

Bereitstellung von historischen Globalstrahlungsdaten für die Photovoltaik

Wolfgang Riecke, Dipl.-Met.
Deutscher Wetterdienst
Klima- und Umweltberatung
Bernhard-Nocht-Straße 76
D - 20359 Hamburg
klima.hamburg@dwd.de
Tel.: 0049 40 6690-1920
Fax: 0049 40 6690-1933

Themen

- 1 Globalstrahlungsmessungen (Stationsnetz)**
- 2 Satellitenabgeleitete Strahlungsdaten**
- 3 Rasterdaten**
- 4 Strahlungskarten Deutschland**
- 5 Zeitl. Entwicklung der Einstrahlung**

Themen

- 1 Globalstrahlungsmessungen (Stationsnetz)**
- 2 Satellitenabgeleitete Strahlungsdaten**
- 3 Rasterdaten**
- 4 Strahlungskarten Deutschland**
- 5 Zeitl. Entwicklung der Einstrahlung**



Regionales Klimabüro Hamburg

Vertrieb
Berechnung von Rasterwerten
Erstellung von Strahlungskarten

Meteorologisches Observatorium Lindenberg

Betreuung des Strahlungsmessnetzes
Kalibrierung der Messgeräte
Qualitätsprüfung

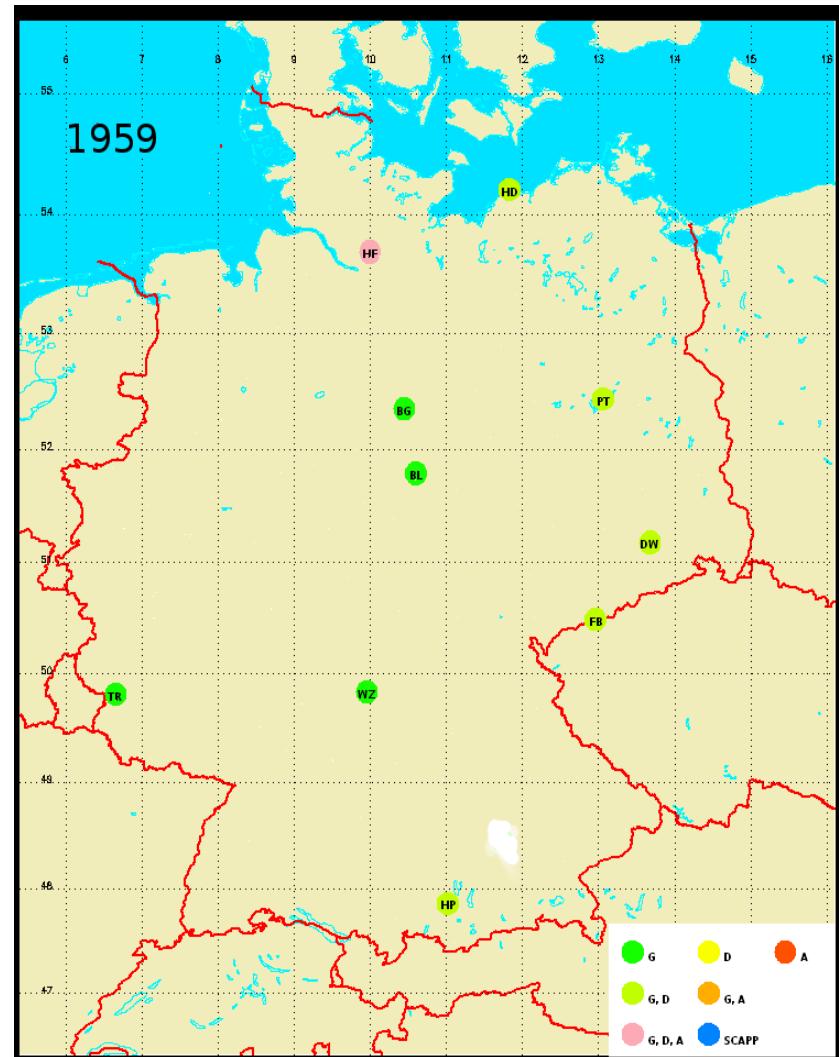


Strahlungsmessplattform MO Lindenberg



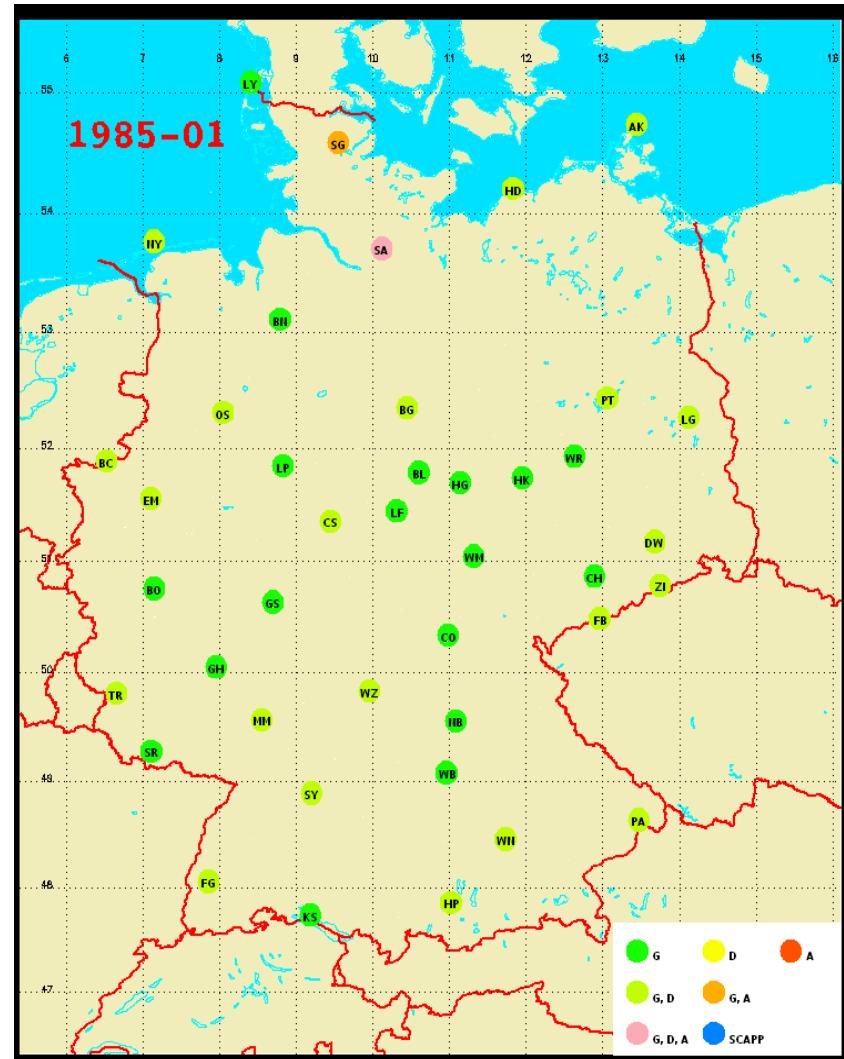
Beginn kontinuierlicher Strahlungsmessungen: 01.01.1937 Potsdam

Geräte
Kipp&Zonen CM2, CM5



Einrichtung eines Strahlungsmessnetzes im DWD: 1972

Geräte
 Kipp&Zonen CM11



Messnetz (aktuell)

