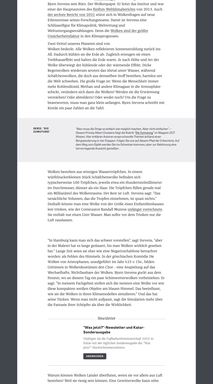

Meteorologie

Die Wolke

Manche Wolken lassen Sturzfluten regnen, andere spenden Schatten. Wolken kühlen die Erde, und sie wärmen sie. Für die Wissenschaft ist die Wolke eine Zumutung. Und für uns? Eine Freundin?

Von **Max Rauner**

22. November 2022, 19:59 Uhr / 15 Kommentare /

EXKLUSIV FÜR ABONNENTEN

Artikel hören

Nicht nur schön anzusehen: die Wolke © Henry Dick/unsplash.com

Manches Wissen wächst in verdammt hohen Gebieten. Trotzdem sollte man sich hin und wieder dorthin aufmachen, auch wenn es richtig anstrengend wird. Willkommen auf dem Pfad der Klimaforschung

Basislager

Gehen Sie erst los, wenn Sie die folgenden Grundlagen in Ihren Rucksack gepackt haben

Triggerwarnung: Auf dieser Expedition kann ein Kindheitstrauma aufbrechen. Wer in jungen Jahren auf einen Berg steigt, hört von seinen Eltern mitunter das Versprechen: Komm, da oben kannst du die Wolken berühren. Wow! Wie sich das wohl anfühlt? Man stürmt in den Berg, plagt sich ab, schwitzt und keucht. Nur noch um die Kurve da vorn, gleich sind wir da! Super machst du das, wir kommen immer näher! Ja – aber wo ist sie denn nun, die Wolke? Statt den Kopf in flauschige Zuckerwatte zu stecken, steht man im Nebel, und es ist einfach nur kalt und nass. Die Erwachsenen haben mal wieder Mist erzählt. Wolken berühren, haha, sehr witzig.

Unser Basislager liegt 24 Meter über dem Meeresspiegel. Vierte Etage des Max-Planck-Instituts für Meteorologie in Hamburg. Hinten links hat Bjorn Stevens sein Büro. Der Wolkenpapst. Er leitet das Institut und war einer der Hauptautoren des fünften Weltklimaberichts von 2013. Auch der sechste Bericht von 2021 stützt sich in Wolkenfragen auf neue Erkenntnisse seines Forschungsteams. Damit ist Stevens eine Schlüsselfigur für Klimapolitik, Weltrettung und Weltuntergangserzählungen. Denn die Wolken sind der größte Unsicherheitsfaktor in den Klimaprognosen.

Zwei Drittel unseres Planeten sind von Wolken bedeckt. Alle Wolken reflektieren Sonnenstrahlung zurück ins All. Dadurch kühlen sie die Erde ab. Zugleich erzeugen sie einen Treibhauseffekt und halten die Erde warm. Je nach Höhe und Art der Wolke überwiegt der kühlende oder der wärmende Effekt. Dicke Regenwolken wiederum setzten das Ahrtal unter Wasser, während Schäfchenwolken, die doch aus demselben Stoff bestehen, harmlos um die Welt schweben. Die große Frage ist: Wenn die Menschheit immer mehr Kohlendioxid, Methan und andere Klimagase in die Atmosphäre schickt, verändern sich dann die Wolken? Werden sie die Erwärmung verstärken? Oder abmildern? Oder weder noch? Um die Frage zu beantworten, muss man ganz klein anfangen. Bjorn Stevens schreibt mit Kreide ein paar Zahlen an die Tafel.

SERIE: "DIE ZUMUTUNG"

"Man muss die Dinge so einfach wie möglich machen. Aber nicht einfacher." – Diesem Prinzip Albert Einsteins folgt die Rubrik "Die Zumutung" im Magazin ZEIT Wissen. Hier erklären Autoren anspruchsvolle Themen anhand einer Bergwanderung in vier Etappen. Folgen Sie uns auf diesem Pfad der Erkenntnis. Auf dem Weg zum Gipfel werden Sie ins Schwitzen kommen, aber zur Belohnung eine hervorragende Aussicht genießen.

