch dieses Ziel bedeutet, dass sich die heute schon immensen Schäden infolge der bereits erfolgten Temperaturerhöhung von 1 °C in unbekannte Dimensionen erhöhen werden.

Berechnungen, die die Schadenssumme der Klimaschäden als Funktion der Welttemperatur darstellen, sind nicht bekannt. Aber angesichts der jetzt schon eingetretenen Schäden geht die Weltgemeinschaft mit der Akzeptanz von 2 °C Erwärmung ein völlig unbekanntes Schadensrisiko ein.

Bekannt und vielfach veröffentlicht ist allerdings eine Vielzahl von Folgen und Konsequenzen der globalen Temperaturerhöhung, von denen einige in Abbildung 1 dargestellt sind.

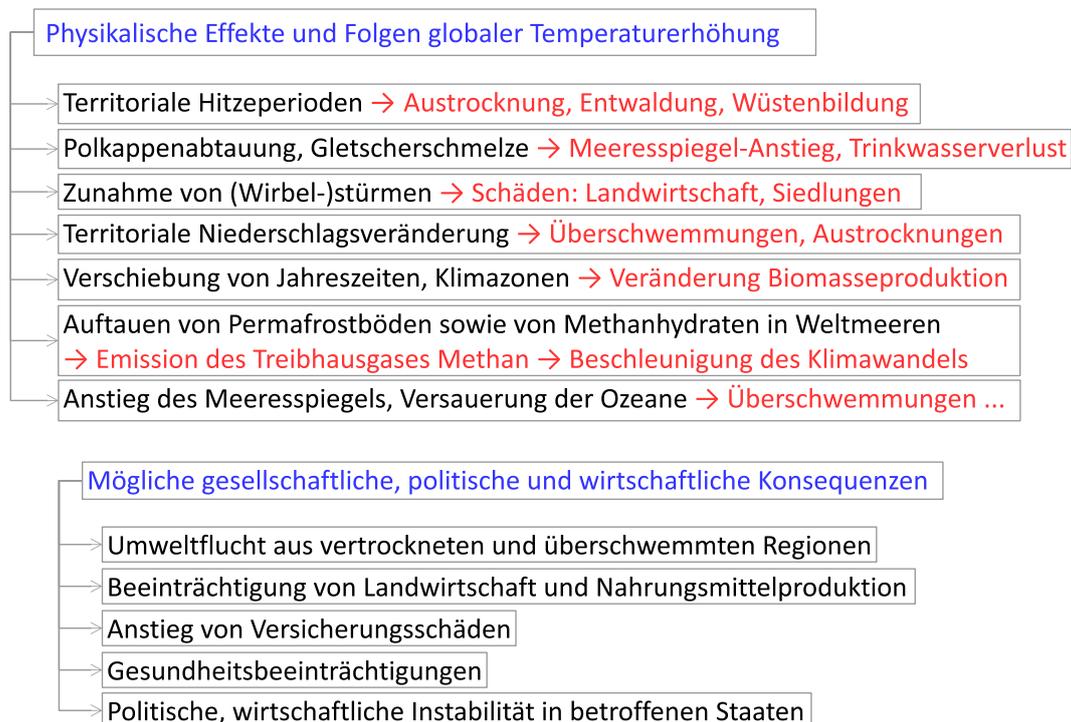


Abb. 1: Wesentliche Folgen und mögliche Konsequenzen globaler Temperaturerhöhung

Letztendlich kann dies zur Vernichtung der Existenzgrundlagen von hunderten Millionen von Menschen führen – aufgrund von Wasserknappheit, Verlust von Agrarland oder Siedlungsgebieten. Zudem sind hohe Biodiversitätsverluste mit dem Verschwinden von Millionen Tier- und Pflanzenarten eine zusätzliche Bedrohung auch für die Existenzfähigkeit der Menschheit.



Die Folgewirkungen der Erdtemperaturerhöhung von heute 1 °C sind z. B. in Millionen Klimaflüchtlingen bereits sichtbar. Viele Staaten fühlen sich aktuell in ihrer Aufnahmebereitschaft für Flüchtlinge überfordert. Bei 2 °C, also bei einer Verdoppelung der Erdtemperaturerhöhung, werden hunderte Millionen Menschen als Klimaflüchtlinge infolge der Vernichtung ihrer Existenzgrundlagen unterwegs sein. Niemand hat bisher untersucht, ob diese Fluchtbewegung überhaupt noch das menschliche Zusammenleben in Frieden ermöglichen wird. Größte Zweifel sind angebracht, weshalb das Ziel von 2 °C ein höchst fragliches Klimaschutzziel ist.

Angesichts der schon heute immensen Schadensbilanz bei einer globalen Temperaturerhöhung von 1 °C ist eine weitere Aufheizung der Erdatmosphäre um 1,5 °C oder gar 2 °C daher nicht akzeptabel. Die Erdgemeinschaft sollte sich besser ein Ziel der Abkühlung der mittleren atmosphärischen Erdtemperatur um 1 °C geben, um wieder das vorindustrielle Niveau von ca. 15 °C mittlere Erdoberflächentemperatur zu erreichen.

Der momentane Pfad des Anstiegs lässt aber eher eine Erdtemperaturerhöhung um 4 °C bis 6 °C bis Ende dieses Jahrhunderts erwarten – ein Temperaturwert, der schon weit darunter mit großer Sicherheit zum Auslöschen des größten Teils der Menschheit führen wird – wohlgermerkt bis Ende dieses Jahrhunderts, also in der Lebenszeit unserer Kinder und Enkel.

2.1 Globaler Temperaturanstieg außer Kontrolle?

Die mittlere Erdoberflächentemperatur folgt mit großer Zeitverzögerung der Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre.

- Die atmosphärische Konzentration von CO₂, dem wichtigsten Treibhausgas, liegt im Jahr 2016 bei 403 ppm (Parts per Million) CO₂. Vor drei Millionen Jahren im Pliozän hatte die Erdatmosphäre das letzte Mal ein Niveau von 400 ppm CO₂. Damals betrug die mittlere Erdoberflächentemperatur etwa 17 °C bis 18 °C, demnach 2 °C bis 3 °C über dem vorindustriellen Niveau, also entsprechend einer Erderwärmung von 2 °C bis 3 °C. Und die Eismassen der Erde waren wesentlich geringer und deshalb der Meeresspiegel etwa 20 Meter höher. Siedlungsräume, in denen Megacities wie New York, Hamburg, Amsterdam, Shanghai, Bombay und viele andere mehr entstanden sind, lagen z. T. meterhoch unter dem Meeresspiegel. Daher ist offensichtlich, dass langfristig die heutige CO₂-Konzentration von über 400 ppm schon zu viel ist. Damit kann das in Paris vereinbarte Ziel einer maximalen Erderwärmung von 2 °C höchstwahrscheinlich nicht eingehalten werden.
- Es gibt aber noch weitere Treibhausgase, die zum Klimawandel beitragen:
 - Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O), deren Emissionen in der Hauptsache menschengemacht sind und deren Konzentrationen in der Atmosphäre ebenfalls stark ansteigen, die aber in geringem Umfang auch natürlichen Ursprungs sind. Ihre Treibhauswirksamkeit ist deutlich höher als die von CO₂ – bei einer atmosphärischen Lebensdauer von 100 Jahren um den Faktor 28 bis 265¹⁴¹.
 - Darüber hinaus trägt eine Vielzahl von halogenierten Kohlenwasserstoffverbindungen erheblich zum Treibhauseffekt bei. Deren Verwendung ist zum Teil schon verboten, sie verbleiben aber noch Jahrzehnte bis Jahrhunderte in der Atmosphäre, bis sie abgebaut sind. Ihre Treibhauswirksamkeit ist noch höher als die von Methan und Lachgas – um den Faktor von einigen Hundert bis hin zu knapp 23.000¹⁴¹.
 - Die gesamten CO₂-äquivalenten Emissionen aller dieser Gase liegen bei der Hälfte der CO₂-Emissionen. Damit sind sie so groß, dass sie nicht vernachlässigt werden dürfen.



Gemäß der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen ¹⁵¹ sind die Mitgliedsstaaten seit 1994 verpflichtet, die nationalen Emissionen aller Treibhausgase zu erheben und die Ergebnisse an das Klimasekretariat der Vereinten Nationen und an die Europäische Kommission zu übermitteln. Die Emissionen werden u. a. in der 'Emission Database for Global Atmospheric Research' (EDGAR) des Joint Research Centers der EU veröffentlicht ¹⁶¹. Nicht erhoben werden die Emissionen der ozonabbauenden F-Gase (ODS = Ozone Depleting Substances), obwohl deren Anteil in der Vergangenheit beträchtlich war und auch zukünftig noch Emissionen auftreten werden. Abbildung 2 zeigt den Stand der globalen Treibhausgase-Emissionen inklusive jener der ozonabbauenden Stoffe ¹⁷¹.

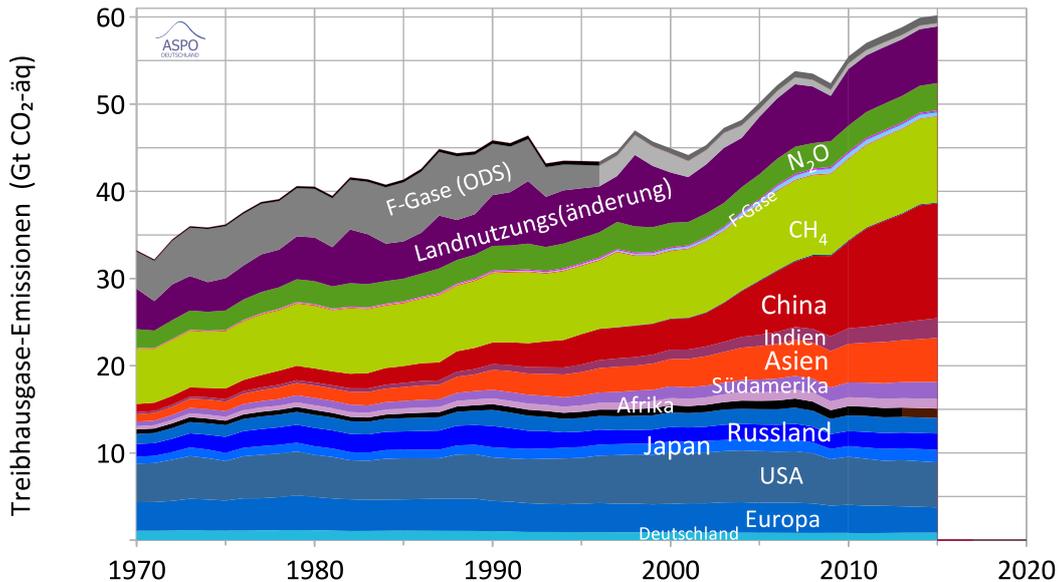


Abb. 2: Globale Emissionen aller Treibhausgase 1970 – 2013, Schätzungen bis 2015;

Quellen: Emission Database for Global Atmospheric Research der EU, 2014; UNEP 2007, F-Gase (ODS); China Energy Statistical Yearbooks 2013 u. 2014 ¹⁸¹; IPCC Assessment Report 5, 2014

- Die Gesamtemissionen sind zwischen 1970 und 2015 um über 80 % auf 60 Mrd. t CO₂-äq angestiegen, im Durchschnitt um ca. 600 Mt CO₂-äq pro Jahr.
- Die stärksten Steigerungen haben die Emissionen der Entwicklungsländer erfahren, allen voran China mit einem Anstieg von ca. 1300 %¹.
- Von ebenfalls großer Bedeutung sind die Emissionen von Methan (CH₄), die eine doppelte nachträgliche Änderung erfahren haben: im Sachstandsbericht des Weltklimarats von 2013 ¹⁴¹ wurde die relative Treibhauswirksamkeit um ca. 14 % erhöht, und im selben Jahr wurden die Emissionen zwischen 1970 und 2013 in der EDGAR um 19 % rückwirkend angehoben; insgesamt ergibt sich damit ein Anstieg der CO₂-äquivalenten Methan-Emissionen um 36 %.
- (Nicht berücksichtigt in der Grafik sind für das Jahr 2015 die zum Sektor 'Landnutzung und Landnutzungsänderung' gehörenden Brandrodungsemissionen in Indonesien, bei denen bis zu vier Millionen Hektar zerstört wurden. Dabei gelangten aufgrund des Freiwerdens von CO₂ und Methan bis zu 1,6 Milliarden t CO₂-äq in die Atmosphäre². Die globalen Gesamtemissionen lägen dann deutlich über 60 Milliarden t CO₂-äq.)

¹ Einen großen Anteil daran hatten die Emissionen aus chinesischen Kohlekraftwerken, die gemäß China Energy Statistical Yearbook (2014 gegenüber 2013) nachträglich für die Zeit zwischen 2005 und 2013 um ca. 17 % erhöht wurden. Das ist erst nach der letzten Veröffentlichung der EU-Emissionsdatenbank bekannt geworden und in obiger Grafik bereits berücksichtigt.

² Spiegel-Online, 31.10.2015 sowie 3Sat, Nano, 25.11.2015



Die jahrzehntelange Anreicherung der Atmosphäre mit Treibhausgasen führt zu einem immer weiteren Anstieg der globalen Durchschnittstemperaturen. Die National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) des US-Wirtschaftsministeriums hat im September 2016 eine grafische Darstellung der globalen Temperaturen veröffentlicht ¹⁹¹, die zeigt, wie vehement die Entwicklung besonders seit 2014 verlaufen ist.

Abbildung 3 zeigt, dass 6 der 8 global wärmsten Jahre zwischen 1998 und 2014 lagen und dass 2015 ein weiterer Anstieg des Jahrestemperaturverlaufes zu verzeichnen war. Das Jahr 2016 jedoch ist (bis zum September) noch einmal deutlich wärmer als alle Jahre vorher.

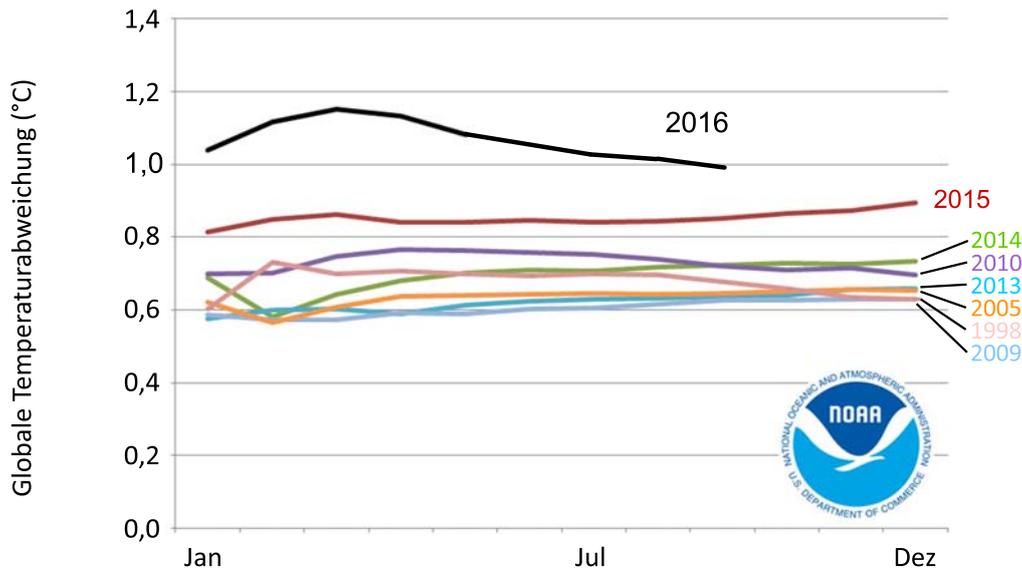


Abb. 3: Abweichungen der globalen Monatsmitteltemperaturen der 8 wärmsten Jahre von den globalen Monatsmitteltemperaturen des 20. Jahrhunderts

Die von der NOAA dargestellte Beschleunigung des Temperaturanstiegs wird bisher in der öffentlichen und politischen Debatte nicht thematisiert. Dabei muss sie die allen Klimazielen und Klimaschutzmaßnahmen übergeordnete Richtschnur sein.

2.2 Erwärmung um 1,5 °C bereits 2020?

Angesichts dieses starken Temperaturanstiegs seit Ende 2014 verwundert nicht, dass australische Forscher im Februar 2016 in einer Analyse festgestellt haben ¹¹⁰¹, dass die in Paris als optimale Grenze angestrebte mittlere Oberflächen-Temperaturerhöhung um 1,5 °C bereits etwa im Jahre 2020 erreicht sein könnte. Das wäre ein Desaster für die Weltgemeinschaft, wenn – wie ursprünglich geplant – das Abkommen erst 2020 in Kraft treten würde.

