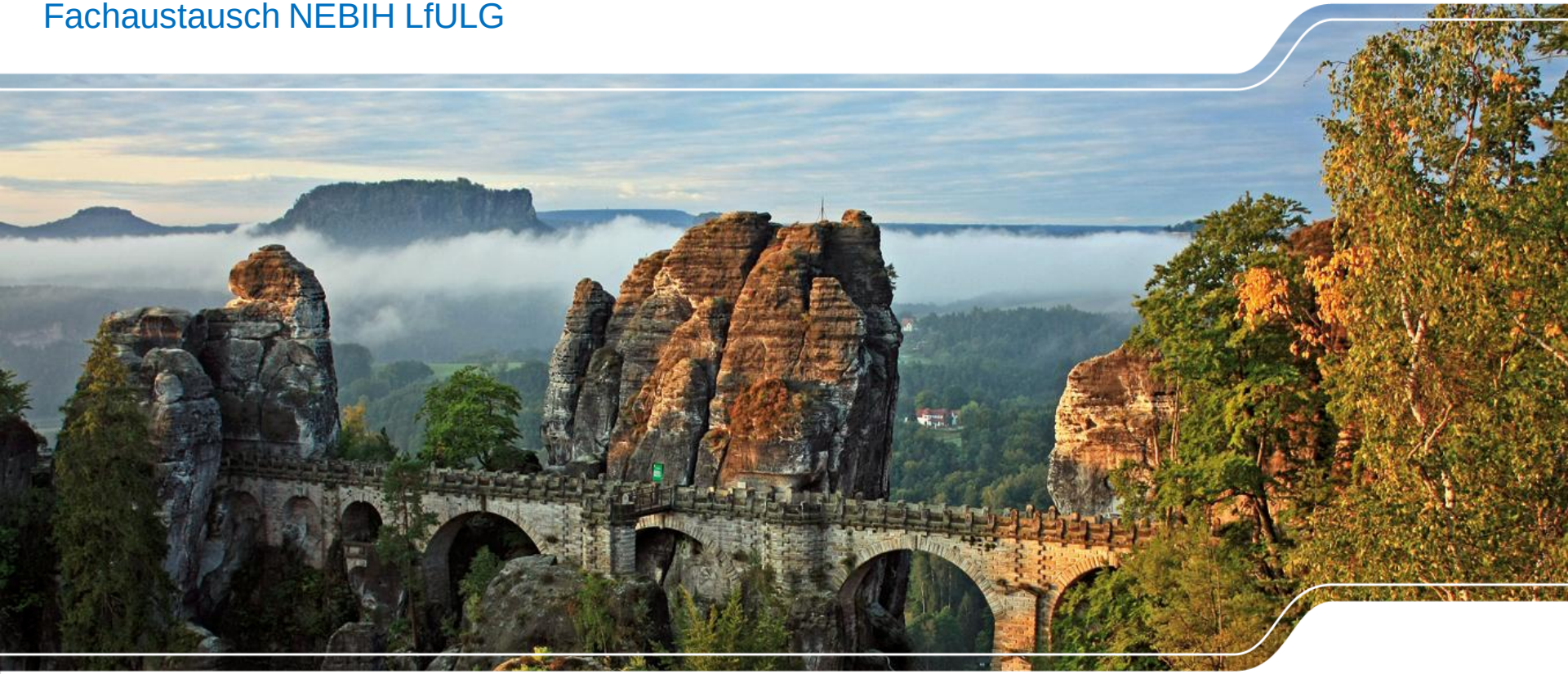
LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE

Freistaat
SACHSEN

Neuartige Extremereignisse, aktuelle Klimatrends und -projektionen in Sachsen

Fachaustausch NEBIH LfULG



Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Udo Mellentin, Referat 51

Budapest, am 02.10.2013

Übersicht

- Vorbetrachtung
- Beobachtete Klimaentwicklung & Troglagen

  (Kälte und Hitze, Trockenheit und Hochwasser)
- Neuartige Extremereignisse
- Sommerhochwasser
- Projektion der Klimaentwicklung
- Klimakoopertation

Vorbetrachtung

Regionale Klimaentwicklung in Sachsen

Aufgaben im LfULG

„Bereitstellung von anwenderorientiertem und robustem Klimawissen“

> Analyse der regionalen Klimaentwicklung (*Klimadiagnose und –projektion, WEREX)*

> Beratung klimarelevanter Zielgruppen *(Sensibilisierung und bewertetes Wissen)*

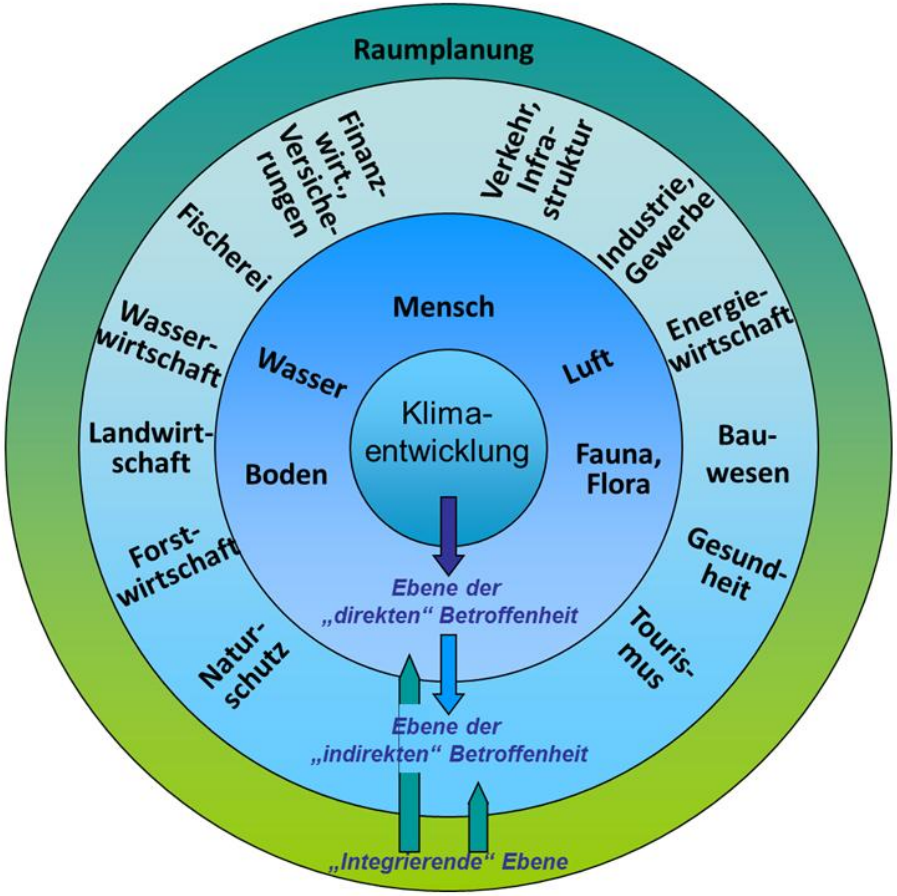
> Bereitstellung regionaler Klimadaten *(RaKliDa und REKIS, Monitoring)*

> Koordinierung im Bereich Klimafolgen und -anpassung

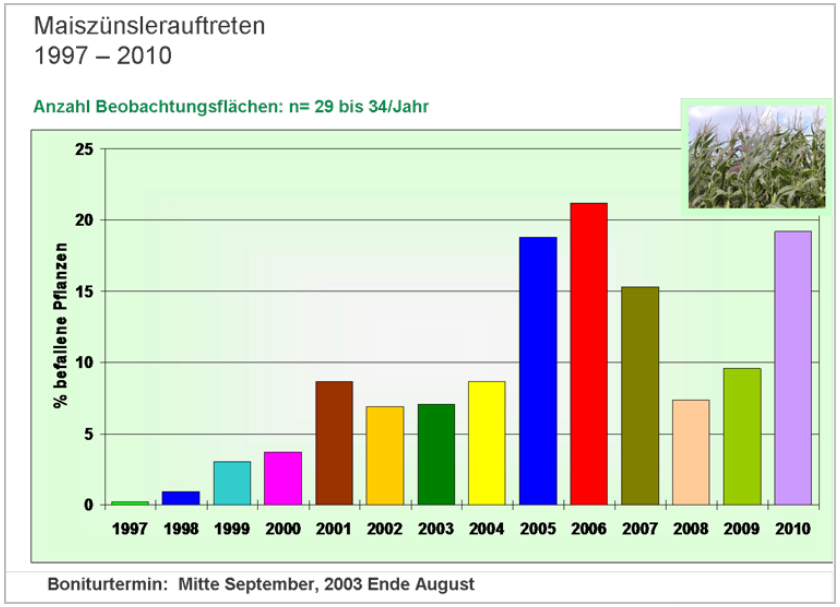
Klimaveränderungen beeinflussen auf vielfältige Art das menschliche Leben und haben in einigen Regionen der Erde bereits existenzielle Konsequenzen.

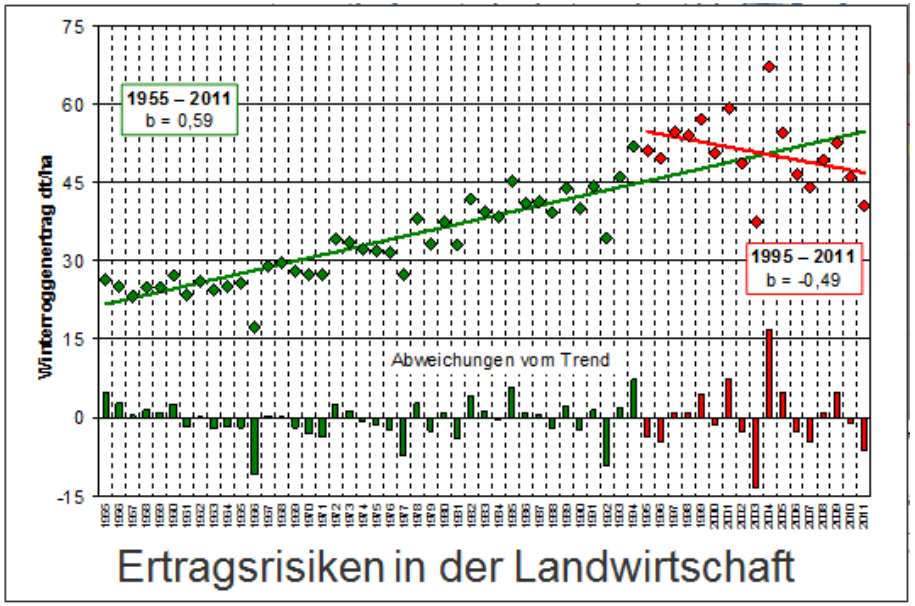
Es deutet sich an, dass der Menschheit im 21. Jahrhundert eine Klimaveränderung bevorsteht, die an *Geschwindigkeit und Ausmaß* beispiellos sein wird.

Die Auswirkungen sind auf regionaler Ebene ganz konkret und fangen auch bei uns an spürbar zu werden.

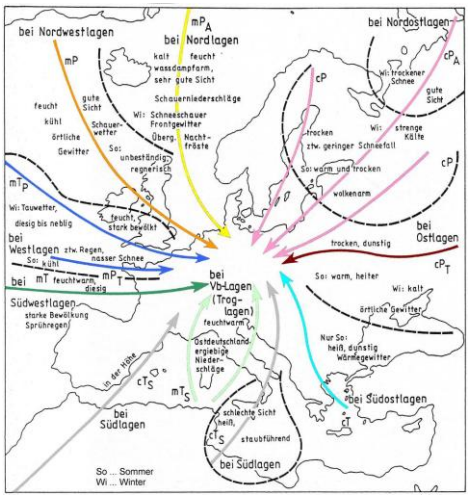


Mögliche Auswirkungen haben in der Regel komplexe Ursachen – zwei Beispiele:



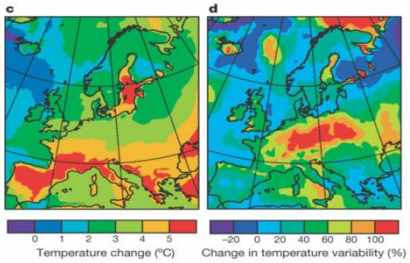


Topographie in Deutschland



Luftmassen in Europa und ihre Eigenschaften
(verändert nach HUPFER & KUTTLER 1998)

Änderungen bis 2071-2100 vs 1961-1990
aus einer Klimaprojektion



Ch. Schär et al, Nature 2004

Sachsens Klima zentral in Mitteleuropa und im Süden Ostdeutschlands:

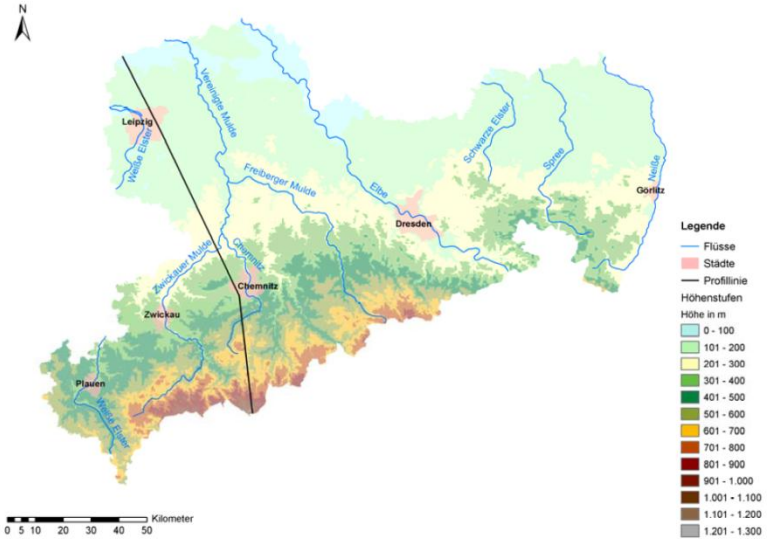
- Klima in Mitteleuropa weißt hohe Variabilität auf
- Zunahme der Kontinentalität innerhalb Sachsens
- Übergriff atlantischer Frontensysteme nimmt ab
- Einfluss von Hochdruck und Zentraltieflagen nimmt zu
- Relevanz von Mittelmeerzyklonen für östliches Mitteleuropa
- Böhmischer Wind
- TM, W-, NWz-, SWz-, Trog-, Nz-, HNFz- und HNz-Lagen haben hohe Relevanz für den Niederschlag

Abbildungsquellen: wikipedia, LfULG, DA Köhl

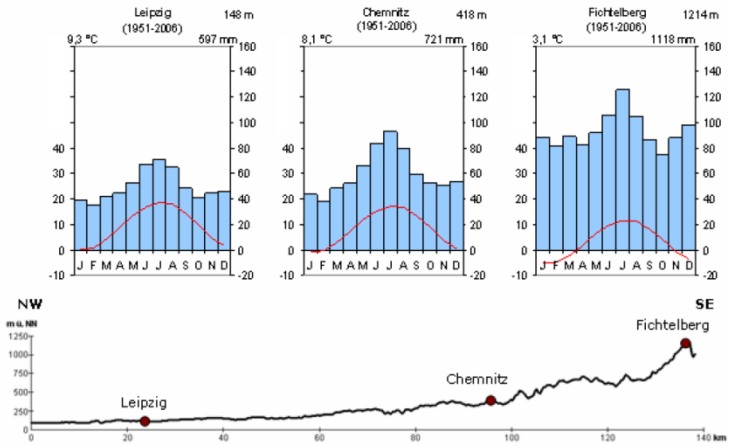
Das Relief in Sachsen

LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE

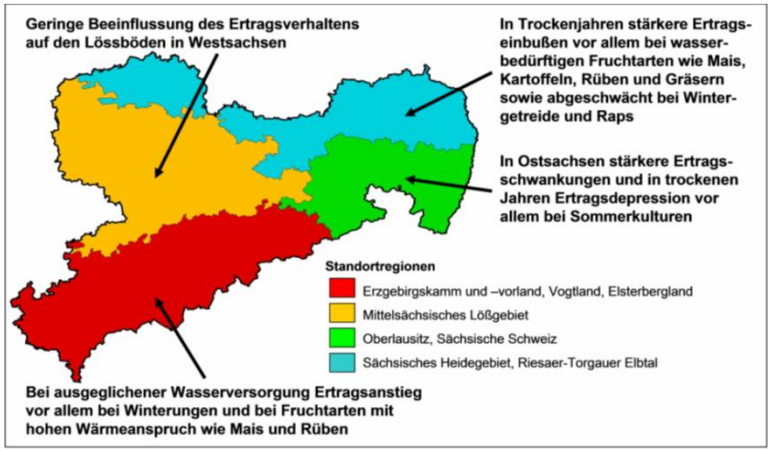
Freistaat SACHSEN



Höhenstufung der Temperatur und des Niederschlages entlang eines Profils von Leipzig bis zum Fichtelberg



Landwirtschaftliche Standortregionen – Ertragserwartung bei möglichen Klimaänderungen



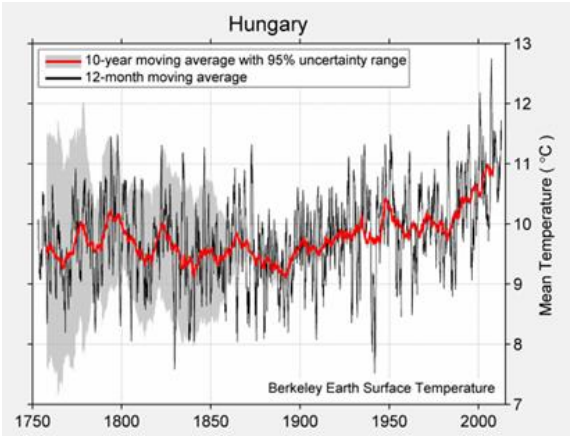
<u>Bisher in Sachsen:</u>

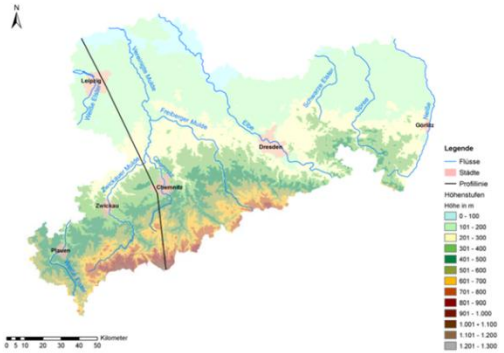
- Sommermaximum des Niederschlages
- Sekundäres Maximum im Dezember

