
«Extrem ist das neue Normal»

Verheerende Stürme, Überschwemmungen, sengende Hitze: Kann man bei Wetterkatastrophen die Schuldigen ermitteln? Die Physikerin Friederike Otto, Associate Professor in Oxford, untersucht in ihrer Forschung genau das.

Ein Interview von [Daniel Graf](#) (Text) und Christian Werner (Bilder), 17.04.2019



Friederike Otto, Jahrgang 1983, steht für eine neue Forschungsrichtung. «Attribution Science» oder «Zuordnungswissenschaft» lauten die eher sperrigen Namen dafür, doch was sich dahinter verbirgt, könnte gewaltige Auswirkungen auf die Klimadebatte haben – auch im juristischen Sinne.

Wie viel Klimawandel steckt in unserem Wetter? Und lassen sich mithilfe der Wissenschaft die Verantwortlichen für Extremwetterereignisse bestimmen? Mit solchen Fragen beschäftigen sich Friederike Otto und ihr «World Weather Attribution»-Team. Wir haben die gebürtige Kielerin in Berlin zum Gespräch getroffen: über den Stand ihrer Arbeit, die Herausforderungen ihres Fachs und über ihr soeben erschienenes Buch «Wütendes Wetter».

Frau Otto, laut Untertitel Ihres Buches sind Sie «auf der Suche nach den Schuldigen für Hitzewellen, Hochwasser und Stürme». Wie weit sind Sie mit Ihrer Suche?

Wir fangen bei jedem Ereignis, das wir untersuchen, wieder von vorne an.

Aber generell gesprochen: Wie weit ist man mit der Feststellbarkeit von Schuld für einzelne reale Wetterereignisse?

Das ist unterschiedlich je nach Typ von Ereignis. Grundsätzlich ist es bei Hitzewellen vergleichsweise leicht, noch einfacher für Extremregenfälle. Für alles andere hängt es sehr davon ab, wo auf der Welt das Ereignis stattfindet. Bei Dürren zum Beispiel: Wir haben letztes Jahr ein Gebiet um Kapstadt untersucht, da liess sich sehr klar feststellen, dass die Dürre dort in direktem Zusammenhang mit dem Klimawandel stand. Bei der Dürre in Äthiopien 2015 ergab sich ein anderes Bild. Hier erwies sich der Klimawandel für das Ausbleiben der Regenzeit nicht als der entscheidende *game changer* – im Gegensatz zu der Dürre in Kapstadt.

Wie ist das zu erklären?

Es gibt im Wesentlichen zwei Arten, wie der Klimawandel Wetter beeinflusst. Zum einen gibt es den thermodynamischen Effekt: Durch die erhöhte Konzentration von Treibhausgasen erhöht sich die globale Mitteltemperatur und damit auch die Temperaturen lokal. Gleichzeitig kann eine wärmere Atmosphäre mehr Wasserdampf aufnehmen, und der kommt als Regen wieder runter. Im globalen Mittel steigt damit die Wahrscheinlichkeit für extreme Regenfälle. Durch die veränderte Konzentration von Treibhausgasen ändert sich aber noch mehr, nämlich auch die atmosphärische Zirkulation, also die Art und Weise, wie Wettersysteme entstehen und sich entwickeln. Dieser sogenannte dynamische Effekt ist überall unterschiedlich und kann den thermodynamischen entweder verstärken oder auch ihm entgegenwirken. Eben deshalb müssen wir jedes Ereignis einzeln untersuchen.

Nun sind Sie keine Kommissarin, sondern Wissenschaftlerin. In diesem Feld beschäftigt man sich normalerweise mit Ursachen, nicht mit Schuld.

Sie haben natürlich recht, es geht im Wesentlichen um Ursachen. Jedes Extremwetterereignis ist, wenn man es sich im Detail anschaut, einzigartig, und es ist immer ein Zusammenspiel verschiedener Ursachen. Aber für immer mehr Ereignisse lässt sich nachweisen, dass der menschengemachte Klimawandel die Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens und die Intensität verändert. Die Schuld kommt da insofern ins Spiel, als wir genau wissen, welche Länder, welche Firmen wann welche Treibhausgase emittiert haben, und sie damit auf der Seite der Kausalitätskette sehr genau zuordnen können. Wir vervollständigen jetzt eben die Kette und gehen von den Verursachern der Emissionen über globale Erwärmung zu einzelnen Extremwetterereignissen.

Und das Wort Schuld ...

... macht deshalb Sinn, weil es global wie innerhalb eines Landes diejenigen am unteren Ende der Gesellschaft sind, die unter den Folgen zu leiden haben – und nicht die Verursacher. Wobei ich, wenn ich völlig freie Wahl mit dem Titel gehabt hätte, vielleicht anders entschieden hätte.

