

# Das Ende der Modelle – das Ende der Hiobsbotschaften

## Die Botschaft

Der Spiegel schreibt am 23.7.:

Forscher prognostizieren stärkere Erderwärmung. In leistungsstarken Programmen simulieren Forscher, wie die Erde auf eine Verdopplung der Kohlendioxid-Menge in der Atmosphäre reagieren würde.

Der Guardian warnte schon im Juni:

The current pace of human-caused carbon emissions is increasingly likely to trigger irreversible damage to the planet, according to a comprehensive international study released Wednesday.

(Laut einer umfassenden internationalen Studie, die am Mittwoch veröffentlicht wurde, wird das derzeitige Tempo der vom Menschen verursachten Kohlenstoffemissionen zunehmend irreversible Schäden auf dem Planeten auslösen.)

Das sind keine guten Nachrichten, aber können wir *Spiegel und Guardian* blind vertrauen? Ich schlage vor, wir schau'n uns das mal an.

## Das Häschen und Corona

Bitte betrachten Sie zunächst aufmerksam [dieses kurze Video](#) (zu Beginn bitte ein paar Sekunden Geduld).

Die Vierbeiner fühlen sich in der Dunkelheit unsichtbar, verraten sich aber durch eine geheimnisvolle Strahlung. Ist das die „Aura“, wie sie nur von ganz besonderen Wesen ausgeht?

Nicht ganz. Was man sieht, ist infrarotes Licht, das von einer Spezialkamera aufgezeichnet wurde. Solches Licht, auch Wärmestrahlung genannt, wird von jedem Körper emittiert, ob lebendig oder nicht. Es kommt nur auf seine Temperatur an.

Mit der Temperatur steigt die Energie der Strahlung, und zwar ganz gewaltig. Die stark durchbluteten und unbehaarten Partien scheinen deutlich heller als der Rest des Körpers, obwohl sie nur ein paar Grad wärmer sind. Dieser Effekt wird übrigens auch beim kontaktlosen Fiebermessen benutzt, wie es in Corona-Zeiten alltäglich ist. Das Thermometer misst die von der Haut abgestrahlte Energie und kann daran tatsächlich unterscheiden, ob wir nur 36,5 °C oder bedenkliche 38 ° haben.

## Die Strahlung von Mutter Erde

Mutter Erde hat eine durchschnittliche Temperatur von etwa  $15^{\circ}$  und strahlt damit permanent etwa 340 Watt Wärme je Quadratmeter ins All. Das ist nicht viel, aber dank ihrer gigantischen Oberfläche kommt da einiges zusammen. Warum kühlt sie sich dann nicht fortlaufend ab?

Nun, Sie haben es erraten: Die liebe Sonne wärmt uns ja, und zwar mit großzügigen 1.388 Watt pro Quadratmeter. Bekommen wir dann nicht wesentlich mehr Energie geliefert, als wir abstrahlen? Warum glüht die Erde dann nicht längst?

Dazu etwas Geometrie: So wie wir den Mond, so sieht auch die Sonne unsere Erde als kreisförmige Silhouette. Auf der Fläche dieser Scheibe von 6.371 km Radius werden die Sonnenstrahlen eingefangen. Fragen sie jetzt bitte nicht, ob das auch nachts so ist; irgendeine Hälfte des Globus ist ja immer zur Sonne gewandt.

Damit unsere Temperatur gleichbleibt, müsste die Erde ebenso viel Energie abstrahlen, wie sie empfängt. Und genau das tut sie. Sie strahlt nämlich mit ihrer gesamten Kugeloberfläche, nicht nur mit der scheibenförmigen Silhouette, die sie der Sonne darbietet. Und wie es der Zufall so will, ist die Oberfläche einer Kugel genau das Vierfache einer Scheibe gleichen Durchmessers.

Um die gesamte Energiebilanz der Erde zu berechnen, müssen wir die empfangene Sonnenenergie von  $1388 \text{ Watt/m}^2$  mit der Fläche besagter Scheibe multiplizieren und die Abstrahlung von  $340 \text{ Watt/m}^2$  mit dem Vierfachen dieser Fläche, und dann die Differenz bilden.

