

Klimawandel: Mit Fakten gegen jeden Zweifel

*Im folgenden Artikel wurden die suggestierenden, beklagenden und von Furcht geprägten Passagen/Formulierungen **rot** markiert.*

*Anmerkungen in **Violett** kommentieren den Text.*

Die globale Erwärmung ist **größtenteils** menschengemacht, der Klimawandel **real**. Und das lässt sich auch belegen. Sieben Fakten, die selbst Skeptiker überzeugen sollten.

Von [Alina Schadwinkel](#)

12. Mai 2017, 10:27 Uhr



Alina Schadwinkel

Redakteurin im Ressort Wissen,
ZEIT ONLINE

Es gibt Dinge, über die lässt sich streiten. Über die Frage, ob sich das Klima der Erde derzeit wandelt, allerdings nicht.

Und doch gibt es sie, die Zweifler.

Zwar geht die große Mehrheit der Deutschen davon aus, dass es einen Klimawandel gibt, drei von vier halten ihn allerdings für in der Wissenschaft umstritten. Dabei **ist sich die Fachwelt einig**: Er findet statt und für die Veränderungen ist größtenteils der Mensch verantwortlich.

Fakt ist aber auch:

Die Wissenschaft kennt keine unumstößliche Wahrheit. Forscher zu sein bedeutet, Belege immer wieder zu hinterfragen, zu verifizieren, zu falsifizieren und dadurch Erkenntnisse zu verfeinern. Deshalb wird der Streit um **Detailfragen** des Klimawandels nie enden. **Das darf er auch nicht**, denn nur so werden Prognosen verlässlicher. Trotzdem hilft es, ein paar Dinge zu wissen, um die Zweifler zu überzeugen:

1. Die globale Erwärmung ist größtenteils menschengemacht

In den 4,6 Milliarden Jahren, in denen es die Erde gibt, hat sich ihr Klima ständig verändert. Allein in den vergangenen 650.000 Jahren gab es sieben Zyklen, in denen es mal wärmer, mal kälter war, es also abwechselnd Warm- und Eiszeiten gab.

[Und woher kam in dieser Zeit das menschengemachte CO2 zur Erderwärmung? Und was führte dazu, dass Warmzeiten und ebenso auch Eiszeiten sich abwechselten, dass es also zu keinem Zeitpunkt ein dauerhaftes "Normalklima" gab?]

Das **vermuten** Klimaforscher nicht oder haben es allein an Computern **modelliert**, sie haben es gemessen. **[Das ist ja schon mal gut; denn die aktuelle Klimahysterie basiert auf Vermutungen und auf Klimamodellen, die ständig "nachjustiert" werden müssen.]**

Die Klimageschichte des Planeten ist nämlich konserviert. Sie steckt etwa in den Ringen von Bäu-

men, im Meeresgrund, Korallenriffen und Eisschilden. Indem Forscher diese in ihre Bestandteile zerlegen und chemisch analysieren, können sie sehen, wann wie viel Kohlendioxid (CO₂) in der Luft war, wie viel Sauerstoff, welche Partikel in der Atmosphäre schwebten oder wie warm, kalt oder feucht es war. Ganz praktisch, nicht theoretisch.

Was in der Atmosphäre aktuell passiert – zum Beispiel, wie viel Strahlung der Sonne auf die Erde trifft und wie viel diese wieder abgibt – messen unter anderem Geräte an Bord von Satelliten. Dieser Strahlungshaushalt hat sich im Verlauf des vergangenen Jahrhunderts deutlich verändert: Es gelangt immer weniger Strahlung zurück in den Weltraum, die Erde wird wärmer.

Zwar strahlt die Sonne mal stärker, mal schwächer, was sich im Erdklima niederschlägt. Nach derzeitigem Wissen ist aber nur etwa ein Zehntel der heutigen Erderwärmung auf die Sonne zurückzuführen, **anderslautende Behauptungen halten einer Prüfung nicht stand [Zack! Einfach mal so aus einem linientreuen Bericht abgeschrieben.]** (siehe etwa Nature Geoscience: Huber & Knutti, 2011 / Journal of Geophysical Research: Benestad & Schmidt, 2009). Stattdessen **sprechen alle Auswertungen dafür**: Die aktuelle globale Erwärmung ist zum größten Teil menschengemacht. []