Wolken bestehen aus winzigen Wassertröpfchen. In einem würfelzuckerkleinen Stück Schäfchenwolke befinden sich typischerweise 100 Tröpfchen, jeweils etwa ein Hundertstelmillimeter im Durchmesser, dünner als ein Haar. Die Tröpfchen füllen gerade mal ein Milliardstel des Wolkenraums. Der Rest ist Luft. Stevens sagt: "Das tatsächliche Volumen, das die Tropfen einnehmen, ist quasi nichts." Deshalb könnte man eine Wolke von der Größe eines Einfamilienhauses leer trinken, wie der Comicautor Randall Munroe unlängst vorrechnete. Sie enthält nur einen Liter Wasser. Man sollte vor dem Trinken nur die Luft rauslassen.

"In Hamburg kann man sich das schwer vorstellen", sagt Stevens, "aber in der Malerei hat es lange gedauert, bis man Wolken wirklich gesehen hat." Lange Zeit seien sie eher wie eine Negativschablone betrachtet worden: als Fehlen des Himmels. In der griechischen Komödie *Die Wolken* von Aristophanes, uraufgeführt im Jahr 423 v. Chr., bilden Göttinnen in Wolkenkostümen den Chor – eine Anspielung auf das Wechselhafte, Nichtfassbare der Wolken. Bjorn Stevens guckt aus dem Fenster, wo an diesem Tag ein paar Schönwetterwolken vorbeiziehen. Er sagt: "In meinem Fachgebiet stellen sich die meisten eine Wolke vor wie diese kompakten weißen Objekte am blauen Himmel. Das beeinflusst, wie sie die Wolken in ihren Klimamodellen simulieren." Und das hat seine Tücken. Wenn man nicht aufpasst, sagt die Simulation mehr über die Fantasie ihrer Schöpfer als über die Wirklichkeit.

Newsletter

"Was jetzt?"-Newsletter und Katar-Sonderausgabe

Verfolgen Sie die Fußballweltmeisterschaft 2022 in Katar mit der täglichen Sonderausgabe des "Was jetzt?"-Nachrichtennewsletters.

ABONNIEREN

Warum können Wolken Länder überfluten, wenn sie vor allem aus Luft bestehen? Weil sie riesig sein können. Eine Gewitterwolke kann zehn Kilometer hoch sein und Millionen Tonnen Wasser speichern. Darum beeinflussen sie das Klima: weil die Zillionen Tröpfchen rund um den Globus Licht und Wärmestrahlung reflektieren und absorbieren.

Wer an diesem Abend nicht einschlafen kann, darf gerne die zehn Wolkengattungen vor dem inneren Auge vorbeiziehen lassen: Zu den tiefen Wolken, anzutreffen unterhalb von zwei Kilometern, gehören Cumulus (lateinisch für Haufen), Stratus (lateinisch für ausgestreckt) und Stratocumulus. Die mittelhohen Wolken, zwei bis sechs Kilometer hoch, sind Altocumulus (die große Schäfchenwolke) und Altostratus. In der oberen Etage, sechs bis zwölf Kilometer hoch, schweben Cirrus (lateinisch für Haarlocke), Cirrocumulus (die kleine Schäfchenwolke) und Cirrostratus. Die Riesenwolkentürme, die mehrere Etagen füllen und gerne abregnen oder gewittern, sind Cumulonimbus und Nimbostratus.

Erster Anstieg

Los geht's! Auf leichten Anhöhen begegnen Sie Erkenntnissen, die Sie ins Schwitzen bringen können.

Kurzer Wettercheck, bevor es den Berg hochgeht. Wird es regnen, oder bleibt es trocken? Wenn Regen, dann wie viel? Warum lassen manche Wolken wahre Sturzfluten niedergehen, während andere trockene Schatten spenden? Und warum bei Zeus kann die Wetter-App nicht genauer vorhersagen, ob am Nachmittag ein Gewitter durchzieht?

