

Auswertung der Trockenperiode 2014 – 2020 und die Auswirkung auf die Umwelt

Dipl.–Hydr. Petra Walther LfULG, Referat Landeshochwasserzentrum, Gewässerkunde



Bilder © LfULG

1. Meteorologie 2014-2020 in Sachsen (LfULG Abteilung 5)

- Synoptik, Meteorologie und Schneewasservorräte
- Klimatologische Auswertung und Einordnung
- Vergleich zu Witterungskonstellationen historischer Niedrigwasserperioden

2. Hydrologische Situation 2014-2020 in Sachsen (LfULG Abteilung 4, LTV und BfUL)

- Auswertung der Durchflussdaten an den Pegeln und Beschreibung der Abflusssituation
- Die Niedrigwassersituation an den sächsischen Stauanlagen (Menge und Beschaffenheit)
- Beschaffenheit in den Fließgewässern
- Boden und Grundwasser

3. Auswirkungen der Trockenheit in Sachsen (LfULG Abteilung 4, 5, 7 und SBS)

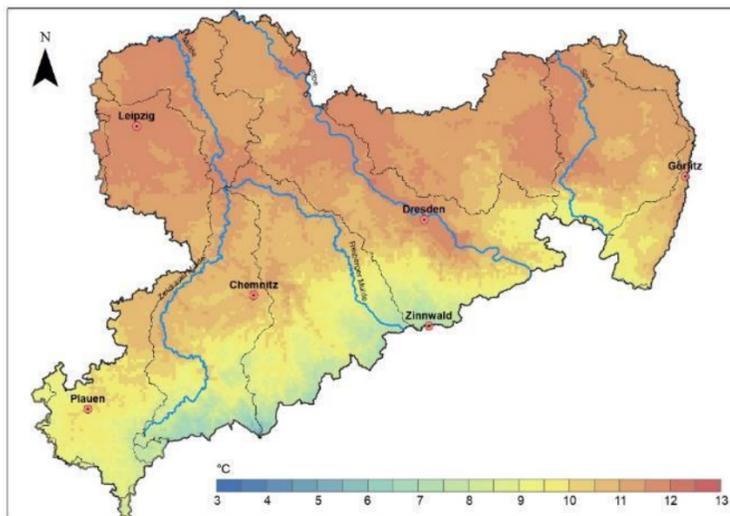
- Wasserwirtschaft, Landwirtschaft, Luftqualität, Fischerei, Forst

Meteorologie

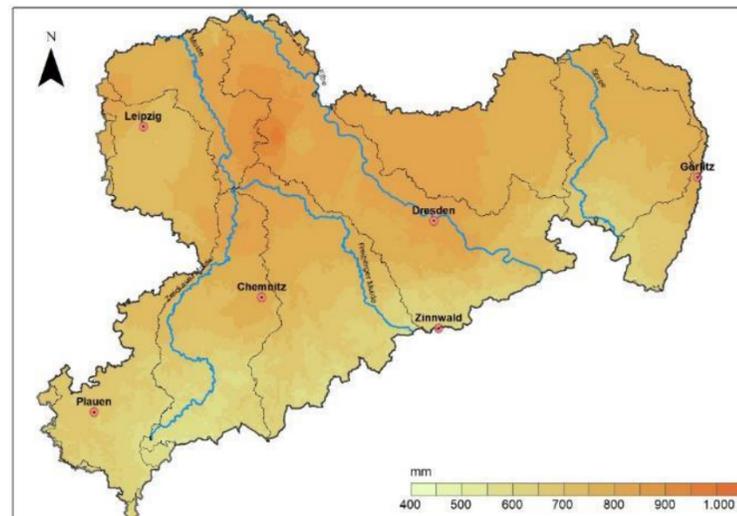
LfULG, Referat Fachzentrum Klima

Auswirkungen der Veränderung in Häufigkeit und Andauer von Großwetterlagen auf meteorologische Größen im Zeitraum 2014 – 2020

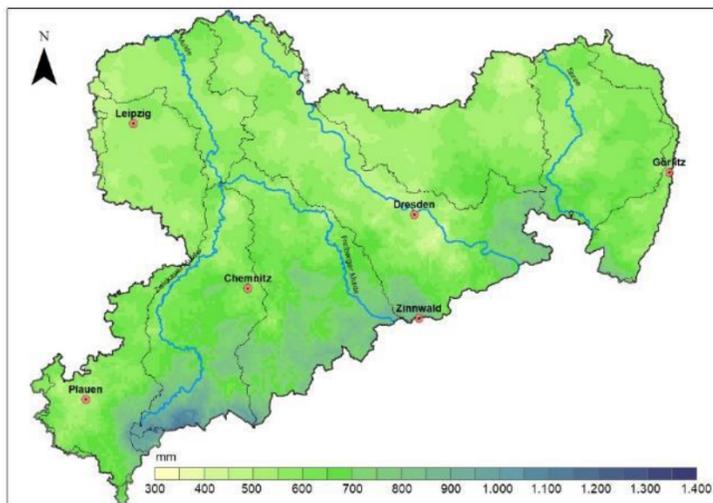
Datengrundlage: Sächsischer Klimareferenzdatensatz



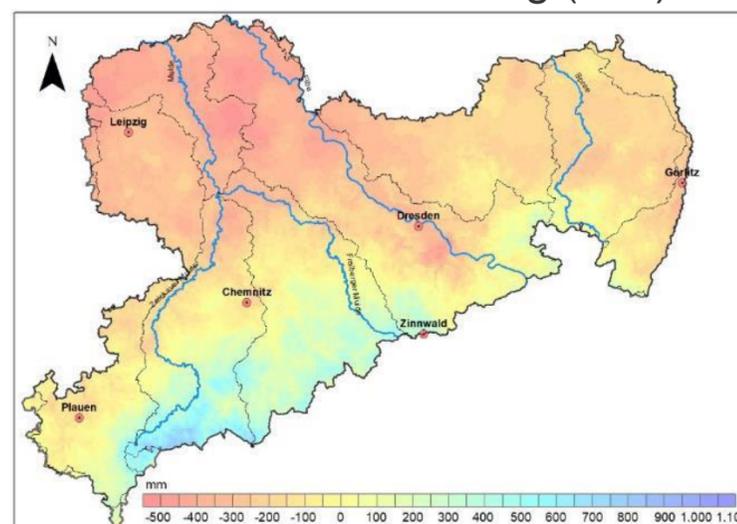
Temperatur (° C)



Gras-Referenzverdunstung (mm)



Niederschlag (mm)



Klimatische Wasserbilanz (mm)

Räumliche Verteilung für Temperatur, Niederschlag, Gras-Referenzverdunstung und klimatische Wasserbilanz (korrigierter Niederschlag minus Gras-Referenzverdunstung) gemittelt über 2014-2020, bezogen auf das Wasserhaushaltsjahr.

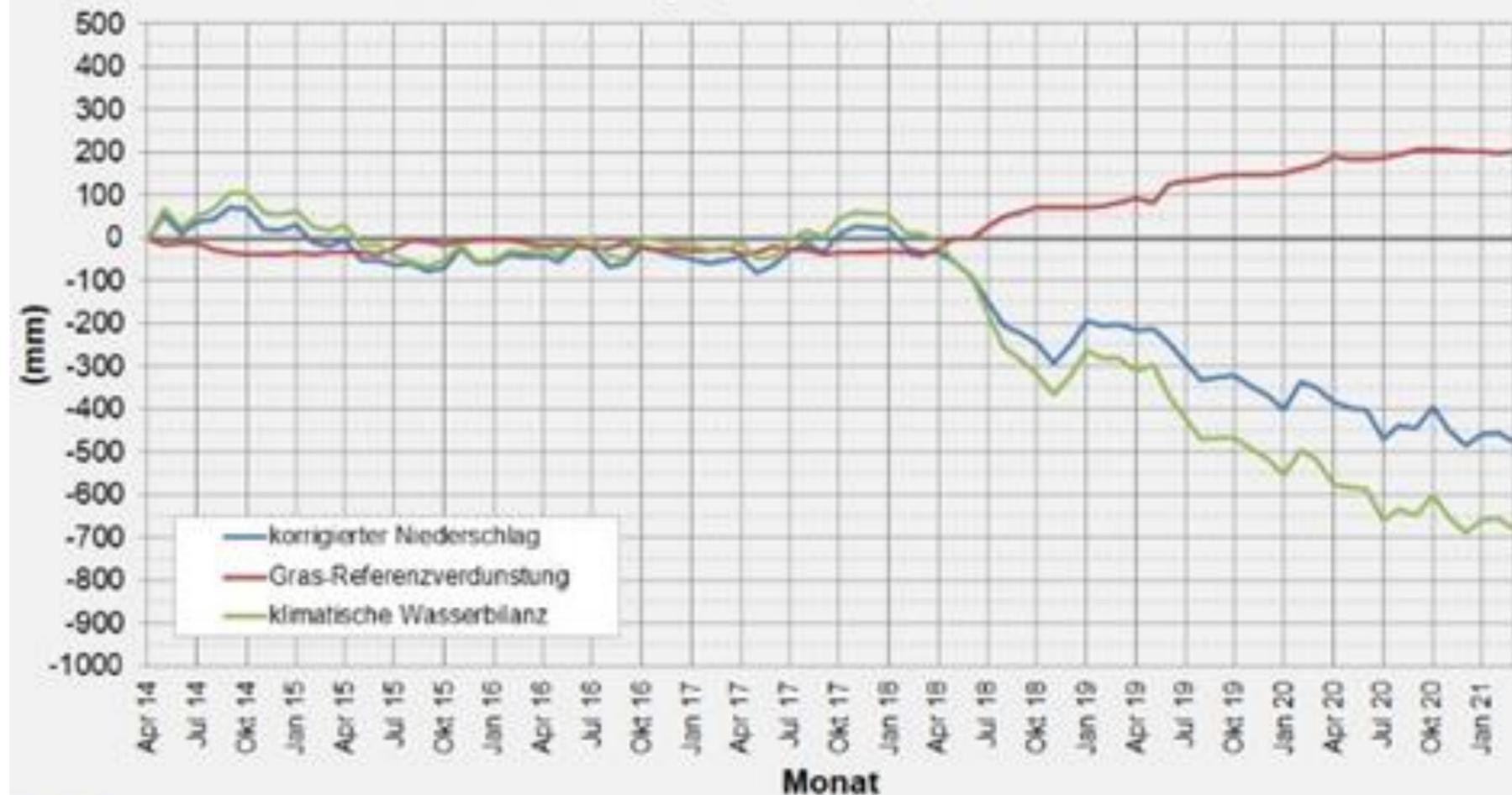
Zeitraum 2014 – 2020

- 0,78 K wärmer
- - 8 % niederschlagärmer
- Zunahme der Grasreferenzverdunstung um 4 %
- klimatische Wasserbilanz in weiten Teilen Sachsens (40 % der Landesfläche) negativ

bezogen auf die Referenzperiode 1991 – 2020.

