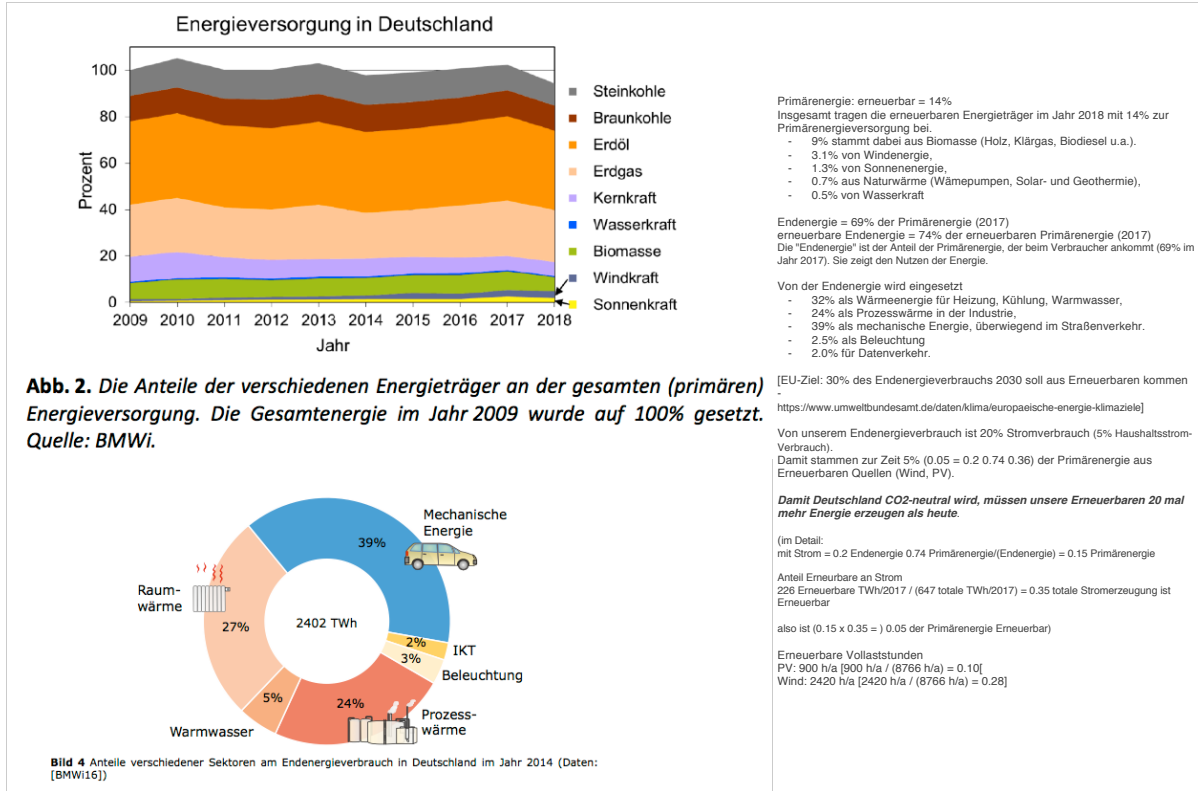


Klimaziele

Energiewende: Fakten, Missverständnisse, Lösungen – ein Kommentar aus der Physik
 Prof. Dr. Dr. h.c. Dirk Dubbers, Prof. Dr. Johanna Stachel, Prof. Dr. Ulrich Uwer
 Physikalisches Institut der Universität Heidelberg, 4. Sept. 2019



Die bisherigen großen Anstrengungen beim Aufbau der erneuerbaren Energien haben in den letzten 10 Jahren nicht zu einem merklichen Rückgang der CO2 Emissionen in Deutschland geführt. Der Zuwachs der Erneuerbaren und die Steigerung der Energieeffizienz haben gerade dazu gereicht, den mit dem wachsenden Bruttosozialprodukt einhergehenden steigenden Energiebedarf zu kompensieren. Ein Weiter so mit mehr vom Gleichen wird nicht genügen, um die gesteckten Klimaziele zu erreichen.

Würde beispielsweise im Verkehr 12% weniger Kraftstoff verbraucht, so sparte dies mehr Energie ein, als alle Windkraftanlagen liefern. Stattdessen wurde die Leistung der neu zugelassenen PKW in den vergangenen 10 Jahren im Mittel um 18% erhöht, ihre Anzahl um 11%.

Es ist für uns [den Unterzeichnern] schwer vorstellbar, dass unser heutiger Energiebedarf aus erneuerbaren Energien gedeckt werden kann [meine Anmerkung: siehe dazu: V. Quaschnig, Sektorkopplung durch die Energiewende - Anforderungen an den Ausbau erneuerbarer Energien zum Erreichen der Pariser Klimaziele unter Berücksichtigung der Sektorkopplung, HTW Berlin, 2016]. Energieeinsparung in allen Bereichen muss deshalb das oberste Ziel sein. Hier muss Deutschland als Hochtechnologieland vorangehen.

in den folgenden beiden Abbildungen ist die Maßeinheit GtCO2
 siehe auch: S. Rahmstorf, "Wie viel CO2 kann Deutschland noch ausstoßen?", Klimalounge, 28. März 2019

5. Deutschlands CO2-Insolvenz

Das CO2-Restbudget kann nur ungenau berechnet werden, und der Kassensturz-Zeitpunkt, an dem ab das Restbudget auf die Staaten verteilt wird, ist nicht vereinbart worden. Das verleitet die CO2-Großemitter zu beliebigen Optionen.

**Option I: „Historische Verantwortung“
 Kassensturz 1990 - CO2-Restbudget: 1100 Gt**

Zeitraum 1990–2050; globales CO2-Restbudget bei 75% Wahrscheinlichkeit, die 2°C-Leitplanke einzuhalten: 1100 Gt; 1990 als Referenzjahr für Bevölkerungsdaten. Berücksichtigt sind ausschließlich die CO2-Emissionen aus fossilen Quellen.

Quelle: Kassensturz für den Weltklimavertrag - Der Budgetansatz, Sondergutachten 2009¹⁶, Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung „Globale Umweltveränderungen“ (WBGU)

- Deutschland nach WBGU
- hat 1990 1.5% der Weltbevölkerung und
 - könnte damit für 1990-2050 als CO2-Budget 1.5% von 1100 Gt haben, also 17 Gt („fair share“ nach Climate Action Tracker)
 - hat 1990-2009 diese 17 Gt verbraucht (bei 11 t/(Person Jahr))
 - ist also ab 2010 CO2-insolvent.

	Anteil an der Weltbevölkerung	Gesamtbudget 1990-2050	Bisherige Emissionen 1990-2009	Budget 2010-2050	Emissionen in 2008, geschätzt
Deutschland	1.5%	17 Gt	17 Gt	-0.90	0.91
Welt	100%	1100 Gt	500 Gt	600 Gt	30 Gt

**Option II: „Zukunftsverantwortung“
Kassensturz 2010 - CO2-Restbudget: 750 Gt**

Zeitraum 2010–2050; globales CO2-Restbudget bei 67% Wahrscheinlichkeit, die 2°C-Leitplanke einzuhalten: 750 Gt; 2010 als Referenzjahr für Bevölkerungsdaten. Berücksichtigt sind ausschließlich die CO2-Emissionen aus fossilen Quellen.

Quelle: Kassensturz für den Weltklimavertrag - Der Budgetansatz, Sondergutachten 2009¹⁶, Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung „Globale Umweltveränderungen“ (WBGU)

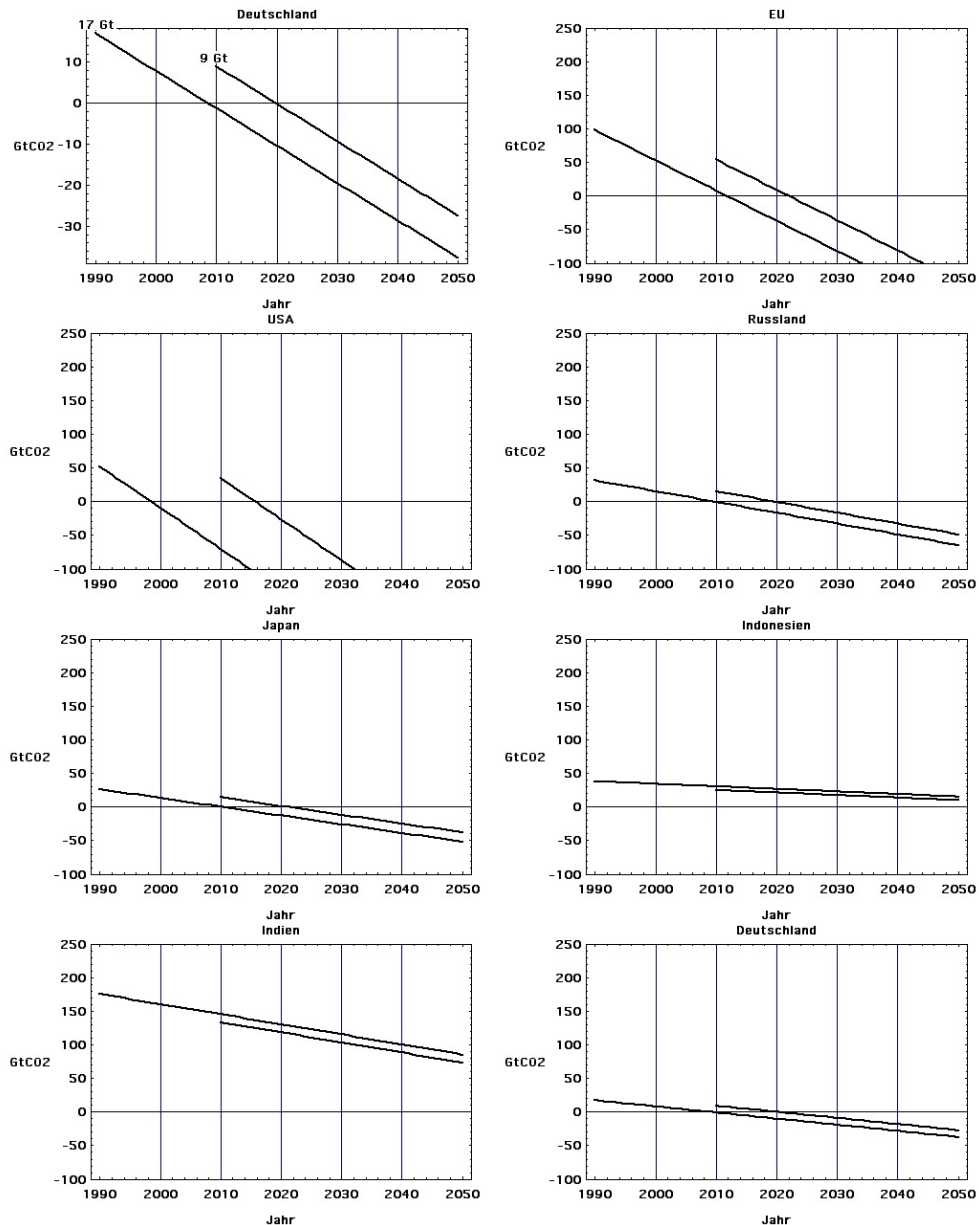
Deutschland nach WBGU

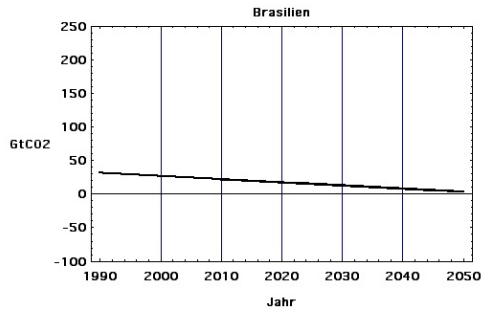
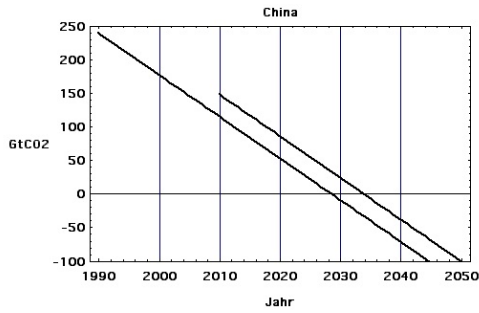
- hat 2010 1.2% der Weltbevölkerung und
- könnte damit für 2010-2050 als CO2-Budget 1.2% von 750 Gt haben, also 9 Gt („fair share“ nach Climate Action Tracker)
- hat 2010-2019 davon 8.8 Gt verbraucht (bei 11 t/(Person Jahr))
- ist also ab 2020 CO2-insolvent.

