

3 neue Studien belegen einen Anstieg der Sonneneinstrahlung seit den 1980er Jahren – eine einfache Erklärung für die Erwärmung

geschrieben von Chris Frey | 29. Juni 2026

[Kenneth Richard](#)

„Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass der Hauptgrund für den Anstieg der Lufttemperatur in Krakau eher in der Zunahme der Sonneneinstrahlung (SD) als im CO₂-Strahlungsantrieb (ΔF) liegt.“

Neue [Forschungsergebnisse](#) zeigen, dass interne oder natürliche Veränderungen in der Wolkenstruktur dazu geführt haben, dass in den letzten Jahrzehnten mehr Sonnenstrahlung die Erdoberfläche erreicht hat, was durch den weit verbreiteten Anstieg der Sonnenscheindauer (SD) belegt wird.

Der Anstieg der SD ist seit den 1980er Jahren der Haupttreiber der Erwärmung und erklärt sowohl die Temperaturschwankungen als auch den Temperaturtrend.

„...der Hauptfaktor für den Temperaturanstieg nach 1988 war zudem ein drastischer Anstieg der Sonneneinstrahlung. Diese Ergebnisse weisen auf die entscheidende Rolle hin, die Veränderungen in der Wolkenstruktur und damit der Sonneneinstrahlung bei dem beobachteten Anstieg der Lufttemperatur spielen.“

„Die Regressionsanalyse ergab, dass die Variabilität der drei betrachteten Faktoren – SD, die Intensität der westlichen Zirkulation im Winter (NAO) und die Strahlungsantriebe (ΔF) – den beobachteten Anstieg der jährlichen Lufttemperatur in Krakau (innerhalb der Schätzfehler) vollständig erklärte.“

Veränderungen der Wolkendecke haben einen weitaus größeren Einfluss auf das Klima als der Anstieg der CO₂-Konzentration in der heutigen Zeit.

„...selbst geringe Veränderungen der Wolkendecke können einen größeren Einfluss auf die Strahlungsbilanz der Erde haben als entsprechende Veränderungen der Treibhausgas-Konzentrationen.“

„...van Wijngaarden und Happer (2025) schätzten, dass die Rolle der tiefen Wolkendecke bei der Steuerung des Transfers von Sonnenenergie zur Erdoberfläche sogar noch größer ist und dass eine Verringerung der tiefen Wolken um nur wenige Prozent den gleichen Effekt hat wie eine Verdopplung der CO₂-Konzentration.“

Tatsächlich hat der CO₂-Antrieb nur einen „geringfügigen“ Anteil (~6 %) an den Erwärmungstrends und nur einen Anteil von 3,6 % an der Variabilität.

„Die Analyse zeigt, dass der starke Anstieg der SD auf Veränderungen in der Wolkenstruktur seit Ende der 1980er Jahre zurückzuführen ist. ... Die Variabilität der SD erklärt 58 % der Varianz, die Variabilität des NAO-Index macht 7,7 % aus, und die Variabilität von ΔF trägt 3,6 % bei.“

„Die Rolle des anthropogenen Faktors, nämlich des Anstiegs der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre, der durch den Strahlungsantrieb beschrieben wird, bei der Verursachung des Anstiegs der Lufttemperatur in Krakau ist statistisch signifikant, aber hinsichtlich ihrer Bedeutung marginal. Sie führt nicht zu einer interannuellen Variabilität und verstärkt den Trend des Temperaturanstiegs nur geringfügig. Ähnlich wurde in Breslau, das etwa 250 km von Krakau entfernt liegt, ein geringer Einfluss des Strahlungsantriebs auf den Temperaturanstieg (~6 %) festgestellt (Marsz et al. 2021).“

Geographische Fragen 44(3), 2025 <https://doi.org/10.14746/quageo-2025-0024> \$ kennen

DIE ROLLE ZUNEHMENDE SONNENSCHENZEIT BEIM TEMPERATURANSTIEG IN KRAKAU (1951-2020)

