

## Bestimmt die kosmische Strahlung das Klima?

**Die Veränderungen der kosmischen Strahlung und der Wolkenbedeckung der Erde verlaufen zum Teil ähnlich. Dies hat zu Spekulationen über einen ursächlichen Zusammenhang geführt. So findet man immer wieder Meldungen, die kosmische Strahlung bestimme das Klima. Dänische Forscher haben eine Theorie entwickelt, wie dieser Einfluss physikalisch aussehen könnte. Bisher konnte diese Theorie jedoch nicht durch Experimente bestätigt werden. Ob eine solche Wirkung existiert und wie stark sie allenfalls wäre, ist nach wie vor offen. Unabhängig davon ist jedoch klar, dass die Erwärmung der letzten Jahrzehnte auf eine andere Ursache zurückzuführen ist, denn die kosmische Strahlung hat sich in diesem Zeitraum nicht nennenswert verändert.**

Die Häufigkeit der Sonnenflecken und die Stärke von Eruptionen auf der Sonnenoberfläche, die sogenannte Sonnenaktivität, verändern die auf die Erde treffende Sonnenstrahlung und damit unser Klima. Die Änderung der Sonneneinstrahlung alleine reicht jedoch kaum aus, um das ganze Ausmass der Temperaturschwankungen auf der Erde physikalisch erklären zu können. Man sucht deshalb seit langem nach physikalischen Prozessen, die den Einfluss der Sonnenaktivität verstärken. Einer davon ist die Wirkung der kosmischen Strahlung. Die entsprechende Theorie wurde anfangs der 90er-Jahre von den dänischen Forschern Eigil Friis-Christensen und Henrik Svensmark vorgeschlagen.

### Steuert die kosmische Strahlung die Wolkenbildung?

Die Wirkungskette, die der Theorie zugrunde liegt, ist folgende: Die kosmische Strahlung besteht zur Hauptsache aus energiereichen Wasserstoff- und Heliumkernen und trifft aus den Tiefen des Weltalls ständig auf die Erde. Die kosmische Strahlung erhöht die Zahl elektrisch geladener Teilchen in der Atmosphäre. Diese sogenannten Ionen wirken als Kondensationskeime unter anderem von Wasserdampf (d.h. in feuchter Luft lagern sich Wassermoleküle an diese Ionen und bilden Wassertropfen). So soll die Anzahl der Wolkentröpfchen durch die kosmische Strahlung gesteuert werden. Die Wolken wiederum reflektieren die Sonneneinstrahlung und verursachen damit eine Abkühlung an der Erdoberfläche.

Wie hat nun die kosmische Strahlung mit der Sonne zu tun? Die Sonnenaktivität beeinflusst das Magnetfeld im Sonnensystem. Bei hoher Aktivität ist dieses Magnetfeld stark und schirmt die kosmische Strahlung von der Erde ab. Nach der Theorie würde dadurch also die Ionisierung und damit die Bewölkung abnehmen. Dadurch wird weniger Sonnenlicht reflektiert und die Erdoberfläche erwärmt sich.

### Bisher keine experimentelle Bestätigung

Bisher konnten weder physikalische Experimente noch Messungen und Beobachtungen zu den einzelnen Prozessschritten diese Theorie bestätigen. Es sind zwar verschiedene Experimente geplant, doch wird deren Durchführung und Auswertung noch einige Jahre auf sich warten lassen. Einziges Indiz bisher ist die Ähnlichkeiten der Veränderung der kosmischen Strahlung mit derjenigen der Wolkenbedeckung für die Periode 1985 bis ca. 1995. Seither sind allerdings neue Wolken- daten hinzugekommen und eine Übereinstimmung mit der kosmischen Strahlung kann nur noch mit einer Korrektur dieser Daten erreicht werden. Obwohl die grössten Ionisationsänderungen in der oberen Atmosphäre und in hohen Breiten stattfinden, beobachten die Autoren heute den grössten Effekt nur noch mit den tiefen Wolken der mittleren geographischen Breiten. Immerhin wurde vor kurzem von anderen Autoren eine mögliche Begründung dafür geliefert: Die Wirkung der kosmischen Strahlung könnte je nach Höhe der Luftschicht bzw. der herrschenden Temperatur und Feuchtigkeit unterschiedlich sein. Demnach könnte in den höheren Wolkenschichten die kosmische Strahlung die Bildung der Kondensationskeime bremsen, in der unteren Wolkenschicht hingegen fördern. Doch auch das ist bisher nur eine theoretisches Modell.

Ein weiteres Fragezeichen hinter die Theorie setzt die Tatsache, dass sich die Ähnlichkeiten im Verlauf von kosmischer Strahlung und Wolken nur in den über längere Zeiträume (Monate, Jahre) gemittelten Daten finden. Ein Zusammenhang im Bereich von einigen Tagen oder Wochen, in welchem die Wolkenbildung tatsächlich erfolgt, konnte bisher nicht gezeigt werden.

