

Emissionen/Treibhausgase

Die Aufheizung der Atmosphäre durch den natürlichen Treibhauseffekt um etwa 33°C erfolgt zu einem Drittel durch Wasserdampf, 15% durch Kohlendioxid, zu 10% durch Ozon und durch Distickstoffoxid und Methan mit je etwa 3%. Die Konzentration der Treibhausgase nimmt zu. Seit Beginn der Industrialisierung bis 2012 nahm das Kohlendioxid um 30% zu, Methan um 120% und Distickstoffoxid um 10% zu.

Die Ozeane haben etwa ein Drittel des Kohlendioxids aufgenommen, das die Menschen seit der Industrialisierung in die Luft ausgestoßen haben. Die CO₂-Aufnahme durch die Ozeane ist in manchen Jahren weniger und in anderen Jahren deutlich mehr. Ursache dafür ist das Zirkulationsmuster in den oberen Meeresschichten. Eine Schlüsselrolle unter den Ozeanen spielt das Südpolarmeer um die Antarktis herum, das etwa 40 % des Kohlendioxids aufnimmt. Allerdings geschieht diese Aufnahme sehr unregelmäßig. Weniger Bewegung in den oberen Meeresschichten bedeutet zwar, dass weniger Kohlendioxid aus der Luft ins Meer gelangt. Allerdings spült das Meer auch weniger von dem CO₂-reichen Wasser wieder an die Oberfläche und entlässt damit weniger Kohlendioxid in die Atmosphäre. Und das ist am Ende entscheidend.

Der CO₂-Gehalt

Nach Messungen aus Eisbohrkernen betrug die CO₂-Konzentration in den letzten 800.000 Jahren nie mehr als 300 ppm. Im Jahr 1900 lag der Anteil noch bei 280 ppm. Erstmals hat der Kohlendioxidgehalt auf der Erde im Frühjahr 2012 kurzzeitig erstmals den Wert von 400 Partikeln Kohlendioxid pro einer Million Luftteilchen überschritten. 2015 hatte die WMO einen Durchschnittswert von 400 ppm verzeichnet. 2018 hat die Konzentration von Kohlendioxid in der Atmosphäre im monatlichen Durchschnitt den Wert von 410 parts per million überschritten.

Bis 2050 erwartet die Internationale Energieagentur eine Steigerung der CO₂-Emissionen um 190%. Das entspricht einer Verdreifachung gegenüber dem Stand von 1990.

Die World Meteorological Organization diagnostiziert in ihrem Bericht einen im Vergleich zum vorangegangenen Fünfjahreszeitraum stark ansteigende CO₂-Konzentration. Die Anstiegsrate beschleunigt sich hierbei. 2011-2015 betrug die Anstiegsrate noch 2,2 %, im aktuellen Zeitraum 2015–2019 bereits 2,6 %. Die Verweildauer von CO₂ liegt teilweise im Bereich von Jahrhunderten.

Der Methan-Gehalt

Der Volumenanteil von Methan stieg von 730 ppb im Jahr 1750 auf 1.800 ppb (parts per billion, Teile pro Milliarde Volumenanteil) im Jahr 2011 an.

Die 2013 global bei rund 1.815 ppb liegenden Methan-Jahresmittelwerte sind auf Spitzbergen von 2006 bis 2014 vom ohnehin schon hohen Wert 1.853 ppb noch weiter auf 1.910 ppb gestiegen. 2015 habe sich der Trend fortgesetzt. Methan hat in der Atmosphäre ein etwa 30-fach stärkeres Treibhauspotenzial als CO₂.

Man schätzt, daß rund 60 % des weltweiten Methanausstoßes durch Massentierhaltung, Nass-Reisanbau und durch die Verbrennung von Biomasse entstehen. Dazu kommen Deponiegase, die Förderung fossiler Energien oder das Fracking.

Auf dem norwegischen Festland und auf Spitzbergen wurden 2016 Rekordwerte beim Treibhausgas Methan gemessen, von denen noch nicht klar ist, ob sie direkt auf menschliche Aktivitäten zurückgehen oder vom langsamen Auftauen des Permafrostbodens herkommen.

In einer sauerstoffhaltigen Atmosphäre wird Methan oxidiert. Ein einmal in die Atmosphäre gelangtes Methan-Molekül hat dort eine durchschnittliche Verweilzeit von 12 Jahren.

