

Klimawandel geht uns alle an

Die dramatischen Hurrikan-Meldungen 2017, die Dürre-Sommer 2018 und 2019 und die Hochwasser-Katastrophe 2021 verdeutlichen es: Klimaschutz ist dringend nötig. Hier erfahren Sie Grundlegendes zu den klimatischen Zusammenhängen, zum Gebäudeenergiegesetz und zum eigenen wirtschaftlichen Heizen.

Vermutlich heizen Sie wie die meisten Hausbesitzer in Deutschland mit Öl, Gas oder Strom. Dann nutzen Sie **fossile Energieträger**. Das sind Stoffe, die aus abgestorbenen Pflanzen und Tieren im Verlauf von Jahrtausenden entstanden sind. Die Pflanzen haben von Sonnenlicht und die Tiere wiederum von Pflanzen oder anderen Tieren gelebt. Die von Ihnen jetzt genutzte Energie ist demnach „indirekt“ Sonnenenergie, die in sehr langen Zeiträumen angesammelt wurde. Werden fossile Energieträger (Öl, Gas) verbrannt oder wird elektrischer Strom im Kohlekraftwerk erzeugt, entsteht **Kohlendioxid** (CO_2). Seit Beginn der Industrialisierung wird mehr Kohlendioxid freigesetzt, als es in den Pflanzen, insbesondere den Wäldern, aber auch in den Meeren gebunden wird. Dieser Überschuss führt dazu, dass der Kohlendioxidgehalt in

der Atmosphäre zunimmt (→ Abb.1). Seit 1958 wird auf dem hawaiianischen Vulkan Mauna Loa monatlich der Kohlendioxidgehalt der Atmosphäre gemessen.

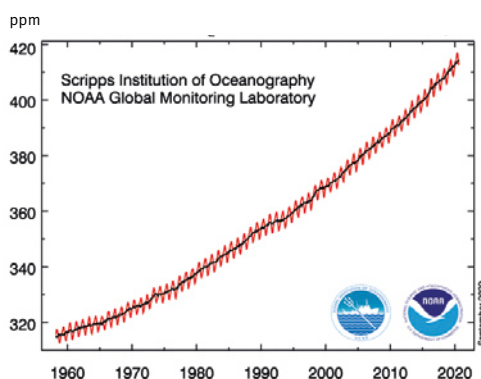


Abb. 1: Kohlendioxidgehalt in der Atmosphäre. Die Wellenbewegung entsteht durch die unterschiedlich starke Vegetation während der Jahreszeiten.



Abb.2: Prinzip des Treibhauseffekts.

Deutlich sichtbar ist in Abbildung 1, dass mittlerweile ein Wert oberhalb von 400 ppm erreicht worden ist.



HINTERGRUND

ppm (parts per million)

Das ppm (parts per million) ist ein Maß für das Mischungsverhältnis, die Konzentration, hier von CO_2 in Luft. Wie das Prozent ein Hundertstel bedeutet und das Promille ein Tausendstel, ist das ppm ein Millionstel. 400 ppm wären also ein Verhältnis von 0,04 Prozent CO_2 in Luft. Noch in den 1960er Jahren lag dieser Wert unter 320 ppm (0,032 Prozent).

Der Treibhauseffekt

In einem Treibhaus ergibt sich eine höhere Temperatur als außerhalb, weil das Glas die Sonnenstrahlen durchlässt. Sie erwärmen die

Luft. Diese Wärme kann nicht einfach so wieder durch das Glas nach draußen abziehen. Die Raumtemperatur steigt. Das ist der Treibhauseffekt.

In der Atmosphäre geschieht etwas Ähnliches (→ Abb.2): Die Sonnenlichtstrahlung durchdringt die Atmosphäre, trifft auf die Erde und erwärmt sie. Die Erde sendet diese Wärmestrahlung zurück ins All. Doch verschiedene Gase (auch Spurengase genannt, weil sie in kleiner Konzentration in der Luft vorkommen) wie Kohlendioxid, aber auch Methan, Stickoxide, Fluorkohlenwasserstoffe, Lachgas etc. übernehmen die Rolle des Treibhaus-Glases. Sie halten die Wärmestrahlung zurück. Darum werden diese Spurengase auch Treibhausgase genannt.

