

# 100% ERNEUERBAR UND KLIMANEUTRAL BIS 2038

## DEUTSCHLAND MUSS HANDELN!

Der Klimawandel schreitet unbeeinträchtigt jeglicher politischen Diskussionen und Versprechungen kontinuierlich voran. Nach den wissenschaftlichen Erkenntnissen führen zu hohe Temperaturen zu Kipppunkten im Klimasystem, die unumkehrbar, also irreversibel sein werden. Dabei herrscht zwischen den Wissenschaftlern Konsens, dass die Kosten für weltweite Begrenzung des Klimawandels wesentlich geringer ausfallen werden als die Folgekosten bei Erreichen der gravierenden Klimaveränderungen für die nachfolgenden Generationen.

### Wir müssen dringend handeln

Aus diesem Blickwinkel einigten sich 197 Staaten bei der UN-Klimakonferenz 2015 in Paris auf ein Klimaschutzabkommen, um die Erderwärmung im Vergleich zum vorindustriellen Zeitalter auf „deutlich unter“ zwei Grad Celsius zu begrenzen mit Anstrengungen für eine Beschränkung auf 1,5 Grad Celsius.

So sollten nach den Vorgaben der Bundesregierung bisher bis 2030 die Emissionen für die CO<sub>2</sub>-Äquivalente (CO<sub>2</sub>e) um 55% gegenüber 1990 und bis 2050 um 100% gesenkt werden. Nach der Ohrfeige des Bundesverfassungsgerichts im April, sah sich die die Regierung gezwungen mit dem Klimaschutzgesetz die Ziele nachzubessern und will nun bis 2030 65% und bis 2040 88% der Emissionen einsparen und bis 2045 klimaneutral werden.

Nach den Daten von 2019 des IPPC (Weltklimarat) stehen uns weltweit noch ca. 720 Milliarden Tonnen (Gigatonnen [Gt]) an CO<sub>2</sub>e als Budget zur Verfügung, um mit einer Wahrscheinlichkeit von 67 Prozent noch den Anstieg auf 1,75°C zu begrenzen. Anteilig der Bevölkerung in Deutschland dürfen wir ab 2021 nur noch 6,6 Gt CO<sub>2</sub>e ausstoßen. Wenn wir die Emission von 2020 von 739 Megatonnen (Mt) linear Jahr für Jahr reduzieren wollen, damit insgesamt die 6,6 Gt einhalten werden, bleiben uns nur noch ca. 18 Jahre, damit insgesamt die 6,6 Gt einhalten werden. Anhand Bild 1 wird deutlich, dass wir bereits bis 2038 Klimaneutral werden müssen. Berechnet man die kumulierten Emissionen nach

den bisherigen Zielen der Bundesregierung fallen 11,8 Gt und nach dem neuen Beschluss noch 8,8 Gt an. Diese Mengen liegen immer noch 79 % bzw. 34 % über den notwendigen Zielen nach dem Pariser Abkommen. Bei einer Betrachtung über einen längeren Zeitraum zur Klimaneutralität bis 2050 und dem Budget von 6,6 Gt ergibt sich für die Annahme einer quadratischen Abnahme ein notwendiges Zwischenziel von 77% Einsparung in 2030 gegenüber 1990. Die Zahlen und Grafik in Bild 1 zeigen deutlich, dass Deutschland die Klimaschutzziele so nicht erreichen werden.

### Jeder hat noch ein Budget von rund 80 Tonnen CO<sub>2</sub>e

Um jedem Einzelnen die Ziele transparenter zu machen, können die Emissionen auf die Bevölkerung von 82,3 Mio. Einwohner geteilt werden und so bleibt für jeden ein Budget von rund 80 Tonnen CO<sub>2</sub>e. Derzeit verursacht jeder Bundesbürger im Durchschnitt ca. 9,7 Tonnen Emissionen pro Jahr (Bezug 2019). Um persönlich die Klimaschutzziele einzuhalten, muss jeder jährlich im Schnitt 540 kg an CO<sub>2</sub>e einsparen.