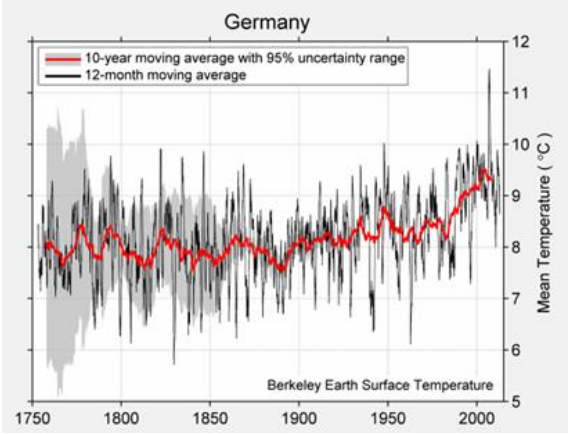
Datenquelle: DWD, LfULG

Beobachtete Klimaentwicklung
&
Troglagen

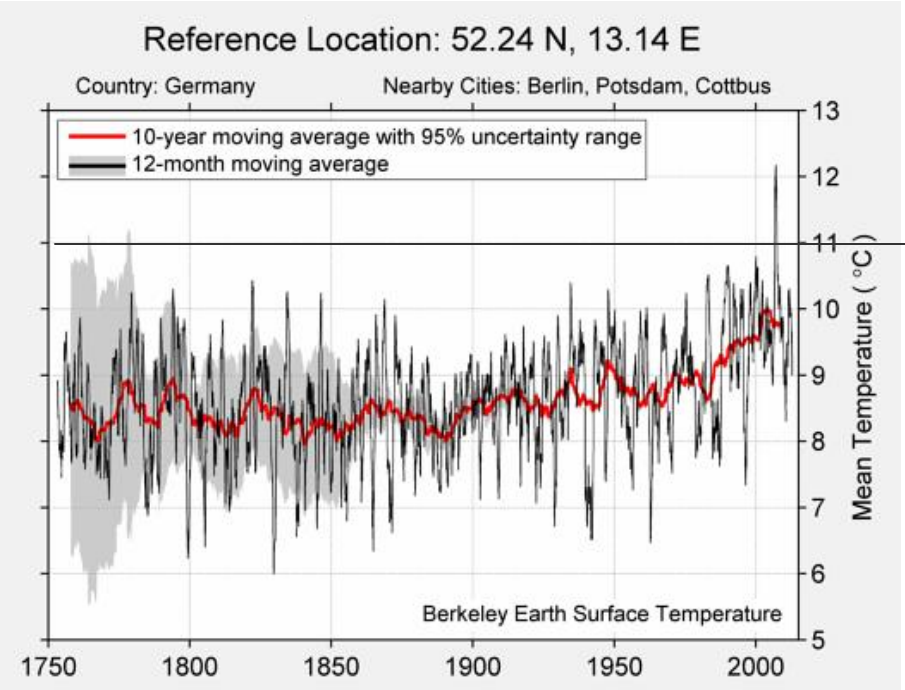
Temperaturentwicklung seit 1750 …

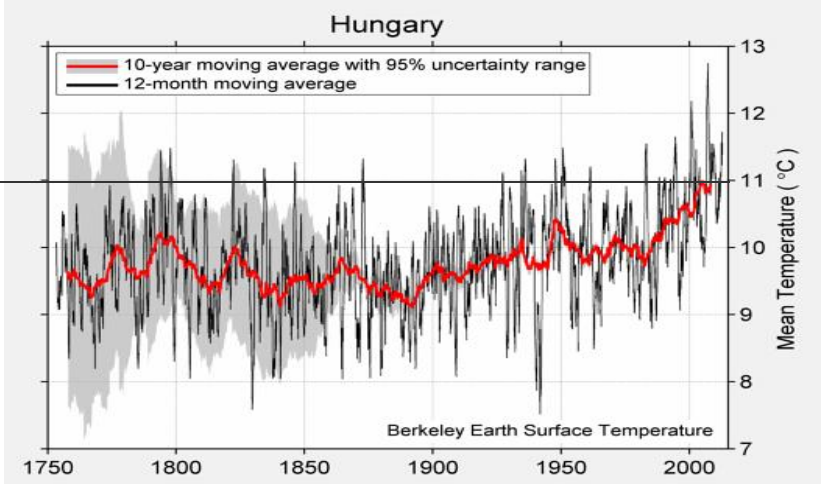






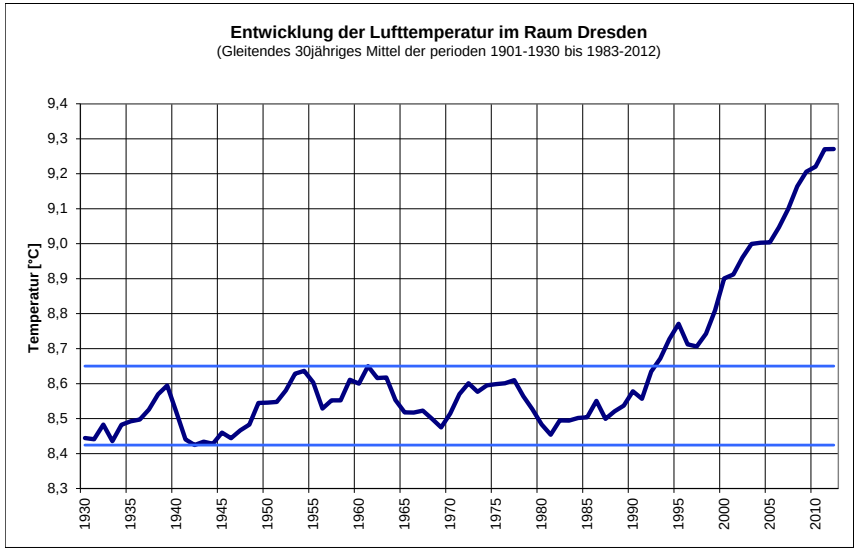
Temperaturentwicklung seit 1750 …

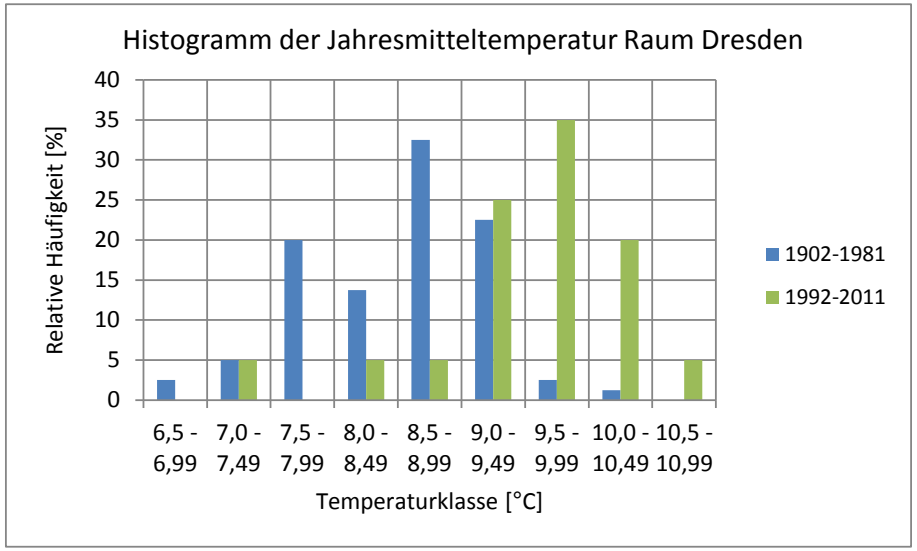




Mitte des 21. Jahrhunderts 11 Grad in Sachsen?

…und im 20. Jahrhundert





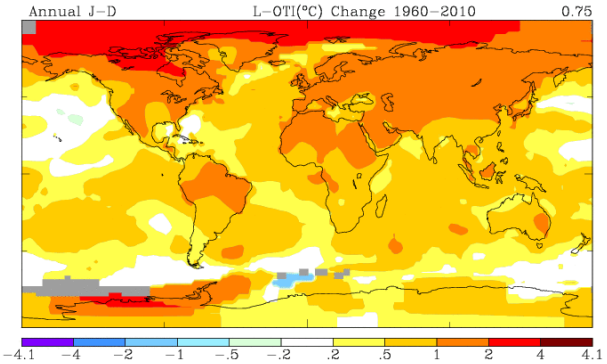
Temperaturanstiegsraten bis 2010

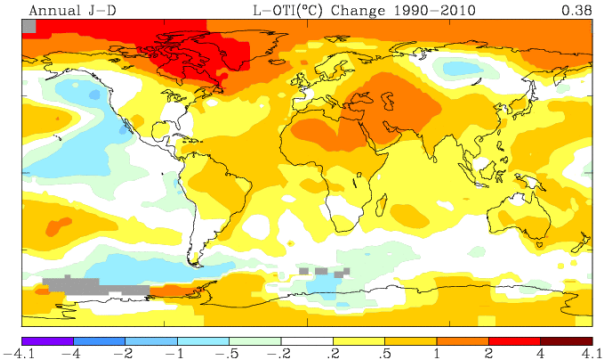
Mean Rate of Change (°C / Century)

Berkeley Earth

Since:	1760	1810	1860	1910	1960	1990
Hungary	0.31 ± 0.46	0.55 ± 0.59	0.82 ± 0.16	1.04 ± 0.17	2.40 ± 0.25	3.83 ± 0.48
Czech Republic	0.37 ± 0.41	0.59 ± 0.50	0.84 ± 0.19	1.14 ± 0.11	2.74 ± 0.27	3.04 ± 0.39
Poland	0.38 ± 0.42	0.64 ± 0.52	0.91 ± 0.20	1.15 ± 0.14	2.79 ± 0.20	2.86 ± 0.51
Germany	0.39 ± 0.38	0.60 ± 0.46	0.84 ± 0.20	1.11 ± 0.13	2.83 ± 0.21	2.15 ± 0.35
Europe	0.38 ± 0.38	0.61 ± 0.47	0.85 ± 0.19	1.04 ± 0.14	2.67 ± 0.23	3.11 ± 0.43
Northern Hemisphere	-	0.76 ± 0.29	0.91 ± 0.16	1.18 ± 0.10	2.53 ± 0.22	3.62 ± 0.45
Global Land	0.43 ± 0.24	0.76 ± 0.26	0.87 ± 0.13	1.12 ± 0.09	2.18 ± 0.12	2.71 ± 0.25
Greenland	-	0.79 ± 0.42	1.02 ± 0.39	0.69 ± 0.38	3.46 ± 0.95	11.20 ± 2.11

Linearer Temperaturtrend in zwei Perioden





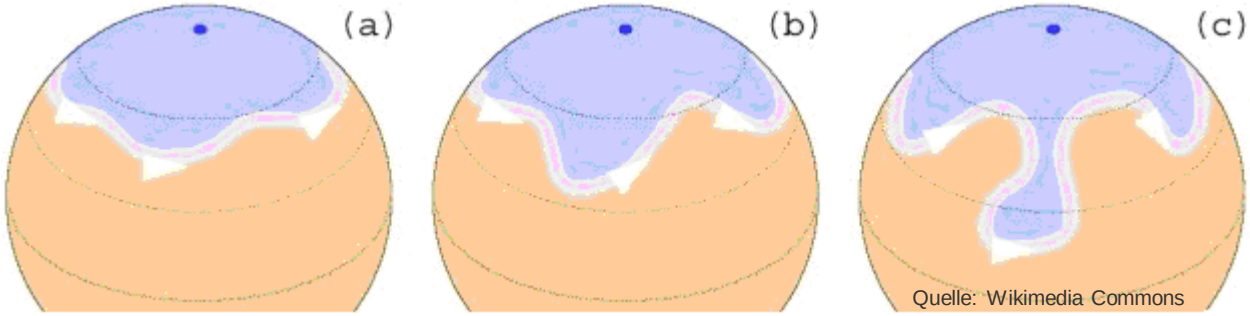
Global Land + Ozean (GISS):
1960-2010: 0,75°C > 1,5 °C/Century
1990-2010: 0,38°C > 1,9 °C/Century

Im Vergleich zu Europa hat sich die Erwärmungsrate in **Ungarn** stärker beschleunigt, in **Deutschland** dagegen in den letzten 20 Jahren sogar abgeschwächt. (Sachsen liegt näher der mittleren Erwärmungsrate in der **Czech Republic**.) Das passt ins Bild zunehmenden Einflusses von „Troglagen“.

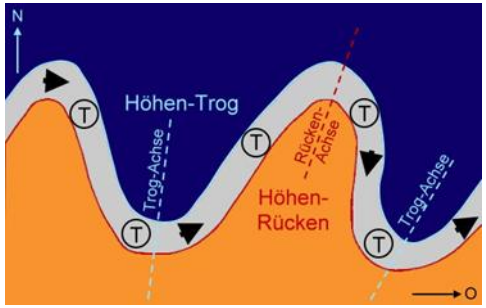
Kurzer Einschub:

Was sind eigentlich „Troglagen“?

Was sind „Troglagen“?



a) Zonale Höhenströmung b) Trogbildung c) Cut-Off eines Höhentiefes

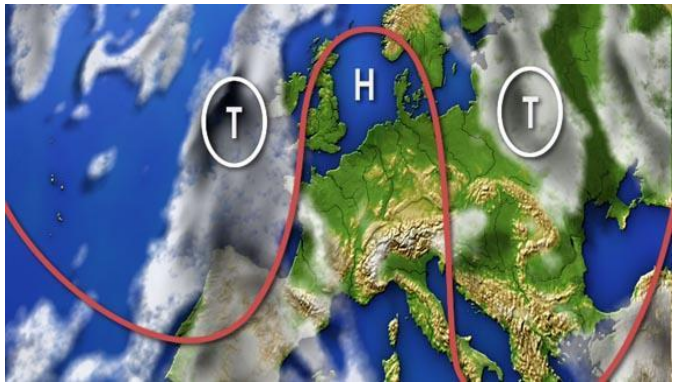


Polar-Jetstream: Wettermacher der mittleren Breiten in der Nordhemisphäre

Was sind „Troglagen“?

Abb. oben: Klassische „*Omega-Wetterlage*“

Abb. unten: Maisfeld bei Dresden 2003



Bildquelle: Küchler, 2003

Abb. oben: „*Troglage*“ über Mitteleuropa

Abb. unten: Müglitz in Weesenstein 2002 die „1. Jahrhundertflut“ der Elbe im 21. Jahrhundert

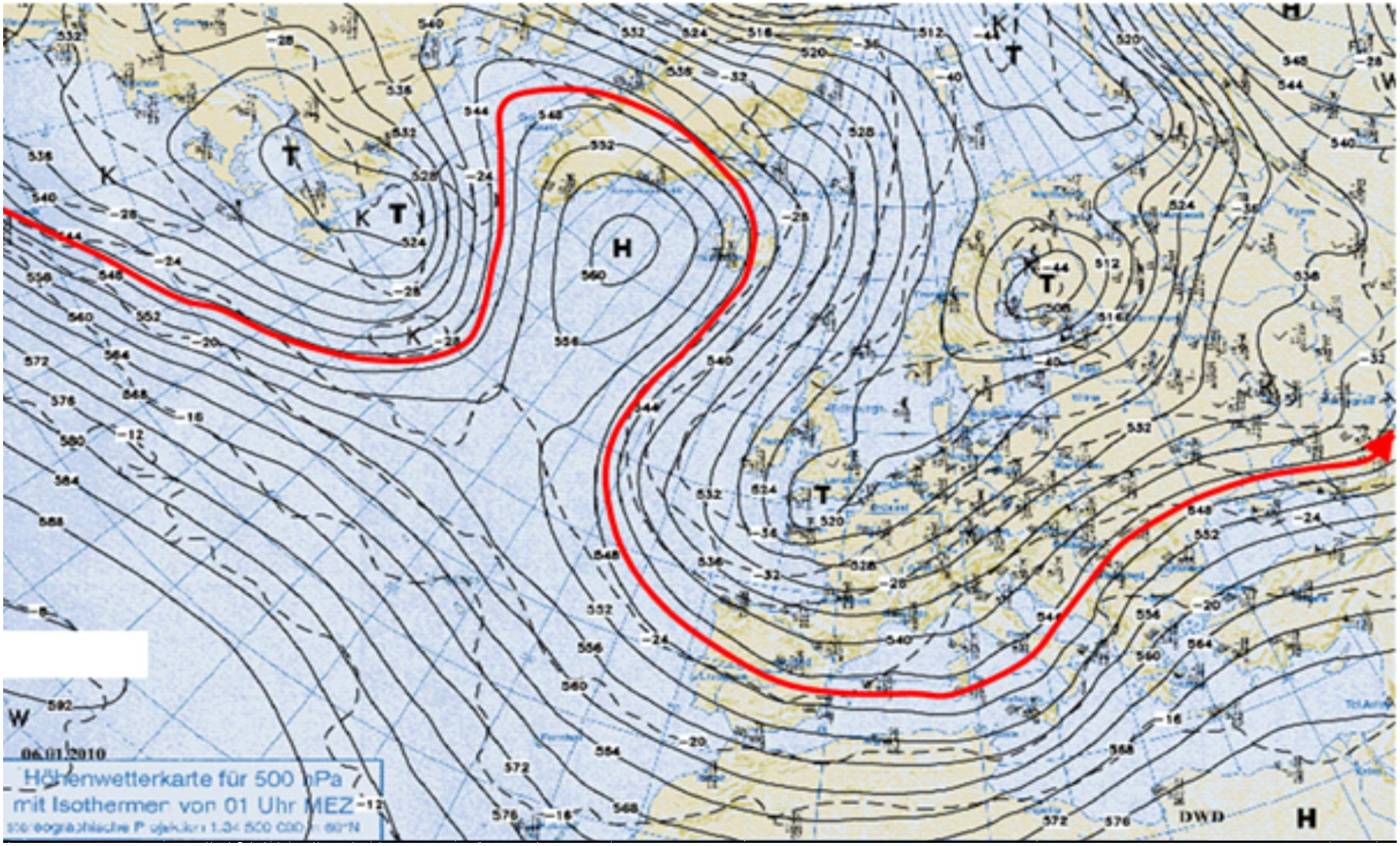
Bildquelle: ARD Tagesschau

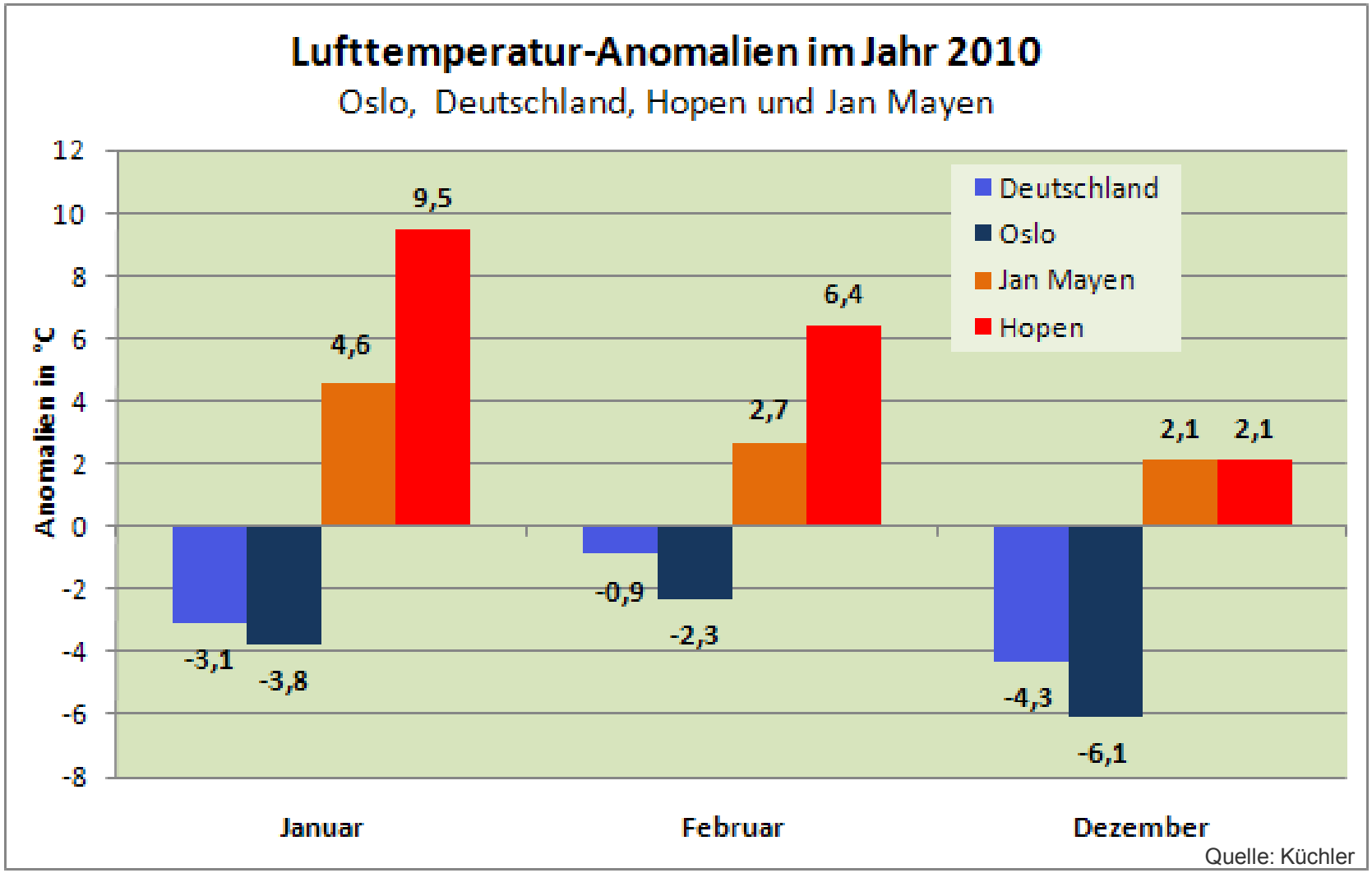
BLOCKING „OMEGA-Lage“

Höhenwetterkarte vom 06. Januar 2010

LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE

Freistaat SACHSEN

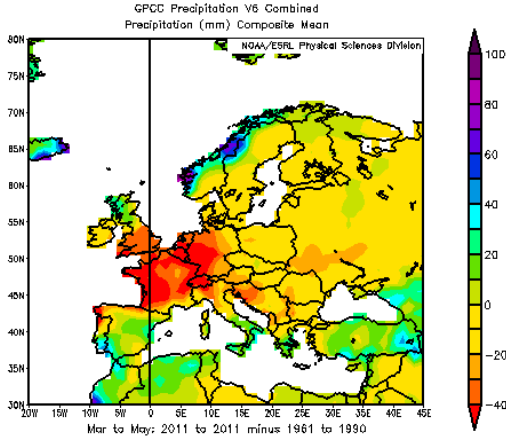



Lufttemperatur-Anomalien im Jahr 2010
Oslo, Deutschland, Hopen und Jan Mayen
Anomalien in °C
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
Deutschland
Oslo
Jan Mayen
Hopen
-3,1
-3,8
4,6
9,5
-0,9
-2,3
2,7
6,4
-4,3
-6,1
2,1
2,1
Januar
Februar
Dezember
Quelle: Küchler

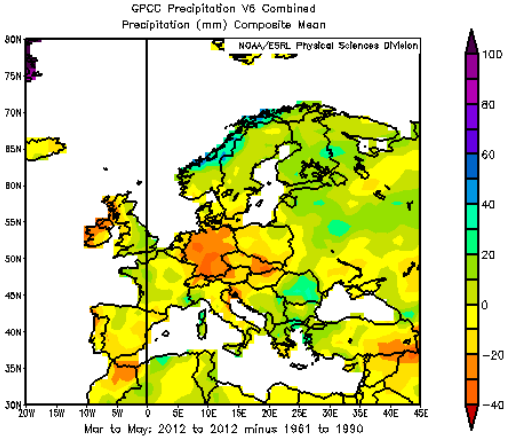
Der Zufall spielt bei Extremereignissen immer mit, selbst wenn System dahinter steckt …

Anomalie des Niederschlages im Frühjahr (mm/Monat) zur Referenzperiode 1961-1990

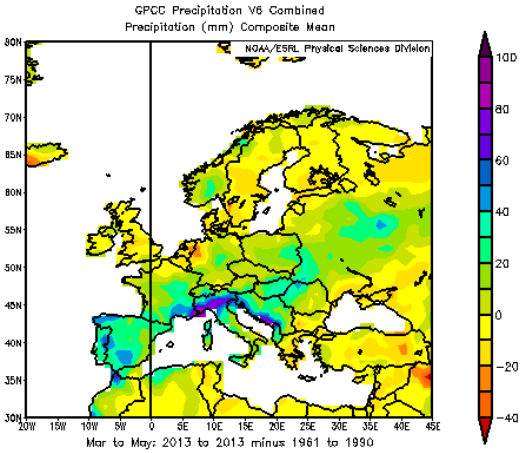
2011



2012



2013



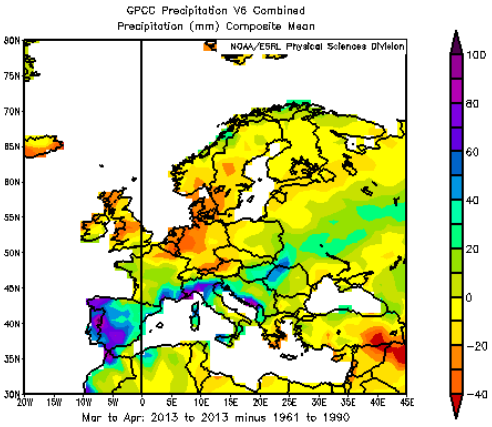
2011 trockenstes Frühjahr seit Messbeginn in Deutschland