Doch im Herbst 2016 hat es einen regelrechten Ratifizierungsschub gegeben. Am 3. September sind mit China und den USA die beiden größten Treibhausgas-Emittenten dem Pariser Abkommen beigetreten ¹¹¹¹, am 2. Oktober Indien, der drittgrößte Emittent ¹¹⁷¹; am 4. Oktober stimmte das Europaparlament für die Ratifizierung ¹¹⁸¹ und am 5. Oktober hinterlegte die Bundesregierung ihre Ratifizierungsurkunde bei den Vereinten Nationen in New York ¹¹⁹¹.

Im Pariser Abkommen war festgelegt worden, dass das Abkommen dann in Kraft tritt, wenn 55 Länder ratifiziert haben, die 55 % der globalen Treibhausgas-Emissionen verursachen. Diese beiden Ziele sind erfüllt, so dass das Abkommen am 4. November 2016 in Kraft treten kann.



2.3 Notwendige globale Konsequenzen

Vor dem Hintergrund obiger Bestandsaufnahme dürfen, wie das New Climate Institute vorgerechnet hat¹, global ab 2035 keine Treibhausgase mehr emittiert werden; für die Industrienationen sollte dies spätestens ab 2030 gelten. Außerdem muss eine wirksame Agenda für deren Reduktion in der Atmosphäre auf den Weg gebracht werden, um das Pariser Abkommen einzuhalten.

- Zunächst muss eine Überschreitung der globalen CO₂-Konzentration von 420 ppm mit allen Mitteln verhindert werden. Mit der momentanen Zunahme der Emissionen von 2,6 ppm/a wären die 420 ppm spätestens 2025 erreicht. Dies bedeutet, dass dann kein CO₂ mehr in die Atmosphäre entlassen werden darf. Zwar hat niemand in Paris dieses Ziel formuliert, dennoch ist es die klare Konsequenz aus dem Pariser Abkommen, die Erhöhung der Erdtemperatur bei 2 °C oder besser 1,5 °C zu stoppen.
- Der Emissionsanstieg der anderen Gase, deren gesamte Treibhauswirksamkeit die Hälfte derjenigen von CO₂ ausmacht, muss ebenfalls gebremst und anschließend deutlich reduziert werden. Bisherige globale Maßnahmen sind allerdings kaum zu erkennen. Mit Ausnahme solcher für die Untergruppe der fluoridierten Treibhausgase, die als Kältemittel eingesetzt werden. Deren CO₂-äquivalenter Emissionsanteil liegt global bei ca. 2,3 Promille; dieser Anteil soll durch kostenintensive europäische und internationale Maßnahmen um ca. ⅔ reduziert werden; er läge dann bei 0,8 Promille.
- Sollte weiter CO₂ emittiert werden, so müssten die Emissionen parallel mit gleichgroßen CO₂-Senken kompensiert werden. Doch in Paris wurden Kohlenstoffsinken im großen Stil erst ab 2050 vorgesehen – viel zu spät für einen wirksamen Klimaschutz. Kohlenstoffsinken können großflächig organisiert werden: mit den durch das Pflanzenwachstum der Atmosphäre entnommenen CO₂-Mengen und durch die Einarbeitung von organischen Reststoffen in die oberen Bodenschichten. Stichworte dazu sind: Biologische Landwirtschaft, Humusaufbau, Moorschutz, Naturschutz, Aufforstung und die technische CO₂-Senke durch die Erzeugung und Verbringung von Biokohle (Terra Preta) in die Böden.

Die notwendigen Maßnahmen zur Einhaltung von Klimaschutzzieleen ergeben sich eben nicht aus den möglichen politischen Kompromissbeschlüssen, sondern aus den naturwissenschaftlichen Fakten. Die Natur kennt keine Kompromisse, sondern nur die den Menschen bekannten Naturgesetze.

2.4 Klimaschutzpolitik in Deutschland

Bereits im Sachstandsbericht des Weltklimarats von 2007 waren die wissenschaftlichen Erkenntnisse hinsichtlich des menschenverursachten Klimawandels soweit gediehen, dass eine Aufforderung an die Weltgemeinschaft formuliert wurde, bis spätestens 2015 eine Wende bei der Emission von Treibhausgasen einzuleiten und bis 2050 eine Verringerung um 80 % zu bewirken. Damit sollte der Temperaturanstieg auf höchstens 2 – 2,4 °C begrenzt werden.

Die Bundesregierung hat 2010 ein 'Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung' veröffentlicht, das die Aufforderung des Weltklimarats von 2007 übernahm und in dem bis 2050 konkrete Ziele und Zwischenziele benannt sind. Im Folgenden soll dieses Energiekonzept im Hinblick auf die bisherige Umsetzung untersucht werden.

¹ www.newclimate.org



3 Das Energiekonzept der Bundesregierung von 2010

Im September 2010 hatte die Bundesregierung ein Energiekonzept in Kraft gesetzt, mit dem die Energieversorgung Deutschlands grundlegend verändert und die Emissionen bis 2050 um mindestens 80 % reduziert werden sollten¹²¹. Darüber hinaus sollte es der Einstieg in die erneuerbaren Energien und mehr Energieeffizienz sowie der Ausstieg aus den fossilen Energieträgern sein.



„Deutschland soll in Zukunft bei wettbewerbsfähigen Energiepreisen und hohem Wohlstandsniveau eine der energieeffizientesten und umweltschonendsten Volkswirtschaften der Welt werden“, so war es in der Einleitung zu lesen. Und weiter: „Die weltweit steigende Nachfrage wird langfristig zu deutlich steigenden Energiepreisen führen¹.“ Im Energiekonzept sind die Einzelziele und Pfade dorthin detailliert festgeschrieben.

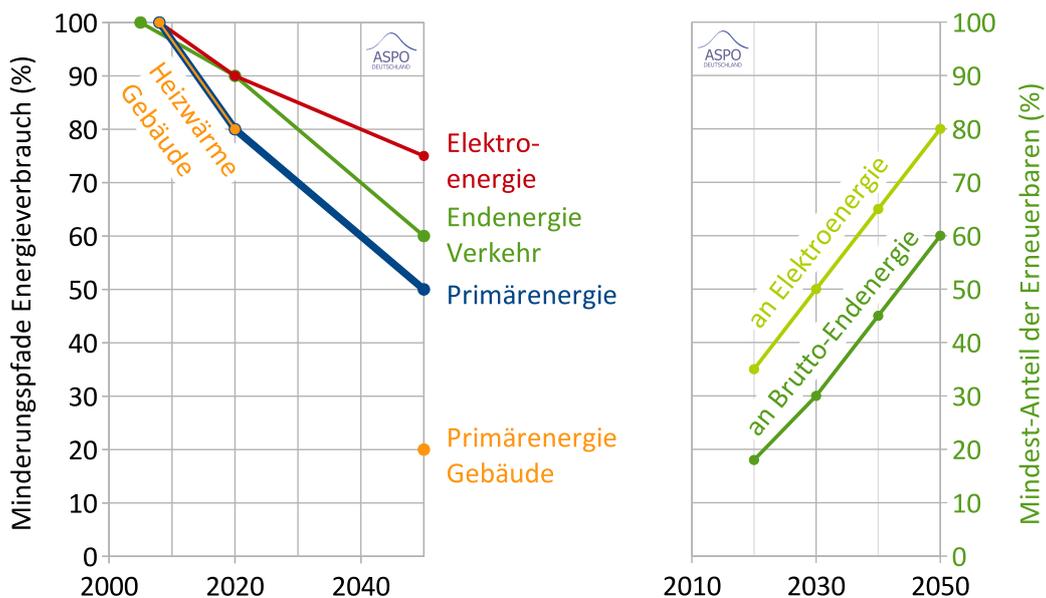


Abb. 4: Einzel-Ziele des Energiekonzepts:
Minderung von Energieverbräuchen, Mindestanteile an Erneuerbaren Energien

Abbildung 4 zeigt, wie anspruchsvoll diese Ziele gesetzt sind. Bis 2050 soll

- der Elektroenergieverbrauch (umgangssprachlich: Stromverbrauch) um 25 %, der Primärenergieverbrauch um 50 %, der Endenergieverbrauch für den Verkehr um 40 % und Primärenergiebedarf von Gebäuden um 80 % reduziert werden,
- gleichzeitig sollen die Mindest-Anteile der Erneuerbaren Energien an der Brutto-Endenergie von 18 % im Jahr 2020 auf 60 % im Jahr 2050 und die Mindest-Anteile an der Bereitstellung von Elektroenergie von 35 % auf 80 % erhöht werden.

¹ Gemäß dem Gesetz von Angebot und Nachfrage steigen Preise, wenn das Angebot zurückgeht. Die Bundesregierung deutet hiermit also an, dass zukünftig das Energieangebot zurückgeht, genauer: das Angebot an fossilen Energieträgern.



3.1 Ziel des Energiekonzepts

Als übergeordnetes Maß für die Ziele des Energiekonzepts wird die Minderung der Treibhausgase-Emissionen angegeben, die in Abbildung 5 dargestellt sind. Bezogen auf 1990, sollen die gesamten Emissionen um mindestens 80 % reduziert werden, wenn möglich sogar um 95 %. Letzteres soll aber erst für das letzte Jahrzehnt angestrebt werden.

Das erste angegebene Zwischenziel von -40 % im Jahr 2020 liegt exakt auf der (gestrichelten) Geraden zwischen 100 % und -80 %. Die Zielwerte für 2030 und 2040 liegen geringfügig unter dieser Geraden (es ist zu vermuten, dass diese Zielwerte wegen der identischen Differenzen von 15 Prozentpunkten gewählt wurden).

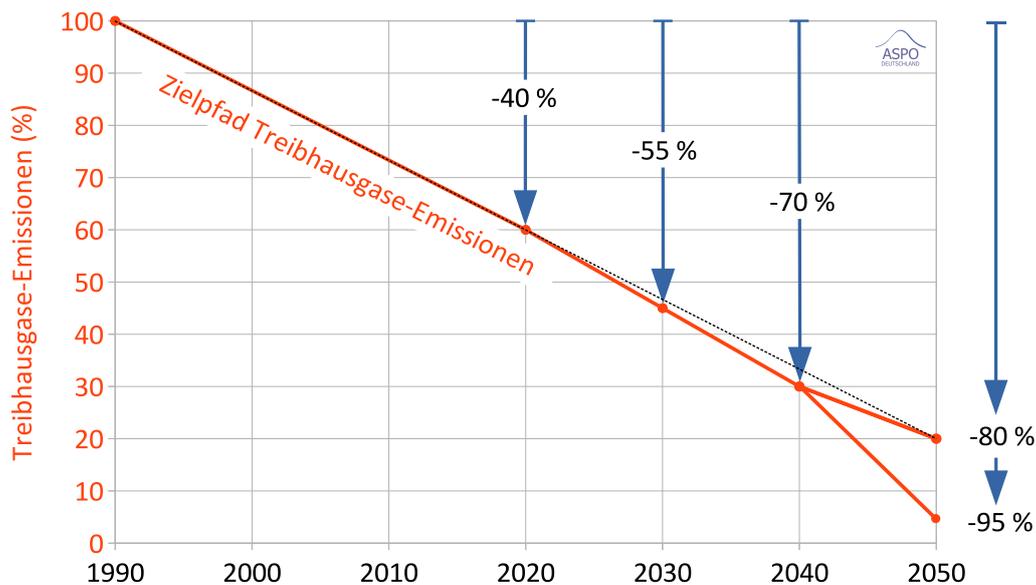


Abb. 5: Minderungsziele der nationalen Treibhausgase-Emissionen bis 2050, Energiekonzept der Bundesregierung von 2010

Mehr als ein Jahr nach Inkraftsetzung des Energiekonzepts hatte der Vorsitzende des Parlamentarischen Beirats für Nachhaltige Entwicklung, MdB Andreas Jung, am 8. November 2011 in einer Bundestagsrede als Konsequenz aus dem Energiekonzept der Bundesregierung festgestellt,

- dass Verkehr, Gebäude und Energieversorgungsunternehmen 2050 keine Treibhausgase-Emissionen mehr verursachen dürfen und
- dass lediglich der Industrie geringe Restemissionen zugestanden seien.

Das alles ist nur möglich mit einem grundlegenden Umbau von Wirtschafts-, Energie-, Emissions- und Mobilitätswelt. Und dieser erfordert den Verzicht auf die Verbrennung der kohlenstoffhaltigen Energieträger Öl, Gas und Kohle und bedingt den Übergang hin zu einer elektrischen Energiewelt. Die Bundeskanzlerin bezeichnete dies in mehreren Reden als 'Dekarbonisierung der Energieversorgung'.

Zur Umsetzung des Konzepts hat die Bundesregierung eine Vielzahl von Verordnungen, Gesetzen und Aktionsplänen¹ sowie Fördermaßnahmen für energieeffiziente Technologien in Kraft gesetzt. Außerdem gibt es Verordnungen und Gesetze der EU, wie die F-Gase-Verordnung und die Ökodesign-Richtlinien, die dieselben Ziele der Emissionsminderung haben.

¹ z. B. die EnergieEinsparVerordnung, das Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz, das Energie-Einspar-Gesetz, das Marktanzreizprogramm für Erneuerbare Energien Wärme, das Nationale Aktionsprogramm Energieeffizienz, das Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 und weitere mehr.



3.2 Wichtige Einzelziele

3.2.1 Gebäudesanierung

Die Reduzierung des Heizwärmeverbrauchs von Gebäuden soll u. a. damit erzielt werden, dass bestehende Gebäude energetisch saniert, also besser gedämmt und mit effizienteren Heizungssystemen ausgerüstet werden. Dazu ist eine Verdoppelung der Gebäudesanierungsrate von derzeit ca. 1 auf 2 %/a geplant (die Abrissrate liegt bei ca. 0,1 %).

Unter der Annahme, dass im Jahr 2010 ungefähr 20 % der Gebäude gut gedämmt und mit einer energieeffizienten Heiztechnik ausgestattet sind, können mit dem Wachstumsgesetz die Effekte der Verdoppelung der Gebäudesanierungsrate berechnet werden.

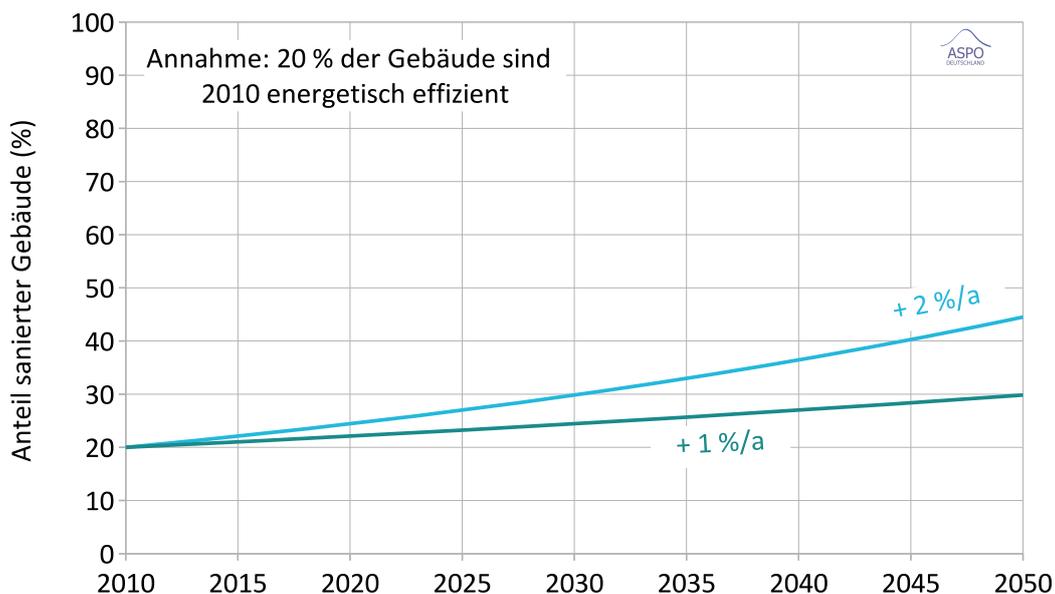


Abb. 6: Gebäudesanierung in Deutschland

- Abbildung 6 zeigt, dass bei einer Verdoppelung der Sanierungsrate im Jahr 2050 ca. 45 % der Gebäude energetisch effizient sind.
- Und bei einer Neubaurate von ca. 0,6 %/a (die Gebäude werden von vornherein energetisch effizient gebaut) entsprechen im Jahr 2050 höchstens 60 % der Gebäude den Anforderungen.

Unter diesen Randbedingungen ist offensichtlich, dass im Gebäudesektor weitere Maßnahmen ergriffen werden müssen, um das Ziel der Primärenergieeinsparung von 80 % zu erreichen.

