



Klimawandel in Deutschland

Auswirkungen auf den Wasserhaushalt landwirtschaftlicher Kulturen

3. Wiesbadener Grundwassertag – 20.09.2016

Dr. Cathleen Frühauf

Deutscher Wetterdienst - Zentrum für Agrarmeteorologische Forschung (ZAMF) Braunschweig

Unsere Leistungen und Kunden:

Deutscher Wetterdienst
Wetter und Klima aus einer Hand



Leistung:

- Agrarmeteorologische Vorhersagen zu:
 - Lufttemperatur
 - Niederschlag
 - Sonnenscheindauer
 - Frosteindringtiefe
 - Entwicklung der Heutrocknung und der Kornfeuchte
 - Entwicklungsbedingungen für Schädlinge
 - Zeitpunkt für Düngung und Pflanzenschutzmittel



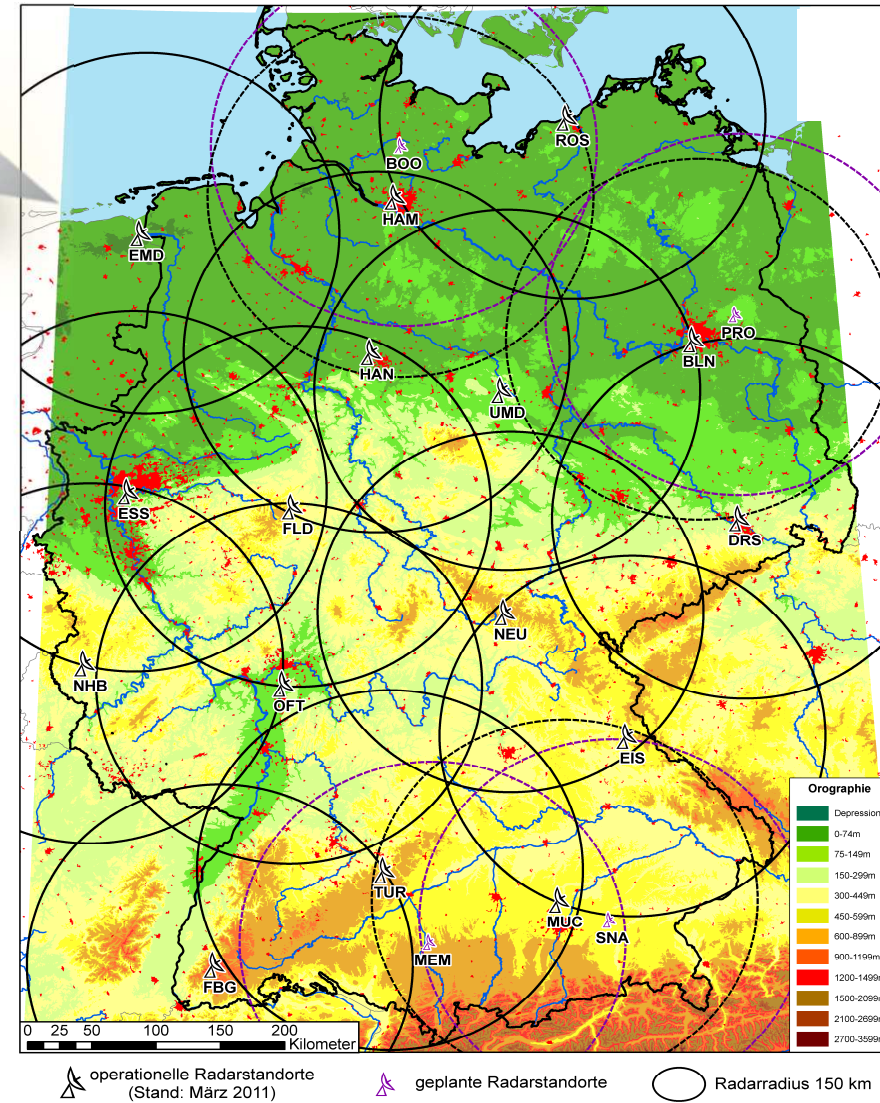
Kunden:

- Landwirtschaftliche Betriebe
- Forstwirte
- Beratungsstellen
- Wein-, Obst- und Gartenbaubetriebe
- Forschungseinrichtungen



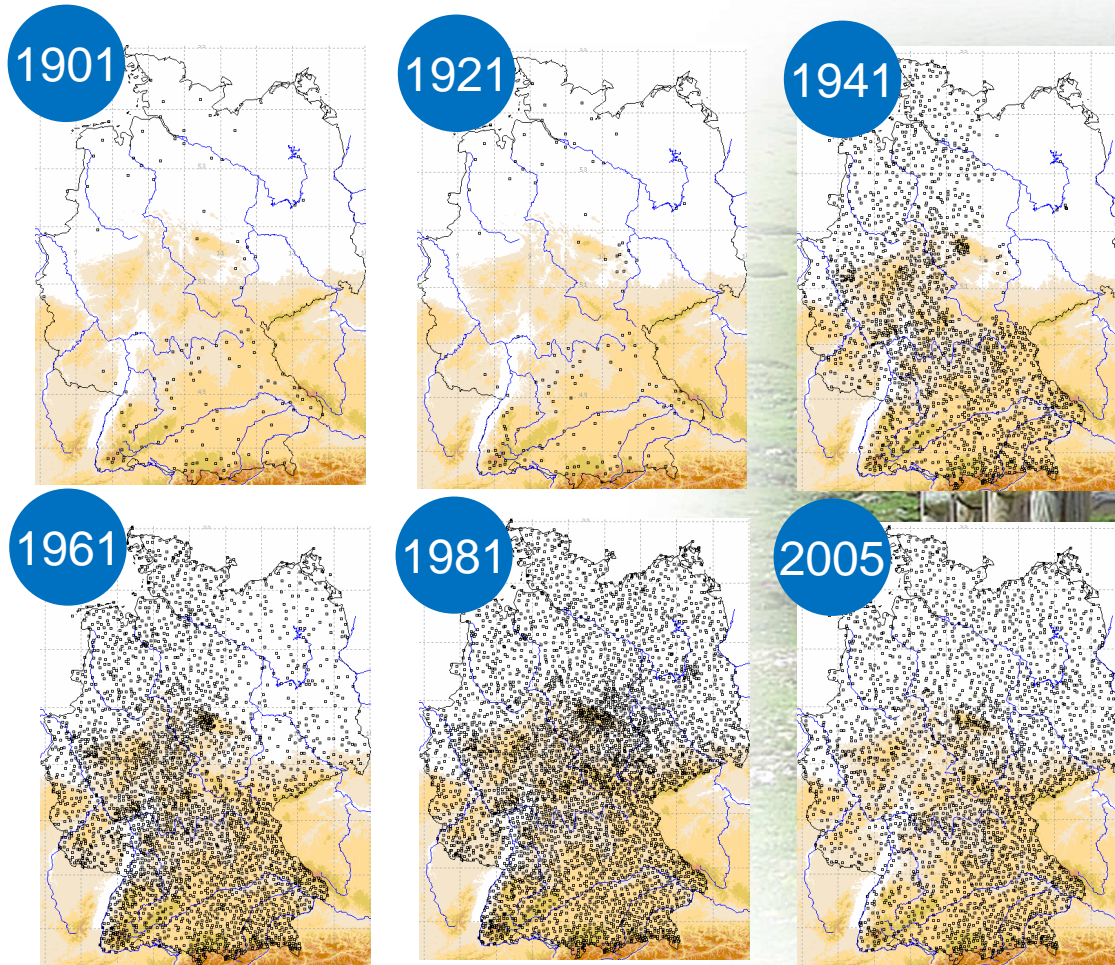


- Radarverbund:
- 17 Geräte
 - Radius 150 km,
 - C-Band 5 cm,
 - Niederschlags-Scan 5 min



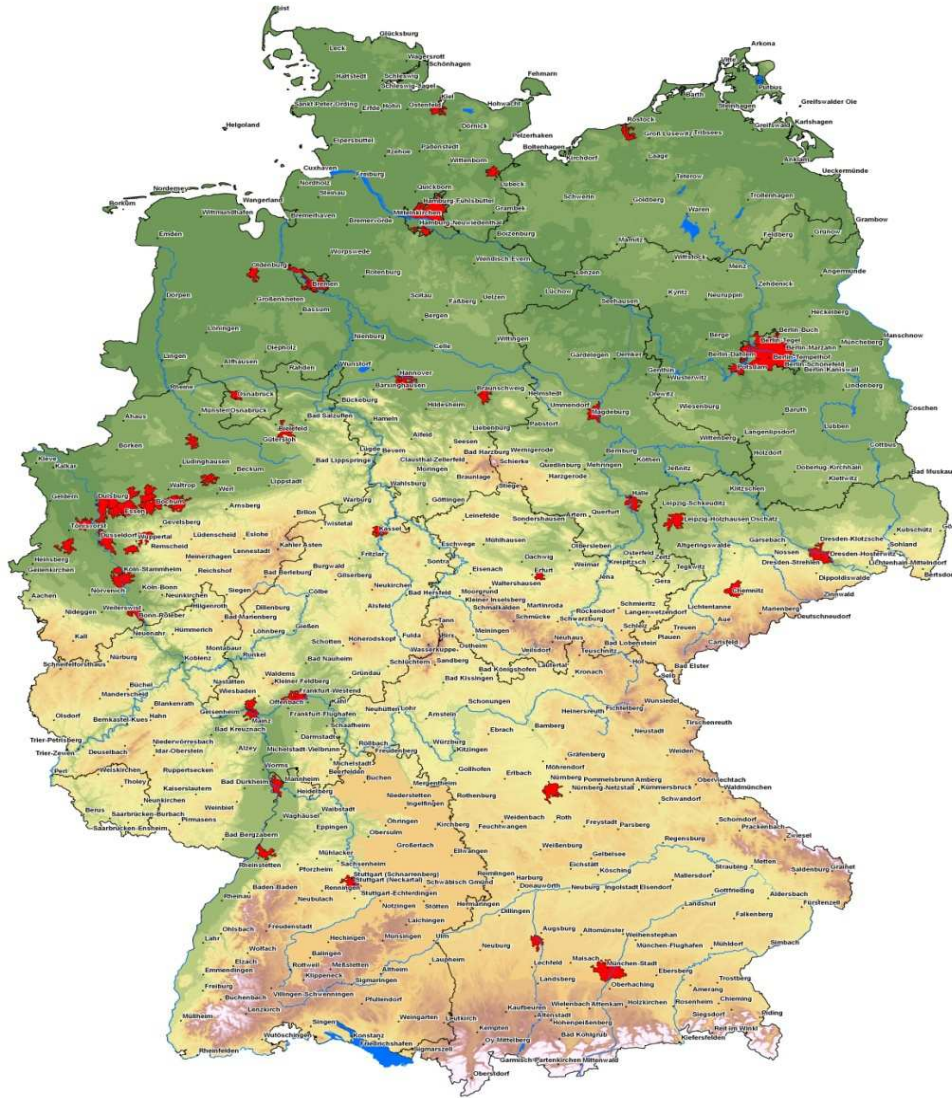
Niederschlagsstationen in Deutschland

Deutscher Wetterdienst
Wetter und Klima aus einer Hand



Stationen des DWD

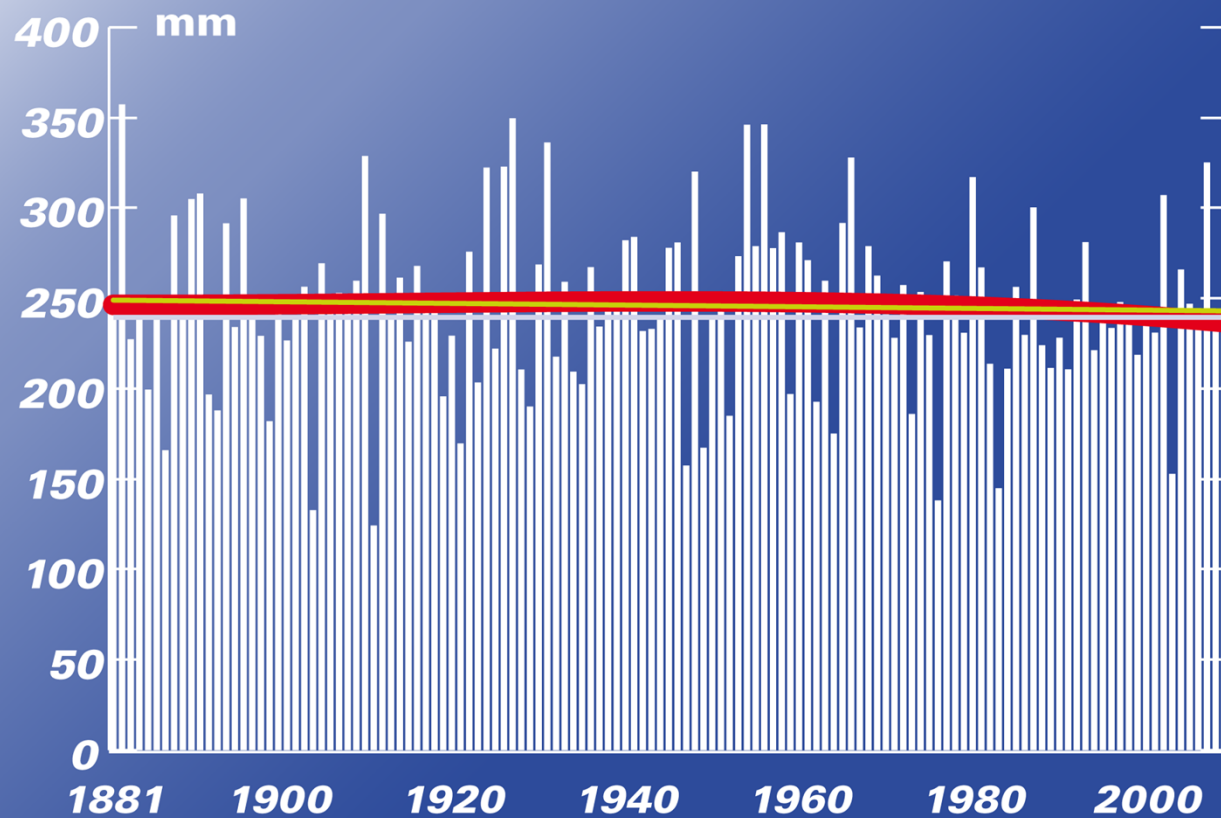
Deutscher Wetterdienst
Wetter und Klima aus einer Hand



500 Stationen in der agrar-
meteorologischen Tagesroutine



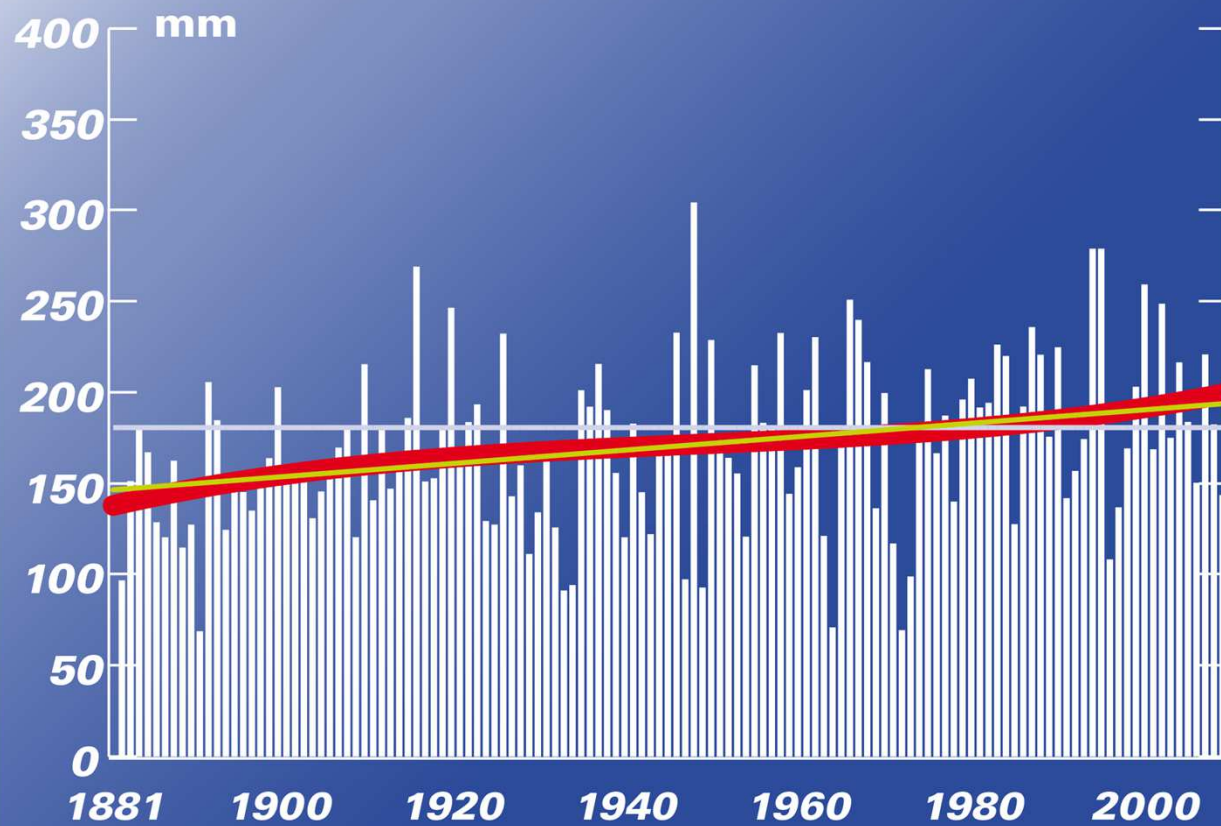
Niederschlagshöhen 1881 - 2009 Deutschland: Sommer



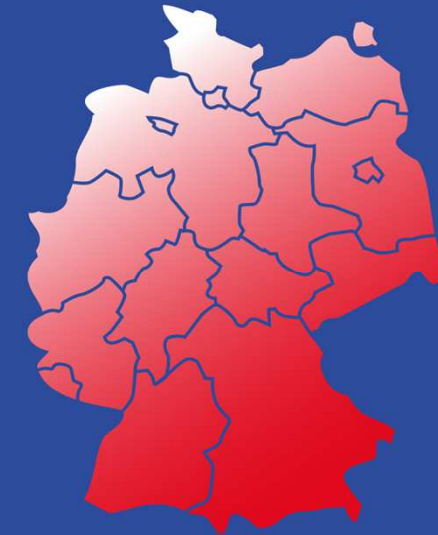
- Trend (Polynom., 3. Ordnung)
- Linearer Trend
- Mittelwert 1961-1990
- Niederschlagshöhe



