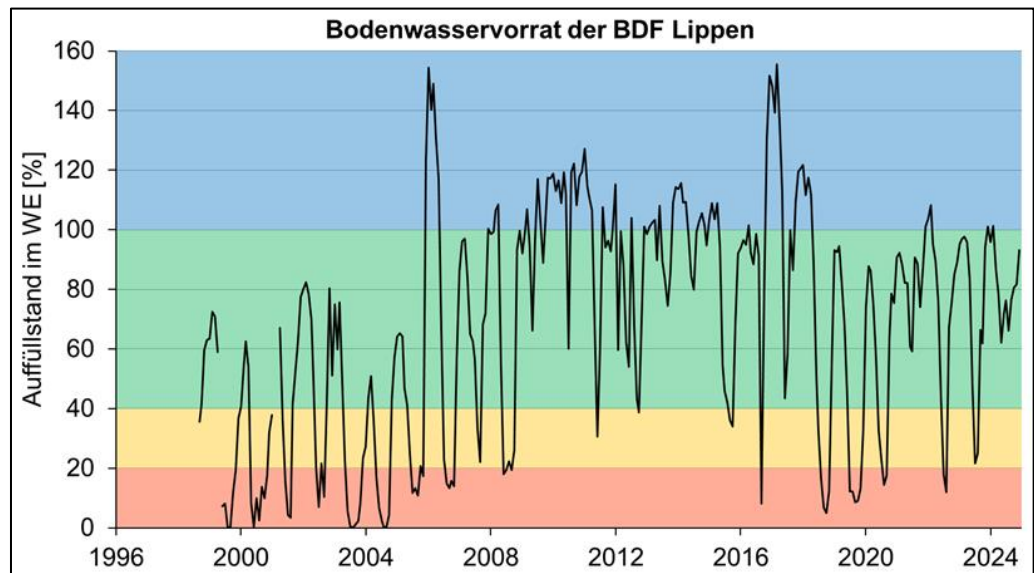


## Klimafolgenmonitoring

I-Bo-2 Bodenwasser

### Basisinformationen

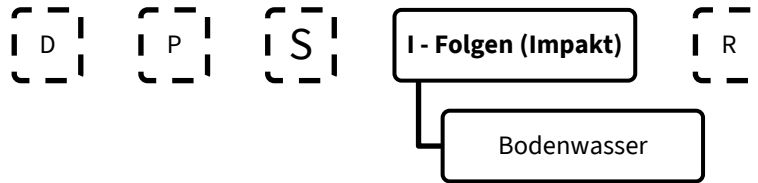
Inhalt	Entwicklung der Bodenwasservorräte an den vier Boden-Dauerbeobachtungsstationen (BDF) in Sachsen.
Klimawirkung	Wird der Bodenwasserspeicher in den Herbst- und Wintermonaten nicht ausreichend aufgefüllt, steht den Pflanzen bereits zu Beginn der Vegetationsperiode im Frühjahr nicht der vollständige Bodenwasservorrat zur Verfügung und wird durch das einsetzende Pflanzenwachstum schnell gezehrt. Erhöhte Sonneneinstrahlung und Temperaturen zu Beginn und während der Wachstumsphase können das Defizit des Bodenwasserspeichers weiter verstärken. Dies wirkt sich direkt auf das Pflanzenwachstum und Umsetzungsprozesse im Boden.



