

## Seminarunterlagen

Workshop:	<b>„Information zu erwarteten Klimaänderungen in Sachsen, prognostizierbare positive und negative Auswirkungen für den Steillagenbau“</b>
Termin:	06. Dezember 2017
Veranstaltungsort:	Sächsisches Staatsweingut GmbH Schloss Wackerbarth

*Diese Veranstaltung wird gefördert durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER).*

*Vielen Dank für Ihre Unterstützung!*



Entwicklungsprogramm  
für den ländlichen Raum  
im Freistaat Sachsen  
2014 - 2020

Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des  
ländlichen Raums: Hier investiert Europa in die ländlichen Gebiete



Schloss Wackerbarth  
ERLESEN SÄCHSISCH

Zuständig für die Durchführung der ELER-Förderung im Freistaat Sachsen ist das Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL), Referat Förderstrategie, ELER-Verwaltungsbehörde.



Wissenstransfer-Projekt Sachsen

# Information zu erwartender Klimaänderungen in Sachsen

Janek Schumann MW

06.12.17



# RETURN ON INVESTMENT

Ertrag

Preis = Qualität + Reputation



# ipcc

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON  
climate change



## Arbeitsgruppe II des ICPP

“Apart from impacts on grapevine yield, higher temperatures are also **expected to affect wine quality** in some regions and grape varieties by changing the ratio between sugar and acids (...).

In Western and Central Europe, projected future changes **could benefit wine quality**, but might also demarcate new potential areas for viticulture (...).

(...). **Vineyards may be displaced geographically beyond their traditional boundaries** (“terroir” linked to soil, climate, and traditions (...)) and, in principle,

**wine producers could adapt to this problem by growing grape varieties that are more suited to warmer climates.** (...).

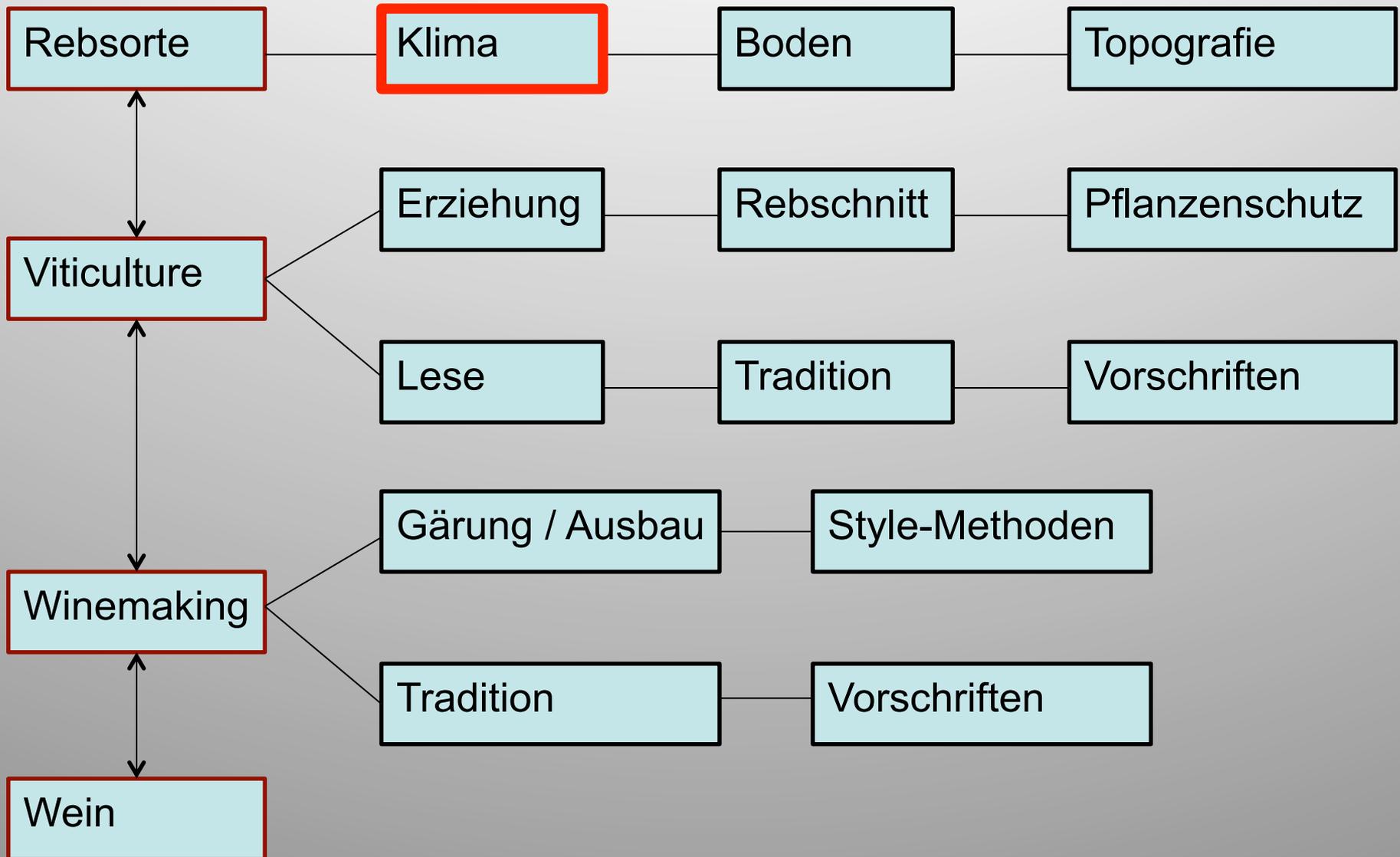
It would become very difficult, for example, to produce fine wines from the cool-climate Pinot Noir grape within its traditional “terroir” of Burgundy under many future climate scenarios (...).“23

# INHALT UND ZIELSTELLUNGEN DES WORKSHOPS

1. Allgemeine klimatische Einflussfaktoren
2. Projektionen global / national
3. Aktuelle Klimaentwicklung und zukünftige Projektionen für Sachsen
4. Klima vs. Style und Qualität
5. Implikationen für das sächsische Weinanbaugebiet, Anpassungsstrategien

# 1. Allgemeine klimatische Einflussfaktoren

# Variablen im Prozess von der Traube zum Wein



# Klima und Wein

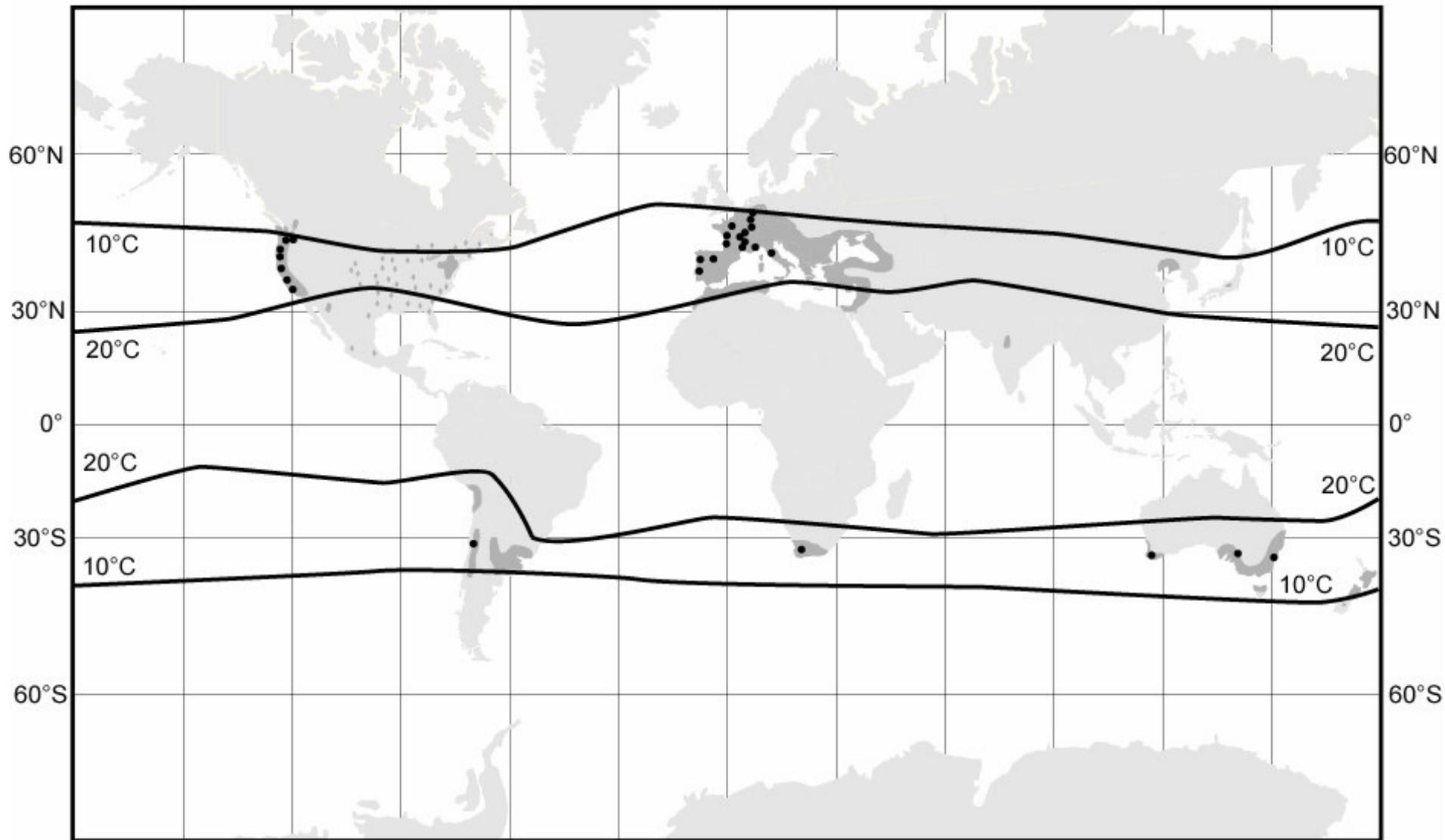
Weinbau nördliche Hemisphäre 35. – 50. Breitengrad,  
südliche Hemisphäre 30. – 45. Breitengrad

Hauptfaktoren: Temperatur, Wasserstatus, Radiation

Verschiedene Indexe/ Skalen u.a. Huglin Index, GST, GDD

Das Mesoklima in einer Region bestimmt Auswahl der  
Rebsorten sowie die Stilistik (Aroma, Struktur)

# World Viticulture Zones

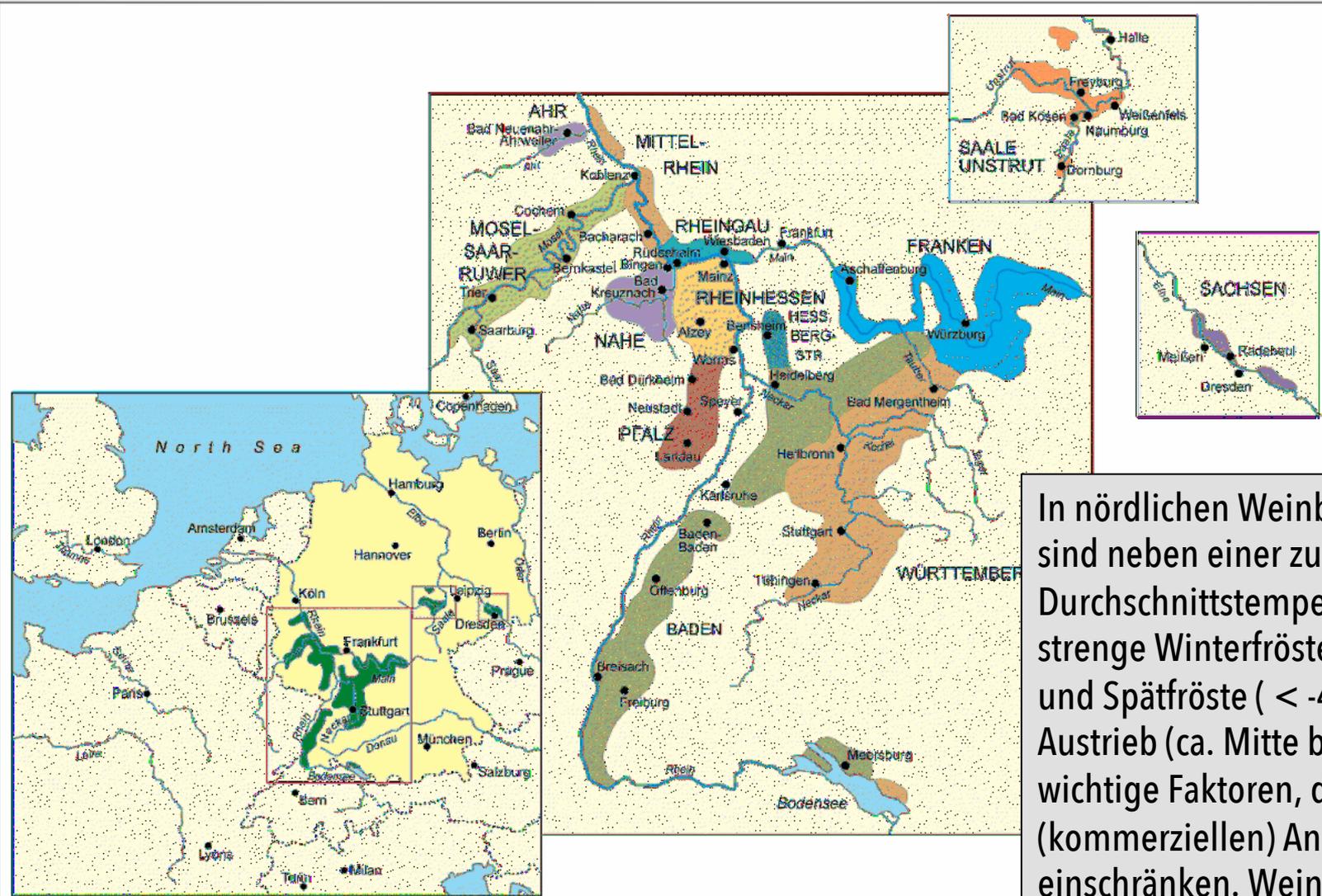


■ Viticulture Regions

# COOL CLIMATE



# Die deutschen Anbaugebiete



In nördlichen Weinbaugebieten sind neben einer zu geringen Durchschnittstemperatur ( $< 9^{\circ}\text{C}$ ) strenge Winterfröste ( $< -20^{\circ}\text{C}$ ) und Spätfröste ( $< -4^{\circ}\text{C}$ ) nach dem Austrieb (ca. Mitte bis Ende April) wichtige Faktoren, die den (kommerziellen) Anbau von Reben einschränken. Weinbau wird daher in nur klimatisch begünstigten Regionen betrieben (Flußtäler und Tiefebene).

