

Wie Rauchpartikel das Klima beeinflussen

5.8.2026 - | Leibniz-Gemeinschaft

Messungen über Leipzig belegen das ungewöhnliche Ausmaß der Waldbrände in Südeuropa: Rauchpartikel wurden in verschiedenen Höhen bis nach Deutschland transportiert.

Die Bilder der großen Waldbrände in Spanien und Frankreich mit den Feuerwolken bei Bordeaux haben viele Menschen schockiert. Es wurde vielfach über das Auftreten einer Pyrocumulonimbus-Wolke, einer feuergetriebenen Gewitterwolke, und einem möglichen Transport der Rauchpartikel nach Mitteleuropa berichtet. Dass Rauchpartikel der starken Waldbrände in Südeuropa tatsächlich in verschiedenen Höhen bis nach Deutschland transportiert wurden, konnten Forschende des Leibniz-Instituts für Troposphärenforschung (TROPOS) jetzt zeigen: In den Nächten von Dienstag bis Donnerstag (28. bis 30. Juli 2026) beobachteten sie ab Mitternacht in 10-11 Kilometern Höhe für europäische Feuer ungewöhnlich hohe Rauchsichten über Leipzig. Die Herkunft der Luftmassen konnte per Rückwärtstrajektorien zurückverfolgt werden: Die Luftmassen über Leipzig waren rund 15 Stunden vorher über dem Brandgebiet bei Bordeaux. Für die Forschenden sind die Lidarmessungen ein starker Beleg, dass es bei den Waldbränden bei Bordeaux tatsächlich zu hochreichender Pyrokonvektion und einem Transport von Rauchpartikeln bis in die obere Troposphäre kam.

Aktuelles Hintergrundwissen zum Thema „Waldbrand-Aerosole in Europa: Ausbreitung, Klima und Gesundheit“ liefert jetzt ein Dossier des Science Media Center Germany (SMC), zu dem auch fünf Forschende des TROPOS und des Leibniz-Wissenschaftscampus "Rauch und Bioaerosole im Klimawandel" (LSC BioSmoke) beigetragen haben.

Aerosolpartikel beeinflussen den Energie- und Wasserhaushalt der Erde: Sie streuen und absorbieren einfallende Sonnenstrahlung und beeinflussen damit die Energiebilanz auf globaler Ebene. Indem sie als Wolkenkondensationskerne oder Eiskeime dienen, können diese Partikel die mikrophysikalischen Eigenschaften von Wolken beeinflussen und sie mehr oder weniger hell machen. Ob Wolkentropfen flüssig bleiben oder gefrieren, verändert die Klimawirkung dieser Wolke ebenfalls. Deshalb untersuchen Forschende aus Leipzig von TROPOS, Universität Leipzig und des Deutschen Biomasseforschungszentrums (DBFZ) innerhalb des Leibniz-Wissenschaftscampus „BioSmoke“ zusammen den Einfluss der Rauchpartikel auf das Klima. Dabei kommen u.a. Atmosphären-Modellierung, Laborexperimente und auch Messungen mit Lasergeräten (Lidar) zum Einsatz. Bereits seit vielen Jahren erforschen die Fernerkundungsexpertinnen und -experten vom TROPOS die Atmosphäre vom Boden aus: Dazu nutzen sie ein Lidar, das vom Boden aus Laserpulse in die Atmosphäre darüber sendet und werten das reflektierte Licht aus. Fluoreszenzmessungen ermöglichen dabei seit 2022, die biogenen Rauchpartikel von Waldbränden von atmosphärischen Partikeln aus anderen Quellen wie Vulkanen zu unterscheiden. In den letzten Jahren konnten sie so bereits Rauch von großen Waldbränden aus Kanada über Leipzig identifizieren.