Wolken lieben Berge. Berge sorgen für Durcheinander in der Atmosphäre, genauer: in der Troposphäre. Das sind die unteren zwölf Kilometer der Atmosphäre, wo sich die Wolken tummeln und das Wetter machen. Wenn beispielsweise Luftmassen die Alpen überqueren, werden sie von den Gebirgsketten in die Höhe gedrückt und bilden Wolken. Oder wenn sich ein Dreitausender dem Wind entgegenstellt. Dann bilden sich Wolken scheinbar aus dem Nichts. Das hängt mit der Lufttemperatur und der Luftfeuchtigkeit zusammen.

Wolken säubern die Luft

Ein Kubikmeter Luft kann im Tal bei sommerlichen 30 Grad bis zu 30 Gramm Wasserdampf enthalten. Bei diesem Maximalwert ist die Luft sehr schwül, und die relative Luftfeuchtigkeit beträgt 100 Prozent – die Luft ist mit Wasserdampf gesättigt. Alle 100 Höhenmeter sinkt die Temperatur um etwa ein Grad, sagt eine meteorologische Faustformel. Und je kühler die Luft, desto weniger Wasserdampf kann sie maximal aufnehmen, bei zehn Grad Celsius beispielsweise nur noch knapp zehn Gramm. Wenn also warme Luft in höhere Atmosphärenschichten aufsteigt und abkühlt, erhöht sich die relative Luftfeuchtigkeit. Erreicht sie 100 Prozent, beginnen die Wassermoleküle zu Nebeltröpfchen zu kondensieren: Eine Wolke entsteht.

Warum bleibt der Himmel in den Bergen dennoch manchmal wolkenlos? Weil die Luft dann zu trocken ist, um Nebeltröpfchen zu bilden. Warum entstehen auch im Flachland Wolken? Oder über Ozeanen? Weil dort ebenso warme Luft aufsteigt – die Meteorologen sprechen allgemein von "konvektiven Wolken". Aber auch Kaltfronten und Warmfronten bringen Luftmassen in Kontakt und schieben ganze Wolkendecken vor sich her – die heißen dann "advektive Wolken".

Luft braucht aber nicht nur Abkühlung, um Wolkentröpfchen hervorzubringen, sie braucht noch etwas anderes: Aerosole. Das sind kleine Teilchen, die als Kondensationskeime dienen. Etwa Pollen von Bäumen und Gräsern, Schwefelpartikel von Vulkanen, Salzkristalle aus dem Meer, Feinstaub aus Schornsteinen und Autos, Ruß von Wald- und Buschbränden. An den Aerosolen sammeln sich Wassermoleküle und bilden die Nebeltröpfchen der Wolke. In einer perfekt reinen Luft gäbe es keine Wolken, denn die Wassermoleküle brauchen etwas, an dem sie anhaften können. Aerosole beeinflussen also die Wolken, aber Wolken umgekehrt auch die Aerosole, denn sie fangen die Partikel ein und lassen sie abregnen. Wolken säubern die Luft. Beide Prozesse verändern das Klima. Nur wie?

Mira Pöhlker erforscht Aerosole und Wolkenphysik am Leibniz-Institut für Troposphärenforschung in Leipzig. Dort betreiben sie und ihr Team eine Wolkenmaschine in einem Turm: Sie lassen feuchte und trockene Luftmassen in einem Glaskanal aufeinanderströmen. In die turbulente Verwirbelungszone pusten sie unterschiedliche Aerosole. Der dadurch entstehende Nebel wird mit Laserstrahlen und allerlei Sensoren vermessen. Außerdem fliegt Mira Pöhlker hin und wieder in den Amazonas und steigt einen 325 Meter hohen Turm im Regenwald hinauf, um den Einfluss von Aerosolen auf Wetter und Klima zu erforschen. Und sie wertet Daten von Forschungsflugzeugen aus.

