

S-5 Sonnenschein

Basisinformationen

Inhalt	Veränderungen der Globalstrahlung und Sonnenscheindauer in Sachsen seit 1961
Klimawirkung	Die Globalstrahlung beeinflusst über die abgegebene Energie den Jahresgang der Lufttemperatur. Über die Temperatur beeinflusst sie die Verdunstung und nimmt dadurch direkten Einfluss auf den Wasserkreislauf (S-4 Grasreferenzverdunstung) und damit auf das potentielle Wasserdargebot (S-5 Potenzielles Wasserdargebot). Die Sonnenscheindauer beeinflusst die Strahlungsbilanz und bestimmt im Frühjahr unter anderem den Wachstumsbeginn wichtiger Kulturpflanzen.

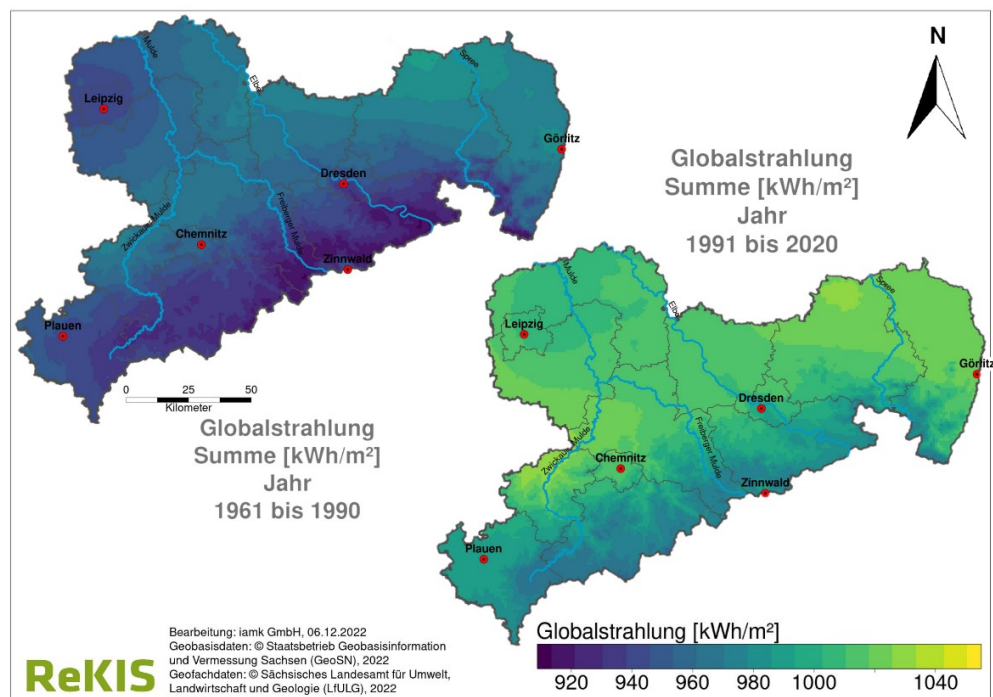
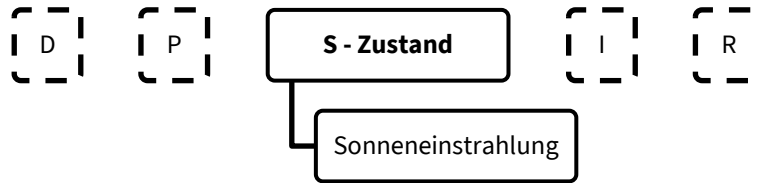


Abbildung 1: Flächendeckende Zunahme der Globalstrahlung in Sachsen im 30-jährigen Mittel zwischen 1961 bis 1990 und 1991 bis 2020.

