

# Wetter trifft auf Klima

## Jahresrückblick 2024

### Fachbeitrag

#### Inhalt

1.	Klimatologische Einordnung global, in Europa und Deutschland, sowie zur phänologischen Entwicklung in Deutschland und Sachsen .....	2
2.	Klimatologische Einordnungen in Sachsen .....	11
3.	Auswirkungen der Witterung auf die Ressource Wasser .....	20
4.	Auswirkungen der Witterung auf Wälder und Forstwirtschaft .....	41
5.	Auswirkungen der Witterung auf die Landwirtschaft .....	43
6.	Auswirkungen der Witterung auf den Wein- und Gartenbau .....	52
7.	Auswirkungen der Witterung auf den Naturschutz .....	56
8.	Auswirkungen der Witterung auf die Luftqualität .....	59

*Hinweis: Im Fachbericht werden meteorologische Beobachtungsdaten verschiedener Messnetze zur klimatologischen Einordnung verarbeitet und nach spezifischen fachlichen Anforderungen in verschiedene Raum- und Zeitbezüge gebracht. Beim Vergleich der angegebenen Werte ist auf die entsprechenden Angaben zu achten.*

# 1. Klimatologische Einordnung global, in Europa und Deutschland, sowie zur phänologischen Entwicklung in Deutschland und Sachsen

Falk Böttcher (Deutscher Wetterdienst)

Die Weltorganisation für Meteorologie (WMO) hat das Wetter 2024 im vorläufigen Report wie folgt klimatologisch eingeordnet und folgende Kernbotschaften veröffentlicht:

- Die letzten 10 Jahre 2015 bis 2024 waren die 10 wärmsten Jahre seit Beginn der Wetteraufzeichnungen.
- 2024 war mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit das erste Kalenderjahr mit einer Temperaturabweichung von mehr als 1,5 Kelvin (K) bezogen auf das vorindustrielle Niveau von 1850 bis 1900.
- Sechs internationale Datensätze zeigen die gleiche Entwicklung
- 2024 zeigte global außergewöhnlich hohe Werte der Land- und Meeresoberflächentemperaturen sowie der in den Ozeanen gespeicherten Wärmemenge.
- Das langfristige Temperaturziel des Pariser Abkommens ist noch nicht tot, aber in großer Gefahr.

Die globale durchschnittliche Oberflächentemperatur lag  $1,55\text{ °C}$  (mit einer Unsicherheitsmarge von  $\pm 0,13\text{ °C}$ ) über dem Durchschnitt von 1850 bis 1900, wie aus der konsolidierten Analyse der sechs Datensätze der WMO hervorgeht. Das bedeutet, dass wir wahrscheinlich gerade das erste Kalenderjahr mit einer globalen Mitteltemperatur von mehr als  $1,5\text{ °C}$  über dem Durchschnitt von 1850 bis 1900 erlebt haben.

Die WMO bietet eine Temperaturbewertung auf der Grundlage mehrerer Datenquellen an, um die internationale Klimaüberwachung zu unterstützen und verlässliche Informationen für den UN-Klimaverhandlungsprozess bereitzustellen. Die Datensätze stammen vom Europäischen Zentrum für mittelfristige Wettervorhersage (ECMWF), der Japan Meteorological Agency, der NASA, der US-amerikanischen National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), dem britischen Met Office in Zusammenarbeit mit der Climatic Research Unit an der University of East Anglia (HadCRUT) und Berkeley Earth.

Auch der Trend des Anstiegs des Kohlendioxidgehaltes in der Atmosphäre hielt an und ist mehr als 50 % höher als in der vorindustriellen Zeit und speichert viel Wärme in der Atmosphäre.

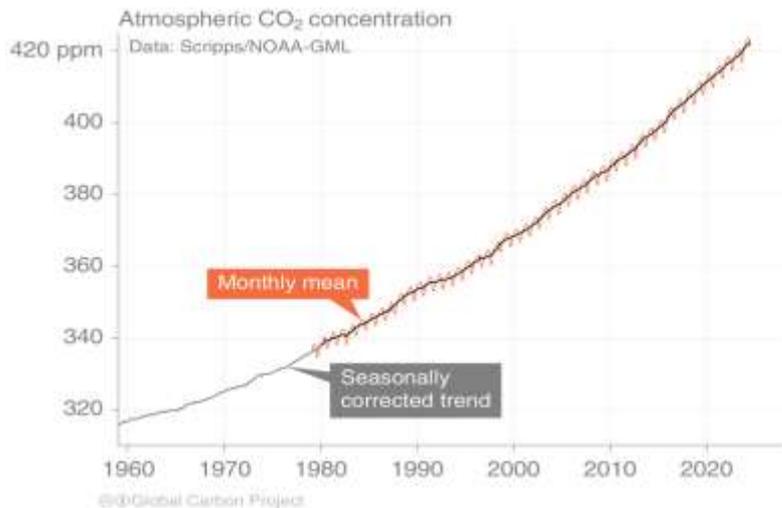


Abbildung 1: Globale gemittelte atmosphärische CO<sub>2</sub>-Konzentration an der Erdoberfläche (Quelle: Global Carbon Project 2024)

Eine separate Studie, die in der Fachzeitschrift *Advances in Atmospheric Sciences* veröffentlicht wurde, ergab, dass die Erwärmung der Ozeane im Jahr 2024 eine Schlüsselrolle bei den rekordhohen Temperaturen spielte. Der Ozean ist der wärmste, den der Mensch je aufgezeichnet hat, nicht nur an der Oberfläche, sondern auch in den oberen 2000 Metern.

Etwa 90 % der überschüssigen Wärme durch die globale Erwärmung werden im Ozean gespeichert, was den Wärmegehalt der Ozeane zu einem kritischen Indikator für den Klimawandel macht. Von 2023 bis 2024 beträgt der globale Anstieg des Wärmegehalts der Ozeane in den oberen 2000 m Höhe 16 Zettajoule (1021 Joule), was etwa dem 140-fachen der gesamten weltweiten Stromerzeugung im Jahr 2023 entspricht, so die Studie, die auf dem Datensatz des Instituts für Atmosphärenphysik der Chinesischen Akademie der Wissenschaften basiert.

Die WMO wird in ihrem Bericht »State of the Global Climate 2024«, der im März 2025 veröffentlicht wird, ausführliche Angaben zu den wichtigsten Indikatoren für den Klimawandel machen, darunter Treibhausgase, Oberflächentemperaturen, Meereswärme, Anstieg des Meeresspiegels, Gletscherrückgang und Meereisausdehnung.

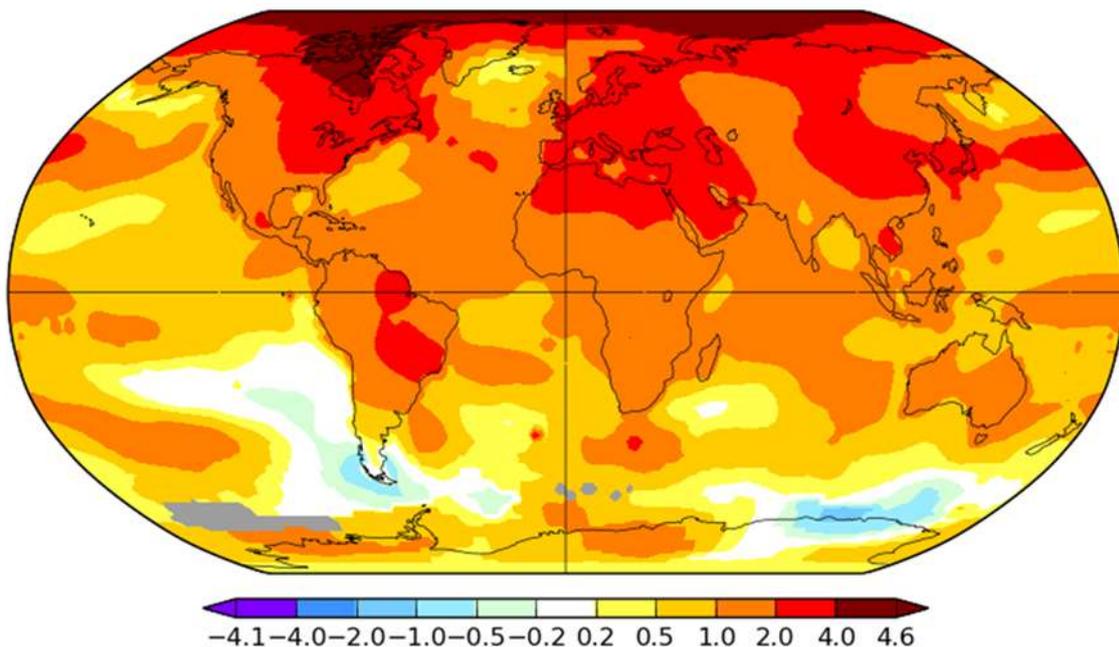


Abbildung 2: Abweichung der Jahresmitteltemperatur zwischen Dezember 2023 und November 2024 (Quelle: <https://data.giss.nasa.gov/gistemp/maps/>)

Extremwetter tritt häufiger und intensiver auf - und damit nehmen auch die Schäden zu. Der Versicherer Munich Re beziffert sie für das zurückliegende Jahr auf 320 Milliarden Dollar. In Europa verursachten schwere Überschwemmungen versicherte Schäden von rund 10 Milliarden USD, was 2024 zum zweit teuersten Jahr für Hochwasserschäden in der Region macht. Im September traf Sturm Boris Mitteleuropa und verursachte Überschwemmungen in Tschechien, Polen und Österreich, aber auch in Ländern wie Italien und Kroatien. Die Intensität des Wettersystems wurde durch klimawandelbedingte Faktoren wie hohe Mittelmeerwassertemperaturen verstärkt. In Spanien führten Rekordregenfälle zu Überschwemmungen, die weite Teile der Regionen Valencia und Kastilien-La Mancha betrafen. Vielerorts fiel die Regenmenge eines Jahres innerhalb von acht Stunden.

Rund zwei Drittel der weltweiten versicherten Schäden entfallen auf die USA. Zwei schwere Hurrikane – Helene und Milton – trafen im Herbst auf Florida und verursachten Schäden von knapp 50 Milliarden USD. Zudem führten schwere Gewitterstürme zu globalen Schäden von über 51 Milliarden USD – der zweithöchste Wert nach 2023.

Neben den schon genannten Extremereignissen waren auf allen Kontinenten außergewöhnliche Witterungsabschnitte zu registrieren:

- Kältewelle zu Jahresbeginn in Teilen Kanadas und der USA
- Dramatische Dürre in Südamerika, besonders im Amazonasbecken
- Ausgeprägte Trockenheit in Namibia
- Schneechaos im Nordosten Südafrikas im September
- Extreme Hitze, besonders während der Pilgerzeit in Saudi-Arabien
- Schneeschmelze und starker Regen führten zu Überflutungen im Grenzgebiet Russland-Kasachstan

- Dem heißesten August im Norden standen Starkregen und Überflutungen im Süden Australiens gegenüber.

Wie die Abbildung 3 zeigt, gab es auch in Europa im Jahr 2024 nur positive Temperaturabweichungen. Das Signal findet sich in allen vier Jahreszeiten kontinentweit. Lediglich in der letztjährigen Winterperiode war in Teilen Skandinaviens eine leicht negative Temperaturabweichung feststellbar. Demgegenüber wiesen die arktischen Regionen im Herbst eine deutlich positive Temperaturabweichung von zum Teil über 5 K auf.

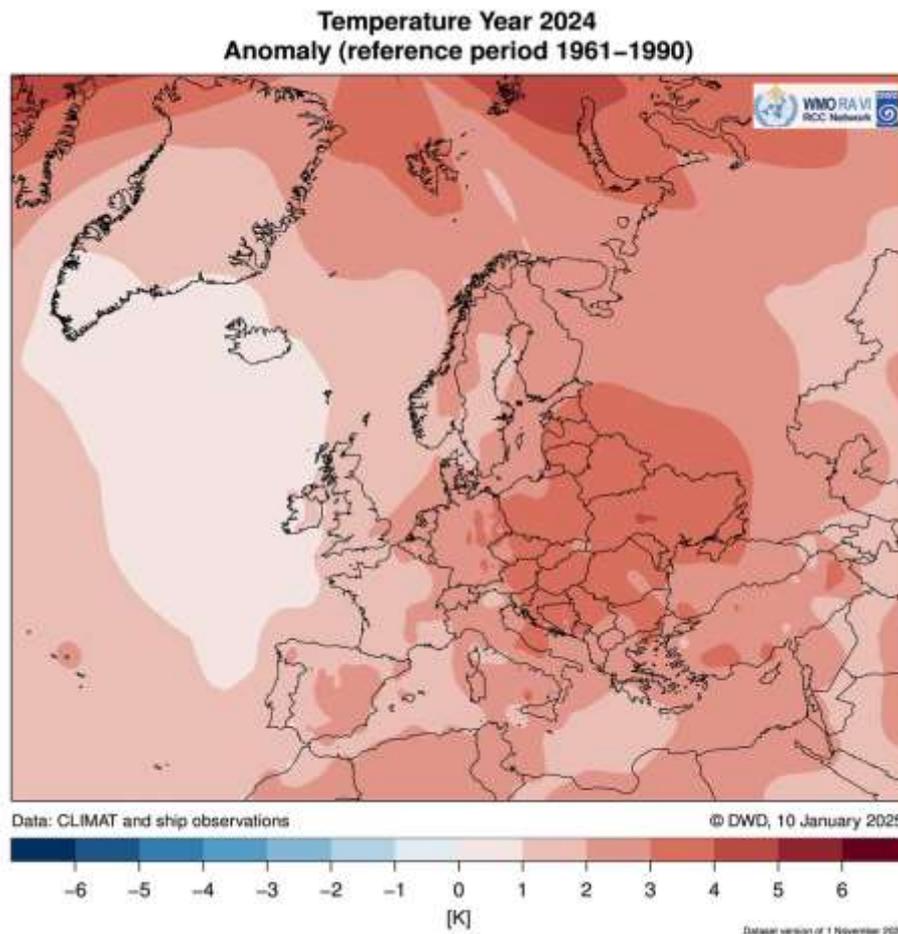


Abbildung 3: Temperaturabweichung im Jahr 2024 in Europa bezogen auf die Klimanormalperiode 1961-1990

Precipitation Year 2024  
Percentage of 1961–1990 Average

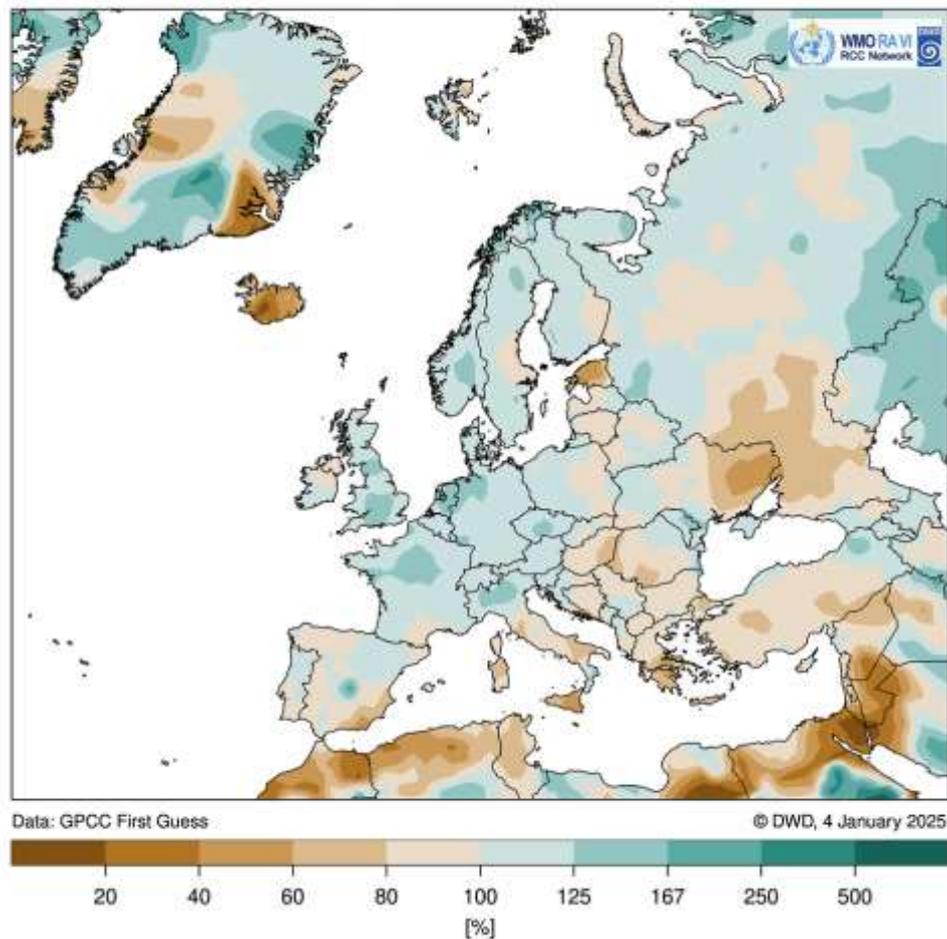


Abbildung 4: Prozentuale Niederschlagsabweichung im Jahr 2024 in Europa

Hinsichtlich der Jahressumme des Niederschlages sind die europäischen Mittelmeeranrainerstaaten direkt an der Mittelmeerküste auch 2024 von Niederschlagsarmut betroffen, wobei in Spanien, aber auch in Südosteuropa die oben beschriebenen extremen Hochwasserereignisse zu beachten sind. Auch in Island, Teilen der Ukraine und in den baltischen Staaten waren deutlich unterdurchschnittliche Jahresniederschlagssummen aufgetreten. In großen Teilen West-, Mittel- und Nordeuropas waren die Jahresniederschlagssummen höher als klimatologisch erwartbar.

### Global Radiation Year 2024 Percentage of 1991–2020 Average

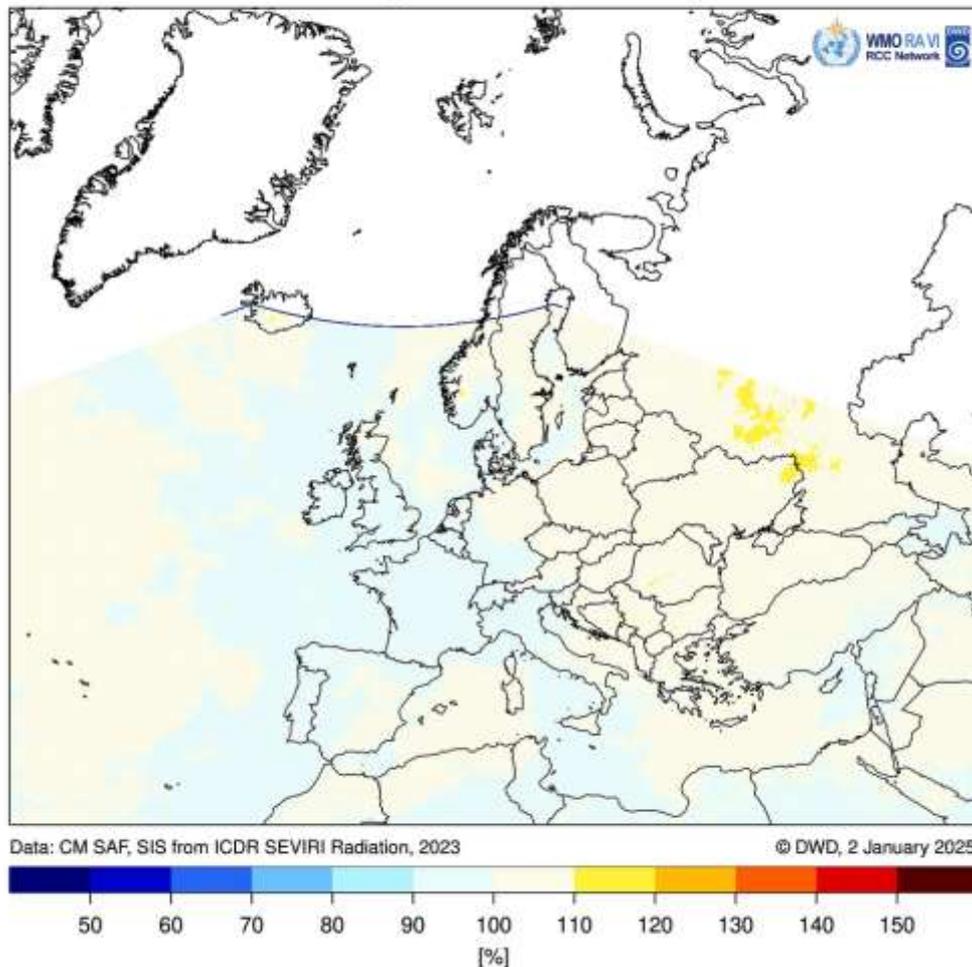


Abbildung 5: Abweichung der Globalstrahlung im Jahr 2024 in Europa bezogen auf die Periode 1991-2020 (eine frühere Vergleichsperiode kann aufgrund der verfügbaren Daten nicht verwendet werden)

Der gesamte Strahlungsinput von der Sonne variierte 2024 in Europa verbreitet um den Normalwert, mit Werten zwischen -10 bis +10 % bezogen auf die Periode 1991 bis 2020.

2024 war in Deutschland erneut das wärmste Jahr seit Aufzeichnungsbeginn 1881 und nach 2022 und 2023 wurde das dritte Mal in Folge dieser fragwürdige Rekord aufgestellt (siehe Abbildung 6). Alle 12 Monate und damit auch alle vier Jahreszeiten zeigten positive Temperaturabweichungen, wobei das Frühjahr das wärmste seit Aufzeichnungsbeginn war, aber auch die anderen Jahreszeiten rangieren unter den wärmsten 5 seit 1881. Die Tendenz zu einer Abnahme von Eis- und Frosttagen sowie zur Zunahme von Sommer- und Heißen Tagen setzte sich fort. Das Nebeneinander von kalten und milden Perioden zeigte sich auch wieder. So wurden April und September Abschnitte registriert, die innerhalb weniger Tage einen Wetterumschwung brachten, der von thermischen Bedingungen am oberen Rand der klimatischen Bandbreite an den unteren Rand führte.

Insbesondere im April traten dabei Fröste auf, die in vielen Regionen im Gartenbau zu massiven Schäden beispielsweise, bei Obst und Wein, führten. Es gibt Regionen in Deutschland, die nahezu Totalausfälle im Anbau von Äpfeln zeigen.

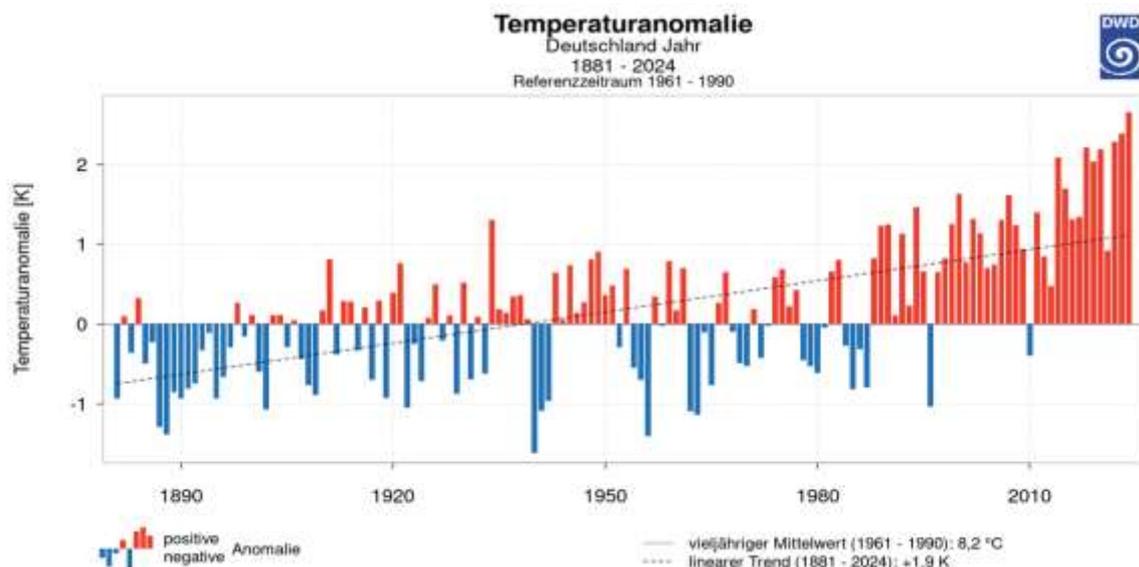


Abbildung 6: Anomalie der Jahresmitteltemperatur über Deutschland 1881 bis 2024 bezogen auf die Klimanormalperiode 1961-1990

Die Sonnenscheindauer summierte sich 2024 im flächenhaften Deutschlandmittel auf 1675,3 Stunden. Das sind 131,3 Stunden oder 8,5 % mehr als normal.

Das Jahr 2024 brachte im Flächenmittel eine Jahresniederschlagssumme von 901,6 mm. Das sind 113 % des Normalwertes der Periode von 1961 bis 1990. Der Zeitraum Juli 2023 bis Juni 2024 war sogar der 12-Monats-Zeitraum mit der höchsten je gemessenen Summe über einen zusammenhängenden 12-Monats-Zeitraum. Gleichwohl ließen die atmosphärischen Verhältnisse die Bodenfeuchte zwischen den bisherigen maximalen und minimalen Werten schwanken und zum Jahresende sind die Bodenwasservorräte in den landwirtschaftlich relevanten Bodenschichten nahezu aufgefüllt. In Schichten unterhalb etwa 1 m Tiefe gibt es aber gerade in den östlichen Bundesländern noch immer deutliche Defizite im Füllniveau des Bodenwasserspeichers. In vielen Regionen, die seit 2018 einen deutlichen Rückgang des Grundwassers erlebten, brachten die Niederschlagsbedingungen 2023 und 2024 noch keine durchgreifende Erholung. Exemplarisch dient dazu die Abbildung 7. Sie zeigt die Uferlinie des Blauen Sees in der Dahleener Heide bei Schmannewitz. Der See, ein Restloch einer früheren Tongrube, hat keinen natürlichen Zufluss und bezieht sein Wasser ausschließlich durch Niederschlag. Auf dem Bild vom 11.01.2025 ist die aktuelle Wasserlinie erkennbar und links ist am Ufer die im Bild schwarz erscheinende Uferlinie sichtbar, die bis zum Winter 2017/18 zu beobachten war. Der Höhenunterschied zwischen der aktuellen und ehemaligen Uferlinie beträgt knapp 2 m. Die Seeoberfläche ist durch das Absinken des Wasserspiegels um mindestens 1000 m<sup>2</sup> geringer geworden.



*Abbildung 7: Blauer See (Dahlener Heide, nahe Schmannewitz) am 11.01.2025, erkennbar ist das Absinken der Uferlinie auf den aktuellen Stand im Vergleich zum Stand von 2017/18, der durch die dunkel erscheinende Unterbrechung der Schneebedeckung links markiert ist (Foto: K. Böttcher)*

Landwirtschaftliche Versicherungsunternehmen berichten auch im Jahr 2024 von einer Überschadenssumme. Die vielen Wetterextreme – Hagel, Starkregen, Sturm und Frost – haben zu Schadenszahlungen wie im Vorjahr geführt.

#### Die phänologische Entwicklung

Das phänologische Jahr startete 2024 in Deutschland am 25.01. mit dem Vorfrühling mehr als zwei Wochen früher als zum mittleren Termin, aber etwas später als 2023 und in etwa zur gleichen Zeit wie 2022. Diese Verfrühung schrumpfte zwar etwas, blieb aber bis in den Hochsommer erhalten. Die frühe Entwicklung sorgte für rasche Vegetationsfortschritte, die jäh durch Frost in der letzten Aprildekade unterbrochen wurde und zu massiven Schäden insbesondere im Obst- und Weinbau bis hin zu Totalausfällen führte. Durch das schon beschriebene Niederschlagsgeschehen und die Temperaturbedingungen normalisierte sich die phänologische Entwicklung bis zum Ende der Vegetationszeit und der phänologische Winterbeginn war am 09.11. nur zwei Tage später als klimatologisch erwartbar mit dem Blattfall der Stieleiche registriert worden.

In Sachsen war die Entwicklung ähnlich wie deutschlandweit. Wie schon im Vorjahr konnte insbesondere bei den Europäischen Lärchen eine außerordentlich späte Nadelverfärbung und ein ebensolcher Nadelfall beobachtet werden.

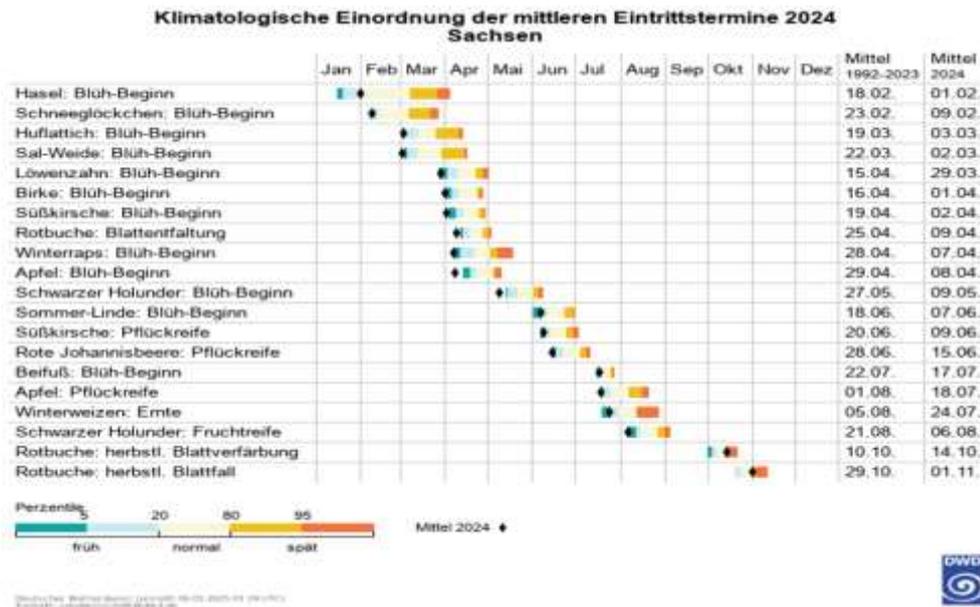


Abbildung 8: Klimatologische Einordnung der phänologischen Entwicklung in Sachsen im Jahr 2024

Für diesen Abschnitt wurden neben eigenen Auswertungen folgende Quellen benutzt:

<https://wmo.int/news/media-centre/wmo-confirms-2024-warmest-year-record-about-155degc-above-pre-industrial-level>

[https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaueberwachung/klimaueberwachung\\_node.html](https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaueberwachung/klimaueberwachung_node.html)

<https://climate.copernicus.eu/>

<https://globalcarbonbudget.org/gcb-2024/>

<https://vereinigte-haegel.net/de/>

## 2. Klimatologische Einordnungen in Sachsen

Daniel Hertel, Johannes Franke, Ute Schreiber, Dominic Rumpf (Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie)

**Hinweis:** Dieses Kapitel baut auf Kapitel 2 im [Vorjahresbericht](#) auf und schreibt dieses mit den Beobachtungen aus dem Jahr 2023 fort.