Der Lachgas-Gehalt

Der Volumenanteil von Lachgas stieg von 270 ppb im Jahr 1750 auf mittlerweile 323 ppb. Durch sein Absorptionsspektrum trägt es dazu bei, ein offenes Strahlungsfenster zu schließen. Trotz seiner sehr geringen Konzentration in der Atmosphäre trägt es zum anthropogenen Treibhauseffekt etwa 6% bei, da seine Wirkung als Treibhausgas 298-mal stärker ist als die von CO₂. Es hat eine recht hohe Verweildauer von 114 Jahren.

Der globale CO₂-Ausstoß

Der weltweite CO₂-Ausstoß stieg 2013 erstmals auf über 35 Mrd Tonnen, die aus fossilen Energieträgern in die Atmosphäre emittiert wurden.

Wenn das 2-Grad-Ziel noch erreicht werden soll, dürfen zwischen 2016 und 2100 nur noch maximal etwa 980 Gigatonnen CO₂ in die Atmosphäre gestoßen werden. Doch die Welt emittierte 2017 jährlich rund 40 Gigatonnen CO₂.

Die Emissionsbilanz wird besonders durch die fossile Rohstoffförderung, durch die Wirtschaftsproduktion insgesamt, sowie durch den Konsum beeinflusst. Berücksichtigt man den Konsum importierter Waren statt wie heute nur die Produktion, tragen die Industrieländer viel stärker zum Klimawandel bei.

Deutschland stößt nach dem Produktionsprinzip jährlich (2015) etwa 13 Tonnen CO₂-Äquivalent pro Kopf aus. Nach dem Konsumprinzip hingegen sind es 18 Tonnen. Dabei würde eine Berechnung nach dem Konsumprinzip vor allem China als der sogenannten "Werkbank der Welt" zugute kommen. Denn die Einwohner in China emittieren danach im Schnitt acht Tonnen klimaschädliche Gase pro Jahr, zehn Tonnen weniger als die Deutschen. Dass der Konsum von Produkten in viele Erhebungen zur Emissionsbilanz nicht einbezogen wird, kritisieren Experten seit Langem. Um die Treibhausgas-Emissionen fair zu reduzieren, fordern die Forscher, dass bei der Berechnung der Emissionen für das neue Klimaabkommen alle Ansätze einbezogen werden

Die historische Verantwortung, die bemisst man nach dem kumulativen Ausstoß, und da haben die USA 25% des CO₂ in die Luft geblasen, die Europäer auch noch mal 25%.

Wenn wir diese Rechnung aufmachen, dann haben die Chinesen „nur“ bisher zwölf Prozent in die Atmosphäre geblasen von dem, was wir da oben messen. Das zeigt auch, wie die Konfliktlinien in der internationalen Politik verlaufen.

Die Amerikaner pochen darauf, dass die Chinesen derzeit die größten Verursacher sind, vor den USA, und die Chinesen sagen, die historische Verantwortung liegt nicht bei uns, sondern die liegt bei den USA.

Recherchen der New York Times und der Umweltorganisation Environmental Investigation Agency (EIA) ergaben, daß Fabriken in China 2018 die Chemikalie Trichlorfluormethan, wie Freon 11 wissenschaftlich heißt, trotz Verbots für die Herstellung von Schaumstoff verwenden. Freon 11 hat eine 4.750-mal stärkere Treibhauswirkung als CO₂ und schädigt außerdem die Ozonschicht. Seine Herstellung ist deshalb durch das Montreal-Protokoll verboten. Die EIA hat der New York Times zufolge acht Fabriken identifiziert, die den Stoff noch verwenden.

CO₂-Reduktion

Durch politische und regulatorische Rahmenbedingungen sowie absehbarer Technologieentwicklungen („Referenzpfad“) können bis 2050 ca. 61 % Treibhausgas-Reduktion gegenüber 1990 erreicht werden. Es verbleibt damit eine Lücke von 19 bis 34 Prozentpunkten zu den deutschen Klimazielen. 80 % Treibhausgas-Reduktion sind technisch möglich und in den betrachteten Szenarien volkswirtschaftlich verkraftbar. 95 % Treibhausgas-Reduktion wären an der Grenze absehbarer technischer Machbarkeit und heutiger gesellschaftlicher Akzeptanz. Eine solche Reduktion erfordert praktisch

Nullemissionen für weite Teile der deutschen Volkswirtschaft. Dies würde neben einem weitestgehenden Verzicht auf alle fossilen Brennstoffe und dem Import erneuerbarer Kraftstoffe, den selektiven Einsatz von CO₂-Speicherung (CCS) und sogar weniger Emissionen im Tierbestand bedeuten.

