

Wetter 2.0: Vor allem Extremwetter-Vorhersage lässt sich verbessern

COPS-Projekt von Universität Hohenheim und KIT liefert neues Grundlagenwissen / Pressekonferenz zieht Bilanz des weltgrößten Projekts zur Niederschlagsvorhersage / <http://cops.uni-hohenheim.de>

Die Extremwetter-Vorhersage ließe sich deutlich verbessern, so die Aussage von Meteorologen der Universität Hohenheim und des KIT auf einer gemeinsamen Pressekonferenz am heutigen Dienstag. Dabei stützen sich die Forscher auf neues Grundlagenwissen aus dem weltgrößten Forschungsprojekt zur Niederschlagsmessung. COPS – das Kürzel steht für „Convective and Orographically-induced Precipitation Study“ – hatte den Schwarzwald vier Monate lang in ein riesiges, multinationales Freiluft-Labor verwandelt. Nach vierjähriger Auswertungszeit präsentierte die Pressekonferenz nun die wichtigsten Ergebnisse.

Gefragt, wie Gewitter entstehen, knipsen die Forscher um Prof. Dr. Volker Wulfmeyer eine Lava-Lampe an. Sobald sich ihr Boden erwärmt, steigt eine rote, zähe Flüssigkeit im Inneren nach oben. Dort ballt sie sich zusammen, kühlt ab und sinkt am Lampenrand als Klumpen wieder zu Boden.

Ähnlich entstehen lokale Unwetter, wie die Forscher an Wolkenaufnahmen im Zeitraffer zeigen. Über den Bergen des Schwarzwalds ballen sich Wolken zusammen, formen Türme bis in 12 km Höhe und lösen sich in Starkregen wieder auf. „Das Prinzip ist das gleiche“, so Prof. Dr. Wulfmeyer. „Nur, dass die Prozesse um Wolken und Niederschlag deutlich komplexer sind.“

Vorhersage sieht Regen am falschen Ort zur falschen Zeit

Womit der Wetter-Experte nicht übertrieben hat. Wärme- und Feuchtetransporte sowie die Eigenschaften der Vegetation und die Geländeformen spielen bei der Wolken- und Niederschlagsbildung eine entscheidende Rolle. Die Verfügbarkeit von Wasser ist dabei besonders wichtig. Tatsächlich sind die Prozesse bis heute noch nicht im letzten Detail bekannt. Was dazu führt, dass Wettervorhersagen immer wieder daneben liegen. Vor allem bei Starkregen.

Monika Landgraf
Pressesprecherin

Kaiserstraße 12
76131 Karlsruhe
Tel.: +49 721 608-47414
Fax: +49 721 608-43658

Weiterer Kontakt:

Inge Arnold
Karlsruher Institut für Technologie
Presse, Kommunikation und
Marketing
Tel.: +49 721 608-22861
Fax: +49 721 608-25080
E-Mail: inge.arnold@kit.edu

Florian Klebs
Universität Hohenheim
Pressesprecher
Tel.: +49 711 459-22003
E-Mail: presse@uni-hohenheim.de



„Die Vorhersage postuliert oft große Gebiete mit gleichmäßig viel Niederschlag. In Wirklichkeit treten dann aber punktuell Starkregen auf. Wann und wo sie genau niedergehen, wird von den Computermodellen selten getroffen“, erklärt Prof. Dr. Wulfmeyer.

Zur Anschauung lädt der Meteorologe zwei Karten des Schwarzwaldes auf den Computerbildschirm. Die eine zeigt den Niederschlag, wie ihn bisherige Modelle vorhersagten. Die andere das, was die Forscher vor Ort gemessen haben. Der Unterschied wird deutlich, als Prof. Dr. Wulfmeyer die Differenz beider Karten zeigt: Prognose und Wirklichkeit klaffen hier weit auseinander.

