

TASK2 – Forschungsvorhaben



Gefördert durch



Operativer Einsatz saisonaler hydro-meteorologischer Vorhersagen mit Wasserbilanz- und Bodenwasserhaushaltsmodellierung zur Anpassung an Trockenheit durch den Klimawandel

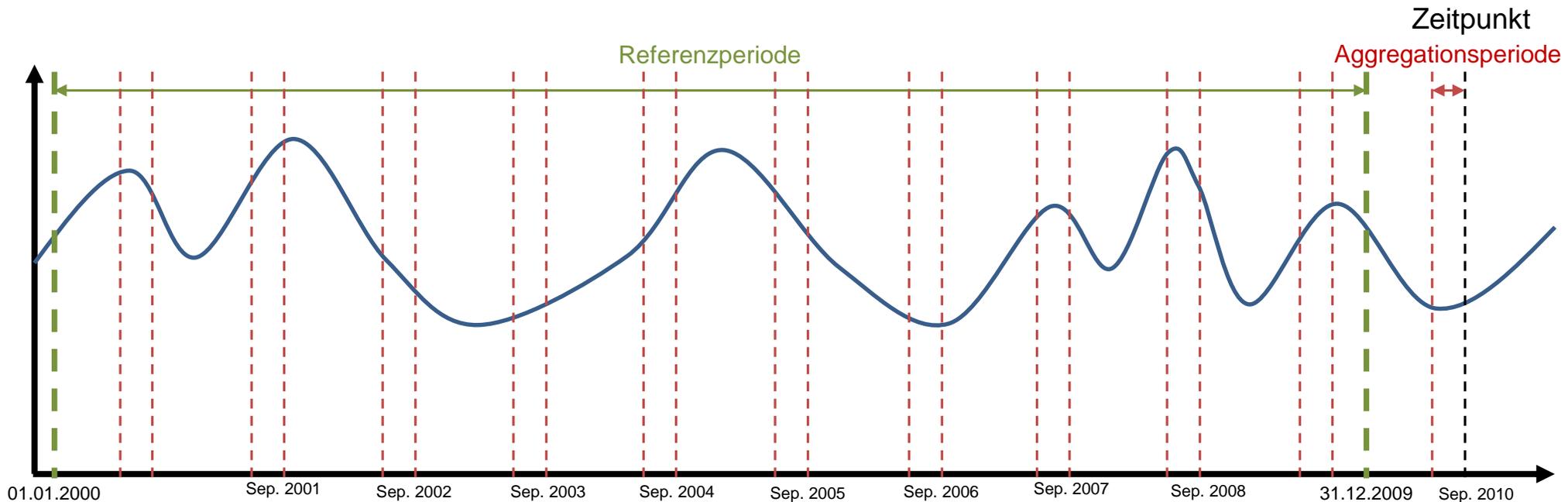
3.2 Dürre-Indizes

Thema	TASK2 Vorhaben
Datum	07.02.2023
Bearbeiter	Hubert Lohr, Felix Froehlich, Kai Sonntag, Sandra Richter (SYDRO Consult GmbH)

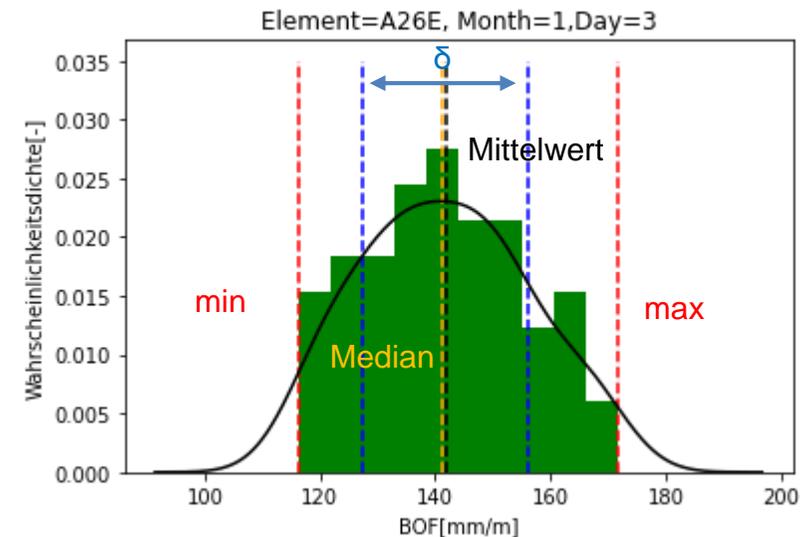
- Dürre:
 - Länger anhaltendes Defizit an Wasser in einem Umweltbereich
- Dürren nach Umweltbereichen:
 - Meteorologische Dürre: Defizit an Niederschlag
 - Landwirtschaftliche Dürre: Defizit an Wasser im Boden
 - Hydrologische Dürre: Defizit an Abfluss/Wasserstand in Gewässern



