



Klima und Umwelt
Agrarmeteorologie
Kärnerstr. 68, 04288 Leipzig
www.dwd.de

Abteilung 5 – Klima, Luft, Lärm, Strahlen
Fachzentrum Klima
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden
www.lfulg.sachsen.de

Kap. 1 Falk Böttcher

Kap. 2 Dr. Johannes Franke, Ute Schreiber,
Dominic Rumpf

Kap. 3 Dr. Andy Philipp, Dr. Stefanie Weißbach,
Petra Walther, Antje Sohr, Dr. Peter
Börke, Udo Mellentin, Dr. Bernd Spänhoff
(Abt. 4) und
Ulf Winkler (Landestalsperrenverwaltung)
sowie Anke Winkler, Stefan Werisch
(Staatliche Betriebsgesellschaft für
Umwelt und Landwirtschaft)

Kap. 4 Sven Martens, Dr. Dirk-Roger Eisenhauer
(Staatsbetrieb Sachsenforst)

Kap. 5 Martin Sacher, Dr. Wolfgang Karalus,
Maik Panicke, (Abt. 9) Dr. Walter Schmidt,
Dan Paul Zederer (Abt. 7)

Kap. 6 Christian Kröling (Abt. 8)

Kap. 7 Anette Pausch, Uwe Wolf, Dr. Susanne
Bastian

Wetter trifft auf Klima

Jahresrückblick 2022

Fachbeitrag

Inhalt

1.	Klimatologische Einordnung global, in Europa und Deutschland, sowie zur phänologischen Entwicklung in Deutschland und Sachsen	2
2.	Klimatologische Einordnungen in Sachsen.....	9
3.	Auswirkungen der Witterung auf die Ressource Wasser	15
4.	Auswirkungen der Witterung auf die Wälder und Forstwirtschaft.....	38
5.	Auswirkungen der Witterung auf die Landwirtschaft.....	41
6.	Auswirkungen der Witterung auf den Wein- und Gartenbau.....	47
7.	Auswirkungen der Witterung auf die Luftqualität	52

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

Die Weltorganisation für Meteorologie (WMO) fasst die meteorologischen Bedingungen des Jahres 2022 im vorläufigen Report wie folgt zusammen:

»Die letzten acht Jahre sind auf dem besten Weg, die acht wärmsten seit Beginn der Aufzeichnungen zu werden, angetrieben von ständig steigenden Treibhausgas-konzentrationen und angesammelter Wärme. Extreme Hitzewellen, Dürren und verheerende Überschwemmungen haben in diesem Jahr Millionen betroffen und Milliarden gekostet, so der Bericht der WMO Provisional State of the Global Climate in 2022.

Die Anzeichen und Auswirkungen des Klimawandels werden immer dramatischer. Die Rate des Meeresspiegelanstiegs hat sich seit 1993 verdoppelt. Sie ist seit Januar 2020 um fast 10 mm auf ein neues Rekordhoch in diesem Jahr gestiegen. Allein die letzten zweieinhalb Jahre machen 10 % des gesamten Anstiegs des Meeresspiegels seit Beginn der Satellitenmessungen vor fast 30 Jahren aus.

Das Jahr 2022 forderte einen außergewöhnlich hohen Tribut von den Gletschern in den europäischen Alpen, mit ersten Anzeichen für eine rekordverdächtige Schmelze. Der grönländische Eisschild verlor zum 26. Mal in Folge an Masse und im September regnete es dort zum ersten Mal (anstatt zu schneien).

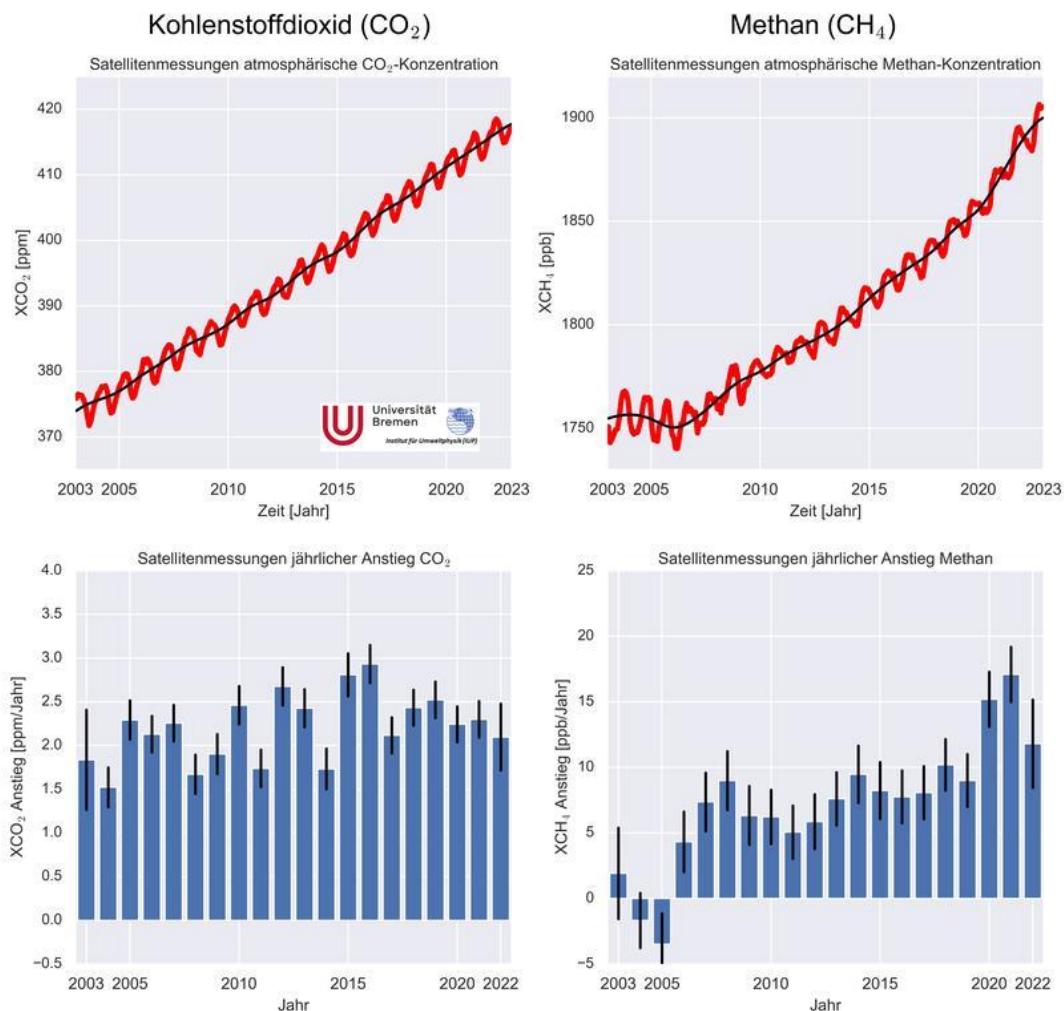
Die globale Durchschnittstemperatur im Jahr 2022 wird derzeit auf etwa 1,15 [1,02 bis 1,28] °C über dem vorindustriellen Durchschnitt von 1850-1900 geschätzt. Eine seltene Triple-Dip-Abkühlung La Niña bedeutet, dass 2022 wahrscheinlich "nur" fünft- oder sechstwärmste sein wird. Dies kehrt den langfristigen Trend jedoch nicht um; Es ist nur eine Frage der Zeit, bis es ein weiteres wärmstes Jahr seit Beginn der Aufzeichnungen gibt.

Tatsächlich geht die Erwärmung weiter. Der 10-Jahresdurchschnitt für den Zeitraum 2013-2022 wird auf 1,14 [1,02 bis 1,27] °C über der vorindustriellen Basislinie von 1850-1900 geschätzt. Dies steht im Vergleich zu 1,09 °C von 2011 bis 2020, wie vom sechsten Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC) angegeben.

Die Erwärmungsrate der Ozeane war in den letzten 20 Jahren besonders hoch. «

Eine endgültige Version des Klimastatus 2022 wird seitens der WMO im April 2023 veröffentlicht.

Die kombinierten Auswirkungen der natürlichen Klimavariabilität und des Klimawandels zeigten sich im Laufe des Jahres 2022 – einem La Niña-Jahr – vor allem von katastrophalen Überschwemmungen in Pakistan, tödlichen Hitzewellen in China, Europa, Nord- und Südamerika bis hin zu unerbittlicher Dürre und Elend für Millionen am Horn von Afrika geprägt. In Australien kam es besonders in den im Vorjahr von verheerenden Buschbränden betroffenen Bundesstaaten zu katastrophalen Überschwemmungen. Ähnliche Bedingungen wurden auch im April in Teilen Südafrikas zu beklagen. Ungewöhnlich starke Schneefälle waren im Juli im gebirgigen Grenzgebiet zwischen Chile und Argentinien aufgetreten. Schnee – vermeintlich ohne Ende – ausgelöst durch schwere Winterstürme wurde im Dezember in weiten Teilen Nordamerikas registriert.



Michael Buchwitz@iup.physik.uni-bremen.de, 02-Jan-2023

Daten: Satellitenmessungen vertikaler Mischungsverhältnisse (CO₂-GDR, Linc): Kombinierte Datenprodukte: C3S: XCO₂ & XCH₄ OBS4MIPS v4.4; GMS NRT: CO₂_GOS_BESD und CH₄_GOS_SRP; 2022102_v1_M820220102

Abbildung 1: Veränderungen der Konzentration der Treibhausgase in der Atmosphäre (Quelle: Universität Bremen, Institut für Umweltphysik, 2023)

Die Auswertungen der Satellitenmessungen der Konzentration der Treibhausgase in der Atmosphäre (siehe Abbildung 1), die durch das Institut für Umweltphysik der Universität Bremen durchgeführt wurden, zeigt für 2022 einen weiteren Anstieg der Treibhausgase Kohlendioxid und Methan. Dabei nimmt Kohlendioxid in etwa in der gleichen Menge wie in den

Vorjahren zu. Der Methanzuwachs ist auch hoch, erreicht aber nicht die Höchstwerte der beiden Vorjahre.

Der weltweite Überblick zeigt, dass 2022 eine global gemittelte Abweichung der Jahresmitteltemperatur von 0,91 K aufwies (siehe Abbildung 2), und das, obwohl die -an sich- abkühlende Wirkung von La Niña-Ereignissen festgestellt werden konnte.

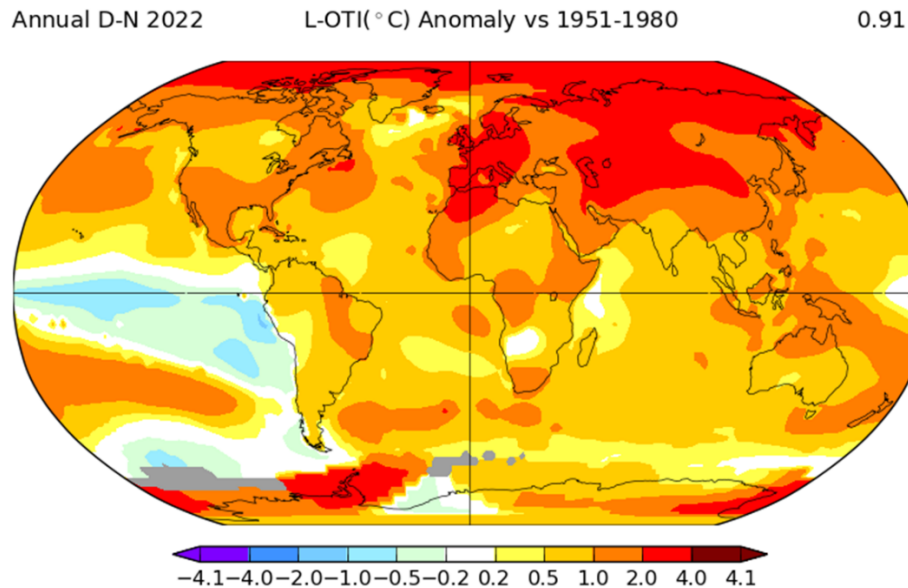


Abbildung 2: Abweichung der Jahresmitteltemperatur zwischen Dezember 2021 und November 2022 (Quelle: <https://data.giss.nasa.gov/gistemp/maps/>)

Europa registrierte nach Angaben des Copernicus-Klimadienstes sein zweitwärmstes Jahr seit Beginn der Aufzeichnungen, übertroffen von 2020 und nur geringfügig wärmer als 2019, 2015 und 2014. Speziell in Mitteleuropa wich die Lufttemperatur um 2 bis 4 K ab und flächenhaft war auf dem Kontinent der bisher heißeste aufgezeichnete Sommer zu erleben (siehe Abbildung 3). Der Herbst war der drittwärmste seit Beginn der Aufzeichnungen. Anhaltende und intensive Hitzewellen trafen West- und Nordeuropa, die in Verbindung mit niedrigen Niederschlagsmengen (siehe Abbildung 4) zu weit verbreiteten Dürrebedingungen führten.

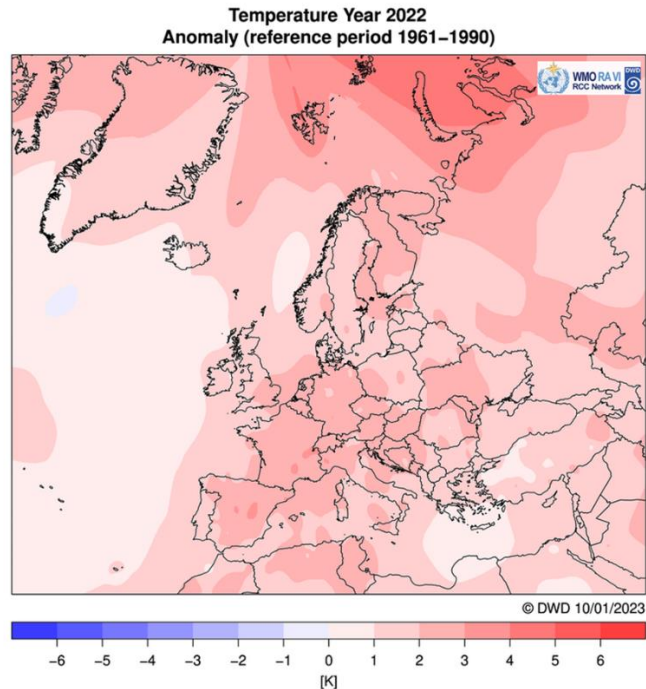


Abbildung 3: Temperaturabweichung im Jahr 2022 in Europa bezogen auf die Klimanormalperiode 1961-1990

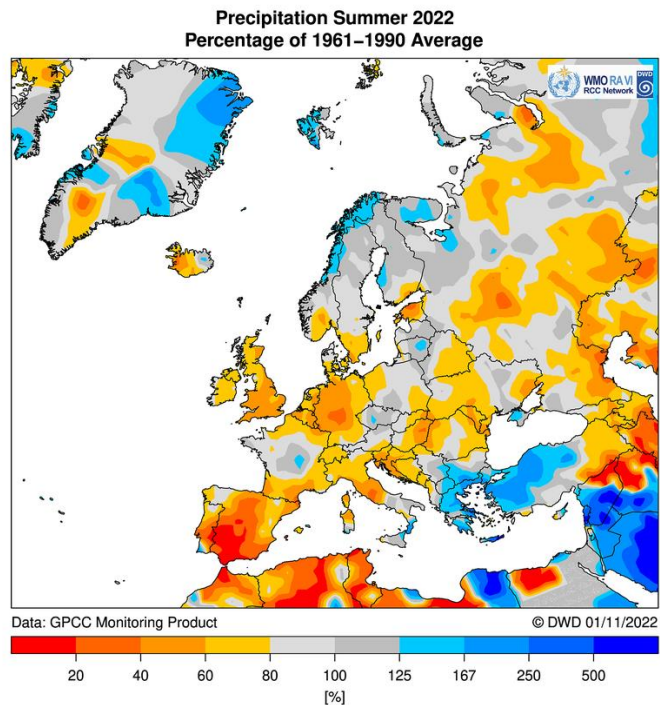


Abbildung 4: Prozentuale Niederschlagsabweichung im Sommer 2022 in Europa

Hinsichtlich der Jahressumme des Niederschlages liegen die Werte in Europa vielerorts unterhalb der Normalwerte oder reichen nur knapp an sie heran. Flächenhaft sind nur 60 bis 95 % der mittleren Jahressummen aufgezeichnet worden. Kleine Regionen mit positiven

Abweichungen der Jahresniederschlagsmenge gab es lediglich im Osten des Kontinents und im äußersten Norden Skandinaviens.

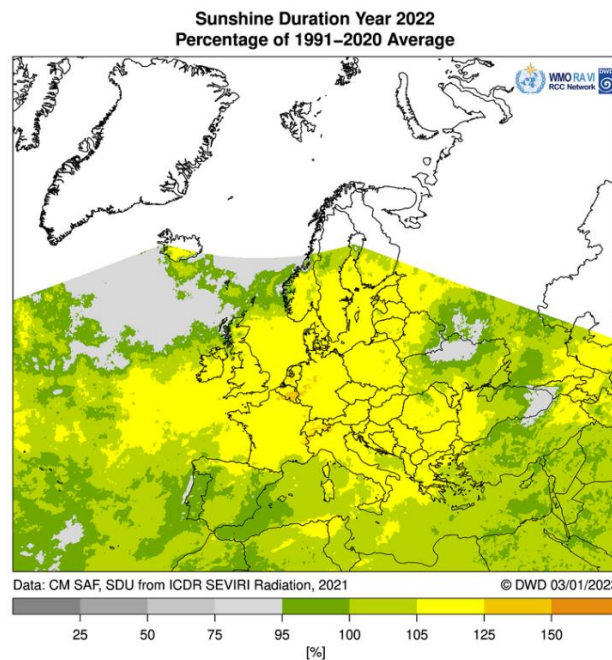


Abbildung 5: Abweichung der Sonnenscheindauer im Jahr 2022 in Europa bezogen auf die Periode 1991-2020 (eine frühere Vergleichsperiode kann aufgrund der verfügbaren Daten nicht verwendet werden)

Die Sonnenscheindauer variierte 2022 in Europa zwischen 75 und 125 % des Normalwertes, wobei – flächenhaft betrachtet – in den meisten Regionen Werte oberhalb der Klimamittel registriert wurden.

In Deutschland war die Lufttemperatur 2022 im Jahresmittel die wärmste seit 1881 (siehe Abbildung 6). Alle 12 Monate und damit auch alle vier Jahreszeiten zeigten positive Temperaturabweichungen. Die Tendenz zu einer Abnahme von Eis- und Frosttagen sowie zur Zunahme von Sommer- und Heißen Tagen setzte sich fort. Besonders im Dezember zeigte sich, wie schnell drastische Änderungen ablaufen können. So war die vierte Adventswoche 2022 gekennzeichnet durch eine negative Abweichung der Temperatur, die 5 bis vereinzelt 10 K ausmachte und in etlichen Regionen von Dauerfrost gekennzeichnet war. Innerhalb weniger Tage änderte sich das Wetter so, dass mancherorts der Silvestertag Höchstwerte zeigte, die noch nie dagewesen waren.

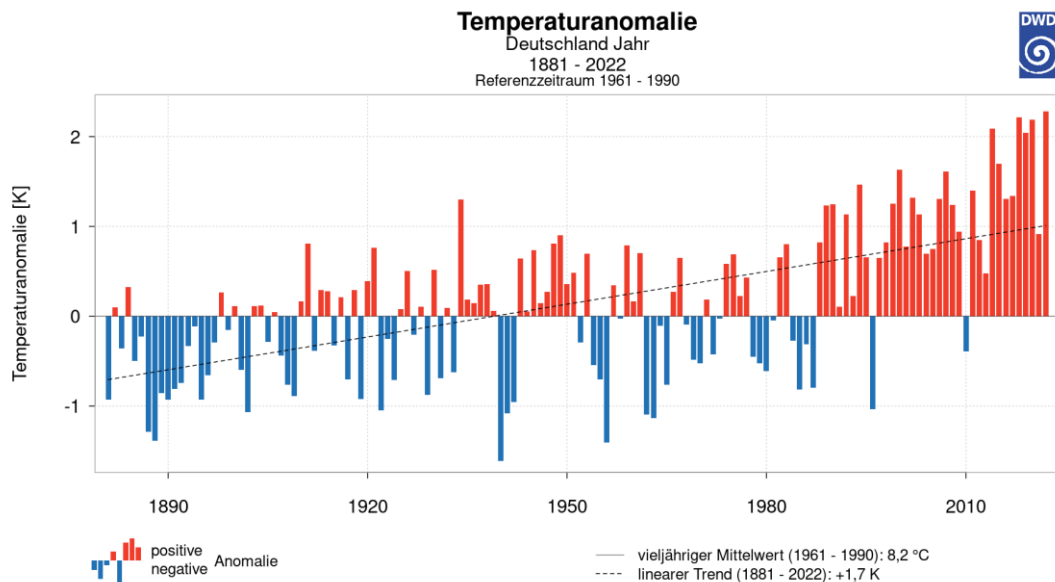


Abbildung 6: Anomalie der Jahresmitteltemperatur über Deutschland 1881 bis 2022 bezogen auf die Klimanormalperiode 1961-1990

Die Sonnenscheindauer summierte sich 2022 im flächenhaften Deutschlandmittel auf 2024,1 h und erreichte damit den höchsten in den betrachtbaren 72 Jahren seit 1951. Bezogen auf die Klimanormalperiode von 1961 bis 1990 beträgt die Abweichung 31,1 Prozentpunkte.

Auffällig war erneut die Trockenheit. Mit flächenhaft gemittelten 669,1 mm¹ Niederschlag (84,8 % des Mittelwertes 1961-1990) zählt 2022 zu den 25 niederschlagsärmsten Jahren im Zeitraum ab 1881. In Kombination mit der Lufttemperatur und der angesprochenen Sonnenscheindauer, die in hohem Maße die Verdunstung bestimmen, führte dies zu einer Bodenfeuchtesituation für die Land- und Forstwirtschaft, die in vielen Regionen noch nie so trocken war, woran aber auch die vorlaufenden Jahre mit ihren teils beträchtlichen Niederschlagsdefiziten und hohen Verdunstungsansprüchen noch immer einen Anteil haben.

Die phänologische Entwicklung

Das phänologische Jahr startete 2022 in Deutschland am 25.01. mit dem Vorfrühling mehr als zwei Wochen früher als zum mittleren Termin. Diese Verfrühung war auch über Februar und März kennzeichnend und erst im April mit den ersten stäubenden Birken erreichte die phänologische Entwicklung die mittleren Verhältnisse. Auch die weiteren Termine des Erreichens der Entwicklungsphasen bis zum Herbst spielten sich im klimatologischen Normalbereich ab. Durch das Niederschlagsgeschehen im September kam es im Herbst nochmals zu einer Verlängerung der Vegetationsentwicklung und vor dem Hintergrund der positiven Temperaturabweichung auch in dieser Zeit des Jahres kam es bei den

¹ 1 Millimeter (mm) Niederschlag entspricht genau 1 Liter Niederschlag pro Quadratmeter (l/m²)

Spätherbstterminen und auch beim Eintritt des phänologischen Winters zu sehr späten Zeitpunkten, die jenseits des 80. Perzentils liegen.