Pyranometer/Pyrgeometer

G, D, A: 11 Stationen

G, D: 17 Stationen

G: 2 Stationen

SCAPP

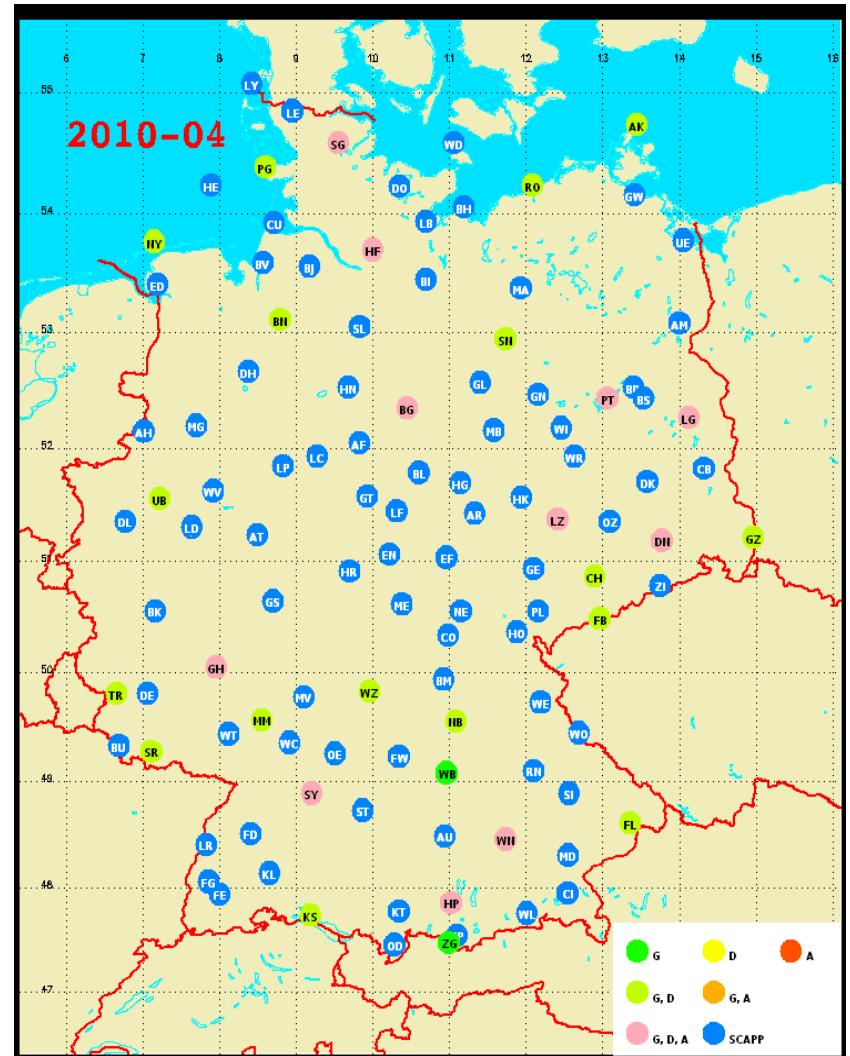
G, D: 82 Stationen

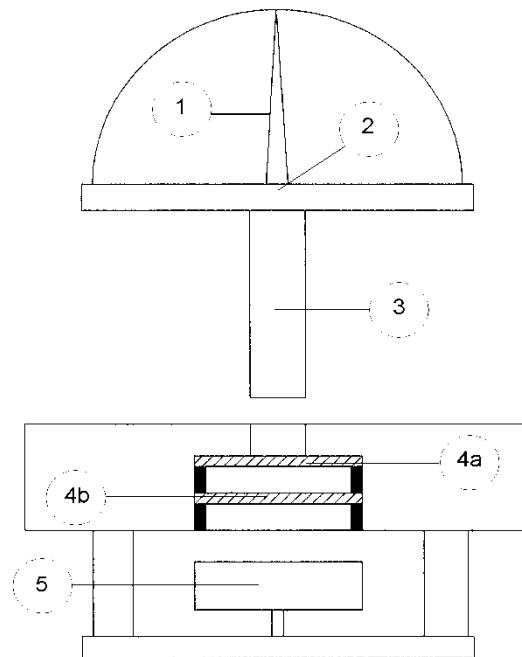
Geräte

Kipp&Zonen CM11/CM21

SCAPP

(Scanning Pyrheliometer/Pyranometer)





Das SCAPP zur Messung der direkten und diffusen Sonnenstrahlung, der Globalstrahlung sowie der Sonnenscheindauer

Kopf und Sensormodul des SCAPP bestehen aus einer Tortenschlitzblende (1), einem Diffusor (2), einem Lichtleiter (3), zwei Filterscheiben KG4 (4a), BG34 (4b) Glas und dem Photoempfänger (5).

Gewicht: 5 kg

Höhe: 260 mm

Durchmesser: 185 mm

Messunsicherheit:

Schieldrup Paulsen (1968)

Gesamtsystem (Pyranometer, Schreiber, Auswertung)

Tagessummen: Sommer 3 bis 5 %

Winter >5%

Characteristics	CMP 22	CMP 21	CMP 11 CMA 11	CMP 6 CMA 6	High quality	Good quality	Moderate quality
ISO 9060 classification	Secondary standard	Secondary standard	Secondary standard	First class	Secondary standard	First class	Second class
Achievable uncertainty, 95 percent confidence level							
Hourly totals	1 %	2 %	2 %	5 %	3 %	6 %	20 %
Daily totals					2 %	5 %	10 %

SCAPP

Themen

- 1 Globalstrahlungsmessungen (Stationsnetz)**
- 2 Satellitenabgeleitete Strahlungsdaten**
- 3 Rasterdaten**
- 4 Strahlungskarten Deutschland**
- 5 Zeitl. Entwicklung der Einstrahlung**

Satellitenabgeleitete Globalstrahlungswerte:

Verschiedene Methoden

Im DWD:

Routinemäßig - nach Methode W.Möser, 1983, Globalstrahlung aus Satellitenmessungen, Mitteilungen aus dem Institut für Geophysik und Meteorologie an der Universität Köln

(Strahlungstransportmodell gekoppelt an die Reflektivität, Vergleich Bodenmessung-Modellwert, Differenz iterativ minimiert)

**CMSAF (satellite application facility on climate monitoring)
Heliosat-Methode**

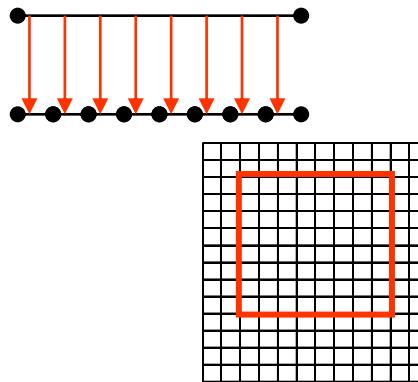
Themen

- 1 Globalstrahlungsmessungen (Stationsnetz)**
- 2 Satellitenabgeleitete Strahlungsdaten**
- 3 Rasterdaten**
- 4 Strahlungskarten Deutschland**
- 5 Zeitl. Entwicklung der Einstrahlung**

Rasterwerte der Globalstrahlung (1 km-Gitter)

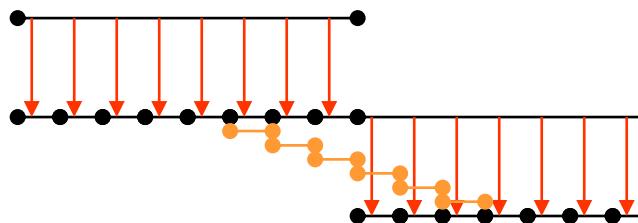
Ausgangswerte:

Satellitenabgeleitete Globalstrahlungswerte 8 km Gitter (Meteosat)
unregelmäßig verteilte Bodenmessungen d. Globalstrahlung (Pyranometer)

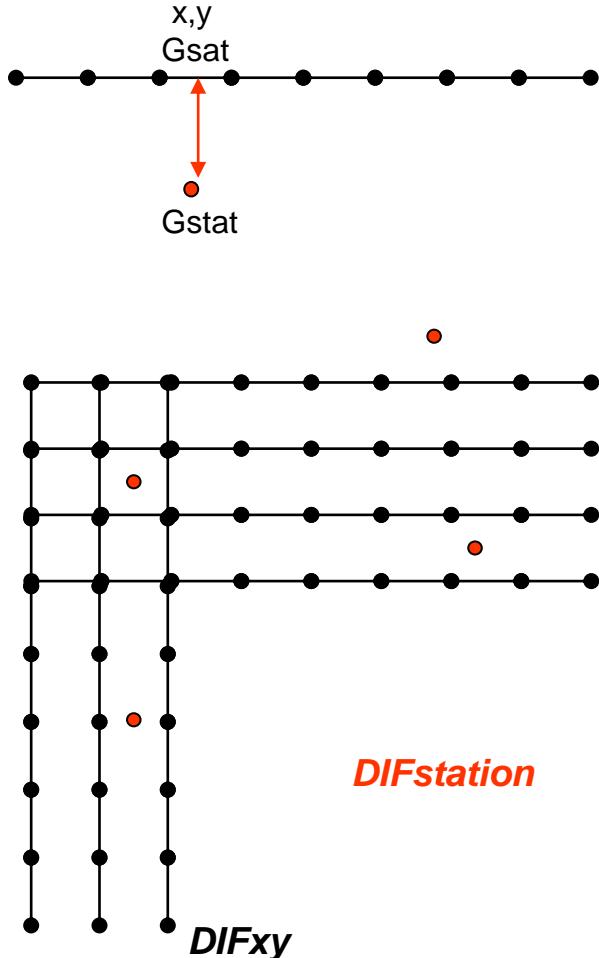


Überführung der 8 km-Satellitenrasterwerte
auf das 1 km-Kartenraster
für Deutschland:

alle 64 1 km-Raster erhalten gleichen
Satellitenwert



Glätten des 1 km-Rasters



Berechnung aller Differenzen
an den Stationsorten

Berechnung einer linearen Regression
der Differenzen mit der Stationshöhe

Berechnung der Differenz
„Stationswert“ minus „Regressionswert“ am
Stationsort

Umrechnung der Differenz auf das 1 km Gitter

Berechnung der Strahlungswerte (mittlere monatliche Tagessumme der Globalstrahlung) GT an den Rasterpunkten x,y