	Anteil an der Weltbevölkerung	Gesamtbudget 2010-2050	Bisherige Emissionen 2010-2019	Budget 2020-2050	Emissionen in 2008, geschätzt
Deutschland	1.2%	9.0 Gt	8.8 Gt	0.20 Gt	0.91 Gt
Welt	100%	750 Gt	300 Gt	450 Gt	30 Gt

CO2-Restbudgets

Berechnungsgrundlage: Optionen I & II nach WBGU





Projektionsbericht 2019 für Deutschland – Zusammenfassung in der Struktur des Klimaschutzplans
 Teilbericht des Projektes „THG-Projektion: Weiterentwicklung der Methoden und Umsetzung der EU-Effort Sharing Decision im Projektionsbericht 2019“

CLIMATE CHANGE 33/2019
 Ressortforschungsplan des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
 Forschungskennzahl 3718 41 002 0 , FB000160/ZW
 Lukas Emele, Dr. Ralph O. Harthan, Lorenz Moosmann (Öko-Institut e.V., Berlin)
 siehe auch: Projektionsbericht 2019 für Deutschland gemäß Verordnung (EU) Nr. 525/2013

Die Mitgliedstaaten der Europäischen Union sind verpflichtet, alle zwei Jahre eine Schätzung vorzunehmen, wie sich ihre jeweiligen Treibhausgasemissionen in den nächsten etwa 20 Jahren voraussichtlich entwickeln. Der deutsche Projektionsbericht 2019 beruht auf Ergebnissen des Projektes „THG-Projektion: Weiterentwicklung der Methoden und Umsetzung der EU-Effort Sharing Decision im Projektionsbericht 2019“ (Politikszenerien IX)*, in dessen Rahmen ein Mit-Maßnahmen-Szenario (MMS) für die Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Deutschland für den Zeitraum 2020 bis 2035 erarbeitet wurde. Da zum Projektstart (31. August 2018) noch keine konkreten weiteren Klimaschutz-Maßnahmen durch die Bundesregierung geplant waren, wurde auf die Modellierung eines Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenarios (MIMS) verzichtet. Im MMS werden alle Maßnahmen berücksichtigt, die bis 31. August 2018 verabschiedet worden sind. Es beinhaltet auch Maßnahmen des Aktionsprogramms Klimaschutz 2020* (BMUB 2014) sowie des Nationalen Aktionsplans Energieeffizienz (NAPE), welche zu diesem Zeitpunkt umgesetzt sind. Für die Bewertung der Maßnahmenwirkung wird die Entwicklung der THG-Emissionen in diesem Szenario mit einer (hypothetischen) Entwicklung verglichen, die ohne diese Maßnahmen bzw. ohne die entsprechende Novellierung bereits bestehender Politiken und Maßnahmen eingetreten wäre. Dabei werden diejenigen Maßnahmen berücksichtigt, die vor dem jeweils beschriebenen Wirkungsbereich der vom MMS erfassten Maßnahmen wirksam waren. Im Rahmen der Szenarienentwicklung erfolgte eine detaillierte Analyse der bis zum jeweiligen Stichtag verabschiedeten Klima- und energiepolitischen Maßnahmen hinsichtlich ihrer Effekte für die Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Deutschland. Berücksichtigt wurden dabei die Emissionen der vom Kyoto-Protokoll erfassten Treibhausgase Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Lachgas (N₂O), tetrafluorierte Kohlenwasserstoffe (HFKW), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFKW), Schwefelhexafluorid (SF₆) und Stickstoffhexafluorid (NF₃) für die Quellspektoren Energiewirtschaft, Industrie, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD), Haushalte, Verkehr, diffuse Emissionen aus Brennstoffen, Industrieerzeugnisse, Landwirtschaft, Abfallwirtschaft sowie Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft (LULUCF). Die für Deutschland relevanten Emissionen des internationalen Luft- und Seeverkehrs werden nachrichtlich ausgewiesen. Zur Szenariennentwicklung wurden ein Energiesystem- und ein Emissionsberechnungsmodell eingesetzt, mit dessen Hilfe die Ergebnisse detaillierter – zum Teil modellgestützter – Sektoranalysen zu einem konsistenten und vollständigen Mengengerüst für den Energiebedarf und die Treibhausgasemissionen verdichtet wurden. Spezifische Untersuchungen wurden für die Bereiche Raumwärme und Warmwasser, elektrische Geräte, brennstoffbedingte Emissionen der Industrie, GHD, Verkehr, Stromerzeugung, übrige Energiewirtschaft, flüchtigen Emissionen des Energiesektors, prozessbedingte CO₂, CH₄- und N₂O-Emissionen der Industrie, HFKW-, FKW- und SF₆-Emissionen sowie Abfallwirtschaft angestellt. Für Landwirtschaft und LULUCF wurden die Ergebnisse des Thünen-Instituts übernommen. Die Bundesregierung macht sich die Ergebnisse der vorgelegten Szenarien für die Entwicklung der Treibhausgasemissionen 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 Vorläufe abgeschätzt. So kommen Studien und Prognosen, die im Auftrag der Bundesregierung z.B. zum Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 und zum Nationalen Aktionsplan Energieeffizienz erarbeitet wurden, im Einzelnen zu abweichenden Ergebnissen. Die Bundesregierung wird allerdings die Forschungsergebnisse des Projektionsberichts in ihre künftigen Überlegungen mit einbeziehen. Die im Bericht dargestellten Maßnahmen sowie die Ergebnisse des Berichts präjudizieren die Bundesregierung vor allem bezüglich ihrer hier angenommenen Ausgestaltung nicht. Sofern zusätzliche Maßnahmen umgesetzt werden sollen, stehen diese unter Finanzierungsvorbehalt. Quelle: Projektionsbericht 2019 für Deutschland gemäß Verordnung (EU) Nr. 525/2013

Quelle des folgenden Texts: **Projektionsbericht 2019 für Deutschland – Zusammenfassung in der Struktur des Klimaschutzplans**
 Die Strukturierung der Ergebnisse im Projektionsbericht erfolgt gemäß den internationalen Konventionen zur Treibhausgas-Berichterstattung im so genannten gemeinsamen Berichtsformat (CRF). Zentrales Dokument für die Darstellung der Klimaschutzziele in Deutschland ist der Klimaschutzplan 2050, der jedoch eine andere Strukturierung aufweist. Aus diesem Grund werden in diesem Bericht die Ergebnisse des Projektionsbericht 2019 in der Struktur des Klimaschutzplans dargestellt.

Grundsätzlich erfolgt die Strukturierung der Ergebnisse im Projektionsbericht (PB) (Bundesregierung 2019) gemäß den internationalen Konventionen zur Treibhausgas (THG)-Berichterstattung im so genannten gemeinsamen Berichtsformat (CRF-Format). Hierbei erfolgt die Strukturierung in erster Linie nach Art der Emissionen (beispielsweise verbrennungsbedingt, flüchtig oder prozessbedingt). Eine Unterteilung nach Sektoren erfolgt in Unterkategorien (beispielsweise verbrennungsbedingte Emissionen der Industrie oder verbrennungsbedingte Emissionen der Haushalte). Diese Strukturierung ist unabhängig, um den europäischen und internationalen Berichtspflichten nachzukommen und eine Vergleichbarkeit mit den Projektionen anderer Länder sicherzustellen. Diese Strukturierung wurde in den bislang erstellten Projektionsberichten vorgenommen und ist so auch im Projektionsbericht 2019 maßgeblich.

Die wichtigsten Beiträge entfallen hier auf Biomasse und Windenergie (im Jahr 2035 etwa 11 % bzw. 7 % des Primärenergieverbrauchs). Der Einsatz von Braunkohle geht von 2016 bis 2035 um etwa 28 %, der Verbrauch von Steinkohle um ca. 27 %, der Verbrauch von Mineralöl um 15 % sowie der Beitrag der Kernenergie (ausstiegsbedingt) auf 0 zurück.

- Mineralöl bleibt mit einem Anteil von 34 % des Primärenergieverbrauchs im Jahr 2035 (Quaschning 2040: 0%)
- fossile Gasen (23 %, vor allem Erdgas). (Quaschning 2040: 0%)
- Die erneuerbaren Energien haben 2035 zusammen einen Anteil von 22 % am Primärenergieverbrauch (Quaschning 2040: , total: 1300TWh/a (100%)
 - Biomasse 11 %
 - Windenergie 7 % (Quaschning 2040: on-shore Wind: 600 TWh/a (46%), off-shore Wind: 300 TWh/a (23%), PV: 400 TWh/a (31%))
- Der Anteil von Kohlen am Primärenergieaufkommen liegt im Jahr 2035 bei nur noch 20 % (Quaschning 2040: 0%), wobei davon
 - der etwas größere Teil auf Steinkohle,
 - der Rest auf Braunkohle entfällt.

UBA-Kurzbeschreibung: Projektionsbericht 2019 für Deutschland – Zusammenfassung in der Struktur des Klimaschutzplans
 Quelle: Seite 5 von CLIMATE CHANGE Projektionsbericht 2019 für Deutschland – Zusammenfassung in der Struktur des Klimaschutzplans – Teilbericht des Projektes „THG-Projektion: Weiterentwicklung der Methoden und Umsetzung der EU-Effort Sharing Decision im Projektionsbericht 2019“ (Politikszenerien IX)*, UBA, September 2019
 CLIMATE CHANGE 33/2019
 Ressortforschungsplan des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
 Forschungskennzahl 3718 41 002 0 FB000160/ZW

*Für die gesamten Treibhausgasemissionen

(ohne Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft und internationalen Luft- und Seeverkehr)

wird (im Projektionsbericht der Bundesregierung 2019) im Vergleich zu 1990

- bis 2020 eine Minderung von 33,3 %,
- bis 2030 von 41,7 % und
- bis 2035 44,3 % projiziert.

aus Tabelle 4 von "Climate Change", Seite 17
 Treibhausgas-Emissionen nach KSP-2050-Aggregation im MMS, 1990-2035
 Gesamt, inkl. nachrichtlich

1990:	1.239 GtCO ₂ eq/a
2005:	1.011 GtCO ₂ eq/a
2010:	0.959 GtCO ₂ eq/a
2016:	0.930 GtCO ₂ eq/a
2020:	0.902 GtCO ₂ eq/a
2025:	0.851 GtCO ₂ eq/a
2030:	0.790 GtCO ₂ eq/a
2035:	0.756 GtCO ₂ eq/a

Der Klimaschutzplan 2050 (KSP 2050)
 Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung
 BMU, Nov. 2016
https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan_2050_bf.pdf

Zahlen nach Der Klimaschutzplan 2050 – Die deutsche Klimaschutzlangfriststrategie, 6.11.2017
[\(https://www.bmu.de/themen/klima-energie/klimaschutz/nationale-klimapolitik/klimaschutzplan-2050/\)](https://www.bmu.de/themen/klima-energie/klimaschutz/nationale-klimapolitik/klimaschutzplan-2050/)

S.16

Bei ihrem Gipfel in Elmau verständigten sich die G7-Staaten 2015 auf das Ziel der Dekarbonisierung der Weltwirtschaft im Laufe des Jahrhunderts und damit auf die gemeinsame Vision für ein weltweites Ziel zur Verringerung von Treibhausgasemissionen entsprechend dem oberen Ende der jüngsten IPCC-Empfehlungen von 40 bis 70 Prozent bis 2050 im Vergleich zu 2010. Davon geht ein klares Signal an Investoren und Akteure weltweit für einen Paradigmenwechsel bei den Investitionen hin zur konsequenten Transformation der betroffenen Sektoren, insbesondere der Energiesysteme, aus.

Energiewirtschaft (BMWi)
 Emissionen KSP:
 1990: 0.466 GtCO₂eq/a
 2014: 0.358 GtCO₂eq/a
 2030: 0.175 bis 0.183 GtCO₂eq/a (Reduktion um 61 % bis 62% gegenüber 1990)
 Diese Energiewirtschaft umfasst (den öffentlichen fossil-elektrischen Umwandlungssektor) -

- öffentliche Kraftwerke und Heizwerke,
- Raffineriefuelerungen und -kraftwerke sowie
- Kokereien und andere Anlagen des Umwandlungssektors einschließlich deren Kraftwerke. Darüber hinaus umfasst die Energiewirtschaft im KSP 2050 den Erdgaspipelinttransport sowie

- diffuse Emissionen aus der Energienutzung.
Verantwortliches Ministerium für die Erarbeitung zusätzlicher Maßnahmenvorschläge im Handlungsfeld Energiewirtschaft ist das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie .

Industrie (BMWi)

Emissionen KSP:
- 1990: 0.283 GtCO₂eq/a
- 2014: 0.181 GtCO₂eq/a
- 2030: 0.140 bis 0.143 GtCO₂eq/a (Reduktion um 49 bis 51% gegenüber 1990)

Neben

- industriellen Prozessfeuerungen und
- Wärmeerzeugungsanlagen sowie
- Industriekraftwerken sind im Sektor Industrie auch die
- Emissionen aus Industriezweigen und Produktverwendung

enthalten. Da der Sektor Industrie genauer als Verarbeitendes Gewerbe und Bauwirtschaft definiert ist, sind auch die Emissionen des bauseitigen Sonderverkehrs enthalten.
Nicht enthalten hingegen sind Raffinerien, Kokereien und andere Anlagen des Umwandlungssektors.
Verantwortliches Ministerium für die Erarbeitung zusätzlicher Maßnahmenvorschläge im Handlungsfeld Industrie ist ebenfalls das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie .

Gebäude (BMWi)

Emissionen KSP:
- 1990: 0.209 GtCO₂eq/a
- 2014: 0.119 GtCO₂eq/a
- 2030: 0.070 bis 0.072 GtCO₂eq/a (Reduktion um 66 bis 67% gegenüber 1990)

Der Sektor Gebäude umfasst neben der Gebäudewärme auch den Brennstoffeinsatz für die Warmwasserbereitung sowie weiteren Brennstoffeinsatz in Haushalten und im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen.
Energieverbräuche landwirtschaftlicher Gebäude (z.B. Gewächshäuser) sind nicht im Sektor Gebäude enthalten, sondern im Sektor Landwirtschaft.
Verantwortliche Ministerien für die Erarbeitung zusätzlicher Maßnahmenvorschläge im Handlungsfeld Gebäude sind das Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (BMI) und das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.

