

Klimaschutz

Stand 16.11.2020

von Steffen Langenberg

Klimaschutz bedeutet, das auf der Erde vorhandene Klima zu erhalten. Dazu gehören insbesondere die Erhaltung der Ozonschicht und die Erhaltung der Wärmeabstrahlung der Erde. Vor einigen Jahren lag der Schwerpunkt auf der Bekämpfung des „Sauren Regens“ durch Verminderung des Schwefelausstoßes. Wichtig ist immer die Festlegung eines Referenzjahres, da die Zusammensetzung der Atmosphäre sich durch natürliche Vorgänge wie auch durch die Aktivitäten des Menschen ständig ändert.

Nach heutigem Kenntnisstand verringern die Klimagase die Wärmeabstrahlung der Erde ins Weltall, wodurch es zu einer Erwärmung der Erde kommt. Da der Klimateffekt bei jedem Gas anders ist, wird die Wirkung von CO₂ auf 1 normiert und die Wirkung der anderen Gase dazu ins Verhältnis gesetzt.

Tabelle 15-1: Relative Treibhauspotenziale (bezogen auf CO₂ = 1), Beiträge zur globalen Erwärmung und jährliche Anstiege der globalen Konzentration (Beitrag zur globalen Erwärmung).

Gas	Relatives Treibhauspotenzial (Treibhausgas-äquivalent)	Erhöhung der Temperatur (°C)	Beitrag zur globalen Erwärmung 1850-1990 ohne Berücksichtigung des Wasserdampfes	Beitrag zur globalen Erwärmung	Anstieg pro Jahr 1998
	Lesch et al. (1990)		Möller (2003)	Möller (2003)	(IPCC 2007)
Wasserdampf		20,6	-	66 %	
CO ₂	1	7,2	56 %	20 %	1,5 ppm
CH ₄	10 – 32 (21)	0,8	12 %	2,5 %	7 ppb
FCKW12 (CF ₂ Cl ₂)	3.700 – 18.000	0,6	zusammen 19 %		-
FCKW 11 (CFCl ₃)	1.300 – 8.600				1,4 ppt
CKW	(6.000)				-
troposphärisches Ozon	2.000	2,4	10 %	7 %	
N ₂ O	180 – 240 (310)	1,6	3 %	0,8 %	0,8ppb
H ₂ O (stratosphärisch)					
Schwefelhexafluorid (SF ₆)	(23.900)				
andere			-	2-7 %	

Die Klimagase können natürlichen Ursprungs sein oder vom Menschen erzeugt werden. Durch die Klimaerwärmung oder andere Naturveränderungen kommt es vermehrt zur Freisetzung von in der Natur gebundenen Gasen, insbesondere CO₂ wird so verstärkt aus den Meeren und z.B. aus Mooren freigesetzt.

• FCKW (Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe)

Wirkung: Obwohl das relative Treibhauspotenzial exorbitant hoch ist, ist der Gesamtbeitrag zur Klimaerwärmung eher gering. Deswegen werden diese Gase auch nicht unter dem Gesichtspunkt des Klimawandels bekämpft. Allerdings bewirken diese Gase einen Abbau der Ozonschicht, und das in beträchtlichem und sehr beängstigendem Umfang, sodass sie daher zum großen Teil verboten sind.

Herkunft: Ausschließlich durch den Menschen hergestellt. Auf Grund ihrer Eigenschaften teilweise nur schwer substituierbar. Einsatzgebiete: Kältemittel in Klimaanlage und

Kühlgeräten, in der Medizin, als Imprägnierungsmittel, als Treibgase.

Maßnahmen: Verbot, eventuell Umweltabgabe.

