

# UND NUN ZUM **WETTER**

## **Jetstream**

Gefährlicher Wetterverstärker

## **Meteorologie**

Die 28-Tage-Vorhersage

## **Wirbelstürme**

Drohen Hurrikane im Mittelmeer?



Daniel Lingenhöhl  
E-Mail: [lingenhoehl@spektrum.de](mailto:lingenhoehl@spektrum.de)

## Liebe Leserin, lieber Leser,

schönes Wetter heute, nicht? Viele Menschen finden Smalltalk dieser Art mehr als belanglos. Ich aber könnte stundenlang darüber reden: Die Abfolge von Hochs und Tiefs und was sie beeinflusst finde ich ebenso spannend wie die Entstehung von Extremwetterlagen. Und natürlich interessiert es mich, wie das Wetter in vier Wochen sein könnte, wenn ich Urlaub habe. Die Meteorologie hat in den letzten Jahren über den täglichen Wetterbericht an Bedeutung gewonnen: Starkregen oder ausgedehnte Dürrephasen können Ernten vernichten oder Wälder bedrohen. Ihre Vorhersage wird in unserer globalisierten Welt daher immer wichtiger – auch weil der Klimawandel schon jetzt unser Wetter beeinflusst. Zum Glück werden die Prognosen dank dichter Messnetze und leistungsstarker Computer immer besser. Und darüber lohnt es sich doch auch einmal zu plaudern, oder?

Immer das passende Wetter wünscht Ihnen

Erscheinungsdatum dieser Ausgabe: 15.03.2021

**CHEFREDAKTION:** Dr. Daniel Lingenhöhl (v.i.S.d.P.)

**REDAKTIONSLEITUNG:** Alina Schadwinkel (Digital),  
Hartwig Hanser (Print)

**CREATIVE DIRECTOR:** Marc Grove

**LAYOUT:** Oliver Gabriel, Marina Männle

**SCHLUSSREDAKTION:** Christina Meyberg (Ltg.),  
Sigrid Spies, Katharina Werle

**BILDREDAKTION:** Alice Krüßmann (Ltg.), Anke Lingg, Gabriela Rabe

**REDAKTION:** Antje Findekle, Dr. Michaela Maya-Mrschtik

**VERLAG:** Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH,  
Tiergartenstr. 15–17, 69121 Heidelberg, Tel.: 06221 9126-600,  
Fax 06221 9126-751; Amtsgericht Mannheim, HRB 338114,  
UStd-Id-Nr. DE229038528

**GESCHÄFTSLEITUNG:** Markus Bossle

**MARKETING UND VERTRIEB:** Annette Baumbusch (Ltg.),  
Michaela Knappe (Digital)

**LESER- UND BESTELLSERVICE:** Helga Emmerich, Sabine Häusser,  
Ilona Keith, Tel.: 06221 9126-743, E-Mail: [service@spektrum.de](mailto:service@spektrum.de)

**BEZUGSPREIS:** Einzelausgabe € 4,99 inkl. Umsatzsteuer

**ANZEIGEN:** Wenn Sie an Anzeigen in unseren Digitalpublikationen interessiert sind, schreiben Sie bitte eine E-Mail an [anzeigen@spektrum.de](mailto:anzeigen@spektrum.de).

Sämtliche Nutzungsrechte an dem vorliegenden Werk liegen bei der Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH. Jegliche Nutzung des Werks, insbesondere die Vervielfältigung, Verbreitung, öffentliche Wiedergabe oder öffentliche Zugänglichmachung, ist ohne die vorherige schriftliche Einwilligung des Verlags unzulässig. Jegliche unautorisierte Nutzung des Werks berechtigt den Verlag zum Schadensersatz gegen den oder die jeweiligen Nutzer. Bei jeder autorisierten (oder gesetzlich gestatteten) Nutzung des Werks ist die folgende Quellenangabe an branchenüblicher Stelle vorzunehmen: © 2021 (Autor), Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Heidelberg. Jegliche Nutzung ohne die Quellenangabe in der vorstehenden Form berechtigt die Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH zum Schadensersatz gegen den oder die jeweiligen Nutzer. Für unaufgefordert eingesandte Manuskripte und Bücher übernimmt die Redaktion keine Haftung; sie behält sich vor, Leserbriefe zu kürzen.