GT_{xy} = *Satellitenabgeleiteter G-Wert am Rasterpunkt x,y*
+ *auf 1 km-Gitter übertragene Differenz Difxy*
+ *G-Wert am Rasterpunkt x,y aus Regressionsgleichung*

Die Prozedur ist so eingerichtet, dass der Rasterwert an der Station genau dem gemessenen Stationswert entspricht

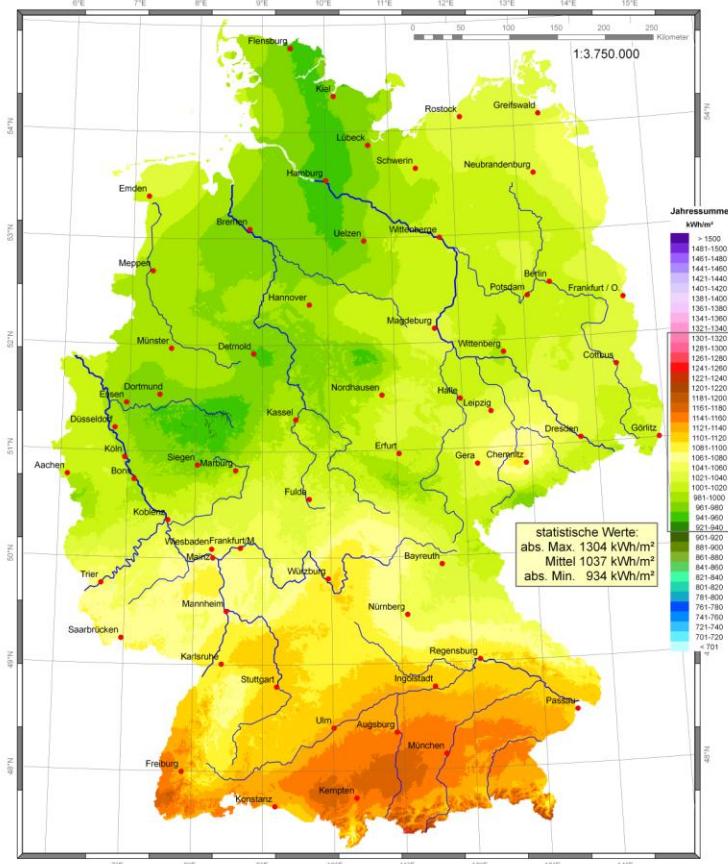
Themen

- 1 Globalstrahlungsmessungen (Stationsnetz)**
- 2 Satellitenabgeleitete Strahlungsdaten**
- 3 Rasterdaten**
- 4 Strahlungskarten Deutschland**
- 5 Zeitl. Entwicklung der Einstrahlung**

Strahlungskarten Deutschland

Globalstrahlung in der Bundesrepublik Deutschland

Mittlere Jahressummen, Zeitraum: 1981 - 2000



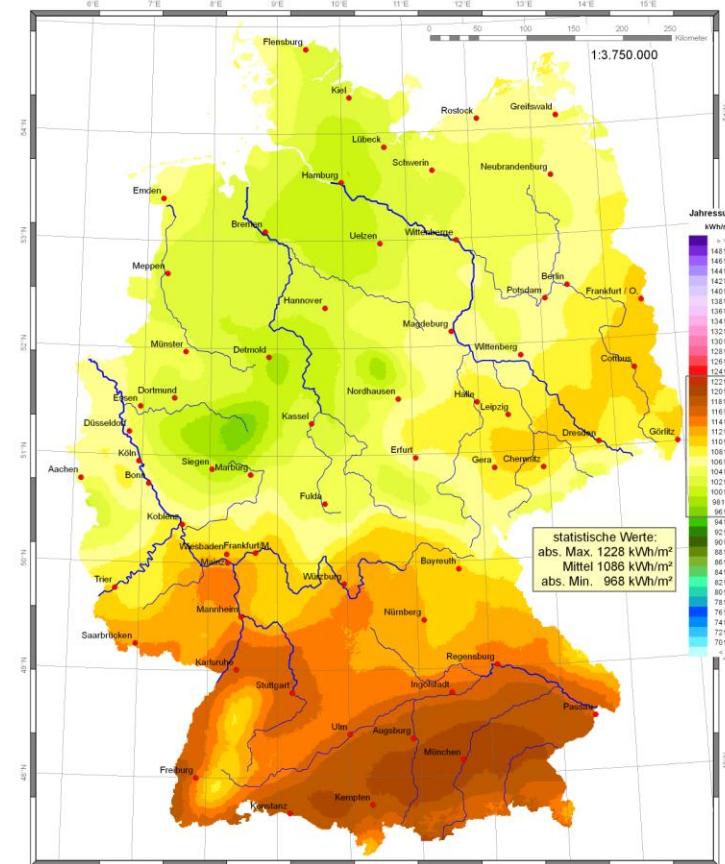
Wissenschaftliche Bearbeitung:
DWD, Abt. Klima- und Umweltberatung, Pf 30 11 90, 20304 Hamburg
Tel.: 040 / 66 90-19 22; eMail: klima.hamburg@dwd.de

Deutscher Wetterdienst
Wetter und Klima aus einer Hand

30.01.2009 / DN

Globalstrahlung in der Bundesrepublik Deutschland

Mittlere Jahressummen, Zeitraum: 2001 - 2010

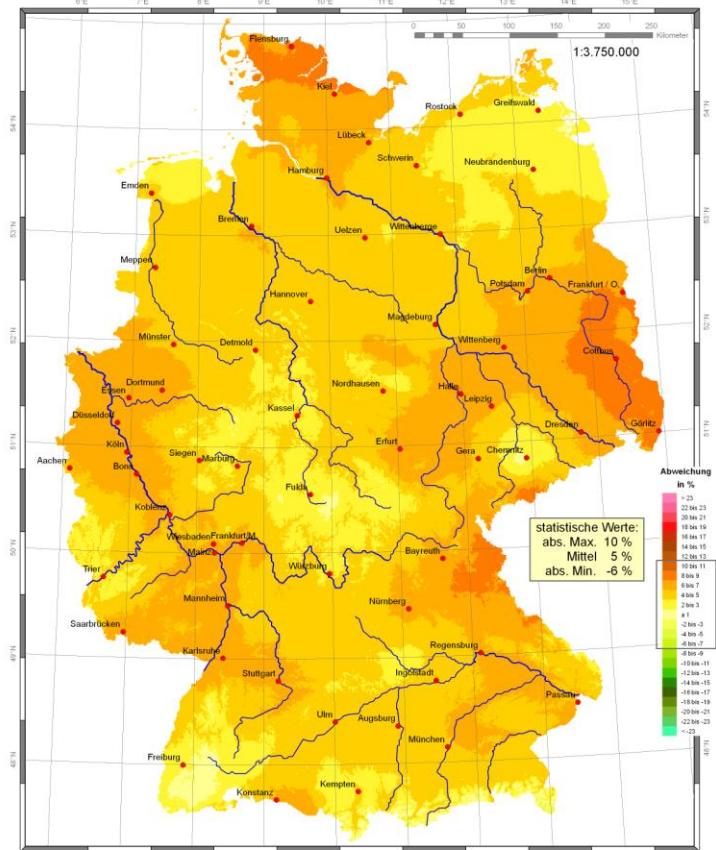


Wissenschaftliche Bearbeitung:
DWD, Abt. Klima- und Umweltberatung, Pf 30 11 90, 20304 Hamburg
Tel.: 040 / 66 90-19 22; eMail: klima.hamburg@dwd.de

