

Erneuerbare Energien – die tragende Säule für die CO₂ - Emissionsreduktion in Deutschland

September 2018

Autoren

Wolfgang Riedl

Hans-Josef Fell

Erneuerbare Energien – die tragende Säule für die CO₂ - Emissionsreduktion in Deutschland

Seit 1990 haben die Erneuerbaren Energien mit 47% zur CO₂ - Emissionsreduktion in Deutschland beigetragen

Zusammenfassung

In vielen Publikationen, politischen Reden und Stellungnahmen von Windkraftgegnern oder gar Klimawandelleugnern wird das Argument zitiert, dass Erneuerbare Energien kaum zur Reduktion der Klimagasemissionen in Deutschland beitragen würden, da in den letzten Jahren trotz Ausbaus der Erneuerbaren Energien die CO₂ Emissionen in Deutschland nicht gesunken seien. Die Erneuerbaren Energien wären also nicht geeignet um nennenswert zum Klimaschutz beizutragen.

Das Ergebnis der vorliegenden Untersuchung stellt eindeutig fest, dass die Erneuerbaren Energien in Deutschland zu fast der Hälfte die Reduktion der Klimagasemissionen um 27% in 2017 seit 1990 verursacht haben. Mit 26% hat der Strukturwandel im Osten nach der Wende 1990 beigetragen. 17% wurden durch Effizienzmaßnahmen reduziert und nur 10% trug der Emissionshandel bei, welcher in der öffentlichen Debatte oft als entscheidendes politisches Instrument für den Klimaschutz angesehen wird.

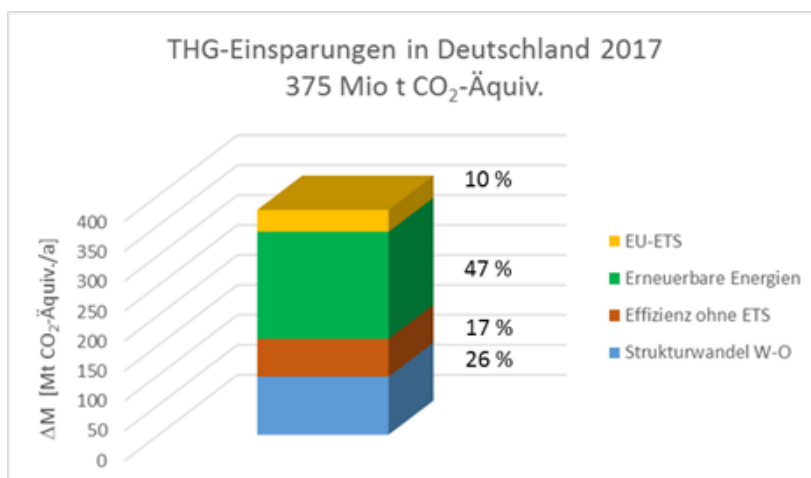


Abbildung 1: Säulendiagramm der Beiträge des west-ost-deutschen Strukturwandels zwischen 1990 und 1992, des Effizienzausbaus außerhalb des Emissionshandels, der Erneuerbaren Energien und durch den Emissionshandel EU-ETS. Quelle: Energy Watch Group

Dass in den letzten Jahren seit etwa 2015 die CO₂ Emissionen in Deutschland nicht mehr nennenswert gesunken sind, liegt unter anderem an zwei Faktoren:

- Die Erhöhung der Stromexporte ins Ausland, die den Kohlekraftwerken neue Absatzmärkte eröffnet haben;
- Dem rückläufigen jährlichen Ausbau der Erneuerbaren Energien.

Wie aus den Abbildungen 5 hervorgeht, stagniert der Anteil der Erneuerbaren Energien im Wärmesektor seit etwa 2010 und ist im Verkehrssektor seit 2009 sogar gesunken. Zudem gibt es im Stromsektor seit vielen Jahren keinen Ausbau der Wasserkraft mehr, seit 2015 keinen nennenswerten Ausbau mehr bei Bioenergien und Geothermie, sowie bei der Solarenergie einen auf wesentlich reduziertem Niveau gegenüber 2011. Auch bei der Windkraft greift nun die EEG-Novelle 2017. Im ersten Halbjahr 2018 ist der Neuzubau an Windkraft gegenüber dem gleichem Zeitraum 2017 um 47 % eingebrochen.