Verkehr (BMVI)

Emissionen KSP:
- 1990: 0.163 GtCO₂eq/a
- 2014: 0.160 GtCO₂eq/a
- 2030: 0.095 bis 0.098 GtCO₂eq/a (Reduktion um 40 bis 42% gegenüber 1990)

Dieser Sektor umfasst den inländischen Straßen-, Schienen- und Luftverkehr sowie die Binnen- und Küstenschifffahrt.
Der internationale Luftverkehr und die Hochsee- schifffahrt werden hier auch behandelt, allerdings werden deren Treibhausgasemissionen nicht auf die inländischen Emissionen angerechnet, sondern lediglich nachrichtlich ausgewiesen.
Sonderverkehre sind teilweise in anderen Sektoren enthalten, so ist der bauseitige Verkehr im Industriesektor, der landwirtschaftliche Verkehr und die Fischereischifffahrt im Sektor Landwirtschaft und Erdgaspipelinentransport in der Energiewirtschaft enthalten.
Verantwortliches Ministerium für die Erarbeitung zusätzlicher Maßnahmenvorschläge im Handlungsfeld Verkehr ist das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur .

Landwirtschaft (BMEL)

Emissionen KSP:
- 1990: 0.088 GtCO₂eq/a
- 2014: 0.072 GtCO₂eq/a
- 2030: 0.058 bis 0.061 GtCO₂eq/a (Reduktion um 31 bis 34% gegenüber 1990)

Dieser Sektor umfasst neben den biologisch-chemischen Emissionen von Tieren und landwirtschaftlichen Böden auch die energetischen Emissionen der Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei.
Verantwortliches Ministerium für die Erarbeitung zusätzlicher Maßnahmenvorschläge im Handlungsfeld Landwirtschaft ist das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft .

Sonstige: Abfall, Abwasser (BMU)

Emissionen KSP:
- 1990: 0.039 GtCO₂eq/a
- 2014: 0.012 GtCO₂eq/a
- 2030: 0.005 GtCO₂eq/a (Reduktion um 61 bis 62% gegenüber 1990)

Dieser Sektor umfasst die Emissionen, die aus der Behandlung und Lagerung von Abfall (Deponien und andere) sowie von Abwasser entstehen.
Verantwortliches Ministerium für die Erarbeitung zusätzlicher Maßnahmenvorschläge im Handlungsfeld Sonstige ist das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit .

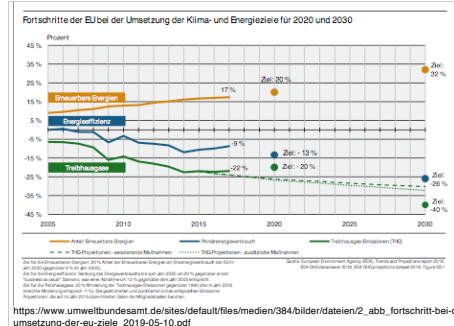
Landnutzung und Forstwirtschaft (BMEL)

- 1990 nicht spezifiziert
- 2014 nicht spezifiziert
- 2030 nicht spezifiziert

Dieser Sektor umfasst die Emissionen von Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (englisch: Land use, land-use change and forestry (LULUCF))
Verantwortliches Ministerium für die Erarbeitung zusätzlicher Maßnahmenvorschläge im Handlungsfeld Landnutzung und Forstwirtschaft ist das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft .

Alle Sektoren zusammen

Emissionen KSP:
- 1990: 1.248 GtCO₂eq/a
- 2014: 0.902 GtCO₂eq/a
- 2030: 0.543 bis 0.562 GtCO₂eq/a (Reduktion um 56 bis 55% gegenüber 1990)
- 2040: (1 - 0.7) 1.248 GtCO₂eq/a gemäß Erstem Fortschrittsbericht zur Energiewende (2014) und Viertem Monitoringbericht zur Energiewende (2015)



EU (<https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/europaeische-energie-klimaziele>)
- 2030: (1 - 0.4) 1990 (EU-interne THG-Emissionen)
- 2040: (1 - 0.7) 1990
- 2050: (1 - (0.8 ... 0.95)) 1990
- 2075: 0

EU-Papers
<https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy-and-energy-union/2050-long-term-strategy>
<https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy-and-energy-union/clean-energy-all-europeans>

Clean Energy for all Europeans
European Commission, 20 October 2017, Last update: 16 September 2019

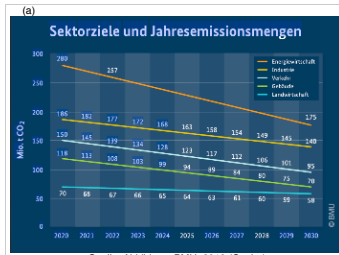
Klimaschutzgesetz
(mehr)

Entwurf eines Klimaschutzgesetzes
Referentenentwurf

BMU: Was steht in dem Entwurf eines Klimaschutzgesetzes?

- Alle Bereiche, also
 - Energie,
 - Industrie,
 - Verkehr,
 - Gebäude,
 - Landwirtschaft,
 - Abfallwirtschaft,
- bekommen ein festes Einsparziel bis 2030 zugewiesen und jährlich erlaubte CO₂-Mengen auf dem Weg dahin.
- Flexibilität zwischen den Jahren und zwischen den Bereichen stellen sicher, dass die Kosten minimiert werden.
- Im Vergleich zum Basisswert 1990 soll bis 2030 insgesamt 55% von 1990
 - Energiebereich minus < 62 % CO₂,
 - Gebäude minus 67 % CO₂,
 - Landwirtschaft minus 34 % CO₂,
 - Industrie minus 51 % CO₂,
 - Verkehr minus 42 % CO₂ ausstoßen (2020: 150 MGtCO₂, 2027: 112 MtCO₂, 2030: 95 MtCO₂).
- Jedes Ministerium entscheidet in eigener Verantwortung, mit welchen Maßnahmen diese Einsparziele erreicht werden. Wird das Ziel verfehlt, soll mit einem Sofortprogramm umgesteuert werden.
- Falls Deutschland seine EU-Verepflichtungen beim Klimaschutz nicht einhält und zusätzliche CO₂-Budgets von anderen Staaten kaufen muss, werden diese Kosten nicht mehr auf den gesamten Bundeshaushalt umgelegt, sondern müssen anteilig von den Ministerien getragen werden, die ihre Jahresbudgets nicht eingehalten haben.

Klimaschutzgesetz (BMU)
(Entwurf)

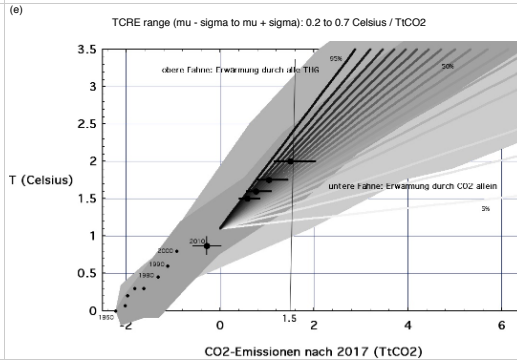
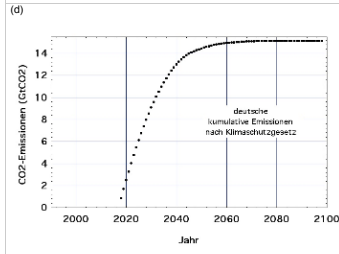
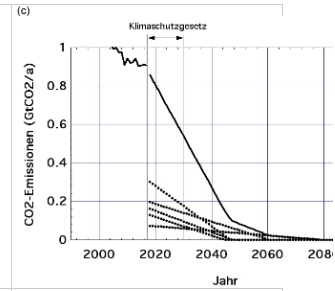


Quelle: Abbildung: BMU, 2019 (Cache).

Anlage 2 – Zulaufige Jahresemissionsmengen (zu § 4)

Jahresemissionsmengen in Mio. Tonnen CO ₂ -Äquivalent	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Energiewirtschaft	260	257									175
Industrie	188	182	177	172	168	163	158	154	149	145	140
Gebäude	118	113	108	103	99	94	89	84	80	75	70
Verkehr	150	145	139	134	128	123	117	112	106	101	95
Landwirtschaft	70	68	67	66	65	64	63	61	60	59	58
Abfallwirtschaft und Sonstiges	9	9	8	8	7	7	7	6	6	5	5

Quelle: Anlage 2 von Entwurf (Cache)

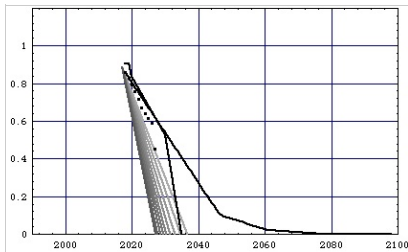


Obere Reihe:
 (a), (b) Deutsche jährliche THG-Emissionen nach Anlage 2 - Klimaschutzgesetz (KlimaSchG BMU),
 (c) gezackte Linie: totale jährliche CO2eq Emissionen nach Umweltbundesamt 1990 - 2017
 durchgezogene Linie: totale jährliche Emission = Summe über alle Sektoren
 punktierte Linien: jährliche Emissionen nach Sektoren
 Bereich 2019 - 2030: nach KlimaSchG BMU
 Bereich 2030 - 2100: Extrapolation des Bereichs 2019 - 2030

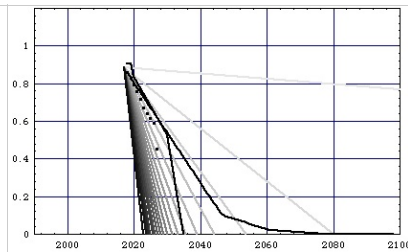
Untere Reihe:
 (d) Deutsche kumulative THG-Emissionen nach (c). Kumulative deutsche Emissionen (d) werden mit dem Faktor Weltbevölkerung/(deutsche Bevölkerung) = 100 multipliziert und danach in Abb. (e) verwendet
 (e) Globale Erwärmung T als Funktion der globalen kumulativen Emissionen nach dem 1.1.2018

WGI TCRE & IPCC SR15 Tab. 2.2 Niveaus

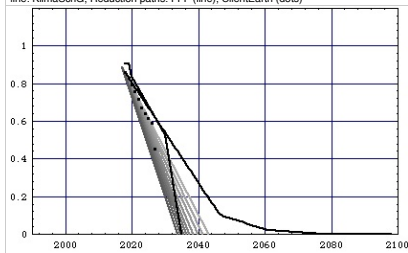
- Plumes (range of ESMs & EMICs), TCRE fan, historical data (small dots and large dot with uncertainties represented as cross hairs at 2010)
- from IPCC SR15 Special Report "Global Warming of 1.5", Chapter 2: Mitigation Pathways Compatible with 1.5°C in the Context of Sustainable Development, Fig. 2.3, page 105
- TCRE is assumed to be a normal distribution after "Climate Change 2013: The Physical Science Basis", Working Group I, Assessment Report 5, Technical Summary, TFE.8, pages 102 - 104 with
 - a median at 1.65 Celsius/TtC (0.45 Celsius/TtCO2) and
 - a standard deviation of 0.85 Celsius/TtC (0.23 Celsius/TtCO2)
- large dots with overlapping horizontal bars at 1.5 Celsius, 1.75 Celsius and 2.0 Celsius are assessed carbon budgets (and their uncertainties) remaining after 31 December 2017 for a global warming below 1.5, 1.6, 1.75 and 2.0 Celsius. Source: IPCC SR15 Special Report "Global Warming of 1.5", Chapter 2: Mitigation Pathways Compatible with 1.5°C in the Context of Sustainable Development, Table 2.2, page 108
- Vertical Line at 1.5 TtCO2: German GHG emissions after Klimaschutzgesetz 2019, multiplied by 100, the ratio world population/German population. Range of global warming after emission of 1.5 TtCO2eq is 1.3 Celsius < T < 3.2 Celsius (upper plume) and 2 Celsius after IPCC SR15, Ch. 2, Tab. 2.2.