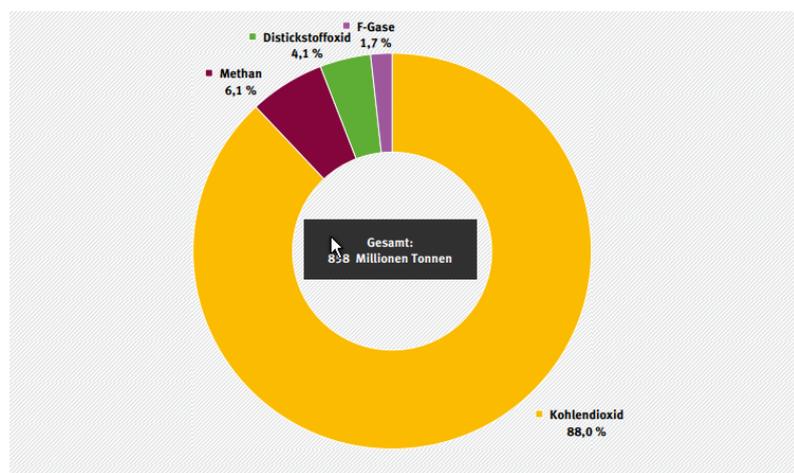
Tabelle 15-2: Globale Emissionen von Treibhausgasen, ausgedrückt als CO₂-Äquivalentbeträge von Kohlenstoff (Ceq p. a.), angegeben als Pg Ceq p. a. (1 Pg = 10¹⁵ g = 1 Mrd. Tonnen; Field und Raupach 2004). Ceq berücksichtigt die unterschiedlich hohen Treibhauspotentiale der Treibhausgase.

Gas	Globale Emissionen (Pg Ceq p. a.)	Quellen
Kohlendioxid	90	Ozeane
	60	Atmung Pflanzen
	60	Atmung Böden *)
	6	Verbrennungen
	216	Summe
Methan	3,8	Fossile Brennstoffe, Reisfelder, Wiederkäuer / Tierhaltung, Biomasseverbrennung, Deponien
Lachgas	2,1	Kultivierte Böden (Denitrifikation), Industrie, Biomasseverbrennung, Meere
Kohlenmonoxid	1,5	Unvollständige Verbrennungen, Meere, Vegetation, Kohlenwasserstoffoxidation
Stickstoffoxide	0,15	Verbrennungen, Blitze, Böden, Ozeane, Ammoniakoxidation
Kyoto F-Gase **)	0,1	Ausschließlich anthropogen

*) Gemäß neueren Untersuchungen rund 98 Pg p.a. (Bond-Lamberty und Thomson 2010)

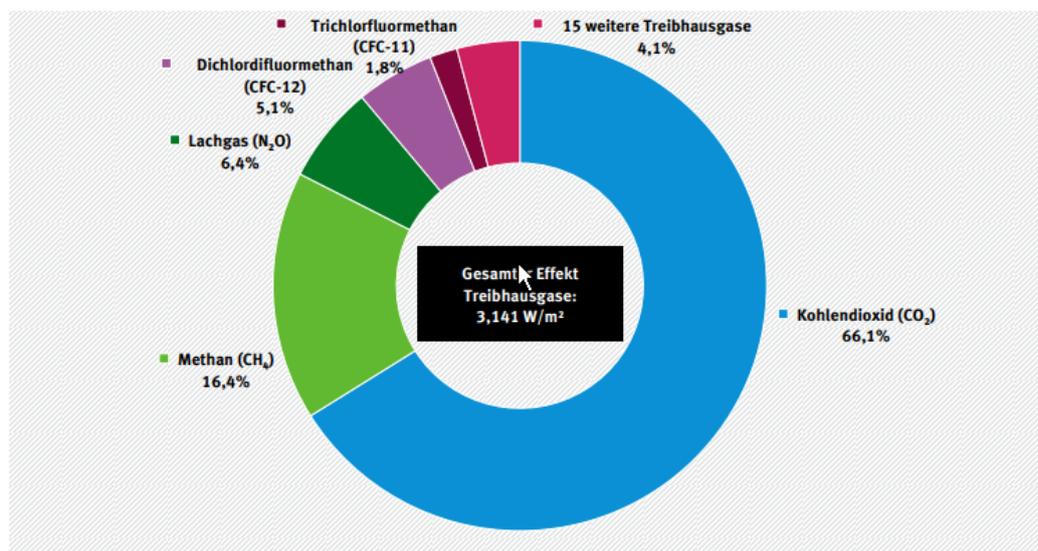
***) Halogenierte und perfluorierte Kohlenwasserstoffe sowie Schwefelhexafluorid

Anteile der Treibhausgase an den Emissionen (berechnet in Kohlendioxid-Äquivalenten) 2018