Multiplizieren wir zunächst die 340 mit 4, dann kommen wir auf 1.360. Aber das ist ja fast genau das, was die Sonne zu bieten hat. Das ist kein Zufall, es sagt uns, dass tatsächlich die durchschnittlich eingestrahlte und emittierte Energie – im Rahmen unserer extrem vereinfachten Betrachtung – gleich sind.

## Wie durchsichtig ist Luft?

Nun strahlt die von der Erde abgegebene Energie nicht ungehindert ins Vakuum des Weltalls, sondern muss sich erst ihren Weg durch die Lufthülle erarbeiten. Da gibt es Blockaden, die zwar die einfallenden Sonnenstrahlen passieren lassen, die ausgehende Wärmestrahlung aber behindern. Das sind die sogenannten Treibhausgase, und das berüchtigtste heißt  $\text{CO}_2$ .

Als Autofahrer haben Sie sicher schon gesehen, was passiert, wenn Sie versuchen, mit den Scheinwerfern durch Nebel zu leuchten. Sie bekommen den halben Segen zurück in die Augen und können noch weniger sehen als vorher. Für die Infrarotstrahlen ist das  $\text{CO}_2$  wie Nebel, für uns (außer Greta) ist dieses Gas aber total unsichtbar. Das  $\text{CO}_2$  streut einen Teil der Wärmestrahlung, die eigentlich ins All entweichen möchte, zurück. Die Erde bleibt daher etwas wärmer, als es ohne  $\text{CO}_2$  der Fall wäre.

Ein paar Grad mehr bedeutet aber, dass die Erdoberfläche wesentlich mehr Energie abgibt. Dabei macht schon ein kleiner Temperaturanstieg einen deutlichen Unterschied. Erinnern Sie sich an die Tiere im Video? Da strahlen die Bäuche der Elefanten auch mehr als die kühleren Rücken.

Die Erdoberfläche strahlt nun also ebenfalls stärker, aber das CO<sub>2</sub> hält davon eben einen kleinen Prozentsatz zurück, sodass letztlich die gleiche Energie ins All gestrahlt wird, wie es ohne CO<sub>2</sub> der Fall war. Das Gleichgewicht von empfangener und abgegebener Energie ist also wiederhergestellt, wenn auch zum Preis einer höheren Temperatur.

Nun haben sich die Forscher etwas überlegt. Nehmen wir die präindustrialisierte Erde, etwa vom frühen 20. Jahrhundert, da gab es 0,028% CO<sub>2</sub> in der Luft. Auf diese Situation hatten sich die Erde und ihre Temperatur seit Jahrtausenden eingestellt. Jetzt verdoppeln wir schlagartig die CO<sub>2</sub>-Konzentration von 0,028% auf 0,056%. Um wie viel Grad würde es dann wärmer? Das ist natürlich ein Gedankenexperiment, wir können es nicht gerade mal mit der Erde durchführen, aber es kann lehrreich sein.

Lange haben die Experten gerechnet und kamen zu dem Ergebnis, dass die Temperatur um irgendeinen Wert zwischen 1,5° und 4,5° steigen würde. Diesen Wert nannten sie Klima-Sensitivität.

### **Geht's nicht genauer?**

Das ist aber ein recht ungenaues Resultat. Das ist, als würde ein Handwerker einen Kostenvoranschlag machen: „... so zwischen 1.500 und 4.500 Euro wird's schon werden.“ Können die Spezialisten mit ihren Supercomputern das nicht besser ausrechnen?

Nun, ich habe Ihnen bisher nur die halbe Wahrheit erzählt, vielleicht sogar noch weniger. Neben dem CO<sub>2</sub> gibt es ein anderes Treibhausgas, das im Vergleich zu CO<sub>2</sub> eine hundertmal so große Konzentration haben kann: der Wasserdampf in der Atmosphäre, auch Luftfeuchtigkeit genannt. Dieses gasförmige, unsichtbare Wasser hat auf die Wärmestrahlung den gleichen Effekt wie das CO<sub>2</sub>, allerdings wesentlich stärker.