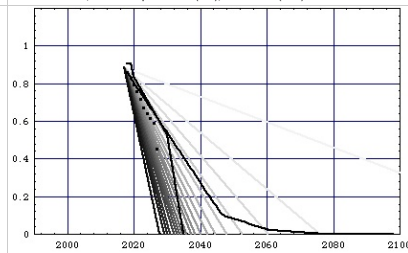
quaschnring TCREwg1, sigmawg1, 33 - 65 Percentiles,
 TCRE range (+sigmawg1) = (0.8 - 2.5) Celsius/TtC
 line: KlimaSchG, Reduction paths: FFF (line), ClientEarth (dots)



quaschnring TCREwg1, sigmawg1, 5 - 95 Percentiles
 TCRE range (+sigmawg1) = (0.6 - 4.46) Celsius/TtC
 line: KlimaSchG, Reduction paths: FFF (line), ClientEarth (dots)



quaschnring TCREwg1, sigmawg1s, 5 - 95 Percentiles, corr. SR15 Ch2, Tab.2.2
 TCRE range (+sigmawg1s) = (0.6 - 4.46) Celsius/TtC
 line: KlimaSchG, Reduction paths: FFF (line), ClientEarth (dots)



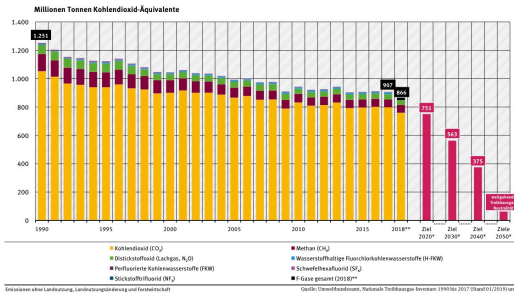
quaschnring TCREwg1, sigmawg1, 5 - 95 Percentiles, corr. SR15 Ch2, Tab.2.2
 TCRE range (+sigmawg1) = (0.6 - 2.5) Celsius/TtC
 line: KlimaSchG, Reduction paths: FFF (line), ClientEarth (dots)

Eckpunkte für das Klimaschutzprogramm 2030

UBA: Treibhausgas-Emissionen

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/treibhausgas-emissionen>
<https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland#textpart-1>

Treibhausgas-Emissionen seit 1990 nach Gasen



Quelle: https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland#textpart-1 (Cache: UBA-Treibhausgas-Emissionen_in_Deutschland/2018-05-07_t_thg_crf_plus_1a_details_1_0_ci.png)

Emissionen ausgewählter Treibhausgase in Deutschland nach Kategorien in Tsd. t Kohlendioxid-Äquivalenten*

Kategorie	Stoff	1990	1991	1992	1993	1994	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Energiebedingte Emissionen	CO ₂	989.637	955.650	910.425	900.538	881.719	881.512	839.878	811.848	822.824	797.460	802.164	745.436	783.808	760.723	765.923	783.512	744.546	749.096	753.218	747.914
	CH ₄	40.225	37.648	34.430	35.325	31.805	30.599	25.089	15.413	13.828	12.795	12.602	11.452	11.997	11.906	13.152	12.812	12.021	12.475	12.108	12.173
	N ₂ O	6.746	6.334	6.062	5.978	5.948	5.968	5.379	4.936	5.051	5.185	5.237	5.060	5.432	5.562	5.492	5.508	5.410	5.520	5.586	5.574
	Summe	1.036.608	999.632	950.918	941.841	919.472	918.079	870.346	832.197	841.703	815.440	820.023	761.949	801.237	778.192	784.567	801.833	761.976	767.091	770.912	765.661
Anteil an Gesamtemissionen		82,9%	83,0%	82,4%	82,3%	81,7%	81,7%	83,3%	83,8%	84,1%	83,7%	84,0%	83,9%	85,0%	84,6%	84,9%	85,1%	84,4%	84,6%	84,6%	84,5%
Industrie/Prozesse	CO ₂	59.700	55.885	53.148	53.612	56.253	55.809	57.695	52.467	52.939	51.531	49.125	40.897	46.254	46.390	45.641	45.359	45.307	43.772	45.664	47.128
	CH ₄	351	345	371	407	444	449	566	595	579	580	545	513	531	507	527	529	534	534	542	
	N ₂ O	23.392	24.052	26.517	24.417	27.119	25.210	6.840	8.627	8.459	10.976	9.626	9.974	1.867	1.480	1.201	1.234	1.140	1.164	1.093	1.094
	HFKW	5.898	5.422	5.645	7.843	8.307	8.513	8.230	10.059	10.215	10.484	10.664	11.274	10.840	11.029	11.230	11.352	11.574	11.479	11.258	
	FKW	3.069	2.644	2.418	2.268	1.931	2.099	975	852	683	601	578	417	356	285	248	262	238	247	252	234
	SF ₆	4.428	4.746	5.238	5.974	6.249	6.467	4.072	3.321	3.242	3.268	3.064	3.191	3.254	3.246	3.352	3.487	3.652	3.881	4.241	
	NF ₃	C	C	C	C	C	C	C	C	2	4	21	24	54	52	25	6	C	C	C	
Summe	96.388	93.114	93.335	94.520	100.302	98.547	78.018	75.921	76.118	77.445	73.619	66.113	63.092	63.019	62.104	61.957	62.056	60.938	62.903	64.496	
Anteil an Gesamtemissionen		7,7%	7,7%	8,1%	8,3%	8,9%	8,8%	7,5%	7,6%	7,6%	8,0%	7,5%	7,3%	6,7%	6,8%	6,7%	6,6%	6,9%	6,7%	6,9%	7,1%
Landwirtschaft	CO ₂	3.184	2.905	2.604	2.368	1.936	2.222	2.803	2.325	2.313	2.427	2.483	2.590	2.325	2.636	2.574	2.699	2.940	3.071	2.773	2.924
	CH ₄	43.453	38.432	37.477	37.287	37.607	37.372	35.419	33.158	32.554	32.714	33.111	33.215	33.028	32.793	32.946	33.536	33.827	33.744	33.421	33.184
	N ₂ O	32.558	30.106	29.153	28.712	27.184	28.464	29.964	28.585	28.451	27.739	29.468	28.467	28.268	29.840	29.382	29.893	30.723	31.181	30.342	30.165
	Summe	79.195	71.443	69.234	68.366	66.727	68.058	68.187	64.068	63.318	62.881	65.062	64.273	63.421	65.268	64.901	66.127	67.490	67.996	66.536	66.273
Anteil an Gesamtemissionen		6,3%	5,9%	6,0%	6,0%	5,9%	6,1%	6,5%	6,4%	6,3%	6,5%	6,7%	7,1%	7,1%	7,0%	7,0%	7,5%	7,5%	7,3%	7,3%	
Abfallwirtschaft	CO ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CH ₄	36.914	38.407	39.057	38.984	38.204	37.245	27.715	20.289	18.704	17.371	16.146	14.918	13.797	13.002	12.215	11.520	10.840	10.331	9.861	9.347
	N ₂ O	1.437	1.334	1.253	1.146	1.129	1.105	922	868	795	806	796	801	794	826	824	812	834	834	836	835
	Summe	38.352	39.736	40.310	40.130	39.333	38.350	28.637	21.158	19.499	18.177	16.942	15.720	14.591	13.828	13.039	12.333	11.674	11.165	10.697	10.182
Anteil an Gesamtemissionen		3,1%	3,3%	3,5%	3,5%	3,5%	3,4%	2,7%	2,1%	1,9%	1,7%	1,7%	1,5%	1,5%	1,4%	1,3%	1,3%	1,2%	1,2%	1,1%	
Gesamtemissionen		1.258.999	1.203.924	1.153.796	1.144.857	1.125.835	1.123.035	1.065.187	993.344	1.000.438	975.942	975.446	908.056	942.542	928.306	926.611	942.250	903.196	907.190	911.049	906.611
Anteil der		CO ₂	84,1%	84,2%	83,7%	83,5%	83,6%	86,1%	87,2%	87,5%	87,4%	87,5%	86,8%	86,3%	87,9%	88,0%	88,2%	87,7%	87,4%	87,9%	88,0%
Stoffe an den		CH ₄	3,6%	3,5%	3,6%	3,7%	3,6%	3,4%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,6%	3,6%	3,6%	3,6%	3,6%	3,7%	3,7%	3,6%	3,6%
Gesamtemissionen		N ₂ O	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%	
		HFKW	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	
		FKW	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	
		SF ₆	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	
		NF ₃	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	

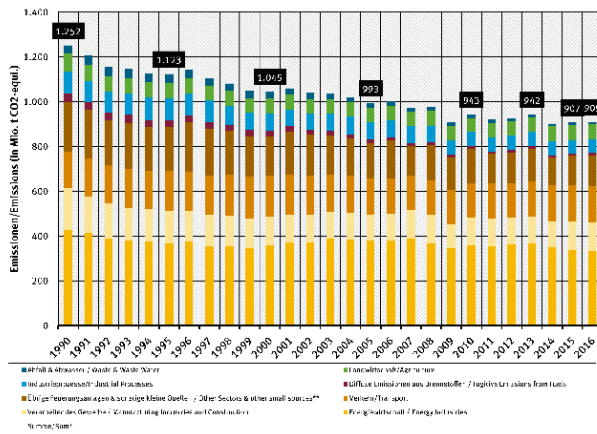
*Emissionen ohne Berücksichtigung von Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft

Quelle: Umweltbundesamt, Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen 1990-2017 (Stand 01/2019)

Summary table on emission trends for Germany since 1990, all GHGs

Emissions Trends	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
CO ₂ emissions (without LULUCF)	1.052.520	939.543	900.376	866.640	832.388	809.749	814.138	831.570	792.793	795.940	801.655	797.966
Net CO ₂ emissions/removals	1.019.502	904.802	860.743	825.907	814.342	792.327	797.903	815.575	776.190	779.843	786.020	781.052
CH ₄ (without LULUCF)	4.838	4.227	3.562	2.778	2.374	2.329	2.355	2.289	2.283	2.283	2.237	2.216
CH ₄ (with LULUCF)	4.873	4.261	3.580	2.813	2.405	2.364	2.391	2.316	2.277	2.277	2.231	2.244
N ₂ O (without LULUCF)	219	204	143	144	122	127	124	128	128	130	127	128
N ₂ O (with LULUCF)	218	207	148	147	125	129	131	129	131	133	130	129
HFCs (CO ₂ equivalent, 1995 base year)	5.898	5.110	5.230	10.059	10.840	11.029	11.230	11.237	11.352	11.574	11.479	11.258
PFCS (CO ₂ equivalent, 1995 base year)	3.069	2.099	975	852	356	285	248	262	238	247	252	234
SF ₆ (CO ₂ equivalent, 1995 base year)	4.428	4.667	4.072	3.321	3.191	3.254	3.246	3.352	3.487	3.652	3.881	4.241
Net CO ₂ emissions/removals (CO ₂ equ.)	1.259.992	1.123.035	1.045.187	993.344	942.542	920.306	924.611	942.250	903.196	907.190	911.049	906.611
Total Emissions/Removals with LULUCF (CO ₂ equ.)	1.219.681	1.089.980	1.007.227	961.284	926.173	904.573	910.130	927.663	888.302	892.813	897.140	891.422
Changes compared to 1990/1995 (%)												
CO ₂ emissions (without LULUCF)	-	-10,7	-14,5	-17,7	-20,9	-23,1	-22,6	-21,0	-24,7	-24,4	-23,8	-24,2
Net CO ₂ emissions/removals	-	-11,3	-15,6	-18,3	-20,7	-22,3	-21,7	-20,0	-23,9	-23,3	-22,9	-23,4
CH ₄ (without LULUCF)	-	-12,0	-20,9	-40,6	-50,9	-51,9	-51,4	-51,1	-52,7	-52,8	-53,8	-54,3
N ₂ O (without LULUCF)	-	-5,3	-33,4	-32,9	-43,3	-41,2	-42,5	-41,6	-40,6	-39,7	-41,0	-41,3
HFCs	-	-3,3	+18,2	+29,6	+29,6	+31,9	+32,0	+33,3	+36,0	+34,8	+32,2	+32,2
PFCS	-	-33,5	-59,4	-83,0	-86,4	-88,2	-87,5	-88,7	-88,2	-88,0	-88,0	-88,9
SF ₆	-	-37,0	-48,7	-50,7	-49,7	-48,8	-48,2	-46,1	-43,5	-40,0	-34,4	-
Net CO ₂ emissions/removals (CO ₂ equ.)	-	-10,2	-10,5	-20,8	-24,7	-26,4	-26,1	-24,1	-27,8	-27,8	-27,2	-27,5
Trend of Total Emissions (with LULUCF) compared to 1990	-	-10,2	-10,5	-20,8	-24,7	-26,4	-26,1	-24,1	-27,8	-27,8	-27,2	-27,5
Trend of Total Emissions (without LULUCF) compared to Base Year*	-	-10,2	-16,7	-20,8	-24,7	-26,7	-26,3	-24,0	-28,4	-27,7	-27,1	-27,3
Changes compared to previous year (%)												
CO ₂ emissions (without LULUCF)	0,0	-0,0	+0,5	-2,3	+5,5	-2,7	+0,5	+2,1	-4,7	+0,4	+0,7	-0,5
Net CO ₂ emissions/removals	0,0	-0,2	+0,2	-2,7	+5,9	-2,7	+0,7	+2,2	-4,8	+0,3	+0,8	-0,6
CH ₄ (without LULUCF)	0,0	-4,2	-4,5	-4,4	-1,2	-1,9	+1,0	-0,8	-2,0	-0,2	-0,2	-1,2
N ₂ O (without LULUCF)	0,0	-1,0	+0,9	-4,5	-17,9	+3,7	-2,1	+1,5	+1,8	+1,6	-2,2	-0,5
HFCs	0,0	+2,5	-11,2	+3,3	-3,9	+1,8	+1,8	+				

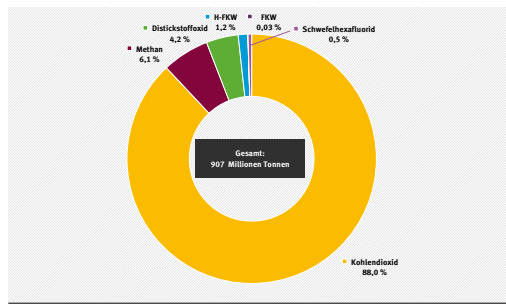
Jährliche Treibhausgas-Emissionen in Deutschland / Annual greenhouse gas emissions in
nach Kategorie / by category



90 bis 2016 nach Kategorien der UNFCCC-Berichterstattung
Quelle: Umweltbundesamt, Nationale Treibhausgasinventuren

Quelle: (Cache: Bilder&odp/UBA-Treibhausgas-Emissionen_in_Deutschland/jaehrliche_THG-Emissionen_in_D_Kategorien.png)

Anteile der Treibhausgase an den Emissionen (berechnet in Kohlendioxid-Äquivalenten) 2017



Quelle: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/384/bilder/dateien/6_abb_antelle-thg-emi_2019.pdf

UBA: Minderungsziele für Treibhausgase

Die Bundesregierung hat sich im Jahr 2007 mit dem „Integrierten Energie- und Klimaprogramm“ national zu einer

- 40 %-igen Minderung der deutschen Treibhausgas-Emissionen bis 2020 gegenüber 1990 verpflichtet. Im Energiekonzept aus dem Jahr 2010 wird dieses Ziel ergänzt durch ein Minderungsziel von
- mindestens 55 % bis zum Jahr 2030,
- mindestens 70 % bis zum Jahr 2040 und das Ziel einer
- weitgehenden Treibhaus-Neutralität Deutschlands bis zum Jahr 2050.

