

Sonne spielt nur untergeordnete Rolle

Seit Jahren wird von verschiedener Seite hartnäckig immer wieder postuliert, die gegenwärtige globale Erwärmung sei primär durch die Sonne verursacht. Dabei werden jedoch entsprechende Hinweise sehr selektiv herausgesucht und Untersuchungen, die dies widerlegen, unbeachtet gelassen.

Dass die Sonne einen Einfluss auf das Klima hat, ist unbestritten. Klimaänderungen können jedoch verschiedene Ursachen haben. Je nach betrachtetem Zeitraum ist der Einfluss der verschiedenen Faktoren unterschiedlich. Als externe Einflüsse im Industriezeitalter kommen beispielsweise der anthropogene Treibhauseffekt (zurzeit höchste CO₂-Konzentration seit 400 000 Jahren), die Wirkung der Aerosole, Veränderungen der Vegetation bzw. Landnutzung, die Sonnenaktivität oder auch Vulkanismus (nur kurzfristiger Einfluss über ein paar Jahre) in Frage.

Die auf die Erdatmosphäre treffende Sonneneinstrahlung variiert, seit direkte Messungen existieren, nur im Promillebereich – positiv korreliert mit der Sonnenfleckenanzahl. Es ist allerdings möglich, dass im Verlauf der Jahrhunderte dieser Schwankungsbereich grösser war, oder dass bisher unbekannte Rückkopplungsmechanismen den Einfluss verstärken. Korrelationsanalysen der Temperaturvariationen der letzten Jahrhunderte deuten auf eine wichtige Klimawirkung der Sonnenaktivität hin. Für die letzten Jahrzehnte hingegen ist diese Korrelation kaum mehr vorhanden [1]. Die Angaben der 90er-Jahre von Friis-Christensen

und Lassen [2] aufgezeigte Korrelation zwischen der Länge des Sonnenfleckenzyklus und der Erdoberflächentemperatur beruhte vor allem für die letzten Jahrzehnte auf einer unzulässigen Vermischung unterschiedlich behandelter Daten [3] und wurde von den Autoren mittlerweile korrigiert und durch neue Daten ergänzt [4]. Die daraus errech-

lung über einen Einfluss auf die Wolkenbildung verstärken, hat sich in den letzten Jahren nicht erhärtet, im Gegenteil. Satellitenmessungen der Wolkenbedeckung (ISCCP, International Satellite Cloud Climatology Project) von 1983–1993 zeigten eine hohe Korrelation mit Messungen der kosmischen Strahlung. In einem neueren, erweiterten



Bild: Keystone

Stellungnahme zum Beitrag «Mehr Sonne für mehr Klarsicht» von Edgar Gärtner in der CR 5/2003. Bei der Redaktion eingegangen am 4. Juni 2003.

nete Wahrscheinlichkeit, dass die gegenwärtige Erwärmung durch die Sonne allein erklärt werden kann, ist kleiner als 5%.

Wie im Artikel von Gärtner erwähnt werden neben der direkten Wirkung der Strahlungsintensität auch indirekte Wirkungen diskutiert, z.B. über die UV-Strahlung (Wirkung auf die Chemie der Stratosphäre) [5], die kosmische Strahlung (Wirkung auf die Wolkenbildung) [6] oder die Meeresoberflächentemperaturen. Hier gibt es tatsächlich interessante offene Fragen, die für die Erklärung der Klimaschwankungen in der Vergangenheit (und in Zukunft) wichtig sind.

Die Vermutung, die kosmische Strahlung könnte die Wirkung der Sonnenstrah-

Datensatz wurde dann nur noch eine Korrelation mit den tiefliegenden Wolken gefunden [7]. Auch sprachen verschiedene weitere Untersuchungen gegen den postulierten Zusammenhang [8,9]. Inzwischen sind die Daten bis 1999 ausgewertet worden, und auch die Korrelation mit den tiefen Wolken ist jetzt deutlich schlechter geworden [10].

Zudem konnte man über kürzere Zeiträume (z. B. in Jahren mit geringer Sonnenaktivität) ebenfalls keinen Zusammenhang feststellen. Die Korrelation der Wolkenbedeckung mit der Strahlungsintensität oder anderen Faktoren (Meeresoberflächentemperaturen, El Niño) ist grösser als mit der kosmischen Strahlung.