### Klimatologische Einordnung des Jahres 2024

Abbildung 9 zeigt eine zusammenfassende Übersicht zur klimatologischen Einordnung der Wetter-/Witterungsabfolge für 2024 anhand der Elemente Lufttemperatur, Niederschlag und Sonnenstunden auf der Basis von Jahres-, Jahreszeiten- und Monatswerten. Die farblichen Hervorhebungen betreffen die Randbereiche der Verteilungen über die jeweiligen Abweichungen seit Datenverfügbarkeit und zielen auf das Sichtbarmachen von Extremen in den unterschiedlichen Zeitskalen Monat, Jahreszeit und Jahr ab.

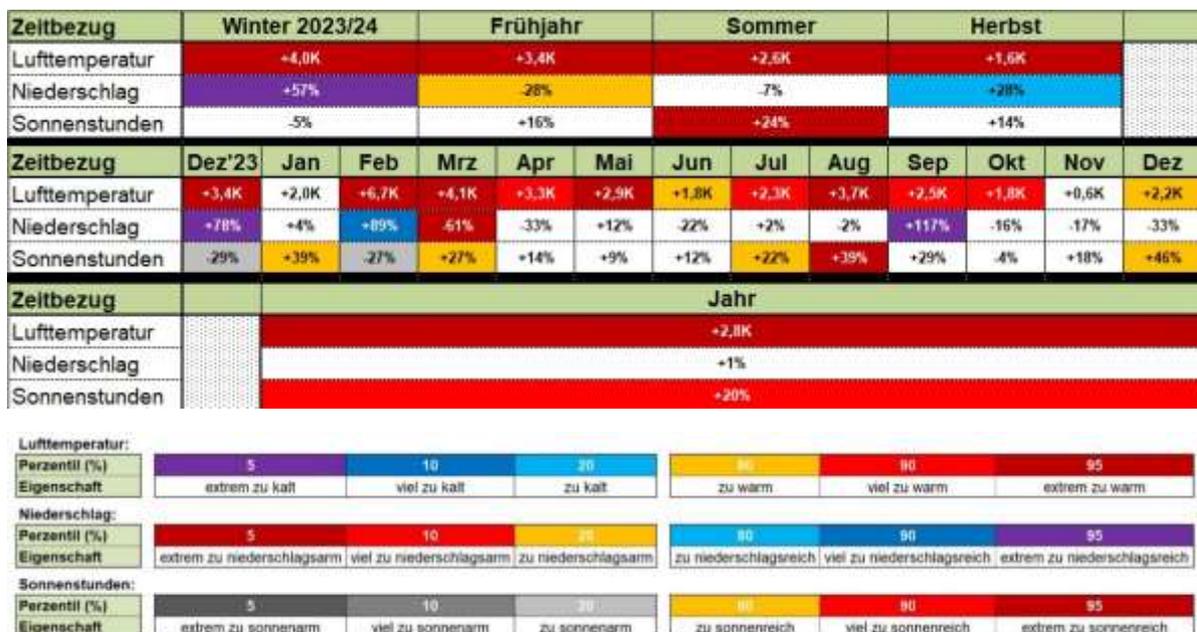


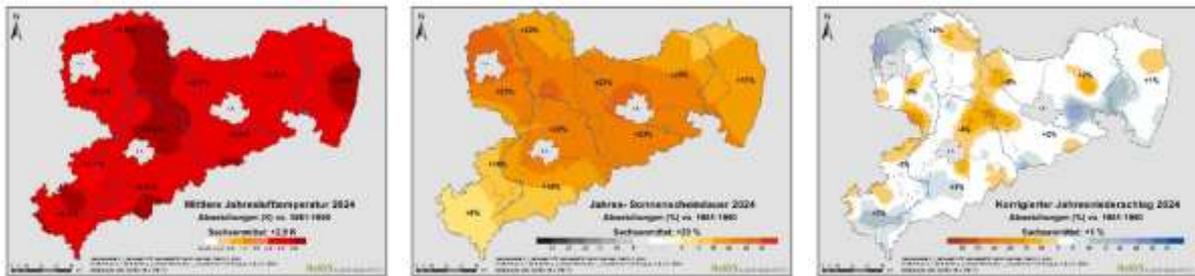
Abbildung 9: Zusammenfassende klimatologische Einordnung des Jahres 2024 vs. 1961-1990 in Sachsen (oben, Datenzeitraum: 1881 bis 2024, Hinweis: scheinbare Inkonsistenzen in den Zahlenangaben beruhen auf Rundungsungenauigkeiten, maßgebend sind die Größenordnungen) sowie verwendete Perzentile und deren Einstufung (unten)

Das Jahr 2024 war mit +2,8 Kelvin (K) im Vergleich zur Klima-Referenzperiode 1961-1990 das wärmste seit den Wetteraufzeichnungen ab 1881 und wurde als »extrem zu warm« eingestuft. Somit liegen die sechs wärmsten Jahre in Sachsen (seit 1881) in den letzten 7 Jahren. Im Vergleich zu 2023 (+2,3 K) oder 2022 (+2,1 K) hat sich der Erwärmungstrend 2024 nochmal deutlich beschleunigt. Die Anzahl der Sonnenstunden war um +20 % deutlich höher und damit war es in Sachsen »viel zu sonnenreich«. Der Jahresniederschlag fiel mit +1 % minimal höher aus.

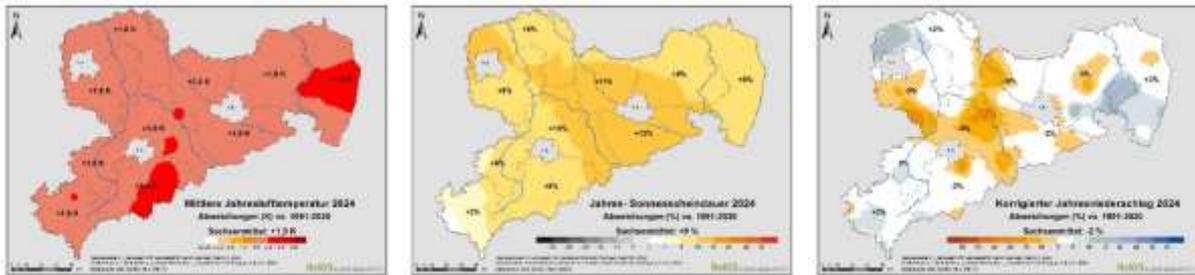
Neben dem Jahr waren auch alle Monate und alle Jahreszeiten wärmer und dies auf einem sehr hohen Temperaturniveau. Mit Ausnahme von Januar und November waren alle Monate mindestens »zu warm«, wobei Februar, März, Mai und August sogar als »extrem zu warm« klassifiziert wurden. Selbst Januar und November lagen immer noch deutlich über dem langjährigen Mittel 1961-1990. Zudem traten im Frühjahr und Sommer ausgeprägte Niederschlagsdefizite sowie im Winter und Herbst erhebliche Niederschlagsüberschüsse auf. Besonders auffällig waren die Monate Februar und März. Beide Monate waren mit +6,7 K bzw. +4,1 K jeweils die wärmsten seit den Wetteraufzeichnungen ab 1881, aber im Februar »zu sonnenarm« (-27 %) und »viel zu niederschlagsreich« (+89 %) gegenüber März »zu sonnenreich« (+27 %) und »viel zu niederschlagsarm« (-61 %). Ähnlich niederschlagsreich wie der Februar war der September, hauptsächlich verbunden mit einem Vb-Tief (+117 %, »extrem zu niederschlagsreich«). Interessanterweise lag die Anzahl der Sonnenstunden im September trotzdem um +29 % höher. Insgesamt lässt sich resümieren, dass die meisten Monate einen Überschuss im Saldo der Sonnenstunden hatten, bei durchweg hohem Temperaturniveau. (Abbildung 9)

In Abbildung 10 sind die Abweichungen der Jahresmitteltemperatur (in Kelvin, K), der Sonnenscheindauer (in Prozent) und des Jahresniederschlags (in Prozent) für 2024 gegenüber 1961-1990 (Klima-Referenzperiode), 1991-2020 (aktueller Bezugszeitraum) und der Dekade 2011-2020 flächendifferenziert nach Landkreisen dargestellt.

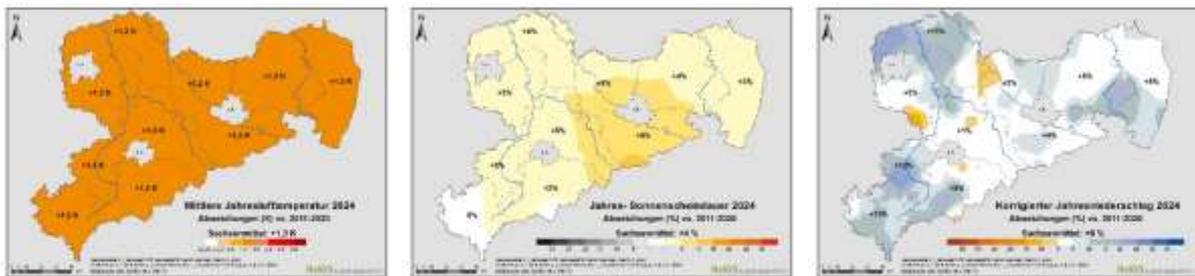
*Abweichungen (%) vs. 1961-1990*



*Abweichungen (%) vs. 1991-2020*



*Abweichungen (%) vs. 2011-2020*



*Abbildung 10: Abweichungen der Jahresmitteltemperatur (K), der Jahressonnenstunden (%) und des Jahresniederschlages (%) für 2024 vs. 1961-1990, 1991-2020 und 2011-2020 in Sachsen und den sächsischen Landkreisen (ohne kreisfreie Städte)*

Die Bilanzierung der atmosphärischen Bedingungen als Treiber im Wasserhaushalt erfolgt anhand der klimatischen Wasserbilanz. Diese gibt das potentielle Wasserdargebot an und berechnet sich aus dem Niederschlag (Gewinngröße) abzüglich der potentiellen Verdunstung (Verlustgröße). Die potentielle Verdunstung gibt das atmosphärische Sättigungsdefizit an und beschreibt somit den »Durst« der Atmosphäre. Die Quantifizierung erfolgt hier mittels der Gras-Referenzverdunstung. Der Niederschlag wird hier um den windbedingten Messfehler korrigiert verwendet.

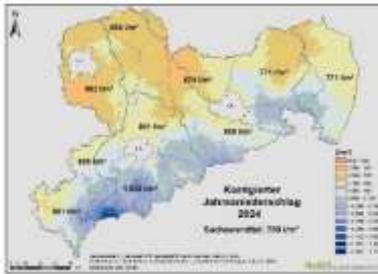
Tabelle 1 zeigt die Ausprägung der voran genannten Größen (in l/m<sup>2</sup> bzw. mm) für das Jahr 2024 und deren Abweichungen gegenüber der Referenzperiode 1961-1990, dem Bezugszeitraum 1991-2020 und der Dekade 2011-2020.

Die Klimatische Wasserbilanz in Sachsen weist mit +145 Liter pro Quadratmeter (l/m<sup>2</sup>) im Jahr 2024 ein Defizit von 105 l/m<sup>2</sup> aus. Zum Vergleich: In der Klima-Referenzperiode 1961-1990 betrug die Klimatische Wasserbilanz im Mittel +250 l/m<sup>2</sup>.

Das Defizit im Jahr 2024 resultiert bei nahezu ausgeglichenem Niederschlagsangebot (+1 %) insbesondere aus einer um +20 % (2023: +16 %) erhöhten potentiellen Verdunstung, die durch die sehr hohen Niveaus für die Temperatur und die Sonnenstunden (Globalstrahlung) maßgebend angetrieben ist. Insbesondere der Sommer war »extrem zu sonnenreich« (+24 %; siehe Abbildung 1). Das potentielle Wasserdargebot (klimatische Wasserbilanz) im Jahr 2024 war selbst gegenüber dem maßgebend durch Trockenheit gekennzeichneten Zeitraum 2011-2020 noch um 40 l/m<sup>2</sup> niedriger.

Auf die klimatische Wasserbilanz wird weiter in Kapitel 3 »Wasserhaushaltliche Einordnung« eingegangen.

*Tabelle 1: Korrigierter Niederschlag, Gras-Referenzverdunstung und Klimatische Wasserbilanz (l/m<sup>2</sup>) für 2024 und deren Abweichungen (%) vs. 1961-1990, 1991-2020 und 2011-2020 in Sachsen, Jahr*

korrigierter Niederschlag	Gras-Referenzverdunstung	Klimatische Wasserbilanz
		
2024: 790 l/m <sup>2</sup>	2024: 645 l/m <sup>2</sup>	2024: 145 l/m <sup>2</sup>
<i>Abweichung (%) vs. 1961-1990</i>		
+1 %	+20 %	-105 l/m <sup>2</sup>
<i>Abweichung (%) vs. 1991-2020</i>		
-2 %	+11 %	-100 l/m <sup>2</sup>
<i>Abweichung (%) vs. 2011-2020</i>		
+6 %	+7 %	-40 l/m <sup>2</sup>

### Besonderheiten in der Witterung 2024 aus klimatologischer Sicht

Das Jahr 2024 kann in Sachsen durchaus als ein Jahr der Gegensätze beschrieben werden. Während der Frühling zwei Wochen früher als üblich begann (siehe Kapitel zur Phänologie) und der April sogar mit mehreren Sommertagen (Tagesmaximum der Lufttemperatur  $\geq 25$  °C) startete, erfolgte in der zweiten Aprilhälfte ein Temperatursturz mit dem Höhepunkt in der Nacht vom 22. auf den 23.04.2024. In dieser trat verbreitet deutlicher Frost mit entsprechend erheblichen Schäden beim Obst- und Weinbau auf. Auswertungen zeigen, dass zwar einerseits insgesamt das Spätfrostisiko im Mittel des Zeitraumes 1991-2020 deutlich gesunken ist, verglichen mit der Referenzperiode 1961-1990.

Andererseits hat sich durch den früheren Blühbeginn der Vegetation, in diesem Fall des Apfels, das Risiko für potentielle Spätfrostschäden von 23 % (1961-1990) auf 28 % (1991-2020) bzw. 31 % (2011-2020) deutlich erhöht (vgl. Indikator [„Blühbeginn des Apfels“](#) des Sächsischen Klimafolgenmonitorings).

Gegensätze zeigen sich darüber hinaus auch im Niederschlagsregime. Während auf der einen Seite der Sommer wiederum deutlich zu warm ausfiel und damit auch die Verdunstungsraten weiterhin hoch bleiben sowie ein leichtes Niederschlagsdefizit (-7 % im Vgl. zu 1961-1990) zu verzeichnen war, kann für das gesamte Jahr ein leichter Niederschlagsüberschuss (+1 %) festgestellt werden. Die innerjährliche Verteilung wird zunehmend ungleichmäßiger und ein großer Teil der Überschüsse resultiert aus Starkregenereignissen, einerseits skaligem Dauerregen, andererseits konvektivem Starkregen. So kam es bspw. an der Elbe zu zwei Hochwasserereignissen. Besonders hervorzuheben ist das Hochwasser im September 2024. Dieses wurde durch eine sogenannte Vb-Wetterlage hervorgerufen, die in Tschechien, Polen und Österreich Rekordniederschläge (z.B. 300 bis > 400 mm in 5 Tagen in einem Gebiet zwischen Mostviertel und Wienerwald) verursachte. Obwohl Sachsen hierbei glimpflich davonkam, hätte dies durch eine nur leicht andere Zugbahn des Tiefs und feuchtere Böden (Vorgeschichte relativ trocken) deutlich anders aussehen können. Das Ereignis hat trotzdem eindrucksvoll gezeigt, dass das Gefährdungspotential für Sachsen durch solche Wetterlagen im Rahmen des Klimawandels deutlich zunimmt.

Dazu muss man sich den Entstehungsmechanismus von Vb-Tiefs vergegenwärtigen. Ausgangspunkt ist in der Regel ein Vorstoß höhenkalter Luftmassen, der bis zum Mittelmeer reicht. Über dem warmen Meereswasser kommt aufgrund der großen Temperaturgegensätze eine Zyklonogenese in Gang, bei der sich ein Tiefdruckgebiet in Richtung Tschechien/Polen, der sogenannten Vb-Zugbahn bewegen kann. Dabei gleitet die feuchtwarme Mittelmeerluft auf die kalten Luftmassen und löst intensive Niederschläge aus. Charakteristisch für Sachsen ist, dass aufgrund der Zugbahn in Richtung Osteuropa die Westseite der Zyklone eine Nordstaulage am Erzgebirge hervorrufen kann, die die Niederschläge weiter intensiviert. Häufig ziehen solche Tiefs relativ schnell durch und bringen den dringend benötigten Landregen. Wenn die flankierenden Hochdruckgebiete den Durchzug allerdings blockieren, bspw. 2002, 2013 oder eben auch im September 2024, dann können sich die intensiven Niederschläge an Ort und Stelle abregnen und zu immensen Problemen führen.

Der Klimawandel hat auf die Gefährlichkeit von Vb-Tiefs eine große Wirkung. Zum einen erhöht sich durch die gestiegenen Temperaturen die Verdunstungsrate und zum anderen kann wärmere Luft mehr Wasser aufnehmen, sodass potenziell bei ähnlichen Wetterlagen in der Zukunft mehr niederschlagbares Wasser zur Verfügung steht. Im Falle der Septemberzyklone war das Mittelmeer rekordwarm.

So war das Oberflächenwasser, insbesondere im Entstehungsgebiet der Vb-Tiefs (Golf von Genua), 5 °C wärmer als das ohnehin schon wärmere Klimamittel 1991-2020. Insofern konnte sich das Tief mit großen Mengen Feuchtigkeit vollsaugen und es muss davon ausgegangen werden, dass solche überdurchschnittlichen Meerestemperaturen zukünftig häufiger vorkommen bzw. die Regel werden.

Für das Schadenspotential in Sachsen ist die Frage relevant, inwiefern die klimatischen Veränderungen die Zugbahnen von Vb-Tiefs beeinflussen, sodass diese häufiger auftreten oder ob blockierende Situationen, die einen schnellen Durchzug verhindern, zukünftig ansteigen. Blockierende Wetterlagen sind dabei definiert als langanhaltende quasi-stationäre und selbsterhaltende Strömungsmuster, in der Regel Hochdruckgebiete, die die typische Westwindzirkulation in Mitteleuropa unterbrechen und zu eher meridional ausgerichteten Strömungen führen.

Im Auftrag des LfULG wurde zu den Trends für Vb-Starkregenereignissen, als Resultat blockierender Wetterlagen 2024 eine Studie abgeschlossen. Dabei ergaben sich zusammenfassend folgende Kernaussagen:

- Bei blockierenden Wetterlagen werden Tiefdruckgebiete eher in Richtung Mitteleuropa abgelenkt, wodurch sich generell in Mitteleuropa, auch Sachsen, die Starkregengefahr erhöht.
- Starkregenereignisse in Sachsen sind nicht zwingend auf ein Vb-Tief zurückzuführen.
- Tritt allerdings Starkregen in Verbindung mit einem Vb-Tief auf, so stehen diese bevorzugt (3,5-fach häufiger) mit einer blockierenden Wettersituation über Osteuropa (Abbildung 11 (a) und (b)) in Zusammenhang. Blockierende Situationen über dem Nordatlantik/Skandinavien (Abbildung 11 (c) und (d)) stehen hingegen nur 1,5-2-fach häufiger mit Starkregenereignissen in Folge von Vb-Zugbahnen im Zusammenhang.

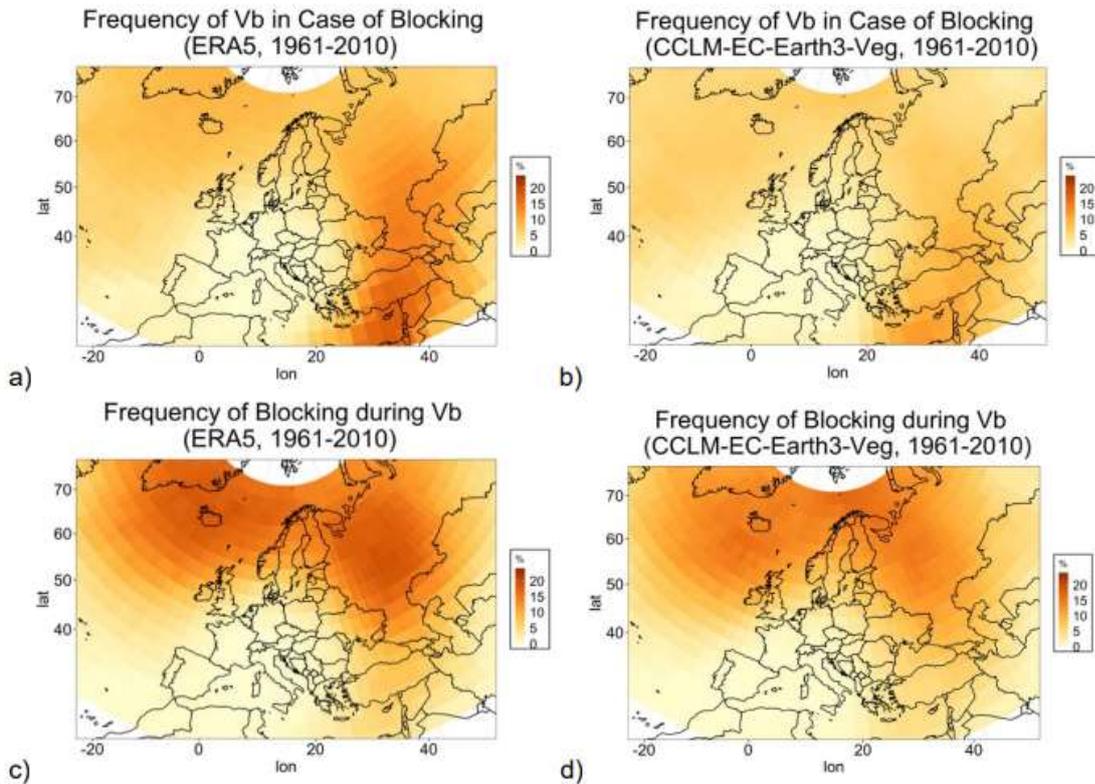


Abbildung 11: Relative Häufigkeit von Vb-Tiefs bei blockierenden Wetterlagen im Zeitraum 1961 - 2010 für (a) ERA5-Reanalysen und (b) dem Klimamodell CCLM-EC-Earth3-Veg. Relative Häufigkeit von blockierenden Wetterlagen während Vb-Tiefs für (c) ERA5-Reanalysen und (d) CCLM-EC-Earth3-Veg. Quelle: LfULG-Schriftenreihe, Heft 9/2024.

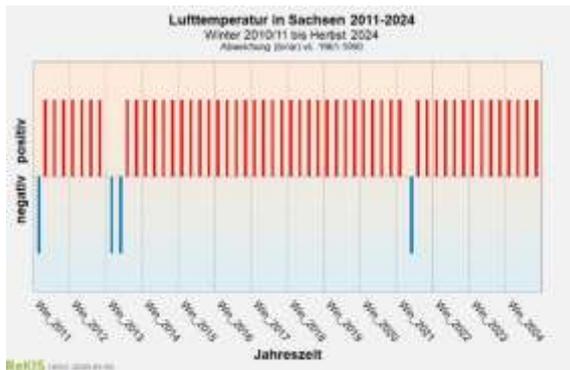
## Jahresübergreifende Einordnung seit 2011

Mit der mehrjährigen Witterungsabfolge auf Basis von Jahreszeiten können Risiken aus der kumulativen Wirkung, gar neuartige Extreme, im System Boden-Pflanze-Atmosphäre eingeschätzt bzw. sichtbar gemacht werden.

Neben der Temperatur und dem Niederschlag wird hierzu auch ein einfaches Trockenheitsmaß<sup>1</sup> verwendet, das mit der klimatischen Wasserbilanz harmoniert und als atmosphärische Rahmenbedingungen für Feuchte- und Trockenphasen interpretiert werden kann.

Abbildung 12 zeigt die Witterungsabfolge anhand von Abweichungen (binär) der Temperatur, dem Niederschlag und dem Trockenheitsmaß für aufeinanderfolgende Jahreszeiten von Winter 2010/11 bis Herbst 2024 in Sachsen gegenüber 1961–1990.

<sup>1</sup> *de Martonne*-Index: zielt auf die pflanzenphysiologische Wirkung des Niederschlags ab und liefert ein einfaches Maß für die Trockenheit eines Lebensraumes. Er kombiniert Temperatur  $TM$  ( $^{\circ}C$ ) und Niederschlag  $RR$  (mm bzw.  $l/m^2$ ) und berechnet sich mit  $dM = RR/(TM+10)$ . Die Temperatur fungiert hier als Ersatzgröße (Proxy) für die Verdunstung. Der *de Martonne*-Index harmoniert mit der klimatischen Wasserbilanz und kann als atmosphärische Rahmenbedingungen für Feuchte- und Trockenphasen interpretiert werden. Aufgrund der geringen Datenanforderung lassen sich vergleichsweise lange Zeitreihen berechnen und hinsichtlich des längerfristigen Klimatrends bewerten.



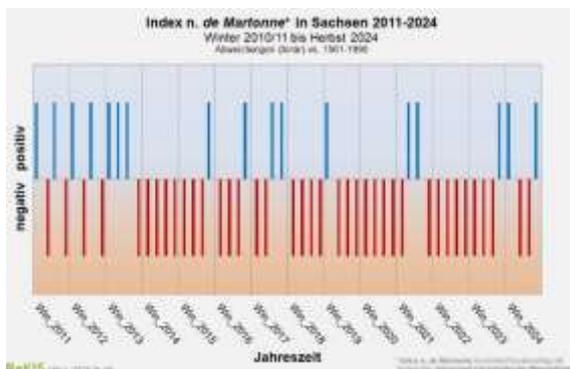
Die Abfolge wärmerer und kühlerer Jahreszeiten zeigt das zunehmend höhere thermische Niveau. Seit 1881 sind die 31 aufeinanderfolgenden Jahreszeiten von Sommer 2013 bis einschließlich Winter 2020/21 der längste Abschnitt, in dem durchgehend alle Jahreszeiten über ihrem Referenzwert lagen. Diese Abfolge setzt sich fort, wobei das Frühjahr 2021 lediglich eine Unterbrechung war.

### Temperatur



Die Abfolge niederschlagsärmerer und -reicherer Jahreszeiten zeigt auf den ersten Blick keine vergleichbare Entwicklung wie die der Temperatur an. Allerdings ist eine Häufung niederschlagsärmerer Abschnitte seit Winter 2013/14 mit einem Verhältnis von 27 (negative Abweichung) zu 17 (positive Abweichung) deutlich erkennbar.

### Niederschlag



Der Verlauf des Trockenheitsmaßes zeigt, dass seit Herbst 2013 gehäuft atmosphärische Bedingungen auftraten, die einen Aufbau bzw. die Ausprägung von Trockenheit begünstigen bzw. vorantreiben. Ausdruck dessen ist das Verhältnis 10 (positive Abweichung) zu 35 (negative Abweichung). Die Auswirkungen wurden aber erst 2018 sichtbar.

### Trockenheitsmaß

Abbildung 12: Witterungsabfolge für Temperatur (oben), Niederschlag (Mitte) und Trockenheitsmaß (unten) von Winter 2010/11 bis Herbst 2024 in Sachsen – Abfolge positiver und negativer Abweichungen (binär) vs. 1961-1990

Aus atmosphärischer Sicht bleibt festzustellen, dass sich die im Jahr 2023 vorübergehend eingestellte Entlastung der seit mindestens 2018 sichtbaren Trockenphase im Jahr 2024 vorerst nicht weiter fortgesetzt hat. Durch die hohen Verdunstungsraten und das damit einhergehende unterdurchschnittliche potentielle Wasserdargebot ist außerdem nicht davon auszugehen, dass sich die hydrologische Trockenheit, gekennzeichnet durch niedrige Grundwasserstände, sehr bald erholen kann. Maßgeblich hierfür wird der Witterungsverlauf der nächsten Jahre sein. Aufgrund der weiter zunehmenden Variabilität der Witterung kann hier keine verlässliche Abschätzung gegeben werden.

Laut der aktuellen 3-Monatsmittel-Vorhersage des DWD ist davon auszugehen, dass die erste Jahreshälfte 2025 (Januar bis Juni) wärmer (+0,2 K bis +1,0 K) bei durchschnittlichem Niederschlag (-10 % bis +10 %) im Vergleich zur aktuellen Bezugsperiode 1991-2020 ausfällt.

