Kosmische Strahlen und Wolken anno 2016

geschrieben von Henrik Svensmark | 7. November 2016

Es ist wichtig anzumerken, dass die neue CLOUD-Studie kein experimentelles Ergebnis präsentiert hinsichtlich der Auswirkung kosmischer Strahlen, die Ionen in Wolken erzeugen, sondern das Ergebnis numerischer Modellierung sind. CLOUD verwendet deren experimentelle Messungen, um die typische Kernbildung [nucleation] verschiedener Aerosole geringer Größe (1 bis 3 nm) abzuschätzen. Allerdings muss ein Aerosol erst auf eine Größe von 50 bis 100 nm wachsen, um Wolken (und das Klima) beeinflussen zu können und zu einem Wolken-Kondensationskern (CCN) zu werden. Dann verwendet CLOUD ein numerisches Modell, um die Auswirkung kosmischer Strahlen auf diesen Wachstumsprozess zu schätzen. Dabei kommt man zu dem Ergebnis, dass kosmische Strahlen hinsichtlich der Anzahl von CCN über einen Solarzyklus unbedeutend ist.

Diese Art der numerischen Modellierung ist keineswegs neu, ebensowenig wie das Ergebnis, dass Ionen in diesen Modellen offenbar keine Auswirkung auf die Wolkenbildung haben. Wir wussten das seit 7 Jahren. Zum Beispiel sind die CLOUD-Ergebnisse hinsichtlich kosmischer Strahlung und Wolken sehr ähnlich den Schlussfolgerungen von Pierce und Adams 2009 (2), die ebenfalls ein numerisches Modell herangezogen hatten, um das Wachstum kleiner Aerosole auf CCN-Größe zu modellieren. Auch sie finden nur eine geringe CCN-Änderung als Funktion von Ionen-Änderungen. Tatsächlich kamen ähnliche Modelle mehrfach zu diesem Ergebnis. Die Erklärung für die fehlenden Auswirkungen auf Ionen ist Folgende: Beim Vorhandensein von Ionen bilden sich zusätzlich kleine Aerosole, aber mit zunehmender Menge der Anzahl der Aerosole gibt es weniger Gas für jedes Partikel, weshalb sie langsamer wachsen. Dies bedeutet, dass die Wahrscheinlichkeit für größere Partikel abnimmt.

Warum also denke ich im Gegensatz zu dem oben Gesagten, dass der Gedanke kosmische Strahlung vs. Wolken immer noch gültig ist? Der Grund ist, dass wir versucht haben, die gleiche Frage (ob *ion-nucleated* Aerosole auf CCN-Größe wachsen) ohne den Gebrauch von Modellen zu beantworten – und völlig andere Ergebnisse erhalten haben.

Im Jahre 2012 testeten wir das Wachstum von geschlossenen Aerosolen auf CCN-Größe in unserem Labor und fanden Folgendes: ohne die Anwesenheit von Ionen war die Reaktion auf verstärkte Kernbildung deutlich gedämpft, was in Übereinstimmung ist mit den oben erwähnten Modellen. Sind jedoch Ionen präsent, wuchsen alle Partikel auf CCN-Größe, in krassem Gegensatz zu den Ergebnissen der numerischen Modelle (3). Nun kann es sein, dass unsere Bedingungen bei dem Experiment nicht so sind wie in der realen Atmosphäre. Es gibt komplexe Prozesse in der realen Atmosphäre, die wir nicht mit erfassen können und deren Auswirkung das experimentelle

Ergebnis verändern könnte, wie man uns schon oft gesagt hat.

Es ist daher ein Glücksumstand, dass unsere Sonne natürliche Experimente mit der ganzen Erde durchführt. In seltenen Ereignissen führen „Explosionen“ auf der Sonne (koronale Massen-Ejektion genannt) dazu, dass eine Plasmawolke die Erde passiert mit der Folge, dass der Fluss kosmischer Strahlen plötzlich abnimmt und eine oder zwei Wochen lang niedrig bleibt. Derartige Ereignisse mit einer signifikanten Abnahme des Flusses kosmischer Strahlen nennt man Forbush-Abnahmen [Forbush decrease]. Sie sind ideal geeignet, um die Beziehung zwischen kosmischen Strahlen und Wolken zu testen. Wir zogen die stärksten Forbush-Abnahmen heran und verwendeten 3 unabhängige Satellitendatensätze bzgl. Wolken (ISCCP, MODIS und SSM/I) sowie einen Datensatz bzgl. Aerosole (AERONET). Da erkennen wir eindeutig eine Reaktion auf Forbush-Abnahmen. Dieser Ergebnisse zeigen, dass die gesamte Kette von Sonnenaktivität über kosmische Strahlung und Aerosolen bis zu Wolken in der Erdatmosphäre aktiv ist. Aus den MODIS-Daten erkennen wir sogar, dass sich die Wolken-Mikrophysik genau den Erwartungen gemäß verhält.