Wie muss man sich konkret den Ablauf einer einzelnen Attributionsstudie vorstellen?

Wir müssen zunächst das Ereignis definieren und prüfen, ob es Klimamodelle gibt, die uns bei der Klärung unserer Fragen helfen können. Welche Modelle sind gut genug, um das Ereignis, das von Interesse ist, realistisch zu simulieren? Im Zentrum der Arbeit steht ein Vergleich. Wir fragen: Was ist die Wahrscheinlichkeit, mit der dieses Ereignis unter den heutigen klimatischen Bedingungen an diesem Ort auftritt? Und dann simulieren wir das Gleiche für eine Welt ohne Klimawandel: Wie wäre die Auftretenswahrscheinlichkeit, wenn es den Klimawandel nicht gäbe?

Sie bestimmen also den Unterschied zwischen zwei Wahrscheinlichkeiten.

Genau. Man kriegt entweder raus, dass ein Ereignis durch den Klimawandel um soundso viel wahrscheinlicher geworden ist. Oder auch, dass es unwahrscheinlicher geworden ist – bei Kältewellen etwa. Oder aber die Wahrscheinlichkeiten sind gleich, und es zeigt sich, dass für ein bestimmtes Ereignis der Klimawandel nicht ursächlich war.

Können Sie ein Beispiel geben?

Nehmen wir Hurrikan Harvey, der 2017 mit ungeheuren Regenmengen Houston verwüstete: Das ist ein Ereignis, bei dem man ganz deutlich den Einfluss des Klimawandels sehen und eindeutig zeigen kann, dass sich die Intensität der Niederschläge deutlich erhöht aufgrund des Klimawandels. Die Schäden wären geringer gewesen ohne Klimawandel.

Können Sie das in Zahlen benennen?

Die Intensität hat sich um ungefähr 15 Prozent erhöht, und die Wahrscheinlichkeit für solche extremen Regenfälle hat sich verdreifacht. Oder nehmen Sie die Hitzewellen von 2017 im mediterranen Raum. Da hat sich die Wahrscheinlichkeit mindestens verzehnfacht. Aber das ist wirklich die unterste Grenze, also die allervorsichtigste Berechnung.

«Wahrscheinlichkeit verzehnfacht» heisst konkret: Das Ereignis tritt zehnmal so häufig auf?

So ist es. Wenn eine Hitzewelle wie diejenige von 2017 in Südeuropa mit Temperaturen über 40 Grad früher alle hundert Jahre vorkam, erwartet uns das nun alle zehn Jahre. Extrem ist das neue Normal.

Sie schreiben, Ziel der «Attribution Science» ist es, möglichst «in Echtzeit» Zahlen zu liefern, wenn ein solches Ereignis eintritt, idealerweise innerhalb von einer Woche. Warum ist Ihnen Schnelligkeit so wichtig?

Sobald heutzutage ein Extremereignis auftritt, wird die Frage gestellt: Was hat der Klimawandel damit zu tun? Wir möchten dann mit konkreten Zahlen antworten können. Denn sonst fragen die Leute einfach so lange bei jemand anders weiter, bis irgendjemand irgendetwas sagt. Und meiner Meinung nach sollten es die Wissenschaftler sein, die die Antworten geben.

Aber Wissenschaftler sind häufig zögerlich, weil Schnelligkeit in gewisser Weise ein Feind der Wissenschaft ist.

Das stimmt prinzipiell auch. Aber wir haben ziemlich viele Kollegen überzeugt, dass – so, wie wir das machen – Schnelligkeit kein Feind ist. Weil wir zwar in schnellen Attributionsstudien keine Peer-Review machen kön-

nen, aber nur Methoden verwenden, die vorher im Peer-Review-Verfahren erprobt, also durch mindestens zwei unabhängige Wissenschaftler begutachtet und bestätigt wurden. Zwei Punkte sind mir hier vor allem wichtig: Der Klimawandel ist für die meisten Menschen entweder etwas, das irgendwo in ferner Zukunft stattfindet; oder aber eine riesengrosse Katastrophe, die über uns hereinbricht, und dann ist alles vorbei. Beides ist nicht sehr realistisch. Was wir mit den Studien zeigen können, ist, wie der Klimawandel im ganz konkreten Alltag hier und heute wirksam ist. Dadurch wird der Klimawandel greifbarer. Zum Zweiten: Wenn etwas passiert ist, werden sich Menschen bewusst, wo sie verletztlich sind. Und dann öffnen sich Entscheidungsfenster, um in Zukunft viel besser auf Katastrophen vorbereitet zu sein.