Aber auch im Frühjahr 2013 noch trockene Regionen in Deutschland

Der Zufall spielt bei Extremereignissen immer mit, selbst wenn System dahinter steckt …

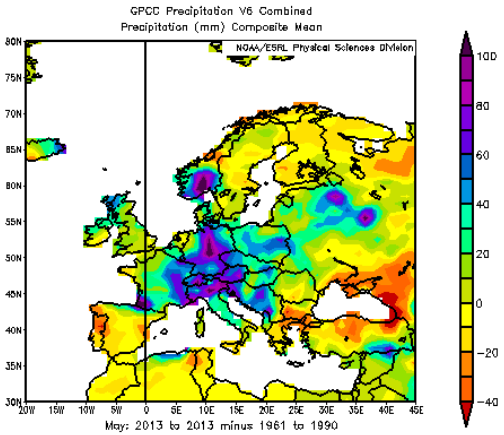
Anomalie des Niederschlages (mm/Monat) zur Referenzperiode 1961-1990

März / April 2013



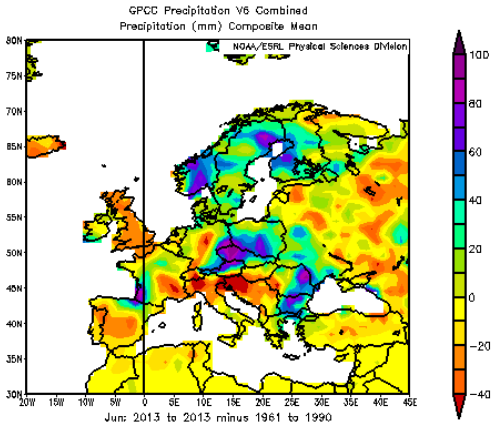
Frühjahr 2013 fing in Deutschland wieder zu trocken an …

Mai 2013



… 2013 zweitnassester Mai in Deutschland (Rekord seit 1881: Mai 2007)
Andauernder Regen bringt hohe Vorfeuchte für den HW auslösenden Niederschlag vom 31.05.-02.06.2013

Juni 2013

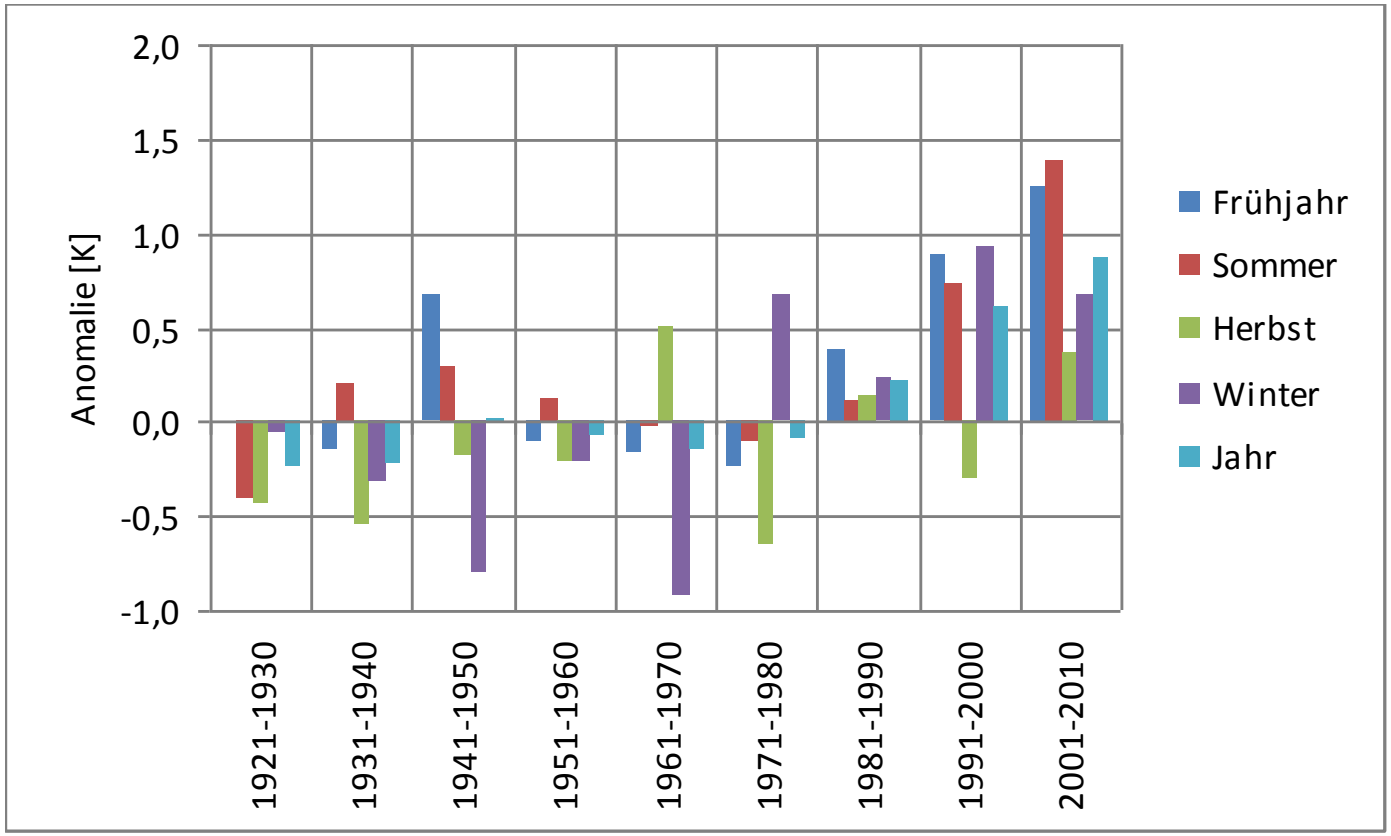


Juni 2013 „2. Jahrhundertflut“ der Elbe in 11 Jahren

… und weiter bei der bisher beobachteten Klimaentwicklung

Anomalie der dekadischen Mitteltemperatur zur Referenzperiode 1961-1990

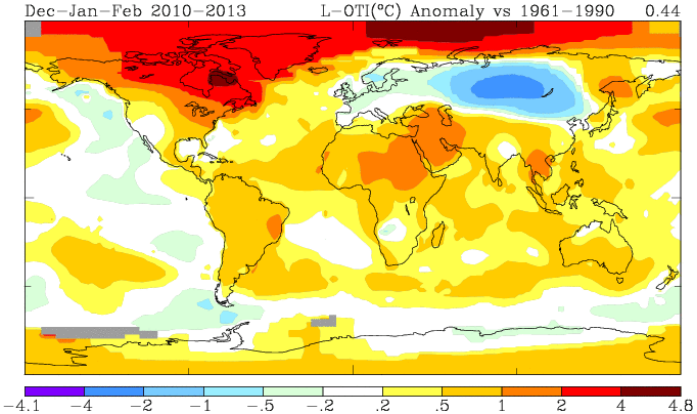
Klimareferenzstation Fichtelberg
1921-1930 bis 2001-2010

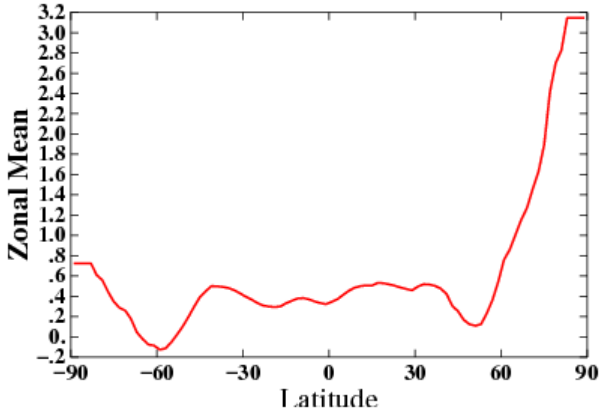


Datenquelle: DWD, LfULG

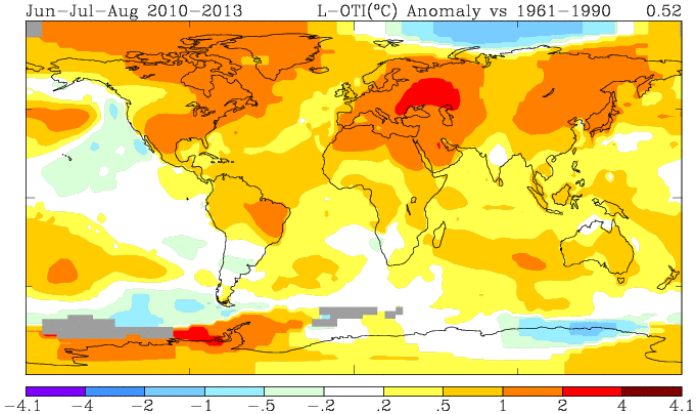
Temperaturtendenzen in den letzten Jahre in Sachsen:

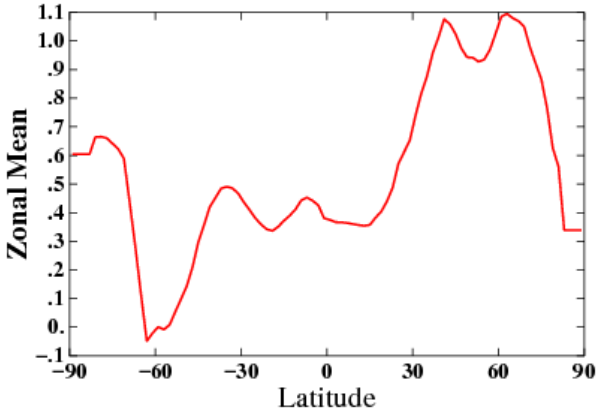
Abkühlungstendenzen im Winter





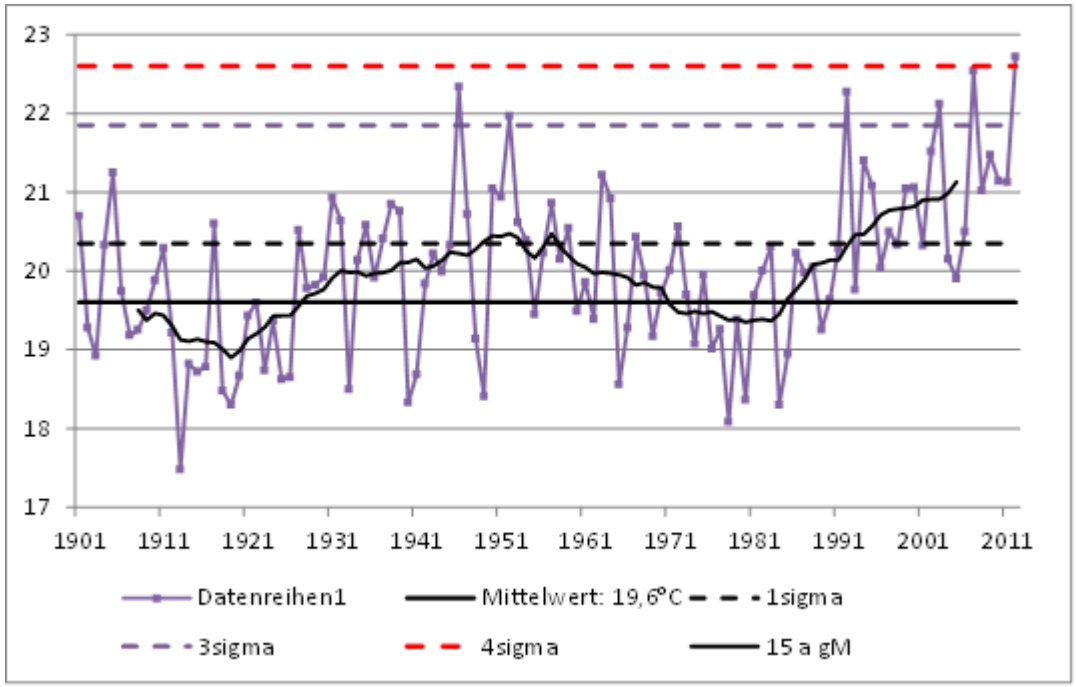
Sommer stagniert auf hohem Niveau



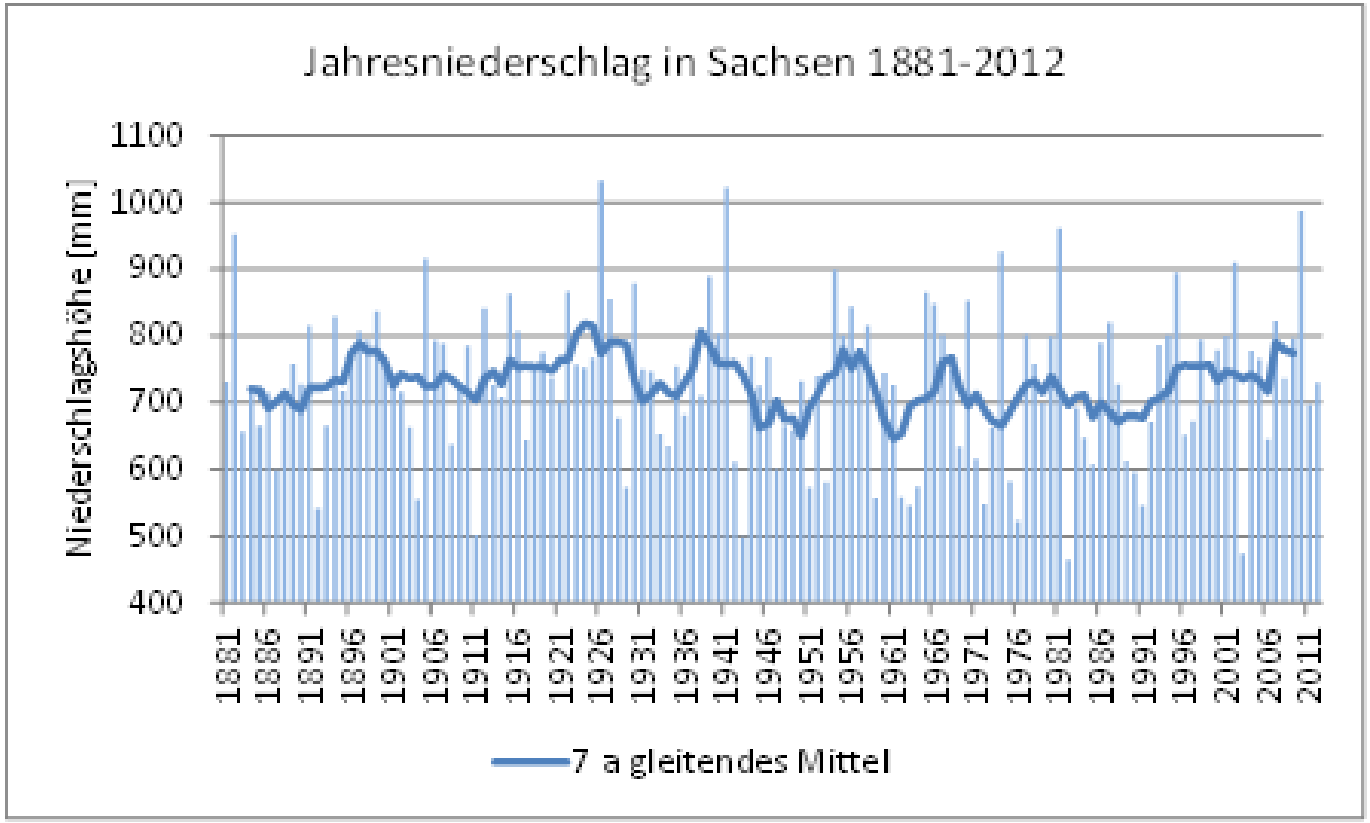


… und in Ungarn:

Stagnation im Winter und im Sommer 2012 steigt die Temperatur auf Rekordniveau

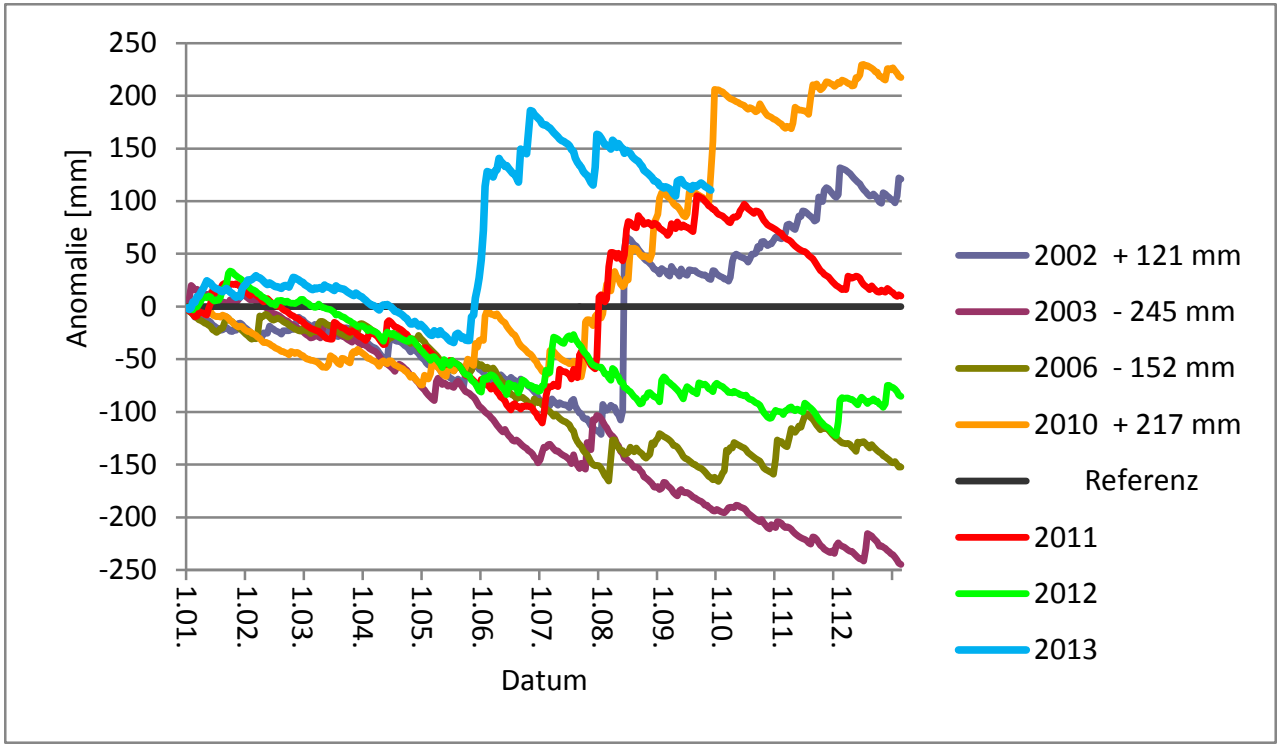


Debrecen Airport - Sommer 2012: **Mitteltemperatur über 4-Sigma**


Jahresniederschlag in Sachsen 1881-2012
Niederschlagshöhe [mm]
1100
1000
900
800
700
600
500
400
1881
1886
1891
1896
1901
1906
1911
1916
1921
1926
1931
1936
1941
1946
1951
1956
1961
1966
1971
1976
1981
1986
1991
1996
2001
2006
2011
7 a gleitendes Mittel

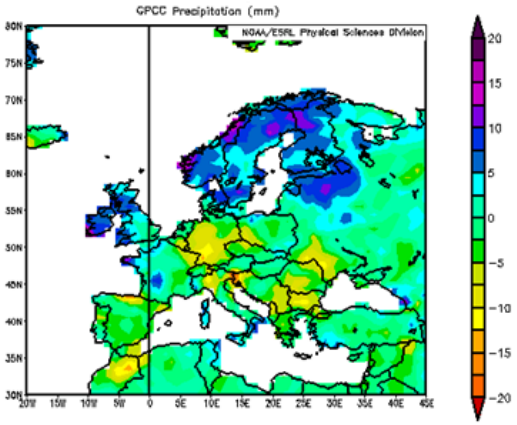
Jährliches kumulatives Niederschlagssaldo an der Station Dresden

Stand 25.09.2013

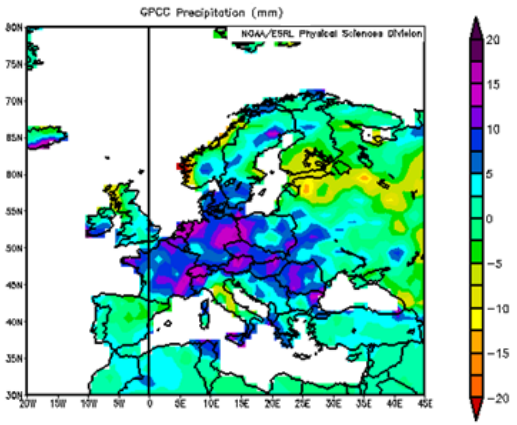


Anomalie des Niederschlages 1993-2012 vs 1961-1990 in der VegetationsPeriode 1 und 2 [mm/Monat]

VP1 … April bis Juni



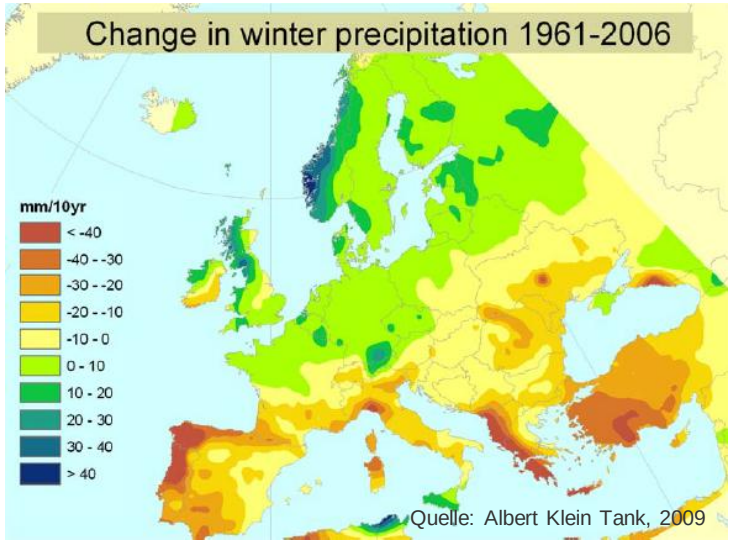
VP2 … Juli bis September



Sachsen und Neißeregion:	VP1	ca. -25 mm	VP2	+45 mm
Ungarn:	VP1	keine Änderung	VP2	+15 bis 45 mm

Datenquelle: NOAA

Beobachtete Trends des Winterniederschlages in Europa



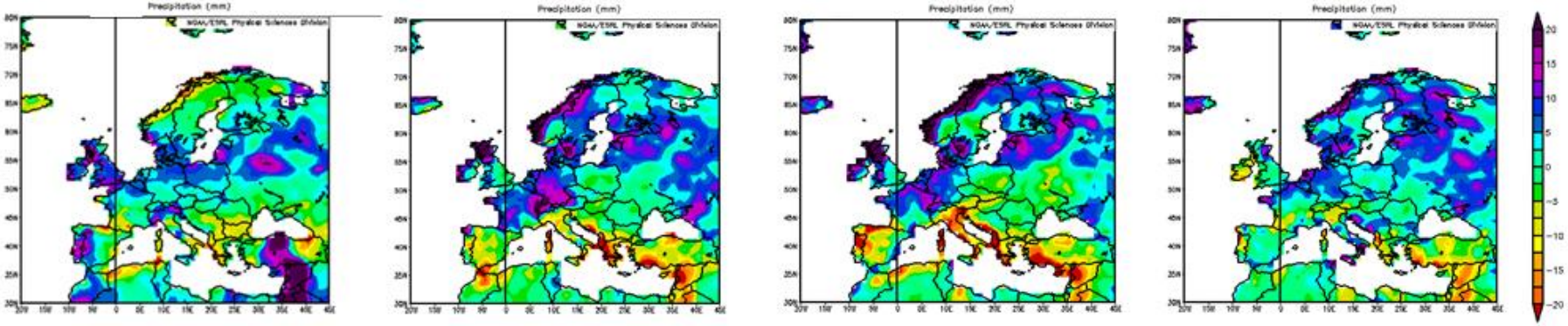
Im Zeitraum 1961 – 2006 zeigt *Nordeuropa Zunahme- und Südeuropa Abnahmetendenzen* des Winterniederschlages.