Wieviel CO<sub>2</sub>e wir in den verschiedenen Bereichen verursachen und auch einsparen können, zeigt eine nach dem CO<sub>2</sub>-Rechner von UBA erstellte Übersicht in

Bild 2. Die Grafik zeigt sehr deutlich, in welchen Bereichen jeder von uns einen Beitrag gegen den Klimawandel leisten kann. Umgerechnet auf jeden Bundesbürger, haben wir einen Primärenergiebedarf von fast 50.000 kWh.

### Wege zur Klimaneutralität in den Sektoren

Bei dem Vergleich der Anteile aus Erneuerbaren Energien in den Sektoren zeigt sich, dass wir in der Stromerzeugung die Erneuerbare Erzeugung kontinuierlich ausgebaut und bereits einen Anteil von über 45% erreicht haben. Jedoch stagnieren die Anteile im Bereich Wärme mit 15,2% und Verkehrssektor mit 7,3% seit über mehr als 10 Jahren.

### 1. Energieeinsparung vorantreiben

Der generelle erste Schritt ist immer die Energieeinsparung voranzubringen, um den Bruttoenergiebedarf zu senken, da jede nicht benötigte Kilowattstunde nicht erzeugt werden muss. Im Stromsektor ist durch das Energielabel der Energiebedarf der einzelnen Geräte vom Kühlschrank bis hin zu Motoren zwar schon um einiges gesenkt worden, jedoch mit der fortschreitenden Digitalisierung der Haushalte bis in die Industrie werden durch die Zunahme der Geräteanzahl diese wieder aufgezehrt (Rebound-Effek-