Deutscher Wetterdienst
Wetter und Klima aus einer Hand



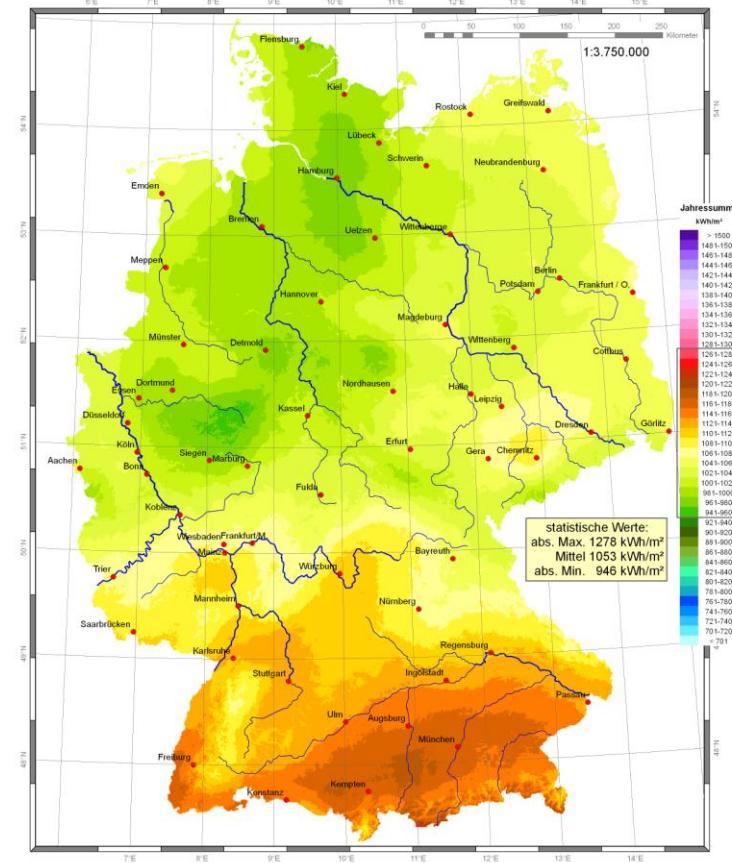
Globalstrahlung in der Bundesrepublik Deutschland
Abweichung des Mittel 2001-2010 vom Mittel 1981-2000



Wissenschaftliche Bearbeitung:
DWD, Abt. Klima- und Umweltberatung, Pf 30 11 90, 20304 Hamburg
Tel.: 040 / 66 90-19 22, eMail: klima.hamburg@dwd.de

Deutscher Wetterdienst
Wetter und Klima aus einer Hand

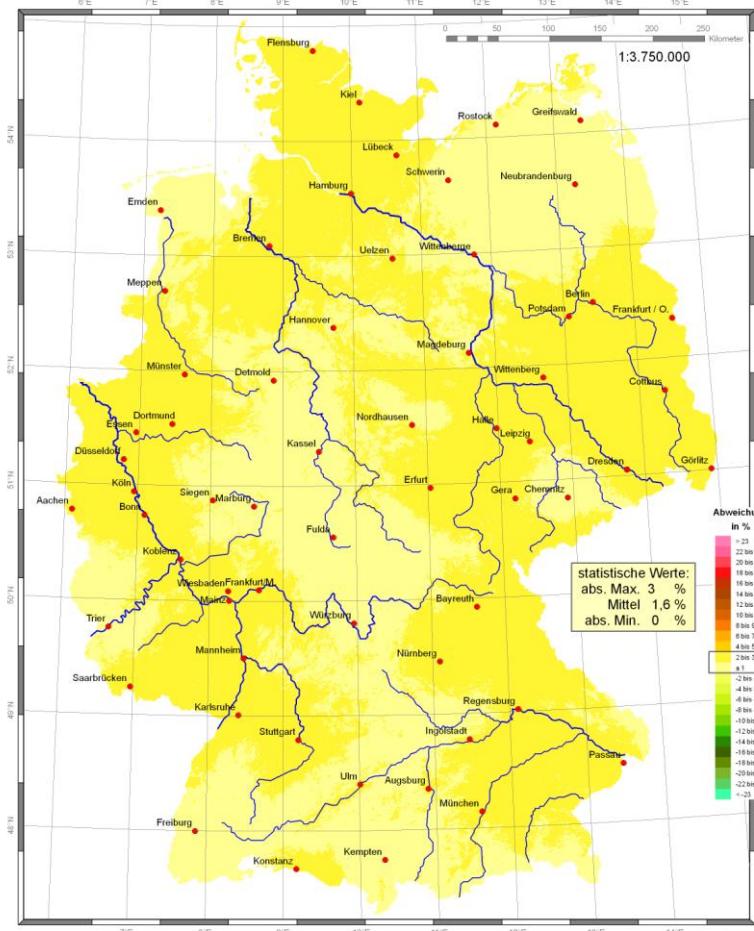
Globalstrahlung in der Bundesrepublik Deutschland
Mittlere Jahressummen, Zeitraum: 1981 - 2010



Wissenschaftliche Bearbeitung:
DWD, Abt. Klima- und Umweltberatung, Pf 30 11 90, 20304 Hamburg
Tel.: 040 / 66 90-19 22, eMail: klima.hamburg@dwd.de

Deutscher Wetterdienst

Globalstrahlung in der Bundesrepublik Deutschland
Abweichung des Mittel 1981-2010 vom Mittel 1981-2000