Sachsen liegt im *Übergangsbereich* der gegensätzlichen Trendregionen und besitzt gegenüber Westdeutschland die Spezifik nur geringer positiver Anomalien in allen 3 Dekaden der letzten 30 Jahre.

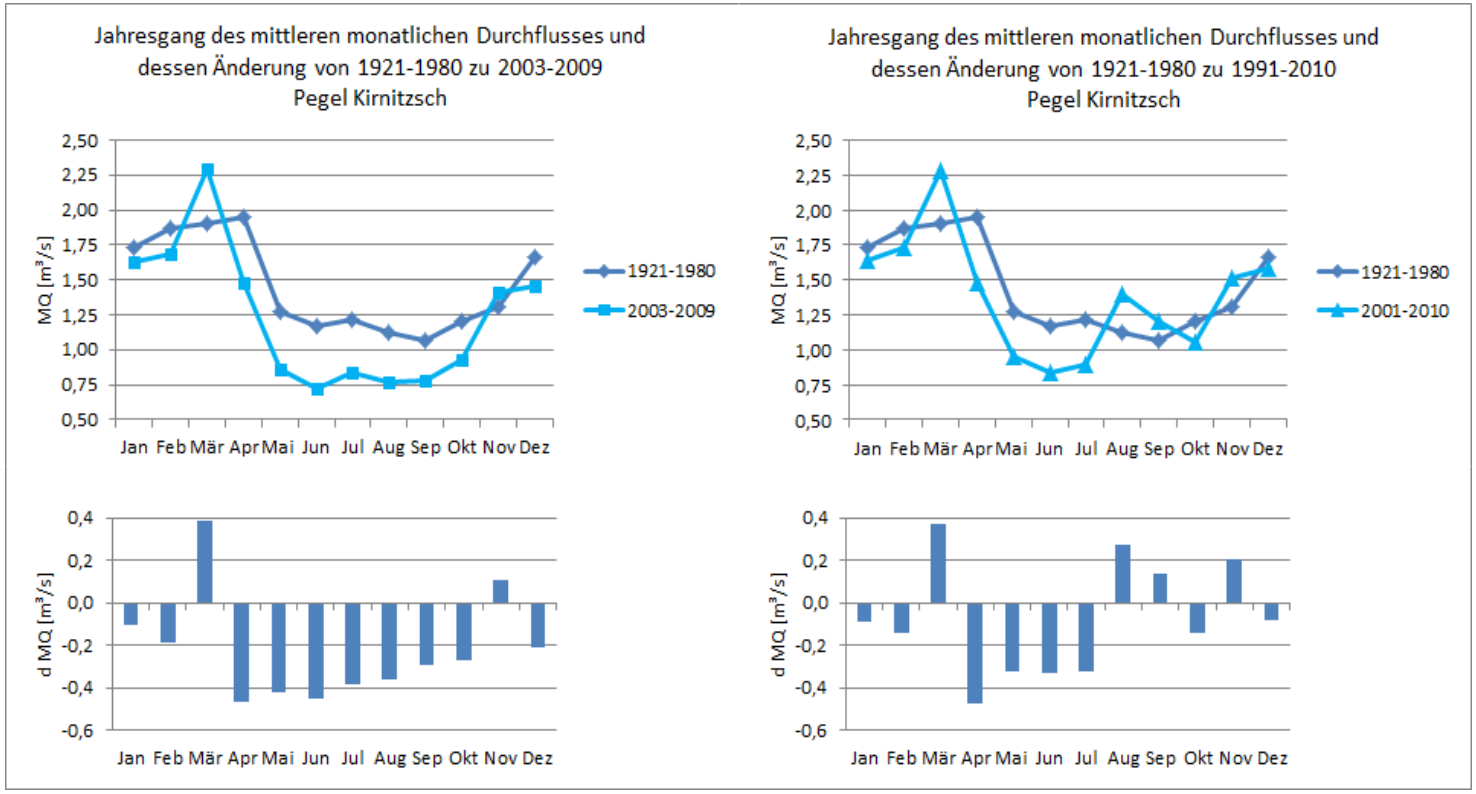
Eine tendenzielle Nordverlagerung der Tiefdruckbahnen im Winter kann perspektivisch auch in Sachsen zu abnehmenden mittleren Niederschlagshöhen führen.

Anomalie des Niederschlages im Winter in (mm/Monat)

1911-1920, 1981-1990, 1991-2000 und 2001-2010 vs 1902-1980



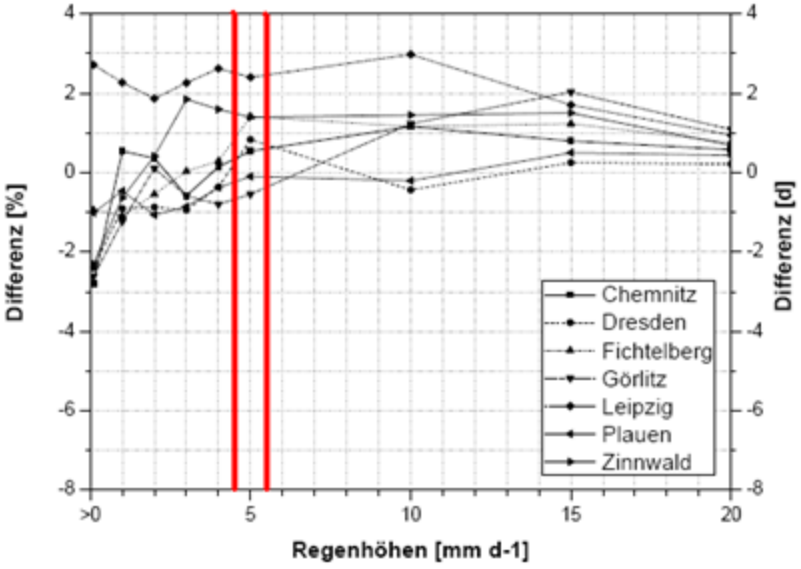
Änderungen des Jahresganges des mittleren monatlichen Durchflusses im EZG der Kirnitzsch zeigen bereits Tendenzen, welche sich aus Klimaprojektionen für die Zukunft ergeben



Änderung der Überschreitungswahrscheinlichkeit in [%] von 1961-1990 zu 1991-2005

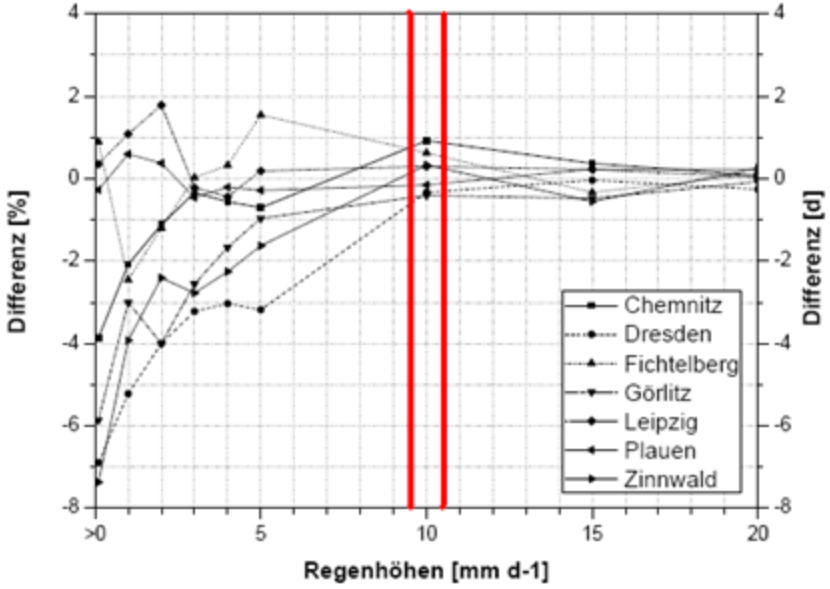
Sommer

Tendenzen der Abnahme für < 5 mm/d
Tendenzen der Zunahme für > 5 mm/d



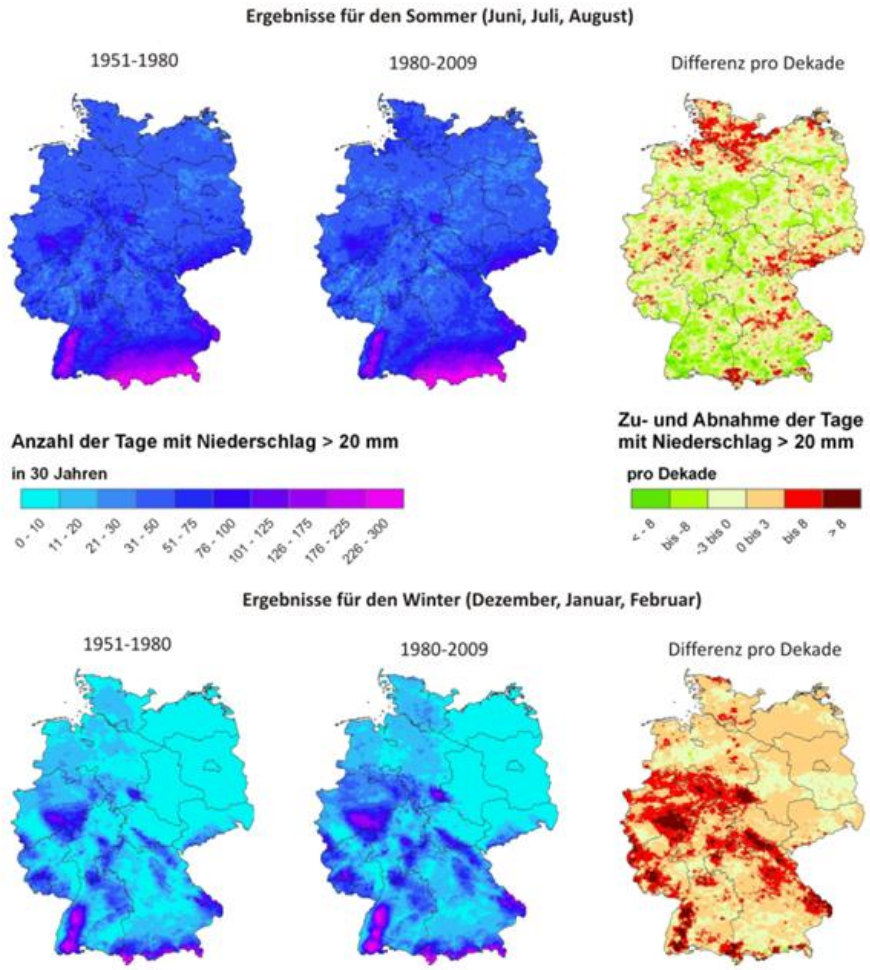
Winter

Tendenzen der Abnahme für < 10 mm/d

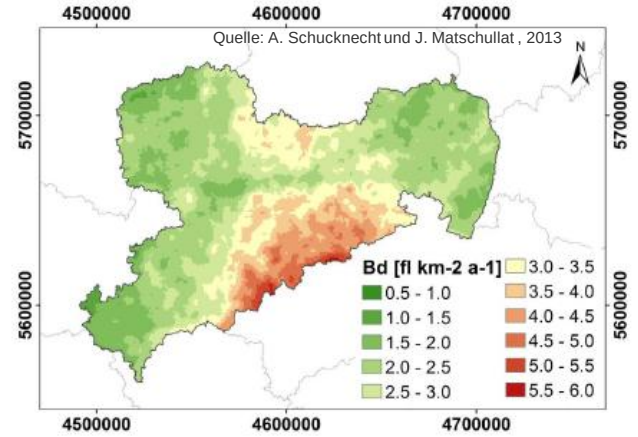


Quelle: SMUL,Sachsen im Klimawandel, 2008

Anzahl der Tage mit mehr als 20 mm Niederschlag



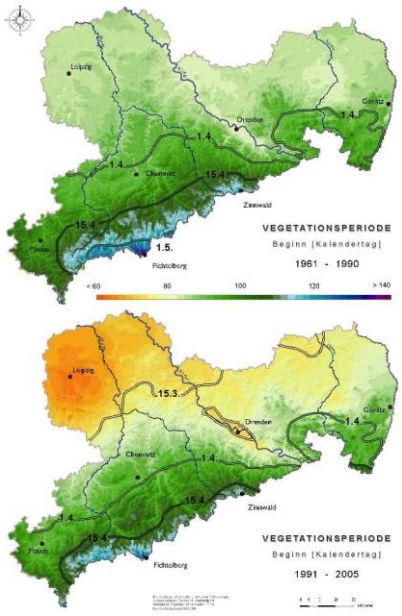
Quelle: Aktionsplan Anpassung der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel vom Bundeskabinett am 31. August 2011 beschlossen; Anhang H1 auf Basis von Berechnungen des Deutschen Wetterdienstes



Mittlere jährliche Blitzdichte in Sachsen im Zeitraum 1999–2012

Zunahme der Starkniederschläge in Regionen Sachsens, die auch von einer hohen Blitzdichte betroffen sind.

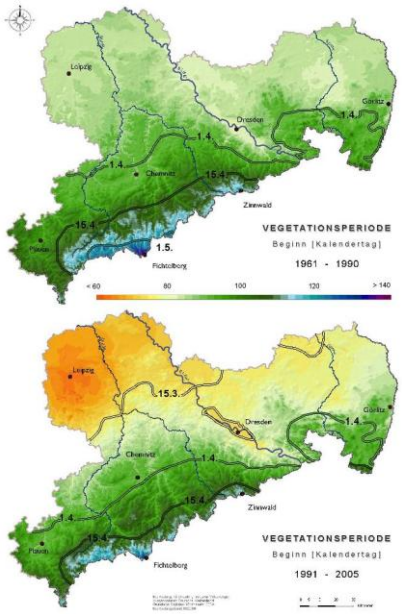
Beginn der Vegetationszeit im Vergleich 1991-2005 vs. 1961-1990



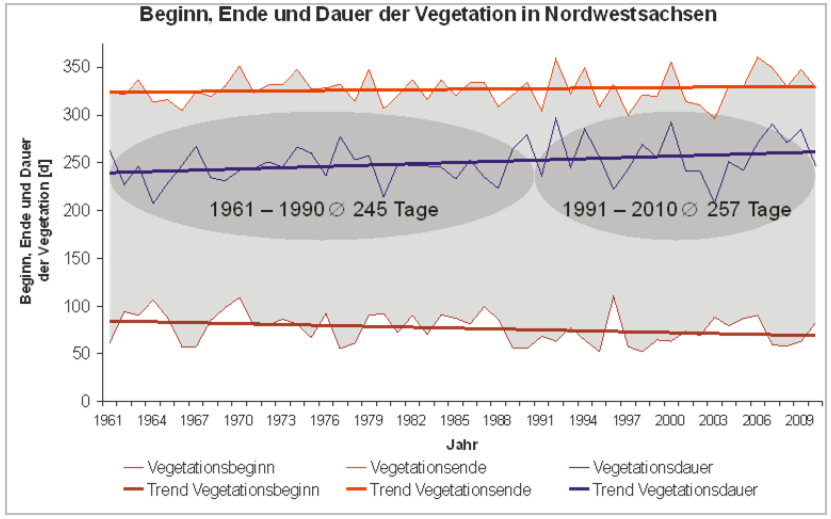
Quelle: SMUL, 2008

- Die Vegetationsperiode beginnt in weiten Teilen des nordwestsächsischen Tieflands bereits vor dem 15.3. eines Jahres.
- Durch längere Vergetationsperioden könnten auch 2 Ernten möglich werden.

Beginn der Vegetationszeit im Vergleich 1991-2005 vs. 1961-1990

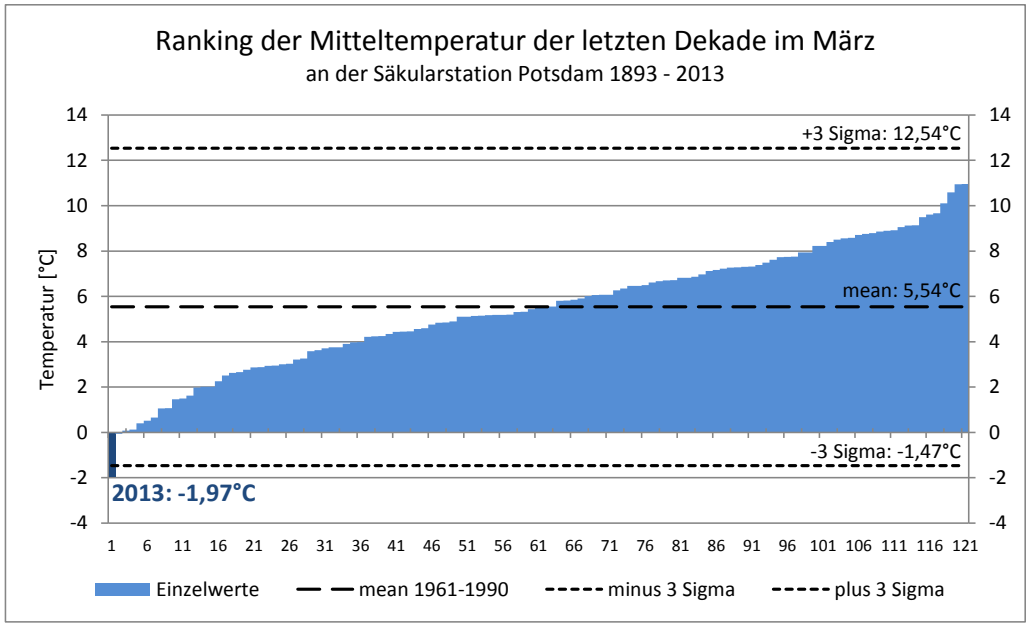


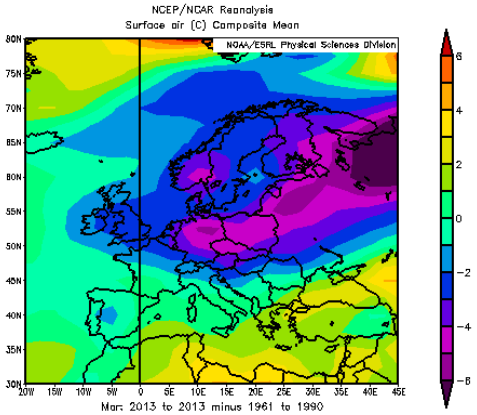
Quelle: SMUL, 2008



- Beginn der Vegetationsperiode in weiten Teilen des nordwestsächsischen Tieflands bereits vor dem 15.3. > Aber: März 2013 mit Überraschung!!!
- Durch längere Vergetationsperioden könnten auch 2 Ernten möglich werden.
- Verlängerung der Vegetationszeit um durchschnittlich 2 Wochen im Nordwesten Sachsens

Temperatur der 3. Märzdekade im Ranking ab 1893:



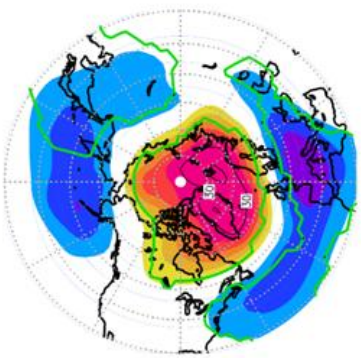


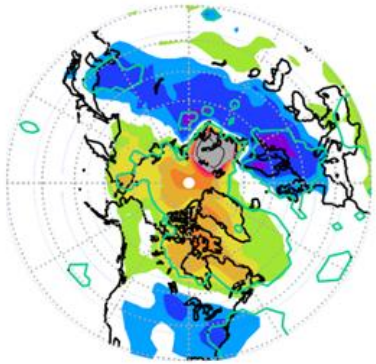
- 2013 auf Rang 1 liegt mit -1,97ºC 0,5 K außerhalb des -3 Sigma-Bereiches (äußerst extrem kalt)
- 1922 auf Rang 2 liegt mit -0,06ºC bereits mit 1,4 K im -3 Sigma-Bereich (extrem kalt)
- 1968 auf Rang 121 (10, 96ºC) liegt mit 1,6 K noch weit innerhalb des +3 Sigma-Bereiches

Im 20. und bisherigen 21. Jahrhundert trat in der letzten Dekade des Märzes bisher nicht annähernd die Kälte wie 2013 auf.