Die politisch gewollten und per Gesetzesänderungen verschiedener EEG-Novellen deutlich reduzierten jährlichen Neuzubauten von Erneuerbare-Energien-Anlagen sind also einer der Hauptgründe für das Nichterreichen der deutschen Klimaschutzziele.

Um den Klimaschutz in Deutschland wieder zur Geltung zu bringen, müssen also die jährlichen Erneuerbare Energien Ausbautzahlen drastisch erhöht werden, am besten soweit, dass eine vollständige Umstellung auf 100% Erneuerbare Energien bis 2030 erreicht wird. Anders ist die Einhaltung der Klimaschutzziele von Paris nicht möglich, wie die Analysen von Global Carbon Project zeigen (Abb.2).

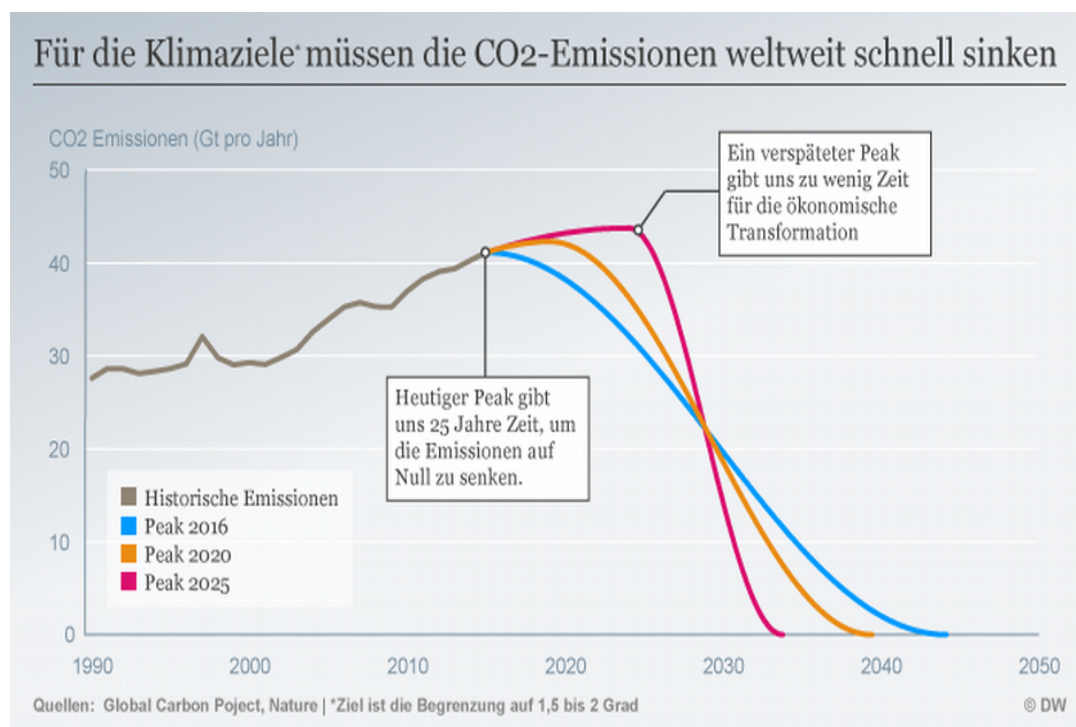


Abb.2: Fossile Energien und Abholzung erwärmen das Klima. Für das 1,5 bis 2 Grad-Ziel müssen CO₂-Emissionen schnell sinken. (Deutsche Welle).

Analyse

Als Folge der Verbrennung fossiler Energieträger steigt die Konzentration von Kohlenstoffverbindungen in der Erdatmosphäre rasch an. In früheren Zeiträumen stand die CO₂-Konzentration im Gleichgewicht mit dem Stoffwechsel der Biomasse und variierte träge auf äußere Bedingungen wie der solaren Einstrahlung in Abhängigkeit von planetarischen Konstellationen. Stets folgte die Oberflächentemperatur der Erde dem atmosphärischen Kohlenstoffgehalt, der die Abstrahlung der Erdoberfläche im fernen Infrarot empfindlich beeinflusst. Die Anreicherung der Atmosphäre mit CO₂ bestimmt überwiegend die Temperatur der Erdoberfläche, stärker auch als Schwankungen der Sonnenaktivität. Denn über die Temperatur stellt sich die Bilanz zwischen der sichtbaren und nahinfraroten solaren Einstrahlung und der ferninfraroten Wärmeabstrahlung der Erde ein.