# Definitionen Cool Climate GST Index

Very cool climate 13-14°C

Cool Climate 14-16°C (*Dr. A. Pirie*)

## Sachsen

1961 - 1990 14,00°C

1991 - 2015 15,17°C

2016 15,34°C

2017 15,56°C (*Wetterstation Dresden-Pillnitz*)

# COOL CLIMATE REGIONEN

Region	GST °C
Rio Negro, Argentinien	13,1
Oxford, England	14,5
Otago, Neuseeland	14,5
Champagne, Frankreich	14,7
Okanagan Valley, Kanada	15,1
Marlborough, Neuseeland	15,4
Dresden-Pillnitz, Sachsen	15,56 (2017)
Geisenheim, Rheingau	15,8

Source:  
ICCWS

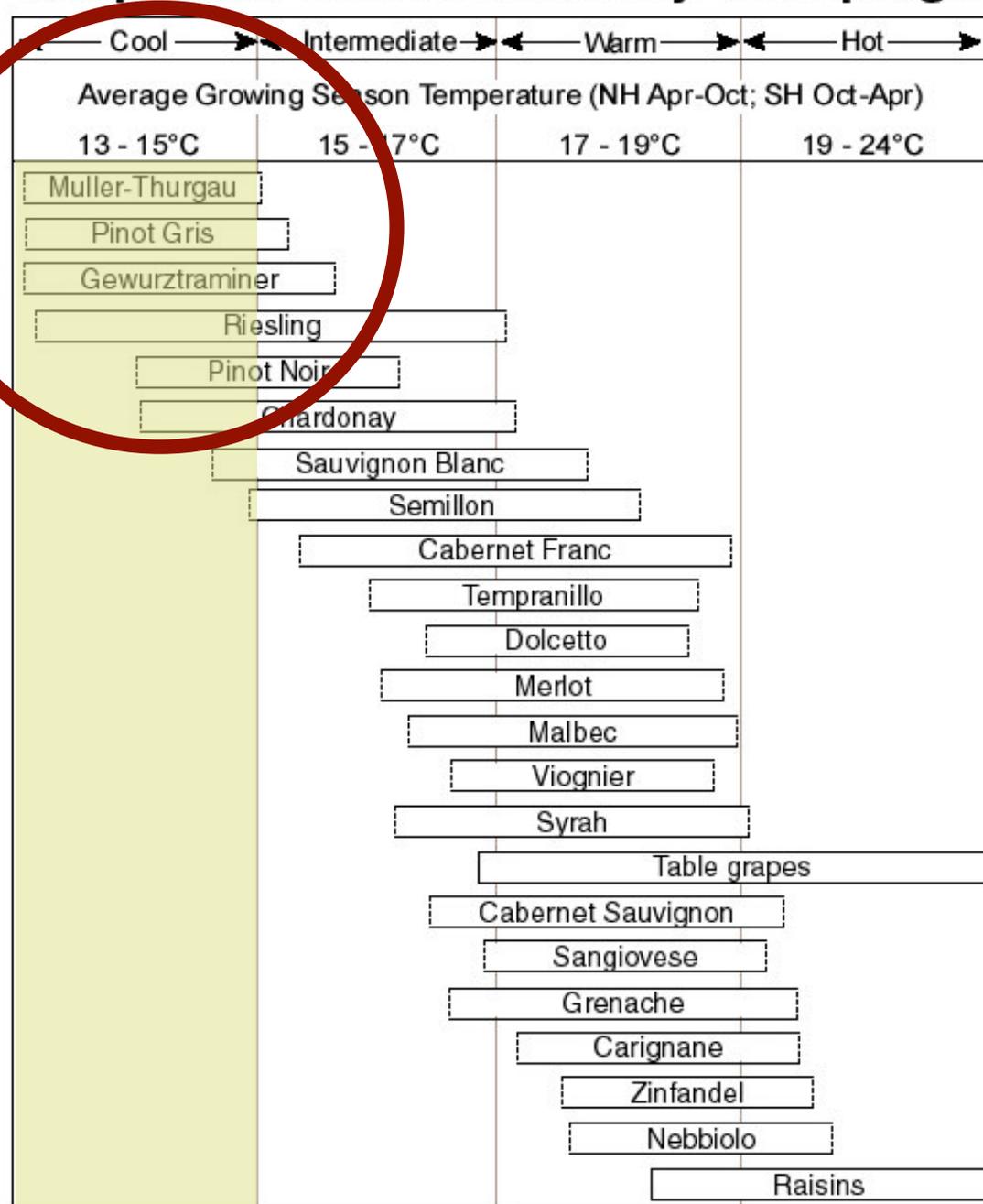
# Cool Climate Region Trends

Location	Time Period	Trend (°C/decade)	Trend (°C, POR)	Current GSTavg (°C)
Malleco, Chile	1932-2016	+0.12°C	+1.0°C	13.2
Rio Negro, Argentina	1952-2015	+0.10°C	+0.7°C	13.1
Puget Sound, USA	1892-2016	+0.11°C	+1.5°C	13.4
Leelanau Peninsula, USA	1895-2015	+0.11°C	+1.3°C	14.4
Okanagan Valley, Canada	1900-2015	+0.10°C	+1.2°C	15.0
Niagara, Canada	1883-2015	+0.15°C	+2.0°C	15.8
Nova Scotia, Canada	1913-2015	+0.13°C	+1.3°C	14.1
Tasmania, Australia	1893-2015	+0.11°C	+1.4°C	15.8
Otago, New Zealand	1930-2016	+0.19°C	+1.6°C	14.5
Eastbourne, UK	1959-2015	+0.27°C	+1.5°C	14.9
Oxford, UK	1900-2015	+0.13°C	+1.5°C	14.5
Geisenheim, Germany	1900-2015	+0.14°C	+1.6°C	15.8
Zielona Góra, Poland	1973-2015	+0.35°C	+1.5°C	14.8
Maastricht, Netherlands	1955-2015	+0.13°C	+0.8°C	14.6
Gothenborg, Sweden	1961-2015	+0.23°C	+1.2°C	13.9
Aalborg, Denmark	1974-2015	+0.32°C	+1.3°C	13.2

# General Climate Suitability

- All varieties have inherent climatic thresholds for optimum quality and production characteristics
- Cool climate regions have growing seasons that tend to be 4.5-6.5 months in length (135-195 days frost free) and average from 13-15°C, 850-1389 GDD, or 1200-1800 HI
- Some regions can be found close to 12.0°C and tend to be dominated by hybrids

## Grapevine Climate/Maturity Groupings



Kurz- und langfristige Klimavariabilität beeinflusst Ertrag und Qualität

Extremereignisse: Hitze, Dürre, Frost, Regen, Hagel

In Abhängigkeit von Rebsorte, Häufigkeit und Dauer haben diese Faktoren einen wichtigen Einfluss auf den Weinbau

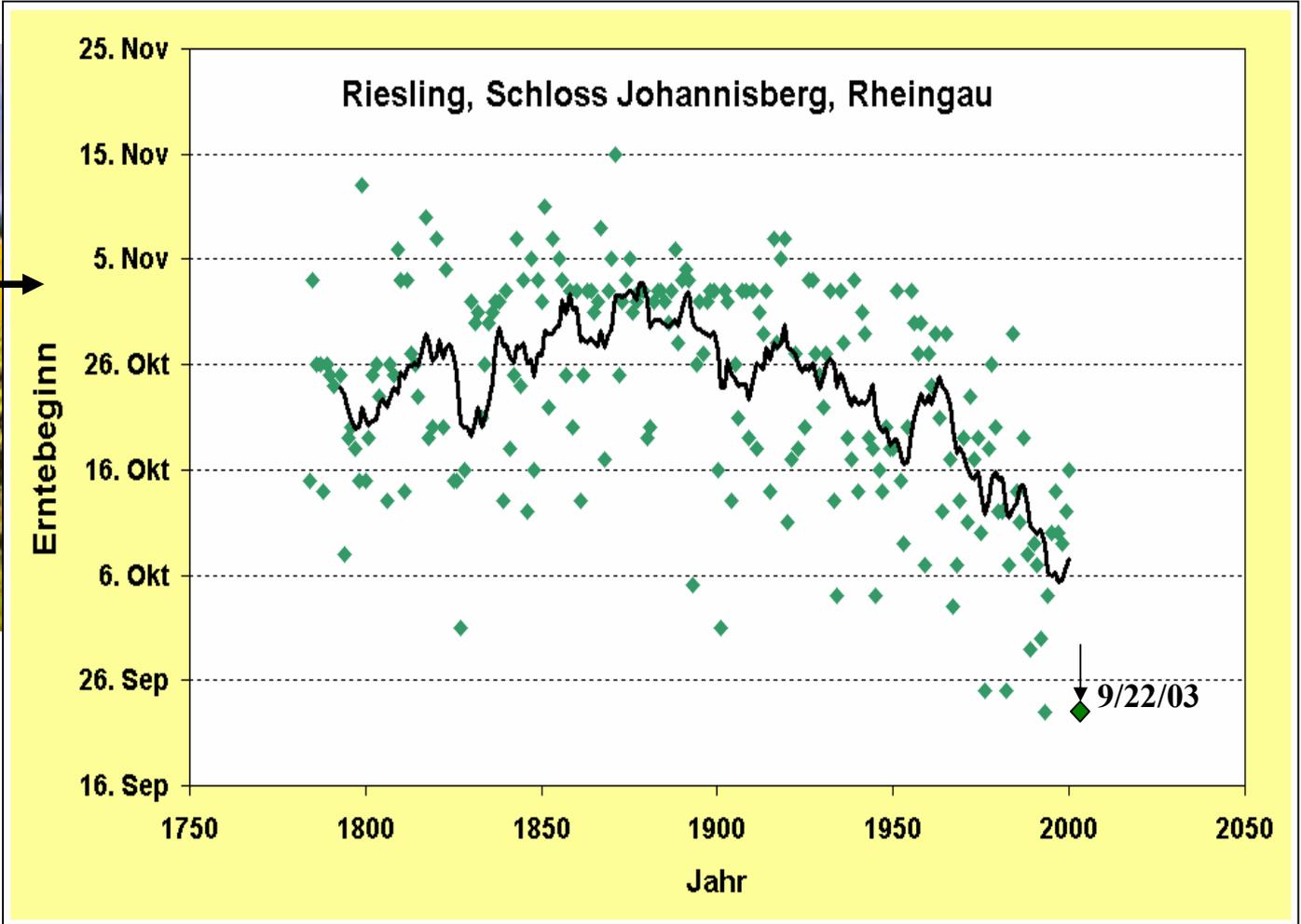
# Die klimatischen Mindestanforderungen der Weinrebe:

- 1.300 Stunden Sonnenschein pro Jahr
- eine Durchschnittstemperatur von mindestens 15° Celsius während der Rebblüte

und

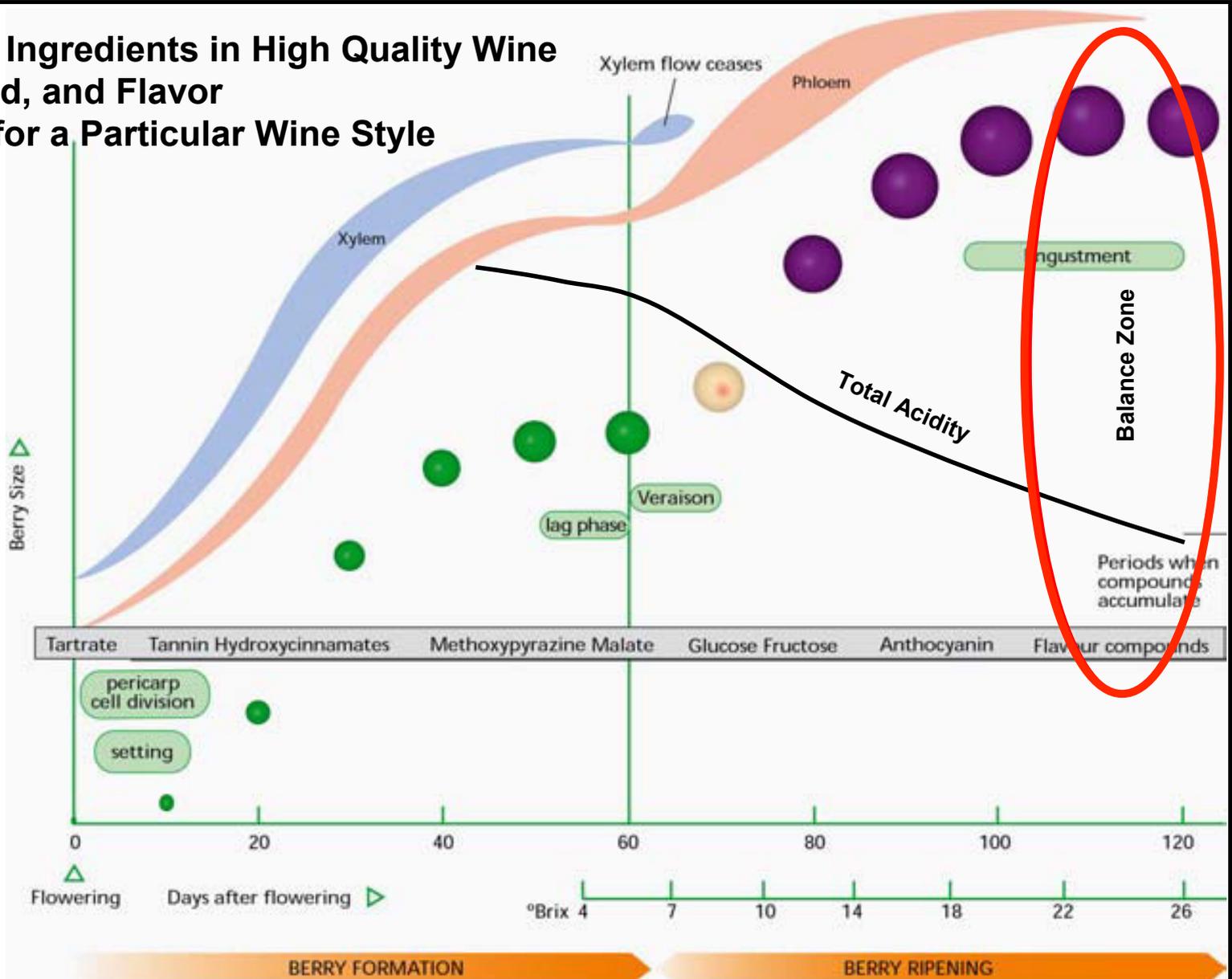
- 18° Celsius während der Vegetationszeit
- jährliche Niederschläge von mindestens 400 bis 500 mm