Bei ihrer jüngsten Amazonas-Expedition stellte Pöhlker fest: Etwa die Hälfte der Rußpartikel über dem Amazonas zwischen Juni und September stammt aus Buschfeuern Afrikas. Südlich der Sahara brennen dann riesige Flächen von Steppen und Savannen. Die meisten Brände werden von Menschen gelegt, um Landwirtschaft zu betreiben. Der Rauch steigt hoch in die Atmosphäre und gelangt mit den Passatwinden 10.000 Kilometer weit bis nach Südamerika. Die andere Hälfte der Rußpartikel stammt aus der Amazonasregion, und zwar von der Brandrodung des Regenwalds.

An dieser Stelle geraten die Wolken- und Klimaforscher allmählich ins Schwitzen. Denn auch Aerosole können sowohl zur Erwärmung als auch zur Abkühlung des Erdklimas beitragen. Zum einen direkt, indem sie Sonnenstrahlung absorbieren oder reflektieren. Zum anderen indirekt, indem sie die Wolken und deren Regen verändern. Die Wissenschaft tut sich schwer, Ordnung in das Chaos zu bringen. Der 2021 veröffentlichte sechste Weltklimabericht nimmt dazu Stellung. Zeit, die Steigeisen auszupacken.

Sind die Klimaproteste in Museen und auf Straßen richtig?

Ja Nein

Am Steilhang

Atmen Sie tief durch: Es ist alles ganz anders, als Sie dachten – aber Sie schaffen das.

Hier verabschieden wir uns von einigen Expeditionsteilnehmern, und zwar von denen, die immer sofort alles zu ihrer Sache machen. Denn jetzt geht es um Unsicherheiten in den Klimamodellen. Wer schon vorher alles besser weiß, Klimaleugner ebenso wie manche Klimaaktivisten, wird in diesem Gelände schnell zur Gefahr. Sie warten, bis wir vom Gipfel zurückkommen. Und tschüss!

Aerosole machen Wolken. Seit Beginn der Industrialisierung haben die Industrie und von Menschen gelegte Feuer immer mehr Ruß und Schwefelpartikel in die Luft geblasen. Die vielen anthropogenen Aerosole (anthropogen heißt: von Menschen verursacht) verändern die Struktur der Wolken: Die bestehen dann aus mehr und kleineren Tröpfchen. Diese Wolken reflektieren mehr Sonnenlicht als Wolken mit weniger und dickeren Tröpfchen. Die Aerosole tragen damit indirekt zur Abkühlung der Erde bei. Außerdem regnen Wolken mit kleineren Tröpfchen vermutlich nicht so schnell ab, weil die Tröpfchen länger brauchen, sich zu Regentropfen zusammenzuschließen. Die Wolken leben länger, was ebenso zur Abkühlung beiträgt. Summiert man alle Effekte, überwiegt der Kühleffekt.

Zwischenfazit: Vom Menschen verursachte Klimagase wie CO₂ und Methan erwärmen die Erde. Seit Beginn der Industrialisierung haben sie die Durchschnittstemperatur der Erde rechnerisch um 1,5 Grad erhöht (Unsicherheit: plus/minus 0,5 Grad). Tatsächlich beobachtet wurde aber nur ein Anstieg um ein Grad, und das liegt an den Aerosolen: Ruß, Rauch und Feinstaub haben die Temperatur im selben Zeitraum um 0,5 Grad gesenkt (plus/minus 0,4 Grad). Das ist eine der unbequemen Wahrheiten der Klimaforschung: Luftverschmutzung und Feuer bremsen die globale Erwärmung aus. Seit 20 Jahren wird die Luft jedoch sauberer. Das ist schön für alle Lebewesen mit einer Lunge. Aber ohne Rauch und Abgase wird die globale Erwärmung höher ausfallen. Trotzdem: Am besten ist es, gar nichts zu verbrennen, dann wird auch kein CO₂ frei.