In Sachsen war die Entwicklung ähnlich wie deutschlandweit. Einen Unterschied, der auf die besonders geringe Bodenfeuchte zurückgeführt werden kann, ist bei den spätsommerlichen Entwicklungsphasen erkennbar. Diese Termine sind im Mittel über Sachsen besonders früh festgestellt worden. Auch in Sachsen war der September niederschlagsreich, so dass die Vegetationsentwicklung davon profitieren konnte und sich so bis in den klimatologisch späten Zeitraum verlängerte.²

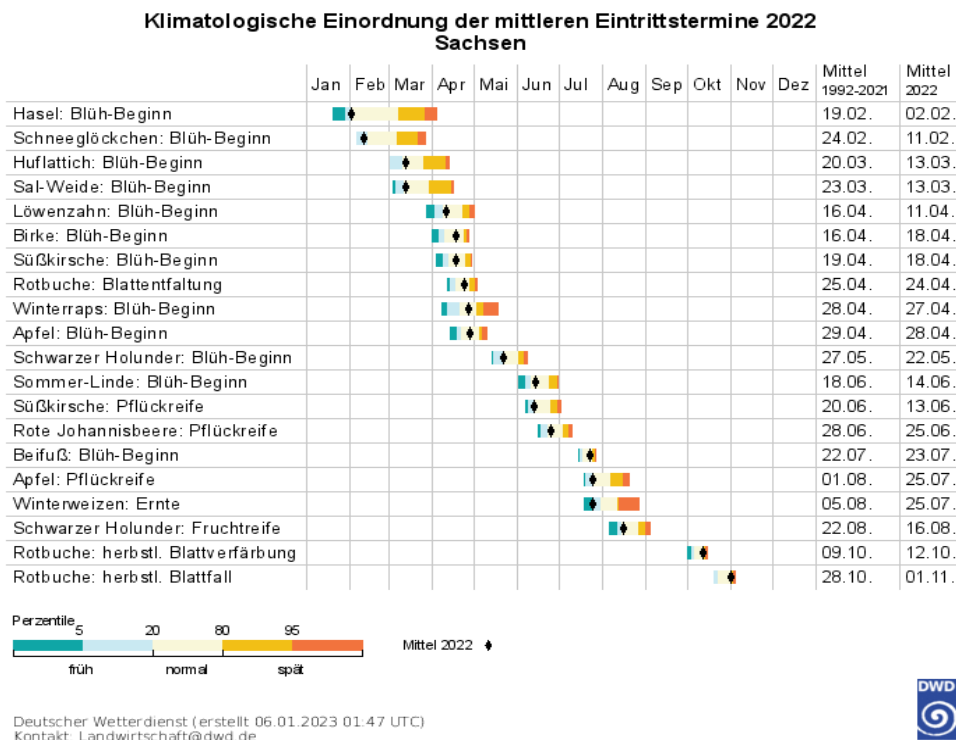


Abbildung 7: Klimatologische Einordnung der phänologischen Entwicklung in Sachsen im Jahr 2022

² Für diesen Abschnitt wurden neben eigenen Auswertungen folgende Quellen benutzt:
<https://public.wmo.int/en/media/press-release/state-of-climate-2021-extreme-events-and-major-impacts>;
https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaueberwachung/klimaueberwachung_node.html;
<https://www.munichre.com/en/company/media-relations/media-information-and-corporate-news/media-information/2023/natural-disaster-figures-2022.html>;
<https://climate.copernicus.eu/copernicus-2022-was-year-climate-extremes-record-high-temperatures-and-rising-concentrations>; https://www.iup.uni-bremen.de/carbon_ghg/cg_med.html

2. Klimatologische Einordnungen in Sachsen

Hinweis: Dieses Kapitel baut auf Kapitel 2 im [Vorjahresbericht](#) auf und schreibt dieses mit den Beobachtungen aus dem Jahr 2022 fort.

Klimatologische Einordnung des Jahres 2022

Abbildung 8 zeigt eine zusammenfassende Übersicht zur klimatologischen Einordnung der Wetter-/Witterungsabfolge für 2022 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.

Zeitbezug	Winter 2021/22			Frühjahr			Sommer			Herbst			
Lufttemperatur	+3,1K			+1,0K			+2,7K			+1,5K			
Niederschlag	+12%			-48%			-33%			+1%			
Sonnenstunden	-9%			+46%			+29%			+24%			
Zeitbezug	Dez'21	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Lufttemperatur	+1,7K	+3,5K	+4,3K	+1,0K	-0,3K	+2,3K	+3,3K	+1,8K	+3,1K	-0,5K	+3,4K	+1,6K	+1,1K
Niederschlag	-29%	+27%	+37%	-63%	-32%	-50%	-51%	-44%	-4%	+80%	-44%	-33%	-26%
Sonnenstunden	-11%	-32%	+16%	+107%	+15%	+36%	+42%	+25%	+20%	-1%	+28%	+84%	-18%
Zeitbezug	Jahr												
Lufttemperatur	+2,1K												
Niederschlag	-19%												
Sonnenstunden	+29%												

Lufttemperatur:		5		10		20		80		90		95	
Perzentil (%)													
Eigenschaft		extrem zu kalt		viel zu kalt		zu kalt		zu warm		viel zu warm		extrem zu warm	

Niederschlag:		5		10		20		80		90		95	
Perzentil (%)													
Eigenschaft		extrem zu niederschlagsarm		viel zu niederschlagsarm		zu niederschlagsarm		zu niederschlagsreich		viel zu niederschlagsreich		extrem zu niederschlagsreich	

Sonnenstunden:		5		10		20		80		90		95	
Perzentil (%)													
Eigenschaft		extrem zu sonnenarm		viel zu sonnenarm		zu sonnenarm		zu sonnenreich		viel zu sonnenreich		extrem zu sonnenreich	

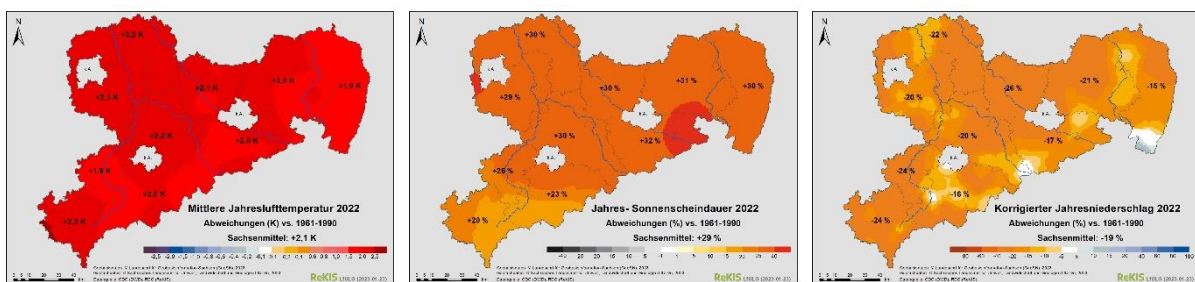
Abbildung 8: Zusammenfassende klimatologische Einordnung des Jahres 2022 vs. 1961-1990 in Sachsen (oben, Datenzeitraum: 1881 bis 2022, Hinweis: scheinbare Inkonsistenzen in den Zahlenangaben beruhen auf Rundungsungenauigkeiten, maßgebend sind die Größenordnungen) sowie verwendete Perzentile und deren Einstufung (unten)

Das Jahr 2022 war nach 2018, 2019 und 2020 mit +2,1 Kelvin im Vergleich zur Klima-Referenzperiode 1961 - 1990 das viertwärmste seit den Wetteraufzeichnungen ab 1881 und wurde als «extrem zu warm» eingestuft. Somit liegen die vier wärmsten Jahre in Sachsen (seit 1881) in den letzten 5 Jahren. Mit einem 19-prozentigen Defizit im Jahresniederschlag war 2022 «viel zu niederschlagsarm» und mit einem 29-prozentigen Überschuss an Sonnenstunden «extrem zu sonnenreich».

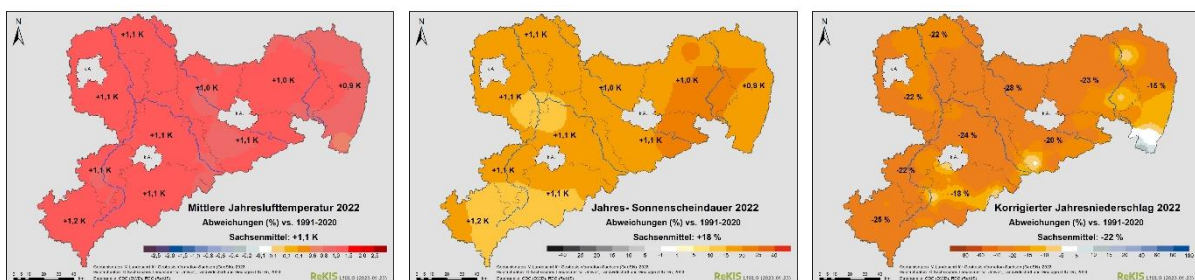
Besonders hervorzuheben sind das Frühjahr und der Sommer. Die Monate März bis August waren durchweg von erheblichen Niederschlagsdefiziten geprägt. Einzig der September brachte einen Niederschlagsüberschuss, gefolgt von Defiziten bis zum Ende des Jahres. Darüber hinaus gab es einen erheblichen Überschuss im Saldo der Sonnenstunden bei einem sehr hohen Temperaturniveau.

In Abbildung 9 sind die Abweichungen der Jahresmitteltemperatur (in Kelvin, K), der Sonnenscheindauer (in Stunden, h) und des Jahresniederschlages (in %) für 2022 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

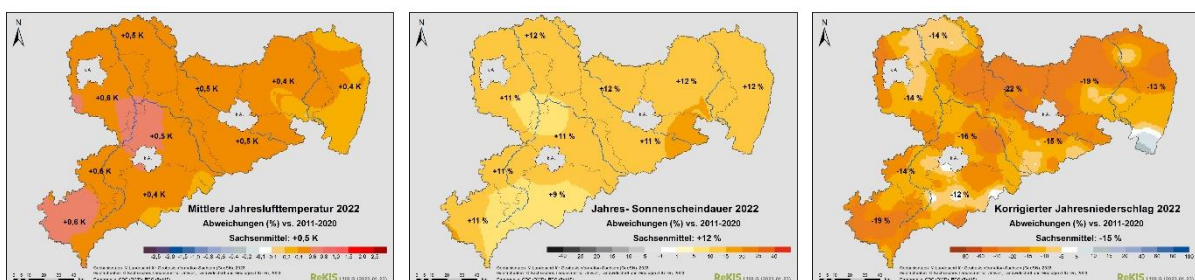


Abbildung 9: Abweichungen der Jahresmitteltemperatur (K), der Jahressonnenstunden (%) und des Jahresniederschlages (%) für 2022 vs. 1961-1990, 1991-2020 und 2011-2020 in Sachsen und den sächsischen Landkreisen (ohne kreisfreie Städte)

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/m² bzw. mm) für das Jahr 2022 und deren Abweichungen (in %) gegenüber der Referenzperiode 1961-1990, dem Bezugszeitraum 1991-2020 und der Dekade 2011-2020.

Die Klimatische Wasserbilanz in Sachsen weist im Jahr 2022 ein Defizit von 20 Litern pro Quadratmeter aus. Zum Vergleich: In der Klima-Referenzperiode 1961 - 1990 betrug die Klimatische Wasserbilanz im Mittel +250 Liter pro Quadratmeter. Das Defizit im Jahr 2022 resultiert aus dem 19-prozentigen Niederschlagsdefizit und einer um +21 Prozent erhöhten potentiellen Verdunstung, die durch die sehr hohen Niveaus für die Temperatur und die Sonnenstunden (Globalstrahlung) maßgebend angetrieben ist. Das hohe Defizit in der Klimatischen Wasserbilanz hat sich seit März 2022, mit Ausnahme des regenreichen Septembers, aufgebaut.

Auf die klimatische Wasserbilanz wird weiter in Kapitel 3 „Wasserhaushaltliche Einordnung“ eingegangen.

Tabelle 1: Korrigierter Niederschlag, Gras-Referenzverdunstung und Klimatische Wasserbilanz (l/m²) für 2022 und deren Abweichungen (%) vs. 1961-1990, 1991-2020 und 2011-2020 in Sachsen, Jahr

korrigierter Niederschlag	Gras-Referenzverdunstung	Klimatische Wasserbilanz
<p>Korrigierter Jahresniederschlag 2022 Sachsenmittel: 630 l/m²</p>	<p>Jahres-Gras-Referenzverdunstung 2022 Sachsenmittel: 650 l/m²</p>	<p>Klimatische Wasserbilanz* 2022 Sachsenmittel: -20 l/m²</p>
2022: 630 l/m ²	2022: 650 l/m ²	2022: -20 l/m ²
<i>Abweichung (%) vs. 1961-1990</i>		
-19 %	+21 %	-270 l/m ²
<i>Abweichung (%) vs. 1991-2020</i>		
-22 %	+13 %	-265 l/m ²
<i>Abweichung (%) vs. 2011-2020</i>		
-15 %	+9 %	-205 l/m ²

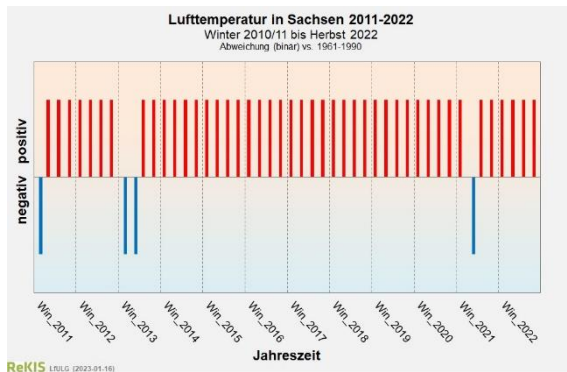
Jahresübergreifende Einordnung seit 2011

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.

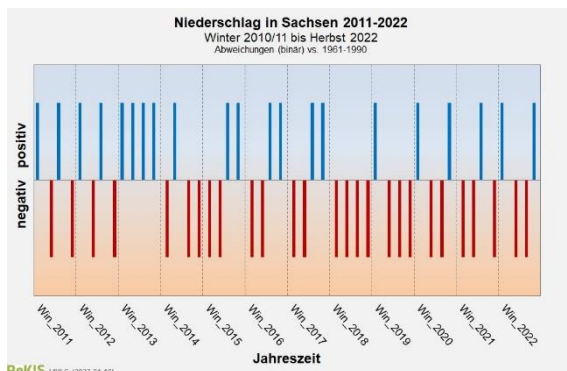
Neben der Temperatur und dem Niederschlag wird hierzu auch ein einfaches Trockenheitsmaß³ verwendet, das mit der klimatischen Wasserbilanz harmoniert und als atmosphärische Rahmenbedingungen für Feuchte- und Trockenphasen interpretiert werden kann.

Abbildung 10 zeigt die Witterungsabfolge anhand von Abweichungen (binär) der Temperatur, dem Niederschlag und dem Trockenheitsmaß für aufeinanderfolgende Jahreszeiten von Winter 2010/11 bis Herbst 2022 in Sachsen gegenüber 1961-1990.

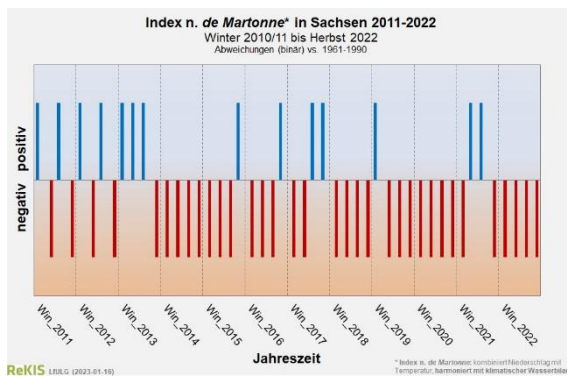
³ *de Martonne*-Index: zielt auf die pflanzenphysiologische Wirkung des Niederschlags ab und liefert ein einfaches Maß für die Trockenheit eines Lebensraumes. Er kombiniert Temperatur TM ($^{\circ}C$) und Niederschlag RR (mm bzw. l/m^2) und berechnet sich mit $dM = RR/(TM+10)$. Die Temperatur fungiert 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.



Temperatur



Niederschlag



Trockenheitsmaß

Abbildung 10: Witterungsabfolge für Temperatur (oben), Niederschlag (Mitte) und Trockenheitsmaß (unten) von Winter 2010/11 bis Herbst 2022 in Sachsen – Abfolge positiver und negativer Abweichungen (binär) vs. 1961-1990

Zusammenfassend kann aus atmosphärischer Sicht festgehalten werden, dass das Vorjahr 2021 nur als „Verschnaufpause“ in der weiter anhaltenden Trockenphase zu bezeichnen ist.

Laut der aktuellen 3-Monatsmittel-Vorhersage des DWD ist für 2023 davon auszugehen, dass der Übergang vom Winter zum Frühjahr (Februar, März, April) und die Vegetationsperiode I (April, Mai, Juni) wärmer (+0,5 Kelvin bis +1,0 Kelvin) bei durchschnittlichem Niederschlag (-10 Prozent bis +10 Prozent) im Vergleich zur aktuellen Bezugsperiode 1991 - 2020 ausfallen.

Für die Zukunft wird maßgebend sein, wieviel Niederschlag im Winter fällt und wie weit sich der Vegetationsbeginn und damit auch die Verdunstung der Pflanzen nach vorn verschieben

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

Die Abfolge niederschlagsärmerer und -reicherer Jahreszeiten zeigt auf den ersten Blick keine vergleichbare Entwicklung wie die Temperatur an. Allerdings ist eine Häufung niederschlagsärmerer Abschnitte seit Winter 2013/14 deutlich erkennbar.

Der Verlauf des Trockenheitsmaßes zeigt, dass seit Herbst 2013 gehäuft atmosphärische Bedingungen auftraten, die einen Aufbau bzw. die Ausprägung von Trockenheit begünstigen bzw. vorantreiben. Sichtbar wurden die Auswirkungen aber erst 2018.

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

Hinweis: Die folgenden Auswertungen beziehen sich teilweise auf das Kalenderjahr, teilweise auf das Hydrologische Jahr (oder „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 2022 war zu warm, zu trocken und überdurchschnittlich sonnig. Mit Ausnahme der Monate April und September waren im Abflussjahr 2022 alle anderen Monate zu warm. Waren die Wintermonate meist zu nass, begann das Frühjahr mit einem sehr trockenen März. Auch die weiteren Monate waren meist zu trocken. Nur im September fiel deutlich mehr Niederschlag als üblich. Zum Ende des Abflussjahres 2022 ergab sich an den ausgewerteten Stationen meist ein Niederschlagsdefizit zwischen 5 und 31 %.

Die Summe des Gebietsniederschlages von November 2021 bis Oktober 2022 beträgt für Sachsen 590 mm. In Bezug auf die Referenzreihe (723,7 mm) beträgt das Defizit 133,7 mm (18,5 %). Damit war das Abflussjahr 2022 zwar nicht so extrem niederschlagsarm wie das Abflussjahr 2018, aber deutlich trockener als die vergangenen Abflussjahre 2019 bis 2021. Das kumulative Niederschlagsdefizit seit 2018 hat sich mit dem Defizit aus dem Abflussjahr 2022 gegenüber der Referenzperiode um 133,7 mm auf 571 mm erhöht.

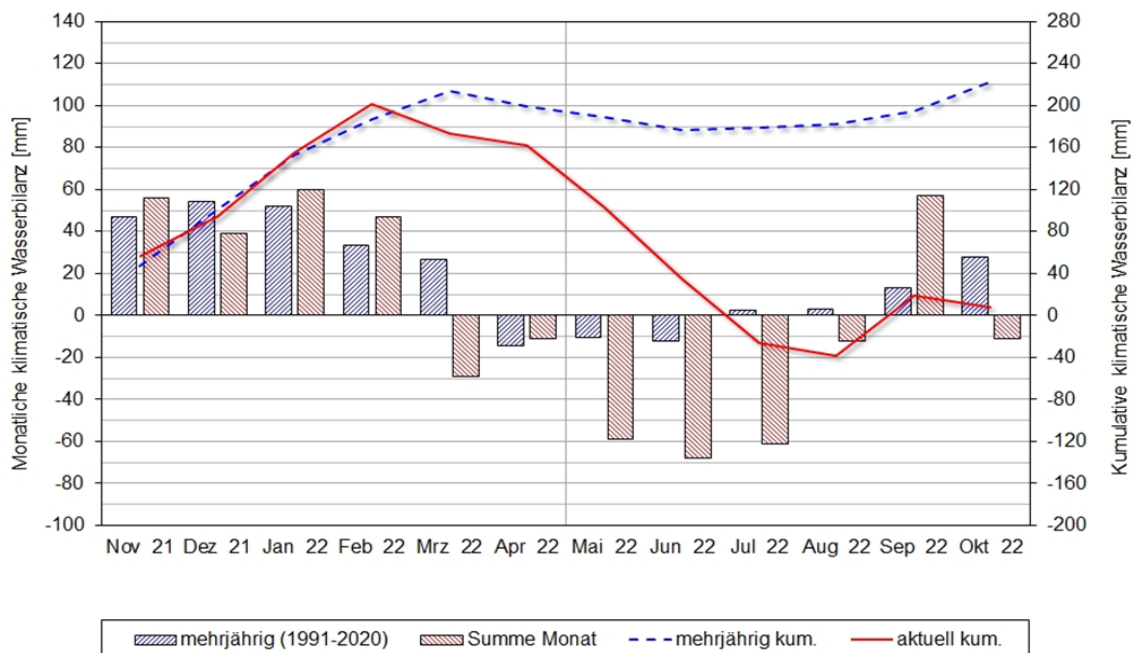


Abbildung 11: Monatliche klimatische Wasserbilanz Sachsens des Abflussjahres 2022 im Vergleich zum mehrjährigen Mittel der Referenzperiode 1991-2020 (blau).

Die Berechnung der klimatischen Wasserbilanz (KWB) für das Abflussjahr 2022 ist in Abbildung 11 und deren Abweichung von der Referenzreihe 1991 – 2022 in den Monaten November 2021 bis Oktober 2022 in Abbildung 12 dargestellt.

Auffallend sind die negativen Abweichungen in den Monaten März, Mai, Juni, Juli und August. Insbesondere im Monat März ergab sich eine untypisch negative KWB von 29 mm. Dies führte dazu, dass die KWB bis zum Ende des Abflussjahres unter den kumulierten Referenzwerten lag.

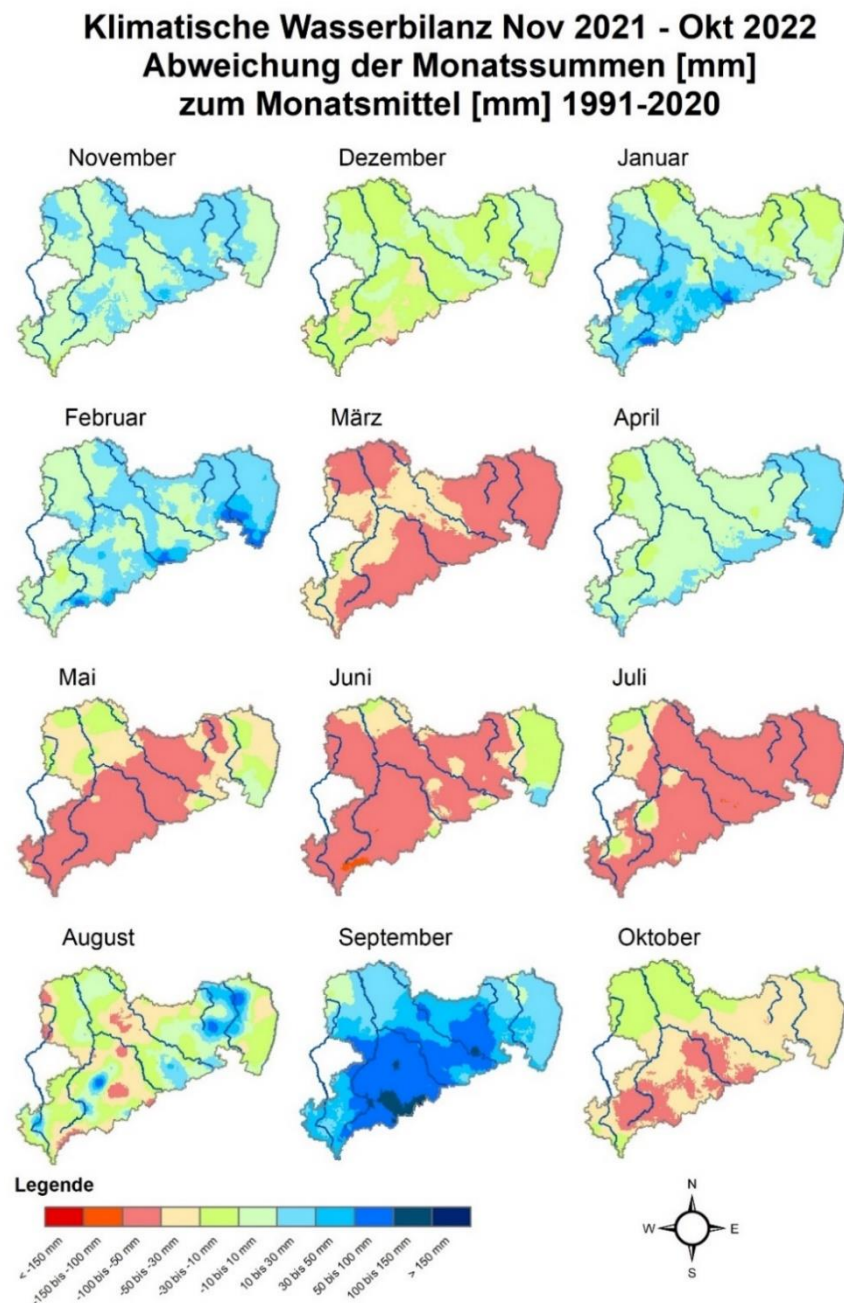


Abbildung 12: Abweichung der Klimatische Wasserbilanz für Sachsen in den Monaten November 2021 bis Oktober 2022 von der Referenzreihe 1991 – 2020.