Während die CO₂-Konzentration in Hunderttausenden von Jahren vor unserer Zeit einen Pegel von 300 ppm nie überschritten hat, steigt sie seit Beginn der fossil-industriellen Revolution beschleunigt an. Gegenüber einer Anstiegsrate von maximal etwa 100 ppm im Jahrtausend nach dem Ende der letzten Eiszeit geht aus Abbildung 3 eine gegenwärtige Rate von 2,4 ppm pro Jahr hervor.

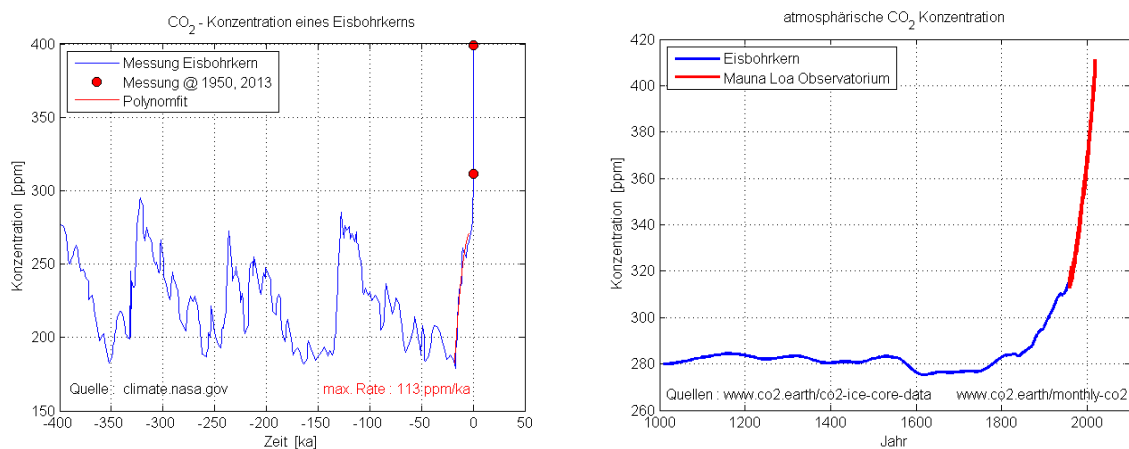


Abb.3: Verlauf der CO₂-Konzentration in den vergangenen 400 000 (a) und 1000 Jahren (b).

Der rasanten Anreicherung der Atmosphäre mit CO₂ als dem gegenwärtig wichtigsten Treibhausgas folgen die Temperaturverteilungen der Erdoberfläche, der Meere und damit auch der Atmosphäre zeitverzögert. Noch längst ist das Ausmaß eines klimatischen Gleichgewichts auf die 2015 mit 400 ppm gerissene Rekordmarke nicht erreicht, die seit der letzten mindestens 2 Millionen Jahre der Erdgeschichte besteht. Bereits heute beginnen die Klimate auf die erhöhten Temperaturen und die latenten Wärmeenergien der aufgeheizten Atmosphäre zu reagieren, indem der Permafrost in Gebirgen und arktischen Landflächen taut, sich der Rückgang der Meereisflächen beschleunigt, Eisschilde und Gebirgsgletscher schwinden und der Meeresspiegel steigt. Das geht aus allen wissenschaftlichen Beobachtungen hervor und auch in

der Bevölkerung wird dieser Entwicklungstrend anhand der sich häufenden Wetteranomalien wahrgenommen. Der zeitliche Nachlauf der Temperaturverteilungen der Landflächen und der Meere macht es in diesem Zusammenhang auch erforderlich, die Emissionen aus der vorwiegend fossil betriebenen Weltwirtschaft nicht nur abzusenken, sondern sogar möglichst rasch völlig zu beenden.

Die zeitliche Entwicklung der globalen CO₂-Emissionen aus der weltweiten Energiegewinnung aus fossilen Energiequellen, der CO₂-Konzentration in der Erdatmosphäre und der Temperaturanomalie in den vergangenen 140 Jahren sind in Abbildung 4 wiedergegeben. Darin zeigt sich die zeitliche Korrelation des seit der Mitte des 20. Jahrhunderts beschleunigten Anstiegs der Emissionen, ihrer Anhäufung in der Lufthülle und der Änderung der Temperatur der Erdoberfläche. Der Anteil der freigesetzten CO₂-Emissionen, die nicht als Biomasse und in den Meeren zwischengespeichert werden, reichert sich fortlaufend in der Atmosphäre an. Aufgrund der physikalischen Eigenschaften der Treibhausgase nimmt die Transparenz der Atmosphäre für die von der Erdoberfläche abgestrahlte Wärme ab und durch eine erhöhte Temperatur stellt sich das Intensitätsgleichgewicht zur solaren Einstrahlung wieder ein.