**Abbildung 1: Auffüllstand des pflanzenverfügbaren Wasservorrats im effektiven Wurzelraum WE in % der nutzbaren Feldkapazität (Monatsmittel) an der BDF Lippen.**

Inhaltsbeschreibung	Es wird die Entwicklung der pflanzenverfügbaren Wasservorräte im Boden in % der nutzbaren Feldkapazität dargestellt. Im Jahresverlauf sind Phasen der Austrocknung und Wiederauffüllung des Bodenwasserspeichers erkennbar. Zusätzlich wird gezeigt, ob sich das Auftreten von Trockenstressbedingungen mit < 40 % Auffüllstand im Messzeitraum verändert.
Befund	Die geringe Anzahl der Messstellen und der teilweise eingeschränkte Zeitraum der Messungen erlauben derzeit noch keine gesicherte Aussage zur langfristigen Entwicklung der Bodenwasservorräte in Sachsen
Inhaltlicher Rahmen	Sächsisches Klimafolgenmonitoring ( <a href="http://Klimaentwicklung.in.Sachsen-Klima-sachsen.de">Klimaentwicklung in Sachsen - Klima - sachsen.de</a> )
Weitere Indikatoren im Handlungsfeld	I-Bo-1 Bodentemperatur

## Einordnung und Systematik



DPSIR-Schema

Präambel	Es besteht die Möglichkeit von inhaltlichen und methodischen 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 bedingt mit denen anderer Monitoringsysteme vergleichbar.
Bund	<u>BO-I-1+2 Bodenwasser in landwirtschaftlich genutzten Böden und Waldböden (Monitoring zur deutschen Anpassungsstrategie (DAS))</u> Länderinitiative Kernindikatoren → kein Indikator
Andere Bundesländer	C2 Bodenwasservorrat ( <u>Monitoringbericht 2020 LAU Sachsen-Anhalt</u> ) I-BO-1+2 Bodenwasservorrat in landwirtschaftlich genutzten Böden und Waldböden ( <u>Zweiter Monitoringbericht Thüringen LUBN</u> )
Sachsen	Energie- und Klimaprogramm Sachsen 2021 Maßnahmenplan zur Umsetzung des EKP 2021, Nummer 9.03
Thematischer Bezug	I-Ww-1 Standardisierter Grundwasserindex I-Ww-2 Grundwasserneubildung <u>Boden-Dauerbeobachtung Sachsen</u>

## Materialien und Methoden

Indikator	Berechneter Auffüllstand des Bodenwasservorrats in % bezogen auf das maximale Wasserspeichervermögen (nFK) des Bodens im effektiven Wurzelraum (WE)  Anzahl der Tage im Jahr mit einem Auffüllstand von < 40 %
Berechnungsvorschrift	Die maximale pflanzenverfügbare Wassermenge, die ein Boden aufgrund seiner Bodenartenzusammensetzung, der Trockenrohdichte und des Skelettgehaltes speichern kann, wird als nutzbare Feldkapazität (potentielle nFK) bezeichnet und wurde mittels Laboranalyse für jeden Standort bestimmt (VDLUFA, 1991). Dieses maximale Wasserspeichervermögen wird auf den effektiven Wurzelraum bezogen, d.h. die Bodentiefe, bis zu der eine Ausschöpfung des verfügbaren Wasservorrats durch Pflanzenwurzeln (hier: einjährige Kulturpflanzen) möglich ist. Zur Berechnung des jeweils aktuellen Bodenwasservorrats (aktuelle nFK) wird der sogenannte Permanente Welkepunkt (WP – Wert, unterhalb dessen keine Wasseraufnahme mehr möglich ist; Laboranalyse) vom gemessenen Bodenwassergehalt (BW) abgezogen ( $nFK = BW - WP$ ) und anschließend auf den effektiven Wurzelraum bezogen (Addition nFK der Horizonte im Wurzelraum). Das Verhältnis von aktueller zu potentieller nFK ergibt in Prozent ausgedrückt den Auffüllstand des Bodenwasservorrats ( $= \text{aktuelle nFK} / \text{potentielle nFK} * 100$ ). Die Anzahl der Tage im Jahr, an denen der Auffüllstand des Bodenwasservorrats 40 % unterschreitet wird aufsummiert.
Einschränkungen in der Interpretierbarkeit	

## Klimafolgenmonitoring

Generell ist die zeitliche Variabilität des Indikators Bodenwassergehalt hoch. Infolgedessen sind zuverlässige Trendaussagen erst nach langen Zeiträumen möglich. Die Erfassung der Bodenwasservorräte erfolgt derzeit punktuell unter standortspezifischen Eigenschaften. Die Ergebnisse lassen sich daher nicht flächenhaft auf ganz Sachsen übertragen.