2. Die Verbrennung von Kohle und Erdöl heizt den Planeten auf

Die Konzentration des Treibhausgases in der Atmosphäre ist mit Beginn der Industrialisierung deutlich gestiegen. Das haben zahlreiche Messungen ergeben. Letzten Analysen zufolge ist sie heute so hoch wie niemals zuvor in den zurückliegenden 800.000 Jahren, in denen es nachgewiesene deutliche Klimaveränderungen aus verschiedenen, natürlichen Gründen gab (Quaternary Science Reviews: Köhler et al., 2010). **[Warum also sollen ausgerechnet jetzt die menschengemachten CO₂-Emissionen schuld sein, wenn es doch schon früher immer wieder Warmphasen mit erheblich höheren Temperaturen gab?]**

Zweifler führen an dieser Stelle häufig an, hohe CO₂-Konzentrationen in der Atmosphäre träten früher nach einer Erwärmung auf. Kohlendioxid sei die Folge, nicht die Ursache eines Klimawandels. Als Beispiel nennen manche den raschen Anstieg von CO₂ vor 55 Millionen Jahren. Aber Achtung: Damals ging es um Veränderungen binnen 10.000 Jahren, nicht weniger Jahrhunderte. **[Dennoch bleibt die Frage: Woher kam das CO₂ denn damals?]**

Mehr Methan in der Atmosphäre

Es gibt **unzählige** Belege dafür, dass die Verbrennung von Kohle und Erdöl zu dem rasanten, andauernden Anstieg geführt haben, den Forscher heute verzeichnen (siehe etwa Nature Geoscience: Le Quéré et al., 2009 / PNAS: Josep Canadell et al., 2007 / NOAA Earth System Research Laboratory).

Auch andere Treibhausgase haben sich angehäuft. Der Anteil von Methan in der Atmosphäre hat sich im Vergleich zum vorindustriellen Zeitalter aber nahezu verdreifacht. **[Vielleicht sollte man mal noch erwähnen, dass Methan 10 mal schädlicher ist als CO₂, wenn man schon von Gefahr spricht. Und dass Methan hauptsächlich durch die weltweite Rinderzucht ansteigt]** Zwischenzeitlich war die Menge stabil, seit einigen Jahren aber steigt die Konzentration wieder – wie einst vorhergesagt (Nature: Bousquet et al., 2006).

Wie Satelliten den Ausstoß von Treibhausgasen messen

Wie viel Treibhausgas in der Erdatmosphäre steckt, ist genau bekannt. Seit dem Jahr 1958 wird der CO₂-Gehalt täglich auf dem Vulkan Mauna Loa in Hawaii gemessen. In dieser Zeit ist er von unter 320 auf über 400 ppm (parts per million) gestiegen. Eine ähnliche Zunahme gibt es auch beim zweitwichtigsten Treibhausgas, dem Methan.

Die Frage nach den Urhebern des Anstiegs ist viel schwieriger zu beantworten. Denn die Treibhausgase verteilen sich in wenigen Wochen gleichmäßig um den Globus. Der Ausstoß einzelner

Staaten wird deshalb indirekt berechnet – aus dem Verbrauch fossiler Treibstoffe und aus vielen weiteren Daten über Bodenbeschaffenheit, Land- und Forstwirtschaft, Chemieindustrie und Abfallentsorgung. **Fehler und Betrug sind möglich.**

3. Der Treibhauseffekt ist seit 120 Jahren erwiesen

Der Mechanismus, wie Treibhausgase, etwa Kohlendioxid, die Atmosphäre erwärmen, ist bewiesen. Je mehr CO₂ in die Atmosphäre aufsteigt, desto weniger Sonnenstrahlen können als Infrarotstrahlung zurück ins All reflektiert werden. Wie eine Hülle schließt Kohlendioxid die Wärme ein. Das wissen Forscher seit gut 120 Jahren dank Experimenten und Beobachtungen in der Natur.

"Alle Messkurven zeigen seit mehreren Jahrzehnten einen deutlichen Anstieg der globalen Mitteltemperatur", sagt der Klimaforscher Hans Joachim Schellnhuber vom Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung. Seit 1850 – dem Zeitpunkt, ab dem verlässliche Daten existieren – sind sie im weltweiten Durchschnitt um etwa 0,8 Grad Celsius gestiegen (PNAS: Hansen et al., 2006).

Einzelne Werte würden aus natürlichen Gründen zwar von Jahr zu Jahr schwanken, sagt Schellnhuber, doch es gebe einen langfristigen Aufwärtstrend. Dieser resultiere aus fundamentaler Strahlungsphysik: "Die aus der Verbrennung von Kohle, Öl und Gas entweichenden Treibhausgase hemmen die Entsorgung der Sonnenenergie ins Weltall und heizen dadurch die Erde immer mehr auf. Denn unser Planet importiert mehr Energie als er exportiert."