Rund ein Viertel der weltweiten CO₂-Emissionen fallen bei der Herstellung und Nutzung von Grundstoffen (Zement, Eisen und Stahl, Papier und Pappe, Petrochemie- und Chemieprodukte) an. Bisher hat dieser Sektor, im Gegensatz zum Beispiel zur Stromerzeugung, wenig im Fokus der Klimapolitik gestanden.

Dazu kommt es darauf an, Umfang und Qualität von Recycling zu verbessern, die Markteinführung und die Marktchancen für klimafreundliche Prozesse, Materialien und Produktgestaltung zu sichern und viertens Emissionen aus CO₂-intensiven Produktionsprozessen zu reduzieren.

Die viel diskutierten technischen Verfahren, CO₂ aus der Luft zu entfernen, sind unerprobt, teilweise unreif und womöglich unakzeptabel. Ob diese sogenannten CDR-Methoden (Carbon Dioxide Removal) die Erde nach einer Erwärmung von 1,7 Grad oder mehr wieder ausreichend abkühlen können, ist unklar. Wird CO₂ mit großen Plantagen von Energiepflanzen aus der Atmosphäre entnommen, die Biomasse verbrannt und dabei das wieder entstehende Kohlendioxid aufgefangen und verpresst (diese Technik heißt BECCS (Bioenergy with CCS) ist weiterhin die einzige Technik, die in der vom IPCC ausgewerteten Literatur eine nennenswerte Rolle spielt. Anlagen, die CO₂ direkt aus der Atmosphäre entnehmen und entsorgen, werden erst entwickelt: Sie haben inzwischen eine Dimension erreicht, dass sie in einigen Jahren eine Million Tonnen pro Jahr umsetzen; die nötige Größenordnung beträgt jedoch Milliarden Tonnen. Der Energiebedarf dieser DAC-Technologie (direct air capture) dürfte gewaltig sein.

Der Verkehrssektor ist immer noch ein Sektor, der einzige Sektor bei uns in Deutschland, bei dem die Treibhausgas-Emissionen immer noch wachsen. Es läuft in Skandinavien deutlich besser. In Oslo gibt es eine City-Maut. Das heißt, man darf da nur mit einem Elektroauto reinfahren.

Chemiker der TU München haben einen Prozess entwickelt, der nach ersten Berechnungen eine wirtschaftliche Entfernung des Treibhausgases Kohlendioxid aus der Atmosphäre ermöglichen könnte. Algen verwandeln dabei Kohlendioxid aus der Atmosphäre, aus Kraftwerken oder Abgasen der Stahlindustrie in Algenöl. In einem zweiten Schritt werden daraus wertvolle Carbonfasern erzeugt – und das auch noch wirtschaftlich, wie erste Analysen zeigen. Die untersuchten Algen erzeugen nicht nur Biosprit, sondern aus ihnen lassen sich auch sehr effizient Polyacrylnitrilfasern (PAN) herstellen. Die Energie von Parabol-Sonnenspiegeln verkohlt anschließend die PAN-Fasern CO₂-neutral zu Carbonfasern. Mit Carbonfasern lassen sich leichte und hochfeste Werkstoffe herstellen. Am Ende des Lebenszyklus der Carbonfasern könnte man diese in leere Kohleflöze einlagern und entzöge damit die entsprechenden Kohlendioxid-Äquivalente dauerhaft der Atmosphäre. In Baustoffen können Kohlefasern Baustahl ersetzen. Dank ihrer Festigkeit sparen sie Zement, und aus mit Kohlefasern verstärktem Granit lassen sich sogar Träger herstellen, die bei gleicher Tragfähigkeit wie Stahl so leicht wie Aluminium sind.

Um die globale Erwärmung auf zwei Grad Celsius zu begrenzen, müssten die stetig steigenden CO₂-Emissionen in den nächsten zehn Jahren halbiert und bis 2050 komplett gestoppt werden. Notwendig wäre ein weitgehender Verzicht auf fossile Brennstoffe wie Kohle oder Erdöl zur Energiegewinnung.

Eine Untersuchung der US-Wahlkampf-Spenden zeigt unter anderem: 2016 gaben Unternehmen der fossilen Industrie 91 Prozent ihrer Spenden-Gelder an republikanische Kandidaten. Neun Prozent gingen an Demokraten.