Referenzen:

- [1] Beer, J., W. Mende, and R. Stellmacher, 2000: The role of the sun in climate forcing. *Quaternary Science Reviews* Vol. 19, 403-415.
- [2] E. Friis-Christensen and K. Lassen, 1991: Length of the solar cycle: An indicator of solar activity closely associated with climate. *Science*, Vol. 254, 698-700.
- [3] P. Laut and J. Gundermann, 2000. **Is there a correlation between solar cycle lengths and terrestrial temperature? Old claims and new results.** Proceedings of the 1st Solar & Space Weather Euroconference «The Solar Cycle and Terrestrial Climate», Tenerife, 189-194.
- [4] P. Thejll and K. Lassen, 2000: Solar forcing of the Northern hemisphere land air temperature: New data. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, Vol. 62 (13), 1207-1213.
- [5] D. Shindell, D. Rind, N. Balachandran, J. Lean, P. Lonergan, 1999: Solar cycle variability, ozone and climate. *Science*, Vol. 284, 305-308.
- [6] H. Svensmark and E. Friis-Christensen, 1997: Variation of cosmic ray flux and global cloud coverage – a missing link in solar-climate relationships. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, Vol. 59 (11), 1225-1232.
- [7] H. Svensmark, 2000. Cosmic rays and Earth's climate. *Space Science Reviews*, Vol. 93, 175-185.
- [8] S.C. Kernthaler, R. Toumi, and J. D. Haigh, 1999. **Some doubts concerning a link between cosmic ray fluxes and global cloudiness.** *Geophysical Research Letters*, Vol. 26, 863-865.
- [9] G. Wagner G, D. M. Livingstone, J. Masarik, R. Muscheler, J. Beer, 2001. Some results relevant to the discussion of a possible link between cosmic rays and the Earth's climate. *J. Geophys. Res.*, Vol. 106: 3381-8
- [10] J. E. Kristjánsson, A. Staple, J. Kristiansen, E. Kaas, 2002: A new look at possible connections between solar activity, clouds and climate. *Geophysical Research Letters*, Vol. 29, 2107-2110.
- [11] C. Fröhlich, 2000. Observations of irradiance variations. *Space Science Reviews*, Vol. 94, 15-24.
- [12] R. C. Willson and A.V. Mordinov, 2003: Secular total solar irradiance trend during solar cycles 21 and 22. *Geophys. Res. Lett.*, Vol. 30, 1199-1202.
- [13] S. K. Solanki and N.A. Krivova, 2003: Can solar variability explain global warming since 1970? *J. Geophys. Res.*, Vol. 108, in press.
- [14] IPCC, 2001: *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, and New York, USA, 881 pp.

Es ist nicht auszuschliessen, dass künftig noch indirekte Wirkmechanismen der Sonne identifiziert werden können. Es scheint aber eher unwahrscheinlich, dass indirekte Wirkungen viel stärker sind als die direkte Wirkung der Strahlungsintensität. Letztere wird nämlich heute schon in Modellen berücksichtigt und erklärt die beobachtete Reaktion des Klimasystems bereits recht gut – etwa das Ausmass der Abkühlung in den solaren Minima. Auch wenn ein starker physikalischer Rückkopplungsmechanismus für die Wirkung der Sonnenaktivität gefunden würde, könnte die Erwärmung insbesondere der letzten zwei Jahrzehnte trotzdem nicht mit dem Einfluss der Sonne erklärt werden. Die Sonnenaktivität hat sich nämlich in dieser Zeit je nach Art der Auswertung der verschiedenen Messungen gar nicht verändert [11] oder zeigt einen nur geringen Anstieg [12]. Auch wenn man die extreme Annahme trifft, dass die Klimaschwankungen vor 1970 zu 100% durch die Sonne verursacht worden sind, so könnte der Sonneneinfluss aufgrund der bisher

vorgeschlagenen Mechanismen höchstens etwa 30% der Erwärmung in den letzten drei Jahrzehnten erklären [13]. Dieser Temperaturanstieg kann auch in Klimamodellen nur mit Berücksichtigung der Zunahme der Treibhausgase simuliert werden.

Kaum nachvollziehbar ist die Aussage, die Erde kühle sich seit 1998 ab, nur 2002 sei aufgrund des El Niño eine Ausnahme. 2001 war global das wärmste je gemessene Jahr ohne El Niño (1998 wurde durch einen sehr starken El Niño beeinflusst). 2002 war El Niño nur sehr moderat, trotzdem war es das zweitwärmste je gemessene Jahr).