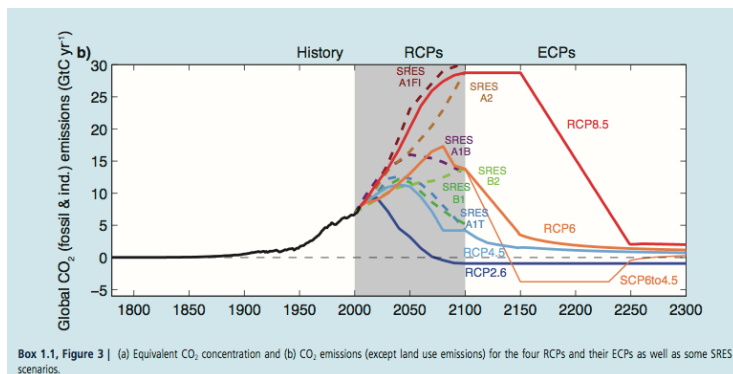
Diese Ziele wurden auch im Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 der Bundesregierung in 2014 bekräftigt und in 2016 im Klimaschutzplan 2050 festgeschrieben und mit Maßnahmen hinterlegt.

Die Europäische Union (EU) hat sich dazu verpflichtet, die EU-weiten Treibhausgas-Emissionen im Zeitraum

2013 bis 2020 um 20 % unter das Niveau von 1990 zu senken und dieses Ziel auf 30 % zu erhöhen, sofern sich andere Industrieländer verpflichten, ihre Emissionen vergleichbar zu reduzieren und auch die wirtschaftlich weiter fortgeschrittenen Entwicklungsländer einen Beitrag leisten.

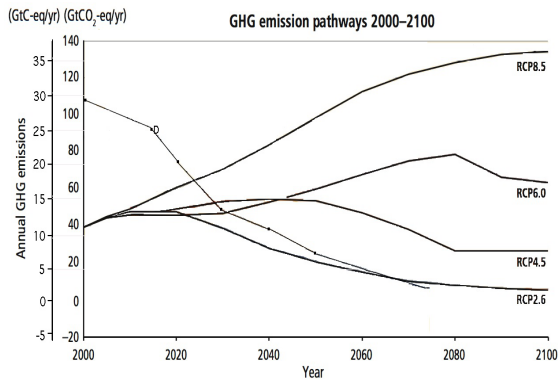
Bezogen auf die EU-Mitgliedstaaten wurde das Ziel durch entsprechende Regelungen im europäischen Emissionshandelssystem und die sogenannte „Effort Sharing Decision“ konkretisiert. Letztere verpflichtet Deutschland dazu, seine Emissionen außerhalb des Emissionshandels bis 2020 um 14 % gegenüber 2005 zu senken.

Reduktionspfade



Box 1.1, Figure 3 | (a) Equivalent CO₂ concentration and (b) CO₂ emissions (except land use emissions) for the four RCPs and their ECPs as well as some SRES scenarios.

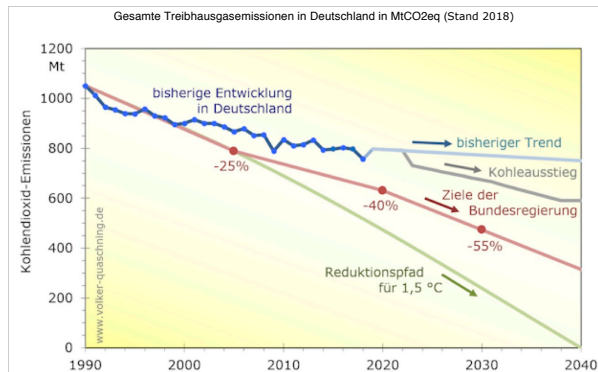
Quelle: WG1AR5_all_final_Box1.1.fig3



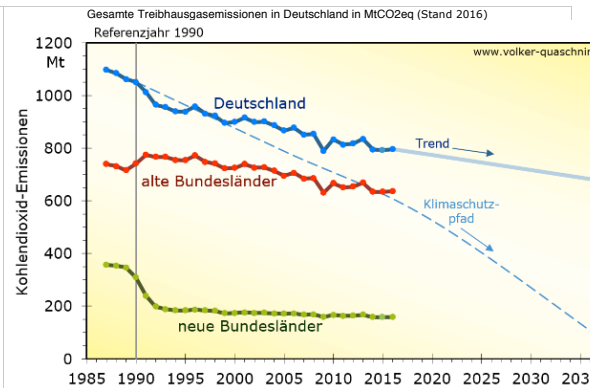
Notation: D = Klimaschutzplan 2050 THG-Emissionen = 0.8 ... 0.95 THG-Emissionen 1990
 Quelle: page 52 of ipcc_wg3_ar5_full.pdf (cache: aeg-ag/Bilder&odp/ipcc/ipcc_wg3_ar5_figTS.8.png)

Kein wirksamer Klimaschutz durch langsamen Kohleausstieg

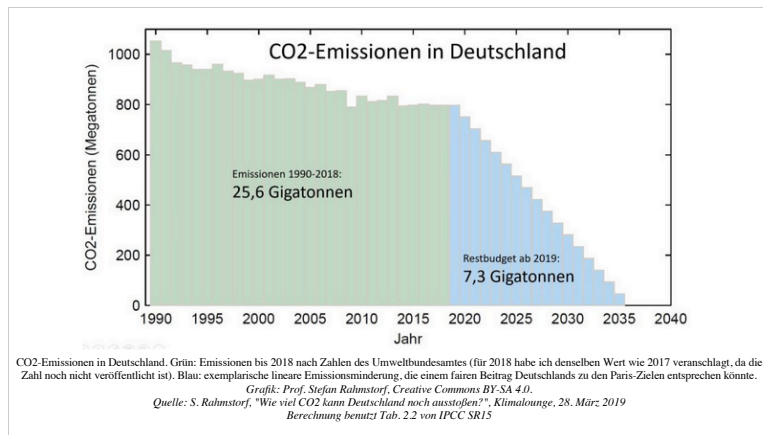
Volker Quaschnig, Januar 2019



Quelle: Volker Quaschnig, [Kein wirksamer Klimaschutz durch langsamen Kohleausstieg](https://www.volker-quaschnig.de/datserv/CO2-D/index.php), Januar 2019



Quelle: Kohlendioxidemissionen in Deutschland (<https://www.volker-quaschnig.de/datserv/CO2-D/index.php>)



CO2-Emissionen in Deutschland. Grün: Emissionen bis 2018 nach Zahlen des Umweltbundesamtes (für 2018 habe ich denselben Wert wie 2017 veranschlagt, da die Zahl noch nicht veröffentlicht ist). Blau: exemplarische lineare Emissionsminderung, die einem fairen Beitrag Deutschlands zu den Paris-Zielen entsprechen könnte.

Grafik: Prof. Stefan Rahmstorf, Creative Commons BY-SA 4.0.

Quelle: S. Rahmstorf, "Wie viel CO2 kann Deutschland noch ausstoßen?", Klimatoungue, 28. März 2019
 Berechnung benutzt Tab. 2.2 von IPCC SR15

Kohlendioxidemissionen in Deutschland

<https://www.volker-quaschnig.de/datserv/CO2-D/index.php>

Kohlendioxidemissionen in Deutschland in Mt (Mrd. kg)

Jahr	energiebedingte CO ₂ -Emissionen	Gesamt-CO ₂ -Emissionen
2016	...	796 ¹⁾
2015	...	792
2014	745,2	792,9
2013	788,1	835,7
2012	769,2	817,0
2011	763,1	812,7
2010	784,5	833,1
2009	745,9	789,1
2008	802,5	854,1
2007	796,9	850,9
2006	822,8	878,0
2005	811,7	865,9
2004	820,0	885,9
2003	835,0	900,5
2002	838,0	899,3
2001	852,0	915,7
2000	839,8	899,4
1999	857,0	895,4
1998	864,0	922,8
1997	895,0	930,8
1996	872,0	958,4

1995	881,1	938,0
1994	881,8	938,9
1993	900,6	955,1
1992	910,5	964,6
1991	955,9	1012,9
1990	989,9	1050,9

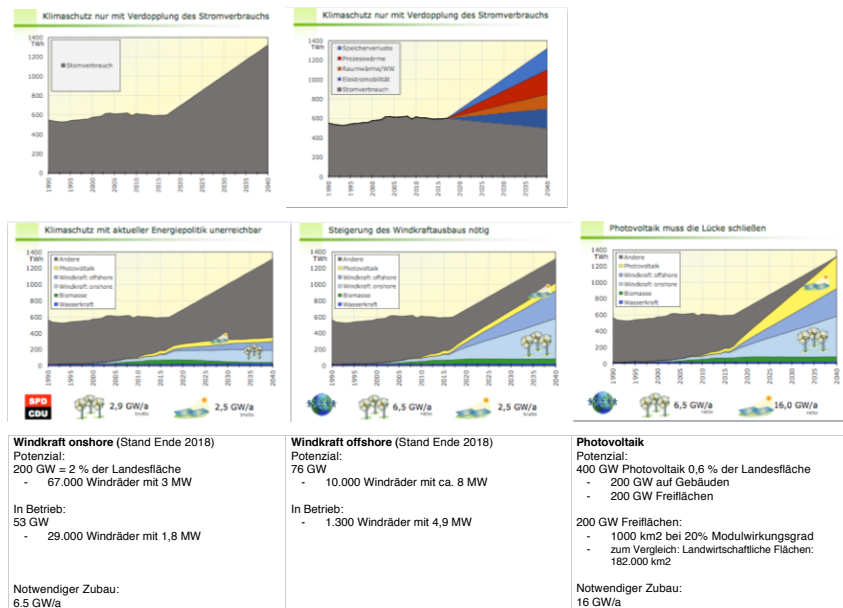
*) vorläufige Schätzung
 Energiebedingte Emissionen: Emissionen ohne Industrieprozesse
 Quellen: UNFCCC, DIW, Umweltbundesamt, AGEb, eigene Abschätzungen

Treibhausgasemissionen in Deutschland in Mt (Mrd. kg)

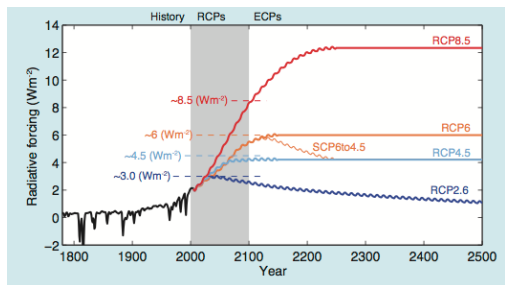
Jahr	gesamte Treibhausgasemissionen	Änderung gegenüber Vorjahr
2016	906	+0,4%
2015	902	-0,2%
2014	904	-4,4%
2013	945,2	+2,0%
2012	926,4	+0,5%
2011	921,8	-2,0%
2010	941,0	+3,8%
2009	906,4	-6,9%
2008	973,8	+0,2%
2007	971,8	-2,7%
2006	998,8	+0,7%
2005	991,5	-2,7%
2004	1018,9	-1,7%
2003	1036,1	-0,3%
2002	1039,4	-2,0%
2001	1060,4	+1,4%
2000	1045,8	-0,1%
1999	1046,7	-3,1%
1998	1079,8	-2,3%
1997	1105,3	-3,0%
1996	1139,7	+1,6%
1995	1121,8	-0,3%
1994	1124,9	-1,6%
1993	1143,8	-0,8%
1992	1152,8	-4,2%
1991	1203,0	-3,7%
1990	1249,5	

*) vorläufige Schätzung
 Gesamt-Treibhausgasemissionen: CO₂, CH₄, N₂O, FKW, SF₆
 Quellen: UNFCCC, DIW, Umweltbundesamt, AGEb, eigene Abschätzungen

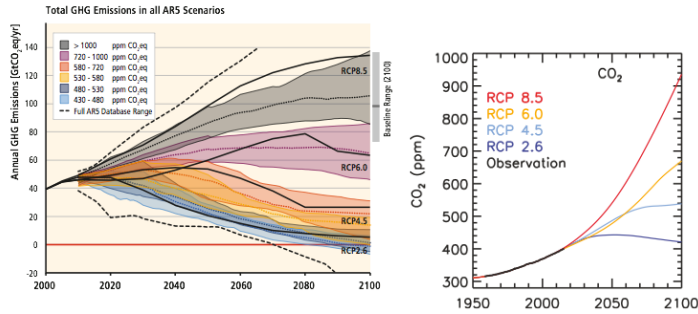
Klimaschutz in der Sackgasse – Bedrohungen und Wege in eine neue Energiewelt
 Prof. Dr. Volker Quaschnig, Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW Berlin), 17. Juni 2019



Quelle der Abbildung: page 52 of ipcc_wg3_ar5_full.pdf (cache: aeg-ag/Bilder&odp/ipcc/ipcc_wg3_ar5_figTS.8.png)



