

Dürre

1. Einleitung

Dürre ist ein Phänomen, das auch in Europa zu großen wirtschaftlichen Auswirkungen führen kann (z.B. Wasser-Ressourcen, landwirtschaftliche Schäden, Auswirkungen auf die Schifffahrt usw.). Um die Stärke und die räumliche Ausdehnung von Dürreereignissen zu beurteilen, ist es wichtig, einen standardisierten Dürre-Index zu haben, der anwendbar ist für große verschiedenartige klimatische Regionen wie Europa oder der WMO RA-VI-Region (Europa und Naher Osten). Ein solcher Index sollte das Dürre-Phänomen adäquat beschreiben, aber er sollte auch aus meteorologischen Größen, die leicht und zeitnah in ganz Europa verfügbar sind, ableitbar sein.

Der weithin bekannte "Standardized Precipitation Index" (SPI) ist eine standardisierte und handliche Maßzahl der Dürre für jeden Ort und erfordert nur Niederschlagsdaten. Allerdings stellte sich heraus, dass für einige Orte in der RA-VI-Region, vor allem im Sommer in ariden Regionen, der SPI nicht immer sinnvolle oder leicht interpretierbare Ergebnisse liefert.

Aus diesem Grund wurde eine Modifizierung des SPI beim DWD (DWD-SPI) entwickelt. Sie enthält eine so genannte Nullkorrektur, die sehr kleine Niederschlagswerte auf einen trockenen SPI-Wert setzt, der nur abhängig von der Niederschlagsverteilung, aber unabhängig von der individuellen Lage des Ortes ist. Durch diese Korrektur treten jedoch Abweichungen von der Standardisierung der Verteilung auf, d.h. die Niederschlagsdaten sind dann nicht mehr notwendigerweise standardnormalverteilt, sondern es können vor allem in klimatisch sehr trockenen Regionen viel häufiger Werte mit stark negativem Index auftreten und dafür entsprechend weniger Werte mit positivem Index.

Da der SPI nur auf Niederschlagsdaten basiert, beschreibt er nur die rein meteorologische Dürre, aber berücksichtigt keine weiteren Größen der Wasserbilanz, welche die Bodenfeuchte beeinflussen wie z.B. die Verdunstung. Daher wurde im Weltzentrum für Niederschlagsklimatologie dieser Dürreindex erweitert, indem der DWD-SPI mit einem anderen Index kombiniert wurde, welcher auch die Verdunstung berücksichtigt, dem sogenannten SPEI (Standardized Precipitation Evaporation Index) nach Vicente-Serrano et al. (2009). Dieser neue Index hat die Bezeichnung GPCC-DI (Global Precipitation Climatology Centre Dürre-Index). Er steht global zur Verfügung und ist auch für das Europa-Dürremonitoring des DWD übernommen worden.

2. Produkte

Es werden monatliche Karten für den Dürreindex angeboten und für den Zeitraum bis Dezember 2015 auch Anomalien des Dürreindex (Abweichungen vom vieljährigen Mittel der Jahre 1961-1990). Da die Standardisierung eine symmetrische Verteilung mit einem theoretischen Mittelwert null bedingt, ist für viele Gebiete innerhalb Europas stichprobenbedingt nur eine geringe Abweichung des vieljährigen Mittels von null gegeben, d.h. die Anomalien sind meist nahezu identisch mit dem Index selbst. In denjenigen Gebieten, in denen sich die oben beschriebene Nullpunktkorrektur auswirkt, also große Abweichungen von der Standardisierung (mehr trockenere Indexwerte) auftreten, ist auch der vieljährige Mittelwert deutlich kleiner als null. In den Fällen unterscheiden sich daher die Anomalien vom Indexwert erheblich. Dies ist vor allem in den Sommermonaten in Südeuropa und im Nahen Osten der Fall.

Ab Januar 2013 wurden die Karten auf eine neue Darstellung mit geändertem Ausschnitt und anderer Projektion umgestellt, um ein einheitliches Design für alle Variablen zu erreichen. Daher existieren nun zwei verschiedene Kartendarstellungen für die monatlichen, jahreszeitlichen und jährlichen Dürreraster: eine für den älteren Zeitraum bis Dezember 2012 und eine für den neueren Zeitraum seit Januar 2013.