Eine Ursache ist der sogenannte Luv-Lee-Effekt: „Im Computermodell wird der Regen auf der Wind zugewandten Seite von Gebirgen stark überschätzt, auf der Wind abgewandten Seite wird zu wenig vorhergesagt. Als unser Forschungsprojekt begann, lagen Wirklichkeit und Vorhersage zum Teil um 100 Prozent auseinander.“

Ein weiterer Fehler: „In der Vorhersage treten Gewitter meist schon am frühen Nachmittag auf. Wir haben gezeigt, dass sie tatsächlich meistens abends niedergehen.“

Simulationen mit besonders hoher Auflösung zeigten, dass durch die geringe räumliche Dimension der Standard-Vorhersagemodelle oft die Strömungsverhältnisse und die Struktur einzelner Gewitterzellen nicht gut genug erfasst werden. Folge: entweder wurde gar kein Niederschlag simuliert oder zur falschen Zeit am falschen Ort mit der falschen Menge.

Je extremer das Wetter, desto schlechter die Vorhersage

Neuere Computermodelle haben diesen Effekt besser im Griff – wenn auch noch nicht befriedigend, so Prof. Dr. Wulfmeyer. „Das Problem ist, dass die Modelle umso unzuverlässiger werden, je stärker die Gewitter ausfallen“, zitiert der Meteorologe aus den Forschungsarbeiten.

Gleichzeitig ist Extremwetter am gefährlichsten, weil es mit Gefahren durch Hochwasser, Hagelschlag und Sturmböen verbunden ist.

Multinationale Forschung am Boden, in der Luft und aus dem Weltall

Durch das COPS-Projekt erhielten die Wissenschaftler ein neues Verständnis von den Prozessen, die für die Vorhersage wichtig sind. Sie identifizierten die Schwachstellen in den Computervorhersagen und testeten neue Messinstrumente mit deren Daten sich die Modelle für bessere Prognosen füttern lassen.

Doch bis zu dieser Erkenntnis war es ein aufwändiger Weg. Drei Monate lang hatte Prof. Dr. Wulfmeyer mit Prof. Dr. Christoph Kottmeier vom KIT die Schwarzwald-Region bis in die Vogesen in ein riesiges Freiluft-Labor verwandelt. Unterstützung erhielten sie von Wissenschaftlern mit neun Forschungsflugzeugen und einem Forschungszeppelin. Den Boden überzog ein Netz von über 100 Forschungsstationen.

Fünf Super-Sites an exponierten Stellen in der COPS-Region, bündelten die neuesten Messgeräte, von dem es zum Teil weltweit nur je einen Prototyp gab. Sogar die Wettersatelliten im All legten einen Takt zu und fotografierten das Gebiet dreimal so häufig wie sonst.

Den Ort hatten die Forscher mit Bedacht gewählt: „Wir haben die Herausforderung gesucht“, so Prof. Dr. Kottmeier. „Mittelgebirge wie der Schwarzwald sind bei der Gewitterentstehung besonders wichtig. Gleichzeitig sind die Auslösemechanismen für Unwetter über den Bergrücken so komplex, dass sie bislang am wenigsten verstanden waren.“

Zeitweilig forschten bis zu 300 Wissenschaftler an dem weltgrößten Projekt zur Niederschlagsmessung. Beteiligt waren letztlich alle meteorologischen Einrichtungen aus Deutschland und viele weitere aus sieben Nationen. Das Namenskürzel COPS steht für „Convective and Orographically-induced Precipitation Study“.

Neues Grundlagenwissen bereitet Boden für neue Vorhersage-Qualität

Es ist nicht weniger als eine neue Generation von Messtechnik und Computermodellen, die die Forscher für künftige Wettervorhersagen fordern. „Die volkswirtschaftliche Bedeutung und unsere Forschungsergebnisse zeigen eindeutig, dass die Investition mehr als gerechtfertigt ist“, begründet Prof. Dr. Wulfmeyer. „Unsere Ergebnisse geben den meteorologischen Diensten die Möglichkeit, ihre Vorhersagen signifikant zu verbessern.“

Den Boden dazu hätten Projekte wie COPS bereitet: „Wir haben im Schulterschluss mit den Anwendern Grundlagenforschung betrieben, methodische Fehler aufgezeigt, neue Messinstrumente getestet und eine neue Generation von Meteorologen ausgebildet, die nun die Universitäten verlässt, um in die Praxis einzusteigen.“

Über 50 wissenschaftliche Arbeiten haben Prof. Dr. Wulfmeyer und Prof. Dr. Kottmeier mit dieser neuen Generation von Nachwuchswissenschaftlern inzwischen veröffentlicht. Die wichtigsten Ergebnisse fasste die renommierte Zeitschrift der Royal Meteorological Society nun in einem Sonderband zusammen.