Quelle: WG1AR5_all_final_Box1.1_fig1, page 147
 These forcing values should be understood as comparative labels representative of the forcing associated with each scenario, which will vary somewhat from model to model. This is because concentrations or emissions (rather than the RF) are prescribed in the CMIP5 climate model runs



Quelle: ar4_syr_full_report.pdf
 - Representative Concentration Pathways (RCP) leading to radiative forcings 2.6 Wm⁻² ... 8.5 Wm⁻²
 - Stabilisation scenarios grouped according to different 2100 concentration targets (stabilisation categories 430 - 480 ppm CO₂eq, ... 720 - 1000 ppm CO₂eq)

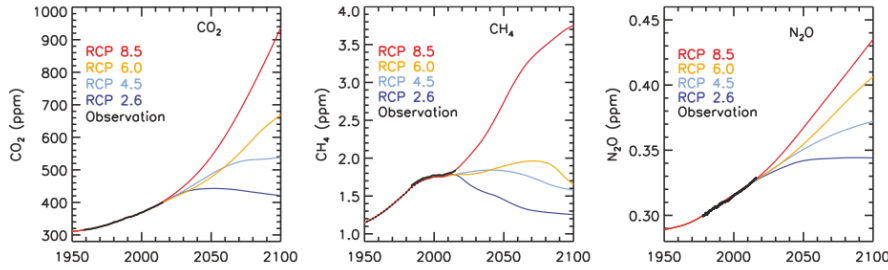
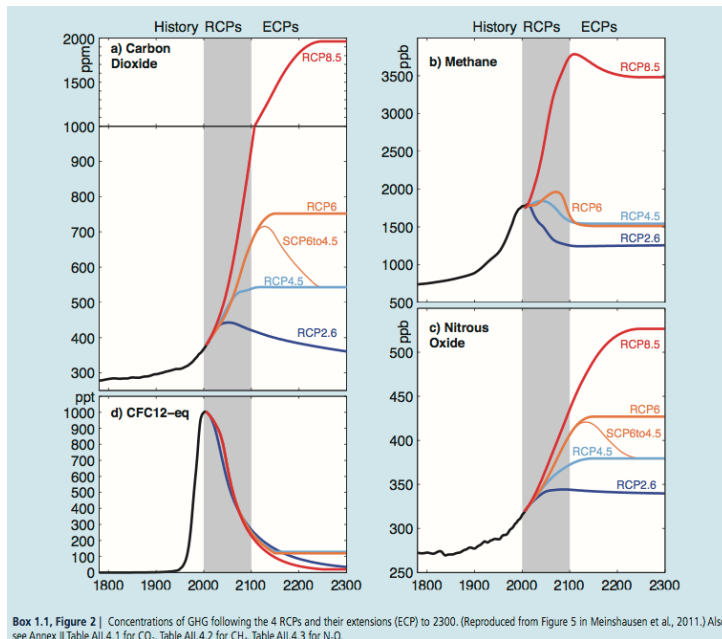


Fig. 2.1 GHG abundance, 1950–2100. Time series of the atmospheric CO₂, CH₄, and N₂O from RCP 2.6 (van Vuuren et al. 2011b), RCP 4.5 (Thomson et al. 2011), RCP 6.0 (Masui et al. 2011), RCP 8.5 (Riahi et al. 2011), and observations (black) (Ballantyne et al. 2012; Dlugokencky et al. 2009; Montzka et al. 2011). Values of GHG mixing ratios from RCP extend back to 1860, but this figure starts in 1950 since most of the rise in these GHGs has occurred since that time. See Methods for further information

Quelle: Ross J. Salawitch · Timothy P. Canty Austin P. Hope · Walter R. Tribett Brian F. Bennett
 Paris Climate Agreement: Beacon of Hope,
 Springer Climate, 2017,
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-46939-3_1 (DOI 10.1007/978-3-319-46939-3_1)



Box 1.1, Figure 2 | Concentrations of GHG following the 4 RCPs and their extensions (ECP) to 2300. (Reproduced from Figure 5 in Meinshausen et al., 2011.) Also see Annex II Table AII.4.1 for CO₂, Table AII.4.2 for CH₄, Table AII.4.3 for N₂O.

Quelle: WG1AR5_all_final_Box1.1_fig2, page 148

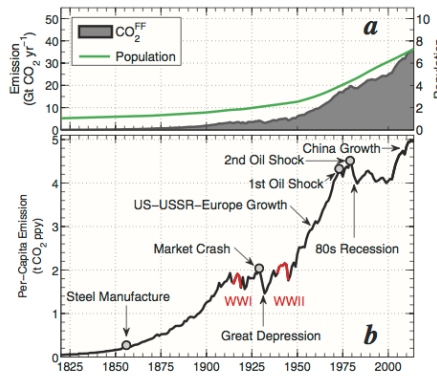


Fig. 3.1 Total global emission of atmospheric CO₂. (a) Emission of CO₂ from combustion of fossil fuels, flaring, and cement manufacture (CO₂^{FF}, grey shaded) as well as global population (green), from 1820 to 2014; (b) per-capita emission of global atmospheric CO₂ (pC^{GL}) expressed in metric tons of CO₂ per person, per year (t CO₂ ppy). World events associated with changes in pC^{GL} are noted. See Methods for further information

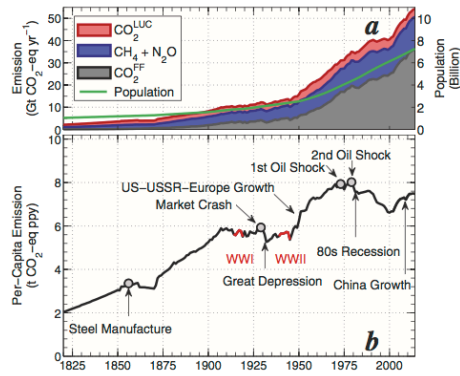


Fig. 3.2 Total global emission of atmospheric CO₂, CH₄, and N₂O. (a) Emission of CO₂ from combustion of fossil fuels (CO₂^{FF}; same as Fig. 3.1), anthropogenic emission of CH₄ plus N₂O expressed as CO₂-equivalent (CO₂-eq) (blue), and emission of CO₂ from land use change (CO₂^{LUC}, red); global population (green) is also shown; (b) per-capita emission of CO₂^{FF} + CO₂^{LUC} + CH₄ + N₂O, termed pC^{GL-CG}, expressed in metric tons of CO₂-eq per person, per year (t CO₂-eq ppy). World events associated with changes in pC^{GL-CG} are noted. See Methods for further information

Quelle: pages 122, 123 of
 Ross J. Salawitch · Timothy P. Canty Austin P. Hope · Walter R. Tribett Brian F. Bennett
 Paris Climate Agreement: Beacon of Hope,
 Springer Climate, 2017

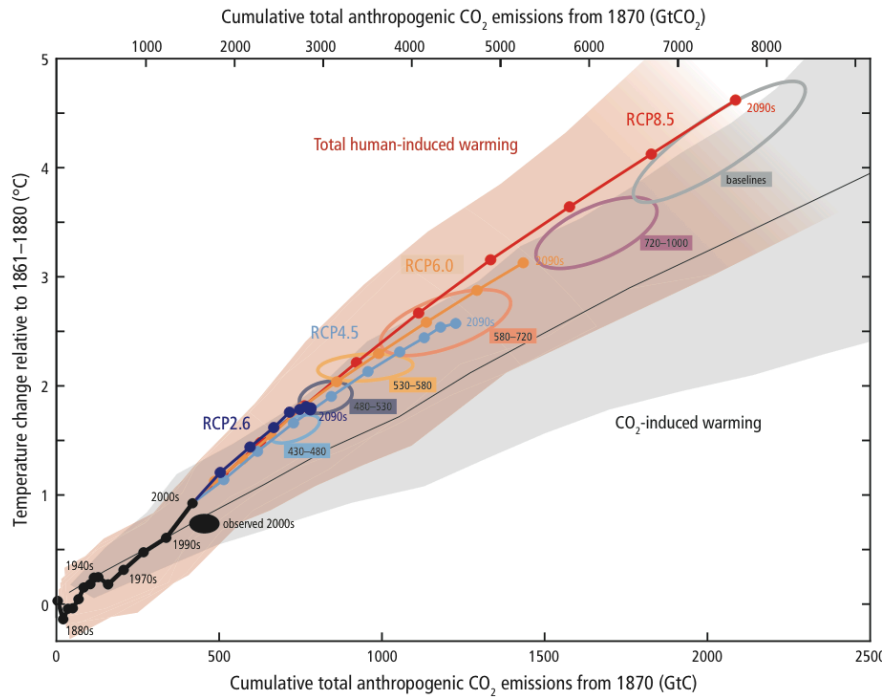


Fig. 2.3 - Total human-induced warming-range = Earth System Model range from AR5 for MAGICC curve and 16% - 84% TCRE range see Figure 2.SM.3 in "carbon_cycle_short-term.rtf" excerpting 2.SM Mitigation Pathways Compatible with 1.5°C in the Context of Sustainable Development - Supplementary Material

ESM = Earth System Model
 TCRE = Transient climate response to cumulative CO₂ emissions
 Transient Climate Response to cumulative CO₂ Emissions (TCRE)
 The transient global average surface temperature change per unit cumulative CO₂ emissions, usually 1000 GtC.
 TCRE combines both information
 • on the airborne fraction of cumulative CO₂ emissions (the fraction of the total CO₂ emitted that remains in the atmosphere, which is determined by carbon cycle processes) and
 • on the transient climate response (TCR).
 See also Transient climate response (under Climate sensitivity).

Climate sensitivity	Climate sensitivity refers to the change in the annual global mean surface temperature in response to a change in the atmospheric CO ₂ concentration or other radiative forcing.
Equilibrium climate sensitivity	Refers to the equilibrium (steady state) change in the annual global mean surface temperature following a doubling of the atmospheric carbon dioxide (CO ₂) concentration. As a true equilibrium is challenging to define in climate models with dynamic oceans, the equilibrium climate sensitivity is often estimated through experiments in AOGCMs where CO ₂ levels are either quadrupled or doubled from pre-industrial levels and which are integrated for 100-200 years. The climate sensitivity parameter (units: °C (W m ⁻²) ⁻¹) refers to the equilibrium change in the annual global mean surface temperature following a unit change in radiative forcing.
Effective climate sensitivity	An estimate of the global mean surface temperature response to a doubling of the atmospheric carbon dioxide (CO ₂) concentration that is evaluated from model output or observations for evolving non-equilibrium conditions. It is a measure of the strengths of the climate feedbacks at a particular time and may vary with forcing history and climate state, and therefore may differ from equilibrium climate sensitivity.
Transient climate response	The change in the global mean surface temperature, averaged over a 20-year period, centered at the time of atmospheric CO ₂ doubling, in a climate model simulation in which CO ₂ increases at 1% yr ⁻¹ from pre-industrial. It is a measure of the strength of climate feedbacks and the timescale of ocean heat uptake.

The Climate Action Tracker

The Climate Action Tracker is an independent scientific analysis that tracks government climate action and measures it against the globally agreed Paris Agreement aim of "holding warming well below 2°C, and pursuing efforts to limit warming to 1.5°C." A collaboration of two organisations, Climate Analytics and New Climate Institute, the CAT has been providing this independent analysis to policymakers since 2009.

CAT quantifies and evaluates climate change mitigation commitments, and assesses, whether countries are on track to meeting those. It then aggregates country action to the global level, determining likely temperature increase by the end of the century. CAT also develops sectoral analysis to illustrate required pathways for meeting the global temperature goals. CAT tracks 32 countries covering around 80% of global emissions.

try also: <http://climate.atmos.uiuc.edu/isam2/index.html>

die folgende Tabelle wurde auf Mathematica projiziert und verbessert

Was würde global passieren, wenn alle Menschen soviel CO2 emittieren würden wie die Deutschen. Zur Berechnung wurden die deutschen Emissionen entsprechend ihrem Bevölkerungsanteil (1% der Weltbevölkerung) mit dem Faktor 100 multipliziert.

