

## Natur und Wissenschaft

# Rätselhafte Wassertröpfchen

Nieselregen statistisch betrachtet: Zucker in Honig als Vorbild

Regentropfen haben mitunter einen weiten Weg hinter sich gebracht, wenn sie auf den Boden treffen. Je nach Höhe der Wolke können das mehrere Kilometer sein. Unterwegs werden die Partikel durch starke Turbulenzen heftig unhergewirbelt. Stoßen die zunächst kleinen Teilchen dabei zusammen, so vereinigen sie sich und bilden auf diese Weise größere Tropfen. Deren Durchmesser kann erheblich variieren. Beträgt er bei Nieselregen beispielsweise rund einen zehntel Millimeter, mißt er bei einem heftigen Wolkenbruch etwa einen Zentimeter. Auch wenn die Forscher heutzutage die elementaren Vorgänge bei der Tropfenbildung mittlerweile größtenteils verstanden haben, birgt die Entstehung von Regen noch immer so manche Rätsel. Amerikanische Wissenschaftler haben nun eine Theorie aufgestellt, die neues Licht auf den Entstehungsprozeß von Regentropfen wirft und mit einigen Ungereimtheiten früherer Erklärungsversuche aufräumen kann.

Nach der gängigen Vorstellung von Meteorologen und Atmosphärenforschern bilden sich Regentropfen in mehreren Schritten. Zunächst kondensiert der stark übersättigte Wasserdampf einer Wolke an winzigen Schwebeteilchen, sogenannten Aerosolen. Je größer die Übersättigung ist, desto kleinere Aerosole genügen als Kondensationskeime für die mikroskopisch kleinen Tropfen. Aufgrund ihres geringen Gewichts bleiben die Wasserteilchen in der Schwebelage. Die Luftreibung kompensiert die Schwerkraft, was den Tropfen am Fallen hindert. Mit steigender Größe wächst die Querschnittsfläche der Partikel an und damit die Wahrscheinlichkeit für Stöße untereinander.

Haben die Wasserteilchen einen Durchmesser von rund zwanzig Mikrometern erreicht, überwiegt die Schwerkraft, und sie fallen nach unten, wobei sie immer wieder unhergewirbelt und von Aufwinden in die Höhe getragen werden. Dabei kollidieren sie ständig mit anderen kleineren Tropfen und verschmelzen mit diesen. Bei einem Durchmesser von 200 Mikrometern schließlich nimmt die Schwerkraft überhand, und die Tropfen fallen als feiner Nieselregen zu Boden. Allerdings ist – dem theoretischen Modell zufolge – bis dahin bereits alles in allem mehr als eine Stunde vergangen. Angesichts der Tatsache, daß sich eine Kumuluswolke jedoch in gut einer halben Stunde leergeregnet hat, ist das viel zu lange.

Schon länger versucht man, das Dilemma zu lösen. So könnten kleine Wirbel im Inneren der Wolken die Tropfenbildung beschleunigen. Sie wirken wie Zentrifugen und schleudern die mikrometergroßen Wasserteilchen nach außen an ihre Ränder, wo sie miteinander kollidieren und zu größeren Tropfen verschmelzen.

Die Forscher vom Brookhaven National Laboratory in Upton/New York haben nun einen vollkommen anderen Mechanismus für die Tröpfchenbildung vorgeschlagen. Ihr Modell beruht auf einem statistischen Ansatz, der auch bei der Bildung von Zuckerkristallen in Honig eine Rolle spielt. Danach kondensieren ständig Wassermoleküle zu winzigen Tröpfchen. Unterhalb einer kritischen Größe sind diese allerdings nicht stabil und verdampfen wieder. Erst wenn der Durchmesser einen Schwellenwert erreicht hat, halten sich Kondensation und Verdampfen die Waage. Von da an wird es energetisch günstiger, weitere Wassermoleküle hinzuzufügen. Die Tropfen können schneller wachsen, da sich nun auch mehrere stabile Tropfen zu einem größeren zusammenfinden können, was letztlich die Bildung von Nieselregen beschleunigt.

Mit ihrem Modell können Robert McGraw und Yangang Liu die tatsächlich in der Natur beobachtete Entstehungszeit von Nieselregen berechnen, wie sie in der Zeitschrift „Physical Review Letters“ (Bd 90, Nr. 018501) berichten. In nur dreißig Minuten erreichten die Tropfen den dazu erforderlichen typischen Radius von 100 Mikrometern. Und eine weitere Frage können die amerikanischen Forscher klären – und zwar, warum viel Staub in der Atmosphäre die Regenbildung hemmt.

In der Vergangenheit wurde immer wieder beobachtet, daß es über Industrieanlagen länger dauert, bis Niederschlag fällt – obwohl doch mehr Staubpartikel als Kondensationskeime zur Verfügung stehen, was die Tropfenbildung eigentlich beschleunigen sollte. Die erhöhte Konzentration an Aerosolen vergrößert – dem Modell zufolge – jedoch den kritischen Radius bei der Tröpfchenbildung. Dadurch dauert es länger, bis sich in den Wolken genügend Tröpfchen jenseits des kritischen Wertes angesammelt haben. Die Wolken sind demnach stabiler und bringen weniger Regen. Die Erklärung wird von der Beobachtung gestützt, daß Überlandwolken deutlich länger leben als Wolken über dem Meer. Über dem Festland gelangen schließlich mehr Aerosole in die Wolken als über dem offenen Wasser.

MANFRED LINDINGER