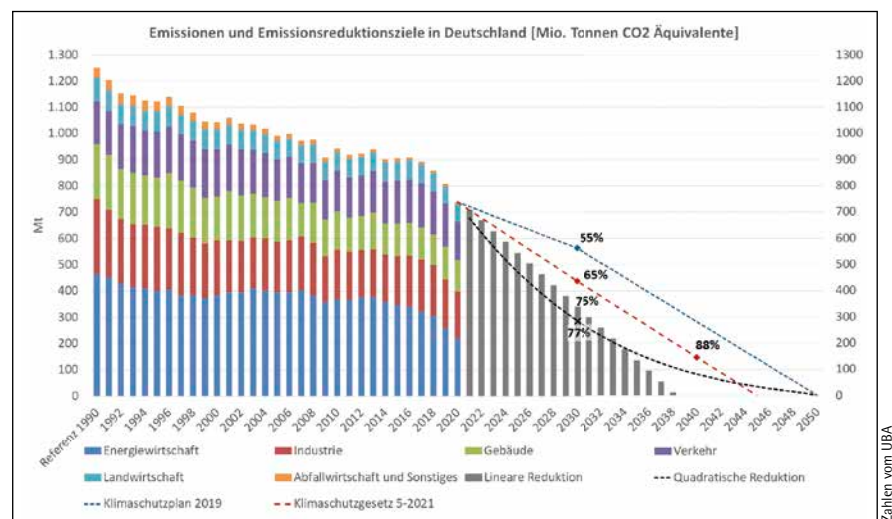


Bild 1: CO<sub>2</sub>-Emissionen und Reduktionsziele gegen über 1990

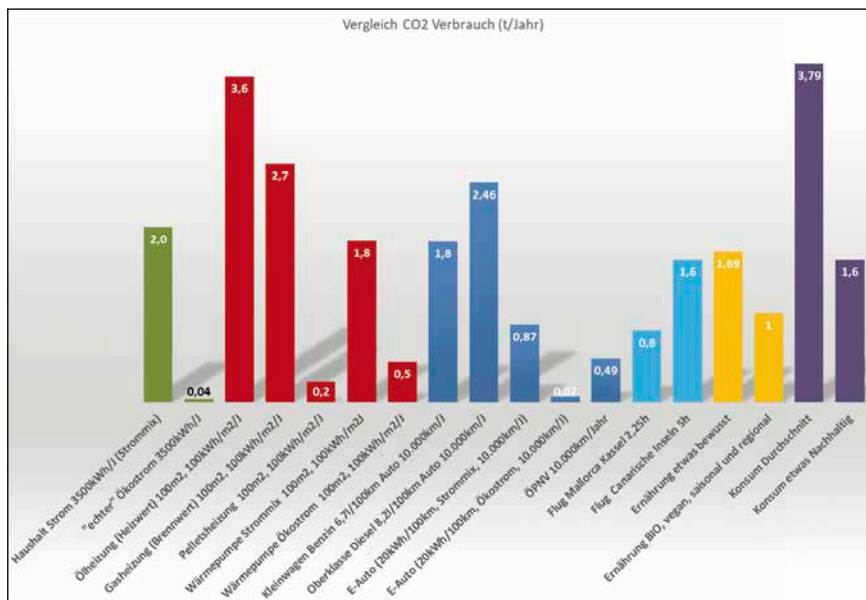


Bild 2: Beispiele von CO<sub>2</sub> Emissionen im Strom, Wärme, Verkehr, Lebensmittel und Konsum Bereich, Zahlen aus dem UBA CO<sub>2</sub>-Rechner

te). Große Einsparungen sind in diesem Sektor zu den bestehenden Verbrauchern nicht zu erwarten. Im Gegensatz hierzu liegen noch große Potenziale in der Wärmeversorgung durch die energetische Sanierung von Gebäuden durch Wärmedämmung, Austausch von Heizungsanlagen und weiteren Energieeffizienzmaßnahmen, aber auch durch eine Reduzierung der beheizten Wohnflächen pro Einwohner durch kompakteres Wohnen. Für die energetische Sanierung bestehen jedoch derzeit schon Engpässe an verfügbaren Handwerkern. Es bleibt eine Herausforderung die Sanierungsrate von derzeit von ca. 1% auf über 3% zu erhöhen, obwohl derzeit hohe Förderanreize bestehen. Auch im Verkehrssektor liegen große Potenziale, da die heutigen Verbrennungsmotoren nur einen Wirkungsgrad von rund 30% und Elektrofahrzeuge über 90% besitzen.

## 2. Ausbau Wind- und Solarenergie

Betrachtet man die Energiebereitstellung aus Erneuerbaren Energien in den verschiedenen Sektoren, wird schnell deutlich, dass nur Solar- und Windenergieanlagen erheblich zusätzlich installiert werden können, da Biomasse und Biokraftstoffe einen um ein Vielfaches höheren Flächenbedarf benötigen und die verfügbaren Flächen in Deutschland aber auch Weltweit dafür nicht zur Verfügung stehen. Auch die Wasserkraft ist fast vollständig ausgeschöpft und die Geothermie kann nur begrenzt regional erschlossen werden. In dem zukünftigen Energiesystem stehen daher die Wind- und Solaranlagen (Photovoltaik für den Strombereich und Solarthermie für den Wärmebereich) im Mittelpunkt und alle

Mechanismen und Märkte müssen darauf ausgerichtet werden.

Wind und Photovoltaik sind strombasiert, und können in Energie für die anderen Sektoren umgewandelt werden. Die Sektorenkopplung ist daher ein zentrales Element in der Energiewende.

Die Bild 3 zeigt die Kopplung der verschiedenen Energieträger, Verbraucher und die Umwandlung über die verschiedenen Technologien. Da die Energiebereitstellung aus den Wind- und Solar-Anlagen schwankt, also volatil ist und unser bisheriger Verbrauch sich in den verschiedenen Sektoren nur eingeschränkt in Deckung zur Erzeugung bringen lässt, werden verschiedenen Speicher mit ihren jeweiligen verschiedenen Vor- und Nachteilen benötigt.

Die günstigsten Speicher sind wasserbasierte Wärmespeicher, die jedoch nur wieder Wärme abgeben können. Diese können aber sehr groß bis hin zu saisonalem Verhalten (siehe Beispiel Däne-

mark unten) ausgeführt werden. Es gibt auch teurere Wärmespeicher mit Thermoöl oder Steinen, aus denen mit Dampf Wiederverstromung möglich ist.