Die Messungen jetzt zeigen ein ähnliches Bild: „Der zeitliche Verlauf der gemessenen Fluoreszenzrückstreuung identifiziert Rauchsichten in 3 bis 7 und 10 bis 11 Kilometern Höhe. Rückwärtstrajektorien für den Startzeitpunkt am 28. Juli um 23:00 MESZ über Leipzig zeigen, dass die Luftmassen, in denen diese Rauchsichten detektiert wurden, ca. 15 Stunden zuvor über dem Waldbrandgebiet bei Bordeaux und ca. 24 Stunden zuvor in der Nähe von Bränden im mittleren Teil Spaniens waren. Somit liegt nahe, dass die mit dem Lidar gemessenen Rauchpartikel von diesen Bränden in Frankreich und/oder Spanien stammen“, berichtet Benedikt Gast vom TROPOS, der für

seine Dissertation den atmosphärischen Transport von Waldbrandrauch mittels Fluoreszenzlidar untersucht. Ungewöhnlich an den aktuellen Messungen ist die große Höhe der Rauchsichten von 10-11 km nahe der Tropopause. In solchen Höhen wurden über Leipzig in der Vergangenheit nur Rauchsichten von sehr starken Waldbränden in Nordamerika beobachtet. Dieser Fakt unterstreicht das für europäische Verhältnisse große Ausmaß der Brände und deutet daraufhin, dass es dabei zu hochreichender Pyrokonvektion kam.

„Inwieweit der über Leipzig gemessene Rauch allerdings einem einzigen Pyrocumulonimbus-Ereignis zugeordnet werden kann, muss noch geklärt werden. Während der Waldbrände bei Bordeaux wurde am Nachmittag des 25. Juli tatsächlich eine konvektive Wolke beobachtet, die durchaus als PyroCb eingestuft werden kann – ein in Mitteleuropa mindestens sehr seltenes Ereignis. Sie entstand allerdings im Kontext einer synoptisch-skaligen Front, sodass im unmittelbaren Umfeld des PyroCb auch konventionell ausgelöste hochreichende Konvektion auftrat. Auch dadurch ist beispielsweise ein vertikaler Rauchtransport möglich“, ordnet Jason Müller vom TROPOS ein, der für seine Dissertation die Entstehung von PyroCb-Events modelliert.

Damit der Rauch in große Höhen aufsteigen kann und dort auch in der Stratosphäre weit verteilt werden kann, sind entweder lange Zeiträume nötig, in denen der Rauch durch die Sonne erwärmt wird und langsam aufsteigt, oder Feuertwisterwolken, die den Rauch wie in einem Fahrstuhl schnell weit nach oben transportieren. Kleinere Feuer haben diese Dynamik nicht: Ihr Rauch gelangt nicht so hoch und wird in den unteren Schichten der Atmosphäre deshalb häufig schnell wieder durch Regen ausgewaschen. Ähnlich wie bei Vulkanausbrüchen ist auch bei Waldbränden die Höhe entscheidend: Gelangen die Partikel und Gase nur in Höhen unter 10 Kilometern (Troposphäre), dann können die Auswirkungen für die betroffene Region zwar verheerend sein, aber sie haben kaum Auswirkungen auf das globale Klima. Gelangen die Partikel und Gase dagegen in Höhen über 10 Kilometer, können sie lange in der Stratosphäre verbleiben und werden mit den Höhenwinden weit über die jeweilige Erdhalbkugel (Hemisphäre) verteilt.

„Je nach Zusammensetzung, chemischer Alterung und ihrer Wechselwirkung mit Wolken können die Partikel einfallende Sonnenstrahlung abschwächen oder verstärken. Diese Zusammenhänge sind noch nicht ausreichend erforscht, stellen die Klimaforschung jedoch vor große Herausforderungen. Sie sind insbesondere im Hinblick auf zu erwartende immer stärkere Waldbrände in einem sich erwärmenden Klima von großer Bedeutung“, fasst Prof. Ina Tegen vom TROPOS und der Universität Leipzig zusammen. Sie ist Sprecherin des Leibniz-WissenschaftsCampus „Rauch und Bioaerosole im Klimawandel“ (LSC BioSmoke).

