

# Neue Studie beleuchtet die „dominante Rolle“ der Wechselwirkungen zwischen Aerosolen und Wolken bei Klimaänderungen.

geschrieben von Chris Frey | 22. Juli 2026

[Kenneth Richard](#)

Ungleichgewichte im Strahlungsantrieb werden vorwiegend durch Anomalien und Trends in der solaren Oberflächenstrahlung hervorgerufen, die durch Aerosole und die Albedo der Wolken moduliert wird.

Neue [Forschungsergebnisse](#) deuten darauf hin, dass von 1750 bis heute über Südasien ein Netto-Strahlungsantrieb (RF) von insgesamt  $-10,95 \text{ W/m}^2$  an der Oberfläche herrschte. Dieses negative Strahlungsungleichgewicht – ein Kühleffekt – wurde in erster Linie auf Wechselwirkungen zwischen Aerosolen und Wolken zurückgeführt.

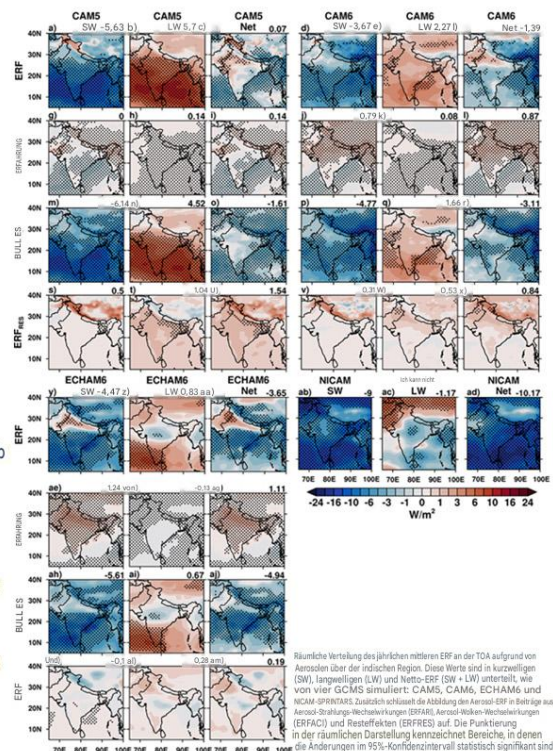
Dieser Wert des Strahlungsantriebs an der Erdoberfläche beinhaltet einen Anstieg der kurzwelligen Absorption um  $+8,99 \text{ W/m}^2$  über diesen Zeitraum von 275 Jahren.

Die Studie unterstreicht somit die „dominante Rolle von Aerosol-Wolken-Wechselwirkungen bei der Abkühlung sowohl an der TOA [Obergrenze der Atmosphäre] als auch an der Erdoberfläche“.

# Bewertung des Strahlungsantriebs von Aerosolen und der atmosphärischen Absorption über Südasien: Eine Multi-Modell-Vergleichsstudie

Amit Kumar Sharma  Dilip Ganguly, Anwesha Bhattacharya, Tanmay Sarkar, Arushi Sharma, Sudipta Ghosh, S. Anand, Chandra Venkataraman, Sagnik Dey