Abfluss und Grundwasserneubildung sind damit gegenüber den typischen Verhältnissen reduziert, was unter anderem zu Niedrigwasser führt, da bei länger andauerndem Trockenwetter der Abfluss in den Fließgewässern in der Regel aus dem Grundwasser gespeist wird.

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.

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“) des LfULG (siehe Abbildung 13):

- 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)

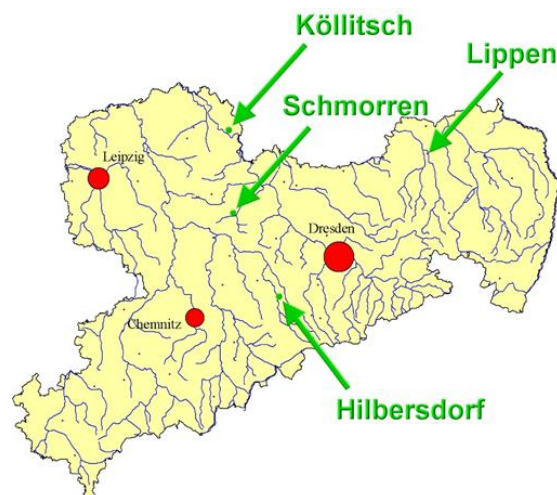


Abbildung 13: Lage der betrachteten Boden-Dauerbeobachtungsflächen in Sachsen.

Der Verlauf der Bodenfeuchten im Jahr 2022 zeigte an den vier Intensivmessflächen sehr unterschiedliche Entwicklungen (siehe Abbildung 14-1 bis 11-4). An den BDF II Hilbersdorf

lagen im Winter 2021/22 feuchte Verhältnisse im kompletten Bodenprofil vor. Im Frühjahr und Sommer kam es infolge geringer Niederschläge zu einer deutlichen Absenkung der Bodenfeuchten bis in tiefere Bodenschichten. Die erhöhten Regenmengen Ende August und im September führten zu einem schnellen Wiederanstieg, der auch den Unterboden erreichte (Abbildung 14-1). Ähnlich verlief die Entwicklung der Bodenfeuchten an der BDF II Lippen. Insgesamt liegen die Bodenfeuchten an dieser Station jedoch aufgrund des sandigen Substrats und damit einer deutlich geringen Wasserspeicherkapazität auf einem geringeren Niveau (Abbildung 14-3).

Der Lössboden der BDF II Schmorren zeigte einen sehr gleichförmigen Verlauf der Bodenfeuchten über das ganze Jahre 2022. Im Winter/Frühjahr 2022 war ein leichter Anstieg messbar. Über den Sommer und Herbst, bis in den Winter hinein sanken die Bodenfeuchten geringfügig aber gleichmäßig ab (Abbildung 14-2). Insgesamt können für diese Station keine Aussagen zu den Bodenfeuchten im Oberboden getroffen werden. Nutzungsbedingt (Spargelanbau) befinden sich die Messsonden in tieferen Bodenschichten, welche generell geringere Jahresschwankungen im Feuchteverlauf aufweisen im Vergleich zu oberflächennahe Bodenschichten.

An der BDF II Köllitsch trat eine deutliche sommerliche Absenkung der Bodenfeuchten auf, die bis Ende dieses Jahres anhielt. Die herbstlichen Niederschläge waren hier nicht ausreichend um einen merklichen Anstieg der Bodenfeuchten zu bewirken (Abbildung 14-4).

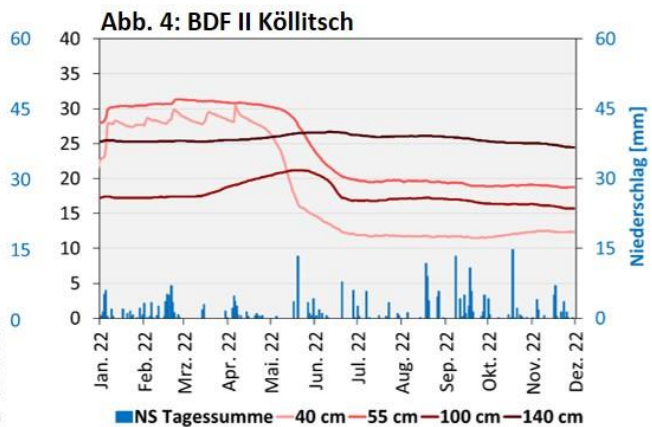
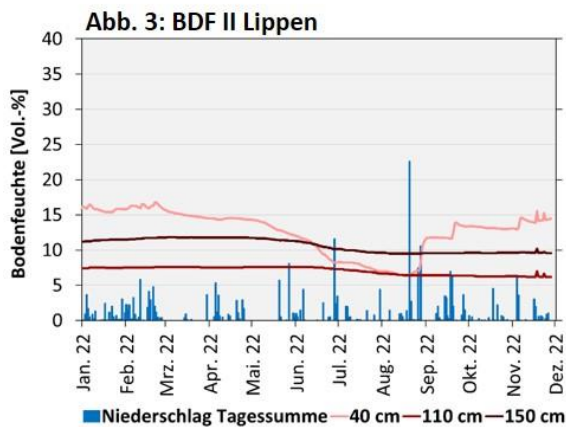
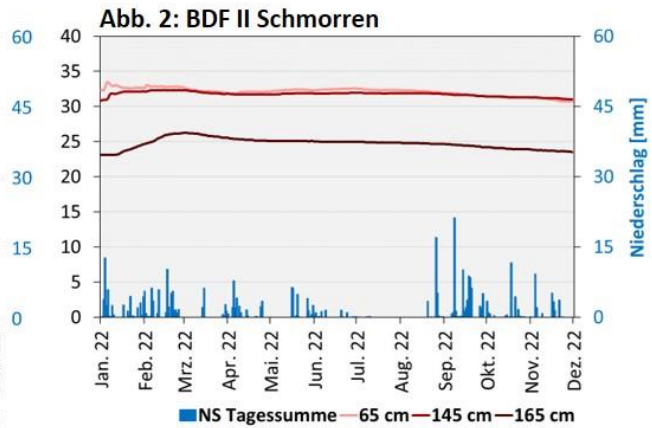
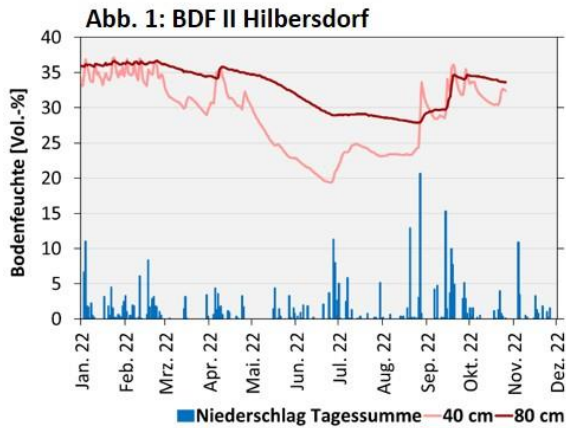


Abbildung 14-1 bis 11-4: Verlauf der Bodenfeuchten (Tagesmittel in Vol.-%) in verschiedenen Bodentiefen und der Niederschläge (Tagessummen in mm) von Januar bis Ende November 2022 an den Intensivmessflächen BDF II Hilbersdorf, Schmorren, Lippen und Köllitsch. Aufgrund Umbauarbeiten an der BDF II Hilbersdorf liegen hier keine Daten vor.

Die aufgezeigten Jahresverläufe der Bodenfeuchten im Jahr 2022 stehen in engem Zusammenhang mit den aufgetretenen Niederschlagsmengen (siehe Tabelle 2). An der BDF II Hilbersdorf wurden mit 544 mm im hydrologischen Jahr 2022 annähernd die Mengen des langjährigen Mittelwertes erfasst (seit Einrichtung der Station). Für die BDF II Lippen lagen die Niederschläge rund 60 mm unter dem langjährigen Mittel; an den BDF II Schmorren und Köllitsch fehlten rund 125 mm bzw. 200 mm im Vergleich zum mittleren Jahresniederschlag. Insbesondere für die Station Köllitsch erklärt dies die geringen Bodenfeuchten, die in der zweiten Jahreshälfte auf geringem Niveau verharrten.

Tabelle 2: Niederschlagssummen an den Intensivmessflächen BDF II Hilbersdorf, Schmorren, Lippen und Köllitsch für das hydrologische Jahr 2022 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 liegenden Agrarmeteorologischen Station Köllitsch angegeben.

Station (Beginn der Messung)	Niederschlagssumme HJ 2022 [mm]	Mittlerer Jahresniederschlag seit Beginn der Messung [mm]
BDF II Hilbersdorf (1996)	544	613
BDF II Schmorren (2001)	375	501
BDF II Lippen (1998)	491	550
BDF II Köllitsch (2016)	326	363
<i>Agrarmeteorol. Station Köllitsch (1994)</i>		527

Entwicklung der Wasservorräte im Boden an den Intensivmessflächen BDF II

Pflanzen können Bodenwasser je nach Bodenart und Dichte des Bodens aus ihrem Wurzelraum aufnehmen. Die maximal pflanzenverfügbare Wassermenge, die der Boden in mittelgroßen Poren halten kann, wird durch den Parameter nutzbare Feldkapazität angegeben. Dieser maximale Bodenwasservorrat wurde für die Böden der Intensivmessflächen mittels bodenphysikalischer Laboranalysen und unter Berücksichtigung des jeweiligen effektiven Wurzelraums (WE) bestimmt. Die pflanzenverfügbare Wassermenge, die in Abhängigkeit der jeweils aktuellen Standortverhältnisse (Wetter, Bewirtschaftung, etc.) tatsächlich im durchwurzelbaren Raum auftritt, wurde aus den gemessenen Bodenfeuchten tagaktuell ermittelt. Das Verhältnis aus aktueller zu maximal möglicher Wassermenge repräsentiert den Auffüllstand des Wasservorrats (in %) an einem Standort.

Der Auffüllstand des Bodenwassers erreicht seinen höchsten Punkt üblicherweise zu Beginn des Frühjahrs nach der Schneeschmelze. Liegen die Werte über 100 %, wird die Feldkapazität des Bodens überschritten und es kommt zur Sickerwasserbildung bzw. Abfluss überschüssigen Bodenwassers. 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 Einschränkungen des Pflanzenwachstums.

An den Intensivmessflächen BDF II sank der Bodenwasservorrat lediglich an der Station Lippen in den Trockenstressbereich von < 20 % des maximal möglichen Wasservorrats. Das sandige Substrat zeigt hier typischerweise sehr schnelle Austrocknungs- sowie

Wiederbefeuchtungsphasen (Abbildung 15-7). Auch an BDF II der Hilbersdorf kam es in den Sommermonaten 2022 zu einer deutlichen Austrocknung mit Auffüllständen < 40 % (Abbildung 15-5). Insgesamt waren die Perioden geringer Bodenwasservorräte an beiden Stationen jedoch weniger langanhaltend als in den Trockenjahren 2018 bis 2020. Wie bei der Entwicklung der Bodenfeuchten beschrieben, führten die Niederschläge Ende Sommer bis Herbst zu einer schnellen Auffüllung des Bodenwasser speichers, der Ende 2022 zu ca. 70 % (Hilbersdorf) bzw. 90 % (Lippen) aufgefüllt war.

An der BDF II Schmorren lag der Auffüllstand im Jahr 2022 kontinuierlich bei 60 % und damit nicht in einem kritischen Bereich für das Pflanzenwachstum. Auch konnte keine sommerliche Reduzierung der Bodenwasservorräte wie in den Trockenjahren 2018-2020 festgestellt

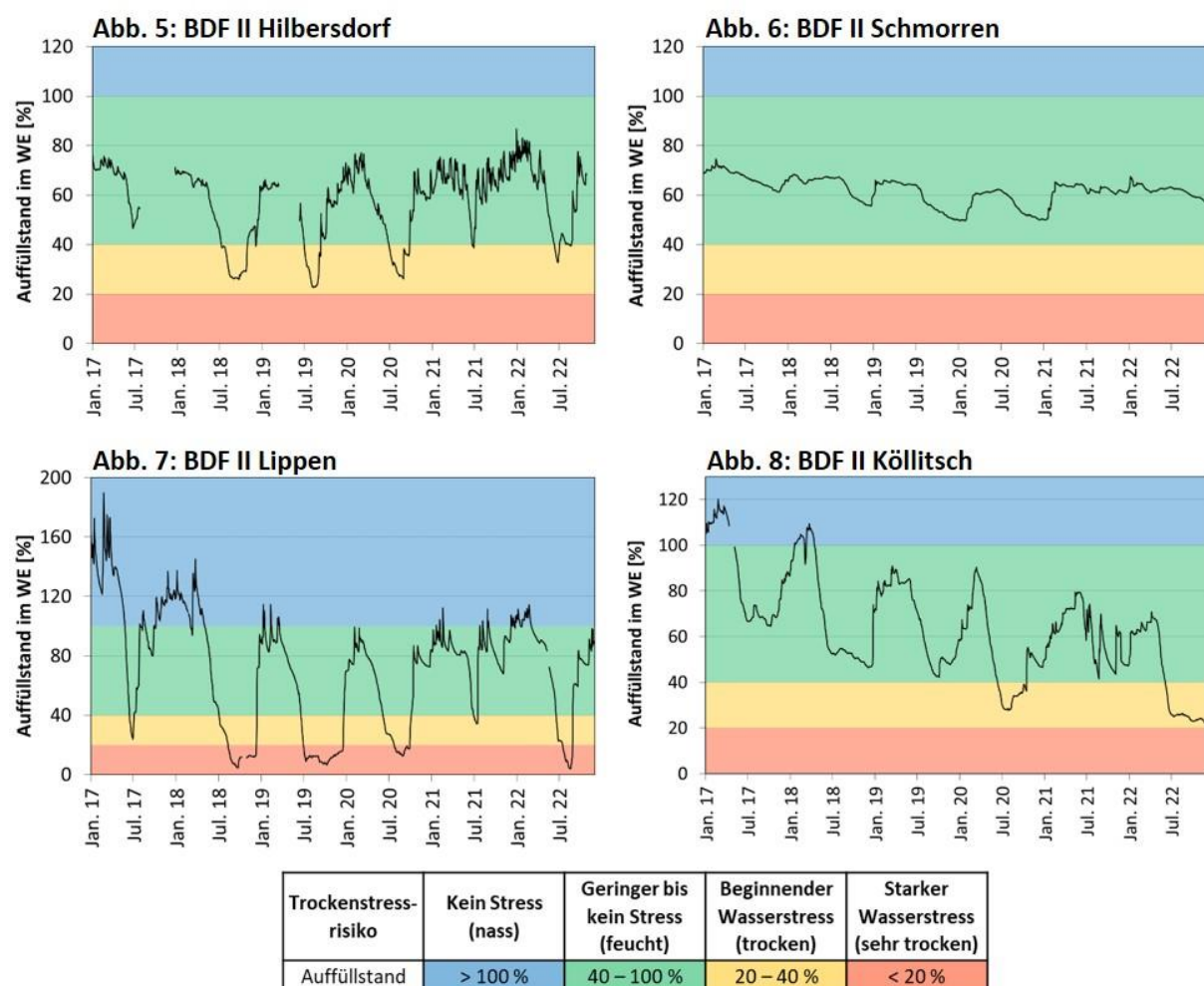


Abbildung 15-5 bis 12-8: Auffüllstand des Wasservorrates im effektiven Wurzelraum (WE) der letzten 5 Jahre (Jan. 2017 – Ende Nov. 2022) an den Intensivmessflächen BDF II Hilbersdorf (WE = 8 dm), Schmorren (WE = 15 dm), Köllitsch (WE = 12 dm) und Lippen (WE = 6 dm). Auffüllstand = Anteil des aktuell pflanzenverfügbaren Wasservorrates am maximal möglichen Wasservorrat eines Bodens.

werden. Allerdings war in der zweiten Jahreshälfte 2022 ein leicht abfallender Trend aufgrund der insgesamt geringen Niederschläge dieses Jahres zu erkennen (Abbildung 15-6).

Sehr deutlich zeigte sich der Einfluss sehr geringer Niederschläge an der BDF II Köllitsch (Abbildung 15-8). Der Auffüllstand des Bodenwasserspeichers lag mit Beginn des Sommers 2022 unter 40 % und fiel in der zweiten Hälfte des Jahres weiter ab, auf ca. 22 % Ende November 2022. An diesem Standort lagen die mittleren Jahresniederschläge der letzten fünf Jahre deutlich unter dem langjährigen Mittel (siehe Tabelle 2), was über diesen Zeitraum zu einer kontinuierlichen Absenkung der Bodenwasservorräte führte.

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. Der absolute Wasservorrat wird ebenfalls auf den effektiven Wurzelraum (WE) bezogen, also die Bodentiefe, bis zu der eine Ausschöpfung des verfügbaren Wasservorrats durch Pflanzen möglich ist. So entsprechen 40 % Auffüllstand des Bodenwasserspeichers im Wurzelraum von lehmig-sandigen Böden einer absoluten Wassermenge von 62 l/m² (Hilbersdorf, WE = 80 cm) und 89 l/m² (Köllitsch, WE = 12 cm), im tiefgründigen Lössboden (Schmorren, WE = 150 cm) immerhin noch 102 l/m², dagegen in reinen Sandböden (Lippen, WE = 60 cm) lediglich 22 l/m².

Entsprechend dieser unterschiedlichen Wasserspeicherkapazitäten wies der Lössboden der BDF II Schmorren trotz kontinuierlicher Reduzierung der Werte in den letzten Jahren noch immer sehr hohe absolute verfügbare Wasservorräte auf und lag Ende November 2022 bei 146 l/m² im effektiven Wurzelraum. An der BDF II Hilbersdorf betrug die pflanzenverfügbare Wassermenge zu diesem Zeitpunkt 106 l/m², an der BDF II Köllitsch ca. 49 l/m² und an der BDF II Lippen 50 l/m².

Bodenwasserhaushalt und Grundwasserneubildung am Standort Brandis (Lysimeterstation BfUL)

Die nachfolgenden Analysen basieren auf den Untersuchungen verschiedener Bodentypen unter einheitlicher landwirtschaftlicher Nutzung und identischem Klima in der Lysimeterstation Brandis. Im aktuellen Untersuchungsjahr wurde in Brandis Mais nach Zwischenfrucht 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 hydrologischen Jahres 2022 (11/2021 – 10/2022) 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_{max}) der Wurzelzone, sowie den mittleren jährlichen Sickerwassermengen (Referenzzeitraum 1991 – 2020) und dem vertikalen Verlagerungsrisiko des Wassers (VR).

PH	Beschreibung	Gr.	FK (FK_{max}) (mm)	Sw (mm/a)	VR
a	kiesige Mittel- und Grobsande ohne bindige Deckschichten	5	62 (82)	156	mittel
b	gebänderte Mittel- und Feinsande über Sanden und Kiesen	4 8	117 (167)	119	gering
c	Geschiebelehm (-mergel) über Sanden oder Kiesen	1; 7 11	127 (205)	90	gering – sehr gering
d	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 3m erstreckt

Durch überdurchschnittliche Niederschläge im August 2021 endete das hydrologische Jahr 2021 mit teils unterdurchschnittlichen Bodenwasserspeicherdefiziten auf den leichten und mittleren Böden. Diese außergewöhnliche Niederschlagsmenge sorgte auch für einen sehr zeitigen Beginn der Sickerwasserbildung im November 2021. Folglich herrschten Ausgangsbedingungen für eine Sickerwasserperiode mit überdurchschnittlichen Sickerwassermengen. Aufgrund des Wasserbedarfs der angebauten Zwischenfrüchte, konnten trotz überdurchschnittlicher bis mittlerer Niederschlagssummen in den Monaten November bis Februar auf den Böden mit gut etablierten Zwischenfruchtbeständen (Gruppen: 5, 4, 1, 11) nur unterdurchschnittliche Sickerwassermengen beobachtet werden (Abbildung 16). Auf den Böden mit schlechten Bestandesentwicklungen (Gruppen: 7 und 8) wurden mittlere Sickerwassermengen beobachtet. Insbesondere der sehr trockene März führte zu einem schnellen Rückgang der Sickerwassermengen im Frühjahr. Auf den schweren Böden kam es aufgrund der ausgeprägten Bodenwasserspeicherdefizite zu keiner Sickerwasserbildung. Eine ausbleibende Sickerwasserbildung wurde auf diesen Böden bereits

in der Vergangenheit beobachtet, dennoch ist die mehrjährig anhaltende Sickerwasserlosigkeit (Gruppe 9: 8 Jahre; Gruppe 10: 6 Jahre) auch auf den schweren Lößböden auffällig.

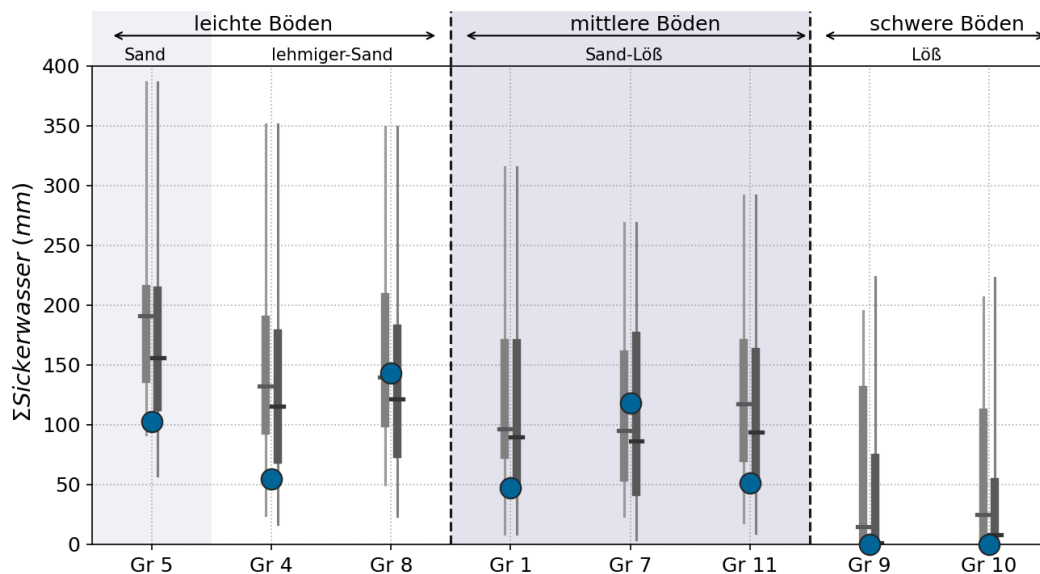


Abbildung 16: Auf der Lysimeterstation Brandis beobachtete Jahressummen der jährlichen Sickerwassermengen für 8 verschiedene Bodengruppen im hydrologischen Jahr 2022. Die grauen Boxplots repräsentieren die im Referenzzeitraum 1981 – 2010 beobachteten Verteilungen der jeweiligen jährlichen Größen und dienen der statistischen Einordnung.

Im April wurde auf den Lysimetern Mais ausgesät, dessen Wachstumsperiode durch deutlich unterdurchschnittliche monatliche Niederschlagssummen in Kombination mit hohen Monatstemperaturen und überdurchschnittlich vielen Sonnenscheinstunden gekennzeichnet war. In der Folge kam es bereits Ende Juni zu einer zügigen Ausschöpfung der Bodenwasserspeicher und ausgeprägtem Trockenstress der Vegetation.