Auswirkungen der Veränderung in Häufigkeit und Andauer von Großwetterlagen auf meteorologische Größen im Zeitraum 2014 – 2020

Niederschlag, Verdunstung, klimatische Wasserbilanz
April 2014 bis März 2021, Sachsen
kumulierte Abweichungen (vs. 1991-2020) der Flächenmittel

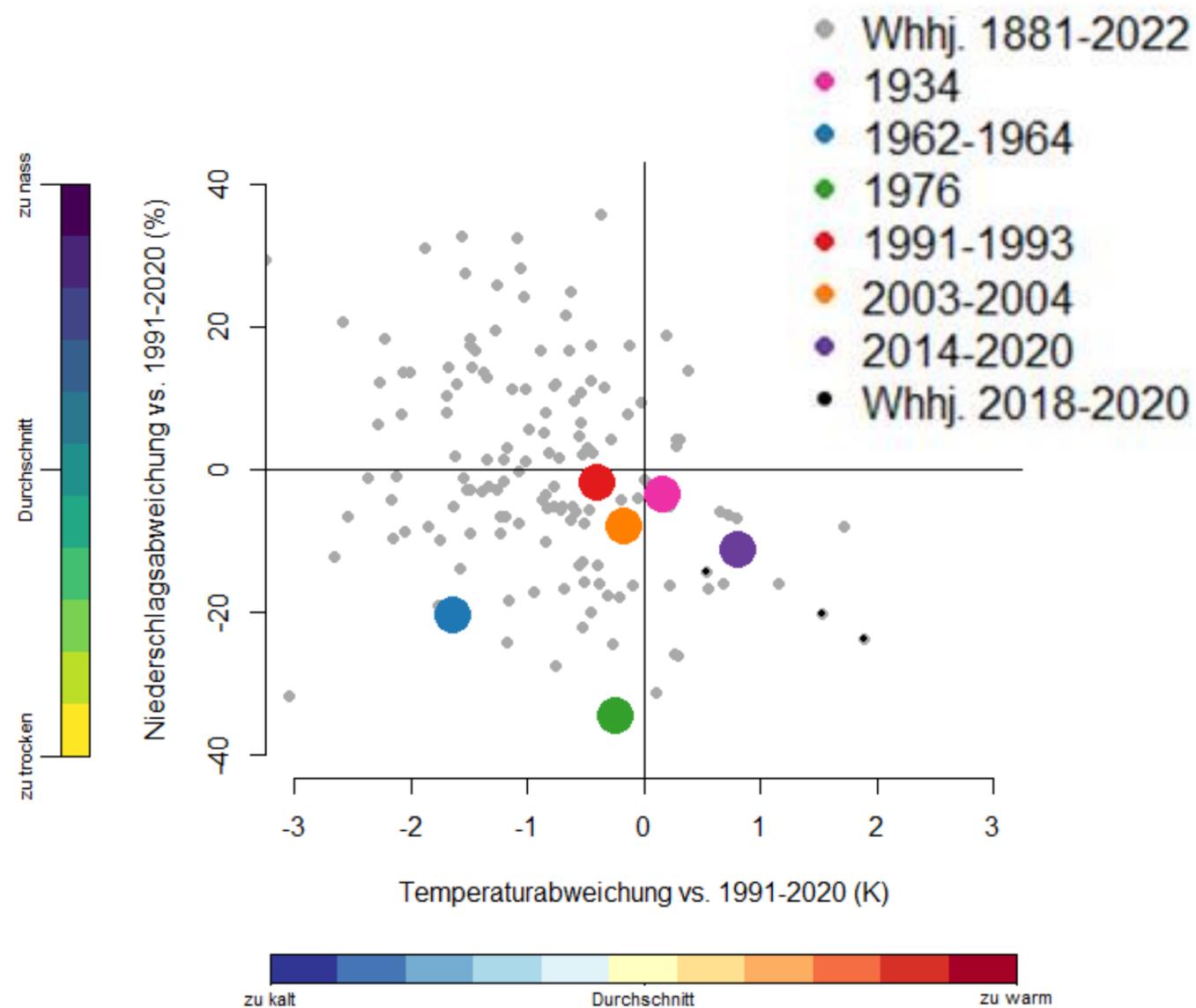


ReKIS LfULG (2023-06-23)

- Monatlich kumulierte Abweichungen von korrigiertem Niederschlag, Gras-Referenzverdunstung und klimatischer Wasserbilanz im Zeitraum April 2014 bis März 2021 in Sachsen
- Ab 2018 mehrere aufeinanderfolgende Jahre mit unterdurchschnittlicher klimatischer Wasserbilanz aufgrund des unterdurchschnittlichen Niederschlagsdargebotes und überdurchschnittlicher Verdunstung

Datengrundlage: Sächsischer Klimareferenzdatensatz

Vergleich zu Witterungskonstellationen historischer Niedrigwasser



- Alle Niedrigwasser sind durch ein unterschiedlich intensiv ausgeprägtes Niederschlagsdefizit charakterisiert
- Im Zeitraum 2014 bis 2020 ist das drittgrößte Niederschlagsdefizit aufgetreten
- Außer 1934 weisen alle Niedrigwasser eine negative Abweichung der Lufttemperatur zum Vergleichszeitraum 1991 bis 2020 auf
- Zeitraum 2014 bis 2020 liegt mit einer Temperaturabweichung von + 0,8 K deutlich im positiven Bereich
- Zeitraum 2014 bis 2020 übersteigt mit einer Andauer von 7 Jahren jene der vergangenen Niedrigwasserereignisse deutlich

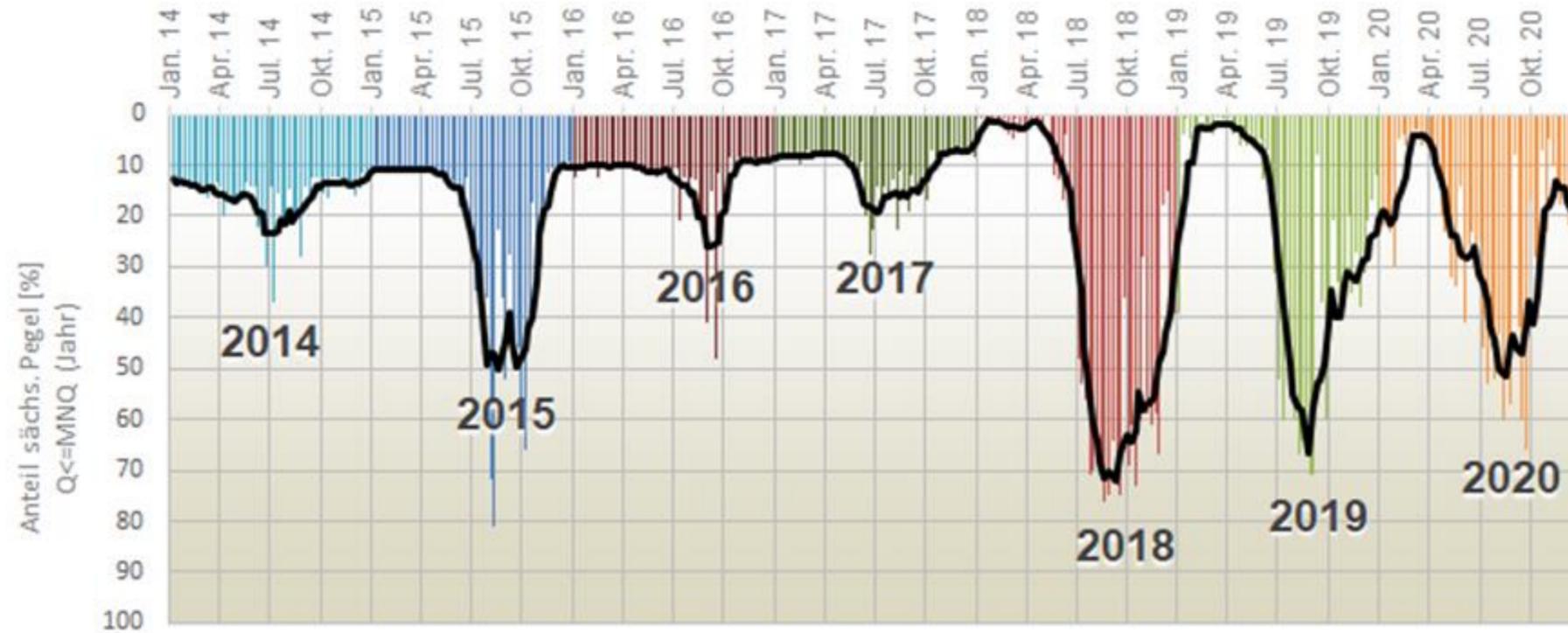
Thermopluviogramm historischer Niedrigwasserereignisse in Sachsen. Dargestellt sind Abweichungen der Lufttemperatur und der Niederschlagshöhe vom klimatologischen Mittel (i.e. Zeitraum 1991-2020), bezogen auf das Wasserhaushaltsjahr (WHJ). Datengrundlage: Flächenmittel des Deutschen Wetterdienstes.

- Großwettertypen mit wärmerer und trockenerer Witterung sind häufiger und über einen längeren Zeitraum
- Unterdurchschnittliches potenzielles Wasserdargebot
 - Bis 2018 hielten sich über- sowie unterdurchschnittliche Episoden des potenziellen Wasserdargebotes die Waage.
 - Ab 2018 hat sich durch mehrere aufeinanderfolgende Jahre eine unterdurchschnittliche klimatische Wasserbilanz mit einem großen Defizit aufgebaut.
 - Ursache: unterdurchschnittliches Niederschlagsdargebot, überdurchschnittliche Verdunstung
- Unterdurchschnittliche Schneerücklagen.
 - Ursache: überdurchschnittliche Temperaturen und weniger der unterdurchschnittliche Niederschlag
- Der Zeitraum 2014 bis 2020 unterscheidet sich, bezogen auf Temperatur- und Niederschlagsabweichungen von anderen historischen Niedrigwasserereignissen sowohl durch dessen positive Temperaturabweichung als auch durch dessen lange Andauer von sieben Jahren.

Hydrologie der Fließgewässer

LfULG, Referat Landeshochwasserzentrum Gewässerkunde

Niedrigwasser in Sachsen 2014 - 2020



Anteil der Sächsischen Pegel im Niedrigwasser (Durchfluss unterhalb MNQ) in den Jahren von 2014 bis 2020



Bild © LfULG Pegel Dresden 2018



Bild © LMBV Schwarze Elster

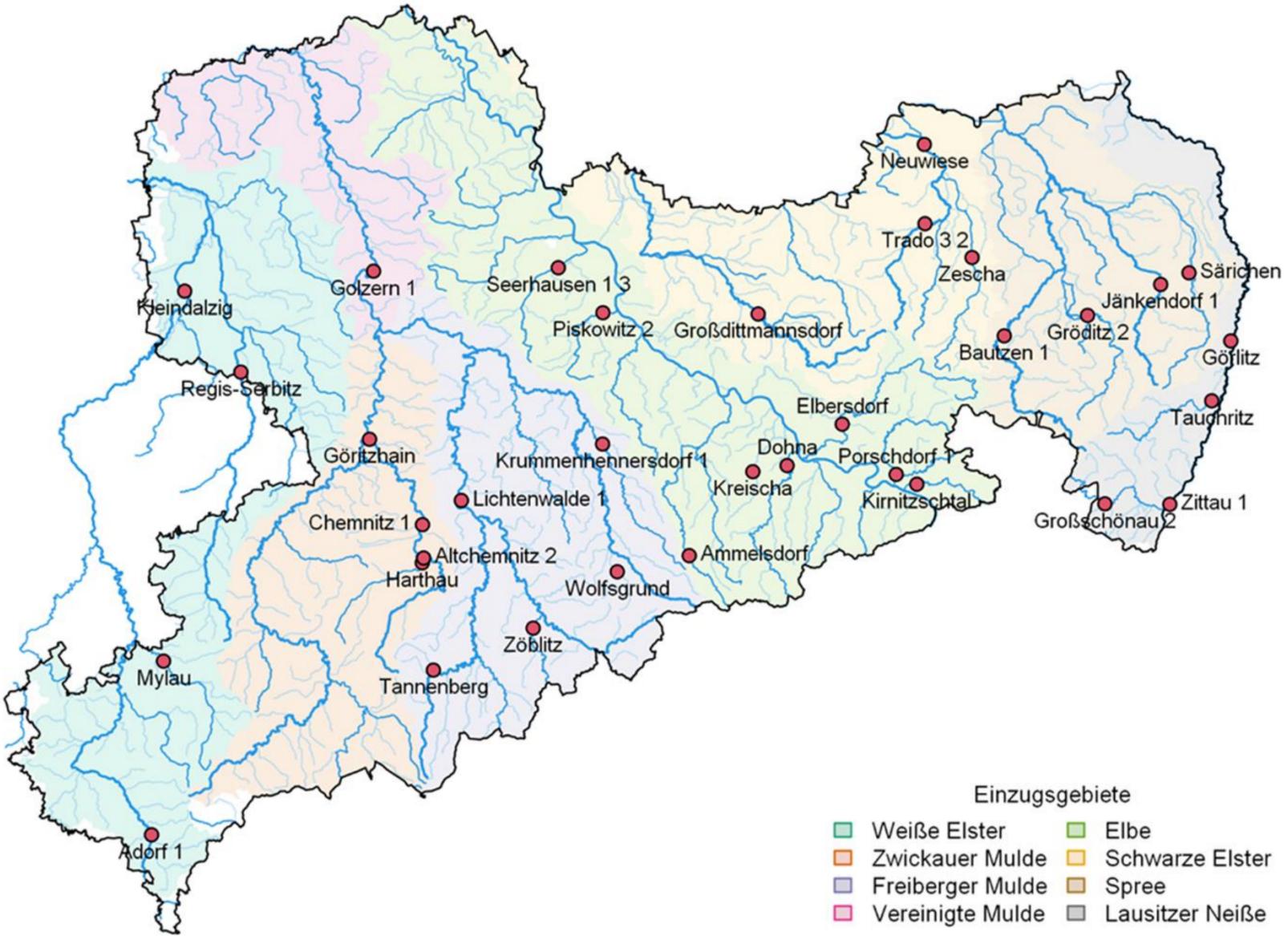


Bild © LfULG TS Lehmühle 2018



Bild © LfULG Děčín 2018

Hydrologische Beschreibung und Bewertung 2014 - 2020



- Quantitative Beschreibung und Bewertung des Niedrigwassers in Sachsen auf Grundlage hydrologischer Kenngrößen von 34 Pegeln
- Von den 34 Pegeln waren nur drei stärker anthropogen beeinflusst
- Statistische Einordnung der Niedrigwasserkenngrößen von 2014 – 2020 sowie ausgewählter historischer Ereignisse wie 1934, 1962, 1963, 1964 und 1976

■ Bewertung des Niedrigwassers in Sachsen auf Grundlage folgender hydrologischer Kenngrößen

Kennwert	Beschreibung
MQ [m³/s]	Arithmetisches Mittel der Durchflüsse in einer Zeitspanne
NQ [m³/s]	Niedrigster Tagesmittelwert der Durchflüsse in einer Zeitspanne
MNQ [m³/s]	Arithmetisches Mittel der niedrigsten Tagesmittelwerte der Durchflüsse gleichartiger Zeitabschnitte in einer (mehrjährigen) Zeitspanne
NNQ [m³/s]	Niedrigster bekannter Wert des Durchflusses
NMxQ [m³/s]	Niedrigstes arithmetisches Mittel von x aufeinanderfolgenden Tagesmittelwerten Durchflusses innerhalb eines Zeitabschnittes
maxD [d]	Längste Unterschreitungsdauer eines Schwellenwertes innerhalb eines Zeitabschnittes
SumD [d]	Summe aller Unterschreitungsdauern eines Schwellenwertes innerhalb eines Zeitabschnittes
maxV [mm]	Größtes Abflussdefizit zwischen einem Schwellenwert und der Abflussganglinie innerhalb eines Zeitabschnittes
SumV [mm]	Summe aller Abflussdefizite zwischen einem Schwellenwert und der Abflussganglinie innerhalb eines Zeitabschnittes

- Auswertung im Wasserhaushaltsjahr – 1. April bis 31. März, da extreme Niedrigwasserperioden oft über den Jahreswechsel des Abflussjahres und des Kalenderjahres hinwegreichen.

Niedrigwasserstatistik in der Trockenperiode 2014 bis 2020

(Firma IAWG Ottobrunn – Dr. Winfried Willems)

- Datenaufbereitung und –prüfung
- Serienbildung und –prüfung
 - Kenngrößen NM7Q, NM15Q und NM30Q
 - Unterschreitungsdauern und Abflussdefizite sumD, sumV, maxD, maxV (Schwellenwerte MNQ, Q90 und Q80)
- Wahrscheinlichkeitsanalyse
- Bewertung des Einflusses der Reihenlänge

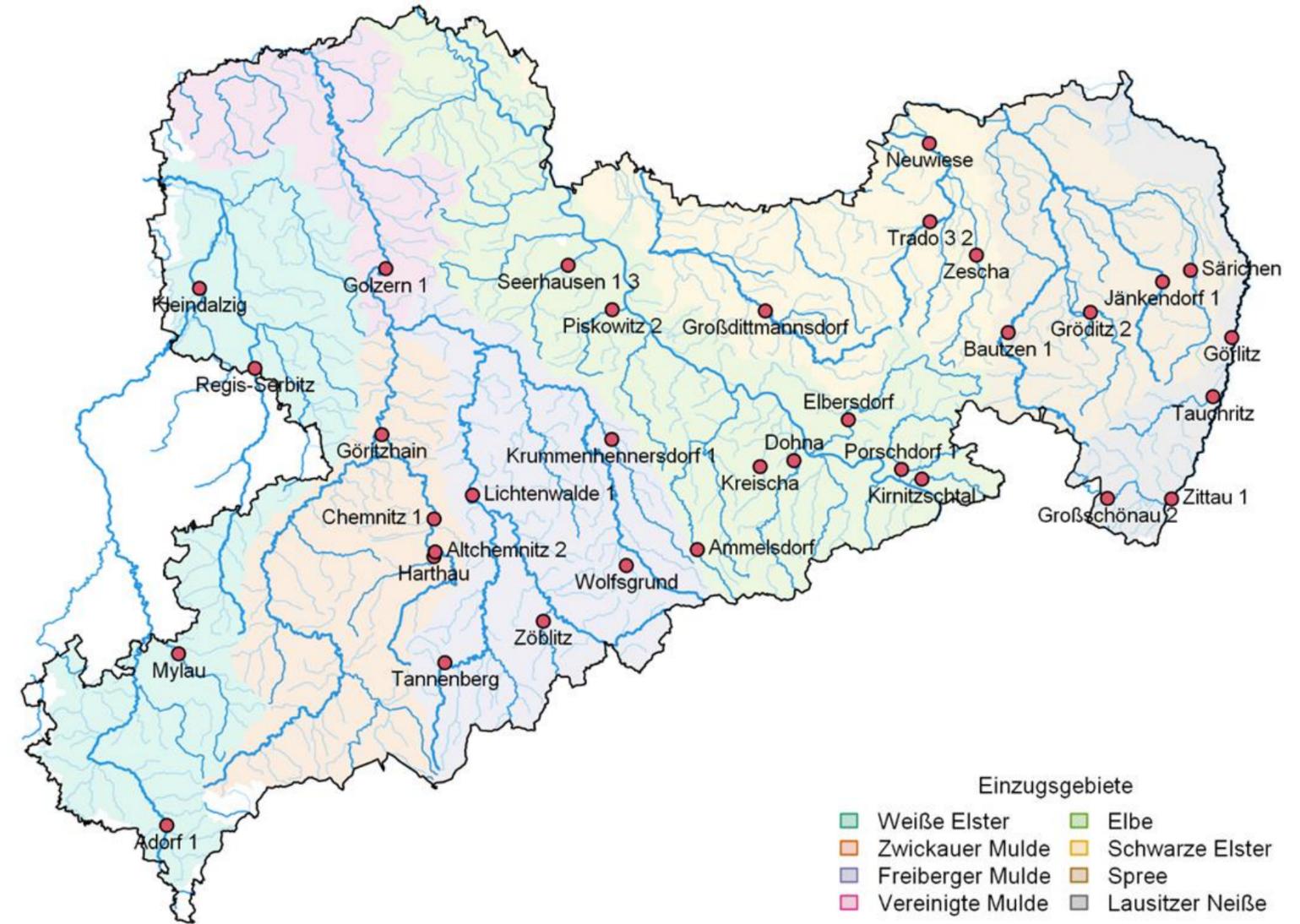
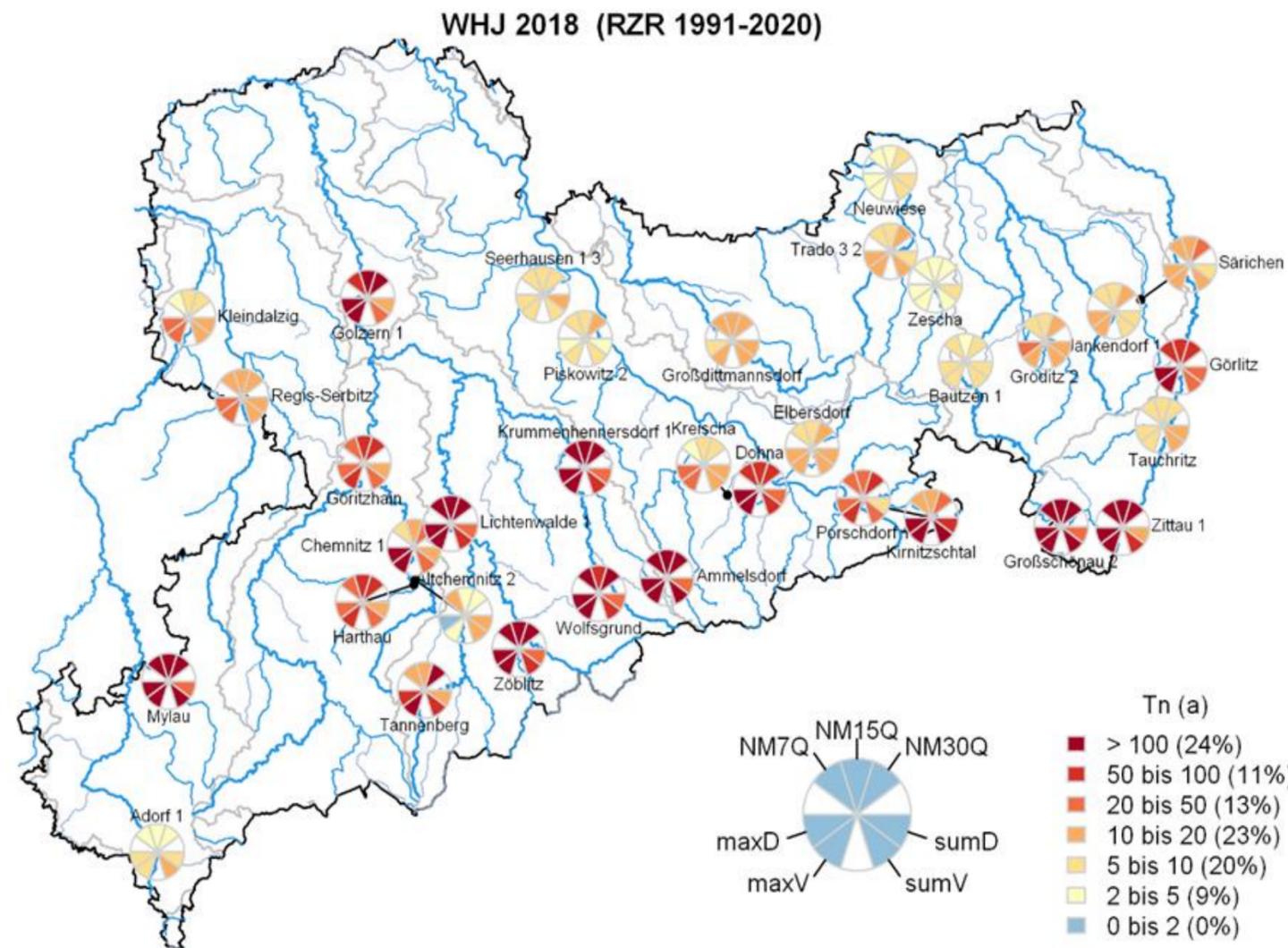


Bild © LfULG

- kurzer, 30-jähriger: 01.04.1991 – 31.03.2021 für alle 34 Pegel
- langer, 90-jähriger: 01.04.1931 – 31.03.2021 für 17 Pegel

Statistische Einordnung des Wasserhaushaltsjahrs 2018



Jährlichkeiten T_n von Niedrigwasserkenngößen für das Wasserhaushaltsjahr 2018 an 34 Pegeln (bezogen auf den Referenzzeitraum 1991 – 2020)

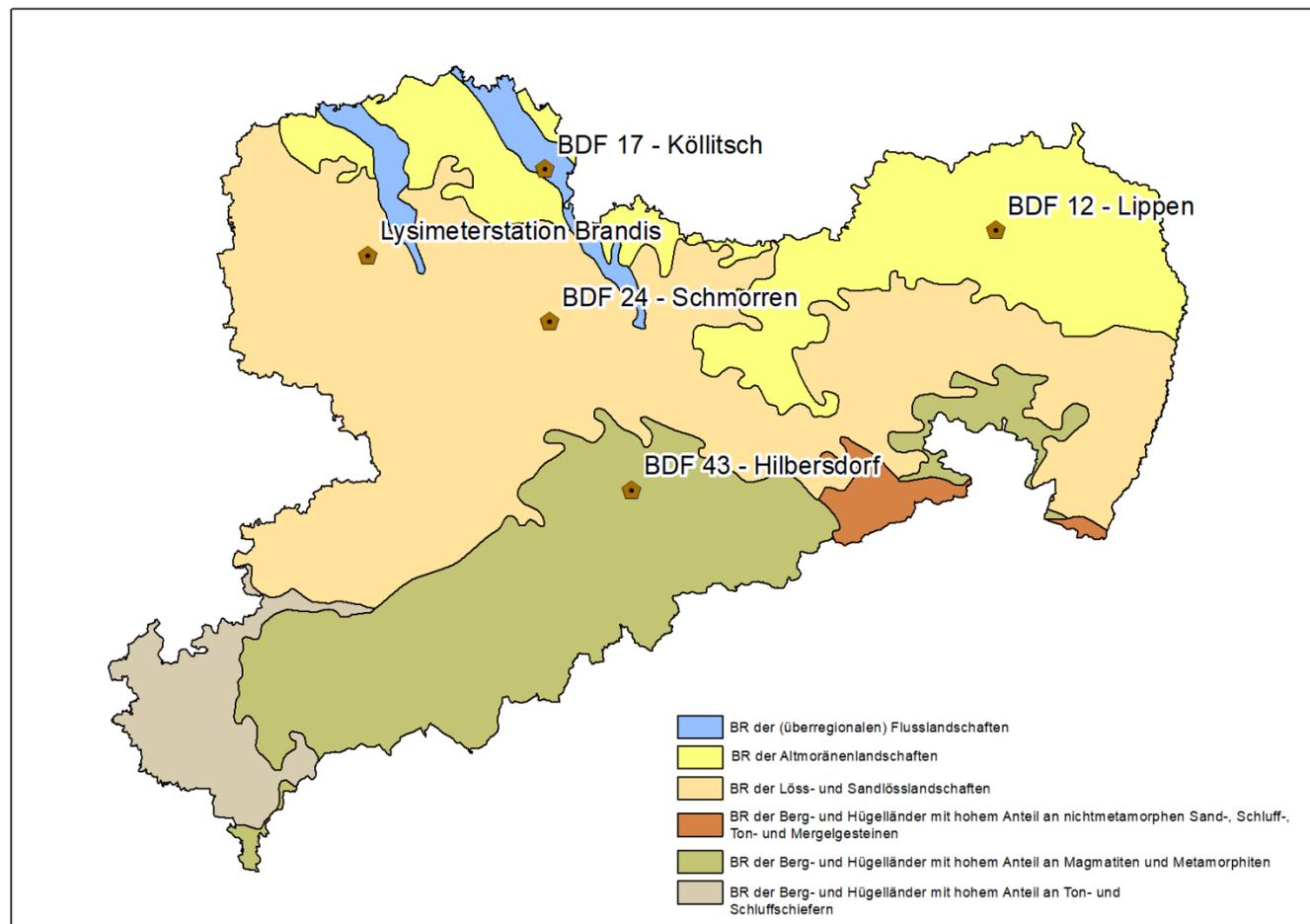
- Trockenheit 2018 hatte gravierende Auswirkungen auf die Pegelabflüsse vor allem im Oberlauf der von Süd nach Nord fließenden Flüsse.
- Jährlichkeiten im Oberlauf meistens höher als im Unterlauf.
- Flussgebiet der Mulden und Lausitzer Neiße sehr hohe Jährlichkeiten
- Außergewöhnliche Charakter des Niedrigwassers insbesondere im Hinblick auf die lang anhaltende Dauer
- Jährlichkeiten von > 100 a werden an manchen Pegeln auch den „historischen“ Trockenphasen, speziell der Jahre 1934 und 1962 bis 1964 zugewiesen.

Bodenwasserhaushalt

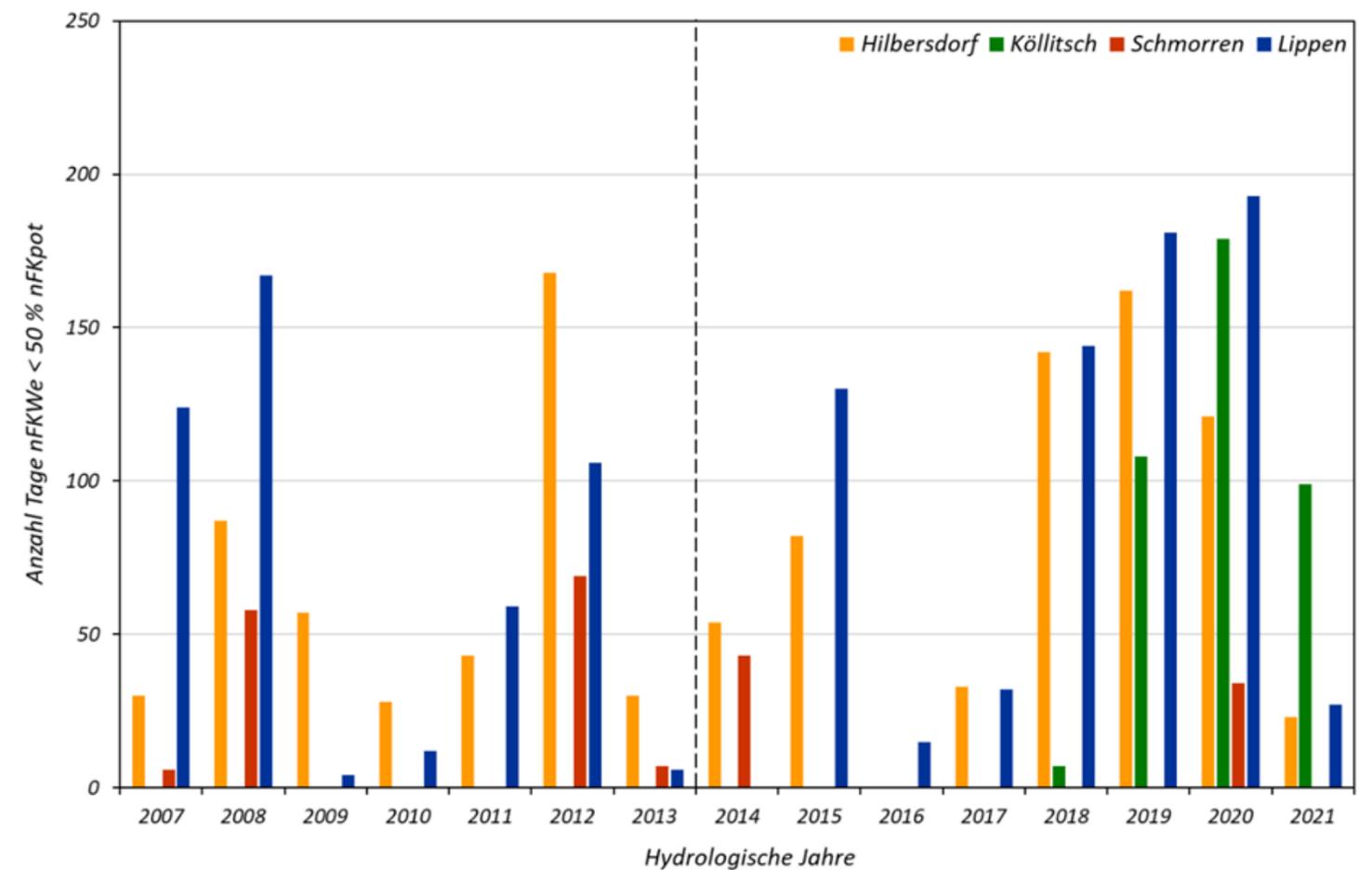
LfULG, Referat Boden, Altlasten
und
BfUL Fachbereich Messnetzbetrieb Wasser, Meteorologie und
Lysimeter Brandis

Auswertung der Bodefeuchtemessungen 2014 - 2020

Lage der Boden-Dauerbeobachtungsflächen
und der Lysimeterstation Brandis in den
Bodenregionen Sachsens



Anzahl der Unterschreitung des Indikators 50 %
potenzielle nutzbare Feldkapazität (nFKpot)



Auswertung der wägbaren Lysimeter der Lysimeterstation Brandis 2014 - 2020



Lysimeterfeld Brandis

Auswahl von 7 Lysimetern:

- mit Böden aus der Partheniederung und dem sächsischen Lösshügelland
- Bewirtschaftung mit Mais, Winterweizen und Winterraps sowie Zwischenfrüchte
- Bestimmung der täglichen Wasserhaushaltskomponenten

Auswertung folgender Parameter:

- Bodenwasserspeicherdefizite
- Reale Evapotranspiration
- Grundwasserneubildung
- Unterschreitungshäufigkeit 50% nutzbare Feldkapazität



Messkeller

Boden-Dauerbeobachtungsflächen

- Bodenfeuchte- und Wasservorrats-Rückgang sowie Dauer variieren stark und spiegeln die Standortcharakteristika wider
- Sandige und flachgründige Böden (Lippen und Hilbersdorf) zeigten eine schnelle Reaktion auf Zufuhr bzw. Ausbleiben von Niederschlägen. In den Sommer- und Herbstmonaten fast durchgängig $< 50\%$ nFKpot und damit Einschränkungen für das Pflanzenwachstum
- Tiefgründige, schluffige Böden (Schmorren) haben ein deutlich höheres Wasserspeichervermögen und damit eine höhere potentielle Wasserverfügbarkeit. Bodenfeuchte sank zwar deutlich, Bodenwasservorrat war aber noch nicht ausgeschöpft

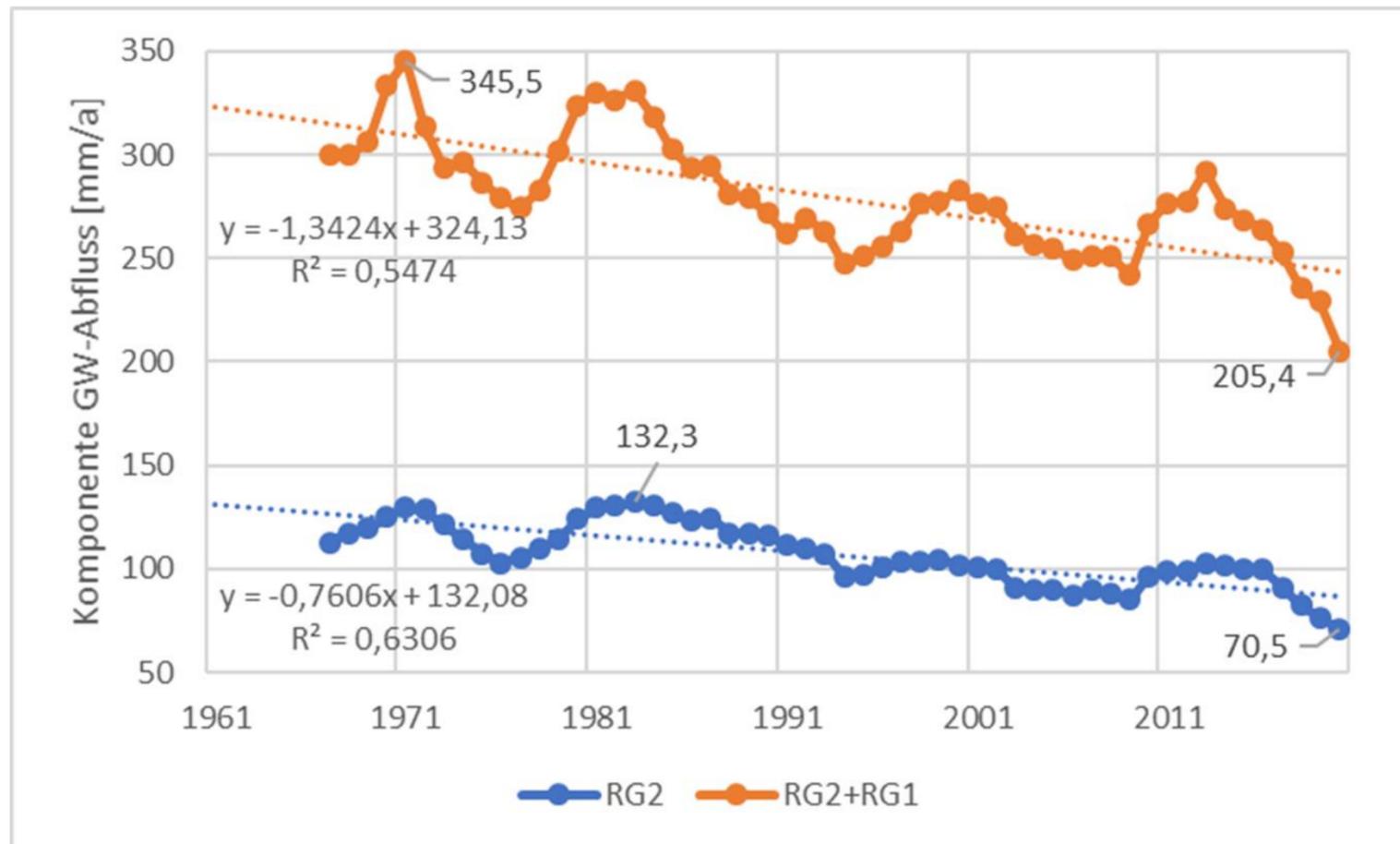
Lysimeterstation Brandis

- Auf alle Böden erhöhte mittlere Bodenwasserspeicherdefizite
- Mehrjährige Effekte und damit eine akkumulierte Zehrung des Bodenwasserspeichers auf den schweren Böden
- Hohe Verdunstungsansprüche in den Jahren 2014, 2015, 2016 und 2017
- Deutliche Auswirkungen der Trockenperiode auf die Grundwasserneubildung nachgewiesen

Grundwasser

LfULG, Referat Siedlungswasserwirtschaft und Grundwasser

Siebenjährig gleitender Mittelwert und linearer Trend der Grundwasserneubildung in Sachsen von 1961 bis 2020 in mm/a (über 82 Pegelgebiete gemittelt)



- Systematischer Abnahmetrend der Grundwasserneubildung
- 2014 – 2020 vorläufiger Tiefststand im Referenzzeitraum von 1961 – 2020
- Nutzungskonflikte bei weiterem Rückgang der Grundwasserneubildung

RG1 – schnelle Grundwasser Abflusskomponente

RG2 – langsame Grundwasser Abflusskomponente (Basisabfluss)

Konvention: RG2 entspricht der GWN im Festgestein, RG1+RG2 entspricht der GWN im Lockergestein

Mittelwerte der Wasserhaushaltskomponenten 1961 – 1990 in mm/a und die prozentuale Abweichung von ausgewählten Zeiträumen

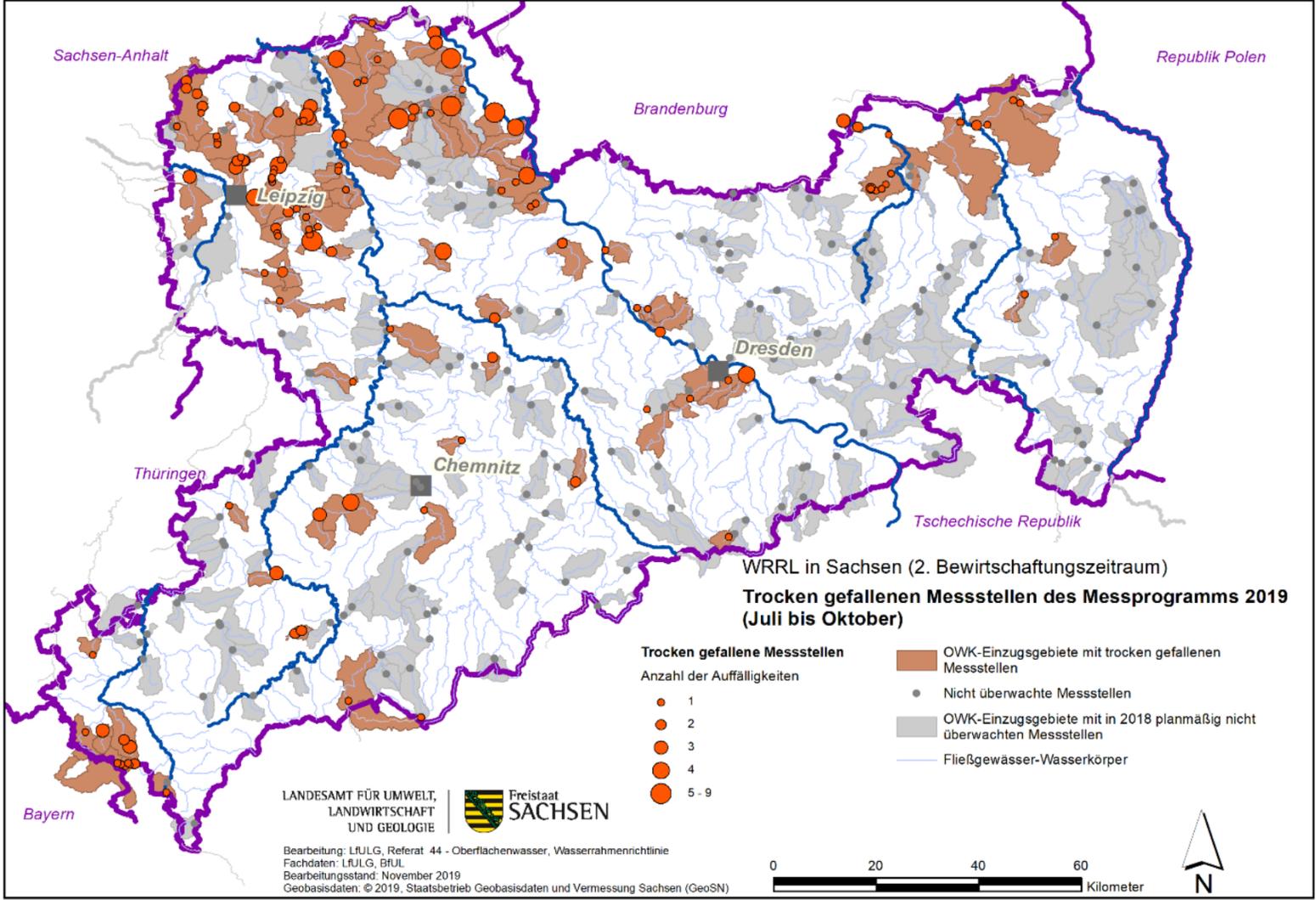
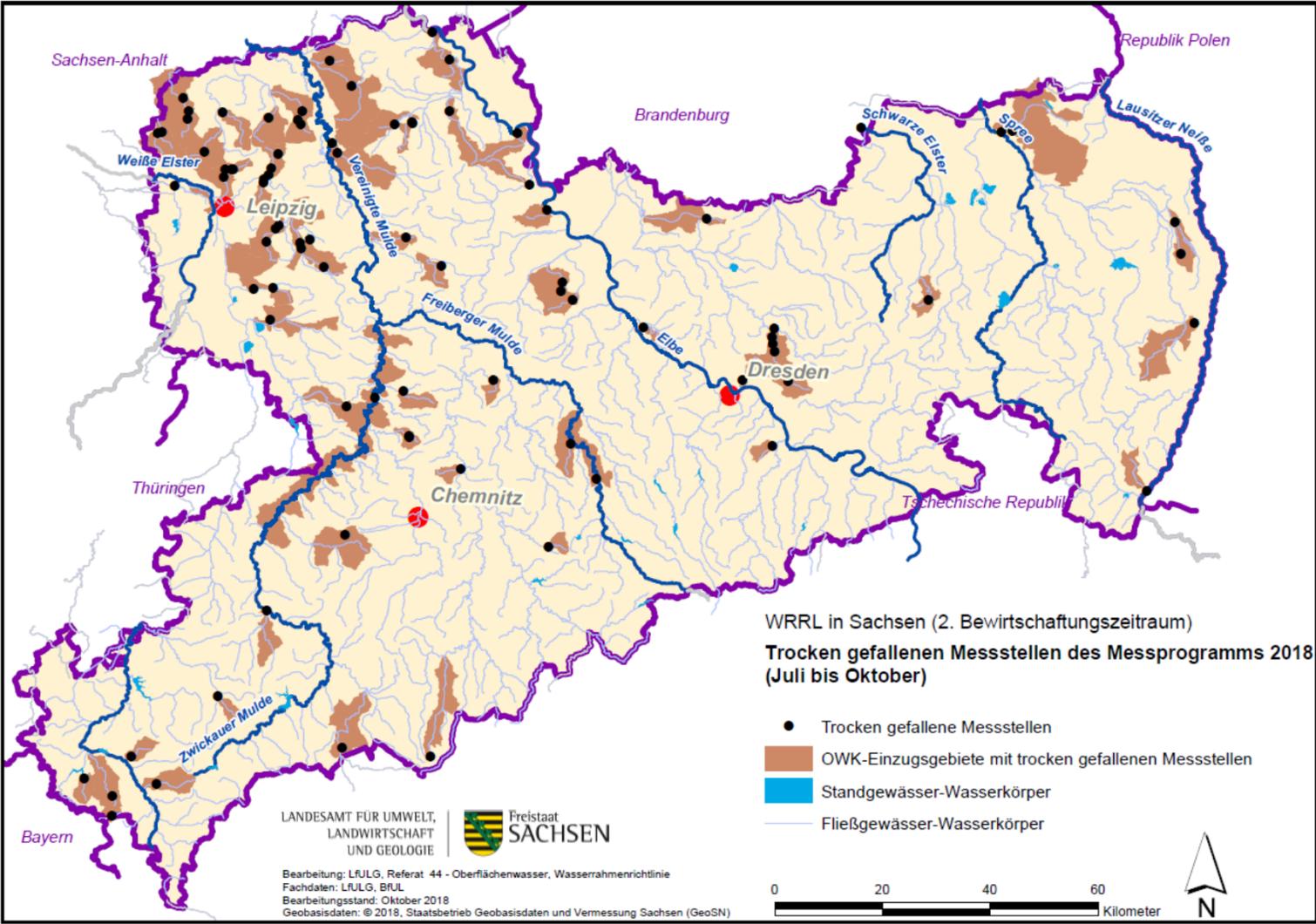
(über 82 Pegelgebiete gemittelt)

	1961-1990 Referenz [mm/a]	1991-2020 Änderung [%]	1962-1964 Änderung [%]	1989-1991 Änderung [%]	2018-2020 Änderung [%]
	Mittelwert		Extremwert Grundwasserdürre		
Potenzielle Verdunstung	608	+7,2	+1,8	+6,6	+18
Mittlerer Niederschlag	926	+1,4	-16	-19	-17
Sickerwasser (RG1+RG2)	296	-14	-33	-31	-38
Schneller Anteil RG1	179	-9	-34	-37	-30
Langsamer Anteil RG2	117	-22	-31	-22	-50
Grundwasserneubildung	123	-20	-32	-22	-50

Wasserbeschaffenheit

LfULG, Referat Oberflächenwasser, Wasserrahmenrichtlinie

Trockengefallene Beschaffenheitsmessstellen 2018 und 2019



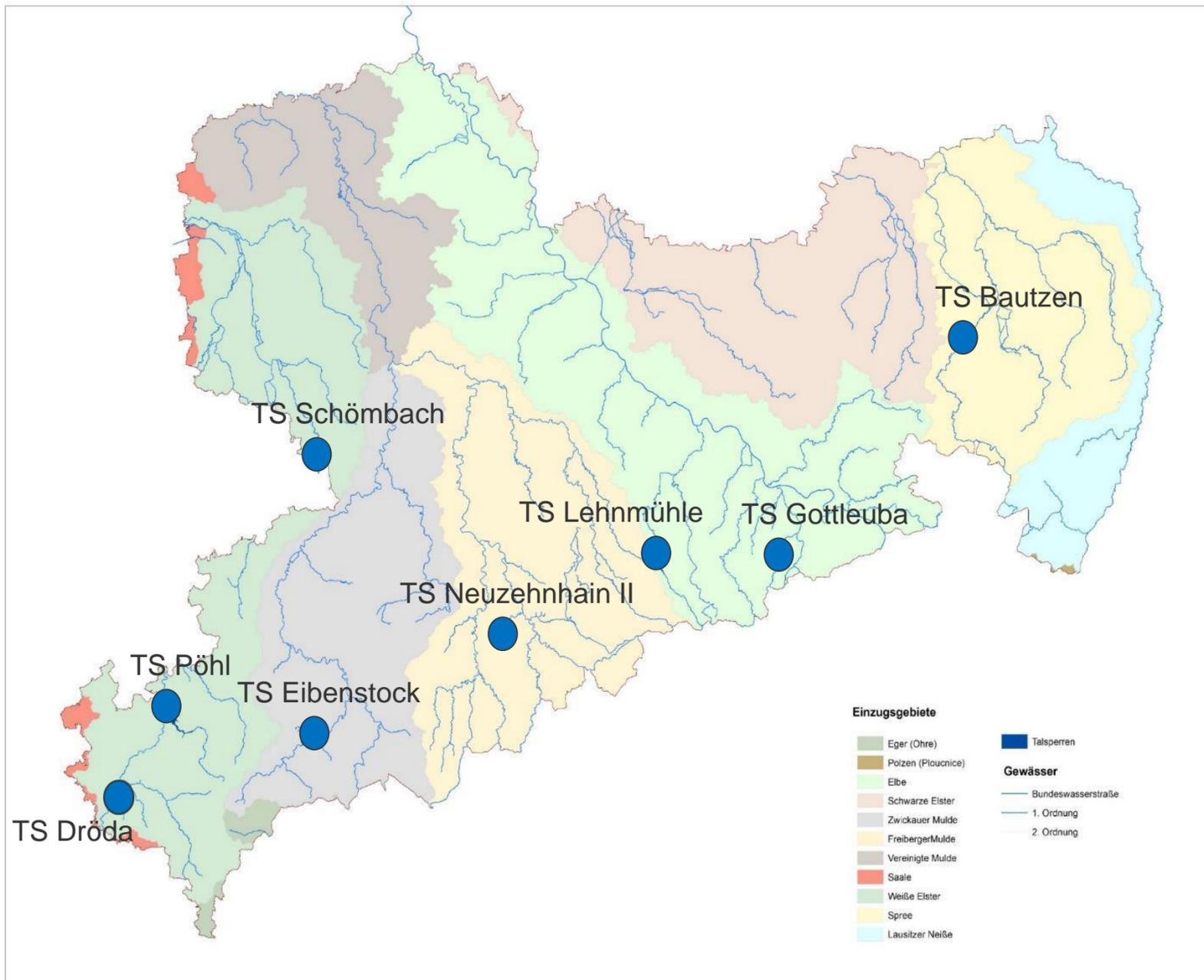
Stoffverhalten bei Niedrigwassersituationen

- **Aufkonzentration für im Wasser gut lösliche Stoffe, wie**
 - ortho-Phosphat-Phosphor (o-PO₄-P), Chlorid
 - Arzneimittelwirkstoffe, Industriechemikalien, die über das Abwasser eingetragen werden
- **Konzentrationsrückgang für partikelgebundene Stoffe, wie**
 - *Phosphor, gesamt*
- **Pflanzenschutzmittelwirkstoffe**
 - Zu wenige Daten (eher rückläufig, da weniger eingesetzt und eingetragen)

Stauanlagen

Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen
Fachbereich Wasserwirtschaft

Die Niedrigwassersituation an den sächsischen Stauanlagen 2014 - 2020



Stauanlage	Hauptnutzung	Gestautes Gewässer	Aeo in km ²	IBR in Mio. m ³
TS Lehmühle	Trinkwasser	Wilde Weißeritz	60,5	12,404
TS Gottleuba	Trinkwasser	Gottleuba, Oelsenbach	35,3	7,970
TS Neuzehnhain II	Trinkwasser	Lautenbach	13,5	2,595
TS Eibenstock	Trinkwasser	Zwickauer Mulde	198,5	55,635
TS Dröda	Trinkwasser	Feilebach, Schafbach	53,3	10,816
TS Pöhl	Brauchwasser	Trieb	160,3	40,820 (Okt.-April) 22,820 (Mai- Sept.)
TS Schömbach	Brauchwasser	Wiera, Leubabach	106,7	1,000
TS Bautzen	Brauchwasser	Spree	310,5	24,230

Die Niedrigwassersituation an den sächsischen Stauanlagen

- 2014 – 2020 erreichten die Jahreszuflüsse lediglich 34 % (Talsperre Schömbach) bis 73 % (Talsperre Dröda) der mehrjährigen Mittelwerte (1991-2020).
- Besonders zuflussarm waren die hydrologischen Sommerhalbjahre 2015 sowie 2018 und 2019
- Durch das aufgebaute Wasserdefizit der Vorjahre war das hydrologische Jahr 2020 besonders zuflussarm
- Die Trockenperiode in den 1960er bzw. 1930er Jahren sind für die meisten Talsperren weiterhin die maßgebende Trockenperiode

Güte- und mengenwirtschaftliche Anpassungsmaßnahmen für zukünftige Trockenperioden

- Verbesserung des Gewässerschutzes auf Einzugsgebietsebene
- Angepasste Stauanlagenbewirtschaftung
- Technische Optimierung der Stauanlage bzw. Versorgungs-Infrastruktur zur Verbesserung und der Erweiterung von Bewirtschaftungsoptionen.
- Vernetzung der Talsperren über Grenzen von Versorgungsgebieten hinaus
- Verbundbewirtschaftung zum Ausgleich von Überschuss- und Defizitgebieten



Talsperre Lehmühle in der Wilden Weißeritz im Osterzgebirge im stark abgesenkten Zustand, Herbst 2018

Braunkohlenbergbau

LfULG, Referat Landeshochwasserzentrum, Gewässerkunde

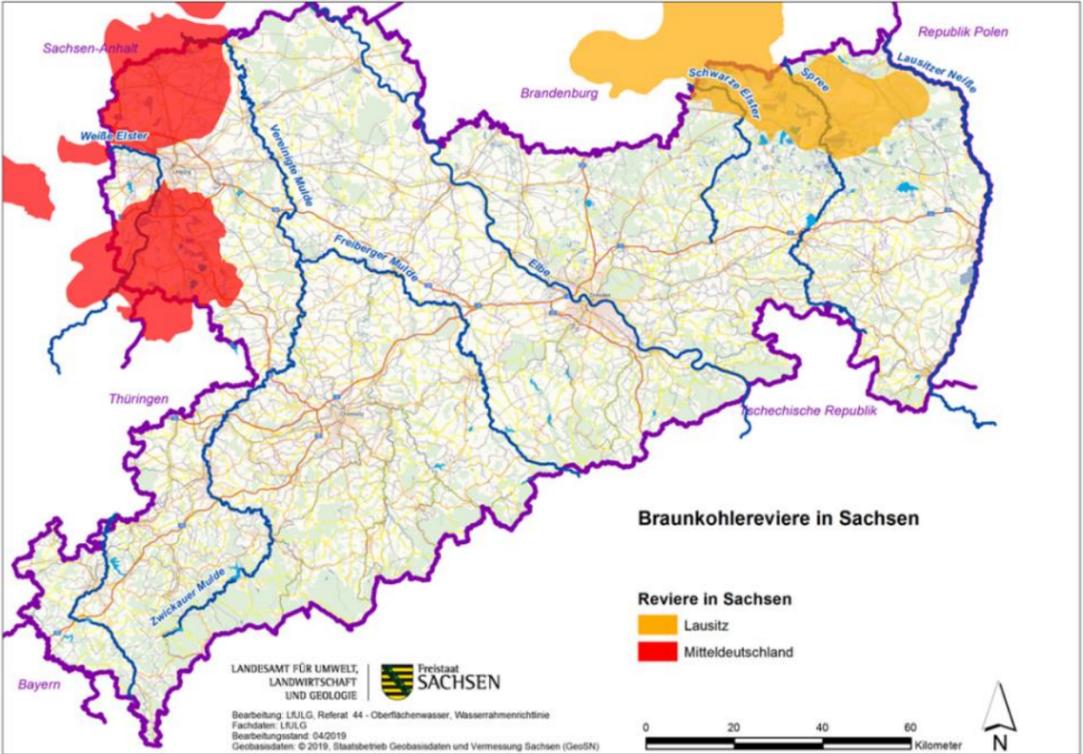
Auswirkungen des Niedrigwasser in den vom Braunkohlenbergbau beeinflussten Flussgebiete



Zwenkauer See



Seelhausener See Bilder © LfULG



Partwitzer, Geierswalder, Sedlitzer und Senftenberger See

- █ 2018, 2019 und 2020 kam es zu einer angespannten hydrologischen Situation in den vom Braunkohlenbergbau beeinflussten Einzugsgebieten
- █ Einzugsgebiete der Spree, Schwarzen Elster und Lausitzer Neiße besonders stark betroffen
 - █ Wasserbewirtschaftung nach Menge und Güte (Sulfatsteuerung)
 - █ Regionale und länderübergreifende Zusammenarbeit und Abstimmung der Bewirtschaftung



Trocken gefallene Schwarze Elster im Juli 2019
Bilder © LMBV

Aquakultur und Fischerei

LfULG, Referat Fischerei

Auswirkungen heißer Sommer auf Aquakultur und Fischerei

Beispiel: Karpfen

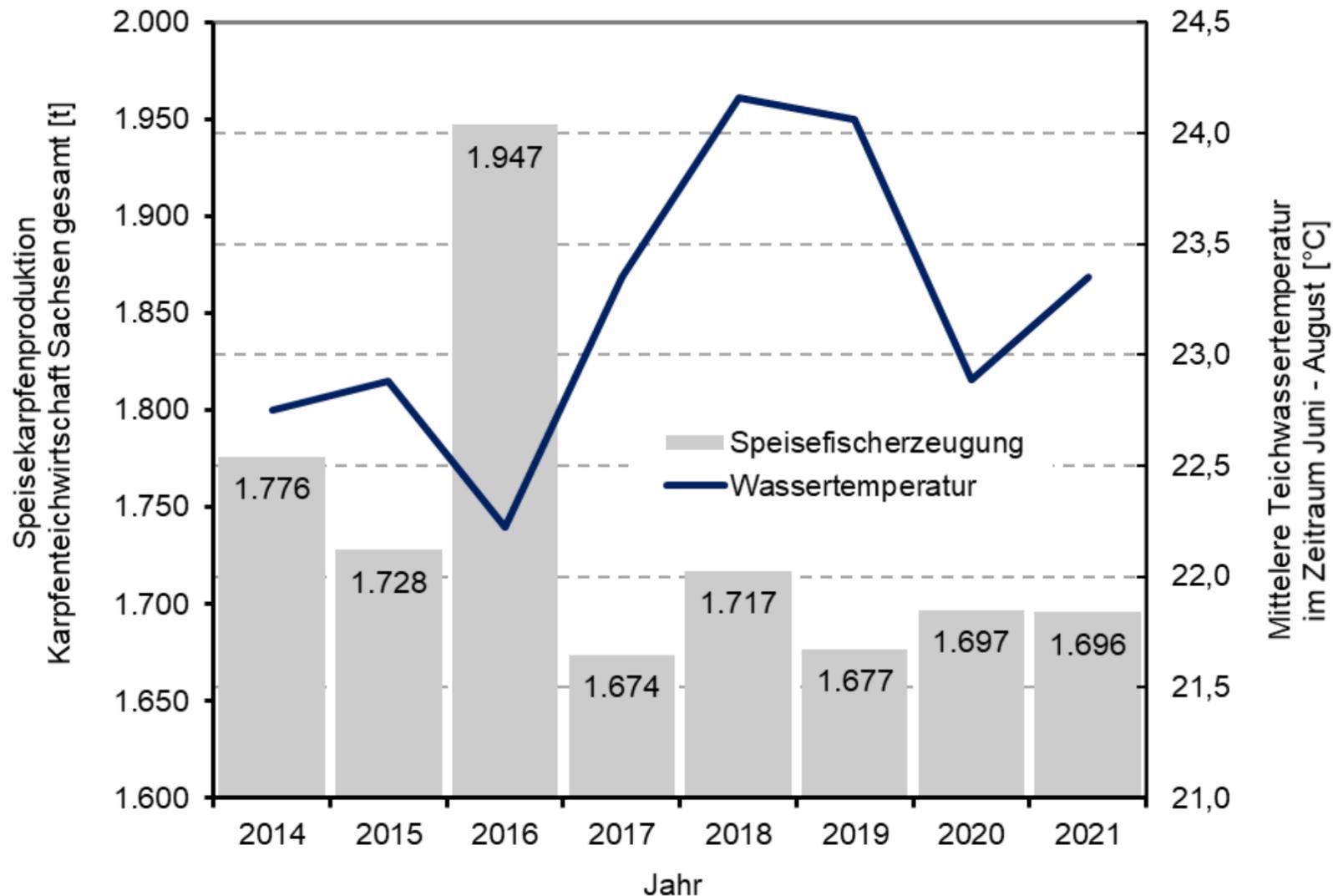


Bild © LfULG

- Karpfen sind wärmeliebend → 23 bis 28 °C, 1 Grad Erhöhung → Ertragserhöhung von mehr als 100 kg/ha

- Wassertemperaturen über 30 °C können Karpfen eine Immunität gegenüber Viren erwerben

ABER

- Hohe Wassertemperaturen führten zu einer verstärkten Primärproduktion z.B. von Blaualgen

- Gefahr einer unsicheren Sauerstoffversorgung, in einzelnen Fällen Fischsterben aufgrund von Sauerstoffmangel

- Fischkrankheiten nehmen bei Temperaturanstieg zu

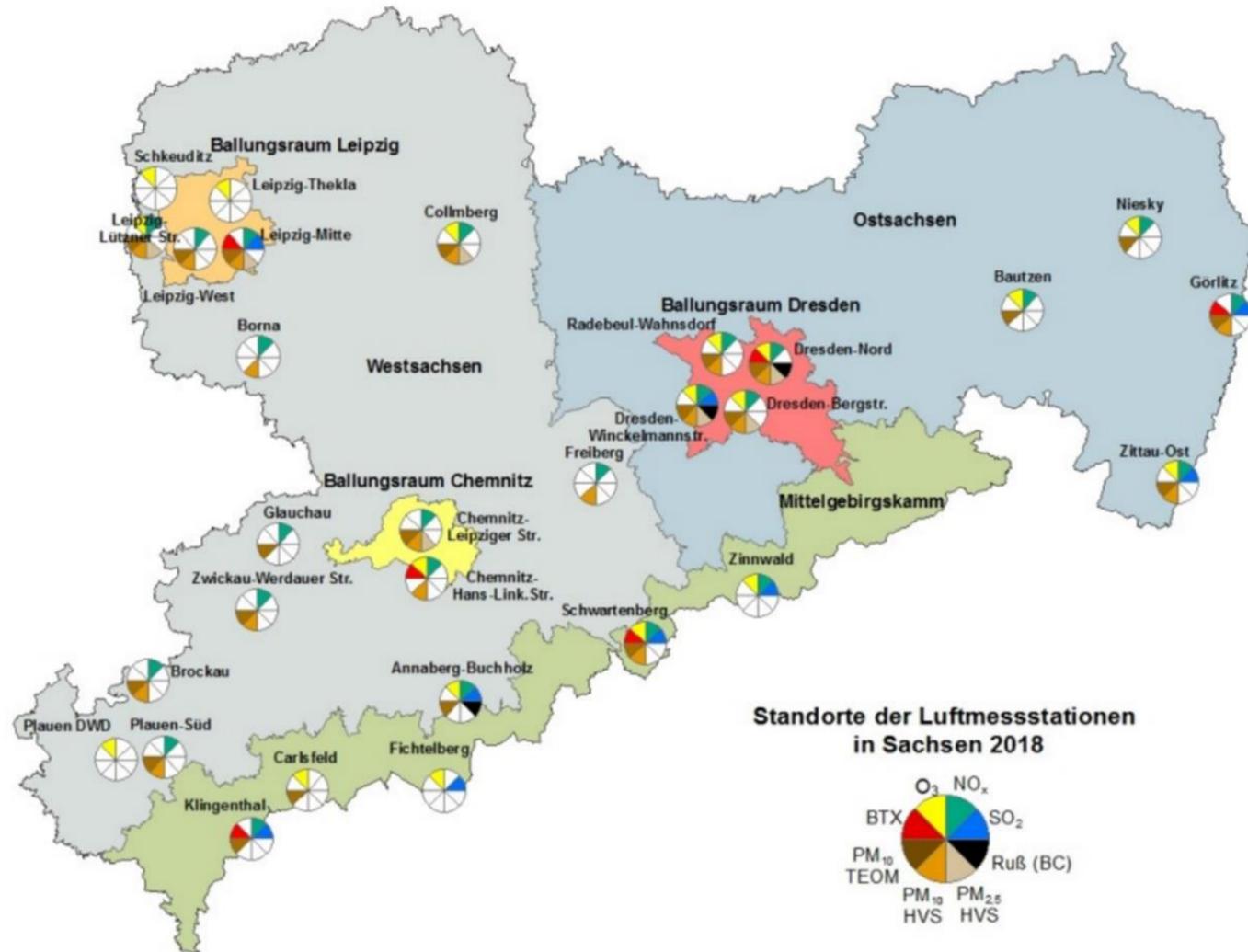
- Fehlende Zuflüsse vor allem in den Jahren 2018, 2019 und 2020 zu den Teichen verhinderten im Frühjahr den Besatz