Niederschlagshöhen 1881 - 2009 Deutschland: Winter

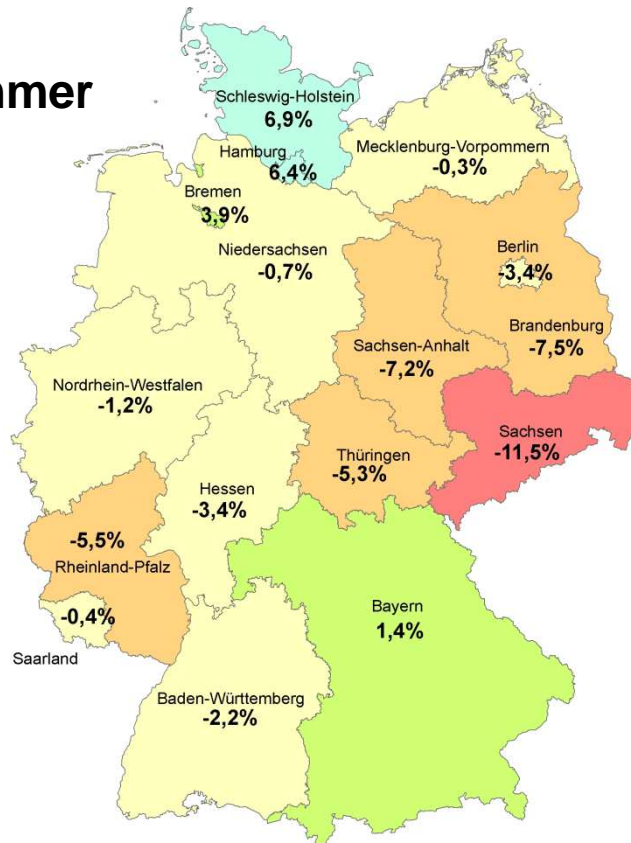


- Trend (Polynom., 5. Ordnung)
- Linearer Trend
- Mittelwert 1961-1990
- Niederschlagshöhe

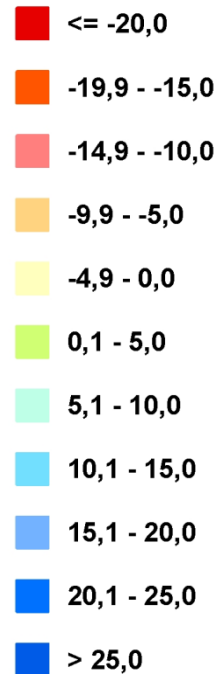


Prozentualer Niederschlagstrend 1881-2009

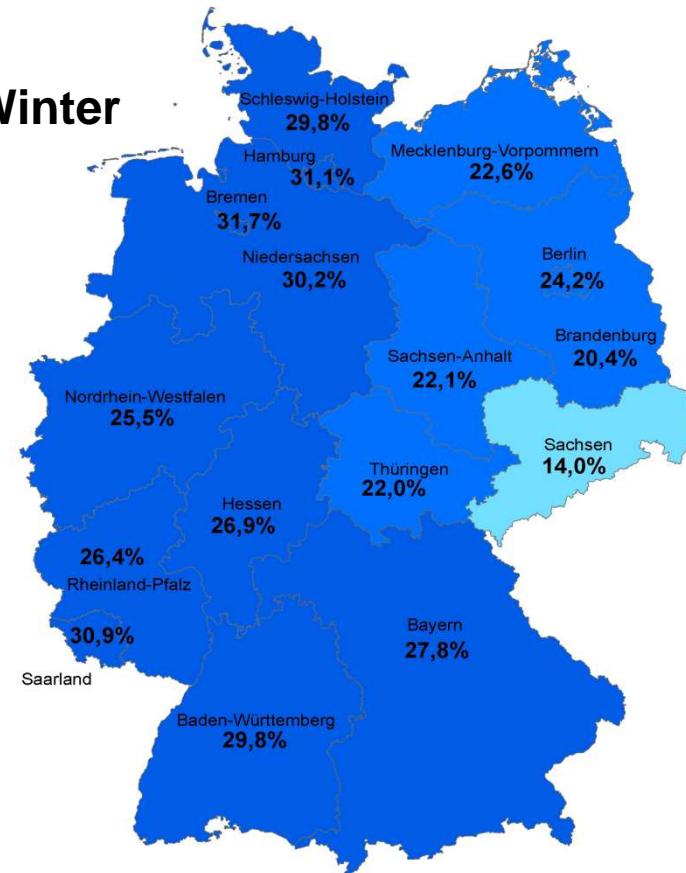
Sommer



Legende %



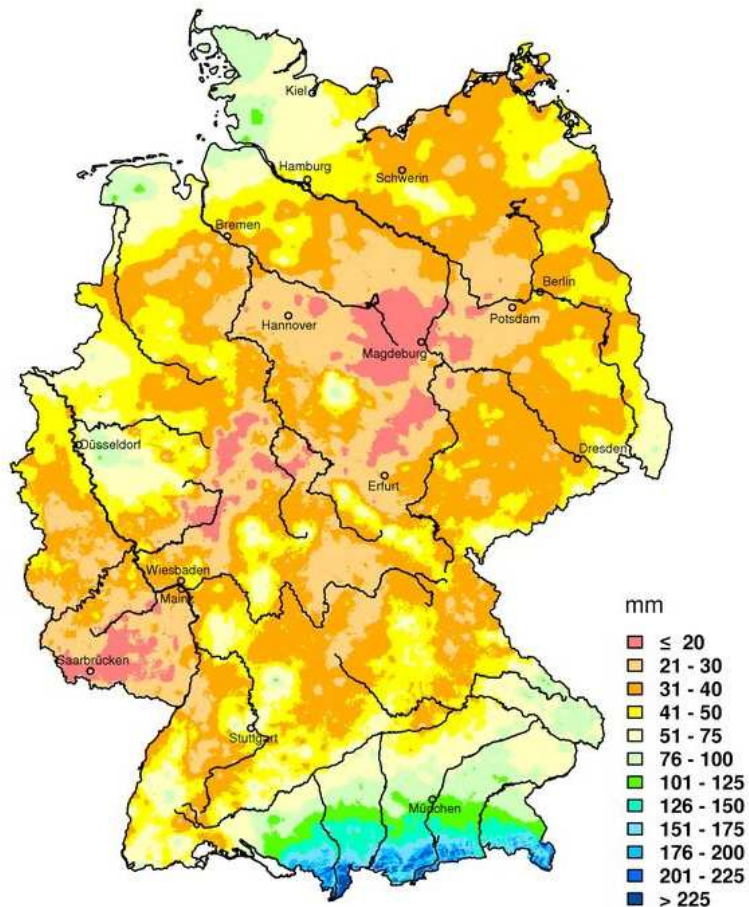
Winter



Seamless Prediction im DWD



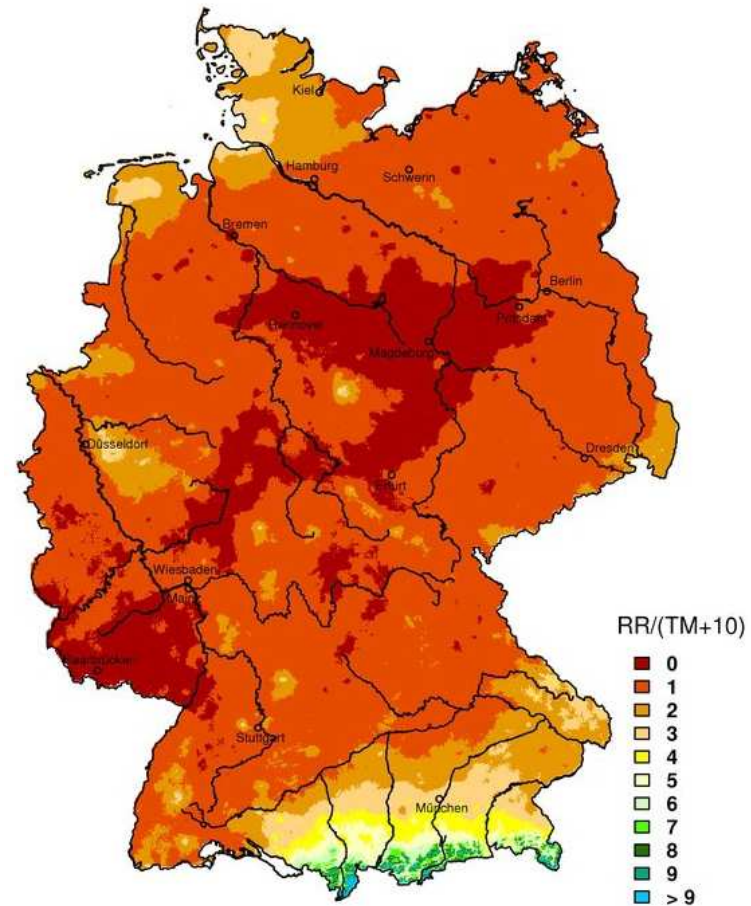
Niederschlagshöhe August 2016 Precipitation August 2016



© Deutscher Wetterdienst 2016

Diese Karte wurde am 06.09.2016 mit den Daten aller Stationen aus den Messnetzen des DWD erstellt.
This chart was produced on September 06, 2016 using data of all stations of the networks of DWD.

Trockenheitsindex August 2016 Aridity Index August 2016



© Deutscher Wetterdienst 2016

Diese Karte wurde am 06.09.2016 mit den Daten aller Stationen aus den Messnetzen des DWD erstellt.
This chart was produced on September 06, 2016 using data of all stations of the networks of DWD.



Standardized Precipitation Index

3 Monate

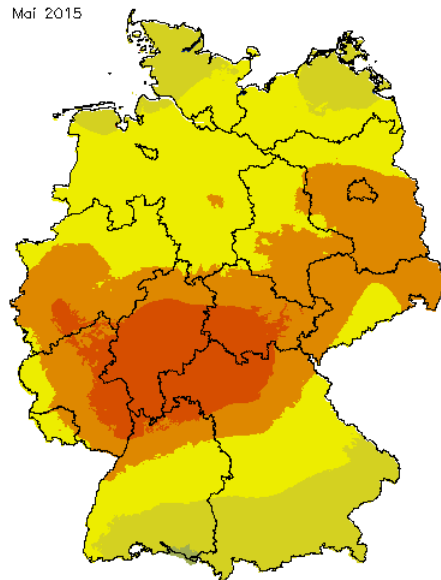
Mai

Juni

Juli

August

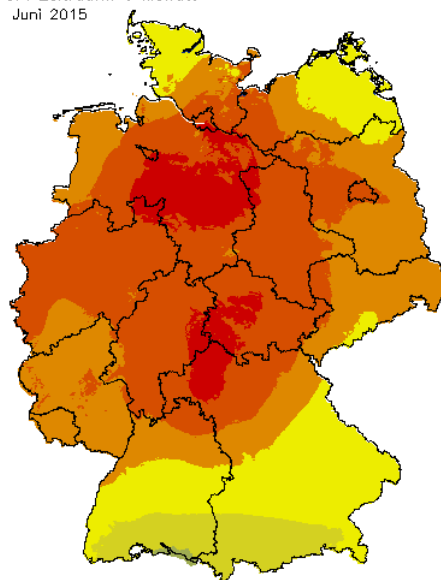
SPI Zeitraum: 3 Monate
Mai 2015



-2.0 -1.5 -1.0 0.0 1.0 1.5 2.0 Index

Deutscher Wetterdienst (erstellt 1.6.2015 13:17 UTC)
Geobasisdaten © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (www.bkg.bund.de)

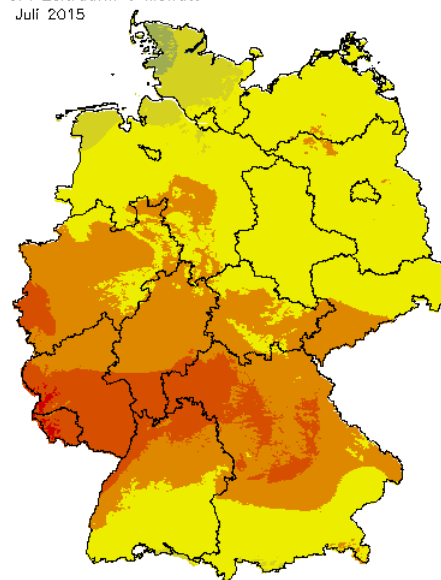
SPI Zeitraum: 3 Monate
Juni 2015



-2.0 -1.5 -1.0 0.0 1.0 1.5 2.0 Index

Deutscher Wetterdienst (erstellt 1.7.2015 12:27 UTC)
Geobasisdaten © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (www.bkg.bund.de)

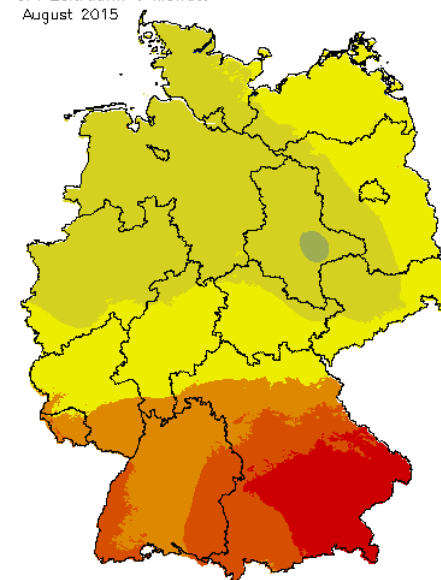
SPI Zeitraum: 3 Monate
Juli 2015



-2.0 -1.5 -1.0 0.0 1.0 1.5 2.0 Index

Deutscher Wetterdienst (erstellt 3.8.2015 10:04 UTC)
Geobasisdaten © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (www.bkg.bund.de)

SPI Zeitraum: 3 Monate
August 2015

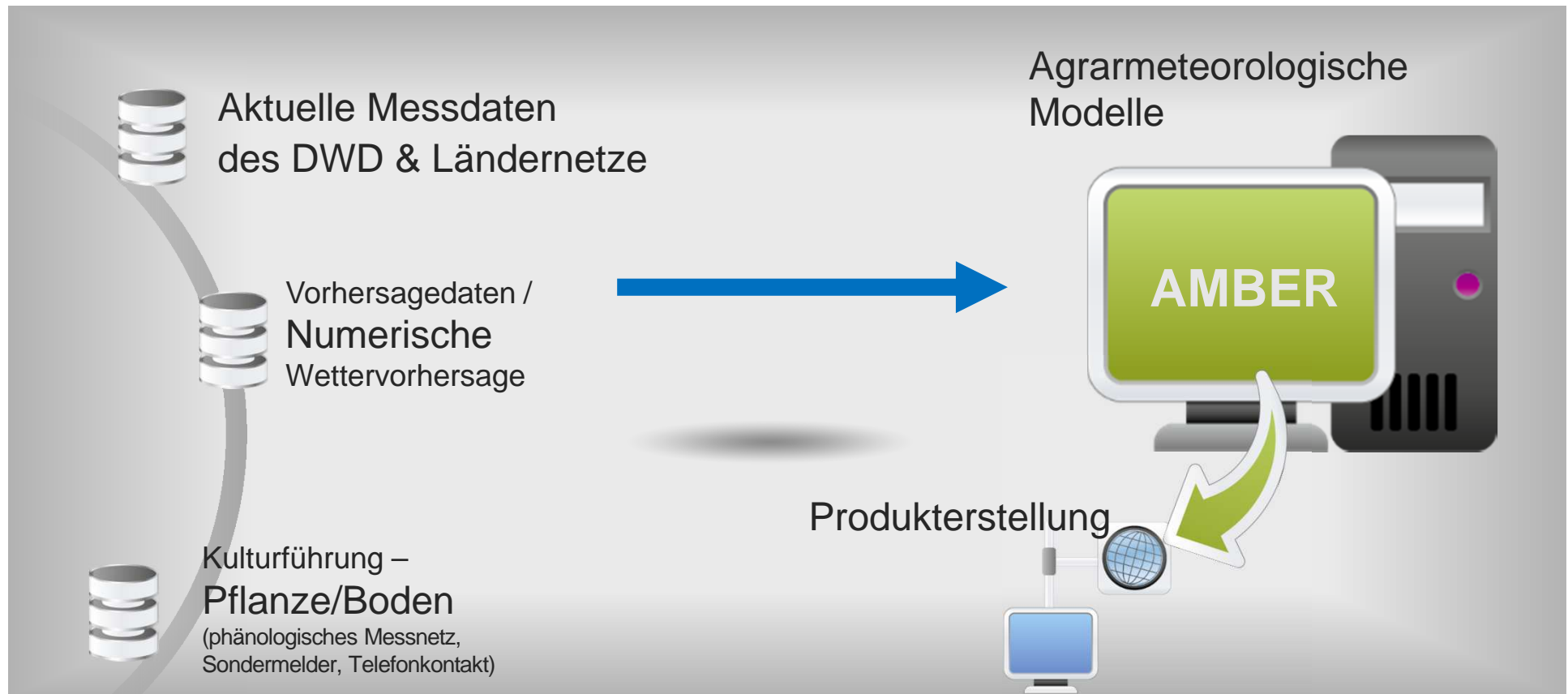


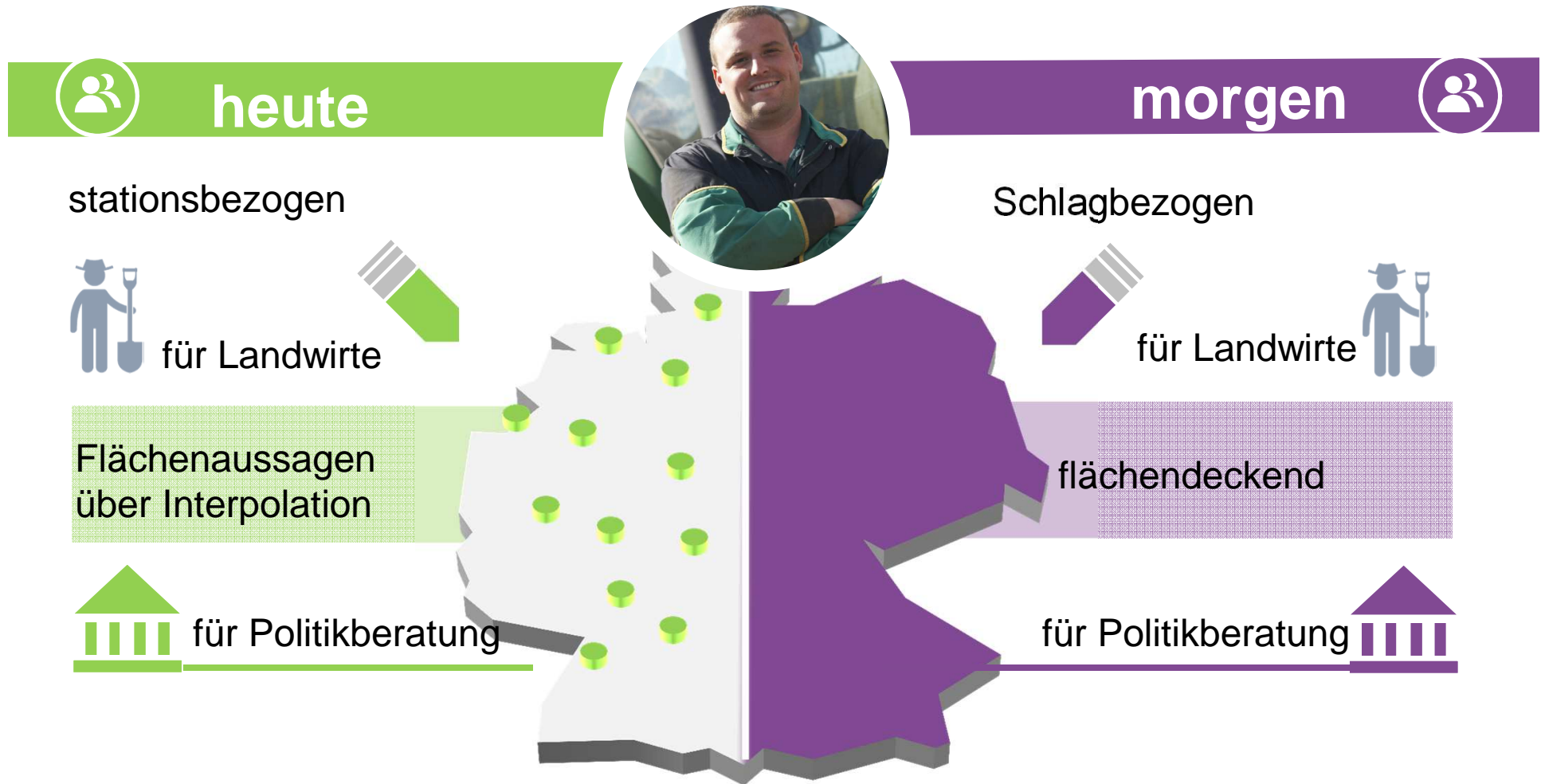
-2.0 -1.5 -1.0 0.0 1.0 1.5 2.0 Index

Deutscher Wetterdienst (erstellt 1.9.2015 12:53 UTC)
Geobasisdaten © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (www.bkg.bund.de)