Seit Januar 2016 wird statt des DWD-SPI der Dürreindex des Weltzentrums für Niederschlagsklimatologie (Global Precipitation Climatology Centre, GPCC) verwendet, um so eine einheitliche Aussage für Europa und die globalen Produkte des GPCC zu ermöglichen. Da in die Berechnung dieses Index bereits die Klimatologie in Form einer Normierung (Standardisierung) einfließt, wurde auf die Darstellung einer Anomalie seit Januar 2016 verzichtet. Sie unterscheidet sich nur bei stark asymmetrischen Verteilungen des Indexes signifikant vom Index selbst; dies trifft innerhalb Europas nur auf wenige Gebiete zu (s.o.).

Zusätzlich wird auch eine Karte für den vieljährigen Mittelwert 1961-1990 angeboten. Dieser basiert ausschließlich noch auf den früher verwendeten Index DWD-SPI.

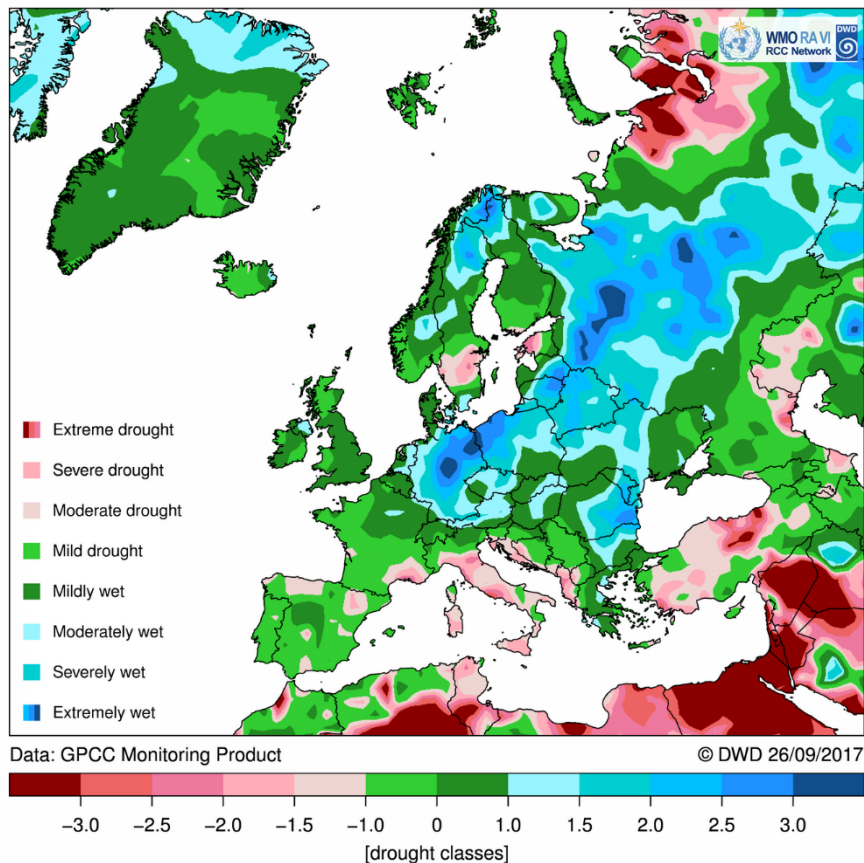


WMO RA VI
RCC Network



RCC Node-CM Produktbeschreibung
Version 3.1.1 (Januar 2018)

GPCC Precipitation Index July 2017



3. Spezifikationen

- **geografische Region:**
 - bis Dezember 2012: WMO RA VI Region (Europa und Naher Osten));
 - ab Januar 2013: Europa (Eckpunkte: 26.6°W, 27.4°N; 86.4°W, 69.5°N; 37.3°E, 22.6°N; 93.5°E, 60.4°N, WMO RA VI Region und angrenzende Teilregionen, derzeit ist nur das RA VI Gebiet mit Daten belegt), Zentraleuropa (Eckpunkte: 10.9°W, 43.4°N; 16.5°W, 61.1°N; 22.7°E, 41.3°N; 33.0°E, 58.1°N).
- **räumliche Auflösung:** 1°x1° (regelmäßiges Raster).
- **zeitliche Auflösung:** monatlich, jahreszeitlich und jährlich.
- **Projektion:**
 - bis 2012: Mollweide;
 - ab 2013: gedrehtes regelmäßiges Breiten – Längengrad-Gitter, virtueller Nordpol: 180° Länge, 38°N Breite.