- Trockenfallen der Teiche spätestens im Sommer, Folge Notabfischungen

Luftqualität

LfULG, Referat Luftqualität

Trockenheit und Luftqualität



Überwachung der Luftqualität an 26 Messstationen

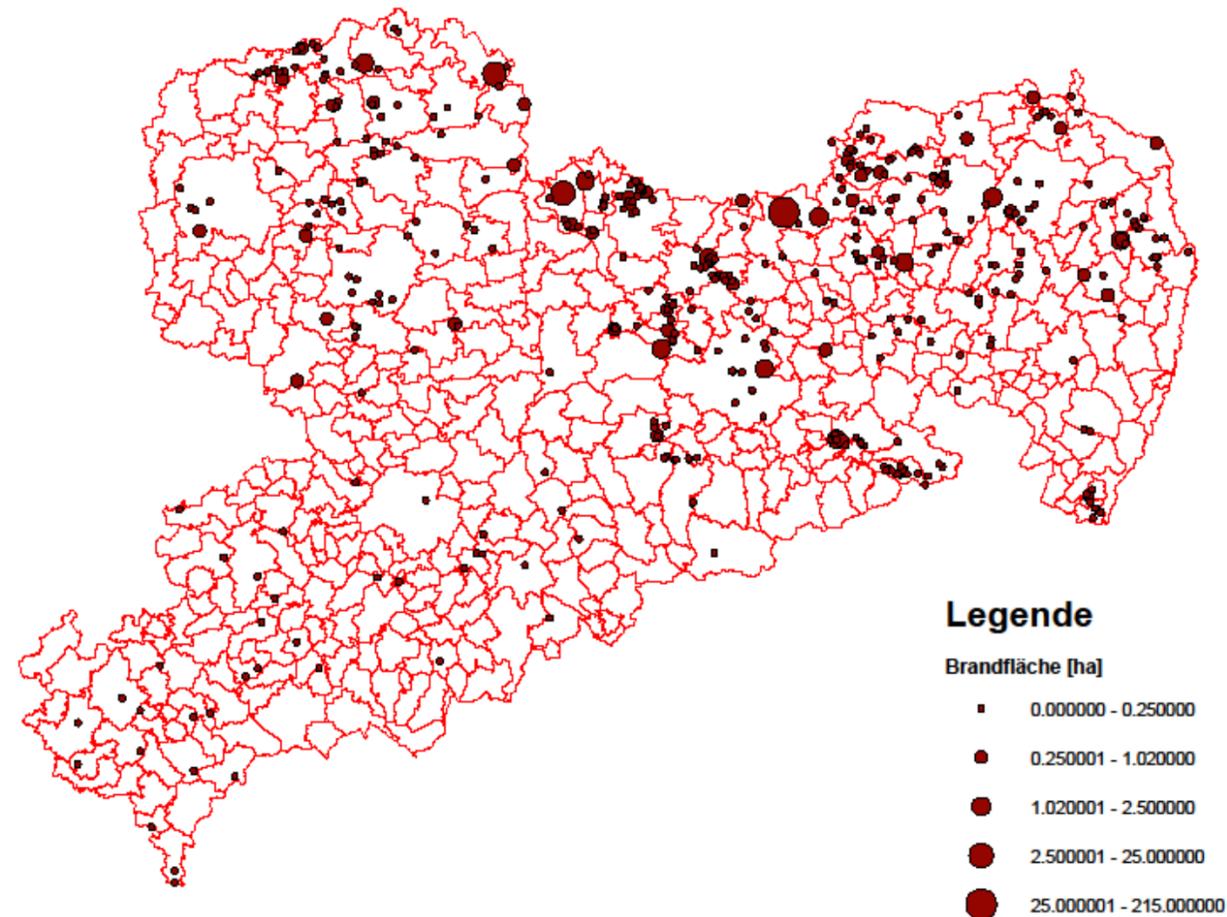
Untersuchung der Auswirkung der Dauer von Trockenheitsepisode ohne Niederschlag auf die Konzentration von:

- Feinstaub(PM10)
- Ozon
- Stickstoffdioxid

Fazit:

- Zusammenhang zwischen der Dauer niederschlagsarmer Tage bzw. Trockenereignissen und der Höhe der Immissionskonzentrationen
- Zusammenhang ist abhängig vom Schadstoff und der Jahreszeit

Auswirkung der Waldbrände auf die Schadstoffkonzentration



Waldbrände 2018 - 2020

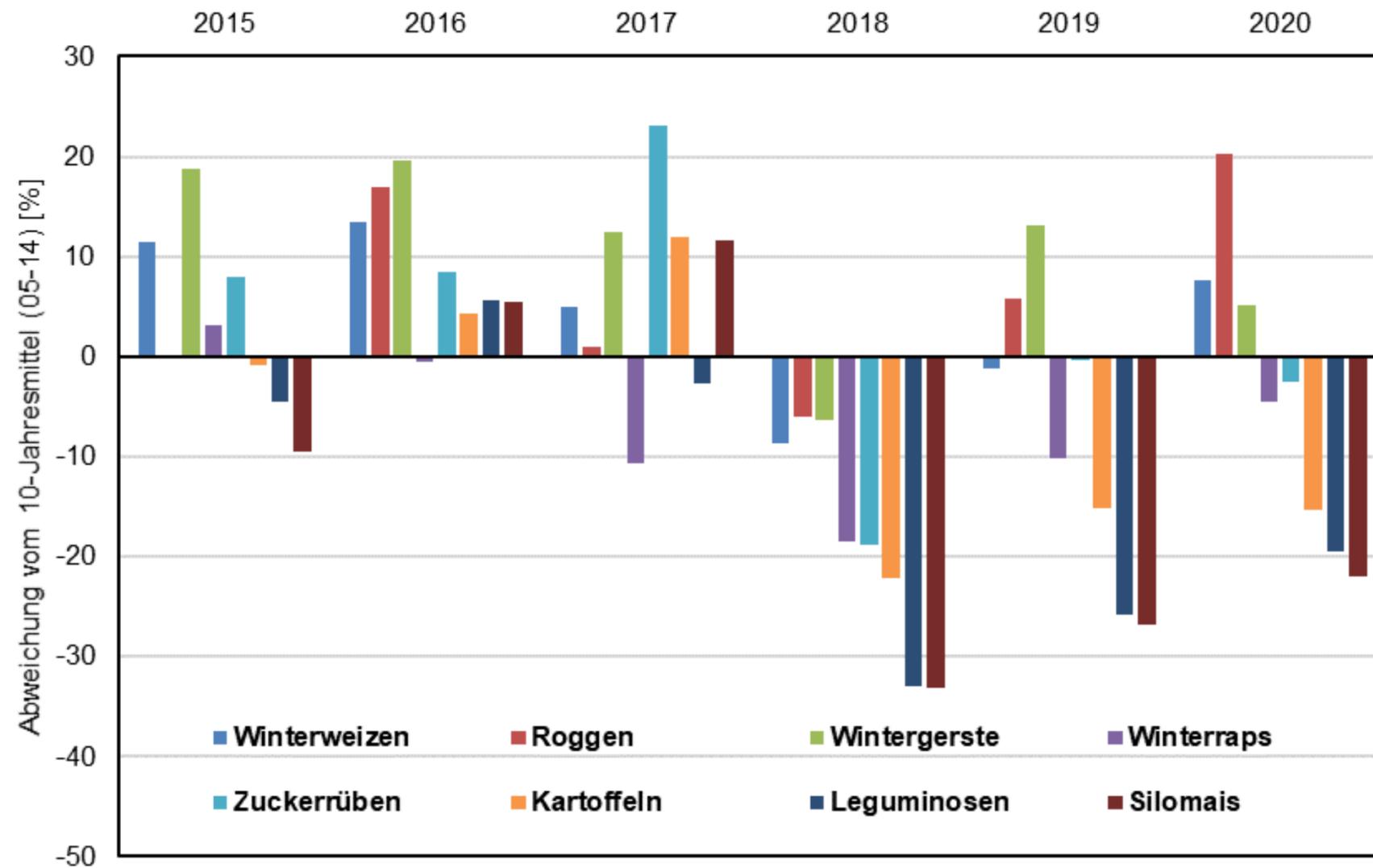
- 2018 – 2020 war kein unmittelbarer Effekt auf die Konzentration von Feinstaub/Ruß ermittelbar
- Extremwaldbrandereignisse im Sommer 2022 war ein deutlicher Einfluss auf die Messwerte an einzelnen Luftmessstationen ersichtlich
- Sowohl die Brände in Sachsen als auch in Brandenburg führten teilweise zu einem starken Anstieg der Feinstaub- und Rußkonzentrationen an den Dresdner Messstationen

Landwirtschaft

LfULG, Referat Pflanzenbau

Auswirkung der Trockenperiode auf die Landwirtschaft

Erträge Sachsen gesamt



- Trockenschäden insbesondere 2018 infolge langanhaltender Trockenheit bei Ackerkulturen und im Feldfutterbau
- Dürrebedingte Ertragseinbußen bei Ernte 2018 und erschwerte Aussaatbedingungen im Herbst 2018 (abgeschwächt auch 2019!)
- Ertragsentwicklung bei Silomais
Auswirkung für wiederkäuerhaltende Betriebe
- Grünlandwirtschaft stark unterdurchschnittliche Erträge

Forstwirtschaft

Staatsbetrieb Sachsenforst

Auswirkung der Trockenheit auf den Wald

- Mortalität infolge des Wassermangel, vorrangig in Verjüngungsflächen, an Einzelbäumen und lokal kleinflächig auf Extremstandorten-> **punktuell**
- Schwächung und Vitalitätsverlust in Abhängigkeit vom Grad der Standortsangepasstheit des Einzelbestandes an den jeweiligen Standort -> **flächig diffus**
- In Kombination mit erhöhtem Wärmeangebot, der erhöhten Prädisposition durch den Vitalitätsverlust und andere abiotische Schadfaktoren (Stürme) Beginn einer Massenvermehrung rinden- und holzbrütender (Borken-)Käfer und auch anderer biotischer Schadfaktoren (Pilze) -> **flächig bestandesauflösend bis -vernichtend**
- Am deutlichsten sichtbar sind die Folgen an der Baumart Fichte im Höhenbereich bis 400 m NN.
- Entwicklung 2021 deutet darauf hin, dass die Folgen, bedingt durch die Eigendynamik einiger Prozesse (Borkenkäfer), über die Trockenperiode hinaus anhalten.



Sächsische Schweiz im Herbst 2022

Zusammenfassung

- Fachübergreifende Auswertung der Trockenperiode 2014-2020 in Sachsen
- Untersuchungen der Auswirkungen auf die Ressourcen Wasser, Boden und Luftqualität sowie verschiedene Wirtschaftsformen (u. a. Wasser-, Land-, Forstwirtschaft)
- Ableitung von notwendigen Strategien und Maßnahmen für ein zukünftiges Konzept Sachsens im Umgang mit Niedrigwasser und Trockenheit

Danke für Ihre Aufmerksamkeit.

Dipl. – Hydr. Petra Walther
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Referat 45 - Landeshochwasserzentrum, Gewässerkunde
Zur Wetterwarte 3
01109 Dresden

Telefon: +49 351 8928 4514
Fax: +49 351 8928 4564
E-Mail: petra.walther@smekul.sachsen.de

www.hochwasserzentrum.sachsen.de



Triebischmündung in die Elbe im September 2023

Bild © LfULG