Aus bodenhydrologischer Sicht ist das hydrologische Jahr 2022 als ähnlich trocken einzuordnen, wie die Jahre 2018, 2019 und 2020. Die mittleren jährlichen Bodenwasserspeicherdefizite sind auf allen leichten und mittleren Böden als durchschnittlich einzustufen und liegen auf Höhe der jeweiligen 50 %-Perzentile des Referenzzeitraums oder leicht darüber (Abbildung 17). Dass die Defizite trotz der sehr hohen Verdunstungsansprüche in der Vegetationsperiode, bei gleichzeitig geringem Niederschlagsniveau, nicht außergewöhnlich hoch ausgefallen sind, ist auf zwei Ursachen zurückzuführen: (1) die späte Entwicklung der Maisbestände führt zu einem späteren Beginn der Bodenwasserspeicherausschöpfung im Jahresverlauf und (2) durch das sehr zeitige Einsetzen des Trockenstresses waren deutlich reduziertes Biomassewachstum und unterdurchschnittliche Bestandesentwicklungen zu beobachten. In direkter Folge konnte die

stark gestresste Vegetation nicht den kompletten Wurzelraum erschließen und folglich auch keine übermäßigen Bodenwasserspeicherdefizite erzeugen.

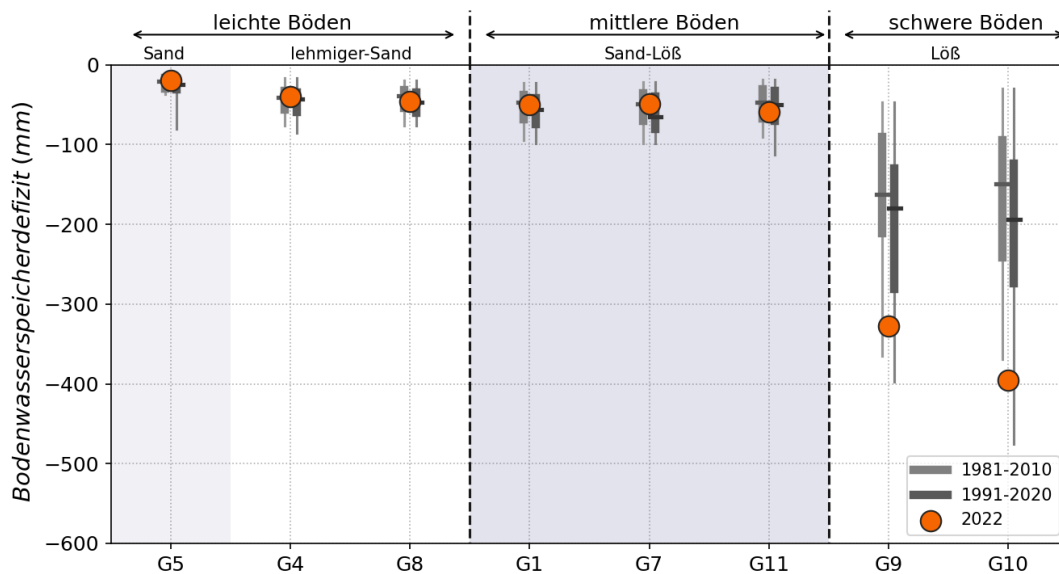


Abbildung 17: Verlauf der in der Lysimeterstation Brandis beobachteten mittleren jährlichen Bodenwasserspeicherdefizite für 8 verschiedene Bodengruppen im hydrologischen Jahr 2022. Die grauen Boxplots repräsentieren die im Referenzzeitraum 1981 – 2010 beobachteten Verteilungen der jeweiligen jährlichen Größen und dienen der statistischen Einordnung.

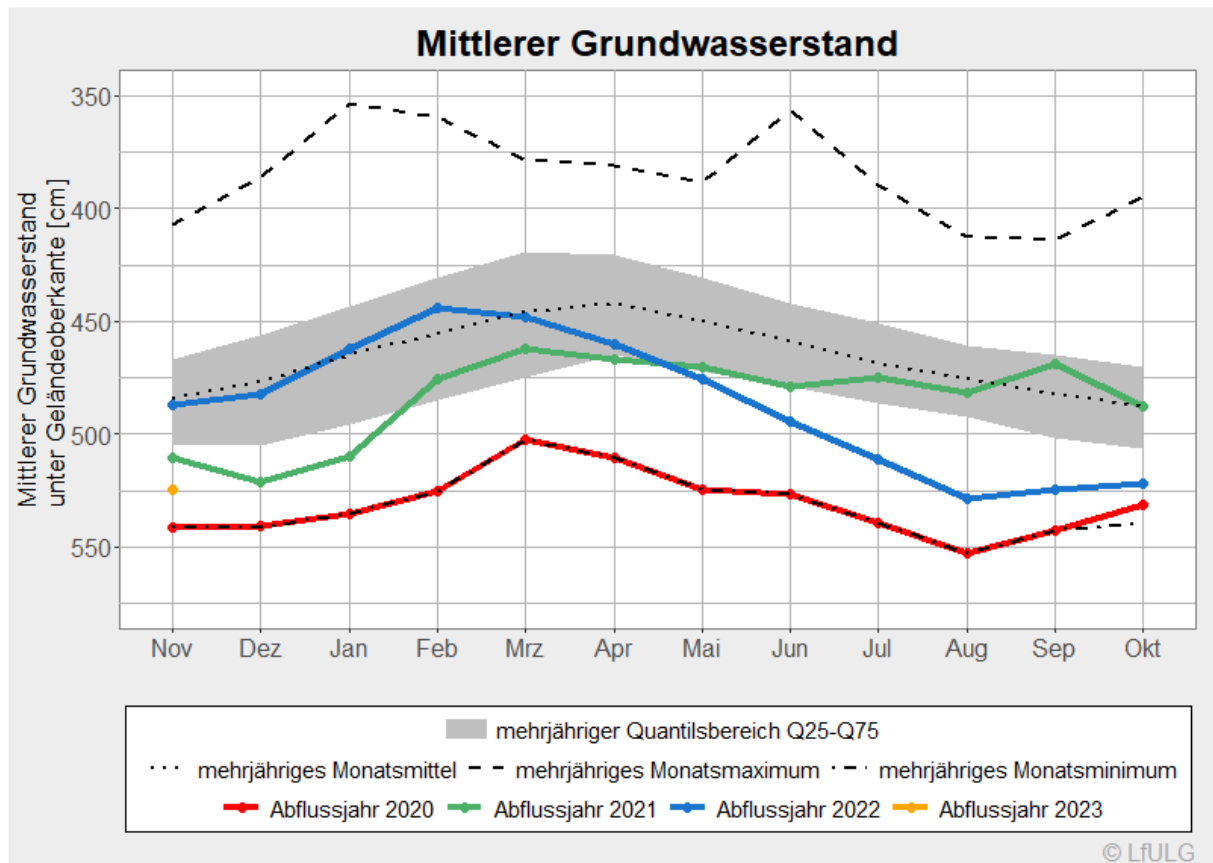
Durch die ungünstigen meteorologischen Randbedingungen des hydrologischen Jahres 2022 ist das Bodenwasserspeicherdefizit auf den schweren Lößböden der Gruppen 9 und 10 noch immer überdurchschnittlich stark ausgeprägt. Der effektiv nutzbare Bodenwasserspeicher dieser tiefgründigen Lößböden reicht durch 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 Folgejahre fortbestehen und akkumulieren. Die aktuellen Bodenwasserspeicherdefizite der schweren Lößböden haben ein Niveau erreicht, bei dem auch ein überdurchschnittlich feuchter Winter nicht zu einer Auffüllung ausreicht.

Auswirkungen auf das Grundwasser

Ende 2022 – erneut extreme Grundwasser-Dürre in Sachsen

Von August 2021 bis März 2022 lag der Grundwasserstand (GW-Stand) bei regionalen Unterschieden im Landesmittel von Sachsen nahezu exakt auf dem langjährigen mittleren Niveau (Abbildung 18). Diese Verhältnisse waren im Landesmittel z. B. auch in den Jahren 1976 und 2018 zu beobachten (Abbildung 19). Bis zum August 2022 sank der GW-Stand über die niederschlagsarme Sommerperiode hinweg jedoch landesweit wieder rapide ab und erreicht zum Ende des Wasserhaushaltsjahres 2022 das Niveau der GW-Dürre in den Jahren

1976, 1990 und 1991. Nur in der historischen GW-Dürreperiode 2018 bis 2020 lag der GW-Stand zum Jahresende im Landesmittel noch tiefer.



<https://www.wasser.sachsen.de/grundwasserstaende.html>

Abbildung 18: Monatswerte des Landesmittels der Grundwasserstände von Sachsen im mehrjähriger Mittel 1970-2017 (grauer Bereich und schwarze Linien) sowie der Abflussjahre 2020, 2021 und 2022 (Stand: 05.01.2023) © Bildrechte: LfULG.

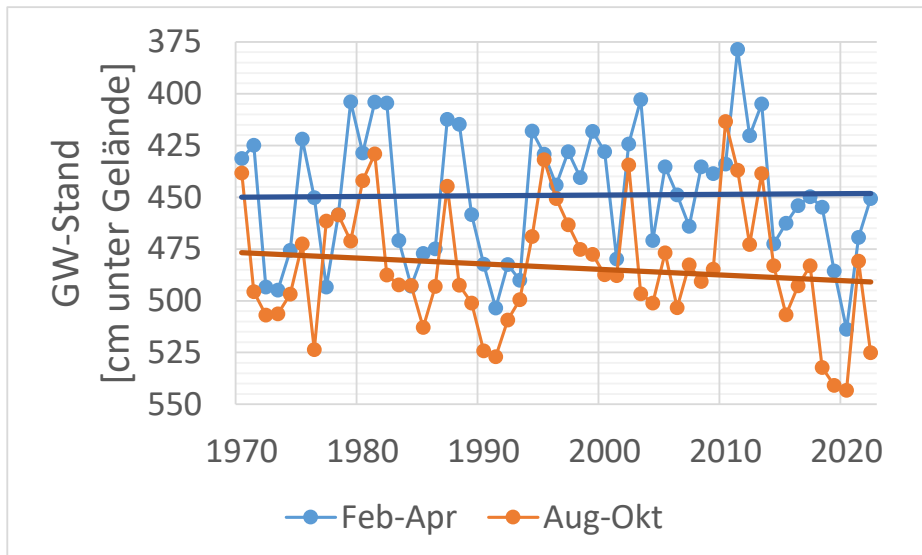


Abbildung 19: Mittlerer Grundwasserstand in Sachsen im Zeitraum 1970 - 2022 zum Ende des Winter (Februar-April) und Sommerhalbjahres (August-Oktober) mit linearen Trend, Quelle: Referat 43, LfULG.

2022 - Regional unterschiedliche Ausprägung der aktuellen GW-Dürre in Sachsen

Das Festgestein der Mittelgebirge weist gegenüber dem Lockergestein charakteristische Unterschiede hinsichtlich der Dynamik der GW-Stände in Sachsen auf. Höhere Niederschläge und schnellere hydraulische Reaktionen in den Gesteinsklüften führen im Festgestein zu schnelleren innerjährlichen Anstiegen und Rückgängen des GW-Standes. Im Gegensatz dazu erholen sich die GW-Stände im Lockergestein zumeist nicht so schnell. Die GW-Messstelle Mölbitz in der Nähe von Eilenburg zeigt beispielhaft, wie die Werte bereits seit 2014 anhaltend im Bereich sehr tiefer bis rekordtiefer GW-Stände verharren (Abbildung 20). Für den Lockergesteinsbereich von Sachsen ist der Verlauf an der GW-Messstelle Mölbitz nicht untypisch.

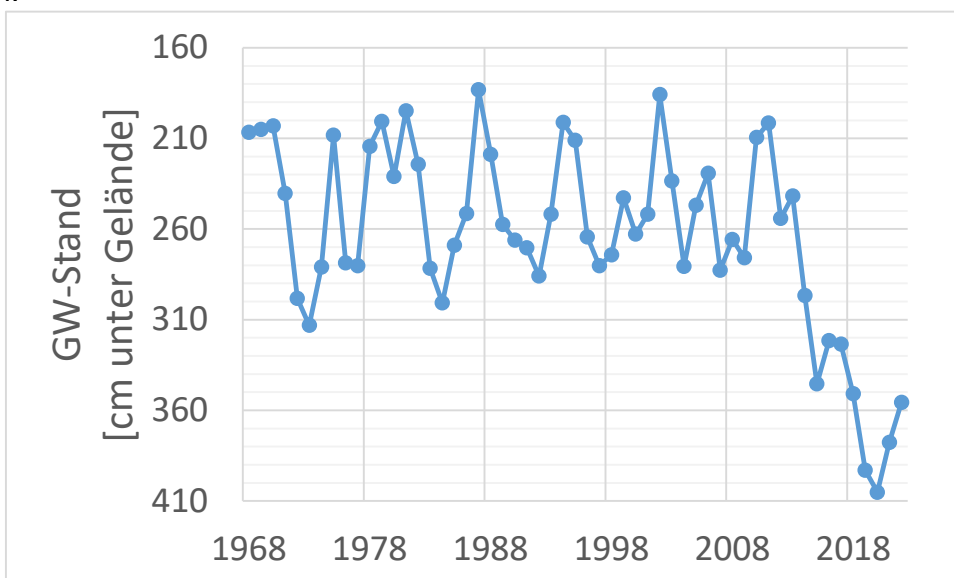


Abbildung 20: Mittlerer jährlicher Grundwasserstand 1968 – 2022 an der Grundwasser-Messstelle Mölbitz nahe Eilenburg (MKZ 45426142), Quelle: LfULG, iDA

Auswirkungen auf die Öffentliche Wasserversorgung

Trotz des wieder sehr warmen und trockenen Jahres 2022 konnte die öffentliche Trinkwasserversorgung in der geforderten Qualität und Menge flächendeckend sichergestellt werden. Grund dafür sind der vorherrschend hohe Standard der Wasserversorgung in Sachsen, aber auch die erworbenen Erfahrungen und umgesetzten wasserwirtschaftlichen Maßnahmen während der Trockenperiode von 2018 bis 2020.

Um auch zukünftig diese ausgezeichnete Qualität und Sicherheit aufrecht zu erhalten, sind die kommunalen Aufgabenträger und Fernwasserversorger aufgefordert die betrieblichen Wasserversorgungskonzepte qualifiziert fortzuschreiben. Dabei sollen die abgestimmten fachlichen Rahmenvorgaben und Grundsätze für die Entwicklung der öffentlichen Wasserversorgung aus der Grundsatzkonzeption öffentliche Wasserversorgung 2030 für den Freistaat Sachsen⁴ berücksichtigt werden. Die inhaltliche und zeitliche Umsetzung dieser Vorgaben wird durch die methodischen Grundlagen zur Erstellung von Wasserversorgungskonzepten⁵ präzisiert. Darin wird u.a. zur Prüfung und ggfs. Stärkung der Versorgungssicherheit bei langfristigen, aber auch mittel- bis kurzfristigen Rückgängen des Wasserdargebots (Trockenperioden) angehalten, um auf mögliche Stressfaktoren in Folge des Klimawandels vorbereitet zu sein.

Weitere Informationen finden sich auf [Grundsatzkonzeption Wasserversorgung - Wasser - sachsen.de](https://www.sachsen.de/Grundsatzkonzeption_Wasserversorgung_-_Wasser_-_sachsen.de).

Die hohe Versorgungssicherheit der öffentlichen Wasserversorgung ist bei privaten Kleinanlagen zur Eigenwasserversorgung meist nicht gegeben, so dass zahlreiche Ausfälle bereits in der Trockenperiode 2018 bis 2020 zu verzeichnen waren. In diesem Zusammenhang prüften die kommunalen Aufgabenträger die gesetzliche Versorgungspflicht (nach § 43 SächsWG) und die Möglichkeiten der Wasserversorgung für Ortslagen mit überwiegend privater Wasserversorgung (z.B. sog. „Brunnendörfer“). Das Sächsische Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft unterstützt die Aufgabenträger bei der Erweiterung der öffentlichen Trinkwasserinfrastrukturen im ländlichen Raum mit einem bis zum 31. Dezember 2023 befristeten Sonderprogramm (Förderrichtlinie Sonderprogramm öffentliche Trinkwasserinfrastruktur – RL öTIS/2019, Fördersatz bis 65 %). Seit dem Ersten Aufruf zur Einreichung von Förderanträgen am 3. April 2019 folgten ein Zweiter Aufruf am 1. Oktober 2020 und ein Dritter Aufruf am 26. Juli 2021. Im Zuge der drei Aufrufe wurden 94 aktive Anträge von öffentlichen Aufgabenträgern bewilligt. Mit den ausgereichten Fördermittelbescheiden können 2.686 Grundstücke mit rund 6.813 Einwohnern einen

⁴ [Grundsatzkonzeption Wasserversorgung 2030 - Publikationen - sachsen.de](https://www.sachsen.de/Grundsatzkonzeption_Wasserversorgung_2030_-_Publikationen_-_sachsen.de)

⁵ [Methodische Grundlagen zur Erstellung von Wasserversorgungskonzepten - Publikationen - sachsen.de](https://www.sachsen.de/Methodische_Grundlagen_zur_Erstellung_von_Wasserversorgungskonzepten_-_Publikationen_-_sachsen.de)

Anschluss an die öffentliche Wasserversorgung erhalten. Zum Stand 31.12.2022 beziehen davon bereits 2.844 Einwohner Trinkwasser aus dem öffentlichen Netz. Die Aufteilung der Anträge auf die einzelnen Aufrufe sowie die bereits umgesetzten Erschließungsmaßnahmen können Abbildung 21 entnommen werden. (Informationen zu Konditionen, Verfahrensablauf sowie die Antragsformulare finden sich auf den Seiten der SAB: www.sab.sachsen.de/Trinkwasserversorgung).

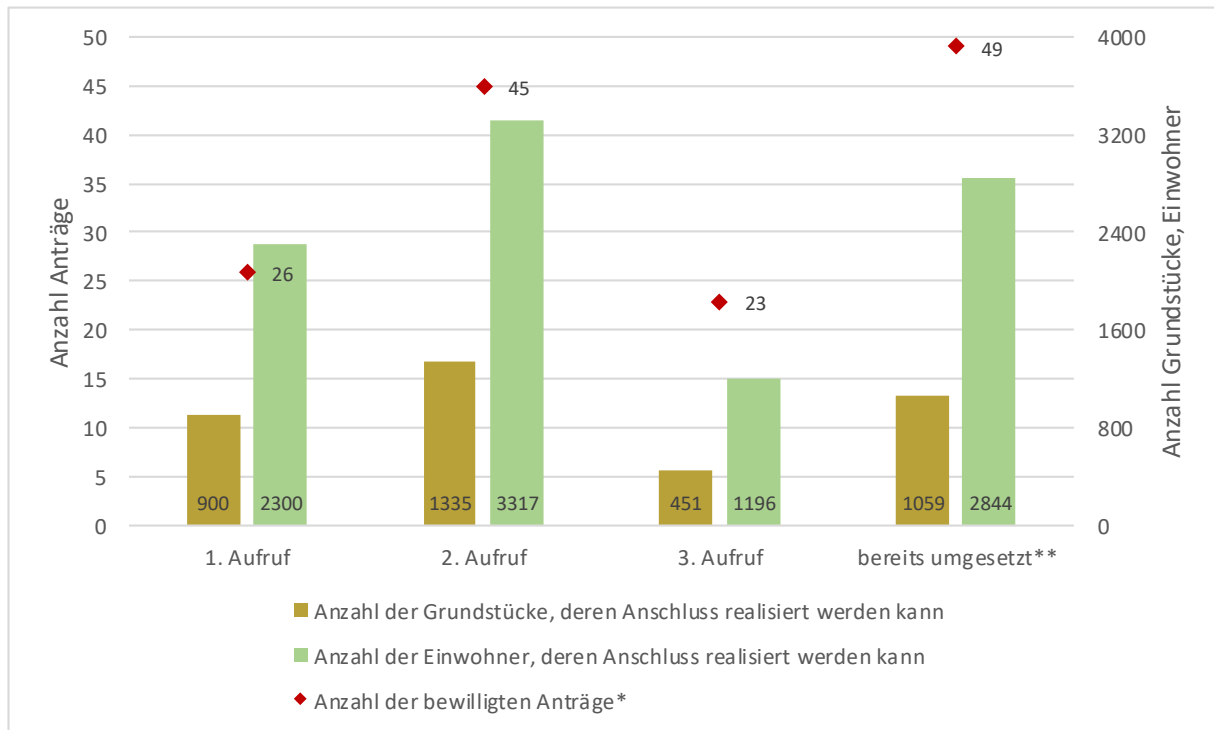


Abbildung 21: Sachstand der Maßnahmenanträge zu den Aufrufen der Richtlinie öTIS (Stand: 05.01.2023)

(* bewilligte, aber zurückgezogene Anträge aufgrund fehlender Eigenbeteiligung von Grundstückseigentümern werden nicht mitgezählt, ** Stand 31.12.2022).

Der Brunnenbau im privaten Rahmen ist zunächst ein verfahrensfreies Bauvorhaben. Die Brunnenbohrung muss allerdings wie auch sonstige Bohrungen, die in das Grundwasser hineinreichen, bei den zuständigen Behörden (Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie und untere Wasserbehörden) angezeigt werden. Die in Abbildung 22 dargestellte Auswertung zeigt, dass in Folge der Trockenperiode die Anzeigen zu Brunnenbohrungen⁶ seit 2018 um ein Vielfaches angestiegen sind und sich nach einem Hoch von knapp 2.000 Anzeigen im Jahr 2020 weiterhin auf einem hohen Niveau über 1.000 Anzeigen halten.

Da Grundwasserentnahmen in geringen Mengen erlaubnisfrei sind, ist keine Aussage über aktuell in Betrieb befindliche Brunnen möglich.

⁶ Enthalten sind Brunnenbohranzeigen zu jeglichem Zweck (private, betriebliche, öffentliche Wasserversorgung etc.)

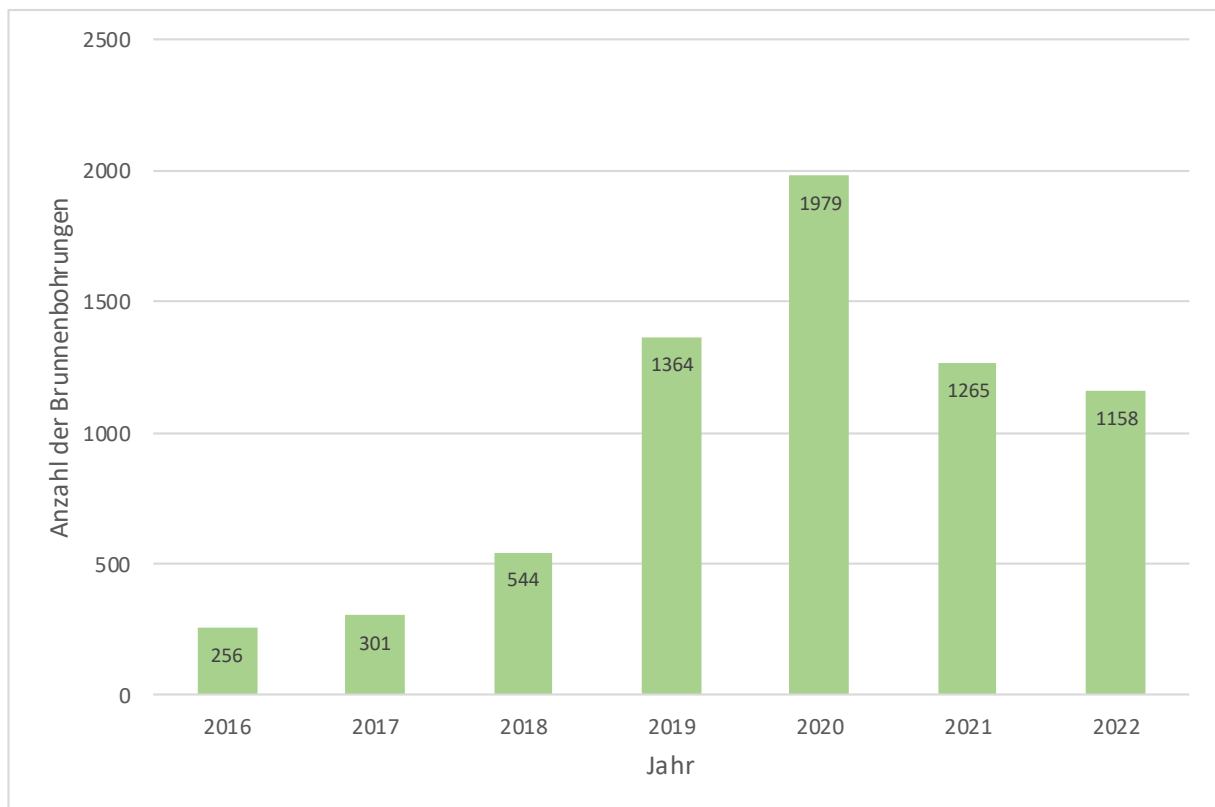


Abbildung 22: Entwicklung der Bohranzeigen zum Brunnenbau seit 2016

Wasserführung in den Fließgewässern

Im Abflussjahr 2022 lagen die Jahresmittelwerte der Durchflüsse an den Pegeln der sächsischen Fließgewässer in den Flussgebieten Nebenflüsse der Elbe, Schwarze Elster und Spree meist bei 50 bis 80 %, in den Flussgebieten Mulde und Weiße Elster meist bei 70 bis 90 % und im Flussgebiet Lausitzer Neiße bei 70 bis 115 % vom MQ⁷(Jahr).

