

I. Basisinformation	
Kontakt:	LfULG, Referat 55 Fachzentrum Klima <a href="mailto:FachzentrumKlima.lfulg@smekul.sachsen.de">FachzentrumKlima.lfulg@smekul.sachsen.de</a>
Letzte Aktualisierung:	11/2023
Fortschreibungsturnus:	voraussichtlich alle 5 Jahre
Interne Nummer: S-4	Entwicklung der Grasreferenzverdunstung in Sachsen
Kurzbeschreibung und Einheit:	Zeitliche Entwicklung der Jahressumme der Grasreferenzverdunstung (mm) in Sachsen.
Berechnungsvorschrift:	<p>Berechnung Grasreferenzverdunstung Berechnung auf Grundlage der FAO-Penman-Monteith-Formel für eine stetig feuchte mit 12 cm hohem Gras bewachsene Fläche<sup>2</sup>.</p> $GR = \frac{Rn^* \cdot s}{s + \gamma^*} + \frac{90 \cdot \gamma}{s + \gamma^*} \cdot FF(2m) \cdot \frac{DD_s}{TM + 273} \cdot \left(1 - \frac{RF}{100}\right)$ <p> <i>TM</i> Lufttemperatur (°C)  <i>RF</i> relative Feuchte (%)  <i>FF(2m)</i> Windgeschwindigkeit im 2m über Geländeoberfläche (m/s), s.o.  <i>DD<sub>s</sub></i> Sättigungsdampfdruck (hPa), s.o.  <i>s</i> Steigung der Sättigungsdampfdruckkurve (hPa/K) </p> $s = DD_s \cdot \frac{6123}{(243,12 + TM)^2}$ <p> <i>γ</i> Psychrometerkonstante <i>γ</i> = 0,65 hPa/K  <i>γ*</i> modifizierte Psychrometerkonstante (hPa/K)  <math>\gamma^* = \gamma \cdot (1 + 0,34 \cdot FF(2m))</math> </p> <p> <i>Rn*</i> Verdunstungsäquivalent der Nettostrahlung (mm)  <math>Rn^* = Rn_k^* - Rn_l^*</math> </p> $Rn_k^* = 0,77 \cdot \frac{GS}{249,8 - 0,242 \cdot TM}$ $Rn_l^* = (10,8 + 0,205 \cdot TM) \cdot \left(0,1 + 0,9 \cdot \frac{SD}{S_0}\right) \cdot (0,34 - 0,044 \cdot \sqrt{DD})$ <p> <i>GS</i> Globalstrahlung (J/cm<sup>2</sup>), s.o.  <i>DD</i> Dampfdruck (hPa), s.o.  <i>SD</i> Sonnenscheindauer (h), s.o.  <i>S<sub>0</sub></i> astronomisch mögliche Sonnenscheindauer (h), s.o.  <i>Rn<sub>k</sub>*</i> Verdunstungsäquivalent der kurzwelligen Einstrahlung (mm)  <i>Rn<sub>l</sub>*</i> Verdunstungsäquivalent der langwelligen Ausstrahlung (mm) </p>
Interpretation des Indikatorwertes:	<p>Die Grasreferenzverdunstung ist eine abgeleitete Größe und beschreibt das Sättigungsdefizit der Atmosphäre. Hohe Werte der Grasreferenzverdunstung weisen auf ein hohes energetisches Potenzial der Atmosphäre hin, in deren Folge die Landoberfläche mit Verdunstung reagiert. Die Grasreferenzverdunstung gibt die Verdunstung bei uneingeschränkter Wasserverfügbarkeit auf einer standardisierten Fläche an. Die tatsächliche Verdunstung ist jedoch aufgrund eingeschränkter Wasserverfügbarkeit und variierender Flächeneigenschaften (u.a. Landbedeckung und Bodeneigenschaften) geringer.</p> <p>Die Grasreferenzverdunstung ist eine zentrale Eingangsgröße zur Berechnung der klimatischen Wasserbilanz (State-Indikator S-5).</p>