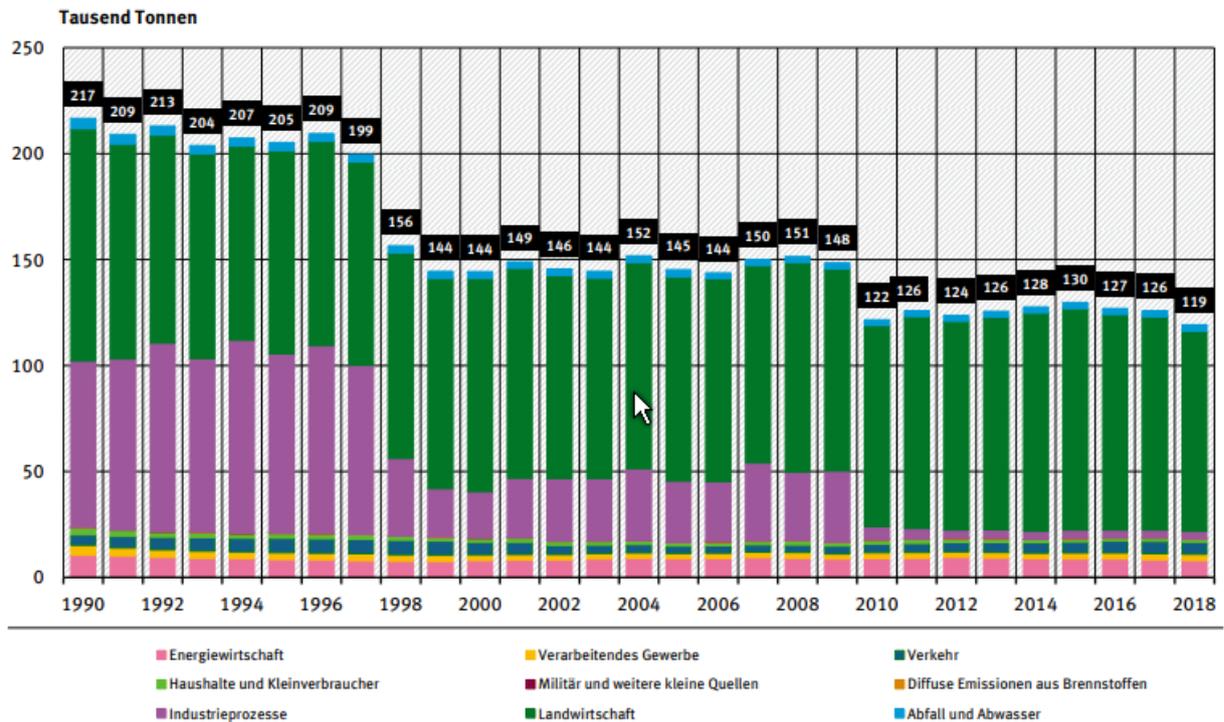
Quelle: Umweltbundesamt, Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen seit 1990 (Stand 12/2019)

Beitrag zum Treibhauseffekt durch Kohlendioxid und langlebige Treibhausgase 2020



Quelle: NOAA Earth System Research Laboratory, The NOAA annual greenhouse gas index (AGGI), <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/aggi/aggi.html> (eingesehen am 18.05.2020)

Distickstoffoxid-Emissionen nach Kategorien



Emissionen ohne Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft
 Verkehr: ohne land- und forstwirtschaftlichen Verkehr
 Haushalte und Kleinverbraucher: mit Militär und weiteren kleinen Quellen (u.a. land- und forstwirtschaftlichem Verkehr)

Quelle: Umweltbundesamt, Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen seit 1990, Emissionsentwicklung 1990 bis 2018 (Stand 12/2019)

- **Lachgas (N₂O)**

Wirkung:

Herkunft: Lachgas entsteht vor allem in der Landwirtschaft durch die Stickstoffdüngung.

Maßnahmen: Umweltabgabe

- **Methan (CH₄)**

Wirkung: Die Wirkung von Methan ist bis zu 20-mal so stark wie die von CO₂. Allerdings beträgt die Verweildauer von Methan in der Atmosphäre nur rund vier Jahre, bei CO₂ sind es dagegen bis über 100 Jahre, wodurch sich CO₂ in der Atmosphäre anreichert.