Folgen Sie uns:



SEITE  
04

METEOROLOGIE  
Die 28-Tage-Prognose

UNSPASH / NOAA

SEITE  
25

KLIMAWANDEL  
Gefährlicher Wetterverstärker

FOTODROBIK / STOCK.ADOBE.COM

STARKREGEN

Wie der Klimawandel  
Überschwemmungen bringt

MHP / STOCK.ADOBE.COM

SEITE  
49

STRATOSPHERISCHE WINDE  
Richtungswechsel in großer Höhe

SHINEDAWN / STOCK.ADOBE.COM

SEITE  
59

- 13 WETTERVORHERSAGE  
Trübe Aussichten trotz blauem Himmel
- 17 KOLLEKTIVES KURZZEITGEDÄCHTNIS  
Wie Wetterextreme zur neuen Normalität werden
- 19 DEUTSCHER WETTERDIENST  
Sommer-Temperaturrekord in Lingen annulliert
- 21 AEROSOLE  
Luftverschmutzung machte Europas Winter härter
- 23 WETTER  
Neuer Kälterekord auf der Nordhalbkugel bestätigt
- 36 WICHTIGES WINDSYSTEM  
Die 5 wichtigsten Fragen zum Jetstream
- 41 JETSTREAM-EFFEKT  
Unterschätzen Klimamodelle Grönlands Eisverlust?
- 43 SCHMUDDELWETTER  
Jetzt auch im Winter Regen auf Grönland
- 45 ANANASEXPRESS  
Himmelsflüsse werden wärmer
- 47 POLYNJA  
Wetterphänomen reißt riesige Löcher ins Eis
- 57 WIRBELSTÜRME  
Drohen Hurrikane im Mittelmeer?

METEOROLOGIE

# DIE 28-TAGE- PROGNOSE

von Kathy Pegion

Die Prognosen für Temperaturen und Niederschläge der nächsten paar Tage werden ständig verlässlicher. Selbst einen Monat im Voraus sind Vorgänge immer besser berechenbar.

**H**eute sind wir es gewohnt, auf der Basis verlässlicher Wettervorhersagen Entscheidungen für die nächsten Tage zu treffen: Bauern schützen ihre Obstbäume vor abzusehendem Nachtfrost, Anrainer von Flüssen verbarrikadieren ihre Häuser mit Sandsäcken, wenn Starkregen zu erwarten ist, Familien kaufen Grillzutaten für das Wochenende im Garten. Für viele Entscheidungen wären darüber hinaus genaue Vorhersagen für die nächsten drei oder vier Wochen nützlich, sei es für die landwirtschaftliche Planung, im Wassermanagement etwa von Stauanlagen oder einfach für die persönliche Freizeitgestaltung.

---

**Kathy Pegion** ist Geowissenschaftlerin an der George Mason University in Fairfax, Virginia. Sie leitet das SubX-Projekt, das Wettervorhersagen für bis zu vier Wochen erstellt und an mehrjährigen Klimaprognosen forscht.

Seit einigen Jahren geben Atmosphärenforscher »subsaisonale« Wettervorhersagen für solche Zeiträume heraus. In der gängigen Vorhersage für sieben oder zehn Tage stehen Angaben für tägliche Höchst- und Tiefsttemperaturen, prozentuale Wahrscheinlichkeiten für Regen oder Schnee sowie Windbedingungen. Eine subsaisonale Prognose dagegen kündigt an, ob an einem bestimmten Tag über- oder unterdurchschnittliche Temperaturen und Niederschläge zu erwarten sind. Sie sagt außerdem gefährliche Wetterlagen und extreme Wetterereignisse voraus. Damit füllt sie die Lücke zwischen kurz- und mittelfristigen Wetterberichten sowie saisonalen Trends. Letztere geben allgemeinere Entwicklungen wieder, etwa ob das El-Niño-Phänomen im Pazifischen Ozean zu einem warmen Sommer in Nordamerika führen wird.

**Subsaisonale Vorhersagen werden immer genauer. So prognostizierte das mit**

AUF EINEN BLICK

## Entnebelung der Zukunft

**01** Meteorologen bestimmen inzwischen Wettertrends für bis zu vier Wochen. Vor allem leistungsfähigere Supercomputer, aber auch ein genaueres Verständnis globaler Klimaphänomene ermöglichen den Fortschritt.

**02** Um die normale Vorhersage auf solch große Zeiträume zu erweitern, beziehen die Forscher zusätzliche, langfristiger wirkende Variablen ein und verbinden verschiedene Modellansätze.