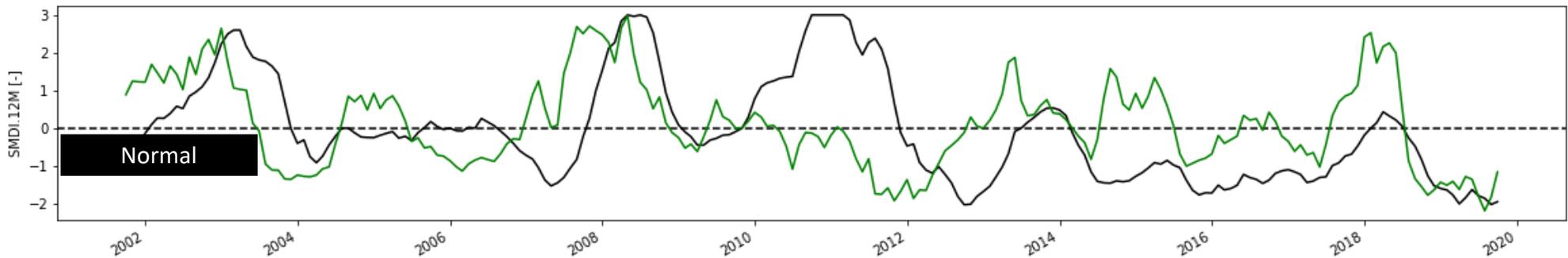
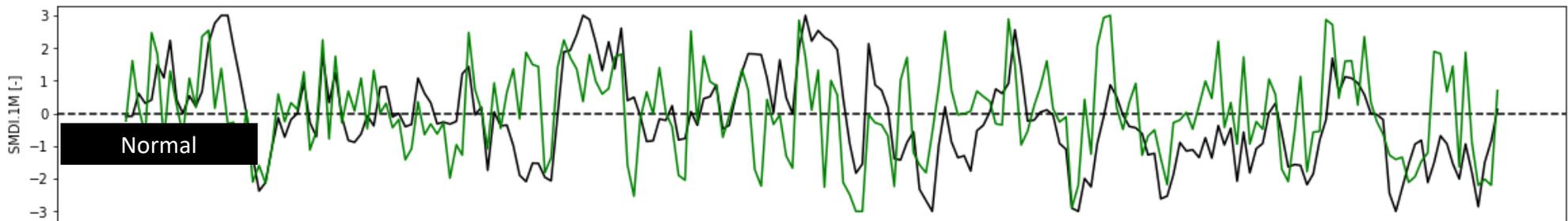
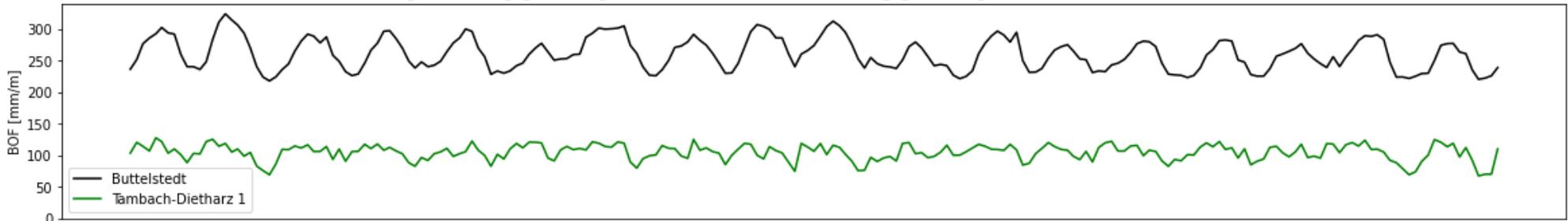
- Notwendigkeit eines Referenzzeitraums
 - Der Referenzzeitraum repräsentiert den Vergleichs- (Normal-) Zustand
 - Vergleich mit dem Referenzzeitraum definiert Abweichung
 - Berücksichtigung von Saisonalität
- Unterschiedliche Aggregationsperioden
 - Aggregation über längere Zeiträume, z.B. 1 Monat, 3 Monate, 1 Jahr