Wichtig für die zukünftige Entwicklung wird sein, inwiefern sich die begonnenen Verschiebungen im innerjährlichen Niederschlagsregime (weniger Niederschlag in Vegetationsperiode I (April-Juni), mehr Niederschlag in Vegetationsperiode II (Juli-September)) konsolidieren oder nicht. Besonders entscheidend wird sein, wie viel Niederschlag im Winter fällt und wie weit sich der Vegetationsbeginn und damit auch die Verdunstung der Pflanzen nach vorn verschieben wird. Die Winterniederschläge sollten die Wasserspeicher im Boden füllen, damit diese für die Vegetationsperiode ausreichen. Es ist offen, ob für eine wesentlich früher einsetzende pflanzenaktive Phase das Bodenwasser zum Ausgang des Sommers für die notwendige Versorgung ausreichend sein wird.

### 3. Auswirkungen der Witterung auf die Ressource Wasser

Stefanie Weißbach, Dorit Julich, Udo Mellentin, Petra Walther (Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie), Stefan Werisch (Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft Sachsen), Jana Drewlow (Landestalsperrerverwaltung Sachsen)

**Hinweis:** Die folgenden Auswertungen beziehen sich teilweise auf das Kalenderjahr, teilweise auf das Hydrologische Jahr (bzw. Abflussjahr), welches vom November des Vorjahres bis zum Oktober des Betrachtungsjahres reicht. Diese Zeiteinteilung ist in der Hydrologie für Mitteleuropa gebräuchlich, da hier im November typischerweise die Phase der Grundwasserneubildung einsetzt.

#### Wasserhaushaltliche Einordnung

Das Abflussjahr 2024 begann mit den deutlich zu nassen Monaten November, Dezember und Februar, unterbrochen von dem etwas zu trockenen Januar. Darauf folgten der deutlich zu trockene März und der etwas zu trockene April, bevor der zu nasse Mai den insgesamt zu trockenen Frühling 2024 etwas abmilderte. Daran schlossen sich die zu trockenen Monate Juni bis August an. Der September zeichnete sich wiederum als deutlich zu nass aus. Die Niederschlagssumme fiel fast doppelt so groß aus wie in den anderen September-Monaten der 30-jährigen Referenzperiode (1991 bis 2020). Das Abflussjahr endete mit einem zu trockenen Oktober.

Die Summe des Gebietsniederschlags von November 2023 bis Oktober 2024 beträgt für Sachsen 823,4 mm. In Bezug auf die Referenzreihe (723,7 mm) ergibt sich ein Überschuss von 99,7 mm (13,8 %). Damit war das Abflussjahr 2024 das erste Jahr seit 2017 mit einem deutlichen Niederschlagsüberschuss. Das seit 2018 aufgewachsene kumulative Niederschlagsdefizit hat sich mit dem Überschuss aus dem Abflussjahr 2024 um 100 mm auf ca. 500 mm verringert.

Die Berechnung der klimatischen Wasserbilanz (KWB) für das Abflussjahr 2024 ist in Abbildung 13 dargestellt. Diese ergibt sich aus der Differenz der korrigierten Niederschlagshöhe und der Höhe der potentiellen Verdunstung und liefert eine Aussage über die klimatisch bedingten Überschüsse bzw. Defizite in der Wasserhaushaltssituation. Über das gesamte Abflussjahr 2024 hinweg lagen die kumulierten Werte der klimatischen Wasserbilanz deutlich über den Werten der Referenzperiode 1991 bis 2020. Dies zeigt, dass das Abflussjahr 2024 zu nass war.

In den Monaten November und Dezember 2023 und im Februar 2024 bewegten sich die monatlichen KWB-Werte über den Referenzwerten, im Januar lag der KWB-Wert nur knapp darunter. Im Februar 2024 hatte sich im Vergleich zum mehrjährigen kumulierten Vergleichswert eine maximale Abweichung von +136 mm eingestellt. Vom März bis August war dann die KWB durchweg negativ, wobei dies für die Monate März, Juli und August eher untypisch ist. Aufgrund der negativen Werte sanken die kumulierten aktuellen Werte des Abflussjahres kontinuierlich ab, blieben aber immer deutlich über den mehrjährigen Vergleichswerten. Die negativsten Werte wurden in diesem Zeitraum im Norden Sachsens verzeichnet. Im sehr nassen September war die monatliche KWB um mehr als das 5-fache größer als in der Referenzperiode 1991 bis 2020. Der Oktober schloss das Abflussjahr 2024 mit einem typisch positiven, aber nicht so hohen KWB-Wert wie sonst üblich, ab.

Zum Ende des Abflussjahres liegt der kumulierte Wert für 2024 mit 290 mm (+67 mm) über dem der Referenzperiode aus 1991 bis 2020 mit 223 mm. Abbildung 14 zeigt die Abweichung der Klimatischen Wasserbilanz für Sachsen in den Monaten November 2023 bis Oktober 2024 von der Referenzreihe 1991 bis 2020.

**Hinweis:** Bei negativen KWB-Werten ist es nicht so, dass der verfügbare Niederschlag ausschließlich für die Verdunstung aufgebraucht wird. Vor allem bei schlechter Wasserverfügbarkeit ist die tatsächliche Verdunstung sehr viel geringer als die potentielle Verdunstung. So gelangt also auch ein – wenn auch unterdurchschnittlicher – Anteil des Niederschlags zum Abfluss oder ins Grundwasser.



Abbildung 13: Monatliche Klimatische Wasserbilanz Sachsens des Kalenderjahres 2023 im Vergleich zum mehrjährigen Mittel der Referenzperiode 1991-2020 (blau).

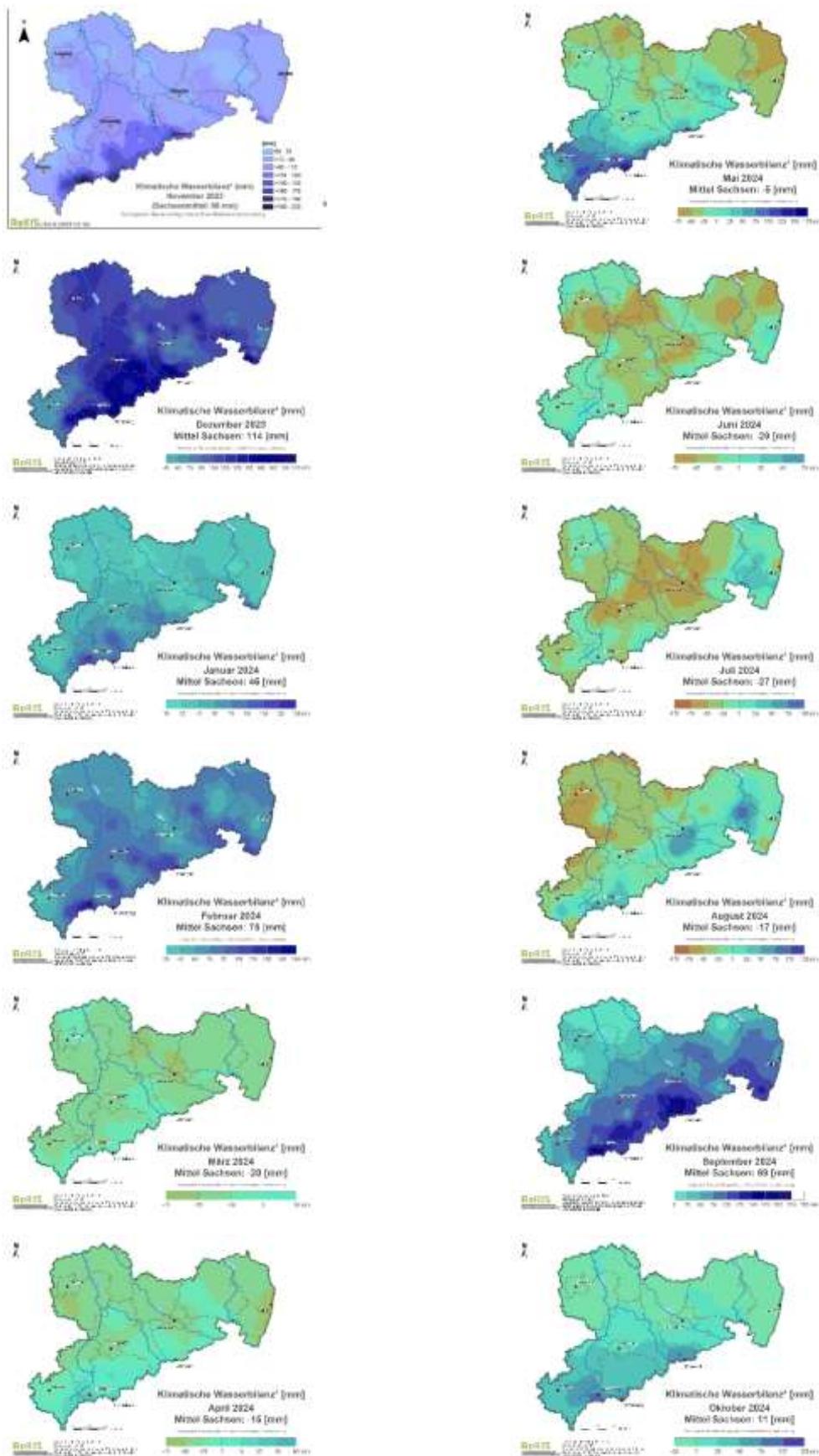


Abbildung 14: Abweichung der Klimatischen Wasserbilanz für Sachsen in den Monaten November 2023 bis Oktober 2024 von der Referenzreihe 1991 bis 2020.

## Entwicklung der Bodenfeuchte an ausgewählten Standorten

### Entwicklung der Bodenfeuchte an den Intensivmessflächen BDF II

Dargestellt sind die Auswertungen der Messungen an vier Boden-Dauerbeobachtungsflächen (BDF II) des LfULG (Abbildung 15):

- BDF **Köllitsch**: Vega aus Auensediment (Elbaue Nordsachsen)
- BDF **Schmorren**: Parabraunerde-Tschernosem aus Lösslehm (Mittelsächsisches Lösshügelland)
- BDF **Hilbersdorf**: Braunerde aus Lösslehm über Gneis (Östlicher Erzgebirgsnordrand)
- BDF **Lippen**: Regosol aus Kippsand (Senftenberger Heide- und Seengebiet)



Abbildung 15: Lage der betrachteten Boden-Dauerbeobachtungsflächen in Sachsen.

Insgesamt betrachtet kann das Jahr 2024 aus Sicht der Bodenfeuchten an den Boden-Dauerbeobachtungsflächen als normales Jahr bezeichnet werden. Nach einer guten Durchfeuchtung der Böden im letzten Winter bis Frühjahr fiel die sommerliche Austrocknung deutlich geringer aus als in den vorangegangenen Jahren. Dadurch sank der Bodenwasserspeicher lediglich an einer Station kurzzeitig in den Bereich trockener Bodenverhältnisse. Überwiegend herrschten normal-feuchte Bedingungen mit standorttypischen Schwankungen der Bodenfeuchten und der Auffüllstände des Bodenwasserspeichers. Der Verlauf der Bodenfeuchten im Jahr 2024 an den vier Intensivmessflächen ist in Abbildung 16 dargestellt.

Im Winter 2023/24 zeigten die Werte an allen vier Stationen eine gute Durchfeuchtung der Oberböden. In den Unterböden erfolgte der winterliche Anstieg der Bodenfeuchten zeitverzögert gegen Ende des Winters bis in das Frühjahr hinein. Mit einsetzendem Pflanzenwachstum und geringeren Niederschlägen im Frühjahr sanken die Bodenfeuchten ab Mai bis Juni, insbesondere im Oberboden deutlich. Durch häufigere Niederschläge im Sommer fiel die Austrocknung jedoch weniger stark aus als in den vorangegangenen Jahren. Diese Niederschläge erreichten an der BDF Hilbersdorf (Abbildung 16-A) zeitversetzt den Unterboden, sodass die Bodenfeuchten hier gegen Ende des Sommers im kompletten Profil anstiegen. In den tiefgründigen Böden in Köllitsch und Schmorren (Abbildung 16-B und C) war

bis Ende November noch kein Anstieg der Bodenfeuchten im Unterboden zu verzeichnen, d. h. die Sickerwasserfront erreichte noch nicht den Unterboden und die Bodenfeuchten nahmen weiter leicht aber kontinuierlich ab.

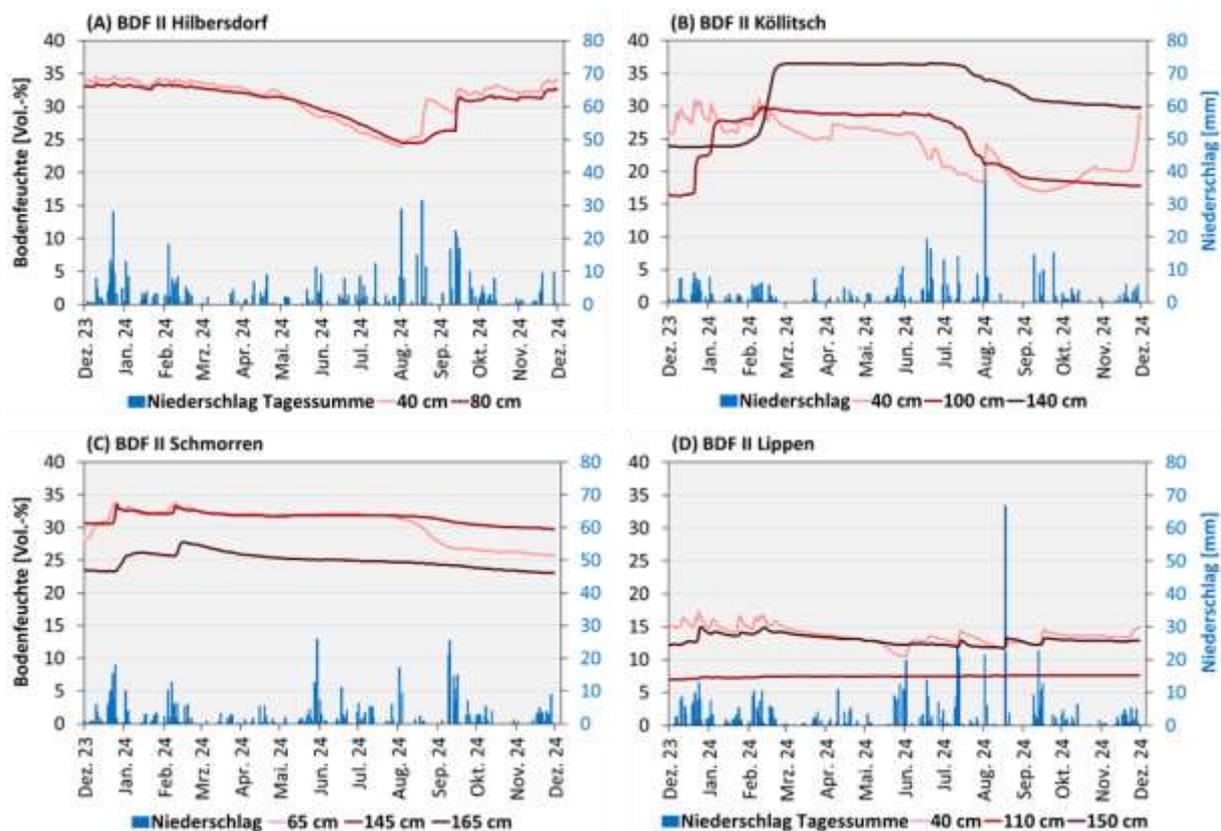


Abbildung 16: Verlauf der Bodenfeuchten (Tagesmittel in Vol.-%) in verschiedenen Bodentiefen und der Niederschläge (Tagessummen in mm) von Dezember 2023 bis Ende November 2024 an den Intensivmessflächen BDF II Hilbersdorf (A), Köllitsch (B), Schmorren (C) und Lippen (D).

Die aufgezeigten Jahresverläufe der Bodenfeuchten im Jahr 2024 stehen in engem Zusammenhang mit den aufgetretenen Niederschlagsmengen (Tabelle 2).

Tabelle 2: Niederschlagssummen an den Intensivmessflächen BDF II Hilbersdorf, Köllitsch, Schmorren und Lippen für das Abflussjahr 2024 und langjähriger mittlerer Jahresniederschlag seit Einrichtung der Stationen. Für die BDF II Köllitsch wird aufgrund der vergleichsweise kurzen Datenreihe zusätzlich das langjährige Mittel der nahe gelegenen Agrarmeteorologischen Station Köllitsch angegeben.

Station (Beginn der Messung)	Niederschlagssumme HJ 2024 (mm)	Mittlerer Jahresniederschlag seit Beginn der Messung (mm)
BDF II Hilbersdorf (1996)	762	599
BDF II Köllitsch (2016)	512	391
Agrarmeteorol. Station Köllitsch (1994)		525
BDF II Schmorren (2001)	623	485
BDF II Lippen (1998)	694	545

An allen BDF II wurden im Abflussjahr 2024 jeweils erhöhte Jahresniederschläge gegenüber dem langjährigen Mittel erfasst (seit Einrichtung der Station). Durch häufigere Niederschläge traten im Sommer 2024 keine langhaltenden Trockenphasen im Oberboden auf.

### **Entwicklung der Wasservorräte im Boden an den Intensivmessflächen BDF II**

Die maximal pflanzenverfügbare Wassermenge, die der Boden in mittelgroßen Poren halten kann, wird durch den Parameter »nutzbare Feldkapazität« (nFK) angegeben. Das Verhältnis aus aktueller zu maximal möglicher nutzbarer Feldkapazität repräsentiert den Auffüllstand des Wasservorrats (in Prozent) im effektiven Wurzelraum des Bodens. Der Auffüllstand des Bodenwassers erreicht seinen höchsten Punkt üblicherweise zu Beginn des Frühjahrs nach der Schneeschmelze. Liegen die Werte über 100 %, wie an der BDF Lippen im Winter 2024, wird die Feldkapazität des Bodens überschritten und es kommt zu Sickerwasserbildung. Die geringsten Auffüllstände treten in der Regel in den Sommermonaten auf. Sinken sie unter 40 %, ist mit beginnendem Wasserstress zu rechnen; Werte unter 20 % führen zu Trockenstress und signifikanten Einschränkungen des Pflanzenwachstums.

In Abbildung 17 ist der Verlauf des Auffüllstandes der Bodenwasservorräte für das Jahr 2024 dargestellt. Im Winter 2023/24 bis Frühjahr 2024 erreichte der Auffüllstand an allen vier BDF II Werte von > 60 % und lag damit im normal feuchten Bereich der Böden. An den BDF II Köllitsch und Lippen wurde der Bodenwasserspeicher sogar zu 100 % wiederaufgefüllt. Die Zehrung des Bodenwasserspeichers beginnend im Frühjahr und verstärkt im Sommer erfolgte in Abhängigkeit der Bodeneigenschaften sehr unterschiedlich: Das sandige Substrat der Station Lippen zeigte eine typische sensible Reaktion des Bodenwasserspeichers mit sehr schnellen Austrocknungs- sowie Wiederbefeuchtungsphasen. Ebenso sank der Auffüllstand in dem recht flachgründigen Boden der Station Hilbersdorf im Sommer deutlich ab und erreichte kurzzeitig den Trockenbereich von < 40 % des maximal möglichen Wasservorrats. Der tiefgründige Auenboden der BDF II Köllitsch konnte die hohen Auffüllstände bis in den Juni erhalten. Anschließend setzte mit stärkerer Wasserzehrung durch das Pflanzenwachstum (Maisanbau) ein schneller Rückgang der Bodenwasservorräte ein. Im tiefgründigen Lössböden der Station Schmorren erfolgen Änderungen der Bodenwasservorräte vergleichsweise langsam. Hier war ein kontinuierlicher Rückgang vor allem im Herbst zu beobachten, der bis Anfang Dezember 2024 anhielt. Ende November zeigte sich an den Stationen, außer in Schmorren, ein starker Anstieg der Bodenwasservorräte.

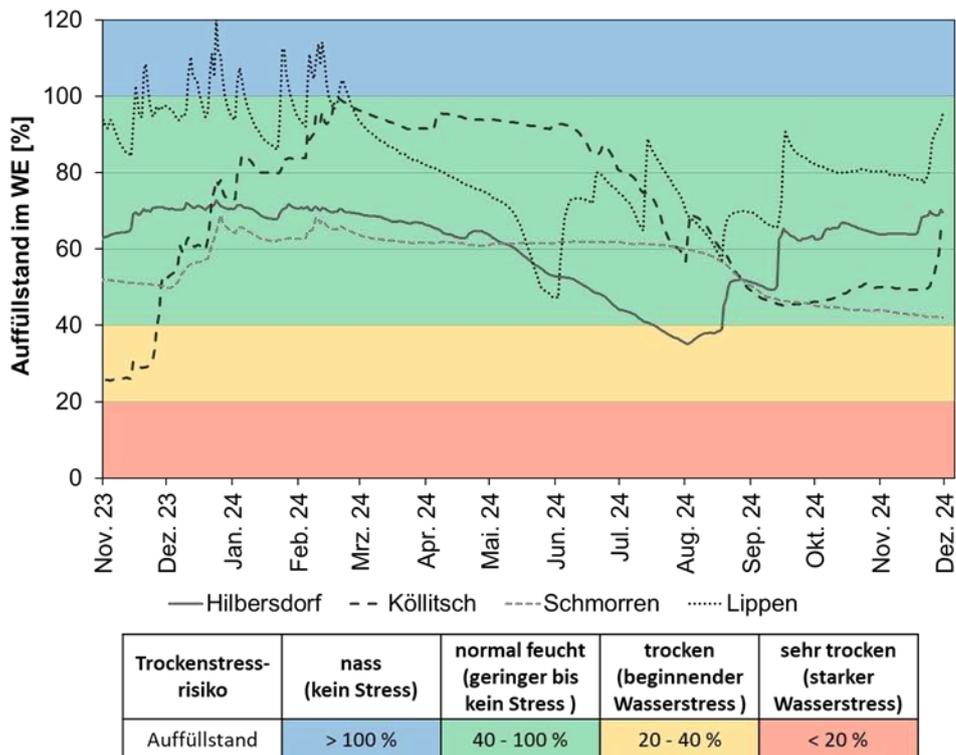


Abbildung 17: Auffüllstand des Wasservorrates im effektiven Wurzelraum (WE) von Dezember 2023 bis November 2024 an den Intensivmessflächen BDF II Hilbersdorf (WE = 8 dm), Schmorren (WE = 15 dm), Köllitsch (WE = 12 dm) und Lippen (WE = 6 dm). Auffüllstand = Anteil des aktuell pflanzenverfügbaren Wasservorrates am maximal möglichen Wasservorrat eines Bodens.

Aufgrund der sich sehr stark unterscheidenden Wasserspeicherkapazitäten verschiedener Bodenarten muss zur Beurteilung der aktuellen Wasserversorgung neben den relativ verfügbaren Wasservorräten (Auffüllstände) auch die absolut pflanzenverfügbare Wassermenge herangezogen werden. So wies der Lössboden der BDF II Schmorren trotz kontinuierlicher Reduzierung der Werte im Sommer und Herbst Ende November mit 108 l/m<sup>2</sup> im Wurzelraum immer noch hohe absolute verfügbare Wasservorräte auf. An der BDF II Hilbersdorf betrug die pflanzenverfügbare Wassermenge zu diesem Zeitpunkt ebenfalls 108 l/m<sup>2</sup>. An der BDF II Köllitsch setzte Ende November die Wiederauffüllung des Bodenwasserspeichers ein, er enthielt Anfang Dezember bereits wieder 143 l/m<sup>2</sup>. Der Sandboden der BDF II Lippen enthielt zu diesem Zeitpunkt trotz fast vollständig gefülltem Bodenwasserspeicher lediglich 53 l/m<sup>2</sup>.

**Hinweis:** Weitere Details und Auswertungen sind zu finden unter <https://www.boden.sachsen.de/informationen-zur-bodenfeuchte-24467.html>

## Bodenwasserhaushalt und Sickerwasserbildung am Standort Brandis (Lysimeterstation BfUL)

Die nachfolgenden Analysen basieren auf den Untersuchungen verschiedener Bodentypen unter einheitlicher landwirtschaftlicher Nutzung und identischem Klima auf der Lysimeterstation Brandis. Im aktuellen Untersuchungsjahr wurde in Brandis Winterraps angebaut. Die untersuchten Bodengruppen decken ein breites hydrologisches Spektrum ab und sind vor allem für den Nordwesten Sachsens repräsentativ. Tabelle 3 enthält die wesentlichen bodenhydrologischen Eigenschaften der Böden. Die in Brandis beobachteten Sickerwassermengen und Bodenwasserspeicherdefizite des Abflussjahres 2024 (11/2023 – 10/2024) werden nachfolgend mit den historischen Beobachtungen im Referenzzeitraum 1991 – 2020 verglichen.

*Tabelle 3: Einteilung der untersuchten Bodengruppen (Gr.) in Klassen von Pedohydrotopen (PH) mit Beschreibung der Böden und Angaben zur mittleren Feldkapazität (FK) und der maximalen Feldkapazität (FK<sub>max</sub>) der Wurzelzone, sowie den mittleren jährlichen Sickerwassermengen (Sw; Referenzzeitraum 1991 – 2020) und dem vertikalen Verlagerungsrisiko des Wassers (VR).*

PH	Beschreibung	Gr.	FK (FK <sub>max</sub> ) (mm)	Sw (mm/a)	VR
<b>a</b>	kiesige Mittel- und Grobsande ohne bindige Deckschichten	5	62 (82)	156	mittel
<b>b</b>	gebänderte Mittel- und Feinsande über Sanden und Kiesen	4 8	117 (167)	119	gering
<b>c</b>	Geschiebelehm (-mergel) über Sanden oder Kiesen	1; 7 11	127 (205)	90	gering – sehr gering
<b>d</b>	mächtige Lössschichten über Sanden, Kiesen oder Geschiebelehm/-mergel	9 10	322 (570)*	5	sehr gering

\* auf den Lößböden findet Kapillaraufstieg aus Bodenschichten unterhalb der Wurzelzone statt, weshalb sich die Angabe für die Feldkapazität für diese Böden über die gesamte Profiltiefe von 3 m erstreckt

Der warme und trockene Sommer 2023 führte zu außergewöhnlich hohen Bodenwasserspeicherdefiziten auf allen untersuchten Böden im September 2023. Deutlich überdurchschnittliche Niederschläge im Oktober 2023 reduzierten diese Defizite stark, sodass das Abflussjahr 2023 mit hohen Bodenfeuchten auf den untersuchten Böden der Pedohydrotope a bis c endete. Einzig auf den schweren Lößböden herrschten noch immer außergewöhnlich hohe Bodenwasserspeicherdefizite. In Kombination aus diesen hohen Vorfeuchten mit erneut überdurchschnittlichen Niederschlägen im November 2023 konnte auf den leichten und mittleren Böden bereits im November eine deutliche Sickerwasserbildung beobachtet werden, was außergewöhnlich früh ist. Da auch im Dezember deutlich überdurchschnittlich viel Niederschlag fiel, kam es im Dezember 2023 auf diesen Böden zu den höchsten monatlichen Sickerwassermengen seit Beginn der Beobachtungen 1980. Als direkte Folge dieser außergewöhnlichen hydrologischen Situation, waren bereits zu Beginn des Abflussjahres 2024 die mittleren langjährigen Sickerwassermengen auf den Böden der Pedohydrotope a bis c erreicht und teils überschritten.

Auch in den Monaten Januar und Februar hielt die feuchte Witterung an und die günstigen Niederschlagsbedingungen sorgten für eine anhaltende Sickerwasserbildung auf den leichten und mittleren Böden. Ein trockener März und ansteigende Evapotranspiration führten im Frühjahr 2024 zu einem zeitigen Ende der Tiefenversickerung (der Wassernachlieferung aus der Wurzelzone in tiefere Bodenschichten). Als Folge hielt die signifikante Sickerwasserbildung nur bis in den Mai an. In der Jahressumme wurde auf den Böden der Pedohydrotope a bis c eine außergewöhnlich hohe Grundwasserneubildung (Sickerwassermenge) beobachtet (Abbildung 18).

Auf den schweren Böden konnten die ausgeprägten Bodenwasserspeicherdefizite auch unter den außergewöhnlich feuchten winterlichen Bedingungen nicht so weit reduziert werden, dass es zu einer Sickerwasserbildung kam. Eine ausbleibende Sickerwasserbildung wurde auf diesen Böden bereits in der Vergangenheit beobachtet, dennoch ist die mehrjährig anhaltende Sickerwasserlosigkeit (Gruppe 9: 11 Jahre; Gruppe 10: 9 Jahre), insbesondere unter so feuchten Bedingungen, gleichermaßen außergewöhnlich wie bemerkenswert.

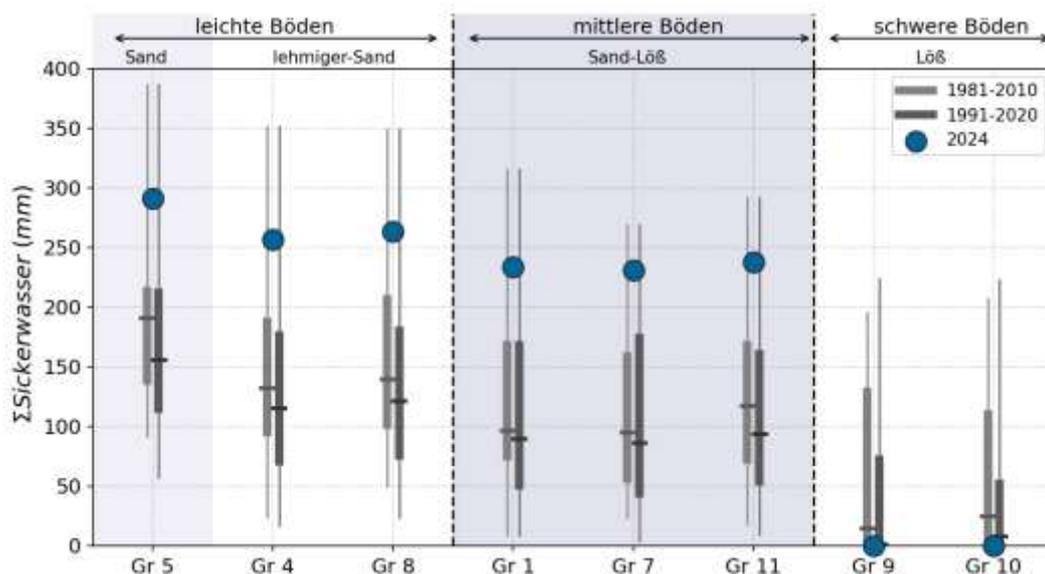


Abbildung 18: Auf der Lysimeterstation Brandis beobachtete Jahressummen der jährlichen Sickerwassermengen für 8 verschiedene Bodengruppen im Abflussjahr 2024. Die grauen Boxplots repräsentieren die im Referenzzeitraum 1981 – 2010 (hell) und 1991 – 2020 (dunkel) beobachteten Verteilungen der jeweiligen jährlichen Größen und dienen der statistischen Einordnung.