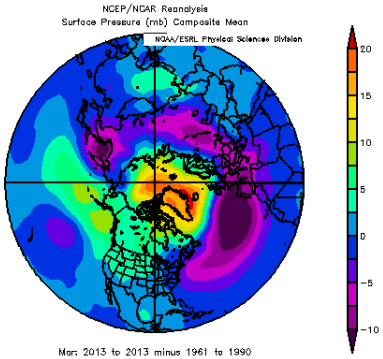
Wirkung der Eisbedeckung in der Arktis auf Witterungsmuster in Europa

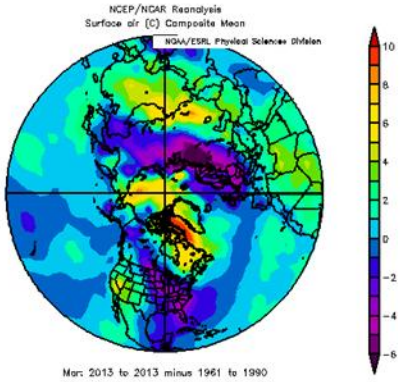
In Simulationen mit dem ECHAM5 Atmosphärenmodell (Petoukhov und Semenov, JGR 2010) wurde die Eisbedeckung in der Barents- und Karasee, reduziert. Bei einer mittleren Reduktion der Eisbedeckung im gegenwärtig Ausmaß treten in den Simulationen folgende Verteilung der Druck- und Temperaturanomalie auf:





Übernormal hoher Luftdruck zwischen Skandinavien und Grönland (linke Abbildung) und eine Kälteanomalie von Sibirien bis Westeuropa (rechte Abbildung).

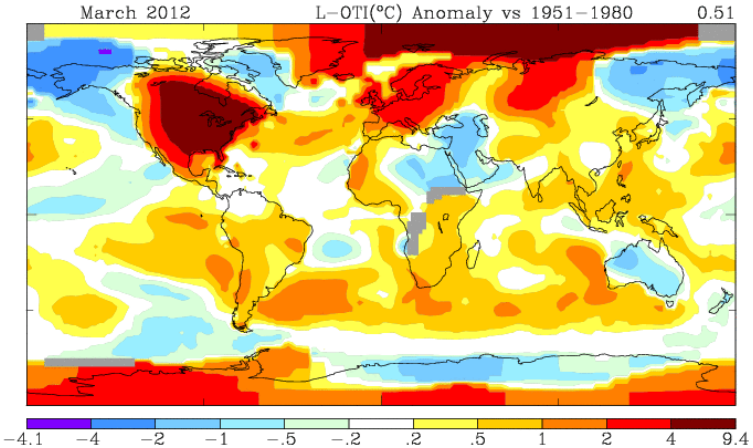


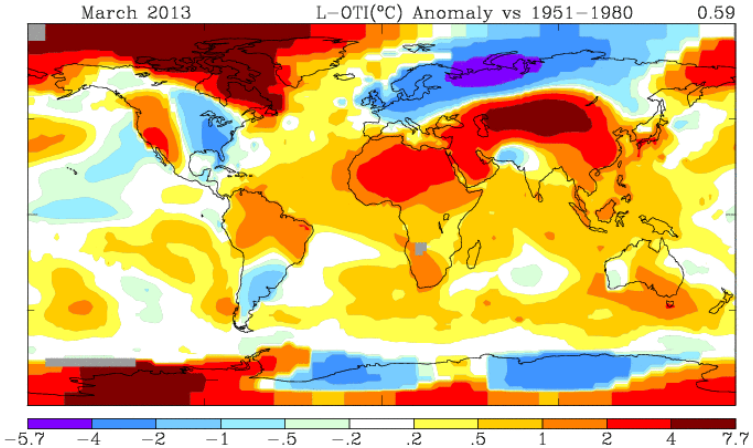


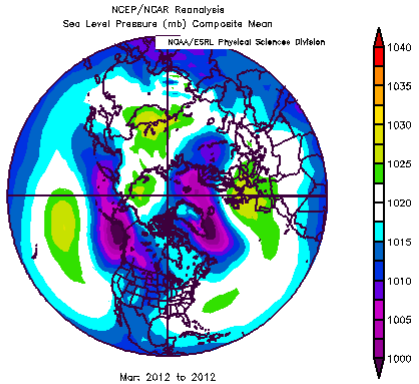
Die Verteilung der Druck- und Temperaturanomalie im März 2013 zeigt ein sehr ähnliches Bild. Auch die extreme Kälte in Europa im Dezember 2010 geht auf diese Druckverteilung zurück. Über die Nordhemisphäre gemittelt ist dabei keine Abkühlung vorhanden.

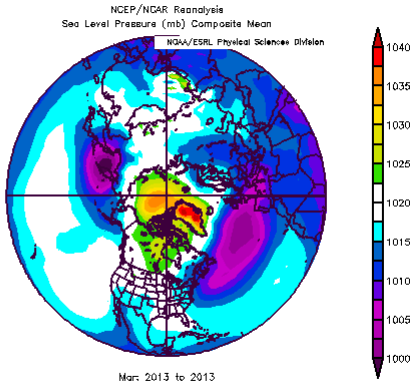
USA und Europa

März 2012 und 2013: *Extreme* Wärme oder Kälte – die Position des Jetstreams ist entscheidend







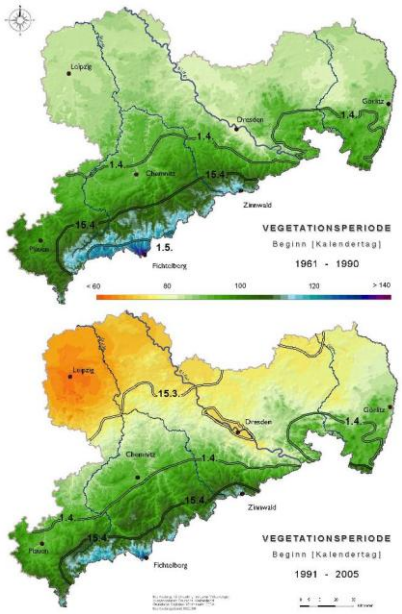


Freitag, 20.07.2012

Große Dürre in Nordamerika

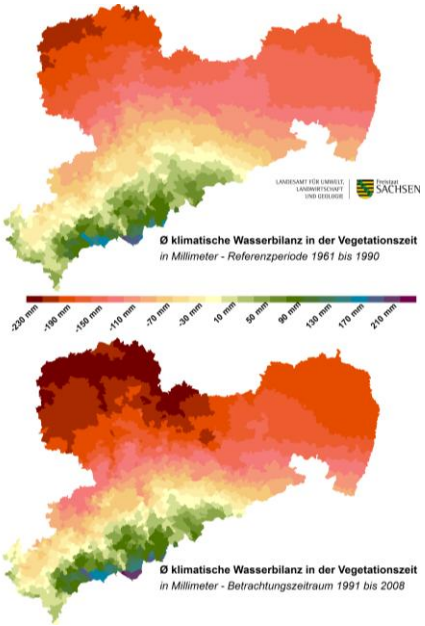
Die schlimmste Trockenheit seit Jahrzehnten lässt den Mais auf den Feldern komplett vertrocknen.
Bildquelle: AFP

Beginn der Vegetationszeit im Vergleich 1991-2005 vs. 1961-1990



Quelle: SMUL, 2008

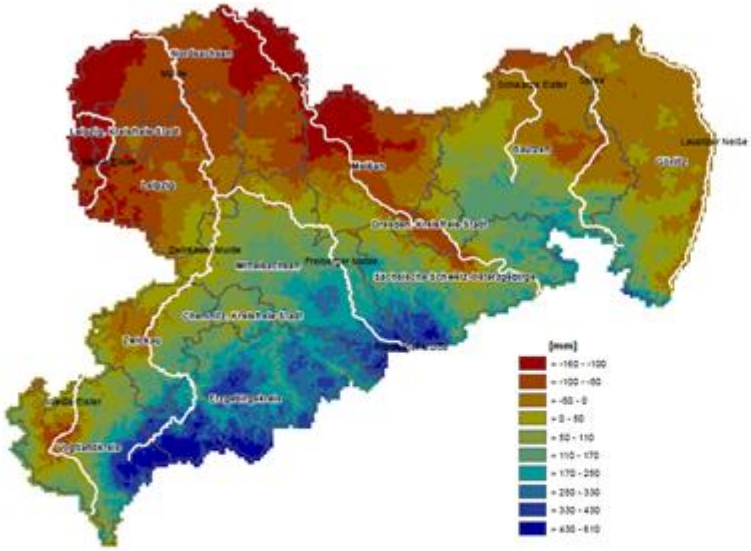
KWB innerhalb der Vegetationszeit im Vergleich 1991-2008 vs. 1961-1990

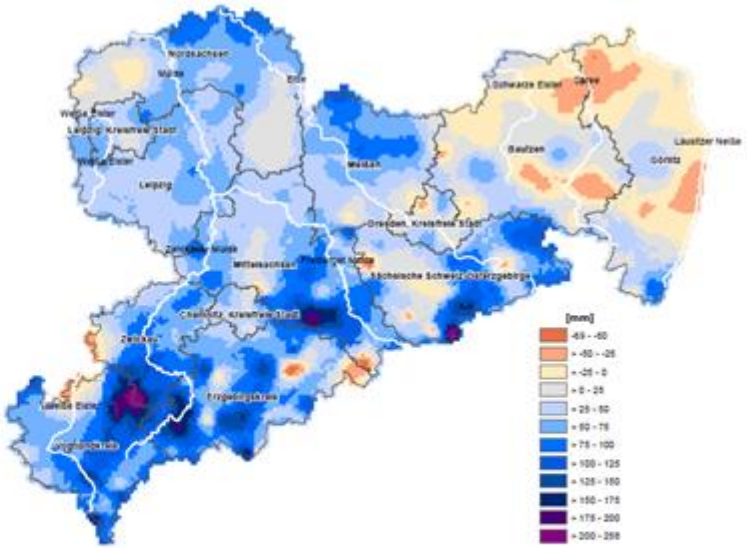


Quelle: Falk Ullrich, 2013

- Die Vegetationsperiode beginnt in weiten Teilen des nordwestsächsischen Tieflands bereits vor dem 15.3. eines Jahres.
- Das hat eine Verlängerung der Vegetationszeit um bis zu 2 Wochen zur Folge.
- Durch längere Vergetationsperioden könnten auch 2 Ernten möglich werden.

- Besonders im nordsächischen Raum hat die klimatische Wasserbilanz (kWB = P – ETP) weiter abgenommen.
- Maßgebend dafür sind ausgeprägte Trockenphasen als auch der starke Temperaturanstieg im Frühjahr und Sommer.
- Auch nach 2008 war in Deutschland massive Trockenheit zu beobachten (Frühjahr 2011 und 2012, Sommer 2013).

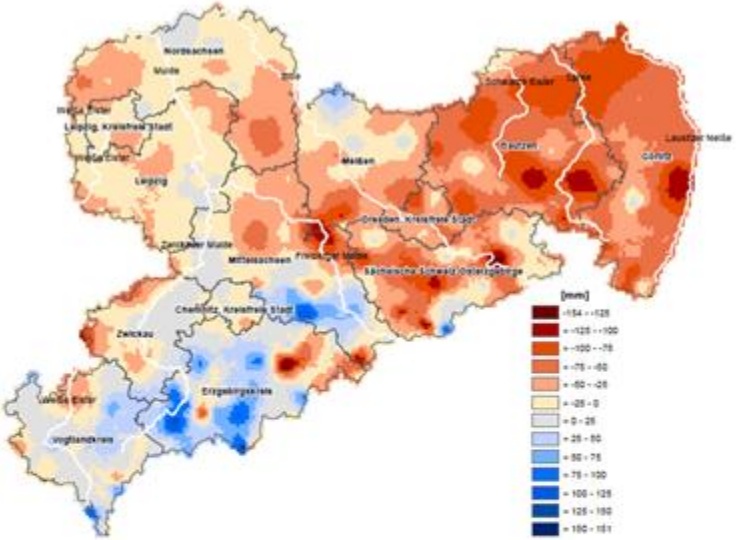


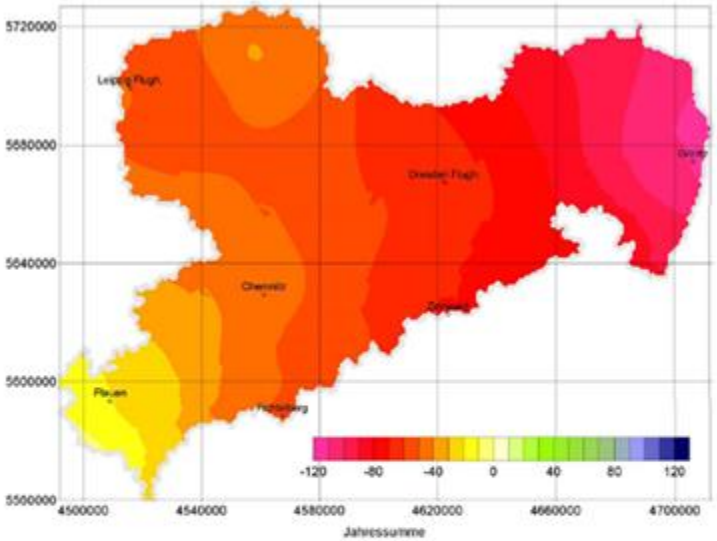


Mittlere klimatische Wasserbilanz im Zeitraum 1971-2000 und deren Abweichung 2001-2010 vs 1971-2000 in [mm/a] www.rekis.org

Mittlerer Jahresniederschlag in Sachsen

1971-2000	2003-2009	2001-2010
703,8 mm	710 mm	771 mm





Beobachtete und projizierte Abweichung der mittleren klimatischen Wasserbilanz 2003-2009 vs 1971-2000 (links) und bis 2050 auf Basis von WEREX III A2 vs 1981-2000 (rechts) in [mm/a]

www.rekis.org

Mittlerer Jahresniederschlag in Sachsen

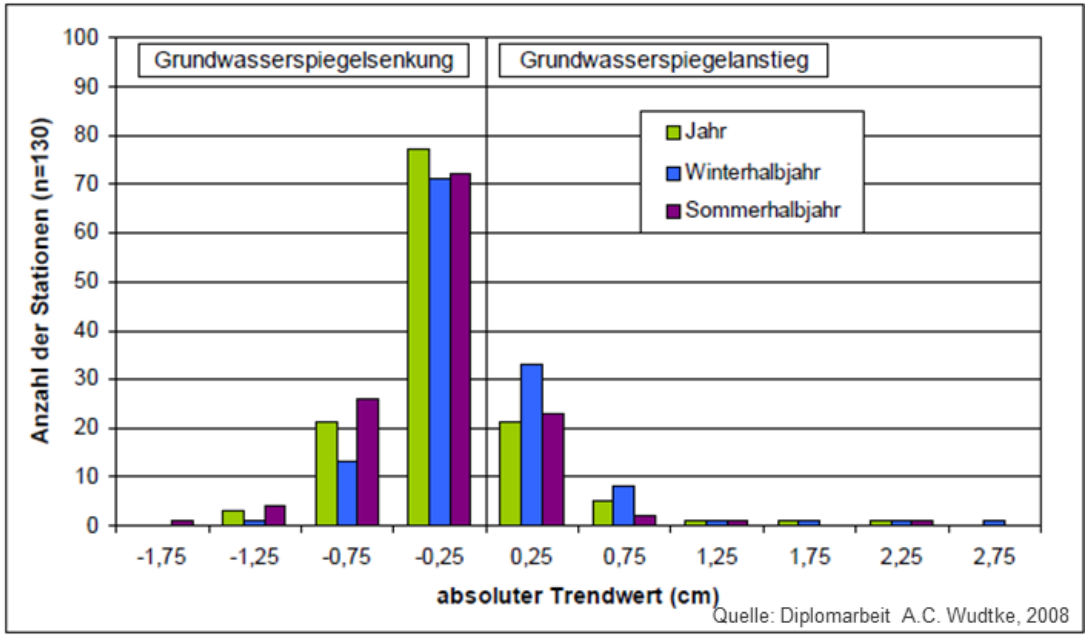
1971-2000	2003-2009	2001-2010
703,8 mm	710 mm	771 mm

Maisfeld bei Moritzburg im Sommer 2003

Quelle: Küchler

Trendanalyse der Grundwasserstände in Sachsen

im Zeitraum 11/1976- 10/2006

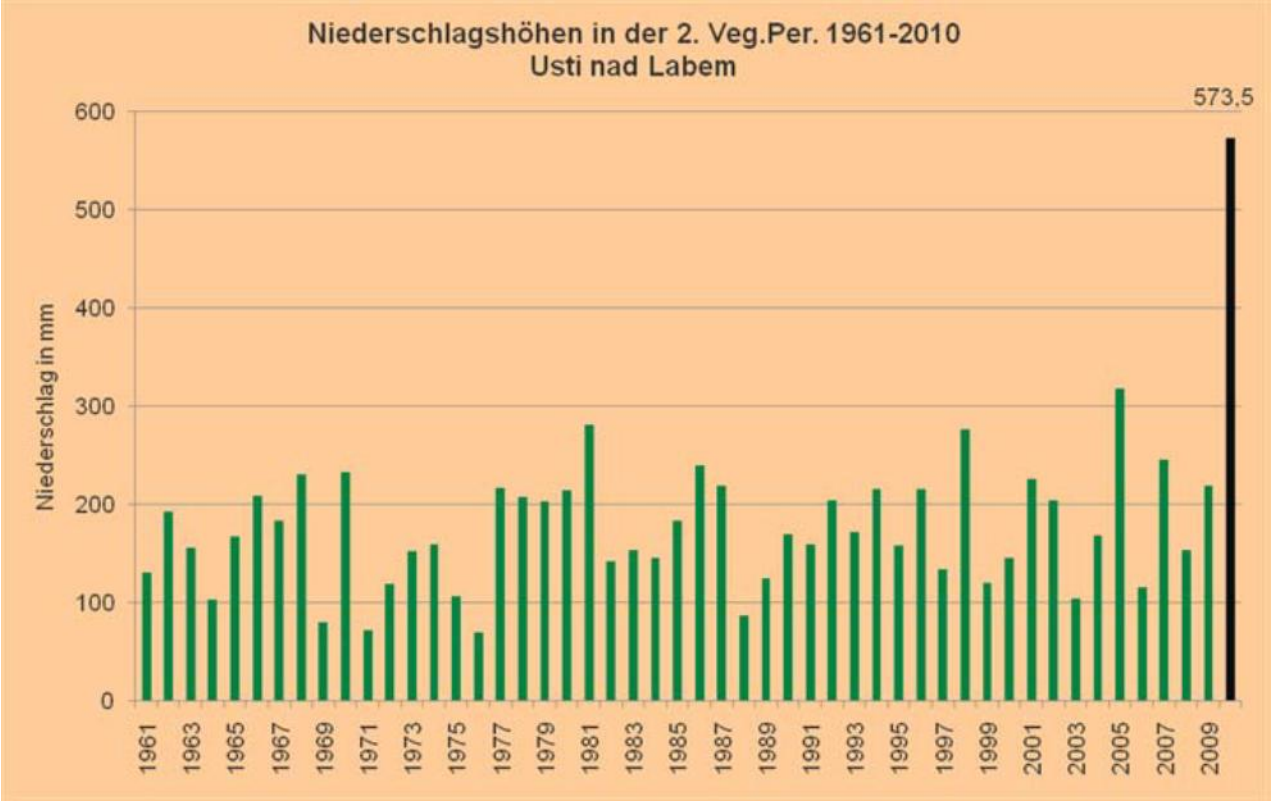


- **Kaum noch Kompensation der Grundwasserzehrung im Analysezeitraum**
- Im Winterhalbjahr (65 % negative Trends) in der Oberlausitz schwache Häufung der Messstellen mit negativen Trend
- Im Sommerhalbjahr (80 % negative Trends) vereinzelte positive Trends im Nordwesten und in Mittelsachsen

Zusammenhang mit der räumlich differenzierten Niederschlagsentwicklung in Sachsen erkennbar (Datengrundlage www.rekis.org)