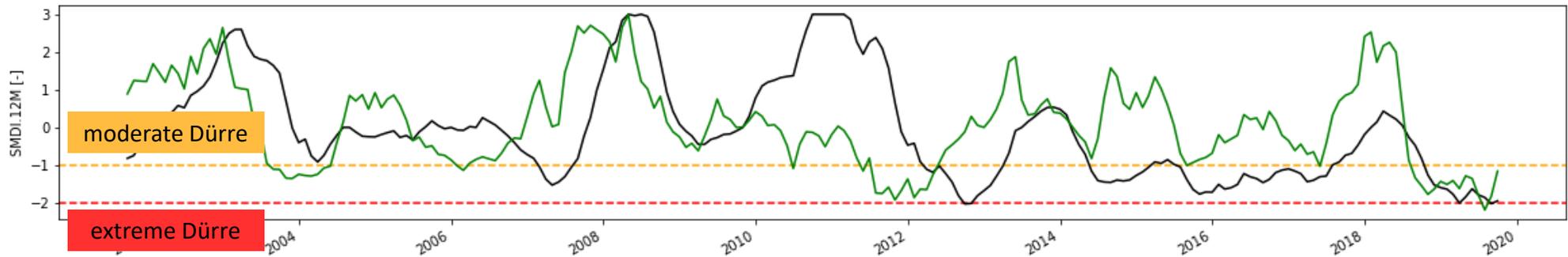
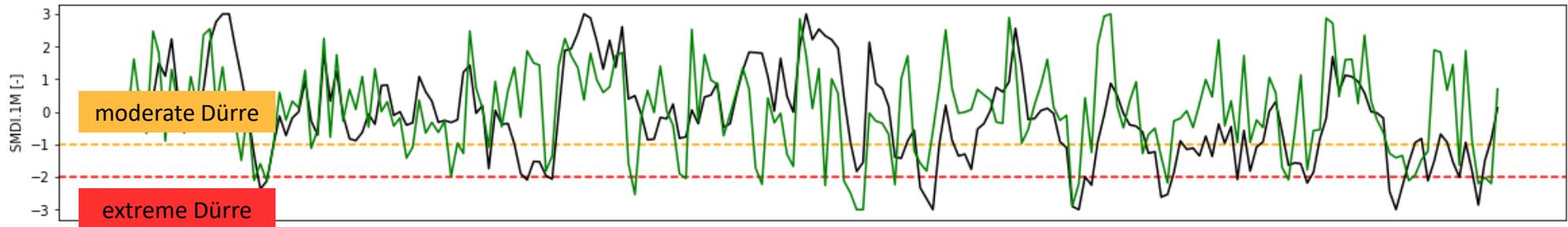
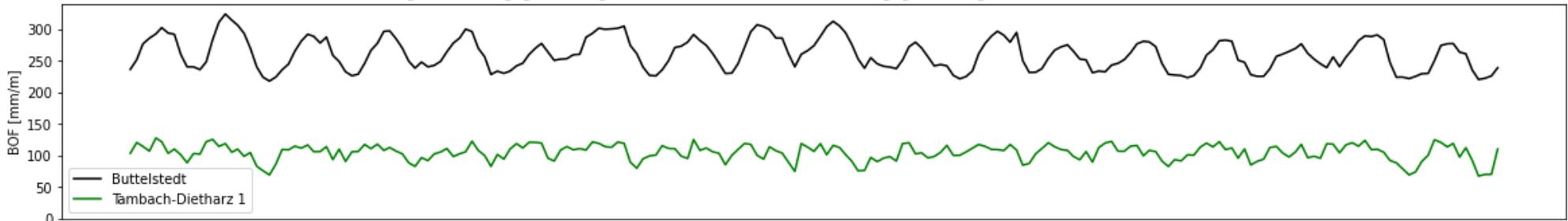
- Vergleich mit Referenzperiode
 - Statistische Größen (Mittelwert, Median etc.) oder Verteilungsfunktionen erlauben den Vergleich mit der Referenzperiode (gleicher Aggregationszeitraum!)
 - Die Abweichung (Anomalie) wird mit Hilfe der statistischen Größen oder Verteilungsfunktionen eingeordnet (kleine Abweichungen → harmlos, große Abweichungen → problematisch)
- Räumlicher Bezug
 - Dürre-Indizes beziehen sich auf einen bestimmtes Gebiet z.B. Einzugsgebiet, Zelle im Model
 - Jede räumliche Einheit hat eine für sie charakteristische und vorab bestimmte Referenz
- Normierte Skalen
 - Index Skalen sind normiert
 - Index = 0, keine Abweichung von der Referenzperiode
 - Index > 0, Überschuss im Vergleich zur Referenzperiode
 - Index < 0, Defizit im Vergleich zur Referenzperiode