Alle Lysimeter waren im Jahr 2024 mit Winterraps bestellt, der zu Beginn der Vegetationsperiode im März von einer guten Wasserversorgung der Wurzelzone profitierte. Diese gute Versorgungslage verschlechterte sich durch einen relativ trockenen März und überdurchschnittliche Verdunstungsansprüche aufgrund warmer Temperaturen bereits bis Ende April deutlich. Daher konnten bereits im April erste Trockenstresseffekte beobachtet werden, was außergewöhnlich früh ist. Überdurchschnittliche Niederschläge im Mai führten zu einer kurzzeitigen Minderung der bereits hohen Bodenwasserspeicherdefizite, bevor hohe Verdunstungsansprüche und ein geringes Niederschlagsniveau im Juni erneut zu deutlichen Reduktionen der Bodenwasserspeicher führten. Im weiteren Verlauf der Vegetationsperiode überstieg der Verdunstungsanspruch in allen Monaten das Niederschlagsangebot. Als Folge brachliegender Böden und überdurchschnittlicher Niederschläge im September wurden zum Ende des hydrologischen Jahres 2024 auf den leichten und mittleren Böden durchschnittliche

Bodenwasserspeicherdefizite beobachtet, während diese auf den schweren Lößböden (Pedohydrotop d) noch immer außergewöhnlich hoch ausfielen.

Aus bodenhydrologischer Sicht ist die Winterperiode 2023/2024 als übermäßig feucht einzuordnen, während die Vegetationsperiode erneut durch einen überdurchschnittlichen Verdunstungsanspruch bei durchschnittlichem Niederschlagsangebot gekennzeichnet war. Die mittleren jährlichen Bodenwasserspeicherdefizite fielen auf allen leichten und mittleren Böden in der Folge durchschnittlich aus (Abbildung 19). Trotz der eigentlich günstigen meteorologischen Randbedingungen in der Winterperiode des hydrologischen Jahres 2024 ist das Bodenwasserspeicherdefizit auf den schweren Lößböden der Gruppen 9 und 10 noch immer überdurchschnittlich stark ausgeprägt. Der effektiv nutzbare Bodenwasserspeicher dieser tiefgründigen Lößböden reicht durch Kapillaraufstieg tiefer als die effektive Wurzelzone. Daher bilden sich Defizite aus, die durch die Winterniederschläge nur teilweise aufgefüllt werden können. Auf diese Weise können Bodenwasserspeicherdefizite in Folgejahren fortbestehen und sich akkumulieren. Die aktuellen Bodenwasserspeicherdefizite der schweren Lößböden haben ein Niveau erreicht, bei dem auch ein überdurchschnittlich feuchter Winter nicht zu einer Auffüllung ausreicht, wie das Jahr 2024 eindrücklich zeigte.

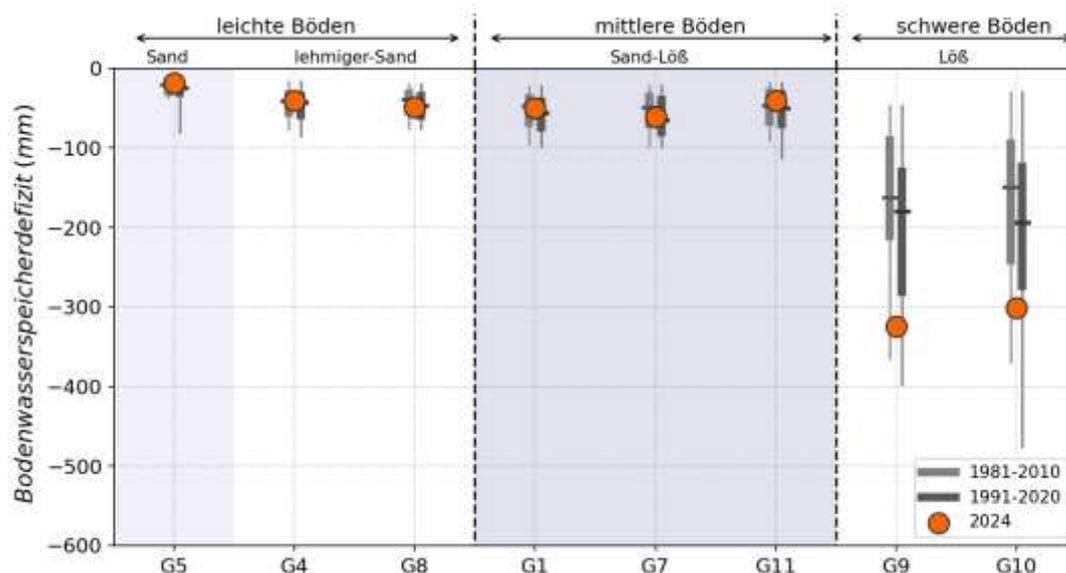


Abbildung 19: Verlauf der auf der Lysimeterstation Brandis beobachteten mittleren jährlichen Bodenwasserspeicherdefizite für 8 verschiedene Bodengruppen im Abflussjahr 2023. Die grauen Boxplots repräsentieren die im Referenzzeitraum 1981 – 2010 (hell) und 1991 – 2020 (dunkel) beobachteten Verteilungen der jeweiligen jährlichen Größen und dienen der statistischen Einordnung.

## Auswirkungen auf das Grundwasser

Im Jahr 2024 setzt in Sachsen eine nunmehr über 11 Jahre anhaltende Periode ohne übernormale Jahresmittelwerte der Grundwasserstände fort (Abbildung 20).

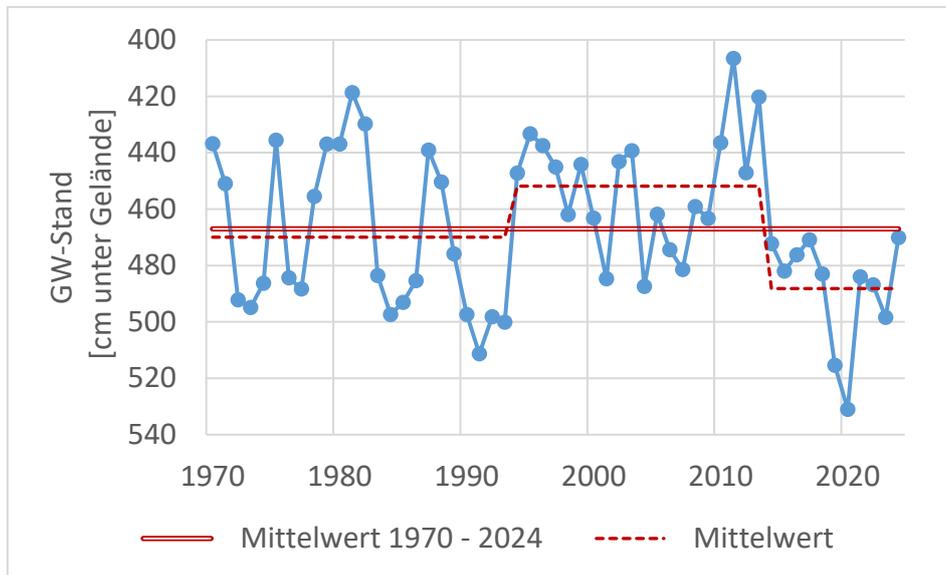


Abbildung 20: Jahresmittel des Grundwasserstandes von 279 repräsentativen Grundwassermessstellen in Sachsen für die Abflussjahre von 1970 bis 2024 (cm unter Gelände).

Innerjährlich zeichnet das Abflussjahr 2024 eine hohe Schwankungsbreite aus. Nachdem im Oktober 2023 noch extreme GW-Dürre aufgetreten war, erreichte der Grundwasserstand mit einem rasanten Anstieg im Landesmittel von Sachsen im Februar den Jahreshöchstwert für 2024 (Abbildung 21). Über das Sommerhalbjahr zeigt der GW-Stand im Landesmittel einen ausgeprägten Rückgang, sodass im Jahresmittel, als auch im Monatsmittel, zum Ende des Abflussjahres sich fast durchschnittliche Verhältnisse ergaben.

Die nun schon seit 2014 anhaltende Phase ausbleibender übernormaler GW-Verhältnisse resultiert insbesondere aus den gehäuft zu trockenen Sommerhalbjahren und einer weiter angestiegenen Verdunstungsrate aufgrund des generell höheren thermischen Niveaus. Damit sinken die GW-Stände im Sommerhalbjahr stärker ab. Die Anstiege des GW-Standes im Winterhalbjahr können für ausgeglichene Jahresmittelwerte aktuell die höheren Rückgänge des Sommerhalbjahres nicht hinreichend kompensieren (Abbildung 22).

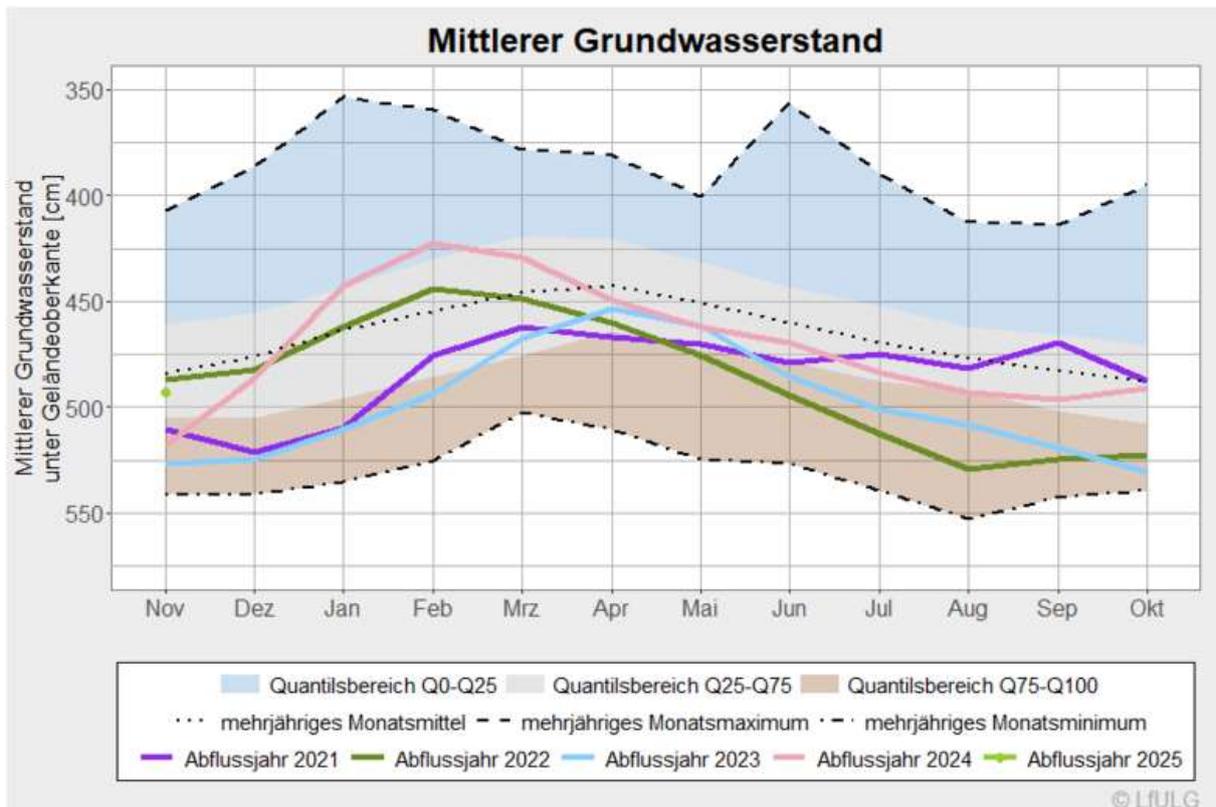


Abbildung 21: Monatsmittel des Grundwasserstandes von 279 repräsentativen Grundwassermessstellen in Sachsen im 51-jährigen Mittel von 1970 bis 2020 (grauer Bereich und schwarze Linien) im Vergleich mit den aktuellen Abflussjahren 2021, 2022, 2023 und 2024 in [cm unter Gelände]. Das Abflussjahr beginnt am 01.11. des Vorjahres und endet am 31.10. des Jahres.

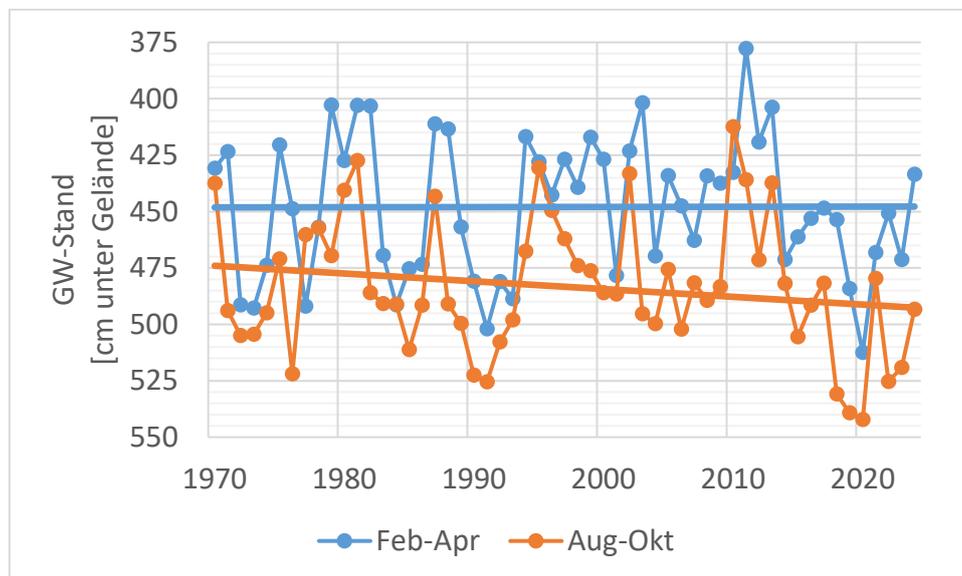


Abbildung 22: Mittlerer Grundwasserstand in Sachsen im Zeitraum 1970 bis 2024 zum Ende des Winter- (Februar bis April) und Sommerhalbjahres (August bis Oktober) mit linearer Trendschätzung (cm unter Gelände).

Aus dem Jahr 2024 sind dem LfULG keine nennenswerten unmittelbaren Auswirkungen der Witterung auf die öffentliche Wasserversorgung bekannt. Die Versorgung mit Trinkwasser erfolgte mit hoher Qualität und Zuverlässigkeit. Da keine überregionalen

Extremwetterereignisse zu verzeichnen waren, erfolgte keine spezifische Abfrage der Wasserversorgungsunternehmen durch das LfULG.

Der zuvor erläuterte generelle Anstieg der Grundwasserstände im Jahr 2024 kann zu den weiter rückläufigen Anzeigen an Brunnenbohrungen beigetragen haben. In Abbildung 23 ist ersichtlich, dass die Anzahl von 537 Anzeigen im Jahr 2024 vergleichbar ist mit den Anzeigen des Jahres 2018 und sich damit an die Verhältnisse von vor Beginn der Trockenperiode in den Jahren 2018 – 2020 angleicht.

Bei den angezeigten Bauvorhaben handelt es sich mehrheitlich um Brunnen für den privaten Zweck; enthalten sind aber auch Brunnenbohrungen für die betriebliche und öffentliche Wasserversorgung.

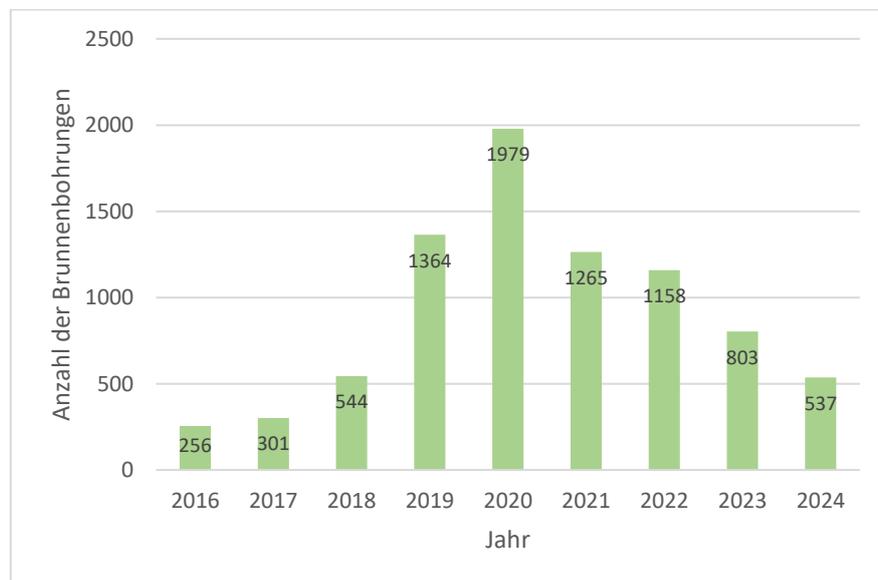


Abbildung 23: Entwicklung der Bohranzeigen zum Brunnenbau seit 2016.

**Hinweis:** Weitere Details und Auswertungen sind zu finden unter <https://www.wasser.sachsen.de/grundwasserstaende.html>

### Wasserführung in den Fließgewässern

Im Abflussjahr 2024 lagen die Jahresmittelwerte der Durchflüsse (MQ) an den Pegeln der sächsischen Fließgewässer im Flussgebiet Nebenflüsse der Mittleren Elbe bei 75 bis 85 %, in den Flussgebieten der Nebenflüsse der Oberen Elbe, der Spree, der Schwarze Elster, der Mulde und der Lausitzer Neiße meist bei 90 bis 120 % des MQ(Jahr) und der Weißen Elster bei 80 bis 105 % vom MQ(Jahr). Damit kann das Abflussjahr in allen Flussgebieten im Vergleich zum mehrjährigen Mittel als durchschnittlich eingeordnet werden. Ausnahme ist das Flussgebiet der Nebenflüsse der Mittleren Elbe. Hier war das Abflussjahr insbesondere in der Jajna unterdurchschnittlich.

Hinsichtlich der Niedrigwasserdurchflüsse (NQ) begann das Abflussjahr aufgrund von Tauwetter verbunden mit den regenreichen Monaten November, Dezember und Februar entspannt. Ab April stieg die Anzahl der Pegel mit Durchflüssen unter MNQ(Jahr) kontinuierlich und erreichte Ende August bis Anfang September seinen Höhepunkt (Abbildung 24). Während dieser Zeit zeigten über die Hälfte der ausgewerteten Pegel Durchflüsse unter MNQ(Jahr).

Insbesondere in der Schwarzen Elster, Spree, der Lausitzer Neiße und zum Teil im Flussgebiet der Nebenflüsse der Oberen Elbe stellten sich Durchflüsse deutlich unter MNQ(Jahr) ein.

Es zeigte sich, dass die immer noch verbreitet unterdurchschnittlichen Grundwasserstände die Abflusssituation weiterhin nachhaltig beeinflussen. Mit dem sehr nassen September entspannte sich die Abflusssituation deutlich und nur noch wenige Pegel zeigten Niedrigwasser. Mit dem zu trockenen Oktober fielen die Durchflüsse an den meisten Pegeln bis zum Ende des Abflussjahres zwar unter das monatsübliche Niveau, aber nur vereinzelt unter MNQ(Jahr). Das Abflussjahr endete nicht so niedrig, wie es begann.

Hinsichtlich der Hochwasserdurchflüsse (HQ) kam es im Abflussjahr in den Monaten Dezember, Januar, Februar und Mai bis September zu Hochwasser. Dabei war das Weihnachtshochwasser im Dezember 2023, verursacht durch Regenniederschläge und Schneeschmelze, das erste flächendeckende Hochwasser seit 2013 in Sachsen. Hier erreichten die Scheiteldurchflüsse vieler ausgewerteter Pegel das MHQ(Jahr) bzw. bewegten sich im Bereich von HQ2 bis HQ5, an den Pegeln im Einzugsgebiet der Mulde bis maximal im Bereich von HQ10 bis HQ20. Bedeutend war das Hochwasser im September. Hier waren aber nur die Elbe und Lausitzer Neiße stärker betroffen. In der Lausitzer Neiße erreichten die Scheiteldurchflüsse ein statistisches Wiederkehrintervall von 5 bis 10 Jahren.

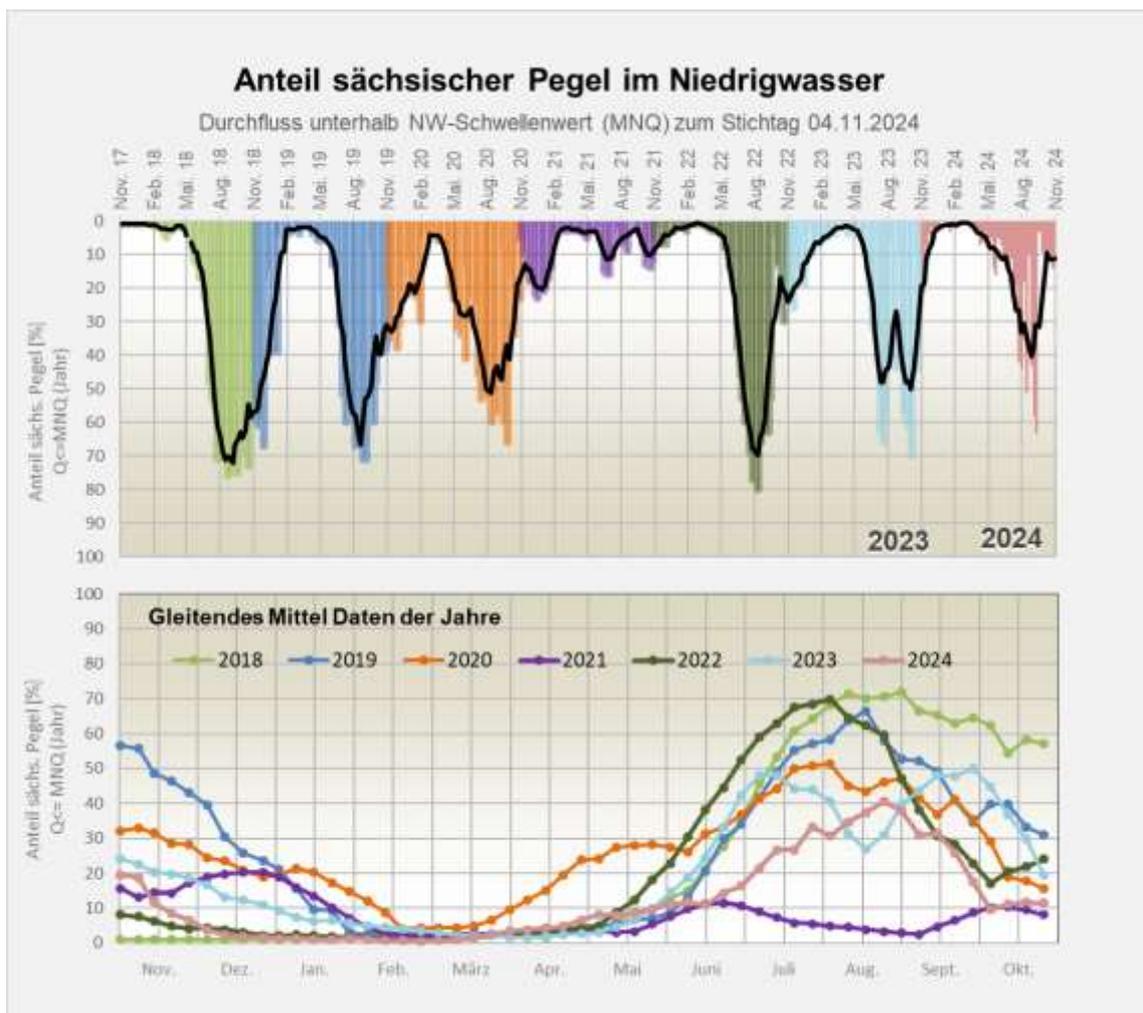


Abbildung 24: Anteil sächsischer Pegel mit einer Wasserführung kleiner/gleich des Niedrigwasser-Schwellenwertes MNQ für die Abflussjahre 2018 bis 2024; es handelt sich um eine wöchentlich aktualisierte Stichtags-Auswertung (LHWZ).

## Zur Elbe

An den sächsischen Elbepegeln Schöna, Dresden, Riesa und Torgau betragen die Jahresmittelwerte der Durchflüsse im Abflussjahr 2024 ca. 115 bis 130 % vom vieljährigen Mittel. Das Abflussjahr an den sächsischen Elbepegeln kann damit im Jahresmittel als durchschnittlich eingeordnet werden. Bezüglich Niedrigwasser wurde MNQ(Jahr) am Pegel Schöna nur an vier Tagen unterschritten, gefolgt von Dresden und Riesa an drei Tagen und Torgau an nur zwei Tagen. Im Abflussjahr kam es im Dezember, Januar, Februar und im September zu Hochwasser. Dabei wurden die höchsten Durchflüsse zum Teil deutlich über MHQ(Jahr) im September 2024, gefolgt von Dezember 2023, registriert.

Ab 13.09. sorgten ergiebige Niederschläge im tschechischen Einzugsgebiet der Elbe und der Moldau dafür, dass sich an den sächsischen Elbepegeln die höchsten Wasserstände und Durchflüsse des Abflussjahres einstellten. Die Scheitelwasserstände übertrafen die des Weihnachtshochwassers 2023 um ca. 10 bis 20 cm und überschritten damit an den Pegeln Schöna und Dresden deutlich die Richtwasserstände der zweithöchsten Alarmstufe 3 (AS 3 für Dresden = 600 cm; Abbildung 25). Der beobachtete Scheiteldurchfluss am Pegel Dresden entspricht einem Wiederkehrintervall von 2 bis 5 Jahren, am Pegel Torgau von 2 Jahren. Die Wasserführung ging danach kontinuierlich zurück und bewegte sich Anfang Oktober zunächst im Bereich des 2-fachen MQ(Monat). Das Abflussjahr endete mit Durchflüssen im Bereich leicht über MQ(Oktober).

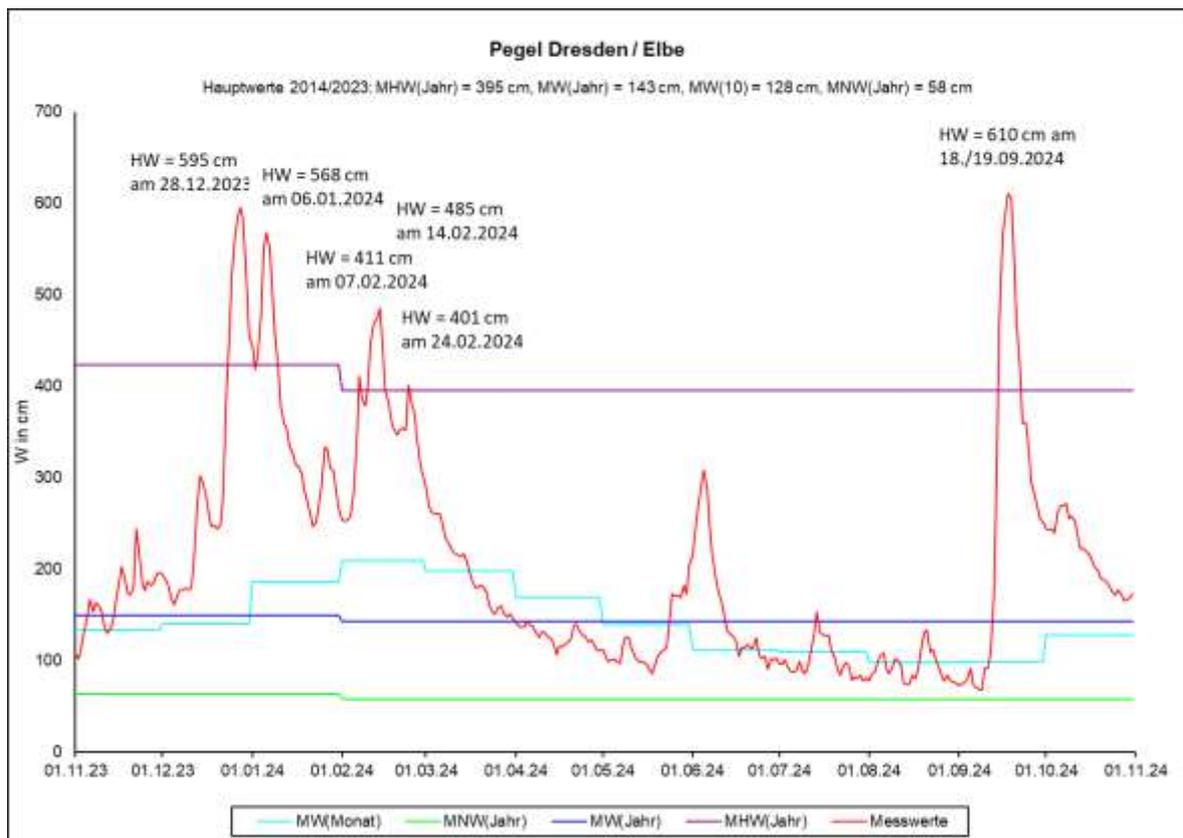


Abbildung 25: Wasserstandsganglinie für den Pegel Dresden / Elbe für das Abflussjahr 2024 mit vermerkten Hochwasserständen. Die Alarmstufen-Richtwerte betragen (AS 1 bis 4) 400, 500, 600 und 700 cm.