Wolken kühlen die Erde, indem sie Sonnenlicht reflektieren

Wir haben jetzt genug Wissen im Gepäck, um das Wechselspiel von Wolken und Klimaerwärmung genauer zu betrachten. Der Weltklimabericht stützt sich auf die Simulationen von etwa 60 Klimamodellen weltweit. So ein Klimamodell basiert auf ein paar grundlegenden Naturgesetzen, darunter die allgemeine Gasgleichung, die den Zusammenhang von Druck, Temperatur, Volumen und Masse beschreibt, sowie eine Gleichung zur Berechnung von Luftströmungen. Im Idealfall würde man berechnen, wie sich jeder Kubikzentimeter Atmosphäre im Laufe von Tagen (= Wetter) und Jahrzehnten (= Klima) verändert, also Druck, Temperatur, Feuchtigkeit. Doch das schafft kein Computer der Welt. Stattdessen legen die Forschenden ein dreidimensionales Rechengitter über den Globus und berechnen die Werte nur für die Gitterpunkte. In typischen Klimasimulationen liegen die Gitterpunkte 100 Kilometer auseinander. Die Wolken fallen dabei buchstäblich durchs Raster, sie sind nämlich viel kleiner. Was tun?

Als Ausweg schätzen die Forschenden grob ab, wie sich Wolken, Regen und Luftfeuchtigkeit zwischen den Gitterpunkten verhalten. "Parametrisierung" heißt das. Darin stimmen Simulationen und Beobachtungen überein: Alle Wolken kühlen die Erde, indem sie Sonnenlicht reflektieren. Tief hängende, wasserreiche Wolken über den Ozeanen in tropischen Breiten kühlen am stärksten. Sie verhindern nämlich, dass die hoch stehende Sonne die dunkle Meeresoberfläche aufheizt. Alle Wolken wärmen zugleich die Erde. Sie werfen Wärmestrahlung der Erde zurück wie ein Treibhausdach. Dabei wärmen Wolken in höheren Atmosphärenschichten die Erde besser als niedrige Wolken. Über Jahrtausende war dieses Gefüge im Gleichgewicht. Die Menschheit bringt es durcheinander. Nur, wie stark?

Hier kommt die Unsicherheit ins Spiel: In einigen Klimamodellen setzt der Regen in den Tropen immer schon mittags ein. In Wirklichkeit regnet es oft erst nachmittags. Um die Modelle zu korrigieren, müssen die Forschenden dem Regen quasi von Hand eine Verspätung aufdrücken. Unbefriedigend. 2015 trafen sich Fachleute aus aller Welt zur großen Wolken-Challenge, initiiert vom World Climate Research Programme, und trugen zusammen, was sie über den Einfluss der Wolken aufs Klima wissen. Sie knöpften sich Simulationen mit besonders unrealistischen Wolkenprognosen vor. Dieser Workshop war ein Wendepunkt. Szenarios, die extreme Klimaerwärmungen vorhersagten, fielen durch die Qualitätsprüfung, weil sie mit den Wolken nicht klarkamen. Nun war der Weg frei für ein besseres Verständnis. Eine Kurve noch, gleich sind wir da!

Sind Wolken ausgleichende Wesen, die dem menschlichen Einfluss aufs Klima entgegenwirken? Oder sind sie eher eskalierender Natur und machen alles noch schlimmer? Wer diese Fragen aufwirft, trifft in Deutschland auf zwei wissenschaftliche Seilschaften. Da ist zum einen das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) mit den Bergführern Hans Joachim Schellnhuber, Stefan Rahmstorf und Johan Rockström. Die haben die berühmten *tipping points* auf der Agenda, Kipppunkte, ab denen Rückkopplungseffekte den Klimawandel beschleunigen. Und sie warnen in drastischen Worten vor der Klimakatastrophe. Stefan Rahmstorf vergleicht seine Rolle mit der von Medizinern, die erkannt haben, dass Rauchen Krebs verursacht: "Dann haben sie natürlich die Pflicht, das der breiten Öffentlichkeit zu vermitteln."

Die andere Seilschaft sind die Forschenden vom Max-Planck-Institut in Hamburg mit den Bergführern Jochem Marotzke und Bjorn Stevens. Die haben ein anderes Rollenverständnis. "Ich sehe uns nicht als Ärzte, die den Menschen sagen müssen: Hört auf zu rauchen", sagt Stevens. Das können Politik und Medien machen. "Mein Job ist, herauszufinden, ob beispielsweise Asbest ebenfalls schlecht für die Lunge ist. Wenn alle Ärzte nur noch PR-Kampagnen machen und keine Medizin, übersehen sie vielleicht andere Gefahren."