CO_2 ist das wichtigste Treibhausgas. Die Wirkung der anderen Treibhausgase wird in eine CO_2 -Konzentration mit gleicher Wirkung umgerechnet (CO_2 -Äquivalente). Je höher die Konzentration des CO_2 und der Äquivalente, desto höher steigt die Durchschnittstemperatur durch den Treibhauseffekt.



HINTERGRUND

Drei Formen der Wärmeübertragung

Wärme wird von einem Körper mit höherer Temperatur auf einen mit niedrigerer Temperatur übertragen.

Wärmeleitung erfolgt durch feste Körper, die unterschiedliche Temperaturen aufweisen.

Beispiel: Sie stellen einen Kochtopf auf die eingeschaltete Herdplatte. Nach einiger Zeit ist der Topf innen heiß geworden. Gute Wärmeleiter sind vor allem Metalle. Schlechte Wärmeleiter sind Wärmedämmstoffe, die mit Gasen gefüllte Poren enthalten, etwa Mineralfasern oder ein dicker Schafwollpullover. Der schlechteste Wärmeleiter ist das Vakuum, der luftleere Raum. Eine Thermoskanne enthält einen doppelwandigen Glasbehälter, der luftleer ist: So bleibt der Kaffee länger heiß.

Wärmeströmung erfolgt in Flüssigkeiten und Gasen.

Beispiel: Warmes Wasser ist leichter als kaltes und steigt deswegen nach oben: Im Badewannenwasser ist es oben am wärmsten. Oder: Warme Luft strömt am Heizkörper nach oben und erwärmt so den Raum (Luftbewegung). Heizkörper, die besonders starke Luftbewegung hervorrufen, werden **Konvektoren** genannt, beispielsweise vor bodentiefen Fenstern in den Boden eingelassene Heizelemente mit einem Luftgitter darüber.

Wärmestrahlung benötigt keine Materie zum Transport. Sie kann auch im Vakuum passieren und breitet sich wie Licht geradlinig aus. Je heißer ein Körper ist, umso höher ist die Frequenz der ausgesandten Strahlung.

Beispiel: Ein Heizkörper in der Wohnung strahlt im Infraroten Bereich (→ Seite 45). Sie müssen ihn sehen können, um die Wärmestrahlung zu empfinden. Glühende Stoffe, beispielsweise eine Kerzenflamme oder die Sonne, strahlen neben der Wärme hauptsächlich sichtbares Licht ab, je heißer, desto weißer das Licht.

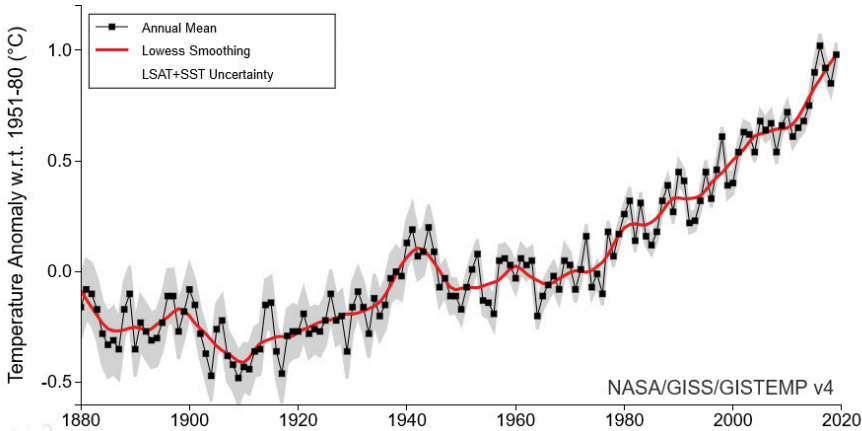


Abb. 3: Anstieg der weltweiten Durchschnittstemperatur während des Industriezeitalters.

Es gab bereits in vorindustrieller Zeit Spurengase, insbesondere CO_2 in der Atmosphäre. Das war ein **natürlicher Treibhauseffekt**, der ein angenehmes Leben auf der Erde erst ermöglichte. Ohne ihn hätten wir eine Welt-Jahresdurchschnittstemperatur von frostigen -18 Grad.