Prognose braucht neue Messgeräte – und Computermodelle, die die Messdaten verarbeiten

Wie die Wetterprognose der Zukunft aussieht, kann man heute schon auf den Laptops der Forscher betrachten. Im 3-D-Modell lassen sie Feuchtigkeit durch die Luft wabern und mit Pflanzenbewuchs oder Gebirgrücken interagieren. Im Zeitraffer geht die Sonne auf, erwärmt Luft und Boden, Luftströme umfließen Hügel und Mittelgebirge und Regen prasselt aus Wolken zu Boden.

Im Kern lassen sich daraus vier Forderungen an Wetterbeobachtung und –vorhersage der Zukunft ableiten:

- Neue Messgrößen, die zusätzlich berücksichtigt werden müssen
- Ein dichteres Messnetz
- Neue Computermodelle, die diese Zusatzinformationen integrieren.
- Multimodellsysteme, die mehrere Computermodelle bündeln

1. Forderung: Neue Messgeräte zum Standard machen

Viele der Prototypen, die bei COPS eingesetzt wurden, sollten nach Meinung der Forscher standardmäßig eingesetzt werden. Dazu gehören Messgeräte wie die Lidar-Instrumente die auch in wolkenfreier Atmosphäre Informationen liefern. Aber auch Messungen von GPS-Satelliten: „Das sind die Satelliten, die den Navis in Millionen von Autos ihre Position mitteilen. Gleichzeitig liefern sie wertvolle Informationen über die Luftfeuchtigkeit, aus der sich Starkregen entwickeln können“, erklärt Prof. Dr. Kottmeier.

Als wertvoll hätten sich auch die Forschungsflugzeuge erwiesen, die teilweise bis nach Portugal oder weit in den Atlantik hinein flogen, um die Ausgangsbedingungen für die Gewitterentstehung aufzu-

nehmen. „Um rechtzeitig vor Extremwetter warnen zu können werden solche Systeme weltweit eingesetzt. Flugzeuge von Luftfahrtgesellschaften könnten dazu mit weiteren Sensoren für Wind- und Feuchtemessungen ausgestattet werden.“

2. Forderung: Messnetz ausbauen

Gleichzeitig fordern die COPS-Forscher, die Zahl der Messstellen zumindest in Gebieten, die für lokale und regionale Wettererscheinungen bekannt sind, deutlich auszuweiten und europaweit zu kombinieren. „Die Messergebnisse sind die Grundlage, auf denen die Wettervorhersage aufbaut“, erklärt Prof. Dr. Kottmeier.

Hier habe sich in der jüngsten Zeit zum Beispiel mit dem neuen Radarmessnetz des Deutschen Wetterdienstes viel getan. „Wir sehen die Grenzen der Genauigkeit allerdings noch nicht ausgereizt.“

3. Forderung: Computermodelle müssen naturnäher arbeiten

Vor allem müssten neue Computermodelle weniger vereinfachen und Prozesse, die bisher nur unzureichend vom Modell erfasst werden ebenfalls simulieren. „Bei der COPS-Forschung haben wir zum Beispiel entdeckt, dass Pflanzen durch Verdunstung und Reflektion von Sonnenlicht einen sehr starken Einfluss auf die Gewitterbildung haben. In den Computermodellen wird der Bewuchs vor Ort jedoch kaum berücksichtigt“, sagt Dr. Andreas Behrendt, der Koordinator des COPS-Projekts.