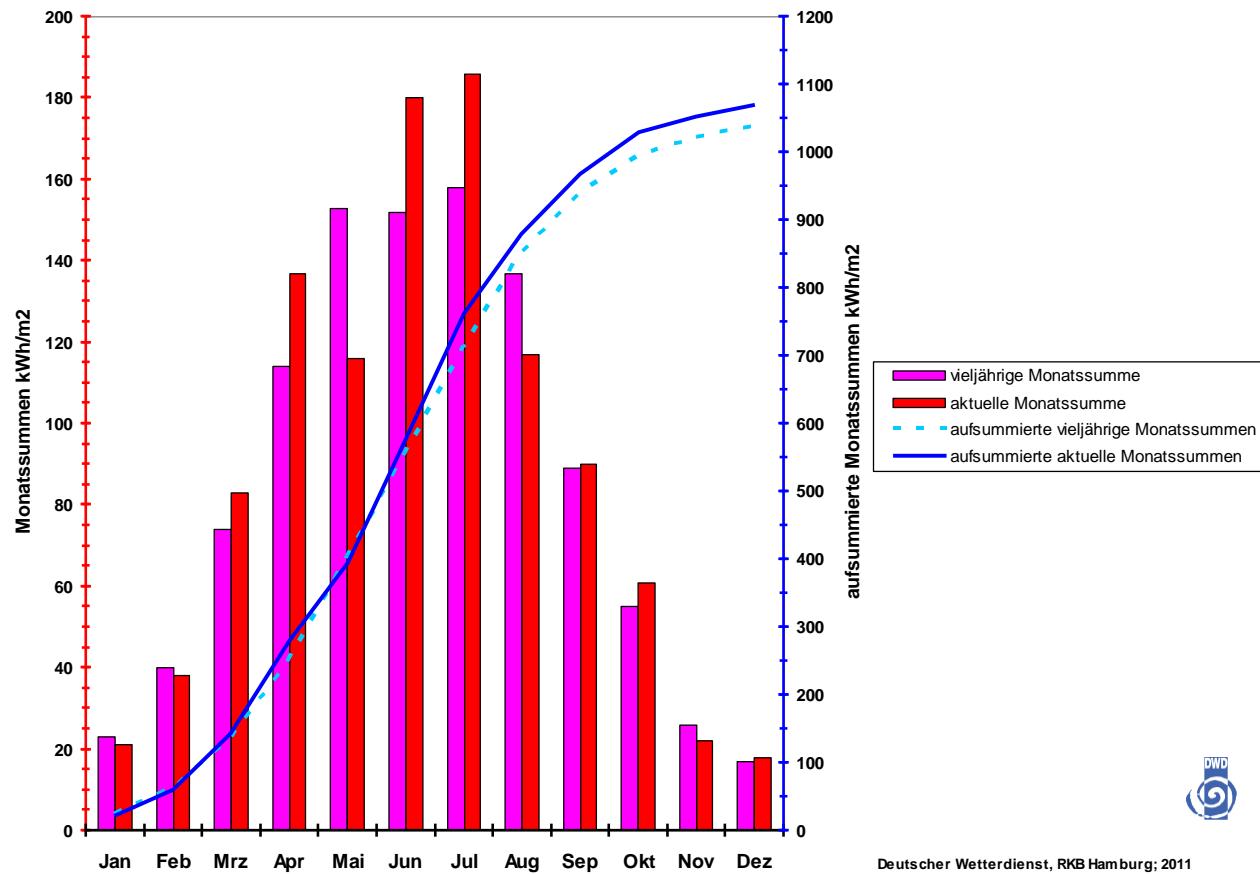


Themen

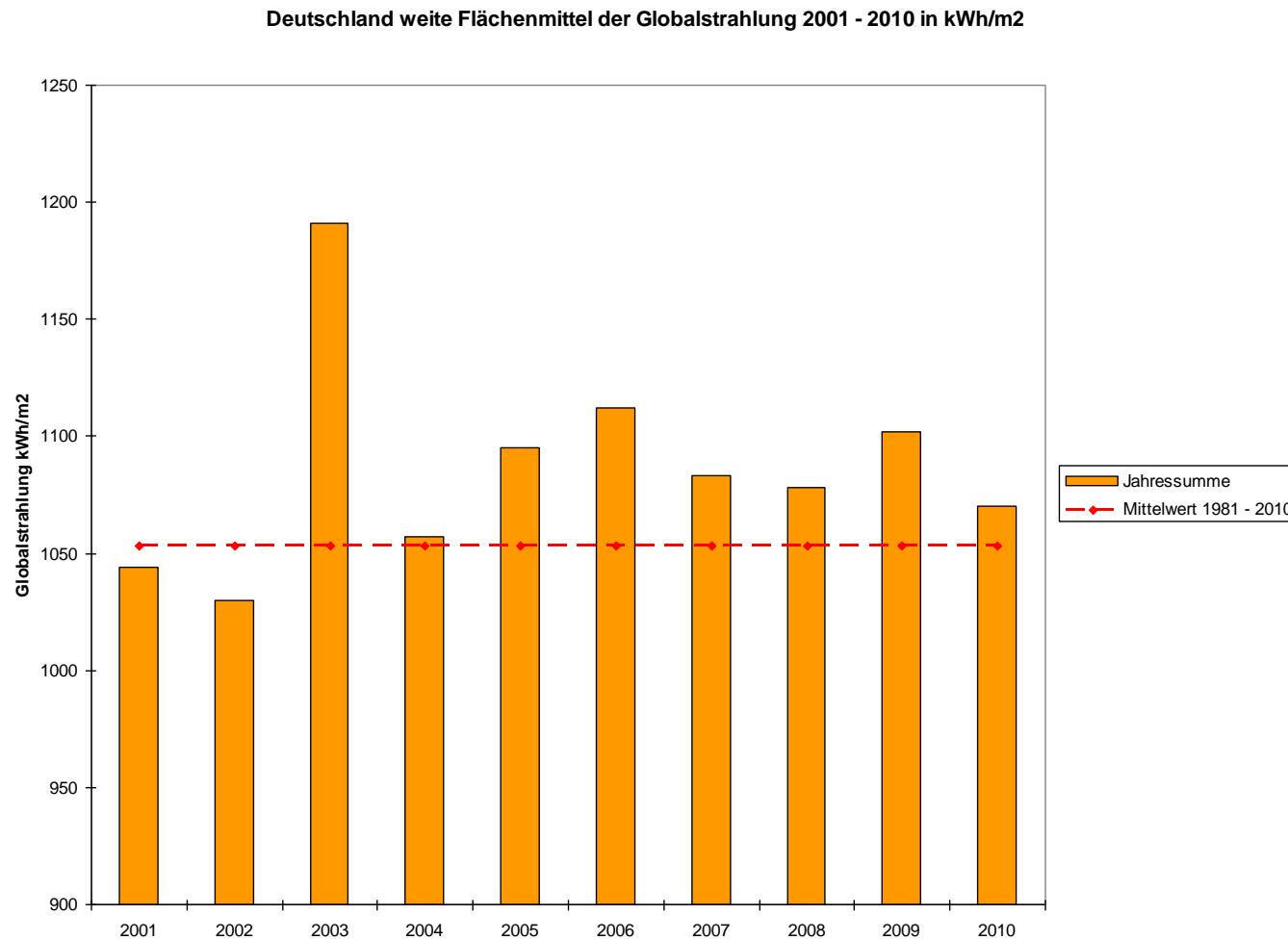
- 1 Globalstrahlungsmessungen (Stationsnetz)**
- 2 Satellitenabgeleitete Strahlungsdaten**
- 3 Rasterdaten**
- 4 Strahlungskarten Deutschland**
- 5 Zeitl. Entwicklung der Einstrahlung**

Zeitl. Entwicklung der Einstrahlung – 1 Jahr 2010

Abb. 2: Verlauf der Einstrahlung 2010 in Deutschland (Flächenmittel)
Vergleich aktuelles Jahr/vieljähriges Mittel