II. Einordnung	
DPSIR	State
Handlungsfeld:	Atmosphäre
Themenfeld:	Atmosphärische Gegebenheiten/Verdunstung
Klimawirkung:	Die Verdunstung wirkt sich über die klimatische Wasserbilanz 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.
Schwächen:	Die Grasreferenzverdunstung geht von einer einheitlichen Vegetationsdecke aus. Unterschiedlicher und heterogener Bewuchs z.B. Bewaldung und pflanzenphysiologische Aktivitäten in Folge hoher Temperaturen und Wassermangel werden in der Rechnung nicht berücksichtigt. Dadurch ist die Aussagekraft des Indikators limitiert.
III.	
Referenz auf andere Indikatorenssysteme:	<a href="#">Evapotranspiration (LANUV NRW)</a>
Fachpolitischer Bezug (z.B. EKP)	<a href="#">Energie- und Klimaprogramm Sachsen 2021</a> , Kapitel 2 Exkurs Steigendes Trockenheitsrisiko
Inhaltlicher Bezug:	<a href="#">Jahresrückblicke - Wetter trifft Klima - Klima - sachsen.de</a> <a href="#">Aktuelle Meteorologische Situation (ReKIS Sachsen)</a>
IV. Technische Informationen	
Datenquelle:	Klima-Referenzdatensatz Sachsen 1961 - 2020 <sup>1</sup>
Räumliche Auflösung:	370 Messstationen, Raster (1 km x 1 km)
Geographische Abdeckung:	Sachsen und Anrainer (Messstationen), Sachsen (Raster)
Zeitliche Auflösung:	Tag
Beschränkungen, Datenkosten:	Die Fortschreibung der Datengrundlage steht unter Vorbehalt der Projektfinanzierung
Weiterentwicklung/Ausblick:	•
V. Auswertung und Darstellung	
Kernaussage/Schlüsselsatz:	Mit der Temperaturerhöhung einhergehend nimmt die Grasreferenzverdunstung zu.
Ausführliche Beschreibung der Ergebnisse:	<p>Die Abbildungen 1 – 3 zeigen die räumliche Verteilung der mittleren Jahressumme der Grasreferenzverdunstung in Sachsen für die Klimareferenzperiode 1961–1990, die aktuelle Bezugsperiode 1991–2020 und die letzte Dekade 2011–2020. Ausgehend vom 30-jährigen Mittel der Klimareferenzperiode (Tab.1.: s.u.), verzeichnete die potenzielle Verdunstung für das Kalenderjahr in der Bezugsperiode einen Anstieg um 48 mm (8%); davon innerhalb der letzten Dekade sogar um 64 mm (11%).</p> <p>Im Vergleich der beiden Vegetationsperioden zueinander (Tab.1.: s.u.) (a) ist die Grasreferenzverdunstung in den beiden Zeiträumen nahezu gleich und (b) verteilen sich die Änderungen der aktuellen Bezugsperiode und der letzten Dekade im Vergleich zu Klimareferenzperiode nahezu gleich.</p> <p>Auf das Wasserhaushaltsjahr bezogen zeigte sich wie erwartet eine höhere Grasreferenzverdunstung im Sommerhalbjahr (ca. das 3-fache) als im Winterhalbjahr mit einem entsprechenden Anstieg der Verdunstung in der Bezugsperiode und der letzten Dekade gegenüber der</p>

Klimareferenzperiode. Allerdings konnte ein Anstieg der Grasreferenzverdunstung um 3 % in der Bezugsperiode und 4,5 % in der letzten Dekade auch für das wasserhaushaltliche Winterhalbjahr errechnet werden. Danach bleibt das Sommerhalbjahr das Halbjahr mit den höchsten Verdunstungssummen. Die mittlere Grasreferenzverdunstung in der letzten Dekade 2011 – 2020 lag außerdem über dem 30-jährigen Mittel der dazugehörigen Bezugsperiode 1991 – 2020.

Abbildung des Indikators im Monitoringbericht

Abb. 1: Räumliche Verteilung der mittleren Jahressumme der Grasreferenzverdunstung (mm) in der Klimareferenzperiode 1961–1990

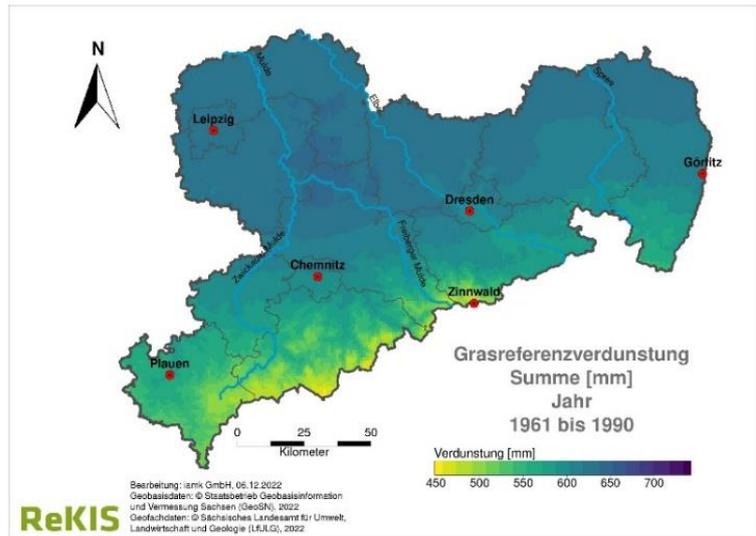


Abb. 2: Räumliche Verteilung der mittleren Jahressumme der Grasreferenzverdunstung (mm) in der aktuellen Bezugsperiode 1991–2020