# Phenology as an Indicator for Climate Change



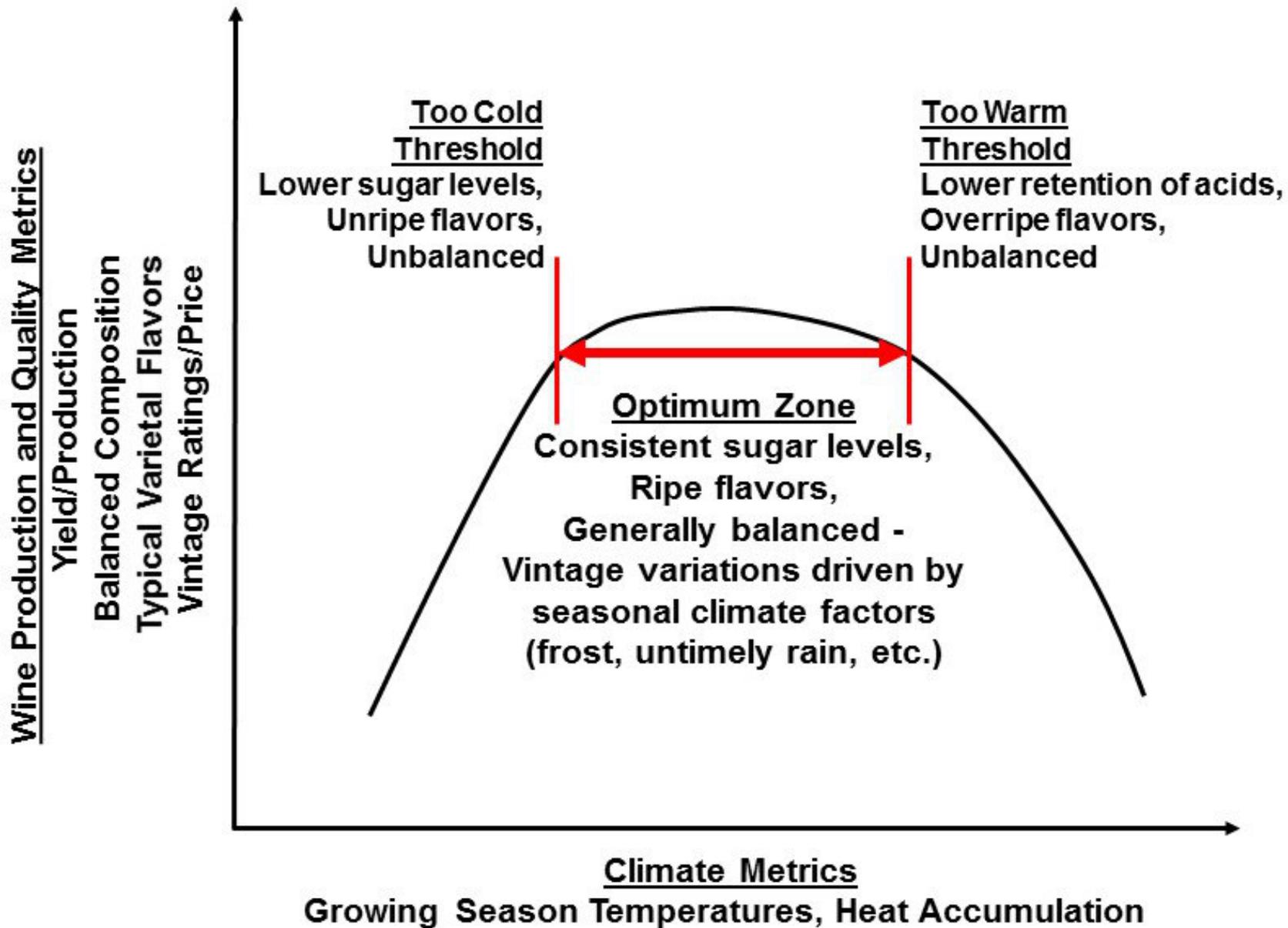
Stock, 2004

# Three Key Ingredients in High Quality Wine Sugar, Acid, and Flavor Balanced for a Particular Wine Style



*Australian Viticulture* from text: "Ripening berries – a critical issue" by Dr. Bryan Coombe and Tony Clancy (Editor, *Australian Viticulture*), March/April 2001. Illustration by Jordan Koutroumanidis and provided by Don Neel *Practical Winery and Vineyard* – via James Kennedy, OSU

# Klima und Qualität



# Cool climate Rebsorte unter verschiedenen Bedingungen

kühler



wärmer

Höhere Säure

typisches  
Aromaprofil

insgesamt balanciert



niedrigere Säure

Atypisches  
Aromaprofil

oft nicht balanciert

## 2. Projektionen global und national

# Klimawandel I

*Der Begriff des Klimawandels bzw. der anthropogenen Klimaänderung bezieht sich in erster Linie auf die aktuelle **vom Menschen verursachte Veränderung des globalen und regionalen Klimas**. Allgemein umfasst eine Klimaänderung die **langfristigen Veränderungen des Klimas**, unabhängig davon, ob dies auf natürliche oder anthropogene Ursachen zurückzuführen ist.*

Die erstgenannte Bedeutung entspricht der in der Klimarahmenkonvention (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) verwendeten Definition von „Climate Change“ (UNFCCC 1992, Art. 1).

Der anthropogene Klimawandel ist Teil des globalen Wandels, tritt zusätzlich zur natürlichen Klimavariabilität auf und verändert die Umweltbedingungen vergleichsweise rasch, mit z.T. tiefgreifenden Folgen.

## Klimawandel II

Die Klimaänderungen der Vergangenheit lassen sich über die gemessenen oder aus verschiedenen Quellen rekonstruierten Klimaparameter nachweisen.

Ihre Analyse dient dem Verständnis des Klimasystems und seiner natürlichen Variabilität.

Der IPCC definiert daher „Climate Change“ allgemein als Klimaänderung mit den langfristigen Veränderungen des Klimas, unabhängig davon, ob dies auf natürliche oder anthropogene Ursachen zurückzuführen ist (IPCC 2007c; IPCC 2001).

Die zukünftige Entwicklung des Klimas wird auf der Basis dieses Verständnisses über Szenarien und Modelle in Projektionen abgeschätzt und beinhaltet daher stets Unsicherheiten („wahrscheinlicher Klimawandel“).

## Klimavariabilität

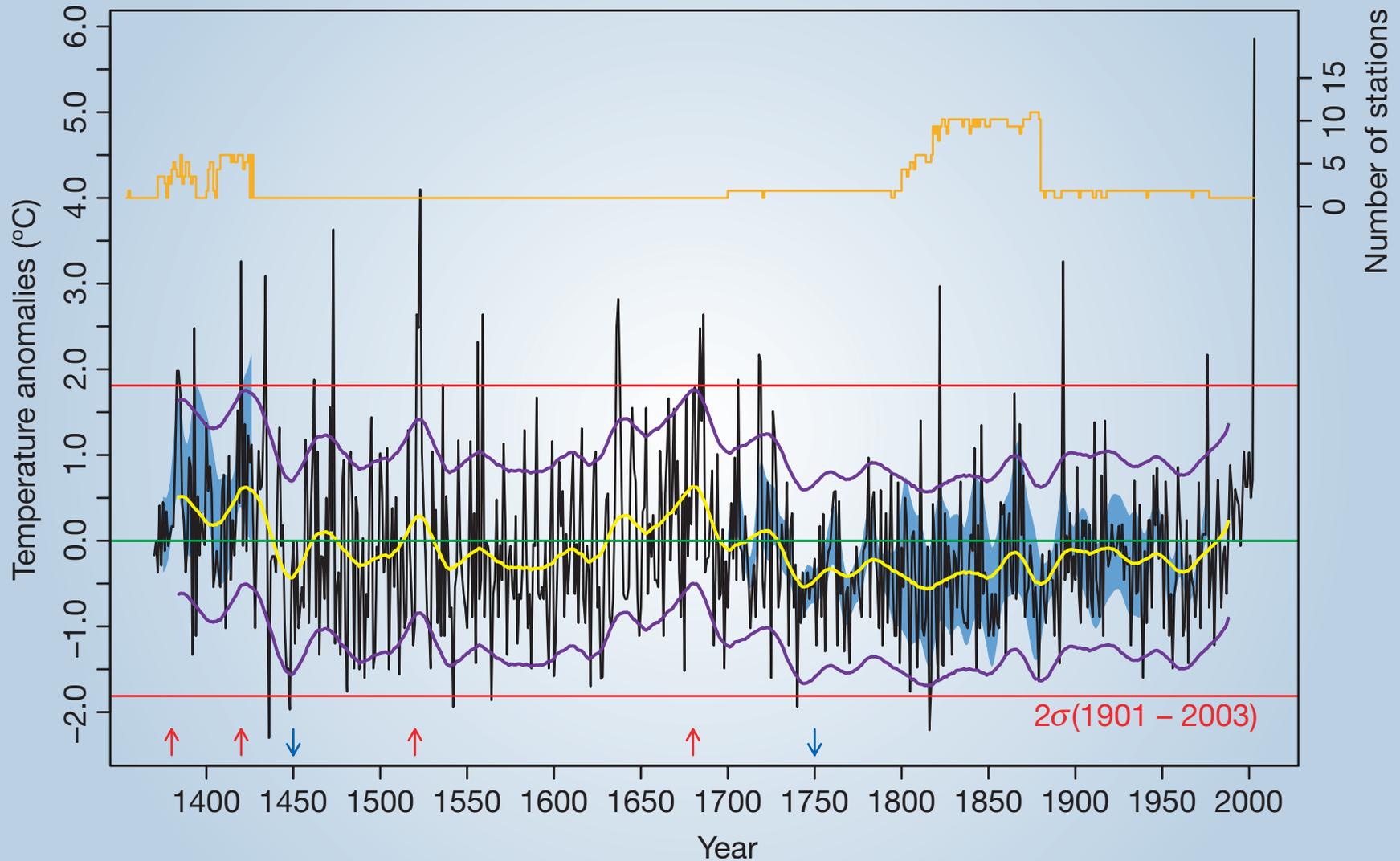
*Die Klimavariabilität bezeichnet die Schwankungen des mittleren Zustands und anderer statistischer Größen (wie Standardabweichungen, Vorkommen von Extremereignissen usw.) des Klimasystems auf allen zeitlichen und räumlichen Skalen.*

Da das Klimasystem ein nichtlineares System mit komplexer Dynamik ist, unterliegt es einer natürlichen Variabilität durch natürliche interne Prozesse (interne Variabilität).

Die Variabilität kann aber auch durch natürliche (z.B. Sonnenaktivität, Vulkanismus) oder anthropogene (z.B. Treibhausgasemissionen) äußere Einflüsse begründet sein (externe Variabilität).

In der Regel wird mit dem Begriff der Klimavariabilität der natürliche Prozess der Klimaschwankungen bezeichnet, wohingegen unter dem Begriff Klimawandel der vom Menschen verursachte Anteil der Klimaänderungen verstanden wird

# Klimamodelle - Historie, Gegenwart und Zukunft



**Figure 1** April–August temperature anomalies in Burgundy, France, as reconstructed from grape-harvest dates from 1370 to 2003.