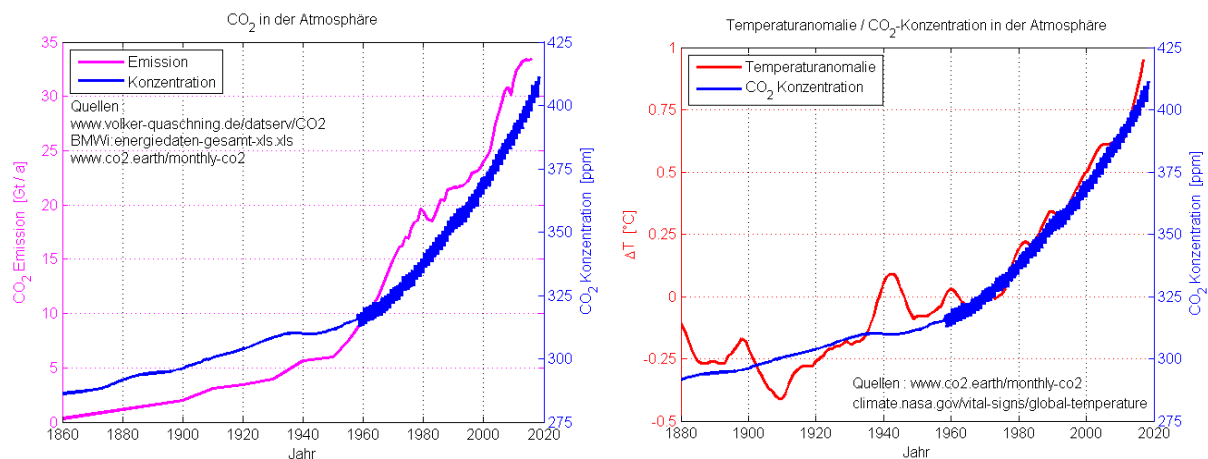


Abb. 4: Zeitverläufe der globalen energiebedingten CO₂-Emissionen, der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre (a) und der Temperaturanomalie relativ zum Temperaturmittelwert des Zeitraums 1951 bis 1980 (b).

Für ökonomische Abläufe ist der Endenergieverbrauch relevant. Der deutsche inländische Endenergieverbrauch hat sich seit 1990, wie in Abbildung 5a dargestellt, kaum verändert. Die Beiträge aus den fossilen Energieträgern und aus den Kernkraftwerken sinken insgesamt um annähernd 20 %, analog nehmen ihre Beiträge zur Primärenergieerzeugung ab, die wegen der Verluste der Energieerzeugung aus diesen Quellen und ihres Transports um einen Faktor zwischen 1,55 und 1,6 höher sind als die zugehörige nutzbare Endenergie. Die in Abbildung 5b wiedergegebenen Transienten der erzeugten Primärenergie beschreiben die Entwicklung der einzelnen Energiequellen. Der Vergleich mit Abbildung 5a zeigt, dass die Abnahme des Endenergiebeitrags der konventionellen Energieträger durch den Zubau an Erneuerbaren Energien aufgefangen wird.