Diese Studie untersucht den effektiven Strahlungsantrieb (ERF) und die atmosphärische Absorption aufgrund von Aerosolen über Südasien mit Schwerpunkt auf Emissionsänderungen von der vorindustriellen Zeit bis heute. Unter Verwendung von vier globalen Klimamodellen (GCMS), CAM5, CAM6, ECHAM6 und NICAM-SPRINTARS, zusammen mit einem gemeinsamen regionalen Emissionsinventar (SMoG-India-v1) und dem globalen Community Emissions Data System (CEDS) für Emissionen außerhalb Indiens, bewerten wir die Störungen der kurzwelligen (SW), langwelligen (LW) und Nettostrahlungsflüsse, die durch Aerosolemissionen verursacht werden. Unsere Analyse ergibt einen mittleren Netto-Strahlungsantrieb (ERF) von  $-1,66 \text{ W/m}^2$  am oberen Rand der Atmosphäre (TOA) über mehrere Modelle. Dies deutet auf eine signifikante Abkühlung hin, die durch einen substantiellen negativen kurzwelligen Strahlungsantrieb (SW-ERF;  $-4,59 \text{ W/m}^2$ ) bedingt ist, der hauptsächlich durch Aerosol-Wolken-Wechselwirkungen (ERFACI) hervorgerufen wird. Dieser Effekt wird teilweise durch einen positiven langwelligen Strahlungsantrieb ( $+2,93 \text{ W/m}^2$ ) kompensiert. An der Erdoberfläche zeigt der Netto-ERF eine ausgeprägte Abkühlung von etwa  $-10,95 \text{ W/m}^2$ , die sowohl durch die kurzwellige Aerosol-Strahlungs-Wechselwirkung (ERFARI;  $-8,31 \text{ W/m}^2$ ) als auch durch SW-ERFACI ( $-5,40 \text{ W/m}^2$ ) verursacht wird, bei gleichzeitig positivem langwelligen Strahlungsantrieb ( $+2,65 \text{ W/m}^2$ ). Die atmosphärische Absorption, die Differenz zwischen der ERF an der TOA und der Oberfläche, zeigt eine Nettoabsorption von  $+9,29 \text{ W/m}^2$ , die hauptsächlich durch die SW-Absorption aus direkten Aerosol-Strahlungs-Wechselwirkungen (SW Atm.Abs.ARI) mit  $+8,99 \text{ W/m}^2$  und die LW-Absorption aus Aerosol-Wolken-Wechselwirkungen (LW Atm.Abs.ACI) mit  $+1,83 \text{ W/m}^2$  bestimmt wird. Diese Ergebnisse unterstreichen die dominierende Rolle der Aerosol-Wolken-Wechselwirkungen bei der Kühlung sowohl an der TOA als auch an der Oberfläche sowie den signifikanten Beitrag direkter Aerosol-Wechselwirkungen zur atmosphärischen Absorption über der indischen Region. Dies verdeutlicht die Notwendigkeit, beide Aerosoleffekte in Klimamodellen zu berücksichtigen, um regionale Klimavorhersagen zu verbessern und effektive Minderungs- und Anpassungsstrategien zu unterstützen.



Quelle: [Sharma et al., 2026](#)

Vergleichen Sie diese RF-Werte, die mit Aerosol-Wolken-Wechselwirkungen zusammenhängen, mit dem fünfmal geringeren Gesamtantrieb von  $+1,82 \text{ W/m}^2$ , der angeblich auf den  $\text{CO}_2$ -Anstieg seit 1750 zurückzuführen ist. ([Feldman et al., 2015](#)).

## Beobachtungsbasierte Bestimmung des Strahlungsantriebs an der Erdoberfläche durch $\text{CO}_2$ von 2000 bis 2010

D. R. Feldman,  D. Collins, P. J. Gero, M. S. Torn, E. J. Mlawer & T. R. Shippert

Nature 519, 339–343 (2015)

Die klimatischen Auswirkungen von  $\text{CO}_2$  und anderen Treibhausgasen werden üblicherweise anhand des Strahlungsantriebs quantifiziert, der als Differenz zwischen Schätzungen des Strahlungsfeldes der Erde aus vorindustriellen und heutigen Konzentrationen dieser Gase berechnet wird. Strahlungstransportmodelle berechnen, dass der Anstieg von  $\text{CO}_2$  seit 1750 einem globalen jährlichen mittleren Strahlungsantrieb an der Tropopause von  $1,82 \pm 0,19 \text{ W m}^{-2}$  entspricht (Ref. 2).

Quelle: [Feldman et al., 2015](#)

Weltweit wurde der Anstieg der absorbierten Sonnenstrahlung aufgrund von Aerosol-Wolken-Wechselwirkungen ([Ohmura, 2009](#)) für den Zeitraum von den 1920er bis zu den 1950er Jahren auf  $+12 \text{ W/m}^2$ , für die 1950er bis 1980er Jahre auf  $-8 \text{ W/m}^2$  und für die 1980er bis 2000er Jahre auf  $+8 \text{ W/m}^2$  geschätzt.

Die Größenordnung dieser RF-Werte an der Erdoberfläche im Vergleich zu den für den  $\text{CO}_2$ -Antrieb angenommenen Werten unterstreicht die dominierende Rolle der dekadischen Trends der Sonneneinstrahlung an der Erdoberfläche bei der Gestaltung des Klimas.