3.2.2 Elektromobilität

Ein Kernthema des Energiekonzepts ist die Elektromobilität. Diese soll u. a. die „Abhängigkeit von Öl reduzieren, und die Elektrofahrzeuge sollen bei entsprechender technologischer Innovation langfristig als Stromspeicher von Erneuerbaren Energien¹ beitragen.“ Das Ziel der Bundesregierung ist es, „eine Million Elektrofahrzeuge bis 2020 und sechs Millionen bis 2030 auf die Straße zu bringen“. Die dahinterstehende Überlegung ging offensichtlich davon aus, dass 2010 und davor in Deutschland jährlich zwischen 3 und 3,5 Millionen Fahrzeuge neu zugelassen wurden. Angesichts dieser großen Zahl, so wurde wahrscheinlich angenommen, müsste es doch möglich sein, ungefähr 3 % davon durch Elektrofahrzeuge zu ersetzen. Pro Jahr wären das dann 100 000, und deren Anzahl wäre in 10 Jahren auf 1 Million Fahrzeuge angestiegen – lineares Wachstum vorausgesetzt.

¹ Elektrofahrzeuge tragen natürlich nur dann zum Klimaschutz bei, wenn sie mit Erneuerbaren Energien betrieben werden. Das geht aus den Formulierungen des Energiekonzepts nicht klar hervor.



Aber das Wachstum eines komplexen Industrieprodukts verläuft anders und gehorcht anderen Gesetzmäßigkeiten. Im vorliegenden Fall müssen zunächst zeitintensiv Forschung und Entwicklung betrieben werden, parallel bzw. anschließend müssen Produktionskapazitäten für neue Fahrzeuge, Batterien, Elektromotoren, elektronische Steuerungen, eine nationale Lade-Infrastruktur sowie ein Werkstatt-Netz für Reparaturen an elektrischen Komponenten und Systemen aufgebaut werden. Gleichzeitig muss im vorliegenden Fall zusätzlich Marketing betrieben werden sowie Lobbyarbeit für staatliche Zuschüsse, die möglichen Kunden Kaufanreize bieten.

Das alles kostet sehr viel Zeit, das Wachstum verläuft daher gemäß dem Wachstumsgesetz exponentiell mit einer langen Anlaufphase, gefolgt von einem steilen Anstieg (und irgendwann später einer Sättigung). Hinter der Summe dieser Prozesse steht ein Wachstumsgesetz, das mathematisch einfach beschrieben werden kann. Da die Anzahl der im Jahr 2009 und 2010 zugelassenen Elektrofahrzeuge in Deutschland vom Kraftfahrtbundesamt in Erfahrung zu bringen war, hätte schon 2010 leicht errechnet werden können, welche Wachstumsraten erforderlich sind, um von knapp 1500 zugelassenen Elektrofahrzeugen 2010 auf 1 Million 2020 und auf 6 Millionen 2030 zu kommen. Da das Energiekonzept aus dem Herbst 2010 stammt, beginnt die in Abbildung 7 grafisch dargestellte Wachstumskurve des Elektrofahrzeugbestands im Jahr 2011.

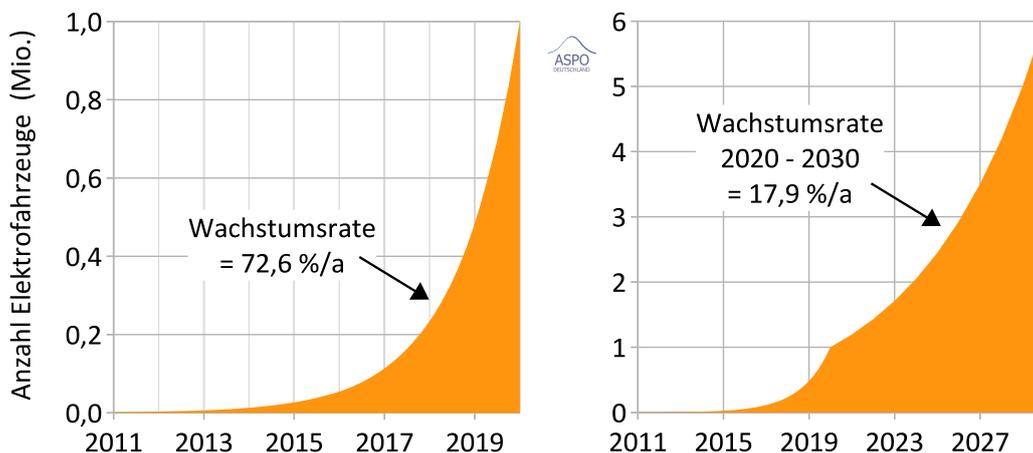


Abb. 7: Anzahl des Elektrofahrzeugbestands bis 2020 und bis 2030 gemäß Wachstumsgesetz und den Zielvorgaben des Energiekonzepts der Bundesregierung von 2010

Demnach wäre eine jährliche Wachstumsrate von knapp 73 % erforderlich, um 2020 auf einen Bestand von 1 Million Elektrofahrzeugen zu kommen. Und bis 2030 wäre ein weiteres jährliches Wachstum von ca. 18 % nötig, um dann einen Bestand von insgesamt 6 Millionen Elektrofahrzeugen zu haben. Derartig hohe Wachstumsraten von technisch komplexen Produkten sind ohne Beispiel¹ und ihre Realisierung daher mehr als unwahrscheinlich.

Vor dem Hintergrund der bereits 2010 sehr hohen Emissionen des Straßenverkehrs ist nachvollziehbar, dass im Energiekonzept für die Jahre bis 2030 sehr hohe Zielwerte für die Anzahl von Elektrofahrzeugen vorgegeben sind. Die angestrebten Emissionsminderungen sind allerdings nur dann zu erzielen, wenn die Elektrofahrzeuge mit erneuerbaren und damit emissionsfreien Energien versorgt werden.

¹ Allerdings werden sie oft für Elektroniksysteme reklamiert. Wird jedoch berücksichtigt, dass diese nur Endprodukte sind, deren Entwicklung bei der Erfindung des Transistors in den 1940er Jahren begonnen hat und sich in den 1950er Jahren mit den integrierten Schaltkreisen fortsetzte, dann zeigen sich auch bei diesen Systemen jahrzehntelange Anfangsphasen mit insgesamt geringen Wachstumsraten.



3.3 Umsetzung des Energiekonzepts bis 2015 – Gesamtbetrachtung

Seit der Veröffentlichung des Energiekonzepts 2010 sind 6 Jahre vergangen. Und die ersten Maßnahmen könnten schon Wirkung gezeigt haben. – Die Bundesregierung und das Umweltbundesamt veröffentlichen zwar regelmäßig Gesamtdarstellungen der Emissionsentwicklungen, z. B. die in Abbildung 8 wiedergegebene Grafik¹²¹, doch diesen ist nicht zu entnehmen, inwieweit die bisherige Umsetzung des Energiekonzepts erfolgreich war.

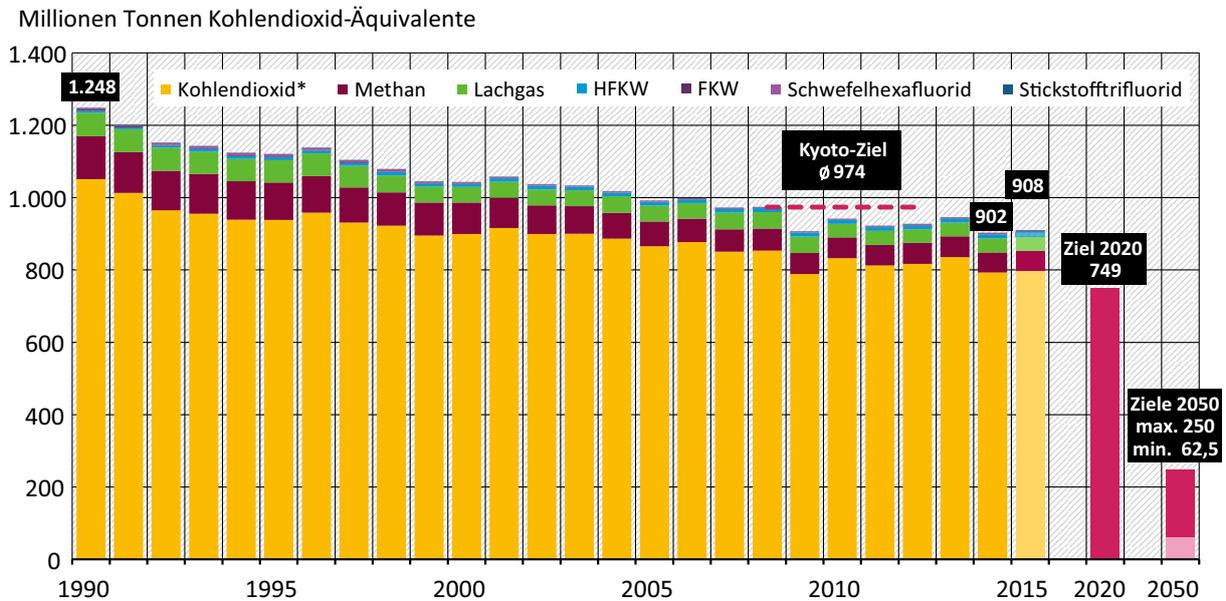


Abb. 8: Treibhausgas-Emissionen in Deutschland seit 1990 gemäß Umweltbundesamt 01/2016; ohne Emissionen aus Landnutzung, Landnutzungsänderungen, Forstwirtschaft; Zeitnahprognose für 2015;

Die Abbildung zeigt, dass die Emissionen aller Treibhausgase von 1990 bis 2015 deutlich zurückgegangen sind¹. Ebenso macht sie deutlich, dass es seit 2010 kaum noch einen Rückgang gegeben hat, wodurch das Erreichen des Emissionsziels 2020 unwahrscheinlich erscheint. Angesichts dieser absehbaren Zielverfehlung hat das Bundesumweltministerium am 17. März 2016 in einer Pressemitteilung¹³¹ weitere Anstrengungen angemahnt und darin Umweltministerin Barbara Hendricks zitiert, die gefordert hatte, dass 'alle Sektoren im Klimaschutz liefern müssen'.

Doch wie hoch sind die Emissionen der Sektoren (die in der Pressemitteilung gar nicht aufgeführt sind) eigentlich? Infrage kommen z. B. Straßenverkehr, Haushalte, Stromsektor, Landwirtschaft und Gewerbe/Handel/Dienstleistung. – Eine Nachforschung zeigt, dass deren Emissionen zwar veröffentlicht werden, aber nicht so, dass sie erkennbar sind. Sie finden sich nur in zusammengefasster Form in den Energiestatistiken des Bundeswirtschaftsministeriums¹⁴¹, aus denen sie dann noch herausgerechnet werden müssen, sowie in Publikationen des Umweltbundesamts.

Ministerin Hendricks hatte gemäß o. a. Pressemitteilung gefordert, dass 'alle Sektoren im Klimaschutz liefern müssen'. Wenn das Liefern so aussieht, dass alle Sektoren ihre Emissionen gemäß dem in Abbildung 5 dargestellten Emissions-Zielpfad reduzieren, dann wird das Gesamtziel im Jahr 2050 erreicht werden. Daher soll im Folgenden der Emissionsverlauf jedes Sektors mit jenem Zielpfad verglichen werden. So ist erkennbar, ob die Emissionsminderungsziele in der Vergangenheit erreicht wurden und ob ein richtiger Weg eingeschlagen ist, damit die zukünftigen Ziele erreicht werden können.

¹ Die angegebene Einheit „Millionen Tonnen Kohlendioxid-Äquivalente“ (Mt CO₂-äq) trägt der Tatsache Rechnung, dass die in der Grafik dargestellten anderen Treibhausgase eine z. T. sehr viel höhere Treibhauswirksamkeit als CO₂ aufweisen und deren Emissionen daher in CO₂-äquivalente Emissionen umgerechnet sind. So hat z. B. das in elektrischen Schalt-schützen eingesetzte Schwefelhexafluorid eine relative Treibhauswirksamkeit, die 22800-mal so groß wie die von CO₂ ist.



4 Umsetzung des Energiekonzepts bis 2015

4.1 Emissionsermittlung

Die CO₂-Emissionen bei der Verbrennung von Kohle, Öl und Gas werden mit ausreichender Genauigkeit aufgrund der statistisch erfassten Verbrauchsmengen sowie mittels spezifischer Emissionsfaktoren berechnet. Die Emissionen der anderen Treibhausgase Methan, Lachgas und F-Gase werden mittels Rechenmodellen ermittelt, die zu einem großen Teil auf Annahmen und Schätzungen beruhen. Hinsichtlich der dabei erzielbaren Genauigkeiten gibt es unterschiedliche Auffassungen.

4.2 Emissionen aller Treibhausgase

Abbildung 9 zeigt die bisherigen Emissionen der Treibhausgase Kohlendioxid (CO₂), Lachgas (N₂O), Methan (CH₄) sowie von ca. 13 fluorierten Treibhausgasen (F-Gasen) sowie den Zielpfad gemäß Energiekonzept, dem eine jährliche Minderung von 16,25 Mt CO₂-äq zugrundeliegt.

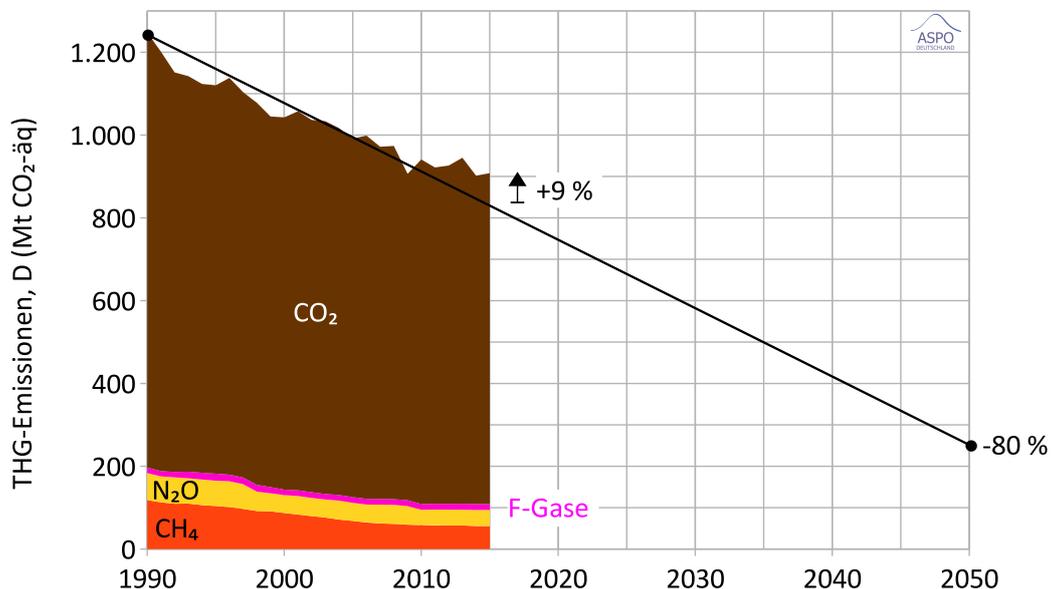


Abb. 9: Nationale Emissionen aller Treibhausgase 1990 – 2015
ohne Emissionen aus Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft

- Die Emissionen aller Treibhausgase sind zwischen 1990 und 2010 fast linear um 25 % zurückgegangen; dieser Verlauf ist im Energiekonzept der Bundesregierung offensichtlich bis ins Jahr 2050 fortgeschrieben worden.
- Zwischen 2010 und 2015 sind die Emissionen dann nur noch geringfügig zurückgegangen bzw. nahezu konstant geblieben. Im Jahr 2015¹ liegen sie um 9 % über dem Zielpfad.
- Der starke Rückgang der Emissionen in den 1990er Jahren war zurückzuführen
 - einerseits auf die Stilllegung von emissionsintensiven Kraftwerken und Produktionsanlagen in den neuen Bundesländern und andererseits auf die Minderung der Methan- und Lachgas-Emissionen von knapp 30 % zwischen 1990 bis 2000.
- Die F-Gase-Emissionen haben 2015 mit ca. 1,6 % einen geringen Anteil an den Gesamtemissionen.

¹ Bei den für 2015 vom Wirtschaftsministerium veröffentlichten Daten handelt es sich im Frühjahr 2016 noch um Schätzwerte, die erfahrungsgemäß nur noch geringfügig korrigiert werden.



4.3 Emissionen nach Sektoren

Abbildung 10 zeigt eine Aufschlüsselung der gesamten Emissionen nach Sektoren.