Datengrundlage	LfULG: Boden-Dauerbeobachtungsflächen (4 Messstellen BDF II) in Sachsen
Zeitliche Auflösung	Tages- und Monatswerte; BDF II Hilbersdorf seit 1996, BDF II Lippen seit 1998, BDF Schmorren seit 2001; BDF Köllitsch seit 2016
Datenverfügbarkeit	Datenherausgabe auf Anfrage
Ausblick	Fortschreibung jährlich Integration weiterer Messflächen (Waldklimastationen Staatsbetrieb Sachsenforst) und DWD-Stationen (Datenreihen derzeit noch < 10 Jahre)

## Auswertung und Darstellung

Befund	Die geringe Anzahl der Messstellen und der teilweise eingeschränkte Zeitraum der Messungen erlauben derzeit noch keine gesicherte Aussage zur langfristigen Entwicklung der Bodenwasservorräte in Sachsen.
Ergebnisbeschreibung	<p>Der Wasservorrat im Boden in % der nutzbaren Feldkapazität beschreibt den Auffüllstand des pflanzenverfügbaren Bodenwasserspeichers im Wurzelraum und damit der Verfügbarkeit von Bodenwasser für das Pflanzenwachstum (Abbildungen 1 bis 4). Die langfristige Entwicklung des Auffüllstandes zeigt den typischen Wechsel von Austrocknungsphasen in den Sommermonaten und der Wiederauffüllung des Bodenwasserspeichers in den Herbst- und Wintermonaten.</p> <p>Liegt der Auffüllstand im grünen Bereich zwischen 40 und 100 % ist von feuchten Bodenverhältnissen und einer guten Wasserversorgung auszugehen. Für die BDF Hilbersdorf und Schmorren (Abbildung 2 und 4) liegen die Werte überwiegend in diesem Bereich.</p> <p>Auffüllstände über 100 % (blauer Bereich) zeigen an, dass der Boden überschüssiges Wasser nicht mehr speichern kann und es zur Sickerwasserbildung kommt. Diese nassen Bodenverhältnisse wurden fast ausschließlich an der BDF Lippen beobachtet (Abbildung 1). Der Sandboden an diesem Standort besitzt ein vergleichsweise geringes Wasserspeichervermögen, was vor allem in den Wintermonaten zu verstärkter Sickerwasserbildung führt und damit zur Grundwasserneubildung beiträgt.</p> <p>Sinkt der Auffüllstand unter den Schwellenwert von 40 % ist mit beginnendem Trockenstress (gelber Bereich) und bei weiter fallenden Werten unter 20 % mit erhöhtem Trockenstress (roter Bereich) für das Pflanzenwachstum zu rechnen. Diese trockenen bis sehr trockenen Bodenbedingungen werden im Sandboden der BDF Lippen fast jährlich in den Sommermonaten erreicht. Bei Werten bis nahe 0 % Auffüllstand wird dort der permanente Welkepunkt erreicht, was zu irreversiblen Wachstumseinschränkungen führen kann. An den anderen drei Stationen treten trockene Bodenbedingungen lediglich in Jahren mit geringen Niederschlägen (v.a. in den Frühjahrs- und Sommermonaten) auf.</p> <p>Die beobachteten Werte werden außerdem von Landnutzungsänderungen beeinflusst: An der BDF Schmorren (Abbildung 4) wurde im Jahr 2016 auf Spargelanbau im ökologischen Betrieb umgestellt. Dadurch mussten die Messsonden in tiefere Bodenschichten verlagert werden. Somit kann der Einfluss der Bodenfeuchteänderungen im Oberboden auf den Gesamtwasservorrat im durchwurzelter Bereich</p>