Wie gefährlich sind die Wolken? Im August veröffentlichten die Potsdamer einen Aufsatz über die mögliche Auslöschung der Menschheit durch die "vier apokalyptischen Reiter" Hunger, Extremwetter, Kriege, Pandemien. Zu den auslösenden *tipping points* zählen sie den drohenden Schwund der kühlenden Stratocumulus-Wolken. Schon Ende dieses Jahrhunderts könne diese Wolkenart bei einer globalen Erwärmung von acht Grad auf Nimmerwiedersehen verschwinden. Die Forscher stützen ihr Szenario auf zwei Arbeiten. Die eine sei mangelhaft, sagt Bjorn Stevens. Die andere stammt ausgerechnet von seinem Kollegen Jochem Marotzke aus Hamburg. Darin wird ein erdähnlicher Planet ohne Kontinente simuliert, der bei extrem hoher CO₂-Konzentration einen Großteil seiner Wolken verliert und sehr heiß wird. Marotzke schreibt auf Nachfrage, er habe planetare Extremklimata untersucht, aber mit unserer Situation auf der Erde habe die Arbeit nichts zu tun. Das Schwelgen in Untergangsfantasien – er meint das PIK – stoße ihn ab. "Ich sehe in dem Beschwören der möglichen Selbstausrottung der Menschheit auch kein nützliches politisches Element." Unter Gipfelstürmern wird manchmal hart ausgeteilt.

Neu am Kiosk

ZEIT Wissen

Die Gesetze des glücklichen Wohnens

Was man wissen muss, um sich zu Hause richtig gut zu fühlen

MEHR ERFAHREN

Die Hamburger haben ihr Klimamodell nun neu programmiert. Und Bjorn Stevens hat Messungen in der Karibik hinter sich, wo Schäfchenwolken wie am Fließband übers Meer kommen. Wichtigste Kennzahl: Um wie viel Grad steigt die globale Durchschnittstemperatur, wenn sich die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre verdoppelt, und welchen Anteil haben die Wolken? Der Weltklimarat schätzt: Es wird 3,2 Grad wärmer, davon gehen 0,8 Grad aufs Konto der Wolken. Neuere Arbeiten sehen den Anteil der Wolken bei 0,4 Grad. Bjorn Stevens hält auch diesen Wert für zu hoch. Er sagt: "Meine beste Schätzung, basierend auf den neuen Messungen, ist null." Allenfalls trügen sie zu einer leichten Erwärmung bei. Weniger als 0,3 Grad.

Das bedeutet nicht, dass der Klimawandel kein Riesenproblem ist. Es bedeutet nur, dass die Wolken nicht für die Apokalypse taugen. Sind Wolken uns wohlgesinnt? "Ich ertappe mich selbst bei diesem Gedanken", sagt Stevens, "aber mit solchen Aussagen bin ich vorsichtig. Sonst heißt es schnell: Alles ist gut. Wir sollten uns vor emotionalen Reaktionen hüten und einfach rausfinden, was Sache ist."

UNSERE BERGFÜHRER:

Bjorn Stevens ist Professor und Direktor des Max-Planck-Instituts für Meteorologie in Hamburg. Am Weltklimabericht von 2013 hat er als Hauptautor das Kapitel über Wolken und Aerosole mit verfasst.

Seine Kollegin Cathy Hohenegger ist Expertin für konvektive Wolken und deren Simulation mithilfe von Klimamodellen. Sie erforscht, wie der Regen von Umweltbedingungen abhängt.

Mira Pöhlker ist Professorin für Experimentelle Aerosol- und Wolkenmikrophysik an der Universität Leipzig. Am Leibniz-Institut für Troposphärenforschung studiert sie Wolken im Labor.

Als Kompass diente in dieser Expedition der Weltklimabericht von 2021, darin vor allem das Kapitel 7 über Aerosole und Wolken (ipcc.ch/report/ar6/wg1).

Unsere Recherchequellen: Studien, Bücher, Fachartikel und Dokumente, die wir für unsere journalistische Arbeit genutzt haben, finden Sie hier.