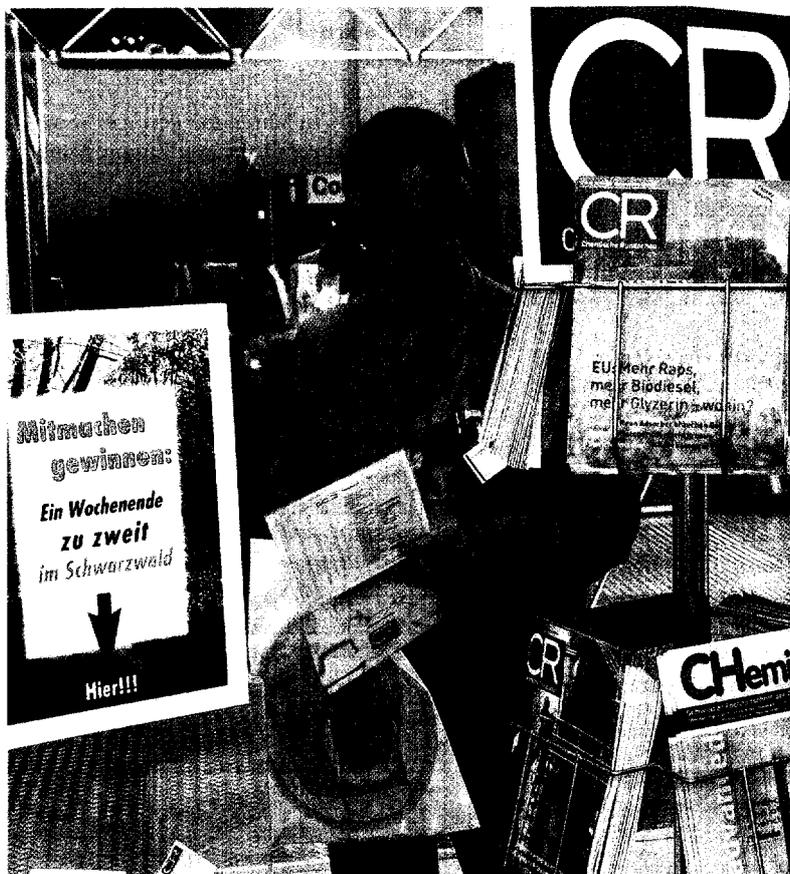
Es gibt zurzeit keine glaubwürdigen Hinweise, welche die im wissenschaftlich breit abgestützten IPCC-Bericht [14] gemachte Aussage, die Erwärmung der letzten Jahrzehnte sei überwiegend vom Menschen verursacht, in Frage stellen.

Die Autoren

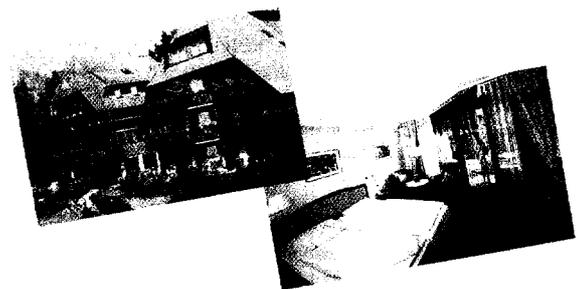
Prof. Sami K. Solanki, Max-Planck-Institut für Aeronomie, Max-Planck-Str. 2, D-37191 Katlenburg-Lindau, E-Mail: solanki@linmpi.mpg.de

- Prof. Atsumu Ohmura, Institute for Atmospheric and Climate Science, ETH Zürich, Winterthurerstr. 190, CH-8057 Zürich, E-Mail: ohmura@geo.unmw.ethz.ch
- Dr. Jürg Beer, EAWAG, Überlandstrasse 133, CH-8600 Dübendorf, E-Mail: juerg.beer@eawag.ch
- Dr. Claus Fröhlich, PMOD/WRC, Dorfstrasse 33, CH-7260 Davos Dorf, E-Mail: cfrohlich@pmodwrc.ch
- Prof. Mojib Latif, Institut für Meereskunde, Universität Kiel, Düsternbrooker Weg 20, Room 409, D-24105 Kiel, E-Mail: mlatif@ifm.uni-kiel.de
- Prof. Stefan Rahmstorf, Potsdam Institut für Klimafolgenforschung, PO Box 60 12 03, D-14412 Potsdam, E-Mail: rahmstorf@pik-potsdam.de
- Prof. Christian-D. Schönwiese, J.W. Goethe-Universität, Institut für Meteorologie und Geophysik, Postf. 11 19 32, D-60054 Frankfurt a.M., E-Mail: schoenwiese@meteor.uni-frankfurt.de
- Dr. Urs Neu, ProClim, Bärenplatz 2, CH-3011 Bern, E-Mail: neu@sanw.unibe.ch

CR-WETTBEWERB: NACHHALTIGE ACHEMA-WIRKUNG



Mitgemacht und gewonnen! Unter den zahlreichen Teilnehmern unseres Gewinnspiels an der Achema hat die CR-Glücksfee **Herrn Dr. Wolfgang Volz**, Leiter der Qualitätssicherung der HEK GmbH, Lübeck, als glücklichen Gewinner eines Kur(z)aufenthalts im Hochschwarzwald ausgelost. Familie Erfurth, die Besitzer von «Erfurth's Vitalhotel Bergfried», freut sich, den Gewinner und eine weitere Person für einen dreitägigen Wellness-Aufenthalt in ihrem Hause willkommen zu heissen. Die Besucher erwartet eine einzigartige Vital- und Verwöhnkur für Körper und Seele, kulinarische Freuden eingeschlossen. Das CR-Team gratuliert herzlich und wünscht einen möglichst lange anhaltenden Erholungseffekt.



Gelungener Messeauftritt: ein Achema-Besucher am Stand der CR.