Aktueller wissenschaftlicher Konsens ist, dass die globale Durchschnittstemperatur in diesem Jahrhundert vermutlich um zwei bis vier Grad Celsius steigen wird (Climate Change 2013: IPCC, 2016).

"Das Tempo dieser Veränderungen übersteigt alles, was in der bisherigen Zivilisationsgeschichte geschah", sagt Schellnhuber. Aber gerade weil der Klimawandel menschengemacht sei, könne der Mensch ihn auch stoppen.

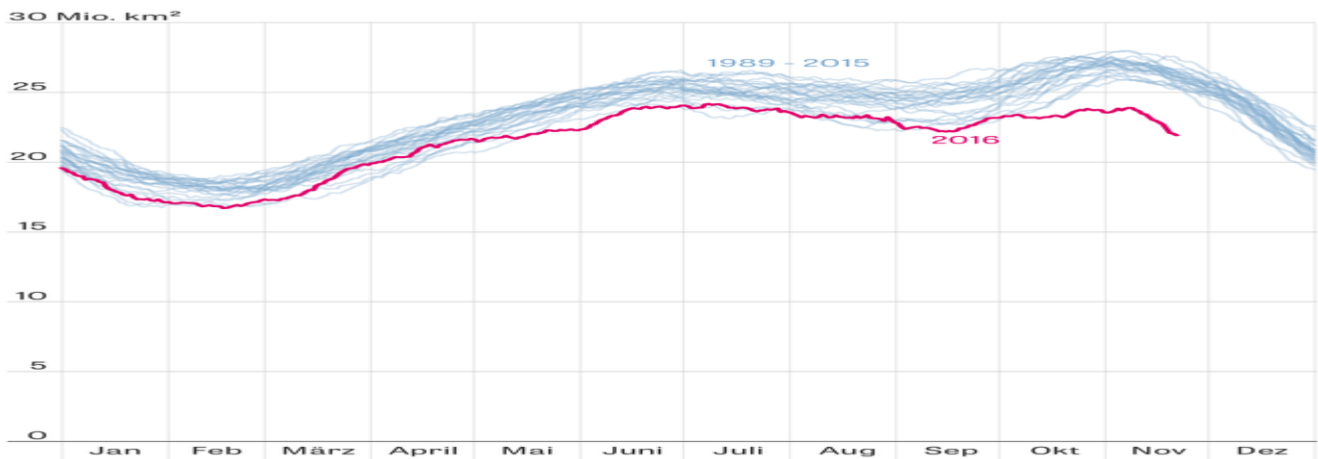
4. Die Eismassen an den Polen schwinden

Einige Folgen sind schon heute sichtbar. Als gesichert gilt der Zusammenhang zwischen globaler Erwärmung und Meereisschwund. So ist die Eisschicht zur Sommerzeit in der Arktis in den vergangenen Jahren immer dünner geworden und hat sich immer weniger ausgebreitet.

Zwar frieren Teile des Meeres im hohen Norden weiterhin zu, doch am Ende des Sommers beobachteten Forscher zuletzt offenes Meer in weiten Gebieten, die sonst zugefroren sind. Das ist auf Fotos aus dem All und vor Ort zu sehen. 2016 wurde der Negativrekord erreicht.

Das Meereis weltweit

Die Kurve zeichnet nach, wie viel Fläche der Erde an Nord- und Südpol im Jahresverlauf mit Meereis bedeckt ist. In diesem Jahr hat sie dramatisch abgenommen, wie die rote Linie zeigt.



Quelle: National Snow & Ice Data Center © ZEIT ONLINE

"Selbstverständlich wird es Schwankungen von Jahr zu Jahr oder abhängig von der jeweiligen Wetterlage geben", sagte der Ozeanograf Mark Brandon damals im Interview, "aber infolge der Erderwärmung gibt es einen **unerbittlichen** Abwärtstrend, was die Fläche des Meereises angeht."

Nicht so ewiges Eis

Den Physikern dämmert: Die Antarktis ist anfälliger für den Klimawandel als gedacht. Und das hat Folgen für den Meeresspiegel. [M]: PA Wire/NASA

Satellitenmessungen zufolge dehnte sich das Meereis am Südpol zwar zwischenzeitlich aus, obwohl der Ozean um die Antarktis sich erwärmt hat (AMS: Purkey & Johnson, 2010). Aber erstens wuchs die Fläche geringer, als sie im Norden verloren geht. Zweitens ist diese Ausdehnung **momentan** zum Stillstand gekommen, **warum ist unklar**. Und drittens verliert das Landeis immer schneller an Masse.