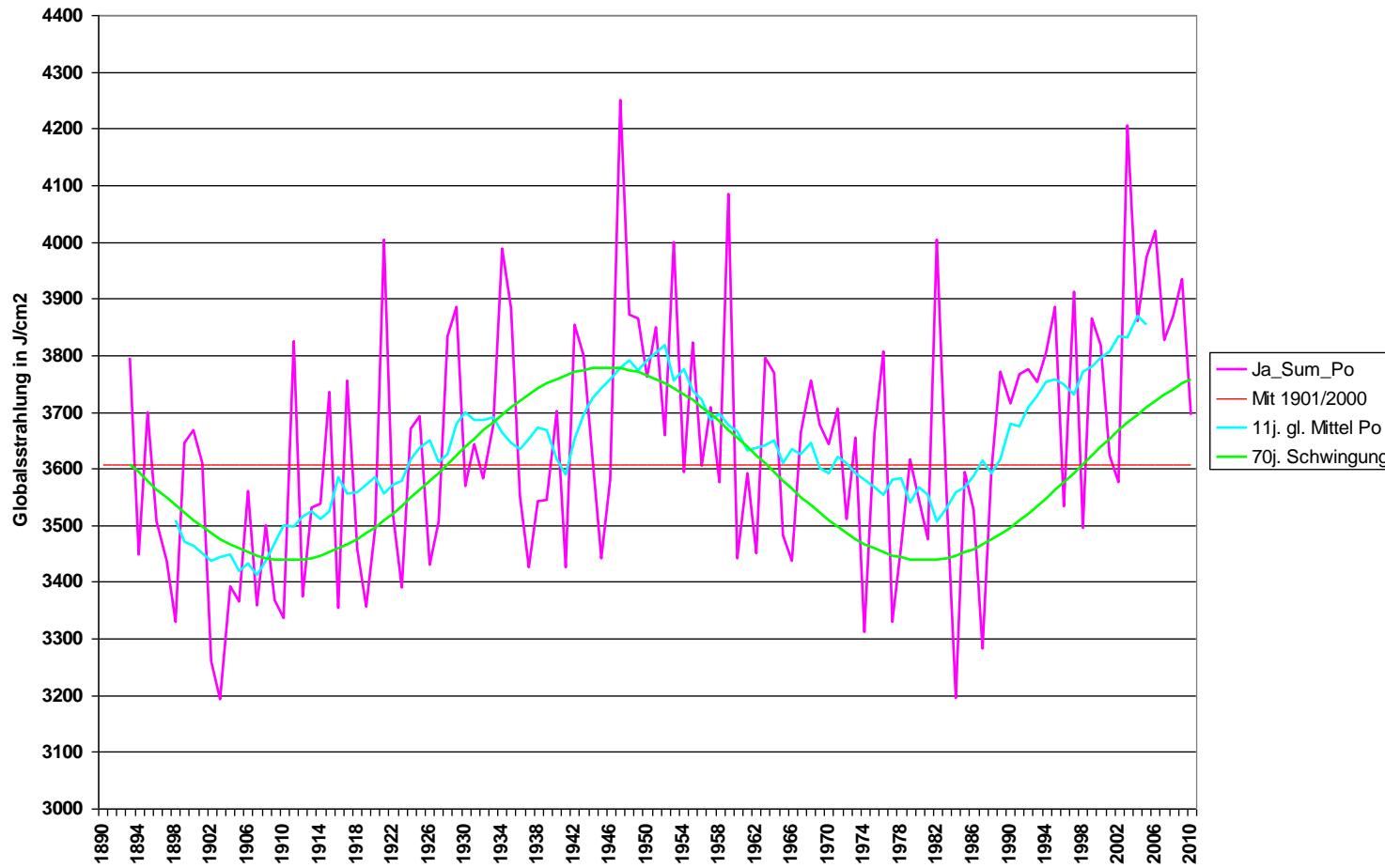


Zeitl. Entwicklung der Einstrahlung – 10 Jahr 2001 - 2010

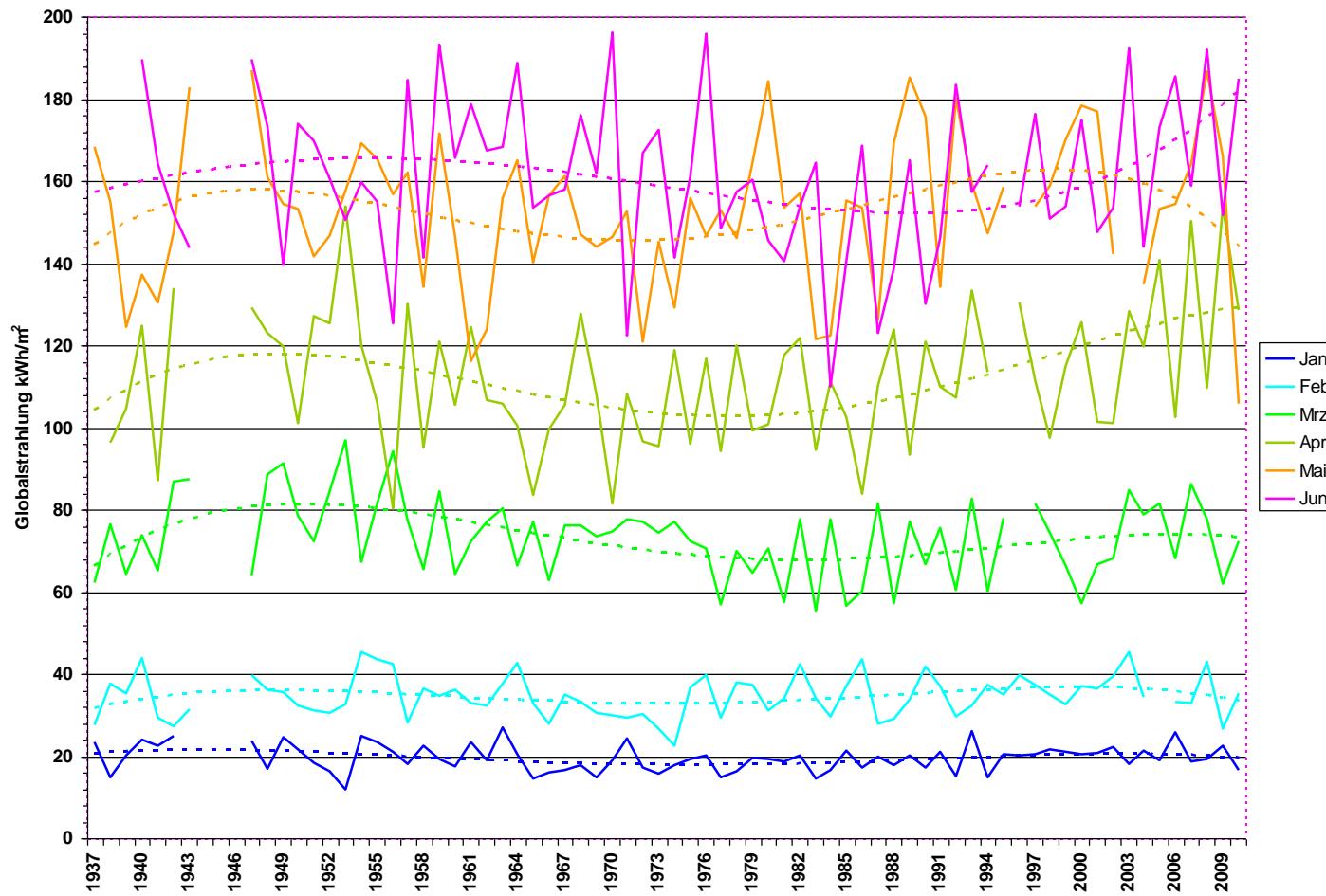


Zeitl. Entwicklung der Einstrahlung ~ 120 Jahre 1893 - 2010

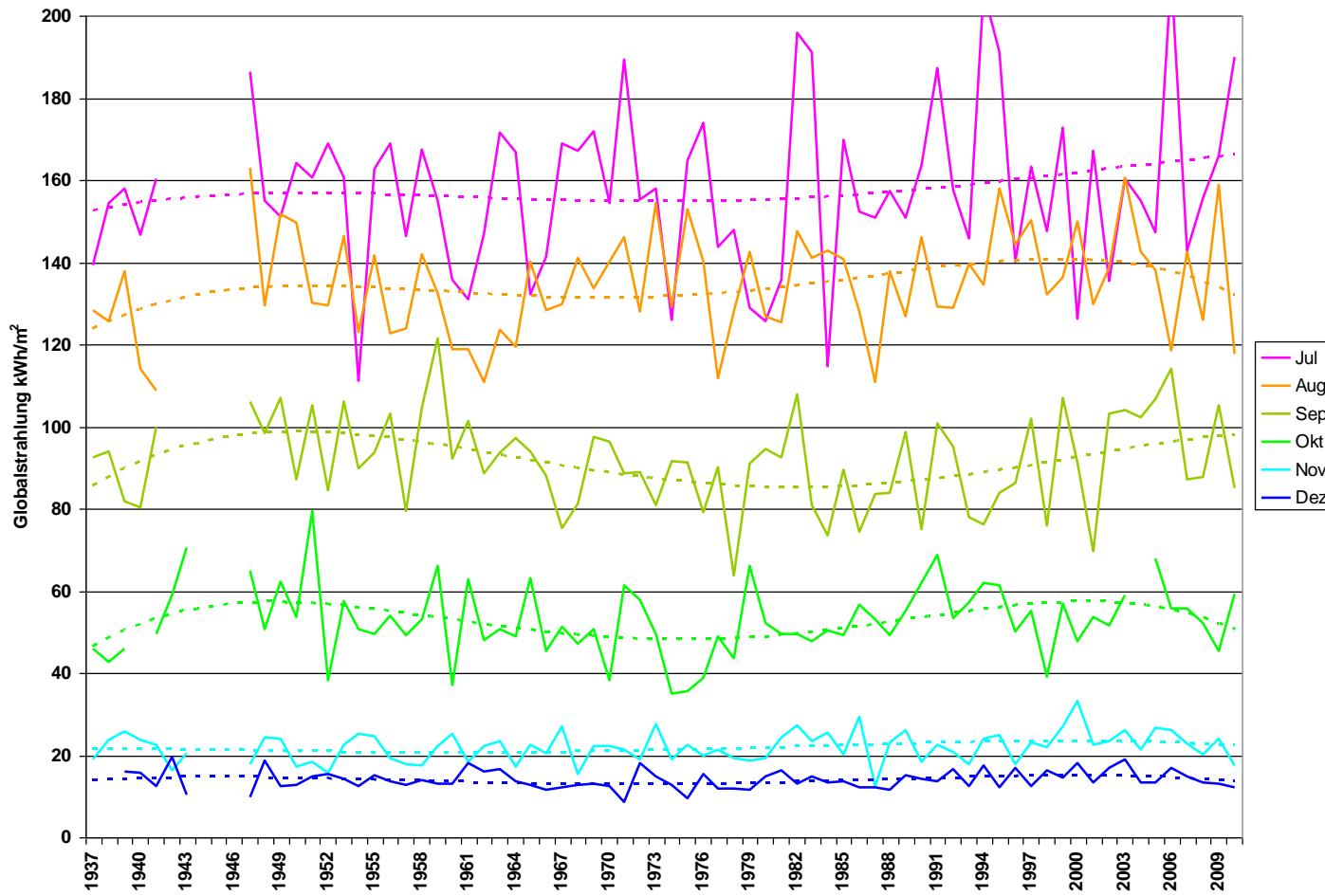
Entwicklung der Globalstrahlung 1893 - 2010, Station Potsdam