**03** Eine speziell für diesen Artikel erstellte 28-Tage-Prognose lag bei Temperatur- und Niederschlagsanomalien für einige Regionen richtig, tat sich allerdings mit anderen schwer.

mehreren Wettermodellen arbeitende Projekt SubX (kurz für Subseasonal Experiment) unter meiner Leitung sowie der meines Kollegen Ben Kirtman an der University of Miami einige Wochen im Voraus die erhöhten Regenmengen in Verbindung mit dem Hurrikan Michael 2018, einen heftigen Kälteeinbruch im Mittleren Westen der USA Ende Januar 2019 sowie die Hitzewelle vom Juli 2019 in Alaska. SubX läuft seit 2017 und verknüpft Vorhersagen von sieben bedeutenden Klima- und Geoforschungszentren in den USA und Kanada.

Für den vorliegenden Artikel erstellte ich mit SubX am 27. Februar 2020 Wettervorhersagekarten für die USA und die ganze Welt für den Zeitraum zwischen dem 21. und dem 27. März 2020 – also 23 bis 29 Tage im Voraus. Aber nur ein Teil dieser Vorhersagen traf zu.

Die uns vertrauten Wettervorhersagen für sieben bis zehn Tage basieren auf Computernmodellen. Sie simulieren, wie sich die Atmosphäre entwickeln wird, und arbeiten mit mathematischen Gleichungen, die zu erwartende Veränderungen von Temperatur, Wind und Feuchtigkeit beschreiben – von Sekunde zu Se-

kunde und von Tag zu Tag. Ein besseres wissenschaftliches Verständnis dieser physikalischen Zustände sowie Fortschritte bei der Rechenleistung vervollkommneten die Wettermodelle seit deren Einführung in den 1950er Jahren immer mehr. 1990 stimmten nur diejenigen Wettervorhersagen zu mindestens 80 Prozent, die maximal drei Tage vorausblickten. Die gleiche Genauigkeit erreichen heute Prognosen über bis zu sieben Tage.

Bei einer Vorhersage im Bereich von drei bis vier Wochen kommen jedoch viele weitere Faktoren ins Spiel. Wie bei einer Sieben-Tage-Prognose stehen am Anfang der Simulation die gegenwärtigen Bedingungen. Jeden Tag liefern die Beobachtungsdienste verschiedenster Länder etwa vier Millionen Datenpunkte von Temperatur, Luftdruck, Wind und Feuchtigkeit. Sie stammen von Wetterstationen, Wetterballons, Flugzeugen und Satelliten. Atmosphärenforscher führen alle Daten in ihren Modellen zusammen.

### **Immer komplexere globale Zusammenhänge für immer bessere Modelle**

Um die Vorhersage auf mehrere Wochen zu erweitern, bauen sie weitere Variablen

ein, etwa Ozeantemperaturen und Meeresströmungen. Sie analysieren die Bedingungen in Böden, die innerhalb ein paar warmer Tage austrocknen können. Daraufhin bildet sich möglicherweise weniger Luftfeuchte durch Verdunstung, was in geringerem Niederschlag mündet. Die Wissenschaftler berücksichtigen auch Windströmungen in der Stratosphäre, einer in etwa 10 bis 48 Kilometer Höhe gelegenen Schicht oberhalb des Bereichs, in dem Flugzeuge verkehren. Die dortigen Winde wechselwirken mit dem Jetstream, der als Sturmband über der Nordhalbkugel von West nach Ost fegt und je nach Lage und Stärke für Extremtemperaturen sorgen kann.

Die subsaisonalen Modelle beziehen auch globale Wetter- und Klimaphänomene ein, etwa die so genannte Madden-Julian-Oszillation (MJO). Dieses große Wolken-, Regen- und Windgebiet entsteht in den tropischen Bereichen des Indischen und Pazifischen Ozeans und wandert im Verlauf einiger Monate von West nach Ost um den Erdball. Das passiert vier- bis sechsmal im Jahr, manchmal in regelmäßiger Folge, manchmal zufällig. Die MJO wirkt sich vielerorts auf Wind-

# Atmosphäre rein, Vorhersage raus

Eine Wetterprognose für drei oder vier Wochen braucht enorme Datenmengen und eine hohe Rechenleistung. Doch die Ausgangsinformationen entsprechen denjenigen einer Fünf-Tage-Vorhersage. Hinzu kommen weitere Phänomene des globalen Klimas. Andererseits wird der Detailgrad verringert, um die Datenverarbeitung praktikabel zu machen. Am Ende erfolgt die Vorhersage, ob Temperatur und Niederschlag über oder unter mehrjährigen Durchschnitts liegen werden.

