

## Hitzewellen werden häufiger und tödlicher

**Das Risiko von tödlichen Hitzewellen ist in den vergangenen zwanzig Jahren bereits stark gestiegen. In Zukunft werden solche Extreme häufiger und die hitzebedingte Übersterblichkeit wird zunehmen. Europa ist davon besonders betroffen, wie ETH-Forschende zeigen.**

### In Kürze

- Hitzewellen mit vermehrten Todesfällen aufgrund von Dehydrierung, Hitzeschlag oder Herz-Kreislaufkollaps nehmen zu.
- Die Übersterblichkeit eines heissen „Jahrhundertsommers“ wie 2003, ist heute alle zehn bis zwanzig Jahre zu erwarten, und in einer Zwei-Grad-Welt alle zwei bis fünf Jahre.
- Südeuropa ist besonders von zunehmenden Hitzewellen bedroht, ebenso die Golf- und Atlantikküsten der USA, die Pazifikküste Lateinamerikas, der Mittlere Osten und Südostasien.

Hitzewellen, wie wir sie aktuell erleben, sind besonders für ältere, kranke und arme Menschen tödlich. Die Hitzewelle von 2003 mit Temperaturen in Europa bis zu 47,5 Grad gehörte mit geschätzten 45'000 bis 70'000 Todesopfern innert weniger Wochen zu den schlimmsten Naturkatastrophen der vergangenen Jahrzehnte. Wälder standen in Flammen, Felder verdorrten und in den Städten füllten sich die Notfallstationen. Die weltweiten Kosten beliefen sich auf rund 13 Milliarden US-Dollar. Trotzdem ist die öffentliche Aufmerksamkeit für die Risiken solcher Hitzewellen im Vergleich zu anderen klimabedingten Extremen noch gering. Das ist riskant, wie eine aktuell im Fachmagazin «Nature Communications» erschienene [externe Seite](#) [Studie](#) [call\\_made](#) zeigt. Hitzewellen wie diejenige von 2003 könnten in den kommenden Jahren zur neuen Norm werden.

### Epidemiologie und Klimamodellierung kombiniert

Forschende des Instituts für Umweltentscheidungen der ETH Zürich haben für die Studie mit einer internationalen Gruppe von Epidemiologinnen und Epidemiologen zusammengearbeitet. Diese sammelt seit 2013 systematisch Daten zur täglichen hitzebedingten Übersterblichkeit für 748 Städte und Gemeinden in 47 Ländern Europas, Südasiens, Lateinamerikas, in den USA und Kanada. Mit diesem Datensatz haben die Forschenden die Beziehung zwischen täglicher Durchschnittstemperatur und Mortalität für sämtliche 748 Orte berechnet. Daraus ergibt sich für jeden Ort eine Idealtemperatur, bei der es zur geringsten Übersterblichkeit kommt. In Bangkok zum Beispiel liegt dieser Wert bei 30 Grad, in São Paulo bei 23, in Paris bei 21 und in Zürich bei 18 Grad.

### Physikalisch plausible Wetterextreme modelliert

Jedes Zehntelgrad über diesem Idealwert vergrössert die Übersterblichkeit. «Hitze ist nicht gleich Hitze», sagt Samuel Lüthi, Erstautor der Studie und Doktorand an der Professur für Wetter- und Klimarisiken von David Bresch. «Dieselbe Temperatur wirkt sich in Athen und Zürich komplett unterschiedlich auf die hitzebedingte Übersterblichkeit in der Bevölkerung aus.» Diese hängt nicht nur von der Temperatur ab, sondern auch von der Physiologie (Gewöhnung), Verhalten (lange Siestas über Mittag), Städteplanung (Grünflächen vs. Beton), der demographischen Bevölkerungsstruktur und dem jeweiligen Gesundheitssystem.

Mit den Idealwerten berechneten die Forschenden, wie sich die Übersterblichkeit bei einer durchschnittlichen globalen Erhitzung von 0.7 Grad (Wert für das Jahr 2000), 1.2 Grad (Wert für das Jahr 2020), 1.5 und 2 Grad entwickelt. Dafür nutzten sie fünf besonders leistungsstarke Klimamodelle, sogenannte SMILEs (Single-Model Initial-condition Large Ensembles). «Wir haben dasselbe Modell bis zu 84-mal mit jeweils leicht veränderten Wetterbedingungen laufen lassen. Das ergibt eine Vielzahl möglicher Wettersysteme, die bei einem bestimmten CO<sub>2</sub>-Gehalt in der Atmosphäre wahrscheinlich sind», erklärt Lüthi. Diese Daten koppelten die Forschenden anschliessend mit einem epidemiologischen Modell, um die entsprechende Hitzemortalität zu berechnen.