## Statistik allein genügt nicht

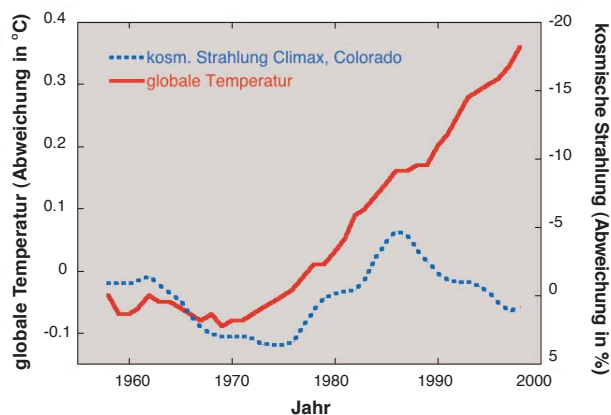
Bekannterweise sagt ein statistischer Zusammenhang (Korrelation) grundsätzlich noch wenig über einen kausalen Zusammenhang aus. Ähnliche Verläufe können auch zufällig entstehen, besonders über so kurze Zeitintervalle. Eine grosse Schwierigkeit besteht hier darin, dass die Schwankungen der Sonnenaktivität, der direkten Sonneneinstrahlung und der kosmischen Strahlung sehr ähnlich sind, weil die beiden letzteren stark durch die Sonnenaktivität gesteuert werden. Deshalb weisen die Temperatur und die Wolkenbedeckung sowohl Ähnlichkeiten mit der kosmischen Strahlung als auch mit der direkten Sonneneinstrahlung auf. Es ist also allein aufgrund dieser Ähnlichkeiten nicht möglich zu entscheiden, welcher der beiden Faktoren die Temperatur und auch die Wolkenbedeckung nun tatsächlich bestimmt. Es könnten auch beide sein oder eventuell sogar noch ein weiterer Mechanismus.

Die fehlenden experimentellen Nachweise bedeuten nicht unbedingt, dass die Theorie falsch ist, denn solche Nachweise sind in einem so komplexen System wie dem Klima der Erde nicht einfach zu führen. Es ist also nicht ausgeschlossen, dass später einmal ein Nachweis der vorgeschlagenen oder ähnlicher Prozesse möglich ist. Es scheint aus heutiger Sicht aber eher unwahrscheinlich, dass sich die Hypothese des Zusammenhanges zwischen Wolkenbedeckung und kosmischer Strahlung als der dominante Klimafaktor erweisen wird, wie er von den dänischen Autoren propagiert wurde. Zum jetzigen Zeitpunkt fehlen klare Hinweise, die einen substantiellen Einfluss der kosmischen Strahlung nahelegen.

Verschiedene Autoren haben in letzter Zeit einige neue Datenreihen mit Ähnlichkeiten zwischen kosmischer Strahlung und Temperatur veröffentlicht, hauptsächlich im Bereich von Tausenden bis Millionen von Jahren. Allerdings gibt es da keine zuverlässigen Daten. Es können nur indirekte Messungen verwendet werden, die mit grossen Unsicherheiten behaftet sind und das Problem der fehlenden Bestätigung für die Theorie nicht lösen.

## Kosmische Strahlung kann die gegenwärtige Erwärmung nicht erklären

Auch wenn man davon ausgeht, dass die vorgeschlagene Theorie stimmt, kann mit den Schwankungen der kosmischen Strahlung die starke globale Erwärmung in den letzten zwei bis drei Jahrzehnten nicht erklärt werden. Zwar ist die Sonne seit etwa 60 Jahren so aktiv wie möglicherweise nie in den letzten 1000 Jahren, doch ist die Aktivität seither auf diesem Niveau mehr oder weniger konstant geblieben. Die kosmische Strahlung weist seit Messbeginn in den 50er Jahren keine längerfristige Veränderung auf (siehe Abbildung). Für die Erklärung des starken Temperaturanstiegs seit den 1970er Jahren taugt sie jedenfalls nicht. Zur Zeit ist der Anstieg der Treibhausgaskonzentrationen die einzige bekannte mögliche Ursache.



**Abb.** Der Verlauf der kosmischen Strahlung in Climax, Colorado (eine der längsten Messreihen) und der Temperatur an der Erdoberfläche seit 1953 (jeweils gleichendes 11-Jahres-Mittel). Die kosmische Strahlung ist nach oben abnehmend dargestellt, da nach Theorie eine Abnahme der kosmischen Strahlung eine Zunahme der Temperatur bewirken sollte. Die Veränderung der kosmischen Strahlung könnte den Temperaturverlauf bis ca. 1980 theoretisch einigermaßen erklären, nicht aber den nachfolgenden starken Anstieg der Temperatur. (Daten: NOAA [kosm. Strahlung], CRU [Temperatur]; Grafik: ProClim-).

### Kontaktpersonen aus der Forschung:

Prof. Jürg Beer, EAWAG, Ueberlandstrasse 133,  
8600 Dübendorf, Tel: 01/823 51 11,  
Fax: 01/823 50 28, e-mail: juerg.beer@eawag.ch

Dr. Claus Fröhlich, PMOD/WRC (Weltstrahlungszentrum), Dorfstrasse 33, 7260 Davos Dorf,  
Tel: 081/417 51 36, Fax.: 081/417 51 00,  
e-mail : cfrohlich@pmodwrc.ch

### Weitere Informationen:

Weitere Informationen zu den Themen "Sonne und Klima" bzw. "Ursachen der Klimaerwärmung" finden Sie auf dem Klimaportal von ProClim-:

- [www.climate-change.ch/klima/strahlung-sonne/strahlung-sonne.html](http://www.climate-change.ch/klima/strahlung-sonne/strahlung-sonne.html)
- [www.climate-change.ch/klima/globale-erwaermung/globale-erwaermung.html](http://www.climate-change.ch/klima/globale-erwaermung/globale-erwaermung.html)