Agrarmeteorologische Forschung und Modellierung





Boden

Bodenart
Bodenschichtung
Feldkapazität
Welkepunkt
Kornfraktion
Albedo

Pflanze

Pflanzenart
LAI
Wuchshöhe
Durchwurzelungstiefe
Entwicklungsphase
Albedo

Luft

Temperatur
Taupunkt
Globalstrahlung
langwellige Gegenstrahlung
Windgeschwindigkeit
Niederschlag
Bedeckungsgrad
Schneehöhe

Agrarmeteorologie

Witterungsabhängige Beratungsinhalte:

- über 250 Parameter von agrarmeteorologischen Modellen und Verfahren

Optimierung landwirtschaftlicher Arbeitsmaßnahmen

Bestands- und Bodenklima

Ertrag (Qualität und Quantität)

Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz

Waldbrand- und Grasbrandwarnungen

phänologische Vorhersagen

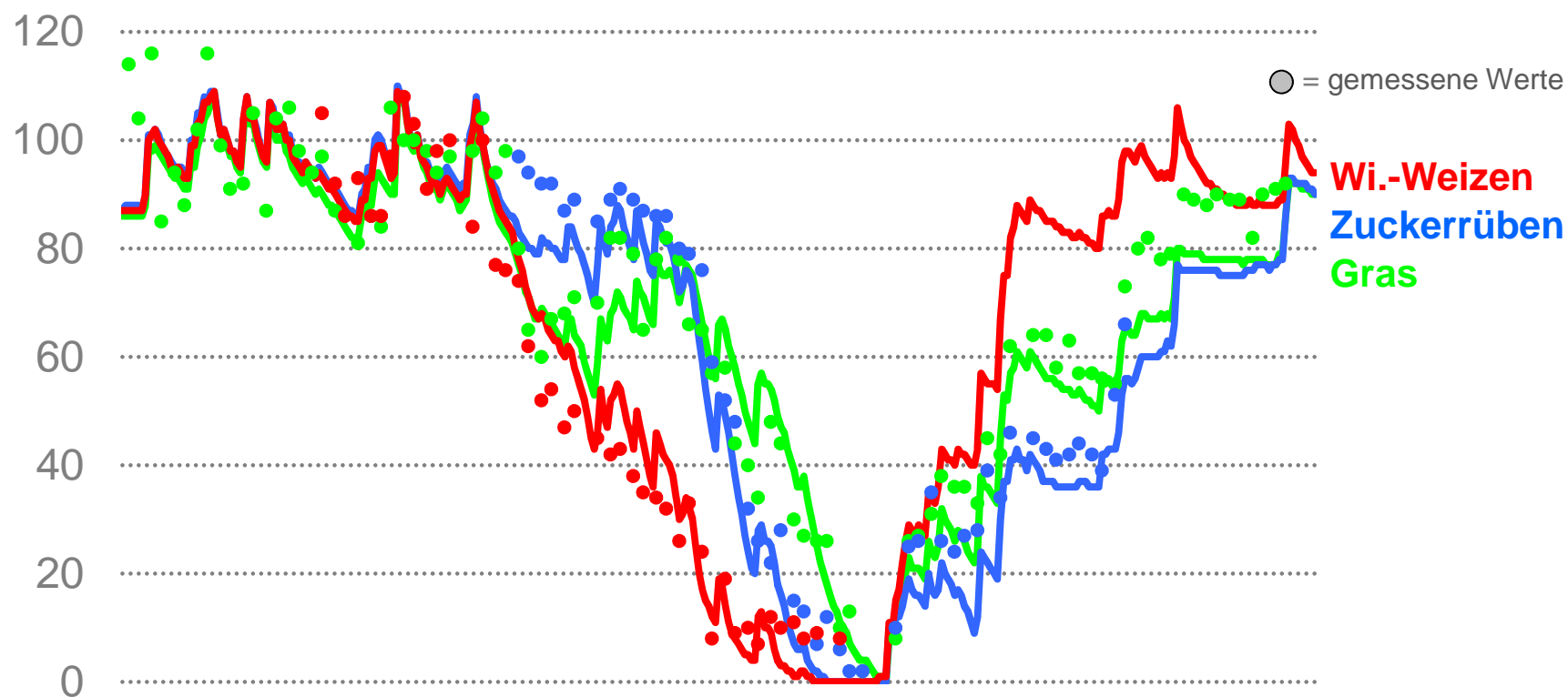
Beregnungssteuerung



AMBAV - Bodenfeuchte

agrarmeteorologische Modelle:
z.B. Bodenfeuchte in %nFK (1995)

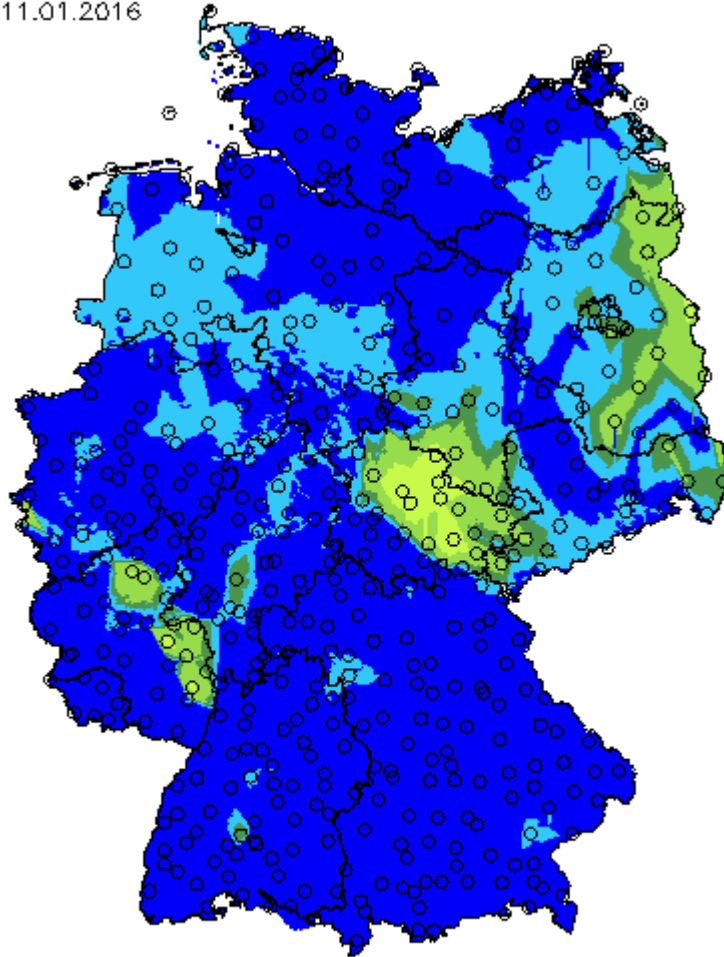
20 Jahre kontinuierliche Verifikation der Modellergebnisse



Bodenfeuchte für bis zu 500 Stationen

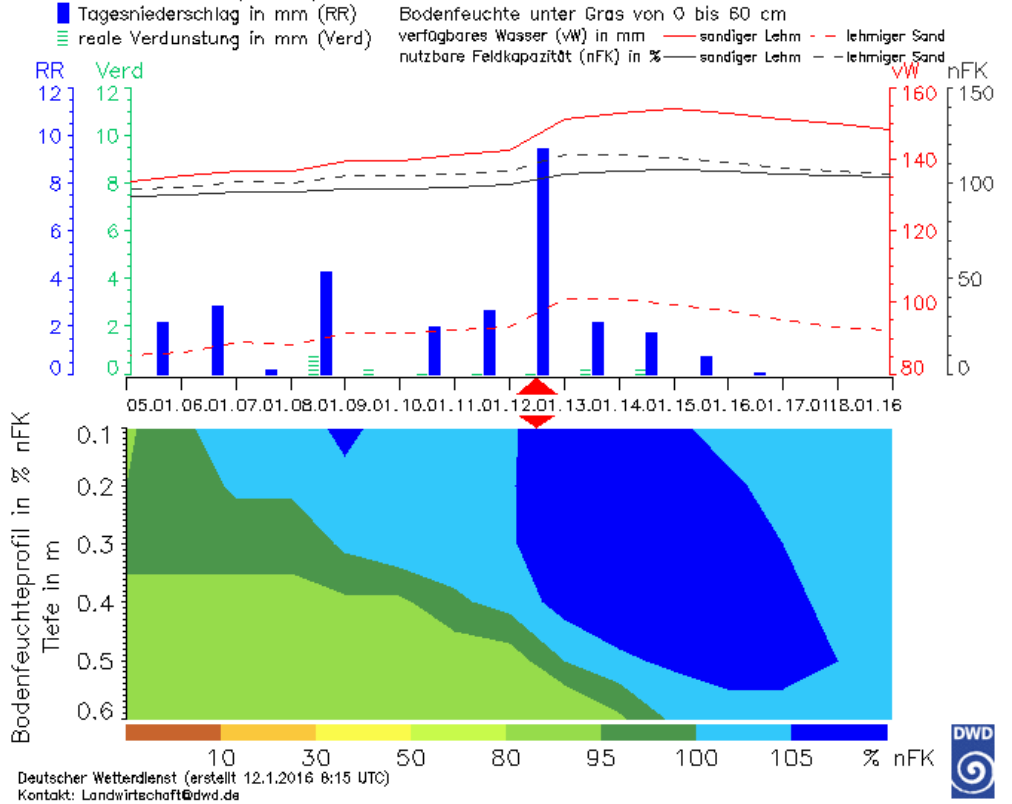


Bodenfeuchte unter Gras, sandiger Lehm, 0–60 cm
11.01.2016



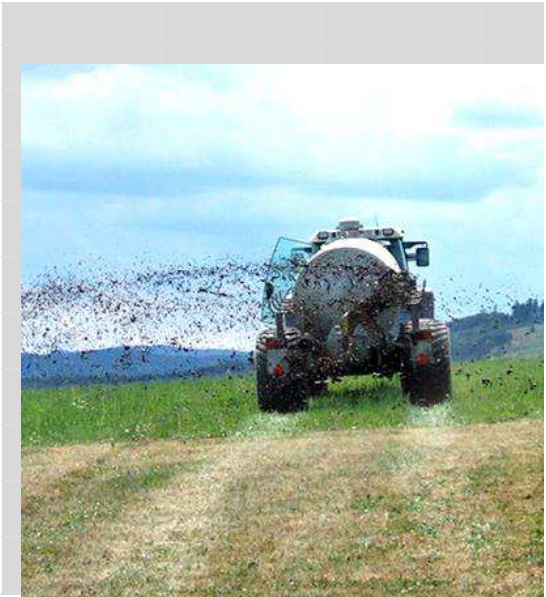
Deutscher Wetterdienst (erstellt 12.1.2016 8:15 UTC)
Geobasisdaten © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (www.bkg.bund.de)

Berlin-Kaniswall (33 m)



Vorhersage der Bedingungen für die Gülleausbringung (geplant: Ampelsystem)

Düngebedingungen für Grünland in Braunschweig															
	Do			Fr			Sa			So			Mo		
Frosteindringtiefe in cm	0			0			2			0			0		
Auftautiefe in cm	0			0			0			0			0		
Schneedecke	0			0			0			0			0		
Vegetationszeit	0			0			0			0			0		
Bodenfeuchte in %nFK	103			103			102			102			101		
Gülle Abfluss in %	4			2			2			0			1		
Gülle Verflüchtigung in %	4	2	2	1	2	1	5	3	3	9	9	3	2	3	2
max. Windgeschwindigkeit in m/s	3	5	4	2	3	2	5	6	6	9	9	10	8	6	6
mittlere Windrichtung	→	↘	↘	→	→	↗	↑	↑	↑	↖	↖	↖	↖	↖	←



- für Gülleausbringung wichtige Größen
- Grenzen für Einzelgrößen könnten durch Experten festgelegt werden
- über Gewichtung der Einzelgrößen könnte ein Gesamtindex erstellt werden
- nicht nach Kalender sondern nach objektiven Größen
→ für Landwirte nachvollziehbar

Trockenheit im Juni 2015



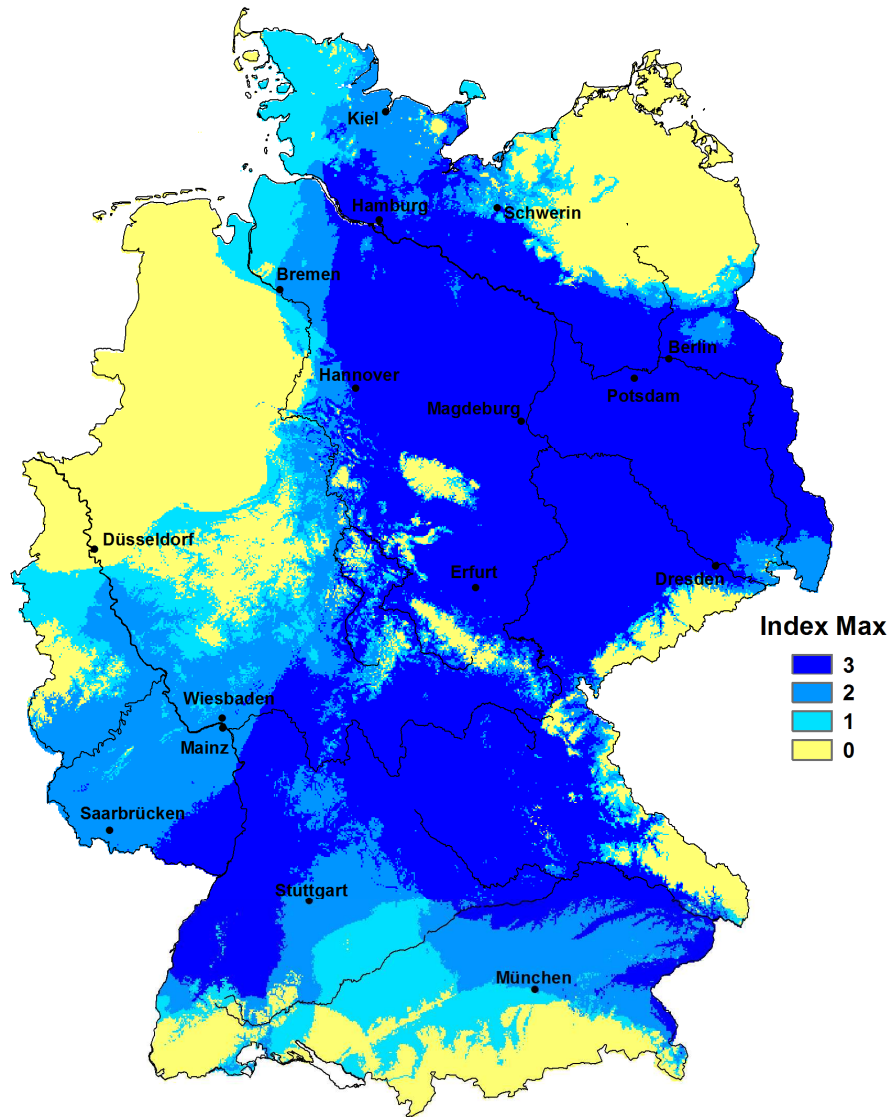
Bodenfeuchte (%nFK) Sandboden Wintergetr., Mittelwerte vom 08.06.2015