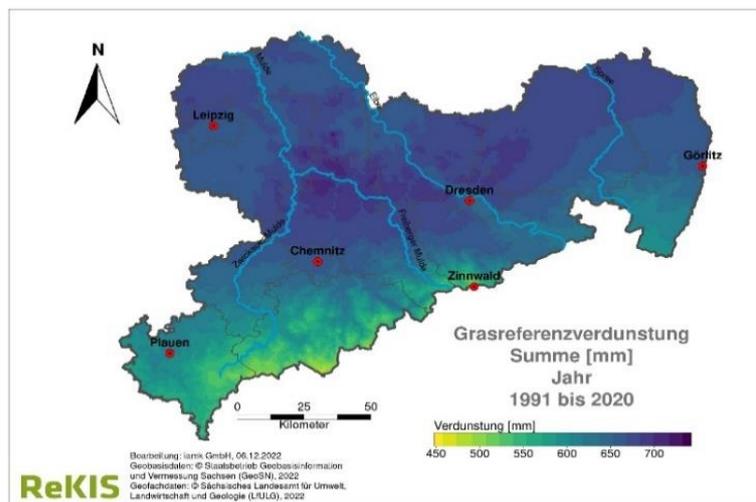
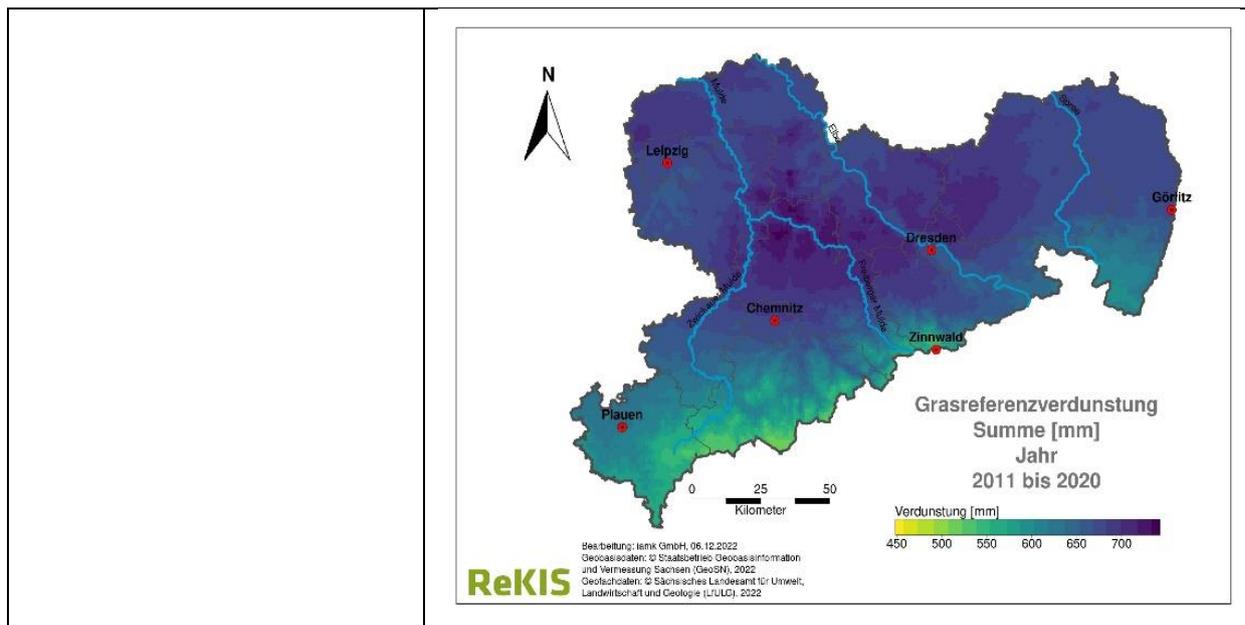


Abb. 2: Räumliche Verteilung der mittleren Jahressumme der Grasreferenzverdunstung (mm) in der letzten Dekade 2011–2020



Trendauswertung:

Tab.1: Flächenmittel der mittleren Summen der Grasreferenzverdunstung (mm) in der Klimareferenzperiode 1961–1990 in Sachsen, bezogen auf das Kalenderjahr, die Vegetationsperiode VP I und II, sowie auf das wasserhaushaltliche WHH Sommer-/Winterhalbjahr. Absolute und relative Änderungen der Grasreferenzverdunstung in der aktuellen Bezugsperiode (1991–2020) und in der letzten Dekade (2011–2020) als Flächenmittel in Sachsen

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

## VI. Zusatz-Informationen

Weiterführende Informationen / Literatur:

- 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)
- 2) ALLAN, R., PEREIRA, L., SMITH, M., 1998. Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56.

Glossar

Vegetationsperiode  
Der Zeitraum in dem die klimatischen Bedingungen aktives Pflanzenwachstum zulassen; meistens alle Monate in denen die mittlere Temperatur bei +5°C liegt