ANDRZEJ A. MARSZ¹, DOROTA MATUSZKO², ANNA STYSZYŃSKA³

ZUSAMMENFASSUNG: Seit Ende der 1980er Jahre ist die Lufttemperatur in Krakau (Südpolen) im Vergleich zum Durchschnitt von 1951-1988 um ca. 2,2-2,3 °C gestiegen. Im gleichen Zeitraum wurde ein signifikanter Anstieg der Sonnenscheindauer (um ca. 500 Stunden) im Vergleich zum Basisjahr 1951-1988 beobachtet. Dieses Muster der Temperaturänderung in Krakau ist repräsentativ für die in ganz Polen beobachteten Trends. Ziel dieser Studie ist es, den Einfluss der Sonnenscheindauer auf den Anstieg der Lufttemperatur in Krakau zu bestimmen. Die Analyse zeigt, dass der starke Anstieg der Sonnenscheindauer auf Veränderungen in der Wolkenstruktur seit Ende der 1980er Jahre zurückzuführen ist. In diesem Zeitraum nahm die Häufigkeit frontaler Stratiformwolken (As, Ns, St) ab, während das Auftreten von Sc-, Cu- und Cb-Wolken zunahm. Diese durch Veränderungen der Makrozirkulation in der mittleren Troposphäre bedingten Verschiebungen der Wolkenstruktur führten zu einer Zunahme der Stratiformität. Eine Analyse des kombinierten Einflusses dreier Faktoren – der jährlichen Stratiformität, des NAO-PC-DJFM-Index (Hurrell) und des Strahlungsantriebs (AF) – auf die jährlichen Temperaturtrends zwischen 1951 und 2020 zeigt, dass die Variabilität dieser Faktoren 67,3 % der Varianz der jährlichen Lufttemperatur erklärt (R = 0,83, p << 0,001) und damit den beobachteten Temperaturanstieg innerhalb der Fehlertoleranz vollständig erfasst. Davon entfallen 58 % der Varianz auf die Stratiformität, 7,7 % auf den NAO-Index und 3,6 % auf den Strahlungsantrieb. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass der Haupttreiber des Lufttemperaturanstiegs in Krakau der Anstieg der Sonneneinstrahlung (SD) und nicht der Strahlungsantrieb (AF) ist.

Der Strahlungsantrieb (AF), eine Funktion der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre, gilt weithin (IPCC-Berichte 2007, 2013, 2023) als der wichtigste Faktor für die anthropogene globale Erwärmung.

Die Forschung zeigt, dass der wichtigste Faktor, der den Anstieg der Lufttemperatur in Krakau beeinflusst, der Anstieg der Sonneneinstrahlung (SD) ist. Dieser Anstieg trat als Folge von Veränderungen in der Wolkenstruktur auf – insbesondere einer Verringerung der Häufigkeit von Frontalwolken (As, Ns, St), während die Gesamtwolkenbedeckung nur geringfügig abnahm. Ein weniger bedeutender Faktor für den Temperaturanstieg in Krakau ist die Zunahme der Intensität der Westzirkulation im Winter, wie sie durch den Winter-NAO-Index beschrieben wird. Beide Faktoren sind natürlichen, nicht anthropogenen Ursprungs und resultieren aus Veränderungen der Makrozirkulationsbedingungen im atlantisch-europäischen Zirkulationssektor. Zwischen 1987 und 1989 kam es zu einer Verschiebung der Zirkulationsphasen in der mittleren Troposphäre von der meridionalen (Ost) zur zonalen (West) Zirkulationsphase gemäß der Wängenheim-Girs-Klassifikation (Savichev et al. 2015, Marsz et al. 2022). Dies führte zu einer Verlagerung der Zugbahnen von Tiefdruckgebieten nach Norden, einer Zunahme der Häufigkeit von Hochdruckgebieten südlich von 55–60°N und folglich zu einem vermehrten Auftreten von Hochdruckwetter ohne Frontalbewölkung (Marsz, Styszyńska 2023, 2024a, b, Marsz et al. 2024).

Der auf Gl. (4) basierende geschätzte Trend der Lufttemperatur beträgt 0,028(±0,003)°C pro Jahr, was sich statistisch nicht vom beobachteten Trend der jährlichen Lufttemperatur in Krakau (0,027(±0,005)°C pro Jahr) unterscheidet. Diese Phase der Analyse erklärt, dass der anthropogene Faktor nur einen einzigen, sehr schwachen positiven Trend (in der Größenordnung von Tausendstel °C pro Jahr) zur Variabilität der Lufttemperatur beiträgt.