**Hinweis:** Weitere Details und tieferegehende Auswertungen sind in den vom LHWZ herausgegebenen [»Hydrologischen Wochen- und Monatsberichten«](#) zu finden

## Talsperrenbewirtschaftung und Wasserbereitstellung aus Talsperren

Insgesamt etwa 40 % des Rohwasserbedarfes der sächsischen Trinkwasserversorgung werden aus Talsperrenwasser gedeckt. Regional bestehen dabei große Unterschiede, besonders hoch ist der Anteil des Talsperrenwassers an der Trinkwasserversorgung mit ca. 80 % im mittleren und westlichen Erzgebirge. Die Rohwasserbereitstellung aus Talsperren war in Sachsen auch im Jahr 2024 jederzeit ohne Einschränkungen gesichert. Dabei bewährt sich die Vernetzung der Talsperren über Grenzen von Versorgungsgebieten hinaus, da die dadurch mögliche Verbundbewirtschaftung zum Ausgleich von Überschuss- und Defizitgebieten genutzt werden kann.

Über die Vernetzung der Talsperren wird auch die Ersatzrohwasserversorgung der Talsperre Lichtenberg realisiert, die wegen Generalsanierung seit Mitte Oktober bis voraussichtlich Winter 2027 vollständig entleert ist.

### **Meteorologie und Hydrologie**

Im Abflussjahr 2024, das von November 2023 bis Oktober 2024 reicht, wurden an den Stauanlagen der Landestalsperrenverwaltung (LTV) Jahressummen des Niederschlages beobachtet, die über dem vieljährigen Mittelwert lagen; gebietsweise auch deutlich darüber.

Regional und auch im Jahresverlauf variierte die Niederschlagsverteilung. Die Monate November und Dezember 2023 sowie der September waren markant feuchte Monate. Der Monat März war in den Talsperreneinzugsgebieten deutlich zu trocken. Das Abflussjahr 2024 war ein Feuchtjahr im Sinne der Speicherbewirtschaftung. Im November und Dezember 2024 fielen unterdurchschnittliche Regenmengen. Die Jahressumme des Niederschlages im Kalenderjahr 2024 lag damit im Bereich des vieljährigen Mittelwertes.

In den oberirdischen Fließgewässern wurde im Abflussjahr 2024 eine Wasserführung registriert, die großräumig über dem vieljährigen Mittelwert lag. An den Gewässern, die den Stauanlagen zufließen, wurden die vieljährigen mittleren Zuflusswerte (Bezugsreihe 1991/2023) um 5 bis 20 % überschritten. An der TS Schömbach und an der TS Cranzahl lag der Jahreszufluss jedoch unter dem vieljährigen Mittelwert.

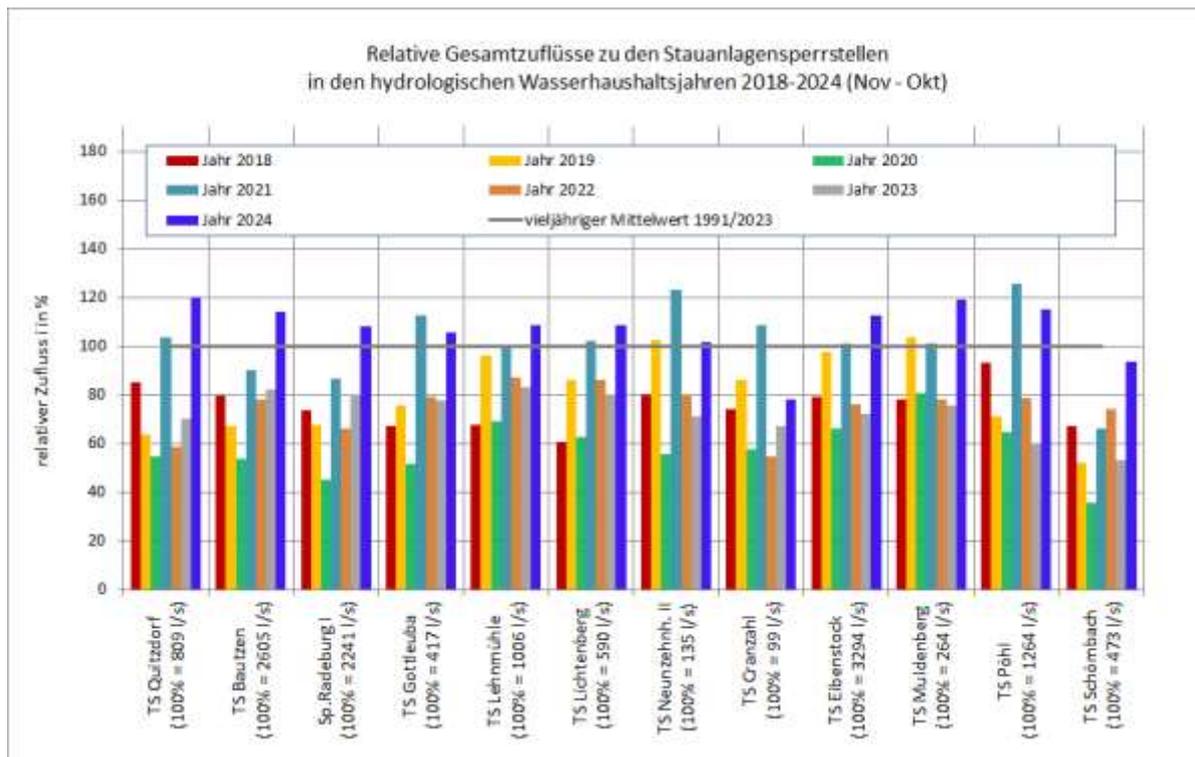


Abbildung 26: Relative Gesamtzuflüsse zu ausgewählten Stauanlagen in den Abflussjahren 2018 bis 2024.

In Abbildung 26 sind die relativen Zuflüsse zu ausgewählten Talsperren für die zurückliegenden Jahre seit 2018 dargestellt.

Vor allem in den Wintermonaten wurden die ergiebigen Niederschläge abflusswirksam. Im hydrologischen Sommerhalbjahr erreichte die Wasserführung der Stauanlagen-Zuflüsse 60 bis 140 % der vieljährigen Mittelwerte (Bezugsreihe 1991/2023; Abbildung 27).

Regional verbreitet lagen die oberirdischen Abflüsse im Sommer weiterhin unter dem vieljährigen Mittelwert. Dies ist ein Hinweis darauf, dass trotz der ergiebigen Niederschläge das Wasserdefizit der zurückliegenden Jahre im tieferen Bodenwasser- bzw. Grundwasserspeicher noch nicht flächendeckend wieder ausgeglichen ist und auch die infolge höherer Lufttemperaturen angestiegene Verdunstung im Zusammenhang mit dem Wasserbedarf der Vegetation hier eine spürbar reduzierende Wirkung auf die Dargebote ausübt.

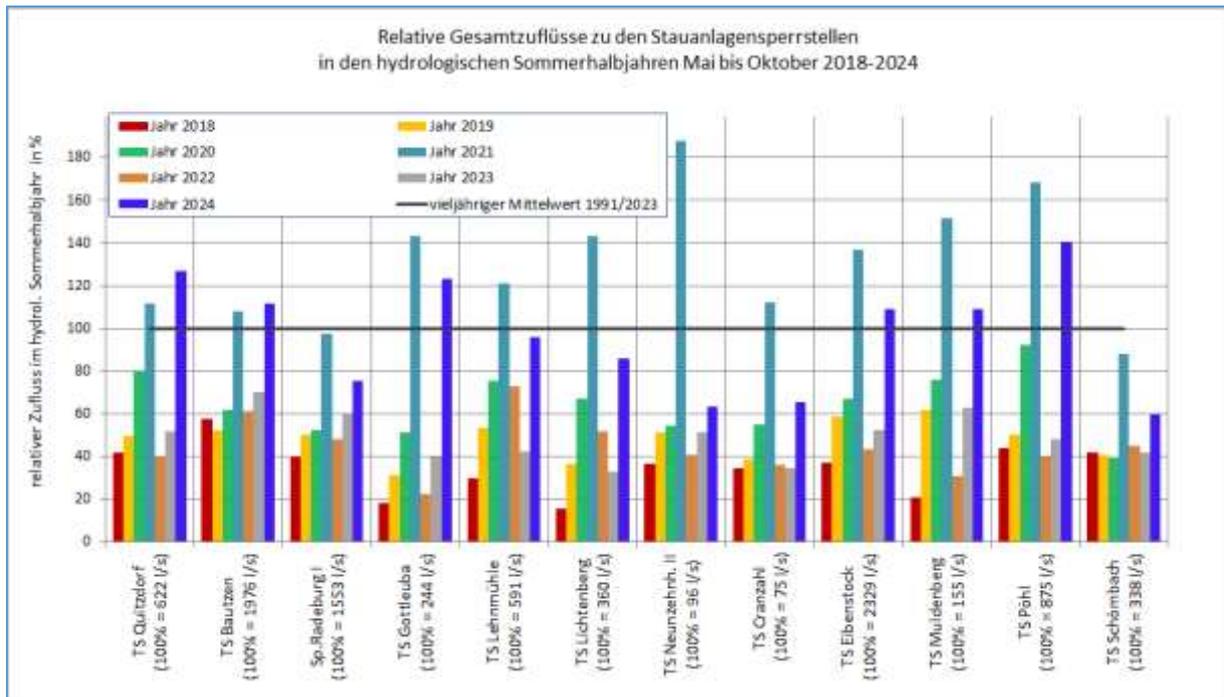


Abbildung 27: Relative Gesamtzuflüsse zu ausgewählten Stauanlagen im hydrologischen Sommerhalbjahr der Jahre 2018 bis 2024.

### Talsperrenbewirtschaftung

Abbildung 28 zeigt die Inhaltentwicklung an ausgewählten Trinkwassertalsperren seit dem extremen Trockenjahr 2018 bis zum Jahr 2024. Auch im Jahr 2024 ist ab etwa Frühjahr eine moderate Abnahme des TS-Inhaltes erkennbar, da mehr Wasser aus den Talsperren bereitgestellt wurde, als den Talsperren zufluss. Seit Oktober führten die erhöhten Zuflüsse zu einem Wiederanstieg der Talsperreninhalte.

Die Talsperre Lichtenberg wird die nächsten Jahre umfänglich saniert und ist seit Mitte Oktober vollständig entleert. Die Ersatzrohwasserbereitstellung während der Sanierungszeit wird über die Talsperre Rauschenbach und die Revierwasserlaufanstalt (RWA) realisiert.

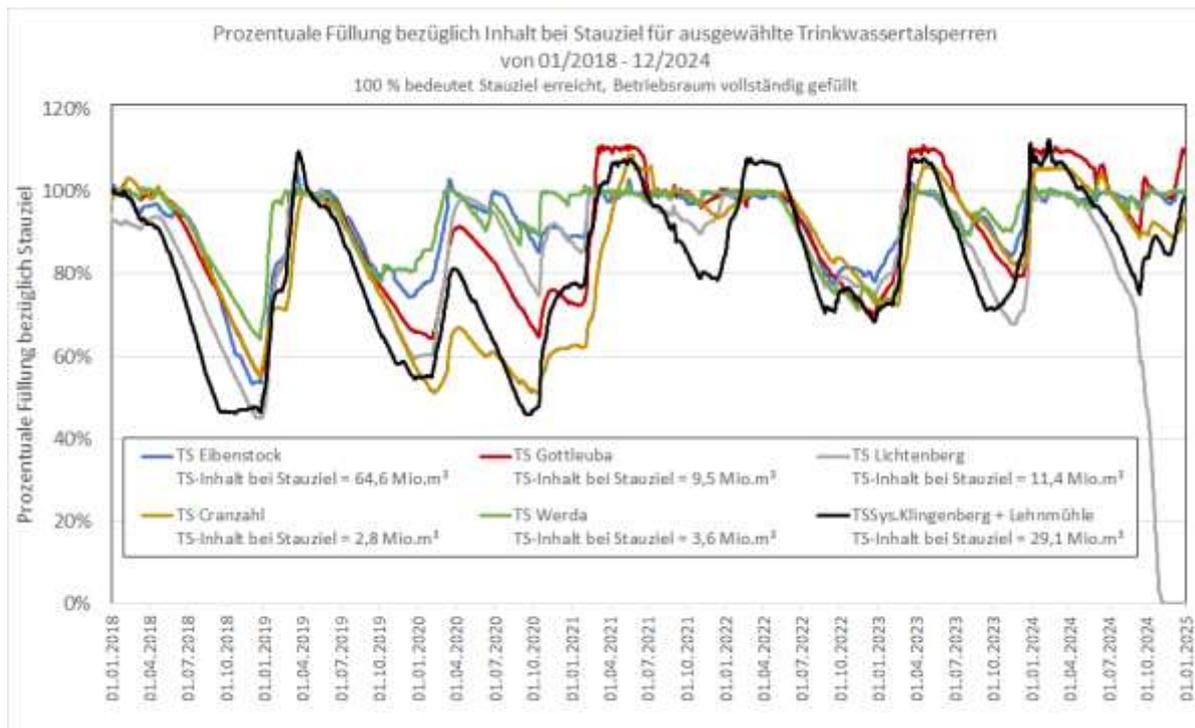


Abbildung 28: Prozentuale Füllung ausgewählter Trinkwassertalsperren in den Jahren 2018 bis 2024.

An den Trinkwassertalsperren Rauschenbach, Lehmühle, Gottleuba, Cranzahl, Sosa, Stollberg und auch Dröda wurde über das reguläre Stauziel, d. h. über 100 % Betriebsraumfüllung hinaus, in den gewöhnlichen Hochwasserrückhalteraum temporär eingestaut (Abbildung 28). Dieser temporäre Einstau der gewöhnlichen Hochwasserrückhalteräume jeweils im Zeitraum 1.12 bis 30.06. wurde behördlich bis 2026/27 bzw. 2028/2029 genehmigt. Das zusätzlich eingespeicherte Wasser kann geregelt an die jeweiligen Wasserwerke der Vertragspartner abgegeben werden und kommt damit der Sicherung der öffentlichen Wasserversorgung in den nächsten Trockenperioden zugute.

Vorkehrungen zum zügigen Freifahren der gewöhnlichen Hochwasserrückhalteräume im Falle einer Starkregenwarnung wurden getroffen und auch praktiziert: Nach Vorabinformation des Deutschen Wetterdienstes am 29.05.2024 vor Starkniederschlägen von 50 bis 100 l/m<sup>2</sup>, stellenweise bis zu 150 l/m<sup>2</sup>, wurde unverzüglich mit dem Abstau der genehmigten Höherstauvolumen begonnen. Auch an weiteren Stauanlagen wurden die zur Hochwasseraufnahme freien gewöhnlichen Hochwasserräume zusätzlich vergrößert, indem Betriebsraumanteile gezielt freigefahren wurden; eine sogenannte Vorentlastung.

Sachsen wurde Anfang Juni nur vom Rand eines angekündigten unwetterartigen Niederschlagsgebietes getroffen und es resultierte eine moderate Hochwasserlage. Die Hochwasserrückhalteräume wurden teilweise eingestaut und reichten zur Aufnahme der Hochwasserzuflüsse aus. Die Hochwasserlage in Mitte September traf die Talsperreneinzugsgebiete im Erzgebirge und in der Lausitz. Die Hochwasserzuflüsse konnten in den freien Betriebsraumanteilen und in den gewöhnlichen Hochwasserrückhalteräumen aufgenommen werden. Wie auch schon beim Weihnachtshochwasser 2023 konnte die Hochwasserlage unterhalb von Stauanlagen durch den gezielten Rückhalt von Wasser vielerorts signifikant entschärft bzw. gemildert werden.

## Schlaglicht: Flussgebietsbewirtschaftung Lausitz

Bei der Flussgebietsbewirtschaftung des Lausitzer Raumes kommt den Brauchwassertalsperren Bautzen und Quitzdorf eine zentrale Bedeutung zu. Die Wahrnehmung ihrer Wasserausgleichsfunktion, resultierend aus der Füllung beider Talsperren von zum Teil unter 50 % bezogen auf das Stauziel, kann in der Abbildung 29 für viele Jahre beobachtet werden. Das vergangene Jahr 2024 weicht aber von zuvor beobachteten Jahren deutlich ab und weist nur geringe zusätzliche Abgaben der Talsperren auf. Das Verhalten kann zum einen auf die etwas entspanntere meteorologische und hydrologische Situation, aber auch auf sanierungsbedingt hohe Abgaben des Wasserspeichersystems Lohsa II zurückgeführt werden.

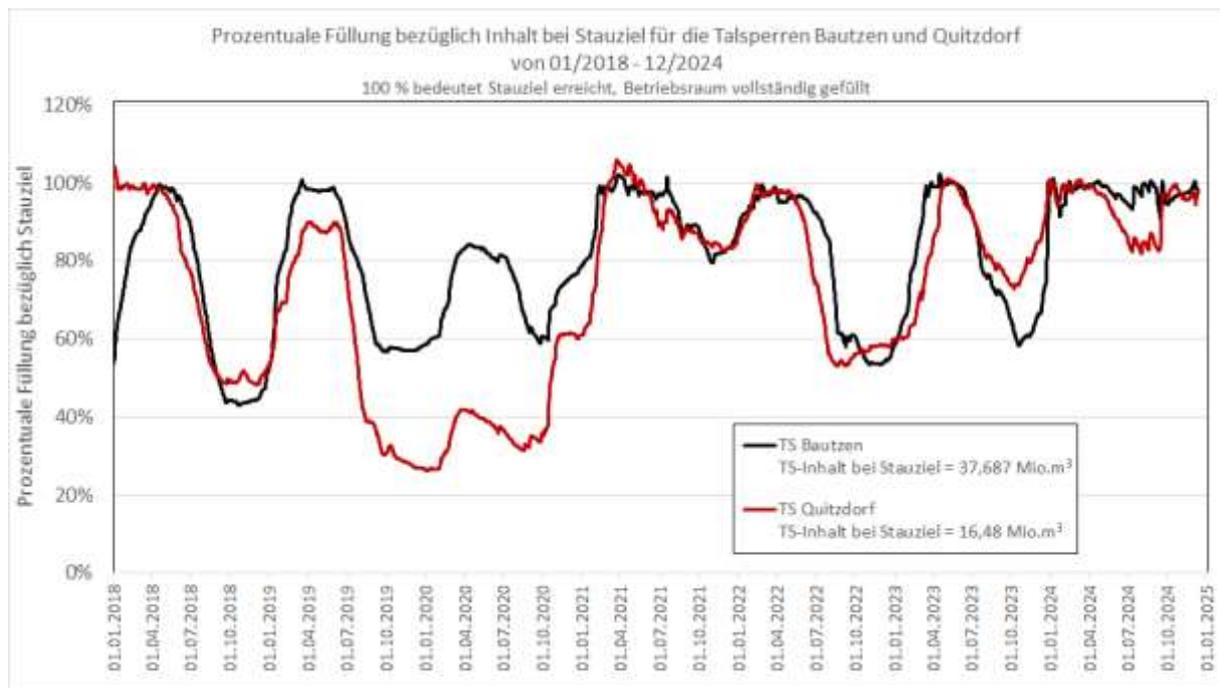


Abbildung 29: Prozentuale Füllung bezüglich Inhalt bei Stauziel der Brauchwassertalsperren Bautzen und Quitzdorf im Zeitraum 01/2018 bis 12/2024.

Die hydrologische Situation zu Beginn des Jahres 2024 wurde durch das Weihnachtshochwasser 2023 geprägt. Im Zuge der hohen Zuflüsse zu den Talsperren Bautzen und Quitzdorf erreichten beide Talsperren das Stauziel bereits am Anfang des Jahres. Das Stauziel konnte weitgehend bis April bzw. Mai gehalten werden. Bis zum Juli waren nur geringfügig höhere Abgaben bei beiden Talsperren notwendig, weswegen die Inhalte der Talsperren nur geringfügig abnahmen. Begünstigt wurde diese Situation zusätzlich durch die geplante Sondierung der Außenkippe Scheibe, wodurch der Wasserspeicher Lohsa II abgesenkt werden musste. Dabei wurden im Zeitraum vom Anfang Juni bis Anfang September ca. 21 Mio. m<sup>3</sup> Wasser über die Kleine Spree der Hauptsprees zugeführt.

Die Sommermonate waren durch zwei Effekte geprägt. Zum einen gab es Perioden mit geringen Niederschlägen, wobei die Zuflüsse zu den Talsperren zeitweise im Bereich des mittleren Niedrigwassers und auch darunter lagen. Zum anderen traten mehrere Starkniederschlagsereignisse auf. Die höheren Zuflüsse wurden in den Talsperren zurückgehalten, wodurch diese ihre hohen Wasserreserven behielten.

Im September trat das markanteste Hochwasserereignis 2024 auf. Nach Aufzeichnungen des Niederschlagsradars wurde dabei im Einzugsgebiet der Talsperre Bautzen ein Tagesniederschlag von über 60 mm registriert. Das hatte einen Scheitelabfluss von über 40 m<sup>3</sup>/s am Pegel Bautzen 1 zur Folge. Die maximale Abgabe der Talsperre Bautzen lag dabei bei 6,2 m<sup>3</sup>/s und die der Talsperre Quitzdorf bei 1,2 m<sup>3</sup>/s. Bis Ende November lag der Inhalt beider Talsperren wieder im Bereich des Stauziels.

## 4. Auswirkungen der Witterung auf Wälder und Forstwirtschaft

Michael Körner (Staatsbetrieb Sachsenforst)

Die hohen Winterniederschläge haben zur Abmilderung einer ökophysiologisch kritischen Situation in der nachfolgenden, wiederum warm-trockenen Vegetationsperiode beigetragen. Das gilt insbesondere für Wälder auf Böden mit ausgeprägter Wasserspeicherefähigkeit und großen Speichervolumen des durchwurzelbaren Bodenraums. Eine Regeneration des Kronenzustandes, charakterisiert durch Belaubung, Benadelung, Leit- und Seitentriebentwicklung ist nicht eingetreten (Abbildung 30). Optimale ökophysiologische Bedingungen, wie eine ausgeglichene klimatische Wasserbilanz, wären die Voraussetzung für eine solche Entwicklung gewesen.

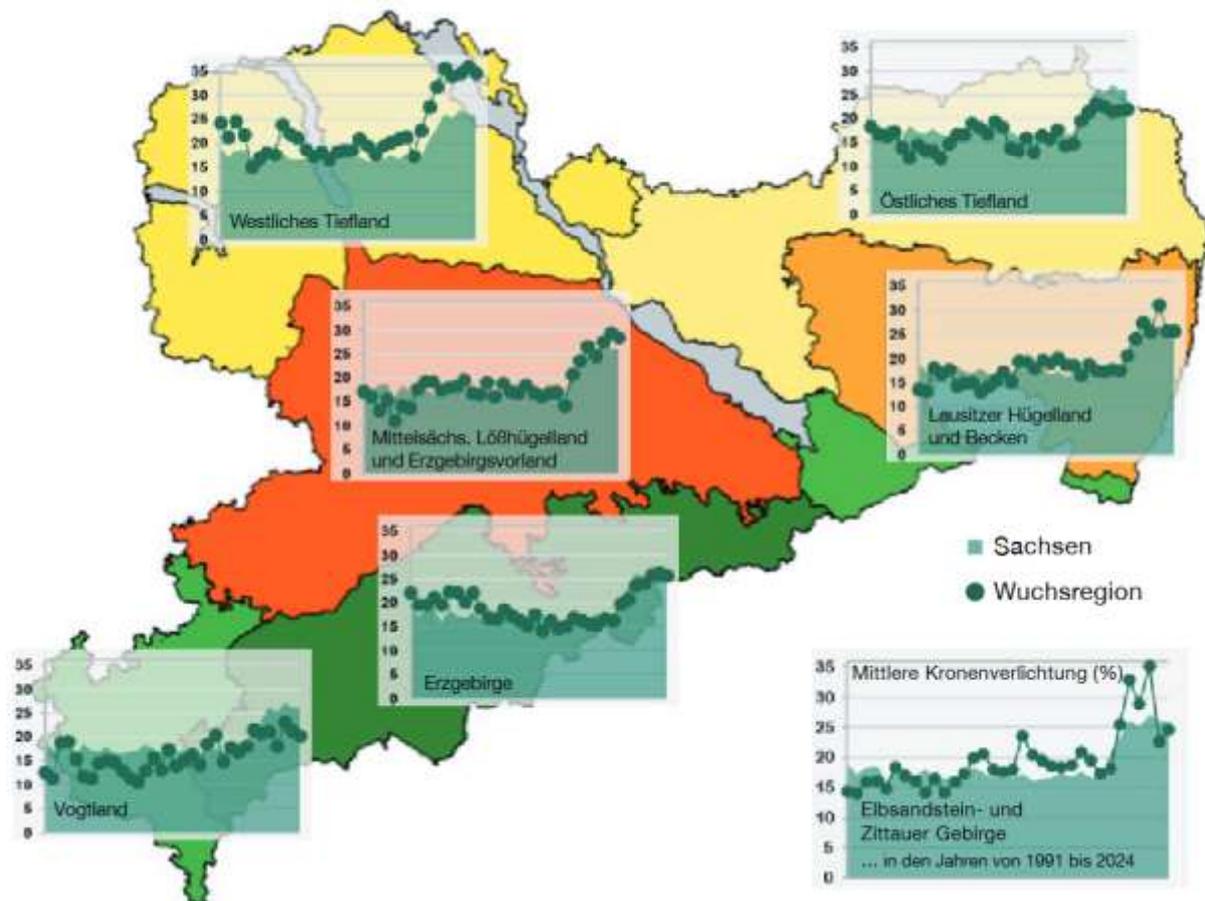


Abbildung 30: Veränderung der mittleren Kronenverlichtung (%) von 1991 bis 2024 in den sächsischen Wuchsregionen (Punktlinie) im Vergleich zum Landestrend (Fläche).

Im nordwestlichen Tiefland, als Übergangsbereich zum Mitteldeutschen Trockengebiet und Sandböden mit geringer Wasserspeicherefähigkeit und z. T. ökophysiologisch kritischen Vegetationsstrukturen, z. B. Brombeer- und Sandrohrdecken, ist der trockenheitsinduzierte Kronenzustand, im Wesentlichen der Kiefer, kritischer als im nordöstlichen Tiefland mit etwas günstigeren edaphischen und klimatischen Bedingungen. Die Waldstandorte im Lößhügelland sind durch schwere Böden mit einem geringen Speichervolumen charakterisiert,

welches durch den historischen Fichtenanbau noch weiter reduziert wurde. Diese Entwicklung spiegelt sich im kritischen Kronenzustand der Waldbäume, z. B. von Eichen, wider. Um die Degradation der Waldböden in der nächsten Waldgeneration zu überwinden, ist eine biologisch technische Bodenmelioration, die Etablierung von standortgerechten Baumarten nach Bodenbearbeitung, geboten. In den Kammlagen der Mittelgebirge ist der relativ günstige Kronenzustand ein Indikator für entsprechende ökophysiologische Bedingungen.

Detaillierte Auswertungen befinden sich im Waldzustandsbericht 2024 unter <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/46382>

## 5. Auswirkungen der Witterung auf die Landwirtschaft

Falk Böttcher (Deutscher Wetterdienst), Martin Sacher, Maik Panicke, Dr. Michael Kraatz, Birgit Pölitz, Dr. Kerstin Jäkel, Dr. Steffen Pache, Franziska Deißing, Dr. Gerhard Riehl (Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie)

### Allgemeine Einschätzung

Der Herbst 2023 war in Sachsen der zweitwärmste seit Aufzeichnungsbeginn 1881 und war gekennzeichnet durch hohe Verdunstungsraten, gepaart mit einer zunächst spürbaren Niederschlagsarmut. Im Laufe des Herbstes setzte dann aber Niederschlag ein und füllte die Bodenwasserspeicher bis Ende Oktober so weit, dass der dann von den Wurzeln der Winterungen erreichbare Bodenraum (etwa 0-60 cm) wassergesättigt war. Tendenziell kam es zu einer Überversorgung mit Wasser, was sich negativ auf die Entwicklungsbedingungen der Winterungen auswirkte, da in den oberen Bodenschichten das Gleichgewicht zwischen Bodenluft- und Bodenwassergehalt gestört war. Der späte Herbstniederschlag sorgte in Kombination mit dem hohen Temperaturniveau und insgesamt überdurchschnittlicher Sonnenscheindauer bzw. Globalstrahlung für insgesamt wüchsige Bedingungen, was insbesondere bei den wildwachsenden Pflanzenbeständen zu einer Verlängerung der Vegetationsperiode führte, wovon aber auch die Winterungen letztlich profitierten und gut entwickelt in eine kurze Winterpause gingen.

Mit einer Mitteltemperatur von 3,6 °C war der drittwärmste Winter in Sachsen seit 1881 zu erleben. Die Temperatur wäre, selbst bezogen auf die Normalwerte von 1991 bis 2020, nur bei 0,7 °C zu erwarten gewesen. Gleichwohl kam es zu Abschnitten mit negativer Temperaturabweichung und in Kombination mit fast nicht vorhandenen Schneedecken und fehlender Frostabhärtung wirkten sich diese Frostperioden Ende November/Anfang Dezember und im Januar schädigend aus. Die winterlichen Niederschläge lagen im Flächenmittel über Sachsen bei mehr als 150 % des Normalwertes und die Strahlung war etwas unterdurchschnittlich. Insgesamt füllten sich die Bodenwasservorräte in den mittleren und leichteren Böden im landwirtschaftlich relevanten Tiefenbereich (bis ca. 1 m) bis zur Sättigung auf. Schwere Böden wiesen auch gute Wasserversorgungswerte auf, aber eine vollständige Auffüllung der landwirtschaftlich relevanten Bodenschichten war auf solchen Standorten nicht gegeben.