Inhaltsbeschreibung	Globalstrahlung ist die gesamte auf eine horizontale Fläche auftreffende solare Strahlung und wird in der Meteorologie und Solarindustrie genutzt. Aus den jeweiligen Anwendungskontexten ergeben sich die mathematischen Einheiten, mit denen der Energiegehalt der Globalstrahlung angegeben wird. Globalstrahlung und Sonnenscheindauer sind zeitlichen und räumlichen Schwankungen unterworfen.
Befund	Globalstrahlung und Sonnenscheindauer sind in Sachsen tendenziell gestiegen. Ein signifikanter Trend konnte nicht festgestellt werden.
Inhaltlicher Rahmen	Sächsisches Klimafolgenmonitoring (Klimaentwicklung in Sachsen - Klima - sachsen.de)
Weitere Indikatoren im Handlungsfeld	S-1a Temperaturentwicklung, S-1b Ereignistage, S-2a Niederschlagsentwicklung, S-2b Starkregen, S-2c Schnee, S-3 Gras-Referenzverdunstung, S-4 Potenzielles Wasserdargebot

Einordnung und Systematik



DPSIR-Schema

Präambel	Es besteht die Möglichkeit inhaltlicher und methodischer Abweichungen der Indikatoren im sächsischen Klimafolgenmonitoring von denen anderer Monitoringsysteme. Grund dafür sind unter anderem die Indikatorherleitung und die verwendete Datengrundlage. Entsprechende Indikatoren sind dadurch nur eingeschränkt mit denen anderer Monitoringsysteme vergleichbar.
Bund	Monitoring der deutschen Anpassungsstrategie (DAS Monitoring) → kein Indikator Länderinitiative Kernindikatoren → kein Indikator
Andere Bundesländer	S-SO-1: Sonnenscheindauer (<u>Zweiter Monitoringbericht Thüringen LUBN</u>) I-EW-5: Photovoltaik-Stromerzeugung und Globalstrahlung (<u>Zweiter Monitoringbericht Thüringen LUBN</u>)
Sachsen	-
Thematischer Bezug	<u>Jahresrückblicke - Wetter trifft Klima (Klimaportal Sachsen)</u> <u>Regionales Klimainformationssystem (ReKIS)</u>

Materialien und Methoden

Indikator	Sonnenscheindauer in Stunden (h) Globalstrahlung in Watt je Quadratmeter (W/m ²) Globalstrahlungssumme in Kilowattstunde pro Quadratmeter (kWh/m ²)
Berechnungsvorschrift	Globalstrahlung (Momentane Einstrahlungsleistung) [6] $R_0 = 245 \cdot (9,9 + 7,08 \cdot \sin \zeta + 0,18 \cdot (\phi - 51) \cdot (\sin \zeta - 1))$ mit $\zeta = 0,0172 \cdot n - 1,39$ $n \rightarrow$ Der Tag im Jahr (1 bis 365; für Schaltjahre bis 366) $\phi \rightarrow$ geografische Breitengrad des Standorts Als Vereinfachung zur Berechnung der maximalen Sonnenscheindauer nach DWA Merkblatt [6]: $S_0 = 12,3 + \sin \zeta \cdot (4,3 + \frac{\phi - 51}{6})$ Die Globalstrahlung berechnet sich nun aus $RG = R_0 \cdot \left(a + b \cdot \frac{SD}{S_0} \right)$ mit den Koeffizienten a und b:

Tabelle 1: Jahresgang der Koeffizienten zur Berechnung der Globalstrahlung

	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
a	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
b	0,54	0,57	0,57	0,57	0,57	0,55	0,54	0,53	0,54	0,54	0,54	0,53

Globalstrahlung (Monatseintrag)

Globalstrahlung $\left(\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}\right) \rightarrow X * \text{Monatsstunden}/1000$

$X \rightarrow \text{momentane Einstrahlungsleistung in } \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$

$\text{Monatsstunden} \rightarrow \text{Anzahl Tage} * 24$

Sonnenscheindauer

Die Stationsdaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) und des Tschechischen Hydrometeorologischen Institutes (CHMI) verfügen über Daten zur Sonnenscheindauer. Für die polnischen Stationen liegen solche Informationen zum Zeitpunkt der Datenbeschaffung nicht vor. Allerdings stehen Daten zum Bedeckungsgrad an 19 Stationen zur Verfügung. Aus dem Bedeckungsgrad lässt sich die Sonnenscheindauer ableiten. Der Ableitung liegt die folgende Annahme zu Grunde: Der Bedeckungsgrad gibt die Reduzierung der maximal möglichen Sonnenscheindauer an. Wenn die maximal mögliche Sonnenscheindauer an einem Tag beispielsweise acht Stunden beträgt und der Bedeckungsgrad zwei Achtel beträgt, dann wird eine Sonnenscheindauer von sechs Stunden angenommen. Die Sonnenscheindauer berechnet sich über die folgenden Schritte:

$$d = 23.45 \cdot \sin(360/365 \cdot (284 + n)) \cdot 180/\pi$$

$d \rightarrow$ Deklinationswinkel, der Winkel, unter dem die Sonne zur Erdachse steht (abhängig von der Jahreszeit).