Gasspeicher können sehr verlustarm Energie auch in großen Mengen speichern, jedoch besitzt die Erzeugung von erneuerbarem Gas und anderen Brennstoffen aus Strom zusätzliche Verluste von 40 bis 80%, weshalb dafür hierzu entsprechende zusätzliche Stromerzeugungskapazitäten aufgebaut werden müssen. Da es bei erheblichem Ausbau der Wind- und Photovoltaikanlagen zukünftig mehr und längere Phasen mit überschüssigem Strom geben wird, können mit diesen Überschüssen Power2Gas und Power2Brennstoff-Anlagen betrieben werden. Jedoch benötigen diese Anlagen für einen wirtschaftlichen Betrieb auch entsprechend ausreichende Betriebsstunden, die erst bei erheblichem Ausbau der Erneuerbaren möglich sind. Aus Effizienzgründen sollten die Verluste der Power2X-Anlagen als Abwärme im Wärmesektor genutzt werden.

In Batteriespeichern, aber auch Pumpspeicherwerken kann direkt verlustarm elektrische Energie gespeichert und als Strom abgegeben werden, jedoch sind große Kapazitäten im Verhältnis zu den anderen Speichern derzeit (noch) sehr viel teurer. Elektrofahrzeuge in Verbindung mit Rückspeiseroption lassen in Zukunft spannende Anwendungen erwarten.

Wie umfangreich die Windenergie und Photovoltaik ausgebaut werden müssen, um sektorenübergreifend ausreichend klimaneutrale Energie zur Verfügung stellen zu können zeigen verschiedene Studien wie z.B. vom Fraunhofer ISE „Wege zum klimaneutralen Energiesystem“ mit Update von 2021 und der Agora Energiewende „Klimaneutrales Deutschland“ von November 2020. Der in den Studien ermittelte zukünftige Primärenergiebedarf aus Strom durch die Sektorenkopplung liegt zwischen 962 und

