


## Fußnoten

- I Deutschland hat sich international im Rahmen des Kyoto-Protokolls zur Reduktion der Treibhausgasemissionen um 21 % für den Zeitraum 2008/2012 gegenüber 1990 verpflichtet. Darüber hinaus hat die Bundesregierung im Herbst 2010 ein Energiekonzept vorgelegt und im Juni 2011 aktualisiert. Dieses sieht einen steigenden Anteil erneuerbarer Energien an der Energieerzeugung in Deutschland bei gleichzeitigem Ausstieg aus der Kernenergie vor. Hinzu kommen differenzierte Ziele zur Verringerung des Energieverbrauchs in unterschiedlichen Sektoren. Zudem wurden konkrete Minderungsziele für Treibhausgasemissionen gegenüber 1990 festgelegt: 40 % bis 2020, 55 % bis 2030, 70 % bis 2040 und 80–95 % bis 2050.
- II Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft
- III Der rechnerische Wert liegt bei 51 %. Es ist zu beachten, dass für 2050 der internationale See- und Flugverkehr mit bilanziert wurde. Derzeit ist dies nicht der Fall.
- IV Entsprechend den Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE)

## Impressum

**Herausgeber:**  
Umweltbundesamt  
Fachgebiet I 2.2  
Postfach 14 06  
06813 Dessau-Roßlau  
Telefax: (0340) 2103-0  
E-Mail: [info@umweltbundesamt.de](mailto:info@umweltbundesamt.de)  
Internet: [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)

 [facebook.com/umweltbundesamt.de](https://facebook.com/umweltbundesamt.de)  
 [www.twitter.com/umweltbundesamt](https://www.twitter.com/umweltbundesamt)

**Bildquellen:**  
Titel: © Bernd Müller, BMU Bilderdatenbank

► **Download als pdf**  
[www.uba.de/publikationen/treibhausgasneutrales-deutschland-im-jahr-2050](http://www.uba.de/publikationen/treibhausgasneutrales-deutschland-im-jahr-2050)



**HINTERGRUND // OKTOBER 2013**

# Treibhausgasneutrales Deutschland im Jahr 2050

## Kurzzusammenfassung

Für Mensch & Umwelt

**Umwelt  
Bundesamt** 

Um eine gefährliche Störung des Klimasystems mit nicht mehr beherrschbaren Folgen möglichst zu verhindern, müssen Industrieländer ihre Emissionen um etwa 80–95 % gegenüber 1990<sup>1</sup> zu reduzieren. *Unsere Studie zeigt: Ein nahezu treibhausgasneutrales Deutschland mit einem jährlichen Pro-Kopf-Ausstoß von rund einer Tonne CO<sub>2äq</sub> im Jahr 2050 ist technisch möglich (Minderung um rund 95 % gegenüber 1990).*

Für die Szenarioanalyse gehen wir davon aus, dass Deutschland im Jahre 2050 ein exportierendes Industrieland mit einem bis dahin durchschnittlichen jährlichen Wirtschaftswachstum von 0,7 % des Bruttoinlandsprodukts ist und dass im Jahr 2050 noch etwa 72 Millionen Menschen in Deutschland leben mit ähnlichen Konsum- und Verhaltensmustern wie heute. Unsere Studie bezieht alle Quellen für Treibhausgasemissionen in Deutschland ein, also die Sektoren Energie (einschließlich Verkehr), Landwirtschaft, Industrieprozesse, Abfall und Abwasser und LULUCF<sup>II</sup>. Sie basiert auf Nachhaltigkeitserwägungen auf folgenden Prämissen:

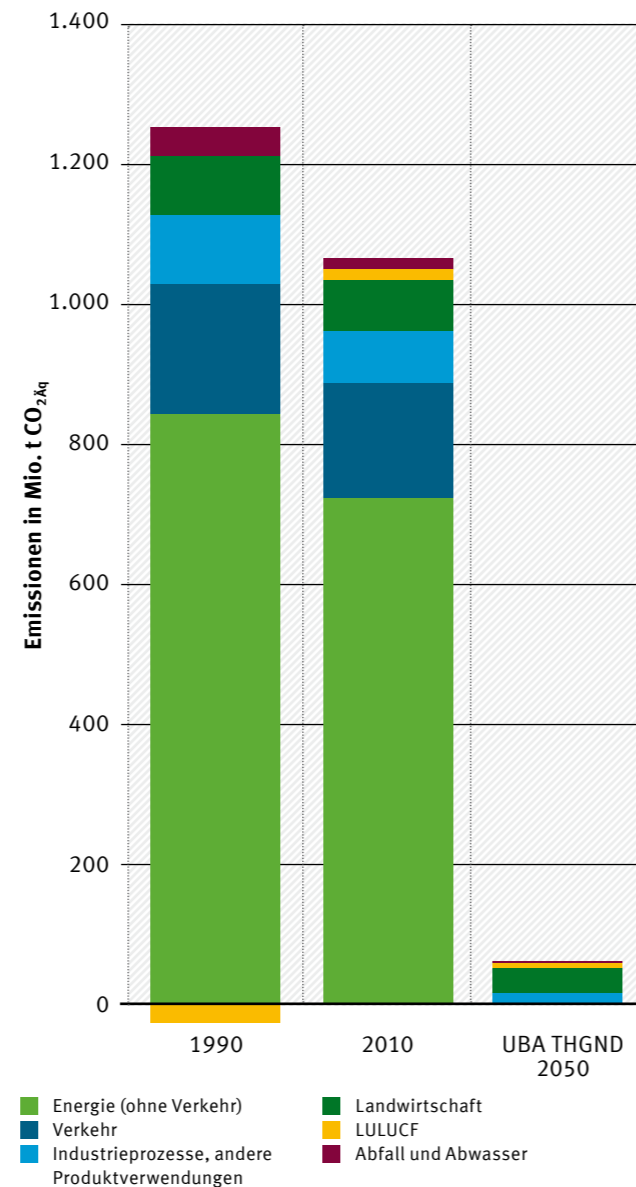
- ▶ Keine fossilen oder nuklearen Energieträger
- ▶ Keine Anbaubiomasse für energetische Zwecke
- ▶ Keine Berücksichtigung von CCS (Carbon Capture and Storage)

Die Studie ist keine Prognose der künftigen Entwicklung und zeigt auch keine Transformationspfade, sondern beschreibt eine von verschiedenen Möglichkeiten eines treibhausgasneutralen Deutschlands. Wesentliche Schritte hin zu einem treibhausgasneutralen Deutschland haben hohe Interdependenzen mit der Entwicklung innerhalb der EU und setzen eine europäische Politik voraus, die mindestens sehr hohe Treibhausgasminderungsziele für die gesamte Union verfolgt und nationale Politiken zur Treibhausgasneutralität unterstützt.

Wie aus Abbildung 1 ersichtlich verbleiben im Jahr 2050 vor allem aus den Sektoren Landwirtschaft und Industrieprozesse unvermeidbare Sockelemissionen. Daher ist es notwendig, Emissionen aus dem Energiesektor (Strom, Wärme und Verkehr) auf null zu senken durch den Umstieg auf erneuerbare Energien und die Ausschöpfung der Effizienzpotentiale.

Eine wichtige Voraussetzung für das treibhausgasneutrale Deutschland ist die Senkung des Endenergieverbrauchs. Wir zeigen, dass er bis 2050 in Haushalten, Verkehr, Industrie und in Gewerbe, Handel und

Abbildung 1:  
**Treibhausgasemissionen<sup>1,2</sup>**



1 1990 und 2010 nach NIR. Quelle: Umweltbundesamt  
2 Verkehr ohne internationalen Anteil am See- und Flugverkehr.

Dienstleistungen gegenüber 2010 halbiert<sup>III</sup> werden kann.

Zentraler Baustein einer vollständig regenerativen Energieversorgung ist die Erzeugung von Wasserstoff durch Wasserelektrolyse mit Hilfe von erneuerbar erzeugtem Strom. Aus Wasserstoff können durch weitere katalytische Prozesse Methan und weitere Kohlenwasserstoffe erzeugt werden (Power to Gas, PtG and Power to Liquid, PtL). Auf diese Weise werden regenerativ erzeugte Kraftstoffe für den Straßengüterfernverkehrs, den Flugverkehr und die Seeschifffahrt produziert. Des Weiteren können die Raumwärme und die Pro-

zesswärme für die Industrieprozesse durch erneuerbaren Strom oder durch regenerativ erzeugtes Methan bereitgestellt werden. In der chemischen Industrie kann die erdölbasierten Rohstoffversorgung auf regenerativ erzeugte Kohlenwasserstoffe umgestellt werden. So können die Emissionen in der Industrie bis auf die prozessbedingten Emissionen vorwiegend aus der Zement- und Kalkindustrie vermieden werden.

Allerdings besteht bei den oben beschriebenen Techniken PtG und vor allem PtL noch erheblicher Weiterentwicklungsbedarf bis zur breiten Markteinführung. Weiterhin sind sie mit erheblichen Umwandlungsverlusten verbunden wie aus Abbildung 2 ersichtlich und erfordern eine in ausreichender Menge verfügbare klimaneutrale Kohlenstoffquelle.

Wir gehen für unsere Studie von einer unabhängigen Stromversorgung in Deutschland aus. Dafür sind die Potentiale vorhanden. Wir gehen aber davon aus, dass ein Teil großer des für PtG und PtL in Deutschland benötigten Stroms an günstig erschließbaren Standorten im Ausland produziert würde. PtG und PtL könnten dann ebenfalls am Ort der Stromerzeugung erfolgen und die Brenn- und Kraftstoffe könnten importiert werden.