Gebiet	Schleswig-Holstein Nord	Schles-Holst.-Sued-Hamb	Niedersachsen-West-Bremen	Niedersachsen-Ost	Kueste-Mecklenb.Vorpom.	Mecklenb.-Vorpommern-West	Mecklenb.-Vorpommern-Ost	Brandenburg-Nord	Brandenburg-Süd	Berlin	Altmark	Sachsen-Anhalt-Boerde	Saechs.-Huegelland-Oberl.	Thueringer-Becken-Huegel.	Nordrhein-Westfalen	Hessen	Rheinland-Pfalz-Saarland	Rheintal-Kraichgau-Neckar	Neckar-Alb vorbig-Bodens	Schwarzwald-Schwaeb.Alb	Nordbayern-Bayer. Wald	Suedbayern-Donauraum	
1996	43.3	45.8	43.0	48.2	61.0	60.0	36.0	53.3	50.7	78.0	30.0	49.5	58.5	71.5	32.9	52.2	41.2	72.8	53.0	88.0	42.6	53.5	
1997	42.0	44.6	42.8	40.2	44.0	43.3	36.0	37.3	30.0	38.0	27.3	36.0	37.5	27.0	59.6	33.0	43.8	28.3	35.2	51.0	27.6	39.2	
1998	48.7	69.4	79.4	47.4	67.3	44.7	28.0	37.7	44.0	29.0	32.3	39.5	28.8	36.5	87.6	40.8	50.0	42.2	37.8	85.0	35.4	47.8	
1999	35.0	36.0	34.2	41.8	60.0	47.3	65.0	37.0	36.3	43.0	47.0	53.5	38.2	44.0	53.7	47.2	43.1	56.2	80.2	74.0	63.6	79.5	
2000	63.3	45.2	54.6	39.4	38.0	28.3	28.0	31.0	30.0	26.0	31.3	57.5	30.0	27.5	63.3	47.8	59.6	46.7	69.5	77.0	33.6	65.3	
2001	51.7	57.6	52.4	50.4	44.7	51.3	29.0	50.0	37.7	32.0	48.3	48.5	39.5	35.5	47.0	41.2	34.8	45.0	64.5	83.0	37.1	62.3	
2002	37.0	45.6	48.0	60.2	39.3	38.7	36.0	50.7	62.0	42.0	69.3	65.0	63.0	75.5	36.1	59.8	54.0	59.8	83.8	74.0	71.6	68.3	
2003	67.0	46.8	57.8	38.2	32.3	36.7	23.0	28.3	26.7	26.0	32.7	45.0	30.5	43.5	59.7	31.8	47.2	26.0	37.0	72.0	38.4	47.0	
2004	28.7	32.8	33.2	35.6	32.7	30.7	29.0	30.0	32.7	26.0	39.0	50.0	55.5	49.5	48.1	37.5	34.0	45.7	75.5	52.0	39.6	66.3	
2005	58.3	46.8	71.2	48.0	36.3	50.0	47.0	43.3	39.3	34.0	38.0	66.0	41.8	31.0	60.3	55.0	40.6	37.5	53.5	68.0	37.8	52.2	
2006	46.3	55.8	58.0	51.2	55.7	47.3	42.0	44.3	30.3	41.0	49.3	60.5	51.8	60.0	74.1	68.8	57.2	60.0	71.5	79.0	71.4	77.2	
2007	32.7	44.0	46.4	60.2	58.7	50.7	68.0	51.0	40.3	65.0	44.0	63.5	45.8	42.5	49.3	48.2	45.9	57.5	72.8	78.0	49.1	61.3	
2008	26.0	27.2	27.2	26.8	27.3	27.0	27.0	26.0	26.3	25.0	27.3	29.0	33.0	31.0	48.9	38.5	41.5	56.4	47.2	77.0	36.5	68.7	
2009	37.3	33.4	43.0	38.2	41.0	36.3	35.0	42.7	44.0	30.0	39.3	47.5	42.8	44.5	38.0	43.8	42.5	41.0	68.5	72.0	44.9	68.2	
2010	73.7	74.2	39.0	47.2	81.3	63.0	71.0	59.7	46.7	41.0	62.3	50.5	71.5	65.5	44.1	48.0	67.8	59.5	75.8	80.0	61.5	82.5	
2011	60.0	45.4	45.4	36.8	52.7	42.0	45.0	42.3	22.7	25.0	27.0	31.5	25.5	35.5	44.6	39.8	44.1	38.3	39.2	49.0	36.2	68.8	
2012	36.7	34.4	37.8	43.6	27.7	26.7	36.0	28.7	35.0	26.0	38.7	39.0	41.8	36.0	61.4	41.5	41.0	40.5	73.0	80.0	33.5	67.2	
2013	44.7	59.4	52.4	60.6	54.7	49.3	60.0	68.7	80.3	58.0	65.0	71.5	85.8	76.0	51.9	73.2	59.8	64.8	72.8	71.0	81.6	77.0	
2014	56.0	47.0	54.2	45.6	36.7	32.3	29.0	37.7	36.7	26.0	38.7	48.0	47.0	26.0	49.3	42.0	29.4	29.0	29.2	46.0	39.8	45.8	
2015	54.3	31.0	29.2	26.0	29.7	30.7	27.0	24.7	28.7	23.0	25.0	25.0	30.5	29.5	28.3	24.2	27.9	43.5	64.5	64.0	31.1	57.5	
g01	g02	g03	g04	g05	g06	g07	g08	g09	g11	g12	g13	g14	g15	g16	g20	g23	g25	g26	g27	g28	g29		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		

absolutes Minimum
zweitiefster Wert
drittiefster Wert



→ Die Bodenfeuchtesituation hat Einfluss auf die Bildung von Hochwasser



Extremwerte der Bodenfeuchte am 31. Mai 2013

0 – kein Maximum überschritten
1 – der dritthöchste Bodenfeuchtwert wird überschritten
2 – der zweithöchste Bodenfeuchtwert wird überschritten
3 – der höchste Bodenfeuchtwert wird überschritten –
neues absolutes Maximum

Für jeden Rasterpunkt werden für den betrachteten Tag aus dem Zeitraum 1961 bis zum letzten Jahr die drei höchsten Bodenfeuchten bestimmt. Für denselben Tag im aktuellen Jahr werden diejenigen Gebiete gekennzeichnet, in denen einer der drei Maxima überschritten wird.

Verlauf der Bodenfeuchte und des Sickerwassers
für den Zeitraum
10. Mai – 20. Juni 2013

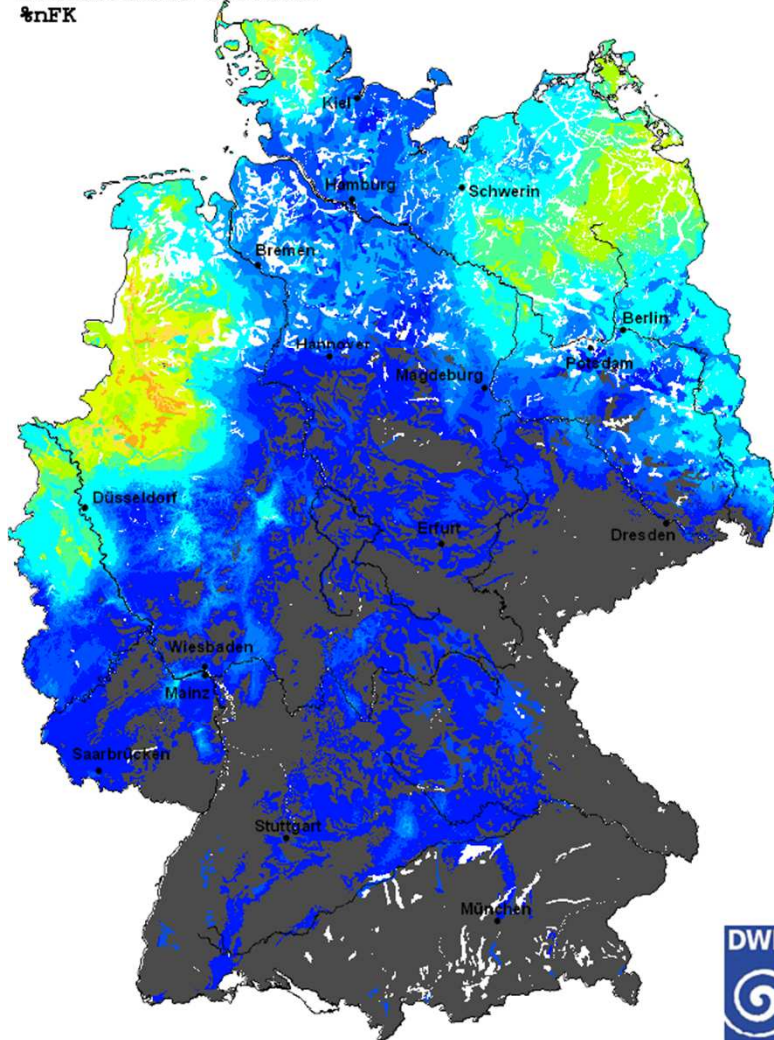
Grundlage:

- Modell AMBAV
- Böden aus der BÜK1000
- Interpolation der meteorologischen Eingangsgröße auf ein 1x1km Raster

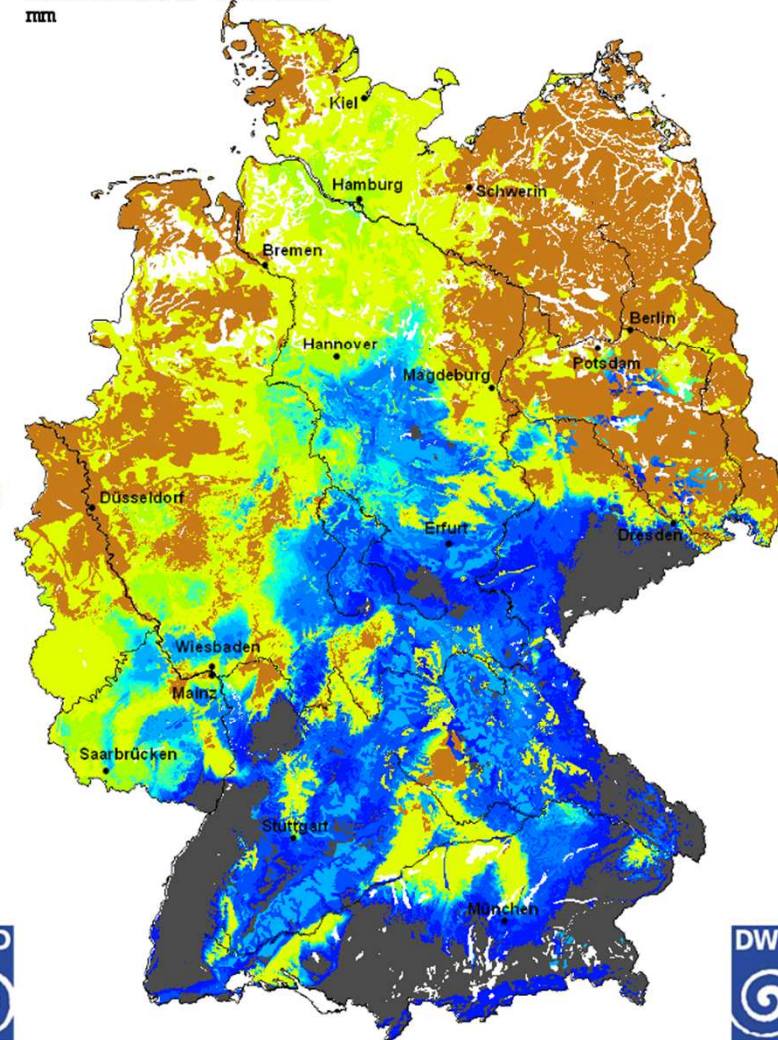
Testrechnungen



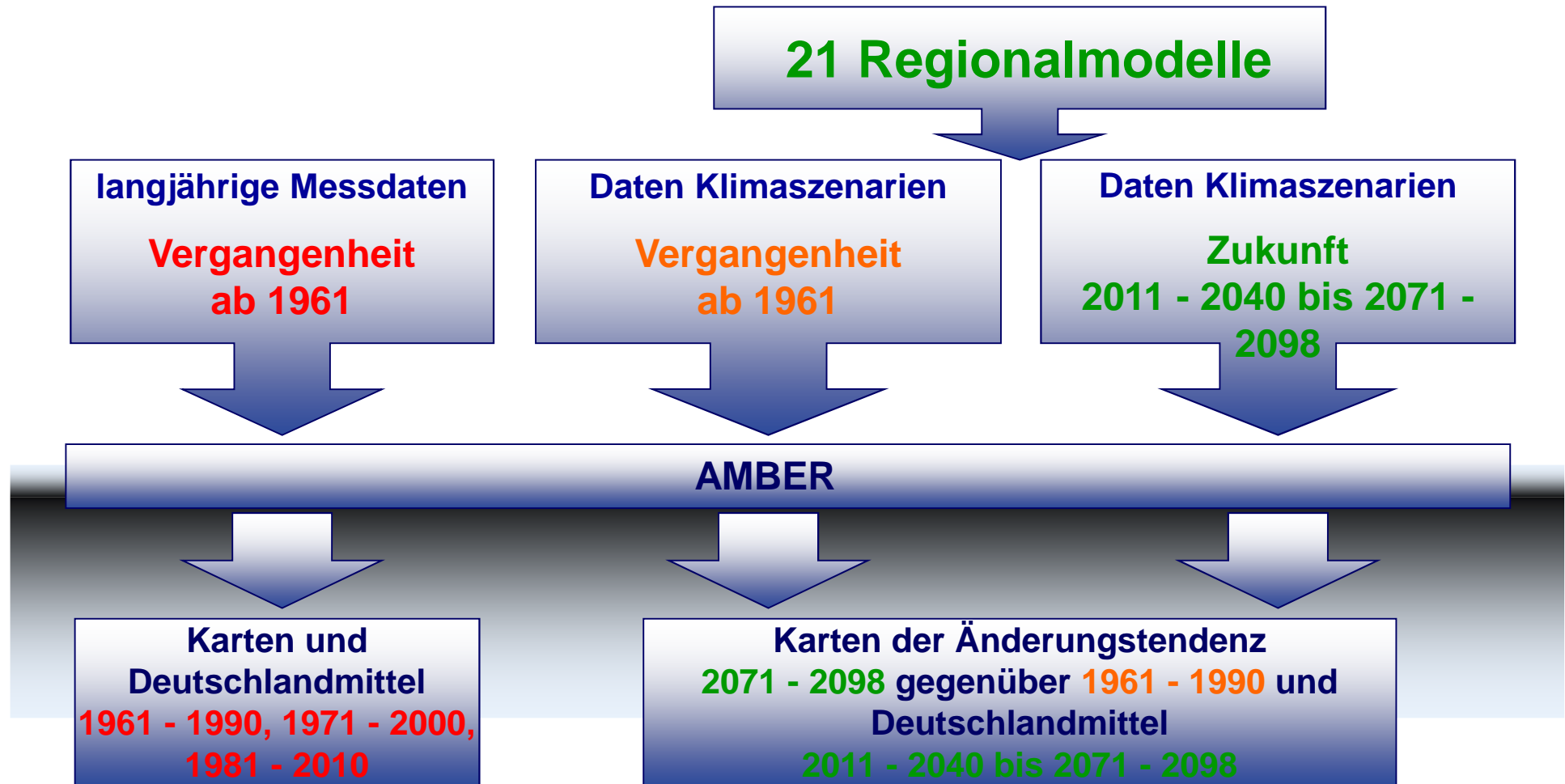
Bodenfeuchte 1.6.2013
%nFK



Sickerwasser 1.6.2013
mm



Anwendung von AMBER mit regionalen Klimaszenarien



verwendete Klimaparameter:

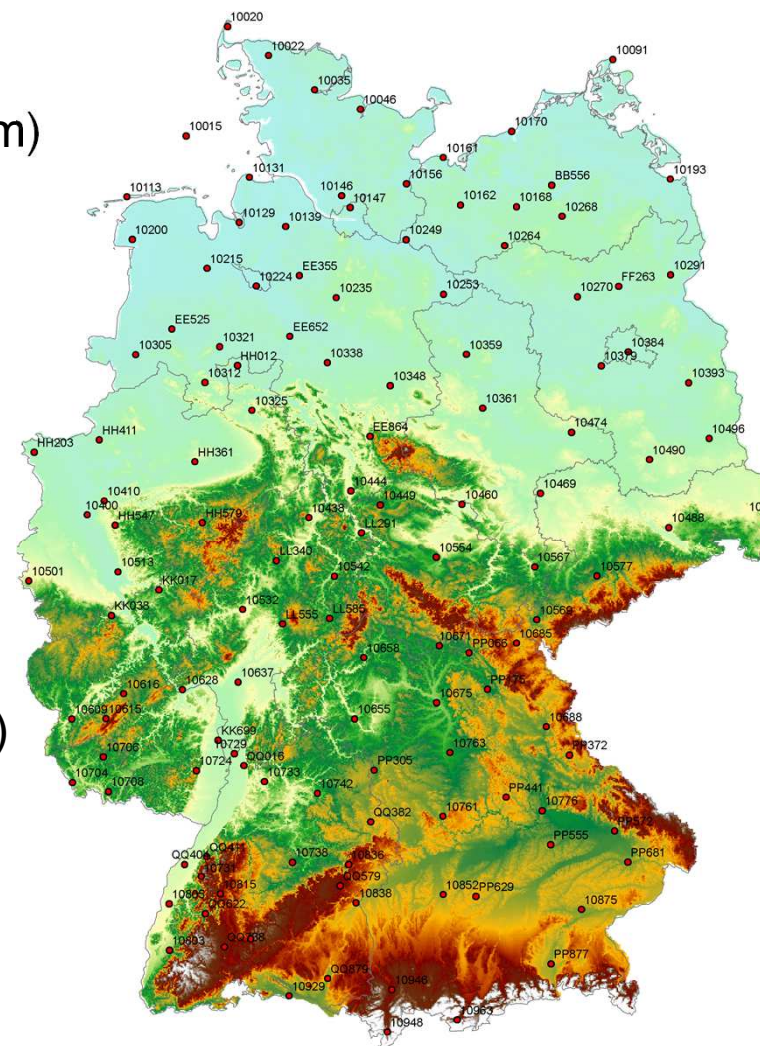
- Temperatur (Minimum, Tagesmittel, Maximum)
- Niederschlag
- mittlere Windgeschwindigkeit
- Globalstrahlung
- Bodenfeuchte (berechnet)

Vergangenheit: 132 Stationen

- seit 1961 stündliche Werte
- flächendeckend interpoliert (1 x 1 km Raster)

Zukunft: 21 regionale Klimamodelle (Szenario A1B)

- 25 x 25 km Raster
- 1961 bis 2098





Allgemein

- Lufttemperatur
- Eistage
- Frosttage
- Sommertage
- Heiße Tage
- Tropennächte
- Niederschlag
- Vegetationsbeginn
- Waldbrandindex

Landwirtschaft

- Bodenfeuchten unter Getreide / Hackfrüchten
- Vegetationsbeginn
- Tage mit Wechselfrost
- Beginn der Vollblüte Winterrraps
- Maisabreife und Maisertrag
- Grünlandertrag (1. Silageschnitt)
- Winterhärtezonen und Hitzezonen für Pflanzen
- Huglin-Index (Wärmeindex Rebsorteneignung)
- Frosteindringtiefe
- Maximum der Oberflächentemperatur
- Lufttemperatur
- Niederschlag

Forstwirtschaft

- Waldbrandindex
- Borkenkäfer (Befallsbeginn + Ende 1. Brut)
- Winterhärtezonen und Hitzezonen für Pflanzen
- Vegetationsbeginn
- Lufttemperatur
- Niederschlag

neu:

Bodenschutz

- Bodenfeuchten unter Getreide / Hackfrüchten
- Frosteindringtiefe
- Maximum der Oberflächentemperatur
- Lufttemperatur
- Niederschlag

**Energiewirtschaft
Verkehr**

Schwellenwerte

- Konzentration auf Ereignisse, die eine außergewöhnliche Belastung für die einzelnen Kulturen darstellen
- Vorgabe der Schwellenwerte und den dazugehörigen sensitiven Zeitabschnitten für landwirtschaftliche Kulturen, Sonderkulturen und Wald

