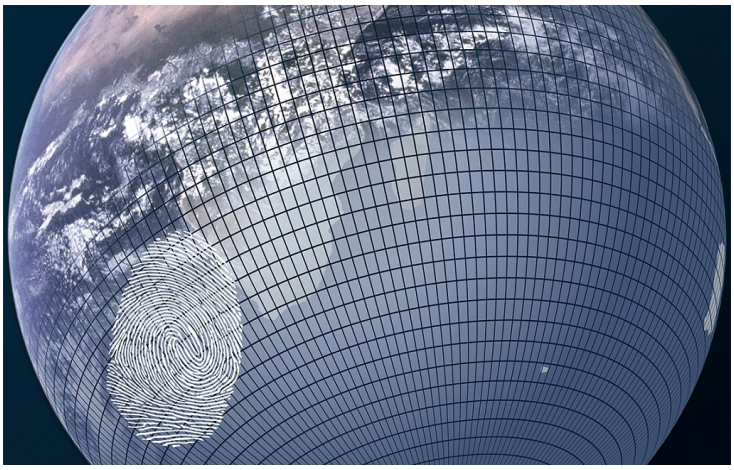
Neue Studie weist menschlichen Fingerabdruck bei regionalen Klimaveränderungen empirisch nach



Der Klimawandel erfasst die ganze Erde - und doch erwärmen sich Regionen unterschiedlich schnell. Wo ist die menschengemachte Erwärmung bereits eindeutig nachweisbar? Und wo dominieren aktuell noch natürliche Schwankungen? Eine neue Studie hat den menschlichen "Fingerabdruck" direkt aus Beobachtungen abgeleitet. Die Methode hilft, den regionalen Wandel besser zu verstehen.

Dass der aktuelle globale Temperaturanstieg menschengemacht ist, darüber besteht kein Zweifel. Längst hat sich die globale Erwärmung als dominantes Signal aus den natürlichen Klimaschwankungen herauskristallisiert. Doch herauszufinden, wie sich diese Erwärmung regional ausprägt, bleibt eine zentrale Herausforderung. Nicht überall decken sich die Beobachtungen mit den Vorhersagen der Klimamodelle: So haben sich Teile des südöstlichen Pazifiks und des Südpolarmeeres abgekühlt, und der subpolare Nordatlantik hat sich nicht so stark erwärmt wie erwartet. Dies wirft die Frage auf: Sind die Erwartungen, wie das für einen Anstieg von Treibhausgasen typische Erwärmungsmuster aussieht, überall gleichermaßen zutreffend? Oder anders gefragt: Wie zuverlässig ist der modellbasierte "Fingerabdruck" des Menschen im Klimasystem auf regionaler Ebene?

Forschende des Max-Planck-Instituts für Meteorologie (MPI-M) haben ein empirisches Werkzeug entwickelt, das hilft, genau diese Fragen zu beantworten. Aruhasi, Dirk Olonscheck, Jochem Marotzke und Chao Li identifizierten den Fingerabdruck in Beobachtungsdaten, indem sie globale Datensätze der gemessenen Oberflächentemperatur von 1850 bis 2022 verwendeten und einen Zusammenhang zwischen der regional beobachteten Temperaturänderung und dem global gemittelten Temperaturanstieg herstellten - einem Wert, der sich in Modellen und Beobachtungen sehr gut deckt. Die Auswertung dieses "beobachteten Fingerabdrucks" ermöglicht Klimaveränderungen auf regionaler Ebene zu detektieren und dem menschengemachten Klimawandel zuzuordnen.

Beobachtetes Muster versus Modellvorhersage

Zudem erlaubt der Vergleich mit dem modellbasierten Pendant die Unsicherheiten von Klimamodellen zu untersuchen. Dabei legen die Forschenden den Schwerpunkt auf vier Regionen, in denen diese Unsicherheit besonders groß ist. Neben dem Südostpazifik, dem Südpolarmeer und dem subpolaren Nordatlantik, wo die genannten Diskrepanzen zwischen Modellen und Beobachtungen bestehen, gehört dazu auch die Arktis als Beispiel einer stark vom Klimawandel betroffenen Region.

Dort verlief die Erwärmung ab der Mitte des 20. Jahrhunderts sehr schnell und zwischen den späten 1990ern und den frühen 2010ern langsamer. Die Studie zeigt, dass diese Verlangsamung auf natürliche Schwankungen zurückzuführen, der menschliche Einfluss aber trotzdem eindeutig ist. Gleiches gilt für den südöstlichen Pazifik. In Teilen des Südpolarmeeres und des subpolaren Nordatlantiks hingegen ist die menschengemachte Erwärmung noch nicht eindeutig aus dem "Hintergrundrauschen" natürlicher

Klimaschwankungen herauszulesen.

"Wie lange es jeweils dauert, bis das menschliche Signal aus dem Rauschen hervortritt, ist je nach Region unterschiedlich", erklärt Erstautorin Aruhasi. "Diese ?Emergence Timescale' wird von Modellen oft unterschätzt." Die Kennzahl erlaubt auch, je nach Region Zeiträume für Klimabeobachtungen zu definieren, ab denen sich der menschliche Einfluss zweifelsfrei nachweisen lässt. "Der aktuelle Zeitraum der Satellitenbeobachtungen von rund 45 Jahren reicht aus, um die menschengemachte Erwärmung in den meisten Regionen rein empirisch zu belegen", sagt MPI-M-Gruppenleiter und Koautor Chao Li.

Hintergrund: Die Methode der Detektion und Attribution

Klimaveränderungen nachzuweisen und einer Ursache zuzuordnen, ist in der Klimaforschung ein alltägliches Geschäft. Die Methode dieser "Detektion und Attribution", auf die sich auch der Weltklimarat IPCC stützt, geht auf die Arbeiten von MPI-M-Gründungsdirektor und Nobelpreisträger Klaus Hasselmann zurück. Dabei ist der erste Schritt, nachzuweisen, dass eine Klimaveränderung sich statistisch eindeutig von natürlichen Klimaschwankungen abhebt (Detektion). Im zweiten Schritt geht es darum, die Ursache nachzuweisen (Attribution). Dazu identifizieren Forschende - klassischerweise ebenfalls mithilfe von Klimamodellen - welches charakteristische Muster einer Veränderung ein bestimmter Einflussfaktor hervorruft. So verursacht der Anstieg von Treibhausgasen in der Atmosphäre eine Erwärmung der Troposphäre bei gleichzeitiger Abkühlung der Stratosphäre. Außerdem ist die Erwärmung über Land stärker ausgeprägt als über den Ozeanen, und die Arktis erwärmt sich besonders schnell. Da die beobachtete Klimaveränderung grundsätzlich diesen "Fingerabdruck" trägt, ist ihre Ursache eindeutig erwiesen.

Der in der aktuellen Studie vorgestellte beobachtete Fingerabdruck baut ebenfalls auf Hasselmanns Konzept auf. Er ermöglicht eine detailliertere Analyse der regionalen Ausprägung des menschengemachten Klimawandels und hilft, die Übereinstimmung zwischen beobachteten Veränderungen und modellbasierten Erwartungen zu bewerten. Dies ist für die Planung von Anpassungsmaßnahmen und im Klimarecht von Bedeutung.