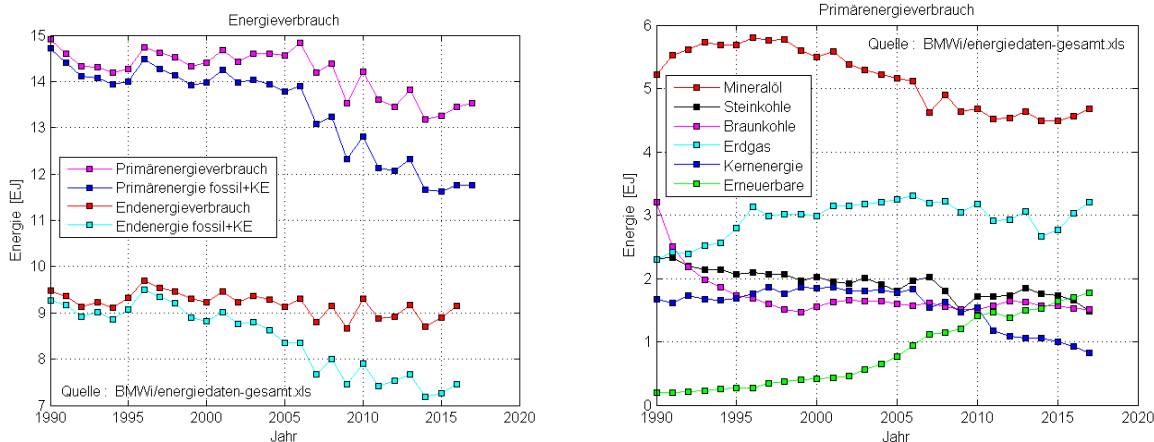


Abb. 5: Zeitverlauf der Energieverbräuche seit 1990 (a); Verlauf der an der Primärenergieerzeugung beteiligten Energieträger (b).

Die zeitliche Entwicklung der Energieträger in Abbildung 5b lässt eine Halbierung der Atomenergie und einen Rückgang der Steinkohle erkennen. Die Verfeuerung von Braunkohle halbiert sich infolge des west-ost-deutschen Strukturwandels und in den Anschlussjahren bis 1999 und verharrt anschließend auf einem weitgehend konstanten Niveau. Als Teilersatz für die Braunkohle steigt der Einsatz von Erdgas zwischen 1990 und 1996 auf einen ziemlich konstanten Wert an, der mit dem Anstieg der Erneuerbaren Energien einer größeren Schwankung unterliegt, interpretierbar mit dem Einsatz von Erdgas als Regelenergieträger. Aus dem Verlauf der letzten Jahre zeichnen sich neben einem Anstieg von Erdgas auch ein Anstieg von Mineralöl sowie eine leichte Abschwächung der Zunahme bei den Erneuerbaren Energien ab.

Die zeitliche Struktur von Energieverbrauch und -erzeugung bezüglich der einzelnen Sektoren und Energieträgern sind in Abbildung 6 dargestellt. Dabei zeigen sich in Abbildung 6a, wenn überhaupt, nur sehr geringfügige Senkungen der Verbräuche der unter „Gewerbe“ zusammengefassten Sektoren produzierendes Gewerbe, Dienstleitungen, Handel und der privaten Haushalte. Die Verbrauchsschwankungen bei den Haushalten lassen sich als witterungsbedingt interpretieren, analog bildet sich im Industriesektor deren Konjunktur einschließlich der Auswirkungen der Finanzkrise ab. Mehr Energie verbraucht der Verkehr in der vergangenen Dekade. Hier ist der Straßenverkehr mit der Zunahme schwerer und leistungstarker PKW eine treibende Größe, welche die Effizienzerhöhungen der Motoren offenbar überkompensiert.

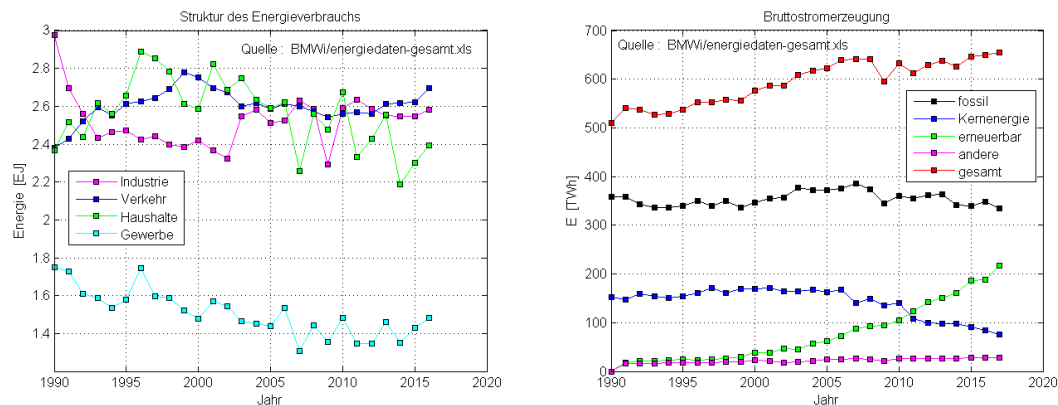


Abb. 6: Zeitlicher Energieverbrauch der einzelnen Sektoren (a) und Beiträge der Energieträger zur Bruttostromerzeugung (b).