Die Niedrigwassersituation in den sächsischen Fließgewässern war zu Beginn dieses Abflussjahres deutlich weniger ausgeprägt als in den vorangegangenen Abflussjahren. Von April bis August entwickelte sich dann eine Niedrigwassersituation ähnlich der im extremen Trockenjahr 2018.

⁷ Mittlerer Abfluss

Das zeigt auch die Abbildung 23, in der der Anteil der sächsischen Pegel mit einer Wasserführung kleiner/gleich des Niedrigwasser-Schwellenwertes MNQ⁸ für die Kalenderjahre 2018 bis 2022 dargestellt ist.

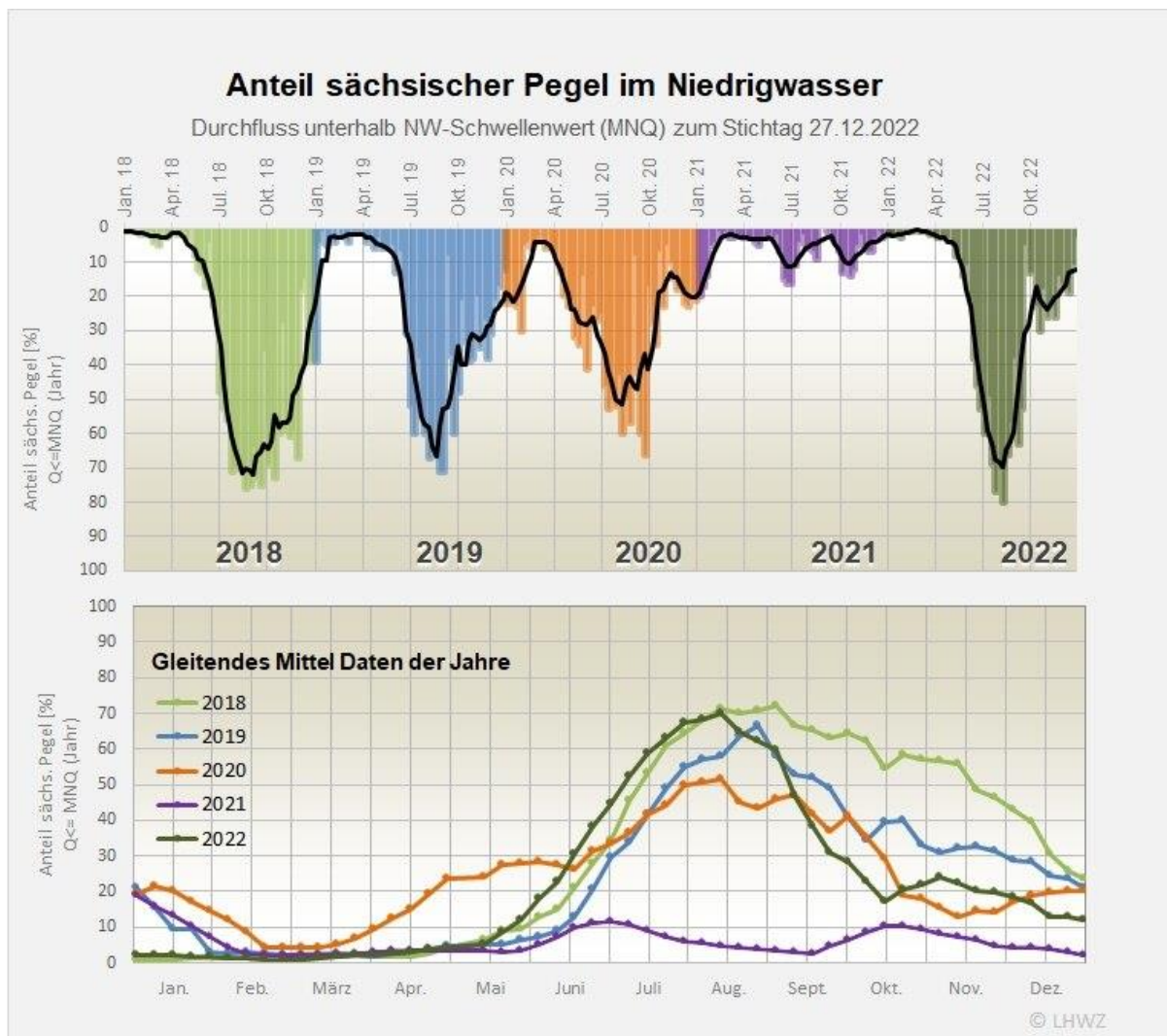


Abbildung 23: Anteil sächsischer Pegel mit einer Wasserführung kleiner/gleich des Niedrigwasser-Schwellenwertes MNQ für die Kalenderjahre 2018 bis 2022; es handelt sich um eine wöchentlich aktualisierte Stichtags-Auswertung (LHWZ).

Im August hatte die Niedrigwassersituation ihren Höhepunkt, wobei kurzzeitig an 80 % der ausgewerteten Pegel Durchflüsse kleiner oder gleich MNQ(Jahr) registriert wurden. Danach entspannte sich die Situation in den Fließgewässern allmählich und zum Ende des Abflussjahres waren nur noch 20 % und Ende Dezember nur 10 % der Pegel im Niedrigwasser.

⁸ Mittlerer Niedrigwasserabfluss

Im Februar, Juni, August und September kam es zu lokalen Hochwasserereignissen. Dabei erreichten die Scheiteldurchflüsse nur selten das MHQ⁹(Jahr).

Zur Elbe

Nach dem in 2021 fast normale Abflussverhältnisse im Jahresmittel in der Elbe vorlagen, folgte nunmehr wieder ein abflussärmeres Jahr. Die Jahresmittelwerte der Durchflüsse der sächsischen Elbepegel erreichten nur 70 bis 80 % des vieljährigen Mittels und waren damit nur wenig größer als in den Niedrigwasserjahren der Jahre von 2018 bis 2020.

Am abflussreichsten war der Monat Februar. Hier führten Schneeschmelze und Regenniederschläge im tschechischen Einzugsgebiet der Elbe dazu, dass die Wasserführung auch auf dem sächsischen Elbeabschnitt deutlich anstieg und die höchsten Wasserstände und Durchflüsse des Jahres an den Pegeln beobachtet wurden (siehe Abbildung 24). Die Wasserstände erreichten aber nicht die Hochwasseralarmstufen, die entsprechenden Durchflüsse nicht das Niveau eines mittleren Hochwassers (MHQ).

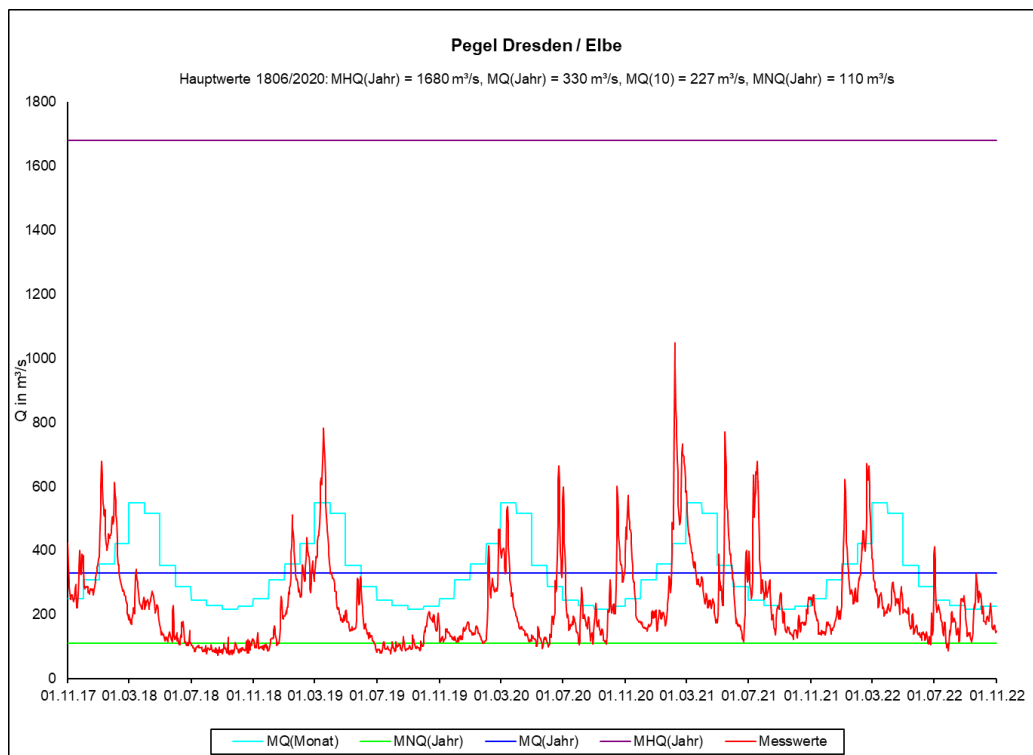


Abbildung 24: Durchflussganglinie für den Pegel Dresden / Elbe 01.11.2017– 31.10.2022 (LHWZ).

Niedrigwasser stellte sich im Juni und Juli für mehrere Tage ein und an den sächsischen Elbepegeln wurde MNQ(Jahr) unterschritten. Die erhöhte Abgabe aus der tschechischen Moldaukaskade beendeten Ende Juli das Niedrigwasser. Das war von Bedeutung, da mit dem Elbewasser die Waldbrände in der Sächsischen Schweiz bekämpft wurden. Auch im weiteren Verlauf des Abflussjahres war das Abflussgeschehen durch ergiebige Regen im tschechischen

⁹ Mittlerer Hochwasserabfluss

Einzugsgebiet der Elbe auf dem sächsischen Elbeabschnitt stabil und an den Pegeln wurden nicht mehr Durchflüsse unter MNQ(Jahr) beobachtet. Ende August und Mitte September bis Anfang Oktober wurden zum Teil wieder monatsüblich Durchflüsse an den Pegeln registriert.

Hinweis: Weitere Details und tieferegehende Auswertungen sind in den vom LHWZ herausgegebenen „Hydrologischen Wochen- und Monatsberichten“ zu finden (siehe <https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/infosysteme/lhwz/hydrologische-wochen-und-monatsberichte.html>).

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 2022 jederzeit ohne Einschränkungen gesichert. Dabei bewährte sich die Vernetzung der Talsperren über Grenzen von Versorgungsgebieten hinaus, da die dadurch mögliche Verbundbewirtschaftung zum Ausgleich von Überschuss- und Defizitgebieten genutzt werden konnte.

In den Wintermonaten des Jahres 2022 wurden an den Wetterstationen der Talsperren der Landestalsperrenverwaltung Sachsen Niederschläge beobachtet, die größtenteils im Bereich der langjährigen Monatsmittelwerte lagen. Ab März reduzierten sich die gemessenen Niederschlagsmengen und lagen vielfach deutlich unter den Monatsmittelwerten. Erst ab Mitte August und bis in den September hinein regnete es ergiebig, bevor die gemessenen Niederschlagsmengen ab Oktober erneut unterdurchschnittliche Werte annahmen.

Das Niederschlagsdefizit der Frühjahrs- und Sommermonate im Jahr 2022 war verbunden mit gleichzeitig auftretenden hohen Temperaturen und einer damit einhergehenden erhöhten Verdunstung. Als Resultat gingen die Grundwasserstände und damit Wasserführung der Gewässer zurück; die Zuflüsse zu den Talsperren lagen flächendeckend deutlich unter den langjährigen Mittelwerten. Auch die ergiebigen Niederschläge von Mitte August bis September führten zu keiner markanten Erhöhung der Wasserführung. Die langjährigen Monatsmittelwerte des Talsperrenzuflusses wurden nicht erreicht (Abbildung 25). Insbesondere wenn nur das Sommerhalbjahr von Mai bis Oktober betrachtet wird, lagen die

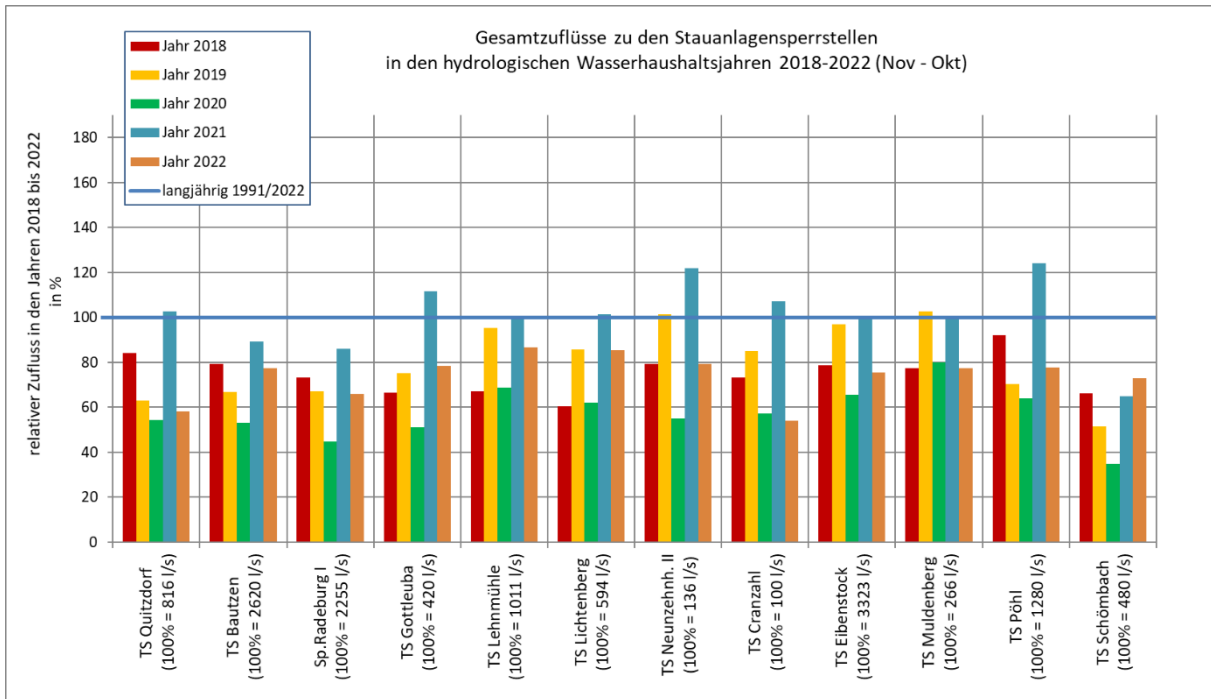


Abbildung 25: Gesamtzuflüsse zu den Stauanlagen in den hydrologischen Jahren 2018 – 2022.

gemessenen Zuflüsse vieler Talsperren nur bei 50 %, im Fall der Talsperre Gottleuba sogar nur bei ca. 20 % des langjährigen Zuflusses (Abbildung 23).

Aufgrund der günstigen hydrologischen Situation im Jahr 2021 war zum Jahresbeginn 2022 der Großteil der sächsischen Talsperren bis zum Stauziel gefüllt. Seit Anfang Mai fielen die

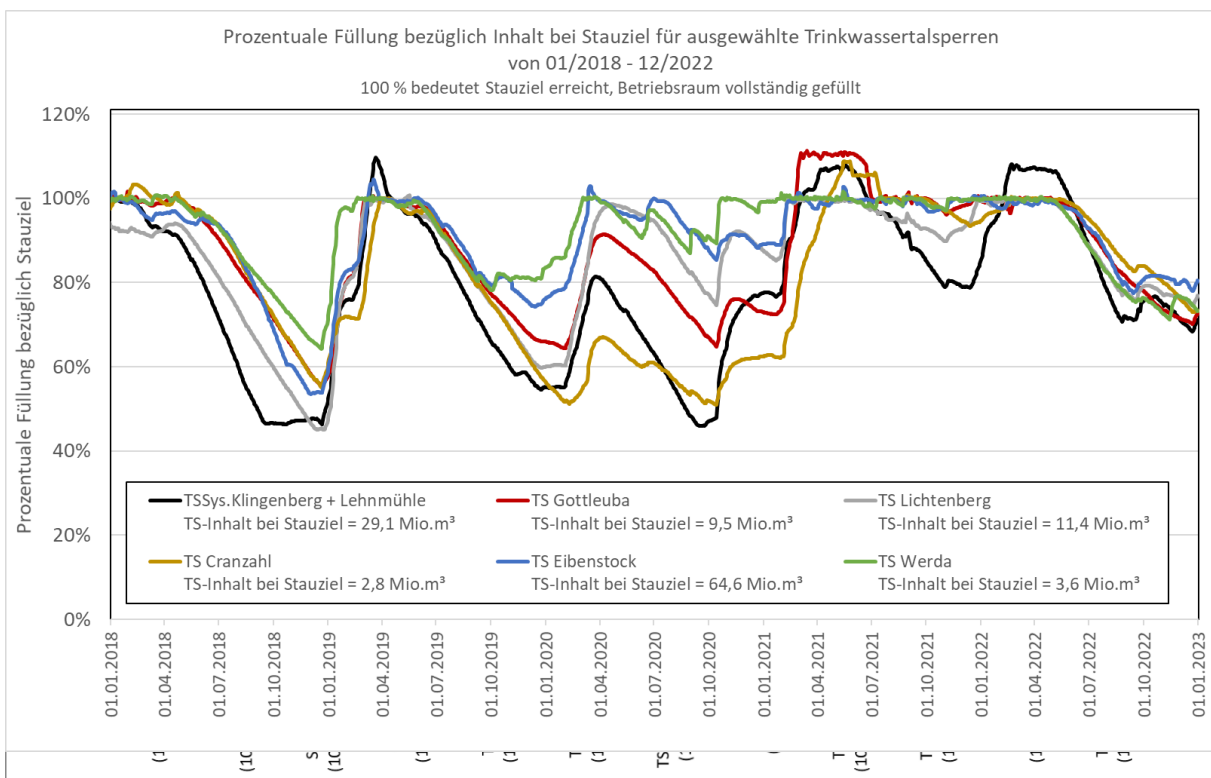


Abbildung 26: Prozentuale Füllung bezüglich Inhalt bei Stauziel für ausgewählte Trinkwassertalsperren der LTV im Zeitraum 01/2018 bis 12/2022.

Füllstände in den Talsperren aufgrund der Wasserbereitstellung für die Trink- und Brauchwasserwasserversorgung und die Niedrigwasseraufhöhung. Die niedrigen Füllstände der Trockenjahre 2018 bis 2020 wurden jedoch in den meisten Stauanlagen nicht wieder erreicht (Abbildung 27). In der Abbildung ist für den Zeitraum der markanten mehrjährigen Trockenperiode seit dem Jahr 2018 die Entwicklung der Talsperrenfüllungen für einige ausgewählte Trinkwassertalsperren dargestellt.

Im Ergebnis der Auswertungen und Schlussfolgerungen aus der Trockenperiode 2018 bis 2020 sowie zur Optimierung der Talsperrenbewirtschaftung, insbesondere in Vorbereitung der Ersatzwasser-versorgung im Rahmen der geplanten Sanierung der Talsperre Lichtenberg, wurde das Trinkwasser-Talsperrensystem Klingenberg-Lehnmühle (Talsperre Klingenberg und Talsperre Lehmühle), sowie die Trinkwassertalsperre Rauschenbach im Frühjahr 2022 über das Stauziel hinaus eingestaut (siehe Abbildung 27 und Abbildung 29). Dieser temporäre Einstau der gewöhnlichen Hochwasserrückhalteräume wurde behördlich bis 2026/27 genehmigt. Vorkehrungen zum zügigen „Freifahren“ der gewöhnlichen Hochwasserrückhalteräume im Falle einer Starkregenwarnung wurden getroffen. Das zusätzlich eingespeicherte Wasser wird geregelt an die jeweiligen Wasserwerke der Vertragspartner abgegeben und kommt damit der Sicherung der öffentlichen Wasserversorgung in den kommenden Jahren zugute.

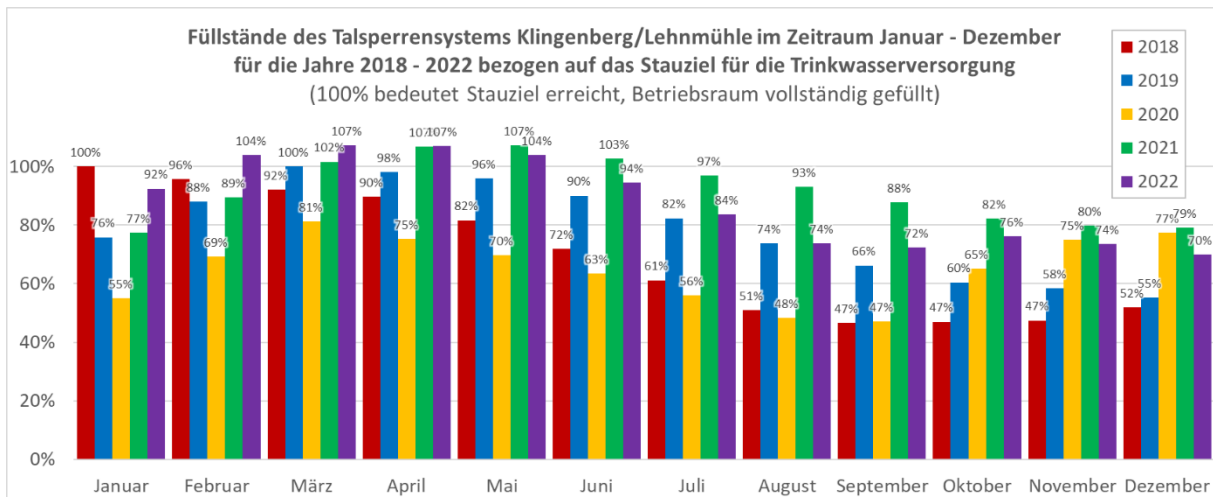


Abbildung 29: Vergleich der Füllstände des Talsperrensystems Lehnmühle-Klingenberg bezogen auf das Stauziel für die Jahre 2018 bis 2022.

Bei der Flussgebietsbewirtschaftung des Lausitzer Raumes kommt den Brauchwassertalsperren Bautzen und Quitzdorf eine zentrale Bedeutung zu. Im Jahr 2021 wurden die Betriebsräume dieser beiden Talsperren um maximal 20 % bezogen auf das Stauziel abgesenkt; Zum Vergleich: in den Jahren 2018 bis 2020 lag die maximale Absenkung bei 57 % für die Talsperre Bautzen bzw. 74 % für die Talsperre Quitzdorf. Durch die gute hydrologische Situation in den Fließgewässern in 2021 und die konservative Abgabesteuerung konnten beide Stauanlagen im Frühjahr 2022, trotz der ausbleibenden Niederschläge ab März bis zum Stauziel gefüllt werden (siehe Abbildung 28).