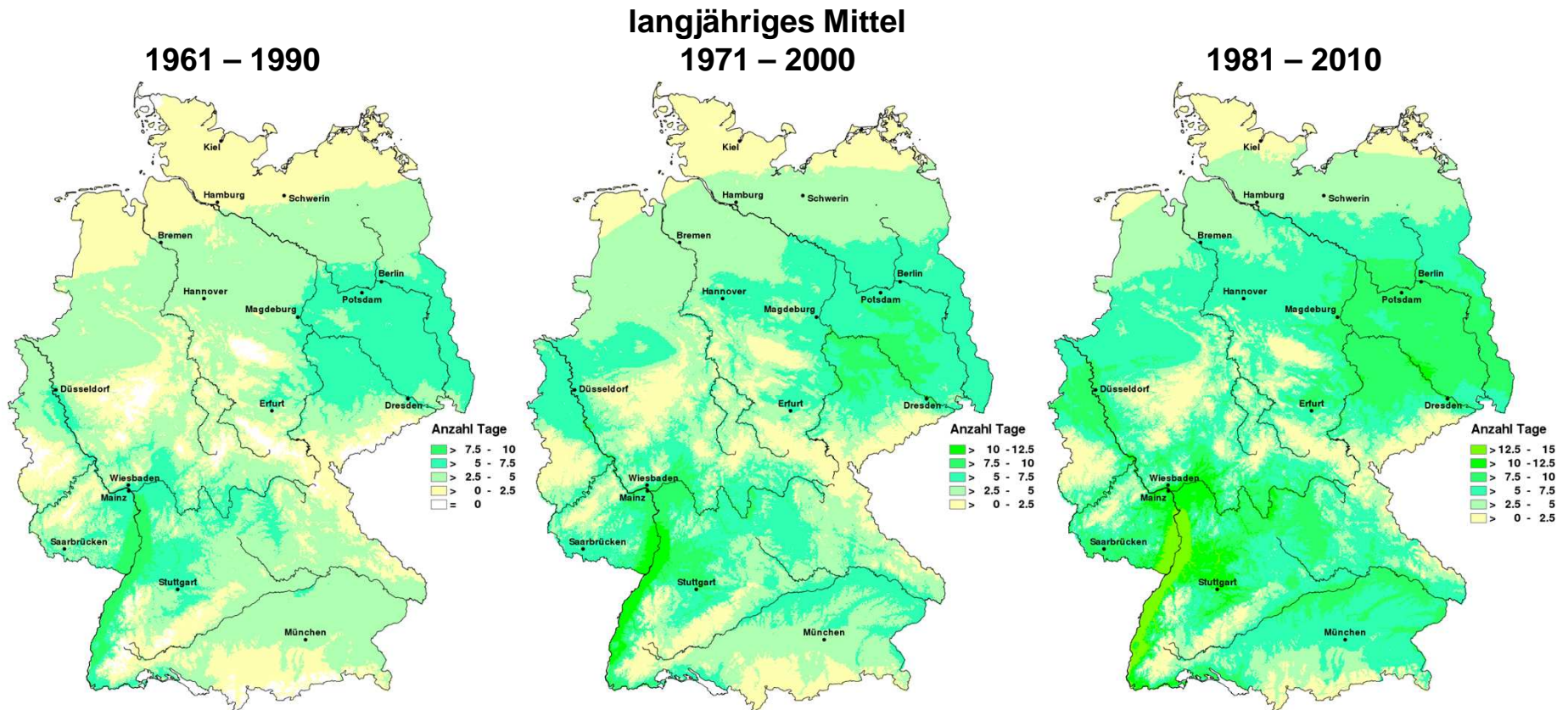
	Agrarrelevante Extremwetterlage	Pflanzenbauliches Risiko	Auswirkung	Wertebereich
1	Kahlfrost	x	Langandauernde Fröste ohne dämmende Schneedecke, führen zu Beeinträchtigung der Membranfunktionen. Auswachsen von Eiskristallen zerstören das Pflanzengewebe.	T Min < - 20°C, -15°C, -10°C Anzahl der Tage Zeitraum: 1.10.-30.5.
2a	Nässe	x	Der Boden ist wassergesättigt, weiterer Niederschlag führt zu Oberflächenabfluss. Die Pflanzen leiden unter Sauerstoffmangel, Auswinterungsschäden.	nFK > 100% (60cm Tiefe) Anzahl der Tage Zeitraum: 15.9.-30.3.
3	Trockenheit (Bodenwasser)	x	Aufgrund des zu geringen Bodenwassergehaltes ist eine Versorgung des Wurzelapparates der Pflanzen mit Wasser und Nährstoffen nicht mehr ausreichend gewährleistet.	nFK < 50 % (60 cm Tiefe) Häufigkeiten: Monatsmittel in Dekaden Zeitraum: Okt. – Jul.

Extremwetterprojekt - Hitze



Anzahl Tage mit $T_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$

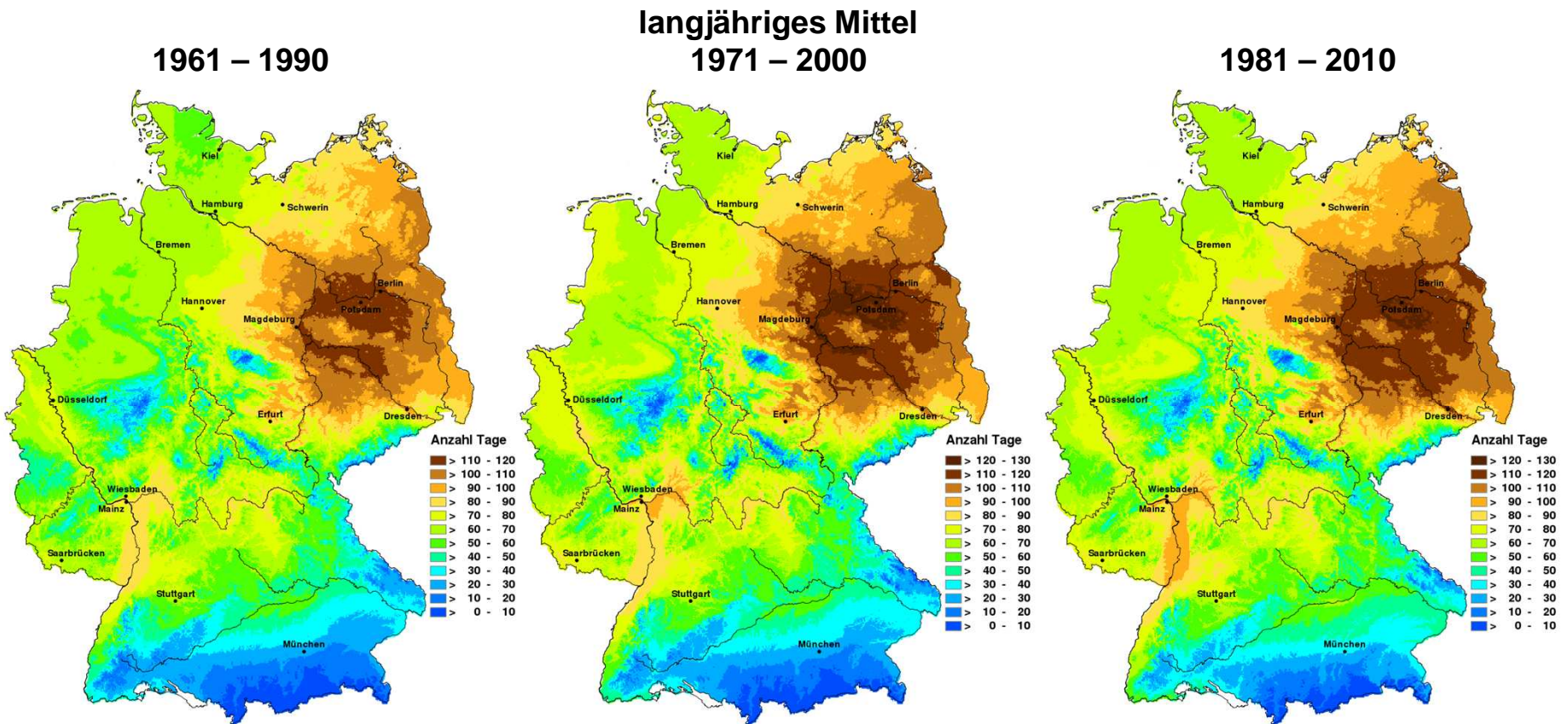
Zeitraum: Juni - August



Extremwetterprojekt - Trockenheit



Anzahl Tage mit einer Bodenfeuchte < 50% nFK
Kultur: Wintergetreide, leichter Boden
Zeitraum: April - Oktober



Extremwetterprojekt - Trockenheit



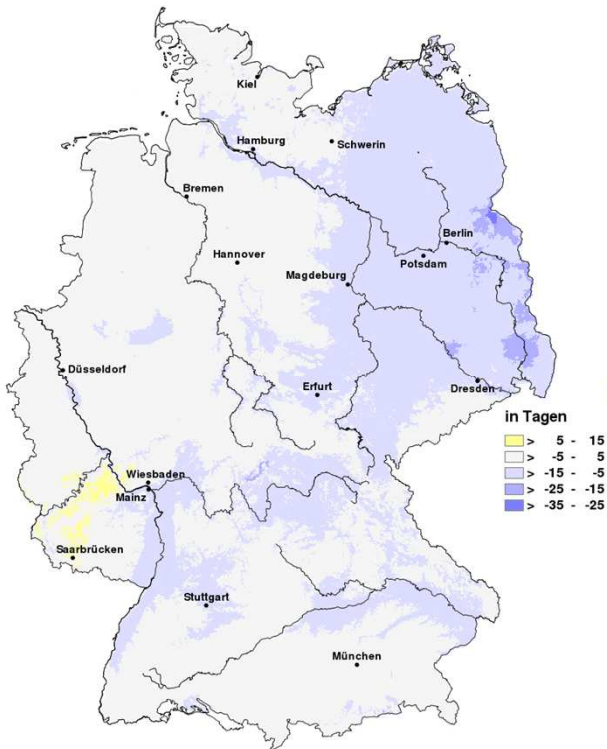
Anzahl Tage mit einer Bodenfeuchte < 50% \times FK