Die folgende Abbildung zeigt das überlagerte Signal der Wolken (blaue Kurve) auf der Grundlage von drei Satelliten-Datensätzen während der Tage, die einem Minimum der kosmischen Strahlung nach 5 der stärksten Forbush-Abnahmen folgten (rote Kurve). Die Verzögerung hinsichtlich des Minimums der beiden Kurven ist der Zeit geschuldet, die vergeht, um Aerosole auf CCN-Größe anwachsen zu lassen. Eine Monte-Carlo-Simulation wurde herangezogen, um die Deutlichkeit des Signals zu schätzen, und keines der 104 Zufalls-Realisationen ergab ein Signal ähnlicher Größe. Man betrachte unsere jüngste Studie aus diesem Jahr 2016 für weitere Beweise (4).

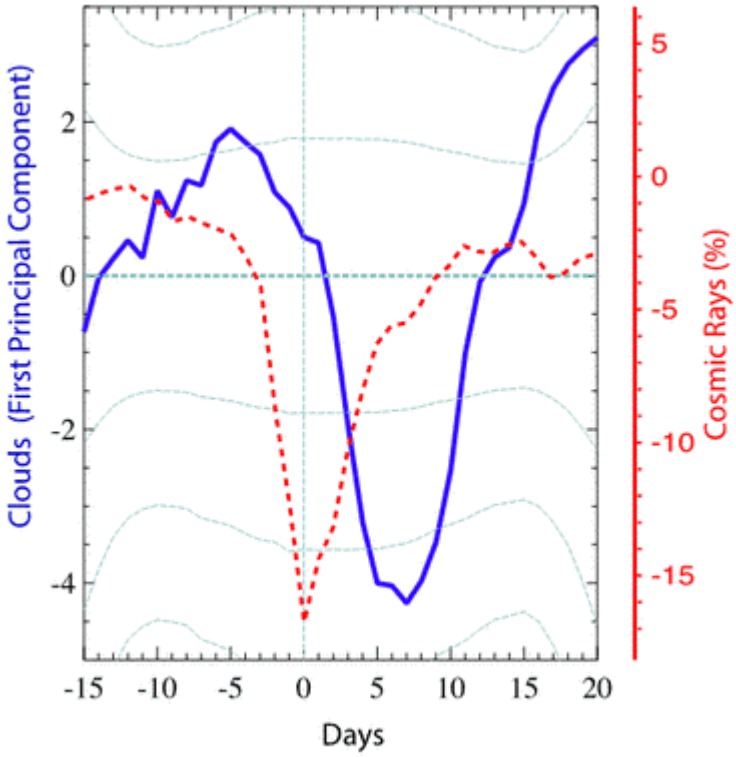


Abbildung: Statistische allgemeine Störung in Wolken (1 prinzipielle Komponente) auf der Grundlage von drei Wolken-Satellitendatensätzen *(ISCCP, MODIS and SSM/I)* überlagert für die fünf stärksten Forbush-Abnahmen (blaue Kurve). Die rote Kurve ist die Änderung (in Prozent) der kosmischen Strahlen für die gleichen fünf Ereignisse. Die dünnen Linien sind 1 bis 3 Standard-Abweichungen. Übernommen aus (4).

Und schließlich gibt es eine große Anzahl von Studien, die zeigen, dass Klimaänderungen der Vergangenheit eng korreliert sind mit Variationen der kosmischen Strahlung. Beispiel: Die Energie, die über einen 11 Jahre langen solaren Zyklus in die Ozeane geht, beträgt größenordnungsmäßig 1 bis 1,5 W/m². Das ist 5 bis 7 mal zu viel, um allein durch Variationen der Sonneneinstrahlung erklärt werden zu können (5). Daher wird der solare Zyklus durch irgendetwas verstärkt, und „kosmische Strahlen und Wolken“ ist ein guter Kandidat zur Erklärung des beobachteten Antriebs.

Schlussfolgerung: Beobachtungen und Experimente stehen gegen die oben erwähnten Ergebnisse numerischer Modelle [na, woran erinnert mich denn das? Anm. d. Übers.]. Meiner Einschätzung nach fehlt etwas in der vorherrschenden Theorie. Eine Lösung dieses Problems ist des Nachgehens wert.

References

[1] E. M. Dunne *et al.*, Global atmospheric particle formation from CERN CLOUD measurements, (2016), DOI: 10.1126/science.aaf2649

[2] J. R. Pierce, P. J. Adams, Can cosmic rays affect cloud condensation nuclei by altering new particle formation rates? *Geophys. Res. Lett.* 36,

L09820 (2009).

[3] H. Svensmark, M. B. Engho□, and J. O. P. Pedersen, Response of Cloud Condensation Nuclei (> 50 nm) to changes in ion-nucleation, Physics Letters A, 377, 2343–2347, (2012). https://dl.dropboxusercontent.com/u/51188502/CCN_Svensmark_PhysicsLetterssA.pdf

[4] J. Svensmark,M. B. Enghoff, N. J. Shaviv, and H. Svensmark, The response of clouds and aerosols to cosmic ray decreases, J. Geophys. Res. Space Physics, 121, 8152–8181, (2016), doi:10.1002/2016JA022689. https://dl.dropboxusercontent.com/u/51188502/Forbush_long_JGR_rev3_nored.pdf

[5] N. J. Shaviv, 'Using the oceans as a calorimeter to quantify the solar radiative forcing' *J. Geophys.Res.*, 113, 2156 (2008)

Link: http://www.thegwpf.com/henrik-svensmark-cosmic-rays-and-clouds-anno-2016/

Übersetzt von Chris Frey EIKE