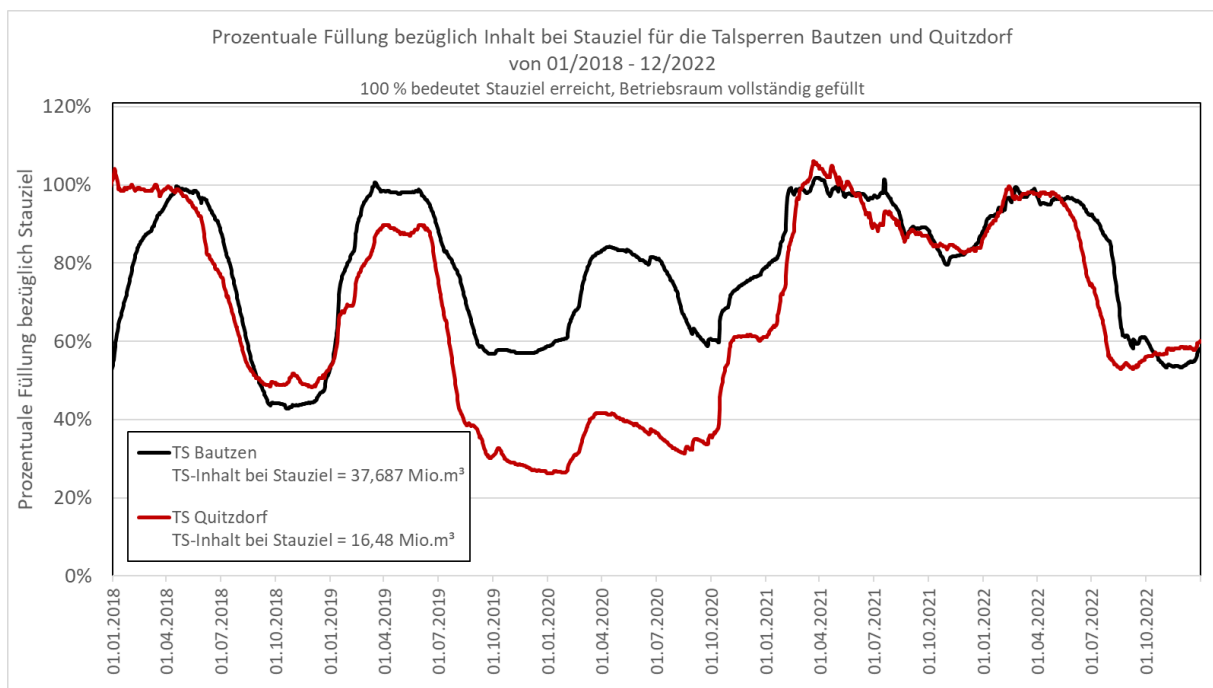


Abbildung 28: Prozentuale Füllung bezüglich Inhalt bei Stauziel der Brauchwassertalsperren Bautzen und Quitzdorf im Zeitraum 01/2018 bis 12/2022.

Diese gute Ausgangssituation war wichtig, denn wie schon in den Jahren 2018 bis 2020 lagen die Zuflüsse im Sommerhalbjahr 2022 durch ausbleibende Niederschläge und anhaltend niedrige Grundwasserstände erneut deutlich unter den langjährigen Mittelwerten. Der durch Temperatur und Verdunstung bedingte hohe Wasserbedarf unterhalb der Talsperren konnte daher nur aus den Reserven der Talsperren gedeckt werden, deren Inhalt in Folge dessen zügig auf gut 50 % relativ zum Stauziel fiel.

Seit dem der Wasserbedarf durch die Niederschläge im August und September sowie die niedrigeren Temperaturen zurückgegangen ist, befinden sich beide Stauanlagen in der Anstauphase. Dabei ist die Abgabe auf ein Minimum reduziert, um die Inhalte in Vorbereitung auf ein mögliches erneutes Trockenjahr 2023 bestmöglich zu füllen.

4. Auswirkungen der Witterung auf Wälder und Forstwirtschaft

Direkte Wirkungen der Trockenheit

Der jährliche Witterungsverlauf beeinflusst maßgeblich den Stoffhaushalt der Bäume. Einerseits benötigt die Photosynthese im grünen Blatt ausreichende Lufttemperaturen und verfügbares Bodenwasser, um zunächst Zucker und daraus alle anderen molekularen Bausteine zu bilden. Andererseits veratmen die Bäume ganzjährig einen Teil des gebildeten Zuckers, um Energie für alle Lebensprozesse bereitzustellen. Ist das Verhältnis der beiden gegenläufigen Prozesse positiv, dann bilden die Bäume breite Jahrringe, können viele Früchte produzieren und ihre Stoff- und Energiespeicher auffüllen.

Aufgrund der anhaltenden Trockenheiten ist die Photosynthese während der Vegetationszeiten sehr eingeschränkt. Die Bäume hungern und verbrauchen zugleich vermehrt Speicherstoffe, um Pilze abzuwehren und abgestorbene Pflanzenteile, insbesondere Blätter und Feinwurzeln zu erneuern. Die negative Energie- und Stoffbilanz kann sich in schmalen Jahrringen, weniger Fruchtbehang oder Notreife der Früchte ausdrücken. Oftmals bleibt sie jedoch unbemerkt, indem zunächst nur die Stoffspeicher aufgebraucht werden und verringerte Abwehrkräfte mit einer erhöhten Sterberate einhergeht.

In der Waldzustandserhebung liegen die Absterberaten der älteren Bäume über alle Baumarten hinweg seit 2018 über 3 %. Bisher wurde dieses Niveau nur 1996 im Zuge letztmaliger Immissionsschäden am Erzgebirgskamm und 2007 infolge des Sturms Kyrill erreicht. Ohne außergewöhnliche Witterungsfaktoren liegt die durchschnittliche Absterberate in der Stichprobe unter 0,5 %. Im Jahr 2022 wird mit 4,7 % nach 2018 (5 %) ein neuerliches Maximum erreicht.

Die chronischen Folgen der anhaltenden „Mangelernährung“ sind schwer abzusehen. Sie treten nicht selten als Wechselwirkung mit Schäden durch Pilzerkrankungen, beispielsweise der Rußrindenkrankheit beim Ahorn, oder Insektenbefall, beispielsweise dem Prachtkäferbefall an Buchen, auf.

Anhaltende Borkenkäferkalamität

Weil die Vermehrung des Buchdruckers maßgeblich von einem ausreichenden Brutraumangebot und geringer Baumvitalität abhängig ist, wirken abiotische Schadereignisse wie Stürme (Wurf- und Bruchholz), aber auch Trockenheit und überdurchschnittlich hohe Temperaturen als Treiber für deren Populationsentwicklung.

In den letzten drei Jahren (2019 bis 2021) verursachte der Buchdrucker einen Stehendbefall von über 5,2 Millionen m³ Fichtenholz in den sächsischen Wäldern, wobei der Privat- und

Körperschaftswald relativ gesehen doppelt so stark betroffen war wie der Landeswald. Auch wenn die absoluten Zahlen beginnend mit dem Jahr 2020 rückläufig sind, waren es im vergangenen Borkenkäferjahr noch immer mehr als 1,3 Millionen m³ Stehendbefall. Ein Teil der rückläufigen Befallsmenge ist darauf zurückzuführen, dass große Bereiche des Hügellandes mittlerweile weitestgehend fichtenfrei sind und dem Käfer somit der erforderliche Brutraum fehlt.

In den unteren bis mittleren Berglagen weisen die Fichten nur noch zwei Drittel der arttypischen Benadelung auf, im Hügelland fehlt sogar knapp die Hälfte der Benadelung. Diese Werte haben ein Level erreicht, indem von einer Erholung kaum noch auszugehen ist. Die verbliebenen Fichtenwälder werden hier infolge von warm-trockenen Witterungsverläufe und Borkenkäferbefall absterben.

Bisher manifestierte sich die sehr ungünstige Entwicklung der Vorjahre in den fichtendominierten Gebieten der Landkreise Bautzen und Görlitz sowie im Nationalpark Sächsische Schweiz und setzte das großflächige Absterben die Fichtenwälder fort. Ein neuer Schadensschwerpunkt deutet sich im Westerzgebirge und Vogtland an. Dieses Bild steht im Einklang mit den Schadschwerpunkten im Thüringer Schiefergebirge und in Oberfranken.

Leider mindert die Trockenheit auf exponierten Standorten auch die Naturverjüngungspotenziale. Da es bisher kein systematisches Monitoring der Freiflächen gibt – die Fernerkundung liefert hier erste Anhaltspunkte – lässt sich keine valide Gesamteinschätzung geben. Der Mangel an Saat- und Pflanzgut und ausbleibende oder rasch vertrocknende Naturverjüngung macht die Wiederbewaldung der Freiflächen vielerorts zu einer kostenintensiven Herausforderung für die Waldeigentümer.

Waldbrände unter besonderen Bedingungen

Die anhaltende Trockenperiode in der Vegetationszeit führte zu einer permanent hohen bis sehr hohen Waldbrandgefährdung. Es entstanden überdurchschnittlich viele und in Einzelfällen auch sehr große Brände. Die beiden Großbrände in der Gohrischheide (553 ha) und im Nationalpark Sächsische Schweiz (113 ha) verliefen unter sehr speziellen Rahmenbedingungen und dominieren mit einem Anteil von ca. 85 % die diesjährige Waldbrandfläche wie auch die öffentliche Wahrnehmung des Themas.

Die sächsische Staatskanzlei setzte im August eine Waldbrandkommission ein. Ihr Ziel ist es, die Geschehnisse und Abläufe objektiv auszuwerten und daraus Maßnahmen zur besseren Prävention, Bekämpfung und Nachsorge von Waldbränden abzuleiten. Im Oktober fanden hier Austauschtreffen mit den Vertreterinnen und Vertretern der betroffenen Landkreise und den für den Wald zuständigen Behörden statt. Und auch die TU Dresden hatte im Oktober

Fachleute zum Waldbrand aus ganz Europa zu einer dreitägigen Konferenz nach Dresden eingeladen. Die Konferenz ist Bestandteil des EU-Projektes FirEurisk (<https://fireurisk.eu>), welches Wege für ein verbessertes Management von Waldbränden sucht. Ein weiteres Projekt (www.thor-waldbrandschutz.de) ist an der Professur für Waldschutz der TU Dresden angesiedelt.

Aufgrund des Klimawandels gibt es eine Verlängerung und Intensivierung heißer und trockener Brandwetterlagen. Um das Management von Waldbrandrisiken zu verbessern, werden neben den direkten Einflüssen durch trockene Biomasse (Streu und Bodenvegetation) auch indirekte Wirkungen durch die Waldbewirtschaftung und natürliche Waldentwicklung (Baumartenzusammensetzung, Schichtung der Vegetation, Kronenschluss, Bewirtschaftung) und die Wechselwirkungen mit anderen Schäden (Borkenkäfer) in Mitteleuropa intensiv erforscht.

Weil natürliche Zündungen durch Blitzschlag selten sind, ist die Brandursache entweder vorsätzliche Brandstiftung, Fahrlässigkeit oder handlungsbedingte Ursachen durch den Menschen. Um das niedrige Waldbrandniveau auch zukünftig zu halten, steht das Verhalten der Menschen im Vordergrund. Einerseits um Zündungen durch Verbote, Gebote und Öffentlichkeitsarbeit zu vermeiden, aber auch durch gezielte Maßnahmen der Vorbeugung, Überwachung, Prognose und Bekämpfung von Waldbränden

5. Auswirkungen der Witterung auf die Landwirtschaft

Allgemeine Einschätzung

Nachdem sich die Niederschlagsmengen nach drei Trockenjahren im Jahr 2021 wieder stärker dem langjährigen Mittel angeglichen hatten, begann auch das Jahr 2022 vergleichsweise feucht – in den Monaten Januar und Februar wurden an den meisten sächsischen Wetterstationen überdurchschnittliche Niederschläge gemessen. Im darauffolgenden März wurde im Mittel über die sächsischen Wetterstationen jedoch nur ein Drittel des langjährigen durchschnittlichen Monatsniederschlags verzeichnet. Während im April dann wieder leicht überdurchschnittliche Niederschläge fielen, war der Mai deutlich zu trocken mit lediglich 55 % des langjährigen mittleren Monatsniederschlags. Dieser Trend setzte sich auch im Juni fort, in dem trotz lokaler Starkniederschlagsereignisse im sachsenweiten Durchschnitt nur etwa die Hälfte des langjährigen mittleren Monatsniederschlags erreicht wurde.

Insbesondere im Juni war die räumliche Verteilung der Niederschläge durch lokal auftretende Starkniederschlagsereignisse sehr heterogen. Ergiebige Starkniederschläge fielen vor allem im Erzgebirgskreis, lokal aber auch in allen anderen sächsischen Landkreisen.

Infolge des vergleichsweise niederschlagsreichen Jahres 2021 sowie durch die ergiebigen Winterniederschläge waren in der südlichen Hälfte Sachsens zu Beginn der Vegetationsperiode die Wasservorräte in den Böden unter landwirtschaftlicher Nutzung in der Bodentiefe von 0 bis 2 m weitgehend aufgefüllt. In Nord- und Nordostsachsen sowie in der Lommatzcher Pflege wurde immerhin eine Durchfeuchtung bis ca. 1 m Bodentiefe erreicht. Dadurch stellte sich die Ausgangslage für die Landwirtschaft zu Beginn der Vegetationsperiode 2022 zunächst günstiger als im Vorjahr dar.

Die Ende April einsetzende Trockenperiode führte anfangs nur langsam zu einem Absinken der Bodenwasservorräte. Bis Ende der 20. KW waren in den meisten Regionen in 0-60 cm Bodentiefe noch Wasservorräte in Höhe von > 30 % der nutzbaren Feldkapazität (nFK) verfügbar, weswegen zu diesem Zeitpunkt in den meisten Regionen noch kein Trockenstress für die relevanten landwirtschaftlichen Kulturen bestand. Durch die anhaltende Niederschlagsarmut und eine Erhöhung der Verdunstungsrate durch hohe Temperaturen sanken die Bodenwasservorräte bis Mitte Juni jedoch in den Landkreisen Nordsachsen und Leipzig sowie in den nördlichen Regionen der Landkreise Mittelsachsen, Meißen, Bautzen und Görlitz laut DWD-Bodenfeuchteviewer in 0-60 cm Bodentiefe auf Werte < 30 % der nutzbaren Feldkapazität (nFK) ab, was verbreitet zu Trockenstress führte. In den darauffolgenden Wochen setzte sich das Niederschlagsdefizit fort, sodass die Bodenwasservorräte bis Anfang Juli unter Winterweizen fast im gesamten Freistaat auf Werte < 30 % der nutzbaren Feldkapazität (nFK), in den nördlichen Landesteilen häufig auch auf Werte < 10 % der nFK, absanken.

Auch im weiteren Verlauf der Vegetationsperiode bis Mitte August blieben die Niederschläge weit hinter dem langjährigen Mittel zurück, wodurch auch die Sommerkulturen immer stärker unter Trockenstress litten. Die ab Mitte/Ende August einsetzenden und im September anhaltenden, teils ergiebigen Niederschläge konnten von den meisten Sommerkulturen kaum mehr genutzt werden, führten aber teilweise zu Ernteerschwernissen und -verzögerungen.

Durch die kleinräumig sehr heterogene Niederschlagsverteilung insbesondere im Juni fielen die Erträge aller Kulturen regional und lokal sehr unterschiedlich aus. Während mancherorts überdurchschnittlich hohe Erträge eingefahren wurden, konnte andernorts nur das Ertragsniveau des extremen Trockenjahres 2018 erreicht werden. Ertragseinbußen fielen im Allgemeinen bei den Sommerkulturen höher aus als bei den Winterkulturen.

Winterweizen

Die Aussaat des Winterweizens fand Ende September bis Mitte Oktober 2021 bei meist akzeptablen Bedingungen statt. Die Bestände liefen überwiegend gleichmäßig auf. In den meisten Fällen gingen sie ausreichend entwickelt in den Winter. Dieser verlief sehr mild, lediglich Ende Dezember war eine kurze kältere Phase zu verzeichnen. Der Winter brachte bis Ende Februar Niederschläge hauptsächlich in Form von Regen, was verbreitet zu einer guten Wassersättigung des Oberbodens führte.

Auswinterungsschäden und Virusbefall waren ausgangs des Winters nicht festzustellen. Von der ausreichenden Bodenfeuchtigkeit profitierten die Bestände im überwiegend trockenen Frühjahr, in dem verbreitet nur die Hälfte der normalen Niederschlagsmengen fielen. In Verbindung mit leicht überdurchschnittlichen Temperaturen ohne extreme Spitzenwerte bis Ende Mai kam es zu einer allmählichen Entwicklung und es wuchsen optisch ansprechende Bestände heran. Weizen auf Standorten mit geringerem Wasserhaltevermögen zeigte bereits im Mai Trockenstresssymptome. Bis Anfang Mai hielt sich der Krankheitsbefall auf einem geringen Niveau, lediglich Blattseptoria trat in begrenztem Umfang regional auf. Außerdem war auf einigen Standorten ab Mitte Mai Gelbrostbefall zu verzeichnen, der sich weiter ausbreitete und zahlreiche Sorten betraf.

Mehrere Hitzephasen ab Mitte Juni führten zu einer beschleunigten Abreife der Bestände. Lager vor Ernte trat nur vereinzelt auf. Die Ernte erfolgte größtenteils bei guten Bedingungen und deutlich früher als in den Vorjahren.

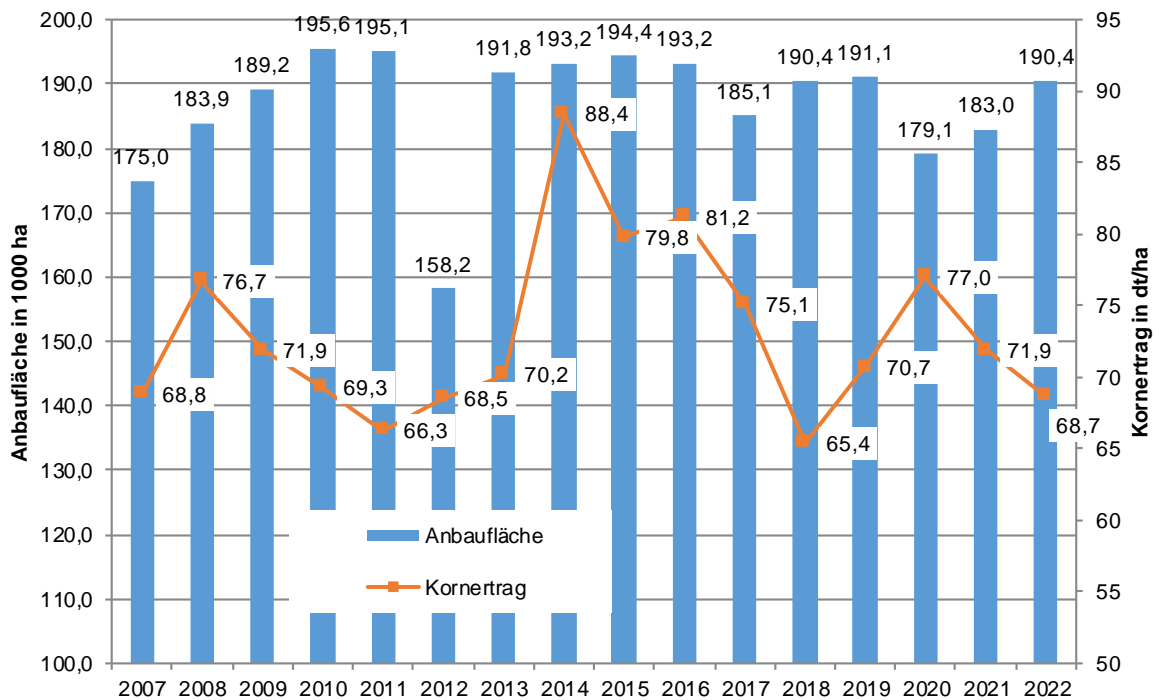


Abbildung 30: Anbaufläche und mittlerer Kornertrag von Winterweizen in Sachsen 2007 - 2022 (vorläufig) Datenquelle: Statistisches Landesamt

Die Erträge zeigten 2022 ein sehr differenziertes Bild, in Abhängigkeit von der kleinräumigen Niederschlagsversorgung und dem Wasserhaltevermögen des jeweiligen Bodens. Auf den D-Süd-Standorten wurden im Mittel 75,7 dt/ha geerntet, womit das Vorjahresniveau leicht übertroffen wurde. Die Ergebnisse von 2020 lagen allerdings deutlich höher. Ähnlich sind die 97,2 dt/ha auf den Löß-Standorten im Vergleich zu den zwei Vorjahren einzuschätzen. Das mittlere Ertragsniveau von 85,0 dt/ha auf den Verwitterungsstandorten entspricht annähernd dem Ergebnis von 2021, aber auch in diesem Anbaubereich wurden die Werte von 2020 deutlich verfehlt.

Wintergerste

Die Aussaat der Wintergerste fand bei überwiegend guten Bedingungen statt. Die Bestände liefen zügig und gleichmäßig auf und gingen gesund und gut entwickelt in den Winter.

Aufgrund des milden Winters starteten die Bestände ohne Mängel ins Frühjahr. Kalte Nächte zum Frühjahrsanfang sorgten für eine anfänglich zögerliche Entwicklung. In der Folge förderten die Bedingungen eine allmähliche Entwicklung der mittlerweile meist gleichmäßigen

Bestände. Die anhaltende Trockenheit bei hohen Temperaturen, insbesondere ab Mitte Juni, führte zu einer schnellen Abreife und einer Ernte, die zwei Wochen früher als 2021 begann. Die Bestände waren bis zur Ernte gesund. Halm- und Ährenknicken trat vor allem auf den Löss-Standorten auf. Lager wurde nur vereinzelt beobachtet.

Die Erträge überzeugten mit 77,2 dt/ha im landesweiten Durchschnitt (Ertragsvorschätzung des Statistischen Landesamtes). Dies entspricht einem Mehrertrag von ca. 8 % gegenüber dem zehnjährigen Mittel. Nachdem die Schüttdichte im Jahr 2021 häufig deutlich zu niedrig war, liegt das Hektolitergewicht (HLG) im Jahr 2022 trotz der Trockenheit meist wieder im geforderten Bereich. Die Tausendkommasse (TKM) ist deutlich höher als im Jahr 2021, aber vor allem auf den Löss- und Verwitterungsstandorten geringer als im Jahr 2020.

Winterraps

Aufgrund hoher Niederschlagsmengen im August 2021 verzögerte sich die Winterrapsbestellung vielerorts bis Mitte September. Durch die milde Witterung im Herbst 2021 erreichten jedoch auch Spätsaaten eine ausreichende Vorwinterentwicklung. Der nachfolgende, ebenfalls milde Winter 2021/22 führte dazu, dass der Raps auch in den Wintermonaten weiterwuchs (keine richtige Vegetationsruhe) und keine Auswinterungsschäden auftraten. Im März 2022 auftretende Wechselfröste verursachten kaum Schäden in Winterrapsbeständen. Von März 2022 bis zur Ernte fielen nur

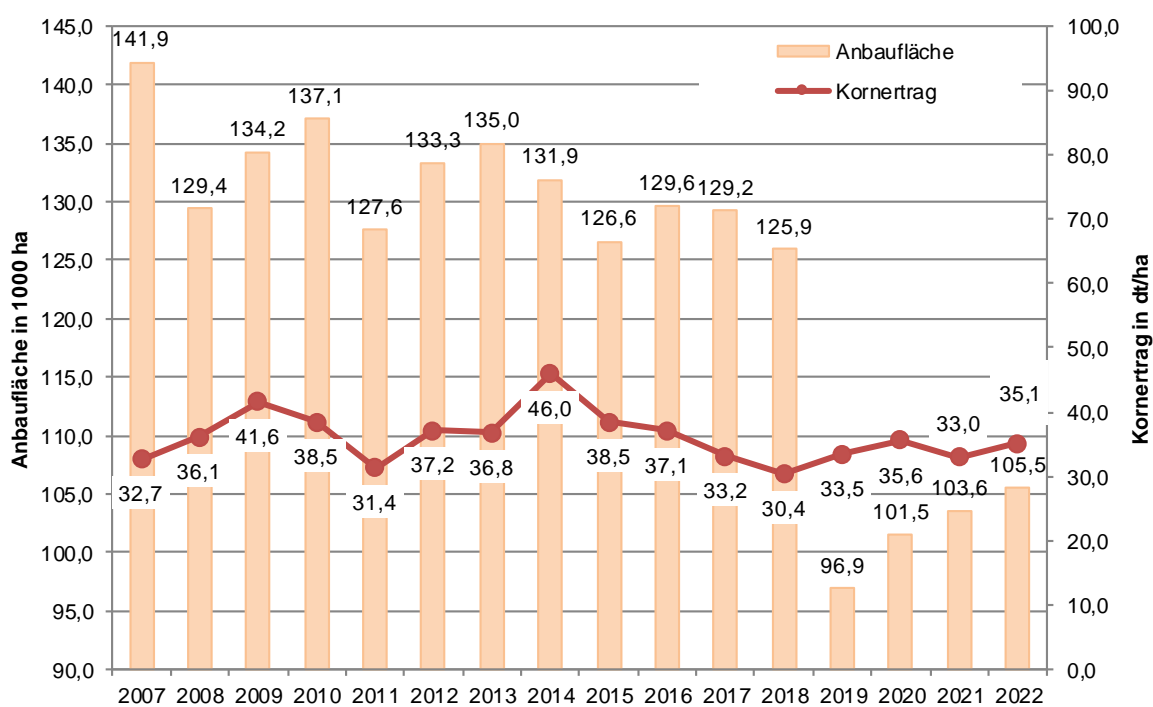


Abbildung 31: Anbaufläche und mittlerer Kornertrag von Winterraps in Sachsen 2007–2022 (vorläufig).
Datenquelle: Statistisches Landesamt

unterdurchschnittliche Niederschläge bei insgesamt überdurchschnittlichen Temperaturen. Insbesondere zwei Hitzephassen im Juni und Juli führten zu einer Beschleunigung der Abreife. Die Ernte erfolgte relativ früh unter meist günstigen Bedingungen.