Wie Abbildung 3 zeigt, ändert sich die Welt-Durchschnittstemperatur bis 1920 nur wenig. Ab dann und erst recht seit 1980 steigt die Temperaturkurve um mittlerweile gut ein Grad. Das entspricht dem Anstieg des CO_2 in der Atmosphäre (→ Abb. Seite 19). Bis auf ganz wenige Klimaskeptiker gehen die Wissenschaftler davon aus, dass dieser **zusätzliche Treibhauseffekt** menschengemacht ist.

Das Klima ist ein sehr komplexes Geschehen. Sicher ist allerdings, dass durch die Spurengase beziehungsweise Treibhausgase

heute mehr Energie in der Atmosphäre gespeichert ist als früher. Und: Warme Luft kann mehr Wasserdampf enthalten als kalte. Die Auswirkungen sind aktueller denn je und weltweit zu spüren, beispielsweise die Zunahme von Stürmen und Hochwässern.

Im Klimageschehen gibt es sogenannte Kipp-Punkte, die unbedingt vermieden werden sollten. Wenn beispielsweise der Permafrostboden in Sibirien auftaut und dadurch weitere Treibhausgase freigesetzt werden, steigt die Temperatur. Es taut noch mehr Erdreich auf und noch mehr Treibhausgase werden freigesetzt: Ein weiterer Temperaturanstieg ist die Folge. Klimawissenschaftler stellen fest, dass erste Kipp-Punkte bereits aktiviert wurden. Spätestens bei einer weltweiten Erwärmung um zwei Grad werden weitere ausgelöst.

Pariser Klimaschutz- abkommen

Es hat schon zahlreiche internationale Konferenzen zum Klimaschutz gegeben. Vor Paris fand die wichtigste 1997 in Kyoto statt – mit einem dort beschlossenen Protokoll. Darin verpflichteten sich ausgewählte Industrieländer, den Ausstoß (Emission) von Treibhausgasen zu begrenzen. Das Protokoll trat nach Ratifizierung durch zunächst 55 und später 192 Staaten im Jahr 2005 in Kraft. Weitere Konferenzen brachten keine erfolgversprechende Nachfolgeregelung zustande.

Ende 2015 fand in Paris die 21. UN-Klimakonferenz statt (kurz COP 21). Gleichzeitig gab es das 11. Treffen zum Kyoto-Protokoll (kurz CMP 11). Hauptziel dieser Konferenz war eine Nachfolge-Vereinbarung für das Kyoto-Protokoll.

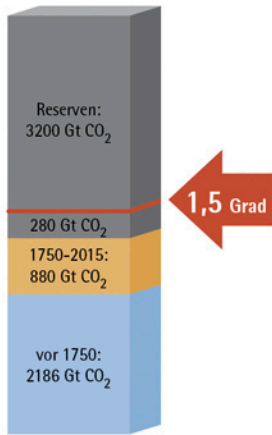
Die Konferenz in Paris war im Vorfeld gut vorbereitet und wurde von den französischen Gastgebern geschickt geleitet. So kam es zum **Übereinkommen von Paris**. Mittlerweile haben 195 Staaten das Abkommen unterzeichnet, das 2016 in Kraft getreten ist. Diese Staaten haben sich darauf verständigt, Maßnahmen zu ergreifen, um den Temperaturanstieg auf deutlich unter 2 Grad, besser auf 1,5 Grad zu begrenzen. Sie geben dazu Selbstverpflichtungen ab. In regelmäßigen Abständen wird deren Einhaltung und die Einhaltung des 1,5- beziehungsweise maximal

2-Grad-Zieles überprüft. Gegebenenfalls werden weitere Maßnahmen ergriffen. Anders als im Kyoto-Protokoll gibt es nicht nur Emissionsgrenzen für Industrieländer, sondern eine Selbstverpflichtung für alle Länder, den Temperaturanstieg zu begrenzen. Im Abschlussbericht der Weltklimakonferenz von Glasgow im November 2011 haben die Staaten bekräftigt, das 1,5 Grad Ziel einhalten zu wollen und ihre Klimaschutzpläne bis 2022 nachzuschärfen.