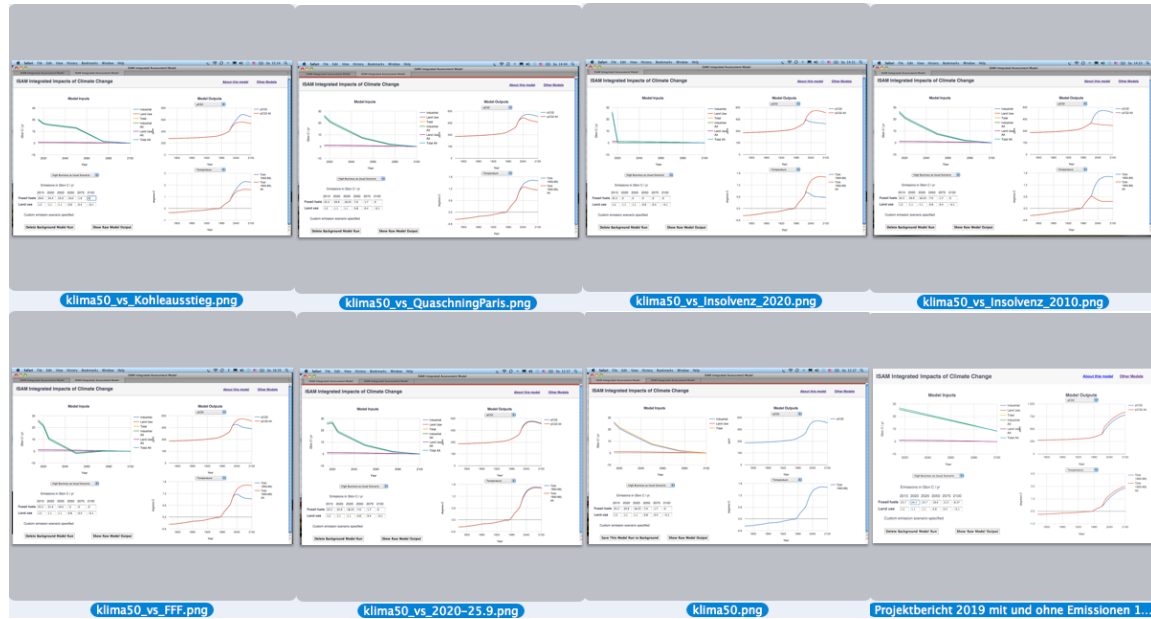
Annahme: Die deutschen energiebedingten THG-Emissionen sind 84% der totalen THG-Emissionen
In der Tabelle stehen die totalen THG-Emissionen

	1990	2014	2015	2020	2030	2040	2050	2075	2100	
D: Reduktion (%)	100	-27.7	-27.2	-40	-55	-70	(-80 ... 95)	100	100	
Klima50: Emission (Gt CO ₂ eq/a)	1.252	0.905	0.911	0.751	0.563	0.375	0.250 ... 0.062	0.062	0	
Klima50: Emission (Gt C/a)	0.348	0.254	0.253	0.209	0.156	0.104	0.070 ... 0.017	0.017	0	
Klima50 Welt: Emission (Gt C/a)	34.8	25.4	25.3	20.9	15.6	10.4	7.0 ... 1.7	1.7	0	ISAM-D (Archer)
Welt: Emission (Gt CO ₂ eq/a) RCP6.0	38.0	45	45	45	45	52	60	75	65	
Welt: Emission (Gt C/a) RCP6.0	10.6	12.5	12.5	12.5	12.5	14.4	16.7	20.8	18.0	ISAM-RCP6.0 (Archer)
Welt: Emission (Gt CO ₂ eq/a) RCP4.5	38.0	45	45	48	50	55	55	32	28	
Welt: Emission (Gt C/a) RCP4.5	10.6	12.5	12.5	13.3	13.9	15.3	15.3	8.9	7.8	ISAM-RCP4.5 (Archer)
Welt: Emission (Gt CO ₂ eq/a) RCP2.6		45	45	45	39	29	20	10	5	
Welt: Emission (Gt C/a) RCP2.6		12.5	12.5	12.5	10.8	8.1	5.5	2.8	1.39	ISAM-RCP2.6 (Archer)
Welt: Emission (Gt CO ₂ eq/a) RCP2.6		2000: 39 2010: 48	45	2020: 45	2030: 39	2040: 29	2050: 20 2060: 15	2070: 10 2080: 8 2090: 7	6	
Welt: Emission (Gt C/a) RCP2.6		2000: 10.8 2010: 13.3	12.5	2020: 12.5	2030: 10.8	2040: 8.06	2050: 5.56 2060: 4.17	2070: 2.78 2080: 2.22 2090: 1.94	2100: 1.67	ISAM-RCP2.6 (#12344 Auf Jan)
Jahr	1990	2015	2020	2025	2050	2075	2100			
Klima50 Welt: Emission (Gt C/a)	34.8	25.3	20.9	18.25	7.0 ... 1.7	1.7	0			Wiederholung D von oben
DKohleausstieg (Gt CO ₂ a)		0.911	0.751	0.7	0.6	0.062	0	0	0	Kohleausstieg nach Quaschning
DKohleausstieg (Gt C/a)		0.296	0.244	0.23	0.19	0.019	0	0	0	
DKohleausstieg Welt (Gt C)		29.6	24.4	23.0	19.0	1.9	0			
DFridays4Future (Gt CO ₂ a)		0.78	0.65	0.5	0	0	0	0	0	
DFridays4Future (Gt C/a)		0.253	0.21	0.16	0	0	0	0	0	
DFridays4Future Welt (Gt C/a)		25.3	21.0	16.0	0	0	0			
Projektbericht der Bundesregierung-2019 (GtCO ₂ eq)	1990:1.252	2005: 1.011 2010: 0.959	2016: 0.930	2020: 0.902	2025: 0.851 2030: 0.790 2035: 0.756					
Projektbericht Welt (Gt C/a)										

Archer-ISAM: Auswertung:

Verbesserung des Vorgehens: Anstelle obiger handgestrichelter Tabelle

- mit climate_models.ma Tabelle der Emissionen (Welt GtC/a) für Eingabemaske in Archers ISAM berechnen.
- Eingabemaske Archers ISAM - run Archers ISAM mit Vergleich zweier Szenarios



Quelle der Zahlen:

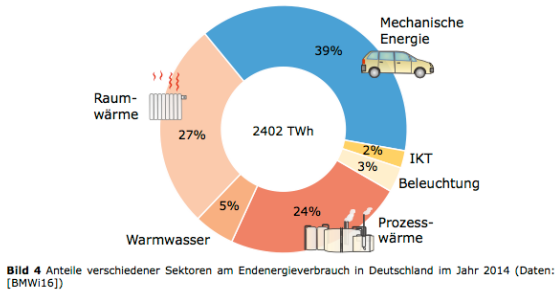
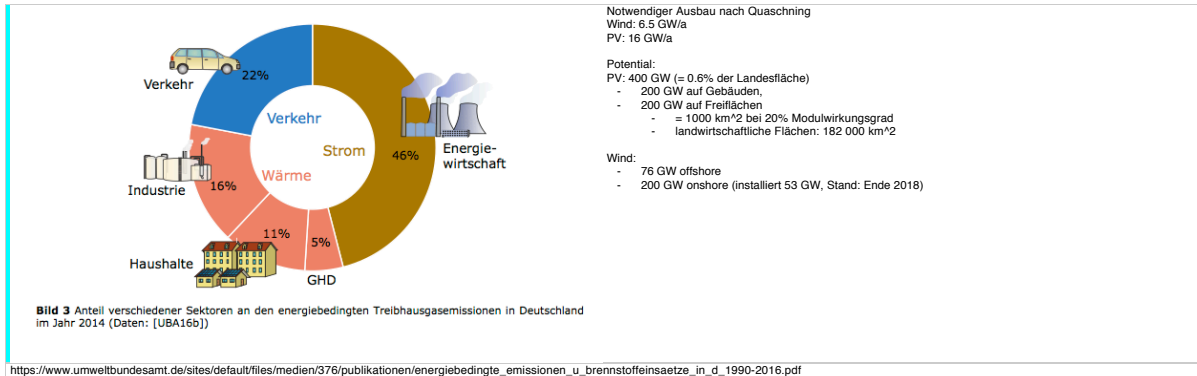
- Klimaschutzziele Deutschlands Cache: Bilder&odp/UBA-Treibhausgas-Emissionen_in_Deutschland/8_tab_thg-emi-kat_2019_0.jpg
- IPCC WGIII AR5 Full

VOLKER QUASCHNING

Sektorkopplung durch die Energiewende

Anforderungen an den Ausbau erneuerbarer Energien zum Erreichen der Pariser Klimaschutzziele unter Berücksichtigung der Sektorkopplung (20.6.2016)

Cache: literatur/Quaschning-Sektorkopplungsstudie.pdf



final energy consumption: Energieverbrauch
 primary consumption: Energieverbrauch plus Verluste

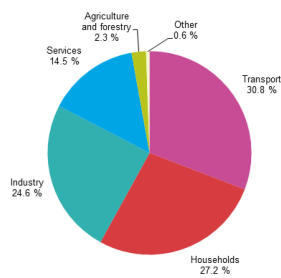
Primary energy consumption measures the total energy demand of a country. It covers

- consumption of the energy sector itself,
- losses during transformation (for example, from oil or gas into electricity) and distribution of energy, and
- the final consumption by end users. It excludes energy carriers used for non-energy purposes (such as petroleum not used for combustion but for producing plastics).

Energy Statistics (EU) - an Overview

see also full article at https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_statistics_-_an_overview

Final energy consumption by sector, EU-28, 2017
 (% of total, based on tonnes of oil equivalent)



Source: Eurostat (online data code: nrg_bal_a)

eurostat

Global Warming of 1.5 °C Special Report, IPCC, 2019

An IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty.

Summary for Policymakers

- [View](#)
- [Download](#)
- [Explore Graphics](#)

Chapter 1

Understanding the impacts of 1.5°C global warming above pre-industrial levels and related global emission pathways in the context of strengthening the response to the threat of climate change, sustainable development and efforts to eradicate poverty.

Executive Summary

- [View](#)
- [Download](#)
- [Explore Graphics](#)

Chapter 2

Showing how emissions can be brought to zero by mid-century stay within the small remaining carbon budget for limiting global warming to 1.5°C.

Executive Summary

- [View](#)
- [Download](#)
- [Explore Graphics](#)

Chapter 3

Why is it necessary and even vital to maintain the global temperature increase below 1.5°C versus higher levels? Adaptation will be less difficult. Our world will suffer less negative impacts on intensity and frequency of extreme events, on resources, ecosystems, biodiversity, food security, cities, tourism, and carbon removal.

Executive Summary

- [View](#)
- [Download](#)
- [Explore Graphics](#)

Chapter 4

The global response to warming of 1.5°C comprises transitions in land- and ecosystem, energy, urban and infrastructure, and industrial systems. The feasibility of mitigation and adaptation options, and the enabling conditions for strengthening and implementing the systemic changes.

Executive Summary

- [View](#)
- [Download](#)
- [Explore Graphics](#)

Chapter 5

The interactions of climate change and climate responses with sustainable development including sustainable development impacts at 1.5°C and 2°C, the synergies and tradeoffs of mitigation and adaptation with the Sustainable Development Goals/SDGs, and the possibilities for sustainable and equitable low carbon, climate-resilient development pathways.

Executive Summary

- [View](#)

- [Download](#)
- [Explore Graphics](#)

Glossary

This glossary defines some specific terms as the Lead Authors intend them to be interpreted in the context of this report. Blue, italicized words indicate that the term is defined in the Glossary. Note that subterms are in italics beneath main terms.

View

- [View](#)
- [Download](#)
- [Explore Graphics](#)
- [SPM_Summary for Policymakers](#)
- [1. Framing and Context](#)
- [2. Mitigation pathways compatible with 1.5°C in the context of sustainable development](#)
- [3. Impacts of 1.5°C global warming on natural and human systems](#)
- [4. Strengthening and implementing the global response](#)
- [5. Sustainable Development, Poverty Eradication and Reducing Inequalities](#)
- [6. Glossary](#)

Chapter 2:

Mitigation Pathways Compatible with 1.5°C in the Context of Sustainable Development

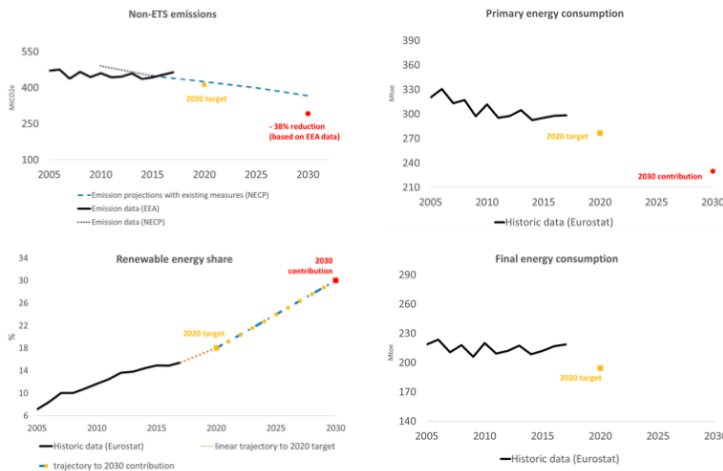
... 1.5°C pathways with no or limited overshoot include a rapid decline in the carbon intensity of electricity and an increase in electrification of energy end use (high confidence)..

By 2050, the carbon intensity of electricity decreases to -92 to +11 gCO₂ MJ⁻¹ (minimum–maximum range) from about 140 gCO₂ MJ⁻¹ in 2020, and electricity covers 34–71% (minimum–maximum range) of final energy across 1.5°C pathways with no or limited overshoot from about 20% in 2020. By 2050, the share of electricity supplied by renewables increases to 59–97% (minimum–maximum range) across 1.5°C pathways with no or limited overshoot.