$n \rightarrow$ Der Tag im Jahr (1 bis 365; für Schaltjahre bis 366).

$23.45^\circ \rightarrow$ Die Schiefe der Ekliptik (der Winkel, um den die Erdachse geneigt ist)

$$\omega = \arccos(-\tan(\phi) \cdot \tan(d))$$

$\omega \rightarrow$ Stundenwinkel, der mit dem Breitengrad und Deklinationswinkel in Beziehung steht. Er beschreibt die Zeitspanne zwischen dem Sonnenhöchststand und Sonnenaufgang/-untergang.

$\phi \rightarrow$ geografische Breitengrad des Standorts

$$S_0 = 24/\pi \cdot \omega$$

$S_0 \rightarrow$ Maximal mögliche Sonnenscheindauer

$$SD = S_0 \cdot BG/8$$

Anschließend berechnet sich die tatsächliche Sonnenscheindauer aus dem Bedeckungsgrad und der maximalen Sonnenscheindauer.

Einschränkungen in der Interpretierbarkeit

Mit der verwendeten Datengrundlage können mikroklimatische Besonderheiten, nicht bzw. nur teilweise abgebildet werden. Dies gilt beispielsweise für den Stadteffekt oder stark gegliederte Räume wie Mittelgebirge. So kann an Standorten in einem Tal im Winter die Sonnenscheindauer selbst bei wolkenlosem Wetter Null betragen und trotzdem eine Globalstrahlung ermittelt werden. Bei der Ableitung der Indikatoren mit Hilfe mathematischer Modelle entsteht immer ein gewisser Fehler. Die Aussagekraft des errechneten Wertes ist damit nur innerhalb der durch das Modell definierten Ausgangsparameter vollumfänglich aussagekräftig und eine Anwendung unter abweichenden Gegebenheiten muss vorab geprüft werden.

Klimafolgenmonitoring

Zeitliche Auflösung Monat

Datenverfügbarkeit Daten und Karten sind im Regionalen Klimainformationssystem (ReKIS) frei zugänglich. Die Fortschreibung der Datengrundlage steht unter Vorbehalt der Projektfinanzierung

Ausblick Fortschreibung der Datengrundlage

Auswertung und Darstellung

Befund Globalstrahlung und Sonnenscheindauer sind in Sachsen tendenziell gestiegen. Ein signifikanter Trend konnte nicht festgestellt werden

Ergebnisbeschreibung Im sächsischen Flächenmittel (Tabelle 1) hat die Globalstrahlung in Sachsen zugenommen. Im 30-jährigen Mittel der Bezugsperiode (1991 – 2020) gegenüber der Klimareferenzperiode (1961 – 1990) betrug diese Zunahme 56 W/m^2 oder 5%. In der klimatologischen Tendenz der letzten Dekade (2011 – 2020) und darüber hinaus, setzt sich diese Entwicklung fort. Außer im Monat Oktober konnte ein Anstieg der Globalstrahlung ganzjährig festgestellt werden (Abbildung 1). Im Monat April zeigt sich ein vergleichsweise sprunghafter Anstieg im 30-jährigen Mittel der Bezugsperiode auf 157 W/m^2 (Abbildung 1).

Die Entwicklung der in Sachsen erfassten Sonnenstunden verhält sich analog zur Entwicklung der Globalstrahlung. In der Klimabezugsperiode zeigt sich gegenüber der Referenzperiode eine Zunahme der im Jahresdurchschnitt gezählten Sonnenstunden um 146 Tage (9%) (Tabelle 2). Abbildung 2 zeigt dabei einen sprunghaften Anstieg der verzeichneten Sonnenstunden im April und einen gleichmäßigen Anstieg während der Sommermonate bis September. Auch das 30-jährige Mittel der Sonnenscheindauer während der Wintermonate in der Bezugsperiode verzeichnet einen leichten Anstieg. Die beobachtete Entwicklung in der letzten Dekade zeigt für die Wintermonate ab Oktober hingegen eher eine Abnahme der Sonnenstunden (verglichen mit der Bezugsperiode) mit Ausnahme des Monats November.