# Klimamodelle

Das Klimasystem ist hochkomplex und enthält viele nicht lineare Wechselwirkungen

Da mit Hilfe von Klimamodellen das heutige bzw. historische Klima ziemlich genau simuliert werden kann, werden sie auch zur Berechnung des zukünftigen Klimas eingesetzt

Die Klimamodelle werden mit Annahmen, also mit Daten zu „Was-wäre-wenn“-Szenarien gefüttert, die zu Prognosen und nicht zu Vorhersagen der Zukunft führen

Die Ergebnisse dieser Klimaprojektionen sollen über das Klima der Zukunft näherungsweise Aufschluss geben, damit rechtzeitig auf Klimafolgen reagiert werden kann

# Klimamodelle

Derzeit wird bei den vielfältigen Emissionsszenarien noch häufig auf das Modell A1B zurückgegriffen

Das A1-Modell teilt sich in drei Gruppen, die unterschiedliche technologische Schwerpunkte im Energiesektor setzen: eine Gruppe geht von einer intensiven Nutzung fossiler Energie aus (A1FI), eine weitere von der Nutzung nicht-fossiler Energiequellen (A1T) und die dritte Gruppe geht von einer ausgewogenen Nutzung aller Quellen aus, somit von fossilen und nicht-fossilen Energiequellen (A1B)

Die Zukunftsprognosen sind je nach gewähltem Modellansatz unterschiedlich, wobei die meisten Klimamodelle eine weitere Temperaturerhöhung voraussagen

# Klimamodelle

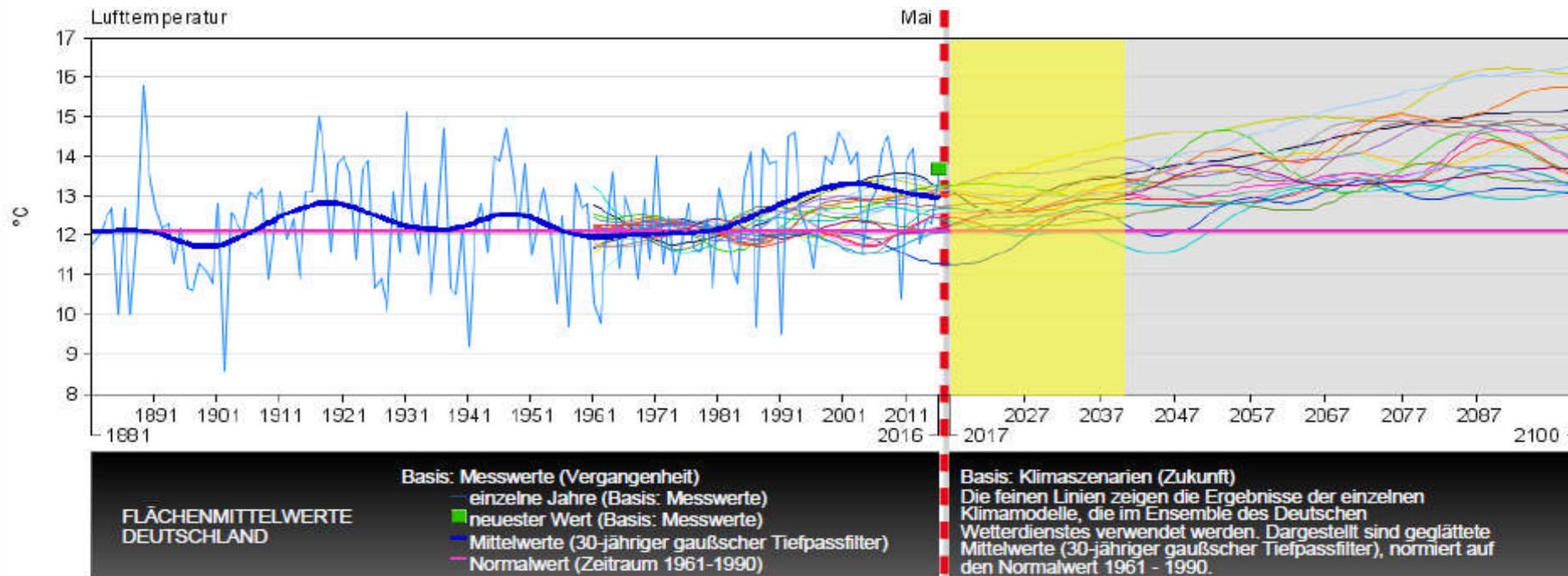
Für Europa würde unter Einbeziehung des A1B-Szenarios die Klimaerwärmung voraussichtlich nicht gleichmäßig erfolgen, sondern regionale und auch saisonale Unterschiede aufweisen

Einige Experten weisen auf die Besonderheit des europäischen Klimas hin, die mit dem Golfstrom zusammenhängt, der für das ungewöhnlich milde Klima in West-, Mittel- und Nordeuropa sorgt.

Das weitere Strömungsverhalten des Golfstroms wird neben der prognostizierten globalen mittleren Erwärmung ein weiterer relevanter Klimafaktor für den europäischen Weinanbau sein

1881 - 2016  
Deutschland

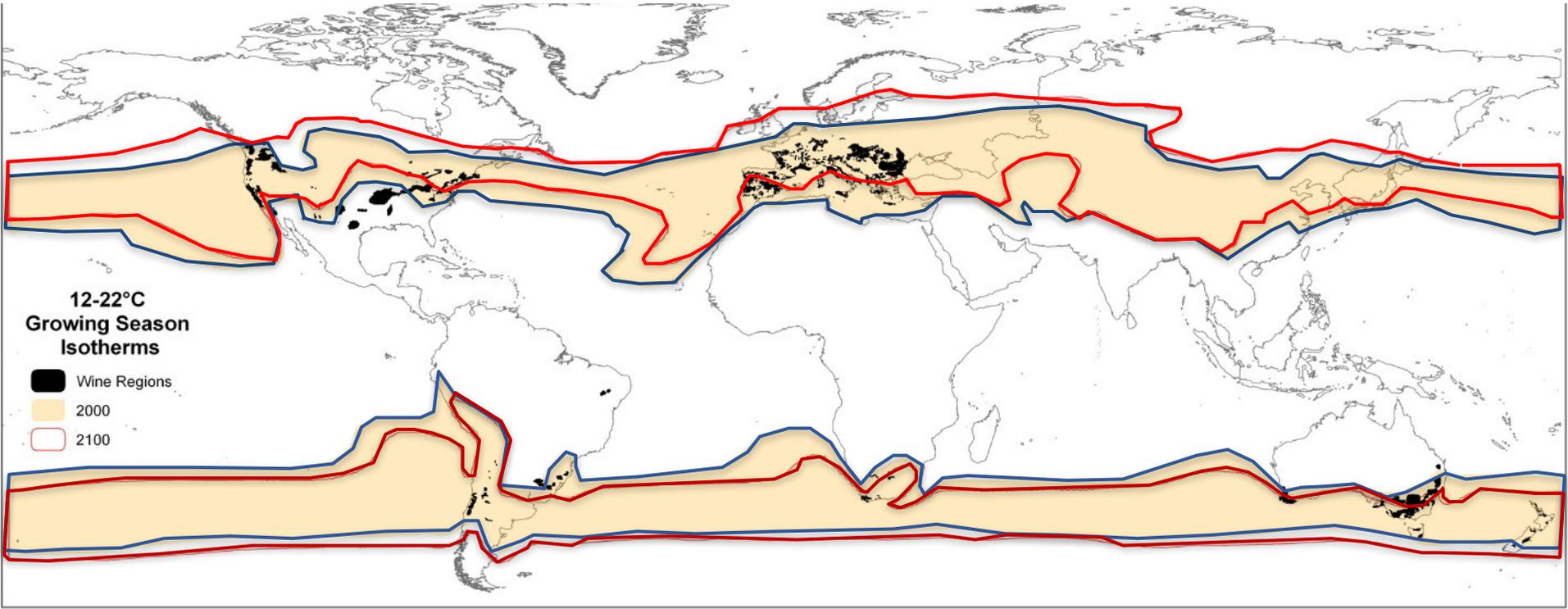
2017 - 2100  
Deutschland



Quelle: DWD.<sup>21</sup>

# Globale Weinbauzonen

Temperaturisotherme während der Vegetationsperiode (12-22 °C)  
Nordhemispäre (Apr.-Okt.), Südhemispäre (Okt.-April)

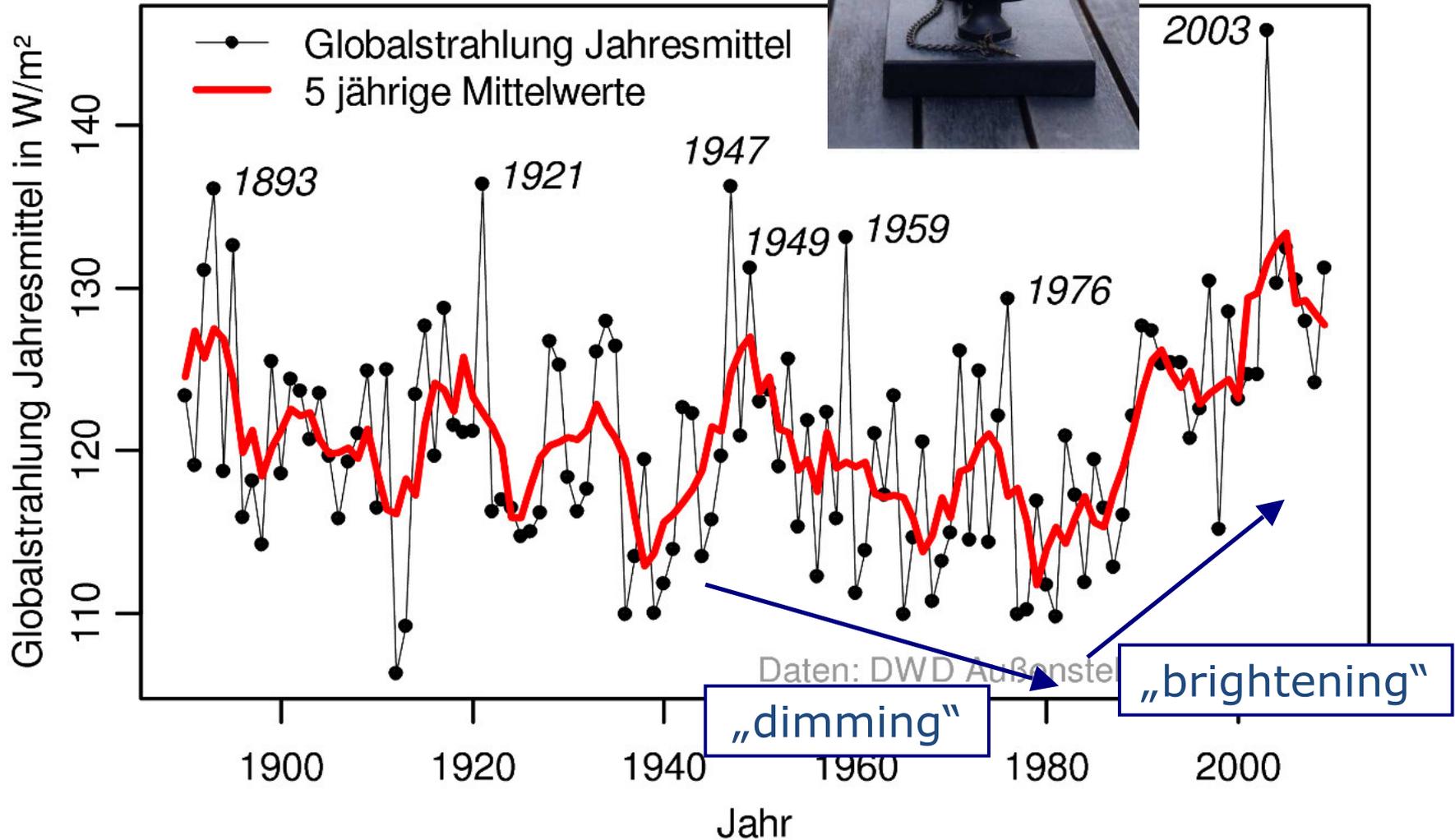


Isotherme verlagern sich zu den Polen ~280-500 km (Basis 2000)

National Center for Atmospheric Research's Community Climate System Model (CCSM) A1B (mid-range scenario): 1.4° x 1.4° Lat/Lon