Herkunft: Methan stammt vorwiegend aus Undichtigkeiten bei Erdgasanlagen (Gaskraftwerke, Erdgasleitungen, Erdgastankvorgänge, Transport und Kühlung von Flüssig-Erdgas), der Gewinnung von Erdöl, da es oft als Beimengung von Erdöl auftritt, und bei der Steinkohlenförderung. Viel Methan entsteht in der Landwirtschaft, insbesondere der Rinderzucht, wo es als Gärgas bei der Verdauung entsteht. Andere Viehzucht bzw. andere Tiere sind von geringerer Bedeutung, da sie zurzeit mengenmäßig keine so große Rolle spielen.

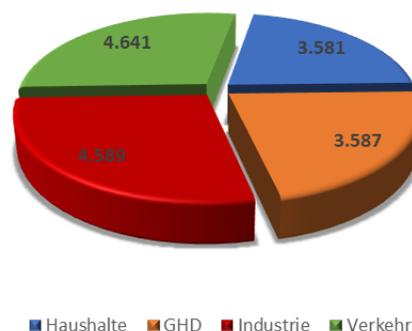
Maßnahmen: Methan aus der Rinderzucht lässt sich um bis zu 30% verringern durch Futterumstellung von Kraftfutter auf Raufutter (Gras, Heu). Durch die Mästung mit Kraftfutter entsteht besonders zartes und schmackhaftes, fein marmoriertes Rindfleisch, die Fetteinlagerungen bestehen aber aus besonders ungesunden Fetten. Bei der Milchproduktion ergibt sich aber das gleiche Problem.

Methan aus fossilen Brennstoffen lässt sich durch Verzicht auf diese erreichen, was sowieso vorgesehen ist, um CO₂ zu vermeiden (siehe dort). Umweltabgabe

- **Kohlendioxid (CO₂)**

Herkunft: Anthropogenes CO₂ stammt aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe, aber auch aus der Verbrennung von regenerierbaren Ersatzbrennstoffen (Biomasse, synthetische Kraftstoffe) sowie aus der Atmung aller Lebewesen. Besonders große Beiträge liefern die Stromerzeugung, der Kfz-Verkehr, aber insbesondere auch die Industrie (allein 10% stammen aus der Zementherstellung), wobei es nicht nur um Wärmeerzeugung geht, sondern CO₂ auch bei Prozessen entsteht, z. B. bei der Stahlerzeugung, sowie der Hausbrand. Obwohl bei der Erdgasverbrennung weniger CO₂ entsteht als bei der Verbrennung von Öl oder Kohle, ist die Verbrennung nicht CO₂-frei. Insbesondere beim Hausbrand ist der Unterschied gering. Er macht sich erst bei Nutzung der wesentlich höheren Verbrennungstemperaturen in Gaskraftwerken deutlich bemerkbar.

Emissionen 2017



Maßnahmen: CO₂ lässt sich verringern durch **Vermeidung von fossilen Brennstoffen**. So könnten in der **Bauindustrie** erhebliche Mengen Zement eingespart werden, wenn nicht so viel abgerissen würde. Außerdem könnten andere, insbesondere biologische und natürliche Baustoffe wie z. B. Holz oder Lehm verwendet werden.

Bei der **Stahlerzeugung** könnte statt Koks und Kohle Wasserstoff eingesetzt werden.

Die **Energieerzeugung** müsste auf regenerative Energien umgestellt werden.

Der **Kfz-Verkehr** sollte auf **Elektroantriebe** umgestellt werden (schon beim heutigen Energiemix ergäbe dies einen CO₂-Vorteil von ca. 40%). Die dafür benötigten Metalle wie Lithium und Kobalt werden heute relativ umweltschädigend gewonnen. Dies kann sich aber ändern, insbesondere bei steigendem Bedarf und damit steigenden Preisen. So gibt es auch in Deutschland abbauwürdige Lithiumvorkommen. Bei steigenden Preisen würde sich auch eine Aufbereitung von Altbatterien lohnen, was heute wegen zu niedriger Rohstoffpreise unterbleibt. Die weltweiten Rohstoffreserven erscheinen jedenfalls ausreichend zu sein. Außerdem wird ständig an der Weiterentwicklung von Batterien geforscht, wodurch deren Leistungsfähigkeit bei weniger Materialeinsatz steigt bzw. andere Materialien eingesetzt werden.

Auch der **Einsatz von „grünem“ Wasserstoff** wäre eine Alternative. Allerdings steht heute noch nicht genügend Wasserstoff zur Verfügung und der Wirkungsgrad der einzelnen Prozess-Schritte ist noch zu gering. Dies mag sich aber in 20 Jahren ändern.