Paris und die Folgen

Es besteht also nachweislich ein Zusammenhang zwischen der Konzentration der Treibhausgase und dem Temperaturanstieg. Klimawissenschaftler haben berechnet, dass die Begrenzung auf 1,5 Grad Erwärmung eine Begrenzung der CO₂-Konzentration auf 420 ppm verlangt. Zusätzlich zum bereits in der Atmosphäre enthaltenen CO₂ dürfen dann vermutlich höchstens noch weitere 280 Gigatonnen CO₂ hinzukommen, um auf der sicheren Seite zu sein. Für das 2-Grad-Ziel wären noch knapp 600 Gigatonnen CO₂ erlaubt. Das klingt zunächst nach sehr viel. Jedoch steigt allein durch Verbrennungsprozesse die CO₂-Menge in der Atmosphäre jährlich um 32 Gigatonnen. Die höchstmöglichen 280 Gigatonnen wären in weniger als zehn Jahren erschöpft und das maximale 2-Grad-

Der Kohlenstoffhaushalt
CO₂ vor, während und nach
der Industrialisierung



Kohlenstoffvorkommen
Gesicherte Kohle-, Öl- und Gasvorkommen nach Quelle



Die Kohlenstoffblase
Gesicherte Kohle-, Öl- und Gasreserven, die nicht verbrannt
werden dürfen, um die Erwärmung nicht über +1,5 Grad
steigen zu lassen (in Prozent)

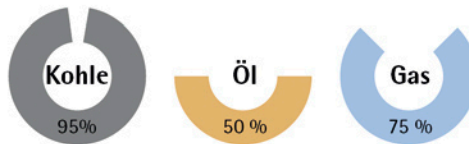


Abb. 4: Energiereserven müssen im Boden bleiben, um die Klimaziele zu erreichen.

Ziel würde eher als in 18 Jahren überschritten. Etwas genauer betrachtet: Jährlich werden insgesamt circa 40 Gigatonnen CO₂ in die Atmosphäre geschleudert. Zwar gibt es erfreuliche Prozesse (Pflanzenwachstum, Aufnahme im Meerwasser), die CO₂ binden können. Dadurch werden pro Jahr circa 25 Gigatonnen CO₂ entfernt. Das reicht aber nicht – wie der Badewanneneffekt zeigt: Jede Wanne wird überlaufen, wenn weniger durch den Abfluss wegfießt als durch den Wasserhahn zuläuft.

Wenn die Beschlüsse von Paris ernst genommen werden, muss die Weltwirtschaft spätestens zur Mitte des Jahrhunderts vollständig kohlenstofffrei arbeiten und zu 100 Prozent mit erneuerbaren Energien versorgt werden.

Zwischenfazit: Es gibt kein Problem mit versiegenden Rohstoffquellen. Vielmehr muss ein Großteil der bekannten fossilen Rohstoffe – Kohle, Öl und Gas – in der Erde bleiben (→ Abb. 4).

Oben in der Abbildung 4 sehen Sie, welche Kohlendioxidmengen bis 2015 abgegeben wurden, was noch fehlt, um die 1,5 Grad einzuhalten, und welche weitere Menge in allen bekannten Reserven zusammen dann noch enthalten ist. Diese 3.200 Gigatonnen CO₂ dürfen nicht mehr freigesetzt werden. Die Abbildung zeigt rechts, dass es vor allem Kohlevorräte betrifft; rechts unten sind die Anteile der Energieträger dargestellt, die nicht mehr benutzt werden dürfen: Auch hier überwiegt die Kohle: Nur noch 5 Prozent der be-

kannten Reserven dürfen verbrannt werden. Diese Rohstoffe liegen zwar noch in der Erde, sie sind jedoch bereits in den Bilanzen der Unternehmen berücksichtigt. Das Klimaabkommen bedeutet demnach für die fossile Wirtschaft eine riesige Investitionsblase, die **Kohlenstoffblase**.