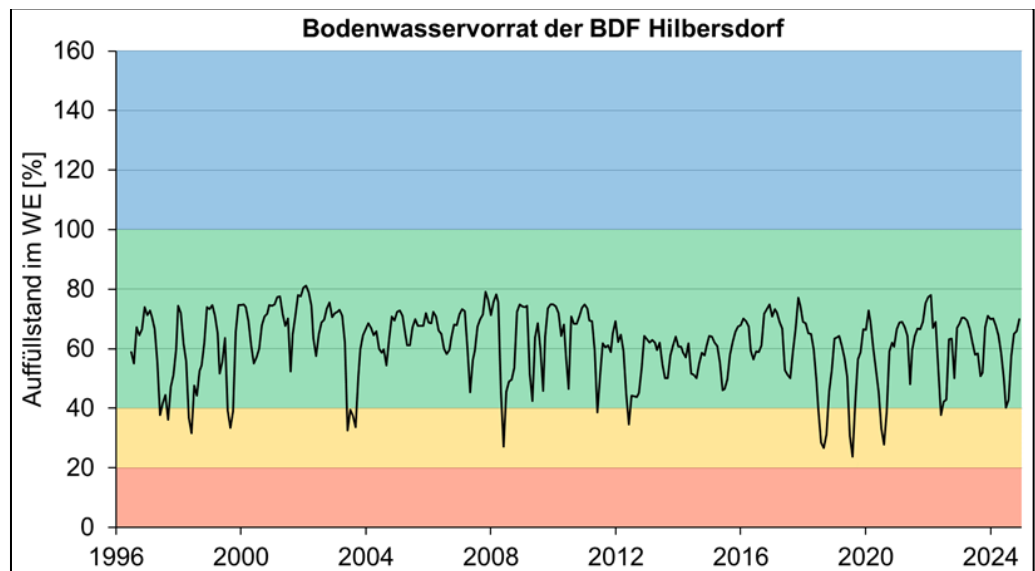
## Klimafolgenmonitoring

nur eingeschränkt bewertet werden und jährliche Schwankungen treten deutlich gedämpft auf. An der BDF Lippen erfolgte im Jahr 2014 der Übergang von ackerbaulicher Nutzung zur extensiven Bewirtschaftung als Brache. Trotz teilweise sehr trockener Bedingungen wurde seit der Umstellung der permanente Welkepunkt hier nicht mehr erreicht.

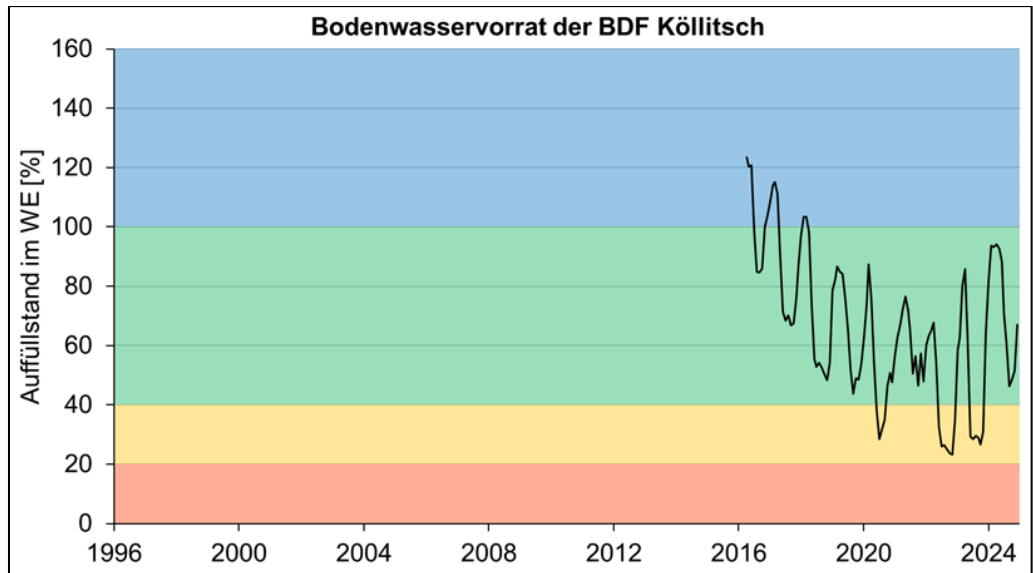
In Abbildung 5 ist für die einzelnen Stationen die Anzahl der Tage pro Jahr dargestellt, an denen der Auffüllstand des pflanzenverfügbaren Wasservorrats kleiner 40 % bzw. kleiner 20 % der potentiellen nFK beträgt. Zudem sind die jährlichen Niederschlagssummen angegeben. Erwartungsgemäß ist in Jahren mit geringeren Niederschlägen die Anzahl der Tage < 40 % nFK erhöht und sinkt im Sandboden der BDF Lippen auch längerfristig unter 20 %. Aufgrund von Landnutzungsänderungen an zwei BDF und der kurzen Messreihe an der BDF Köllitsch ist der Indikator mit Hinblick auf klimabedingte Änderungen aktuell nur eingeschränkt aussagekräftig.