Hier habe das Forschungsprojekt Pionierarbeit geleistet. „Wir brauchen neue Geräte, die mehr Messungen machen und neue Computermodelle, die diese dann auch berücksichtigen“ so Prof. Dr. Wulfmeyers Zusammenfassung.

4. Forderung: Verschiedene Computermodelle bündeln

Trotz neuer Erkenntnisse werden auch künftige Computermodelle verschiedene Schwächen und Stärken besitzen, sind sich die Forscher sicher. Ihr Ansatz: verschiedene Computermodelle für Wahrscheinlichkeitsaussagen zum Wetter bündeln.

„Künftige Wetterprognosen müssen angeben, wie sicher oder unsicher sie sind“, meint der Leiter des COPS Operation Center Dr. Christian Barthlott. „Wenn mehrere Modelle zum gleichen Ergebnis kommen, ist es eine Vorhersage mit hoher Wahrscheinlichkeit. Liegen die Rechenergebnisse weit auseinander, muss man betonen, dass die Vorhersage ein Durchschnittswert mit hoher Unsicherheit

ist“.

Eine Voraussetzung dafür ist, dass meteorologische Dienste ihre Modelle und ihre Daten über die Staatsgrenzen hinweg kombinieren. „Aus wissenschaftlicher Sicht gibt es überhaupt keinen Grund, die Modelle an den Landesgrenzen enden zu lassen. Gewitter machen schließlich auch nicht an der Grenze halt“, führt Prof. Dr. Wulfmeyer aus. „Kleinstaaterei und Atmosphärenforschung passen nun einmal nicht zusammen. Deshalb ist es sehr erfreulich, dass die Wetterdienste mehr und mehr dazu übergehen, die wertvollen Ressourcen zu nutzen, die in den Messdaten und Vorhersagen der Nachbarländer stecken.“

Hoher volkswirtschaftlicher Nutzen

Den hohen Forschungs- und Entwicklungsaufwand, halten die Forscher angesichts weltweiter, durch Unwetter verursachte Opfer an Menschenleben und immenser Kosten durch zerstörte Infrastruktur für mehr als gerechtfertigt.

„Wenn wir Kosten eindämmen und konkrete Vorsorge treffen wollen, müssen wir viel exakter und mit Sicherheit vorhersagen können, wann welche Wetterereignisse wo und mit welcher Stärke zu erwarten sind“, so Prof. Dr. Kottmeier.

Nicht nur Wetter-, auch für Klimaprognosen müsse die Vorhersage deutlich besser werden. „COPS zeigte uns die methodischen Fehler an den Computermodellen, die die Genauigkeit bisher einschränkten“, so Prof. Dr. Wulfmeyer. „Wenn wir uns aber auf den Klimawandel vorbereiten wollen, reicht uns der weltweite Trend wenig. Wir müssen die Klimaprognosen mit höherer Auflösung als zuvor regionalisieren, um vor Ort aussagen zu können, wie sich das Klima in einzelnen Regionen entwickeln wird. Auch dazu trägt die COPS-Forschung entscheidend bei.“

Hintergrund COPS:

Die Messkampagne COPS (Convective and Orographically-induced Precipitation Study) ist Teil des Weltwetterforschungsprogramms der Vereinten Nationen (World Weather Research Programme der World Meteorological Organisation). Beteiligt sind alle rund 20 meteorologischen Institutionen Deutschlands und die führenden Forschungszentren sieben weiterer Nationen. COPS ist Teil des Schwerpunktprogramms 1167 „Quantitative Niederschlagsvorhersage“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) und wird mit

dem Messprogramm TRACKS der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren und dem Weltwetterforschungsprogramm Forecast Demonstration Projekt D-PHASE koordiniert.

Das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) ist eine Körperschaft des öffentlichen Rechts nach den Gesetzen des Landes Baden-Württemberg. Es nimmt sowohl die Mission einer Universität als auch die Mission eines nationalen Forschungszentrums in der Helmholtz-Gemeinschaft wahr. Das KIT verfolgt seine Aufgaben im Wissensdreieck Forschung – Lehre – Innovation.

Diese Presseinformation ist im Internet abrufbar unter: www.kit.edu