Abbildungen

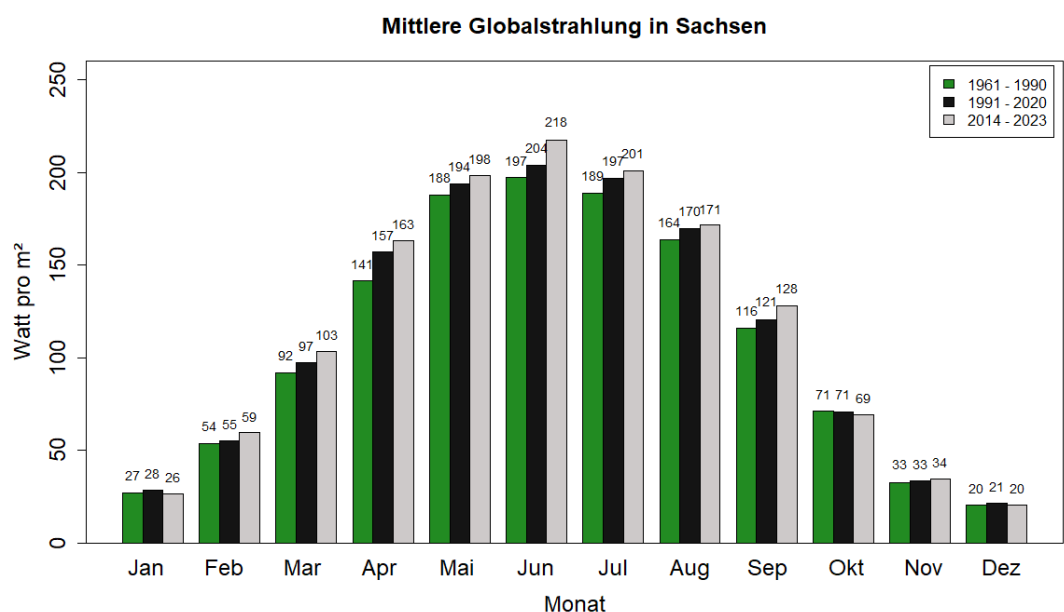


Abbildung 2: Die durchschnittliche monatliche Globalstrahlung für Sachsen als Leistungseintrag in W/m² für die klimatologischen Zeitbezüge 1961 bis 1990, 1991 bis 2020 und 2014 bis 2023.