## Beobachtete dekadische Schwankungen der solaren Oberflächenstrahlung und ihre Ursachen

Atsuma Ohmura 

[2] Kontinuierliche Beobachtungen mit einem thermoelektrischen Pyranometer an der Erdoberfläche reichen bis in die 1920er Jahre zurück. Die Tatsache, dass die globale solare Bestrahlungsstärke dekadische Schwankungen aufweist, die die Grenze der Beobachtungsunsicherheit der monatlichen Bestrahlungsstärke von  $\pm 2 \text{ W m}^{-2}$  (R. Philipona, persönliche Mitteilung, 2007) überschreiten, wurde durch die Untersuchung der beobachteten Bestrahlungsstärke an 24 Standorten in Europa festgestellt [Ohmura und Lang, 1989]. Diese Arbeit führte die Ursache der Strahlungsänderung auf die Änderung der Wolkenbedingungen zurück. Liepert et al. [1994], die über die Variation der globalen solaren Bestrahlungsstärke in Deutschland berichteten, betrachteten Aerosole als Hauptursache. Die Veränderungen beschränken sich nicht auf eine kleine Anzahl von Stationen in Westeuropa, sondern betreffen mehr als 400 weitere Standorte, an denen die globale Bestrahlungsstärke seit über 40 Jahren kontinuierlich beobachtet wird. Die in diesen Beobachtungsdaten festgestellte Variabilität ist im Vergleich zu anderen möglichen Schwankungen groß, wie beispielsweise dem erwarteten Anstieg der terrestrischen atmosphärischen Bestrahlungsstärke um  $4 \text{ W m}^{-2}$  durch die Verdopplung des Kohlendioxids in der Atmosphäre.

[16] Die globale Sonneneinstrahlung zeigte in den letzten 90 Jahren erhebliche Schwankungen.

Sie stieg von 1920 bis in die 1940er- und 1950er-Jahre an und sank danach bis Ende der 1980er-Jahre.

Anfang der 1990er-Jahre wiesen 75 % der Erdoberfläche einen steigenden Trend der Sonneneinstrahlung auf, während die verbleibende Fläche weiterhin Sonnenstrahlung verlor. Die Regionen mit anhaltender Verdunkelung befinden sich in Gebieten mit hohem Aerosolgehalt. Die Stärke der Variationen wird für die erste Aufhellung, die Abschwächung und die jüngste Aufhellung auf  $+12$ ,  $-8$  bzw.  $+8 \text{ W m}^{-2}$  geschätzt. Die globale Abschwächung um  $-8 \text{ W m}^{-2}$  und die jüngste Aufhellung um  $+8 \text{ W m}^{-2}$  werden auf Schwankungen des Aerosolgehalts in der Atmosphäre zurückgeführt.

Die 40-jährige Periode der Abschwächung und der darauffolgenden Aufhellung bietet die Möglichkeit, den Aerosoleffekt in direkte und indirekte Effekte zu unterteilen und die Empfindlichkeit der Oberflächentemperatur gegenüber Strahlungsänderungen zu bewerten. Die in GEBA und BSRN gemessenen Bestrahlungsstärken wurden hauptsächlich anhand von Beobachtungsdaten zur Bewertung der Aerosoleffekte und der Klimasensitivität herangezogen. Direkte und indirekte Aerosoleffekte sind etwa gleich stark. Die Temperatursensitivität gegenüber Strahlungsänderungen wird auf  $0,05$  bis  $0,06 \text{ K/(W m}^{-2})$  geschätzt. Die Ursache der früheren Aufhellung bis in die 1950er Jahre ist weiterhin unbekannt, und es ist unwahrscheinlich, dass die Aerosolveränderung in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts eine Aufhellung verursacht haben könnte. Zu den anderen möglichen Ursachen zählt der Einfluss der Sonnenaktivität.

Quelle: Ohmura, 2009

Link:

<https://notrickszone.com/2026/07/17/new-study-highlights-the-dominant-role-of-aerosol-cloud-interactions-in-shaping-climate/>

Übersetzt von Christian Freuer für das EIKE