Vergleich Einzugsgebiet Pegel Buttstedt (575062) und Einzugsgebiet Pegel Tambach-Dietharz 1 (574600)

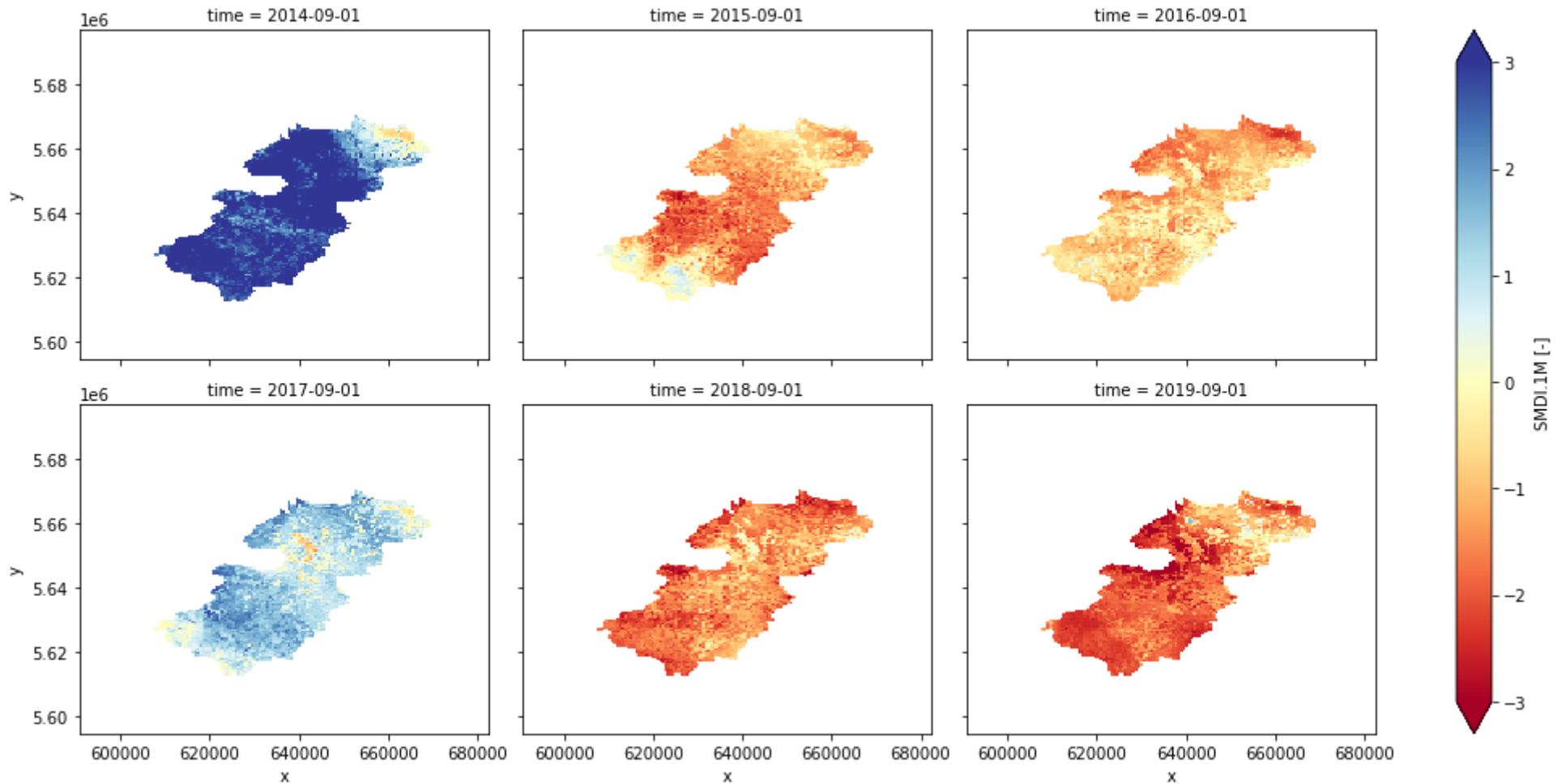


Vergleich Einzugsgebiet Pegel Buttstedt (575062) und Einzugsgebiet Pegel Tambach-Dietharz 1 (574600)



Referenzperiode 1960 bis 2019

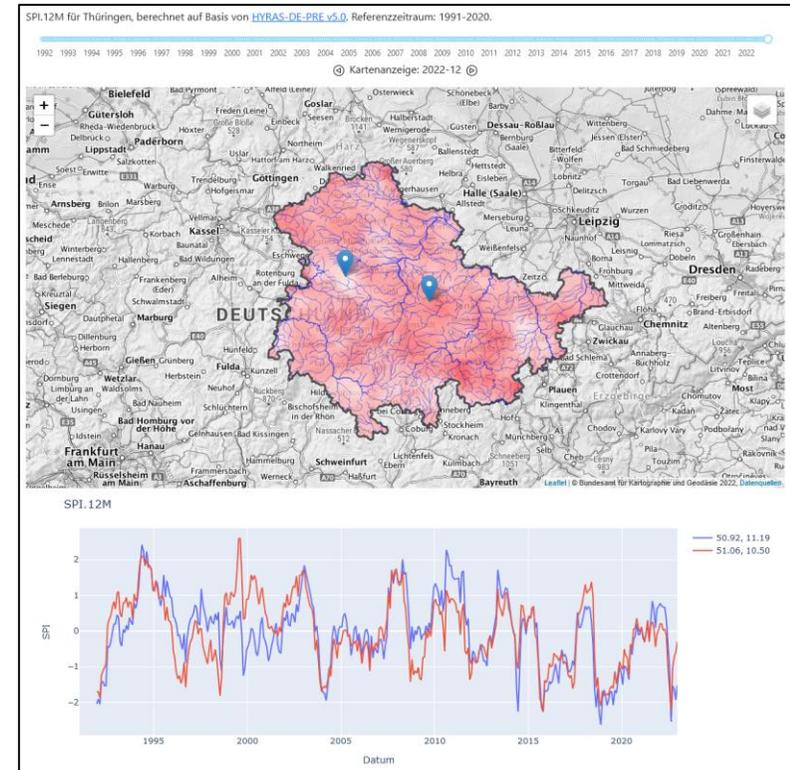
v3



SPI – Standardized Precipitation Index

- Entwickelt von McKee et al. (1993)
- Eingangsdaten: Niederschlag
- Einer der weltweit gebräuchlichsten meteorologischen Indizes, von WMO für Dürremonitoring empfohlen
- Zeigt Niederschlagsdefizite und -überschüsse an
- Referenz: angepasste Gammaverteilungsfunktion
- Gebräuchliche Aggregationszeiträume: 1 bis 24 Monate