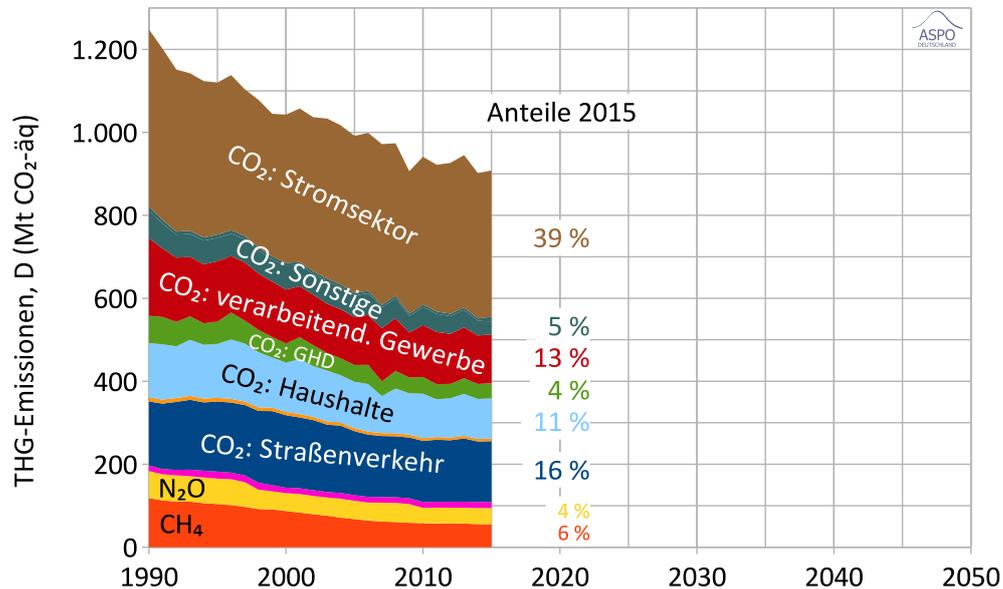


Abb. 10: Nationale Emissionen aller Treibhausgase 1990 – 2015
ohne Emissionen aus Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft

- Die größten CO₂-Emissions-Sektoren sind der Stromsektor, der Straßenverkehr, das verarbeitende Gewerbe sowie die Haushalte. Ihr Anteil an den Gesamtemissionen beträgt 2015 knapp 80 %.
- Die Nicht-CO₂-Emissionen von Methan und Lachgas weisen 2015 einen Anteil von etwas über 10 % auf.
- Die restlichen ca. 8 % der Emissionen verteilen sich auf den Nicht-Straßenverkehr (Flugzeuge, Schiffe und Bahnen) sowie auf sonstige CO₂-Emissionen.



4.4 CO₂-Emissionen des Stromsektors

Die Emissionen entstehen in Kraftwerken durch die Verbrennung von Braun-, Steinkohle und Gas. Der Stromsektor stellt 2015 mit einem Anteil von 39 % den Sektor mit den größten Emissionen dar.

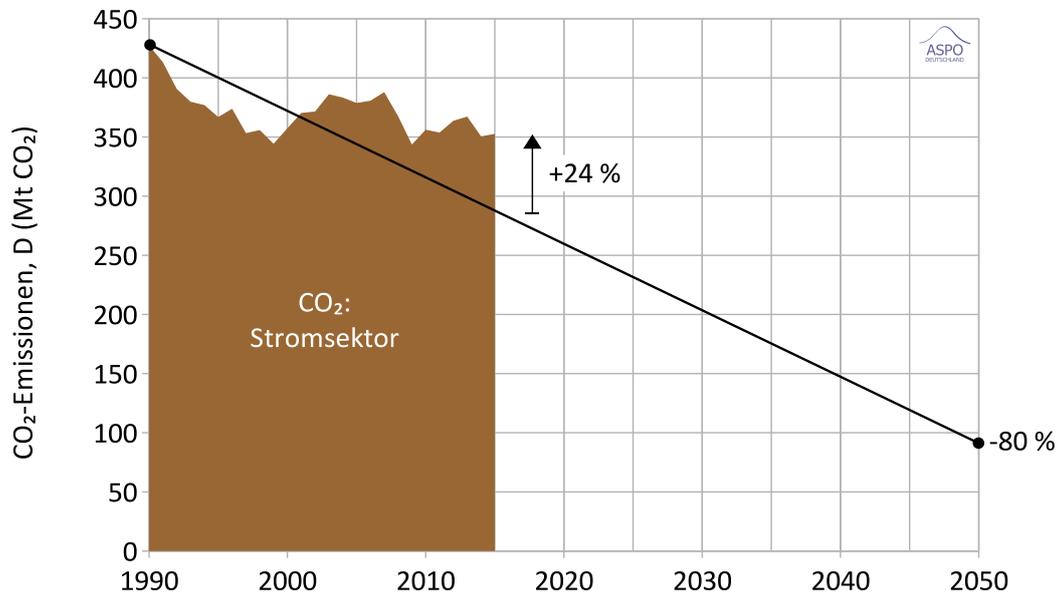


Abb. 11: CO₂-Emissionen des Stromsektors, Deutschland 1990 – 2015

- Die CO₂-Emissionen des Stromsektors sind von 1990 bis 1999 deutlich zurückgegangen (aufgrund der Stilllegung von emissionsintensiven Kraftwerken und Produktionsanlagen in den neuen Bundesländern, siehe oben).
- Nach 1999 stiegen die Emissionen bis 2007 wieder an, erfuhren bis 2009 einen deutlichen Rückgang und befinden sich seitdem auf einem konstant hohen Niveau von über 350 Mt CO₂.
- Seit 2001 liegen die Emissionen erheblich über dem Zielpfad¹, 2015 um 24 %.
- Die Emissionen des Stromsektors müssen jährlich um 5,7 Mt CO₂ zurückgehen, damit das Minderungsziel bis 2050 erreicht wird. – Das Ziel 2020 wird mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht erreicht.

¹ In Abbildung 4 sind Zielpfade für die Minderung der Energieverbräuche einzelner Verbrauchs-Sektoren angegeben. Ziele für die Minderung der Emissionen in den einzelnen Sektoren sind nicht genannt. Gemäß der Forderung von Umweltministerin Hendricks, dass alle Sektoren liefern müssen, ist in Abbildung 11 und den folgenden davon ausgegangen, dass alle Sektoren das übergeordnete Emissionsminderungsziel von mindestens 80 % im Jahr 2050 erreichen müssen. Auf eine zusätzliche Darstellung des Ziels von -95 % ist verzichtet, da die dafür erforderlichen Anstrengungen erst ab 2040 geplant sind.



4.5 CO₂-Emissionen und Energieverbrauch des Straßenverkehrs

Der gesamte Verkehr stellt 2015 mit einem Anteil von knapp 17 % den Sektor mit den zweitgrößten Emissionen dar. Allerdings ist im Energiekonzept für den Verkehr ein Minderungszielpfad für den Energieverbrauch und nicht die Emissionen vorgegeben. Diese sollen hier ebenfalls dargestellt werden, um zu zeigen, welche zusätzlichen Minderungen von anderen Sektoren zur Erreichung des Gesamtziels aufgebracht werden müssen.

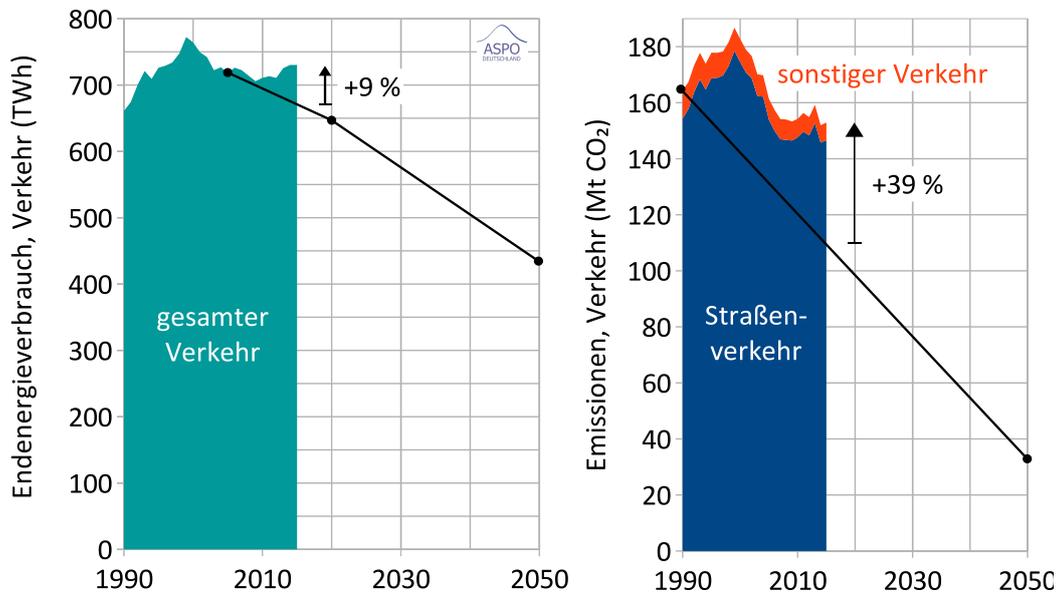


Abb. 12: Energieverbrauch und CO₂-Emissionen des Straßenverkehrs, Deutschland 1990 – 2015

- Bezogen auf 2005, soll der Endenergieverbrauch des gesamten Verkehrs bis 2020 um 10 % verringert werden.
 - Seit 2009 ist er allerdings deutlich angestiegen, 2015 liegt er um 9 % oberhalb des Zielpfades – mit steigender Tendenz;
 - das Ziel 2020 wird mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht erreicht.
- Die CO₂-Emissionen des gesamten Verkehrs liegen 2015 um 43 Mt CO₂, entsprechend 39 % oberhalb des Zielpfades. Wenn das übergeordnete Emissionsminderungsziel eingehalten werden soll, müssen Emissionen in derselben Höhe in einem anderen Sektor zusätzlich eingespart werden.



4.6 Methan- und Lachgas-Emissionen der Landwirtschaft

Methan-Emissionen in der Landwirtschaft entstehen bei der Viehhaltung in den Mägen von Wiederkäuern (z. B. Rindern), Lachgas-Emissionen als Abbauprodukt von Stickstoffdünger beim Anbau von Nahrungsmittel- und anderen Pflanzen sowie bei der Verbrennung von Biomasse.

Außerdem fallen in geringem Umfang CO₂-Emissionen durch den Betrieb verbrennungsmotorisch angetriebener Maschinen und Fahrzeuge an.

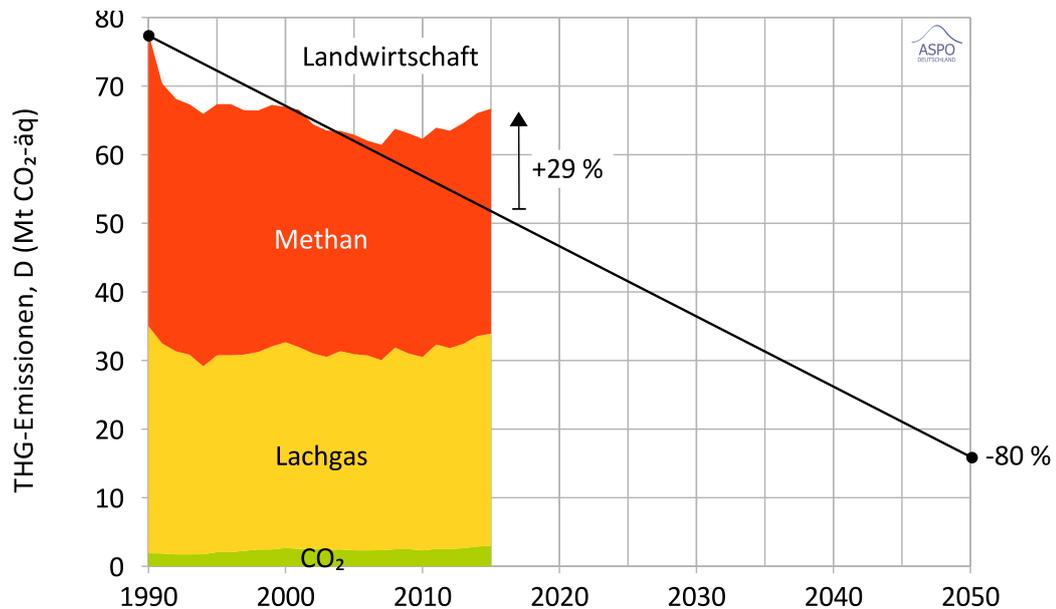


Abb. 13: Treibhausgas-Emissionen der Landwirtschaft, Deutschland 1990 – 2015

- Die gesamten Treibhausgas-Emissionen der Landwirtschaft gingen zwischen 1990 und 1994 zurück und stagnierten bis 2001 auf einem Niveau von ca. 67 Mt CO₂-äq;
 - anschließend stellte sich bis 2007 ein Rückgang ein,
 - zwischen 2010 und 2015 sind die Emissionen wieder auf 67 Mt CO₂-äq angestiegen,
 - seit 2003 liegen die Emissionen über dem Zielpfad des Energiekonzepts, 2015 um 29 %.
- Zu den Emissionen der einzelnen Treibhausgase ist festzustellen:
 - der Anteil von CO₂ weist den geringsten Anteil auf, 2015 liegt er unter 5 %;
 - der Anteil von Lachgas beträgt 2015 gut 46 % und der von Methan 49 %,
 - die Emissionen von sowohl Methan als auch Lachgas sind bis 2007 zurückgegangen und anschließend bis 2015 wieder gestiegen;
 - die Emissionen von CO₂ sind auf niedrigem Niveau zwischen 1990 und 2015 kontinuierlich gestiegen.
- Die Emissionen der Landwirtschaft müssen jährlich um 1,04 Mt CO₂-äq zurückgehen, damit die Minderungsziele bis 2050 erreicht werden.
- Das Ziel 2020 kann unter normalen Umständen nicht mehr geschafft werden.



4.7 Weitere Emissionen von Lachgas

Lachgas entsteht außerhalb der Landwirtschaft

- in geringerem Umfang in der Energiewirtschaft, im verarbeitenden Gewerbe, im Verkehr bei der Verbrennung von Benzin und Diesel in Motoren, in Haushalten und Kleinverbrauchern, bei Landnutzung und Landnutzungsänderung und in der Forstwirtschaft, bei Abfall und Abwasser, aus sonstigen diffusen Quellen sowie
- in größerem Umfang bei Industrieprozessen in der Chemie-Industrie.

Ungefähr 40 % der global entstehenden Lachgas-Emissionen sind menschenverursacht, ca. 60 % haben natürliche Ursachen ¹⁵¹.

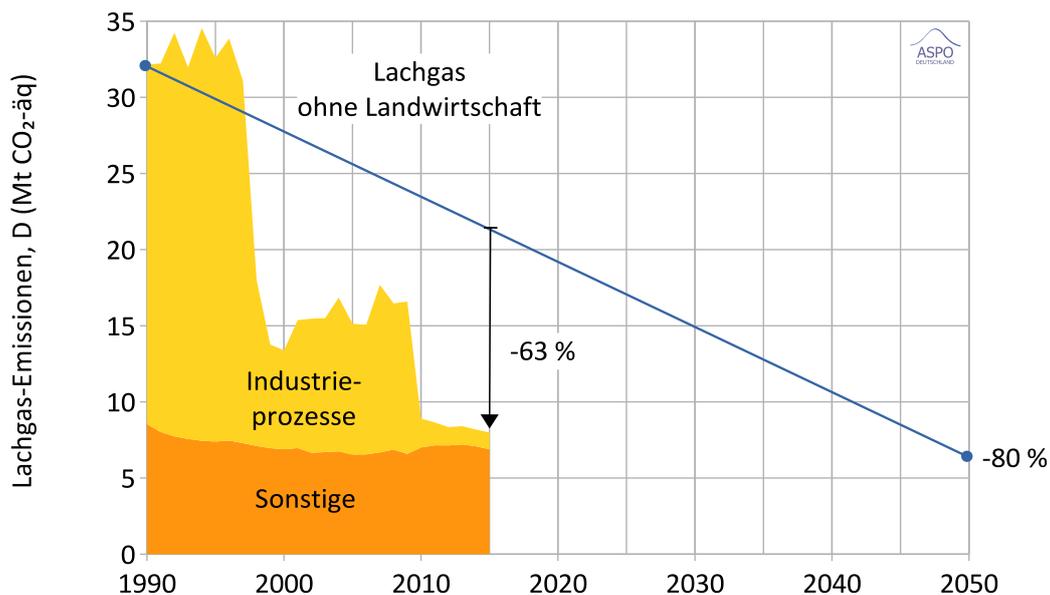


Abb. 14: Lachgas-Emissionen, Deutschland 1990 – 2015

- Die Lachgas-Emissionen aus Industrieprozessen lagen zwischen 1990 und 1997 auf einem hohen Niveau von ca. 25 Mt CO₂-äq, innerhalb von 2 Jahren sind sie dann um ca. 70 % zurückgegangen, bis 2009 wieder angestiegen und danach ein zweites Mal deutlich zurückgegangen, 2015 lagen sie bei ca. 1 Mt CO₂-äq.
- Die Sonstigen Lachgas-Emissionen sind zwischen 1990 und 2015 geringfügig zurückgegangen.
- Das für 2050 angestrebte Minderungsziel ist damit bereits 2015 fast erreicht.

Die hier für die Umrechnung der absoluten Emissionen verwendete relative Treibhauswirksamkeit¹ von Lachgas beruht auf Daten des Weltklimarats von 2007. Diese Daten sind inzwischen nicht mehr aktuell. Im letzten veröffentlichten Sachstandsbericht des Weltklimarats ist eine Korrektur erfolgt. Die neue, zukünftig zu verwendende relative Treibhauswirksamkeit liegt ca. 11 % unter der bisherigen. Die Lachgas-Emissionen würden damit noch etwas weiter zurückgehen.