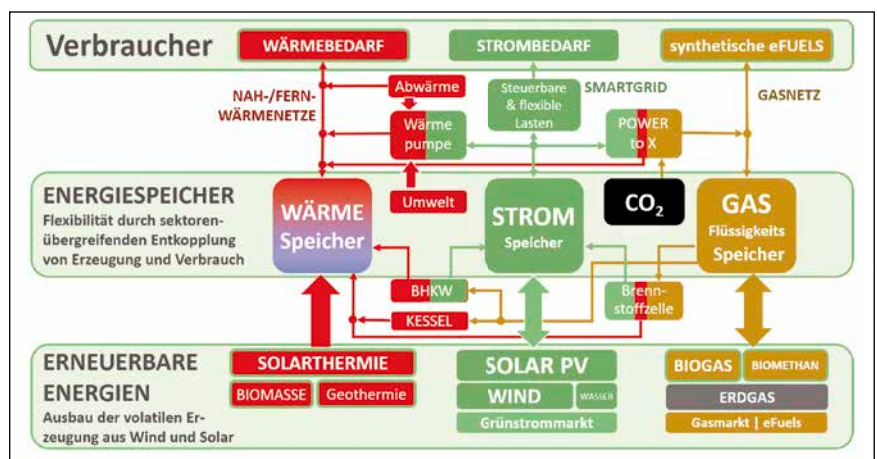


Bild 3: Sektorenkopplung, Quelle EMD

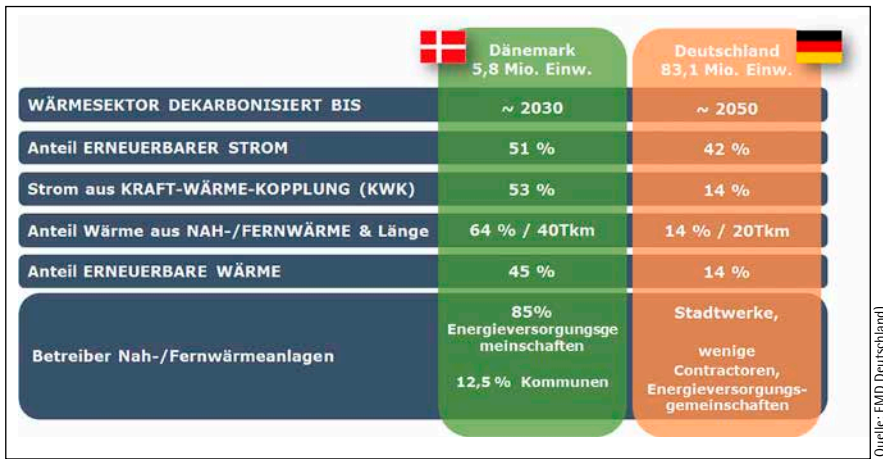


Bild 4: Vergleich Wärmeversorgung Dänemark und Deutschland 2019

1.500 TWh, also 50 bis 150% höher als heute.

### Maßgebliche Erhöhung der Ausbauziele für PV und Windanlagen notwendig

Nach dem Fraunhofer ISE-Referenzszenario sind ein mittlerer jährlicher Nettozubau von 9 GW<sub>el</sub>, PV, 3 GW<sub>el</sub> Onshore-Wind und 1,5 GW<sub>el</sub> Offshore-Wind notwendig, während nach der Agorastudie beträgt der notwendige mittlere jährlicher Nettozubau 10 GW<sub>el</sub> an PV, 4,5 GW<sub>el</sub> Onshore-Wind und 1,7 GW<sub>el</sub> Offshore-Wind beträgt. Damit liegen diese Empfehlungen weit über den derzeitigen Ausbaupfaden der Bundesregierung. Hier ist dringend nachzubessern. Zudem sind die Anreize so zu gestalten, dass auf allen nutzbaren Flächen und Dächern PV-Anlagen installiert werden und die Windenergie mit hoher Akzeptanz auf 2 bis 3% der Landesfläche errichtet werden.

### Im Wärmesektor von Dänemark lernen

Dänemark ist Vorreiter in der Wärmewende und hat umfangreich Nah- und Fernwärmenetze ausgebaut. Dänemark hat das Ziel bis 2030 die Wärmeversorgung klimaneutral umgestellt zu haben. Aus einem Vergleich (Bild 4) bei der Wärmeversorgung zwischen Dänemark und Deutschland können wir einiges lernen.

Obwohl Dänemark ein kleines Land ist hat es ein wesentliche längeres Fernwärmenetz und bereits 64 % der Haushalte werden heute über Nah- oder Fernwärmenetze versorgt. Dabei sind nur 12,5% der Netze in kommunaler Hand, weil der Großteil der Wärmenetze mit 85% den Verbrauchern gehören. 53% des Strombedarfs kommt in Dänemark aus der Kraft-Wärme-Kopplung und der Anteil an erneuerbarem Strom beträgt bereits 51%. Im Gegensatz dazu werden in Deutschland nur 14% der Haushalte über Wärmenetze versorgt und der Anteil der

erneuerbaren Wärme beträgt ebenfalls nur 14%.

Ein wesentlicher Erfolgsfaktor in Dänemark ist die kommunale Wärmeplanung, in der die volkswirtschaftliche und klimafreundliche Wärmeversorgungsstrategie strategisch von der Kommune mit Hilfe von verschiedensten Daten erarbeitet wird. Auf Basis von digitalen Daten zu Gebäudegrößen, Gebäudealter, Nutzungsart, Ausrichtung und Lage wird ein Wärmekataster erstellt und die mögliche Wärmeversorgung unter Beachtung der Wärmeabnahmedichte, Wärmequellen und ökonomischen Randbedingungen ermittelt.