In einem um mehr als 2 Kelvin (K) zu mildem Frühling startete die Vegetation 2024 außerordentlich früh, mit den ersten Frühblühern schon Anfang Februar und den ersten Regungen der Winterungen Anfang März. Die landwirtschaftlichen Kulturpflanzenarten und auch die Obstgehölze erreichten bis Mitte April Entwicklungsstadien, die so früh noch kaum registriert worden waren. Unterstützt wurde die überwiegend thermisch induzierte Verfrühung durch Globalstrahlungswerte, die nahe am Normalwert registriert werden konnten. Lediglich im April waren diese Werte leicht unterdurchschnittlich, was aber März und Mai egalisierten. Damit war aber auch verbunden, dass die Kulturpflanzenarten phänologische Entwicklungsstadien erreicht hatten, bei denen kaum noch pflanzenimmanenter Frostschutz gegeben ist und der Frost kam in der letzten Aprildekade in mehreren Nächten drastisch. Es waren keine Strahlungsfrostereignisse mit kurzer Dauer und damit kurzer Einwirkzeit. Es handelte sich vielmehr um Frost durch Zufuhr von Polarluft, die für eine Frostdauer von 5 bis vereinzelt 12 Stunden sorgte und so den Schaden massiv werden ließ. Das Frühjahr brachte

nur Niederschlagssummen, die im Mittel über Sachsen nur etwa 80 % des Normalwertes entsprachen, wobei aber der Mai etwas überdurchschnittliche Werte zeigte. Verbunden mit dem hohen Temperaturniveau und dem früh einsetzenden Wasserverbrauch der Pflanzen ging die Bodenfeuchte im Frühjahr von zunächst vergleichsweise hohen Werten, die Schwierigkeiten bei der Befahrbarkeit der Flächen auslösten, rasant zurück und die wenig in tiefere Schichten vorgedrungenen Wurzeln hatten Mühe, den Wasserbedarf zu decken. Die Kulturen profitierten von den schon angesprochenen Mainiederschlägen. Bei der Heuernte waren Geduld und Fingerspitzengefühl gefragt, denn einerseits waren die Grünlandbestände ebenfalls weit entwickelt, aber eine ausreichend lange Abtrocknungsperiode ließ zunächst auf sich warten.

Der Sommer war von überdurchschnittlichen Temperaturverhältnissen gekennzeichnet, wobei sich kurze kühlere Abschnitte mit Hitzeperioden mit Höchstwerten über 30 °C abwechselten. Im Durchschnitt war der Sommer um 1,4 K zu warm. Dabei schlugen Juni und Juli mit je 1,0 K zu Buche und der August brachte eine um 2,3 K zu hohe Monatsmitteltemperatur. In der Kornfüllungsphase der Getreide und des Rapses waren Temperaturwerte in der normalen Schwankungsbreite aufgetreten und die Bodenwasserversorgung durch das Niederschlags- und Verdunstungsgeschehen war auf leichten Standorten im Norden und Osten des Freistaates unterdurchschnittlich. In Richtung Mittelgebirge lagen die Werte an der unteren Grenze des Normalbereiches. Es gab in einigen Regionen Starkniederschlagsereignisse, die zu Lagerbildung führten und mancherorts mussten auch Hagelschäden festgestellt werden. In der ungewöhnlich früh einsetzenden Erntezeit standen ausreichend Feldarbeitstage zur Verfügung, um den Drusch der Getreide und des Rapses ohne Nachrocknungsnotwendigkeit durchführen zu können. Für Mais, Zuckerrüben und Kartoffeln sind die meteorologischen Entwicklungsbedingungen sehr günstig gewesen, wenn auch in den Sommermonaten etwa 15 % weniger Niederschlag als normal fielen, aber im August waren es im Flächenmittel nur etwa 5 % unter dem Normalwert. Demgegenüber konnten fast 100 Sonnenstunden mehr als im Durchschnitt gemessen werden. Davon entfielen allein 60 auf den August.

Die Herbstmonate waren in Sachsen insgesamt um 1,3 K zu mild. Die Durchschnittstemperatur erreichte 10,4 °C. Dabei zeigten sich der September und der Oktober mit recht hohen Abweichungen der Mitteltemperatur und der November war normal temperiert. Mit insgesamt 200 mm im Flächenmittel konnte ein Fünftel mehr Niederschlag aufgefangen werden als es normalerweise üblich wäre, wobei dieser Überschuss hauptsächlich dem September zu verdanken ist, denn Oktober und November waren vergleichsweise niederschlagsarm. Die Sonnenscheindauer war im Herbst, insbesondere im September, überdurchschnittlich, sodass im gesamten Herbst flächenhaft 367 Stunden Sonnenschein gemessen wurden. Das sind etwa 10 % mehr als üblich. Die phänologische Entwicklung zeigte einen ungewöhnlich frühen und sehr langen Frühherbst. Zum Voll- und Spätherbst hin normalisierte sich die phänologische Entwicklung und der Übergang zum phänologischen Winter mit dem Blattfall der Stieleiche war etwa 5 Tage später als normal. Aufgrund der Temperaturverhältnisse im Boden profitierten die spät gerodeten Zuckerrüben. Im Nordwesten des Freistaates waren bis zum Übergang in den Winter die Bodenwasservorräte nur in den oberen 50 cm vergleichsweise gut gefüllt, während ansonsten bis 1 m Tiefe eine gute Wasserversorgung gegeben ist, aber im gesamten Bereich nördlich der Autobahn A4 waren am Herbstende in Schichten unterhalb von 120 cm noch immer massive Wasserdefizite zu verzeichnen.

## Winterweizen

Der Winterweizen wurde zumeist bei günstigen Boden- und Witterungsbedingungen termingerecht gedreht. Der Aufgang war meist gleichmäßig. Milde Bedingungen bis in den Spätherbst führten zu einer normalen Vorwinterentwicklung. Kahlfröste in der zweiten Januarwoche führten sortenabhängig zu Blatterfrierungen, hatten aber größtenteils keine Pflanzenverluste zur Folge. Ab Februar setzte eine milde Witterungsperiode mit sehr differenzierten Niederschlagsverhältnissen ein, in der es keinen nennenswerten Frost gab. Die Bestände wuchsen in dieser Zeit kontinuierlich weiter. Im Januar durch Kahlfröste geschädigte Sorten hatten sich auf den meisten Standorten nach wenigen Wochen gut regeneriert. Anfang April war ein Vegetationsvorsprung von ca. 2 bis 3 Wochen im Vergleich zum Vorjahr feststellbar. Die überwiegend trockenen Bedingungen in den meisten Gebieten Sachsens hielten bis in die zweite Maidekade an. Differenziert ist das Krankheitsgeschehen zu bewerten. Gelbrost spielte 2024 eine vergleichsweise geringe Rolle, Blattseptoria trat teilweise mit stärkerer Intensität auf. Braunrost war schon frühzeitig vorhanden und entwickelte sich im weiteren Verlauf zur Hauptkrankheit 2024. In der Behandlungsstufe I, in der kein Fungizideinsatz erfolgt, waren bald erhebliche Sortenunterschiede im Befall mit Braunrost erkennbar. Ab Mitte Mai setzte eine Phase mit mehrfachem Wechsel aus trocken-warmen Tagen und kurzen mäßig warmen Regenperioden ein. Diese Bedingungen verstärkten den Braunrostdruck und hatten vereinzelt partielle Weißährigkeit zur Folge. Die regionale Differenzierung in den Weizenbeständen setzte sich fort. Auf reichlich mit Wasser versorgten Standorten waren die Bestände vergleichsweise langstrohig und dicht ausgebildet, wobei die Lagerneigung erheblich zunahm. Hingegen zeigten Standorte mit Trockenstress ein gegenteiliges Bild.

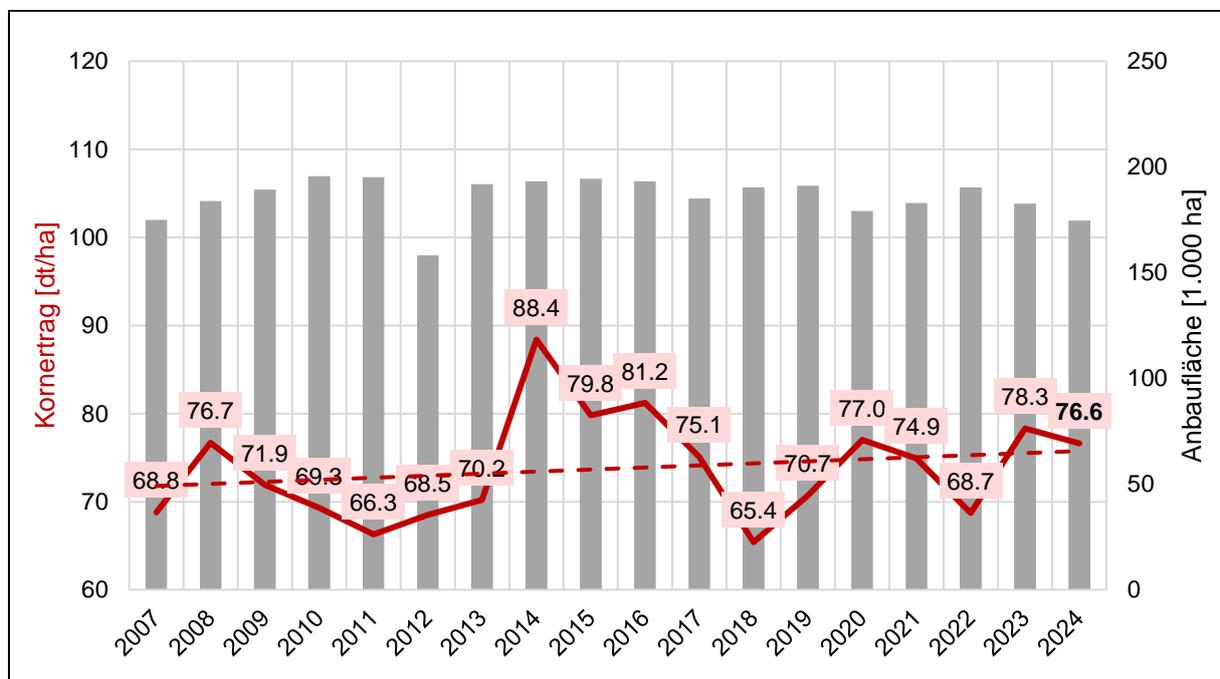


Abbildung 31: Mittlerer Kornertrag (inkl. Trendlinie) und Anbaufläche von Winterweizen in Sachsen in den Jahren 2007 bis 2024 (vorläufig, Datenquelle: Statistisches Landesamt)

Die fortgesetzt warmen Bedingungen führten zu einer frühzeitigen Abreife der Bestände. Die Ernte der LSV (Landessortenversuche) begann vergleichsweise früh. Meist wurde 7 bis 10 Tage eher geerntet als 2023. Die Erträge in den LSV lagen größtenteils deutlich unter den

Ergebnissen des Jahres 2023. Sorten mit frühzeitigem Braunrostbefall wiesen Ertragsdifferenzen von bis zu 48 dt/ha zwischen den beiden Behandlungsstufen mit bzw. ohne Fungizideinsatz auf. Der mittlere Behandlungseffekt durch Fungizid- und optimalen Wachstumsreglereinsatz war 2024 v. a. braunrostbedingt überwiegend deutlich höher als in den Vorjahren.

Fallzahlprobleme spielten 2024 keine relevante Rolle. Hingegen wiesen die Rohproteinergebnisse ein niedriges Niveau auf.

Die mittleren Winterweizen-Erträge lagen mit 76,6 dt/ha um etwa +4 % höher als das langjährige Mittel des Betrachtungszeitraumes von 2007 bis 2024 mit 73,8 dt/ha (Ertragsvorschätzung des Statistischen Landesamtes).

## Wintergerste

Die Wintergerste wurde überwiegend bei günstigen Boden- und Witterungsbedingungen gedrillt. Der Aufgang war zu Beginn etwas verspätet, was aber durch Niederschläge in der Folge ausgeglichen werden konnte. Milde Bedingungen bis in den Spätherbst hinein führten zu einer guten Vorwinterentwicklung. Blattlausflug erforderte Ende Oktober regional eine entsprechende Insektizidbehandlung.

Ende des Jahres waren gut bestockte Bestände vorhanden, die vereinzelt auch zum Überwachsen neigten. Kahlfröste in der zweiten Januarwoche führten zu Blatterfrierungen, hatten aber meist keine Pflanzenverluste zur Folge. Danach setzte eine milde Witterungsperiode mit Niederschlagsdefizit ein, in der es bis weit in den April hinein keinen nennenswerten Frost gab. Die Bestände wuchsen in dieser Zeit weiter und erreichten Anfang April einen Vegetationsvorsprung von ca. 2,5 Wochen im Vergleich zum Vorjahr. In Versuchen und Praxis schlägen wurden mit der Streckungsphase der Gerste Virusschäden sichtbar. Mitte April zeigten vereinzelt erste Sorten bereits die Grannenspitzen. Das beginnende Ährenschieben traf Ende April auf eine kurze Phase mit Spätfrösten, was vereinzelt zu Schäden führte. Die Schäden waren vorerst in Form von deformierten Grannen erkennbar und zeigten sich im weiteren Verlauf in einer verschlechterten Einkörnung von Ähren. Betroffen waren regional v. a. Sorten mit frühem Ährenschieben. Die trockenen Bedingungen hielten bis in die zweite Maidekade an. Erst danach kam es wieder zu nennenswerten Niederschlagsereignissen, teilweise aber auch zu Starkregen und Hagel. Der bis dahin verhaltene Krankheitsdruck verstärkte sich nun, sodass v. a. Zwergrost mitunter ein hohes Befallsniveau erreichte. Die fortgesetzt warmen Bedingungen führten zu einer frühzeitigen Abreife der Bestände. Die Ernte begann in Nordsachsen außergewöhnlich früh, bereits in der zweiten Junidekade. In den Beständen war vor der Ernte meist nur wenig Lager, teilweise aber stärkeres Halmknicken festzustellen.

Die Wintergerstenerträge erreichten 2024 ein sehr differenziertes Niveau. In Ost- und Nordsachsen, wo das Niederschlagsdefizit in der Vegetationszeit besonders markant war, wurden die größten Ertragseinbußen verzeichnet. Regionen in Westsachsen und dem Erzgebirge mit besserer Niederschlagsversorgung konnten teilweise überdurchschnittliche Ertragsleistungen erzielen.

In den durch Trockenheit beeinflussten Standorten wurden teilweise niedrigere Hektolitergewichte als in den Vorjahren erreicht. In den bisher vorliegenden Ergebnissen aus den LSV wurde meist die geforderte Handelsnorm für das Hektolitergewicht in der behandelten Stufe durch die Sorten überschritten.

Die Daten der Erntevorschätzung des Statistischen Landesamtes zeigen einen Kornertrag, welcher mit 63,8 dt/ha deutlich unter dem Vorjahresertrag (81,1 dt/ha) und ca. -9 % unter dem langjährigen Mittel (2007-2024) von 69,9 dt/ha liegt. Dennoch ist ein steigender Trend bei den Wintergerste-Erträgen in Sachsen zu beobachten.

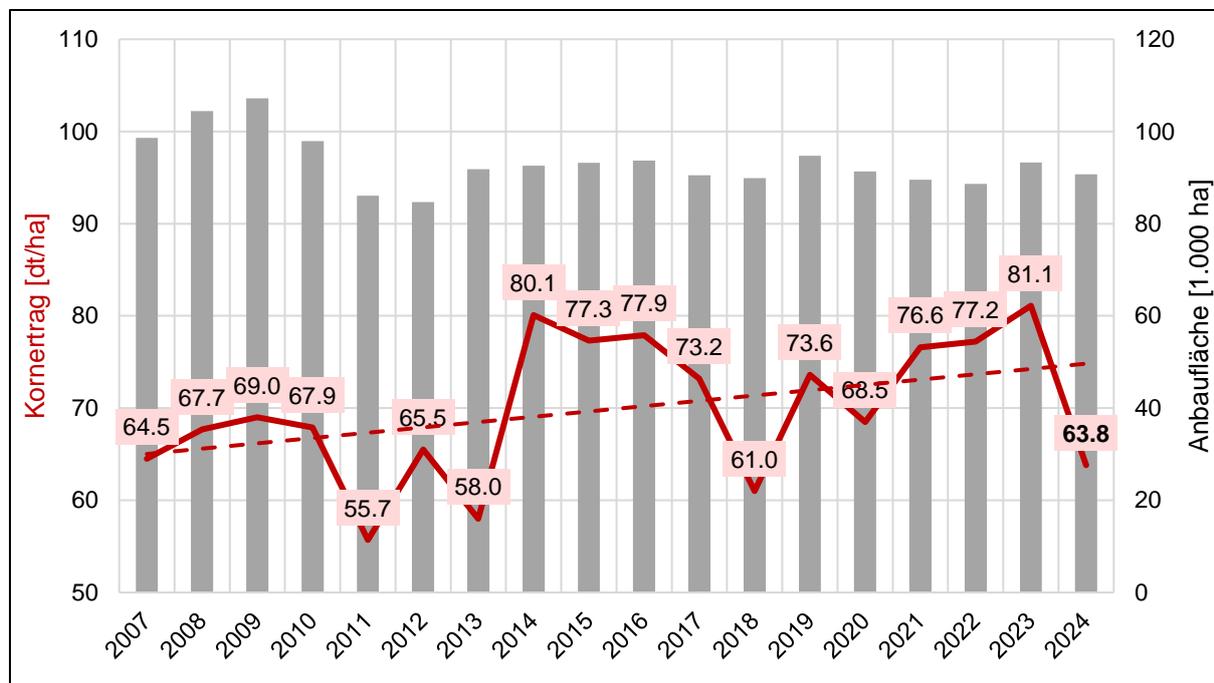


Abbildung 32: Mittlerer Kornertrag (inkl. Trendlinie) und Anbaufläche von Wintergerste in Sachsen in den Jahren 2007 bis 2024 (vorläufig, Datenquelle: Statistisches Landesamt)

## Winterraps

Trotz der guten Aussaatbedingungen ist der Winterraps bei darauffolgenden suboptimalen Witterungsbedingungen vergleichsweise spät und unregelmäßig aufgelaufen, was in Sachsen und anderen Bundesländern zum sogenannten »Etagen-Raps« führte.

Ebenso führten die warme und feuchte Witterung zu einem starken Schädlingsbefall. Zum Beispiel profitierte der Rapserrdfloh von den milderen Temperaturen, welche zu einer längeren Vegetationszeit führten und dies die Eiablage begünstigte. Ebenfalls litt der Winterraps unter Blattlausbefall, was folgend in Pflanzenausfällen aufgrund von Virusinfektionen resultierte. Stängelschädlinge, wie z. B. der gefleckte Kohltriebrüssler, waren im Kulturjahr 2023/24 bereits ab Mitte Februar tätig, jedoch war eine Behandlung aufgrund von fehlender Befahrbarkeit der Ackerflächen nicht möglich. Durch die Zunahme von milden Wintern, wird zunehmend die Winterruhe beim Rapsglanzkäfer erschwert, weshalb dieser unter den Rapschädlingen als Verlierer beim Klimawandel angesehen werden kann.

Regionale Witterungsunterschiede und der hohe Schädlingsdruck führten dazu, dass die Rapsbestände sich sehr differenziert entwickelten und verbreitet nur ein schwaches Ertragsniveau beobachtet werden konnte.

Nach Erntevorschätzung des Statistischen Landesamtes lagen die mittleren Winterraps-Erträge mit 29,7 dt/ha um etwa -17 % unter dem langjährigen Durchschnitt der Jahre 2007-2024 von 35,7 dt/ha.

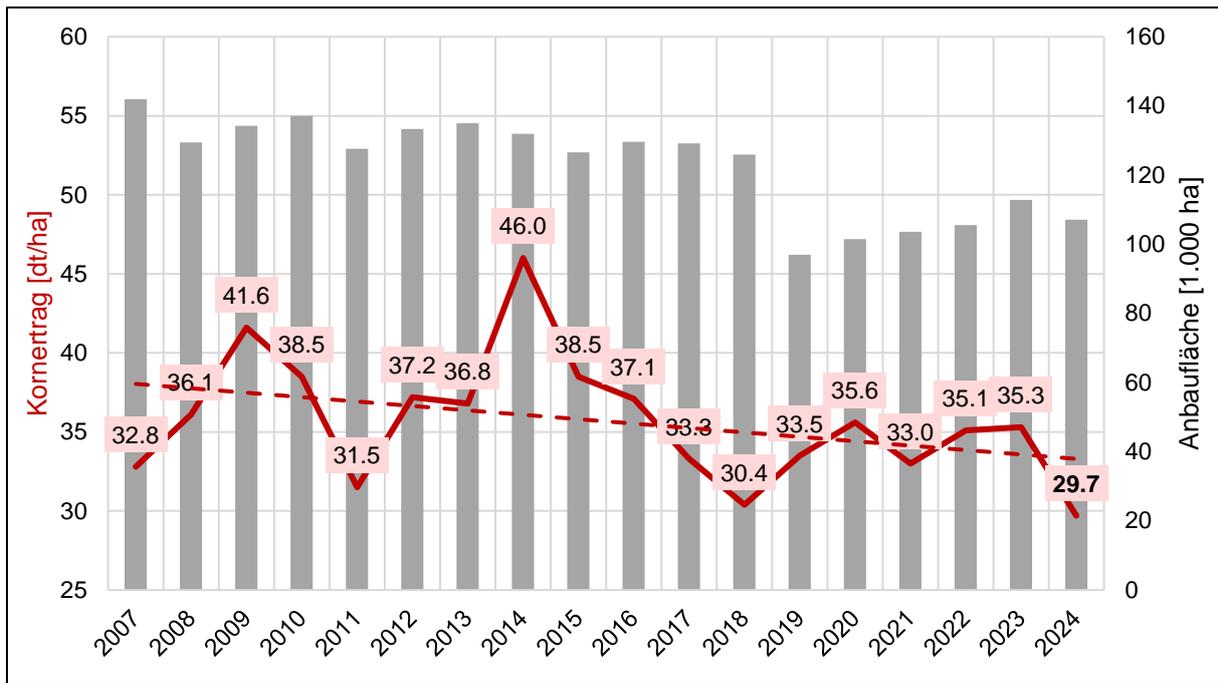


Abbildung 33: Mittlerer Kornertrag (inkl. Trendlinie) und Anbaufläche von Winterraps in Sachsen in den Jahren 2007 bis 2024 (vorläufig, Datenquelle: Statistisches Landesamt)

## Mais

März und Anfang April waren sehr warm, was zu einem allgemeinen Vegetationsvorsprung von ca. 2 Wochen führte. Gelegentlich gab es kleinere Niederschläge. Mitte bis Ende April kam es zu einem Kälteeinbruch mit standörtlich leichten Nachtfrost, welche die Maisaussaat verzögerten. Die Aussaat konnte Ende April/Anfang Mai erfolgen, da die Bodentemperaturen zu dieser Zeit nicht mehr unter 8 °C sanken. Das Saatbeet war ausreichend feucht. Anfang Mai fielen standörtlich leichte Niederschläge, welche aber kaum im Boden ankamen. Der Mais lief zügig und homogen auf. Die für das Wachstum benötigten Niederschläge fielen Anfang Juni. Die Bestände zeigten sich zu dieser Zeit vital. Im Juni und Anfang Juli war es sehr warm. Die Temperatursumme (ab 01.05.2024, mit der Basis von 6 °C) lag dabei auf ähnlichem Niveau, wie in den Hitzejahren 2018 und 2022. Teilweise war es bewölkt und die Luftfeuchtigkeit war höher. Es fielen ausreichende Niederschläge, welche üppige Bestände wachsen ließen. Standörtlich kam es Ende Juni zu Schäden durch Hagel. Im August setzte sich die Witterung in weiten Teilen von Sachsen fort. Durch die hohen Temperaturen reiften die Silomaisbestände sehr zügig ab und mussten teilweise bereits Ende August gehäckselt werden. Dabei war die bereits hohe Trockensubstanz den Beständen nicht anzusehen. Auch die Trockensubstanzgehalte im Körnermais stiegen Anfang September schnell an. Trotz dessen zog sich der Drusch von Ende September bis Mitte Oktober. Maisbeulenbrand kam 2024 nur in sehr geringem Umfang vor.

Im Anbaujahr 2023/24 betrug der mittlere Grünmasseertrag beim Silomais nach Erntevorschätzung des Statistischen Landesamtes 372,9 dt/ha und lag damit um ca. -3 % knapp unter dem langjährigen Mittel des Zeitraumes 2007 bis 2024, welcher 383,6 dt/ha beträgt. Insgesamt kann ein Abwärtstrend bei den Silomais-Erträgen beobachtet werden.

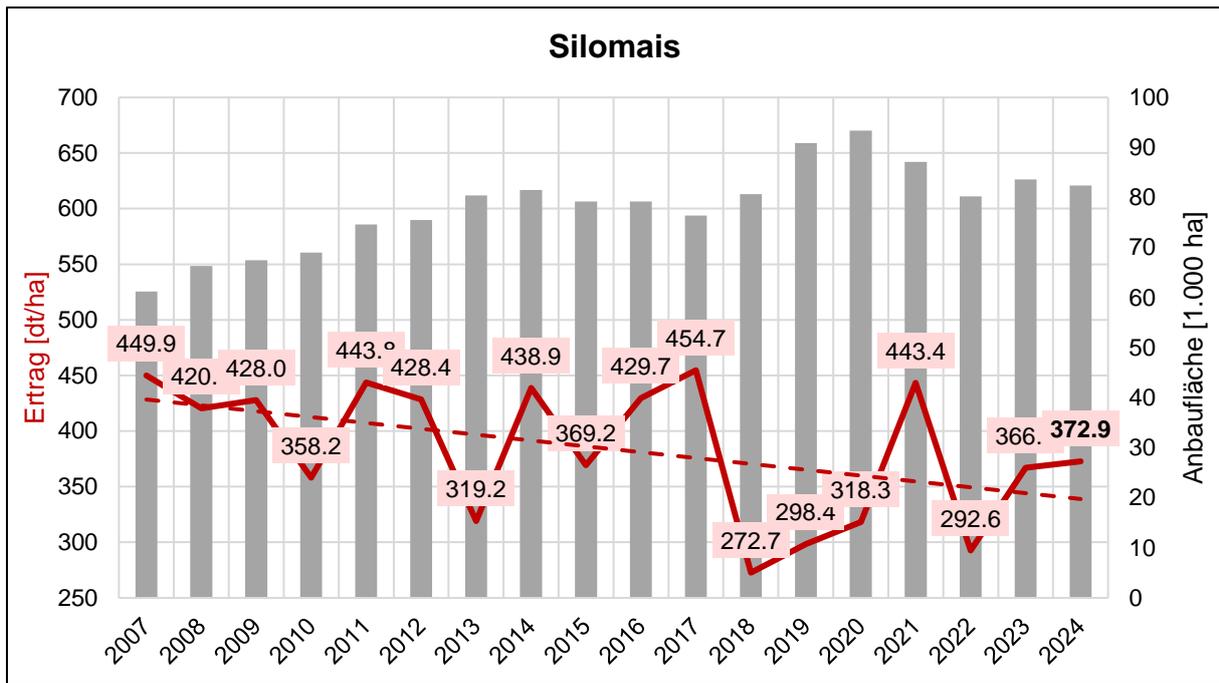


Abbildung 34: Mittlerer Grünmasseertrag (inkl. Trendlinie) und Anbaufläche von Silomais in Sachsen in den Jahren 2007 bis 2024 (vorläufig, Datenquelle: Statistisches Landesamt)

Für den Körnermais betragen die Kornerträge nach Erteverschätzung 88,8 dt/ha und lagen damit ca. +3 % über dem langjährigen Mittel des Betrachtungszeitraumes (86,4 dt/ha).

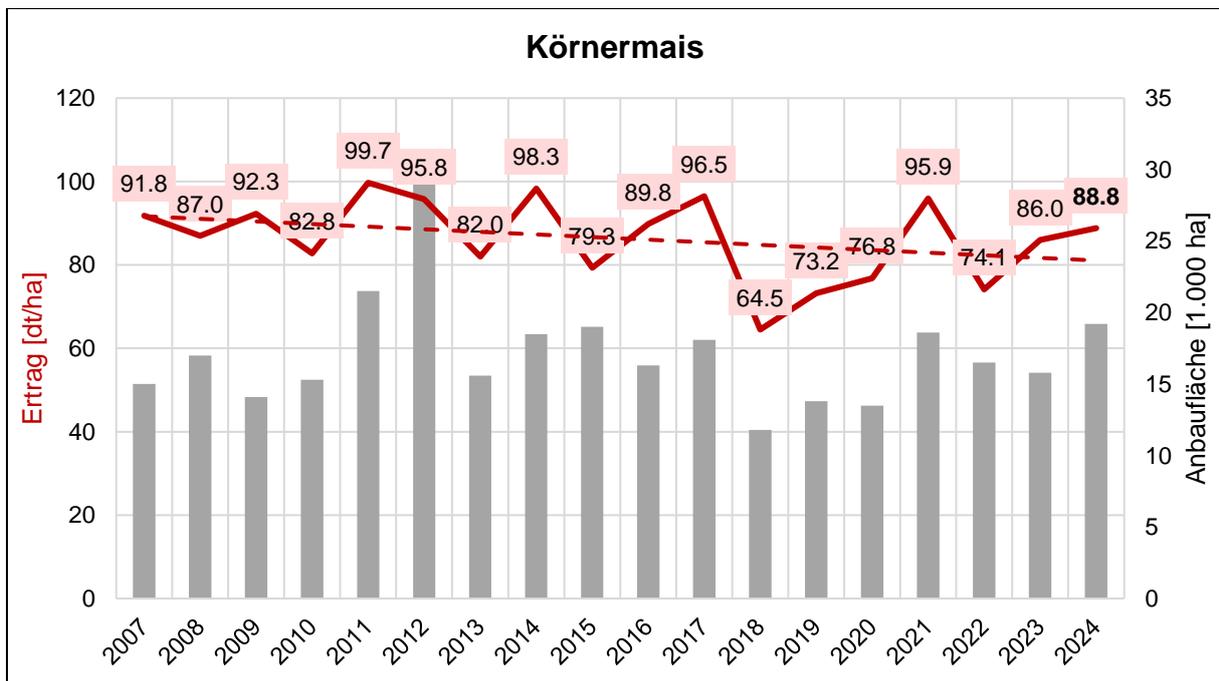


Abbildung 35: Mittlerer Kornertrag (inkl. Trendlinie) und Anbaufläche von Körnermais in Sachsen in den Jahren 2007 bis 2024 (vorläufig, Datenquelle: Statistisches Landesamt)

## Milchviehhaltung und Grünlandwirtschaft

Die Pregnancy Rate gibt den Anteil der tragend gewordenen Kühe innerhalb eines bestimmten Zeitraums zu den potenziell zur Verfügung stehenden an. Neben Management und Haltungstechnik hat auch das Wetter einen erheblichen Einfluss auf diese Kennzahl, die für die Bewertung des Fruchtbarkeitserfolgs genutzt werden kann. Hitzestress beeinträchtigt das Brunstverhalten der Kühe, wodurch weniger potenzielle Tiere in Brunst erkannt werden. Zudem wirkt sich Hitzestress negativ auf die Befruchtung sowie die Implantation des Embryos in den Uterus aus, was die Reproduktionsleistung erheblich einschränken kann.