Die Emissionen in der Landwirtschaft lassen sich um

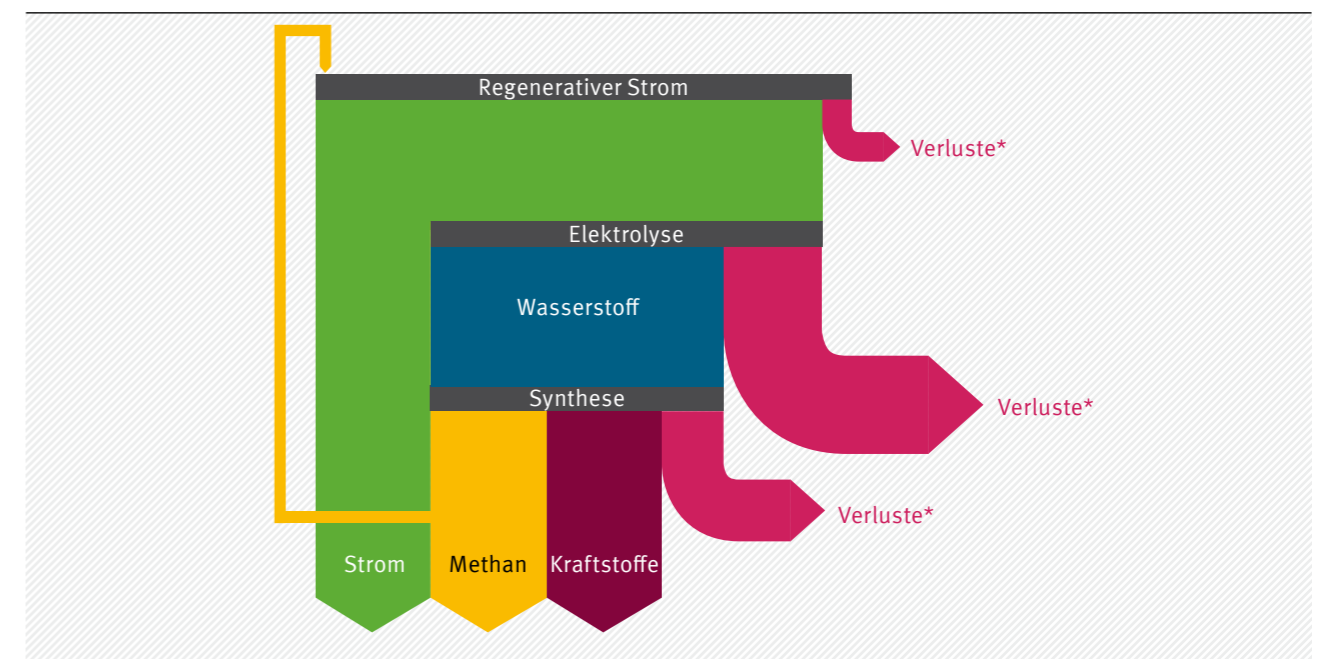
mehr als die Hälfte senken. Da technische Maßnahmen alleine nicht ausreichen, diese Minderung zu erreichen, ist es notwendig, den Tierbestand vor allem der Wiederkäuer zu verringern. Daher haben wir angenommen, dass sich der Fleischkonsum in Deutschland bis 2050 auf das Niveau reduziert, dass einer gesunden Ernährung entspricht<sup>IV</sup>. Dennoch ergeben sich in der Landwirtschaft im Jahr 2050 noch Emissionen in Höhe von 35 Mio. Tonnen CO<sub>2äq</sub>.

Die Emissionen aus dem Sektor LULUCF können vor allem durch die Renaturierung von landwirtschaftlich genutzten Moorflächen weiter gesenkt werden.

Die Emissionen aus dem Sektor Abfall und Abwasser sind bis heute schon stark gesunken und können durch vorwiegend technische Maßnahmen weiter gesenkt werden.

Themen, die in unserer Studie nicht umfassend betrachtet wurden und weiterer Untersuchungen bedürfen sind beispielsweise: ökonomische Kosten-Nutzen-Betrachtungen, Wechselwirkungen zur Ressourcenproduktivität, mögliche Verlagerungen von Emissionen ins Ausland, Beiträge zur Emissionsminderung von Verhaltensänderungen, politische Maßnahmen und Instrumente zur Umsetzung des treibhausgasneutralen Deutschlands erforderlich sind.

Abbildung 2:  
**Qualitative Darstellung des Energieflusses im UBA THGN D 2050 Szenario<sup>1,2</sup> eigene Darstellung.**



1 Inklusive des Bedarfs an regenerativen Einsatzstoffen für die chemische Industrie. Quelle: Umweltbundesamt  
2 Die Darstellungen der Energieströme sind proportional zu den notwendigen Energieströmen.  
\* einschließlich Leitungsverluste, der Verluste aus der Methan-Rückverstromung und der Verluste der Biomassennutzung und Strombereitstellung