

INFOS AUS DEM PMOD/WRC

# DAS URKILOGRAMM DER KLIMAFORSCHUNG

**Das Physikalisch-Meteorologische Observatorium Davos und Weltstrahlungszentrum (PMOD/WRC) betreibt ein internationales Kalibrierlabor für klimarelevante Strahlungsgrössen im Auftrag der Weltorganisation für Meteorologie (WMO).**

TEXT: JULIAN GRÖBNER, WOLFGANG FINSTERLE

**D**as Physikalisch-Meteorologische Observatorium Davos (PMOD) thront auf einer Anhöhe mit Blick auf Davos und seinen See. Seit über 100 Jahren werden hier klimarelevante Strahlungsflüsse gemessen. Sie geben Aufschluss darüber, wie sich die Strahlungsbilanz an der Erdoberfläche auf das Erdklima auswirkt – insbesondere, wie sich die aufgrund der Erhöhung der Treibhausgaskonzentration von der Atmosphäre emittierte langwellige Infrarotstrahlung verändert. Messungen haben eine Zunahme von etwa  $2 \text{ Wm}^{-2}$  pro Dekade beim globalen Mittelwert seit Anfang der 1990er Jahre gezeigt. Die Messungen stellen sehr hohe Anforderungen an die eingesetzten Messgeräte bezüglich Langzeitstabilität und Genauigkeit.

Das PMOD misst nicht nur die Sonnen- und die langwellige Infrarotstrahlung. Es entwickelt auch die dazu erforderlichen Referenzmessgeräte, um diese Strahlung mit der höchstmöglichen Präzision und Genauigkeit zu bestimmen.

## NICHT «ÄPFEL MIT BIRNEN VERGLEICHEN»

Da die Messdaten aus Davos nicht ausreichen, um die Strahlungsbilanz der Erde zu bestimmen, werden auf Messstationen weltweit Strahlungsflüsse gemessen – zum Beispiel im Rahmen von nationalen meteorologischen Messnetzen wie dem SwissMetNet von MeteoSchweiz. Um die Strahlungsdaten zu einem homogenen Datensatz zu vereinen, muss sichergestellt werden, dass nicht «Äpfel mit Birnen verglichen» werden. Dazu müssen die Messdaten qualitätsgesichert werden und auf eine gemeinsame Referenz rückführbar sein. Nur so ist sichergestellt, dass die weltweit mit unterschiedlichen Messinstrumenten gewonnenen Daten tatsächlich zu einem einheitlichen Datensatz der Erdstrahlungsbilanz vereint werden.

Auf Vorschlag der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) und mit finanzieller Unterstützung der Schweiz wurde 1971 am PMOD das Weltstrahlungszentrum (World Radiation Center, WRC) gegründet. Es hat die Aufgabe, die weltweit einheitliche Messung der klimarelevanten Strahlungsflüsse zu ermöglichen und zu koordinieren. Diese Tätigkeit wurde in den letzten über 50 Jahren kontinuierlich ausgebaut und ist ein zentraler Beitrag an das Global Atmosphere Watch-Programm (GAW) der WMO. Sie wird heute von den vier Sektionen des WRC wahrgenommen:

- Sektion für solare Radiometrie (WRC-SRS),
- Sektion für langwellige Infrarotradiometrie (WRC-IRS),
- Weltkalibrierzentrum für solare Ultraviolettstrahlung (WRC-WCCUV),
- Weltkalibrierzentrum für atmosphärische Trübung (WRC-WORCC).

Herzstück des Weltstrahlungszentrums ist die Weltstandardgruppe (WSG) von Pyrheliometern, die aus sechs Absolutradiometern besteht und das Mass für die Sonnenstrahlung definiert. Diese Weltstandardgruppe wird auch als das «Urkiogramm» für die Sonnenstrahlung bezeichnet, da sich alle Solarmessungen weltweit auf die Davoser Referenz beziehen. Zusätzlich zur WSG gibt es auch eine Weltstandardgruppe von Pyrgeometern, die als Referenz für die langwellige Infrarotstrahlung dient, sowie eine Weltstandardgruppe von Sonnenphotometern für die atmosphärische Trübung. Nur das Weltkalibrierzentrum für spektrale ultraviolette Sonnenstrahlung ist «modern». Damit ist gemeint, dass seine Messungen auf das Internationale Einheitensystem zurückgeführt werden – und nicht auf ein Artefakt, das aus einer ausgewählten Gruppe von Messgeräten besteht. Es gibt weitgediehene Bestrebungen, auch die Messgrössen der anderen Sektionen des Weltstrahlungszentrums auf das internationale Einheitensystem zurückzuführen.