Die Rolle des anthropogenen Faktors, nämlich des Anstiegs der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre, beschrieben durch den Strahlungsantrieb, beim Anstieg der Lufttemperatur in Krakau ist statistisch signifikant, aber von geringer Bedeutung. Er führt nicht zu interannueller Variabilität und verstärkt den Trend des Temperaturanstiegs nur geringfügig. In Breslau, etwa 250 km von Krakau entfernt, wurde ebenfalls ein geringer Einfluss des Strahlungsantriebs auf den Temperaturanstieg (ca. 6 %) festgestellt (Marsz et al. 2021). Auch dort war der Hauptfaktor für den Temperaturanstieg nach 1988 ein drastischer Anstieg der Sonnenscheindauer. Diese Ergebnisse deuten auf die grundlegende Rolle von Veränderungen der Wolkenstruktur und damit der Sonnenscheindauer für den beobachteten Anstieg der Lufttemperatur hin. Untersuchungen von Norris und Slingo (2009) legen nahe, dass selbst geringfügige Veränderungen der Wolkenbedeckung einen größeren Einfluss auf die Strahlungsbilanz der Erde haben können als entsprechende Veränderungen der Treibhausgaskonzentrationen.

Sie stellen fest, dass eine Zunahme der niedrigen Wolkenbedeckung um 15–20 % Veränderungen in der Strahlungsbilanz bewirken kann, die mit einer Verdopplung der CO₂-Konzentration vergleichbar sind. Darüber hinaus schätzten van Wijngaarden und Happer (2025), dass die Rolle der niedrigen Wolkenbedeckung bei der Gestaltung des Transfers von Sonnenenergie zur Erdoberfläche noch größer ist und eine Reduzierung der niedrigen Wolkenbedeckung um nur wenige Prozent den gleichen Effekt hat wie eine Verdopplung der CO₂-Konzentration.

Basierend auf den Ergebnissen dieser Studie scheint die Rolle steigender CO₂-Konzentrationen in der Atmosphäre bei der Erhöhung der Lufttemperatur (globale Erwärmung) überschätzt zu werden. Daher erfordert der tatsächliche Beitrag erhöhter CO₂-Konzentrationen zur Stärke des Treibhauseffekts in der Atmosphäre weitere Forschung auf der Grundlage empirischer Daten und nicht ausschließlich auf der Grundlage von Modellen.

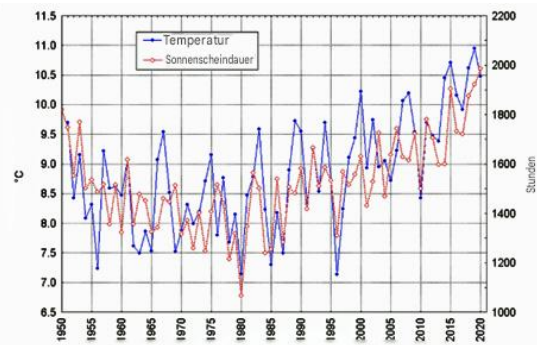


Abb. 1. Verlauf der durchschnittlichen jährlichen Lufttemperatur (°C) und der jährlichen Sonnenscheindauer (SD) in Stunden) in Krakau (1951-2020).

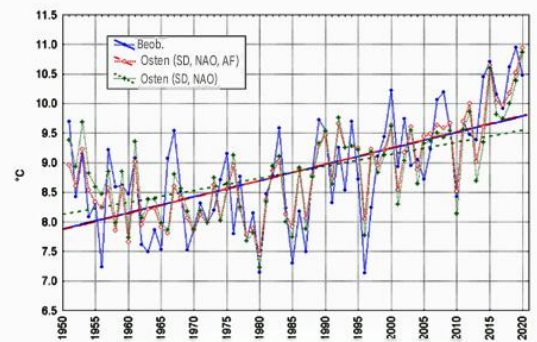


Abb. 10. Verlauf der beobachteten durchschnittlichen jährlichen Lufttemperatur (°C) in Krakau (Obs) und die geschätzte Temperatur (Est) basierend auf dem Verlauf zweier Variablen, Sonnenscheindauer (SD) und Nordatlantischer Oszillation (NAO), sowie dreier Variablen (SD, NAO und AF) in den Jahren 1951-2020. Trendlinien sind eingezeichnet. Die Unterschiede zwischen dem beobachteten Temperaturtrend und dem auf drei Variablen basierenden geschätzten Temperaturtrend sind so gering (0,001 °C pro Jahr), dass sie sich in der grafischen Darstellung überlappen.