Zeitl. Entwicklung der Einstrahlung in den einzelnen Monaten Potsdam, 1937 – 2010 (1: Jan-Jun)



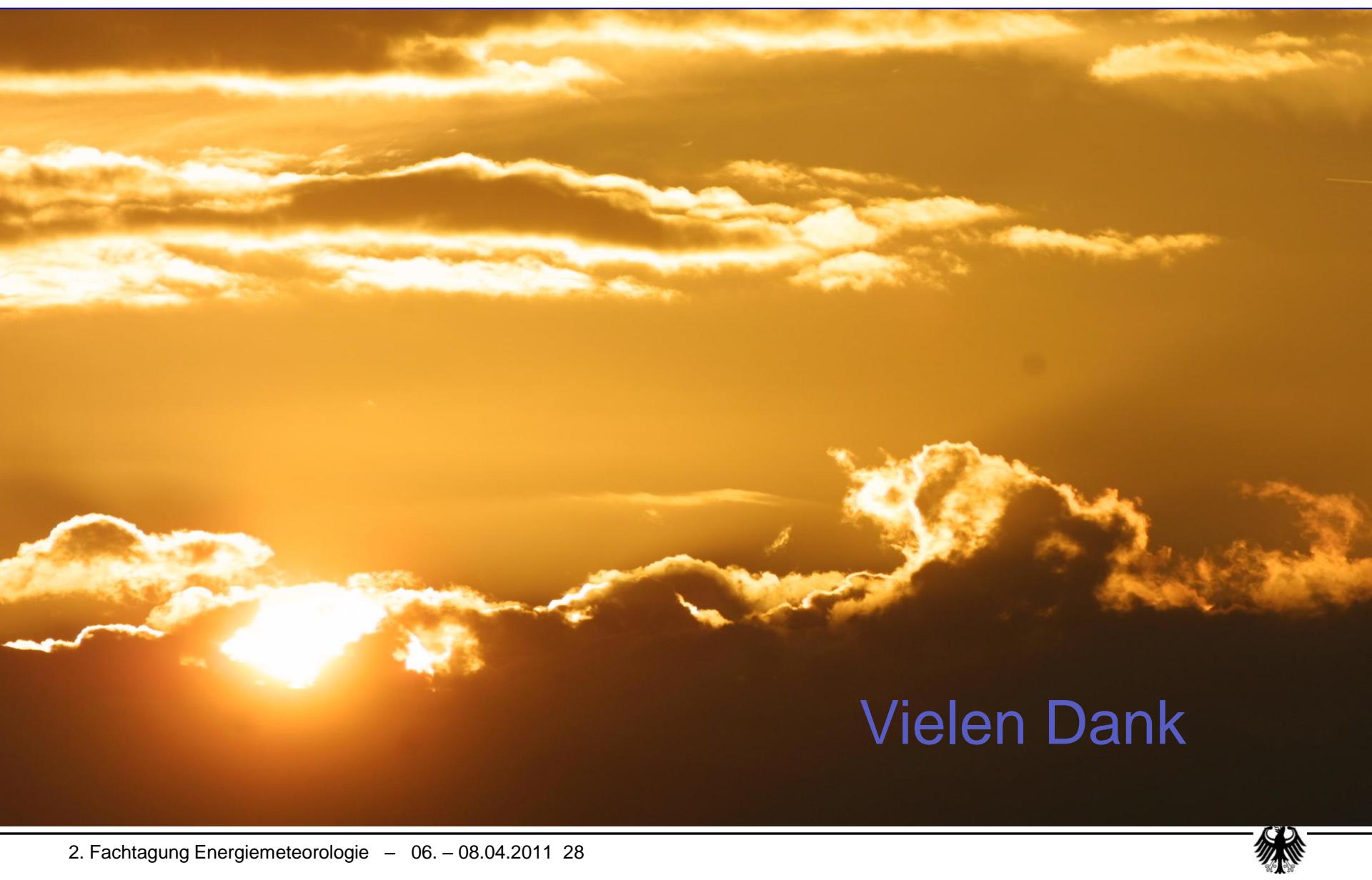
Zeitl. Entwicklung der Einstrahlung in den einzelnen Monaten Potsdam, 1937 – 2010 (2: Jul-Dec)



Unter www.dwd.de alle aktuellen (seit 1998) und langjährigen Strahlungskarten frei verfügbar (Monate, Jahre)

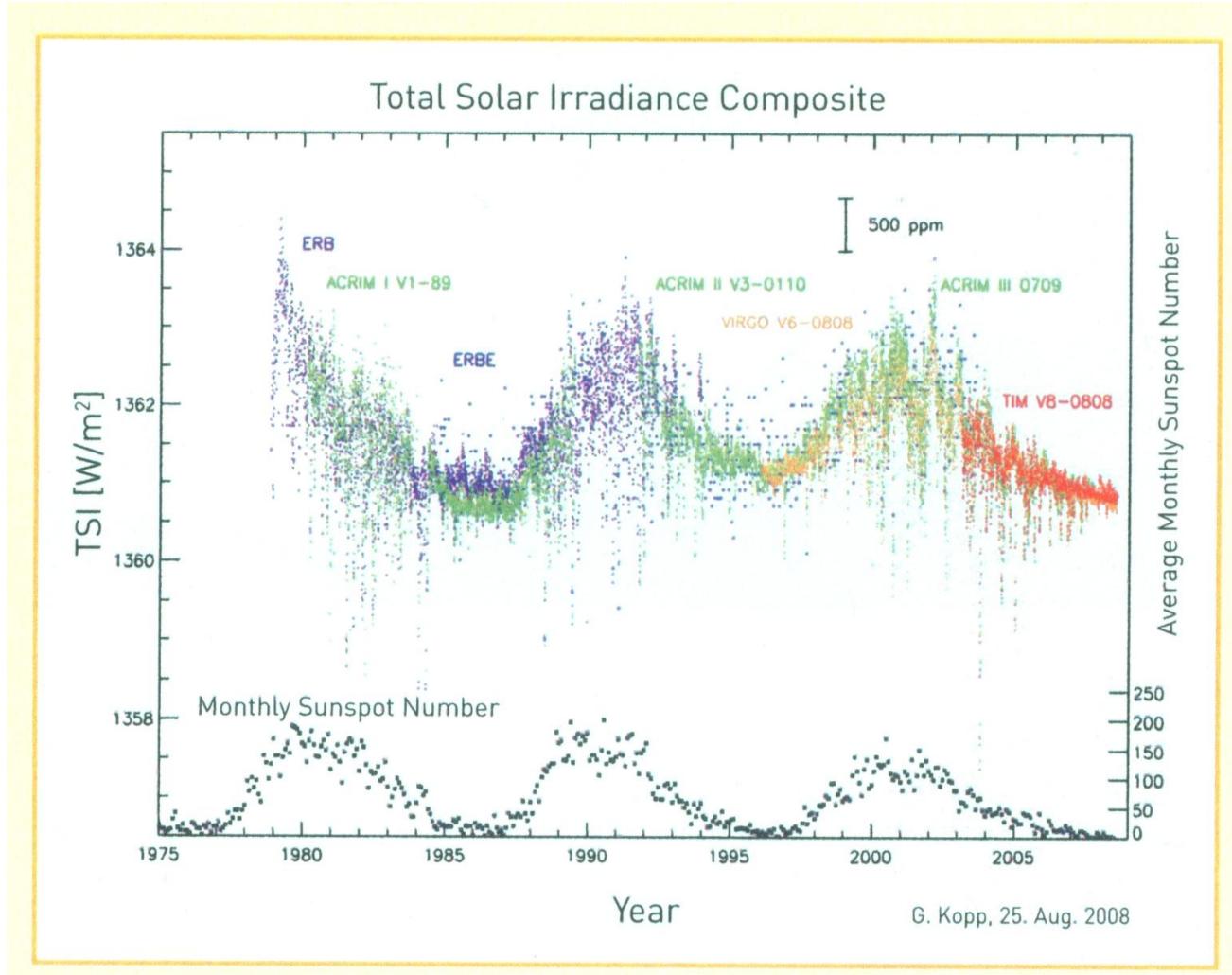
und demnächst auch

alle langjährigen Rasterdaten (Monate, Jahre)