Genauso ist der Einsatz von „grünem“ Kraftstoff denkbar, entweder direkt aus Biomasse erzeugt oder unter Einsatz von „grünem“ Wasserstoff.

Beim **Hausbrand** sollten Elektroheizungen dort gefördert werden, wo sich andere Alternativen nicht lohnen, weil sie zu teuer oder zu (material-) aufwändig sind. Der Einsatz von Erdgas beim Hausbrand als Ersatz von Kohle und Öl erscheint wenig sinnvoll, da

die CO₂-Einsparung nur bei ca. 20% liegt.

Der **Stromerzeugung** kommt besondere Bedeutung zu. Sobald elektrischer Strom vollständig klimaneutral erzeugt wird, werden alle Einsatzbereiche von Strom umweltfreundlich sein, heute haben sie nur einen Vorteil von 40 %.

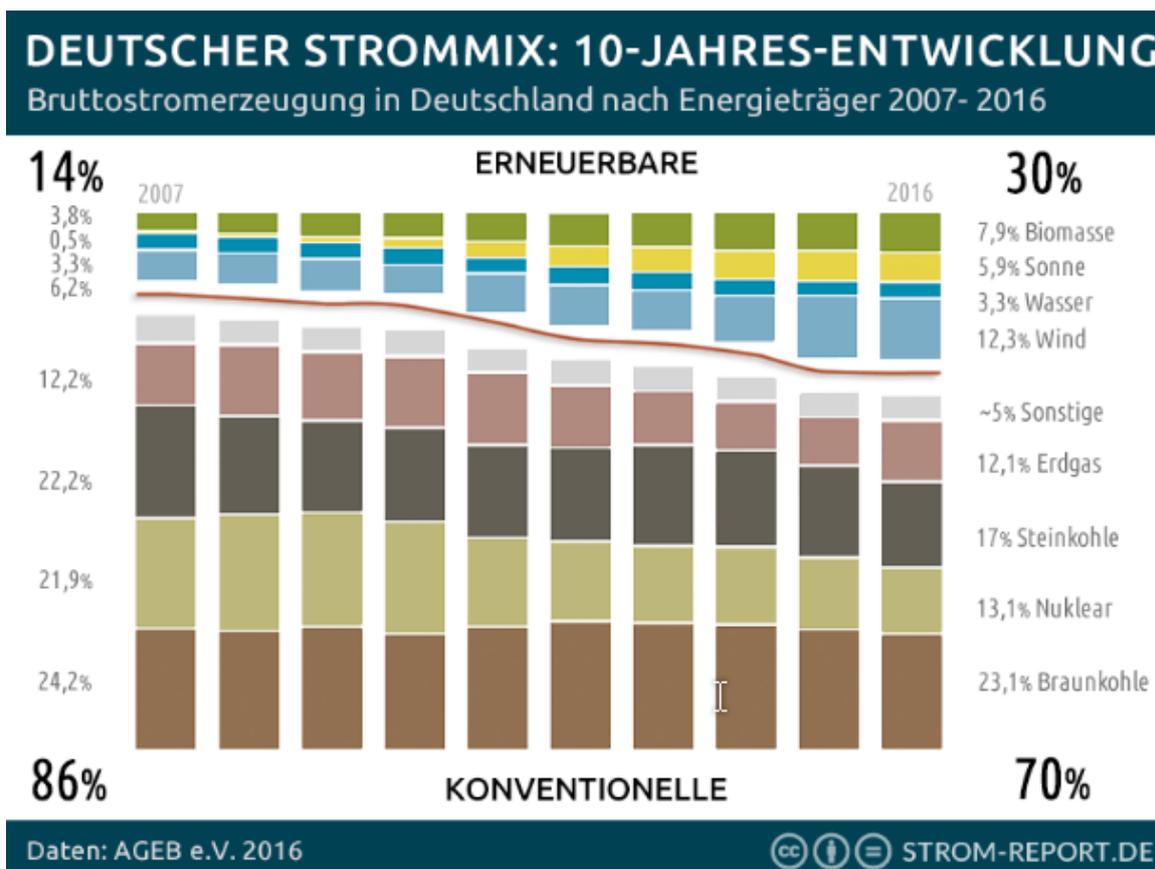
Ein großes CO₂-Einsparpotenzial könnte höhere **Energieeffizienz** sein. Allerdings zeigt die Erfahrung der letzten Jahre, dass Einsparungen durch neue Anwendungen und stärkere Motoren zunichtegemacht werden. Daher ist Effizienzsteigerung zwar notwendig, aber keine Lösung.