Ausdehnung NH, Reduzierung SH

# KLIMAWANDEL: GLOBALSSTRAHLUNG (SONNENSCHNEINSTUNDEN)

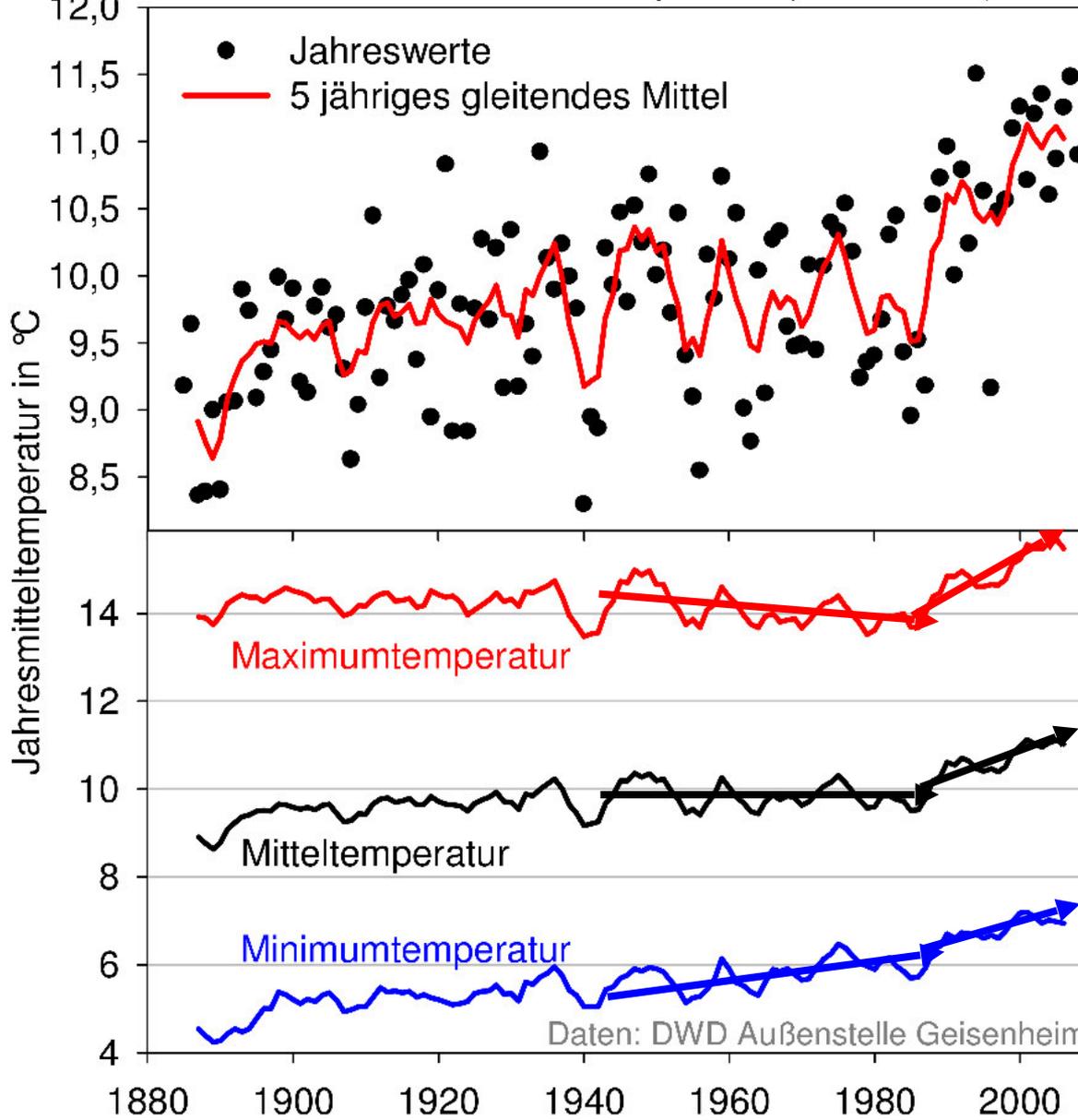


# KLIMATISCHE FOLGEN:

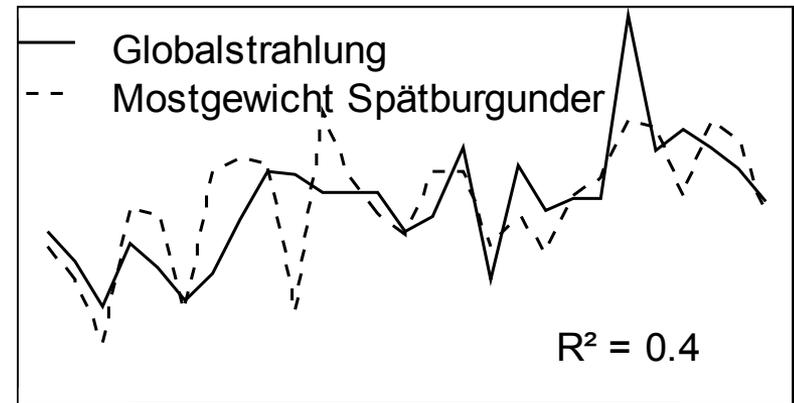
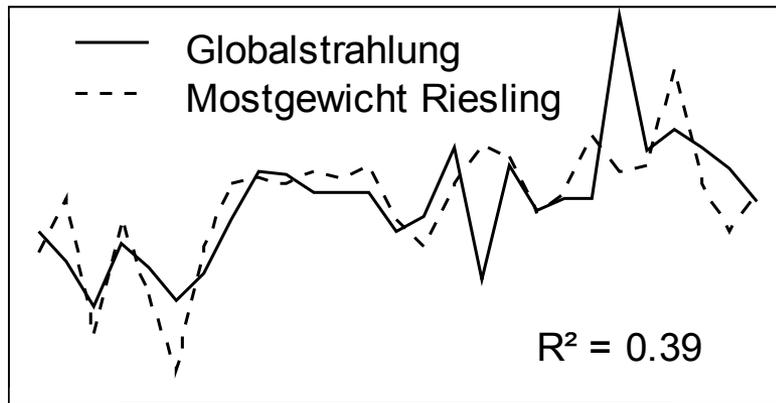
Möglicherweise „Dämpfung“ der Erderwärmung während der „dimming“ Phase

Erholung der Globalstrahlung ist wahrscheinlich mit ein Grund für die deutliche Erwärmung seit 1990

Geisenheim: Jahresmitteltemperatur (1888 -2008)

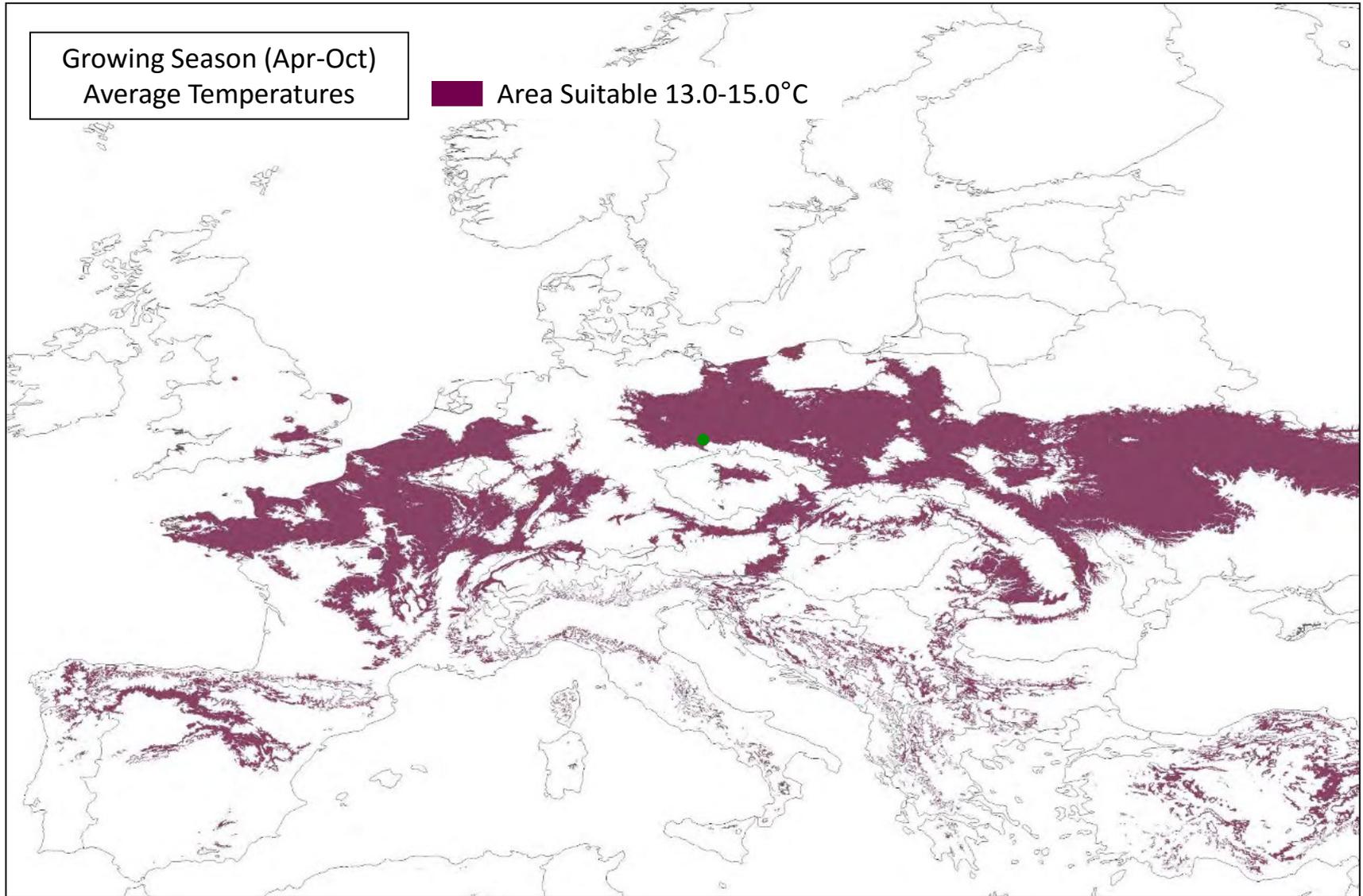


# Weinbauliche Folgen:



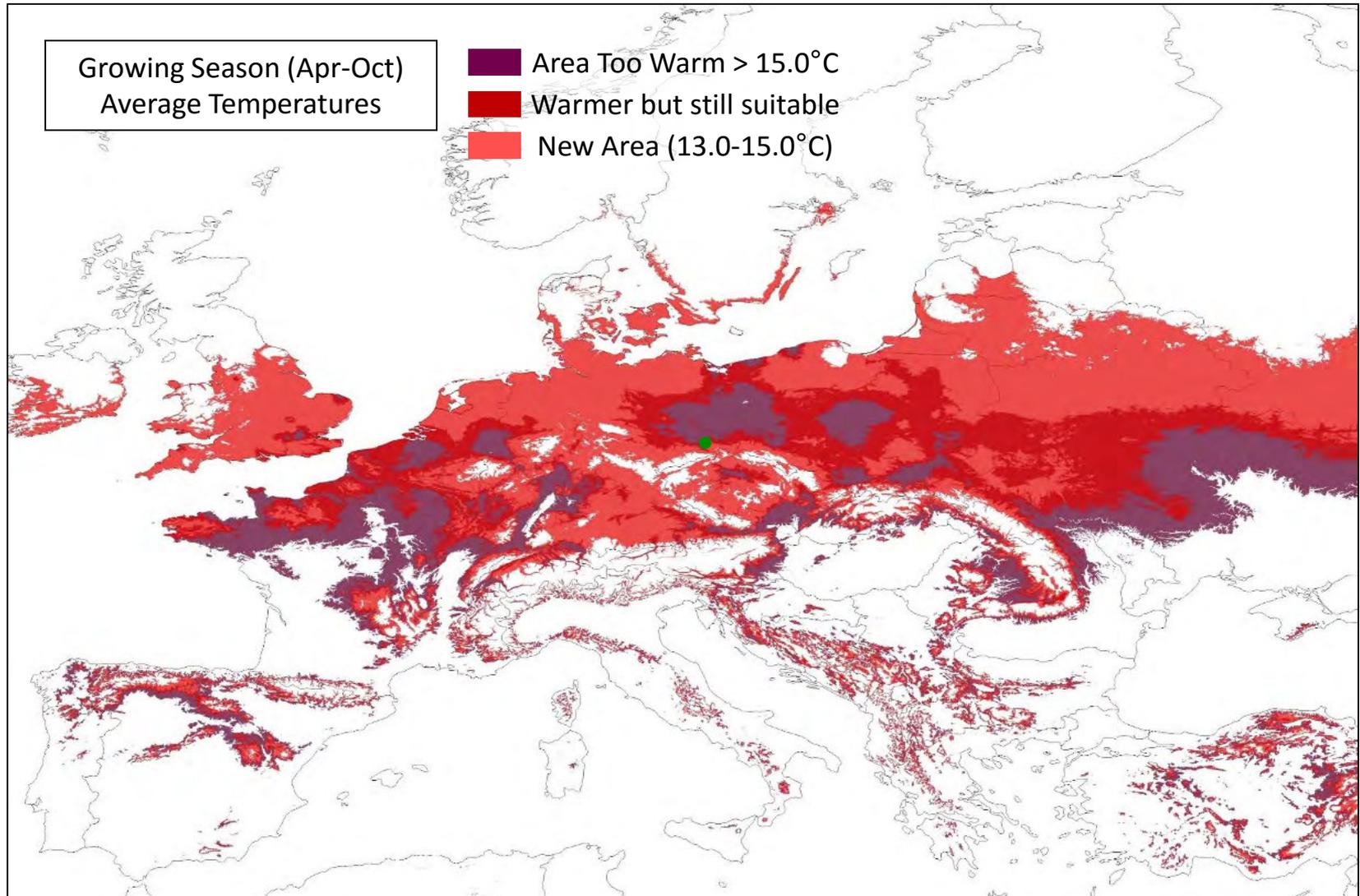
- **Globalstrahlung** allein kann etwa **40%** der jährlichen **Mostgewichtsschwankungen** erklären
- ausgefeiltere Ansätze erreichen 76% (Hoppmann 1993, 2004)
- *die restlichen 25% kann der Winzer beeinflussen*

# Cool Climate Zones in Europe



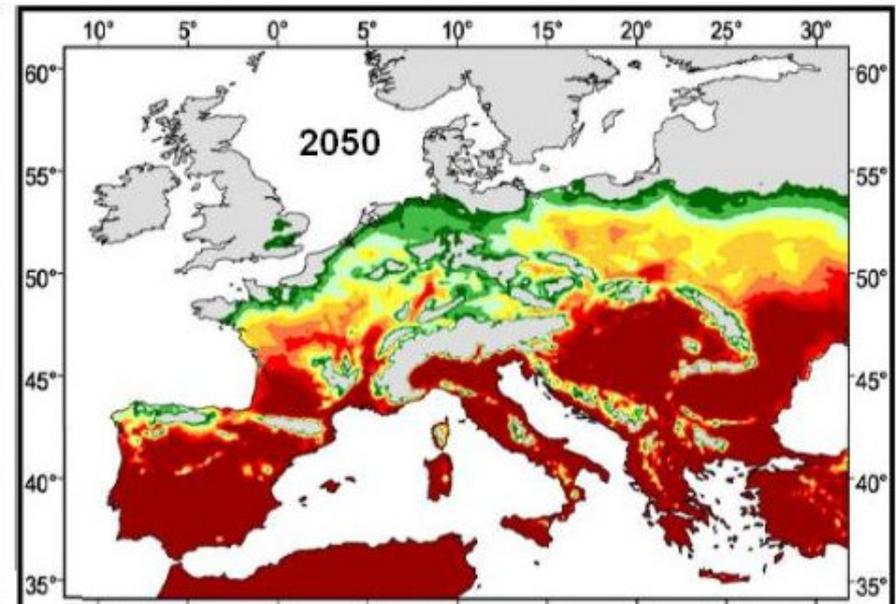
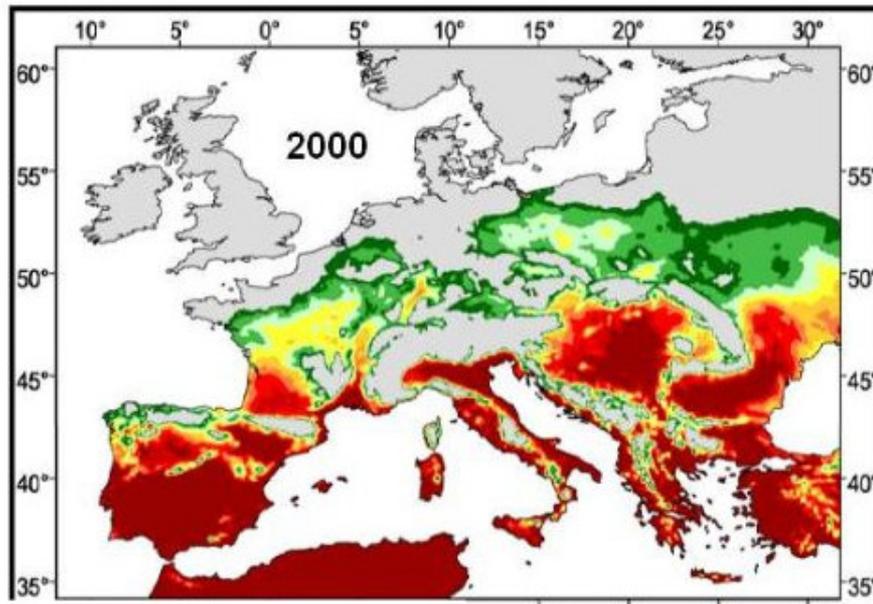
Represents 1950-2000 Average Growing Season  
Temperatures (WorldClim database, 1 km resolution)