Quelle: Marsz et al., 2025

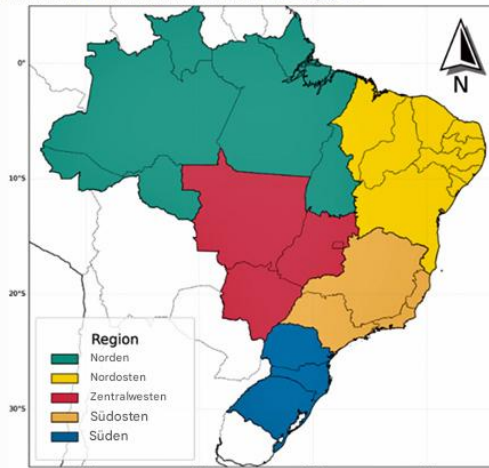
Eine weitere neue Studie deutet auf einen allgemeinen Anstieg der Sonneneinstrahlung auf die Erdoberfläche seit 1983 hin, was mit anderen

Studien übereinstimmt, die „einen allgemeinen Anstieg der nach unten gerichteten kurzwelligigen Strahlung (DSWR) in ganz **Brasilien** zwischen 1980 und 2016“ festgestellt haben.

„Trendanalysen deuten auf einen allgemeinen Anstieg der Sonnenscheindauer (SDU) in Brasilien seit den frühen 1980er Jahren hin.“

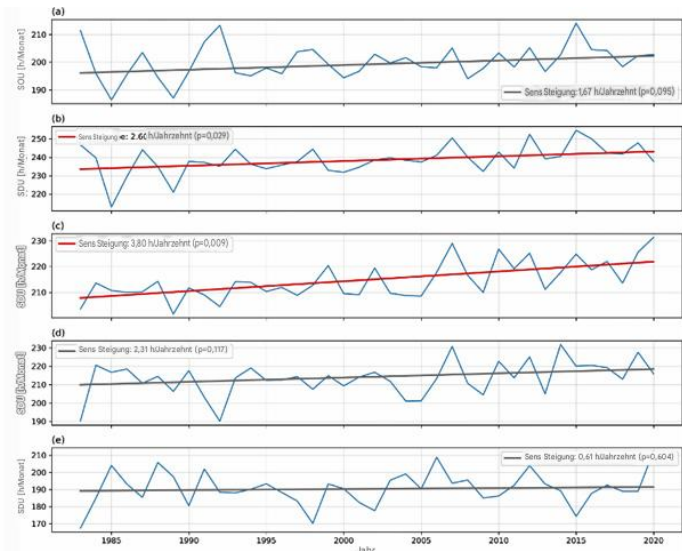
International Journal of Climatology, 2026; 0:e70328
<https://doi.org/10.1002/joc.70328>
 Sonnenscheindauer in Brasilien von Meteosat (1983–2020):
 Klimatologie, Variabilität und Langzeittrends

Maria Livia Lins Mattos Gava¹ | Simone Marilene Slevert da Costa¹ | Iris Paraguay Silva¹



ABILDUNG 1 | Regionale Einteilung Brasiliens. (Die farbige Abbildung kann unter [wileyonlinelibrary.com](https://onlinelibrary.wiley.com) eingesehen werden.)