Die Auswirkungen der Indikatorunterschreitung auf das Pflanzenwachstum hängen stark von der Dauer des trockenen Bodenzustands und der innerjährlichen Niederschlagsverteilung ab. Tage < 40 % nFK traten an den Stationen in der Regel gehäuft in den Sommer- und Herbstmonaten auf (Daten hier nicht gezeigt). In den sehr trockenen Jahren 2018-2020 wurden auch im Winter und Frühjahr Tage < 40 % nFK beobachtet. Die Folge dieser winterlichen Austrocknungsphasen ist, dass der Bodenspeicher nicht ausreichend aufgefüllt wird und somit zu Beginn der Vegetationsperiode im Frühjahr bereits Wasserdefizite für das Pflanzenwachstum vorliegen können. In dieser Phase reagiert das Pflanzenwachstum besonders empfindlich auf geringe Bodenfeuchten im Oberboden, da die unterirdische Wurzelmasse noch gering ist und noch nicht den gesamten Wurzelraum zur Deckung des Wasserbedarfs erschließen kann.

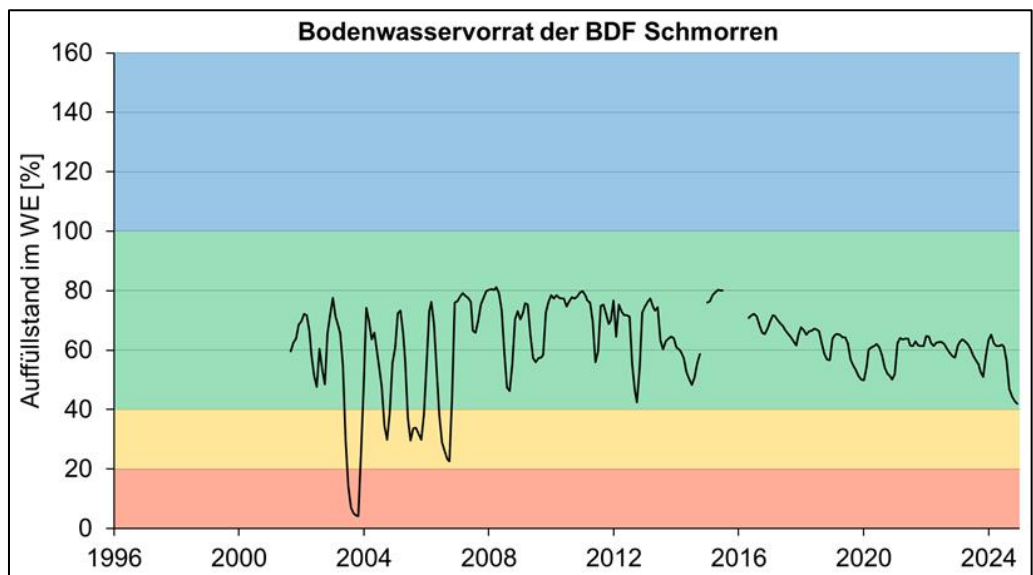
## Abbildungen



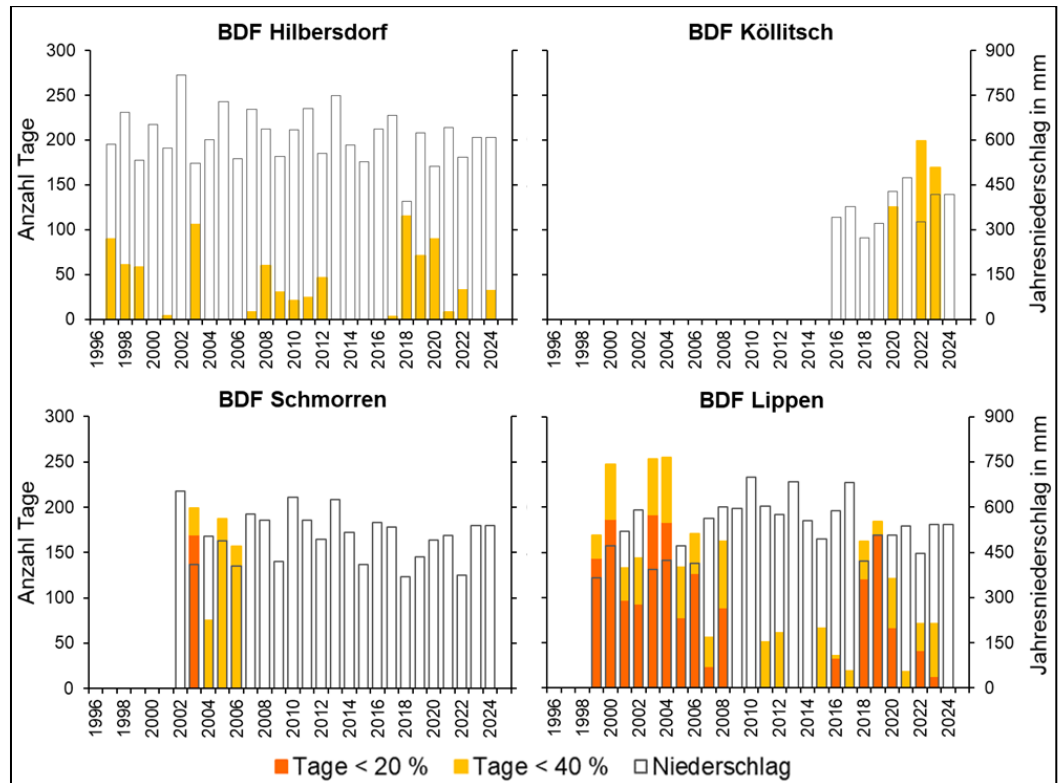
**Abbildung 2: Auffüllstand des pflanzenverfügbaren Wasservorrats im effektiven Wurzelraum WE in % der nutzbaren Feldkapazität (Monatsmittel) an der BDF Hilbersdorf**



**Abbildung 3: Auffüllstand des pflanzenverfügbaren Wasservorrats im effektiven Wurzelraum WE in % der nutzbaren Feldkapazität (Monatsmittel) an der BDF Köllitsch**



**Abbildung 4: Auffüllstand des pflanzenverfügbaren Wasservorrats im effektiven Wurzelraum WE in % der nutzbaren Feldkapazität (Monatsmittel) an der BDF Schmorren**



**Abbildung 5: Anzahl der Tage pro Jahr an denen der Bodenwasservorrat unter 40 % der nutzbaren Feldkapazität fällt (beginnender Trockenstress für Pflanzen) bzw. unter 20 % (starker Trockenstress).**