Gegenüber der Absenkung des fossilen Beitrags am Primärenergieverbrauch, bedingt durch den gestiegenen Anteil von Biomasse am Wärmemarkt, verändert sich der Anteil der fossilen Energieträger an der Stromerzeugung nicht signifikant. Das kontinuierliche Wachstum der Stromerzeugung wird hauptsächlich von Erneuerbaren Energien getragen, die zusätzlich die Absenkung der Kernkraft kompensieren.

Wie aus den zeitlichen Entwicklungen der einzelnen Energieträger hervorgeht steigt nur die Energieerzeugung aus erneuerbaren Quellen an. In den Abbildungen 7 sind ihre Anteile an den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr (a, b) dargestellt sowie die Anteile der Erneuerbare-Energie-Technologien an der Stromerzeugung (c) und im Verkehrssektor (d).

Mit Ausnahme der biogenen Brennstoffe ist der Einsatz Erneuerbarer Energieträger emissionsfrei. Allerdings wird ihnen eine spezifische Emission für die Herstellung der technischen Anlagen unter Bezug auf die anlagentypische Lebensdauer zugewiesen. Werden Leistungen aus Erneuerbaren Energieanlagen vorzugsweise eingespeist und genutzt, dann werden Emissionen von Treibhausgasen aus abgeregelten konventionellen Anlagen eingespart. Die Höhe der Einsparungen werden stundengenau anhand von spezifischen Vermeidungsfaktoren in Abhängigkeit von Anzahl und Anlagentyp der ersetzten konventionellen Leistungen errechnet und als vermiedene Emission den aktiven Erneuerbaren Energien angerechnet.