«Wissenschaft ist ein Handwerk. Nichts, was total entrückt ist und ganz anders als das, was man im Alltag macht»: Friederike Otto.

Wenn aber das Ergebnis Ihrer Arbeit lautet, dass der Klimawandel eine signifikante Ursache für eine ganz bestimmte Wetterkatastrophe ist – landen wir für alles Weitere dann nicht trotzdem wieder in der Abstraktionsfalle? Wenn wir als Menschheit im Gesamten schuld sind, ist irgendwie auch wieder keiner konkret verantwortlich.

Klar, wir sind durch unseren Lebensstil alle mit dabei. Aber Länder und Konzerne gehen sehr unterschiedlich mit ihrer Verantwortung um. Und wenn man historisch schaut, wer wann über welche Fakten Bescheid wusste und welches Handeln sich daraus ergab, dann gibt es schon Entitäten, die mehr schuld sind als andere.

Und das festzustellen, ist Teil der «Attribution Science»?

Man kann das mithilfe der Methoden der *Attribution Science* tun. Wir haben Studien gemacht, bei denen wir nicht gefragt haben: Wie hat der Klimawandel insgesamt die Wahrscheinlichkeit von Ereignis X verändert? Wir haben gefragt: Wie haben die Emissionen der USA, wie haben die Emissionen Europas die Hitzewelle in Argentinien verändert? Man kann die historischen Emissionen berechnen. Und dann ist eben die Frage: Wann war

welches Wissen über den Klimawandel vorhanden, und welche Verantwortung leitet man daraus ab? Natürlich sind die interessantesten Fragen daran nicht die wissenschaftlichen, sondern die gesellschaftlich-politischen.

Aber zumindest potenziell doch auch die juristischen. Wie ist das Verhältnis der «Attribution Science» zur Gerichtsbarkeit? Sind Sie Zulieferer von Argumenten für Juristen?

Es gibt im Moment einen konkreten Fall in den USA, Juliana vs. the United States, wo *attribution* in Zeugenaussagen vor Gericht eine Rolle gespielt hat – nicht in Form konkreter Einzelstudien, sondern als Tatsache, dass man das jetzt machen kann. Ich nehme an – weil ich die Papers von Juristen gelesen und mit Juristen gesprochen habe –, dass sich das ändern wird und dass es vor Gericht bald auch konkreter werden wird. Aber wie gesagt, das sind nicht mehr die Fragen der Klimawissenschaft. Wenn man kein Gesetz verletzt, indem man CO₂ ausstösst, dann ist auch eine Attributionsstudie in dieser Hinsicht nicht besonders nützlich.

Die Klimaforschung hat Wetter und Klima lange strikt getrennt. Sie rücken die Kategorien nun enger zusammen. Was sagt die herkömmliche Klimaforschung dazu?

Unterschiedliches. (*lacht*) Es gibt Klimaforscher, die sagen: Wir sollten uns auf Aussagen über das Klima beschränken. Denn wenn wir auch auf das Wetter schauen, dann wird es sehr komplex und sehr kleinteilig, das verwirrt die Leute bloss. Die andere Seite, zu der ich mich zähle, entgegnet: Wir können heute aber in vielen Fällen ganz Konkretes sagen – dann sollten wir es auch tun. Weil man dieses Wissen für zukünftige Massnahmen anwenden kann.

Die Grundidee der «Attribution Science» ist ja so einleuchtend wie simpel. Man hält zwei Wahrscheinlichkeiten nebeneinander – die Differenz ergibt dann die Rolle, die der Klimawandel spielt. Warum hat man das nicht schon früher gemacht?

Völlig richtig, die Grundidee ist sehr simpel. Aber um solche Studien konkret durchzuführen, braucht man ein ganzes Ensemble von Simulationen. Hunderte, Tausende. Und das war bis vor kurzem einfach rechnerisch noch nicht machbar. Heute ist das datenmässig möglich. Der andere Teil des Spiels aber sind die Beobachtungsdaten – und die sind sehr selten und sehr kostbar.

Also Daten von Wetterstationen.

Es gibt natürlich auch Satellitendaten. Aber zum Beispiel für Niederschläge sind Satellitendaten nur aussagekräftig, wenn auch gute Daten von Wetterstationen vorliegen. Und was die historische Tiefendimension angeht, gibt es Satellitendaten erst seit den 1980ern. Um herauszufinden, was über lange Zeiträume real in unserer Welt passiert ist, braucht man historische Wetteraufzeichnungen. Deswegen gibt es Anstrengungen, zum Beispiel die Logbücher von Schiffen zu digitalisieren. In verschiedenen Ländern laufen *weather rescue*-Projekte, um historische Wetteraufzeichnungen, die nur auf Papier existieren, digital verfügbar zu machen. Das ist extrem wichtig für die Art von Forschung, die wir machen. Je genauer wir wissen, wie das reale historische Wetter an einem Ort aussah, desto genauer lässt sich ermitteln, welchen Einfluss der Klimawandel hat oder auch nicht.