Das Auftreten der Krankheiten Phoma und Sklerotinia ist als durchschnittlich einzuordnen, teilweise erfolgte stärkerer Befall mit Verticillium. Die Pflanzenlänge war im Normbereich (länger als im Trockenjahr 2020). Regional traten Lagerschäden auf.

Der mittlere Winterrapsertrag betrug in Sachsen 35,1 dt/ha (Ertragsvorschätzung des Statistischen Landesamtes). Dies entspricht einem Mehrertrag von 6 % im Vergleich zu 2021 und einem Minderertrag um 3 % in Relation zum zehnjährigen Mittel.

Kartoffeln

Aufgrund der unterdurchschnittlichen Niederschläge ab März 2022 erfolgte das Auspflanzen der Kartoffeln unter meist günstigen Bedingungen in trockenen Boden. Während der Hauptwachstumsphase von Mai bis Mitte August war es vielerorts zu trocken und zu warm. Dennoch erfolgte die Krautentwicklung insgesamt normal, teilweise konnte jedoch kein Reihenschluss erreicht werden. Insbesondere während der Hitzephassen im Juni und Juli wurden deutliche Trockenstresssymptome am Kraut sichtbar (Welkeerscheinungen). Es trat nur ein geringer Befall mit Krautfäule auf, teilweise konnte ein stärkeres Auftreten von Alternaria und Kartoffelschorf beobachtet werden. Die Ernte der frühen Sorten war teilweise durch Trockenheit beeinträchtigt (Boden zu trocken und zu klutig), die Ernte der mittelfrühen Sorten im September hingegen durch teilweise überdurchschnittliche Niederschläge (Boden zu nass). Teilweise verzögerte sich die Ernte aufgrund zu feuchter Bodenbedingungen bis in den Oktober.

Im Mittel über den Freistaat wurde ein Ertrag von 325 dt/ha erzielt (Ertragsvorschätzung des Statistischen Landesamtes). Damit lag der Durchschnittsertrag 22 % unter dem des Vorjahres und 17 % unter dem zehnjährigen Mittel. Insgesamt fielen die Mindererträge bei späteren Sorten höher aus als bei früheren. Es traten kaum Übergrößen auf, bei einzelnen Sorten war jedoch ein höherer Anteil an Untergrößen zu verzeichnen. Die Knollen wiesen teilweise ein hohes physiologisches Alter auf, was sich im Extremfall in einer Keimbildung bereits an den Ernteknollen im Feld äußerte. Bei Pflanzkartoffeln war die Aberkennungsquote durch starken Virusbefall vergleichsweise hoch.

Mais

Der April war kühl und durchschnittlich feucht. Der Boden hatte sich zur Aussaat, Ende April/Anfang Mai ausreichend erwärmt. Die Bodenfeuchte war für eine zügige Keimung ausreichend. Der Mai zeigte sich sehr trocken und sehr warm, wodurch der Mais eine zügige Jugendentwicklung durchlief. Diese Bedingungen hielten im Juni an. Standortlich litt der Mais unter Trockenstress. Erst Ende Juni erholten sich die Bestände durch eine kühlere und feuchtere Witterungsphase wieder. Juli und August waren ebenfalls durch Trockenheit und Hitze in ganz Sachsen gekennzeichnet, worunter der Mais auf allen Standorten litt. Er zeigte dies auf vielen trockenen Standorten durch ein kürzeres Längenwachstum und mangelnde Einkörnung der Kolben. Erst Ende August fielen Niederschläge, welche aber das Wachstumsdefizit nicht ausgleichen konnten. Auf einigen Standorten wurde der Mais ca. vier Wochen früher gehäckselt bzw. gedroschen, als in den Vorjahren.

Der durchschnittliche Silomaisertrag im Freistaat Sachsen betrug 2022 laut Ertragsvorschätzung des Statistischen Landesamts 292 dt/ha und lag damit ca. 23 % unter dem zehnjährigen Mittel.



Abbildung 32: Unter Trockenstress leidender Silomaisbestand 2022. (03.08.2022, Raitzen, © M. Grunert, LfULG)

6. Auswirkungen der Witterung auf den Wein- und Gartenbau

In Sachsen wird derzeit auf einer Fläche von 8500 ha Gartenbau und Weinbau betrieben. Im Obstbau stellt der Apfel mit ca. 2300 ha die Hauptkultur dar. Neben Apfel sind die wichtigsten Kulturen die Sauerkirsche (422 ha) und die Erdbeere (350 ha).

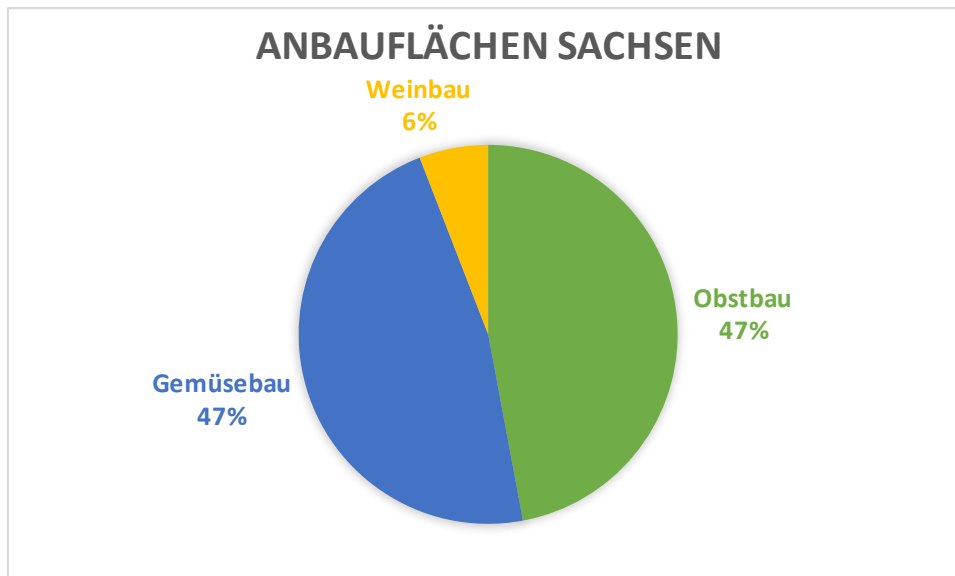


Abbildung 33: Verteilung der Anbauflächen im sächsischen Garten- und Weinbau

Der Gemüsebau im Freistaat Sachsen wird auf einer Anbaufläche von rund 4.000 ha betrieben. Der Schwerpunkt liegt im Anbau von Feldgemüse (Markerbsen, Buschbohnen) für die industrielle Verarbeitung. Im Frischmarktbereich dominieren Speisezwiebeln, Spargel sowie verschiedene Kohllarten. Der ökologische Gemüsebau nimmt mit einer Fläche von rund 1000 ha einen Anteil von ca. 25 % an der Gesamtfläche ein. Davon entfallen fast 900 ha auf den Anbau von ökologischen Markerbsen und Buschbohnen für die Verarbeitungsindustrie.

Mit etwa 500 ha bestockter Fläche zählt Sachsen als kleinstes Weinanbaugebiet Deutschlands.

Auswirkungen auf den Weinbau

Am 26. Dezember 2021 wurden in Dresden-Pillnitz die tiefsten Nachttemperaturen des gesamten Winters mit $-12,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ gemessen. Winterfrostschäden traten somit im Anbaugebiet Sachsen nicht auf.

Der Januar begann mit überdurchschnittlich hohen Temperaturen und erfreulicherweise deutlich mehr Niederschlägen als sonst üblich. Mit gerade einmal 7 Frosttagen war der Februar gegenüber dem langjährigen Mittel um $3,0\text{ K}$ zu warm. Im März waren die Gesamtniederschläge mit 15 mm bereits wieder unterdurchschnittlich. Die Summe aller

Winterniederschläge waren höher als die des vergangenen Winters von 2021. Sie waren jedoch nicht ausreichend, um das Niederschlagsdefizit aus den Vorjahren auszugleichen.

Der April war trotz überdurchschnittlich vieler Sonnenscheinstunden zu kalt und brachte nur durchschnittliche Regenmengen. Durch die niedrigen Temperaturen kam die Entwicklung der Reben im April zum Stocken. Die hochsommerlichen Temperaturen ab Anfang Mai ließen die Entwicklung der Reben förmlich explodieren und führten nicht selten zur Verdoppelung der Trieblänge in nur 8-10 Tagen. Mit einer Mitteltemperatur von 15,8 K war der Mai um 2,5 K zu warm, erneut überdurchschnittlich sonnig, mit 23 mm Niederschlag viel zu trocken aber verschonte uns von Spätfrösten.

Nach dem schnellen Wachstum im Mai folgte Anfang Juni mit der Schafskälte bei nächtlichen Temperaturen von teilweise unter 10 °C ein etwas gebremstes Wachstum der Reben. Folglich begann die Blüte in den meisten Lagen nach Pfingsten um den 10. Juni und verlief dann aber recht schnell. Nicht überall putzten sich die Trauben ordentlich, sodass Blütenrückstände im Traubeninneren zurückblieben. Schäden durch Verrieselungen konnten in den allermeisten Rebanlagen nicht festgestellt werden. Die Niederschläge im Juni waren lokal sehr unterschiedlich und erreichten im Durchschnitt mit 31 mm nicht einmal halb so viel wie sonst üblich. An Trockenstandorten ohne individuell angepasste Bewirtschaftungsmaßnahmen kam es bereits zu diesem Zeitpunkt zu ersten Trockenstresssymptomen in Verbindung mit Nährstoffmangelercheinungen. Hiervon waren in erster Linie Junganlagen betroffen. Wo vorhanden, wurden bereits Mitte bis Ende Juni die Bewässerungsanlagen in Betrieb genommen.

Der dringend benötigte Regen blieb auch im Juli, mit örtlich nur 5 mm gemessener Niederschlagsmenge, weitestgehend aus. Die Folge waren lokal je nach Wasserhaltevermögen der Böden sehr unterschiedliche Wachstumsbedingungen für die Reben mit weiter zunehmenden Trockenstresssymptomen.

Auch in Sachsen traten aufgrund von hohen Temperaturen bis 39 °C am 19. und 20. Juli je nach Hangneigung und Ausrichtung der Zeilen teils stärkere Sonnenbrandschäden an gefährdeten Rebsorten wie „Riesling“ und „Bacchus“ auf. Die so geschädigten Traubenteile trockneten jedoch schnell ein und führten nur zu geringen Ertragsverlusten.

Durch die Frühjahrs- und Sommertrockenheit kam es lokal nur extrem selten zur Primärinfektion mit Peronospora. Die Bedingungen für den Oidiumbefall waren dagegen an vielen Standorten vorhanden und führten bei zu weiten Behandlungsintervallen bei empfindlichen Sorten vereinzelt zu Befall. Besonders die Rebsorten Müller-Thurgau, Dornfelder und Scheurebe bedurften teilweise vermehrte Sonderbehandlungen. Kräuselmilbenbefall spielte im Weinjahr 2022 nur eine untergeordnete Rolle. Durch den

anhaltenden hochsommerlichen und trockenen Witterungsverlauf wurden bis zum 20. August an den Fallenstandorten zur Überwachung der Kirschessigfliege nur geringe Fänge beobachtet. Die anschließende kühlere und feuchtere Witterung bewirkte dann einen Anstieg der Fänge. In den Fruchtproben wurden ab der 36. Kalenderwoche an vielen Standorten Eiablagen und Larvenbefall festgestellt. In dieser Situation galt es abzuwägen, ob eine Bekämpfung der Kirschessigfliege unter Einhaltung der Wartezeit und damit das mögliche Erreichen eines höheren Reifegrades oder eine vorgezogene Lese mit niedrigeren Reifegrad die bessere Wahl darstellt.

Hagelereignisse traten Ende Juni nur vereinzelt und lokal begrenzt auf. Betroffen waren vor allem Rebflächen im Umfeld des Meißner Spargebirges und von Weinböhlä. Durch den sehr frühen Zeitpunkt des Hagelereignisses sind letztendlich keine wesentlichen Ertragseinbußen daraus entstanden.

Die hohen Tages- und Nachttemperaturen im August in Verbindung mit dem weit verbreiteten Trockenstress sorgten für einen beschleunigten Säureabbau in den Trauben bei den frühreifen Sorten. Um Qualitätseinbußen zu vermeiden sowie eine mikrobiologische Stabilität im Wein zu gewährleisten, wurde von der vereinfachten Neuregelung zur Säuerung von frischen Weintrauben je nach Qualität des Erntegutes Gebrauch gemacht. Die ergiebigen Niederschläge ab Ende August stabilisierten die Säure- und pH-Wert der mittelfrühen und späten Sorten dann nachhaltig.

Der Lesebeginn der frühen Sorten startete im Anbaugebiet Ende August und damit erneut deutlich früher als sonst üblich. Bedingt durch die trockenen Witterungsverhältnisse während der Hauptwachstumsphase war die Reifeentwicklung der Beeren an den Trauben teilweise sehr unterschiedlich. Das erschwerte oft die Entscheidung, den optimalen Lesezeitpunkt zu finden. Um gleiche Reifegrade mit hohen Qualitäten zu erhalten, waren daher oft selektive Erntegänge erforderlich. Die ab Ende August einsetzenden stärkeren Niederschläge sorgten für eine deutliche Entspannung der trocken gestressten Rebanlagen. Die weiter anhaltenden Niederschläge im September bewirkten bei den später reifenden Sorten die Ausbildung von sehr kompakten Trauben, in denen sich im späteren Verlauf insbesondere bei der Sorte „Riesling“ größere Fäulnisnester entwickelten.

Bis auf wenige noch sehr gesunde Anlagen, die für eine Trockenbeerenauslese oder für eine mögliche Eisweinlese vorgesehen sind, war in den meisten Betrieben Anfang Oktober die Lese weitestgehend abgeschlossen.

Dank der reichlichen Niederschläge von Ende August und im September konnte die anfangs gering geschätzte Erntemenge nach oben korrigiert werden und wird sich nach derzeitiger Schätzung mit ca. 23.000 hl bis 24.000 hl im Durchschnitt der letzten Jahre bewegen.

Abgesehen von extremen Trockenstandorten, an denen keine Ertragsreduzierung vorgenommen wurde und keine Bewässerungsmöglichkeit bestand, wird die Qualität des Weinjahrgangs von 2022 als gut eingeschätzt.

Auswirkungen auf den Gartenbau

Nach den außergewöhnlichen Vegetationsjahren 2018, 2019 und 2020 mit erheblicher Trockenheit und massiven Ernteaussfällen in allen Bereichen des sächsischen Produktionsgartenbaus, kann das Anbaujahr 2022 als erneut zu heiß und zu trocken eingeordnet werden.

Im Obstbau verzeichnen wir seit 30 Jahren (Messung an der Versuchsstation Dresden -Pillnitz) aufgrund der kontinuierlich steigenden Durchschnittstemperaturen einen immer früheren Beginn der Apfelblüte. Diesem Trend folgend lag der Blühbeginn im Jahr 2022 am 25.04. Trotz der relativ frühen Blüte traten keine Schäden durch Spätfröste auf. Die ausbleibenden Niederschläge von Mai bis Juli führten auf fast allen Standorten zu Trockenschäden, weshalb die Früchte in ihrer Entwicklung zurückblieben. Der einsetzende Regen im August hatte auf die früh reifenden Sorten und Fruchtarten keinen Einfluss mehr. Nur späte Sorten, die Ende September oder im Oktober reiften, profitierten davon. Durch den plötzlichen Wachstumsschub brachen bei Äpfeln einige Früchte auf. Kirschen hingegen, die vor der Regenzeit geerntet wurden, hatten ein kleineres Kaliber, litten aber nicht unter dem Aufplatzen der Früchte.

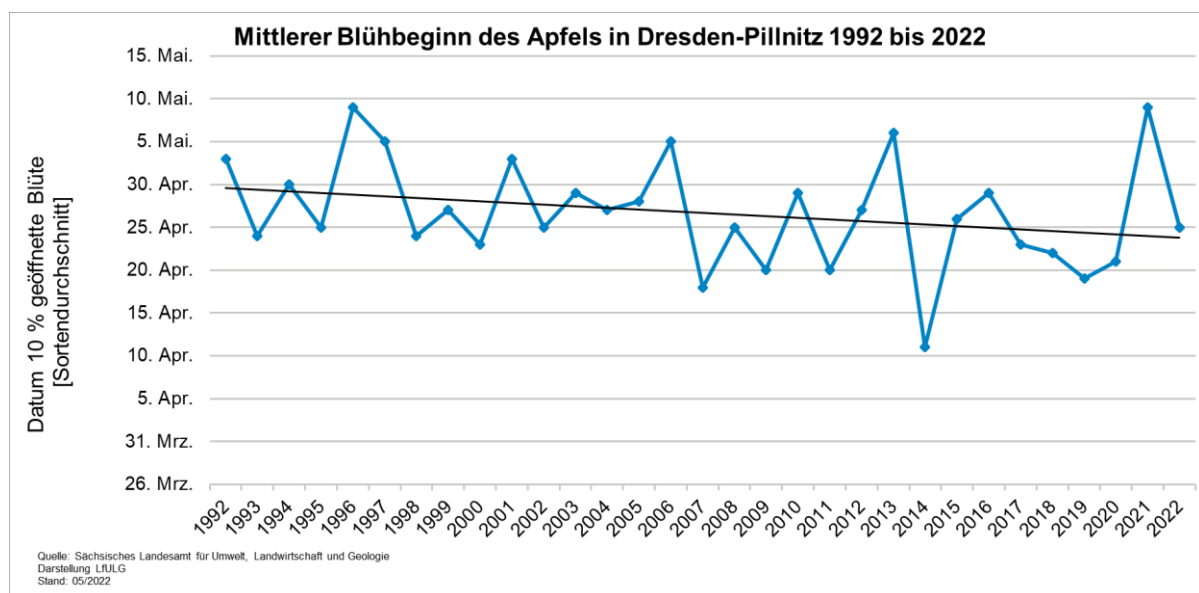


Abbildung 34: Mittlerer Blühbeginn des Apfels in Pillnitz von 1992 bis 2022

Kernobst sowie Stein- und Beerenobst erlitten erhebliche Verluste durch Sonnenbrand, die 10 bis 20 % betragen konnten. Strauchbeeren verkochten teilweise am Strauch. Im geschützten Anbau waren die Folgen weit weniger ausgeprägt, aber auch teilweise sichtbar.

Nach der kurzen Erholungsphase der sächsischen Gemüseproduktion im Jahr 2021 von den Dürrejahre 2018 bis 2020 kam es im Jahr 2022 bei den beiden Hauptkulturen Bohne und Zwiebel wieder zu deutlichen Ertragseinbußen.

Bei den Bohnen, die in verschiedenen Sätzen gepflanzt werden, war die Situation differenziert. Sehr feine Bohnen, die etwas früher gepflanzt werden und damit zur Blütezeit noch moderateren Temperaturen ausgesetzt waren, verzeichneten zwar auch Ertragseinbußen von 60 % und mehr, diese waren aber bei den mittelfeinen und feinen Bohnen deutlich höher, bis hin zum Totalausfall. Aufgrund der Häufigkeit von Tagen mit über 30 °C im Juni warfen die Bohnen trotz Bewässerung einen Großteil der Hülsen ab und bildeten weniger und kleinere Körner.

Zwiebeln werden in Sachsen größtenteils ohne Bewässerung angebaut, so dass die fehlenden Niederschläge nicht kompensiert werden konnten. Außerdem verbrannte aufgrund der hohen Strahlungsintensität und der hohen Temperaturen das Laub der Zwiebeln, was die Photosyntheseleistung deutlich reduzierte. Infolgedessen hatten die Zwiebeln viel zu kleine Kaliber, was den Ertrag pro Flächeneinheit erheblich reduzierte und die Vermarktung erschwerte. Hinzu kam der Sonnenbrand, der sich zusätzlich negativ auf die Qualität auswirkte.

Erbsen blieben von übermäßigen Ausfällen aufgrund der Winterfeuchtigkeit und des frühen Vegetationsendes weitgehend verschont.

7. Auswirkungen der Witterung auf die Luftqualität

Die Luftqualität wird stark von der Witterung beeinflusst. Sowohl der Ausstoß von Luftschadstoffen, zum Beispiel durch verstärktes Heizen bei niedrigen Temperaturen, als auch deren Ausbreitung in der Atmosphäre sind unmittelbar mit dem Witterungsverlauf verbunden. Die durch den Klimawandel bedingten Änderungen der Witterung haben sowohl positive als auch negative Folgen für die Luftqualität:

In milden Winter wird weniger Energie für Gebäudeheizungen benötigt. Kraftfahrzeugmotoren erreichen schneller die optimale Betriebstemperatur. Deshalb werden weniger Luftschadstoffe aus Schornsteinen und Auspuffanlagen ausgestoßen. Inversionswetterlagen, die ungünstige Ausbreitungsbedingungen für Luftschadstoffe darstellen, sind in milden Wintern seltener.

Dagegen führen überdurchschnittlich hohe Temperaturen verbunden mit erhöhter Sonneneinstrahlung im Sommerhalbjahr zu steigenden Ozonkonzentrationen.

Auch längere Trockenperioden haben einen negativen Einfluss auf die Luftqualität. Sie verstärken verbunden mit höheren Windgeschwindigkeiten Abwehungen und Aufwirbelungen zum Beispiel von landwirtschaftlichen Nutzflächen und führen damit zu erhöhten Feinstaubbelastungen. In Gebieten mit schwermetallbelasteten Böden (z. B. Freiberg) kann die Aufwirbelung von Bodensubstrat infolge landwirtschaftlicher Tätigkeit zur Überschreitung der Immissionswerte für Schwermetalle (v. a. Blei und Arsen) nach TA Luft führen. Diese Problematik wird im Zuge des Klimawandels potentiell verschärft, da aufgrund abnehmender Niederschlagssummen zwischen April und Juni das Trockenheitsrisiko und dadurch die Anfälligkeit der Böden gegenüber Winderosion steigt.

Der milde Winter 2021/2022 wirkte sich positiv auf die Luftschadstoffkonzentrationen aus. Der heiße Sommer verbunden mit einer überdurchschnittlichen Sonnenscheindauer beeinflusste die Luftschadstoffbelastung im Vergleich zu 2021 hingegen eher nachteilig, insbesondere die Feinstaub(PM₁₀)- und Ozonkonzentrationen.

Auswirkung auf die PM₁₀-Konzentrationen

Die PM₁₀ -Jahresmittelwerte 2022 sind auf dem Niveau des Vorjahres und liegen weit unter dem Jahreshgrenzwert von 40 µg/m³. Seit über 20 Jahren gibt es einen deutlichen Trend zu geringeren Konzentrationen. Ursachen sind u.a. die Wirkungen von Maßnahmen zur Verringerung von Schadstoffemissionen auch über die Landesgrenze hinaus. Begünstigt wird der Trend durch die seit 2013/14 zu warmen Winter und die rückgängigen Ostwetterlagen in der kalten Jahreszeit, die oftmals vorbelastete Luftmassen nach Sachsen transportierten.