Bisher sind diese neuen Daten des Weltklimarats allerdings in der EU nicht ratifiziert. Daher werden noch die wissenschaftlichen Erkenntnisse von 2007 zugrundegelegt. Erfahrungsgemäß dauert es noch mehrere Jahre, bis die neuen Daten in die Berechnungen einfließen.

¹ Der Fachbegriff dafür lautet 'Global Warming Potential' (GWP)



4.8 Weitere Emissionen von Methan

Methan außerhalb der Landwirtschaft entsteht

- in größerem Umfang als diffuse Emissionen aus Brennstoffen sowie aus Abfall und Abwasser,
- in geringerem Umfang in der Energiewirtschaft, im verarbeitenden Gewerbe, im Verkehr bei der Verbrennung von Diesel und Benzin, in Haushalten und bei Kleinverbrauchern, beim Militär, bei Industrieprozessen, bei Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft, beim Steinkohlebergbau, bei der Öl- und Gasförderung, in Mülldeponien, in Mooren sowie bei der Verbrennung von Biomasse,
- (und außerdem im globalen Maßstab beim Nassreis-Anbau, im amazonischen Regenwald, in tropischen Mangrovenwäldern und beim Auftauen von Permafrostböden).

Ungefähr 25 % des global emittierten Methans ist natürlichen Ursprungs, 75 % ist von Menschen verursacht ¹⁵¹.

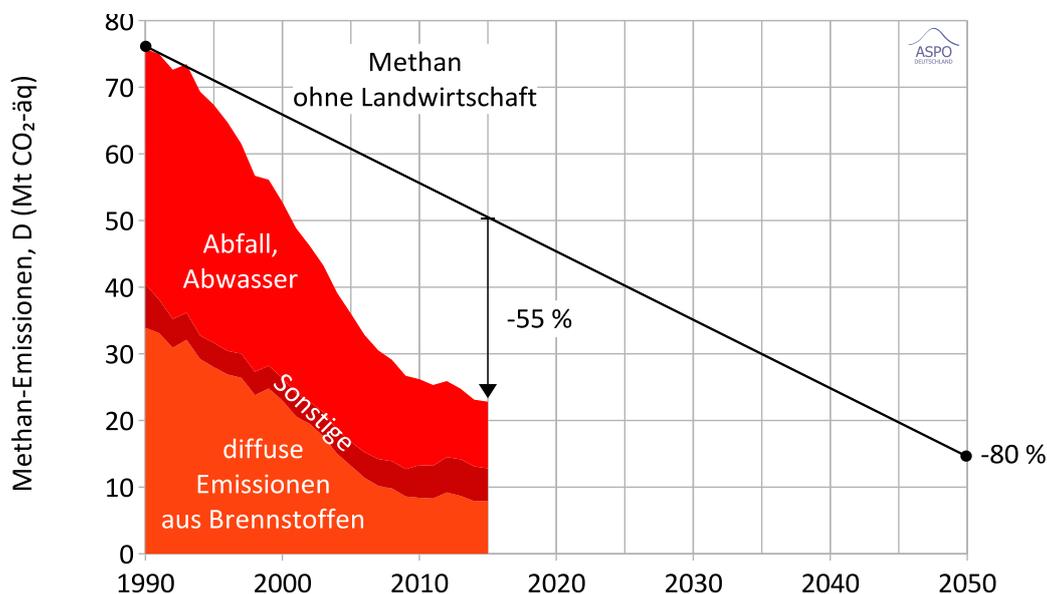


Abb. 15: Methan-Emissionen, Deutschland 1990 – 2015;

Quelle: Energiedaten, BMWi, 5.4.2016, Schätzung für 2015, Umweltbundesamt 22.4.2016

- Die diffusen Emissionen aus Brennstoffen gingen zwischen 1990 und 2010 um über 70 % zurück, zwischen 2010 und 2015 zeigt sich eine Stagnation.
- Die Emissionen aus Abfall und Abwasser sind von 1993 bis 2010 kontinuierlich und ebenfalls um über 70 % zurückgegangen.
- Die Sonstigen Emissionen sind fast konstant geblieben, ab 2010 wieder etwas angestiegen.
- 2015 liegen die Gesamtemissionen 55 % unter dem Zielpfad des Energiekonzepts. Das Ziel 2020 ist gegenwärtig also schon deutlich unterschritten.

Der Weltklimarat hat 2014, wie beim Lachgas, neue Werte der relativen Treibhauswirksamkeit veröffentlicht. Sie liegen für fossiles und neu entstandenes Methan zwischen 12 und 20 % über dem bisherigen Wert. Als gewichteter Mittelwert ist von ca. 14 % auszugehen. Das bedeutet, dass die nationalen CO₂-äquivalenten Methan-Emissionen 2015 bei ca. 26 Mt CO₂-äq liegen.



4.9 CO₂-Emissionen von Haushalten

Die CO₂-Emissionen aus Haushalten entstehen bei der Verbrennung von Öl, Gas und Kohle, die in der Hauptsache für die Raumheizung und die Warmwasserbereitung eingesetzt werden sowie in geringerem Umfang für das Kochen (Gas). Wegen der dominierenden Bedeutung der Raumheizung sind die CO₂-Emissionen der Haushalte in großem Umfang von den Umgebungstemperaturen im Winter abhängig. Der Heizwärmebedarf schwankt daher mit milden und strengen Wintern.

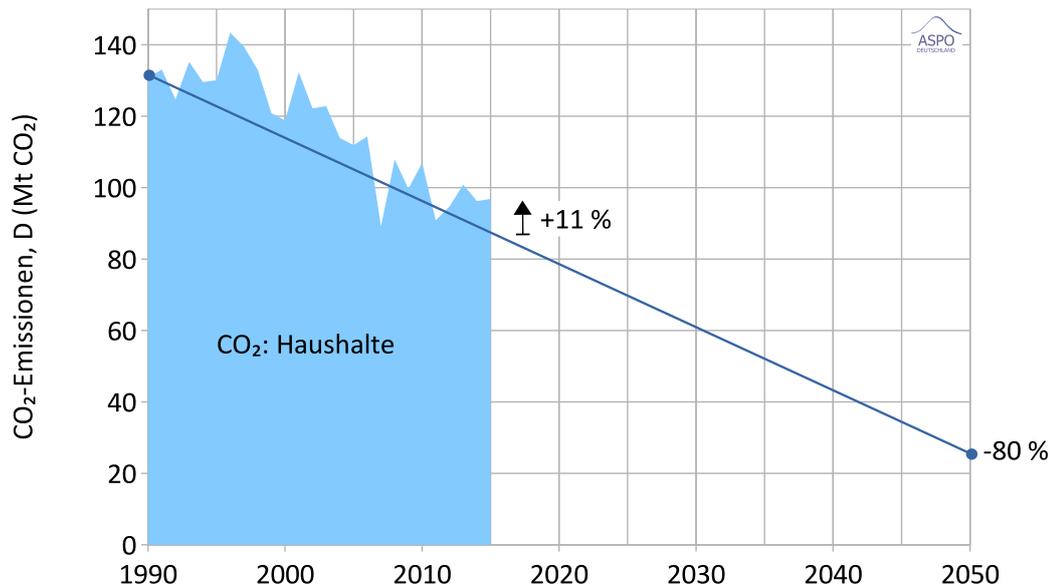


Abb. 16: CO₂-Emissionen aus Haushalten, Deutschland 1990 – 2015;

Quelle: Energiedaten, BMWi, 5.4.2016, mit Schätzung für 2015

- Die CO₂-Emissionen aus Haushalten sind – bei starken Jahresschwankungen – zwischen 1990 und 2015 deutlich zurückgegangen, insgesamt um ca. 25 %. Das ist in der Hauptsache auf ältere Verordnungen und Gesetze der Bundesregierung zurückzuführen: z. B. das Energieeinspargesetz, die Wärmeschutz-, die Heizungsanlagen- sowie die Energieeinsparverordnungen.
- 2015 liegen die Emissionen 11 % über dem Zielpfad des Energiekonzepts.
- Sie müssen jährlich um 1,74 Mt CO₂ zurückgehen, damit die Minderungsziele bis 2050 erreicht werden.
- Ob das Ziel 2020 erreicht wird, ist fraglich.



4.10 CO₂-Emissionen von Gewerbe, Handel und Dienstleistungen

Die CO₂-Emissionen aus Gewerbe, Handel und Dienstleistungen sowie aus dem verarbeitenden Gewerbe entstehen bei der Verbrennung von Öl, Gas und Kohle, die sowohl für die Raumheizung und die Warmwasserbereitung eingesetzt werden als auch zu Produktions- und sonstigen Zwecken. Die Energiedaten des Bundeswirtschaftsministeriums bieten hier keine Aufschlüsselung.

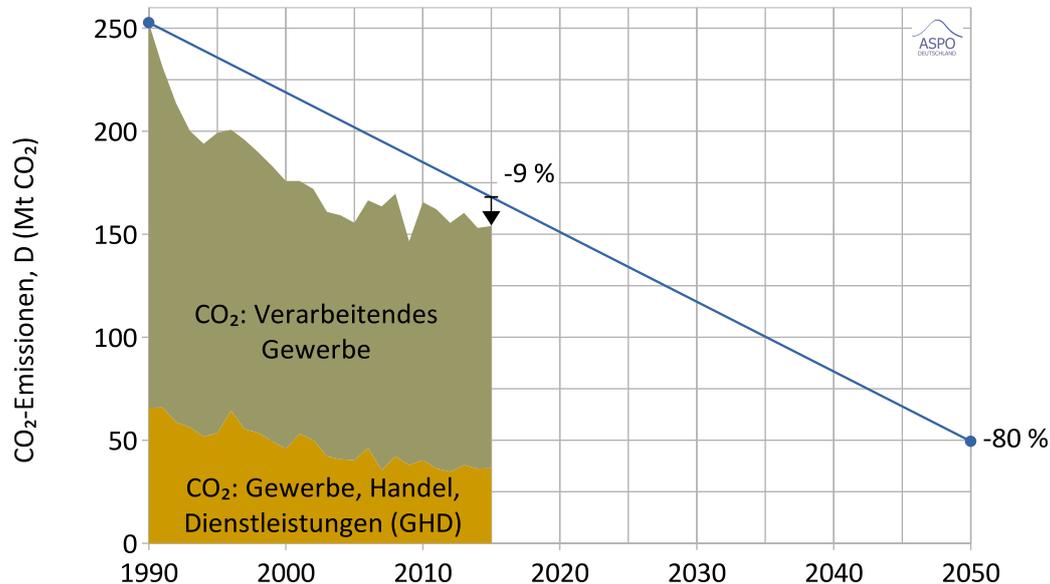


Abb. 17: CO₂-Emissionen des verarbeitenden Gewerbes sowie aus Gewerbe, Handel und Dienstleistungen, Deutschland 1990 – 2015; Quelle: Energiedaten, BMWi, 5.4.2016, mit Schätzung für 2015

- Die Gesamt-Emissionen gingen zwischen 1990 und 2015 um ca. 40 % zurück.
- Mehr als 20 % Rückgang erfolgte in den ersten Jahren bis 1994. Mit hoher Wahrscheinlichkeit ist dies auf die 'Abwicklung' von gewerblichen Unternehmen in den neuen Bundesländern zurückzuführen.
- Zwischen 1996 und 2005 gab es einen zweiten anhaltenden Rückgang – um ca. 20 %.
- Danach stiegen die Emissionen bis 2008 auf ca. 170 Mt CO₂ an, und anschließend gab es einen Rückgang bis 2015 auf etwas über 150 Mt CO₂ (einmal im Jahr 2009 unterbrochen, als Folge der globalen Finanzkrise).
- Die CO₂-Emissionen beider Sektoren lagen seit 1990 immer unter dem Zielpfad des Energiekonzepts, im Jahr 2015 allerdings nur noch um 9 %.
- Da seit 2010 nur noch ein geringer Rückgang zu verzeichnen war, ist davon auszugehen, dass das Ziel 2020 erreicht werden kann.



4.11 Verwendung fluoriertes Treibhausgas

F-Gase werden in einer Vielzahl technischer Anwendungen eingesetzt:

- Vollfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFKW) werden verwendet in der Primäraluminiumproduktion, bei der Herstellung von Leiterplatten, bei der Halbleiterherstellung, beim Plasmaätzen, als Ausgangsstoff bei der PTFE-Herstellung sowie früher als Kältemittel.
- Teilfluorierte Kohlenwasserstoffe (HFKW) werden eingesetzt
 - als Lösemittel, als Treibmittel bei der Herstellung von Schaumstoffen und Dämmstoffen, als Feuerlöschmittel und Aerosole sowie
 - als Kältemittel in Kälte- und Klimaanlageanlagen sowie in Wärmepumpen.
- Schwefelhexafluorid (SF₆) wurde in der Vergangenheit eingesetzt als Dämmgas in Schallschutzscheiben, in Fahrzeugreifen und in Sportschuhen; heute noch wird es verwendet bei der Magnesium- und Aluminiumproduktion, der Halbleiterfertigung sowie in Starkstromkondensatoren und als Isoliergas in elektrischen Schaltsystemen zur Verhinderung von Lichtbögen beim Schalten großer Ströme unter hohen Spannungen.

Der Anteil der F-Gase-Emissionen an den nationalen Gesamtemissionen lag 2015 gemäß Abbildung 9 bei ca. 1,6 %. Obwohl dies ein geringer Anteil ist, wird die Höhe dieser Emissionen von einigen beteiligten Branchen bezweifelt. Daher sollen im Folgenden nicht die aufgeschlüsselten Emissionen dargestellt werden, sondern nur die Verwendung dieser Stoffe, deren Verkaufsmengen vom Statistischen Bundesamt erhoben und jährlich veröffentlicht werden.

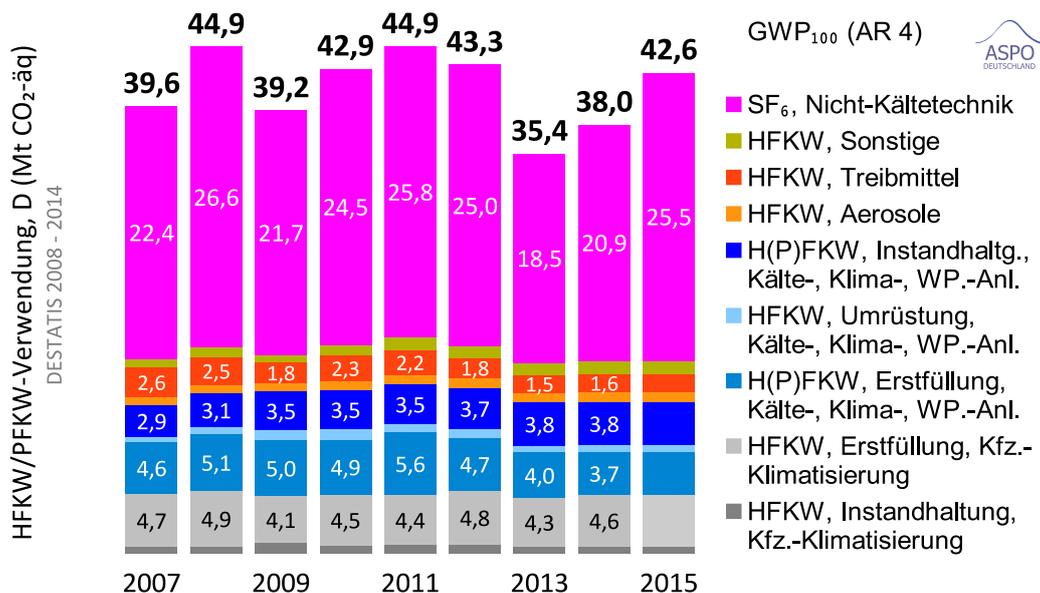


Abb. 18: Nationale Verwendung von F-Gasen, Schätzung H(P)FKW für 2015

- Die F-Gase-Verwendung wird dominiert von Schwefelhexafluorid (SF₆).
- Die Verwendung von HFKW als Kältemittel in Fahrzeug-Klimaanlagen ist ab 2017 verboten; danach wird es nur noch einen geringen Instandhaltungsbedarf geben.
- Die Verwendung von F-Gasen wird seit 2015 durch die europäische Verordnung 517/2014 reguliert; bis 2030 sollen die europäischen Emissionen auf ca. 30 % im Vergleich zu 2010 verringert werden. Die geringsten Anforderungen bestehen dabei für SF₆, für das es derzeit noch keinen einsatzfähigen Ersatz gibt. Aber dieser Stoff stellt bei der Verwendung den größten Anteil dar und weist die größten Steigerungen seit 2013 auf.



4.12 Ausstieg aus der Kernenergie

4.12.1 Stromerzeugung

Die Erzeugung von Strom stellte 2015 mit 353 Mt CO₂ den größten Emissions-Sektor dar, entsprechend einem Anteil von 39 % an den Gesamtemissionen (siehe Abbildung 10).