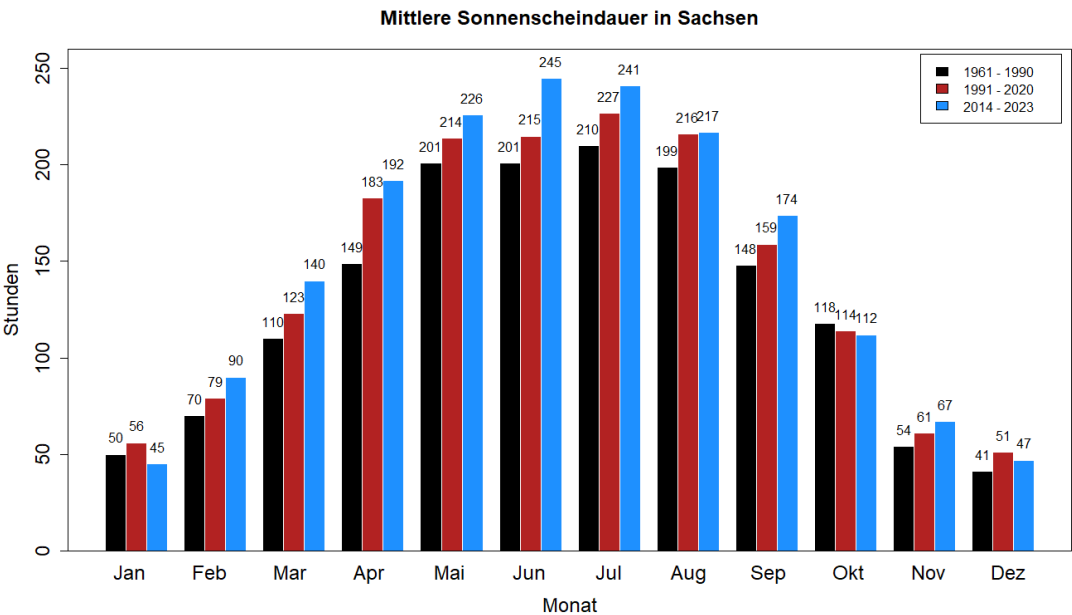


Abbildung 3: Die durchschnittliche monatliche Sonnenscheindauer für Sachsen in Stunden für die klimatologischen Zeitbezüge 1961 bis 1990, 1991 bis 2020 und 2014 bis 2023

Abbildung 4:

Entwicklung

Die Auswertung zeigt eine steigende Tendenz der Globalstrahlung und Sonnenscheindauer in Sachsen. Ein signifikanter Trend konnte derzeit nicht festgestellt werden.

Tabelle 2: Sächsische Flächenmittel

Zeitraum	Globalstrahlung (kWh/m²)	Sonnenscheindauer (h)
1961–1990	953	1550
1991–2020	+52 (5%)	+146 (+9%)
2011–2020	+77 (8 %)	+149 (+10%)

Literaturverzeichnis

1. DEUTSCHER WETTERDIENST, ERLÄUTERUNGEN ZUR SONNENSCHINDAUER, WETTER UND KLIMA - DEUTSCHER WETTERDIENST - ÜBERSICHT - ERLÄUTERUNGEN ZUR SONNENSCHINDAUER, LETZTER ZUGRIFF 17.12.2024
2. DEUTSCHER WETTERDIENST, GLOBALSTRAHLUNG IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND, WETTER UND KLIMA – DEUTSCHER WETTERDIENST – LEISTUNGEN – GLOBALSTRAHLUNG (MITTLERE 30-JÄHRIGE MONATS- UND JAHRESSUMMEN), LETZTER ZUGRIFF 17.12.2024
3. SMEKUL SACHSEN, 2021, ENERGIE UND KLIMAPROGRAMM 2021, ENERGIE- UND KLIMAPROGRAMM SACHSEN 2021 UND DAZUGEHÖRIGER EKP-MAßNAHMENPLAN - ENERGIE - SACHSEN.DE, LETZTER ZUGRIFF 15.10.2024
4. SMEKUL SACHSEN, 2023, MAßNAHMEPLAN ZUM ENERGIE UND KLIMAPROGRAMM 2021, STAND 4. JULI 2023, LFULG SACHSEN, ENERGIE- UND KLIMAPROGRAMM SACHSEN 2021 UND DAZUGEHÖRIGER EKP-MAßNAHMENPLAN - ENERGIE - SACHSEN.DE, LETZTER ZUGRIFF 15.10.2024

Klimafolgenmonitoring

5. KÖRNER P, MODEROW U, 2024, ABLEITUNG VON PRODUKTEN AUS COPERMICUS-DATEN FÜR KOMMUNALE BEDARFE UND DAS KLIMAFOLGEN-MONITORING: FORTSCHREIBUNG DES KLIMA-REFERENZDATENSATZES ZUR VERSION 3.0 ZUR VERWENDUNG IM KLIMAFOLGENBEREICH, SCHRIFTENREIHE DES LFÜLG ()
6. DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL E.V, 2024, MERKBLATT DWA-M 504-2 „ERMITTLUNG DER VERDUNSTUNG VON LAND- UND WASSERFLÄCHEN – TEIL 2: BERECHNUNGSVERFAHREN DER LANDVERDUNSTUNG“, 171 SEITEN, HENNEF, PRINT: ISBN 978-3-96862-761-8, E-Book: ISBN 978-3-96862-762-5

Glossar

DAS – Deutsche Anpassungsstrategie

LiKi – Länderinitiative Kernindikatoren

Autor: Katrin Hermasch, Dominik Rumpf, Daniel Hertel; Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie; Abteilung 5; Referat 55; Telefon: 0351 2612-5502; E-Mail: FachzentrumKlima@lfulg.sachsen.de; Redaktionsschluss: 20.12.2024: www.lfulg.sachsen.de