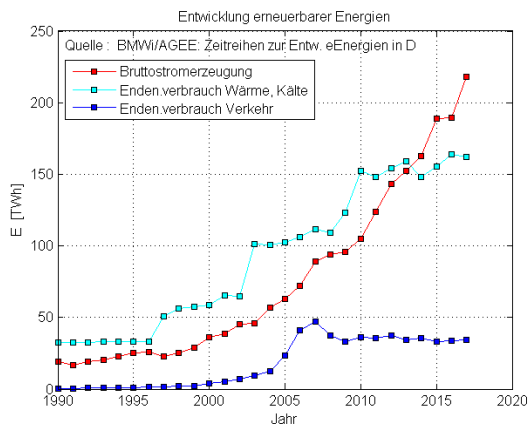


Abb. 7a

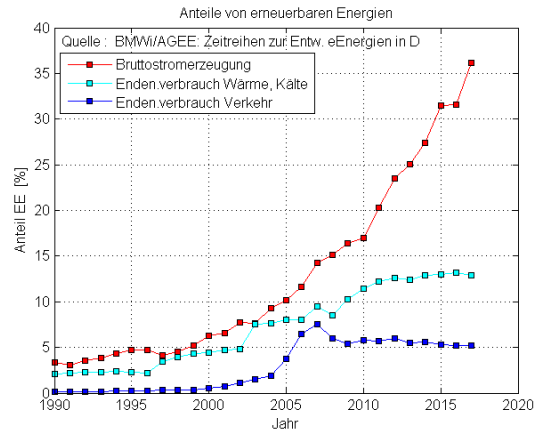


Abb. 7b

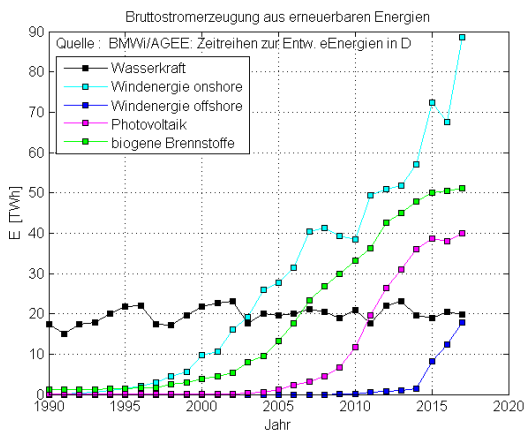


Abb. 7c

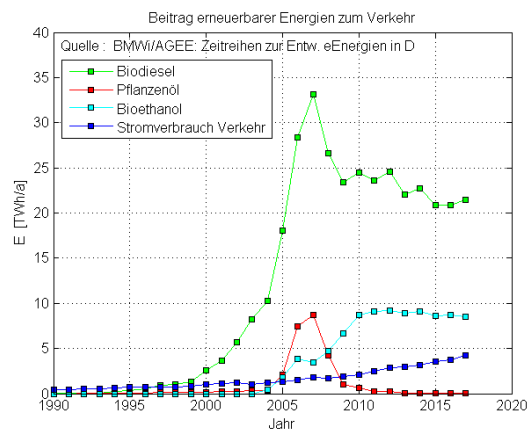


Abb. 7d

In Abbildung 8 werden die Emissionen einiger Sektoren wie Energiewirtschaft, Gewerbe, Straßenverkehr und die Emissionen aus Feuerungsanlagen einschließlich der Haushalte den durch Erneuerbare Energien vermiedenen Emissionen gegenübergestellt. Während in Anlehnung an Abbildung 6a insbesondere die Emissionen aus dem Verkehr seit 2010 ansteigen schreitet die Vermeidung von Emissionen mit dem weiteren Ausbau Erneuerbarer Energien deutlich voran.

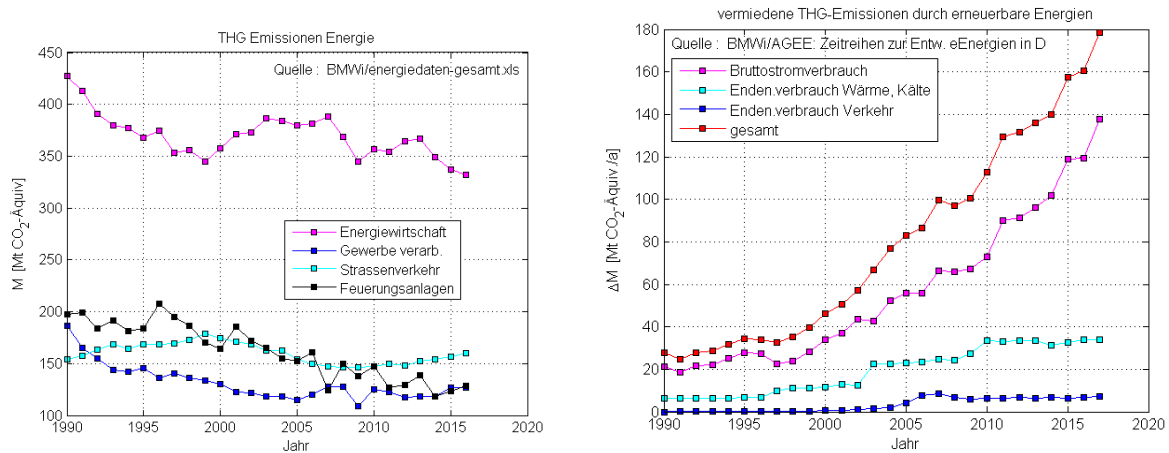


Abb. 8: Treibhausgasemissionen aus den Sektoren Energiewirtschaft, verarbeitendes Gewerbe, Straßenverkehr und aus Feuerungsanlagen der Haushalte (a); vermiedene Treibhausgasemissionen durch den Einsatz erneuerbarer Energien (b).

In der Verlaufsgrafik von Abbildung 9 ist die Gesamtheit der Treibhausgasemissionen seit 1990 bis 2017 wiedergegeben. Die Emissionen haben darin 2017 gegenüber 1990 um ein CO₂-Äquivalent in Höhe von absolut 347,7 Millionen t und um einen Bruchteil von 27,8 % abgenommen. In der Grafik der realen Emissionen ist die Einsparung durch die nach 1990 eingespeisten Erneuerbaren Energien enthalten. Ohne ihren Beitrag würde sich der in der Abbildung enthaltene berechnete Emissionsverlauf ergeben, der den west-ost-deutschen Strukturwandel in den Folgejahren nach 1990 enthält und der seit etwa 2010, trotz fortschreitender Effizienz neuerer Techniken, wieder ansteigt. Unter Berücksichtigung der vorwiegend durch Wasserkraft bereits vor und im Referenzjahr 1990 eingesparten Emissionen ergibt sich eine gesamte Einsparung durch Erneuerbare Energieformen im Jahr 2017 in Höhe von 375 Millionen t CO₂-Äquivalent. Wie in Abbildung 9b zusammengestellt tragen Erneuerbare Energien mit 47 % zu den gesamten Einsparungen bis 2017 bei. Ein entscheidender Grund dafür ist die hohe Installationsgeschwindigkeit der technischen Anlagen zur Nutzung der emissionsfreien oder -neutralen Umweltenergien.