Bei der Umstellung auf treibhausgasarme oder -freie Wärmequellen spielen niedrige Netztemperaturen eine wichtige Rolle. Durch die Absenkung der Netztemperaturen von bis unter 60°C Vorlauftemperatur kann die Effizienz des Netzes durch geringere Verluste und kostengünstigere Rohrleitungen erheblich gesteigert werden. Zudem lassen sich in Netze mit niedrigen Temperaturen Abwärme, Wärmepumpen und große solarthermische Anlagen mit saisonalem Wärmespeicher wirtschaftlich integrieren. So werden große, künstliche Seen mit schwimmender Wärmedämmung errichtet, die die Wärme aus den solarthermischen Anlagen saisonal speichern. Bei niedrigen Temperaturen im Speicher werden diese im Herbst mit einer Wärmepumpe auf Netztemperatur angehoben. Aber auch Wärmepumpen, die Umwelt- oder Abwärme nutzen, werden errichtet. Die über die letzten Jahrzehnte umfangreich errichteten großen, flexiblen und gasbetriebenen KWK-Anlagen (BHKWs) werden durch die neuen Wärmequellen ergänzt und so die fossile KWK verdrängt. Sie sind eine Brückentechnologie und bilden für die sogenannten Dunkelflauten die notwendige Kapazitätsreserve. Im letzten Schritt zu Dekarbonisierung können diese mit erneuerbarem Gas betrieben werden.

Dänemark hat so konsequent mit einer klaren Strategie die Wärmewende voran gebracht, die Nah/Fernwärmeversorgung besitzt eine hohe Akzeptanz und ist der übliche Standard zur Wärmeerzeugung geworden. Ein Vorzeigebispiel ist die Wärmeversorgung für Vojens mit einer 50 %igen solaren Wärmeabdeckung. Die Versorgung für der Stadt Vojens<sup>1)</sup> mit 7.000 Einwohnern, besteht aus einem saisonalem 200.000 m<sup>3</sup> Erdbeckenspeicher einer 70.000 m<sup>2</sup> großen Solarthermieanlage (28,7 MW mit 36.700 MWh/a Wärmeerzeugung), kombiniert mit: 10 MW Elektrokessel, 950 kW<sub>el</sub> Wärmepumpe, Gasmotoren und Gaskessel mit 7 MW.

### Klimafreundlich handeln macht Spaß

Die Wissenschaft zeigt uns schon seit Jahrzehnten auf, dass wir handeln müssen, jedoch ist bisher von der Politik aber auch von uns selbst zu wenig umgesetzt worden. Wie oben beschrieben haben wir aber auch gute Möglichkeiten mit Verhaltensänderungen und veränderten Rahmenbedingungen entscheidende Beiträge zu leisten. Warum fällt das aber vielen so schwer?

Über unsere Lebenserfahrungen und unsere Vergangenheit haben wir viele Meinungen und Aktivitäten im Unterbewusstsein abgespeichert und es benötigt aktive bewusste Verhaltensänderungen und Investitionsentscheidungen, um sich umzustellen. Ich fahre inzwischen nur noch mit dem Fahrrad zur Arbeit und zum Einkaufen oder gehe sogar zu Fuß, das bietet mir Ausgleich zum vielen Sitzen am Schreibtisch. Ein Einkaufstrolley, Fahrradanhänger oder ein Lastenfahrrad liefert mir gute Dienste, um Dinge zu transportieren. In die Stadt oder zum Wandern im Umland geht es mit dem ÖPNV, weitere Reisen unternehme ich nur noch mit der Bahn und das kaputte Auto wird durch ein Elektroauto ersetzt. Die Dusche wird durch Pellet oder Solarthermie warm und die PV-Anlage liefert mir Strom für die elektrischen Verbraucher. Die Betriebszeit der Spül- und Waschmaschine wird auf Sonnenschein programmiert. Ein kleiner Gleichstrom solarversorgter Batteriespeicher liefert mit Energie für die digitale Welt mit Handy, Laptop und Co. Das alles bringt im Alltag Freude und macht Spaß. Machen Sie mit!

### Fußnote

<sup>1)</sup> [www.vojensfjernvarme.dk](http://www.vojensfjernvarme.dk)

### ZUM AUTOR:

► Peter Ritter

DGS Sektion Kassel und smartOPS GmbH, Kassel

[hessen@dgs.de](mailto:hessen@dgs.de)