# Cool Climate Zones in Europe +1°C



Represents ~1°C warming from the 1950-2000 time period for Average Growing Season Temperatures, based on an A1B emission scenario for 2050

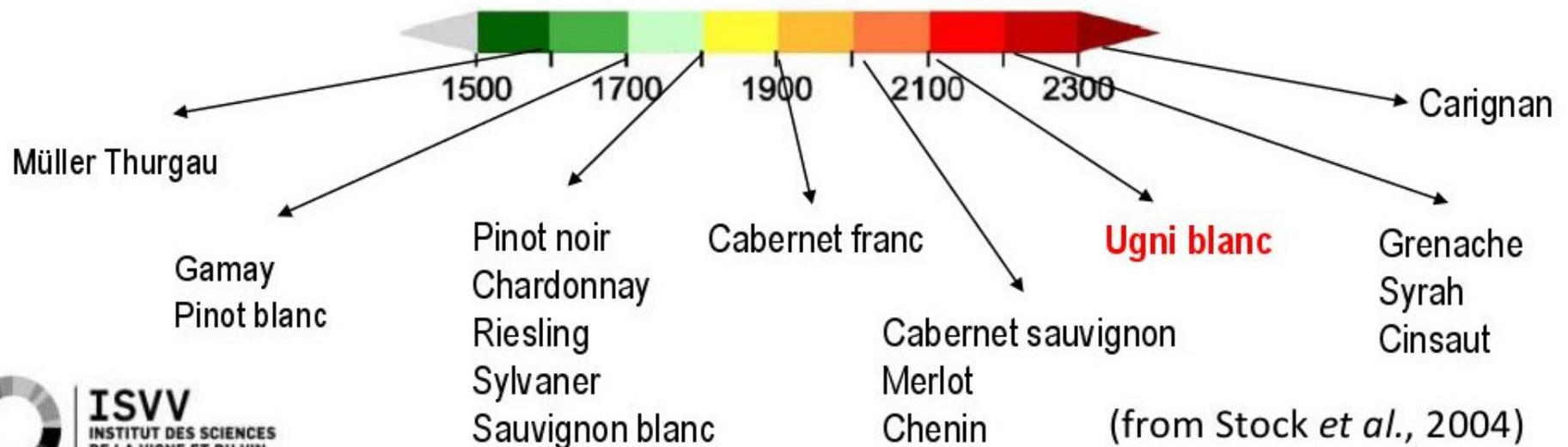
# Predicted Climate Change in Europe



$$H = \sum_{01/04}^{30/09} \frac{(T_{\text{moy}} - 10) + (T_{\text{max}} - 10)}{2} K$$

Huglin Index

Indice de Huglin



# Huglin-Index

Bioklimatischer Wärmeindex für Weinbaugebiete

Die Temperatursumme über der Temperaturschwelle von 10 °C wird berechnet und von April bis September summiert

Jede Rebsorte benötigt demnach eine bestimmte Wärmesumme, um auf Dauer in einem Gebiet mit Erfolg kultiviert werden zu können

Keine Berücksichtigung von topografischen Besonderheiten, d. h. in thermatisch begünstigten Weinlagen kann der Index wesentlich nach oben abweichen

# Huglin-Index

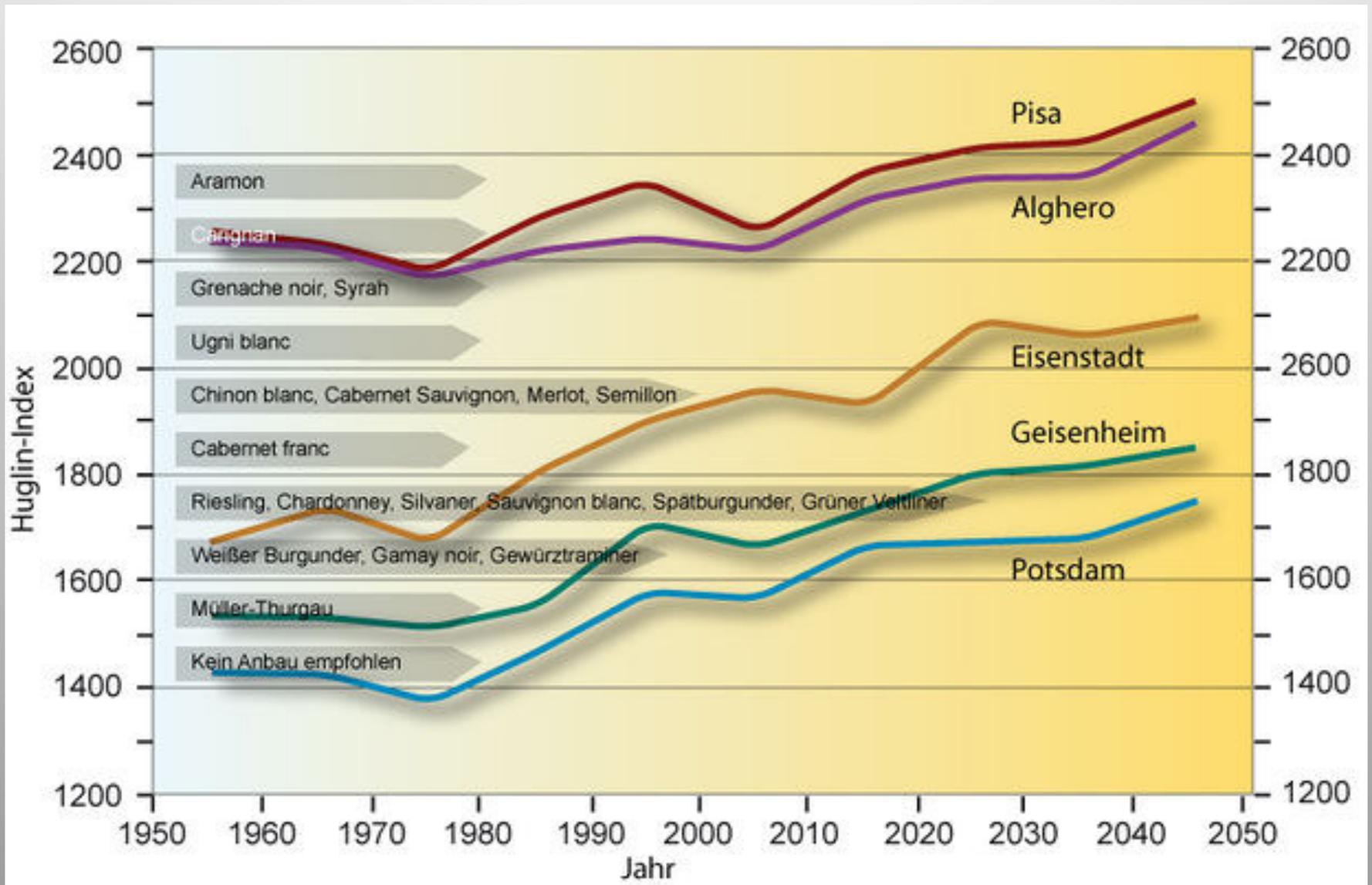
Es kann nur ermittelt werden, ob der Wärmebedarf bestimmter Sorten unter den entsprechenden thermischen Bedingungen erfüllt wird oder nicht

Er stellt im wesentlichen nur eine Minimalbedingung dar, ob ein Anbau spezifischer Sorten aus thermischer Sicht potenziell möglich ist

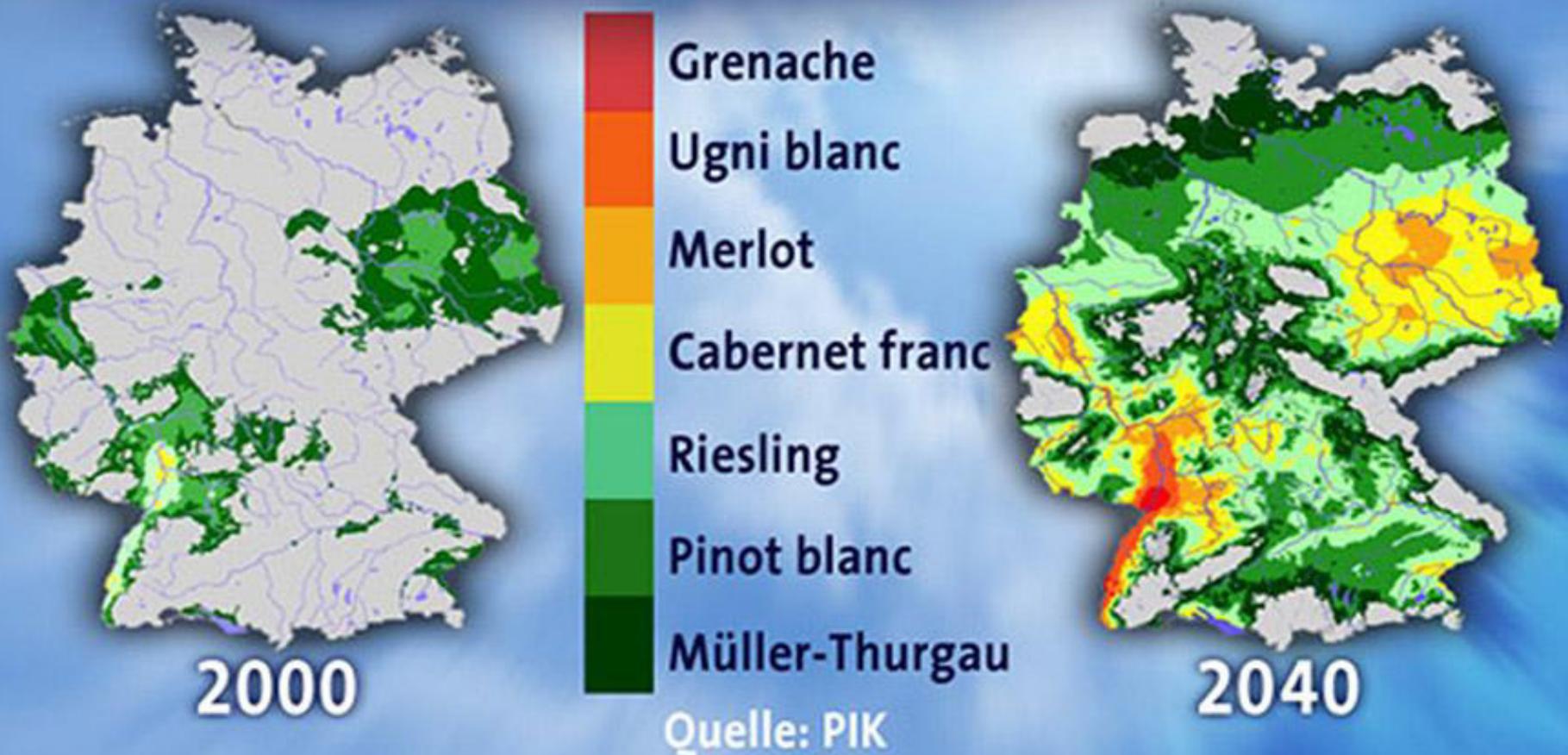
Insbesondere lassen sich aus ihm keine Aussagen zu anderen Einflüssen (Auftreten und Wirkung von Schaderregern, Bodeneigenschaften, Qualitätsmerkmale und dgl.) oder andere etwaige Anbauempfehlungen ableiten

**Tab. 1: Vorläufige Einteilung des Huglin-Index (HI) für kühlere Weinbauklimate (angepasst und ergänzt nach P. Huglin 1978)**

Huglin-Index	Sorte (Deutschland)	Sorte (Europa)
1.300–1.400	Siegerrebe, Ortega	
1.400–1.500	Müller-Thurgau, Bacchus	
1.500–1.600	Kerner, Portugieser, Regent	Gamay
1.600–1.700	Silvaner, Grauburgunder, Schwarzes Riesling	Chasselas, Pinot Meunier
1.700–1.800	Weißburgunder, Sauvignon Blanc, Spätburgunder	Sauvignon Blanc, Pinot Noir, Grüner Veltliner
1.800–1.900	Riesling, Scheurebe, Gewürztraminer	Chardonnay, Riesling, Tempranillo
1.900–2.000	Muskateller, Trollinger, Blaufränkisch	Merlot, Syrah, Viognier
2.000–2.100	Cabernet Cubin	Cabernet Sauvignon, Lagrein
2.100–2.200		Grenache, Cinsault, Sangiovese
2.200–2.300		Carignan, Trebbiano, Airen
2.300–2.400		Nebbiolo