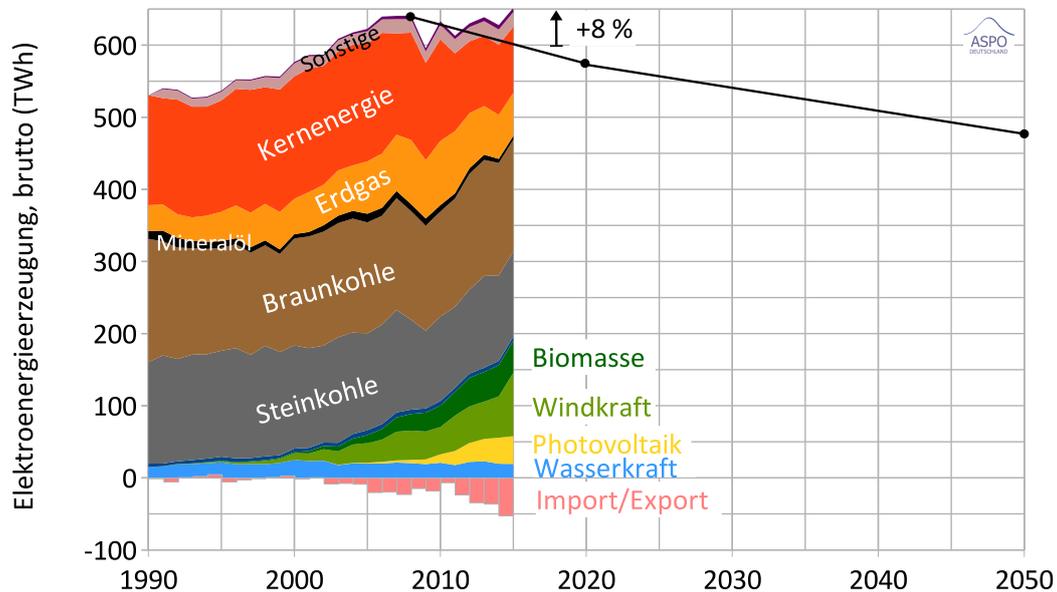


Abb. 19: Stromerzeugung nach Energieträgern

Quelle: Energiedaten, BMWi, 5.4.2016 (Sonstige = nicht-regenerative Wasserkraft + Müll + „andere“)

- Zwischen 2006 und 2015 liegt die Brutto-Erzeugung, mit einer Ausnahme im Jahr 2009, knapp unter 650 TWh. Seit 2001 liegt sie mit steigender Tendenz immer oberhalb des im Energiekonzept vorgegebenen Zielpfads, im Jahr 2015 beträgt der Abstand +8 %.
- Fossile Energieträger tragen 2015 zu 71 % zur Stromerzeugung bei;
 - die größten Anteile haben Braunkohle mit 24 % und Steinkohle mit 18 %;
 - der Kernenergieanteil liegt bei 14 %.
- Der Anteil der Erneuerbaren ist seit 1990 stark und kontinuierlich gestiegen, 2015 liegt er bei gut 29 %.
- Der Import/Export-Saldo war bis 2002 sehr gering, er lag im Bereich von ± 5 TWh/a, danach ist er deutlich angestiegen, 2015 betrug der Export 52 TWh.



4.12.2 Kernenergie

Die Bundesregierung hatte im Juni 2011 den stufenweisen Ausstieg aus der Kernenergie beschlossen. Damals waren sofort 8 Kernkraftwerke abgeschaltet worden. Bis 2022 soll der vollständige Ausstieg erfolgt sein.

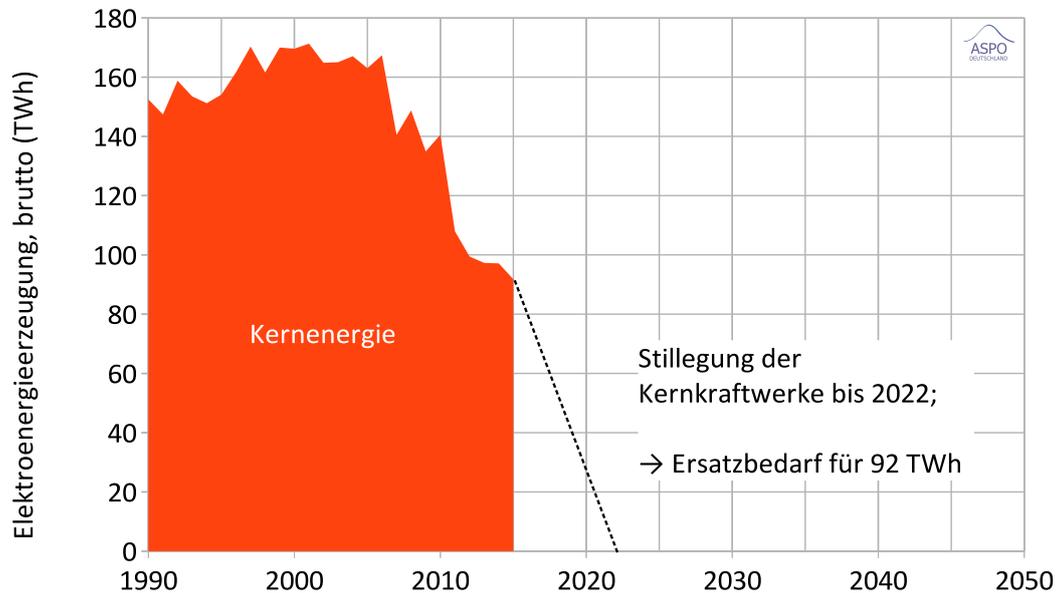


Abb. 20: Stromerzeugung mittels Kernenergie

Quelle: Energiedaten, BMWi, 5.4.2016

- Zwischen 1997 und 2006 lag die Stromerzeugung mittels Kernenergie zwischen 160 und knapp 170 TWh;
 - bis 2010 erfolgte zunächst ein Rückgang auf 140 TWh,
 - danach bis 2015 auf 92 TWh.
- Bis 2022 wird es zur Abschaltung aller noch übrigen Kraftwerke kommen.

Während dieses Zeitraums müssen in gleichem Maße Ersatzkapazitäten aufgebaut werden, die die wegfallenden 92 TWh bereitstellen – vorausgesetzt, der Stromverbrauch bleibt in der gleichen Größenordnung. Er ist jedoch, wie in Abbildung 15 dargestellt, zwischen 2011 und 2015 gestiegen. Daher ist davon auszugehen, dass der Ersatzbedarf von 92 TWh die untere Grenze dessen darstellt, was an neuen Erzeugungskapazitäten aufgebaut werden muss.

Gemäß dem anspruchsvollen Zielpfad der Emissionsminderung im Energiekonzept von 2010 kommen für diese neuen Kapazitäten keine fossilen Energieträger infrage, sondern nur die Erneuerbaren.



4.13 Erneuerbare Energien

Die Erneuerbaren haben bis 2015 ein starkes Wachstum erfahren (ohne Berücksichtigung der vorher schon vorhandenen Wasserkraft, deren Beitrag sich allerdings kaum verändert hat).

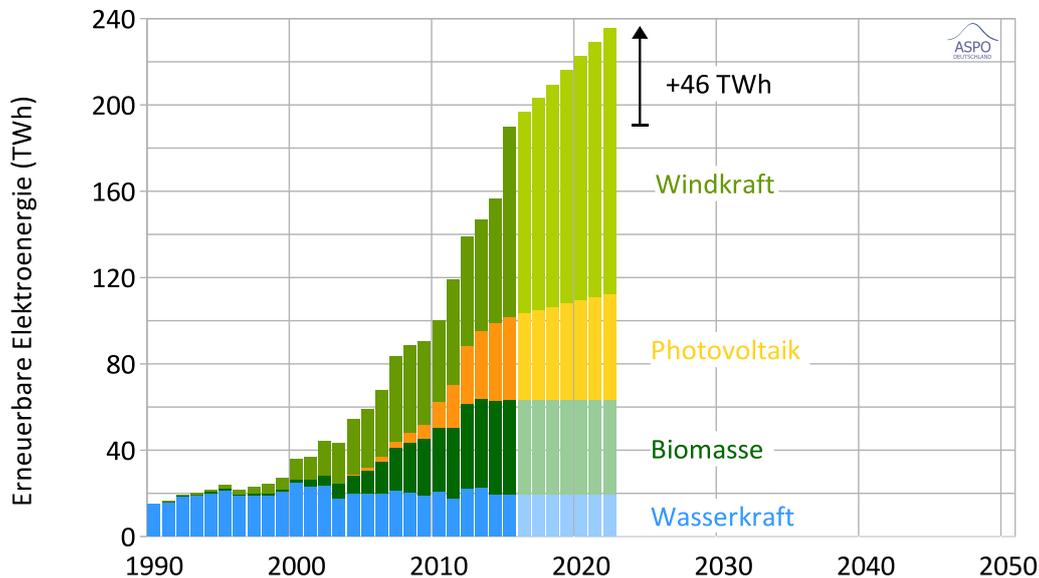


Abb. 20: Erneuerbare Energien 1990 - 2015 und Projektion bis 2022

Quelle: Energiedaten, BMWi, 5.4.2016, eigene Projektion

- Die Ökostromerzeugung ist hier für den Zeitraum von 1990 bis 2015 dargestellt. Nach einem sehr langen Vorlauf, der schon vor den Ölkrisen in den 1970er Jahren begonnen hatte, zeigt sich ab Mitte der 1990er Jahre ein starker Anstieg bis 2015.
- Für den Zeitraum zwischen 2016 und 2022 ist eine Ausbau-Projektion auf der Basis der diesjährigen Entscheidungen der Bundesregierung dargestellt. Unter den momentanen Randbedingungen kann wahrscheinlich bis 2022 nur noch ein Zubau von ca. 46 TWh realisiert werden.

Von den aufgrund des Ausstiegs aus der Kernenergie erforderlichen 92 TWh wird damit lediglich die Hälfte erreicht, die andere Hälfte könnte durch die Verringerung des Stromexports bereitgestellt werden; das würde allerdings bedeuten, dass in den importierenden Ländern Niederlande, Belgien, Polen Tschechien, Schweiz und Frankreich die entstehenden Lücken u. a. durch emissionsintensive Kohlekraftwerke gedeckt werden müssen.

Die jährlichen Zubauraten im Ökostromsektor sind mit Ausnahme der Windkraft in den letzten Jahren aufgrund verschiedener EEG-Novellen drastisch eingebrochen, so dass die Ausbauziele schon 2015 nicht erreicht werden konnten, wie Tabelle 1 zeigt.

Mit der EEG-Novelle-2017 wurde inzwischen auch bei der Windkraft auf ein Ausschreibungsverfahren umgestellt. Daher ist auch für die Windkraft zu befürchten, was bei der Solarenergie u.a. infolge der Umstellung für PV-Freiflächenanlagen auf Ausschreibungen bereits zu beobachten ist: Die jährlichen Ausbauraten werden weit unter das angestrebte Wind-Ausbauziel von 2,7 GW fallen. Gegenwärtig zeichnet sich für 2016 ein Zubau der Solarenergie von unter 1 GW ab, also deutlich weniger als die Hälfte des von der Bundesregierung angestrebten Zieles.

Tab. 1: Neuinstallationen im Ökostromsektor (GW) und jährliches Ausbauziel

	2012	2015	Ausbauziel
Photovoltaik	≈ 7,4	≈ 1,4	2,5
Biomasse	≈ 0,7	≈ 0,03	0
Wasserkraft	≈ 0,035	≈ 0,005	
Geothermie	0,012	≈ 0	
Windkraft	≈ 2,2	≈ 6	2,7



5 Umsetzung des Energiekonzepts bis 2035

Die Mitgliedstaaten der Europäischen Union sind verpflichtet, alle zwei Jahre einen Projektionsbericht mit einer Schätzung der Treibhausgase-Emissionen für einen Zeithorizont von etwa 20 Jahren zu erstellen. Der deutsche Projektionsbericht 2015 wurde Ende September 2016 veröffentlicht¹²⁰¹; er enthält für zwei Szenarien die Emissionsentwicklung bis 2035:

- Im Mit-Maßnahmen-Szenario (MMS) enthalten sind alle bis zum 31. August 2014 in den verschiedenen Sektoren neu eingeführten oder maßgeblich geänderten klima- und energiepolitischen Maßnahmen.
- Im Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario (MMWS) wurden zusätzliche Maßnahmen des Aktionsprogramms Klimaschutz 2020 (BMUB) und des Nationalen Aktionsplan Energieeffizienz (BMWi) berücksichtigt, die Ende 2014 in Kraft traten.

Erfasst wurden die Emissionen der gemäß Kyoto-Protokoll vorgesehenen Treibhausgase Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Lachgas (N₂O), teil- und vollfluorierte Kohlenwasserstoffe (HFKW, PFKW) und Schwefelhexafluorid (SF₆).

Dabei wurden die Gesamtemissionen für folgende Emissionssektoren ermittelt:

- Energiewirtschaft,
- Nationaler Verkehr,
- Haushalte,
- Gewerbe/Handel/Dienstleistungen,
- flüchtige Emissionen aus Energiesektoren,
- Industrie,
- Industrieprozesse,
- Produktverwendung,
- Landwirtschaft und
- Abfallwirtschaft.

Der Emissionssektor 'Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft' wurde nicht untersucht.

Der Projektionsbericht hat einen Umfang von 310 Seiten. Darin sind die Methoden, Annahmen und Unsicherheiten ausführlich dargelegt. Die Ergebnisse des Berichts sind nicht als exakte Voraberechnung zukünftiger Emissionen zu verstehen, sondern als Resultat aller gegenwärtig bekannten Randbedingungen sowie der vollständigen Umsetzung aller eingeleiteten Maßnahmen.

In der Zusammenfassung des Berichts ist zu lesen: „Die Bundesregierung macht sich die Ergebnisse der vorgelegten Szenarien für die Entwicklung der Treibhausgase-Emissionen in Deutschland für den Zeitraum 2005 bis 2035 nicht zu eigen. Szenarien, die in das Jahr 2035 reichen, sind grundsätzlich mit großen Unsicherheiten behaftet. Je nach Annahmen und verwendeter Methodik werden andere Verläufe abgeschätzt. Die Bundesregierung wird allerdings die Forschungsergebnisse des Projektionsberichts in ihre künftigen Überlegungen mit einbeziehen.“

Auf den folgenden Seiten sind die wesentlichen Ergebnisse der Projektionen grafisch dargestellt.



5.1 Emissionen bis 2035 – MM-Szenario

Abbildung 21 zeigt die bisherigen sowie die zukünftigen Emissionen aller Treibhausgase gemäß dem Mit-Maßnahmen-Szenario sowie den Zielpfad gemäß Energiekonzept von 2010.

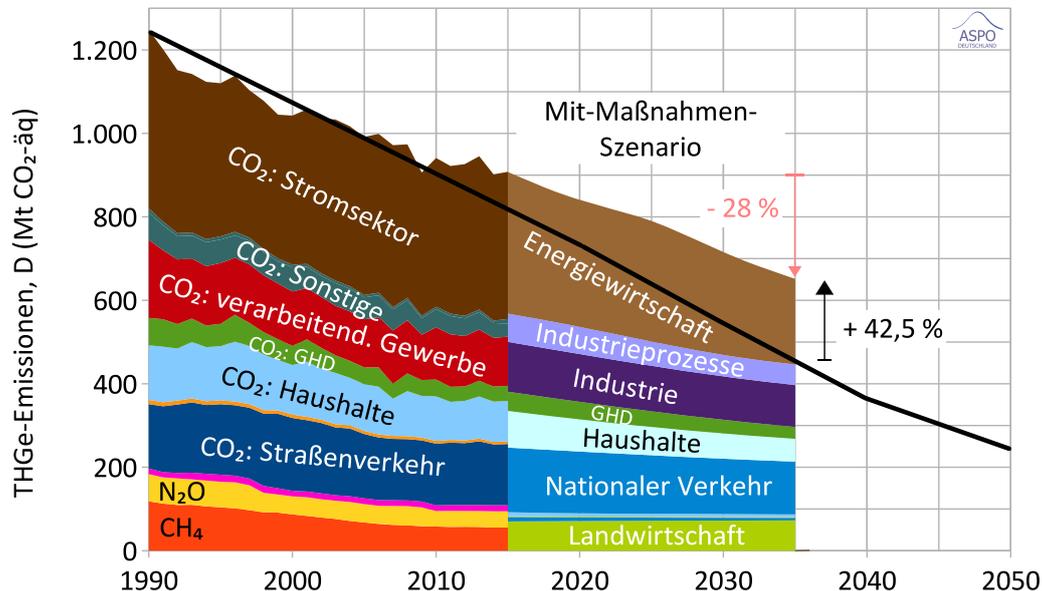


Abb. 21: Nationale Emissionen aller Treibhausgase 1990 – 2035, Projektion bis 2035 gemäß dem Mit-Maßnahmen-Szenario (Tab. 3-114), ohne Emissionen aus Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft

- Gemäß der Projektion würden die Emissionen bis 2035 um 28 % zurückgehen.
- Relativ zum Minderungspfad steigen die Emissionen bis 2035 allerdings an. Sie liegen dann um 42,5 % über dem Zielpfad.