- **Verfügbarkeit:** Karten: 01/2005-heute, Raster: 01/1901-heute.
- **Aktualisierung:** „First-Guess-Produkt“: spätestens am 10. Tag des Folgemonats, verbessertes „Monitoring-Produkt“: zwei Monate später.
- **Format:** bis 2012: jpg, ab 2013: png (Karten), NetCDF (Rasterdaten), andere Formate auf Nachfrage.
- **Einheiten:** Standardabweichung der Normalverteilung (SPI Einheiten).

4. Datenquelle

- **Eingabedaten:** GPCC Rasterdaten des Niederschlags (First-Guess- und Monitoring- Produkt) und Rasterdaten der 2m-Lufttemperatur des NOAA Climate Prediction Center CPC (Fan und van den Dool, 2008) https://opendata.dwd.de/climate_environment/GPCC/html/download_gate.html
- **Referenzdaten für die Standardisierung:** o.g. Eingabedaten 1961-1990.

5. Methodik

Bis Dezember 2015: Die modifizierten SPI-Daten (genannt DWD-SPI) werden für jeden Rasterpunkt des monatlichen Rasters berechnet, unter Verwendung der Formel nach [Pietzsch und Bissolli \(2011\)](#). Das Ergebnis ist ein DWD-SPI-Raster, das durch Karten dargestellt wird. Anomalien werden durch die Subtraktion des DWD-SPI-Rasters vom entsprechenden 1961-1990 Durchschnitt berechnet.

Diese Prozedur wird jeden Monat zweimal durchgeführt: zuerst basierend auf dem GPCC First-Guess-Produkt und danach basierend auf dem GPCC Monitoring-Produkt. Folglich werden jeden Monat vier Karten produziert (DWD-SPI und Anomalien, je eine für First-Guess und eine für Monitoring). Wenn das Monitoring-Produkt verfügbar ist, dann ersetzt dieses das First-Guess-Produkt.

Jahreszeitliche und jährliche Raster werden durch Mittelung der entsprechenden monatlichen Produkte berechnet (Jahreszeiten: DJF, MAM, JJA, SON; Jahr: Jan-Dez.).

Für die Monate **bis Dezember 2012** wurden die Rasterdaten im regelmäßigen $0,1^\circ \times 0,1^\circ$ -Gitter mit einem geografischen Informationssystem (ArcGIS) in eine Mollweide-Projektion umgewandelt und daraus die Karten erstellt.

Für den Zeitraum **seit Januar 2013** werden die Rasterdaten wie bisher im gleichen regelmäßigen Gitter mit ArcGIS (bzw. einem entsprechenden Python-Programm) erstellt. Für die Kartenerstellung werden die Raster jedoch mit CDO auf ein gedrehtes regelmäßiges Breiten-Längengrad-Gitter in einer Auflösung von $0,1^\circ \times 0,1^\circ$ bilinear interpoliert (CDO-Befehl: remapbil). Anschließend werden die

rotierten Gitterpunktdaten mithilfe eines R-Programms als Karte für den Europa- und Zentraleuropa-Ausschnitt dargestellt.

Seit Januar 2016: Die beiden zugrundeliegenden Indizes DWD-SPI und SPEI werden wie in der Literatur beschrieben unabhängig voneinander berechnet und arithmetisch gemittelt. In bestimmten Gebieten, wo nur einer der beiden Indizes berechnet werden kann, wird dieser als Endergebnis übernommen. Dies ist der Fall bei niedrigen Temperaturen, wo die potentielle Verdunstung nach Thornthwaite (1948) aus theoretischen Gründen nicht berechnet werden kann (und in der Praxis nur eine geringe Rolle spielt), also vor allem im Norden Europas und im Winter. In diesen Fällen entspricht der GPCC-DI exakt dem DWD-SPI und unterscheidet sich damit nicht vom bisherigen Ansatz. Dagegen wird in ariden Gebieten (innerhalb Europas also vor allem im Süden im Sommer) wegen der starken Asymmetrie des DWD-SPI nur der SPEI berechnet.