# Weinbaumöglichkeiten heute und morgen



# 3. Klimaentwicklung / Projektionen für Sachsen

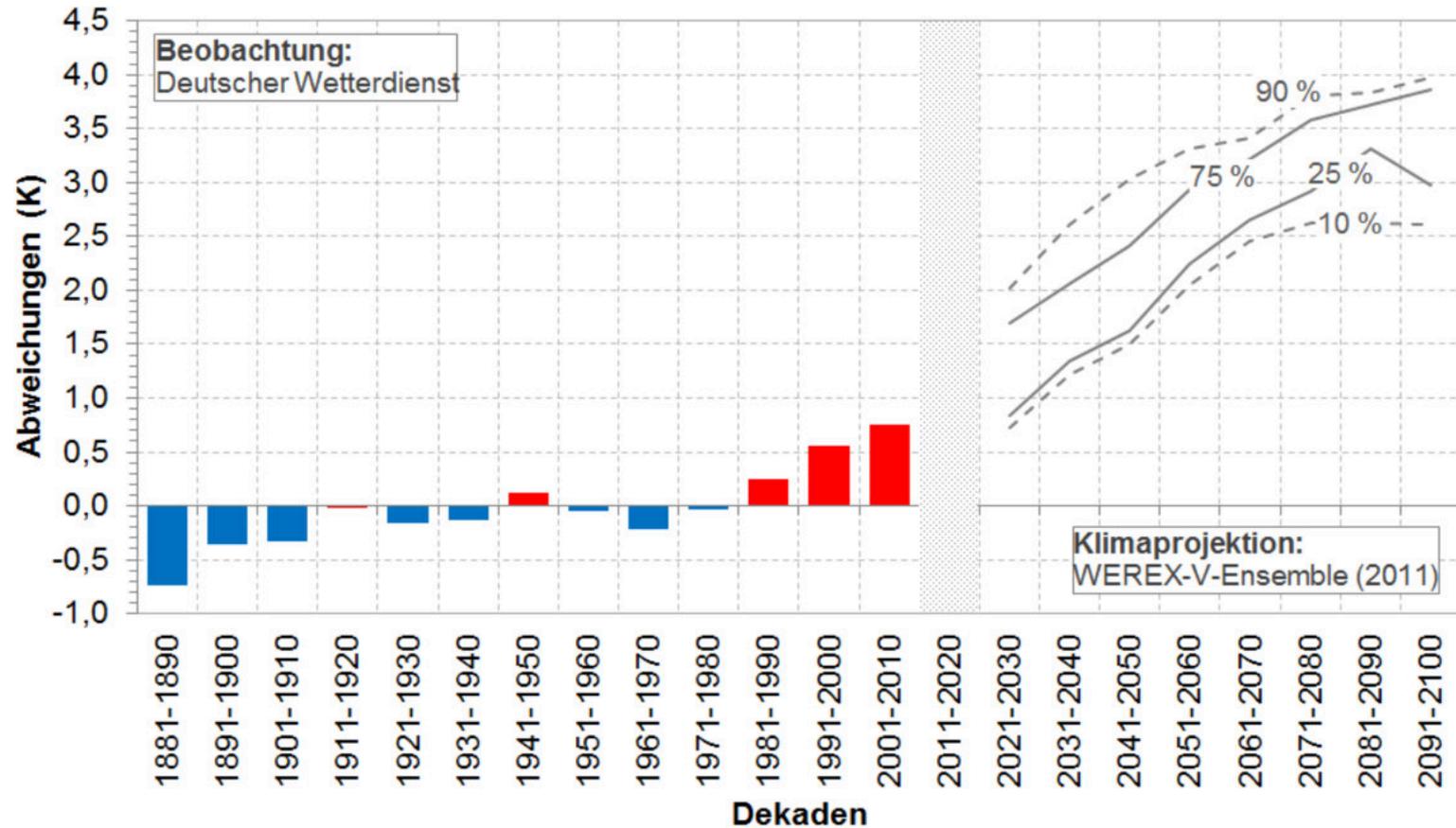
# ReKIS

Regionales Klimainformationssystem  
für Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen



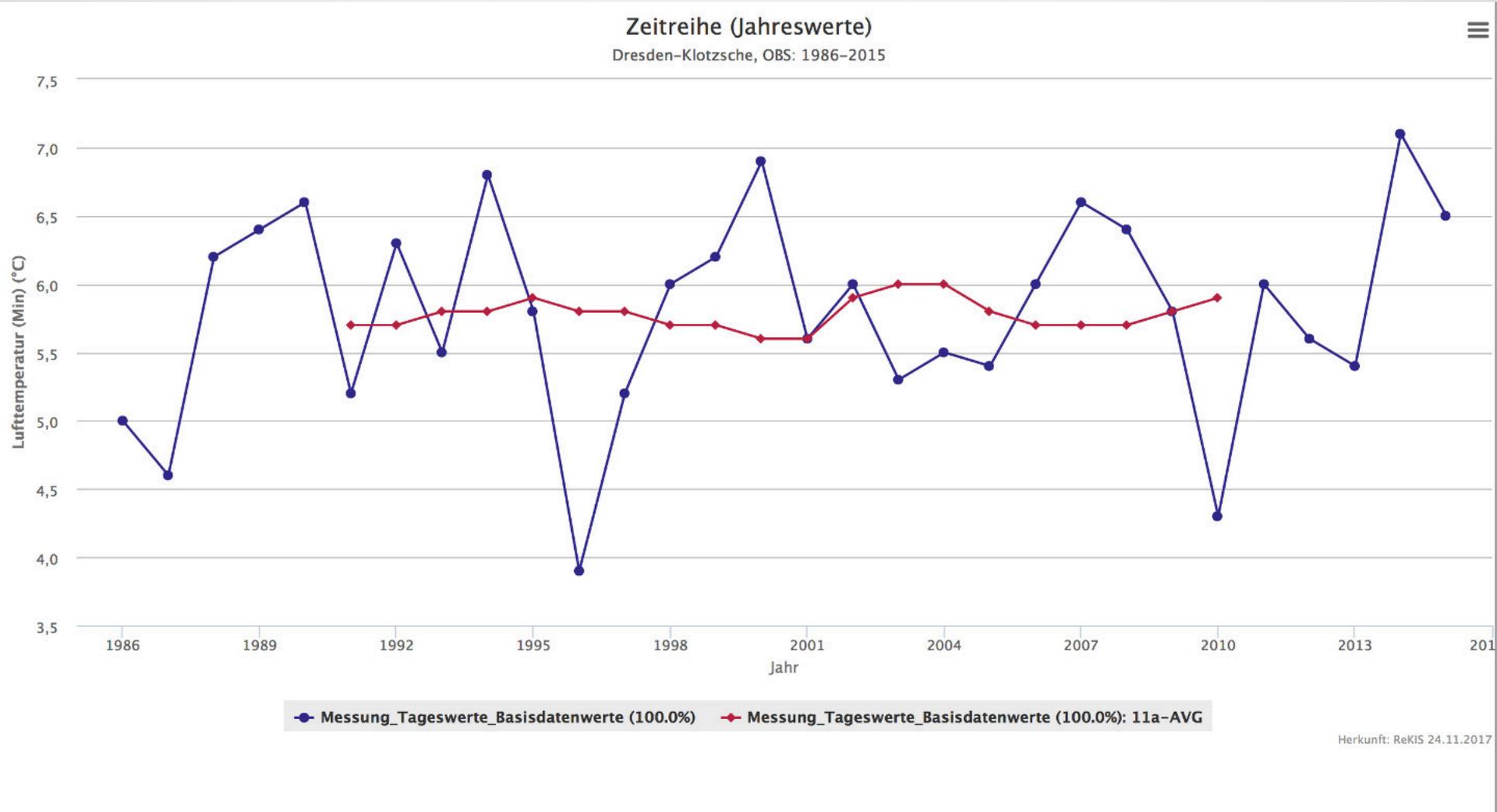
# Lufttemperatur

**Lufttemperatur in Sachsen 1881-2100: Jahr (Jan-Dez)**  
Abweichung gegenüber 1961-1990

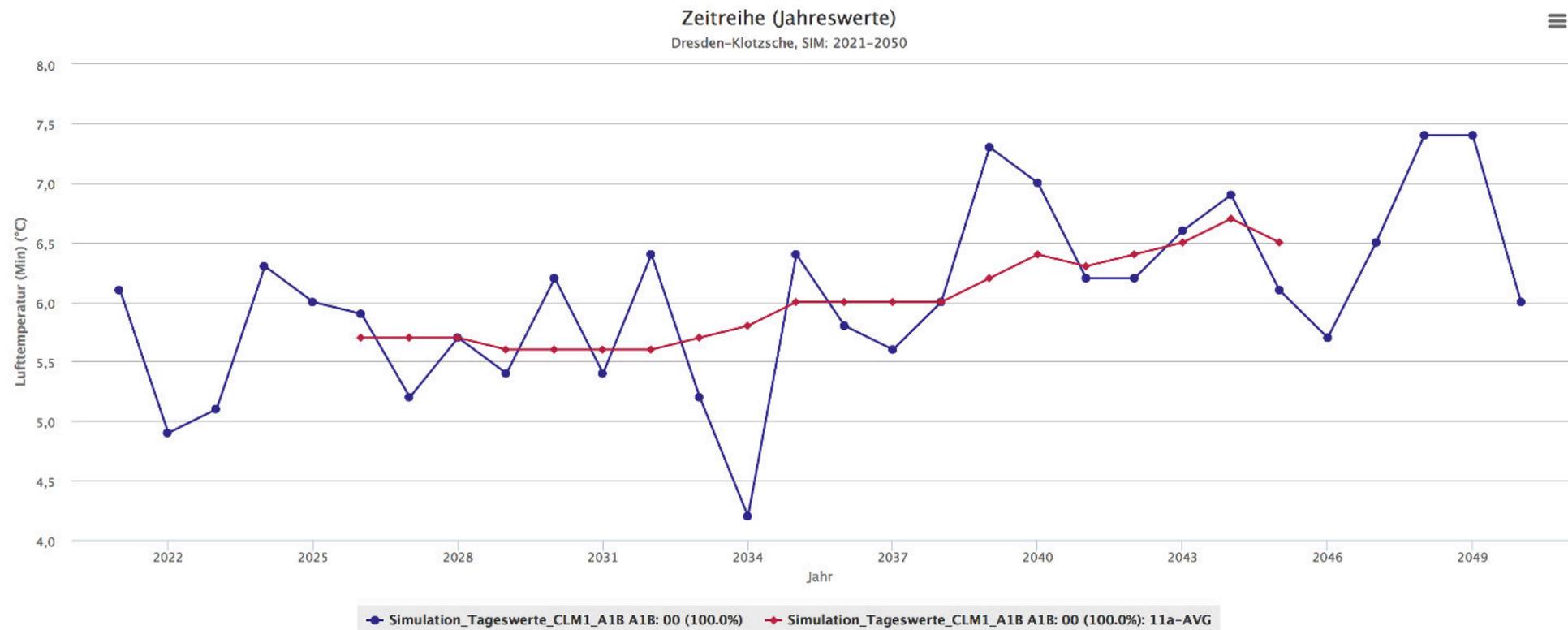


erstellt: LfULG (2016)

