

Klimafolgenmonitoring

S-3 Grasreferenzverdunstung

Basisinformationen

Inhalt	Zeitliche Entwicklung der Grasreferenzverdunstung (GR) in Sachsen
Klimawirkung	Die Verdunstung wirkt sich über die klimatische Wasserbilanz (Sogwirkung der Atmosphäre) auf das potentielle Wasserdargebot und damit auf die Wasserverfügbarkeit aus. Zudem geht über die Verdunstung von mit Vegetation oder Wasser bedeckten Oberflächen ein kühlender Effekt der bodennahen Luftschichten aus.

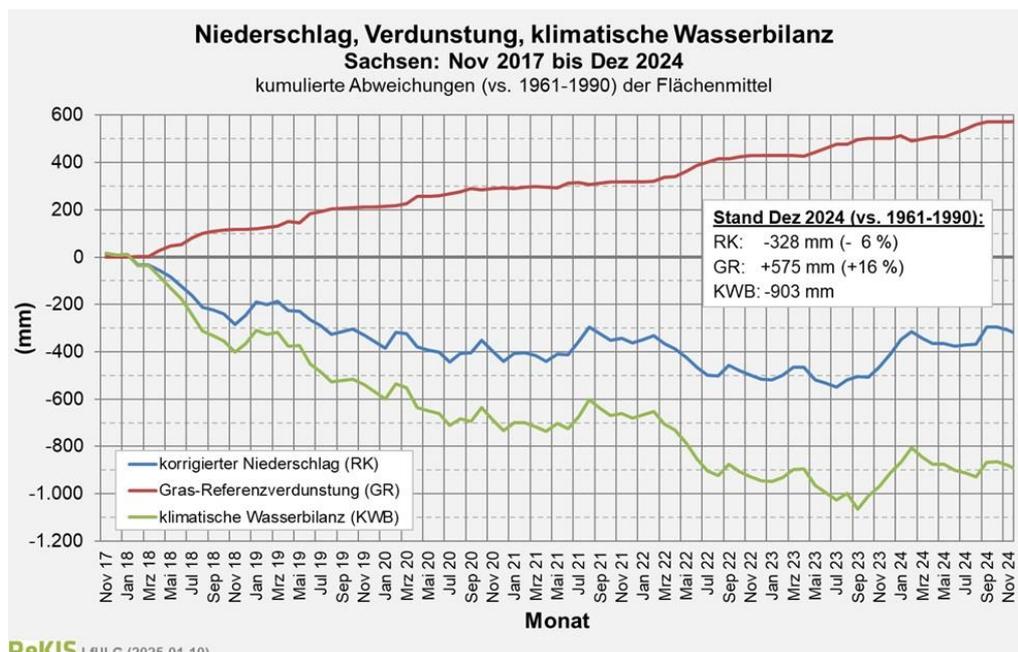
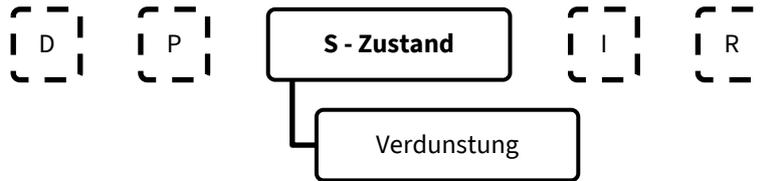


Abbildung 1: Die Rote Ganglinie zeigt die Entwicklung der Grasreferenzverdunstung (GR) von November 2017 bis Dezember 2024 im Sächsischen Flächenmittel. Gegenüber der Klimareferenzperiode summierte sich die Abweichung der GR auf 575 Millimeter auf.