In den vergangenen Jahren haben sich die **Hinweise** darauf gemehrt, dass nicht nur die West-, sondern auch die Ostantarktis **anfällig** für den Klimawandel ist. Immer wärmeres Meerwasser **scheint** das Eis der Gletscher von unten zu tauen. **Wie lange es dauert, bis die Eismassen instabil werden?** Genau das **ist noch Gegenstand aktueller Forschung und entsprechend diskutiert**. Immer mehr Arbeiten **deuten darauf hin**, dass der **Kipppunkt** bereits erreicht und das Tauen nicht mehr zu stoppen ist [**Panikmache**] (Science: Joughin, Smith & Medley, 2014 / Geophysical Research Letters: Rignot et al., 2014).

5. Der Meeresspiegel steigt

Ein weiterer Indikator ist der Meeresspiegel. Seit Jahrzehnten verliert ein Großteil der Gletscher an Masse, das grönländische Festlandeis schwindet immer schneller und selbst Dauerfrostgebiete **beginnen zu tauen**, weshalb es mehr flüssiges Wasser gibt. **Das ist erwiesen**. [Umkehrschluss: **Ansonsten ist wohl recht wenig erwiesen!**]

Kein **ernsthafter** Forscher sagt daher, die Meeresspiegel würden nicht steigen. Sehr wohl gibt es unterschiedliche Schätzungen des Ausmaßes, also in welchen Regionen der Erde der Meeresspiegel wohl um wie viele Zentimeter ansteigen wird. Die Unsicherheit resultiert vor allem daraus, dass **nicht genau bekannt** ist, wie sich der Schwund der Eisschilde in Grönland und der Antarktis entwickeln wird. Zudem ist der Meeresspiegelanstieg abhängig davon, wo Wind- und Meeresströmungen Wasser hintreiben oder **ob sich tektonische Platten heben oder senken**. [**Genau das aber ist aber einer der vier Hauptfaktoren für Klimawandel; hinzu kommt die davon ausgelöste Vulkantätigkeit**]

Regionale Unterschiede **sind daher zu erwarten**.

6. Der Klimawandel fördert Hitzewellen und Überschwemmungen

Wenn es im Sommer außergewöhnlich heiß ist, ist das nicht gleich der Klimawandel. Aber das globale Klima wirkt sich auf Extremwetter-Ereignisse aus. **Wie genau, wird noch immer debattiert und erforscht.** [Man weiß es also immer noch nicht so genau.]

Eine Schwierigkeit hierbei: **Es geht um Außergewöhnliches** wie sintflutartige Regenfälle, schwere Gewitter, Dürren oder Wirbelstürme – und all das ist schon per Definition selten. **Es braucht aber möglichst viele Ereignisse, um eine belastbare Datenbasis zu haben.** [Vielleicht ist es dann doch nicht so weit her mit dem Klimawandel?]

Die Folgen des Klimawandels werden vielerorts sichtbar. Satelliten-Aufnahmen der Nasa dokumentieren das. Im Frühjahr 2017 verursachten Starkregen und Tornados heftige Überschwemmungen in der Mitte und im Süden der USA, wie ein Vorher-Nachher-Vergleich rund um den Mississippi zeigt. [sie dokumentieren Zustände vorher/nachher; der Rest sind Vermutungen, Interpretationen, denen die Wetterdienste z.T. erheblich widersprechen]

Entsprechend dünn war die Beweislast für diesen Zusammenhang lange. Heute aber ist er [wer?] **sehr gut gesichert** ["gesichert" würde schon reichen, "sehr gut gesichert" ist schon wieder eine Abschwächung.], wie ein Bericht der Weltmeteorologie-Organisation sowie ein Report der US-Akademie der Wissenschaften zeigen, die vergangenes Jahr erschienen sind. Dass sich der Wandel auf Hitzewellen auswirkt beispielsweise, können Forscher inzwischen **verlässlich** sagen. Ebenso um wie viel wahrscheinlicher [z.B. von 3 auf 5% ?] Überschwemmungen deshalb geworden sind.

Im Winter 2016/2017 [dann ist in Argentinien Sommer], von Blitzeinschlägen entzündet, breiteten sich in der Pampa-Region von Argentinien wegen einer starken Dürre gewaltige Buschfeuer aus. [Okay, wo ist das Problem?]