Diese geringe Emissionsminderung zeigt, dass die im Rahmen des Energiekonzepts von 2010 vorgesehenen sowie weitere, vorher eingeleitete Maßnahmen nicht ausreichen, um die anspruchsvollen Ziele zu erreichen.

Ein direkter Vergleich der Emissionssektoren ist nur bei der Energiewirtschaft (Stromsektor), den Haushalten, dem Nationalen Verkehr (Straßen- und sonstiger Verkehr) und dem kleinen Sektor Gewerbe/Handel/Dienstleistungen (GHD) möglich. Für die anderen Sektoren gibt es keine Entsprechungen.



5.2 Emissionen bis 2035 – MWM-Szenario

Die unzureichende Minderung der im Mit-Maßnahmen-Szenario dargestellten Emissionen war bereits im Jahr 2014 abzusehen. Daher wurden Ende 2014 folgende weitergehende Maßnahmen von der Bundesregierung beschlossen:

Tab. 2: Maßnahmen und Emissionsminderungsziele des Aktionsprogramms Klimaschutz 2020 ¹²¹ (BMUB) und des Nationalen Aktionsplans Energieeffizienz ¹²² (BMWi)

• Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz	Emissionsminderungen 25 – 30 Mt CO ₂ -äq
• Strategie „Klimafreundliches Bauen und Wohnen“	5,7 – 10 Mt CO ₂ -äq
• Maßnahmen im Verkehrssektor	7 – 10 Mt CO ₂ -äq
• Minderung nicht energiebedingter Emissionen (Industrie, GHD, Abfallwirtschaft, Landwirtschaft)	3 – 10 Mt CO ₂ -äq
• Reform des Emissionshandels	(abhängig von EU)
• weitere Maßnahmen (besonders im Elektroenergiesektor)	22 Mt CO ₂ -äq
	Σ = 62 – 78 Mt CO₂-äq

Abbildung 22 zeigt die im Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario ermittelten Emissionen aller Treibhausgase sowie den Zielpfad gemäß Energiekonzept von 2010.

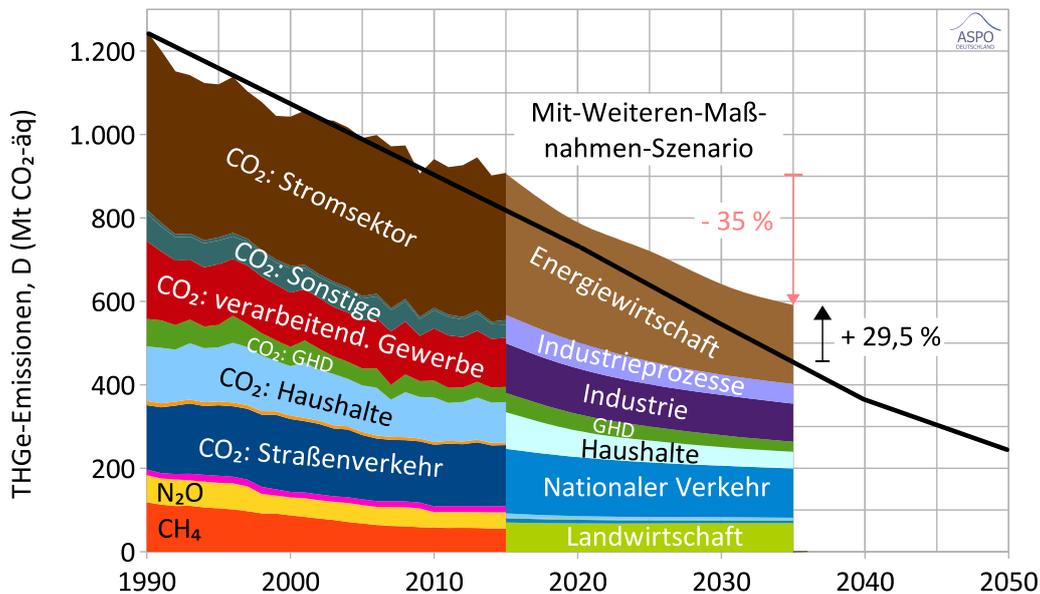


Abb. 22: Nationale Emissionen aller Treibhausgase 1990 – 2035, Projektion bis 2035 gemäß dem Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario (Tab. 3-117), ohne Emissionen aus Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft

- Gemäß dieser zweiten Projektion gehen die Emissionen bis 2035 um 35 %, also um weitere 7 Prozentpunkte im Vergleich zum Ausgangsszenario zurück.
- Das vom Emissionsminderungspfad vorgegebene Ziel wird 2035 jedoch um fast 30 % überschritten.

Im Folgenden sollen die projizierten Emissionen der vier vergleichbaren Sektoren im Detail dargestellt werden.



5.3 Emissionen des Stromsektors bis 2035

Abbildung 23 zeigt die bisherigen sowie die gemäß dem Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario zukünftigen Emissionen der Treibhausgase der Stromwirtschaft im Vergleich zum Zielpfad.

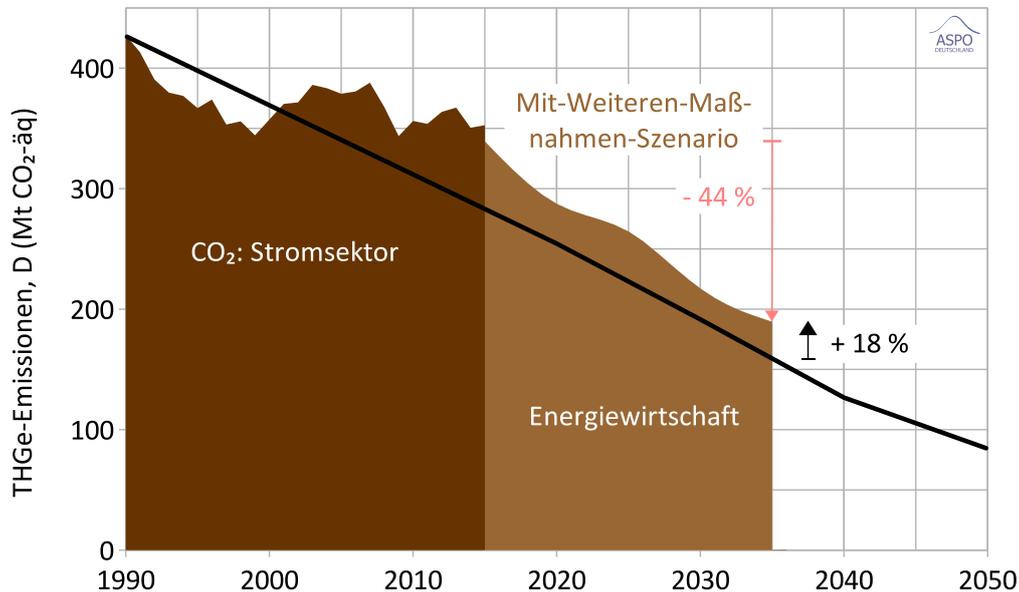


Abb. 23: Emissionen der Elektroenergiewirtschaft 1990 – 2035, Projektion bis 2035 gemäß dem Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario (Tab. 3-117)

- Bei den Emissionen der Elektroenergiewirtschaft stellt sich gemäß dem MWM-Szenario zwischen 2015 und 2035 eine Minderung um 44 % ein. (Allerdings liegt bereits der Ausgangswert im Jahre 2015 um 13 Mt CO₂-äq unter dem Wert, der in den Veröffentlichungen des BMWi angegeben wird).
- 2035 liegen die Emissionen 18 % über dem Zielpfad.
- Mit 31 % stellen die Emissionen der Elektroenergiewirtschaft im Jahr 2035 den größten Anteil an den Gesamtemissionen dar.



5.4 Emissionen der Haushalte bis 2035

Abbildung 24 zeigt die bisherigen sowie die gemäß dem Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario zukünftigen Emissionen der Treibhausgase der Haushalte im Vergleich zum Zielpfad.

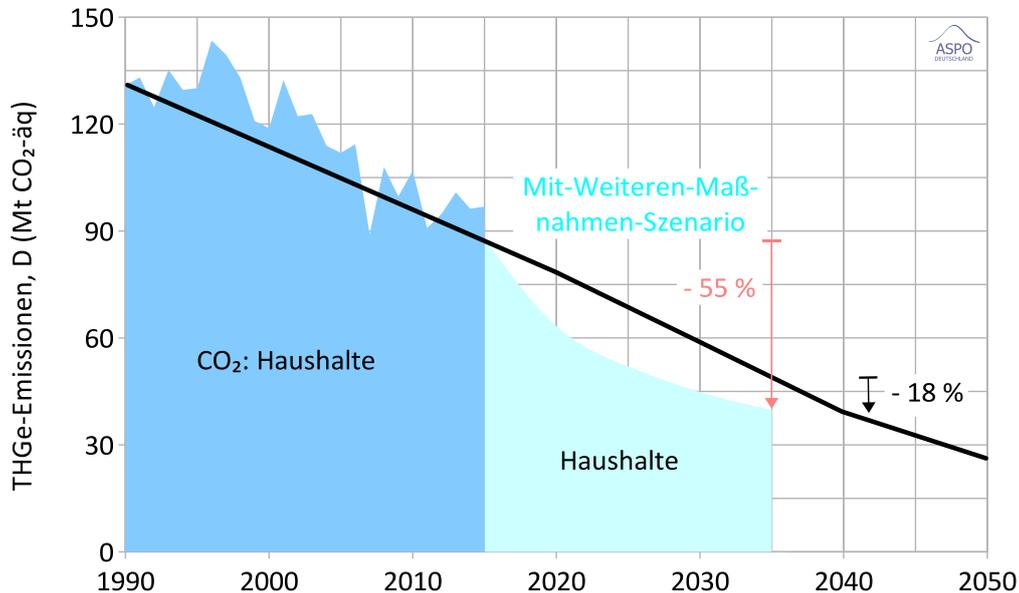


Abb. 24: Emissionen der Haushalte 1990 – 2035, Projektion bis 2035 gemäß dem Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario (Tab. 3-117)

- Die Emissionen der Haushalte im Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario liegen zu Beginn der Projektion im Jahr 2015 um ca. 10 % (9 Mt CO₂-äq) unter dem vom BMWi veröffentlichten Wert.
- Bis 2035 werden sie um 55 % reduziert; besonders stark ist der Rückgang zwischen 2015 und 2020.
- Mit 7 % stellen die Emissionen der Haushalte im Jahr 2035 einen kleinen Anteil an den Gesamtemissionen dar.
- 2035 liegen die Emissionen um 18 % unter dem Zielpfad.

Dieser außerordentliche Emissionsrückgang (bis deutlich unter den Zielpfad) erscheint sehr unwahrscheinlich; dafür müsste schon in den ersten fünf Jahren die Energieeffizienz von Heizungsanlagen sehr schnell steigen, und gleichzeitig müssten Gebäudesanierungsmaßnahmen in großem Umfang durchgeführt werden. Für einen solchen Verlauf gibt es im Jahr 2016 wenig Anhaltspunkte.



5.5 Emissionen des Verkehrs bis 2035

Abbildung 25 zeigt die bisherigen sowie die gemäß dem Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario zukünftigen Emissionen der Treibhausgase des Verkehrs im Vergleich zum Zielpfad.

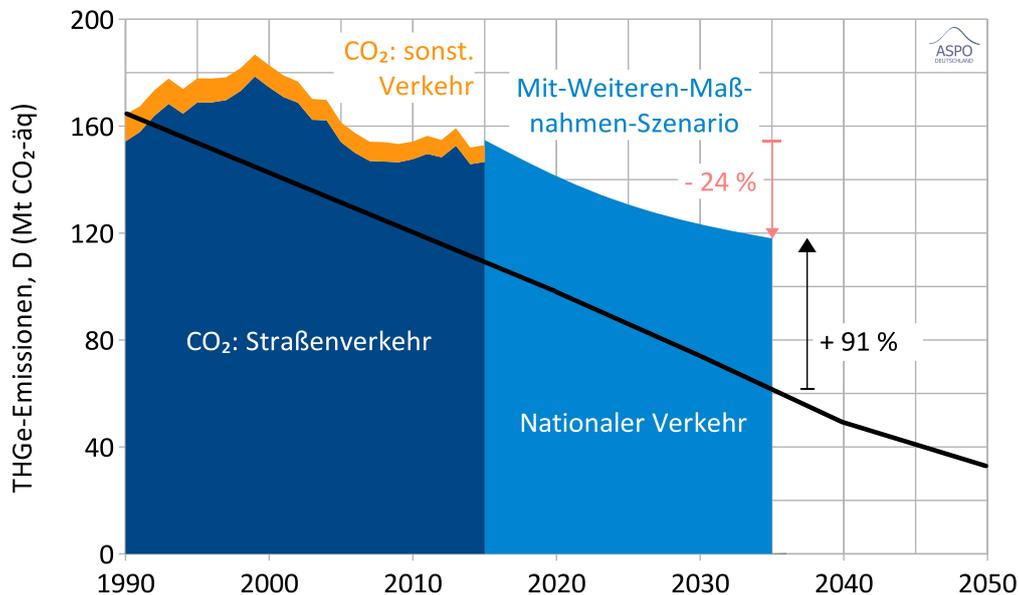


Abb. 25: Emissionen des Verkehrs 1990 – 2035, Projektion bis 2035 gemäß dem Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario (Tab. 3-117)

- Die Emissionen des 'Nationalen Verkehrs' (ohne Unterscheidung zwischen Straßen- und sonstigem Verkehr) werden gemäß dem MWM-Szenario bis 2035 um 24 % reduziert. 2035 liegen sie trotzdem um 91 % über dem Zielpfad.
- Die im MWM-Szenario berücksichtigten Maßnahmen, die gemäß Tabelle 2 eine zusätzliche Minderung der verkehrsbedingten Emissionen von 7 – 10 Mt CO₂-äq erbringen sollen, reichen bei weitem nicht aus, um die Ziele der Bundesregierung im Verkehrssektor zu erreichen. Im Jahr 2035 sind zusätzliche 60 Mt CO₂-äq erforderlich, um auf den Zielpfad zu kommen.
- Mit 20 % stellen die Emissionen des Nationalen Verkehrs im Jahr 2035 den zweitgrößten Anteil an den Gesamtemissionen dar.



5.6 Emissionen des Sektors Gewerbe/Handel/ Dienstleistungen bis 2035

Abbildung 26 zeigt die bisherigen sowie die gemäß dem Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario zukünftigen Emissionen der Treibhausgase des Sektors Gewerbe/Handel Dienstleistungen im Vergleich zum Zielpfad.

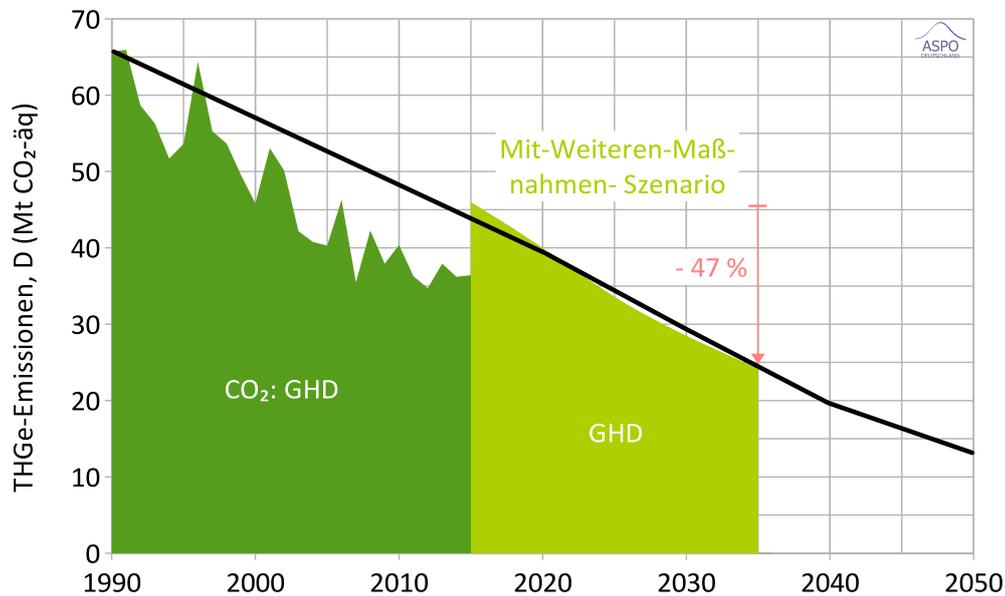


Abb. 26: Emissionen des Sektors Gewerbe/Handel/ Dienstleistungen 1990 – 2035, Projektion bis 2035 gemäß dem Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario (Tab. 3-117)

- Die Emissionen des Sektors GHD im Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario liegen zu Beginn der Projektion im Jahr 2015 um ca. 10 Mt CO₂-äq (26 %) über dem vom BMWi veröffentlichten Wert, der nur die CO₂-Emissionen beinhaltet. In diesem Sektor können auch Emissionen der Nicht-CO₂-Treibhausgase auftreten (hauptsächlich F-Gase, weniger Methan und Lachgas). Daher könnten die höheren Gesamtemissionen in der Projektion den Tatsachen entsprechen.
- Die Emissionen gehen zwischen 2015 und 2035 um 47 % zurück und erreichen damit im Endjahr der Betrachtung den Zielpfad.
- Allerdings stellen die Emissionen aus Gewerbe/Handel/Dienstleistungen im Jahr 2035 mit 4 % einen kleinen Anteil an den Gesamtemissionen dar.