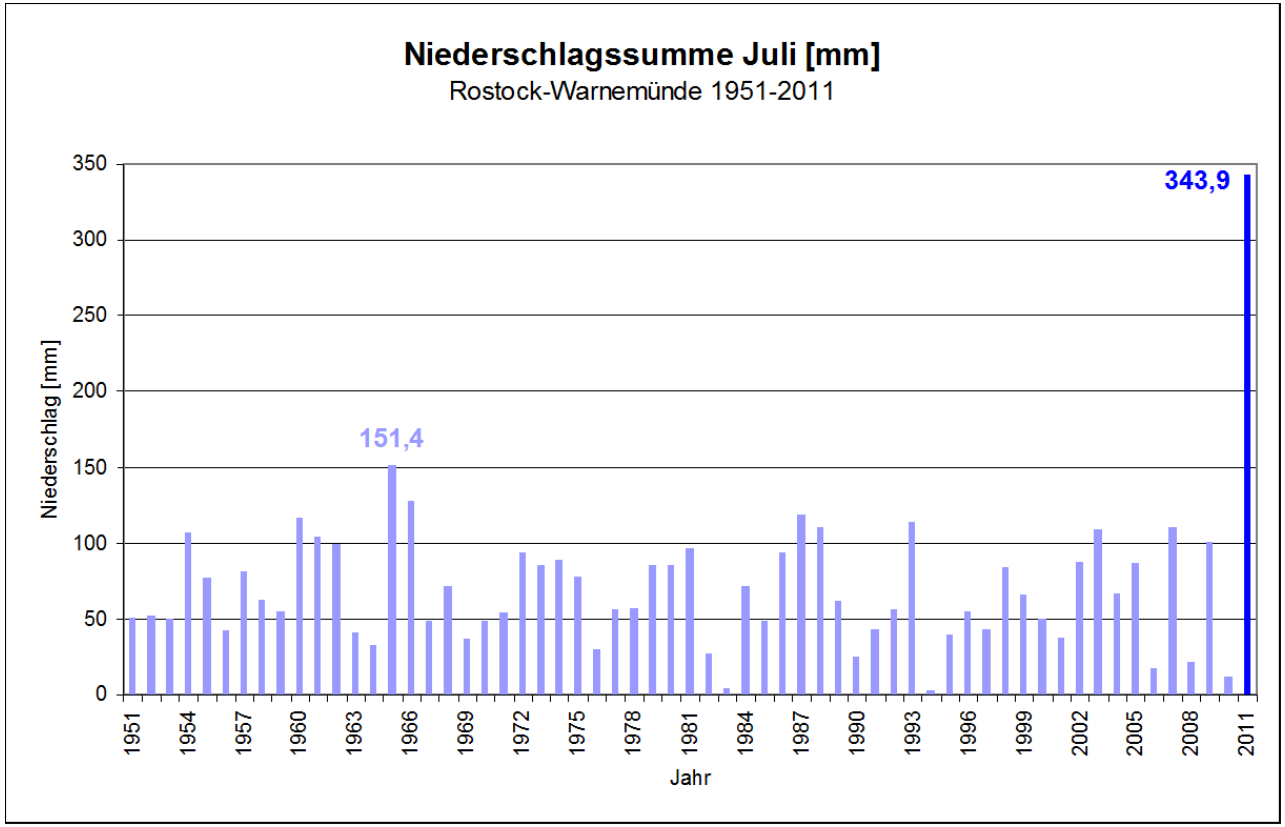
Neuartige Extremereignisse

Neue Witterungsphänomene nach 2000



Quelle: CHMI, Küchler 2010

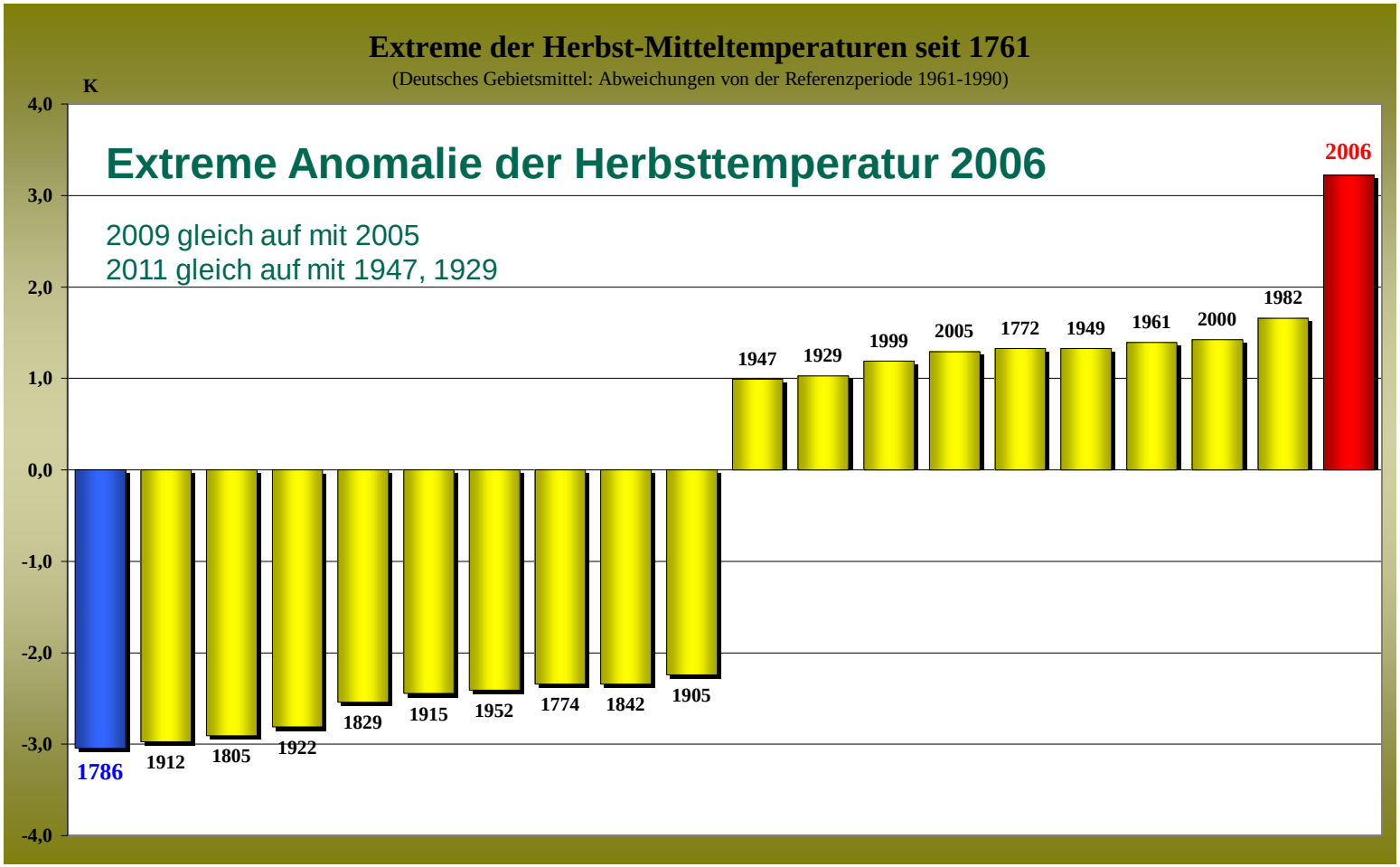
Neue Witterungsphänomene nach 2000



Datenquelle: DWD, LfULG

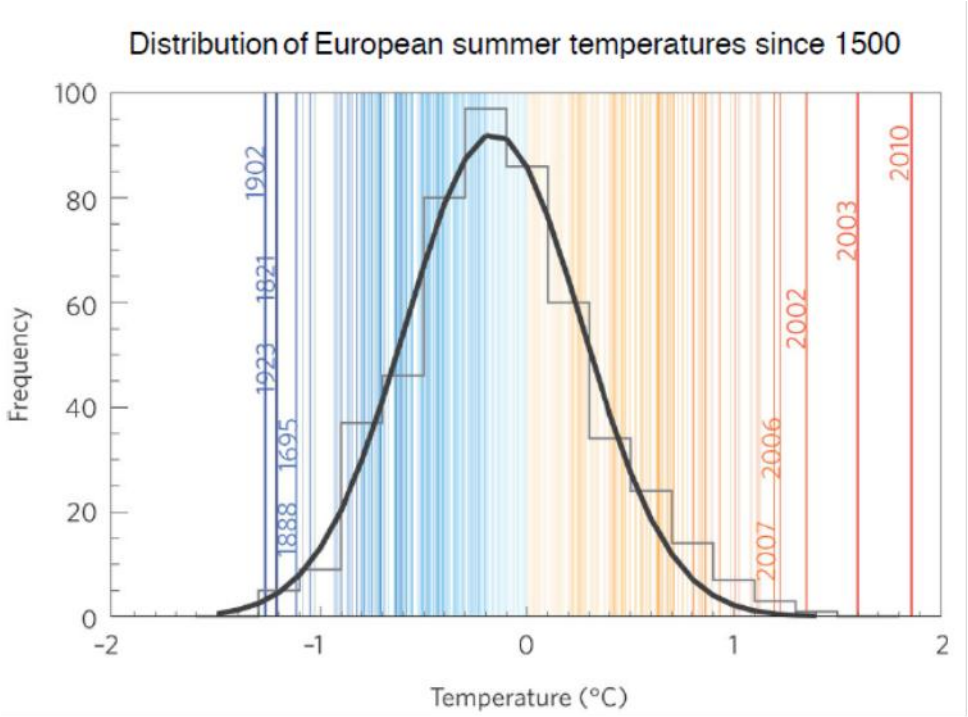
Neue Witterungsphänomene nach 2000

Ranking der zehn kältesten und zehn wärmsten Herbsttemperaturen in Deutschland zwischen 1761 und 2006



Datenquelle: DWD, LfULG

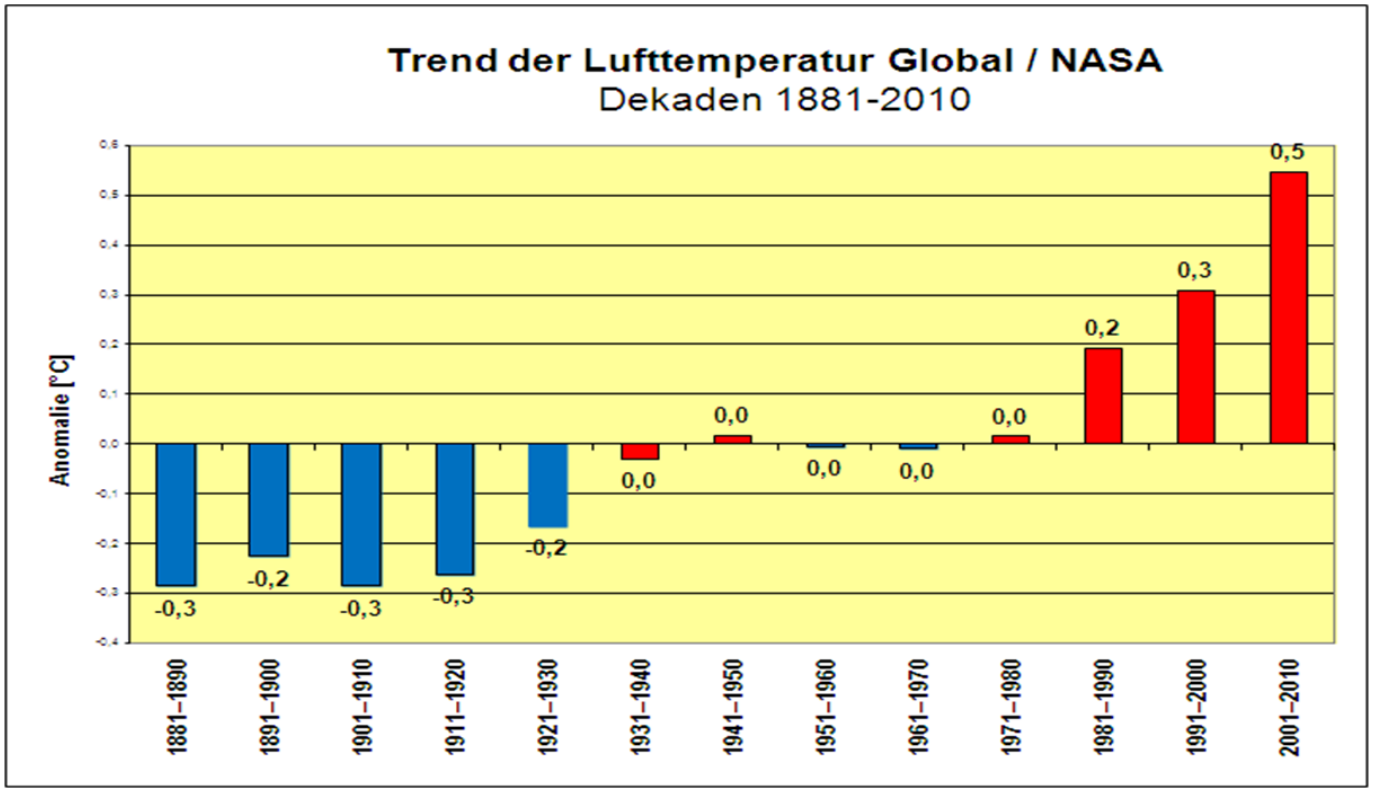
Neue Witterungsphänomene nach 2000



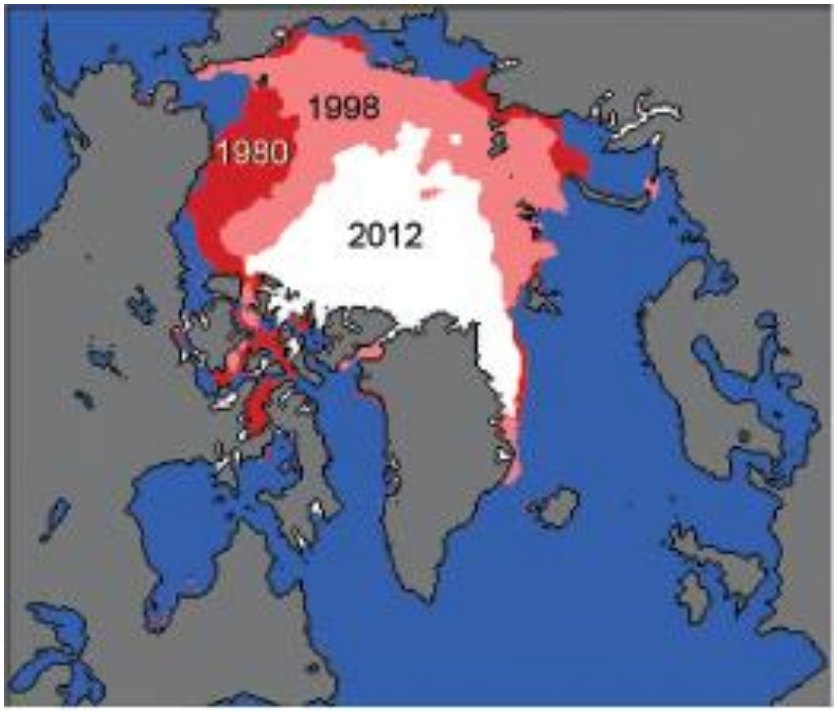
Source: Barriopedro et al. 2011

Neue Witterungsphänomene nach 2000

Hintergrund: Warming Background



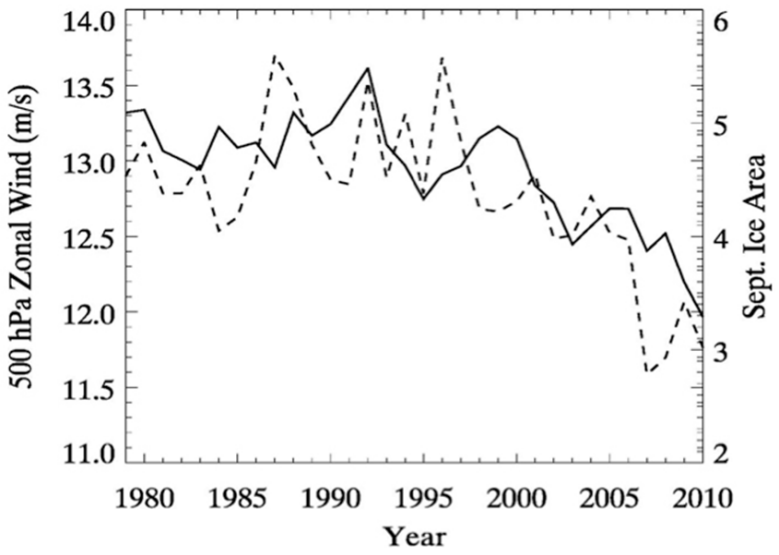
Rapider Rückgang der arktischen Meereisfläche zu Beginn des 21. Jahrhunderts



Eisrückgang paläoklimatologisch ohne Vergleich

Neue Witterungsphänomene nach 2000

Hintergrund: Arktische Erwärmung beeinflusst die atmosphärische Zirkulation



Dem Rückgang des arktischen Meereises im Herbst (gestrichelte Linie) folgte eng eine Abschwächung der zonalen Höhenströmung.

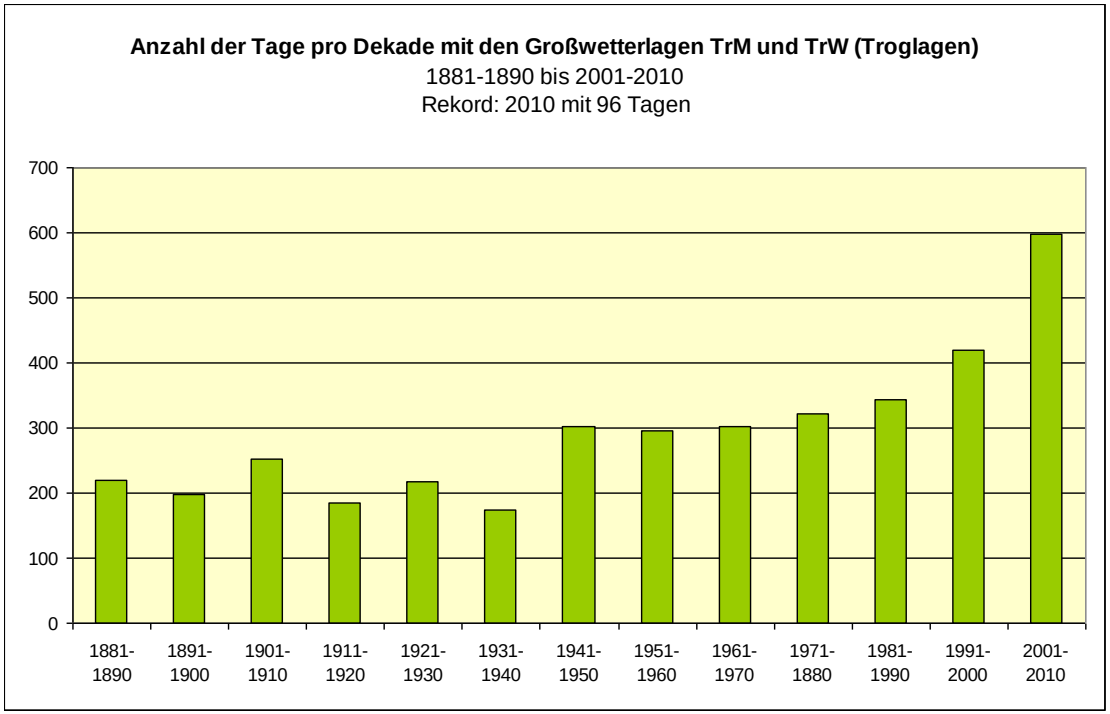
(Quelle: Jennifer Francis anhand der Daten des National Center for Environmental Prediction, des National Center for Atmospheric Research und des National Snow and Ice Data Center)

Die rasche Erwärmung der Arktis hat die Temperaturdifferenz zwischen dem hohen Norden und den gemäßigten Breiten vermindert, was weiterhin die Ausprägung des Jet-Streams beeinflusst, eine höhere Persistenz in den Wetterlagen erkennen lässt und im Zusammenhang mit dem Auftreten bisher unbekannter Witterungsextreme steht.

(Quelle: Quasiresonant amplification of planetary waves and recent Northern Hemisphere weather extremes, Petoukhov et al., PNAS, April 2, 2013, vol. 110, no. 14)

Neue Witterungsphänomene nach 2000

Hintergrund: Warming Background und veränderte Zirkulationsmuster ermöglichen neuartige Extreme

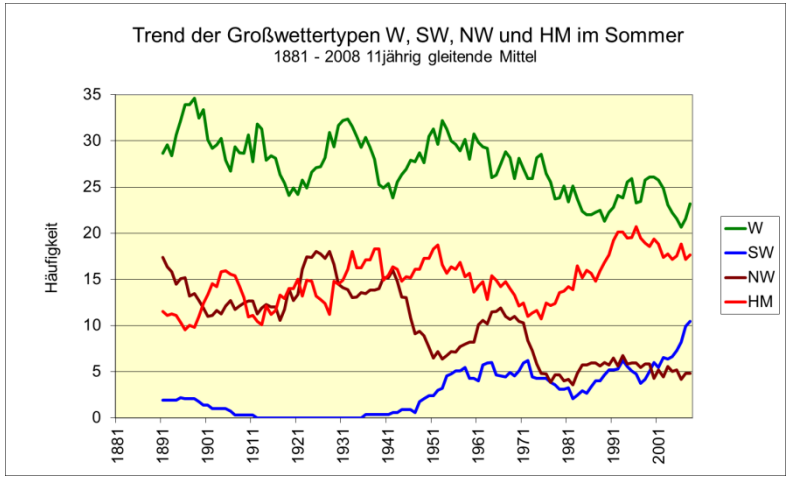


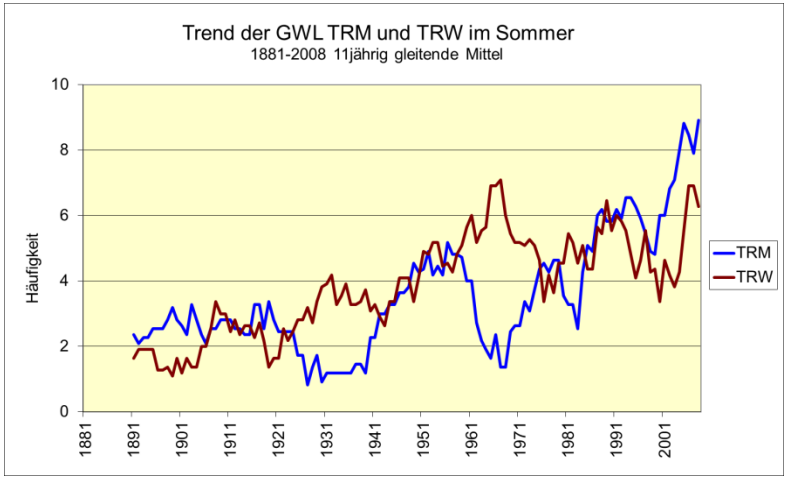
Quelle: LfULG 2011

Parallel mit der rezenten arktischen Erwärmung ist eine Zunahme von Troglagen zu beobachten

→ erhöhtes Potenzial für Extremwitterung in Europa: Trockenheit, Hochwasser, Hitze, Kälteepisoden

Trends ausgewählter GWL im Sommer 1881 - 2008





Die für den Sommerniederschlag in Sachsen besonders bedeutsamen GWL NW und W weisen eine Tendenz der Abnahme auf.