Inhaltsbeschreibung	Die GR ist eine abgeleitete Größe (rechnerische Verdunstung die theoretisch bei den gegebenen atmosphärischen Bedingungen möglich wäre) für den standardisierten Vergleich über verschiedene Zeiträume und Regionen oder über andere Oberflächen. Die GR beschreibt das Sättigungsdefizit der Atmosphäre. Hohe Werte weisen auf eine hohe Wasserdampfaufnahmefähigkeit der Atmosphäre hin, in deren Folge die Landoberfläche mit Verdunstung reagiert.
Befund	Mit der Temperaturerhöhung einhergehend nimmt die Grasreferenzverdunstung zu.
Inhaltlicher Rahmen	Sächsisches Klimafolgenmonitoring (Klimaentwicklung in Sachsen - Klima - sachsen.de)
Weitere Indikatoren im Handlungsfeld	S-1 Temperaturentwicklung, S-1b Ereignistage, S-2a Niederschlagsentwicklung, S-2b Starkregen, S-2c Schnee, S-4 Potenzielles Wasserdargebot, S-5 Sonnenschein

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	<u>4.2 Evapotranspiration (Klimaatlas NRW, LANUV)</u>
Sachsen	Energie- und Klimaprogramm Sachsen 2021 Maßnahmenplan zur Umsetzung des EKP 2021, Nummer 9.03
Thematischer Bezug	Jahresrückblicke - Wetter trifft Klima - Klima - sachsen.de Aktuelle Meteorologische Situation (ReKIS Sachsen)

Materialien und Methoden

Indikator Grasreferenzverdunstung in Millimeter (mm)

Berechnungsvorschrift

Die Berechnung von Tageswerten der Gras-Referenzverdunstung erfolgt auf der Grundlage der Penman-Monteith-Beziehung. [1, 2]

$$GR = \frac{s \cdot RN^*}{s + \gamma^*} + \frac{90 \cdot \gamma}{s + \gamma^*} \cdot FM_2 \cdot \frac{e_s}{273 + TM} \cdot \left(1 - \frac{RF}{100\%}\right)$$

$S \rightarrow$ Steigung der Sättigungsdampfdruckkurve

$\gamma \rightarrow$ Psychrometerkonstante 0,65 hPa/K

$\gamma^* \rightarrow$ modifizierte Psychrometerkonstante 0,65 hPa/K

$FM_2 \rightarrow$ Mittlere Windgeschwindigkeit in 2 Metern Höhe

$RN^* \rightarrow$ Verdunstungsäquivalent der Nettostrahlung

Die dafür nötigen Eingangsgrößen werden wie folgt berechnet:

$$\gamma^* = \gamma \cdot (1 + 0,34 \cdot FM_2)$$

$$RN^* = 0,004 \cdot RN$$

Nettostrahlung (RN)

$$RN = (1 - \alpha) \cdot RG - \sigma \cdot (TM + 273,15)^4 \cdot \left(0,1 + 0,9 \cdot \frac{SD}{S_0} \cdot (0,34 - 0,044 \cdot \sqrt{DD})\right)$$

$\alpha \rightarrow$ Albedo von 0,23

$\sigma \rightarrow$ Stefan-Boltzmann-Konstante

Die Begriffe Flächenmittel und Mittel werden in der Auswertung synonym verwendet.

Klimafolgenmonitoring

Einschränkungen in der Interpretierbarkeit

Die Grasreferenzverdunstung (GR) gibt die rechnerische Verdunstung bei uneingeschränkter Wasserverfügbarkeit auf einer standardisierten grasbewachsenen Fläche an. Die tatsächliche Verdunstung ist jedoch aufgrund meist eingeschränkter Wasserverfügbarkeit und variierender Flächeneigenschaften (u.a. Landbedeckung und Bodeneigenschaften) in der Regel geringer. Unterschiedlicher und heterogener Bewuchs, beispielsweise Bewaldung und pflanzeneigene Aktivitäten (zum Beispiel Hitze- und Trockenstress) in Folge hoher Temperaturen und Wassermangel, werden in der Rechnung nicht berücksichtigt. Dadurch ist die Aussagekraft des Indikators vor allem in den durch die Standardisierung definierten Grenzen gültig.