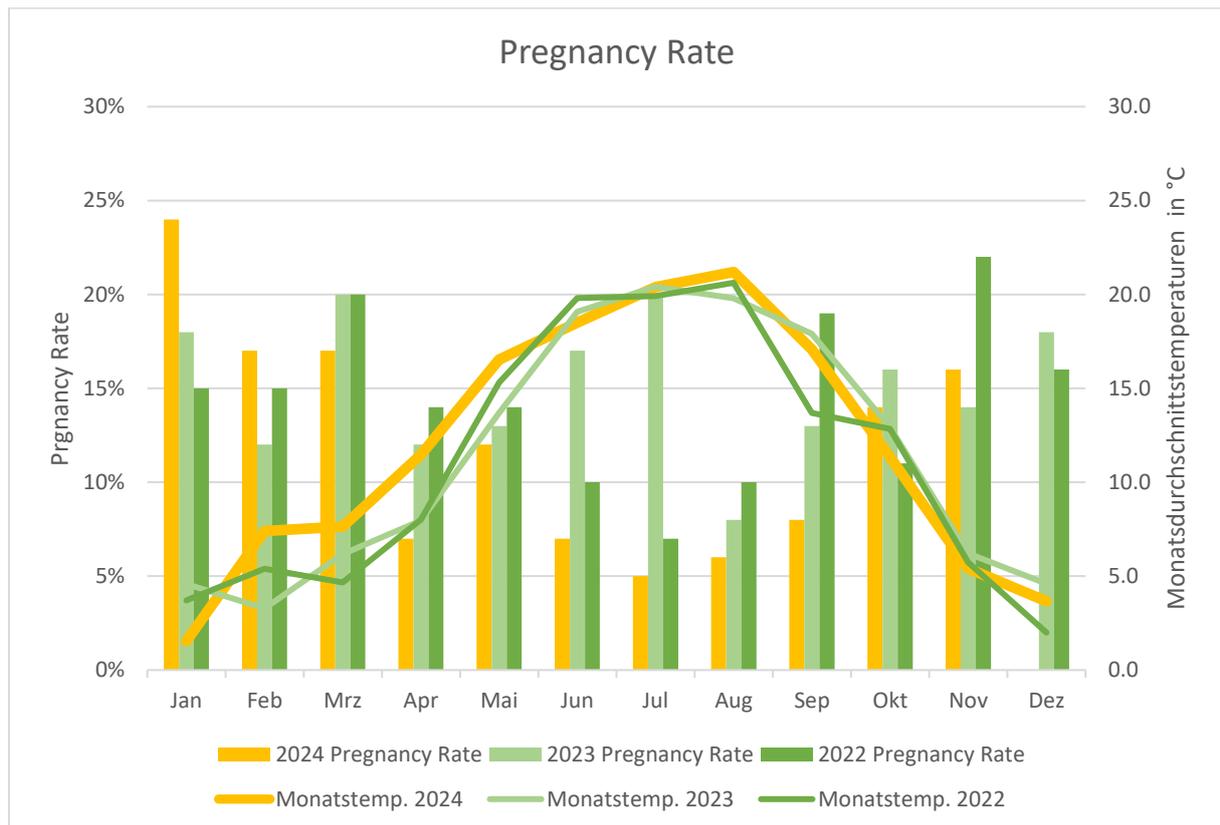


Abbildung 36: Entwicklung der Pregnancy Rate in der Milchkuhherde des Lehr- und Versuchsguts Köllitzsch im Vergleich zu den Monatsdurchschnittstemperaturen der Wetterstation in Köllitzsch in den Jahren 2022 bis 2024.

Abbildung 36 zeigt deutlich, dass der Wetterumschwung im Frühjahr mit steigenden Durchschnittstemperaturen in allen betrachteten Jahren einen negativen Einfluss auf die Fruchtbarkeit der Tiere hatte. Die im Jahr 2024 höheren Temperaturen im Frühjahr könnten ein Grund für die stärkere Negativentwicklung im März mit einer Pregnancy Rate von 7 % sein.

Die Monate Juli bis August verdeutlichen die Auswirkungen von Hitzestress auf die Fruchtbarkeit. Ausnahme bildet das Jahr 2023, in dem Juni mit 10 % und Juli mit 17 % eine Abweichung zu den anderen Jahren aufweisen. Im Juli und August 2024 wurden mit 5 % bzw. 6 % die wenigsten Kühe der besamungsfähigen Tiere tragend. Ein möglicher Grund dafür könnten die im Vergleich zu den Vorjahren höheren Monatsdurchschnittstemperaturen sein, die im Juni 20,4 °C und im August 21,2 °C betragen.

Ein Absinken der Temperaturen im September führt dagegen zu einer Entspannung der Situation und lässt die Pregnancy Rate wieder steigen.

Für Dezember 2024 liegen keine Werte vor, da die Ergebnisse der Trächtigkeitsuntersuchungen für diesen Monat noch ausstehen.

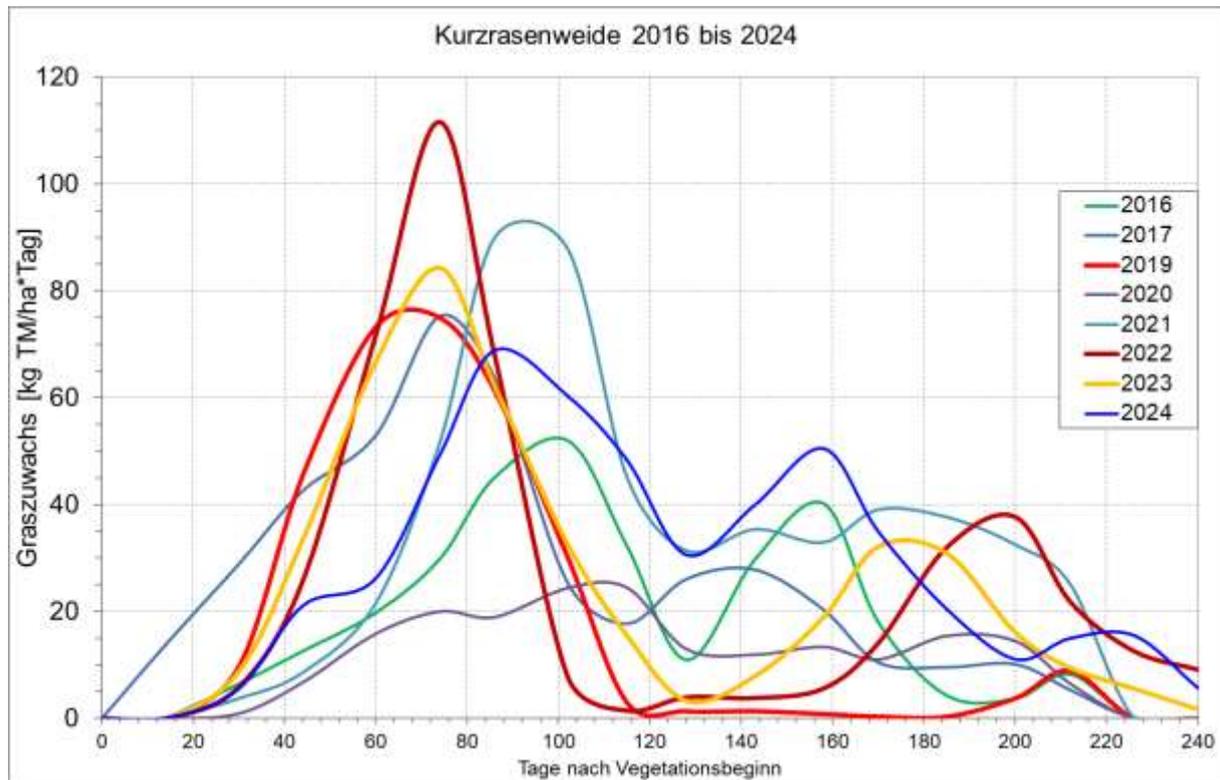


Abbildung 37: Grasaufwuchs (Trockenmasse=TM) im Verlauf der Vegetationszeit des Exaktversuches in Christgrün (Vogtland).

Im Jahr 2024 war das Vogtland ebenso wie viele Orte im Erzgebirge und Erzgebirgsvorland aus Sicht des Futterbaus von günstigen Bedingungen geprägt (Abbildung 37). Es handelte sich um ein »normales« oder »gutes« Jahr, das von einer Abwesenheit länger andauernder Dürre- oder Trockenperioden gekennzeichnet war.

Anders als in den Jahren 2018, 2019, 2022 und 2023, in denen bei der Weidehaltung massive Zufütterung notwendig war, um sommerliche Futterlücken zu überbrücken, war dies im Jahr 2024 nicht erforderlich. Der tägliche Grasaufwuchs, der in der letzten Juliwoche im Exaktversuch in Christgrün (Vogtland) gemessen wurde, betrug 30 kg TM/ha\*Tag und entsprach damit dem Niveau des ebenfalls »guten« Futterjahrs 2019 (Abbildung 37).

## 6. Auswirkungen der Witterung auf den Wein- und Gartenbau

Frieder Tränkner, Jenny Leara Zimmy (Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie)

### Auswirkungen auf den Weinbau

Am 10. Januar 2024 wurden in Dresden-Pillnitz die tiefsten Nachttemperaturen des gesamten Winters mit  $-13,8\text{ °C}$  gemessen. Abgesehen von diesen wenigen stärkeren Frosträchten fiel der Winter überwiegend mild aus, sodass Winterfrostschäden im Anbaugebiet Sachsen nicht auftraten (**Anm.:** Alle weiteren Angaben beziehen sich jeweils auf die Station Dresden-Pillnitz).

Die Niederschläge im Januar mit 35 mm entsprachen dem langjährigen Mittel. Der Februar lag mit 5,5 Kelvin (K) deutlich über den sonst üblichen Durchschnittstemperaturen. Erfreulicherweise brachte der Februar mit 69 mm doppelt so viel Niederschläge gegenüber dem langjährigen Mittel. Ebenso wie der Februar war der März mit 3,6 K viel zu warm, aber mit 10 mm Niederschlag zu trocken. Der nachfolgende Monat April brachte wieder durchschnittliche Niederschläge, sodass zum Vegetationsbeginn zumindest der Oberboden ausreichend mit Wasser versorgt war.

Bedingt durch die deutlich höheren Temperaturen im Februar, März und April begann der Austrieb zwei, örtlich bis drei Wochen früher als sonst üblich, mit fatalen Folgen für das Anbaugebiet Sachsen. In der Nacht vom 22. zum 23. April klarte der Himmel auf und führte flächendeckend zu Tiefsttemperaturen von  $-5\text{ °C}$ , in einigen Regionen wurden sogar bis  $-7\text{ °C}$  in 2 m Höhe gemessen. Es kam zu bisher nicht gekannten flächendeckenden Spätfrostschäden an den Austrieben, die zu diesem Zeitpunkt bereits eine Länge von 10 bis 20 cm hatten. Lediglich einige Rebflächen in Steillagen, welche an Waldrändern grenzten und einige durch dichtmaschig gesetzte Frostkerzen geschützte Anlagen blieben teilweise verschont. Nach ca. 12 Tagen waren in einigen geschädigten Anlagen erste Austriebe aus den Beiaugen zu erkennen. In einer großen Zahl von Rebflächen entwickelten sich jedoch lediglich am Stamm junge Triebe. Bedingt durch den unterschiedlichen Wuchs sowie durch die Trauben der zweiten und teilweise dritten Generation führte dies zu einem deutlichen arbeitswirtschaftlichen Mehraufwand. Zudem führte dieser Umstand zu einer höheren und zeitlich längeren Infektionsgefahr gegenüber den Pilzkrankheiten.

Die Blüte der ersten Generation begann in den weniger geschädigten Anlagen um den 5. Juni und zog sich mit der zweiten Generation bis Ende Juni hin. Schäden durch Verrieselungen traten nur vereinzelt auf. Trotz des wuchsfreundlichen Wetters im Juni blieb der Entwicklungsstand der Reben weiter sehr unterschiedlich.

Die Niederschläge im Juni und Juli waren lokal sehr unterschiedlich verteilt und lagen im Durchschnitt bei 50 % des langjährigen Mittels. An einigen Trockenstandorten, ohne individuell angepasste Bewirtschaftungsmaßnahmen, kam es daher Ende Juni /Anfang Juli zu ersten Trockenstresssymptomen. Größere Niederschlagsmengen, die Anfang August verteilt auf mehrere Tage fielen, sorgten danach für ausreichende Bodenfeuchte, aber auch zur Bildung von kompakteren Trauben. Die überdurchschnittlich hohen Temperaturen in den Monaten Juni, Juli und August, mit bis zu 2,3 K über dem langjährigen Mittel, führten zu einem schnellen Wachstum der Reben. Dadurch konnte der Entwicklungsrückstand der Trauben der zweiten Generation deutlich verringert werden. Trotz hoher Tagestemperaturen mit bis zu  $34\text{ °C}$  in den Sommermonaten traten Sonnenbrandschäden nur in geringen Umfängen auf.

Der Kräuselmilbenbefall spielte im Weinjahr 2024 eine geringe Rolle. Nur an Standorten mit Vorjahresbefall trat er teilweise verstärkt auf. Die Bedingungen für den Befall durch *Oidium* und *Peronospora* waren an allen Standorten vorhanden und führten bei zu weiten Behandlungsintervallen, bei empfindlichen Sorten zum Befall. Besonders in nicht ausreichend entblätterten Anlagen kam es im August, auch bedingt durch die unterschiedlichen Entwicklungsstadien, zu einem Oidiumspätbefall. Die feuchtwarme Witterung im August begünstigte den Anstieg der Kirschessigfliegenfänge an den Fallenstandorten. Das führte Mitte September zur Eiablage in den Beeren, die eine Pflanzenschutzmaßnahme teilweise notwendig machte. In den meisten Fällen wurde durch die fortgeschrittene Reife jedoch die Lese vorgezogen.

Hagel trat nur vereinzelt und lokal begrenzt im Raum Dresden-Pillnitz am 18. August, verbunden mit Starkniederschlägen, auf. Die daraus entstandenen Schäden waren sehr groß.

Von Ende August bis zum 8. September verzeichnete Sachsen eine Hitzewelle mit Tagestemperaturen von mehr als 30 °C. Auch die Nachttemperaturen fielen dabei nicht unter 22 °C. Demzufolge wurde die Traubenreife stark beschleunigt und der Oechslegrad auch der zweiten Generation der Trauben stieg sehr schnell an. Die trockene und sehr warme Wetterlage in diesem Zeitabschnitt führte zu einem schnellen Säureabbau, sodass frühreife Sorten teilweise angesäuert werden mussten. Folglich konnte die Lese bereits Anfang September und damit deutlich früher, als ursprünglich wegen der Spätfrostschäden angenommen, beginnen. Der Lesezeitpunkt der frühreifen Sorten wurde maßgeblich durch den schnellen Säureabbau bestimmt. Die nach dem 8. September einsetzende kühle und feuchte Witterung sorgte für eine bessere Aromaausbildung sowie einen ausgewogeneren Säuregehalt, aber auch für einen höheren Fäulnisbesatz an kompakten Trauben. In den meisten Betrieben war die Lese bereits Ende September, in einigen wenigen Weingütern Anfang Oktober abgeschlossen.



Abbildung 38: Vergleich der Weinmosterträge von 2020 bis 2024 in Sachsen (Quelle: Statistisches Landesamt Sachsen)

Aufgrund der flächendeckenden Spätfrostschäden wurde die seit Jahrzehnten geringste Erntemenge (vorläufiger Schätzung ca. 8.500 hl) im Anbaugebiet Sachsen eingefahren.

## Auswirkungen auf den Gartenbau

Im Obstbau ist seit über 30 Jahren (Messung an der Versuchsstation Dresden-Pillnitz) ein immer früherer Beginn der Apfelblüte aufgrund der stetig steigenden Durchschnittstemperaturen zu verzeichnen (Abbildung 40). Diesem Trend folgend, wurde im Jahr 2024 der früheste Blühbeginn seit dem Beginn der Aufzeichnungen am Standort Dresden-Pillnitz am 7. April gemessen.

Ungünstige Witterungsverhältnisse führten beim Baumobst zu unterdurchschnittlich niedrigen Erträgen. Die Apfelernte 2024 wird auf über 90 % niedriger als im Durchschnitt der letzten fünf Jahre eingeschätzt. Die im Frühjahr aufgetretenen Spätfröste führten, insbesondere in der Nacht vom 22. auf den 23. April, in vielen Obstanlagen zu massiven Frostschäden und einem schlechten Fruchtansatz. Im weiteren Vegetationsverlauf begünstigten regional starke Niederschläge das Auftreten von Krankheiten.

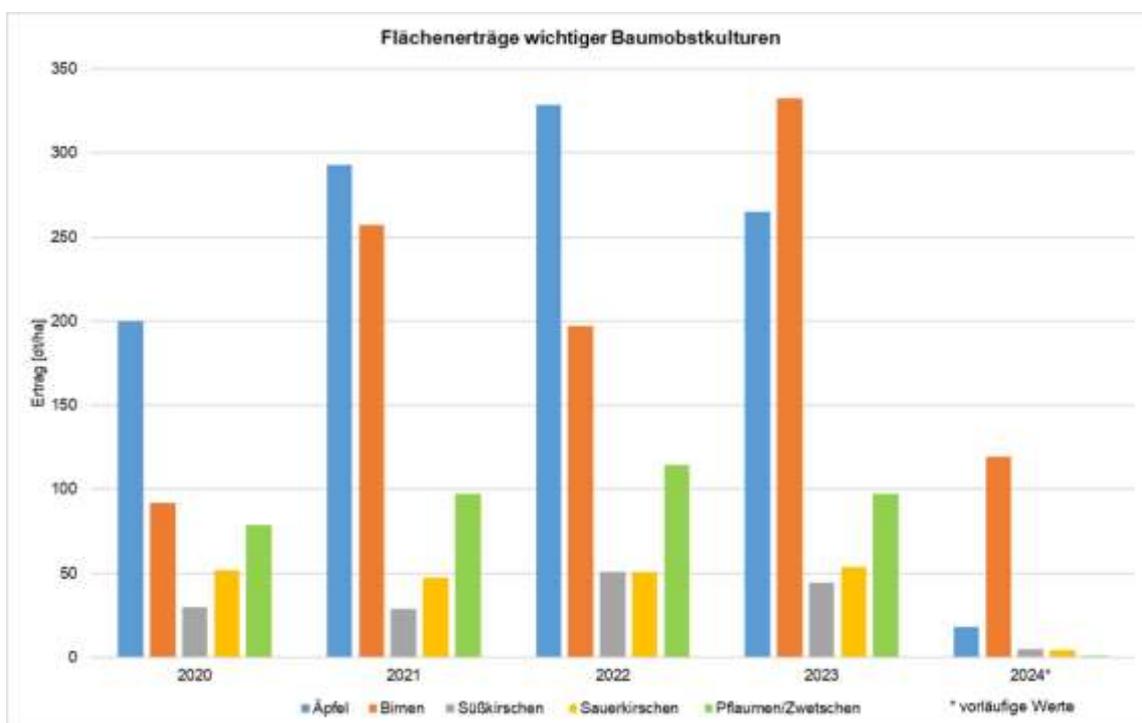


Abbildung 39: Vergleich der Flächenerträge wichtiger Baumobstkulturen von 2020 bis 2024 in Sachsen (Quelle: Statistisches Bundesamt, Statistisches Landesamt Sachsen)

Auch die anderen Obstarten waren von dem Frostereignis betroffen (Abbildung 39). Die erwartete Erntemenge liegt bei den Kirschen deutlich unter dem üblichen Niveau. Bei den Pflaumen gab es in einigen Regionen einen nahezu vollständigen Ausfall. Auch bei den Erdbeeren wird eine verringerte Erntemenge erwartet.

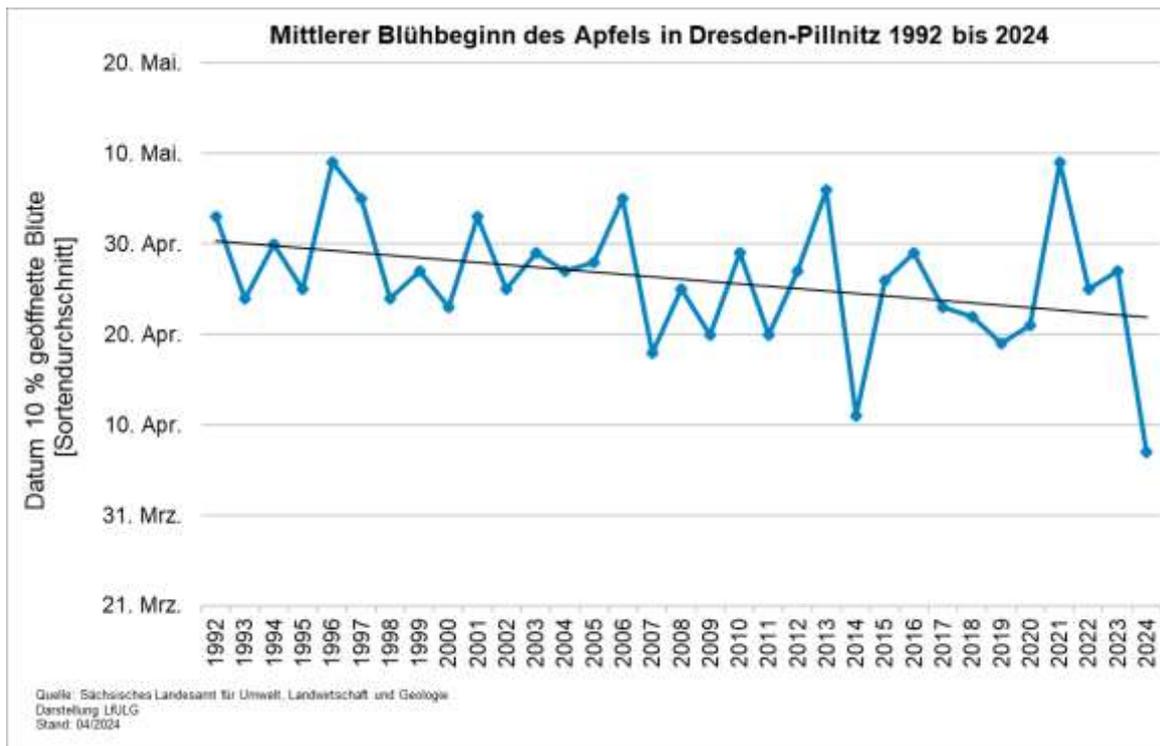


Abbildung 40: Mittlerer Blühbeginn des Apfels auf der Versuchsstation in Dresden-Pillnitz von 1992 bis 2024.

Im Gemüsebau konnte aufgrund der geringen Niederschläge mit der Erbsenaussaat bereits im März begonnen werden. Da die Temperaturen im März recht warm waren, liefen die frühen Erbsensorten zeitig auf. In der ersten Aprilhälfte waren die Temperaturen weiterhin zu warm, bis es ab der Mitte des Monats kalt wurde. In der Nacht vom 22. Auf den 23. April trat ein massiver Spätfrost auf, der sortenabhängig leichte Schäden verursachte, die sich jedoch größtenteils verwachsen haben.

Im Mai waren die Temperaturen für eine gute Ertragsbildung (»kühl und nass«) zu warm und zu trocken. Erst in der letzten Monatsdekade häuften sich intensive Niederschläge.

In der Ernteperiode war es dann sommerlich warm, teilweise sogar heiß. Es wird eine eher unterdurchschnittliche Erbsenernte erwartet.

Die Zwiebeln waren aufgrund der hohen Temperaturen Ende Mai weit entwickelt. Durch die intensive Sonneneinstrahlung kam es teilweise bei den roten Zwiebeln zu Sonnenbrand. Dennoch sind gute Erträge je nach Sorte zu erwarten.

## 7. Auswirkungen der Witterung auf den Naturschutz

Martin Stock (Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie)

Durch den Klimawandel steigen die Temperaturen und es verändern sich die Menge und die regionale Verteilung der Niederschläge. Das hat Konsequenzen für Tier- und Pflanzenarten sowie mittelbar möglicherweise sogar für die Funktionsfähigkeit ganzer Ökosysteme. Solche biologischen Effekte lassen sich besonders gut an drei Kenngrößen ablesen: Phänologie, Verbreitung und Häufigkeit von Arten. Diese verändern sich bereits seit einiger Zeit sicht- und messbar (Parmesan 2006, Primack & Miller-Rushing 2012). Wichtig ist dabei allerdings, dass derlei Veränderungen zumeist nicht Resultat der Witterungsbedingungen eines einzelnen Jahres sind und auch nicht sprunghaft auftreten. Vielmehr führt die kontinuierliche Veränderung des Klimas über längere Zeiträume zu fortgesetzten Anpassungsprozessen in der Natur.

Das Jahr 2024 war auch in Sachsen überdurchschnittlich warm. Nach einem bereits milden Winter setzten sich die hohen Temperaturen auch im weiteren Jahresverlauf fort. Hier ist ein Trend erkennbar, der an die Verhältnisse der zurückliegenden Jahre anknüpft. Es ist daher auch von einer Fortsetzung der ökologischen Veränderungen auszugehen. Um diese Veränderungen hinsichtlich Phänologie, Verbreitung und Häufigkeit zu verdeutlichen, seien nachfolgend einige Beispiele aufgeführt, für die dank guter Datenlage relativ sichere Aussagen möglich sind.

### Veränderte Phänologie

Unter Phänologie versteht man wiederkehrende Ereignisse in der Natur, wie die Abläufe von Wachstum, Entwicklung und Reproduktion von Organismen in Bezug auf die Jahreszeiten (Begon et al. 1992). Besonders auffällig sind phänologische Veränderungen von Pflanzen, z. B. früherer Blühbeginn, zeitigerer Blattaustrieb und zeitiger einsetzende Fruchtreife sowie Verlängerung der Vegetationsperiode. Bei manchen Vogelarten wurde eine zeitigere Rückkehr aus den Winterquartieren, ein früherer Brutbeginn und die Verlängerung der Brutperiode festgestellt (Ernst 2013, Steffens et al. 2013). Erkenntnisse zur Vorverschiebung der Erstankunft liegen z. B. für die Mönchsgrasmücke oder die Mehlschwalbe aus dem sächsischen Vogtland vor (Ernst 2013). Das Spektrum der Verhaltensanpassungen reicht sogar bis hin zu verkürzten Zugstrecken und teilweisen Verzicht auf den Wegzug.

Solche Entwicklungen beeinflussen die Beziehungen und Abhängigkeiten zwischen den Arten. Obwohl hier im Einzelnen noch Forschungsbedarf besteht, ist es somit möglich, dass ökologische Beziehungen zeitlich »aus dem Takt« geraten (*ecological mismatches*). Dies hätte weitreichende Folgen, die sich z. B. in sinkenden Bruterfolgen bei Vögeln oder geringerer Bestäubungsrate bei Blütenpflanzen auswirken könnten.

### Klimatische Veränderungen beeinflussen die Verbreitung von Tier- und Pflanzenarten

Tier- und Pflanzenarten können sich unterschiedlich gut an veränderte klimatische Bedingungen anpassen. Profiteure sind manche wärmeliebenden Arten. So profitiert beispielsweise der Wiedehopf (*Upupa epops*) von höheren Temperaturen und trockeneren Sommern während der Brutzeit.

Der Bestand dieses einst sehr seltenen Brutvogels, der lange Zeit vorwiegend auf sandigen Böden ehemaliger Truppenübungsplätze und Landschaften der Bergbaufolge vorkam, hat in den letzten etwa 30 Jahren deutlich zugenommen (Abbildung 41). In den Jahren seit 2020 wurde diese Erscheinung besonders augenfällig.