„Extreme Waldbrände mit Pyrocumulonimbus-Wolken stellen vor allem die Aerosol-Klimaforschung vor neue Herausforderungen. Sie können Rauchpartikel und Spurengase bis in die obere Troposphäre oder untere Stratosphäre transportieren, wo sie Strahlungsprozesse und die Bildung von Eiswolken beeinflussen können. Diese Prozesse sind noch unzureichend verstanden und werden in globalen Aerosol-Klimamodellen bislang nur eingeschränkt repräsentiert“, erklärte Dr. Bernd Heinold vom TROPOS, der diese Pyrocumulonimbus-Wolken in Australien mit Hilfe von Modellen untersucht hat, gegenüber dem SMC.

„Ein wichtiger Aspekt ist auch, wie Waldbrandaerosole sich nach der Emission verändern. Denn in unserer Atmosphäre findet neben dem Transport auch eine Vielzahl von chemischen Reaktionen und physikalischen Prozessen statt – die Emissionen ‚altern‘ sozusagen. Wie sich dabei die Toxizität und der Einfluss auf Wetter und Klima verändern, ist ein hochaktuelles Forschungsthema, bei dem noch viele Fragen offen sind und an dem wir am TROPOS als Teil des Leibniz-WissenschaftsCampus BioSmoke forschen“, unterstrich Dr. Yare Baker vom TROPOS gegenüber dem SMC.

„Waldbrandaerosol hat vielfältige Auswirkungen auf Wetter und Klima. Rauchpartikel streuen und

absorbieren die einfallende Sonnenstrahlung, was je nach Dicke der Rauchsicht die bodennahe Temperatur um einige Grad verringern kann. Zudem dienen Rußpartikel als sogenannte Wolkenkeime und können insbesondere die Bildung von hohen, dünnen Eishwolken fördern. Diese mindern die Sonneneinstrahlung am Boden zusätzlich, allerdings halten sie auch die langwellige Abstrahlung von der Erde zurück und wirken mutmaßlich erwärmend auf das Klima. Gleichzeitig erwärmt der bei der Verbrennung entstehende Ruß durch Absorption der Sonnenstrahlung die Atmosphäre. Diese Erwärmung kommt zur erwärmenden Wirkung der Treibhausgasemissionen der Feuer noch zusätzlich hinzu. Somit sind die Emissionen von Waldbränden langfristig eher mit einer weiteren Zunahme der Erderwärmung verbunden“, berichtet Dr. Robert Wagner, Koordinator des Leibniz-WissenschaftsCampus Rauch und Bioaerosole im Klimawandel (LSC BioSmoke).

Auch wenn die Mengen der Rauchpartikel insgesamt eher gering sind, in der sonst recht sauberen oberen Troposphäre in ca. 10 km Höhe können sie das Klima auf verschiedenen Wegen beeinflussen: Die dunklen Rußpartikel reflektieren einerseits Sonnenlicht, andererseits absorbieren sie auch einen Teil davon und erwärmen sich und die umliegende Atmosphärenschichten dabei. Zudem fördern sie die Bildung von hohen Eishwolken, die eher erwärmend aufs Klima wirken. In der Atmosphärenforschung wird deshalb momentan diskutiert, wie groß der Einfluss der Waldbrände auf das globale Klima inzwischen ist und ob Rauch von Waldbränden ein Beschleunigungsfaktor für die globale Erwärmung sein könnte.

Weitere Informationen und Kontakt

Pressemitteilung des Leibniz-Instituts für Troposphärenforschung (TROPOS)

<https://www.leibniz-gemeinschaft.de/ueber-uns/neues/forschungsnachrichten/forschungsnachrichten-single/newsdetails/feuergetriebene-gewitterwolken>