Datengrundlage	Klima-Referenzdatensatz Sachsen 1961 – 2020[1], 370 Messstationen, Raster (1 km x 1 km)
Zeitliche Auflösung	Tag
Datenverfügbarkeit	Daten und Karten sind im <u>Regionalen Klimainformationssystem (ReKIS)</u> frei zugänglich. Die Fortschreibung der Datengrundlage steht unter Vorbehalt der Projektfinanzierung
Ausblick	Fortschreibung der Datengrundlage

Auswertung und Darstellung

Befund	Mit der Temperaturerhöhung einhergehend nimmt die Grasreferenzverdunstung zu.
Ergebnisbeschreibung	<p>Gegenüber der Klimareferenzperiode ist das 30-jährige Mittel der GR während der Bezugsperiode 1991 bis 2020 in der Summe um 48 mm (8 %) angestiegen. In diesen Anstieg fallen die Jahre 2010 bis 2020, die sogenannte letzte Dekade. Betrachtet man nur diesen Zeitraum stieg die mittlere GR-Jahressumme um 64 mm (11 %) gegenüber der Klimareferenzperiode (Tabelle 1 unten). Damit übersteigt der Anstieg in der letzten Dekade das 30-jährige Mittel der Bezugsperiode und ist ein grobes Maß für die Zunahme der Intensität der atmosphärischen Zehrwirkung.</p> <p>Aufgrund der Temperaurabhängigkeit der GR fällt diese in den Sommermonaten höher aus, als im Winter; 482 im wasserhaushaltlichen (WHH) Sommer und 117 mm im WHH Winter während der Klimareferenzperiode. Die sommerliche GR verteilt sich dabei gleichmäßig über die Vegetationsperioden 1 und 2 (VP I – Apr. bis Jun., VP II – Jul. Bis Sep.). Der Anstieg der GR in der VP I während der Bezugsperiode ist gegenüber dem Anstieg der GR in der VP II nur leicht erhöht (siehe Tabelle 1 unten). Auch im WHH Winter konnte ein Anstieg der GR gegenüber der Klimareferenzperiode festgestellt werden.</p> <p>Die Abbildungen 2 bis 4 zeigen dabei die flächenhafte Verteilung der Grasreferenzverdunstung über Sachsen. Die Veränderungen der GR sind regional unterschiedlich. Regionen in Mittelsachsen verzeichneten einen stärkeren Anstieg der GR als im Erzgebirge. Um Rückschlüsse auf die tatsächliche Wasserverfügbarkeit zu ziehen, ist die Betrachtung der klimatischen Wasserbilanz (Indikator S-5 Potenzielles Wasserdargebot) notwendig.</p>