Während sich CO<sub>2</sub> nun einigermaßen ordentlich über die Erde verteilt, verhält sich das Wasser genau umgekehrt. Mal ist es hier, mal dort, manchmal kondensiert es zu kleinen Tröpfchen und bildet Wolken, dann werden die Tröpfchen groß und schwer, sodass sie zu Boden fallen und wir sagen:

„Es regnet.“ Dieses chaotische Treiben des Wassers ist ein wesentlicher Teil dessen, was wir als Wetter bezeichnen.

Und das Wasser, sei es gasförmig flüssig oder fest, hat einen sehr starken Einfluss auf die einfallende und emittierte Strahlung. Jetzt geht es nicht mehr nur um sanfte Streuung der Wärmestrahlung auf ihrem Weg ins All; durch das Wasser wird chaotisch ins ganze Energiegeschehen eingegriffen: Sonnenlicht wird an den Oberseiten der Wolken reflektiert, sodass es gar nicht erst auf die Erde kommt; Wärmestrahlung wird an der Unterseite blockiert und feine Nebeltröpfchen treiben ihr eigenes Spiel mit den

verschiedenen Strahlen.

In diesem Chaos wollen wir nun herausfinden, welchen Einfluss die Zunahme der CO<sub>2</sub>-Konzentration um ein paar hundertstel Prozent haben soll? Das ist so, als hätte Mutter Erde ein feines Seidenhemdchen aus CO<sub>2</sub> an, das sie niemals ablegt, darüber aber zieht sie nach Lust und Laune dicke Wollpullover, Pelzjacken und Wintermäntel aus Wolken oder Wasserdampf an und aus. Das feine Seidenhemdchen aber wird von Jahr zu Jahr um ein paar Fädchen dichter; und wir wollen ausrechnen, welchen Einfluss genau das auf Mutters Temperatur hat?

### **Mission Impossible**

Es ist eine „Mission impossible“, aber furchtlose Forscher vom [World Climate Research Programme](#) haben erneut ihre Computer angeworfen und mit neuesten Daten und Erkenntnissen gefüttert – und voilà, hier ist das Ergebnis: Die Klima-Sensitivität liegt bei einem Wert irgendwo zwischen 1,6° und 5,6°. Würde also das CO<sub>2</sub> auf den besagten doppelten Wert der präindustrialisierten Ära ansteigen – gemäß aktuellem Zuwachs würde das 75 Jahre dauern – dann könnte Hamburgs mittlere Jahrestemperatur von heute 8° auf maximal 13° steigen, dann wäre es an der Alster so warm, wie heute in Mailand und in Mailand wie heute in Sevilla.

Es spricht für die Gewissenhaftigkeit der Forscher, dass sie uns auch verraten, mit welcher Wahrscheinlichkeit ihre Aussage zuträfe: nämlich 66%. Diese Unsicherheit, verknüpft mit der ohnehin schon riesigen Unschärfe von 1,6° bis 5,6°, ist aber ein Offenbarungseid: die Angelegenheit ist viel zu kompliziert, als dass wir sie berechnen könnten. Man kann einfach nichts Genaueres sagen als:

„Wenn wir so weitermachen wie bisher, dann wird es in den nächsten Jahrzehnten vermutlich ein paar Grad wärmer.“

Also, liebe Forscher: es liegt nicht an Euch oder an Euren Programmen, dass Ihr zu keinem vernünftigen Ergebnis kommt. Es liegt an der Natur des Klimas. Man kann es einfach nicht im Computer abbilden – ebenso wenig wie die Gedankengänge einer Frau. Sucht Euch einen anderen Job; bei Eurer Qualifikation ist das kein Problem.

Und noch etwas: Mit einer Wahrscheinlichkeit von 100 % minus 66 %, also mit 33 % könnte die Erwärmung außerhalb des angegebenen Bereichs von 1,6 ° bis 5,6 ° liegen. 33% ist immerhin dieselbe Wahrscheinlichkeit, mit der man beim Würfeln ein Fünf oder Sechs erwarten kann. Wir könnten also, wissenschaftlich ganz legitim, auch weniger als 1,6 ° Erderwärmung erwarten. Wären wir dann Klimaleugner, also Unmenschen? Oder befänden wir uns noch mit 33 % Wahrscheinlichkeit unter den Anständigen?

Dieser Artikel erschien zuerst bei [www.think-again.org](http://www.think-again.org) und im Buch „[Grün und Dumm](#)“