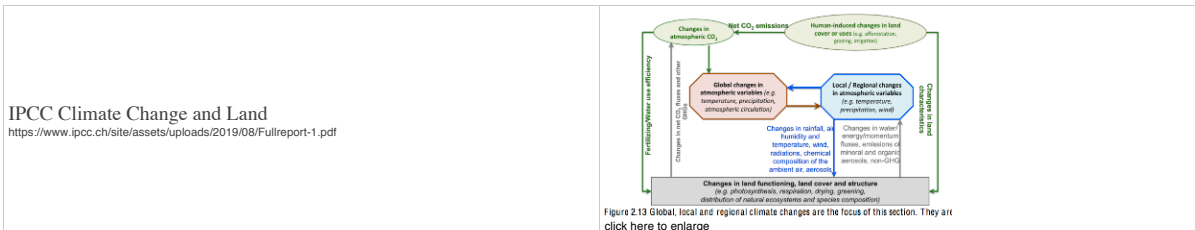
Time to pick up the pace

Climate Action Network (can)

Germany plans to reduce its greenhouse gas emissions in sectors such as transport, buildings, waste and agriculture (non-ETS sectors) by 38% compared to 2005 by 2030, as required by the EU law. The draft National Energy and Climate Plan (NECP) still lacks a detailed impact assessment of proposed measures on non-ETS emissions. Existing measures are expected to reduce emissions by 25.5% compared to 2010 by 2030, but there is no information provided for the emission reductions compared to 2005. Based on European Environment Agency (EEA) projections, with existing measures alone, Germany is expected to reduce its non-ETS emissions by only 21.1% compared to 2005. The renewable energy contribution is set at 30% for 2030, starting with a share of 18% in 2020, which is the same as the country's 2020 target. The draft plan refers to a primary energy consumption level of 230 Mtoe (= 2674 TWh) in 2030, linked to the long-term target of 50% reduction of primary energy consumption by 2050. However, the plan does not provide a clear indication of final energy consumption.



- [Links 20.7.2019](#)
- [Klimaschutzziele Deutschlands](#)
- [auch: https://www.umweltbundesamt.de/print/daten/klimawandel/klimaschutzziele-deutschlands](https://www.umweltbundesamt.de/print/daten/klimawandel/klimaschutzziele-deutschlands)
- [Klimaschutz im Stromsektor 2030 – Vergleich von Instrumenten zur Emissionsminderung](#)
- [Kohlstrom: 50 Prozent weniger bis 2030 ist möglich – und nötig!](#)
- [BEE-Szenario 2030: 65% Erneuerbare Energien bis 2030](#)



IPCC Climate Change and Land
<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/08/Fullreport-1.pdf>

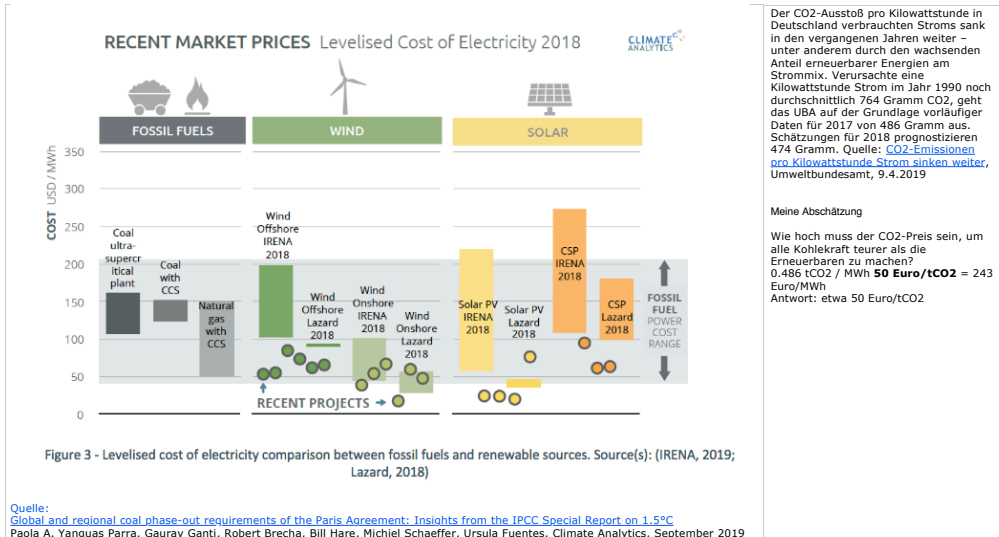
„Es geht um die Zukunft der jungen Generation“
 DLF Umwelt und Verbrauch, 15.03.2019

Carl-Friedrich Schleussner (Climate Analytics): Auf dem aktuellen Pfad, auf dem wir uns befinden, steuern wir aber, wie Sie richtig gesagt haben, auf ein Überschreiten dieser Ziele zu, auf eine Welt von ungefähr drei Grad oder mehr. Wenn wir auf einem solchen Pfad wären, würden wir das 1,5-Grad-Ziel in der zweiten Hälfte der 2030er-Jahre ungefähr überschreiten und dann um das Jahr 2050 herum das Zwei-Grad-Ziel. Das heißt natürlich, wenn man das auf generationale Fragen überträgt, dass heutige junge Menschen eine Welt über 1,5 Grad und eine Welt über zwei Grad sehr wohl erleben werden. Zum Beispiel haben wir uns das einfach demographisch ein bisschen angeschaut und ein heute 16-Jähriger würde ganz sicher mehr als die Hälfte seines Lebens im Mittel über anderthalb Grad leben, fast sogar die Hälfte seines Lebens über zwei. Und damit wären die Klimafolgen, die für heute ältere Generationen noch als hypothetische Zukunftsfragen gesehen werden, für junge Menschen heute schon sehr konkret und werden lebensbestimmend sein.

Wir hatten im Herbst einen neuen Sonderbericht SR15 des Weltklimarats, des IPCC, zu den Klimafolgen bei 1,5 Grad und auch insbesondere verglichen zu zwei Grad... Sie [die heute 16-Jährigen] werden Sommer erleben oder September erleben, wo die Arktis fast eisfrei ist. Wir werden Hitzeextreme erleben wie letzten Sommer, nicht wie im Moment vielleicht alle vier, fünf Jahre, sondern jedes zweite Jahr oder noch öfter, und wir werden Hitzeextreme erleben, die wir so noch gar nicht hatten. Wir werden Klimafolgen erleben, die insbesondere in den Ländern des globalen Südens noch viel stärker zutreffen als bei uns, und das wird diese Länder und die Möglichkeiten ihres Entwicklungspotenzials noch stärker in Mitleidenschaft ziehen, als das vielleicht jetzt schon der Fall ist.

... wir haben in der Publikation zeigen können, dass jede fünf Jahre Verzögerung im Erreichen des Scheitelpunkts der globalen CO₂-Emission auf längere Sicht zu einem Meeresspiegelanstieg von ungefähr zusätzlich 20 Zentimetern führt.

... es gibt einige Studien, die sich Fragen von zum Beispiel Pro-Kopf-Emissionen altersverteilt anschauen, zumindest im Falle der USA, und da ist es so, dass man sieht, dass die Emissionen – und das ist auch wenig überraschend eigentlich – mit dem Vermögen, mit dem Einkommen steigen und damit auch ältere Generationen höhere Pro-Kopf-Emissionen haben als jüngere Generationen. Das heißt, auch schon im jetzt tragen ältere Menschen einen höheren Anteil zum Klimawandel bei als junge. Dann geht es aber auch vor allen Dingen bei der Transformation hin zu den Pariser Zielen nicht nur um individuelle Verhaltensweisen, die natürlich darin wichtig sind, aber vor allen Dingen um die grundlegende Veränderung einer gesellschaftlichen Organisation, in der Menschen dann auch sich selbst und ihre Ziele verwirklichen können. Das heißt, ohne diese gesellschaftliche Transformation ist es mit individuellen Handlungsoptionen auch schwer gemacht, einen wirklichen Beitrag oder einen signifikanten Beitrag zum Klimaschutz zu leisten.



Anatomie einer Katastrophe

Sabrina Ebltsch, Hennes Elbert, Christian Endt, Verena Gehrig, Michael Hörz, Dalila Keller, Stefan Kloiber, Markus C. Schulte von Drach, Marlene Weiß, Süddeutsche Zeitung, Datum: vor dem 20. September 2019
 Alle reden über die Klimakrise, aber kaum einer versteht sie. Über ihre Ursachen und wie unsere Zukunft aussieht - bei 1,5 bis vier Grad.

The chapters posted are the Final Government Draft versions. They are subject to correction, copy-editing, layout and "trickleback" adjustments to the text of the full report to ensure consistency with the approved Summary for Policymakers

In case of a suspected error in an IPCC report, please send a mail to ipccerrorprotocol@wmo.int containing the following information: Complete name, Telephone, Organization, Country, Publication, Chapter, Page, Line, and Comments. The IPCC Protocol for Addressing Possible Errors is [here](#)

IPCC SROCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate

Summary for Policymakers

Document

- Summary for Policymakers [Download](#)
- SPM Figure 1 [Download](#)
- SPM Figure 2 [Download](#)
- SPM Figure 3 [Download \(ABC\)](#) [Download \(D\)](#)
- SPM Figure 4 [Download](#)
- SPM Figure 5 [Download \(AB\)](#) [Download \(CD\)](#)

Full report

Document

- Full report (39 MB) [Download](#)
- Chapter 1: Framing and Context of the Report [Download](#) [Supplementary material](#)
- Chapter 2: High Mountain Areas [Download](#) [Supplementary material](#)
- Chapter 3: Polar Regions [Download](#) [Supplementary material](#)
- Chapter 4: Sea Level Rise and Implications for Low Lying Islands, Coasts and Communities [Download](#) [Supplementary material](#) [Data Files](#)
- Chapter 5: Changing Ocean, Marine Ecosystems, and Dependent Communities [Download](#) [Supplementary material](#)
- Chapter 6: Extremes, Abrupt Changes and Managing Risks [Download](#)
- Integrative Cross-Chapter Box: Low Lying Islands and Coasts [Download](#)

Supporting material

Document

- Glossary [Download](#)
- Review Editor Reports [Download](#)
- Headline Statements [Download](#)
- Changes to the Underlying Scientific/Technical Assessment [Download](#)
- List of Substantive Edits (Corrigendum) (updated 30.09.2019) [Download](#)

Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU)

aus Material zur Vollversorgung mit Strom aus Erneuerbaren Energien: - Die Sicht eines Fachfremden

- [Olav Hohmeyer, 100% erneuerbare Stromversorgung bis 2050: klimaverträglich, sicher, bezahlbar*](#) (im Cache).
- [Sachverständigenrat für Umweltfragen, "Wege zur 100% erneuerbaren Stromversorgung", Sondergutachten](#), Januar 2011 (im Cache, Januar 2011), [Kurzfassung](#) für Entscheidungsträger (im Cache, August 2011)



zum Vergrößern auf Bild klicken
 Quelle: Abb. 4-50 in "Wege zur 100% erneuerbaren Stromversorgung", Kurzfassung, SRU-Sondergutachten, Januar 2011 (im [Cache](#), August 2011).

zugrundegelegtes [Szenario 2.1a](#): Tab. 3-6 in [SRU-Sondergutachten](#).

Abbildung: Entwicklung der Stromgestehungskosten (= Investitions- plus Betriebskosten) für 100% Erneuerbare-Energien-Strom (EE-Strom).

Beispiel: EE-Strom mit Speichern und Leitungsausbau ([Szenario 2.1a](#)) würden zur Zeit (Jahr 2010) jede Person in Deutschland 0,9 Euro/Tag mehr kosten als Strom aus unserem heutigen Stromenergiemix.

Berechnungsgrundlage:

- Gesamtstromverbrauch in Deutschland (2009) $520 \cdot 10^9$ kWh/a.
 - Bevölkerungszahl: $82 \cdot 10^6$.
 - **Gestehungskosten-Differenz** für 100% erneuerbaren Strom gegenüber heutigem Energiemix: 0.05 Euro/kWh.
- Ergebnis: zusätzliche Gestehungskosten für 100% erneuerbaren Strom im Jahr 2010:
 $(520 \cdot 10^9 \text{ kWh/Jahr}) \cdot (0.05 \text{ Euro/kWh}) / (82 \cdot 10^6 \text{ Deutsche}) = 0.9 \text{ Euro pro Person pro Tag.}$

Szenario 2.1a ("DE-DK/NO 100% SV - 500"), Jahr 2050 ([Tab. 3-6](#) in [SRU-Sondergutachten](#)), d.h. 100% Selbstversorgung Deutschlands aus dem Verbund Deutschland - Dänemark/Norwegen, jährlicher deutscher elektrischer Energieverbrauch: 509 TWh/a.

Aufgaben und Eigenschaften

- Erzeugungskosten: 0.07 Euro/kWh.
- Ausbau der Kapazitäten gegenüber 2010: Die Leistung der austauenden Kernkraftwerke wird im wesentlichen durch Off-Store Windkraft übernommen.
- gesamte in Deutschland installierte Kraftwerkskapazität: 163 GW_e, Produktion elektrischer Energie: **509 TWh/a**.
- Zusammenschluß von Deutschland, Dänemark und Norwegen.
 - Der Verbund mit Norwegen liefert die notwendigen Speicherkapazitäten zur Glättung des EE-Stroms: 46 GW Leitung zwischen Norwegen und Dänemark, 42 GW Leitung zwischen Dänemark und Deutschland transportieren **76 TWh/a** elektrische Energie zur Glättung.
 - Kein Strom wird von außerhalb dieses Zusammenschlusses gekauft.
- Entwicklung und Ausbau von Pumpwasser- und Druckluft-Speichern: 1.2 GW und 18.1 GW, **1.0 und 5.7 TWh/a**.

Anmerkung - Wirkungsgrade ([UBA](#), Juli 2010):

- Pumpspeicher: > 80% (74% gegenw. in Deutschland, deutsche Gesamtleistung: 6.6 GW, deutsche Gesamtspeicherkapazität: 40 GWh).
- Methanisierung: 75% - 85%.

Der elektrische Systemwirkungsgrad für die gesamte Kette (Überschussstrom - Wasserstoffherzeugung - Methanisierung - Speicherung - Rückverstromung von Methan in GuD-Kraftwerken) liegt bei ca. 35% ([Kapitel 7.3](#) von [UBA](#)).