Dazu müssen Sie neben dem tatsächlichen Wetter, dass an Tag X in Ort Y aufgetreten ist, immer auch das «mögliche Wetter» einkalkulieren.

Richtig, das Wetter, das denkbar gewesen wäre unter den klimatischen Rahmenbedingungen, das aber nicht eingetreten ist. Ich will jetzt nicht den berühmten Schmetterlingsschlag anführen, aber dieser Möglichkeitsraum ändert sich von Sekunde zu Sekunde. Natürlich ist bei kleinen Zeiträumen

die Zahl der Möglichkeiten recht begrenzt – aber es ist eben immer noch ein Raum von Möglichkeiten. Wetter ist ein chaotisches System.

Führt das nicht zurück auf eine Aporie der Schuldfrage? Letztlich wird in juristischen Zusammenhängen doch immer die Frage sein: Kann ich bei einem so hochkomplexen, dynamischen Ereignis runterrechnen, wo die Verantwortung liegt?

Ich denke, ja! Es gibt zwar immer einen grossen Bereich möglichen Wetters. Aber es ist eben nicht alles möglich, sondern es gibt sehr konkrete Grenzen. Wenn wir diese Grenzen verschieben durch den Klimawandel, dann haben wir den Raum des möglichen Wetters verändert. Manchmal ist er ein völlig anderer, wie bei Hitzewellen im Mittelmeerraum. Und manchmal, wie bei Extremregen im Winter in Grossbritannien, ist er nur ein bisschen anders. Aber man kann sehr genau feststellen, wie sich diese Grenzen verschieben. Und dafür kann man die Schuldfrage ganz konkret stellen.

Ihr Buch «Wütendes Wetter», das in diesen Tagen erscheint, gehört in den Bereich Populärwissenschaft. Haben Sie manchmal die Sorge, dass Ihnen das Ärger einbringt in der Wissenschafts-Community?

O ja! *(lacht)*

Haben Sie schon welchen?

Den Ärger haben wir uns schon eingehandelt dadurch, dass wir auch schnelle Attributionsstudien ohne Peer-Review gemacht haben. Es ist sicher nicht so, dass die gesamte Klimawissenschaft sagt: Genau, so müssen wir das machen. Und mit diesem Buch wird das sicher nicht besser. Aber worum es mir mit dem Buch vor allem auch geht, ist darzustellen, wie Wissenschaft funktioniert. Wissenschaft ist für viele Leute ja etwas, wo geniale Menschen rumsitzen und eine brillante Idee haben. Aber das ist Wissenschaft eben nicht, Wissenschaft ist ein Handwerk. Nichts, was total ent-rückt ist und ganz anders als das, was man im Alltag macht. Sondern ein ganz normaler Teil dessen.

An einer Stelle in Ihrem Buch ist die Rede von «Feinden des Planeten», ein Zitat des Wirtschaftsnobelpreisträgers Paul Krugman, das er auf den Konzern Exxon gemünzt hatte. Wer sind aktuell die grössten Feinde des Planeten?

Die Kohlekraftwerke und ihre Betreiber. Und natürlich auch diejenigen, die zulassen, dass sie betrieben werden. Ich glaube nicht, dass es lange dauern wird, bis wieder Unternehmen auf der Anklagebank sitzen.

Zur Person

Friederike Elly Luise Otto ist Acting Director des Environmental Change Institute an der Universität Oxford. 1983 in Kiel geboren, hat sie zunächst in Potsdam Physik studiert. Nach dem Diplom wechselte sie an die Freie Universität Berlin, wo sie im Fach Philosophie mit einer erkenntnis-theoretischen Arbeit über Klimamodelle promoviert wurde. Seit ihrem Wechsel nach Oxford ist sie zu einer der weltweit meistgefragten Klima-expertinnen geworden. 2014 hat sie den internationalen Forschungsverbund World Weather Attribution mitbegründet, der untersucht, wie einzelne Wetterereignisse mit dem Klimawandel zusammenhängen.

Das Buch

Friederike Otto: «Wütendes Wetter. Auf der Suche nach den Schuldigen für Hitzewellen, Hochwasser und Stürme». Unter Mitarbeit von Benjamin von Brackel. Ullstein, Berlin 2019. 240 Seiten, ca. 24 Franken. Mit dem angegebenen Link gelangt man auch zu einer Leseprobe.