Änderungstendenz 2071-2098 gegenüber 1961-1990

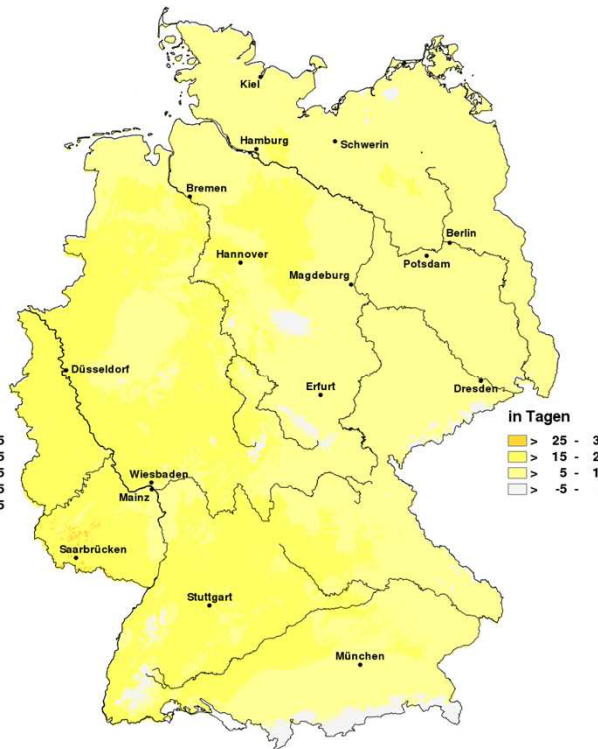
Kultur: Wintergetreide, leichter Boden

Zeitraum: April - Oktober

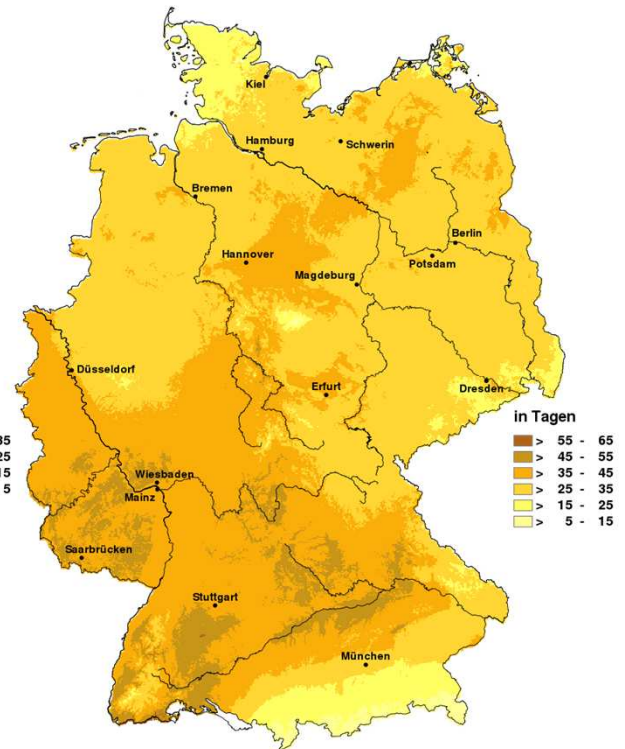
15. Perzentil



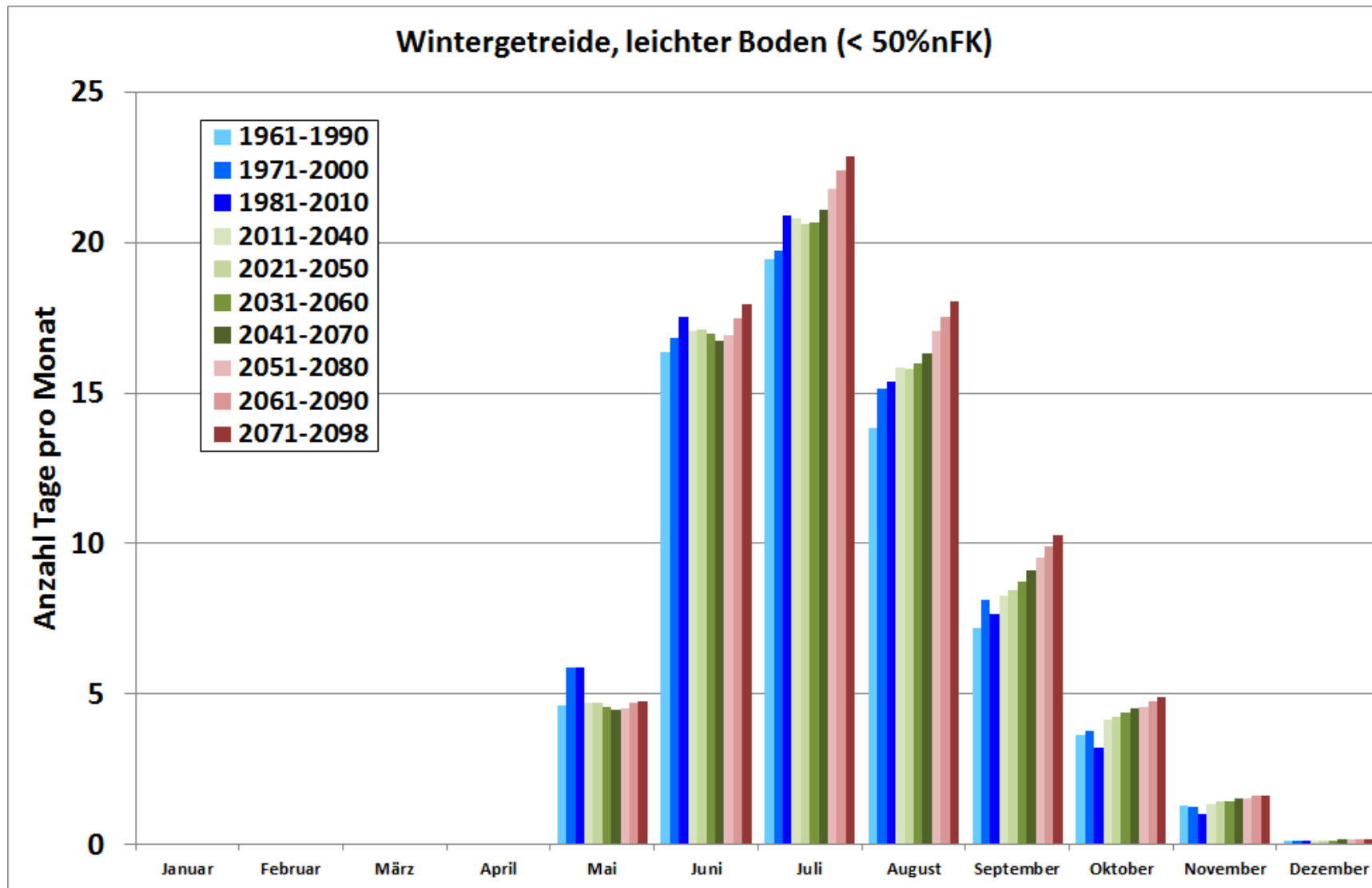
50. Perzentil



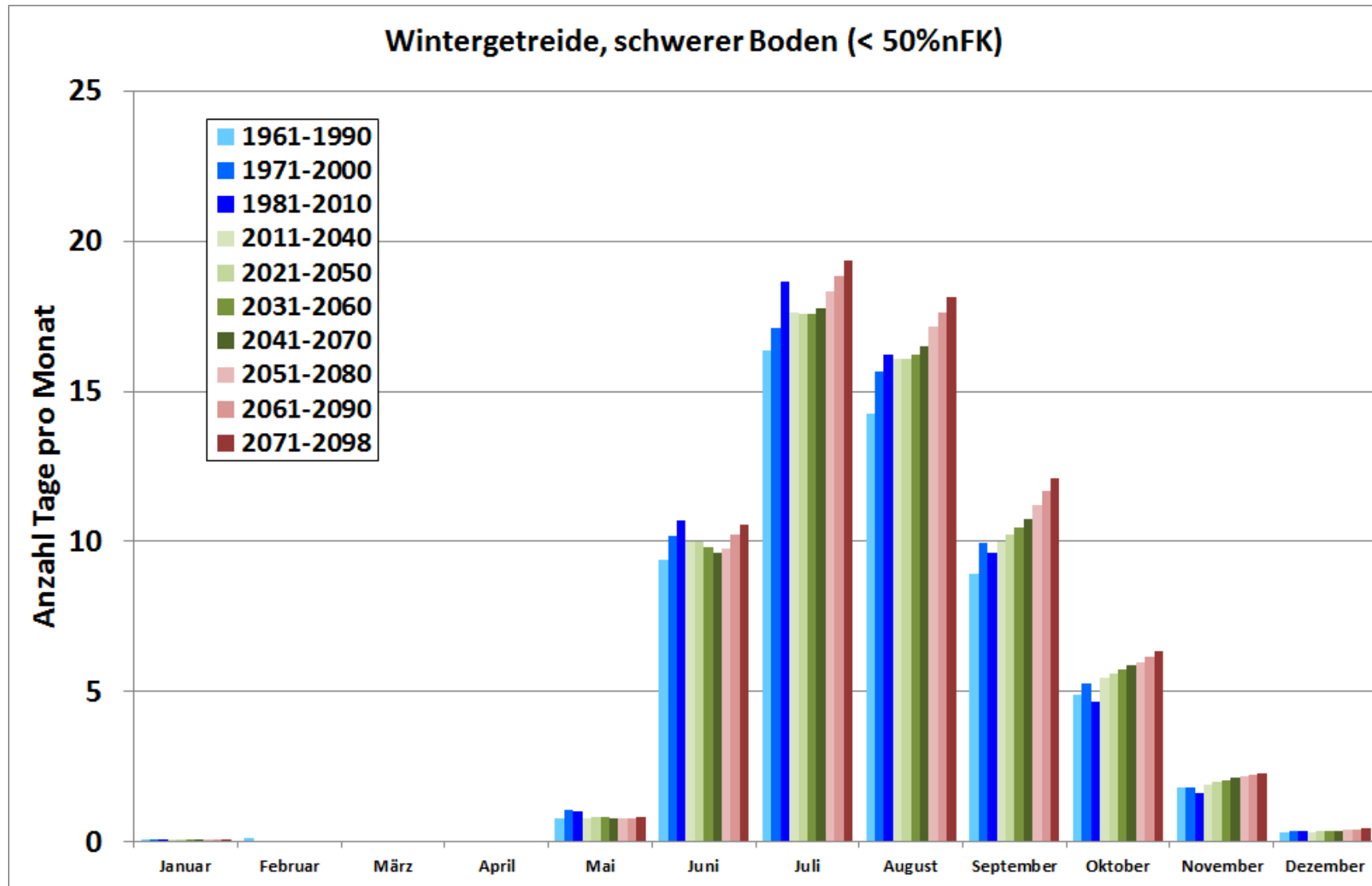
85. Perzentil



Extremwetterprojekt - Trockenheit

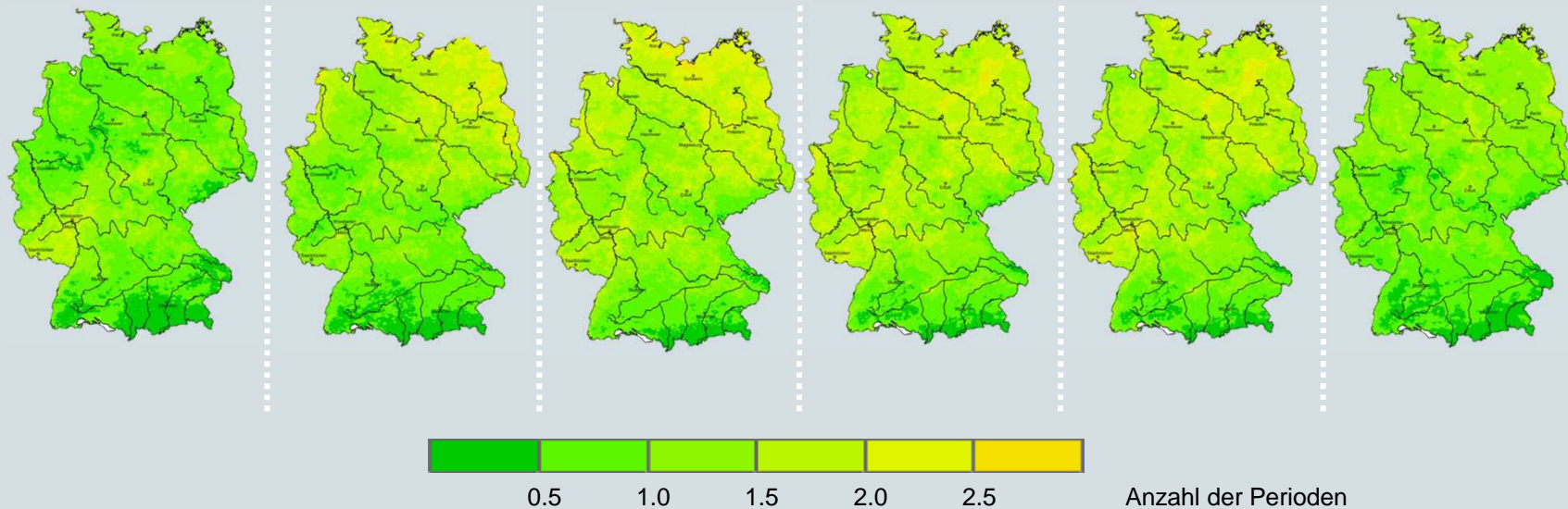


Extremwetterprojekt - Trockenheit



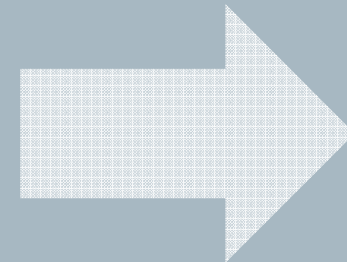
Änderung der Anzahl von 10-Tagesperioden ohne Niederschlag

1954 – 1963 1964 - 1973 1974 - 1983 1984 - 1993 1994 - 2003 2004 - 2013

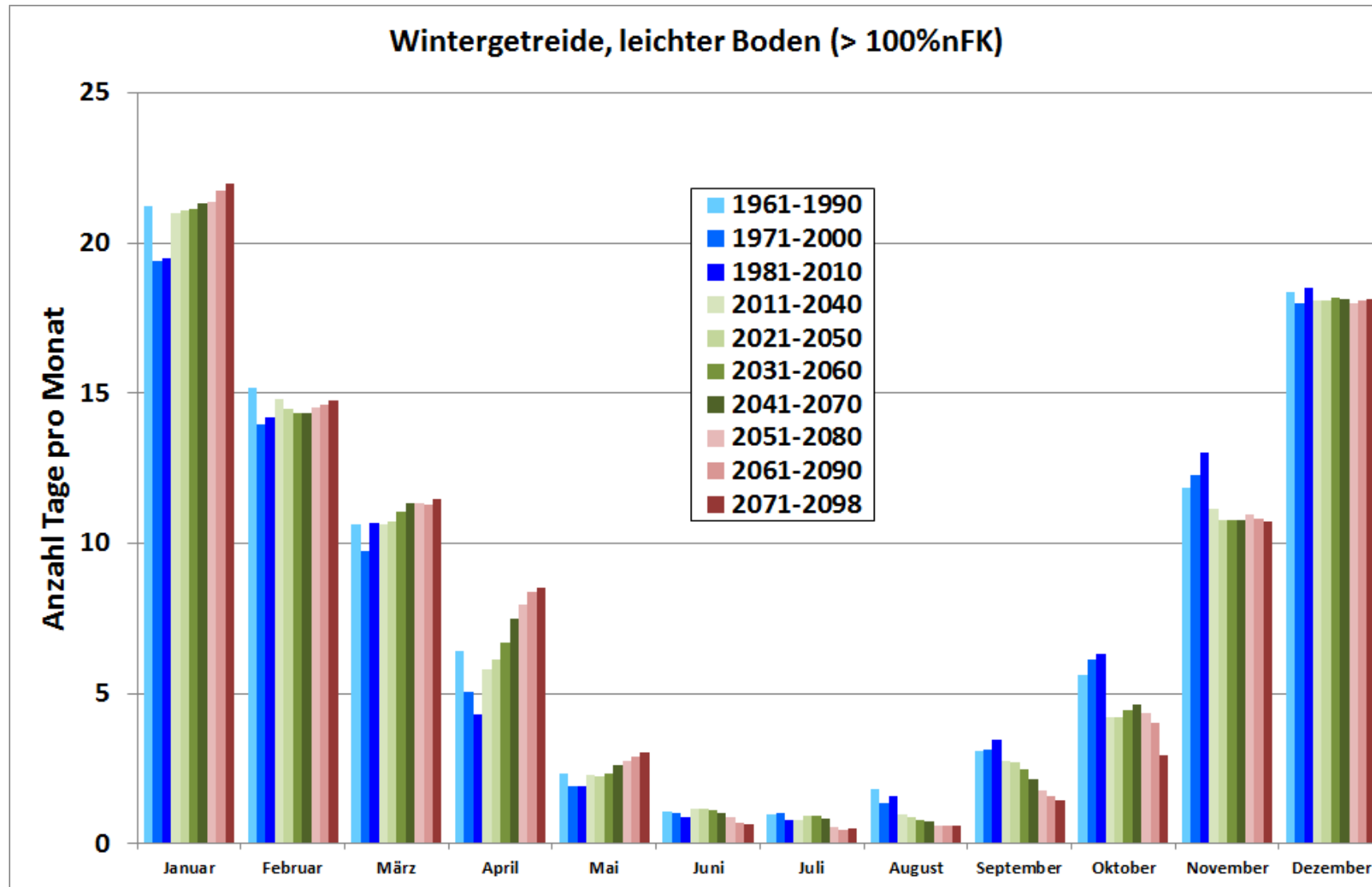


Änderung der Anzahl von 10-Tagesperioden ohne Niederschlag

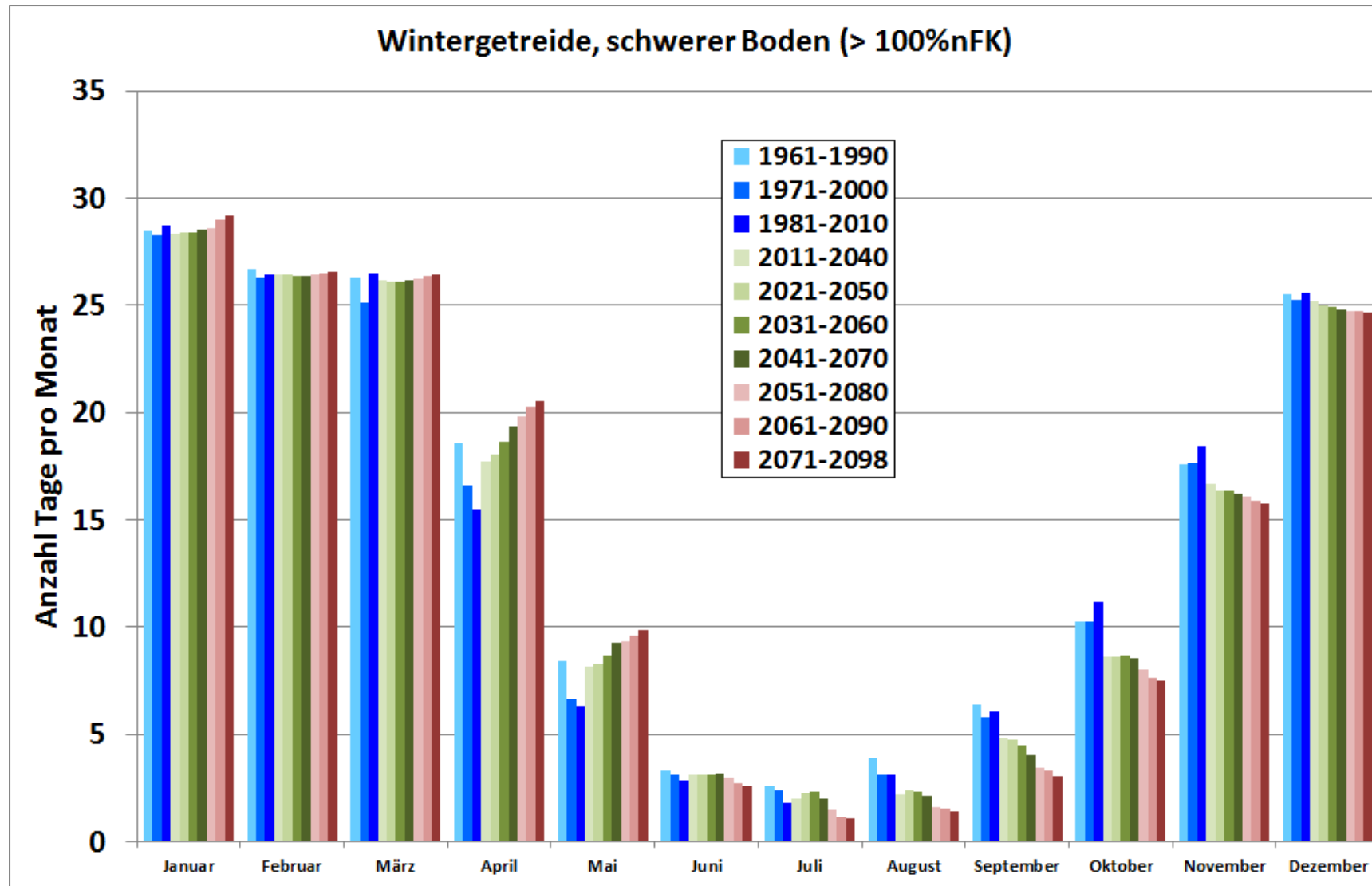
in Übereinstimmung mit Projektionen bislang kein eindeutiger Trend, wohl aber eine ausgeprägte natürliche Variabilität erkennbar



Extremwetterprojekt - Nässe



Extremwetterprojekt - Nässe



Extremwetterprojekt - Trockenheit / Nässe

Extremwetterlage	Schwellenwerte	Zeitraum	Trend Vergangenheit		Trend Zukunft	
			leich.B.	sch.B.	leich.B.	sch.B.
Nässe (Bodenfeuchte)	> 100%nFK (0-60cm)					
	Wi-Weizen, Wi-Gerste	11.09.-31.03.	→	↘/↗	→	↘
	Wi-Raps	11.08.-30.04.	↘	↘	↗/→	→/↘
	Roggen	01.03.-30.04.	↘	↘	↗	↗
	Zuckerrüben	01.04.-20.10.	↘	↘	↗/→	↗/↘
	Mais	01.04.-31.10.	↘	↘	↗/↘	↗/↘
Trockenheit (Bodenfeuchte)	< 50%nFK (0-60cm)					
	Wi-Gerste	01.09.-31.07.	↗	↗	→/↗	→/↗
	Wi-Weizen	01.10.-31.07.	↗	↗	→/↗	→/↗
	Wi-Raps	01.04.-30.06.	↗	↗	↘/↗	↘/↗
	< 50%nFK (0-30cm)					
	Zuckerrüben	01.03.-31.03.	---	↗	↗/↘	↗/↘
		01.06.-30.09.	↗	↗	→/↗	→/↗
	< 40%nFK (0-30cm)					
Mais	01.04.-30.04.	---	↗/→	↗/↘	↗/↘	
	01.07.-31.08.	↗	↗	↗	↗	

Niederschlagssignale Klimaprojektionen

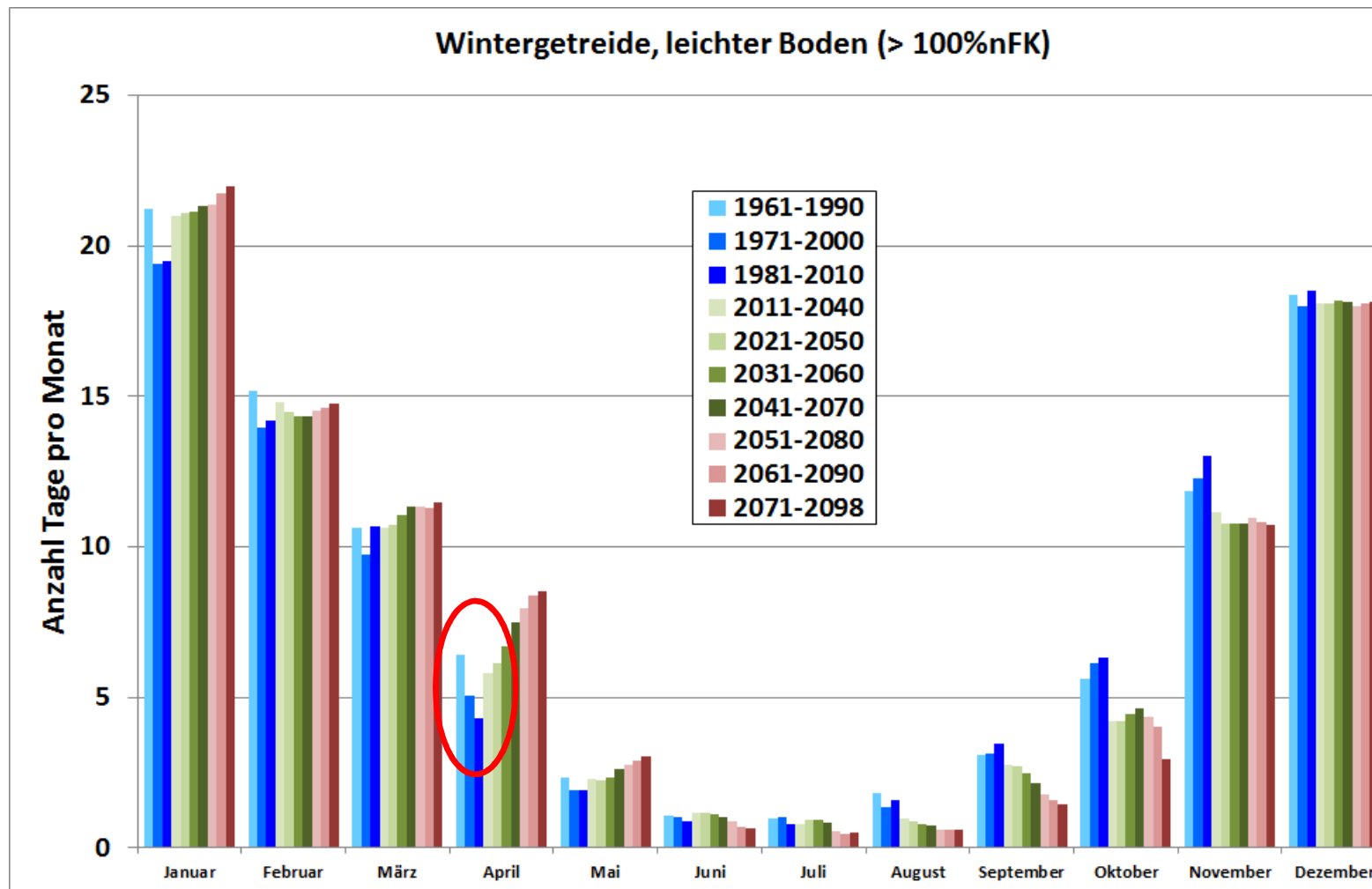
Änderungssignale des Niederschlages für die Zeitraum 2021-2050 (a) bzw. 2071-2100 (b) im Vergleich zum langjährigen Mittelwert 1961-1990 für verschiedene für die Landwirtschaft wichtige Zeitabschnitte (I bis VII)
(rot – Niederschlagsabnahme, blau – Niederschlagszunahme)