Abbildungen

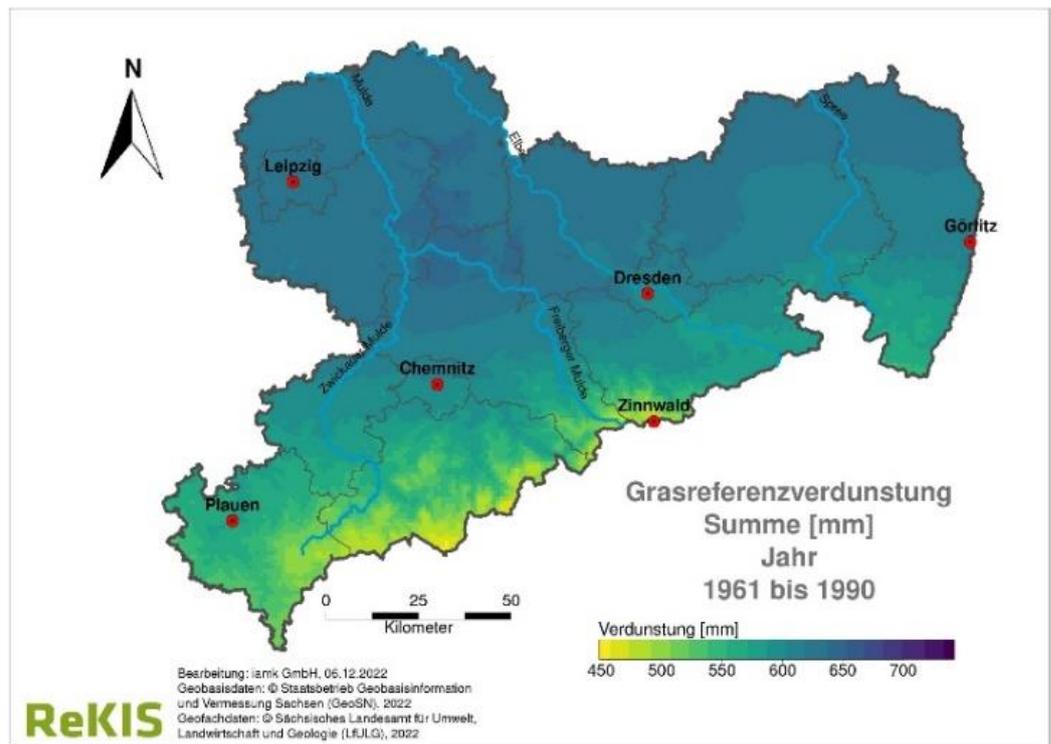


Abbildung 2: Mittlere GR-Jahresverdunstung in Sachsen als 30-jähriges Mittel der Klimareferenzperiode (1961 – 1990)

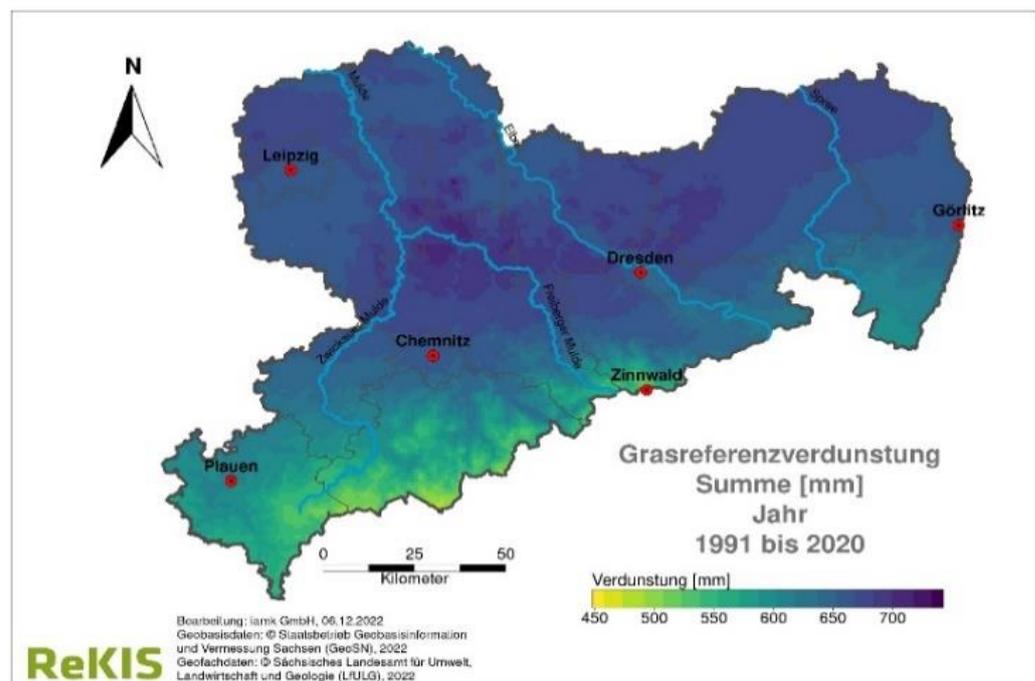


Abbildung 3: Mittlere GR-Jahresverdunstung in Sachsen im 30-jährigen Mittel der Bezugsperiode für Sachsen (1991 - 2020).