5.7 Ergebnis 'Projektionsbericht 2015'

Der Projektionsbericht der Bundesregierung zeigt insgesamt:

- die bis Mitte 2014 ergriffenen Maßnahmen reichen nicht annähernd aus, um die Treibhausgase-Emissionen in dem vom Weltklimarat geforderten Umfang zu senken,
- die Ende 2014 zusätzlich ergriffenen Maßnahmen stellen zwar einen Schritt in die richtige Richtung dar, genügen aber immer noch nicht, um das Ziel bis 2050 zu erreichen.



5.8 Endenergieverbrauch

Im folgenden Kapitel sollen Lösungsansätze für eine Nullemissionswirtschaft entwickelt werden. Zur Beurteilung möglicher Maßnahmen ist auch der Energieverbrauch von Bedeutung. In Abbildung 21 ist dieser dargestellt und aufgeschlüsselt.

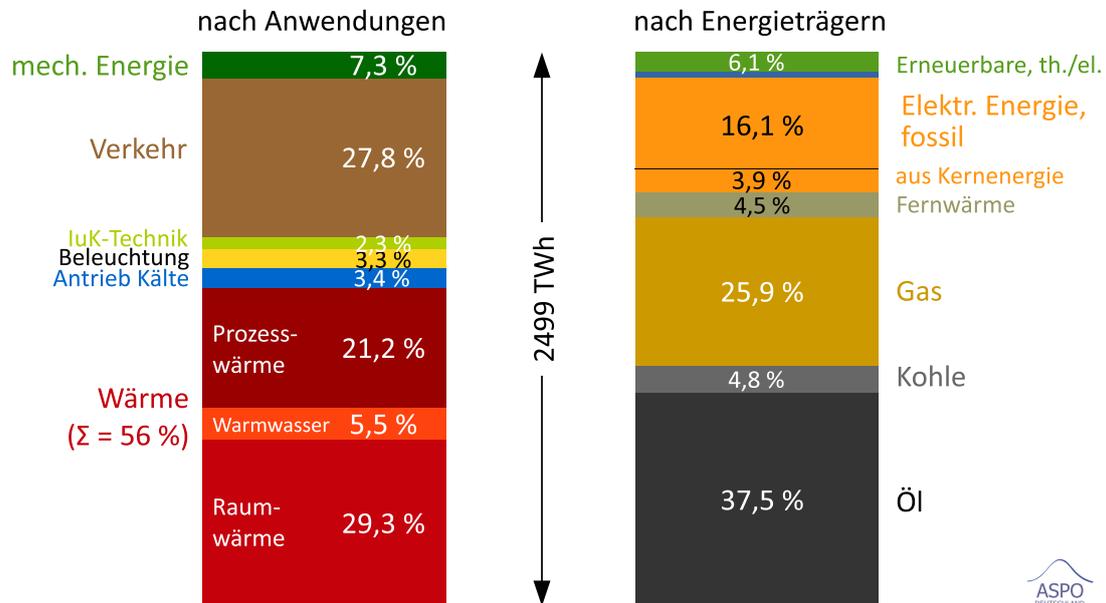


Abb. 27: Endenergieverbrauch Deutschland 2014 ^{[14], [16]}

Insgesamt entfallen:

- auf den Stromsektor: 39 % der Emissionen und 20 % der Endenergie nach Energieträgern,
- auf die Wärme: 33 % der Emissionen und 56 % der Endenergie nach Anwendungen,
- auf den Verkehr: 16 % der Emissionen und 28 % der Endenergie nach Anwendungen,
- und 90 % von der Endenergie wird durch Verbrennung fossiler Energieträger bereitgestellt.



6 Nullemissionswirtschaft in Deutschland – Lösungsansätze

2007 hatte der Weltklimarat die Weltgemeinschaft aufgefordert, durch Reduzierung der Treibhausgas-Emissionen den globalen Temperaturanstieg auf höchstens 2 – 2,4 °C zu begrenzen. Die Bundesregierung hatte daraufhin in ihrem Energiekonzept von 2010 einen Emissionsminderungspfad bis 2050 festgeschrieben.

- Die vorstehende Analyse der nationalen Treibhausgas-Emissionen hat gezeigt, dass der Emissionsminderungspfad bereits in den ersten Jahren verfehlt wurde.
- Im Pariser Klimaschutzabkommen vom Dezember 2015 wurden weitaus anspruchsvollere Ziele gesetzt. Der globale Temperaturanstieg soll möglichst auf 1,5 °C begrenzt werden.

Das erfordert zusätzliche nationale Maßnahmen in erheblichem Umfang. Deren Ziel sollte eine frühere Nullemissions-Wirtschaft sein – vorzugsweise schon 2030.

Die nachfolgenden Lösungsansätze beschreiben das für eine nationale Klimaschutzagenda notwendige Szenario, das Grundlage für ein Gelingen des Pariser Abkommens ist; es gilt auch für andere Nationen. Es müssen sowohl technische als auch politische Schritte in allen Sektoren unternommen werden. In den Fokus neben der Energie (insbesondere Strom) rücken nun auch Materialien, Chemie, Bau, Landwirtschaft und weitere über alle Wirtschaftszweige hinweg. Die Konzentration auf einen Sektor allein ist nicht zielführend¹.

6.1 Lösungsansätze – technisch

- Der gesamte Energiesektor benötigt eine Umstellung auf 100 % erneuerbare Energie:
 - alle Sektoren des Energieverbrauchs werden vollständig vernetzt,
 - 5 % des Gebäudebestands wird jährlich saniert und so der Energiebedarf auf den Standard von Passiv- bis hin zum Plusenergiehaus reduziert,
 - Raumwärme und Warmwasser wird mittels Wärmepumpen bereitgestellt,
 - für elektrische Energie sowie Wärme und Kälte werden Speichersysteme installiert,
 - die Effizienz aller Arten von Elektrogeräten wird mittels Top-Runner-Verfahren erhöht,
 - der schienengebundene öffentliche Verkehr für Personen und Waren wird ausgebaut.
- Es wird eine wirklich vollständige Kreislaufwirtschaft aufgebaut. Dazu gehört die Vermeidung von Abfällen und das Ersetzen CO₂-emittierender Müllverbrennung durch eine intelligente Wiederverwertung von Müll. Der Schwerpunkt der Kreislaufwirtschaft liegt auf Wiederverwendung und Recycling. Kaskadennutzung wird die Regel.
- Im Bau werden kohlenstoffsenkende Materialien verwendet. Insbesondere werden als Baustoffe Holz, Stroh und Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen genutzt.
- Stahlbeton wird durch Textilbeton substituiert. Die Textilien zur Herstellung werden ebenfalls aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnen.
- In der Stahlherstellung wird von der Feuerung mit Steinkohle auf Biokohle als Brennstoff umgestellt.
- In der Chemie werden klimaschädliche durch klimaneutrale Produkte substituiert, zum Beispiel mit der Umstellung der Petrochemie (für Kunststoffe, Farben, Kleber, Textilien) auf nachwachsende Rohstoffe (z.B. Fasern, Milchsäure, Stärke, Pflanzenöl und Biokohle).
- Land- und Forstwirtschaft entwickeln und setzen Anbaumethoden um, die Kohlenstoffsenken organisieren. Dazu gehören biologische Landwirtschaft, Grünlandbewirtschaftung, artgerechte Tierhaltung, Aufforstungsprogramme, Agroforst und Agro-PV Systeme. Technische Kohlenstoffsenkung wird mit Biokohle in Terra Preta möglich.

¹ Anmerkung: Die folgenden Lösungsansätze versuchen, ein möglichst weites Spektrum an Maßnahmen abzudecken. Sie sind dennoch beispielhaft und erheben nicht den Anspruch auf Vollständigkeit.



6.2 Lösungsansätze – politisch

6.2.1 Aufnahme des Klimaschutzes in die Verfassung

Wichtiges Ziel ist die Aufnahme des Klimaschutzes in die Verfassung. In Artikel 20a des Grundgesetzes ist lediglich das Staatsziel „Umweltschutz“ formuliert, woraus sich aber weder ein Recht auf Umweltschutz noch auf Klimaschutz ableiten lässt. Klimaschutz als Grundrecht würde dies ändern.

6.2.2 Anreizinstrumente:

- Es ist erforderlich das EEG zum ursprünglichen Modell der Einspeisevergütung zurückzuführen. So werden Bürgerinvestments als treibende Kraft der Energiewende wieder angereizt. Eine gleichzeitige Veränderung des ‚Wälzungsmechanismus‘ schafft eine gerechtere Kostenverteilung, stabilisiert die Strompreise und erhöht die Akzeptanz in der Wirtschaft. Direktvermarktung an Stromkunden erhält Vorrang.
- Zusätzlich wird eine Kombikraftwerks-Vergütung eingeführt, die durch monetäre Anreize den Ausbau von systemstabilisierenden Kombikraftwerken anreizt. Eine Vergütung erhalten Kraftwerke, die 100 % erneuerbare Energien ganzjährig, mit stundengenauer Bedarfsdeckung einsetzen.
- Sektorenkopplung, Speicherinvestitionen (insbesondere Power to Heat, Power to Gas) sowie dezentrale und systemstabilisierende Investitionen werden vorrangige Maßnahmen im Energiewirtschaftsgesetz, welches auf das Ziel der Erreichung von 100 % Erneuerbaren Energien bis 2030 ausgerichtet wird.
- Essentiell ist, die Markteinführung von Elektromobilität über die bestehenden Instrumente hinaus stärker zu unterstützen, insbesondere durch den Ausbau von bidirektionaler und herstellerunabhängiger Ladeinfrastruktur. Gas aus Erneuerbaren Energien (Power to Gas, Biogas) sowie nachhaltig angebaute Biokraftstoffe erhalten wieder Unterstützung im Verkehrssektor.
- Für Klimaschutzinvestitionen werden Mehrwert- und Energiesteuervorteile gewährt. Gleichzeitig werden steuerliche Subventionen für Kohle-, Atom-, Erdgas- und Mineralölwirtschaft abgeschafft (Steuerbefreiung von Kerosin, Kohlesubventionen, Agrarsubventionen etc.).
- Der Emissionshandel durch eine stetig anwachsende feste Kohlenstoffsteuer ersetzt.
- Durch die freiwerdenden Mittel werden Verbraucher weiter unterstützt, indem die Gelder direkt zur Reduzierung der Preise verwendet werden, z. B. für biologische Landwirtschaft. Zusätzlich fließen Mittel aus der Umlegung externer Schadenskosten zur Vermeidung von Schäden durch Massentierhaltung und intensiver Landwirtschaft.
- Erforderlich ist auch, die industrielle Herstellung von Verpackungsmaterialien aus nachwachsenden Rohstoffen wieder von DSD-Gebühren zu befreien und die Forschung zu beleben.
- Durch Wiederbelebung von Förder-Programmen wird die Verwendung von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen unterstützt.
- Der Bausektor erhält Hilfen für die Umstellung der Betonindustrie auf Textilbeton und die Umstellung der Stahlindustrie auf Biokohle.
- Es ist nötig, bürokratische Hemmnisse in den Bereichen technische Normung und Baugenehmigung abzubauen (z. B. Abschaffung der 10H-Regelung in Bayern, Gebietskulisse bei PV-Freiflächenanlagen, Zulassung des Ackerbaus unter PV-Anlagen).

6.2.3 Forschung und Bildung

- Erforderlich ist es auch, Forschungseinrichtungen und Universitäten in der Forschung und Entwicklung von Klimaschutzlösungen (Nullemissionswirtschaft, Kohlenstoffsenken) zu unterstützen.
- Für Klimawissen in der breiten Bevölkerung werden die Erwachsenenbildung verbessert, die Angebote der Universitäten ausgebaut und Unterricht in Schulen und Kindergärten entsprechend angepasst.



7 Literatur

- [1] IPCC, 2007: Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA., XXX pp.; http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_wg3_report_mitigation_of_climate_change.htm
- [2] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie / Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung, 28.9.2010; <https://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/E/energiekonzept-2010,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>
- [3] United Nations, Framework Convention on Climate Change, 12.12.2015: Paris Agreement <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf>
- [4] IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.; <http://www.ipcc.ch/report/ar5>
- [5] United Nations, 1992; UNFCCC: Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen; <http://unfccc.int/2860.php>
- [6] European Commission, Joint Research Center: Emissions Database for Global Atmospheric Research 2016 <http://edgar.jrc.ec.europa.eu/overview.php?v=CO2ts1990-2014> und <http://edgar.jrc.ec.europa.eu/overview.php?v=GHGs1990-2012> sowie <http://edgar.jrc.ec.europa.eu/overview.php?v=42FT2012>
- [7] UNEP, Ozone Secretariat, 2007: 20 Years Montreal Protocol – Summary of Key Achievements; Gonzalez, M. ; Kuijpers, L. (UNEP, TEAP); Jahrestagung 2007 des Deutschen Kälte- und Klimatechnischen Vereins e. V., www.dkv.org
- [8] China Statistical Yearbook, 2014; <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2014/indexeh.htm> ; und SPIEGEL-Online, 4.11.2015: China stößt weitaus mehr Kohlendioxid aus als bekannt; <http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/china-stoesst-weitaus-mehr-co2-aus-als-bekannt-a-1061018-druck.html> und The New York Times, 3.11.2015: China Burns Much More Coal Than Reported, Complicating Climate Talks; <http://www.nytimes.com/2015/11/04/world/asia/china-burns-much-more-coal-than-reported-complicating-climate-talks.html>
- [9] NOAA National Centers for Environmental Information, State of the Climate: Global Analysis for August 2016, published online September 2016, retrieved on September 20, 2016 from <http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201608>
- [10] zitiert nach Frankfurter Rundschau, 17.3.2016
- [11] Tagesschau, 3.9.2016: USA und China treten Klimaschutzabkommen bei – Ratifizierung des UN-Vertrags von Paris; www.tagesschau.de/ausland/klima-paris-abkommen-105.html
- [12] Umweltbundesamt 2016: Treibhausgas-Emissionen in Deutschland <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klimawandel/treibhausgas-emissionen-in-deutschland>
- [13] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, BMUB-Pressedienst, 17.3.2015: UBA-Emissionsdaten für 2015 zeigen Notwendigkeit für konsequente Umsetzung des Aktionsprogramms Klimaschutz 2020; www.bmub.bund.de/presse
- [14] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, 5.4.2016: Zahlen und Fakten – Energiedaten, Nationale und Internationale Entwicklung; <http://bmwi.de/DE/Themen/Energie/Energiedaten-und-analysen/Energiedaten>
- [15] Kappas, Martin, 2009: Klimatologie, Klimaforschung im 21. Jahrhundert – Herausforderung für Natur- und Sozialwissenschaften, Springer, ISBN 978-3-8274-2242-2
- [16] In den Energiedaten des BMWi (siehe [14]) ist der Antriebsenergieverbrauch für die Bereitstellung von Kälte unvollständig erfasst (es fehlen die Sektoren 'Lebensmittelindustrie und -handel' sowie 'Sonstige Kälte'); dies ist in Abbildung 21 korrigiert.
- [17] Tagesschau, 26.9.2016: Auch Indien ratifiziert Klimavertrag – Abkommen von Paris; <https://www.tagesschau.de/ausland/indien-weltklimavertrag-101.html>
- [18] ZEIT-ONLINE, 5.10.2016: EU-Parlament stimmt für Pariser Klimaabkommen; <http://www.zeit.de/wirtschaft/2016-10/weltklimavertrag-eu-parlament-abstimmung-mehrheit>
- [19] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, BMUB-Pressedienst, 5.10.2015: Pariser Klimaschutzabkommen tritt in Kraft; www.bmub.bund.de/presse
- [20] Bundesregierung: Projektionsbericht 2015 gemäß der Verordnung (EU) Nr. 525/2013/EU, http://cdr.eionet.europa.eu/de/eu/mmr/art04-13-14_lcds_pams_projections/projections/envv_vp1a/160928_PB2015_MWMS.final.pdf
- [21] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit: Aktionsprogramm Klimaschutz 2020, <http://www.bmub.bund.de/service/publikationen/downloads/details/artikel/aktionsprogramm-klimaschutz-2020/>
- [22] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie: Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz; <https://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/M-O/nationaler-aktionsplan-energieeffizienz-nape,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>