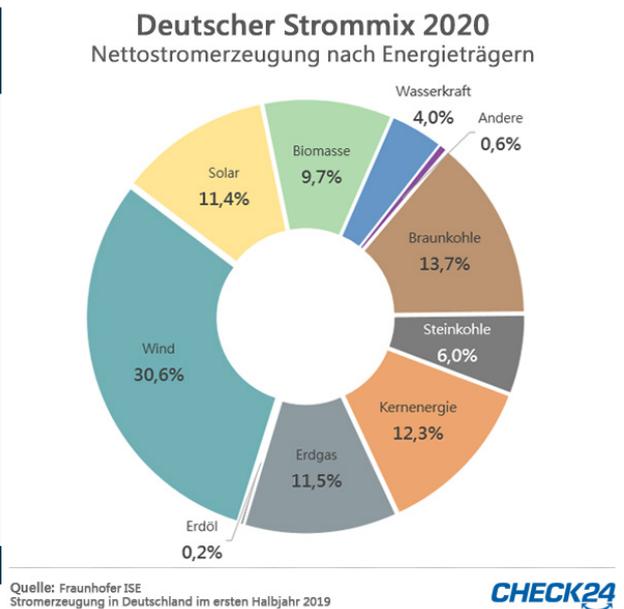
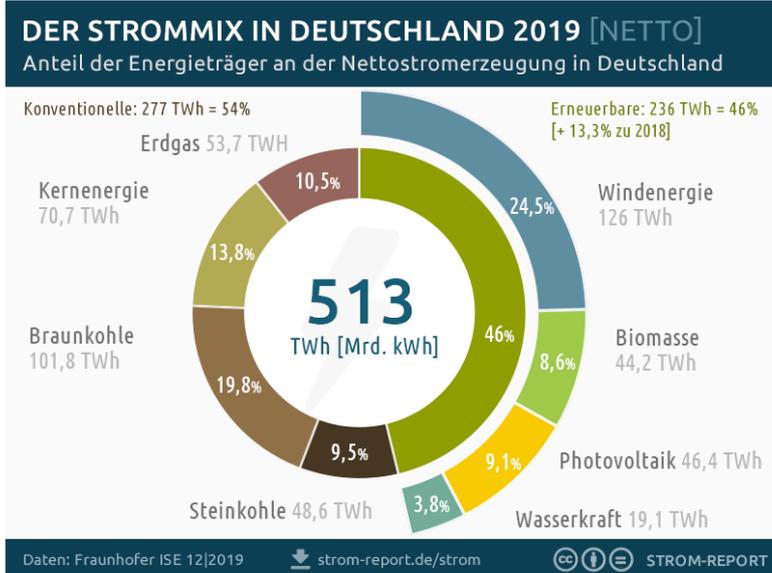
Eine Lösung wäre die **dauerhafte Fixierung von CO₂**. Dies ist allerdings auf wirtschaftliche Weise noch nicht gelungen. Hier sollte weiter geforscht werden. Eine zumindest langfristige Fixierung von CO₂ kann in Holz erfolgen, wobei eine Verlängerung durch Holz als Baustoff erreicht wird (Baumwachstum bis zu 100 Jahren, Standzeit des Holzgebäudes 50 bis 100 Jahre).

Die Verwendung von nachwachsender **Biomasse** verhindert zwar die Anreicherung von CO₂ in der Atmosphäre, senkt aber nicht den momentanen CO₂-Gehalt, sondern erhöht ihn eher. Daher ist auch der Einsatz und Zusatz von regenerativen Kraftstoffen zu hinterfragen, denn die Menge von 5 % bis 10 % ist heute nicht mehr zielführend. Zumindest muss sichergestellt sein, dass durch deren Produktion keine Umweltschäden verursacht werden. Deshalb sollte der Zusatz von Palmöl gestoppt werden. Biomasse, wie sie schon heute erzeugt wird, wie auch aus zukünftigen Verfahren könnte zu Kraftstoff verarbeitet werden, sodass dieser zu 100 % „grün“ wäre.