SPI Wertebereich	Einstufung WMO	
2.0+	extremely wet	extrem nass
1.5 to 1.99	very wet	sehr nass
1.0 to 1.49	moderately wet	mäßig nass
-0.99 to 0.99	near normal	nahe normal
-1.0 to -1.49	moderately dry	mäßig trocken
-1.5 to -1.99	severely dry	sehr trocken
-2 and less	extremely dry	extrem trocken



<https://task.sydro.de/spi/>

SMI – Soil Moisture Index₍₁₎*

- Input: Bodenfeuchte bezogen auf das Gesamtporenvolumen
- Entwickelt vom UFZ – Helholtz Zetrum für Umweltforschung
- Referenz: Verteilungsfunktion aus Kerndichteschätzung

Moderate Dürre	SMI < 0.2
Extreme Dürre	SMI < 0.02

SMDI – Soil Moisture Deficit Index₍₂₎

- Input: Bodenfeuchte als pflanzenverfügbares Bodenwasser
- Entwickelt in Texas für die Landwirtschaft (Agricultural Experiment Station)
- Referenz: Median, Minimal Wert, Maximalwert

Moderate Dürre	SMDI < -1
Extreme Dürre	SMDI < -2

SMA – Soil Moisture Anomaly₍₃₎

- Input: Bodenfeuchte relativ zu Welkepunkt und Feldkapazität
- Genutzt von EDO (European Drought Observatory)
- Referenz: Standardabweichung und Mittelwert

Moderate Dürre	SMA < -1.5
Extreme Dürre	SMA < -2

(1) Samaniego, L., Kumar, R., & Zink, M. (2013). Implications of Parameter Uncertainty on Soil Moisture Drought Analysis in Germany. In *Journal of Hydrometeorology* (Vol. 14, Issue 1, pp. 47–68). American Meteorological Society. <https://doi.org/10.1175/jhm-d-12-075.1>

(2) Narasimhan, B., & Srinivasan, R. (2005). Development and evaluation of Soil Moisture Deficit Index (SMDI) and Evapotranspiration Deficit Index (ETDI) for agricultural drought monitoring. In *Agricultural and Forest Meteorology* (Vol. 133, Issues 1–4, pp. 69–88). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2005.07.012>