Globalmodell / Regionalmodell (Land)	I		II		III		IV		V		VI		VII		Zeitabschnitte
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	
BCM / HIRHAM 5 (Dänemark)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	I - Frühsommertrockenheit (15.4.-15.5.)
BCM / HIRHAM 2 (Norwegen)	●	X	●	X	●	X	●	X	●	X	●	X	●	X	II - Winterraps (Beginn Knospenbildung bis Ernte -14 Tage)
BCM / RCA 3.0 (Schweden)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	III - Winterweizen (Schossen bis Gelbreife -10 Tage)
CNRM CM3 / HIRHAM 5 (Dänemark)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	IV - Zuckerrüben (Bestand geschlossen bis 15.9.)
CNRM CM3 / ALADIN RM5.1 (Frankreich)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	V - Mais (Fahnschieben bis Silomaisernte -10 Tage)
ECHAM5_r1 / CLM 2.4.11 (Deutschland)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	VI - Erntebedingungen im Herbst (15.9.-15.11.)
ECHAM5_r1 / REMO_UBA (Deutschland)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	VII - Winterniederschlag (Hinweis für die Grundwasserneubildung) (15.11.-31.3.)
ECHAM5_r2 / CLM 2.4.11 (Deutschland)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
ECHAM5_r2 / REMO_BfG (Deutschland)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
ECHAM5_r3 / HIRHAM 5 (Dänemark)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
ECHAM5_r3 / REMO 5.7 (Deutschland)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
ECHAM5_r3 / RegCM 3 (Italien)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
ECHAM5_r3 / RACMO 2.1 (Niederlande)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
ECHAM5_r3 / RCA 3.0 (Schweden)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
HADCM3Q0 / HADRM3Q0 (England)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
HADCM3Q0 / HIRHAM 3 (Norwegen)	●	X	●	X	●	X	●	X	●	X	●	X	●	X	
HADCM3Q0 / RRCM (Russland)	●	X	●	X	●	X	●	X	●	X	●	X	●	X	
HADCM3Q0 / CLM 2.4.6 (Schweiz)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
HADCM3Q0 / PROMES 2005 (Spanien)	●	X	●	X	●	X	●	X	●	X	●	X	●	X	
HADCM3Q3 / HADRM3Q3 (England)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
HADCM3Q3 / RCA 3.0 (Schweden)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
HADCM3Q16 / HADRM3Q16 (England)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
HADCM3Q16 / RCA 3.0 (Nordirland)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	

30-jähriges Mittel	
a	2021 - 2050
b	2071 - 2100

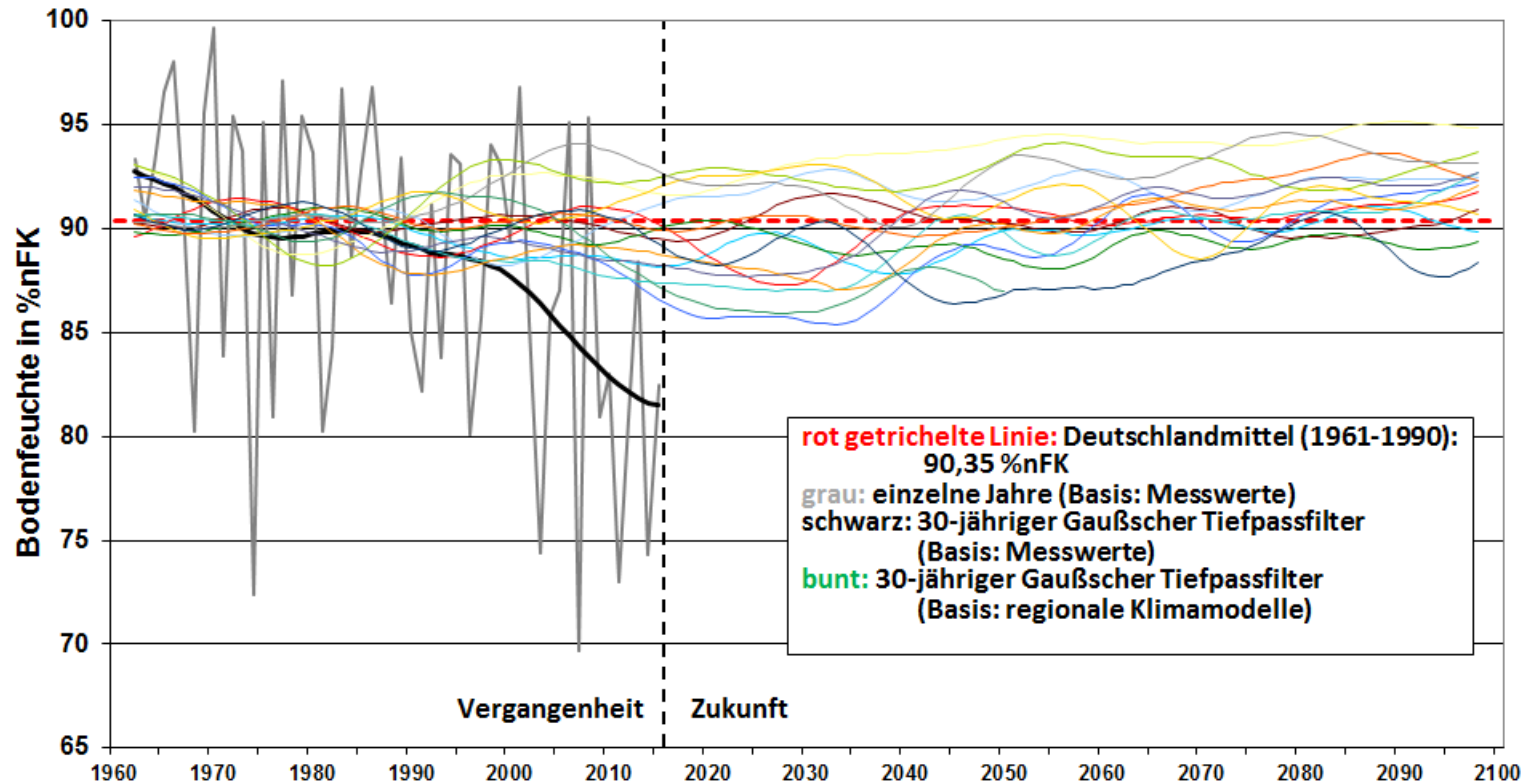
< -30%	●
-30 bis -20%	●
-20 bis -10%	●
-10 bis -5%	●
-5 bis -2%	●
-2 bis +2%	●
+2 bis +5%	●
+5 bis +10%	●
+10 bis +20%	●
+20 bis +30%	●
> +30%	●
keine Daten	X





Beobachtung April: Abnahme der Tage mit hohen Bodenfeuchten

Bodenfeuchte unter Wintergetreide (leichter Boden)
Deutschlandmittel April

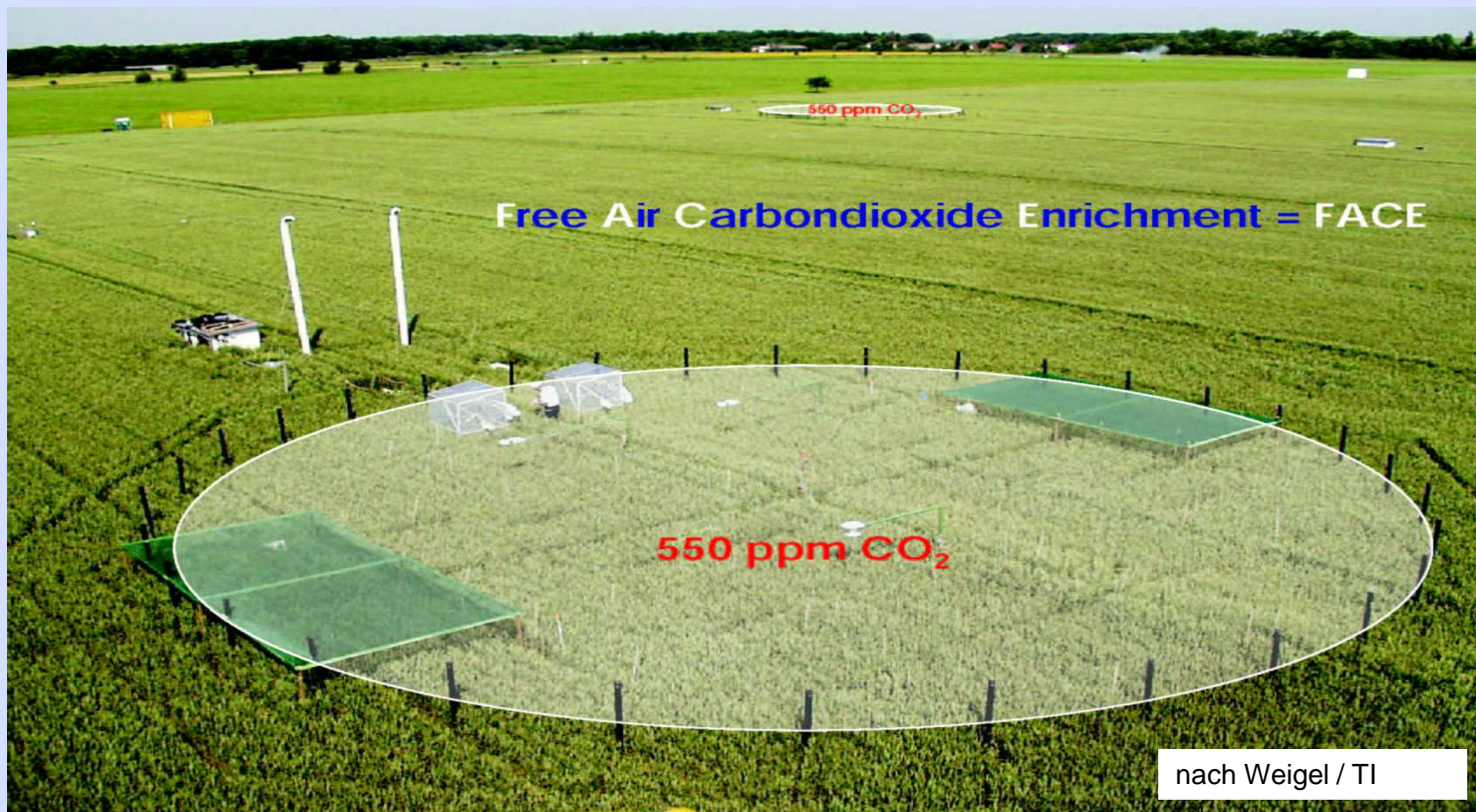


Vergangenheit: kein Hinweis auf die Frühjahrstrockenheit in den Klimaprojektionen

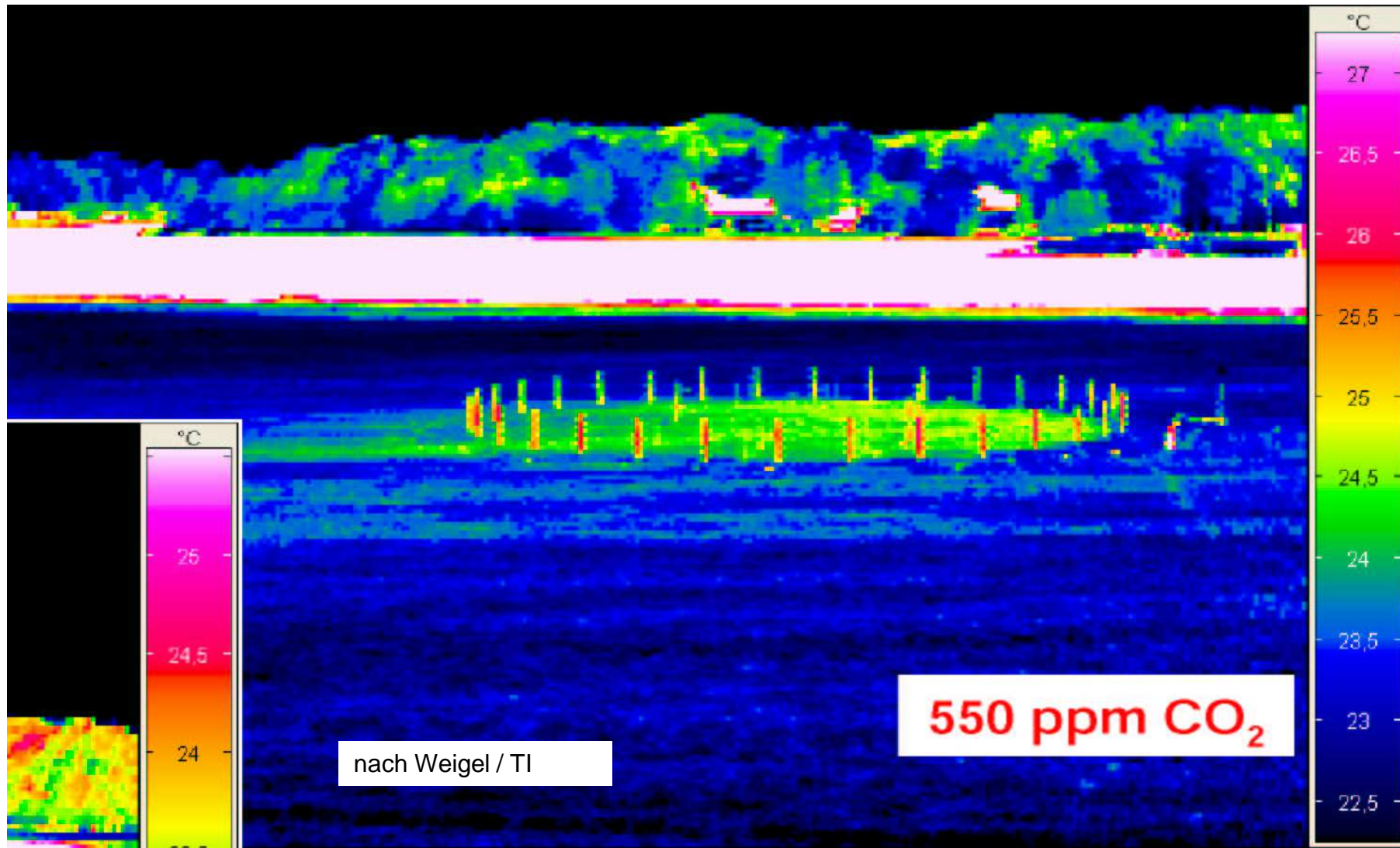
Zukunft: keine Aussagen möglich

Mitwirkung am FACE Projekt des Thünen Instituts Auswirkungen erhöhtes CO₂ auf Pflanzen

hier Ringe mit CO₂-Anreicherung



CO₂-Konzentration

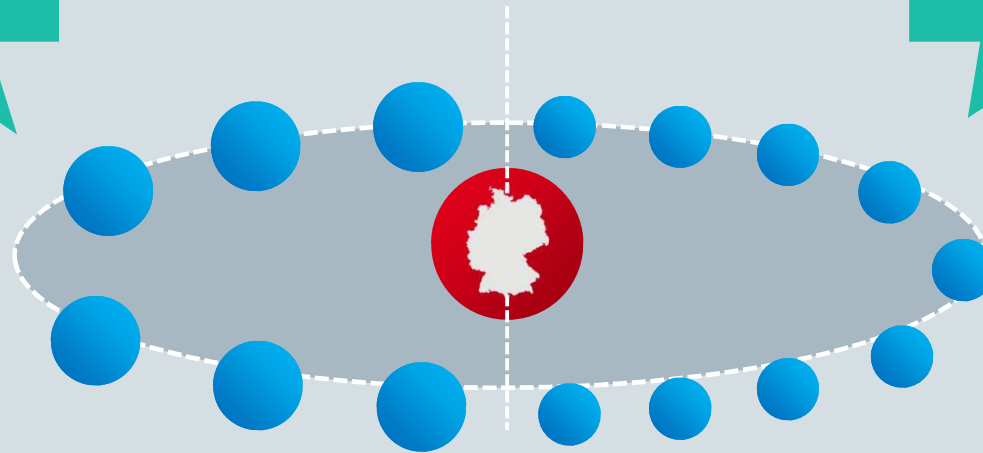


Charakterisierung von Extremniederschlägen und ihrem Änderungsverhalten anhand von Intensität und Häufigkeit