→ **TIPP Nicht in Kohle investieren**

Investieren Sie Ihr Geld nicht in Wertpapiere, die mit der Kohlenstoffwirtschaft zusammenhängen. Es droht massiver Geldverlust. Das „Abziehen“ von Geld aus dem fossilen Sektor wird **Divestment** genannt. Etliche Kommunen haben die Gefahr erkannt, zum Beispiel die westfälische Stadt Münster: Sie hat ihre 22 Millionen Euro Pensionsfonds deinvestiert und schließt auch in Zukunft Investitionen in den fossilen Sektor aus.

Was heißt das nun für Deutschland? Es gibt einen **Klimaschutzplan** der Bundesregierung als Selbstverpflichtung im Sinne des Paris-Abkommens. Dieser Plan gibt Zwischenziele für die Jahre 2020, 2030 und 2040 sowie das Ziel für 2050 mit einer Reduktion der Treibhausgase von 80 Prozent beziehungsweise 95 Prozent vor (→ Abb. 5). Das mittlerweile verabschiedete Klimaschutzgesetz verschärft das Ziel auf Treibhausgasneutralität bis 2050. Im Koalitionsvertrag der Ampel sind noch höhere Ziele enthalten.

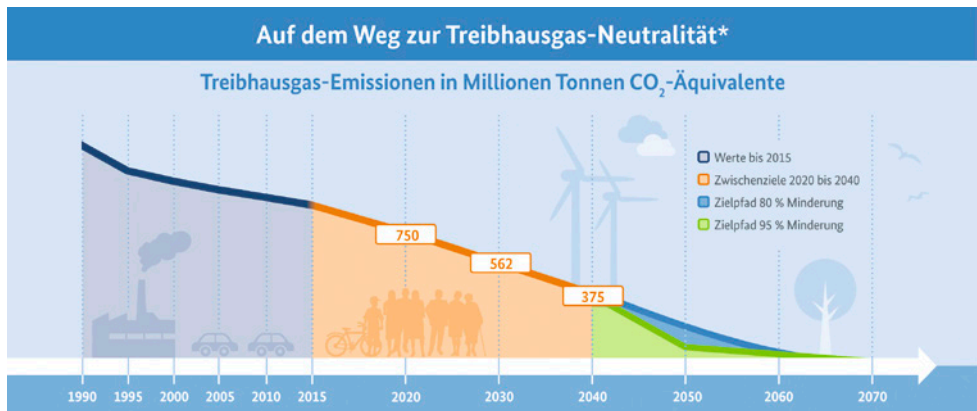


Abb. 5: Ziele des Klimaschutzplans der Bundesregierung (Stand: Sommer 2017).

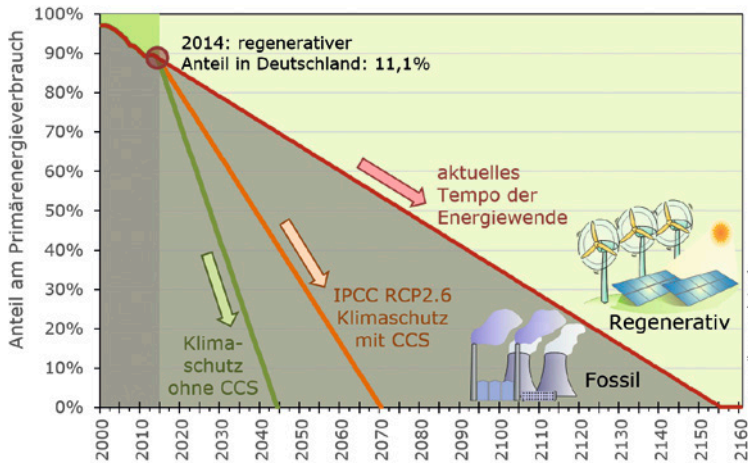


Abb. 6: Der Zubau der erneuerbaren Energien muss viel schneller erfolgen.

Das klingt zwar ambitioniert, ist jedoch zu wenig, um das 1,5-Grad-Ziel einzuhalten. Das BGH-Urteil verlangt Verschärfungen.