Wie aus den Grafiken zu den Emissionen nach Sektoren und zum Strommix ersichtlich wird, müssen die „grünen“ Energien vervielfacht werden, was zurzeit eher unrealistisch erscheint.

Wir brauchen unbedingt Techniken zur Fixierung von CO₂, die auch noch wirtschaftlich sind. Denn bis zur endgültigen CO₂-Neutralität vergehen noch viele Jahre mit CO₂-Emissionen, die möglichst wieder neutralisiert werden sollten, und es werden nicht alle Treibhausgas-Emissionen auf null reduziert werden können. Je nach Wirtschaftlichkeit der Verfahren könnten gewisse CO₂-Emissionen dann sogar auf Dauer akzeptiert werden.





Fazit:

Aus den Thesenpapieren „Luftverschmutzung“ und „Klimaschutz“ (sowie im Vorgriff auf „Artenschutz“ und „Flächenverbrauch“) ergibt sich, dass eine Einschränkung von Verkehr bei vielen Problemen helfen würde. Zum einen sollte der Bedarf nach Verkehr (Individual- sowie Wirtschaftsverkehr) verringert werden, zum andern muss Verkehr anders organisiert werden. Hier bieten sich Bahn (Gütertransport, Personenferntransport), ÖPNV, Radverkehr und neue Formen des Lieferverkehrs an. Voraussetzung sind attraktive Angebote in Form von Vorleistungen, nicht erst nach entsprechender Nachfrage. Außerdem muss der ÖPNV den neuen epidemiologischen Aspekten Rechnung tragen, was er heute nicht tut, denn es sind weitere Ereignisse wie Corona zu erwarten.

Auf fossile Energieträger kann ganz verzichtet werden, auch auf Erdgas, und damit auf alle mit ihnen verbundenen Probleme. Dafür muss es aber ausreichend „grüne“ Energie geben: Strom, Wasserstoff, Kraftstoff. Deshalb muss die Erzeugung von „grünen“ Energien massiv ausgebaut werden bzw. sind solche Energieträger in großem Maßstab zu beschaffen.

Wichtig ist auch die Entfernung von CO₂ aus der Atmosphäre, dauerhaft in Gestein oder langfristig z. B. in Holz, insbesondere als Baustoff, wo es während der Lebenszeit eines Baumes Jahrzehnte bis Jahrhunderte gespeichert würde und dann nochmal für Jahrzehnte bis Jahrhunderte als Baustoff. Dies gilt auch für andere Bio-Baustoffe. Auch eine kurzfristige Fixierung in Biomasse zur Erzeugung von Kraftstoffen oder zur Energiegewinnung wäre ein Fortschritt.

Als liberales Steuerungsinstrument bietet sich dabei sehr oft der Preis an in Form z. B. von Umweltabgaben oder Zertifikaten. Ansonsten sollte den Marktkräften die Steuerung überlassen werden, eventuell punktuell unterstützt durch Anschubfinanzierungen.

Es bleibt zu hoffen, dass nicht gerade wieder die FDP wie in der Vergangenheit dafür sorgt, dass diese marktwirtschaftlichen Instrumente nicht greifen wie beim bisherigen CO₂-Zertifikatehandel oder die Entwicklung in eine falsche Richtung führt wie bei der Braunkohle (da sehr viele aktive FDP-Politiker aus dem Bereich Köln/Aachen kommen und viele bei Rhein-Braun beschäftigt sind).