Bisherige Prognosen zu Hitzemortalität basierten meist auf Berechnungen mit einem Klimamodell für einen bestimmten Zeitraum. «Mit unserer Methode können wir Extreme im Klimasystem viel besser quantifizieren und Unsicherheiten aufgrund von Eigenheiten bestimmter Modelle reduzieren.» Mittels Supercomputern hat Lüthi die Hitze-Mortalitätsauswirkungen von über 7000 Jahren physikalisch möglicher Wetterphänomene berechnet. Der entsprechende Datensatz beläuft sich auf über ein Terrabyte.

### **Bis zu 15 Prozent hitzebedingte Todesfälle**

Die Ergebnisse zeigen, dass das Risiko von Hitzewellen mit grosser Übersterblichkeit bereits in den vergangenen 20 Jahren stark zugenommen hat. «Die Übersterblichkeit eines Hitzesommers wie 2003, der früher als extremes Ereignis galt, das alle 100 Jahre vorkommt, erwarten wir heute alle 10 bis 20 Jahre», sagt Lüthi, «und in einer um zwei Grad wärmeren Welt an vielen Orten sogar alle zwei bis fünf Jahre». Hitzemortalitätswerte, die noch im Jahr 2000 als sehr unwahrscheinlich galten (einmal alle 500 Jahre), werden in einer Zwei-Grad-Welt 14-mal alle 100 Jahre auftreten. Unter der Annahme, dass keine Anpassung an die Hitze geschieht, erhöht sich damit die Wahrscheinlichkeit der Mortalität bei solch extremen Hitzewellen um den Faktor 69.

Manche Regionen sind besonders von zunehmenden Hitzewellen bedroht, darunter die Golf- und Atlantikküsten in den USA, die Pazifikküste Lateinamerikas, der Mittlere Osten, Südostasien und die Mittelmeerregion. Selbst in moderaten Klimaszenarien kann in diesen Gebieten ein heisser Sommer dazu führen, dass zehn Prozent der gesamten Todesfälle in einem Land durch Hitze bedingt sind. In Paris, das 2003 besonders von der Hitzewelle betroffen war, waren es damals fünf bis sieben Prozent. Das sind rund 2700 Menschen, die allein in der französischen Metropole aufgrund der Klimaerhitzung frühzeitig gestorben sind. An Dehydrierung, Hitzeschlag oder Herz-Kreislaufkollaps. «In Zukunft könnten laut unseren Berechnungen in Paris bis zu 15 Prozent der Todesfälle hitzebedingt sein», sagt Lüthi. Europa und insbesondere Südeuropa gehörten zu den «Hotspots». Zwei Faktoren kämen dort zusammen: Die Temperaturen steigen doppelt so schnell wie im globalen Mittel, und die Bevölkerung ist überdurchschnittlich alt.

### **Beängstigender Ausblick**

«Die Resultate haben mich erschreckt», sagt der 30-jährige Klimawissenschaftler. «Ich habe während der Studie immer wieder versucht, hinter den Zahlen die betroffenen Menschenleben zu sehen. Das ist beängstigend.» Dabei seien die den Modellierungen zugrunde liegenden Annahmen eher konservativ. Mit den aktuellen Treibhausgasemissionen ist die Welt nicht auf dem Pfad zu einer maximalen Erhitzung von 1.5 bis 2 Grad Celsius, wie in der Studie angenommen, sondern zu 2.6 Grad. Zudem sind das Bevölkerungswachstum, die Migration in die Städte und die Zunahme von älteren Menschen nicht in den Zukunftsszenarien berücksichtigt – alles Faktoren, welche die hitzebedingte Übersterblichkeit weiter erhöhen dürften. Schliesslich fehlten für die Studie epidemiologische Daten zu Afrika und Indien, beides Regionen, die stark von der Klimakrise und von Armut betroffen sind.

Die Forschenden schreiben, dass die Resultate die Dringlichkeit zum Handeln verdeutlichen. Um zunehmende Hitzewellen zumindest einzudämmen, sei der wichtigste Schritt, so schnell wie möglich aus den fossilen Energien auszusteigen, sagt Lüthi. Die Studie zeige, dass das Risiko bei 1.5 Grad zwar bereits hoch ist, aber immer noch deutlich geringer als bei zwei Grad. Allerdings kann sich die Gesellschaft auch teilweise an höhere Temperaturen anpassen, um die Auswirkungen künftiger Hitzewellen zu vermindern. «Wir sollten uns nun schnellstmöglich auf das Unabwendbare vorbereiten und Situationen, die nicht mehr kontrollierbar sind, um jeden Preis verhindern», rät Lüthi.

### **Literaturhinweis**

Lüthi S, Fairless C, Fischer EM et al. Rapid increase in the risk of heat-related mortality. Nature Communications 14, 4894 (2023). Doi: [externe Seite10.1038/s41467-023-40599-x](https://doi.org/10.1038/s41467-023-40599-x)call\_made