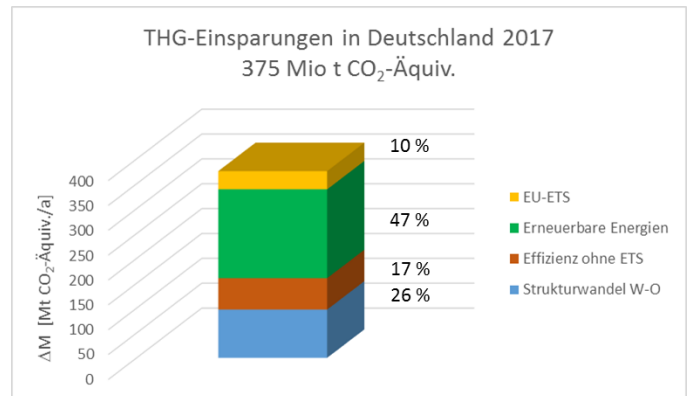
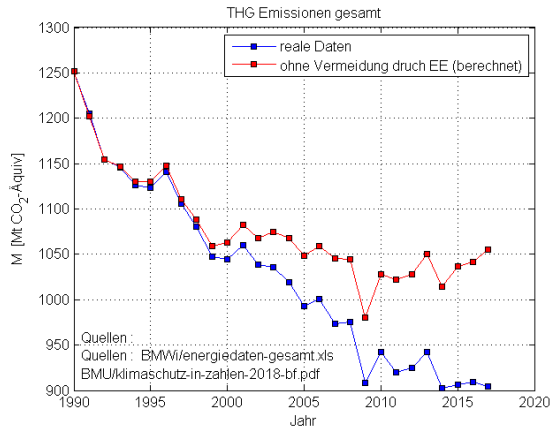


Abb. 9: Verlauf der Summe der Treibhausgasemissionen (a); Säulendiagramm der Beiträge des west-ost-deutschen Strukturwandels zwischen 1990 und 1992, des Effizienzausbaus außerhalb des Emissionshandels, der Erneuerbaren Energien und durch den Emissionshandel EU-ETS (b).

Quellennachweis:

| | |
|------------------|--|
| Abb.1 | siehe Abb.9 |
| Abb.2 | https://www.dw.com/de/cop23-klimakonferenz-pariser-klimaziel-braucht-schnelles-handeln-un-emissions-gap-report/a-41173728# |
| Abb.3 a | https://climate.nasa.gov/vital-signs/carbon-dioxide/ |
| Abb.3 b | ftp://aftp.cmdl.noaa.gov/products/trends/co2/co2_mm_mlo.txt |
| Abb.4 a | www.volker-quaschning.de/datserv/CO2 https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/energiedaten-gesamtausgabe.html ftp://aftp.cmdl.noaa.gov/products/trends/co2/co2_mm_mlo.txt https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/full.html |
| Abb.4 b | ftp://aftp.cmdl.noaa.gov/products/trends/co2/co2_mm_mlo.txt https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/ |
| Abb.5 , 6, 8a | https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/energiedaten-gesamtausgabe.html |
| Abb.7 , 8b | https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Service/Erneuerbare_Energien_in_Zahlen/Zeitreihen/zeitreihen.html |
| Abb.9 | https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/energiedaten-gesamtausgabe.html https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Service/Erneuerbare_Energien_in_Zahlen/Zeitreihen/zeitreihen.html https://www.bmu.de/publikation/klimaschutz-in-zahlen-2018/ S.36 mit Datenpunkt für 2017 aus: https://www.dehst.de VET-Bericht-2017_Pressehintergrundpapier.pdf |

Über die Autoren

Wolfgang Riedl war nach seinem Studium der Physik und Promotion über Oberflächen an der TU München über 10 Jahre mit der Entwicklung von Solarzellen bei Siemens befasst. Nach einem kurzen Aufenthalt in der Halbleiterindustrie machte er sich als Consultant mit strömungsmechanischen und thermodynamischen Modellierungen zu Anwendungen u.a. im Bereich Photovoltaik und Windenergie selbständig.

Hans-Josef Fell ist Präsident der Energy Watch Group. Von 1998 bis 2013 war er Mitglied des Deutschen Bundestages und Sprecher für Energiepolitik der Fraktion Bündnis 90/Die Grünen. Er ist Co-Autor des Gesetzentwurfes des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), welches im Jahre 2000 politisch gegen viele Widerstände durchgesetzt und verabschiedet wurde.