Das erste Ziel bis 2020 wurde noch wegen des Rückgangs der Emissionen durch die Corona-Beschränkungen erreicht. Wenn diese wegfallen, wird es schwierig, weitere Ziele einzuhalten. Dies liegt an dem zu geringen Ausbau der erneuerbaren Energien und dem Festhalten an der Kohleverstromung. Die Regierung bejaht zwar den Klimaschutz, bremst jedoch mit zahlreichen Vorschriften, unter anderem dem Zwang zur Ausschreibung bei größeren Anlagen. Dadurch wurden beispielsweise in der aufblühenden Solarindustrie circa 80.000 Arbeitsplätze vernichtet, um in der Kohleindustrie rund 40.000 Stellen zu erhalten. Die in Deutschland entwickelte Zukunftstechnik wird nun insbesondere von China vermarktet. Bei dem jetzigen Zubau

dauert es bis weit über das Jahr 2150, bis 100 Prozent erneuerbare Energien erreicht sind (→ Abb. 6). Das ist eindeutig zu langsam, um das Klima zu stabilisieren.

Es wäre ein Umstieg auf 100 Prozent Erneuerbare bis 2045 notwendig. Wird die umstrittene CCS-Technik (→ Kasten rechts) eingesetzt, bliebe Zeit bis 2070.

Ein so rascher Umbau erfordert erheblich höhere Zubauraten der erneuerbaren Energieanlagen. Volker Quaschnig, Professor an der Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW) in Berlin, hat ausgerechnet, dass pro Jahr 6,5 Gigawatt (GW) Zubau an Windkraftanlagen und 16 GW Photovoltaikanlagen nötig sind. Dabei wurde berücksichtigt, dass sich der Ausbau der Windkraft verlangsamt und die Photovoltaik deswegen stärker wachsen muss. Weiterhin wird sich nach seiner



HINTERGRUND

CCS keine Alternative

CCS (Carbon Capture and Storage) ist eine Technik, die aus den Abgasen etwa von Kohlekraftwerken das CO₂ abscheiden kann, um es dann auf alle Zeiten zu lagern. Das ist sehr teuer. Das Hauptproblem ist die Endlagerung des CO₂. Wird es in den Untergrund „verpresst“, ist nicht gesichert, dass das Grundwasser sauber bleibt. Und die Bürgerproteste nehmen zu. Sicherer wäre es, CO₂ in feste Stoffe zu verwandeln und oberirdisch zu lagern. Doch inzwischen sind die erneuerbaren Energien so preiswert, dass Kohlekraftwerke mit CCS unwirtschaftlich sind.

Rechnung wegen der Sektorkopplung (→ Seite 28) der Stromverbrauch verdoppeln, um auch die Wärme und den Verkehr zu 100 Prozent erneuerbar bereitzustellen. Die Ampel-Regierung will Barrieren beim Ausbau abbauen – hoffentlich klappt das.

Techniken, die fossile Energien nutzen, können und sollten in den nächsten Jahren verschwinden. So sollten Kohlekraftwerke bis 2030 ersetzt sein. Gleiches gilt für Ihre Ölheizung: Nach 2030 sollte es keine mehr geben. Bei Gasheizungen gibt es möglicher-

**Klimaschutz im Alltag**

Fritz Reusswig ist Wissenschaftler am Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung:

„Verbraucherinnen und Verbraucher können viel tun, um den Klimawandel zu bremsen. (...) Wenn es um das Heizen geht, ist primär der Hausbesitzer oder die Hausbesitzerin gefragt (Dämmung, Wärmeschutz-Verglasung, Heizkessel), aber auch Mieterinnen und Mieter können etwas tun: Das regelmäßige Entlüften der Heizkörper sowie ‚richtiges‘ Heizen und Lüften leisten einen wertvollen Beitrag. (...) Es gibt viele weitere Möglichkeiten, aber wir sollten auch unsere Politikerinnen und Politiker immer wieder fordern. Denn das klimafreundliche Alltagshandeln der Einzelnen kann kein Ersatz sein für eine wirksame Klimapolitik. Dieser Satz gilt aber auch umgekehrt: Die Politik ist kein Ersatz für das Handeln jedes Einzelnen, das heißt wir alle sind gefragt!“

weise durch die Sektorkopplung eine weitere Daseinsberechtigung (→ Seite 29). Auf den Verkehrssektor geht dieses Buch nur am Rande ein. Nur so viel: Ihr nächstes Auto sollte ein Elektroauto werden. Oder können Sie ganz auf ein Auto verzichten?