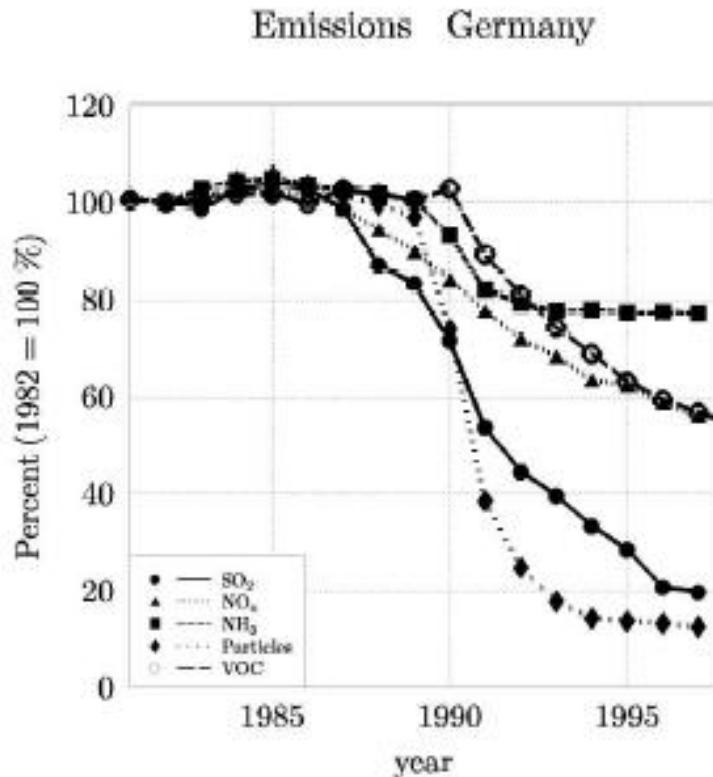
Vielen Dank

Abhangigkeit der Strahlungsleistung von der Sonnenfleckenzahl



Quelle: Raschke, E., 2009:
Klimawandel: Ist die Sonne schuld;
η [energie] 0109

Entwicklung der Emissionen in Deutschland



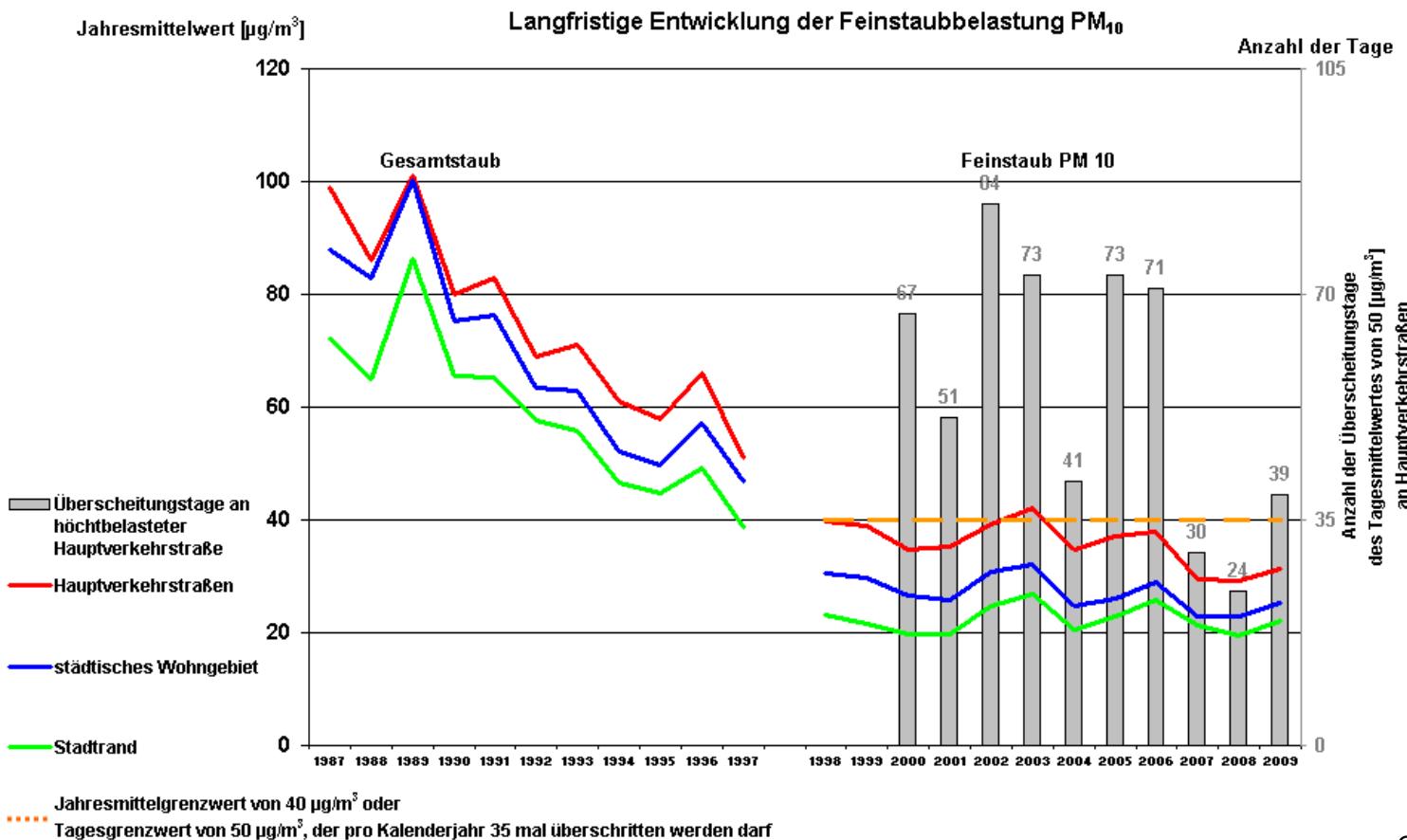
SO₂ : Reduction by more than 90%
 NO_x : Reduction by about 40%
 Particles: Reduction by more than 90%
 VOCs: Reduction by about 50%

Fig. 1. Emissions in Germany relative to the values of the year 1982.

Quelle:Wallsch, M., 2003:
EMEP-Assessment-Report

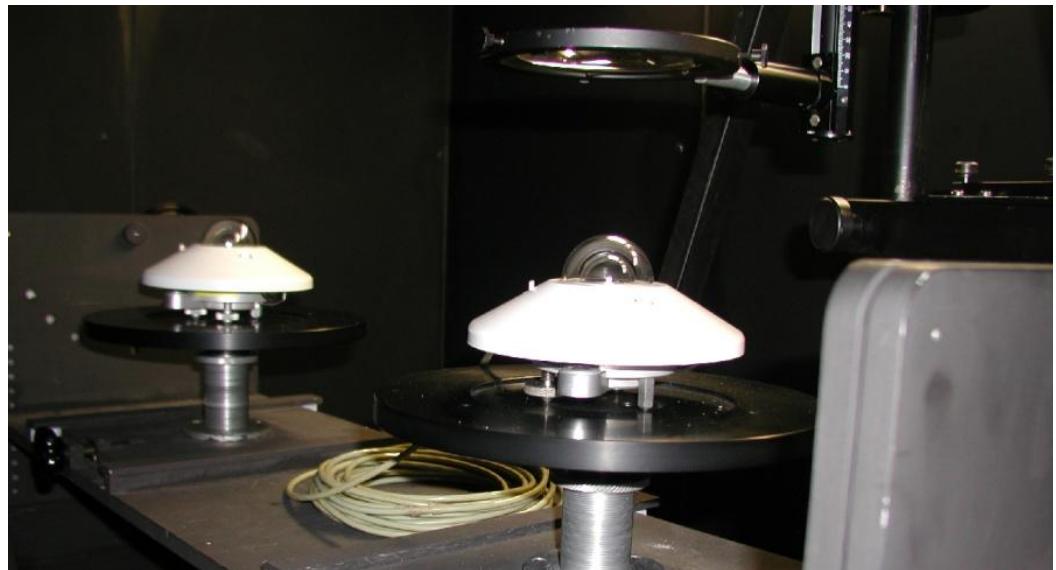
EMEP:European Monitoring and Evaluation Programme

Entwicklung der Feinstaubbelastung in Berlin



Quelle: www.berlin.de
> Luftqualität

Kalibrierungen im kurzwelligen Spektralbereich



kurzwellig im Labor

kurzwellig vor Sonne