STARTSEITE ›

Artikel drucken

Schlagwörter

Meteorologie Erderwärmung CO2 Klimakrise Klimawandel Amazonas | Alle Themen

Lesen Sie jetzt:

ANZEIGE ANZEIGE ANZEIGE

Babbel
Die 15-Minuten-Methode. Eine Sprachexpertin erläutert, wie man am...

Dubai-Villen | Gesponserte Links
Preise von Villen in Dubai könnten Sie überraschen!

Simplify my worklife
Die 80:20-Regel und 6 weitere Zeitmanagement-Techniken für...

"Mad Heidi"
Wenn dem Geißenpeter der Kopf platzt

Z+ Esoterik an Waldorfschulen
Falscher Filz

Deutsche Bahn
Bahnstrecke zwischen Berlin und Hannover bleibt weiter gesperrt

Outbrain

KOMMENTIEREN ›

15 Kommentare

Seite 1 von 2

Neueste zuerst ★ Nur Leserempfehlungen

Frank_Drebbin #1 — vor 1 Tag ★ 2

Seltsam "spannendgemachter" Bericht über den Einfluß vom Wolken. Das "Spannendmachen" entsteht durch angebliche Gegnerschaft zwischen dem PIK und dem Max-Planck-Institut in Hamburg.
Dafür gibt es aber gar keinen Anlass. Das PIK ist kein Wolkenspezialist, das Max-Planck-Institut keiin Spezialist fürs Gesamtklima.

Und so ist auch das Ergebnis: Das PIK scheint den Wolken 0,8 von 4 Grad Erwärmung zuzumessen, das Max-Planck-Institut weniger, bis runter auf Null, so daß dann immer noch 3,2 Grad Erwärmung übrigbleiben..
3,2 Grad zu viel...

Fazit: Wir müssen immer noch so schnell wie möglich von den enormen CO2-Emissionen runter.

Antworten Melden Empfehlen

XunderSkebdiger #1.1 — vor 1 Tag

+1 Weitere Antworten anzeigen

Flo Steig

#2 — vor 1 Tag ★ 2

Danke für den verständlichen Einblick in die Thematik, die doch sehr gut zeigt wie komplex das System ist. Wolkenphysik und Kipppunkte sind im Moment die heiß diskutierten Themen in der Community. Vielleicht bekommen wir in den nächsten Jahren eine Special Report des IPCC zum Thema Kipppunkte.

Antworten Melden ★ Empfehlen

XunderSkebdiger

#2.1 — vor 1 Tag

+1 Weitere Antworten anzeigen

Unmög

#3 — vor 1 Tag ★ 2

„[...] Sind Wolken uns wohlgesinnt? [...]“

Aua!

Sehr geehrter Autor! Das Verb sinnen ist unregelmäßig, siehe https://www.duden.de/konjuga....

Bitte korrigieren.

Antworten Melden ★ Empfehlen

Max Rauner

#3.1 — vor 1 Tag

+3 Weitere Antworten anzeigen

AlaskaS

#4 — vor 1 Tag ★ 1

"Sind Wolken ausgleichende Wesen, die dem menschlichen Einfluss aufs Klima entgegenwirken? Oder sind sie eher eskalierender Natur und machen alles noch schlimmer? Wer diese Fragen aufwirft, trifft in Deutschland auf zwei wissenschaftliche Seilschaften." Und dann noch "Bergführer". Gehts noch? Das ist noch nicht mal "guter-alter" Spiegelstil, finde ich. Es hätte gereicht, von zwei verschiedenen wissenschaftlichen Zugängen, bzw. Ausgangspunkten zu reden.

Antworten Melden ★ Empfehlen

Max Rauner

#4.1 — vor 1 Tag ★ 1

+1 Weitere Antworten anzeigen

WEITERE KOMMENTARE › 1 / 2

Fast geschafft ...

Wenn Sie an der Diskussion auf ZEIT ONLINE teilnehmen möchten, vervollständigen Sie bitte Ihr öffentliches Profil.

PROFIL VERVOLLSTÄNDIGEN