Der PM₁₀-Tagesgrenzwert von 50 Mikrogramm pro Kubikmeter Luft (bei 35 zulässigen Überschreitungen je Station im Jahr) wird seit 2015 sachsenweit eingehalten. Überschreitungen des Tagesgrenzwertes können lokale Ursachen haben, wie zum Beispiel Bautätigkeit und landwirtschaftliche Bodenbearbeitung. Inversionswetterlagen oder Ferntransport von Schadstoffen führen zu einem überregionalen Konzentrationsanstieg. 2022 gab es in Sachsen insgesamt 28 Einzelüberschreitungen¹⁰, im Vorjahr 47 (hier zum großen Teil auf Grund von Saharastaub).

Von diesen PM₁₀-Einzelüberschreitungen traten 12 im Monat März auf. Verantwortlich dafür war eine ausgeprägte Hochdruckwetterlage mit einer überdurchschnittlichen Anzahl von Sonnenstunden (+107 h) und überwiegend schwachen Winden aus östlicher Richtung. Hinzu kam ein deutliches Niederschlagsdefizit von 63 %.

Die Waldbrände in Sachsen und Brandenburg führten im Sommer teilweise zu einem Anstieg der PM₁₀- und der Rußkonzentrationen. Abbildung 35 zeigt den Tagesverlauf der PM₁₀- und der Rußkonzentration am 25. Juli 2022 an der Luftgütemessstation Dresden-Winckelmannstraße. An diesem Tag waren die Auswirkungen der Waldbrände in der Sächsischen Schweiz deutlich im 30 km entfernten Dresden zu spüren. Zu einer Überschreitung des Tagesgrenzwertes infolge der Waldbrände kam es am 26. Juli an der Messstation Dresden-Nord.

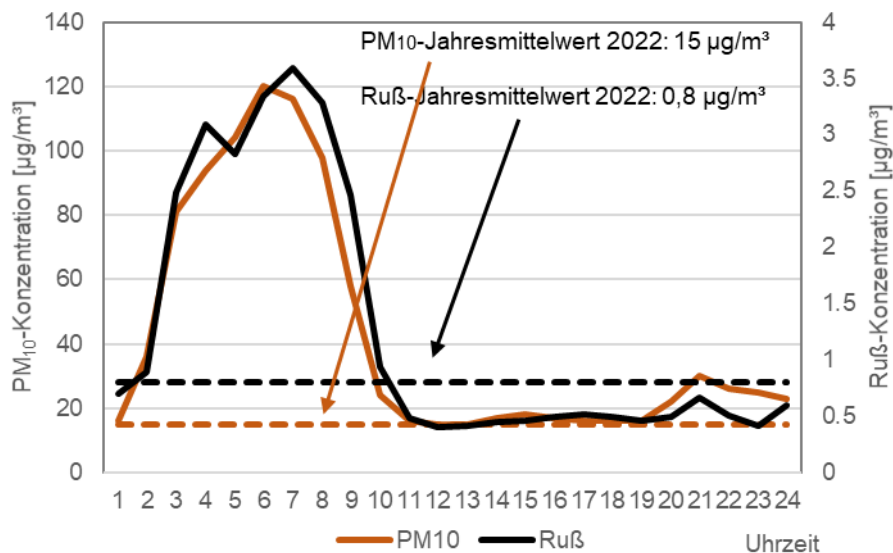


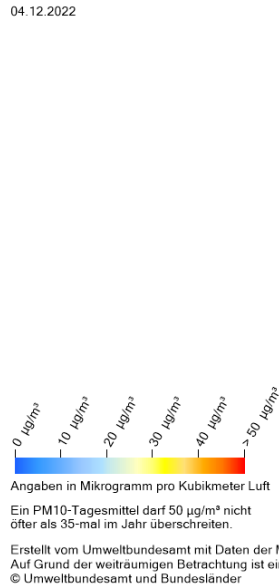
Abbildung 35: Auswirkung der Waldbrände in der Sächsischen Schweiz auf die Ruß- und PM₁₀-Konzentrationen an der Station Dresden-Winckelmannstraße am 25. Juli 2022 im Vergleich zu den Jahresmittelwerten 2022

¹⁰ Einzelüberschreitungen: Summe der Überschreitungen des PM₁₀-Tagesgrenzwertes im Jahr 2022 (Grundlage alle 23 Stationen, an denen Feinstaub PM₁₀-gemessen wird)

In zwei Fällen verursachte landwirtschaftliche Bodenbearbeitung, verbunden mit langanhaltender Trockenheit, Staubaufwirbelungen, die zu Überschreitungen des Tagesgrenzwertes führten (04.08.2022 Liebschützberg, 11.08.2022 Radebeul-Wahnsdorf). Das letzte Mal kam es im ebenfalls sehr trockenen Sommer 2018 zu Überschreitungen des PM₁₀-Tagesgrenzwertes infolge von Feldarbeiten.

Die höchste Anzahl von Einzelüberschreitungen des PM₁₀-Tagesgrenzwertes in Sachsen gab es am 4.12.2022. Betroffen waren fünf Stationen. Aus der Deutschlandkarte des Umweltbundesamtes in Abbildung 36 links ist zu entnehmen, dass ganz Ostdeutschland von den erhöhten PM₁₀-Konzentrationen betroffen war. Die Rückwärtstrajektorien in Abbildung 36 rechts zeigen den Weg der belasteten Luftmassen aus Südost in den vorhergehenden 72 h. Von einer PM₁₀-Episode spricht man aber erst, wenn mindestens ¼ aller Messstationen an drei aufeinanderfolgenden Tagen den PM₁₀-Tagesgrenzwert überschritten haben. Solch eine Episode gab es das letzte Mal 2018 in Sachsen.

Tagesmittel der Feinstaubkonzentration (PM10)
04.12.2022



NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1000 UTC 04 Dec 22
GDAS Meteorological Data

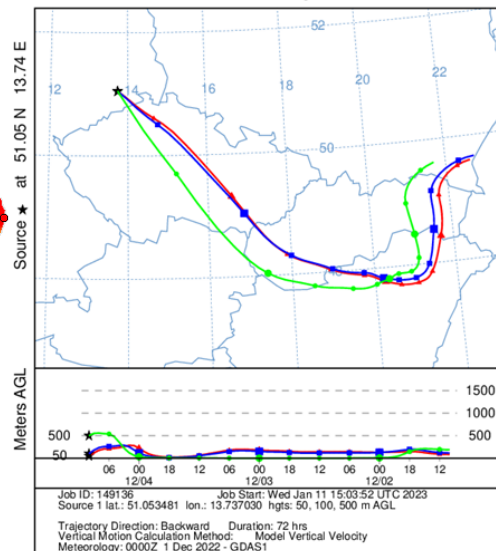


Abbildung 36: links: Deutschlandkarte mit Tagesmittelwerten der PM₁₀-Feinstaubkonzentrationen; (Quelle: Umweltbundesamt), rechts: 72-h-Rücktrajektorien Standort Dresden (Quelle: https://www.ready.noaa.gov/HYSPLIT_traj.php) am 04.12.2022

Längere Episoden ohne Niederschlag haben ebenfalls einen deutlichen Einfluss auf die PM₁₀-Konzentrationen. Ergiebige Niederschläge führen zu einer Auswaschung des Feinstaubs aus der Atmosphäre, trockene Tage zu einer Anreicherung. Im Frühjahr und Sommer 2022 kam es zu ausgeprägten Trockenheitsepisoden. Der sich daraus ergebende Einfluss auf die PM₁₀-Konzentrationen zeigte sich in diesem Jahr insbesondere beim Vergleich höherer Stundenmesswerte (>50 µg/m³) in den Jahreszeiten mit 2021 (Abbildung 37).

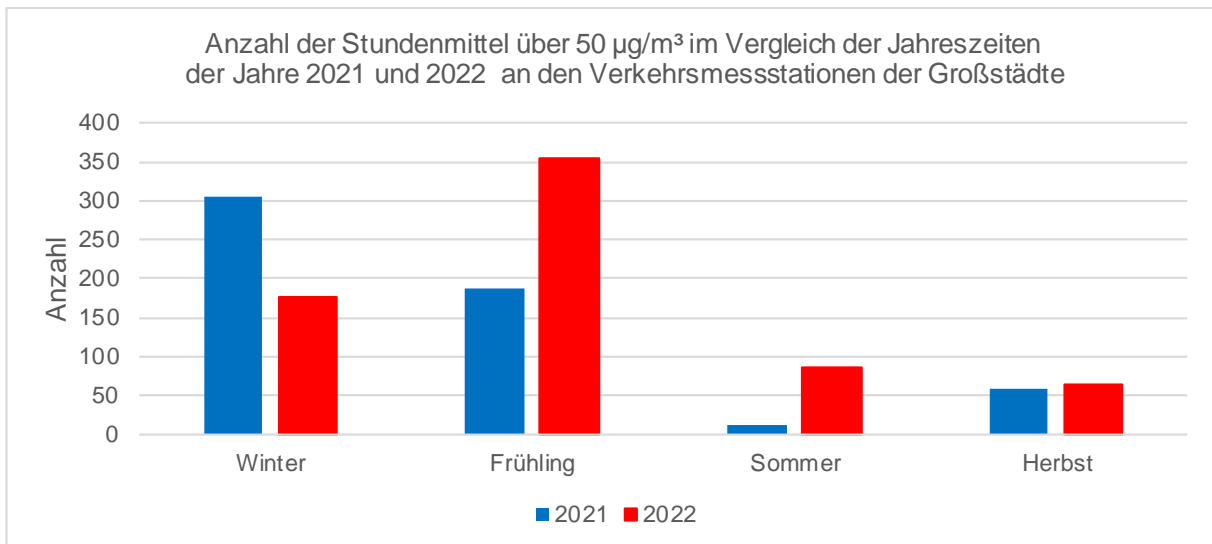


Abbildung 37: Vergleich der Stundenmittelwerte der PM₁₀ Konzentrationen >50 µg/m³ an den Verkehrsmessstationen der Großstädte 2021 und 2022

In durchschnittlichen Jahren ist die höchste Anzahl von höheren Stundenmesswerten im Winter zu erwarten, wie es auch 2021 zu sehen ist. Im Sommer (Juni-August) gibt es solche hohen Werte aufgrund der vorherrschenden Thermik eher selten und wenn haben sie meist lokale (z. B. Feldbearbeitung), regionale (z. B. Waldbrände) oder spezifische meteorologische (z. B. Saharastaub) Ursachen. Die im Vergleich zu 2021 rund 8-mal so hohe Anzahl höherer PM₁₀-Konzentrationen lässt sich nicht nur mit den aufgezählten Ursachen erklären und ist hauptsächlich auf die langanhaltenden Trockenheitsepisoden und die damit verbundene stärkere Aufwirbelung in Kombination mit fehlender Auswaschung des Feinstaubes zurückzuführen. Chemnitz und Leipzig waren von den Waldbränden gar nicht und Dresden nur kurzzeitig betroffen. Saharastaub spielte im Sommer 2022 in Sachsen keine Rolle. Die Feldbearbeitung hat auf die PM₁₀-Konzentrationen in Großstädten auch nur einen geringen Einfluss. Die noch viel häufiger gemessenen Stunden höherer PM₁₀-Konzentrationen im Frühjahr sind teilweise auch auf die Trockenheitsepisoden zurückzuführen. Jedoch sind in dieser Zeit Emissionen aus Festbrennstoffheizungen ebenfalls eine wichtige Ursache, die vom Einfluss der Trockenheit nicht so einfach zu trennen sind.

Abbildung 38 zeigt, dass diese ungewöhnliche Situation im Sommer 2022, außer an den Bergstationen, auch an allen anderen Messstationstypen zu sehen ist.

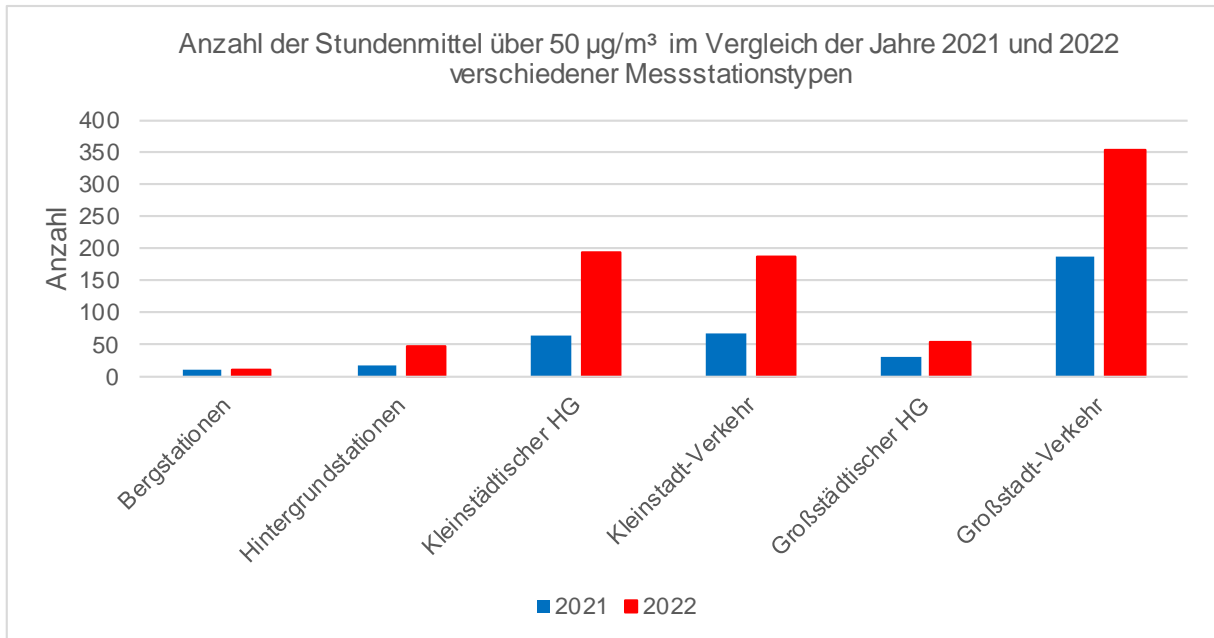


Abbildung 38: Vergleich der Stundenmittelwerte der PM₁₀ Konzentrationen >50 µg/m³ an den verschiedenen Messstationstypen im Sommer 2021 und 2022 (HG=Hintergrund)

Auswirkung auf Stickoxid-Konzentrationen

Seit über 20 Jahren gibt es einen deutlichen Trend zu geringeren Konzentrationen in allen drei Beurteilungskategorien – ländlicher und städtischer Hintergrund sowie in verkehrsnahen Bereichen (Abbildung 39). Ursachen sind u.a. die Wirkungen der Maßnahmen in den Luftreinhalteplänen. Als ebenfalls hauptsächlich verbrennungsbedingter Luftschadstoff reduzieren milde Winter die Konzentrationen der Stickoxide. Eine gute Durchlüftung mit erhöhten Windgeschwindigkeiten führt ebenfalls zu niedrigeren Konzentrationen. Im Gegensatz zu Feinstaub spielt aber hier Ferneintrag eine untergeordnete Rolle.

Die Jahresmittelwerte der Stickstoffdioxidkonzentrationen 2022 sind mit denen des Vorjahres vergleichbar. Nur punktuell an hochbelasteten verkehrsnahen Stationen reduzierten sich die Konzentrationen deutlicher. Hier sind die Ursachen aber nicht in der Meteorologie zu suchen,

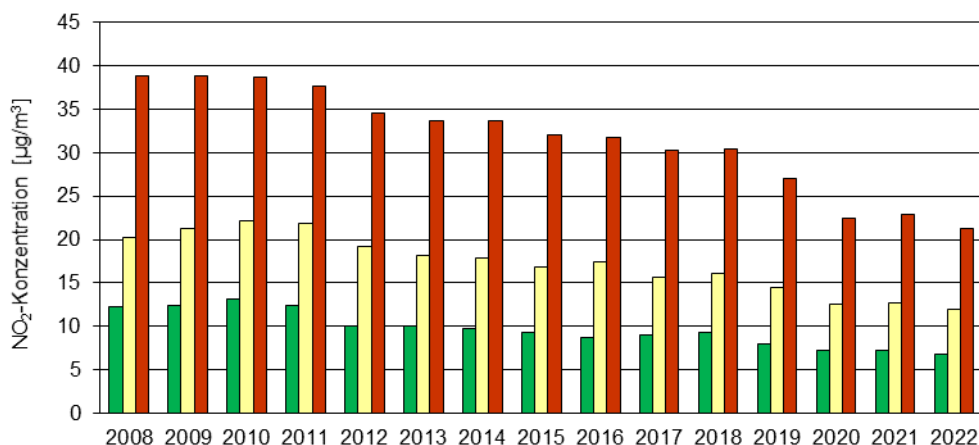


Abbildung 39: Gebietsbezogene Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentrationen von 2008 bis 2022

sondern in den verschiedenen Maßnahmen zur Emissionsreduzierung, insbesondere im Verkehrsbereich.

Auswirkung auf die Ozonkonzentrationen

Hohe Ozonkonzentrationen entstehen bei länger anhaltenden Hochdruckwetterlagen mit Temperaturen über 30 °C und intensiver Sonneneinstrahlung durch chemische Reaktionen aus den Vorläufersubstanzen Stickstoffdioxid und flüchtigen Kohlenwasserstoffverbindungen. Der Klimawandel begünstigt die Ozonbildung.

Der Sommer 2022 war gegenüber der Klimareferenzperiode 1961-1990 fast 3 K zu warm, es gab in Sachsen 16 heiße Tage – mehr als das 3-fache gegenüber dem Referenzwert. Die Sonnenscheindauer lag ebenfalls deutlich über den Bezugswert. Es gab ein Niederschlagsdefizit im Sommerhalbjahr von -33 %.

- Der Schwellenwert zur Information der Öffentlichkeit über kurzfristige akute Ozonbelastungen (180 µg/m³ als Stundenmittelwert) wurde 2022 an einem Tag, am 19. Juli, an der Station Zinnwald 3 h überschritten.
- Der gesetzliche Ozon-Zielwert zum Schutz der Gesundheit (vgl. 39. BImSchV) wurde 2022 eingehalten. Grund ist die gesetzlich vorgeschriebene Mittelung über drei Jahre, um meteorologische Schwankungen auszugleichen.
- Der gesetzliche Ozon-Zielwert zum Schutz der Vegetation (5-Jahresmittelwert, vgl. 39. BImSchV) wurde 2022 an zwei Station auf dem Erzgebirgskamm überschritten.

Die lange Ozon-Messreihe von der Luftgütemessstation in Radebeul-Wahnsdorf zeigt ab Anfang der 70er Jahre bis Ende der 90er Jahre einen deutlichen Anstieg der Ozonkonzentrationen im Jahresmittel (ca. 1 µg/m³ pro Jahr). Danach schwankt das hohe Niveau im Wesentlichen nur witterungsbedingt (Abbildung 40 links). Der Jahresverlauf der Ozonkonzentration an der Station Radebeul-Wahnsdorf seit 1974 (Abbildung 40 rechts) verdeutlicht, dass der Konzentrationsanstieg seit Mitte der 70er Jahre gleichmäßig über das Jahr verteilt ist.

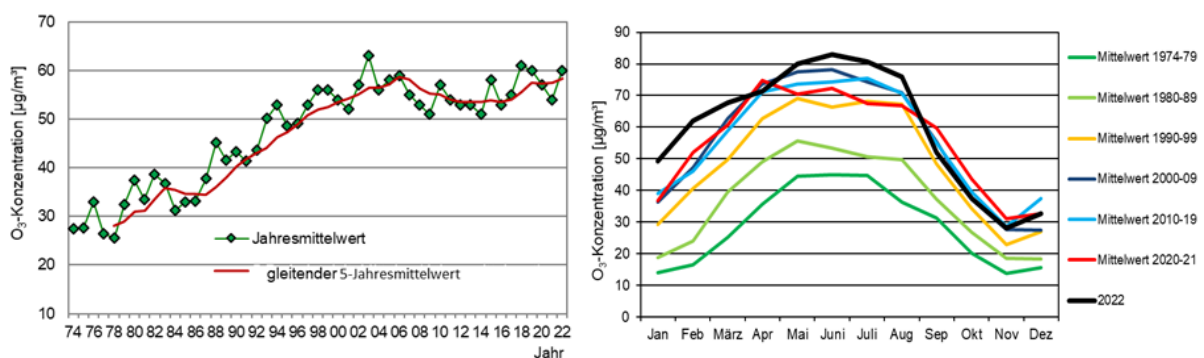


Abbildung 40: links: Jahressgang der Ozonkonzentration in Radebeul-Wahnsdorf; rechts: Entwicklung der Ozonkonzentration an der Station Radebeul-Wahnsdorf seit 1974

In der Tabelle 4 werden die meteorologischen Bedingungen und Ozonparameter der Jahre 2018, 2021 und 2022 verglichen. Mit einem Temperaturplus von 3 K, einem Sonnenscheinüberschuss von 27 % und einem Niederschlagsdefizit von -54 % war 2018 ein Sommer der Extreme. Der Sommer 2022 wich ebenfalls deutlich von den Referenzwerten ab. Im Gegensatz dazu war der verregnete Sommer 2021 kühler mit deutlich weniger Sonnenscheinstunden. Diese meteorologischen Bedingungen spiegeln sich in den Ozonparametern wieder.

Tabelle 4: Vergleich der meteorologischen Bedingungen der Jahre 2018, 2021 und 2022 in Bezug auf die Referenzwerte 1961-1990 und die Auswirkungen auf Ozonparameter

	2018	2021	2022
Meteorologische Bedingungen im Sommer			
Temperatur	+3 K	+1,6 K	+2,7 K
Niederschlag	-54 %	+51 %	-33 %
Sonnenstunden	+27 %	+2 %	+29 %
Spezifische Ozonparameter			
Anzahl der Überschreitungsstunden der Informationsschwelle ¹¹	20	1	3
Anzahl der Stationen mit Überschreitungen des Zielwertes für die menschliche Gesundheit	13 von 16 Stationen	0	3
Anzahl der Stationen mit Überschreitungen des Zielwertes für die Vegetation	9 (alle Stationen)	0	5
Jahresmittelwert (Mittelwert aller Stationen)	60,3 µg/m ³	54,2 µg/m ³	58,0 µg/m ³

2018 waren die Ozonwerte in allen Kategorien am höchsten, 2021 am niedrigsten. Obwohl die meteorologischen Bedingungen von 2022 bis auf die Niederschlagsmengen denen von 2018 glichen, waren die Ozonparameter deutlich moderater, insbesondere bei der Überschreitung der Informationsschwelle und des Zielwertes für die menschliche Gesundheit. Die Ursachen hierfür müssen näher untersucht werden. Eine Ursache kann die allmähliche Abnahme der Vorläuferstoffe zur Ozonbildung sein. Auch sich ändernde Windverhältnisse, die eine bessere Durchmischung der Luftschadstoffe zur Folge hätten, können eine Rolle spielen. Ein Anhaltspunkt wäre die seit einigen Jahren beobachtete Änderung der Häufigkeitsverteilung der Ozonkonzentrationen. Es wird eine Abnahme sehr hoher und sehr niedriger

¹¹ Betrachtung der Einzeljahre ohne gesetzliche Mittelung, Grundlage alle aktiven Ozonmessstationen von 2018 bis 2022 in Sachsen.

Konzentrationen zugunsten von mittleren Werten beobachtet. Untersuchungen zeigen, dass auch die Luft- und Bodenfeuchte die Ozonkonzentration beeinflusst. Trockenheit kann zu höheren Ozonbelastungen führen.

Klima-Projektionen für die Zukunft lassen keine Entspannung bei der Ozonproblematik erwarten. Die meteorologischen und sonstigen Bedingungen für Ozonbildung und -abbau sind äußerst komplex, es gibt noch erheblichen Forschungsbedarf. Auch ein Forschungsprojekt des LfULG beschäftigte sich von 2020 bis 2022 intensiv mit diesem Thema. Der Abschlussbericht erscheint in Kürze auf den Internetseiten des LfULG unter: [Ozonbelastung in Sachsen - Luft - sachsen.de](https://www.luft.sachsen.de/ozonbelastung-in-sachsen-23411.html)¹².

¹² <https://www.luft.sachsen.de/ozonbelastung-in-sachsen-23411.html>