Die dargestellten Trends bedeuten in Sachsen und seinen angrenzenden Regionen ein im Sommer erhöhtes Potential für Starkniederschläge und Hochwasser sowie für Trockenheit und Dürre. In der Dekade 2001-2010 deutete sich dieser Zusammenhang bereits an.

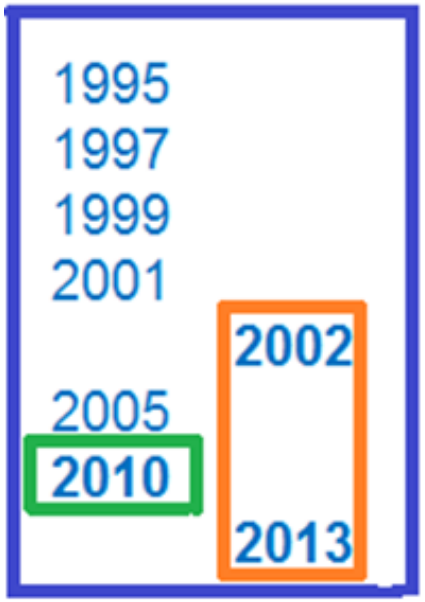
Anmerkung: HM ist in der linken Abbildung die Summe aus BM und HM.

Der Klimawandel erreicht zu Beginn des 21. Jahrhunderts in der Nordhemisphäre eine neue Dimension

- Rapider Rückgang des arktischen Meereises beeinflusst die Muster der Luftströmung
- Schneeschmelze auf Grönland beschleunigt sich (bewegt sich auf einen Kipp-Punkt zu)
- Studien belegen Zusammenhang mit extremer Witterung
- Überlagerung durch weiterer Einflussfaktoren (SST, Sonne, die teilweise zufällige und chaotische Natur der atmosphärischen Zirkulation, …)
- Modelle zeigen Verstärkung der arktischen Amplifikation im 21. Jahrhundert

Forschung für ein tieferes Verständnis der Prozesse nötig

Sommerhochwasser der letzten 20 Jahre in Zentraleuropa

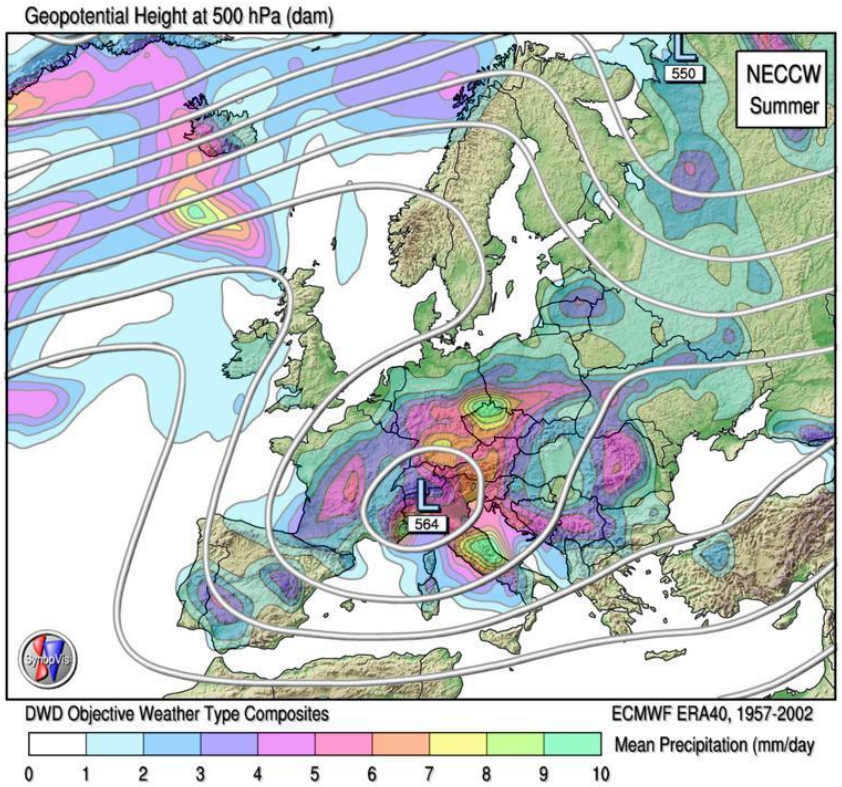


12 Sommerhochwasser in 20 Jahren

2 Sommerhochwasser bisher unbekannten Ausmaßes in 11 Jahren

5 Sommerhochwasser in 1 Jahr

Objective Weather Type Composite NECCW in summer and the mean precipitation



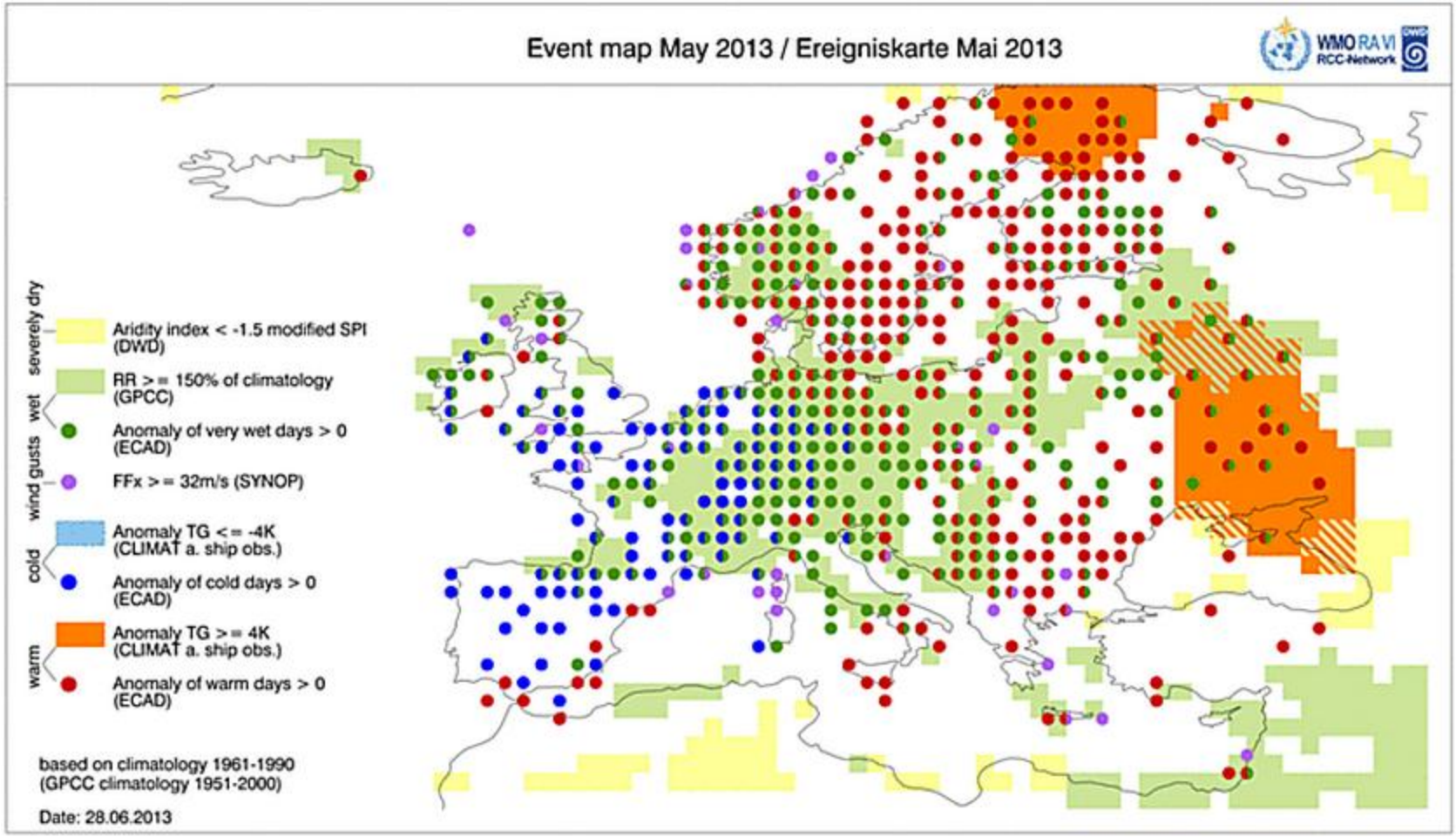
Source: DWD

1. Jahrhundertflut im August 2002

From may to september 2010 in the rivers Vistula, Odra and Elbe we saw 5 floods in connection with the circulation pattern "trough positions”

06.06.2010 – Terrifying aerial photographs: the southern Poland, Hungary and Slovakia are still suffering from a catastrophic flood. While the situation relaxes slowly in some regions, it is especially critical on the Vistula River. Many parts of the dike there are damaged after the previous flood in may.

… und Anfang Juni 2013 die selben Bilder an Elbe und Donau


Event map May 2013 / Ereigniskarte Mai 2013
WMO RA VI
RCC-Network
severely dry
Aridity index < -1.5 modified SPI (DWD)
wet
RR >= 150% of climatology (GPCC)
Anomaly of very wet days > 0 (ECAD)
wind gusts
FFx >= 32m/s (SYNOP)
cold
Anomaly TG <= -4K (CLIMAT a. ship obs.)
Anomaly of cold days > 0 (ECAD)
warm
Anomaly TG >= 4K (CLIMAT a. ship obs.)
Anomaly of warm days > 0 (ECAD)
based on climatology 1961-1990
(GPCC climatology 1951-2000)
Date: 28.06.2013

Die Hochwasserkatastrophe im Juni 2013 zur Vorgeschichte

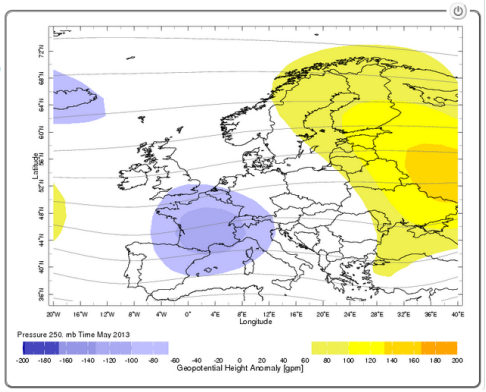
LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE

Freistaat SACHSEN

Monthly Geopotential Height Anomaly at 250 hPa

This map shows the monthly geopotential height climatology and anomalies at the 250 hPa pressure level in the atmosphere using the 1981-2010 base period for the month shown.

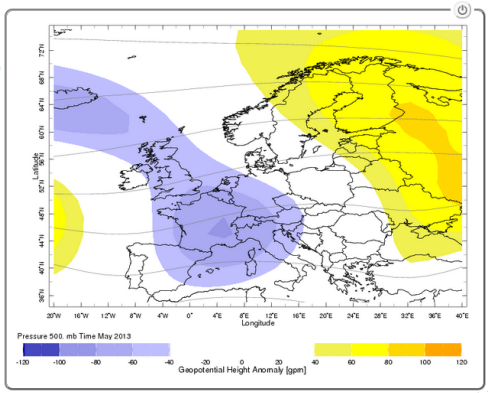
Monthly geopotential height climatology values are shown as grey contours with a contour interval of 60 geopotential meters (gpm). Positive geopotential height anomalies are shown in yellow and orange, and negative anomalies are shown in shades of blue and are also expressed in units of gpm.



Monthly Geopotential Height Anomaly at 500 hPa

This map shows the monthly geopotential height climatology and anomalies at the 500 hPa pressure level in the atmosphere using the 1981-2010 base period for the month shown.

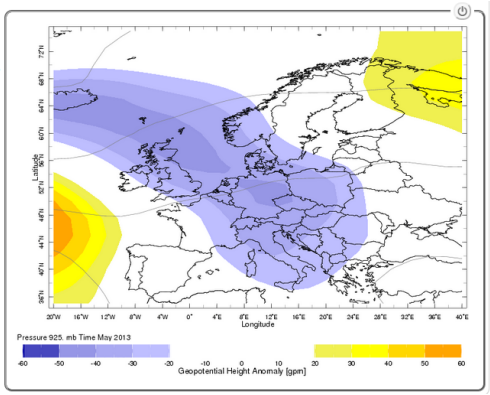
Monthly geopotential height climatology values are shown as grey contours with a contour interval of 60 geopotential meters (gpm). Positive geopotential height anomalies are shown in yellow and orange, and negative anomalies are shown in shades of blue and are also expressed in units of gpm.



Monthly Geopotential Height Anomaly at 925 hPa

This map shows the monthly geopotential height climatology and anomalies at the 925 hPa pressure level in the atmosphere using the 1981-2010 base period for the month shown.

Monthly geopotential height climatology values are shown as grey contours with a contour interval of 30 geopotential meters (gpm). Positive geopotential height anomalies are shown in yellow and orange, and negative anomalies are shown in shades of blue and are also expressed in units of gpm.



Bildquelle: http://iridl.ldeo.columbia.edu

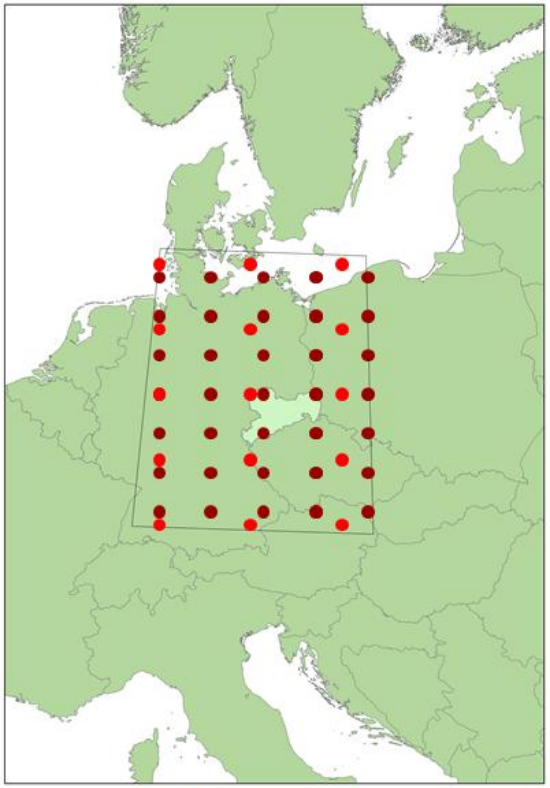
Nass und Trüb- der Mai 2013 in Deutschland:

- Die Häufung der im Mai 2013 über Mitteleuropa liegenden Höhentiefdruckgebiete treten in den Anomaliekarten des 250-, 500 und 925 hPa-Geopotentials markant hervor.
- Diese ausgeprägte Geopotentialanomalie resultiert aus einem über den Mai 2013 hinweg anhaltenden Tiefdruckeinfluss bis in die oberen Höhen der Troposphäre. Mit dem quasistationären Höhentief korrespondierten immer wieder Bodentiefdruckgebiete, die dann auch zu der sehr nassen Witterung führten und dem Hochwasser zum Monatswechsel Mai-Juni 2013 den Boden bereiten konnten.
- In weiten Teilen Skandinaviens und Nordosteuropas korrespondierten zudem ein ungewöhnlich hoher Luftdruck, Trockenheit und Rekordtemperaturen.
- Die Konstellation „Tiefdruck Mitteleuropa - Hochdruck Nordosteuropa" war ausgesprochen stabil (Blocking-Action).

Projektionen der Klimaentwicklung

Vergleichende Analyse von Globalmodellen

für Mitteldeutschland



* Positionen angedeutet

Vergleich: 12 globale Klimamodelle aus neun Ländern

Untersuchungsgebiet: 8 – 17° östl. L.; 48 – 55° nördl. Br.

Modell	Land	Gitterpunkte im Unter-suchungs-gebiet		Emissions-szenarien
BCM2.0	Norwegen	12		A1B, B1
CCSM3	USA	35	*	A1B, A2, B1
CGCM3.1-T47	Kanada	4		A1B
CSIRO-Mk3.0	Australien	15		A2, B1
ECHAM5/MPI-OM	**Deutschland**	**15**	*****	**A1B, A2, B1**
ECHO-G	Deutschland	4		A1B, A2
GISS-ER	USA	2		A2, B1
HadGEM	Großbritannien	30		A1B, A2
HadCM3	Großbritannien	6		A1B, A2, B1
INM-CM3.0	Russland	4		A1B, A2, B1
IPSL-CM4	Frankreich	6		A1B, A2, B1
MRI-CGCM2.3.2	Japan	12		A1B, A2, B1

Quelle: Nils Feske, 2009

Vergleichende Analyse von Globalmodellen

für Mitteldeutschland

Absoluter linearer Temperaturtrend im 21. Jahrhundert

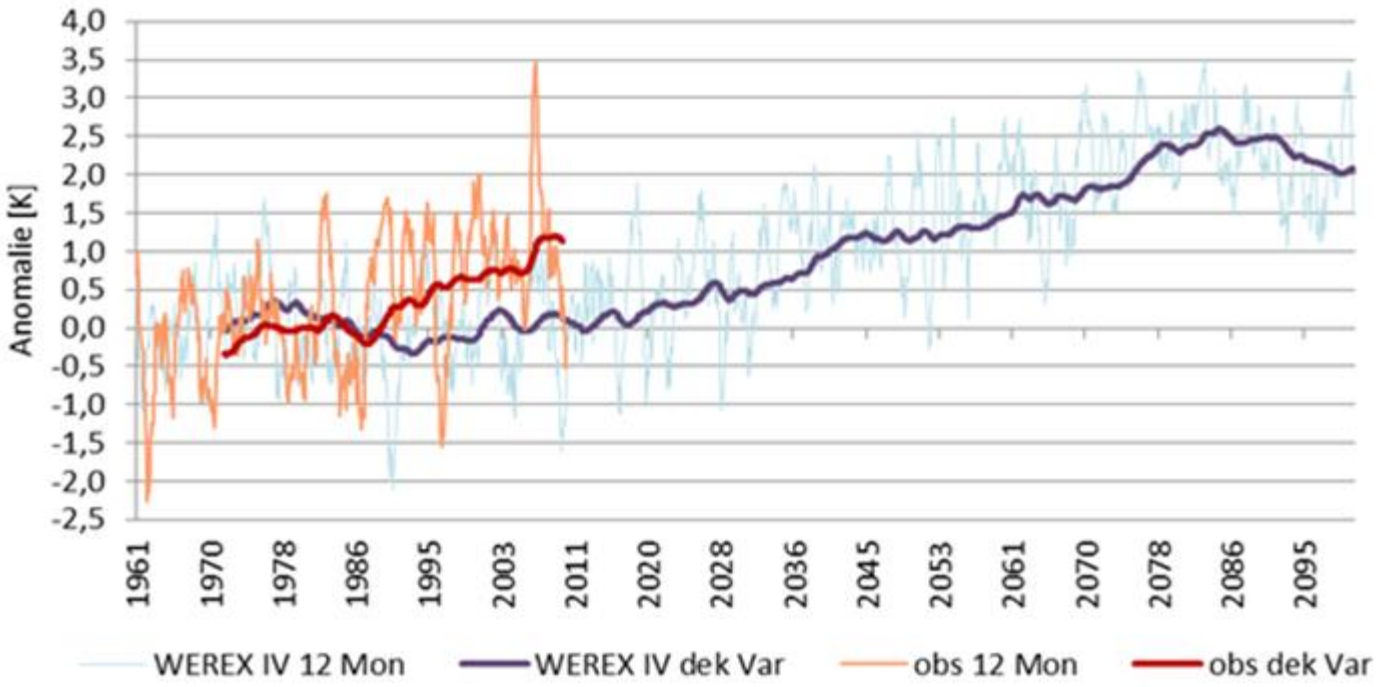
- starke Zunahmen im (Spät-)Sommer und Winter
- Zunahmen im Frühjahr eher moderat
- Spanne der potentiellen Erwärmung der Jahresmitteltemperatur: 1,6 – 4,5 K

Modell	Szenario	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr	Frü	Som	Her	Win
BCM2	A1B	3,1	3,5	4,5	4,3	2,7	2,7	2,4	3,3	2,7	2,2	2,5	3,2	3,1	3,9	2,8	2,5	3,2
CCSM3	A1B	2,4	2,9	1,2	1,2	2,0	1,7	2,1	3,4	3,5	2,6	1,7	2,3	2,2	1,4	2,4	2,6	2,6
CGCM3	A1B	2,0	2,3	1,9	2,8	1,3	1,1	2,5	2,2	2,3	2,6	1,7	1,5	2,0	2,0	1,9	2,2	1,9
ECHAM5	A1B	6,5	4,7	3,2	2,9	3,6	3,7	4,7	4,9	4,6	4,1	3,8	5,9	4,4	3,2	4,5	4,2	5,7
ECHO-G	A1B	3,6	4,2	4,1	4,1	2,8	2,9	3,7	4,3	3,8	4,2	3,7	4,0	3,8	3,7	3,6	3,9	3,9
HadCM3	A1B	4,9	5,8	3,0	3,3	3,8	5,0	5,5	6,4	5,2	3,4	3,7	4,0	4,5	3,4	5,6	4,1	4,8
HadGEM	A1B	2,7	4,1	4,5	3,9	2,9	3,8	4,4	4,7	5,1	3,6	3,3	2,3	3,8	3,8	4,3	4,0	3,0
INCM3	A1B	1,0	1,9	2,0	1,3	0,9	0,7	3,4	2,6	1,4	1,4	1,5	1,2	1,6	1,4	2,2	1,4	1,3
IPSL-CM4	A1B	3,2	1,9	2,5	2,6	3,9	4,0	5,2	4,1	5,1	3,9	3,8	4,1	3,7	3,0	4,4	4,3	3,0
MRI-CGCM	A1B	2,5	2,4	2,1	2,3	1,4	0,9	2,0	2,3	2,4	2,7	2,5	2,5	2,2	1,9	1,7	2,5	2,4