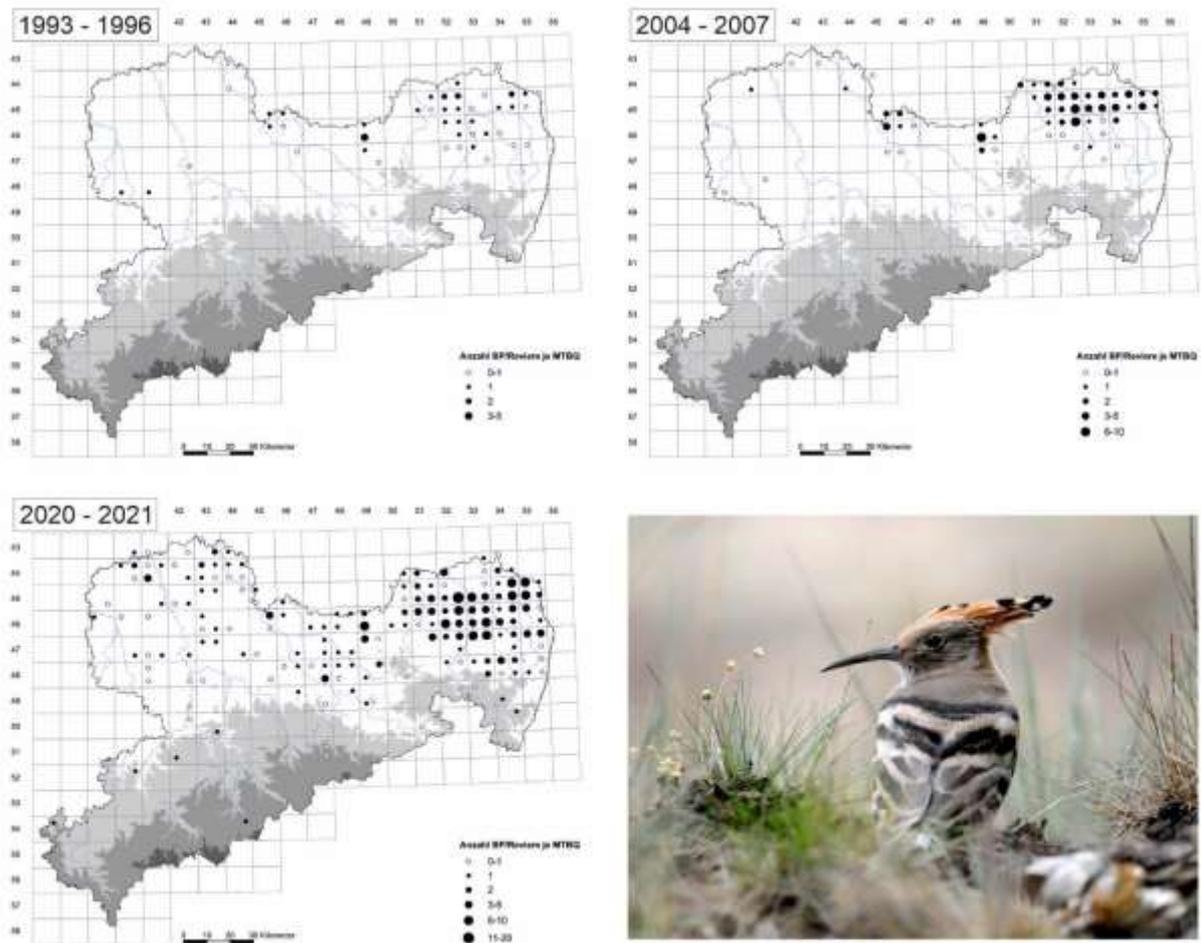


Abbildung 41: Entwicklung von Verbreitung und Häufigkeit des Wiedehopfs (*Upupa epops*) in Sachsen auf der Basis dreier Vergleichszeiträume. Dargestellt sind die kartierten Brutpaare bzw. Reviere je Messtischblattquadrant. Der Gesamtbestand umfasste 1993–1996: 20–40 BP/Reviere, 2004–2007: 70–100 BP/Reviere und 2020–2021: 200–300 BP/Reviere (Quellen: Bellebaum et al. (2023), Förderverein Sächsische Vogelschutzwarte Neschwitz e.V., Steffens et al. (2013), Foto: Archiv Naturschutz LfULG, D. Synatzschke).

Bruterfolg und damit Bestandsentwicklung des Wiedehopfs hängen wesentlich von den Temperaturen während der Brutzeit sowie dem Angebot an offenen Böden mit guter Nahrungsverfügbarkeit ab (Bellebaum et al. 2023). Da auch die Brutzeit (etwa Mai bis Juli) seit den 2000er Jahren deutlich ansteigende mittlere Temperaturen aufweist, liegt es nahe, dass die Klimaveränderungen ein Faktor sind, der zur Zunahme des Wiedehopfs in Sachsen beigetragen hat. Hohe Frühjahrs- und Sommertemperaturen sowie trockene Witterung über mehrere Jahre hinweg ermöglichen eine hohe Reproduktion und damit einhergehend die Bestandszunahme über mehrere Generationen. Nicht zuletzt profitieren offenbar auch Beutetiere wie die Feldgrille (*Gryllus campestris*) von den neuen Bedingungen (ebd.).

Dass höhere Temperaturen bestimmten Arten nützen, bedeutet jedoch nicht, dass der Klimawandel insgesamt unproblematisch für die Natur ist. Die Amphibien sind beispielsweise als gesamte Artengruppe neben anderen Ursachen auch durch Klimaveränderungen ernsthaft

bedroht. Erhebliche Bestandsrückgänge innerhalb der letzten 30 Jahre beim ehemals in Sachsen häufigen Grasfrosch (*Rana temporaria*) veranschaulichen dies (vgl. Jahresrückblick »Wetter trifft Klima« 2023). Wichtig ist, zu verstehen, wie komplex die teils in sehr kurzen Zeiträumen ablaufenden Veränderungen sind.

#### *Literatur*

Begon, M., Harper, J.L. & Townsend, C.R. (1992): *Ökologie. Individuen, Populationen und Lebensgemeinschaften*. Birkhäuser, Basel.

Bellebaum, J., Nachtigall, W., Richter, L. & Zischewski, M. (2023): Aktuelle Erkenntnisse zur Verbreitung des Wiedehopfes *Upupa epops* in Sachsen. *Mitteilungen des Vereins Sächsischer Ornithologen* 12 (5): 467–474.

Ernst, S. (2013): Veränderungen der Ankunftszeiten von 25 häufigen Zugvogelarten im sächsischen Vogtland in den Jahren 1967 bis 2011. *Mitteilungen des Vereins Sächsischer Ornithologen* 11 (1): 1–14.

Parmesan, C. (2006): Ecological and Evolutionary Responses to Recent Climate Change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 37: 637–669.

Primack, R.B. & Miller-Rushing, A.J. (2012): Uncovering, Collecting, and Analyzing Records to Investigate the Ecological Impacts of Climate Change: A Template from Thoreau's Concord. *BioScience* 62: 170–181.

Steffens, R., Nachtigall, W., Rau, S., Trapp, H. & Ulbricht, J. (2013): *Brutvögel in Sachsen*. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden.

## 8. Auswirkungen der Witterung auf die Luftqualität

Martina Straková, Uwe Wolf, Juliane Höhle (Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie)

Die aktuelle Luftqualität, die durch den Ausstoß, die Verbreitung und die chemische Umwandlung von Luftschadstoffen bedingt wird, ist von den jeweils herrschenden Wetterbedingungen abhängig.

Die durch den Klimawandel verursachten Veränderungen der meteorologischen Bedingungen können sich sowohl positiv als auch negativ auf die Luftqualität auswirken. In milden Wintern werden beispielsweise aufgrund der höheren Außentemperaturen weniger Schadstoffe aus Schornsteinen und Fahrzeugen freigesetzt. Zudem sind Inversionswetterlagen, die die Ansammlung von Schadstoffen in der bodennahen Luft begünstigen, unter milderer Bedingungen seltener. Dies führt zu geringeren Konzentrationen von verbrennungsbedingten Schadstoffen, insbesondere Feinstaub und Stickstoffdioxid.

Im Gegensatz dazu können längere Zeiträume mit hohen Temperaturen und intensiver Sonneneinstrahlung im Sommer die Bildung von bodennahem Ozon und die Produktion biogener Ozonvorläufersubstanzen (VOC) fördern. Zudem nimmt die Vegetation weniger Ozon über die Spaltöffnungen auf, da diese unter heißen, trockenen Bedingungen öfter geschlossen sind.

Längere Trockenperioden wirken sich ebenfalls negativ auf die Luftqualität aus: Fehlende Auswaschung durch Regen einerseits, vermehrte Aufwirbelung und Bodenerosion von Straßenstaub oder landwirtschaftlichen Flächen andererseits führen zu erhöhter Feinstaubbelastung (siehe [Ereignisanalyse Trockenheit](#)).

Im letzten Jahr hatte auch Saharastaub einen Einfluss auf die Luftqualität in Sachsen. Wenn dieser Staub aus Nordafrika nach Sachsen gelangt, kann er die Luftverschmutzung weiter verschärfen, indem er die Konzentration von Partikeln in der Luft erhöht.

Das Jahr 2024 war gegenüber der Klimareferenzperiode 1961-1990 um +2,8 Kelvin (K) wärmer. Die Anzahl der Sonnenstunden lag mit +20 % über dem Referenzwert 1961-1990. Niederschläge verteilten sich ungleich und lagen bei +1 % über dem Referenzwert.

### Auswirkungen auf die Ozonkonzentrationen

Bodennahe Ozonkonzentrationen können sowohl negative Auswirkungen auf die Gesundheit als auch auf die Umwelt haben. Besonders in den Sommermonaten, bei Hitzewellen und stabilen Hochdruckwetterlagen, können die Ozonkonzentrationen stark ansteigen. Temperaturen über 30 °C und intensive Sonneneinstrahlung begünstigen die Bildung von bodennahem Ozon. Dabei spielen Vorläufersubstanzen wie Stickoxide und flüchtige organische Verbindungen eine wichtige Rolle bei der Bildung von Ozon. Der Transport von Ozon aus fernen Regionen ist ein weiterer wichtiger Faktor, der die bodennahen Konzentrationen beeinflussen kann. Die Ozon-Hintergrundbelastung, die durch diesen Transport verursacht wird, kann die lokalen Konzentrationen zusätzlich erhöhen. Zukünftig wird der Klimawandel die Bedingungen für die Bildung von bodennahem Ozon weiter beeinflussen. Höhere Temperaturen und veränderte Wetterbedingungen könnten zu einer Zunahme der Ozonbelastung führen.

- Der Schwellenwert zur Information der Öffentlichkeit über kurzfristige akute Ozonbelastungen beträgt  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Stundenmittelwert) und wurde in Sachsen im Jahr 2024 an einem Tag, am 7. August, an der Station Zinnwald von 11 bis 12 Uhr (MEZ) überschritten. Der höchste Stundenmittelwert lag bei  $191 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- Der gesetzliche Ozon-Zielwert zum Schutz der Gesundheit wurde 2024 eingehalten. Gesetzlich vorgeschrieben ist eine Mitteilung über drei Jahre, um meteorologische Schwankungen auszugleichen.
- Der gesetzliche Ozon-Zielwert zum Schutz der Vegetation (5-Jahresmittelwert) wurde 2024 das dritte Jahr in Folge an keiner Station überschritten.
- Die Langfristzielwerte werden in ganz Sachsen weiterhin nicht erreicht.

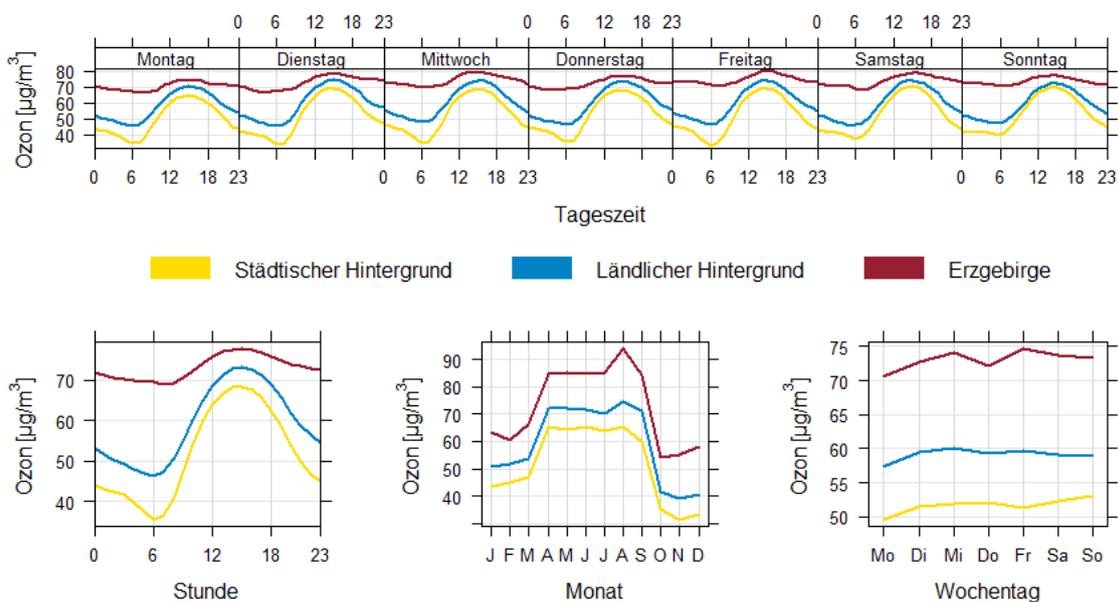


Abbildung 42: Tages- und Wochengang und der Jahresverlauf der Ozonkonzentrationen für verschiedene Stationstypen im sächsischen Luftmessnetz im Jahr 2024. Daten basieren auf vorläufigen Werten.

Ozon zeigt einen ausgeprägten jahreszeitlichen Verlauf (Abbildung 42). In den Sommermonaten sind die Belastungswerte an allen Messstationen höher als im Winterhalbjahr, wobei die höchsten Werte im ländlichen Raum auftreten. Hervorzuheben ist der Erzgebirgskamm, der in der Abbildung 42 gesondert dargestellt ist. Hier wurden die höchsten Ozonkonzentrationen in Sachsen gemessen.

Das Sommerhalbjahr 2024 (Juni bis August) war mit einer Temperaturzunahme von  $+2,6 \text{ K}$  im Vergleich zum Referenzzeitraum und  $+0,4 \text{ K}$  wärmer als im Vorjahr. Der Sommer 2024 lag, wie auch das Vorjahr, bezüglich des Niederschlags im Bereich des klimatologischen Mittels des Referenzzeitraums. Die Anzahl der Sonnenstunden ( $+24 \%$ ) war in diesem Zeitraum im Vergleich zum Vorjahr deutlich höher.

Tabelle 4: Vergleich der meteorologischen Bedingungen der Jahre 2018, 2023 und 2024 in Bezug auf die Referenzwerte 1961-1990 und die Auswirkungen auf Ozonparameter

	2018	2023	2024
<b>Meteorologische Bedingungen im Sommer (Juni – August)</b>			
Temperatur	+3 K	+2,2 K	+2,6 K
Niederschlag	-53 %	+1 %	-7 %
Sonnenstunden	+28 %	+15 %	+24 %
<b>Spezifische Ozonparameter</b>			
Anzahl der Überschreitungsstunden der Informationsschwelle	20	1	1
Anzahl der Stationen mit Überschreitungen des Zielwertes für die menschliche Gesundheit <sup>2</sup>	13 von 16 Stationen	2	0
Anzahl der Stationen mit Überschreitungen des Zielwertes für die Vegetation <sup>3</sup>	9 (alle Stationen)	3	0
Jahresmittelwert: Mittelwert aller Stationen* (Vergleichbarer Mittelwert zum Jahr 2018)	60,3 µg/m <sup>3</sup> * (60,8 µg/m <sup>3</sup> )	58,5 µg/m <sup>3</sup> (59,4 µg/m <sup>3</sup> )	57,1 µg/m <sup>3</sup> (57,9 µg/m <sup>3</sup> )

\* 2018 Borna, Brockau und Leipzig-Mitte noch keine Messung, aber mit Leipzig-Thekla und Plauen-DWD

Im Jahr 2024 kam es zu einem ungewöhnlich frühen Anstieg der Ozonkonzentrationen, die bereits im April sommerliche Werte und im August ihren Höhepunkt erreichten (siehe Abbildung 42). Trotz dieses Trends lagen die Jahresmittelwerte an allen Messstationen unter den Vorjahreswerten. Sowohl der gesetzliche Zielwert zum Schutz der Gesundheit als auch der Zielwert zum Schutz der Vegetation wurden 2024 gegenüber 2023 erneut unterschritten.

Aufgrund des sehr hohen Temperaturniveaus und der hohen Anzahl an Sonnenstunden wäre mit einer höheren Ozonbelastung in 2024 zu rechnen gewesen als registriert. Die eher moderate Ozonbelastung in 2024 ist möglicherweise auf die Reduzierung der Emissionen von Vorläufersubstanzen zurückzuführen. Dennoch lassen die Klimaprojektionen keine Entspannung in Bezug auf die Ozonproblematik erwarten.

<sup>2</sup> Betrachtung der Einzeljahre ohne gesetzliche Mittelung, Grundlage: alle aktiven Ozonmessstationen 2018, 2023 und 2024 in Sachsen.

<sup>3</sup> Betrachtung der Einzeljahre ohne gesetzliche Mittelung, Grundlage alle aktiven Ozonmessstationen 2018, 2023 und 2024 in Sachsen.

## Auswirkungen auf die Feinstaubkonzentrationen (PM<sub>10</sub>)

Rund 80 % der PM<sub>10</sub>-Überschreitungstage sind auf zwei besondere Situationen im Jahr 2024 mit unterschiedlichen Ursachen zurückzuführen. Während in der Abbildung 43 ein Ereignis höherer PM<sub>10</sub>-Stundenmittel aufgrund anthropogener Emissionen registriert wurde, ist in Abbildung 44 ein Saharastaubereignis für die hohen PM<sub>10</sub>-Konzentrationen verantwortlich.

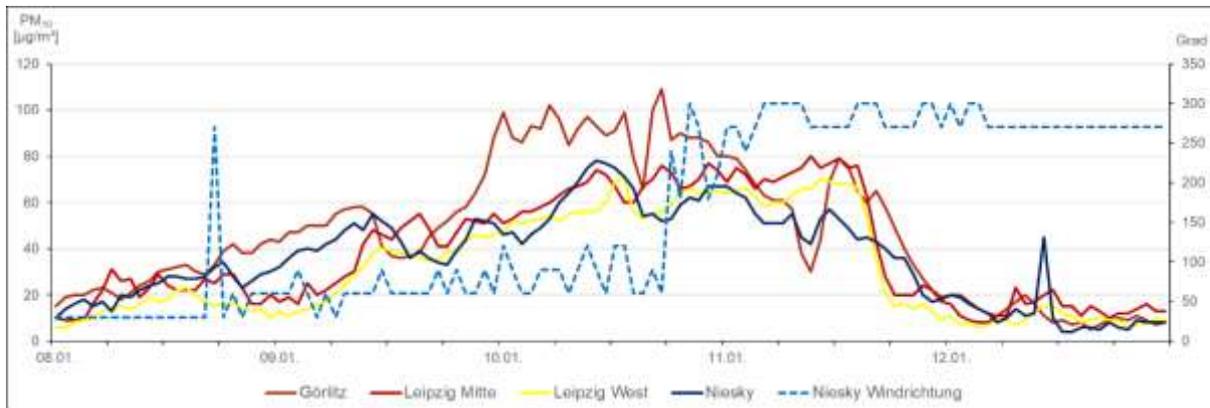


Abbildung 43: Verlauf der PM<sub>10</sub>-Stundenmittelwerte vom 8. – 12. Januar 2024 an Verkehrsstationen (rot), städtischen Hintergrundstationen (gelb) und ländlichen Hintergrundstationen (blau) des sächsischen Luftmessnetzes

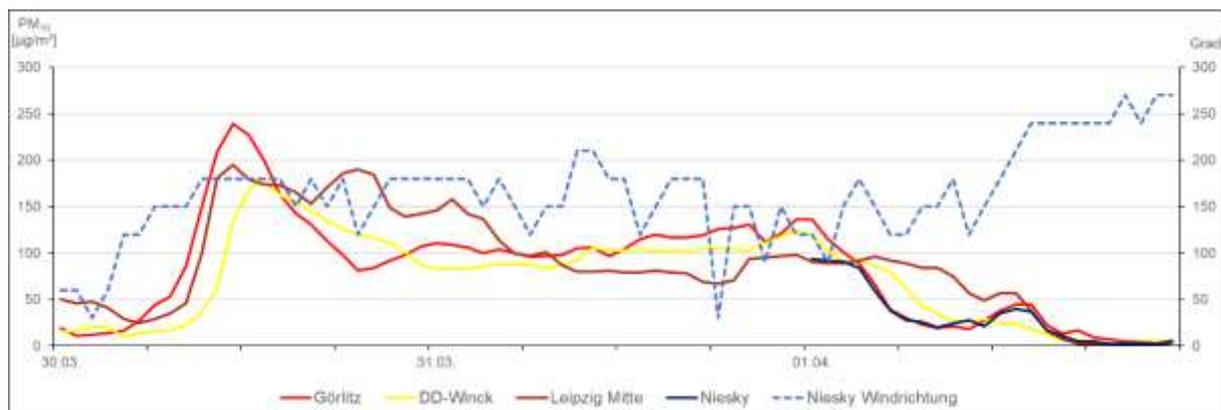


Abbildung 44: Verlauf der PM<sub>10</sub>-Stundenmittelwerte vom 30. März – 01. April 2024 an Verkehrsstationen (rot), städtischen Hintergrundstationen (gelb) und ländlichen Hintergrundstationen (blau) des sächsischen Luftmessnetzes

Das erste PM<sub>10</sub>-Ereignis im Januar wurde verursacht durch eine Hochdruckwetterlage mit einer schwachen östlichen Strömung. Durch die östlichen Winde wurden bis zum Mittag des 10. Januar schadstoffreiche Luftmassen aus Polen nach Sachsen transportiert. Typisch für solche Situationen ist, dass alle Messstationstypen (ländlicher Hintergrund, städtischer Hintergrund und Verkehrsstationen) ein ähnliches Konzentrationsniveau haben. Görlitz, in unmittelbarer Grenzlage, erreichte die höheren Konzentrationen zuerst. Ab Mittag des 10. Januars sank die Windstärke bei sehr kalten Temperaturen (verbreitet bis zu zweistellige Minusgrade) für 24 Stunden noch weiter ab. Während dieser Zeit reicherte sich die ohnehin belastete Luft mit den lokal erzeugten Schadstoffen weiter an. Die Drehung des Windes auf West mit einer gleichzeitigen Auffrischung des Windes transportierte die schadstoffreiche Luft wieder ab (Abbildung 43).

Staubstürme über der Sahara transportieren mitunter große Staubmengen in höhere Luftmassen. Werden diese mit dem Wind nach Norden verlagert, kommt es zu den sogenannten Saharastaubereignissen. Ein bedeutendes Ereignis fand im letzten Jahr zu Ostern statt. Am 30. und 31. März waren an allen Messstationen in Sachsen Grenzwertüberschreitungen zu verzeichnen. In Abbildung 44 ist der Konzentrationsverlauf während der Winde aus Süden gut zu erkennen.

Diese Ereignisse und zwei weitere Hochdruckwetterlagen mit ungünstigen Austauschbedingungen im November und Ende Dezember, die allerdings nicht so hohe PM<sub>10</sub>-Konzentrationen erreichten, führten dazu, dass die Jahresmittelwerte 2024 an allen Messstationen höher waren als 2023. Zusammengefasst nach Messstationstypen ist das in Abbildung 45 gut zu erkennen.

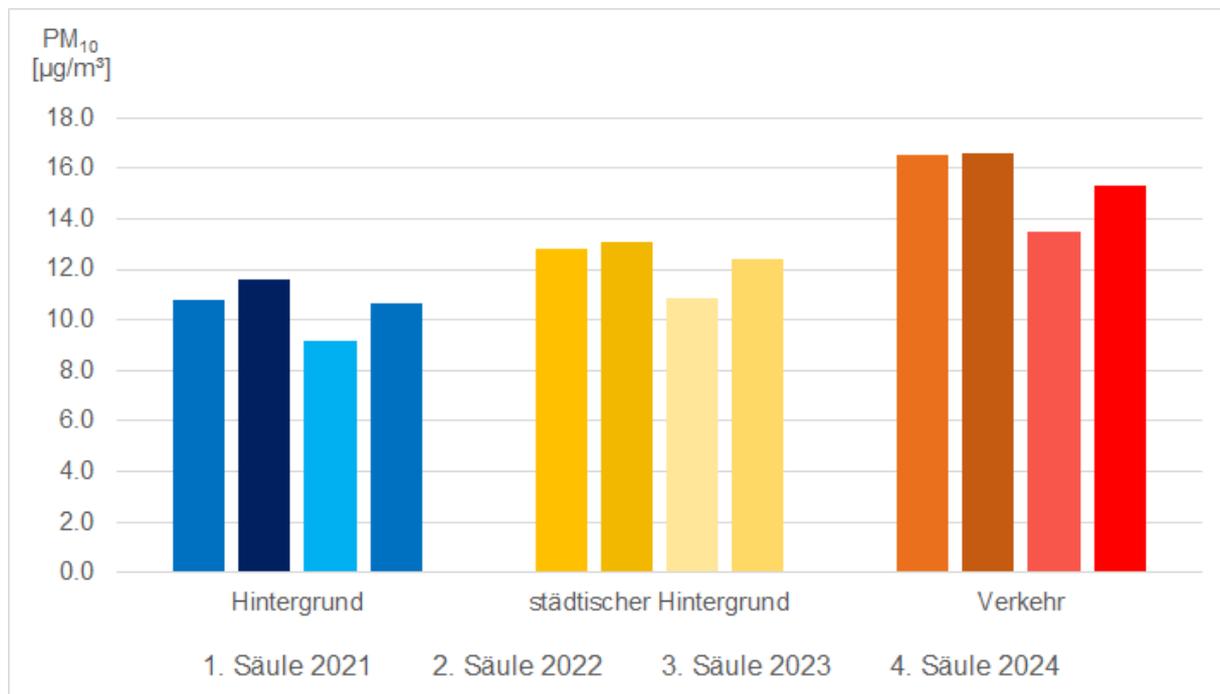


Abbildung 45: Vergleich der PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwerte der letzten vier Jahre als Mittel über die Messstationstypen (ländlicher Hintergrund - blau, städtischer Hintergrund - gelb und Verkehrsstationen - rot)

Die Erhöhung der mittleren Konzentrationen ging einher mit einer Erhöhung der Überschreitungstage (PM<sub>10</sub>-Tagesmittelkonzentrationen > 50 µg/m<sup>3</sup>). Während im Jahr 2023 für das Referenzverfahren HVS (High Volume Sampler) der PM<sub>10</sub>-Messungen insgesamt nur sechs Überschreitungstage an fünf Messstationen registriert wurden, gab es im Jahr 2024 insgesamt 72 Überschreitungstage an allen 19 Messstationen.

## Auswirkungen auf die Stickoxidkonzentrationen (NO<sub>2</sub>)

Die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen gingen seit dem Dieselskandal kontinuierlich zurück. Dieser generelle Abwärtstrend ist 2024 erstmalig unterbrochen worden (Abbildung 46).

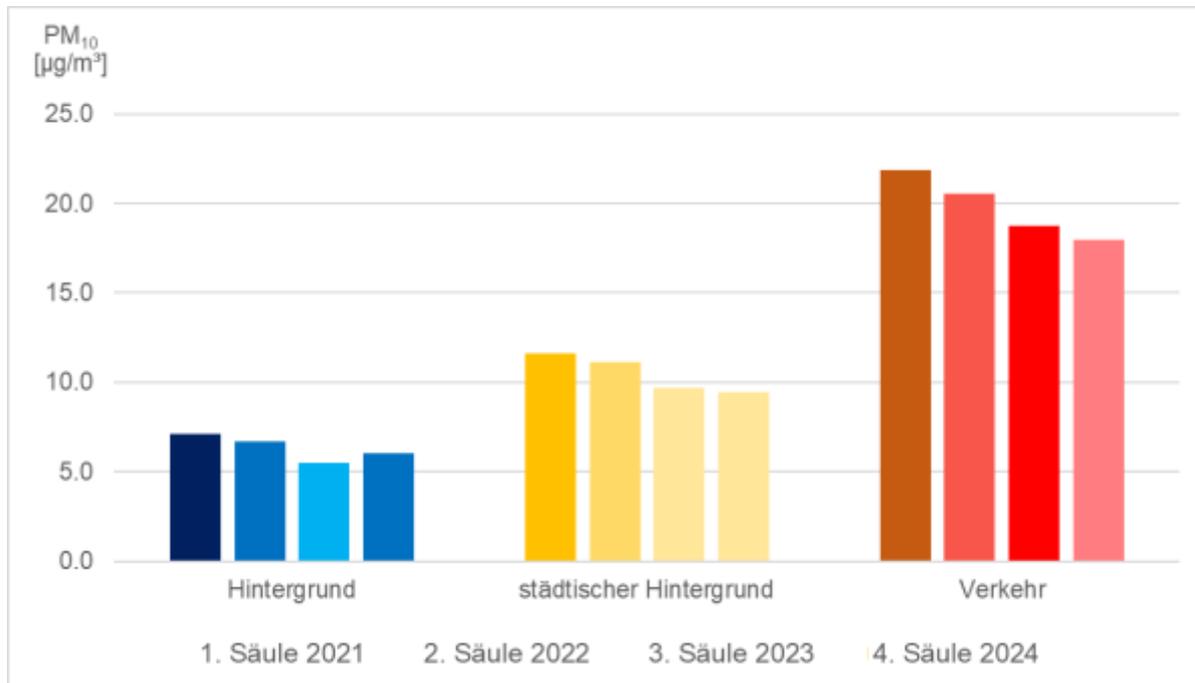


Abbildung 46: Vergleich der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte der letzten vier Jahre als Mittel über die Messstationstypen (ländlicher Hintergrund - blau, städtischer Hintergrund - gelb und Verkehrsstationen - rot)

Nur an den Verkehrsstationen ist der Abwärtstrend leicht abgeschwächt weiter nachzuweisen. Das lässt sich durch die anhaltende Fahrzeugerneuerung und Steigerung des Anteils an Elektrofahrzeugen erklären. Im städtischen Hintergrund stagnieren die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen auf dem Niveau von 2023 und bei den Hintergrundstationen steigen die Konzentrationen wieder leicht an. Vermutlich ist auch hier, wie beim Feinstaub, die Zunahme der austauschenden Wetterlagen gegenüber dem für die Luftqualität meteorologisch außerordentlich günstigen Jahr 2023 eine Ursache.

---

Abteilung 5 – Klima, Luft, Lärm, Strahlen  
Referat 55: Fachzentrum Klima  
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden  
[www.lfulg.sachsen.de](http://www.lfulg.sachsen.de)

Redaktionelle Bearbeitung: Florian Kerl, Katja Rühle (Referat 55: Fachzentrum Klima, LfULG)  
E-Mail: [FachzentrumKlima.lfulg@smekul.sachsen.de](mailto:FachzentrumKlima.lfulg@smekul.sachsen.de)  
Telefon: 0351 2612-5500  
Redaktionsschluss: 22.01.2025