Trendanalysen deuten auf einen allgemeinen Anstieg der SDU über Brasilien seit den frühen 1980er Jahren hin, mit deutlichen regionalen Unterschieden in Ausmaß und statistischer Signifikanz. Die räumlich kohärentesten und statistisch signifikantesten positiven Trends treten im Zentralwesten und Nordosten auf, während Teile des Südostens ebenfalls positive Tendenzen mit eher lokalisierter Signifikanz aufweisen. Im Gegensatz dazu werden der Norden und Süden weiterhin von schwachen und/oder räumlich kompensierenden Signalen dominiert, was zu nicht signifikanten regionalen Tendenzen führt. Die Übereinstimmung zwischen den SDU-Trends und unabhängigen Hinweisen auf regionale Aufhellung, die in früheren Studien berichtet wurden, sowie die räumliche Konsistenz zwischen zunehmender SDU und abnehmendem Wolkenanteil am Tag, die aus ISCCP (1984–2016) abgeleitet wurde, unterstützen die Interpretation eines physikalisch kohärenten Aufhellungssignals über großen Teilen Brasiliens.



ABILDUNG 7 | Jährlicher Mittelwert der monatlichen SDU-Summen für die fünf Hauptregionen Brasiliens: (a) Norden, (b) Nordosten, (c) Zentralwesten, (d) Südosten und (e) Süden. Die blauen Linien stellen die jährlichen mittleren SDU-Werte (in Stunden pro Monat) dar. Die Trendlinien entsprechen den Sen-Steigungsschätzungen für den Zeitraum 1983–2020. Statistisch signifikante Trends ($p < 0,05$) sind rot, nicht signifikante Trends grau dargestellt. Die Stärke jedes Trends ist in der Legende der jeweiligen Teilabbildung angegeben (in Stunden pro Jahrzehnt). (Die farbige Abbildung kann unter [wileyonlinelibrary.com](https://onlinelibrary.wiley.com) eingesehen werden.)

Diese Ergebnisse stimmen mit früheren Erkenntnissen von Raichijk (2012) überein, der auf der Grundlage von In-situ-Beobachtungen eine regionale Aufhellung über Südamerika im Zeitraum von 1991 bis 2005 dokumentierte. Zuluaga et al. (2021) berichteten anhand mehrerer gerasterter Datensätze weiterhin über einen allgemeinen Anstieg der nach unten gerichteten kurzwelligigen Strahlung (DSWR) in ganz Brasilien zwischen 1980 und 2016, wobei die stärksten und räumlich kohärentesten positiven Trends in den Regionen Zentralwest und Nordost auftraten, gefolgt vom Südosten. Die enge Übereinstimmung zwischen den aus SDU und DSWR abgeleiteten Trends (zwei physikalisch verwandte, aber unabhängig abgeleitete Variablen) liefert starke Unterstützung für die Robustheit des seit den frühen 1980er Jahren festgestellten Aufhellungssignals über Brasilien.

Quelle: Gava et al., 2026

Eine weitere neue Studie (Budnukaeku, 2026) kommt zu dem Ergebnis, dass die Sonnenscheindauer in ganz **Nigeria** zwischen 1970 und 2022 deutlich zugenommen hat, was in erster Linie auf abnehmende Bewölkung zurückzuführen ist.

„Diese Studie untersucht die zeitliche Variabilität der Sonnenscheindauer und der Bewölkung in ganz Nigeria im Zeitraum von 1970 bis 2022. Dabei werden satelliten- und bodengestützte Datensätze herangezogen, um klimatische Trends und deren Auswirkungen auf erneuerbare Energien, die Landwirtschaft und Strategien zur Klimaanpassung aufzuklären. Anhand von Daten aus dem Meteosat-basierten SARA-2-Klimadatensatz, der ERA5-Reanalyse und den Bodenstationen der Nigerianischen Meteorologischen Agentur (NIMET) analysieren wir langfristige Trends, saisonale Muster und räumliche Unterschiede bei der Sonnenscheindauer und der Bewölkung. Die Ergebnisse deuten auf einen

signifikanten Anstieg der Sonnenscheindauer im Norden Nigerias hin, der im Durchschnitt 0,5–0,7 Stunden pro Jahrzehnt beträgt und durch abnehmende Bewölkung bedingt ist, insbesondere während der Trockenzeit (November–März).“

Link:

<https://notrickszone.com/2026/06/22/3-new-studies-find-increasing-trends-in-solar-radiation-since-the-1980s-easily-explaining-warming/>

Übersetzt von Christian Freuer für das EIKE

Hinweis: Auch Cap Allon ht zu diesen Studien etwas geschrieben, im Original jedoch hinter einer Zahlschranke. Die Übersetzung seines Beitrags steht [hier](#).