Weitere Details können der Literatur entnommen werden:

<https://www.dwd.de/EN/ourservices/gpcc/gpcc.html> oder Ziese et al. (2014, nur Englisch).

6. *Qualität / Verwendung*

Die Eingabedaten zum DWD-SPI sind ausschließlich GPCC-Niederschlagsdaten, aber keine anderen hydrologischen Daten (z.B. Verdunstung, Bodenfeuchte, Abfluss usw.). Aus diesem Grund beschreibt der DWD-SPI, wie der Original-SPI, nur die meteorologische Dürre. Die hydrologische Dürre kann länger andauern, weil der Boden nach Beendigung einer Periode mit wenig Regen trocken bleiben kann. Der neue Index GPCC-DI berücksichtigt mit der Verdunstung auch hydrologische Effekte, es entsteht jedoch damit eine zeitliche Inhomogenität ab Januar 2016. Ergänzend ist ein Bodenfeuchte-Produkt, das auch den früheren Zeitraum abdecken soll, in Vorbereitung.

GPCC-Daten sind qualitativ hochwertige Niederschlagsdaten ohne Lücken, die qualitätsgeprüfte Stationsdaten berücksichtigen. Die Rasterauflösung ist jedoch relativ grob und eine feinskalige Struktur ist daher sowohl in den DWD-SPI Daten als auch in den neuen GPCC-DI Daten nicht erkennbar. Die Dürreprodukte werden zum Zweck der Klimaüberwachung erzeugt, d.h. die großräumige klimatologische Interpretation der Karten. Gerasterte Daten werden bereitgestellt, aber bei der Nutzung von Einzelpunkten sollten diese mit Vorsicht interpretiert werden.

Das GPCC First-Guess-Produkt ist einige Tage nach Ende des Monats verfügbar, aber es basiert auf einer begrenzten Stationsdichte (vor allem SYNOPs) und Qualitätskontrolle. Das Monitoring-Produkt erscheint zwei Monate später, aber mit höherer Qualität, da mehr Stationen und eine intensivere Qualitätskontrolle enthalten sind. So gilt das gleiche für das entsprechende DWD-SPI- bzw. GPCC-DI-Produkt.

7. Referenzen

- **Ausführliche Methodenbeschreibung DWD-SPI:**
[S. Pietzsch and P. Bissolli, 2011: A modified drought index for WMO RA VI. Adv. Sci. Res., 6, 275–279, DOI:10.5194/asr-6-275-2011.](#)
- **Ausführliche Methodenbeschreibung GPCC-DI:**
M. Ziese et al., 2014: The GPCC Drought Index – a new, combined and gridded global drought index. Earth Syst. Sci. Data, 6, 285–295, 2014
www.earth-syst-sci-data.net/6/285/2014/
doi:10.5194/essd-6-285-2014
- **NOAA-CPC-Temperaturraster:**
Fan et al., 2008, A global monthly land surface air temperature analysis for 1948 - present, Journal of Geophysical Research, Vol. 113, p. D01103
DOI: [10.1029/2007JD008470](https://doi.org/10.1029/2007JD008470)
- **Berechnung des Original-SPI:**
McKee et al., 1993, The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scales, Eighth Conference on Applied Climatology.
- **Berechnung der Verdunstung:**
Thornthwaite, 1948, An approach towards a rational classification of climate, Geographical Review, Vol. 38, p. 55-94
- **Berechnung des SPEI:**
Vicente-Serrano et al., 2009, A Multiscalar Drought Index Sensitive to Global Warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index, Journal of Climate, Vol. 23, p. 1696-1718, DOI: [10.1175/2009JCLI2909.1](https://doi.org/10.1175/2009JCLI2909.1)

8. Versionsgeschichte

Version	Datum	Beschreibung der Änderung
1.0	05.2010	erste operationelle Version.
2.0	01.2013	Neuer Kartenausschnitt
3.0	01.2016	Umstellung auf GPCC-DI
3.1	05.2016	Nähere Erläuterungen zu den Anomalien

9. Kontakt

Deutscher Wetterdienst
RCC Node-CM (WMO RA VI)
Frankfurter Str. 135
63067 Offenbach
Deutschland

E-Mail: rcc.cm@dwd.de