## MESSEN BEI WOLKENLOSEM HIMMEL

Anders als die Instrumente zur Bestimmung der üblichen Messgrössen wie Masse, Zeit, Temperatur oder Länge, können die Messgerä-



12. International Pyrheliometer Comparison in Davos, 28. September 2015. Foto: PMOD/WRC

te für Sonnen- und langwellige Infrarotstrahlung als Strahlungse-  
nergie pro Zeit und pro Fläche nicht so einfach im Labor verglichen  
werden. Diese klimarelevanten Strahlungsgrössen sind an jedem  
Ort der Welt verschieden. Die dazu verwendeten Messgeräte kö-  
nnen deshalb nur durch einen direkten Vergleich – am gleichen Ort  
und zur gleichen Zeit – mit den Referenzmessgeräten abgeglichen  
werden.

Zu diesem Zweck veranstaltet das Physikalisch-Meteorologische  
Observatorium Davos und Weltstrahlungszentrum seit 1970 alle  
fünf Jahre die International Pyrheliometer Comparisons (IPC). Bei  
diesen bringen die Teilnehmenden aus der ganzen Welt ihre Mes-  
sinstrumente mit, gleichen sie in Vergleichsmessungen mit den  
Davoser Referenzgeräten ab und führen sie damit auf diese an-  
erkannten Strahlungsreferenzen zurück. Inzwischen finden diese  
internationalen Vergleichskampagnen auch für die anderen Mess-  
grössen des WRC statt. Während dreier Wochen treffen sich über  
100 Teilnehmende aus mehr als 30 Ländern in Davos, installieren  
bei wolkenlosem Himmel ihre Messgeräte auf vorbereiteten Ti-  
schen und Sonnennachführungen und messen von Sonnenaufgang  
bis -untergang. Vor allem bei den manuell nachgeführten Radi-  
ometern ist es ein anstrengendes Prozedere – aber ein wesentlicher  
Beitrag zur quantitativen Bestimmung der Erdstrahlungsbilanz und  
des Treibhauseffekts. ■

#### REFERENZEN ZUM ARTIKEL

GAW Report (2023) 280. Fifth WMO Filter Radiometer Comparison (FRC-V) (27  
September to 25 October 2021, Davos Switzerland).  
[https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice\\_display&id=22267](https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=22267)

IOM Report (2023) 140. Report on the WMO International Pyrheliometer  
Comparison (IPC-XIII) (27 September–15 October 2021, Davos, Switzerland),  
World Meteorological Organization (WMO) – WMO.  
[https://library.wmo.int/doc\\_num.php?explnum\\_id=11557](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=11557)

IOM Report (2023) 141. Report on the 3rd WMO International Pyrgometer  
Intercomparison (IPgC-III) (27 September–15 October 2021, Davos, Switzerland).  
[https://library.wmo.int/doc\\_num.php?explnum\\_id=11558](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=11558)

Wild M (2016) Decadal changes in radiative fluxes at land and ocean surfaces  
and their relevance for global warming. WIREs Climate Change, 7(1), 91–107.  
Doi: 10.1002/wcc.372

 MEHR INFORMATIONEN  
[nccs.ch](https://nccs.ch)


 KONTAKT  
[julian.groebner@pmodwrc.ch](mailto:julian.groebner@pmodwrc.ch)

## WAS IST DAS GAW?

Das «WMO Global Atmosphere Watch» (GAW)-Programm vereint  
über 100 Länder, um die chemische Zusammensetzung der Atmo-  
sphäre mit einem weltweiten Netzwerk von Messstationen zum  
Beispiel für Treibhausgase, Aerosole und Strahlung zu überwa-  
chen. GAW-CH-Partnerinstitutionen führen hierzulande langfris-  
tige Beobachtungen der atmosphärischen Zusammensetzung und  
Forschungsprojekte durch. Zudem werden im Auftrag der WMO  
Zentren für Kalibrierung und Qualitätssicherung und eine Stations-  
metadatenbank betrieben. Das Swiss GAW/GCOS Office bei Meteo-  
Schweiz koordiniert das nationale Programm.

 WEITERE INFORMATIONEN  
[meteoswiss.ch/gaw](https://meteoswiss.ch/gaw)

 KONTAKT  
[gaw-gcos@meteoswiss.ch](mailto:gaw-gcos@meteoswiss.ch)

 Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI  
Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz