

Zwischen Dürre und Wolkenbruch

Veränderungen der Bodenwasser- haushaltsgrößen in Sachsen-Anhalt

Falk Böttcher
Deutscher Wetterdienst, Außenstelle Leipzig

- 19. Jh - Beschreibung des Atmosphäreneinflusses auf die Lufttemperatur (Treibhauseffekt)
 - Instrumentelle Lufttemperaturmessung
 - Beschreibung der Blockierung der Infrarotstrahlung durch CO₂
 - Beschreibung der Wirkung des CO₂ auf die Lufttemperatur

*On the Influence of Carbonic Acid
in the Air upon the Temperature of
the Ground*

Svante Arrhenius

Philosophical Magazine and Journal of Science
Series 5, Volume 41, April 1896, pages 237-276.

This photocopy was prepared by Robert A. Rohde for Global Warming Art (<http://www.globalwarmingart.com/>) from original printed material that is now in the public domain.

Arrhenius's paper is the first to quantify the contribution of carbon dioxide to the greenhouse effect (Sections I-IV) and to speculate about whether variations in the atmospheric concentration of carbon dioxide have contributed to long-term variations in climate (Section V). Throughout this paper, Arrhenius refers to carbon dioxide as "carbonic acid" in accordance with the convention at the time he was writing.

Contrary to some misunderstandings, Arrhenius does not explicitly suggest in this paper that the burning of fossil fuels will cause global warming, though it is clear that he is aware that fossil fuels are a potentially significant source of carbon dioxide (page 270), and he does explicitly suggest this outcome in later work.

THE
LONDON, EDINBURGH, AND DUBLIN
PHILOSOPHICAL MAGAZINE
AND
JOURNAL OF SCIENCE.

[FIFTH SERIES.]

APRIL 1896.

XXXI. *On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground.* By Prof. SVANTE ARRHENIUS*.

I. *Introduction: Observations of Langley on Atmospheric Absorption.*

A GREAT deal has been written on the influence of the absorption of the atmosphere upon the climate. Tyndall† in particular has pointed out the enormous importance of this question. To him it was chiefly the diurnal and annual variations of the temperature that were lessened by this circumstance. Another side of the question, that has long attracted the attention of physicists, is this: Is the mean temperature of the ground in any way influenced by the presence of heat-absorbing gases in the atmosphere? Fourier‡ maintained that the atmosphere acts like the glass of a hothouse, because it lets through the light rays of the sun but retains the dark rays from the ground. This idea was elaborated by Pouillet§; and Langley was by some of his researches led to the view, that "the temperature of the earth under direct sunshine, even though our atmosphere were present as now, would probably fall to -200° C., if that atmosphere did not possess the quality of selective

* Extract from a paper presented to the Royal Swedish Academy of Sciences, 11th December, 1895. Communicated by the Author.

† 'Heat a Mode of Motion,' 2nd ed. p. 495 (Lond., 1865).

‡ *Mém. de l'Ac. R. d. Sci. de l'Inst. de France*, t. vii. 1827.

§ *Comptes rendus*, t. vii. p. 41 (1838).

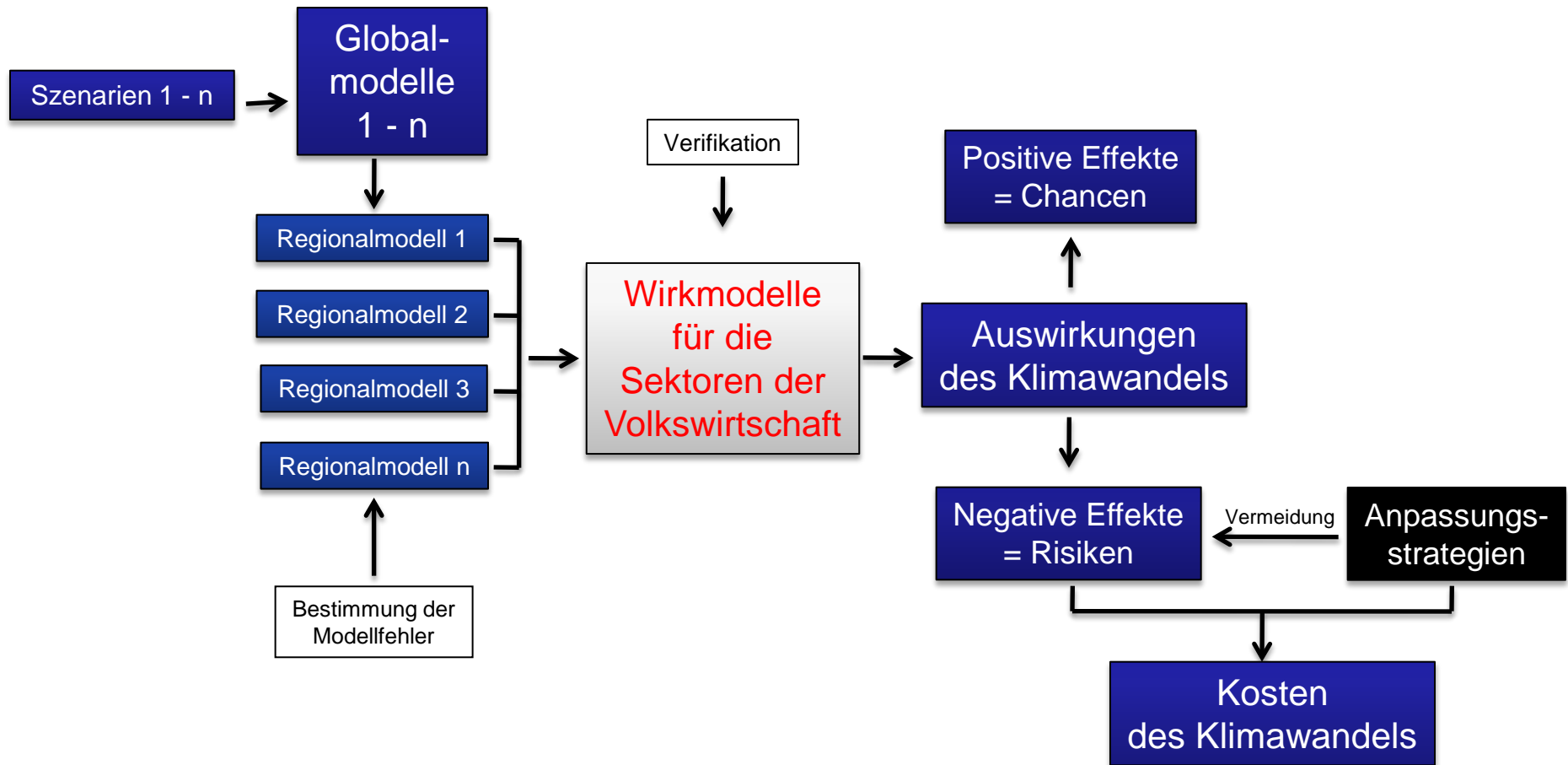


- 19. Jh - Beschreibung des Atmosphäreneinflusses auf die Lufttemperatur (Treibhauseffekt)
 - Instrumentelle Lufttemperaturmessung
 - Beschreibung der Blockierung der Infrarotstrahlung durch CO₂
 - Beschreibung der Wirkung des CO₂ auf die Lufttemperatur

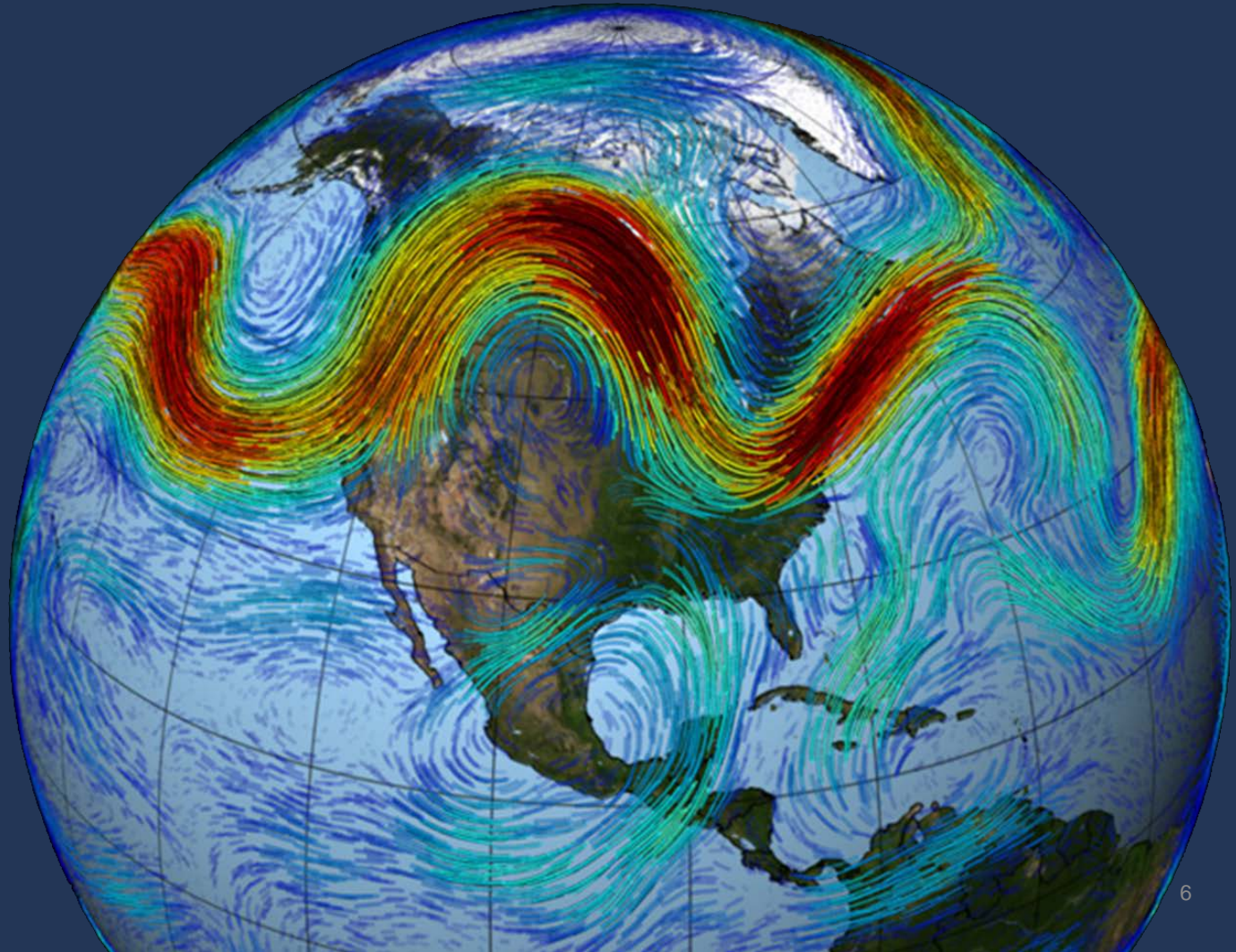
- 20. Jh - Erwärmung wird gemessen
 - Errechnung und Nachweis von Rückkopplungseffekten
 - CO₂ – Quellen werden identifiziert
 - Beginn der „Keeling – Messungen“
 - Gründung des IPCC
 - Erste Warnungen an politische Entscheidungsträger
 - Erste Erdsystemmodellierungen

- 21. Jh - Satelliten beobachten Verstärkung der Erwärmung
 - Differenzierte Klimamodellierungen
 - Sozio-Ökonomische Wirkungsabschätzungen und Anpassungsstrategien

Methodischer Ansatz der Klimamodellierung

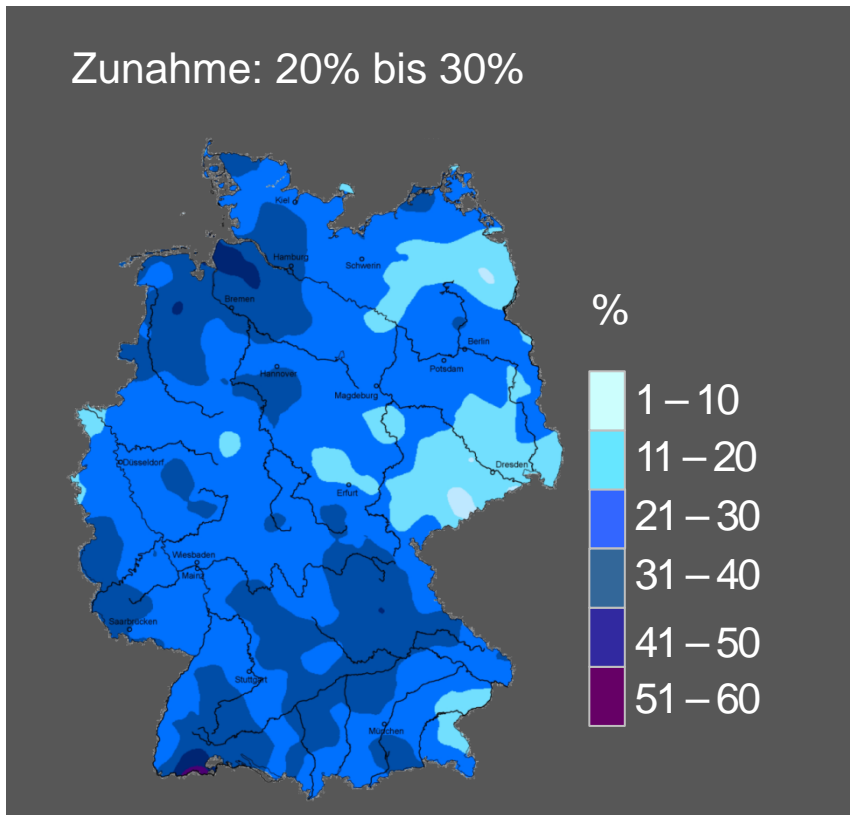


Veränderungen im Jet Stream als mögliche Ursache für stabilere Wetterlagen



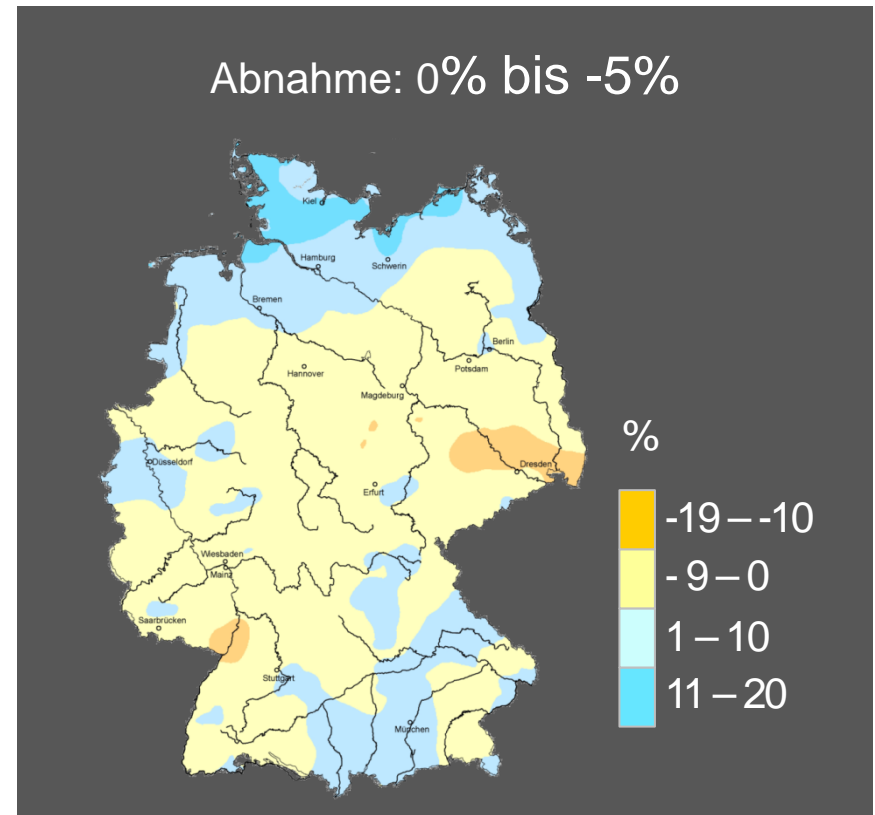
Winter - linearer Trend ab 1881

Zunahme: 20% bis 30%



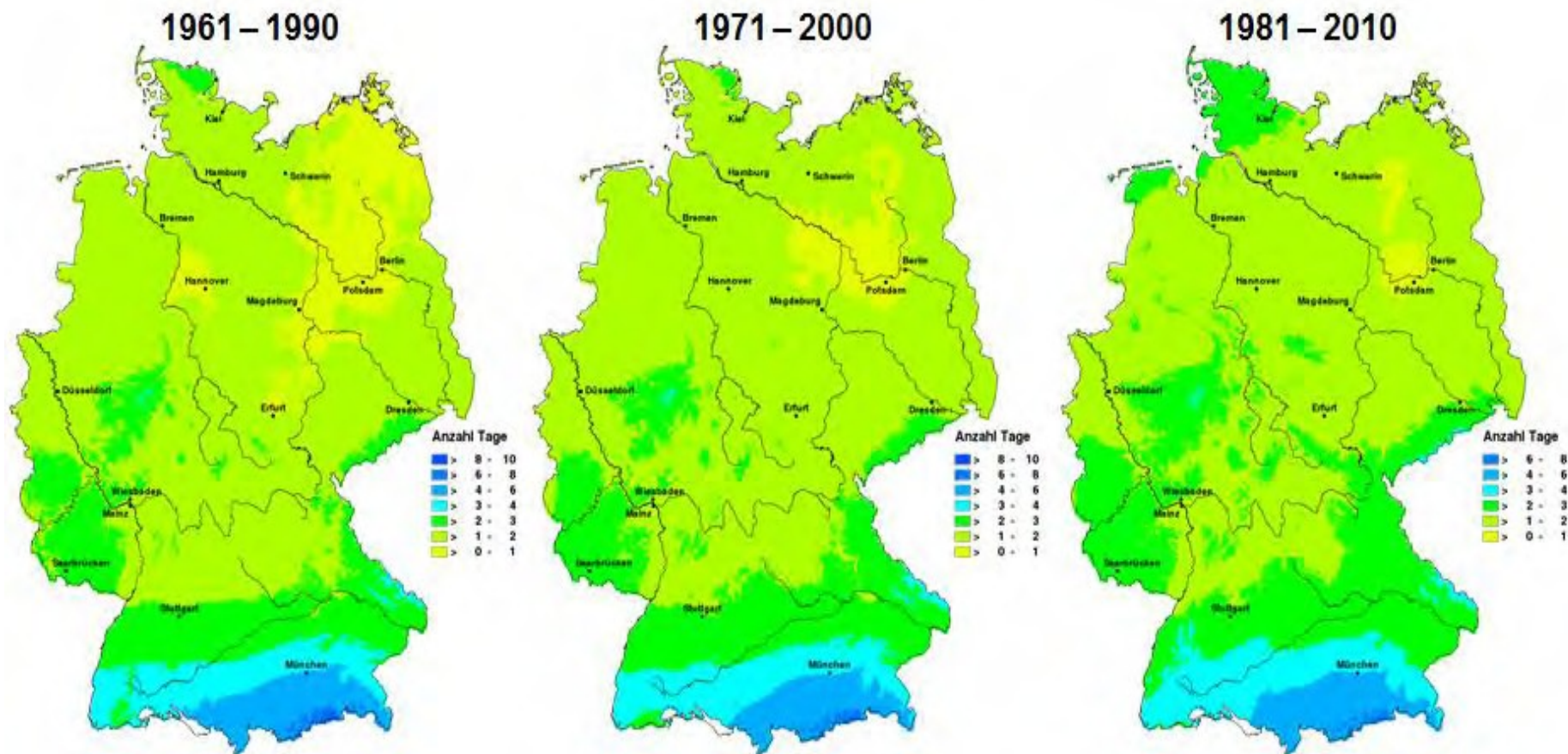
Sommer - linearer Trend ab 1881

Abnahme: 0% bis -5%



Jahresniederschläge um 10% bis 15% seit 1881

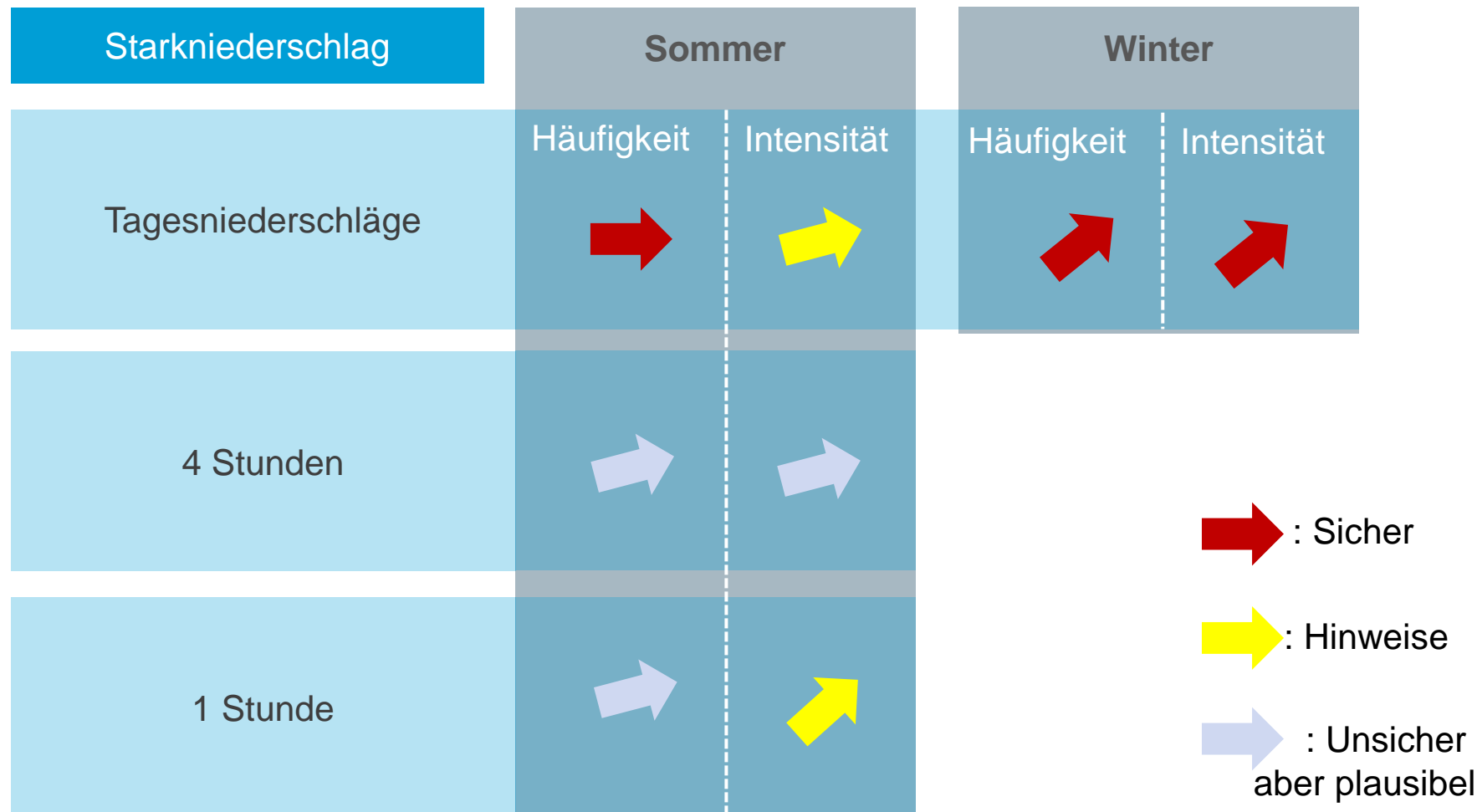
Änderung des Auftretens von Starkregen



Regionales Auftreten der Anzahl der Tage mit Starkregen (RR > 20 mm) in den Monaten Juli bis Oktober, 30-jährigen Mittelwerte 1961-1990, 1971-2000, 1981-2010

Änderung des Auftretens von Starkregen

Beobachtete Veränderungen



Dürre

Allgemeine Definition



Ein **Extremereignis**, bei dem durch unterdurchschnittliche Niederschläge eine **klimatologische Trockenheit** entstanden ist. Dürren sind in Abhängigkeit von **Schwellwert** und **Andauer** mit einer **Wiederkehrzeit** versehen.

→ weit über 100 Dürredefinitionen

Art	Andauer
Meteorologische Dürren	ab 1 Monat
Landwirtschaftliche Dürren	ab 2 Monat oder länger
Hydrologische Dürren	ab 4 Monat oder länger
Sozio-ökonomische Dürren	ab 1 Jahr oder länger

Klimawandel

Der **Einfluss** des **Klimawandels** auf die **Dürreentwicklung** ist in den **Niederschlagsdaten** aufgrund der hohen natürlichen Variabilität bis heute **statistisch schlecht nachweisbar**.



Erwärmung

Jedoch hat und wird die **globale Erwärmung** aufgrund der **erhöhten Verdunstung** ihren Effekt besonders in den Regionen entfalten, wo die **Bodenfeuchte** bisher noch **ausreichend** war und somit auch zur erhöhten Verdunstung beitragen kann.



Boden

Bereits **ausgetrockneter Boden verdunstet** aber auch bei zukünftig höheren Temperaturen **nicht mehr**, es sei denn, die **Verdunstungsverluste** werden durch tiefwurzelnden Bewuchs und/oder **Bewässerungswirtschaft vom Menschen** aufrecht **erhalten**.



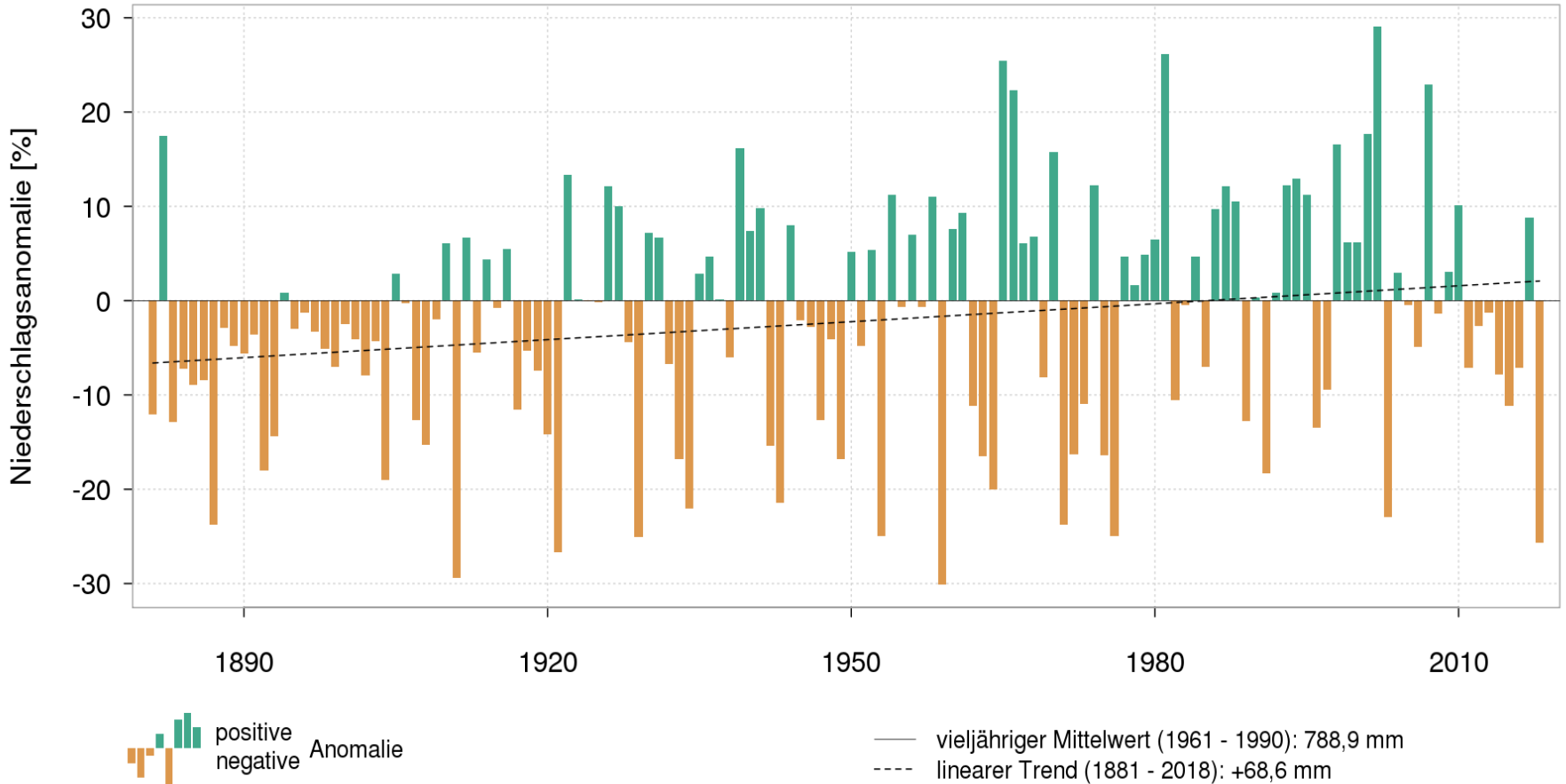


Niederschlagsanomalie

Deutschland Jahr

1881 - 2018

Referenzzeitraum 1961 - 1990

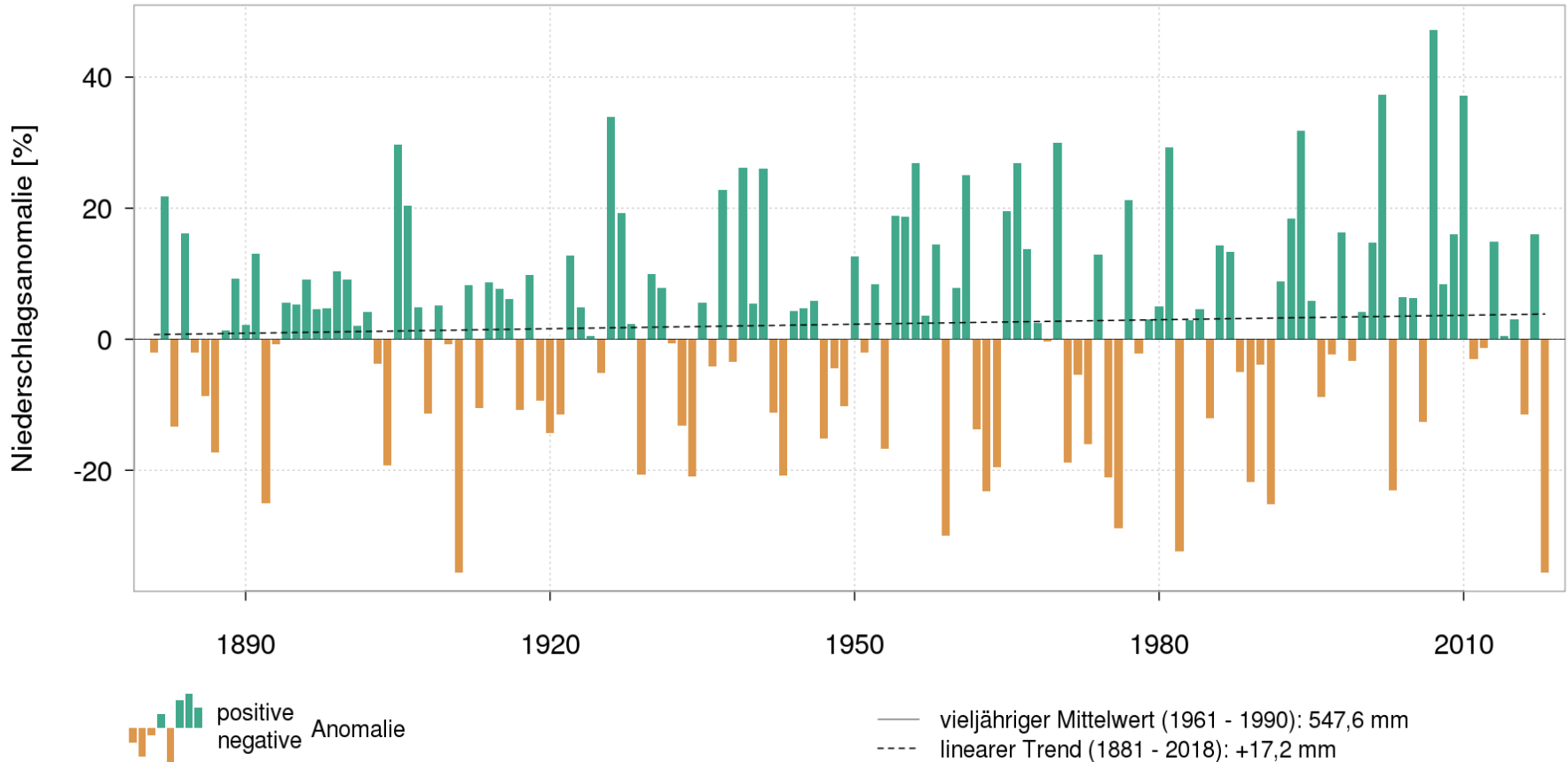


Niederschlagsanomalie

Sachsen-Anhalt Jahr

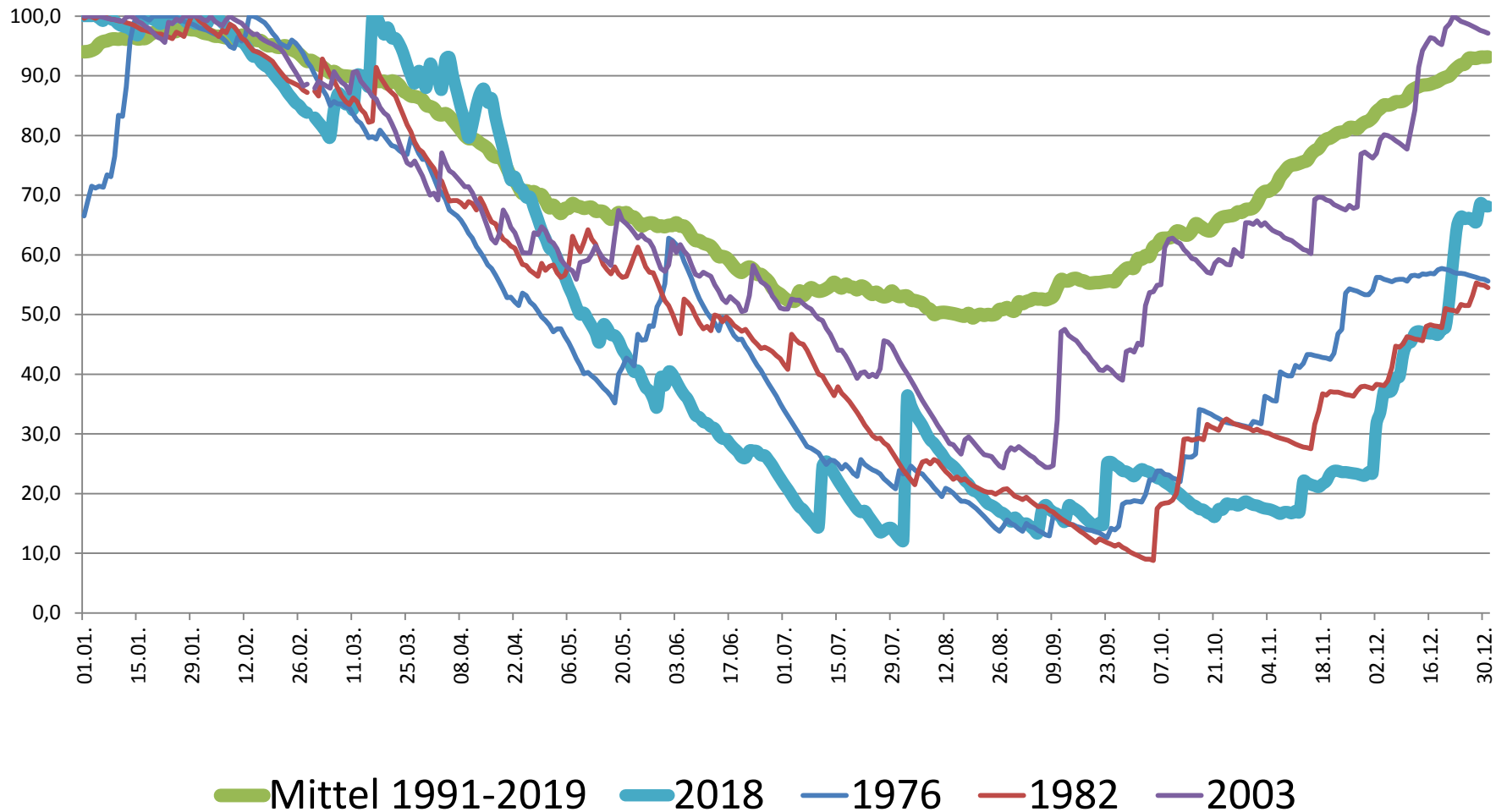
1881 - 2018

Referenzzeitraum 1961 - 1990



Bodenfeuchte unter Grünland in %nFK am Standort Bernburg

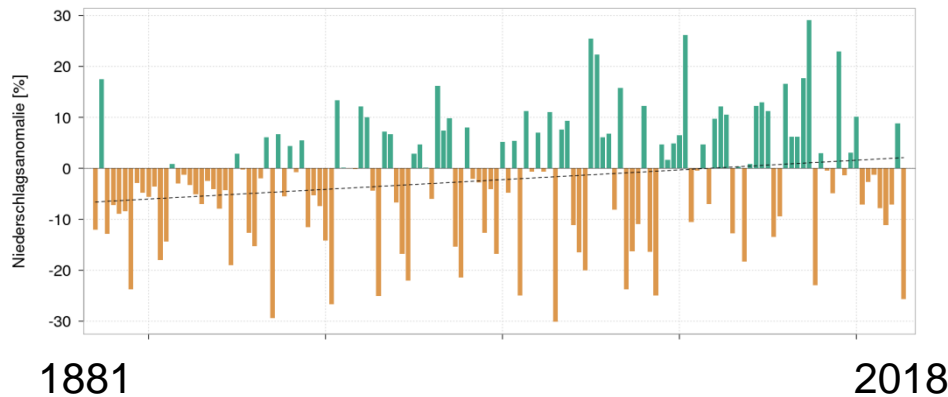
Deutscher Wetterdienst
Wetter und Klima aus einer Hand



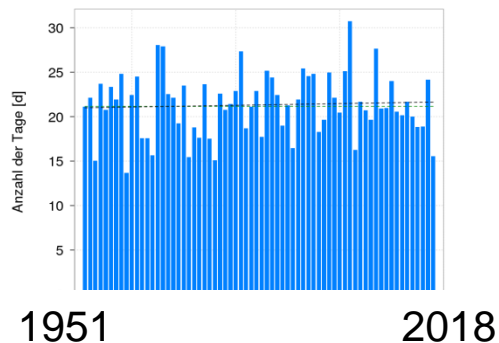
Niederschlag

Das haben wir in D beobachtet

Jahresniederschlagsanomalie in %



Anzahl der Tage Niederschlag ≥ 10 mm im Jahr



Das sagen die Projektionen

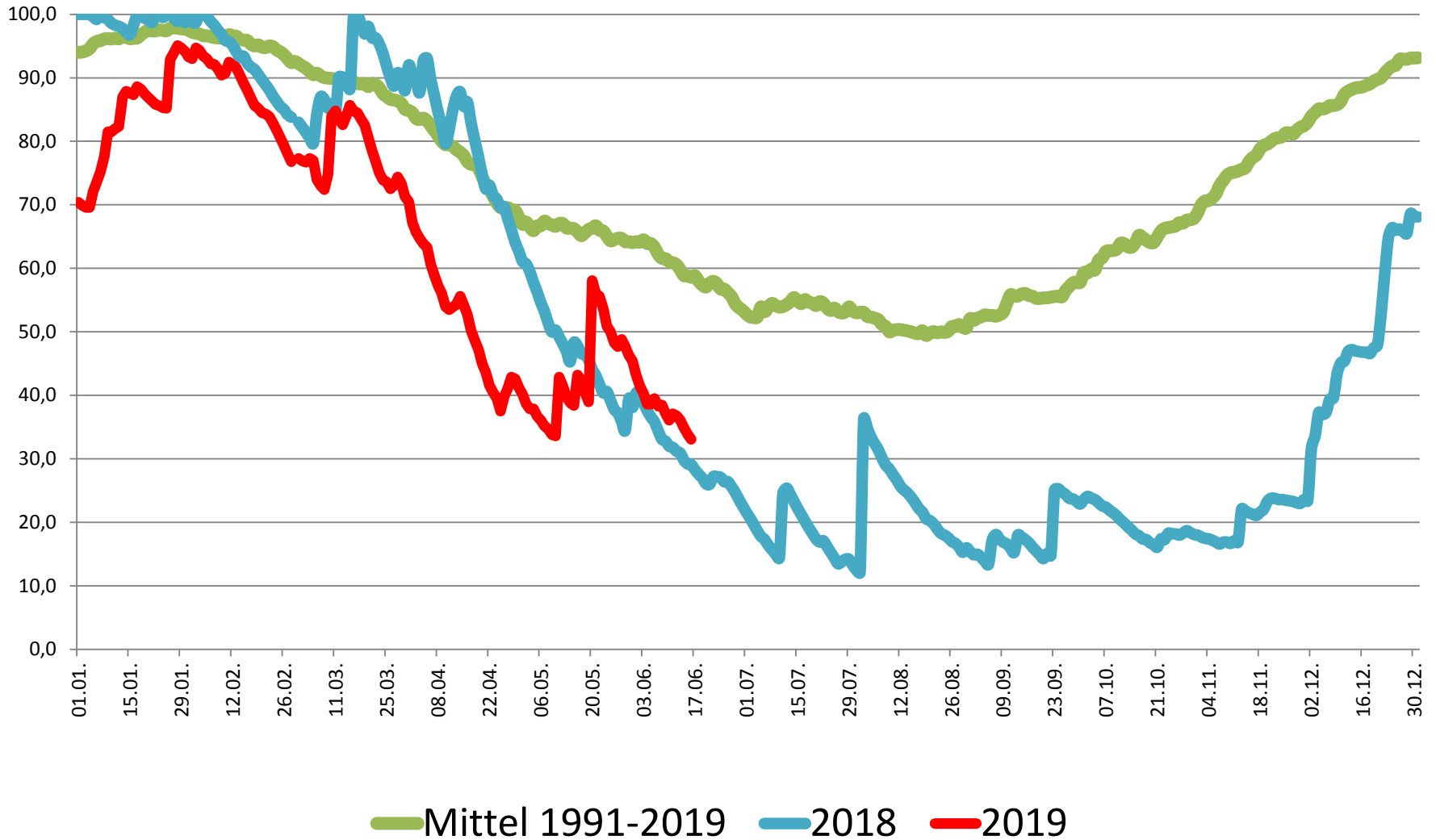
Klimaschutz

Weiter-wie-bisher

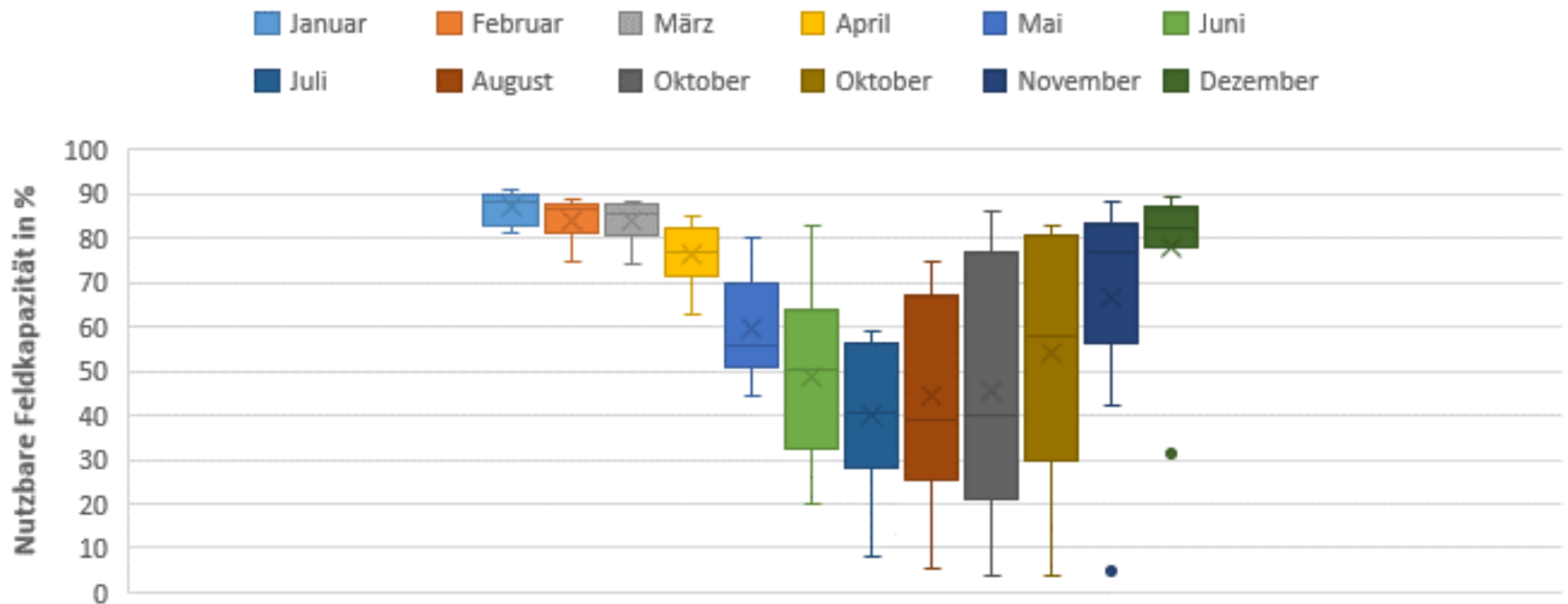


Bodenfeuchte unter Grünland in %nFK am Standort Bernburg

Deutscher Wetterdienst
Wetter und Klima aus einer Hand



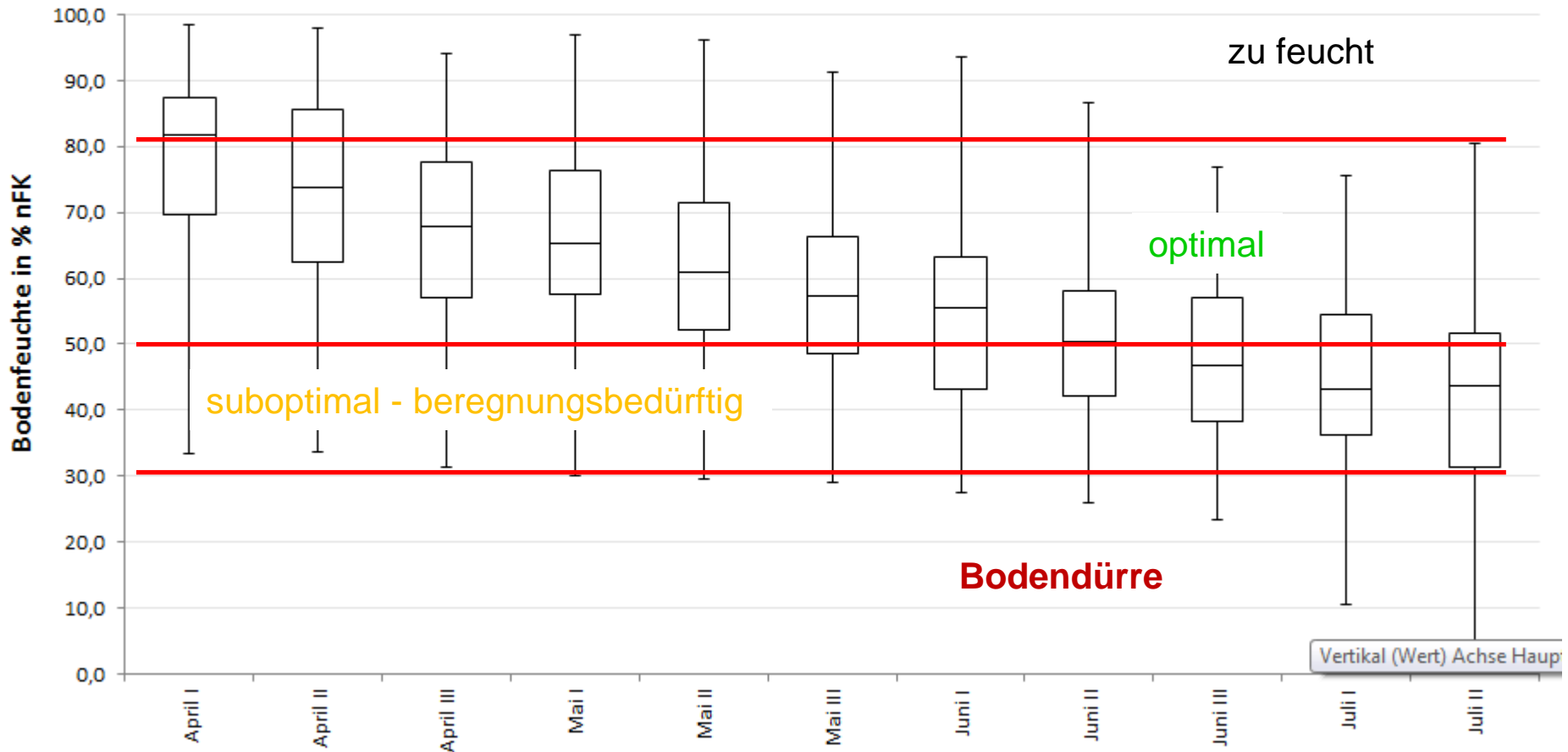
Nutzbare Feldkapazität für die einzelnen Monate von 2010-2018 in der Bodentiefe 0-60cm



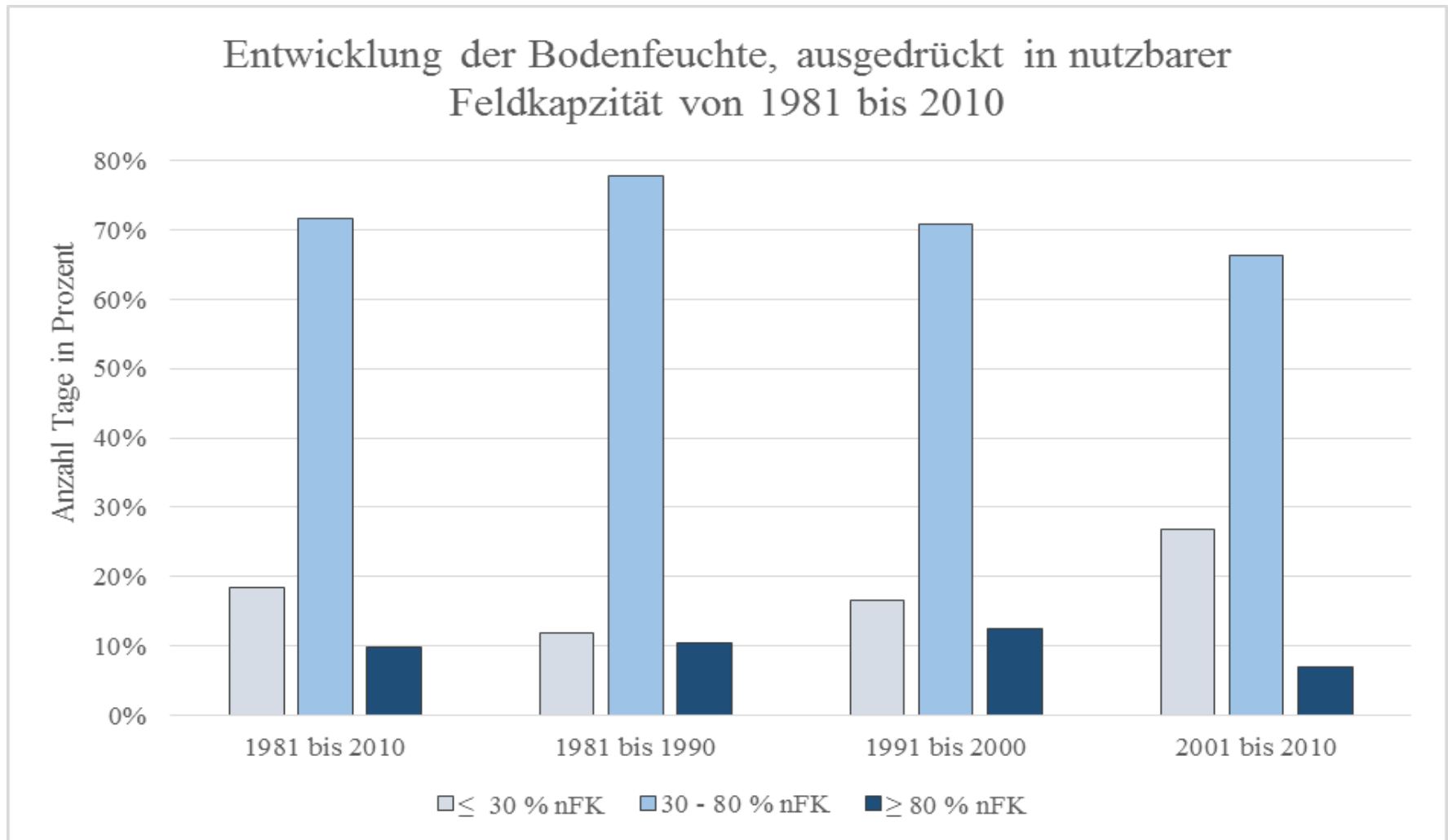


Dekadenmittel in % nFK von 1961 - 2015

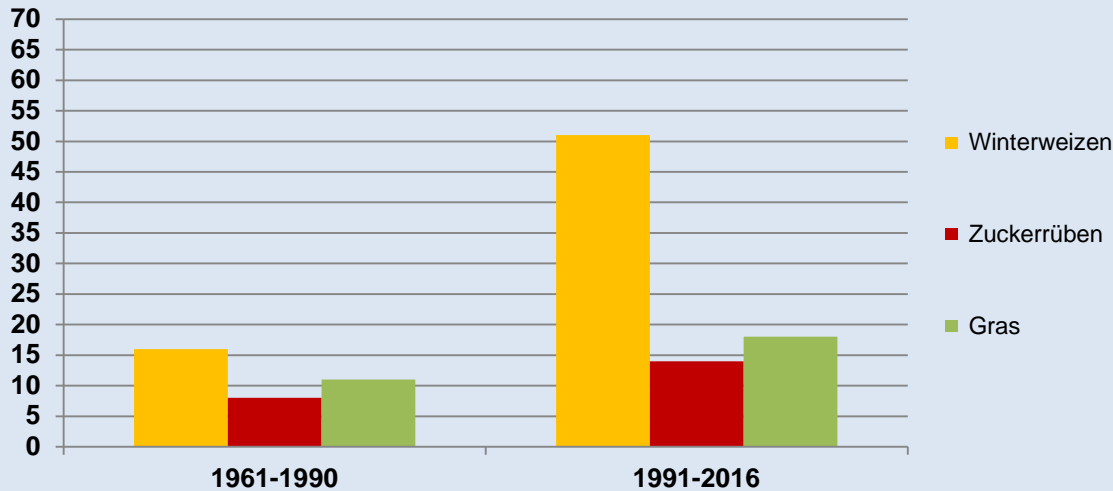
Winterweizen



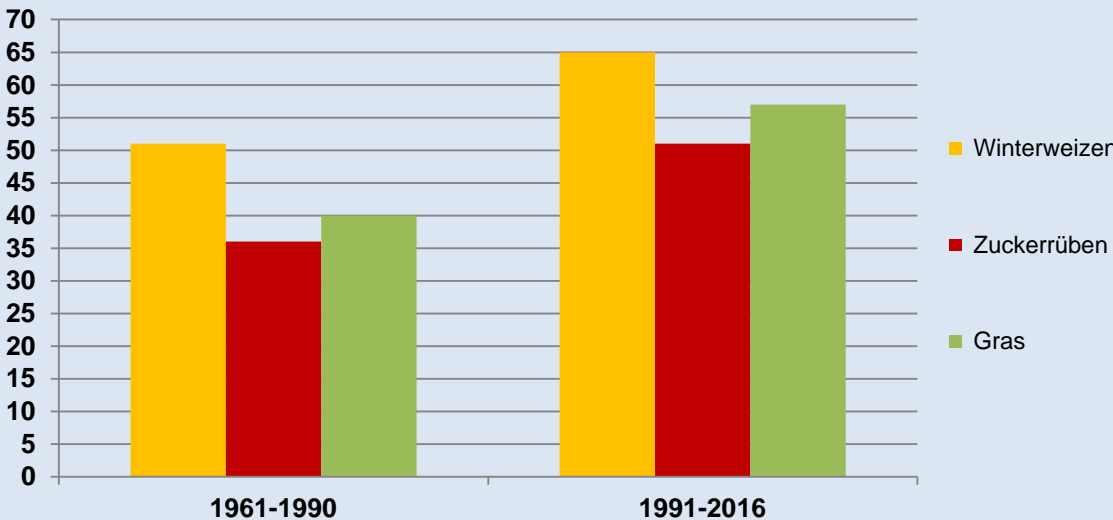
Winterweizen – von Vegetationsbeginn bis Ernte



Anzahl der Tage mit einer Bodenfeuchte <50 %nFK im Norden Sachsen-Anhalts

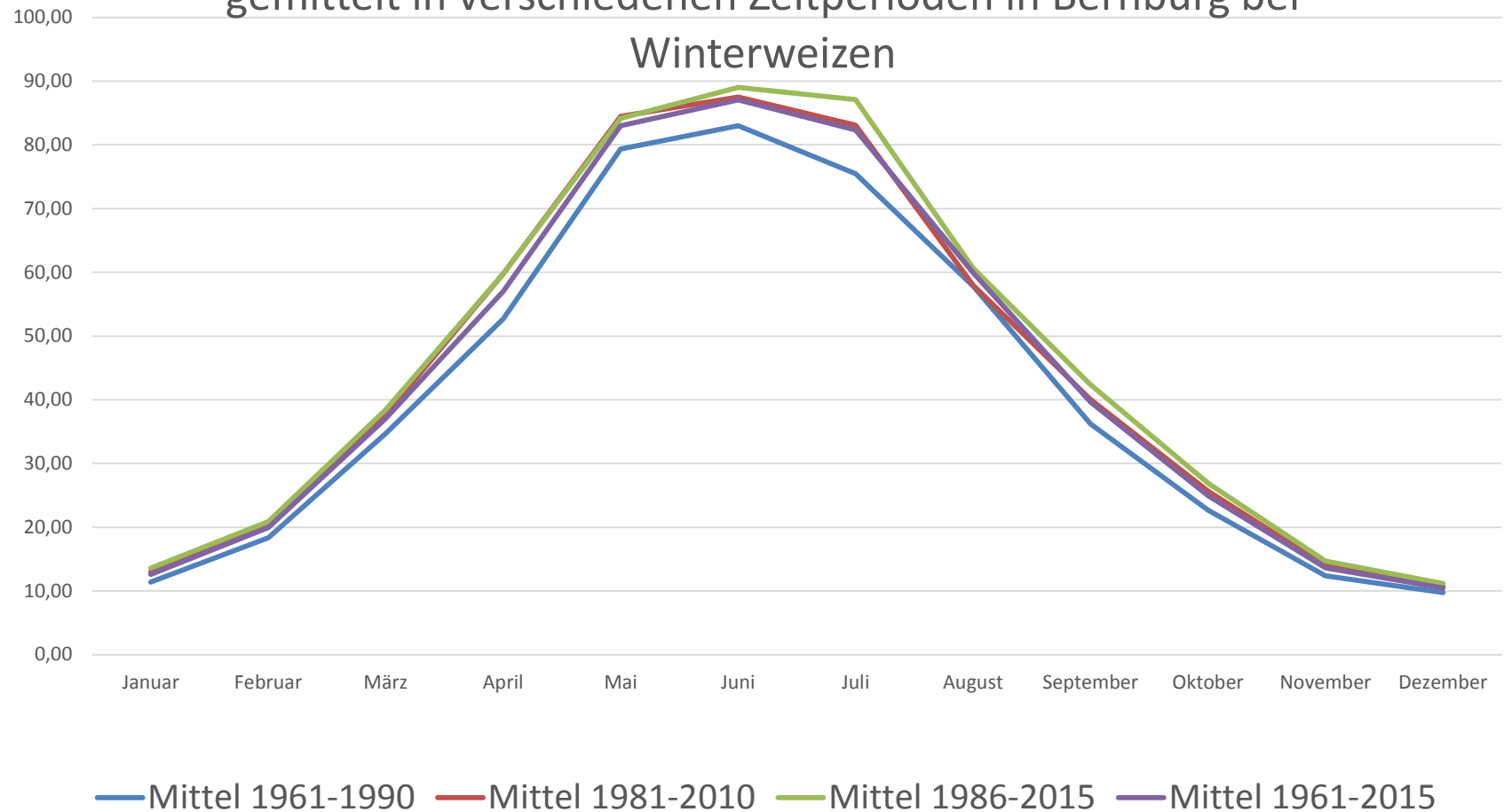


Vegetationsperiode 1
(April bis Juni)



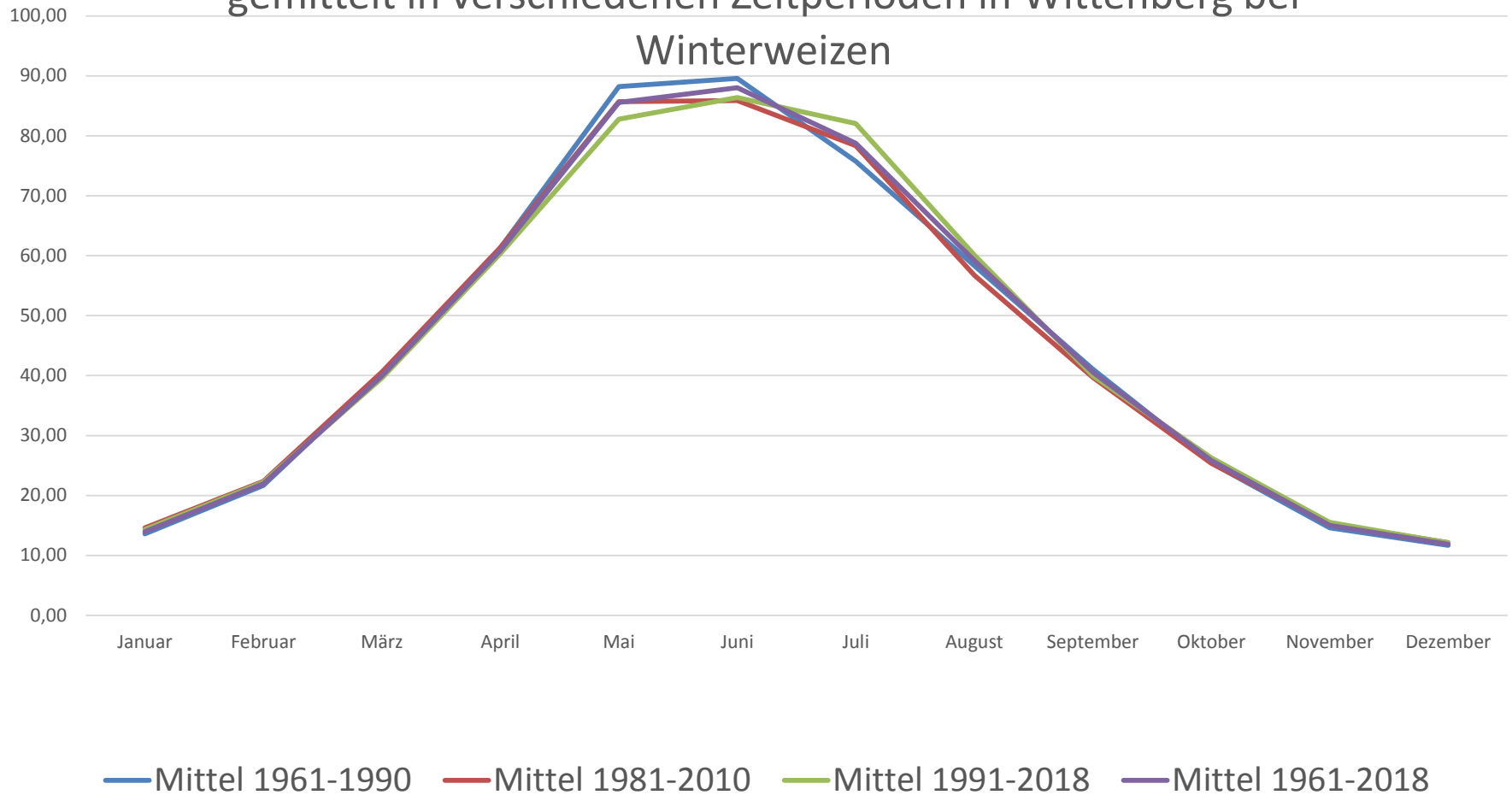
Vegetationsperiode 2
(Juli bis September)

Summe der täglichen tatsächlichen Verdunstung je Monat gemittelt in verschiedenen Zeitperioden in Bernburg bei Winterweizen



Summe der täglichen tatsächlichen Verdunstung je Monat gemittelt in verschiedenen Zeitperioden in Wittenberg bei

Winterweizen



Bodenwassergehalt unter Zuckerrüben (Tiefe bis 1 m)

		1961-1990				1991-aktuell	
Beginn VP I (01.04.)	Max	Mittel	Min		Max	Mittel	Min
Bad Lauchstädt	100.0	85.1	59.0		100.0	82.2	57.9
Bernburg	100.0	83.3	55.4		99.3	86.2	56.8
Gardelegen	100.0	91.5	75.6		100.0	87.8	50.5
Harzgerode	100.0	93.8	80.4		100.0	90.2	69.3
Wittenberg	100.0	89.7	71.7		100.0	87.3	57.5

		1961-1990				1991-aktuell	
Ende VP I (30.06.)	Max	Mittel	Min		Max	Mittel	Min
Bad Lauchstädt	91.9	61.2	26.1		95.8	49.4	12.9
Bernburg	94.3	64.4	37.5		72.9	55.3	26.4
Gardelegen	88.1	61.4	23.3		100.0	52.4	21.8
Harzgerode	95.8	70.8	32.9		88.6	61.4	30.0
Wittenberg	99.2	57.3	24.8		79.8	50.5	4.9

		1961-1990				1991-aktuell	
Ende VP II (30.09.)	Max	Mittel	Min		Max	Mittel	Min
Bad Lauchstädt	87.4	49.7	0.7		98.8	48.7	0.0
Bernburg	100.0	54.7	12.0		99.0	55.0	19.9
Gardelegen	91.5	56.4	25.7		98.5	49.4	1.5
Harzgerode	95.3	58.7	20.0		99.6	59.9	20.4
Wittenberg	94.9	50.8	0.0		99.0	49.9	0.0



Änderungen von Bodenwasserhaushaltsgrößen

- Regional sehr unterschiedlich, hohe natürliche Variabilität
- Längere Zeiträume müssen betrachtet werden
- Zunahme der Herbst- und Winterniederschläge
- Abnahme der Niederschläge im Frühjahr/Frühsummer
- Stärkere Bodenwasserzehrung im Frühjahr/Frühsummer
- Intensivere Schauerniederschläge; Veränderungen der Niederschlagscharakteristik
- Schnellerer Bodenwasseranstieg im Herbst/Winter zunächst in den oberen Schichten
- Bodenbefahrbarkeit Herbst und Frühjahr kritischer
- ZIEL: keinen Tropfen Regen vergeuden und überschüssigen Niederschlag schadlos (u.a. Erosion, Nährstofffracht) abführen, Bewässerung kalkulieren

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

**und weiterhin
erfolgreiche Arbeit!**

Ich bin sehr auf Ihre Fragen gespannt!

Falk.Boettcher@dwd.de

Tel. 069 8062 9890