## Entwicklung

Die Auswertung langfristiger Trends erfordert entsprechend langfristige Datenreihen. An der BDF Köllitsch wurden seit Messbeginn im Jahr 2016 zwar deutlich sinkende Bodenwasservorräte und eine hohe Anzahl von Tage < 40 % nFK erfasst. Die Datenreihe ist jedoch zu kurz um Aussagen zur Langfristentwicklung zu treffen. An den anderen drei BDF-Stationen konnten keine klaren statistisch signifikanten Trends abgeleitet werden. Während an der BDF Hilbersdorf ein sehr gering sinkender Trend der Bodenwasservorräte festgestellt wurde, war der Trend an den BDF Schmorren und Lippen leicht ansteigend und durch Nutzungseinflüsse überlagert. Der Kennwert „< 40 % nFK“ zeigt an keiner der BDF -Stationen einen statistisch signifikanten Trend im jeweils betrachteten Zeitraum.

## Literaturverzeichnis

1. INFORMATIONEN ZUR BODENFEUCHTE AN SÄCHSISCHEN BODENDAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN (BDF II)  
[HTTPS://WWW.BODEN.SACHSEN.DE/INFORMATIONEN-ZUR-BODENFEUCHTE-24467.HTML?\\_CP=%7B%7D](https://www.boden.sachsen.de/informationen-zur-bodenfeuchte-24467.html?_cp=%7B%7D)  
 (ZULETZT AUFGERUFEN AM 15.09.2023)
2. DWD STATIONSGRAFIK MIT AKTUELLEN WERTEN DER BODENFEUCHTE AN 28 STATIONEN IN SACHSEN  
 (MODELLIERTE WERTE)
3. [HTTPS://WWW.DWD.DE/DE/LEISTUNGEN/BODENFEUCHTE/BODENFEUCHTE.HTML](https://www.dwd.de/DE/LEISTUNGEN/BODENFEUCHTE/BODENFEUCHTE.HTML) (ZULETZT AUFGERUFEN AM 15.09.2023)
4. DWD INFORMATIONEN ZUR BODENFEUCHTE
5. WETTER UND KLIMA - DEUTSCHER WETTERDIENST - LEISTUNGEN - ERLÄUTERUNGEN ZUR BODENFEUCHTE  
 (DWD.DE) (ZULETZT AUFGERUFEN AM 15.09.2023)
6. BODENFEUCHTEAMPEL TU DRESDEN UND STAATSBETRIEB SACHSENFORST (MODELLIERTE WERTE UND MESSWERTE DER WALDKLIMASTATIONEN IN SACHSEN)

## Klimafolgenmonitoring

7. [HTTPS://LIFE.HYDRO.TU-DRESDEN.DE/BoFeAm/DIST/INDEX.HTML](https://life.hydro.tu-dresden.de/BoFeAm/DIST/INDEX.HTML) (ZULETZT AUFGERUFEN AM 15.09.2023)
8. DÜRREMONITOR DES UFZ (MODELLIERTE WERTE)
9. [HTTPS://WWW.UFZ.DE/INDEX.PHP?DE=37937](https://www.ufz.de/index.php?de=37937) (ZULETZT AUFGERUFEN AM 07.05.2021)
10. VDLUFA (1991): METHODENBUCH BAND 1: DIE UNTERSUCHUNG VON BÖDEN, 4. AUFL., VDLUFA-VERLAG, DARMSTADT.

## Glossar

Autor: Dorith Julich; Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie;  
Abteilung 4; Referat 42; Telefon: 03731 294-2806; E-Mail: [Bodendaten.lfulg@smekul.sachsen.de](mailto:Bodendaten.lfulg@smekul.sachsen.de),  
[FachzentrumKlima.lfulg@smekul.sachsen.de](mailto:FachzentrumKlima.lfulg@smekul.sachsen.de); Redaktionsschluss: 31.01.2025: [www.lfulg.sachsen.de](http://www.lfulg.sachsen.de)