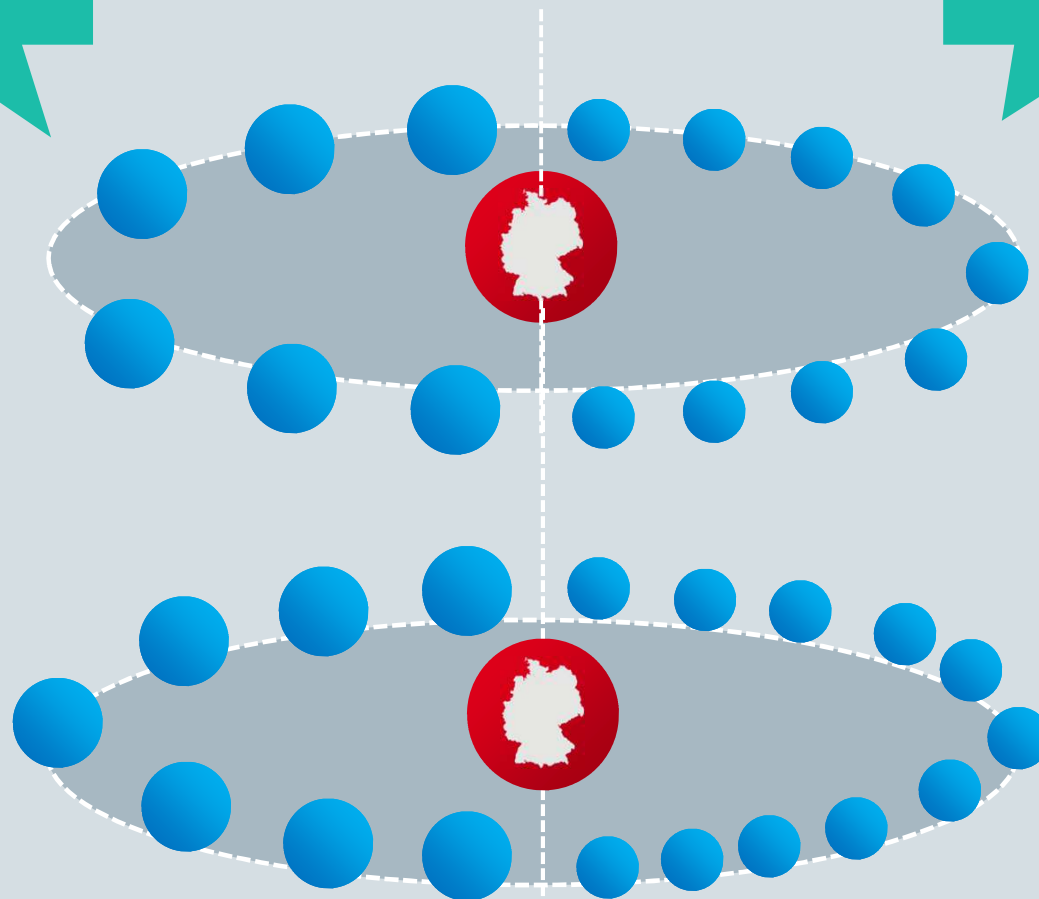
SOMMER

WINTER



SOMMER

WINTER



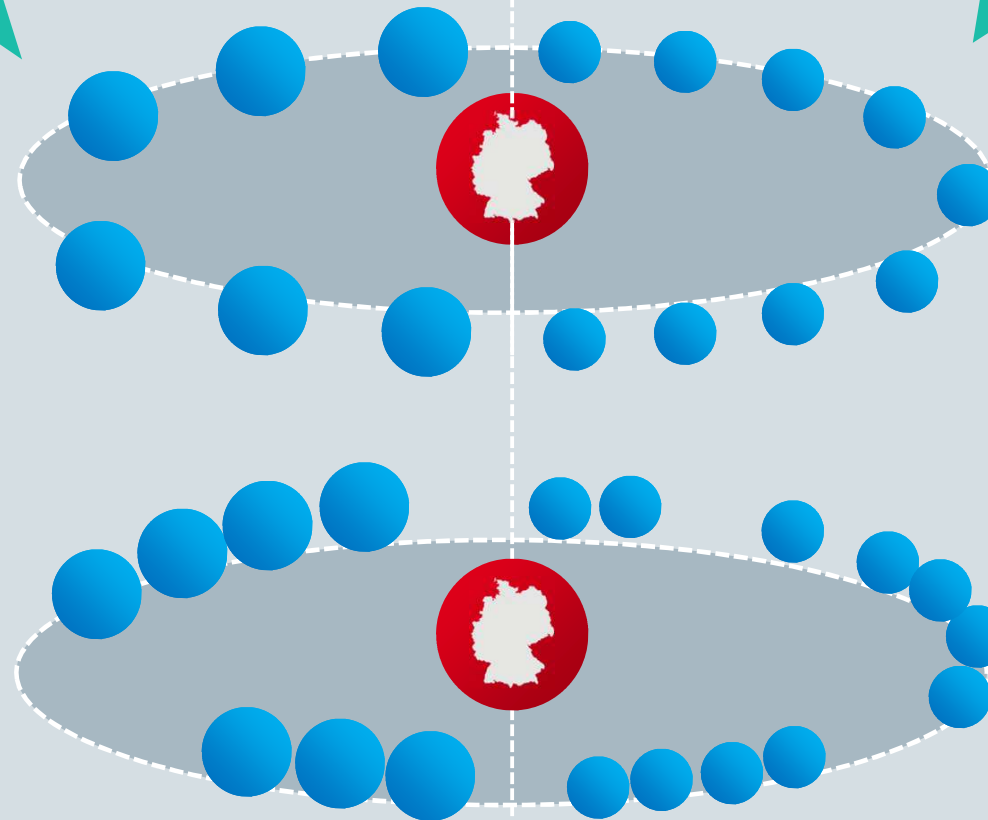
Änderung **Erhöhung der Häufigkeit**



SOMMER

IST-Stand

WINTER



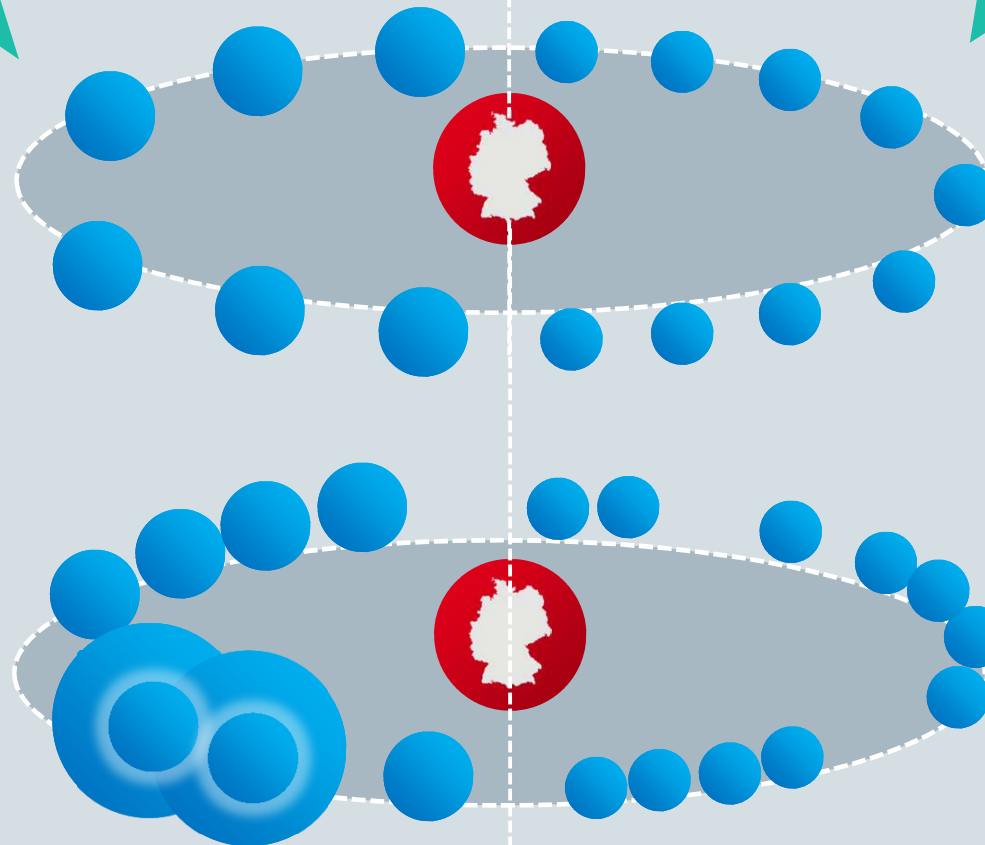
Änderung **Verschiebung zu Clustern**



SOMMER

IST-Stand

WINTER

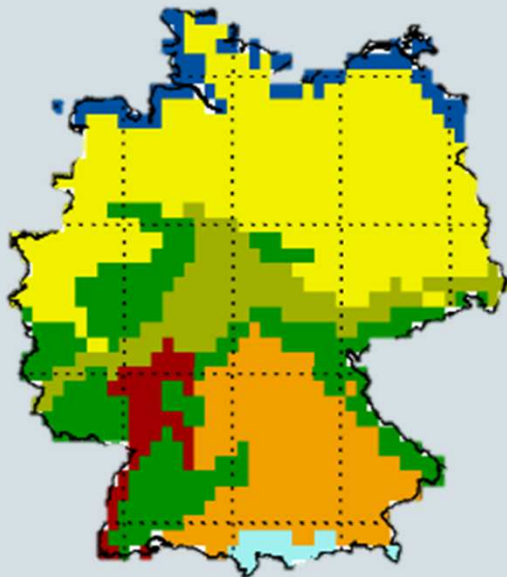


Änderung **Intensität steigt bei Konvektion**

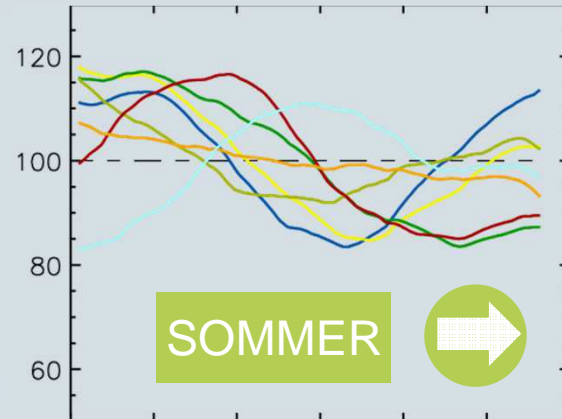


Tages-Niederschlagextreme

Beobachtungen: 1951- 2005
Projektionen: 1961-2100
SRES A1B-ECHAM5-CLM

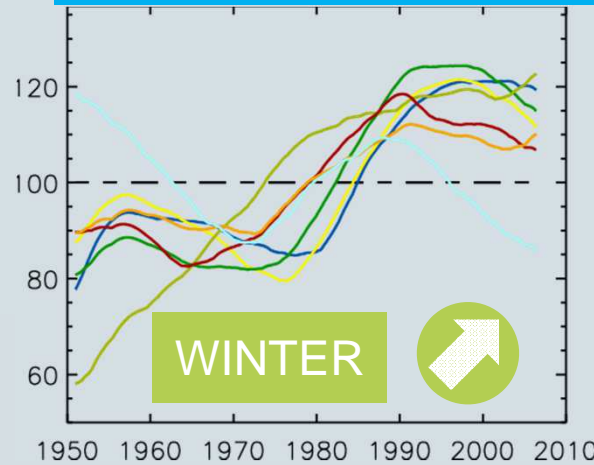


Überschreitungshäufigkeiten des 99. Perzentil für die Sommer- und Wintermonate für 7 Naturräume (Farben entsprechen der Kartendarstellung)



Kein eindeutiger Trend, große regionale Unterschiede

BEOBACHTUNGEN

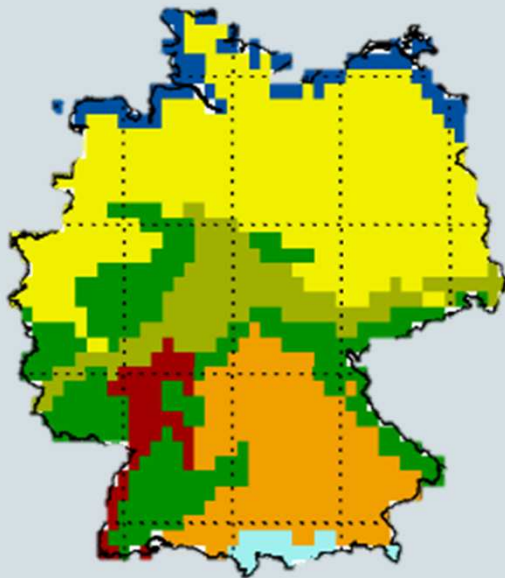


Zunahme extremer Niederschläge für ganz Deutschland, Ausnahme Alpenrand

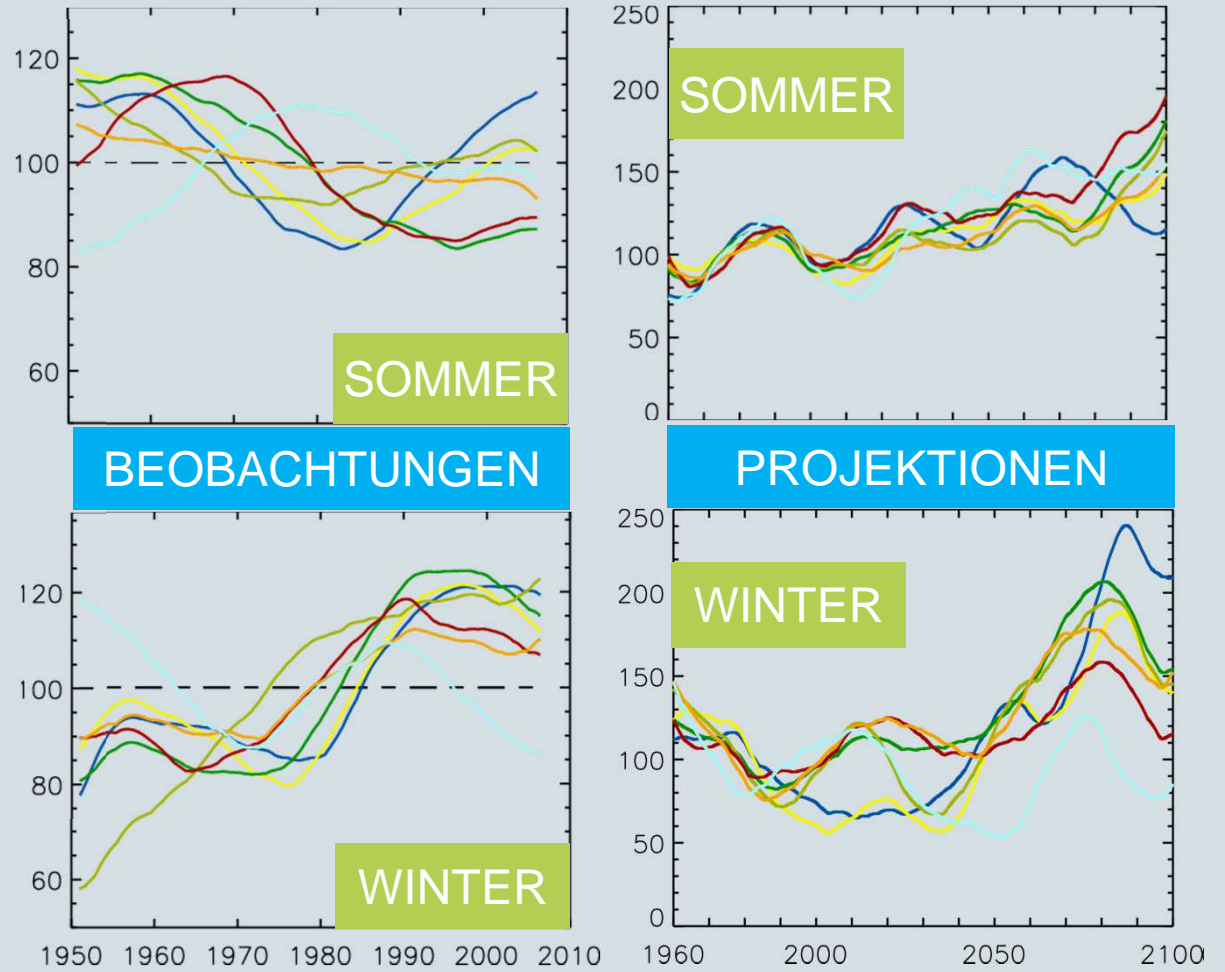


Tages-Niederschlagextreme

Beobachtungen: 1951- 2005
Projektionen: 1961-2100
SRES A1B-ECHAM5-CLM

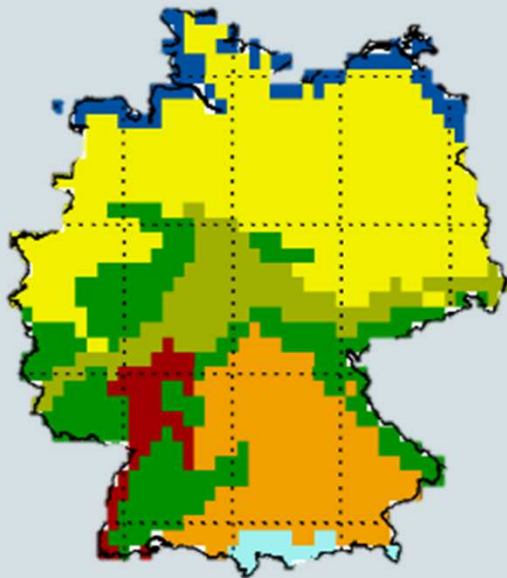


Überschreitungshäufigkeiten des 99. Perzentil für die Sommer- und Wintermonate für 7 Naturräume (Farben entsprechen der Kartendarstellung)



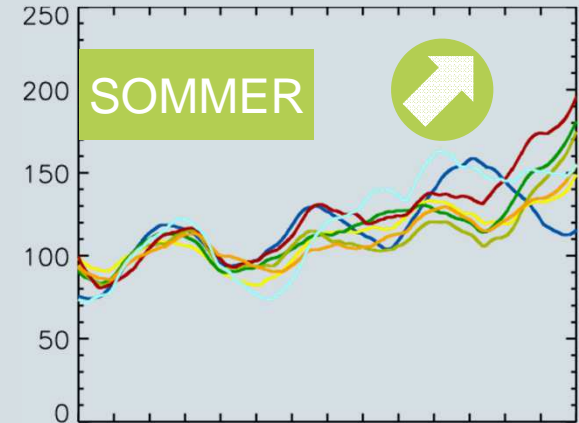
Tages-Niederschlagextreme

Beobachtungen: 1951- 2005
Projektionen: 1961-2100
SRES A1B-ECHAM5-CLM



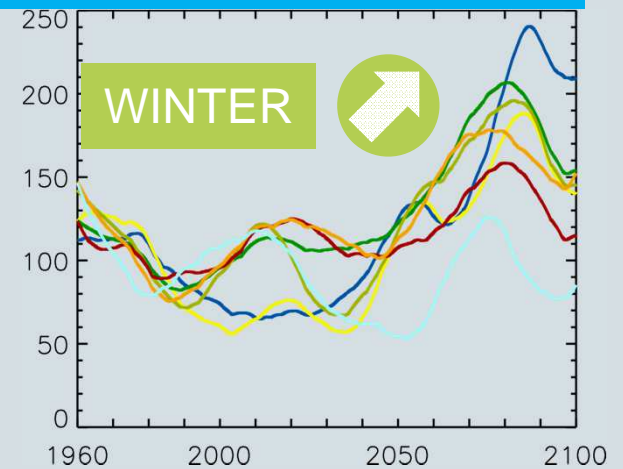
Überschreitungshäufigkeiten des 99. Perzentil für die Sommer- und Wintermonate für 7 Naturräume (Farben entsprechen der Kartendarstellung)

Zunahme besonders Ende des Jahrhunderts, keine großen regionale Unterschiede



PROJEKTIONEN

Zunahme extremer Niederschläge für ganz Deutschland um etwa das 1,5-fache bis 2100, Küstenstreifen: 2-fache



Wo sind Ergebnisse zu finden?

extreme Wetterereignisse

- Deutscher Klimaatlas, Sektor Land- und Forstwirtschaft (Monat, Jahreszeit)
- Erfassung besonderer Ereignisse – aktuelle Situation (Tag, kurzer Zeitraum)
 - Kartendarstellung im Internet
 - Sonderinformationen an das BMEL
- Untersuchung zu kulturabhängigen extremen Ereignissen im Rahmen der Studie für das BMEL „Agrarrelevante Extremwetterlagen und Möglichkeiten des Risikomanagements“



Wo sind Ergebnisse zu finden?

Climate Data Center



Weste
Agrar

vorgefertigte Zeitreihen +

- vorgefertigte Rasterdaten
- Bodentemperaturen
- Verdunstungen
- Bodenfeuchten

Individuelle Zeitreihen

- Verdunstungen
- Bodenfeuchten
- Bodentemperaturen
- Frosteindringtiefe

- Die Schwellenwerte des Extremwetter-Projektes wurden in die agrarmeteorologische Routinen implementiert → **kontinuierliches Monitoring**
 - **Bereitstellung der Ergebnisse für BMEL, TI, JKI,...**
- Die Bodenfeuchteberechnungen sollen zukünftig in die Hochwasservorhersage des BSH mit eingehen.

weitere Karten zum Klimawandel finden Sie im Klimaatlas des Deutschen Wetterdienstes (www.deutscher-klimaatlas.de)

Abschlussbericht des Extremwetterprojekte kann unter <http://www.agrarrelevante-extremwetterlagen.de> heruntergeladen werden.

**Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit!**