



## Sommergewitter und Starkniederschläge in der Klimazukunft

**Hagel, Gewitter, Starkniederschläge. Diese Extremereignisse nehmen vermutlich im Zuge einer globalen Erwärmung zu. Mehr Sicherheit in die Projektionen bringen nun hochauflösende Simulationen von Forschern der ETH Zürich auf den Supercomputern des CSCS.**

Die Sommer sollen in der Schweiz und in Europa in Zukunft [trockener werden](#). Zugleich sollen sich Extrem-Niederschläge häufen und intensivieren. Das lassen zumindest Klimamodelle vermuten. Sie weisen darauf hin, dass Starkniederschläge im Alpenraum zunehmen. Eine anhaltende Debatte dreht sich darum, wie stark kurzzeitige sommerliche Starkniederschläge einschliesslich gewittriger Niederschläge zunehmen könnten, die nur wenige Stunden andauern. Für diese gab es bis anhin kaum quantitative Szenarien, da herkömmliche Klimamodelle mit Gitterabständen von 25 bis 200 Kilometern die entscheidenden kleinräumigen Gewitter nicht ausreichend darstellen können.

Ein Forscherteam vom Institut für Atmosphäre und Klima der ETH Zürich hat nun mit ungewöhnlich hochauflösenden Klima-Simulationen solch quantitative Szenarien erstellt. Die Simulationen auf den Supercomputern des CSCS (Nationales Hochleistungsrechenzentrum der Schweiz) benötigten insgesamt allerdings auch rund eineinhalb Jahre Rechenzeit. Da jedoch gerade kurzzeitige Starkniederschläge und Gewitter ein besonders grosses Schadenspotential haben, sind solche Szenarien wichtig, um etwa Schutzmassnahmen vor Hochwasser oder Erdbeben zu planen.

### Beobachtungen stützen Modell

Aus früheren Studien ist bekannt, dass der Klimawandel über Zeiträume von 50 bis 100 Jahren zu einer Veränderung der Starkniederschläge führt. Obwohl die dafür verantwortlichen Prozesse sehr komplex sind, kann diese Veränderung durch eine einfache physikalische Gleichung ausgedrückt werden. Diese beschreibt die Feuchtezunahme in einer sich erwärmenden Atmosphäre. Klimawissenschaftler erwarten deshalb, dass Starkniederschläge dieser sogenannten Clausius-Clapeyron-Gleichung folgen und dementsprechend die Intensität extremer Tagesereignisse pro Grad Celsius Erwärmung um sechs bis sieben Prozent zunimmt. Neuere Studien haben jedoch darauf hingewiesen, dass sich die Intensität kurzzeitiger Starkniederschläge gar verdoppeln könnte.

Die Ergebnisse der Simulationen der aktuellen ETH-Studie stimmen nun aber wieder überraschend gut mit der Clausius-Clapeyron-Gleichung überein. Die Tatsache, dass die Simulationen nahezu deckungsgleich mit den für den simulierten Zeitraum gemessenen Niederschlagsdaten sind, stärkt für Nikolina Ban, Erstautorin der Studie, das Vertrauen sowohl in ihr Modell wie auch in die Clausius-Clapeyron-Gleichung enorm.



Nikolina Ban befasste sich in ihrer Doktorarbeit mit Simulationen, die so hochauflösend sind, dass sie die konvektive (gewittrige) Wolkenbildung basierend auf den Gesetzen der zugrundeliegenden physikalischen Prozesse abbilden. Damit die wolkenbildenden Prozesse nicht durch das Gitternetz «fallen», das die Berechnungspunkte für die Simulation vorgibt, dürfen die Gitterabstände nur wenige Kilometer betragen. Durch die Wahl eines engen Gitterabstandes von 2,2 km konnten die Forscher gewittrige Wolken und Niederschläge darstellen, ohne vereinfachende Annahmen für die physikalischen Grundprozesse zu verwenden. Da somit die tatsächliche Konvektion in der Atmosphäre abgebildet wird, werden Unsicherheiten minimiert und das Vertrauen der Forscher in das Modell wird gestärkt. Zugleich bedeutet das aber zeit- und kostenintensive Berechnungen, da die physikalischen Grundgleichungen an jedem Gitterpunkt zu lösen sind.

### **Einzigartige Simulation**

Die Wissenschaftler deckten mit der hochauflösenden Simulation über einen Zeitraum von zehn Jahren den erweiterten Alpenraum von Norditalien bis Norddeutschland ab, eine Fläche von 1100 auf 1100 Kilometern. „Das ist die erste derart hochauflösende Simulation von dieser geographischen Ausdehnung und zeitlichen Dauer“, erklärt Ban stolz.

Die Forscher rechneten insgesamt drei Simulationen: Eine für die Vergangenheit zur Validierung gegenüber der durch Niederschlagsmessungen erhobenen Daten und zwei weitere für das gegenwärtige und zukünftige Klima. Eine Simulation zu berechnen, dauerte zwischen vier und acht Monaten. Doch für die Forscher hat sich der Aufwand gelohnt und Christoph Schär ist begeistert: „Mit der hohen Auflösung haben wir einen Sprung in der Modellierung erreicht, wie ich ihn in meiner langjährigen Forschungstätigkeit noch nicht gesehen habe.“

### **Starkniederschläge trotz Trockenheit**

Das Modell ermöglicht nun die Häufigkeit und Intensität der Extremereignisse zu quantifizieren. Zugleich zeigt es aber auch, dass die mittleren Niederschlagsmengen abnehmen. „Das Klima wird extremer, mit längeren Trockenperioden, die das Potential für Dürren haben. Parallel dazu steigt die Häufigkeit und Intensität der Extremereignisse mit Starkniederschlägen an“, sagt Ban.

Das Modell gibt den Wissenschaftlern aber noch weitere Hinweise auf das künftige Klima. So schliessen sie zwar aus den Ergebnissen der Simulationen, dass die zu erwartende Niederschlags-Intensivierung der physikalischen Gleichung von Clausius-Clapeyron folgt und keine noch stärkere (superadiabatische) Intensivierung zu erwarten sei. Doch verwirrenderweise sehe man diese sogenannten superadiabatischen Effekte sowohl in den Beobachtungen wie auch innerhalb der einzelnen Simulationen. Diese zusätzliche Zunahme beeinflusst laut den Forschern aber die langfristige Klima-Entwicklung und somit auch die Anpassungsstrategien an ein sich änderndes Klima nicht, da der Effekt durch eine Abnahme der Regentage im Zuge der Klimaveränderung kompensiert wird. Für die Forscher zeigen die Ergebnisse somit auch, dass gegenwärtige Beobachtungen und Niederschlagsverhältnisse nicht so einfach in die Zukunft extrapoliert werden können.

#### Literaturhinweis:

Ban N, Schmidli J & Schär C: Heavy precipitation in a changing climate: Does short-term summer precipitation increase faster?, *Geophys. Res. Lett.*, 42, 1-8, doi:10.1002/2014GL062588.