Es gibt keine andere plausible Erklärung

Den Klimazustand unseres Planeten analysieren Wissenschaftler seit Jahren. Dass sie bislang etwas Fundamentales übersehen haben? **Unwahrscheinlich.** Betrachtet man alle **seriösen** Studien [und welche Studie seriös ist, entscheidet das IPCC oder das PIK?] zusammen, zeigt sich ein übereinstimmendes Bild: Der Klimawandel ist **größtenteils** [das wurde von Schellnhuber und Co. schon mal mit "100% sicher" bezeichnet] menschengemacht.

7. Wenn Einzelne manipulieren, ändert das nichts am großen Ganzen

Fehler und Manipulationen der Vergangenheit haben die **Glaubwürdigkeit** der Klimaforschung **angekratzt.**

Zwei Fälle haben für besondere Aufmerksamkeit gesorgt:

Erstens die "Hockeyschläger-Kurve".

Die Grafik zeigt eine Rekonstruktion von Temperaturen über die letzten ein- bis zweitausend Jahre. In ihrer ersten Fassung von 1998 **hatte sie tatsächlich statistische Schwächen.** Doch eine überarbeitete Fassung – und viele andere Berechnungen – **bestätigen die Grundaussage:** Temperaturdaten lassen darauf schließen, dass es niemals in den vergangenen tausend Jahren so warm war wie heute. [Warum reduziert man den Zeitraum auf 1000 Jahre? Vermutlich, weil zur Römerzeit eine starke Warmphase herrschte. Im Mittelalter dagegen herrschte eine kleine Eiszeit; so kommt man dann auf eine starke Erwärmung!]

Zweitens "Climategate".

2009 hatten Hacker kurz vor dem Klimagipfel Mails von Klimaforschern veröffentlicht, aus denen hervorgehen **sollte**, dass die globale Erwärmung eine Verschwörungstheorie sei. Mehrere **unabhängige Untersuchungsberichte** [Einfach lächerlich: "Unabhängig", das gibt's beim IPCC gar nicht!]

in den folgenden Jahren widerlegten diese Behauptung – doch die Glaubwürdigkeit des Weltklimarats IPCC ist bis heute geschwächt. [Zu Recht!]

Dass sich im Laufe der Jahre in den mehrere Tausende Seiten umfassenden IPCC-Berichten **einige Fehler fanden, macht es nicht besser**. Doch es wäre **unsauber**, aufgrund dieser **Einzelfälle** ein Pauschalurteil zu fällen. Es gibt eine überwältigende Menge an Belegen für den Klimawandel, die Forscher weltweit **unabhängig voneinander** und mit großem Aufwand gesammelt haben. [Dass sich ein Klimawandel vollzieht, bestreitet ja niemand. Das passiert permanent, seit es die Erde gibt. Und seit Jahrtausenden haben das die Menschen und ihre genetischen Verwandten überlebt! Bestritten wird der "menschengemachte Klimawandel"! Denn zur Römerzeit, um nur ein Beispiel zu nennen, gab es keine Industrie, die CO₂ ausstieß. Hannibal konnte damals mit seinen Elefanten nur deshalb die Alpen überqueren, weil sie bis in höhere Lagen eisfrei waren.]

Sicherlich sind noch zahlreiche Detailfragen zu beantworten. **Kein Forscher behauptet, die Klimaveränderungen seien vollkommen verstanden**. Im Gegenteil: In der Gedankenwelt der Naturwissenschaft ist eine Erkenntnis nie final, sondern immer ein Zustand in einem Prozess.

[Auf den ersten Blick verblüffend, dieses Zurückrudern; aber auf den zweiten Blick verständlich: Sonst müssten die " 97% aller ernst zu nehmenden wissenschaftlichen Institute" ja ihre hoch subventionierten Projekte mit den vielen wissenschaftlichen Stellen aufgeben. Das aber darf nicht passieren. Deshalb dürfen gar keine Entwarnungen kommen, selbst wenn es noch so angezeigt wäre. Deshalb muss die Panikmache konzertiert immer ein Stückchen weitergedreht werden; die "Beweise" stehen immer kurz bevor!]

Es wird weiter gemessen, simuliert, geprüft, belegt und widerlegt, mit immer feinerer Technik, **um mit immer komplexeren Algorithmen** Szenarien präziser zu zeichnen. [Das ist das Schöne an den Algorithmen (früher sagte man einfach "Programme"): Man muss sie ständig überarbeiten, optimieren, tunen, an die neue Datenlage anpassen ... und immer neue Förderanträge stellen.]

Denn allgemein gilt:

Je informierter ein Forscher, desto besorgter ist er über den Klimawandel.

[Gegenteilige Erkenntnisse sind demnach "per definitionem" ausgeschlossen.]

x x x