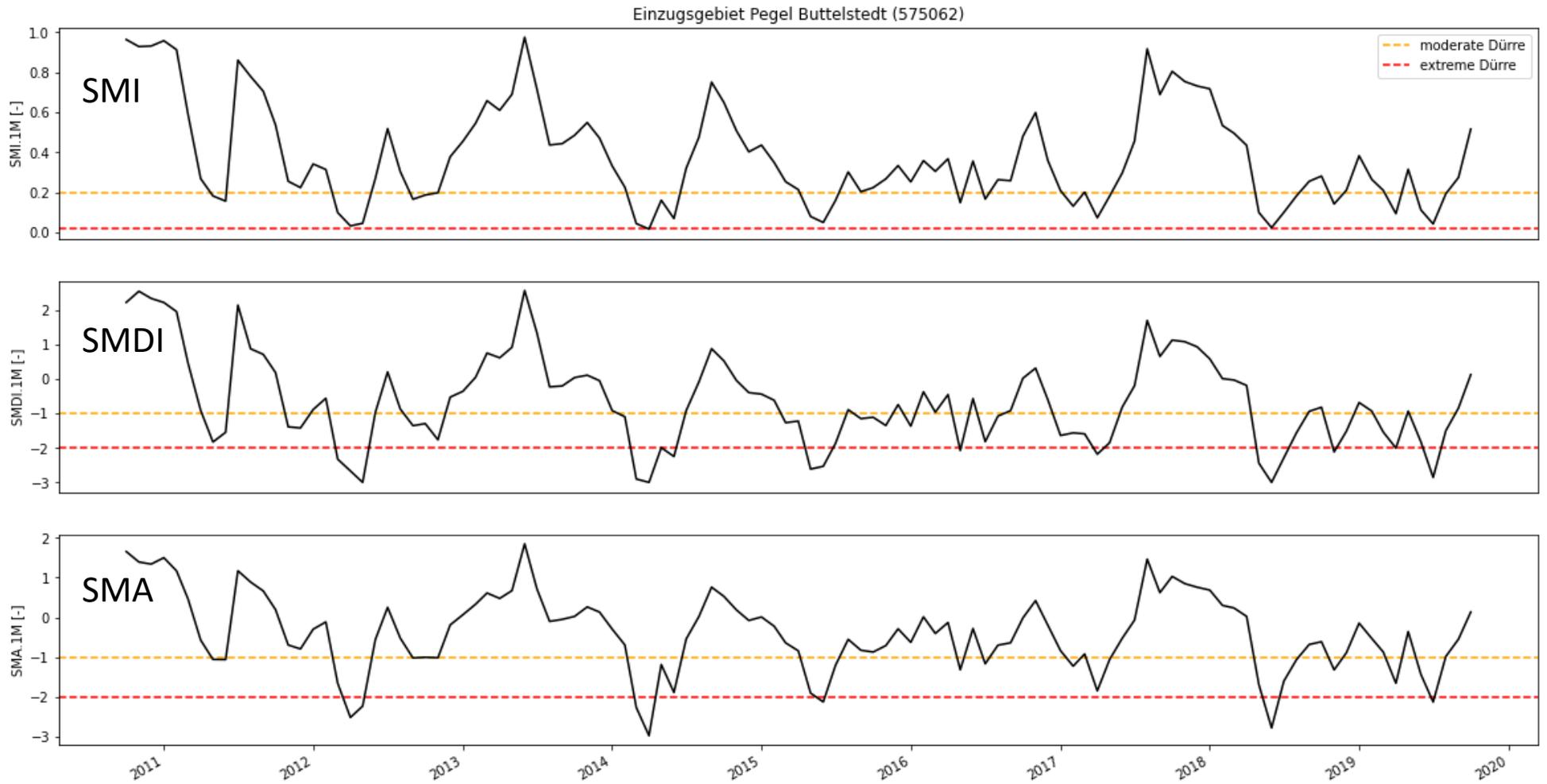
(3) EuCopernicus European Drought Observatory (EDO) (2019). EDO Indicator Factsheet – Soil Moisture Anomaly (SMA). https://edo.jrc.ec.europa.eu/documents/factsheets/factsheet_soilmoisture.pdf . zuletzt abgerufen am 23.01.2023.

* Berechnungsmethode im TASK2 Projekt ist angelehnt an den SMI des UFZ. Die Berechnung im TASK2 Projekt benutzt eine andere Methode um die Bandbreite zu bestimmen.

Boden Indizes (Landwirtschaft)

Referenzperiode 1960 bis 2019

v3



SSI – Standardized Streamflow Index⁽¹⁾

- Eingangsdaten: Abfluss
- Analog zum SPI nur Abfluss als Input
- Referenz: angepasste Gammaverteilungsfunktion oder Pearson-III-Verteilung

Moderate Dürre	SSI < -1
Extreme Dürre	SSI < -2

SWSI – Surface Water Supply Index⁽²⁾

- Eingangsdaten: Schneebedeckung, Niederschlag, Abfluss und Speicherinhalt
- Referenz: angepasste theoretische Verteilung
- Gewichtungsfaktoren zwischen den Elementen notwendig
- Bewertet Wasserverfügbarkeit

Moderate Dürre	SWSI < -1
Extreme Dürre	SWSI < -2

(1) Telesca, L., Lovallo, M., Lopez-Moreno, I., & Vicente-Serrano, S. (2012). Investigation of scaling properties in monthly streamflow and Standardized Streamflow Index (SSI) time series in the Ebro basin (Spain). In *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* (Vol. 391, Issue 4, pp. 1662–1678). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2011.10.023>

(2) Shafer, B.A. and L.E. Dezman, 1982: Development of a Surface Water Supply Index (SWSI) to Assess the Severity of Drought Conditions in Snowpack Runoff Areas. *Proceedings of the Western Snow Conference, Colorado State University, Fort Collins, CO, 164–175.*

- Auswahl des Bodenindizes
- Hydrologische Indexberechnung
- **Festlegen von Dürreschwellwerte**