Anhang

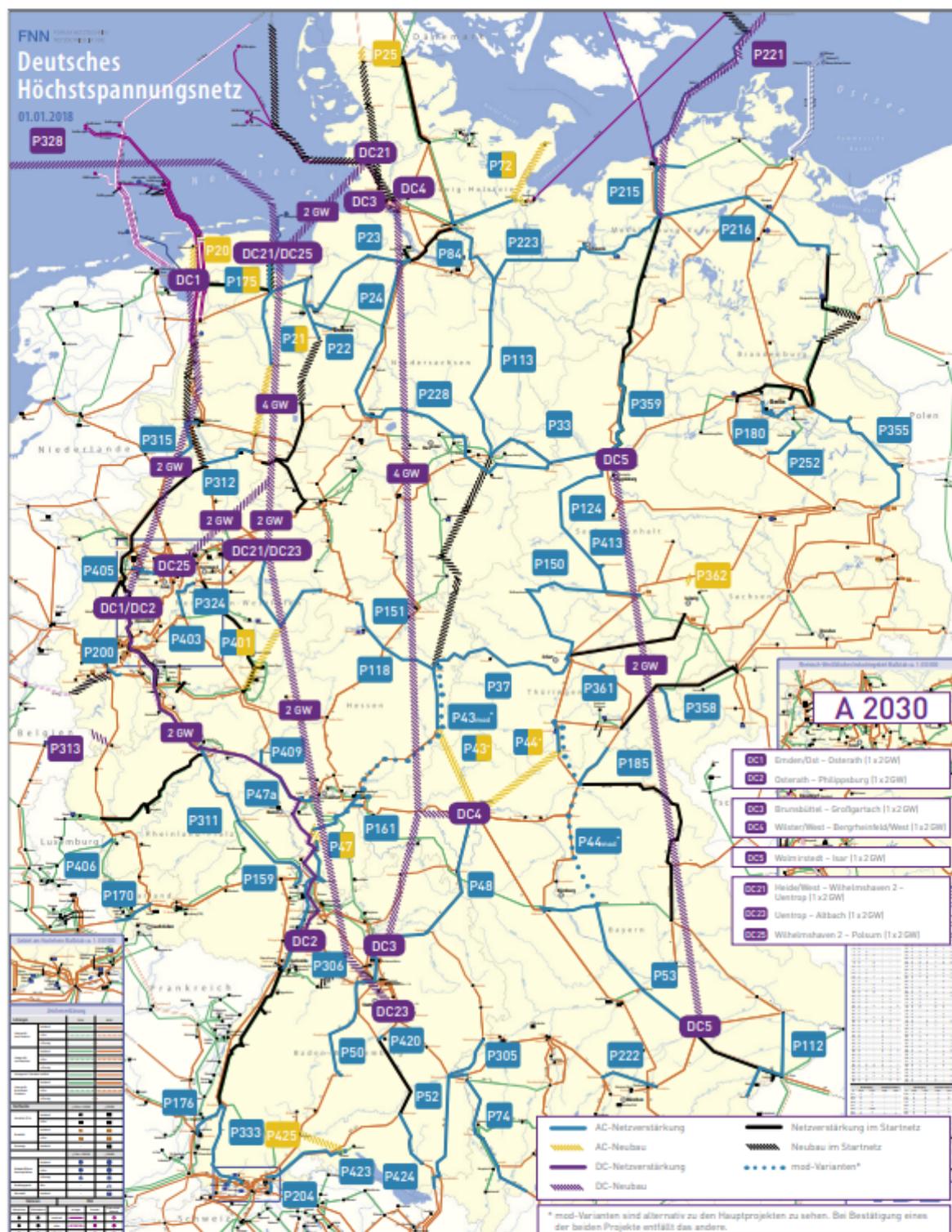
Übersichtskarten des zweiten Entwurfs NEP 2030 (2019) – Startnetz sowie B 2025, A 2030, B 2030, C 2030 und B 2035

Deutsches Höchstspannungsnetz mit Startnetz



Quelle: VDE | FNN / Übertragungsnetzbetreiber¹

¹Die Abbildung basiert auf der Karte „Deutsches Höchstspannungsnetz“ des VDE Verband der Elektrotechnik, Elektronik, Informationstechnik e. V. (Stand: 01.01.2018). Die Darstellung der Neubauprojekte zeigt die Anfangs- und Endpunkte, aber keine konkreten Trassenverläufe. Diese werden erst in nachgelagerten Genehmigungsverfahren festgelegt.



Quelle: VDE | FNN / Übertragungsnetzbetreiber³

³Die Abbildung basiert auf der Karte „Deutsches Höchstspannungsnetz“ des VDE Verband der Elektrotechnik, Elektronik, Informationstechnik e. V. (Stand: 01.01.2018). Die Darstellung der Neubauprojekte zeigt die Anfangs- und Endpunkte, aber keine konkreten Trassenverläufe. Diese werden erst in nachgelagerten Genehmigungsverfahren festgelegt.

Stromausgleichsbeitrag Deutschlands in den Jahren 1990 bis 2019

(in Terawattstunden)