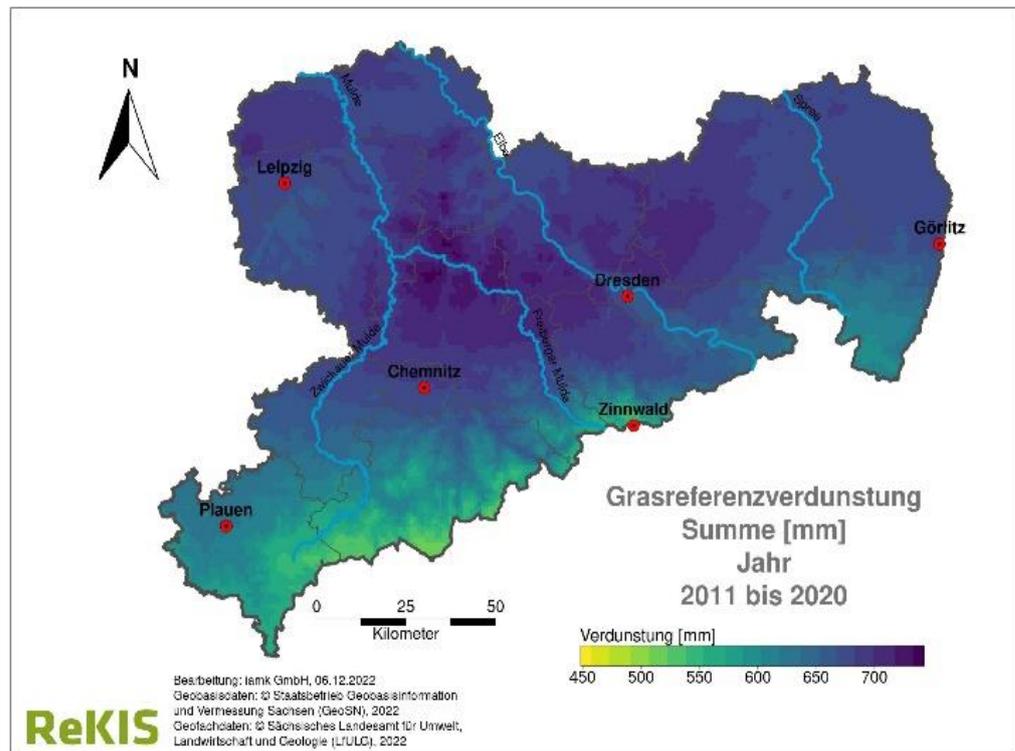


Abbildung 4: Mittlere GR-Jahresverdunstung in Sachsen im dekadischen Mittel (2011 -2020) für Sachsen.

Entwicklung

Tabelle 1: Mittlere Summen der Grasreferenzverdunstung in der Klimareferenzperiode für ausgewählte Bezugszeiträume, sowie absolute und relative Abweichungen in der Bezugsperiode und letzten Dekade.

	1961 – 1990	1991 – 2020	2011 – 2020
Kalenderjahr	598 mm	+48 mm (+8%)	+ 64 mm (+11 %)
VP I (April – Juni)	238 mm	+ 25 mm (+11 %)	+ 32 mm (+13 %)
VP II (Juli – Sept.)	243 mm	+ 20 mm (+8 %)	+ 29 mm (+12 %)
WHH Sommer (April–Sept.)	482 mm	+44 mm (+9 %)	+60 mm (+13 %)
WHH Winter (Oktober–März)	117 mm	+4 mm (+3 %)	+5 mm (+5 %)

Unter den derzeitigen und projizierten Entwicklungen (S-1 Lufttemperatur) wird sich auch die zunehmende Tendenz der GR weiter fortsetzen.

Literaturverzeichnis

1. KÖRNER P, VOROBEVSKII I, KRONENBERG R, HOMOUDI A, 2022, ERZEUGUNG EINES LÜCKENLOSEN STATIONSBASIERTEN UND RASTERBASIERTEN KLIMA-REFERENZDATENSATZES FÜR SACHSEN FÜR DEN ZEITRAUM 1961 BIS 2020, SCHRIFTENREIHE DES LFULG (18)

Klimafolgenmonitoring

2. 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 LAND-VERDUNSTUNG“, 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

Vegetationsperiode

Der Zeitraum in dem die klimatischen Bedingungen aktives Pflanzenwachstum zulassen

Autor: Katrin Hermasch, Florian Kerl, Daniel Hertel; Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie; Abteilung 5; Referat 55; Telefon: 0351 2612-5502; E-Mail: FachzentrumKlima.lfulg@smekul.sachsen.de; Redaktionsschluss: 08.01.2025: www.lfulg.sachsen.de