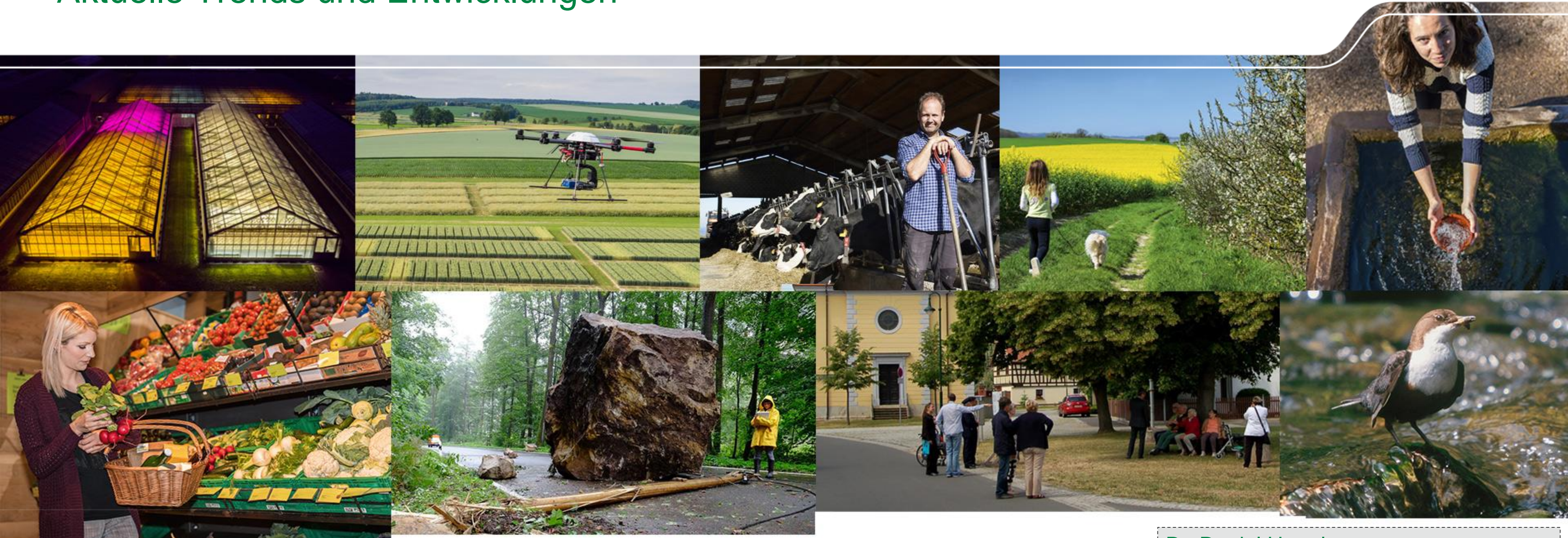


Klimaentwicklung und Klimafolgen in Sachsen

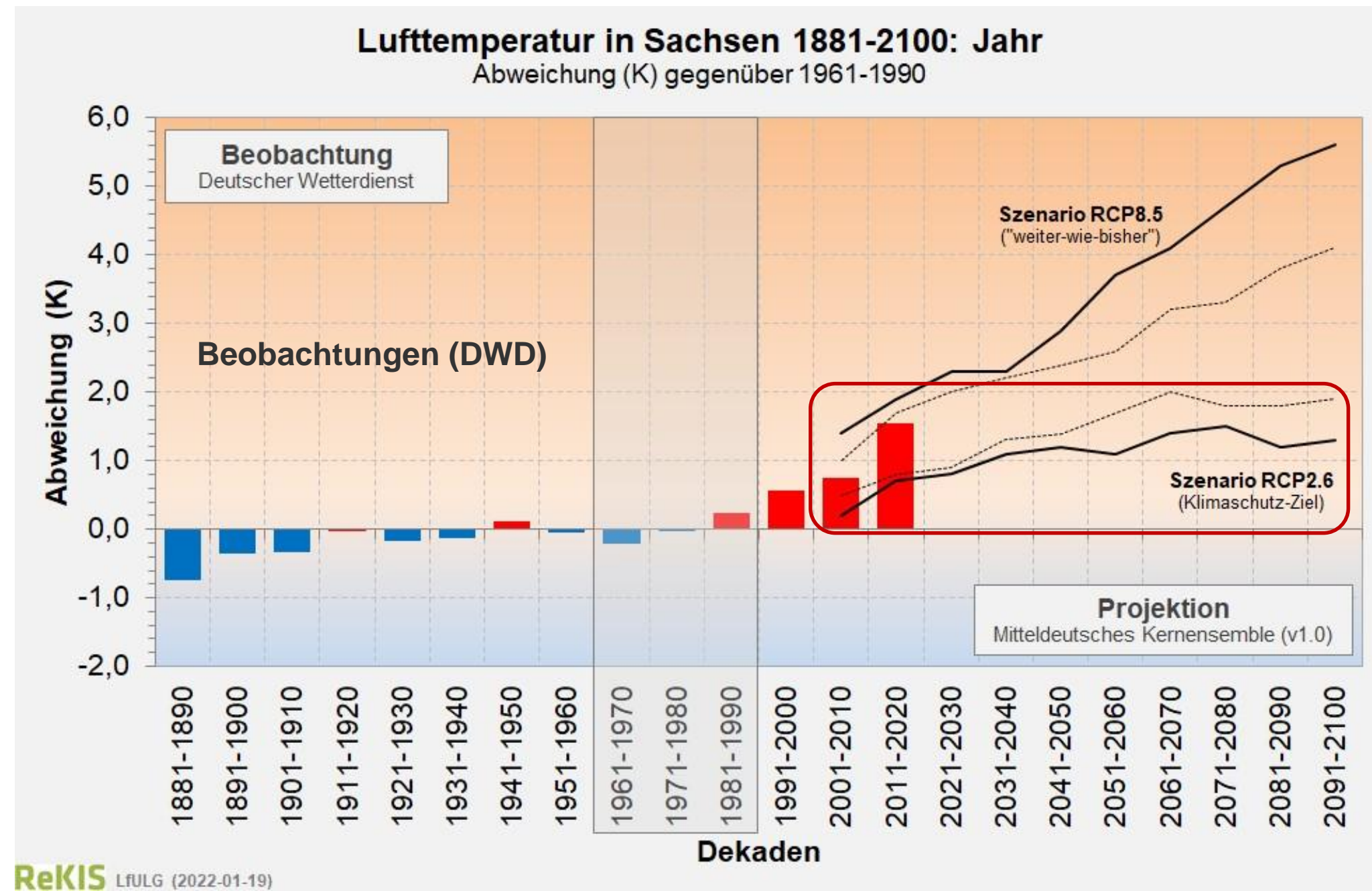
Aktuelle Trends und Entwicklungen



Dr. Daniel Hertel
Fachzentrum Klima (FZK)
Sächsisches Landesamt für Umwelt,
Landwirtschaft und Geologie (LfULG)

Beobachtete und erwartete Temperaturtrends in Sachsen

Lufttemperaturentwicklung 1881 - 2100



**kontinuierlicher
Erwärmungstrend**

- Minderungsziel
- Projektion vs.
Beobachtung

Projektionen (MDK)

ReKIS LfULG (2022-01-19)

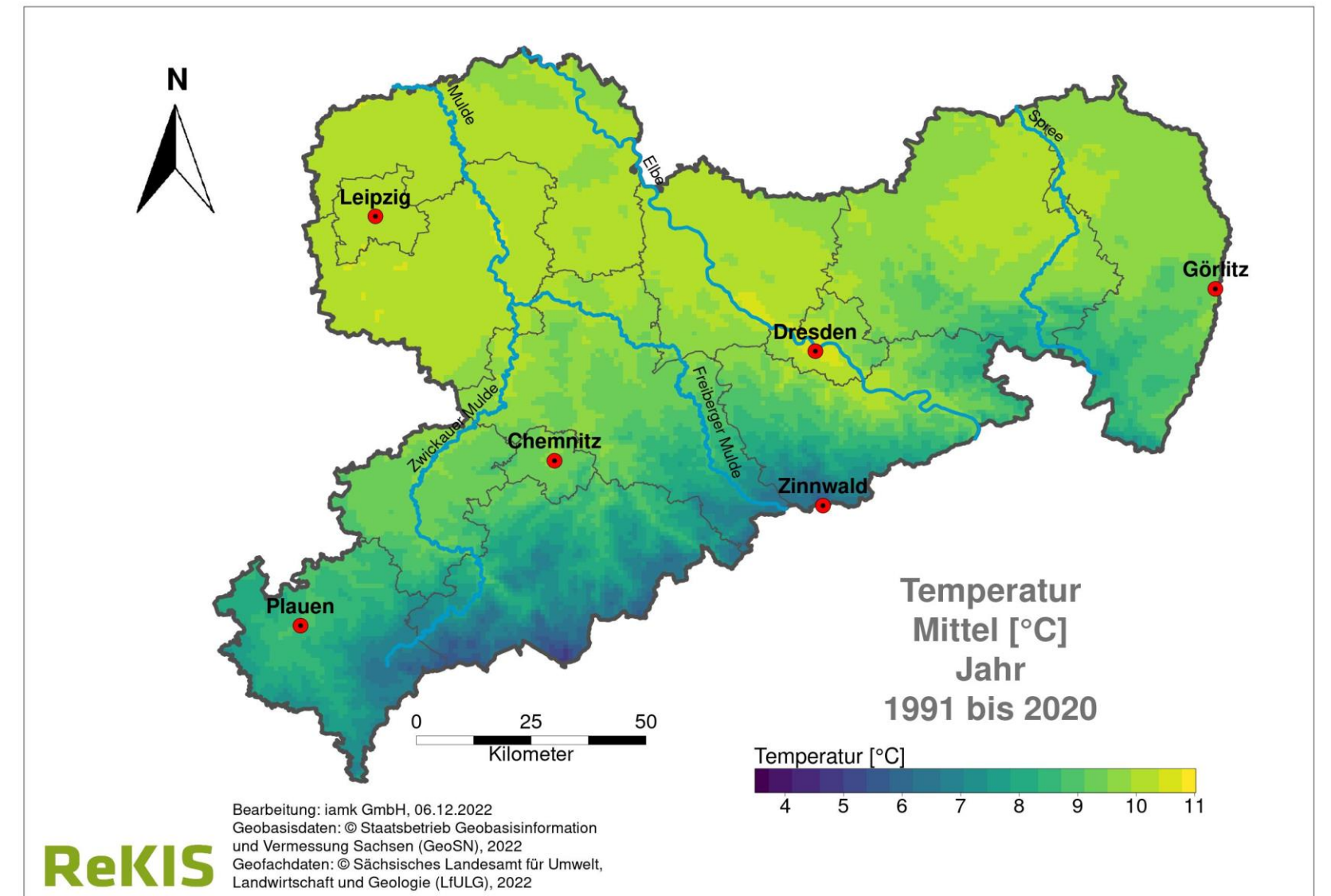
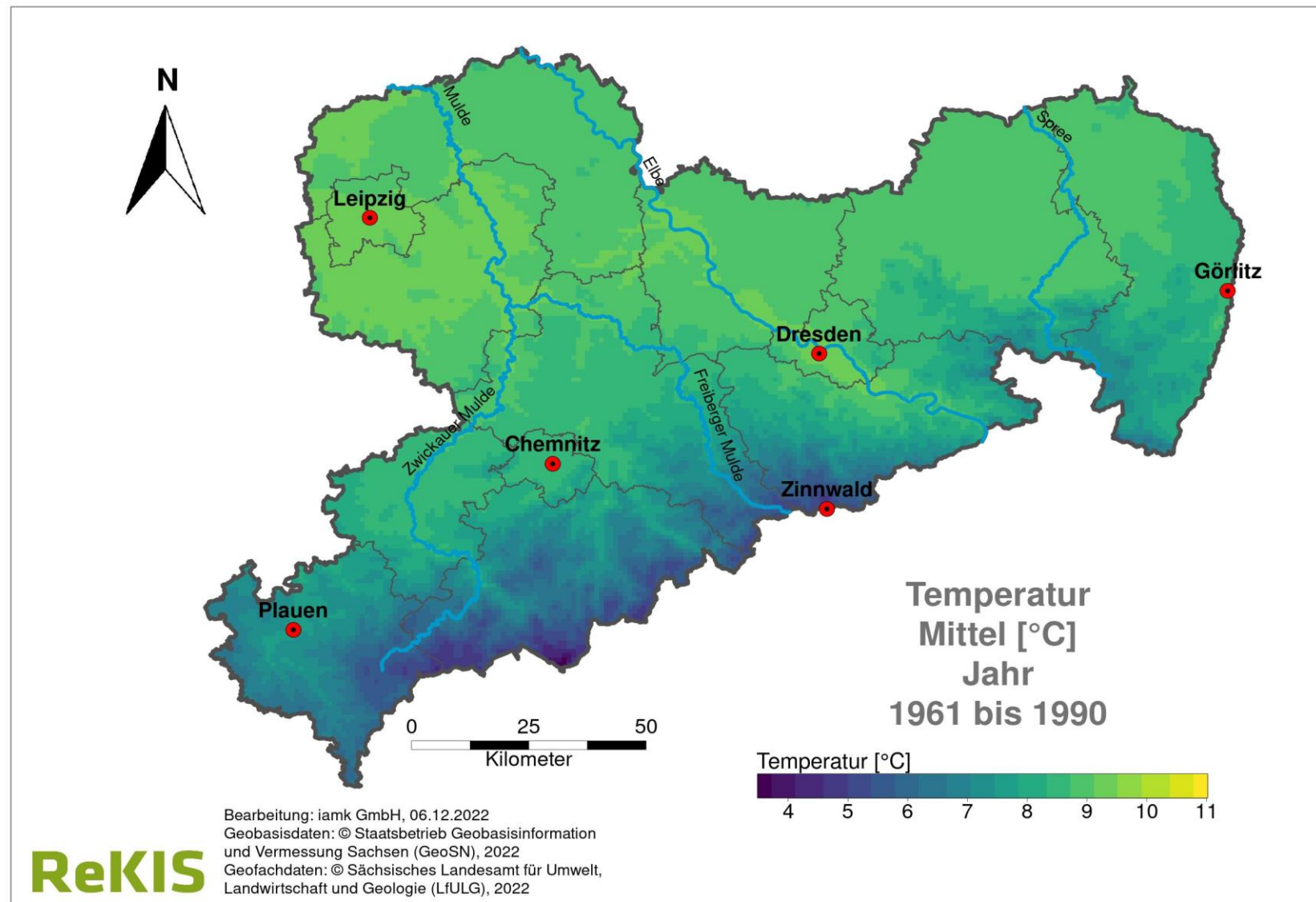
Mitteldeutsches
Kernensemble
(MDK, 2020)

ReKIS
Regionales Klimainformationssystem
für Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen



Beobachtete Temperaturentwicklung in Sachsen

1961-1990 vs. 1991-2020



8,2° C vs. 9,2° C

Klimaelement/ -größe		Klimanormalperiode		Dekade					
		1961-1990	1991-2020	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010	2011-2020
Jahr (Januar-Dezember):									
Lufttemperatur	(°C)	8,2	9,2	8,0	8,2	8,5	8,8	9,1	9,8
	(K)		+1,0	-0,2	0	+0,3	+0,6	+0,9	+1,6
Sommertage (Tmax > 25 °C)		29	40	30	27	31	36	39	47
	(%)		+38	+3	-7	+7	+24	+34	+62

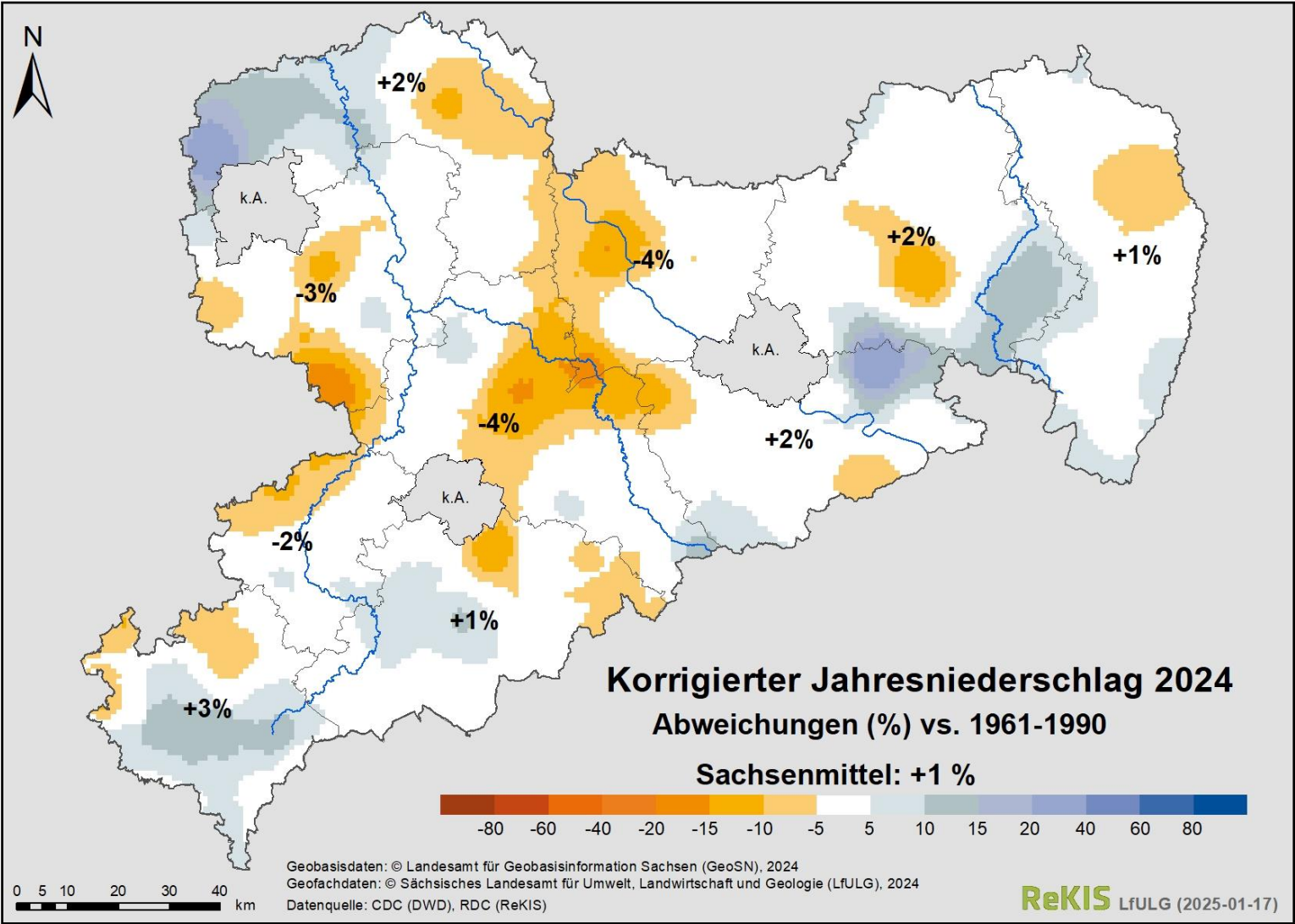
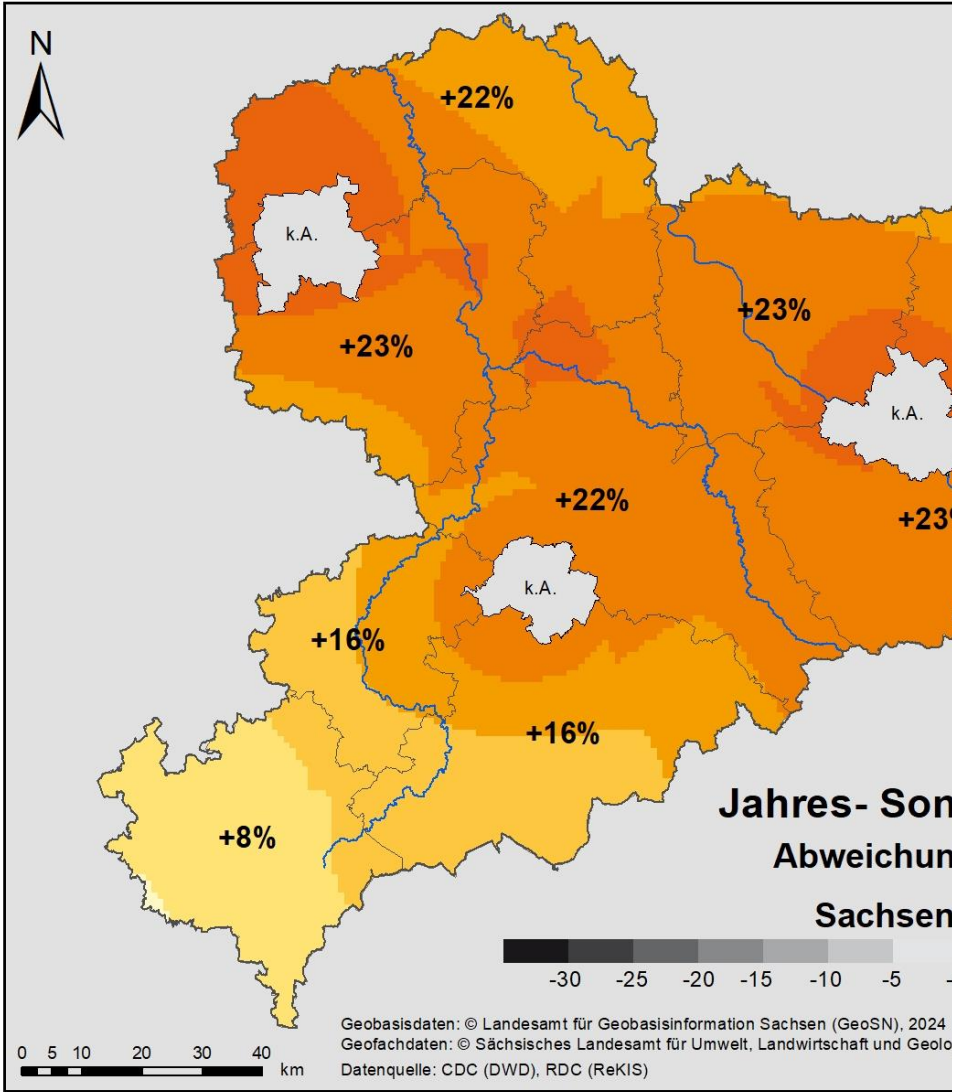
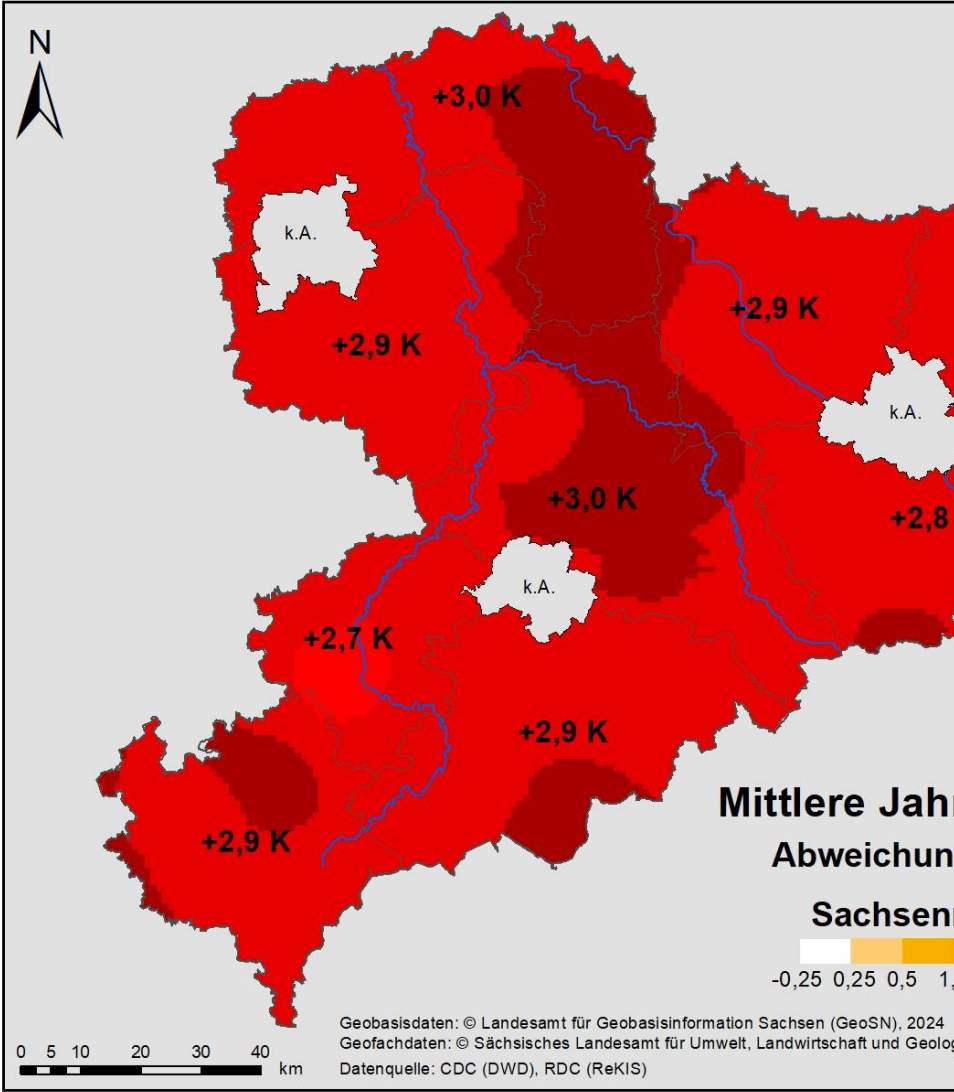
Beobachtete Temperaturentwicklung in Sachsen

2024: klimatologische Einordnung vs. 1961-1990 (Klima-Referenzperiode), JAHR

Lufttemperatur
+2,8 K
«*extrem zu warm*»

Sonnenscheindauer
+20 %
«*viel zu sonnenreich*»

Niederschlag
+1 %



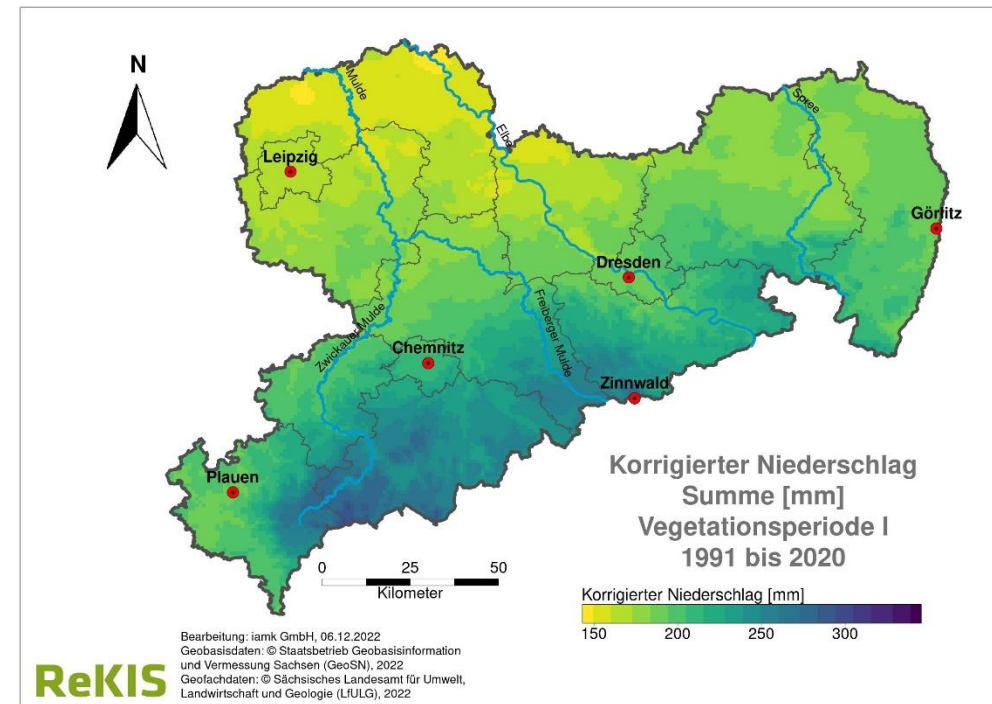
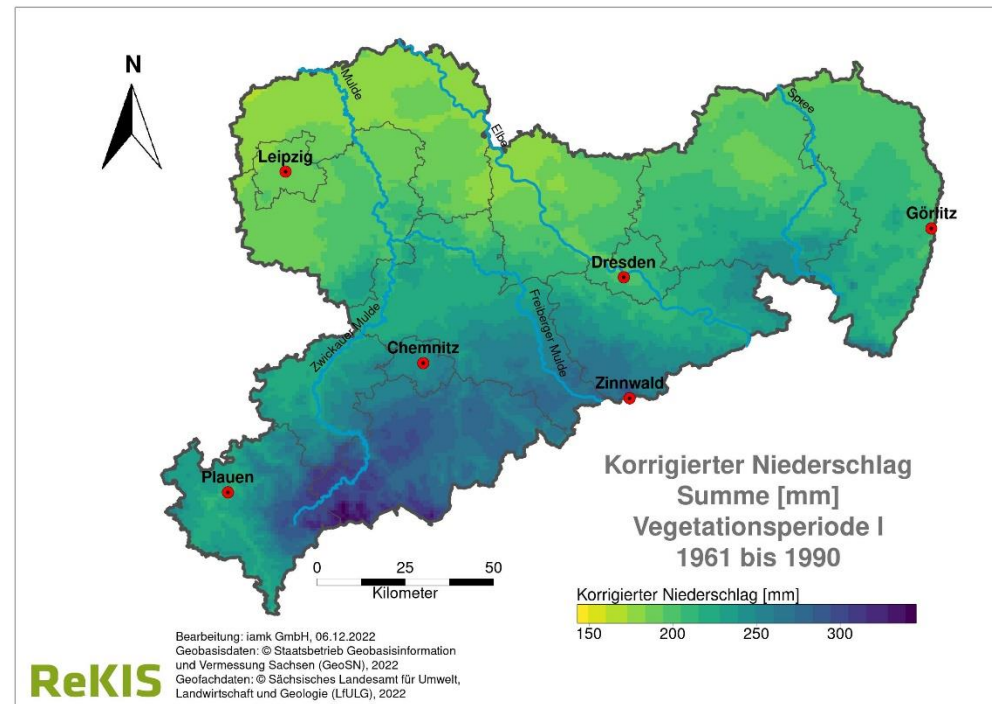
Beobachtete Niederschlagsentwicklung in Sachsen

Summenmittel: 1961-1990 vs. 1991-2020; Vegetationsperiode I (Apr–Jun) vs. II (Jul–Sep)

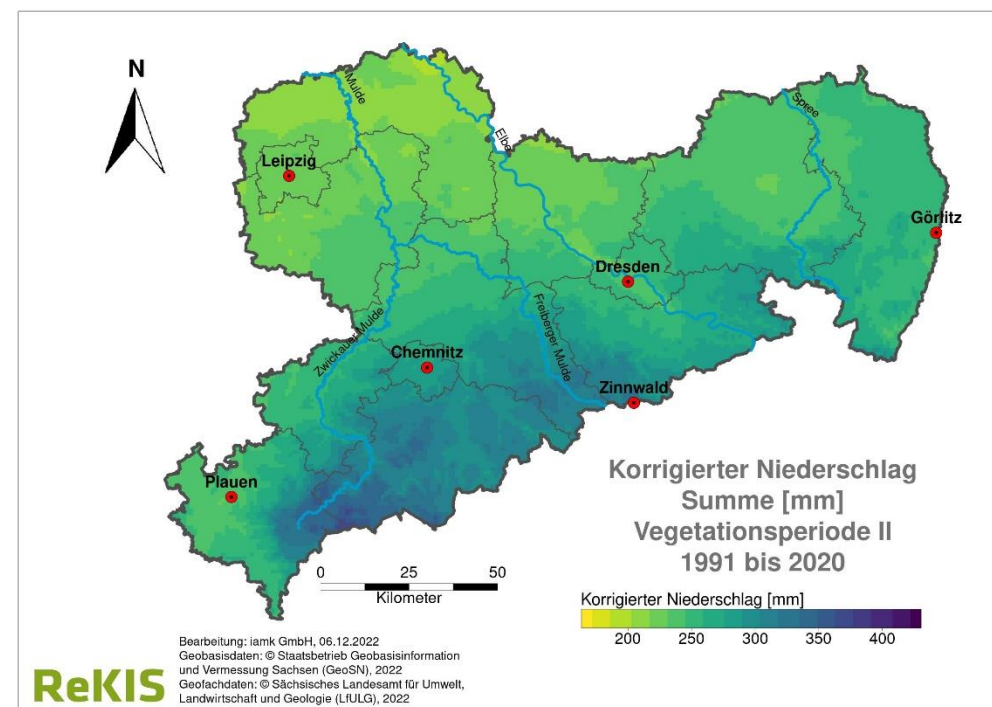
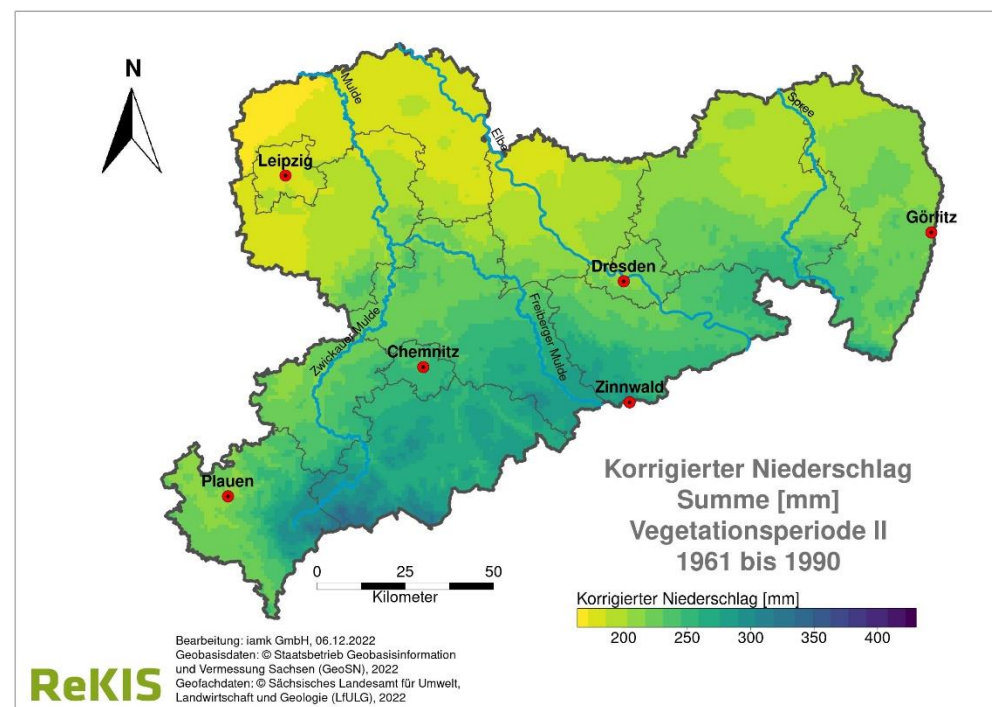
1961 - 1990

1991 - 2020

VP I

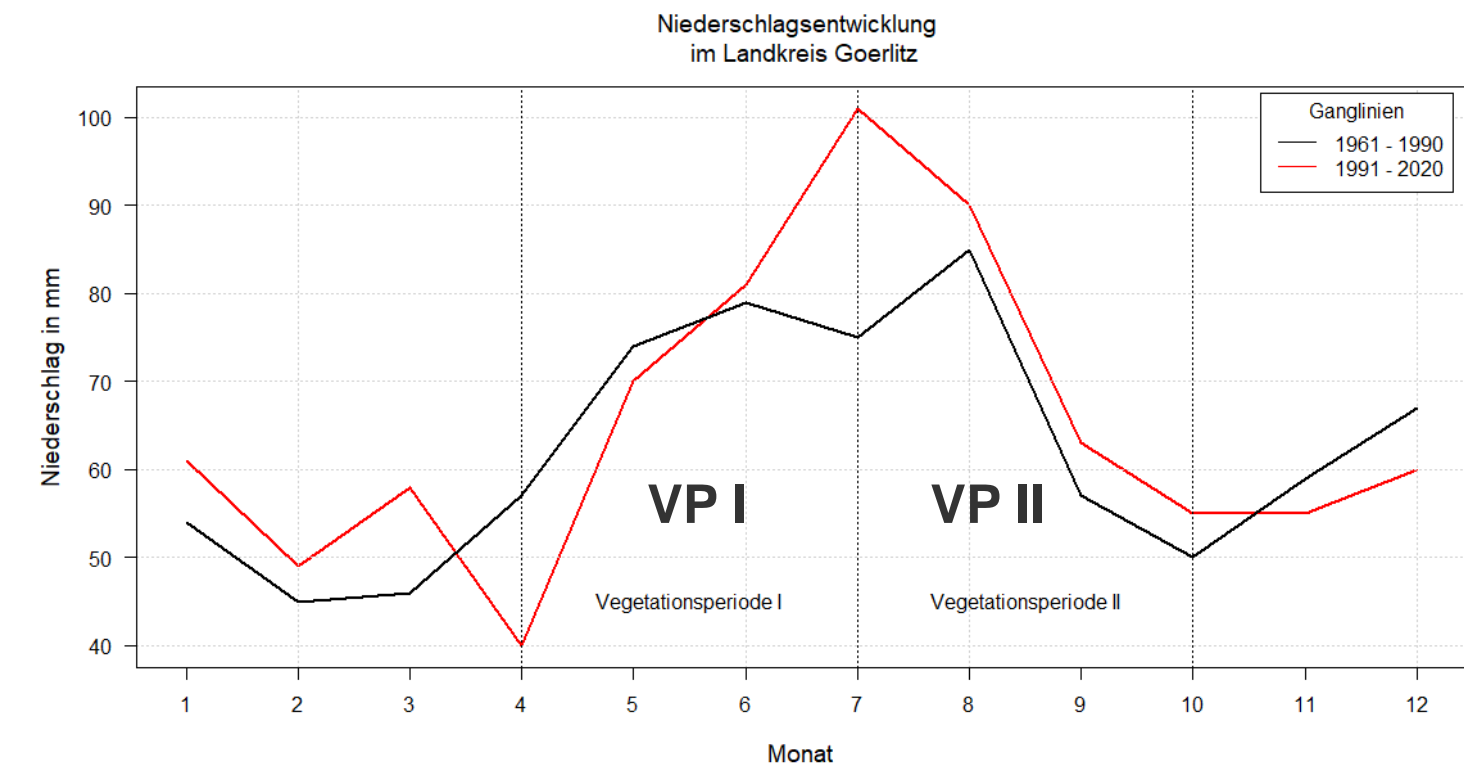


VP II



Beispiel: monatliches
Niederschlagsmittel in Görlitz

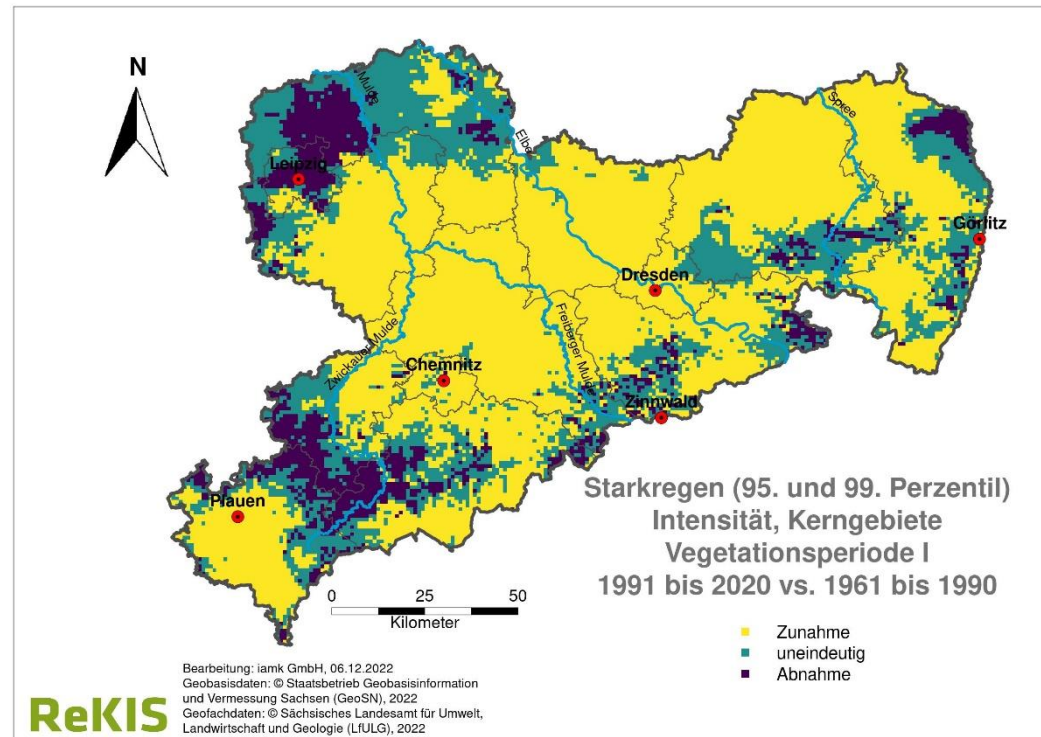
schwarze Linie: 1961-1990
rote Linie: 1991-2020



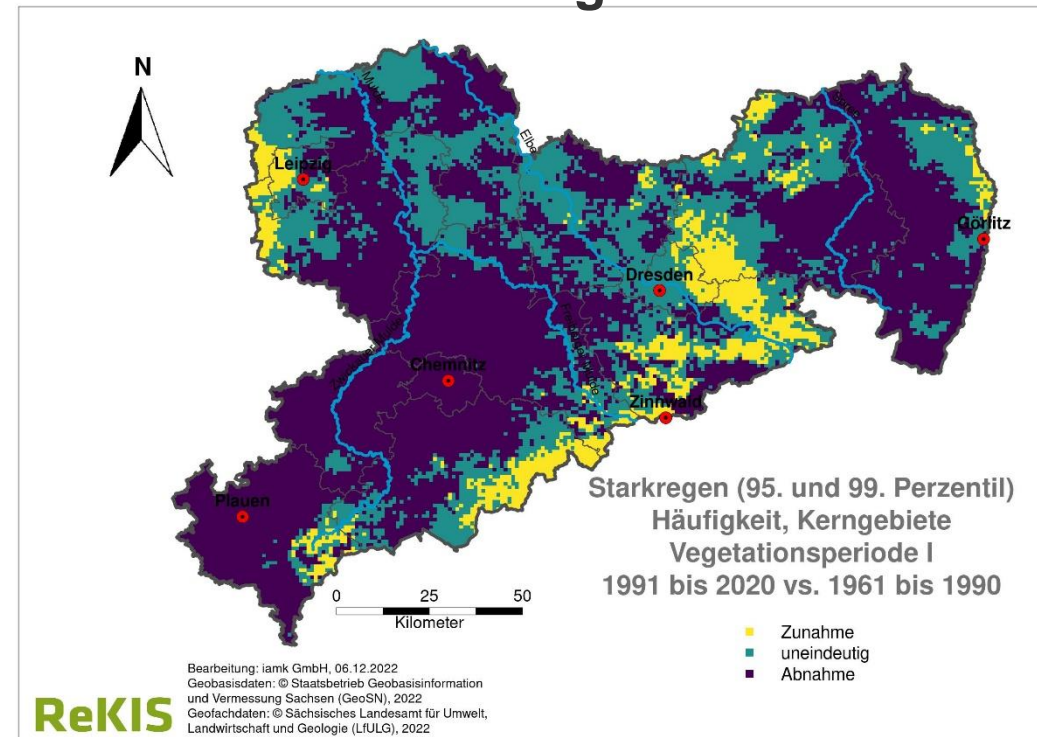
Beobachtete Niederschlagsentwicklung in Sachsen

Starkregenereignisse (tagesbasiert, 90 and 95 Perzentil)

Intensität



Häufigkeit



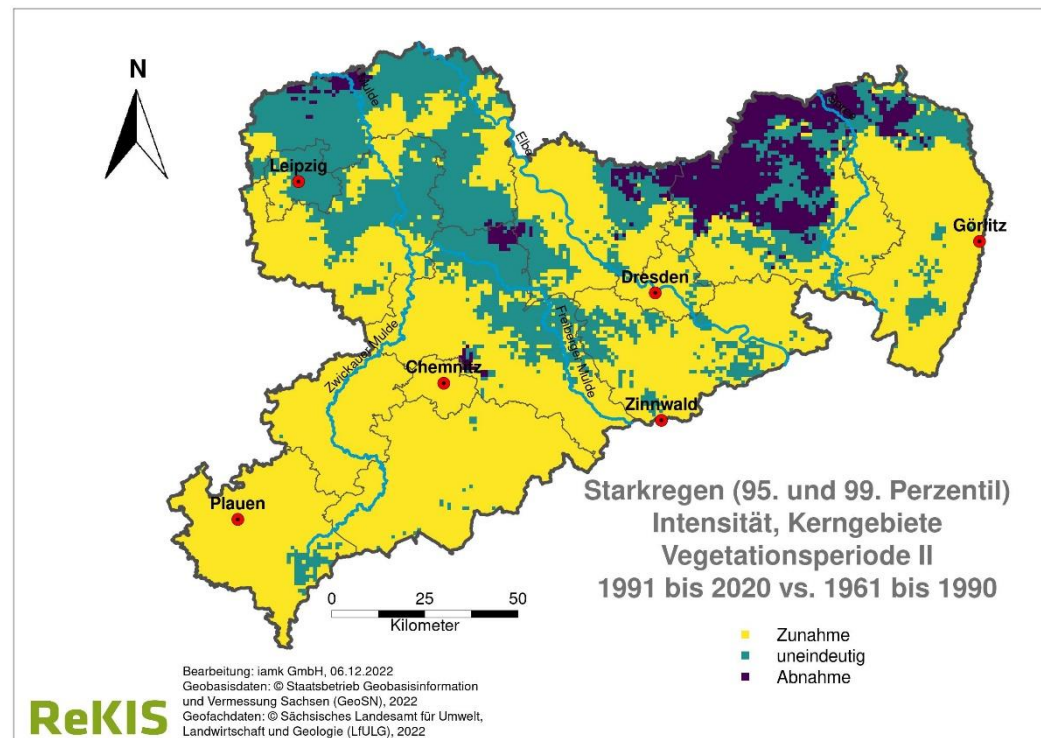
**Starkregentrends zwischen
1991- 2020 vs. 1961 – 1990**

gelb = Zunahme

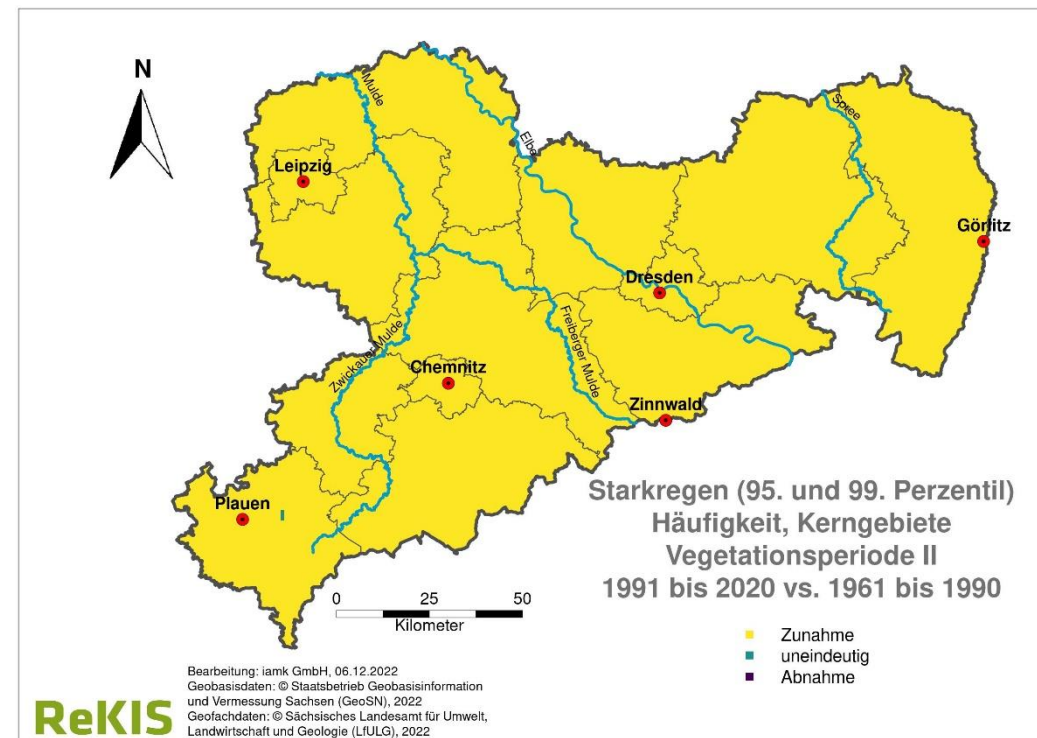
türkis = uneindeutig

blau = Abnahme

Intensität

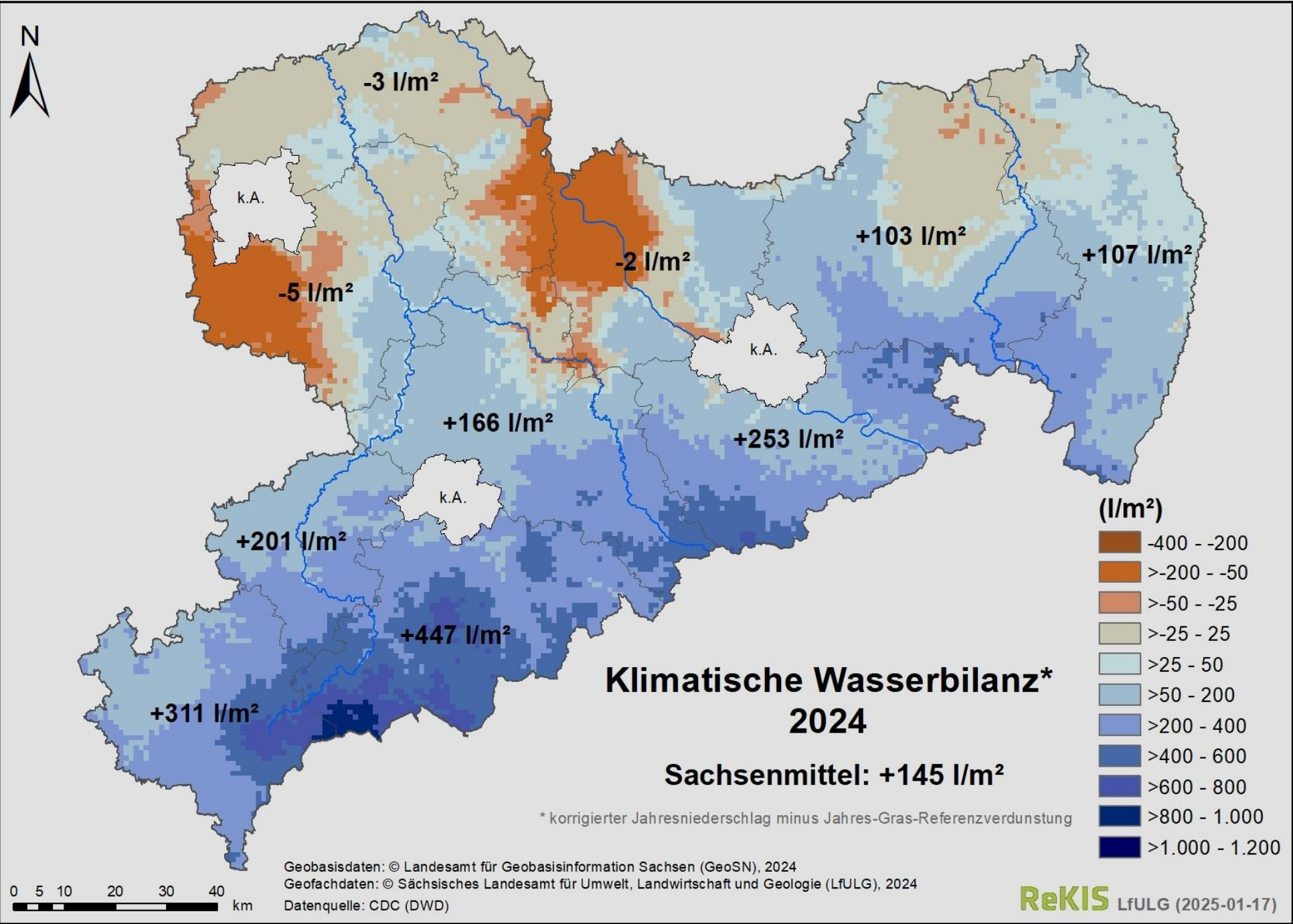


Häufigkeit



Beobachtete Entwicklung im Wasserdargebot

Sachsen 2024: Bilanzierung atmosphärischer Bedingungen als Treiber im Wasserhaushalt



potentielles Wasserdargebot

Gewinn: Niederschlag (Menge & Art)

Verlust: potentielle Verdunstung („Durst“ Atmosphäre)

Bilanz: **klimatische Wasserbilanz**

2024: +145 l/m²

-105 l/m²!

Mittelwerte:

- 1961-1990: +250 l/m²
- 1991-2020: +245 l/m²
- 2011-2020: +185 l/m²

Beobachtete Abweichungen in Temperatur, Niederschlag und Sonnenstunden

Sachsen 2024: klimatologische Einordnung vs. 1961-1990 (Klima-Referenzperiode)

Zeitbezug	Winter 2023/24			Frühjahr			Sommer			Herbst		
Lufttemperatur	+4,0K			+3,4K			+2,6K			+1,6K		
Niederschlag	+57%			-28%			-7%			+28%		
Sonnenstunden	-5%			+16%			+24%			+14%		

Zeitbezug	Dez'23	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Lufttemperatur	+3,4K	+2,0K	+6,7K	+4,1K	+3,3K	+2,9K	+1,8K	+2,3K	+3,7K	+2,5K	+1,8K	+0,6K	+2,2K
Niederschlag	+78%	+4%	+89%	-61%	-33%	+12%	-22%	+2%	-2%	+117%	-16%	-17%	-33%
Sonnenstunden	-29%	+39%	-27%	+27%	+14%	+9%	+12%	+22%	+39%	+29%	-4%	+18%	+46%

Zeitbezug	Jahr												
Lufttemperatur	+2,8K												
Niederschlag	+1%												
Sonnenstunden	+20%												

Lufttemperatur:						
Perzentil (%)	5	10	20	80	90	95
Eigenschaft	extrem zu kalt	viel zu kalt	zu kalt	zu warm	viel zu warm	extrem zu warm
Niederschlag:						
Perzentil (%)	5	10	20	80	90	95
Eigenschaft	extrem zu niederschlagsarm	viel zu niederschlagsarm	zu niederschlagsarm	zu niederschlagsreich	viel zu niederschlagsreich	extrem zu niederschlagsreich
Sonnenstunden:						
Perzentil (%)	5	10	20	80	90	95
Eigenschaft	extrem zu sonnenarm	viel zu sonnenarm	zu sonnenarm	zu sonnenreich	viel zu sonnenreich	extrem zu sonnenreich

Beobachtete und erwartete Niederschlagsentwicklung in Sachsen

Trockenheit - Definitionen

- großskalige atmosphärische Bedingungen

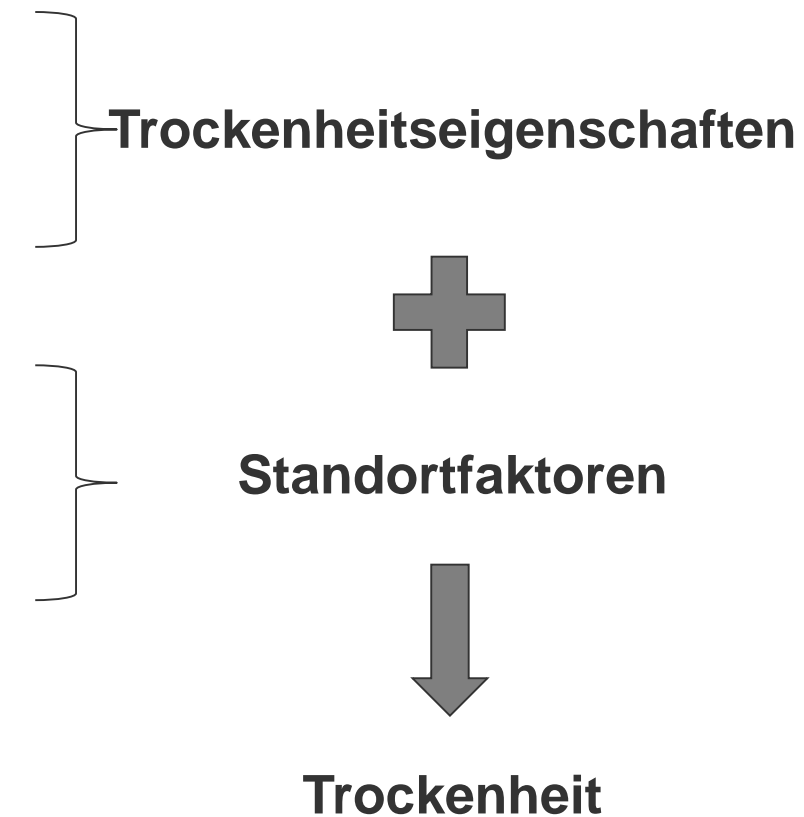


Temperatur, Niederschlag,
potentielle Wasserressourcen

- local feedbacks

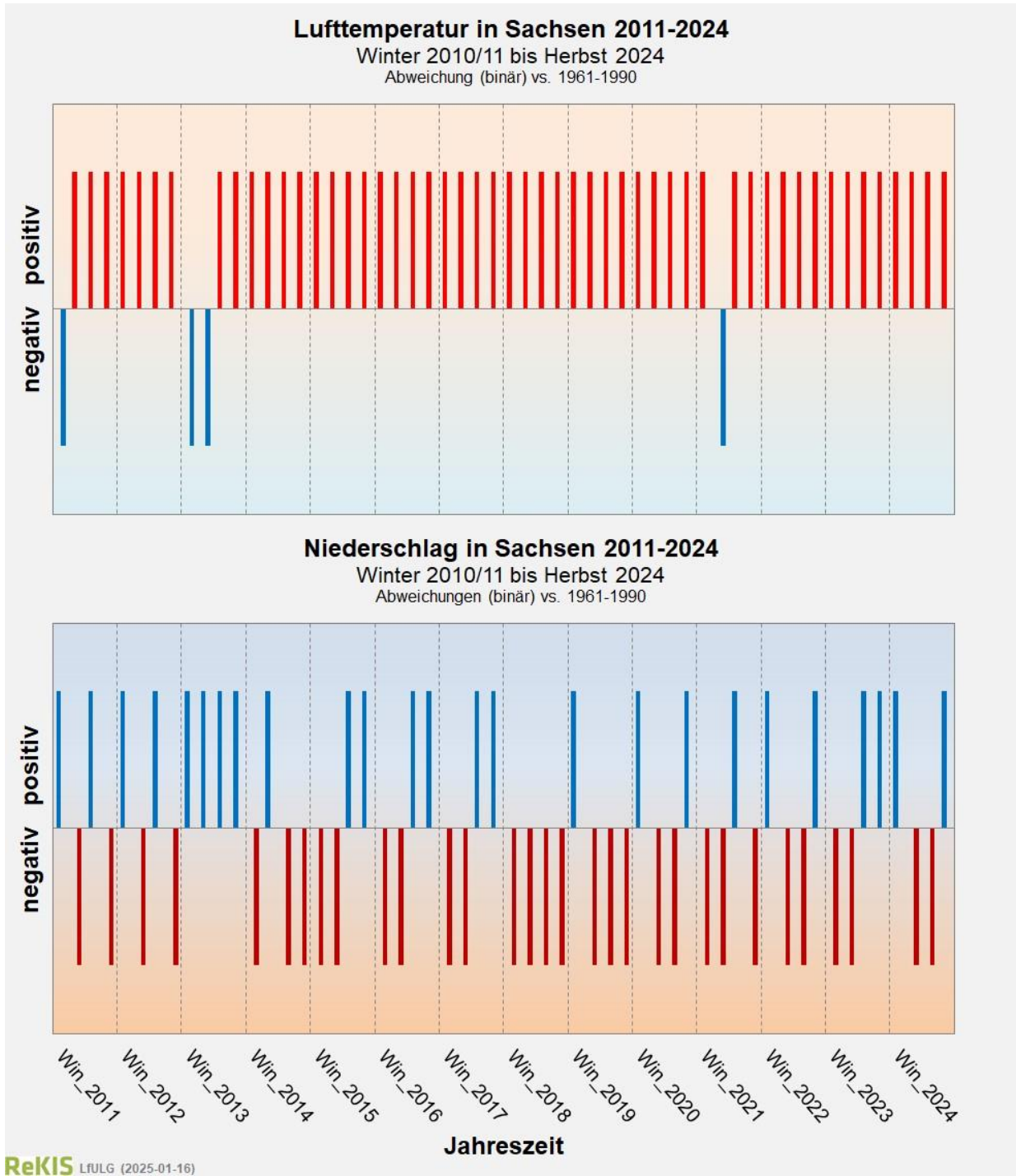


Bodenfeuchtigkeit, Vegetation
(Landbedeckung)

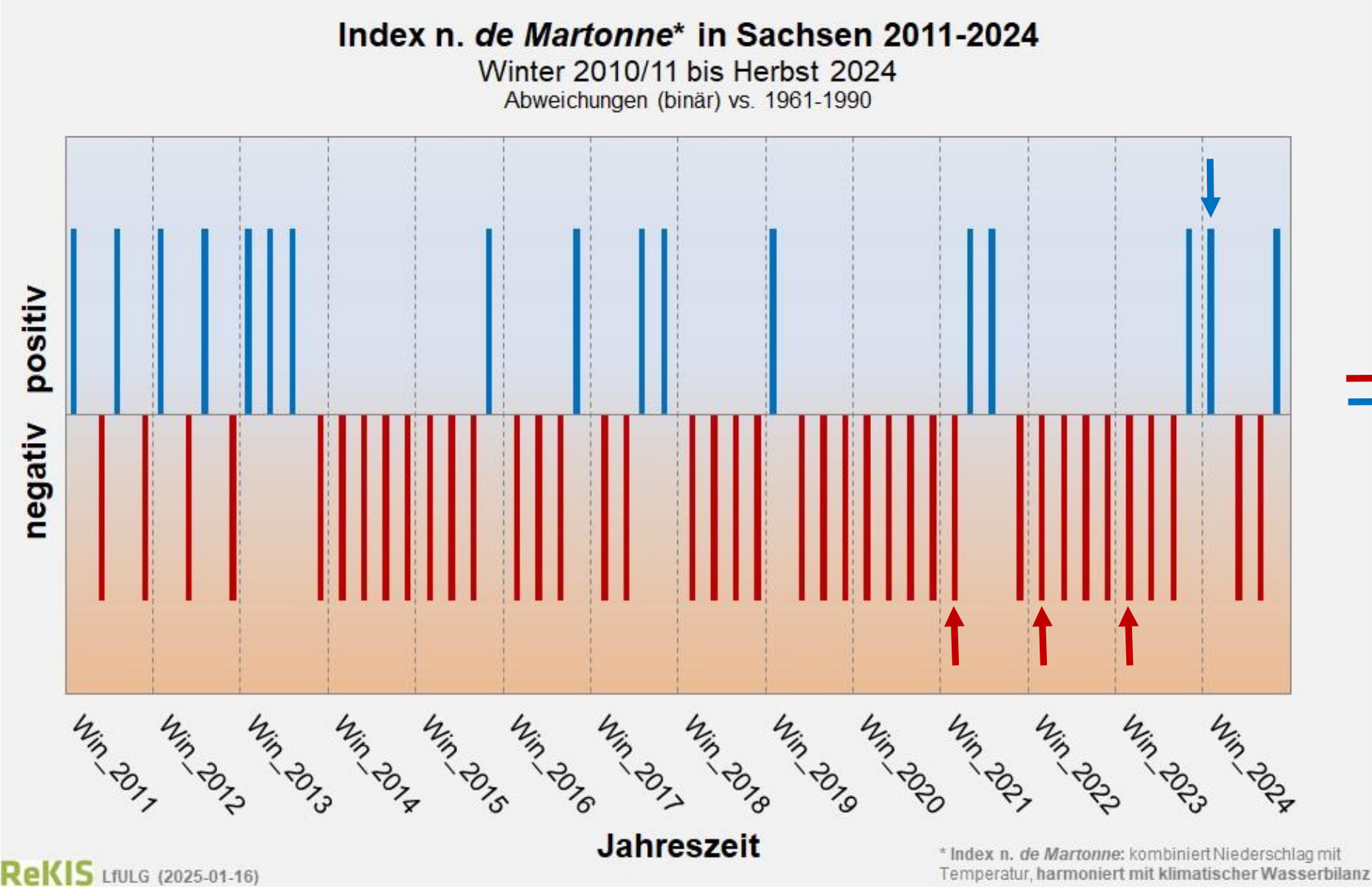


Beobachtete und erwartete Niederschlagsentwicklung in Sachsen

Abfolge Jahreszeiten: Winter 2010/11 bis Herbst 2024



Trockenheitsmaß (harmoniert mit potentiellm Wasserdargebot)



Beobachtete Niederschlagsentwicklung in Sachsen

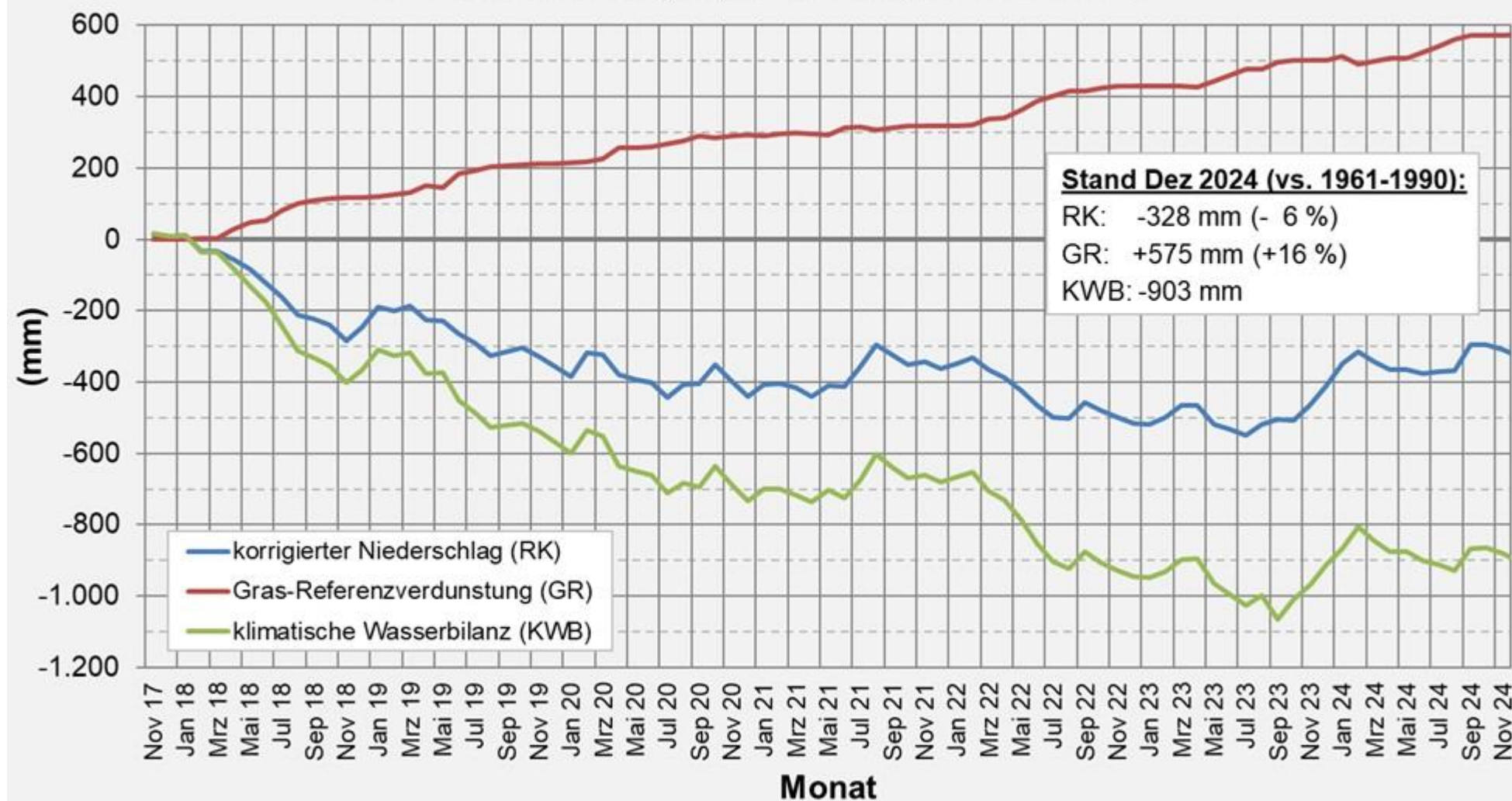
Trockenheit in Sachsen

Mit der zunehmenden Erwärmung erhöht sich tendenziell der Niederschlag, ABER nicht überall und zu allen Zeiten!

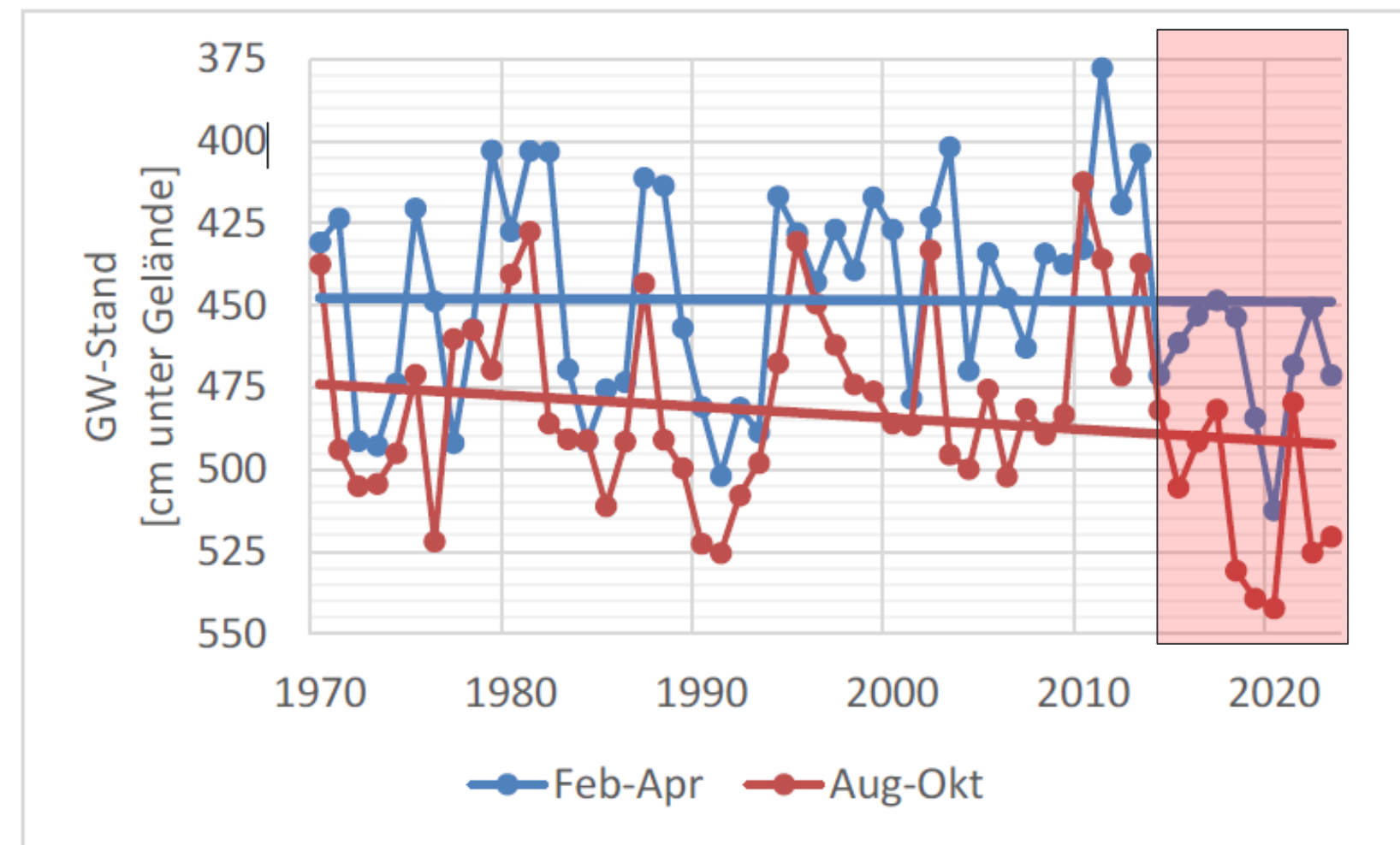
Kumulative Abweichungen (vs. 1961-1990) der Flächenmittel; blau = korrigierter Niederschlag; rot = Gras-Referenzverdunstung; grün = klimatische Wasserbilanz

Niederschlag, Verdunstung, klimatische Wasserbilanz
Sachsen: Nov 2017 bis Dez 2024

kumulierte Abweichungen (vs. 1961-1990) der Flächenmittel



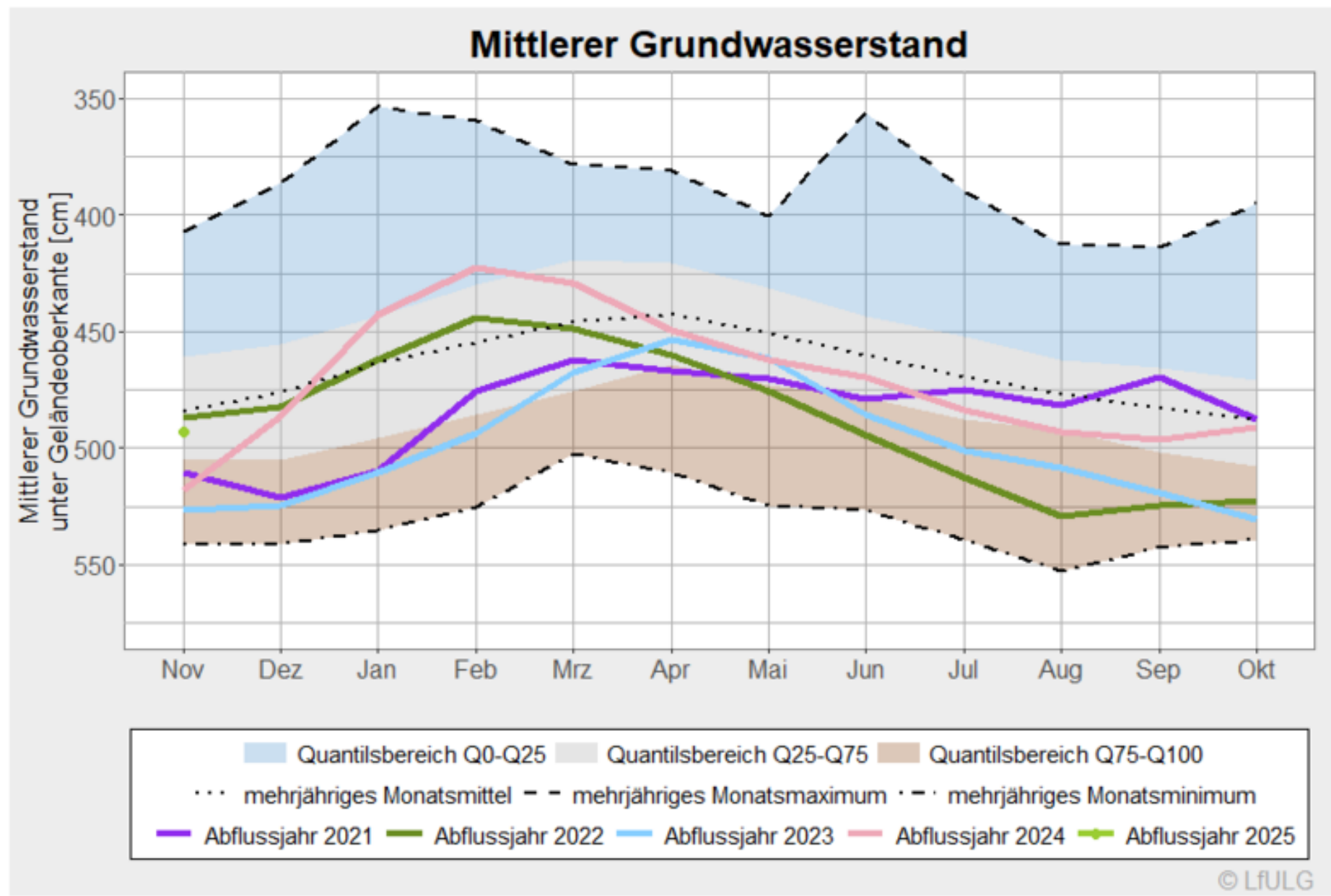
Mittlerer Grundwasserstand (in cm unter dem Gelände) zum Ende des Winter (blau, Februar - April) und Sommer (rot, August - Oktober)



Grundwasserneubildung

Beobachtete Grundwasserentwicklung in Sachsen

Innerjährlich zeichnet das Abflussjahr 2024 im Grundwasser eine hohe Schwankungsbreite aus

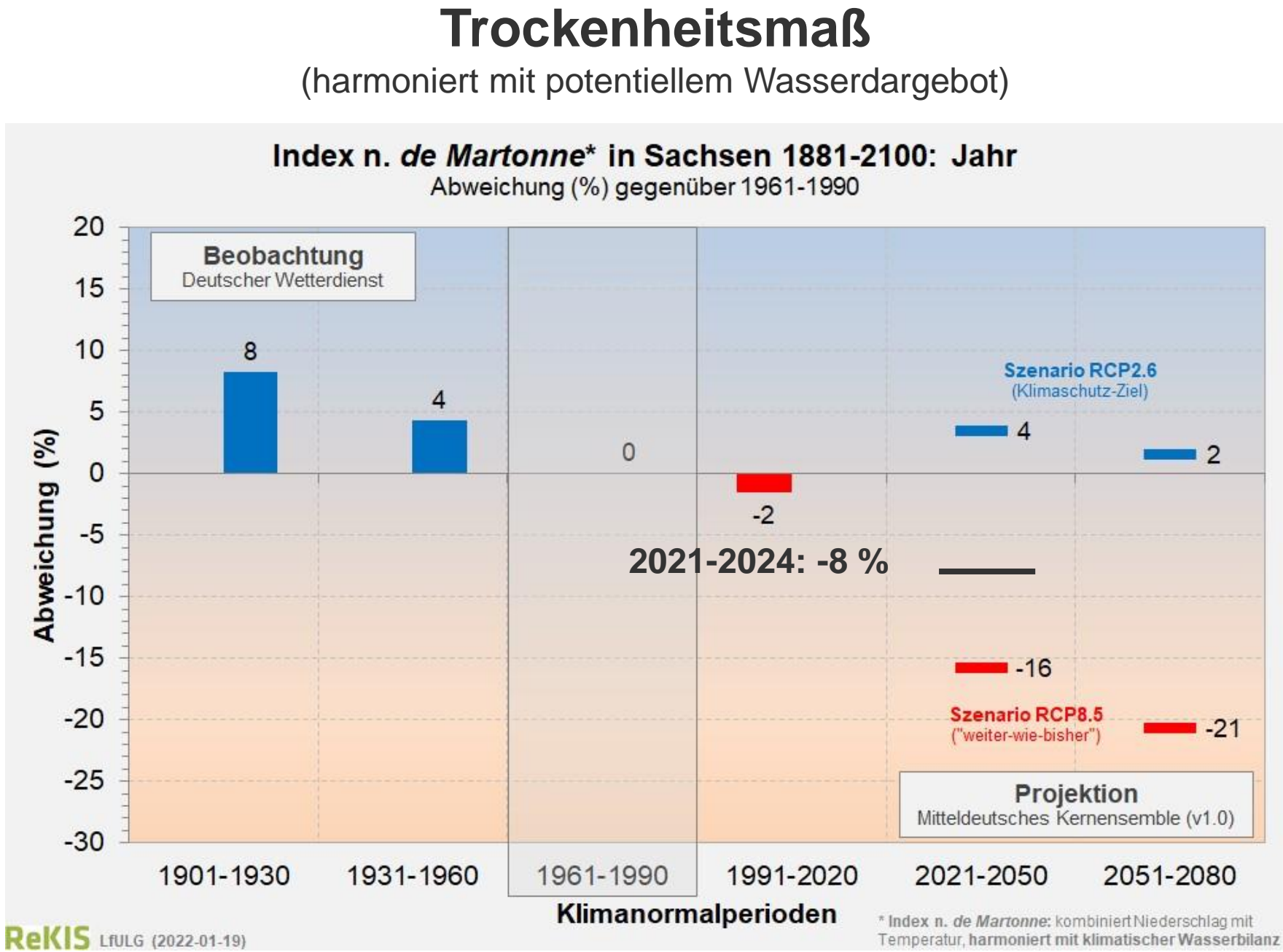
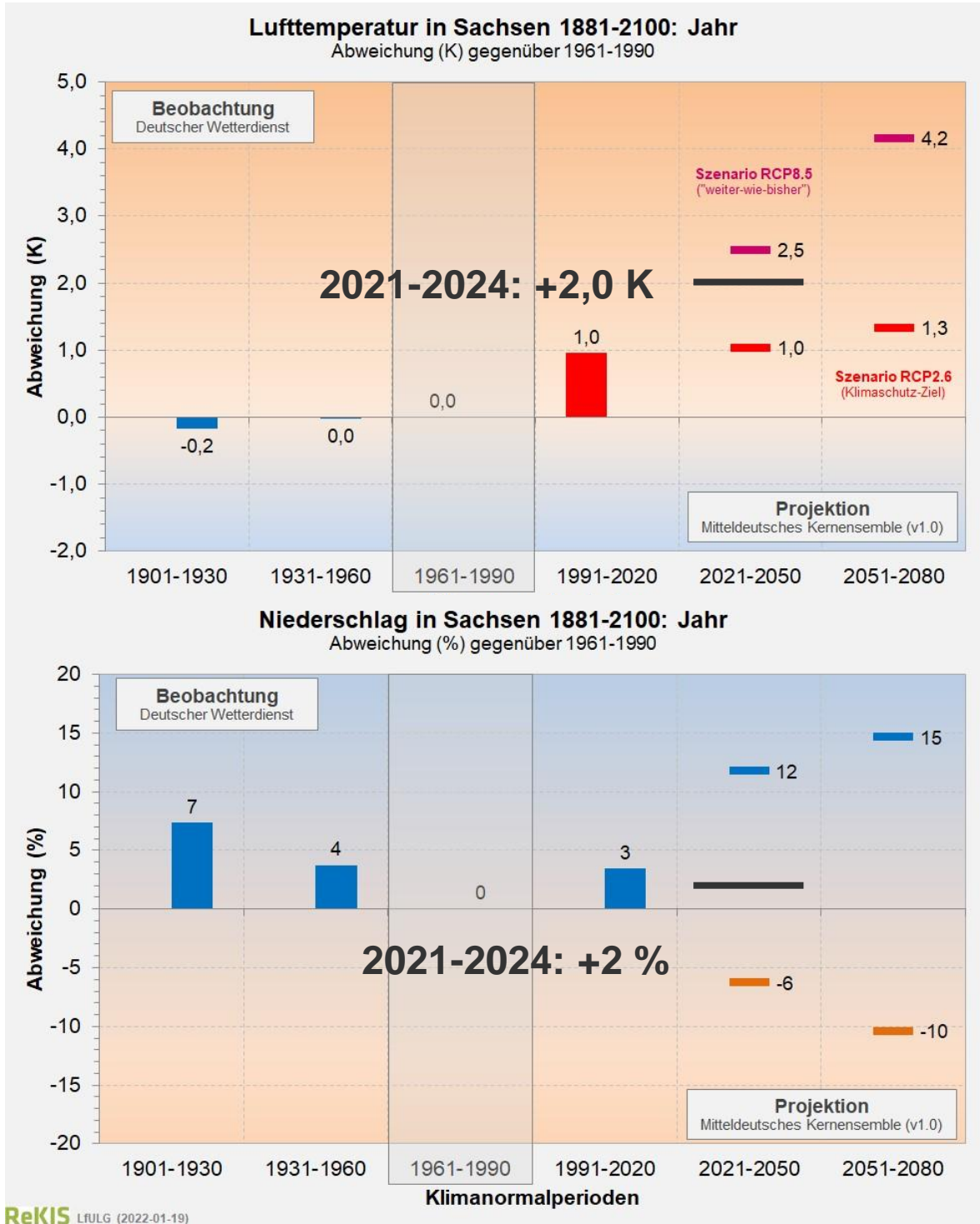


Von **Oktober 2023 bis Februar 2024** führten übernormale Niederschläge bei einem hohen Temperaturniveau zu einer **frühen und rasanten Auffüllung des Grundwassers**. Über das **Sommerhalbjahr 2024** fand erneut ein **rasanter Rückgang des Grundwasserstandes** statt.

Abb.: Monatsmittel des Grundwasserstandes von 279 repräsentativen Grundwassermessstellen in Sachsen im 51-jährigen Mittel von 1970 bis 2020 (grauer Bereich und schwarze Linien) im Vergleich mit den aktuellen Abflussjahren 2021, 2022, 2023 und 2024 in [cm unter Gelände].

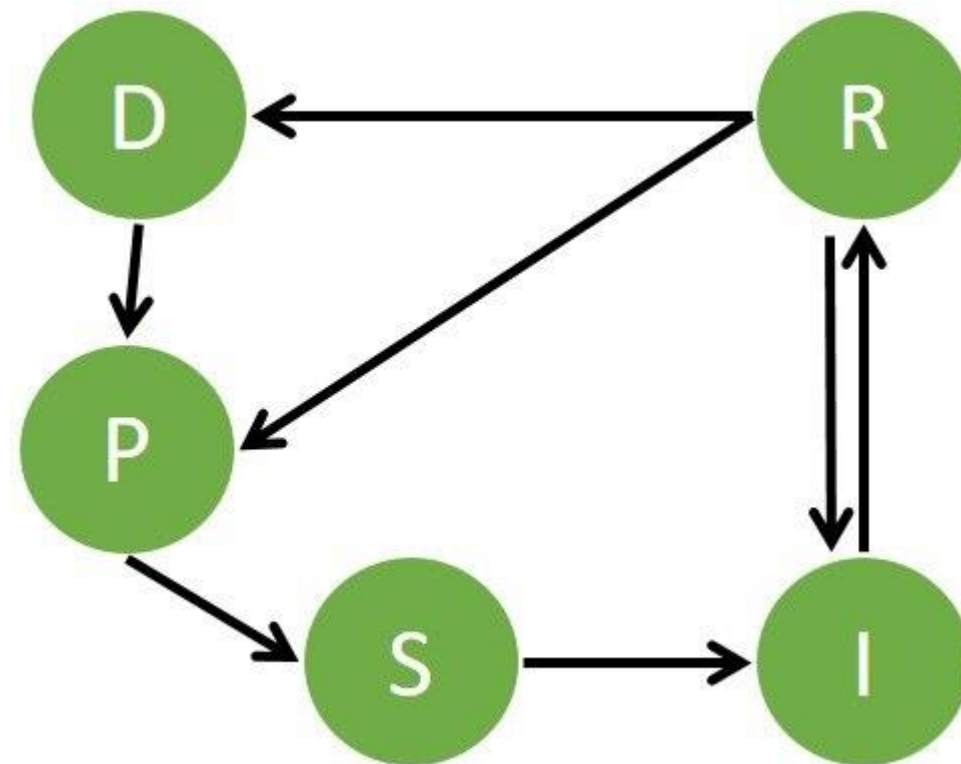
Zukünftige Entwicklung der Trockenheit in Sachsen

Abfolge Klimanormalperioden: 1901/30 bis 2051/80



Klimafolgen

DPSIR-Schema



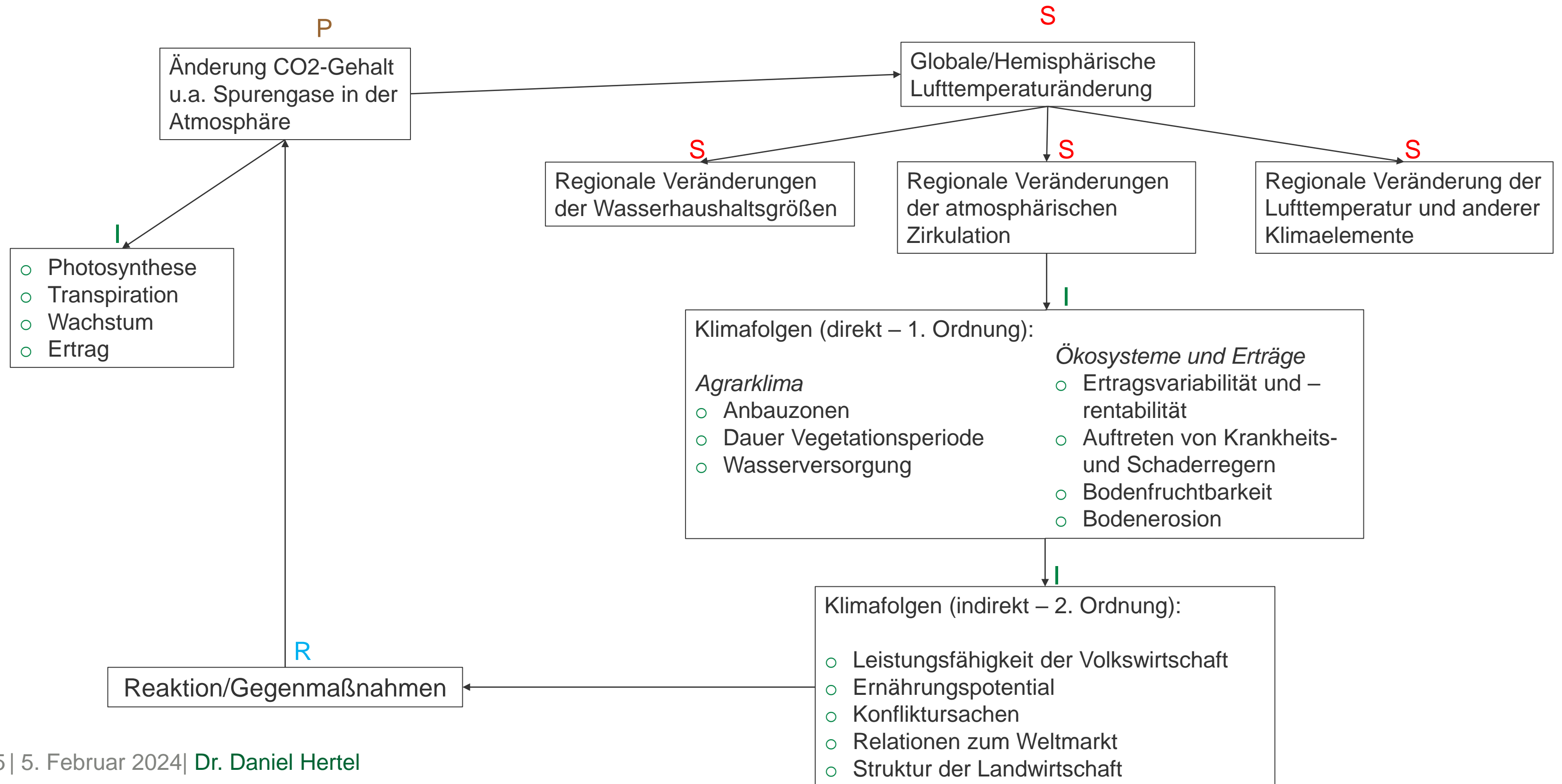
DPSIR-Schema © LfULG

D = Drivers	}	Ursache
P = Pressures		
S = States	}	Wirkung
I = Impacts	}	Folge
R = Responses	}	Antwort

Klimafolgenmonitoring LfULG
(Koordination am Fachzentrum Klima (FZK))

Klimafolgen

Beispiel: Einfluss Klimaänderungen auf Landwirtschaft ((D)PSIR)

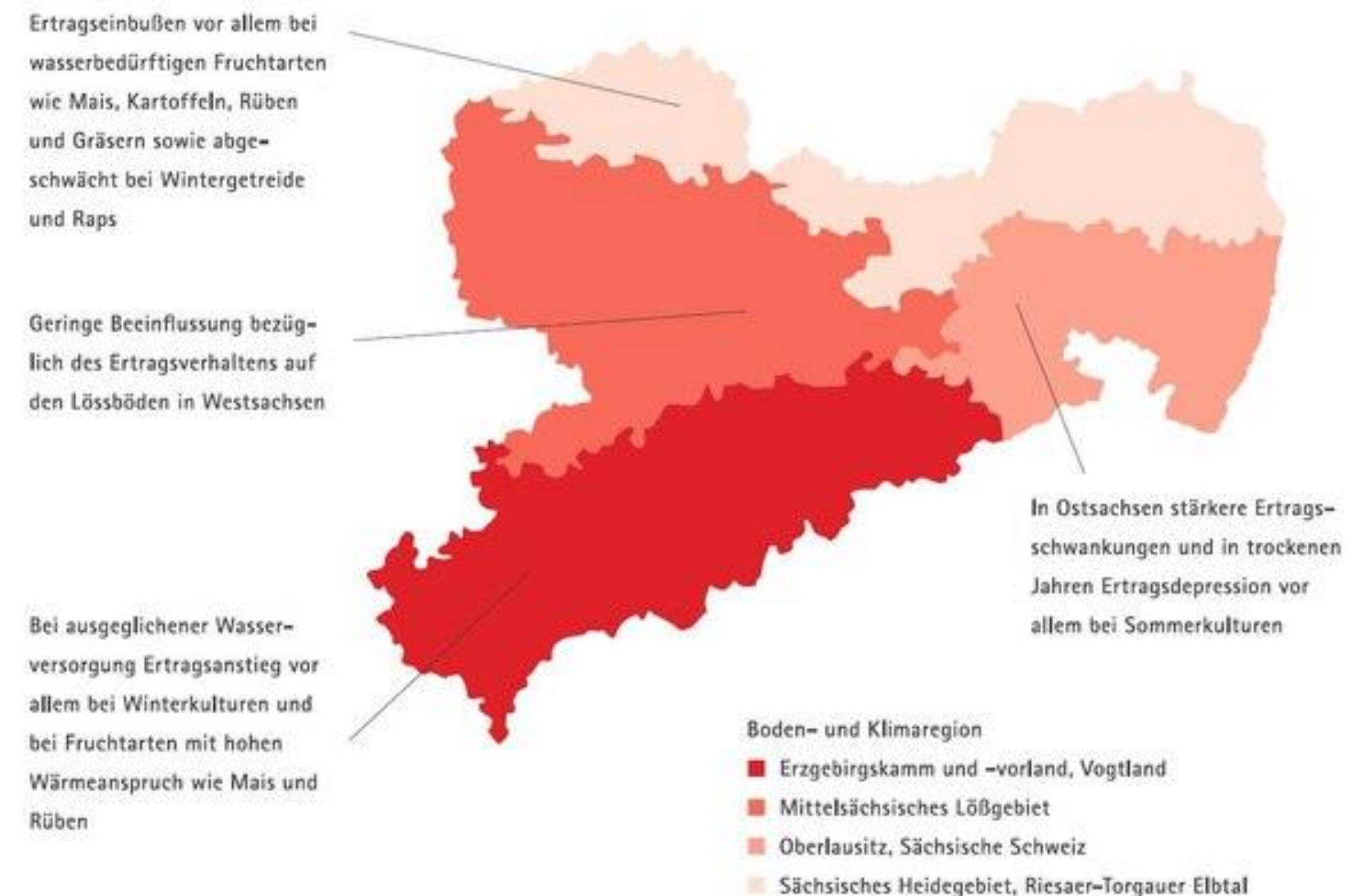


Klimafolgen

Klimafolgenmonitoring (Beispiel: Sachsen) – Landwirtschaft und Gartenbau

Kernbotschaften:

- Extremereignisse (Dürre, Starkregen, Hagel, Spätfrost) führen zu verstärkten Ertrags- und Qualitätsschwankungen.
- Krankheits- und Schaderregerspektren verändern sich.
- Verschärfung von Agrarumweltproblemen (z.B. Regenerosivität, Nitrateinträge ins Grundwasser).



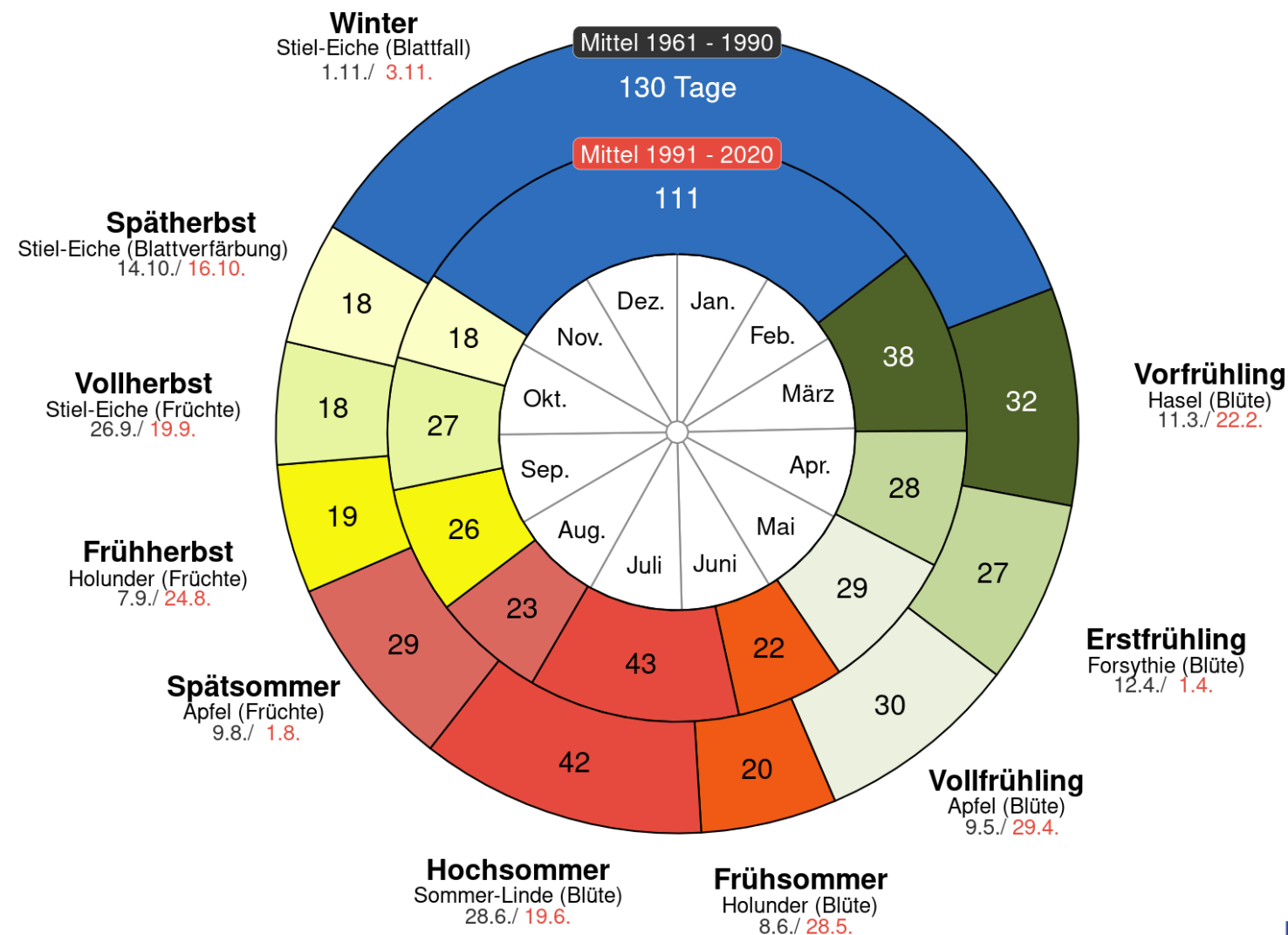
Bildquelle: © LfULG

Regional differenzierte Entwicklung der landwirtschaftlichen Erträge in Sachsen

Klimafolgen

Klimafolgenmonitoring (Beispiel: Sachsen) – Landwirtschaft und Gartenbau

Phänologische Jahreszeiten
Sachsen



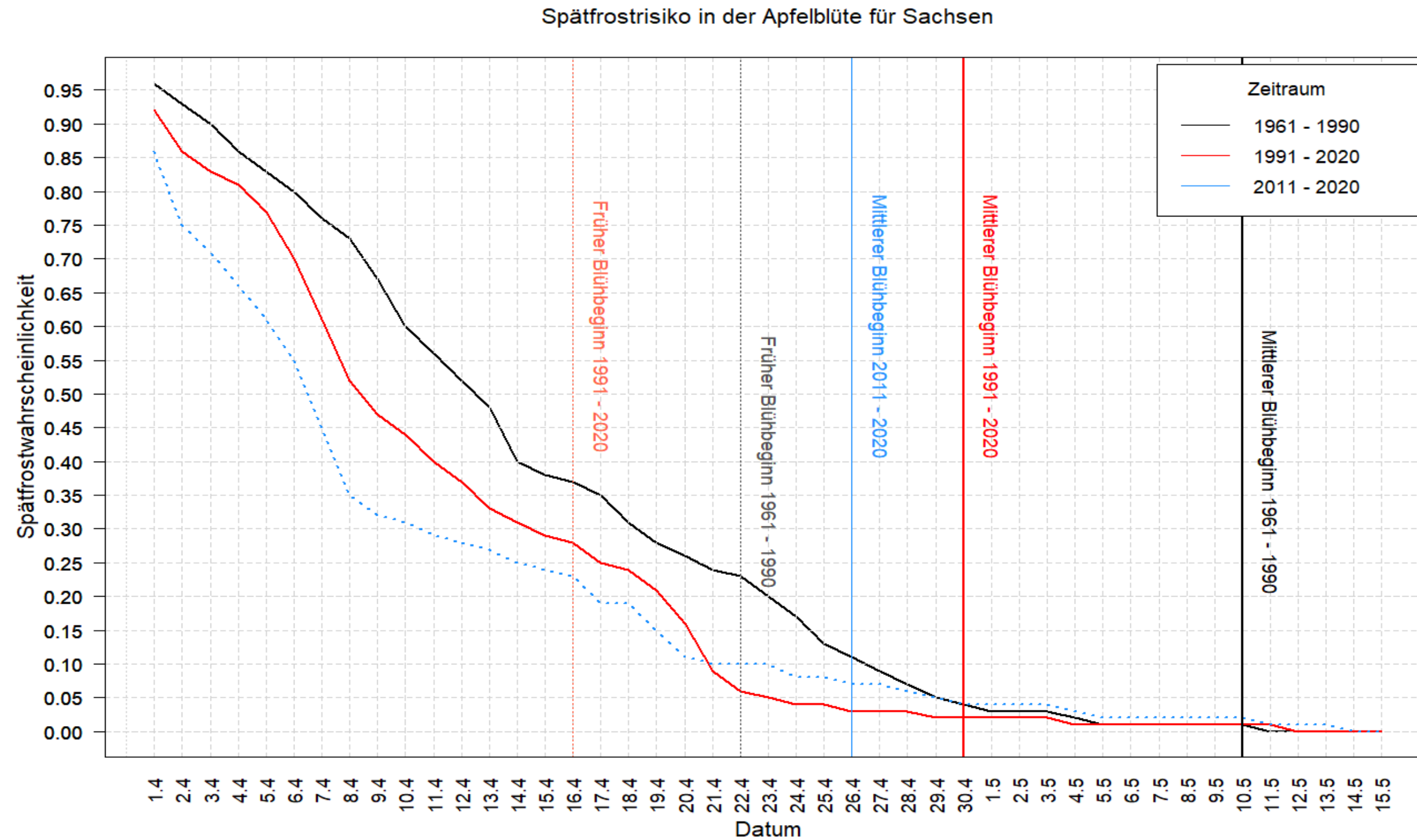
Phänologische Uhr für Sachsen
(1961-1990 vs. 1991 – 2020)

Phänologische Jahreszeit	Andauer 1961 – 1990	Andauer 1991 – 2020	Abweichung Andauer
Frühling	89	95	6
Sommer	91	88	-3
Herbst	55	71	16
Winter	130	111	-19

Stand Jahresmelder: 24.02.2023 11:32
Kontakt: Landwirtschaft@dwd.de

Klimafolgen

Klimafolgenmonitoring (Beispiel: Sachsen) – Landwirtschaft und Gartenbau



Spätfrostrisiko in der
Apfelblüte in Sachsen für
unterschiedliche
Zeiträume

Klimafolgen

Klimafolgenmonitoring (Beispiel: Sachsen) – Landwirtschaft und Gartenbau

■ **Indikator:** Beginn der Apfelblüte in Sachsen (I-LW5)

■ **Datengrundlage:**

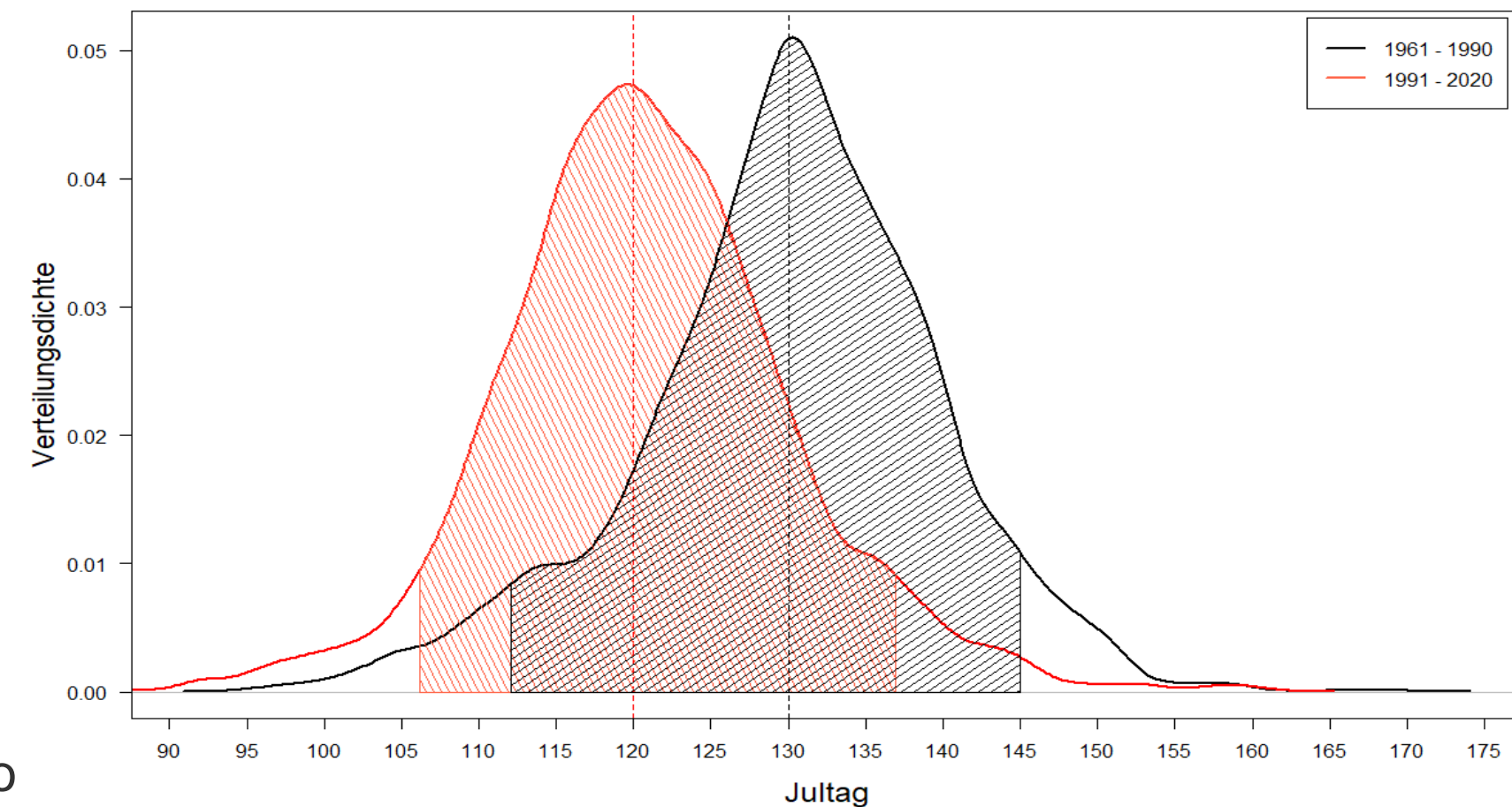
- phänologische Stationsdaten (DWD),
- Klimareferenzdatensatz (LfULG)

■ **klimatologischer Befund (s. Abb.):**

- mittlerer Blühbeginn 1991-2020 früher vs. 1961-1990
- mittleres Spätfrostrisiko 1991-2020 niedriger vs. 1961-1990
- Kombination Blühbeginn & Spätfrostrisiko → erhöhtes Schadrisiko durch Spätfrostereignisse für frühere Blühbeginne

■ **Klimawirkung:** veränderte Anbaubedingungen

Verteilung der Beobachtungspunkte Jultage

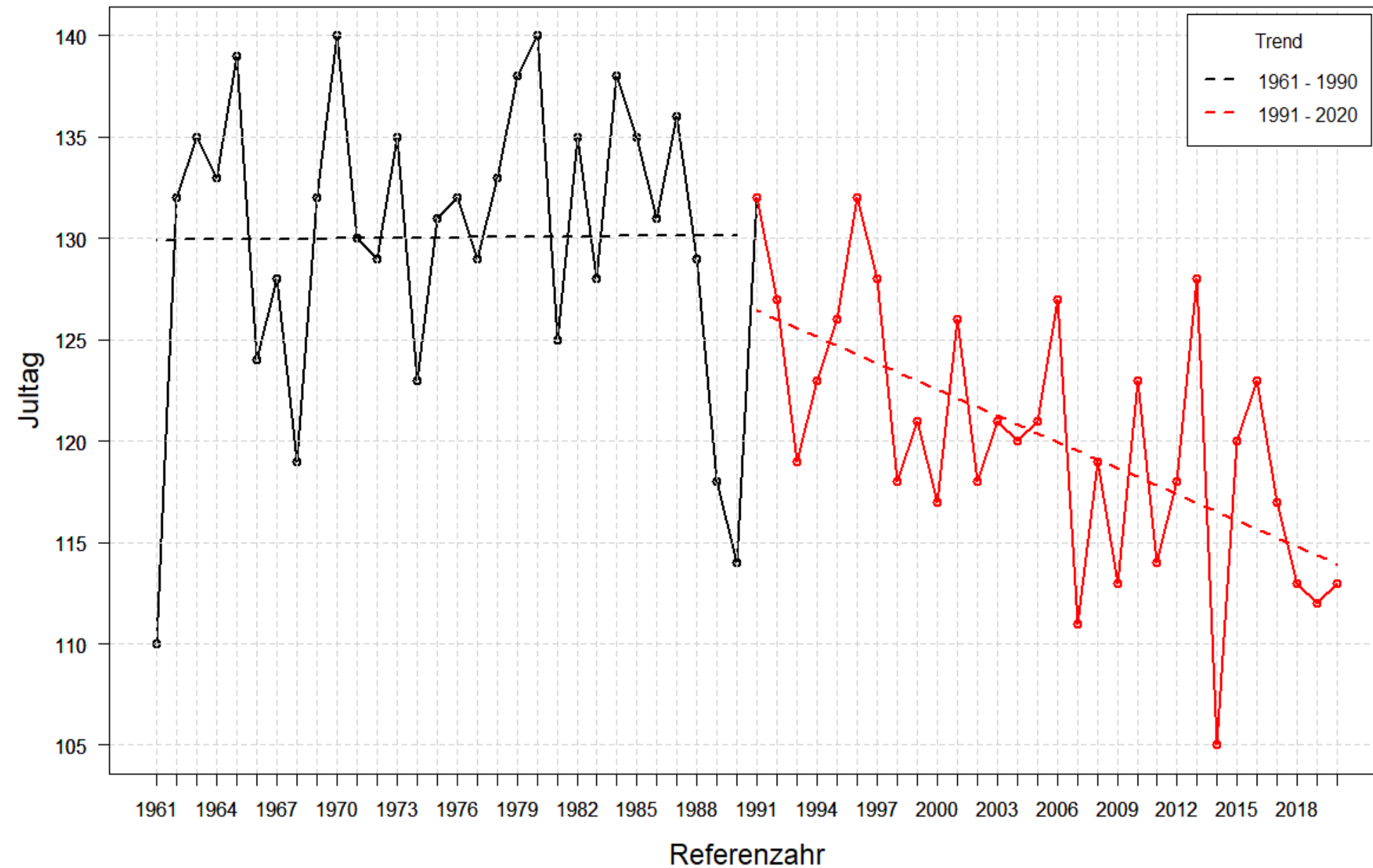


Verteilung des Blühbeginns (DOY) 1961-1990 (rot), 1991-2020 (schwarz)

Klimafolgen

Klimafolgenmonitoring (Beispiel: Sachsen) – Landwirtschaft und Gartenbau

Beginn der Apfelblüte in Sachsen
1961 - 2020



Mittlerer Blühbeginn der
Apfelblüte in Sachsen
(1961 -2020)

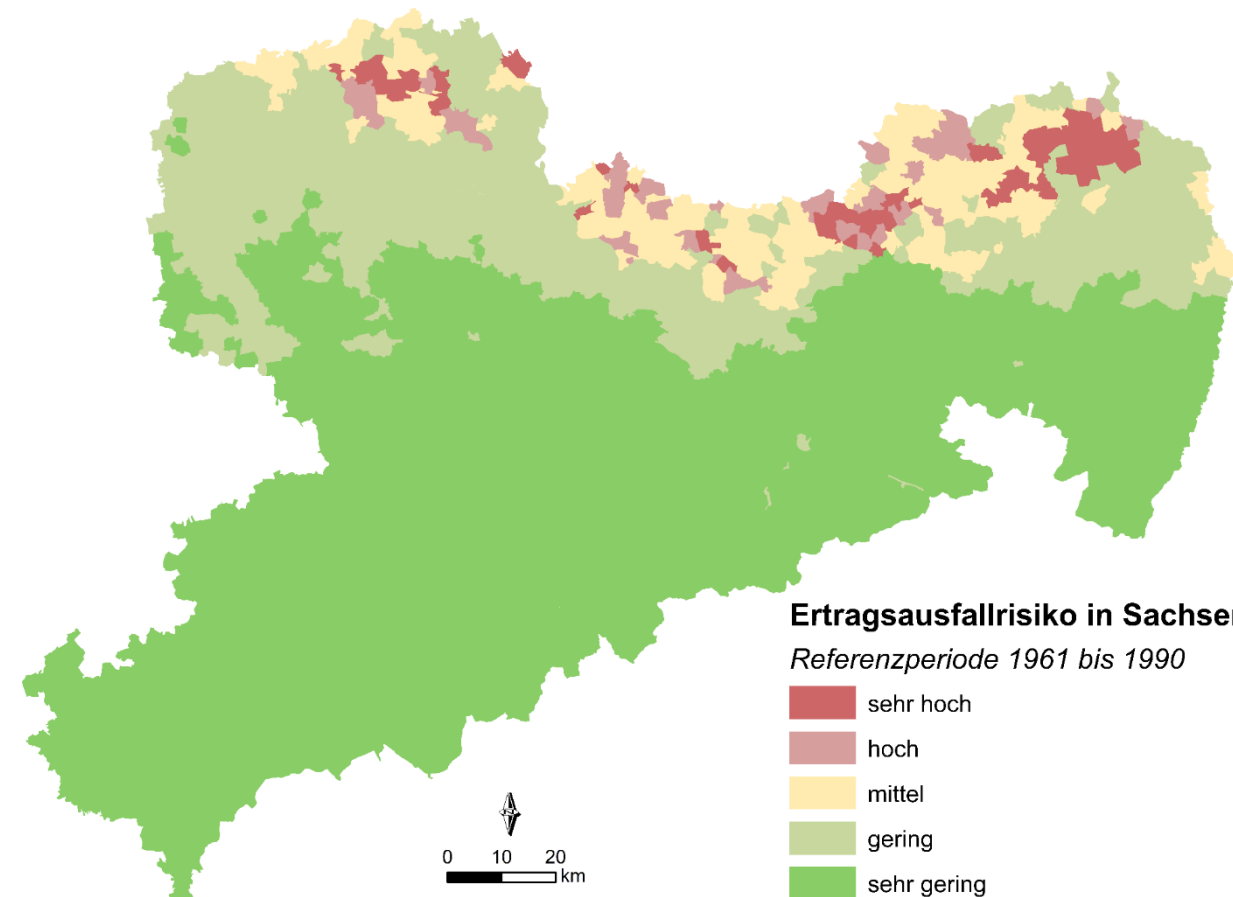
ca. – 2 Wochen

Bildquelle: © LfULG

Klimafolgen

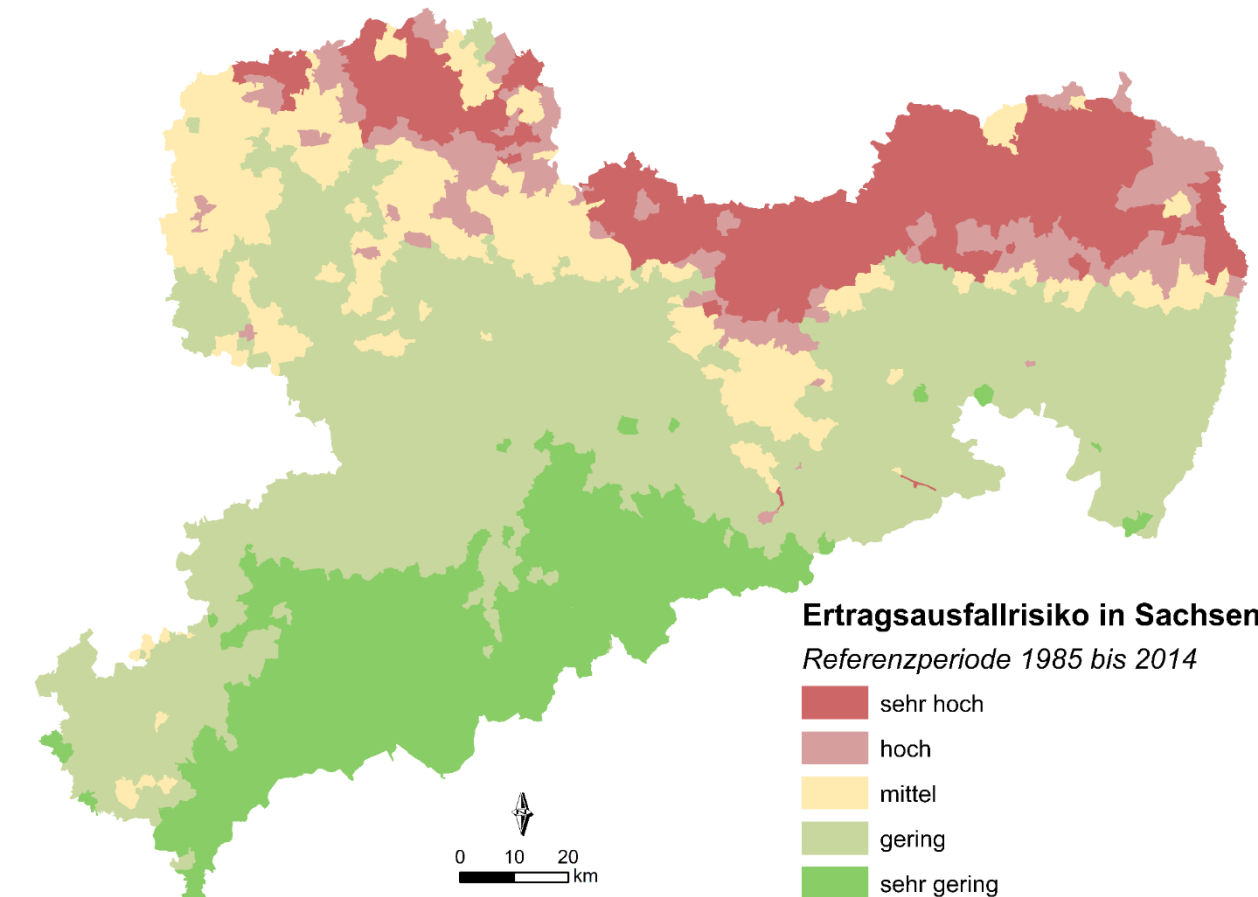
Klimafolgenmonitoring (Beispiel: Sachsen) – Landwirtschaft und Gartenbau

Ertragsausfallrisiko landwirtschaftlicher Kulturen (primär Getreide und Raps)



© 2016, Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung (GeoSN)
© 2016, Deutscher Wetterdienst (DWD)
© 2016, Sächsisches Ministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL)
© 2016, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Bildquelle: © LfULG



© 2016, Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung (GeoSN)
© 2016, Deutscher Wetterdienst (DWD)
© 2016, Sächsisches Ministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL)
© 2016, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Bildquelle: © LfULG

Klimafolgenmonitoring (Beispiel: Sachsen) – Landwirtschaft und Gartenbau

Weitere Indikatoren:

➤ **Ertragsentwicklung der Hauptfruchtarten (Winterroggen, -gerste, -raps, -weizen und Silomais):**

Auswertungen zeigen bei langfristig steigenden Erträgen eine Zunahme von klima- und witterungsbedingter Ertragsvariabilität

➤ **Veränderung des Spektrums und Auftretens von Schaderregern:**

Analysen zeigen bspw. beim Schaderreger Maiszünsler Zunahmen der Befallszahlen

➤ **Beginn und Ende der Frost-Freiheit im Pflanzenbau:**

Daten der Beispielregion Nordwestsachsen zeigen eine Verlängerung der Vegetationsperiode um 9 Tage von im Mittel 246 auf 255 Tage (1961 – 1990 vs. 1991 – 2013)

Detailinfos in Faktenblättern des LfULG-Klimafolgenmonitorings

(↗ <https://www.klima.sachsen.de/landwirtschaft-und-gartenbau-24177.html>)

Klimafolgen

Klimafolgenmonitoring (Beispiel: Sachsen) – Bodenschutz

Kernaussagen:

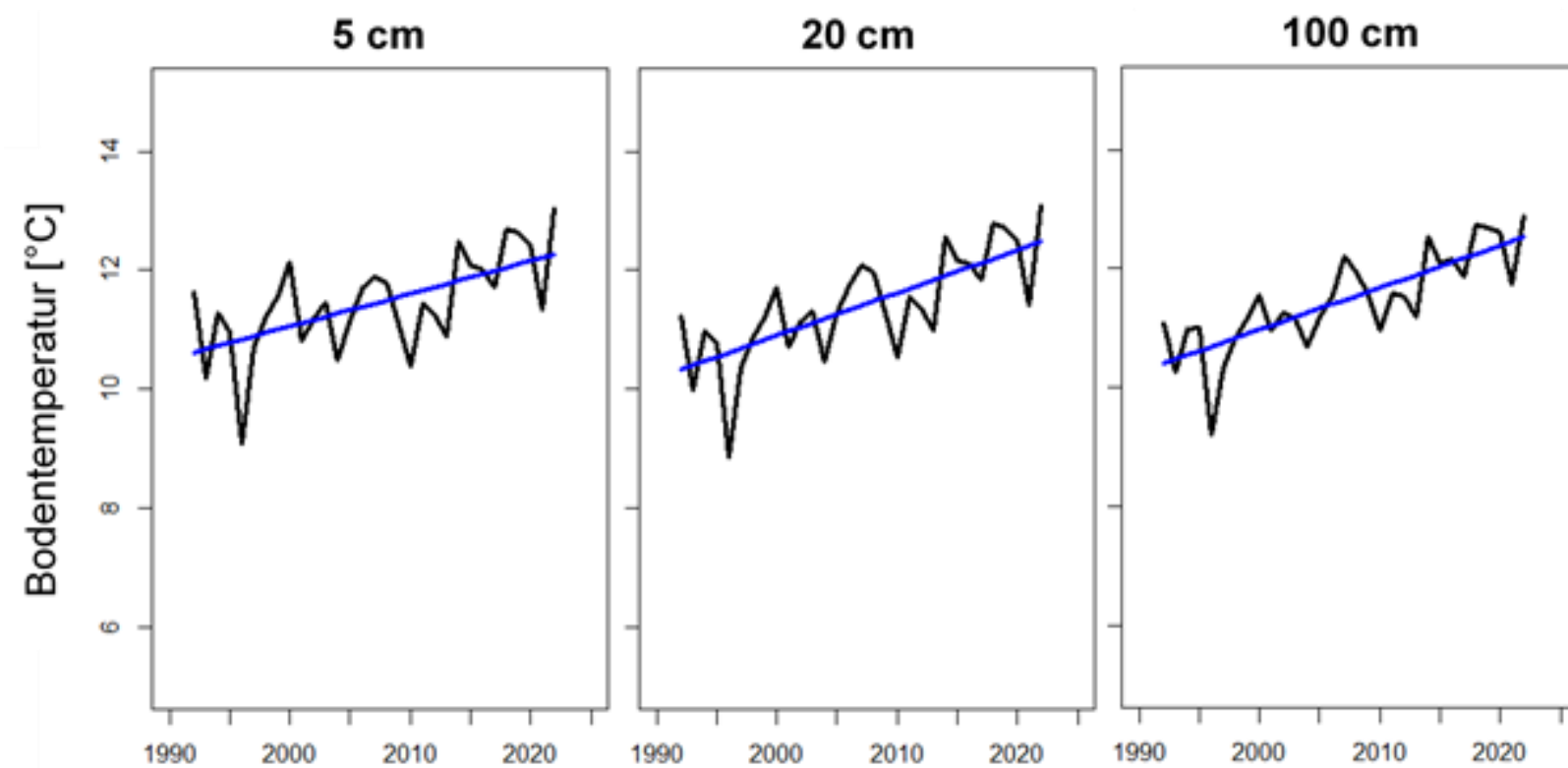
- Bodentemperatur steigt parallel zur Lufttemperatur an. Temperaturabnahme im Herbst verzögert sich zunehmend
- Rückgang des pflanzenverfügbaren Wassers, da in langen Trockenperioden (z.B. 2018-2020) Böden bis in tiefe Schichten austrocknen
- Vermehrte Bodenerosion durch Starkregen und verringerte Versickerungsleistung (insbesondere bei Lössböden in Hanglagen)
- Humusvorrat als CO₂-Quelle weist derzeit keine langfristigen Trends aus, allerdings beeinflusst Klimawandel Stoffausträge und Umsetzungsprozesse



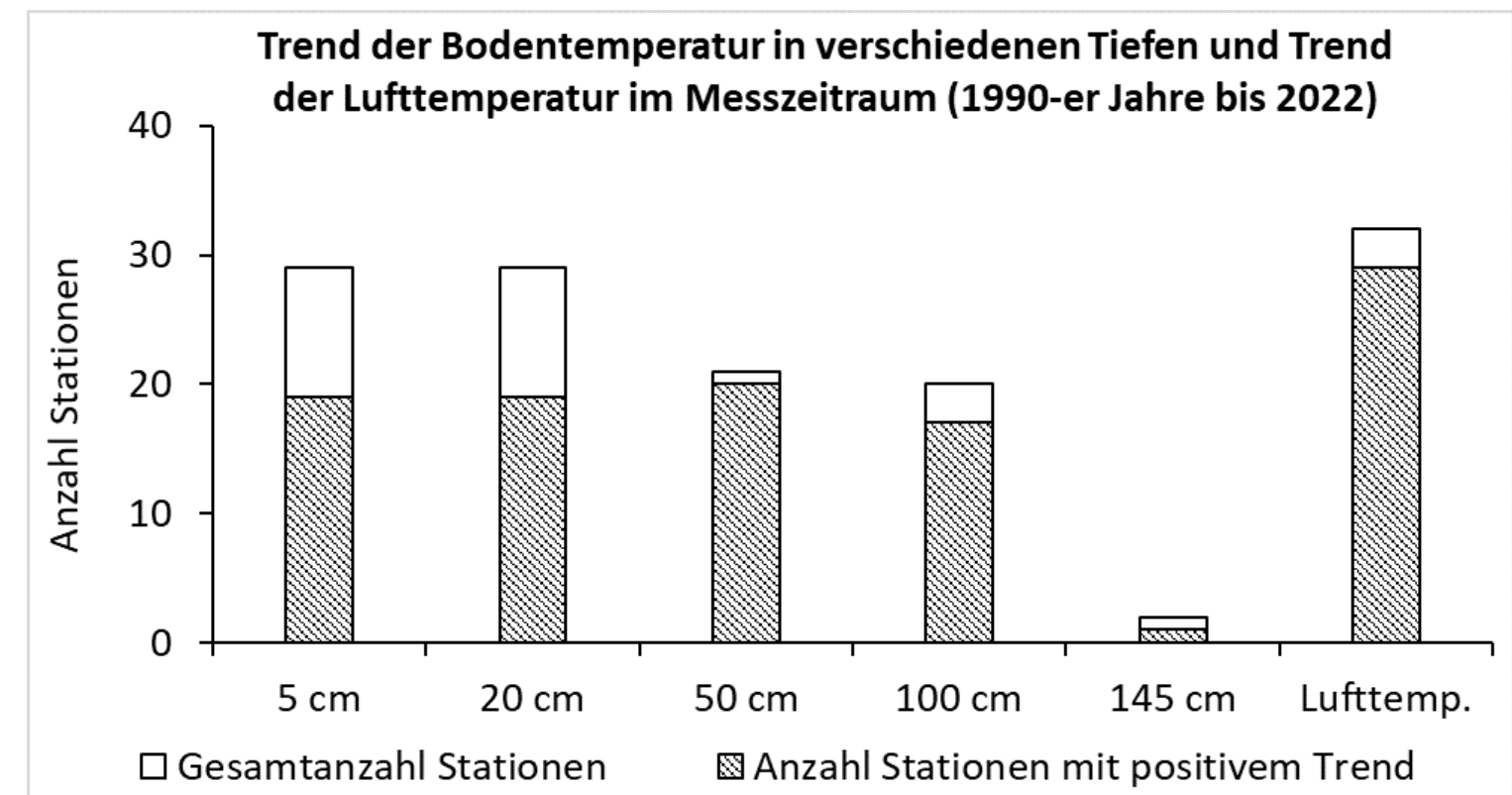
Bildquelle: © A. Bräunig

Klimafolgen

Klimafolgenmonitoring (Beispiel: Sachsen) – Bodenschutz



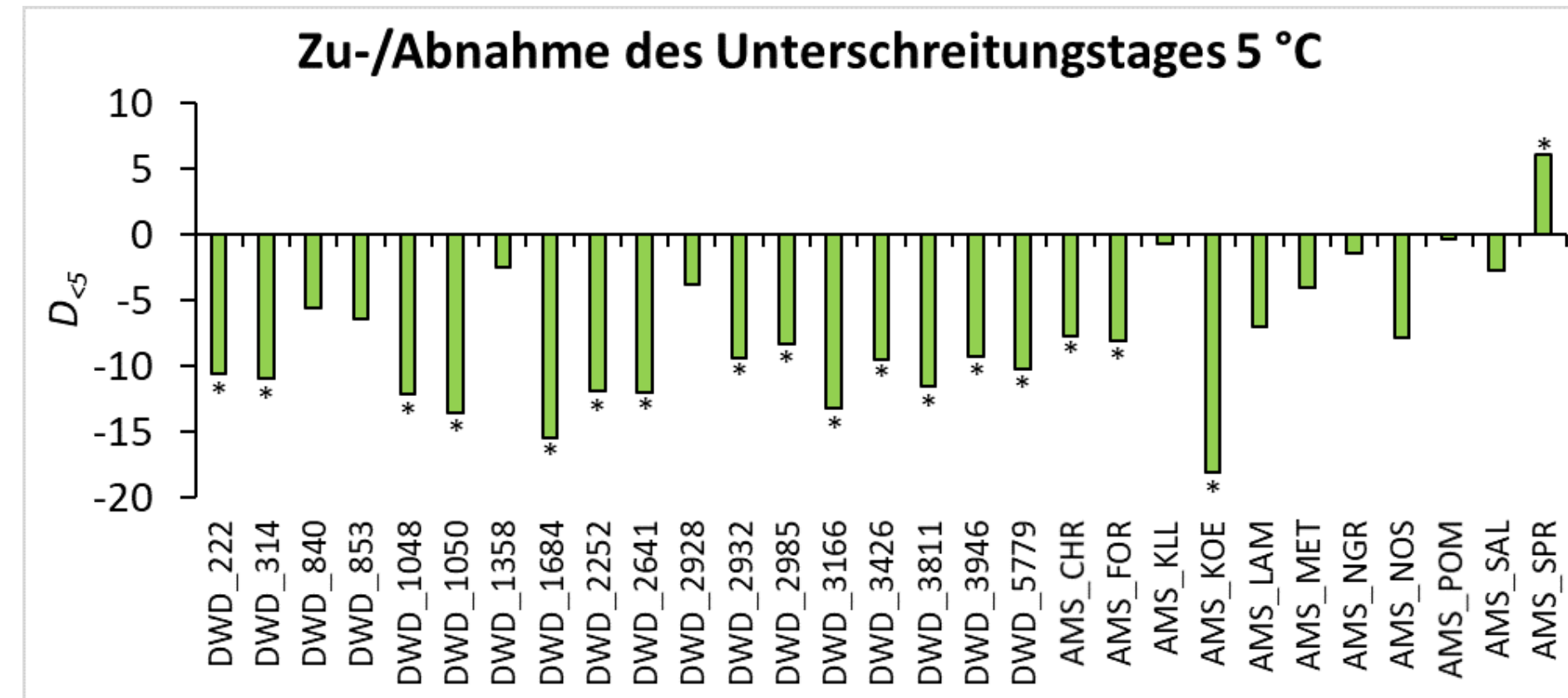
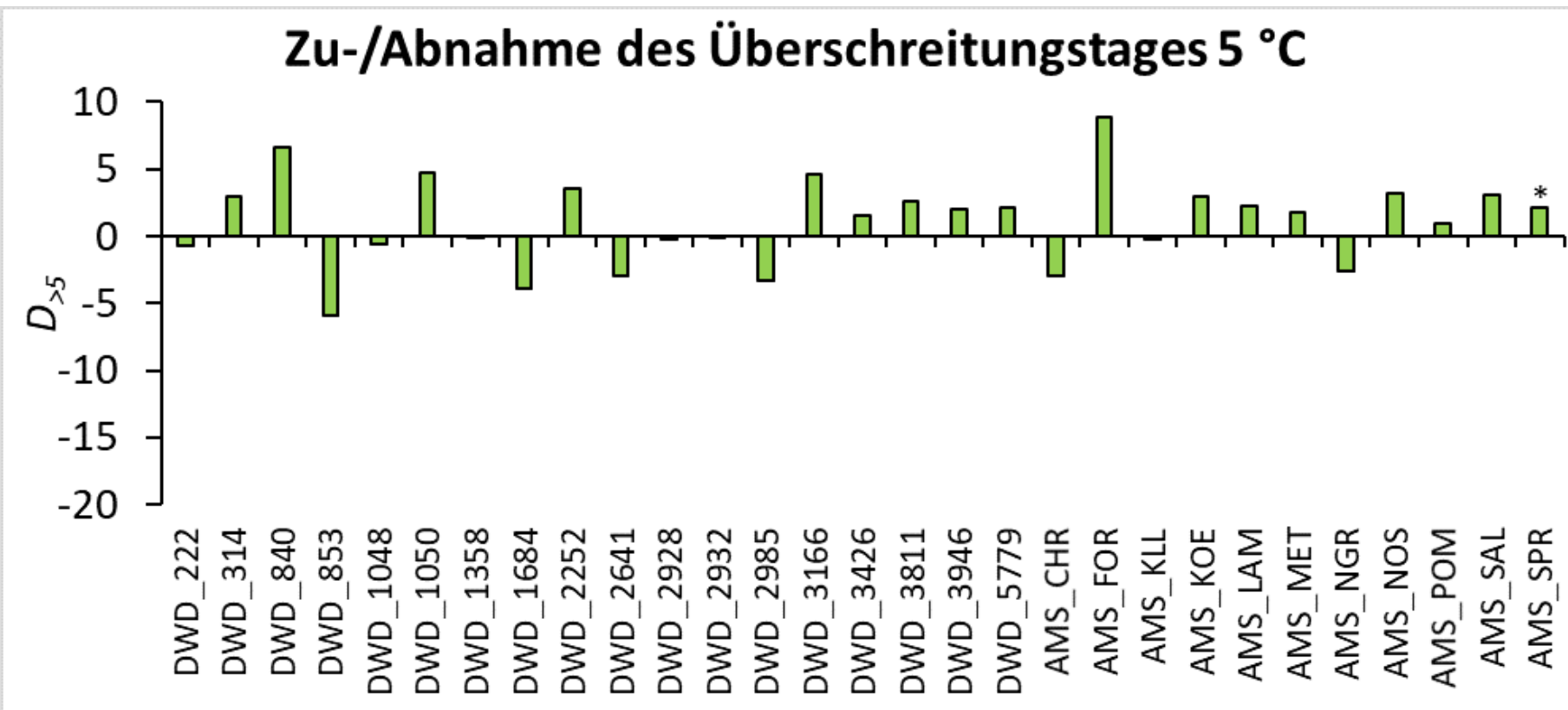
Entwicklung der Bodentemperatur in verschiedenen Tiefen an der DWD Station Oschatz (blaue Linie: lineare Trendabschätzung)



Anzahl der betrachteten Messstationen je Tiefenstufe

Klimafolgen

Klimafolgenmonitoring (Beispiel: Sachsen) – Bodenschutz

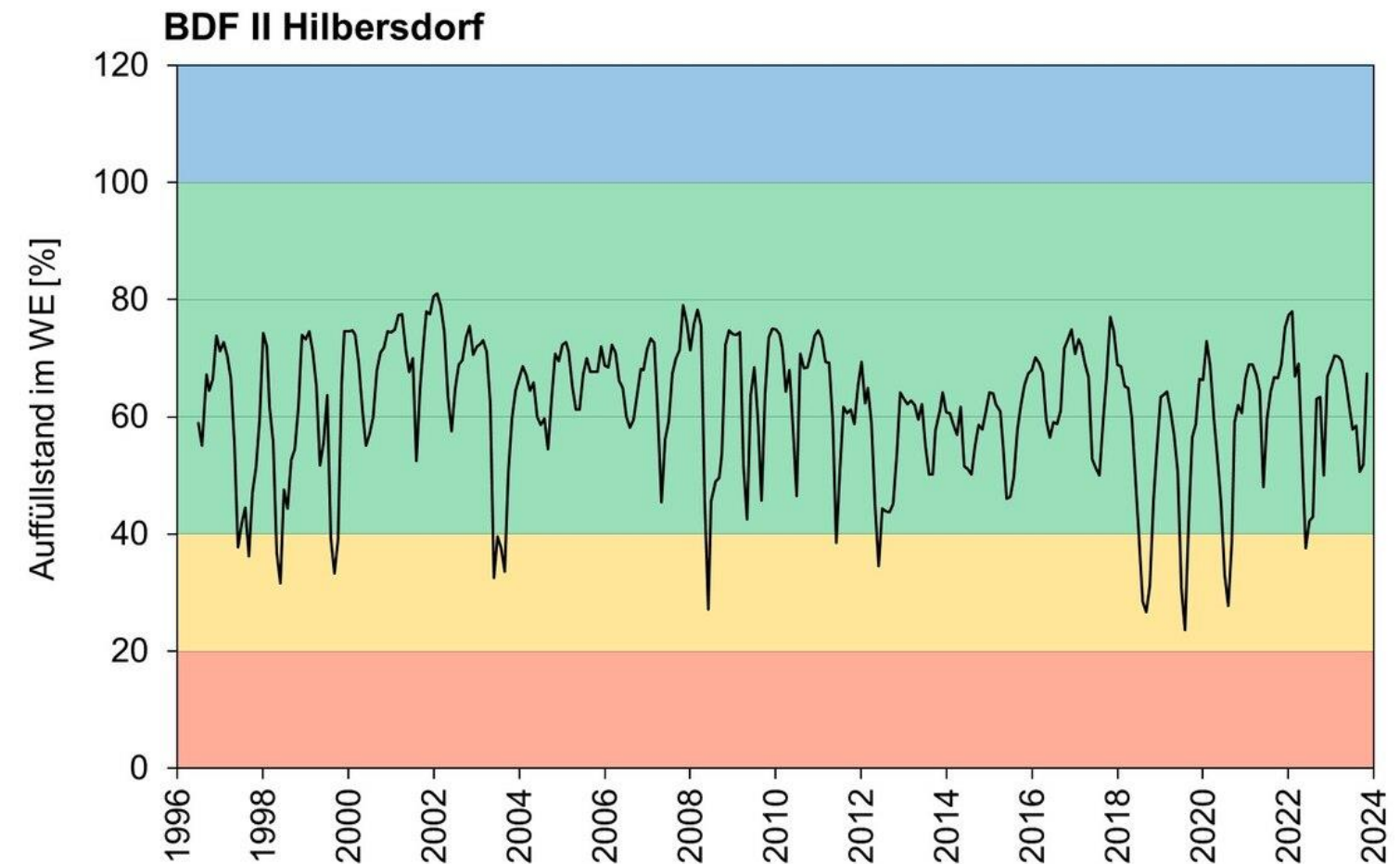
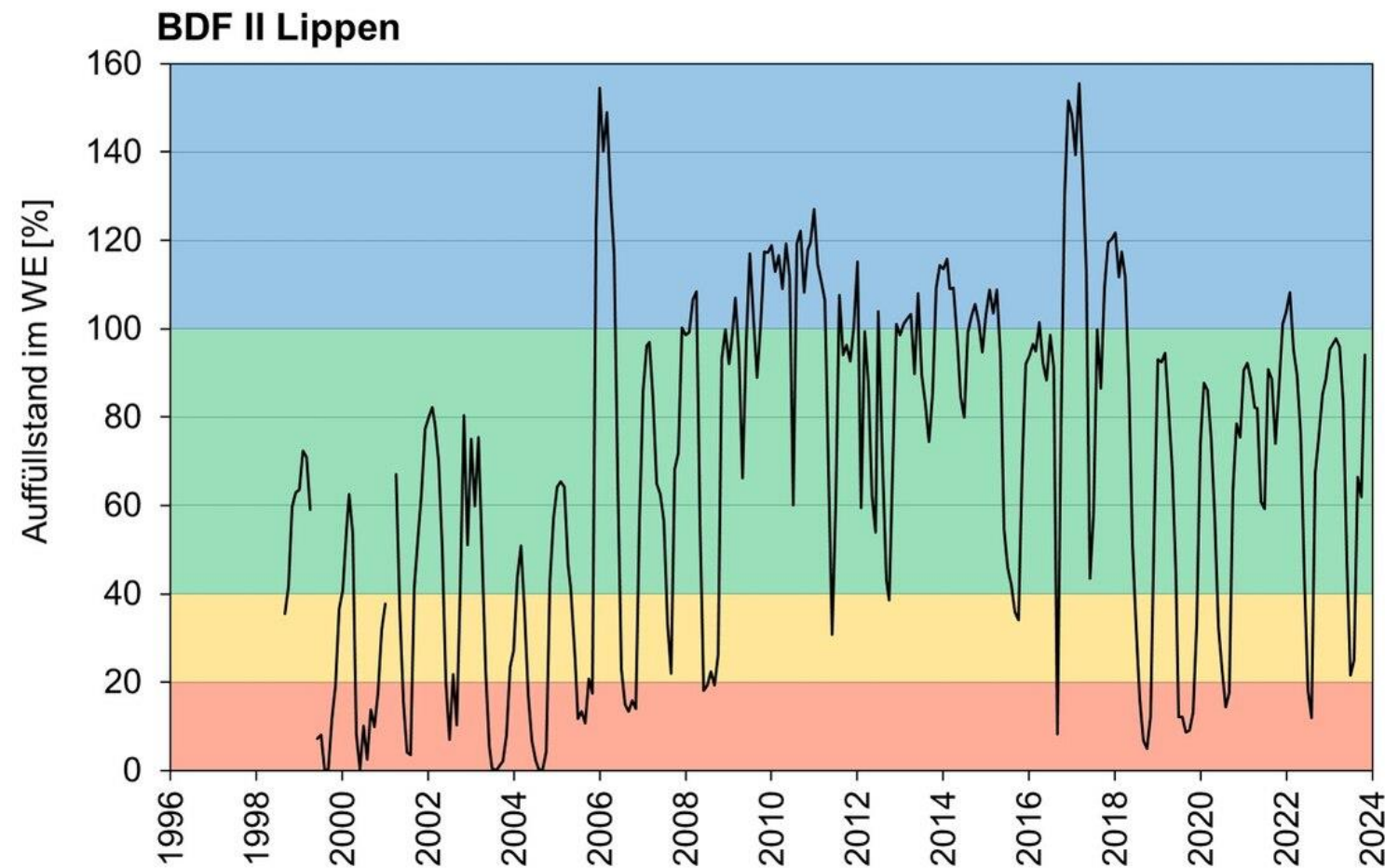


Differenz Mittel Referenzzeitraum (Messbeginn bis 2013) – Mittel der letzten 10 Jahre (2014 – 2023) für Tage im Jahr an denen 5° C in 5 cm Bodentiefe überschritten wird. Signifikante Unterschiede sind mit * gekennzeichnet.

Differenz Mittel Referenzzeitraum (Messbeginn bis 2013) – Mittel der letzten 10 Jahre (2014 – 2023) für Tage im Jahr an denen 5° C in 5 cm Bodentiefe unterschritten wird. Signifikante Unterschiede sind mit * gekennzeichnet.

Klimafolgen

Klimafolgenmonitoring (Beispiel: Sachsen) – Bodenschutz



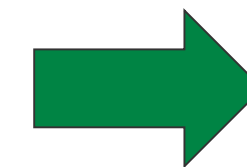
Von 1998 – 2022 gemessene Bodenwasser-Auffüllstände im effektiven Wurzelraum in (%) an 2 Bodendauerbeobachtungsstationen (BDF)

Trockenstressrisiko	Kein Stress (nass)	Geringer bis kein Trockenstress (feucht)	Beginnender Trockenstress (trocken)	Starker Trockenstress (sehr trocken)
Auffüllstand	>100 %	40 – 100 %	20 – 40 %	< 20 %
Farbcode	Blau	Grün	Gelb	Rot

Klimaentwicklung und Klimafolgen in Sachsen

Schlussfolgerungen - Kernaussagen (Daten seit 1881)

- **Natürliche Variabilität** wird zunehmend durch den **Erwärmungstrend** überlagert, was sehr komplexe Auswirkungen nach sich zieht!
- zunehmendes **Risiko wetterbedingter Extreme**, einschließlich ihres gleichzeitigen und/oder verlängerten Auftretens!
- **Veränderungen in den Temperatur- und Niederschlagsregimes** begünstigen zunehmend den Aufbau und die Entwicklung von Trockenheit! Hier ...
 - langfristige Niederschlagsdefizite und kurzfristige Überschüsse treten gleichzeitig auf → gegensätzliche Ereignisdauern für Trockenheit und Starkregen (einschließlich Stürme) werden unterschiedlich wahrgenommen
 - hohe Temperaturen verstärken die Auswirkungen des Niederschlagsdefizites aufgrund der Verdunstung
 - **Risiken** für das System **Boden-Pflanze-Atmosphäre:**
 - Erwärmung, Trockenheit, Erosion durch schnell abfließendes Oberflächenwasser,....



**Intelligentes
Wassermanagement!!**

Fachzentrum Klima am LfULG (www.klima.sachsen.de, FachzentrumKlima.lfulg@smekul.sachsen.de)

ReKIS – Regionales Klimainformationssystem für Sachsen, Sachsen-Anhalt, Thüringen

ReKIS
WISSEN

Klima-Informationen aus den
Bundesländern Sachsen, Sachsen-Anhalt
und Thüringen

JETZT ANZEIGEN

EXPERTEN
MODUS

LÄNDER
DATEN

DATEN
ANALYSE

DATENSÄTZE

INTER
POLATION

ReKIS - REGIONALES KLIMAINFORMATIONSSYSTEM SACHSEN, SACHSEN-ANHALT,
THÜRINGEN

www.rekis.org

Web-basierte Plattform für die Bereitstellung/Kommunikation von Klimawissen

→ Datengrundlage für vorsorgende Anpassungsstrategie (Klimaanpassungsgesetz)

Klimaentwicklung und Klimafolgen in Sachsen

Aktuelle Trends und Entwicklungen

**Vielen Dank für die
Aufmerksamkeit!**

Dr. Daniel Hertel
Fachzentrum Klima (FZK)
Sächsisches Landesamt für Umwelt,
Landwirtschaft und Geologie (LfULG)

Kontakt:
FachzentrumKlima.lfulg@smekul.sachsen.de