Quelle: Nils Feske, 2009

Decadal Variability and Shift of 12-Month-Mean Temperature in the Dresden Area

Observation January 1961- August 2011 and projection 1961-2100

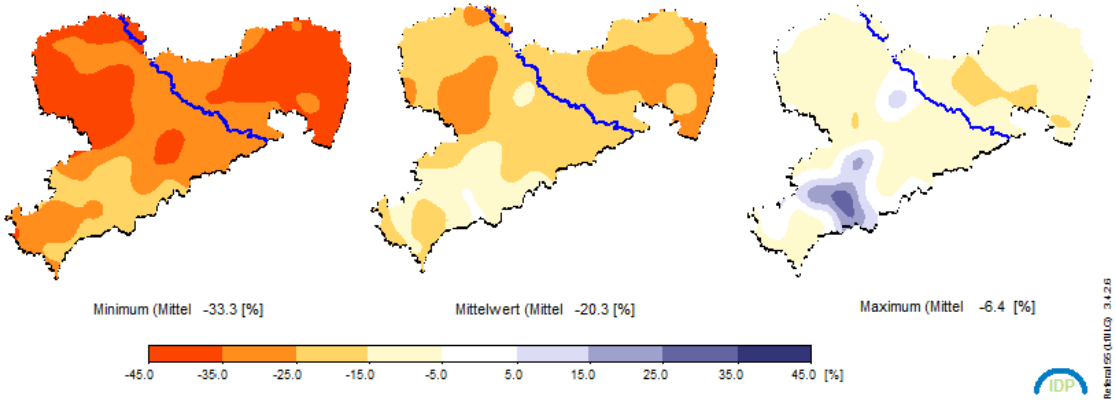


Source: DWD, LfULG 2011

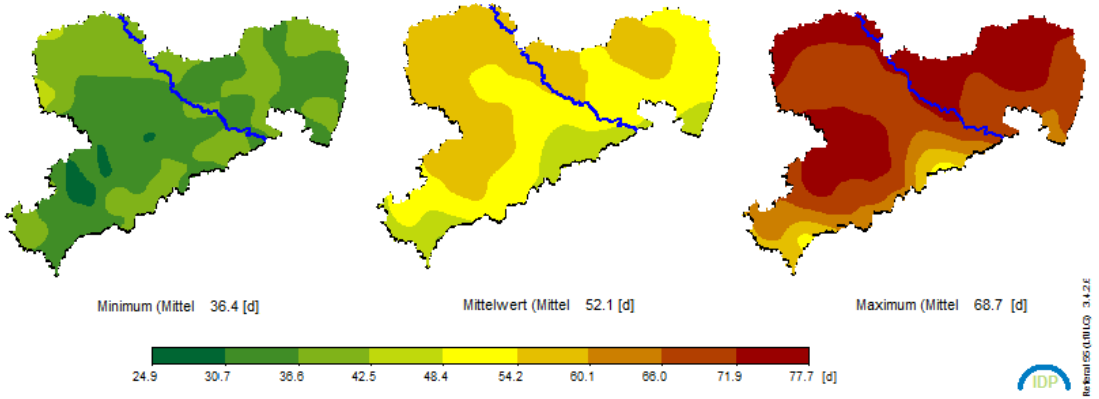
Projektionen der Klimaänderung für Sachsen 2071-2100 vs. 1961-1990

(Ensemble mehrere Modelle mit dem Emissionsszenario A1B)

Sommerniederschlag		
Min	Mittel	Max
-33,3 %	-20,3 %	-6,4 %



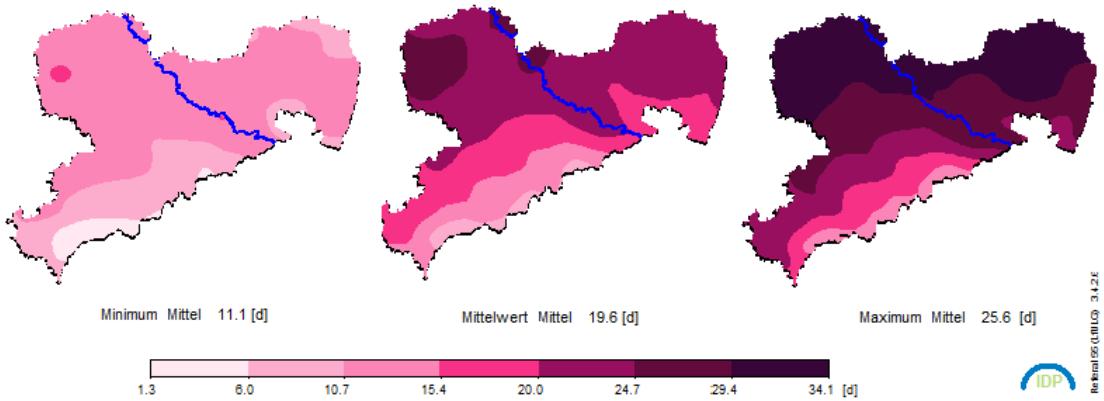
Mittlere Vegetationsdauer		
Min	Mittel	Max
+36,4 d	+52,1 d	+68,7 d



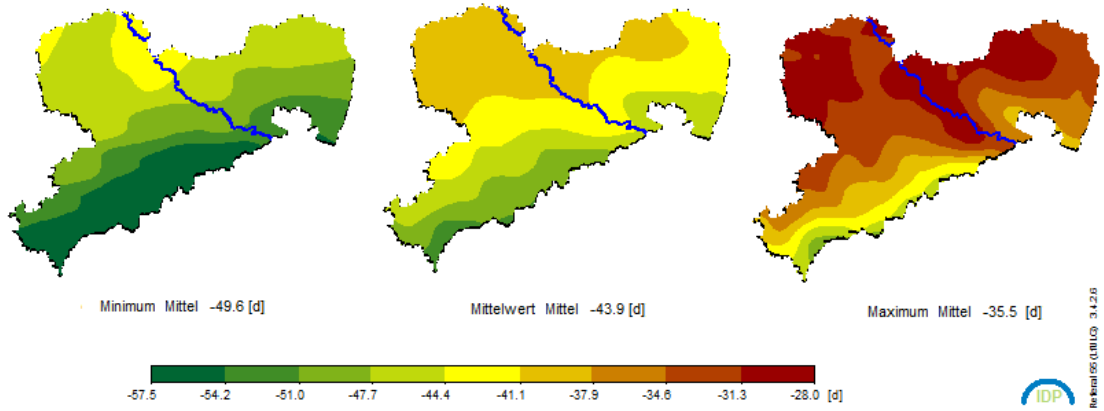
Projektionen der Klimaänderung für Sachsen 2071-2100 vs. 1961-1990

(Ensemble mehrere Modelle mit dem Emissionsszenario A1B)

Heiße Tage $T_{max} \geq 30°C$		
Min	Mittel	Max
+11,1 d	+19,6 d	+25,6 d

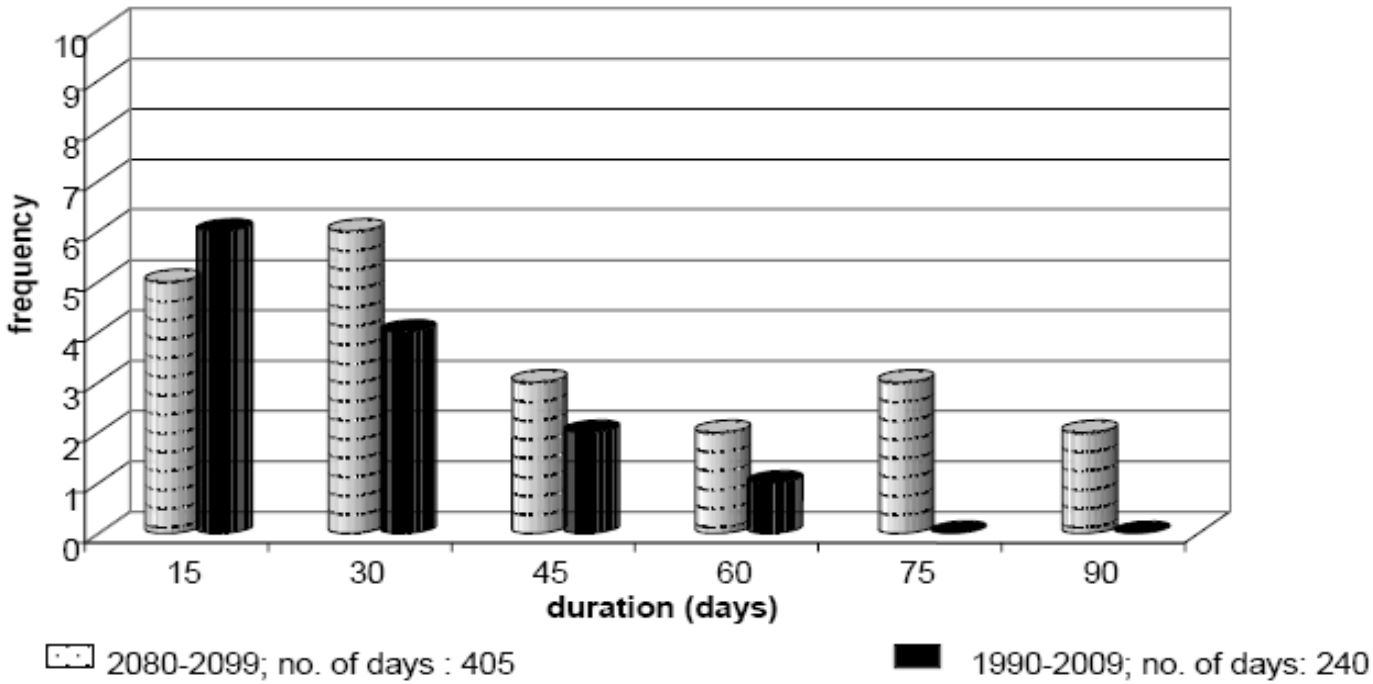


Frosttage $T_{min} < 0°C$		
Min	Mittel	Max
-49,6 d	-43,9 d	-35,5 d



Häufigkeiten und Andauern von Trockenperioden in Ostsachsen

Projizierte Trends für das 21. Jahrhundert



Change of frequency and duration of dry periods in east Saxony during vegetation period 1

Quelle: LfUG, WEREX III, 2004

Klimakooperation

Klimaforschung

Landwirtschaft

Wasserwirtschaft

International

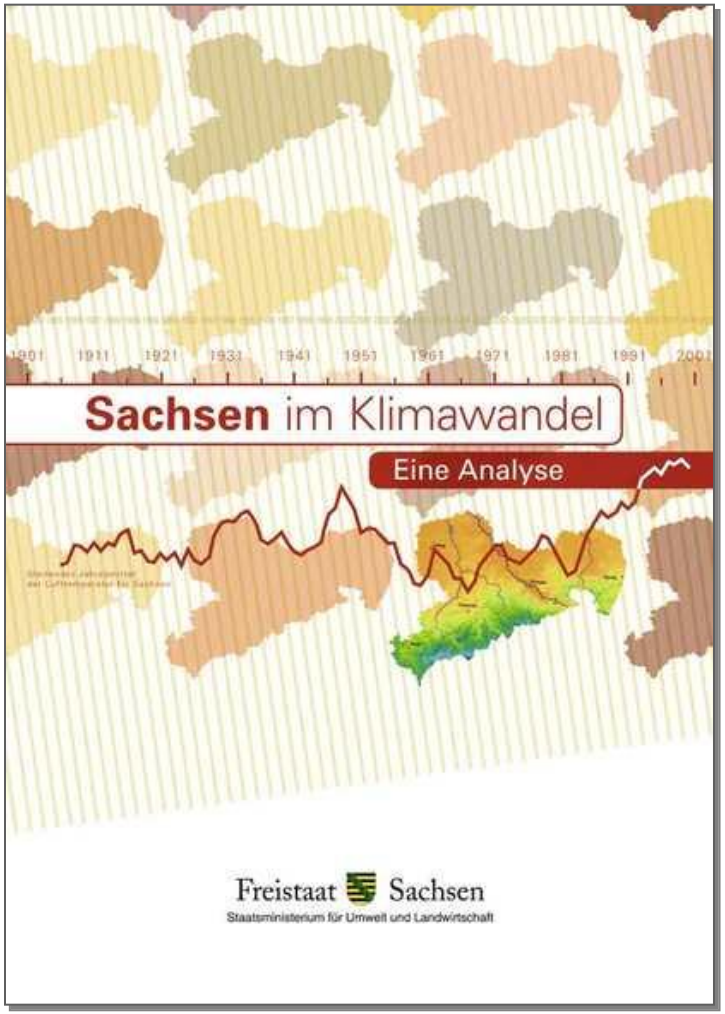
Klimaatlas Sachsen

Veröffentlichung
„Sachsen im Klimawandel“ 2008

systematische Darstellung langer meteorologischer Messreihen in Sachsen

Klimaelemente:
- Temperatur
- Niederschlag
- Strahlung
- Verdunstung

sowie abgeleitete Kenngrößen:
- klimatische Wasserbilanz
- Vegetationsperiode
- Waldbrandindex
- Schneehöhen

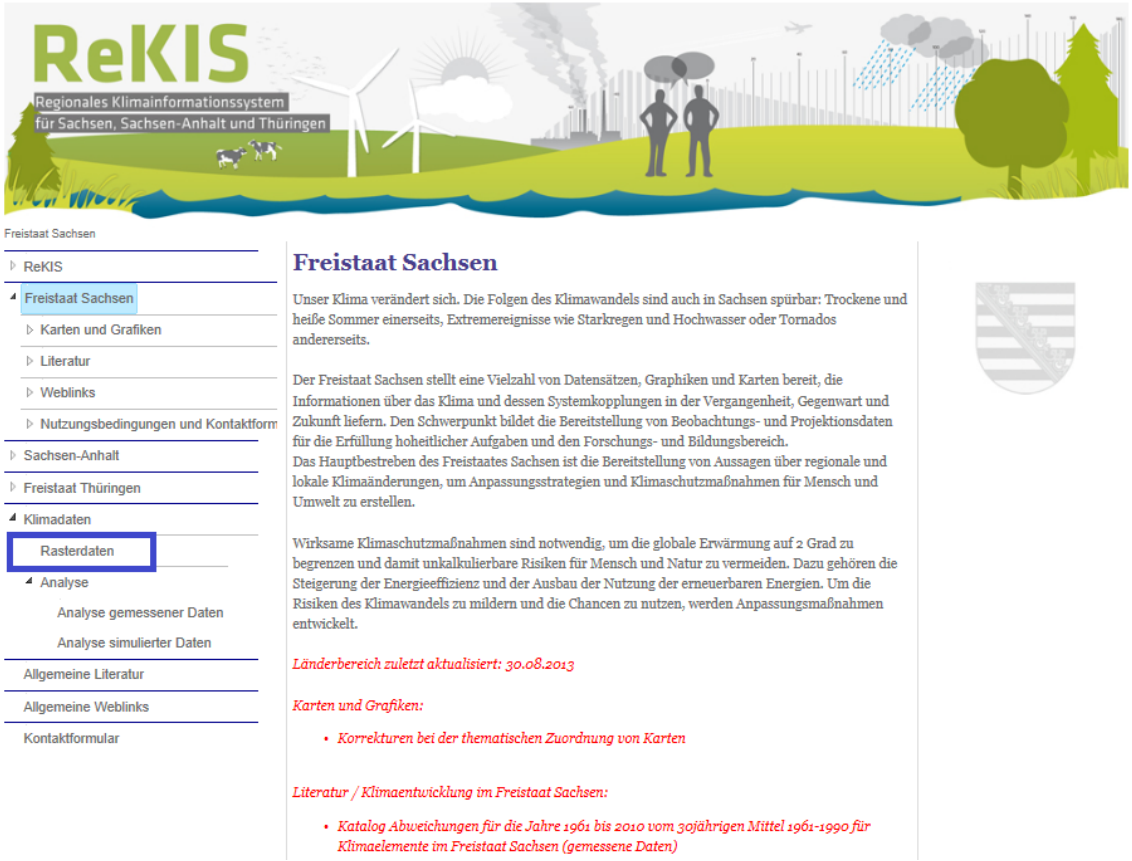


LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE

Freistaat
SACHSEN

Klimainformationssystem ReKIS

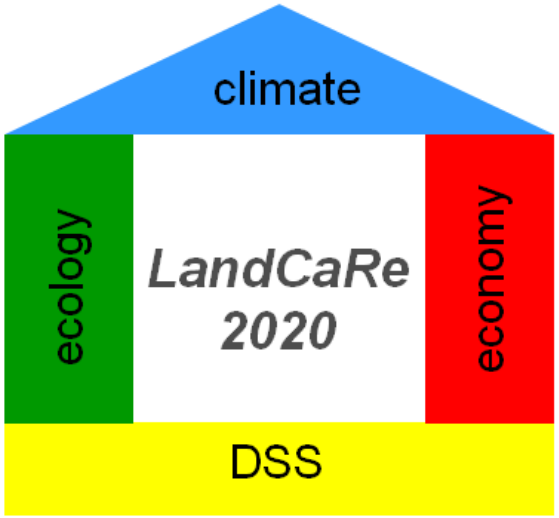
www.rekis.org



Land, Climate and Resources (LandCaRe) 2020 – Foresight and Potentials in Rural Areas under Regional Climate Change

Welche Maßnahmen sind für meinen Betrieb oder Standort geeignet, um Auswirkungen des Klimawandels zu begegnen?

Welche Effekte wird der Klimawandel auf Ökosystemleistungen im ländlichen Raum haben?

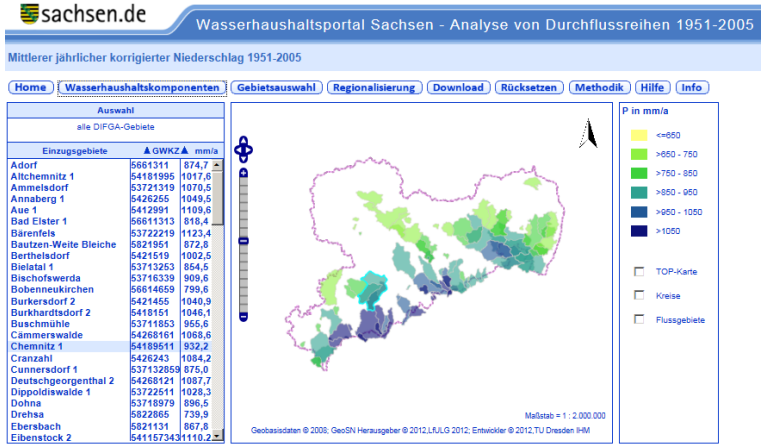


www.landcare2020.de

Wasserhaushaltsportal – Grundlage für die Entwicklung regionaler Anpassungsmaßnahmen in Forst-, Land- und Wasserwirtschaft

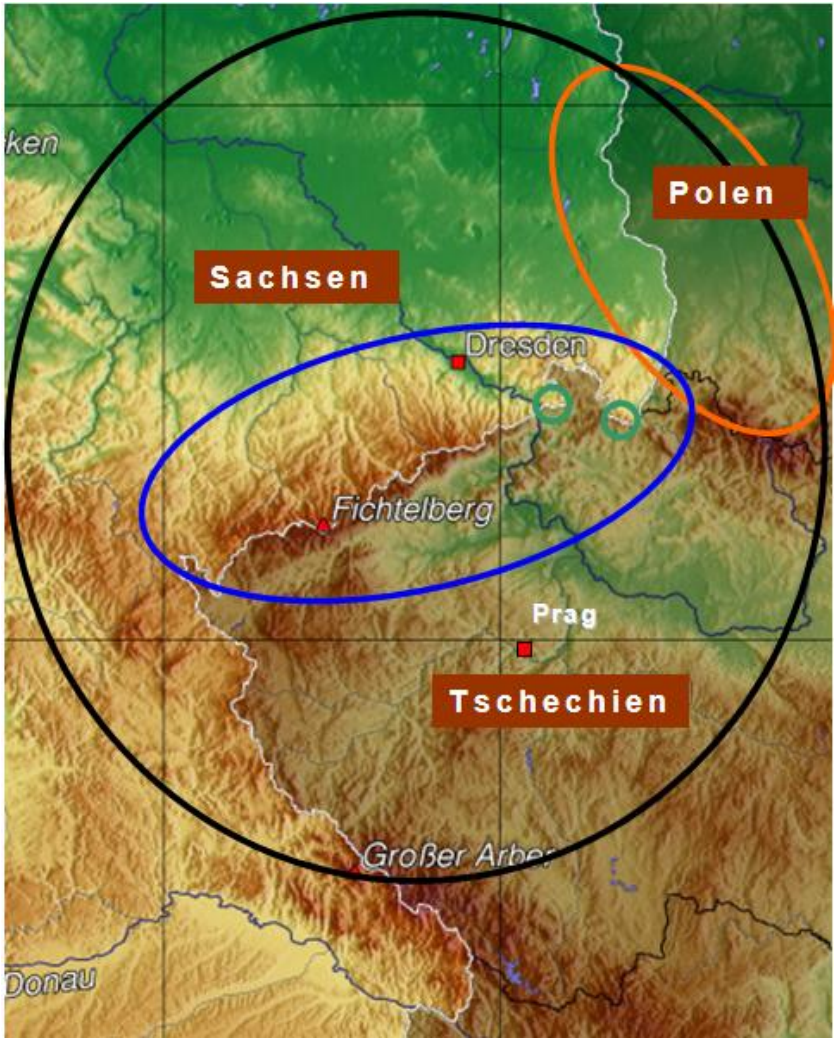
3 Säulenkonzept:

Säule A bereits umgesetzt:



www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/10881.htm

International



Laufende Klima-Projekte im sächsischen Grenzraum:

Interklim – Klimakooperation für den Sächsisch Böhmischen Grenzraum

Klaps – Klimawandel, Luftschadstoffe und Überschreitung der ökologischen Belastungsgrenzen im Sächsisch-Polnischen Grenzraum

Neymo - Lausitzer Neiße/Nysa Łużyckiej - Klimatische und hydrologische Modellierung, Analyse und Prognose

Grace – gemeinsam genutzte Grundwasserressourcen im Sächsisch-Tschechischen Grenzgebiet

Köszönöm a figyelmet