# Temperatur (min.) - 1986 - 2015

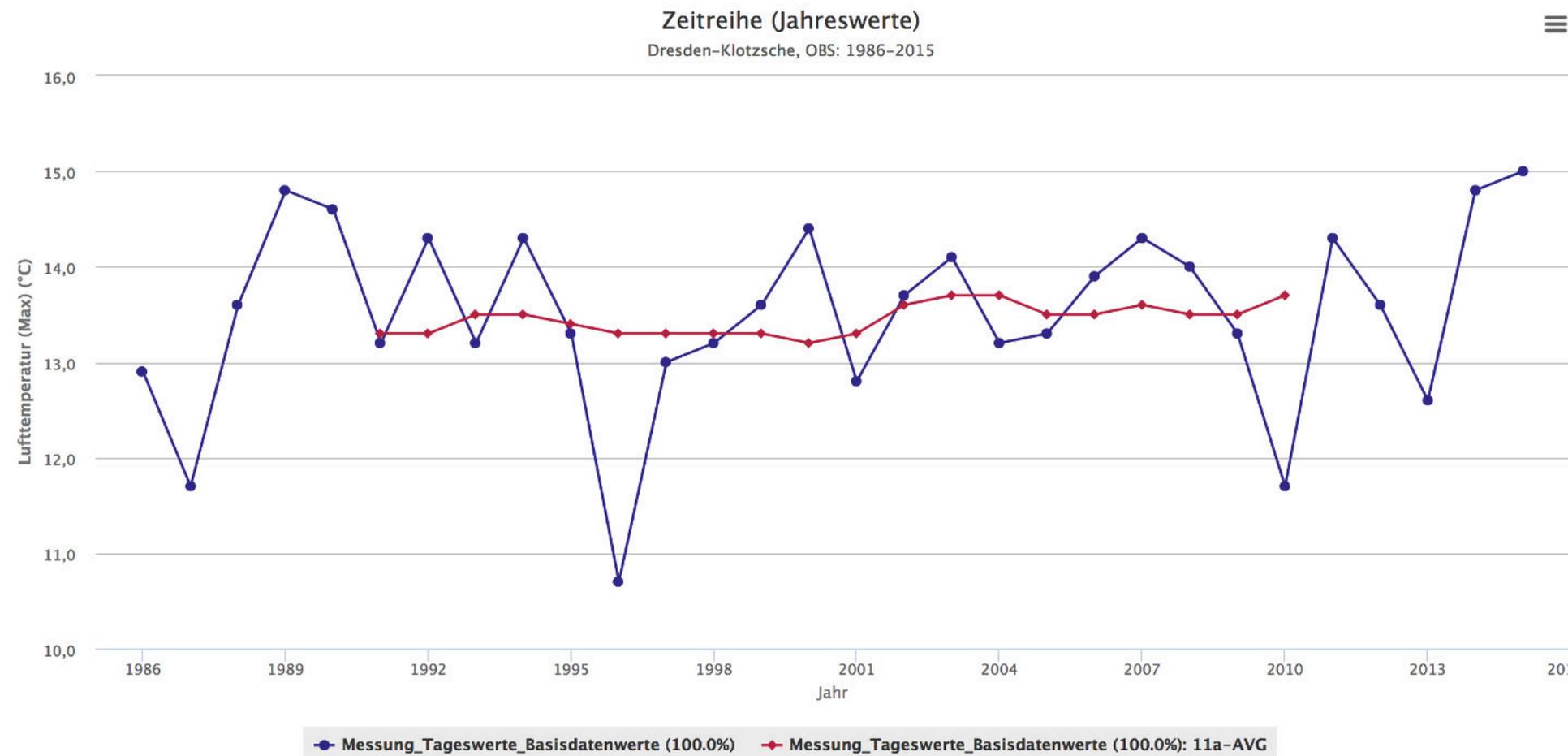


# Temperatur (min.) Simulation 2021 - 2050



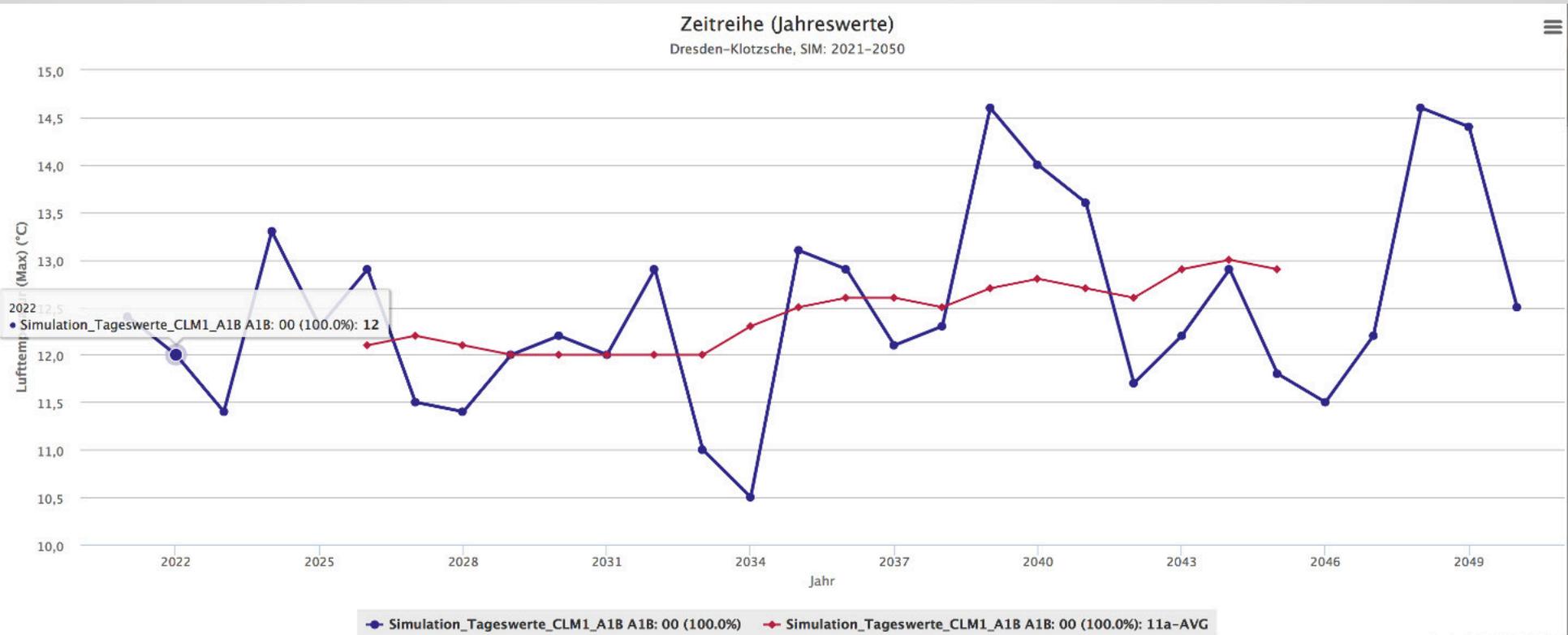
Herkunft: ReKIS 05.12.2017

# Temperatur (max.) 1986 - 2015



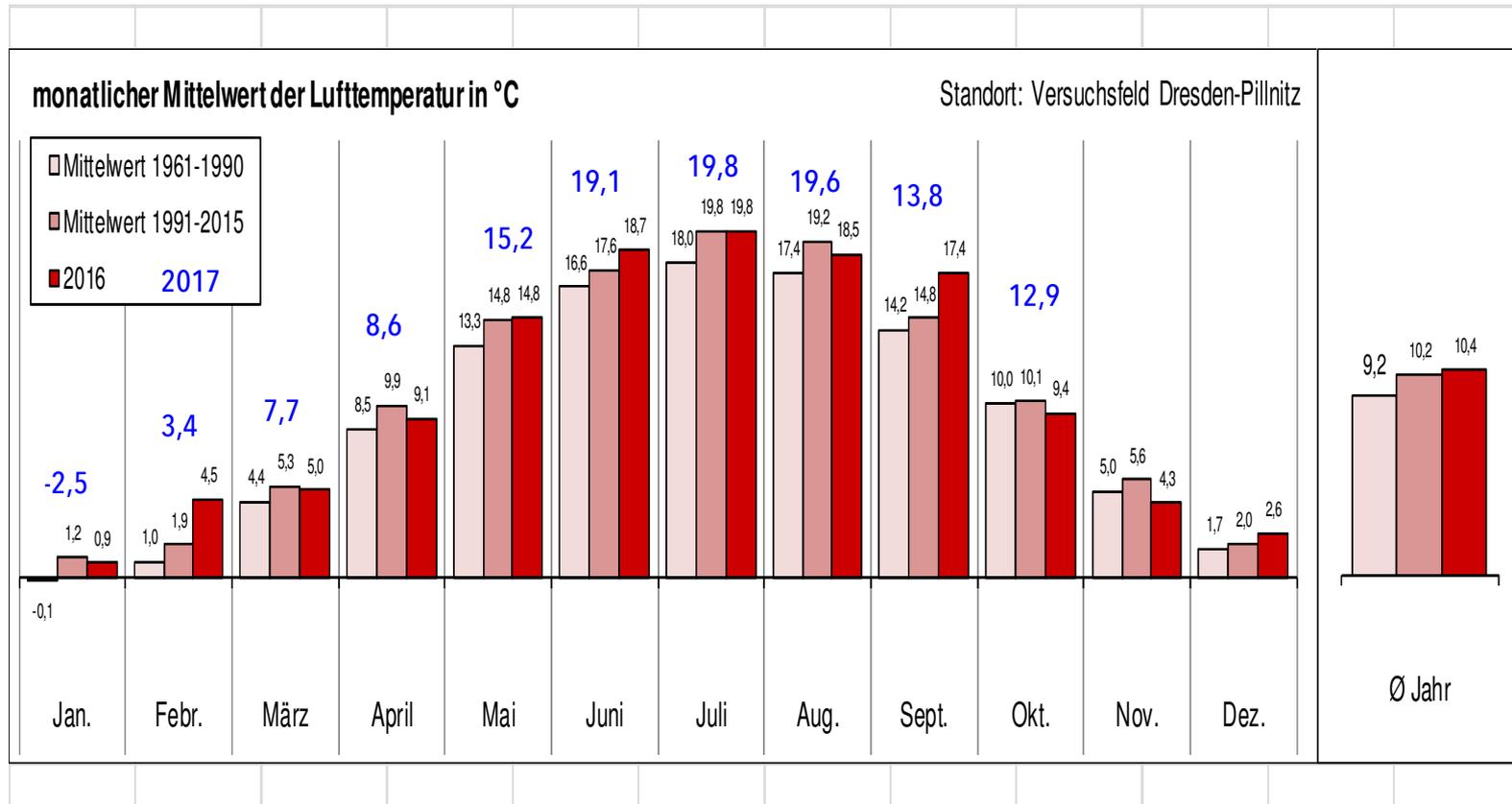
Herkunft: ReKIS 24.11.2017

# Temperatur (max.) Simulation 2021 - 2050

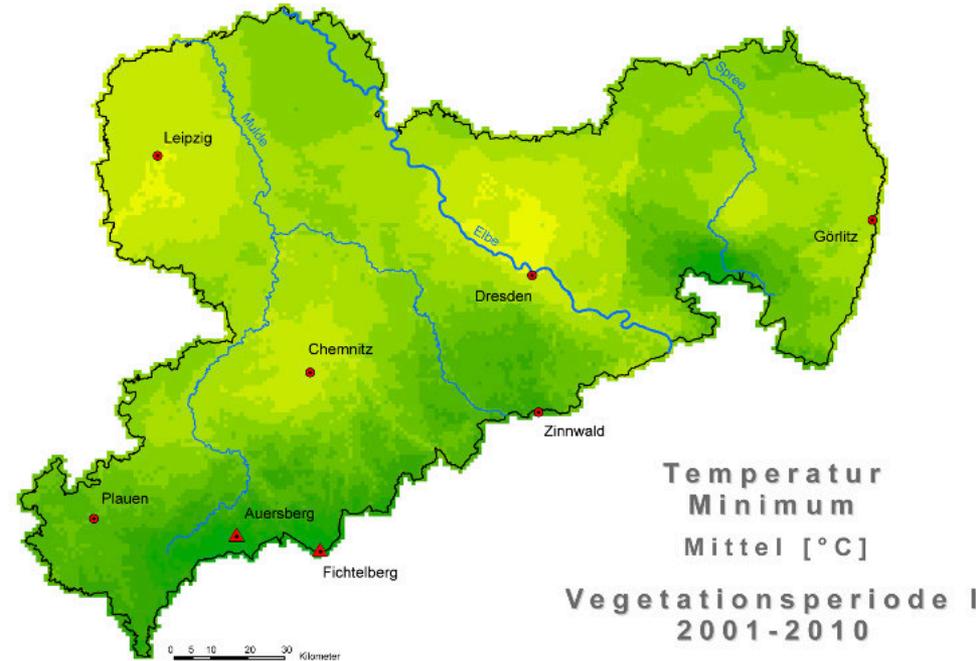
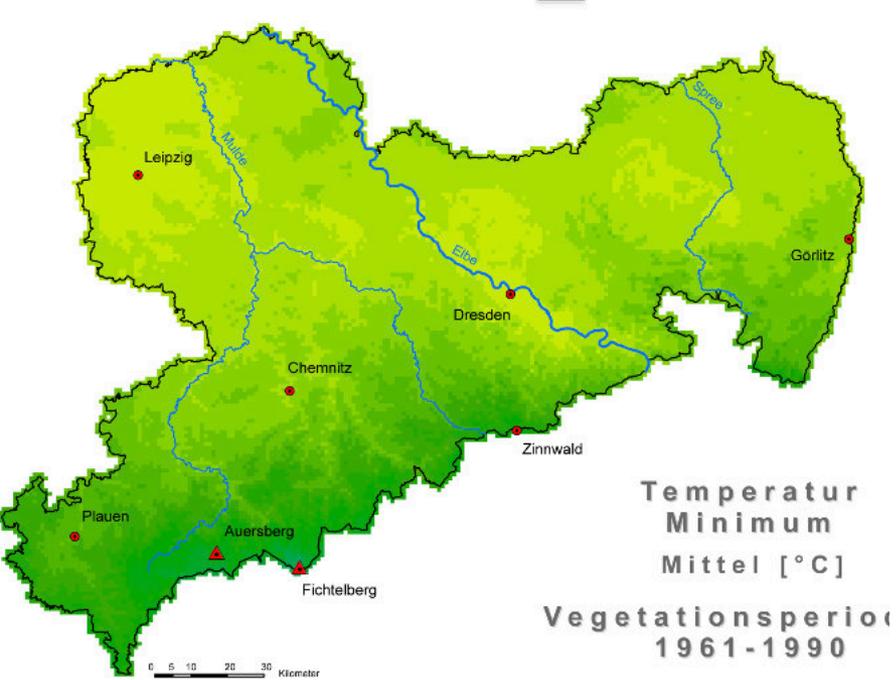


Herkunft: ReKIS 05.12.2017

# Wetterstation Dresden Pillnitz



# Temperatur min. – Vegetationsperiode I



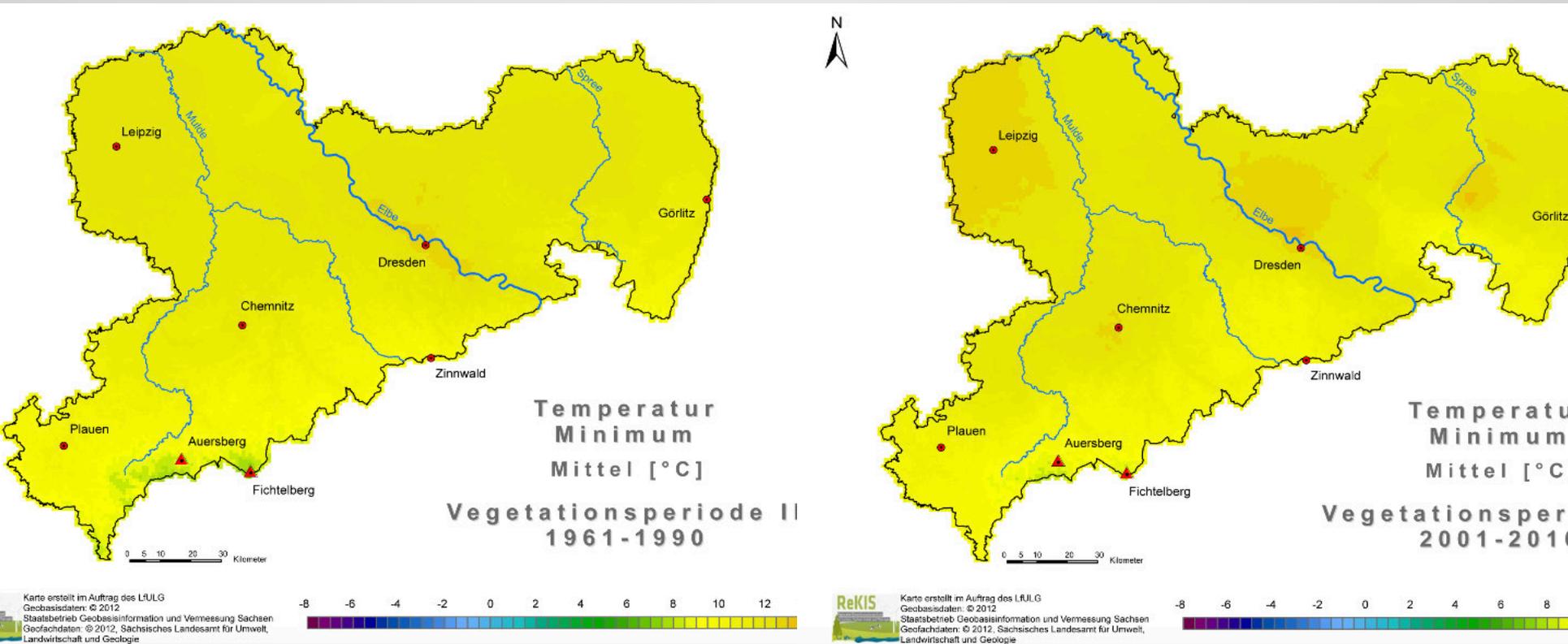
Karte erstellt im Auftrag des LfULG  
Geobasisdaten: © 2012  
Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen  
Geofachdaten: © 2012, Sächsisches Landesamt für Umwelt,  
Landwirtschaft und Geologie



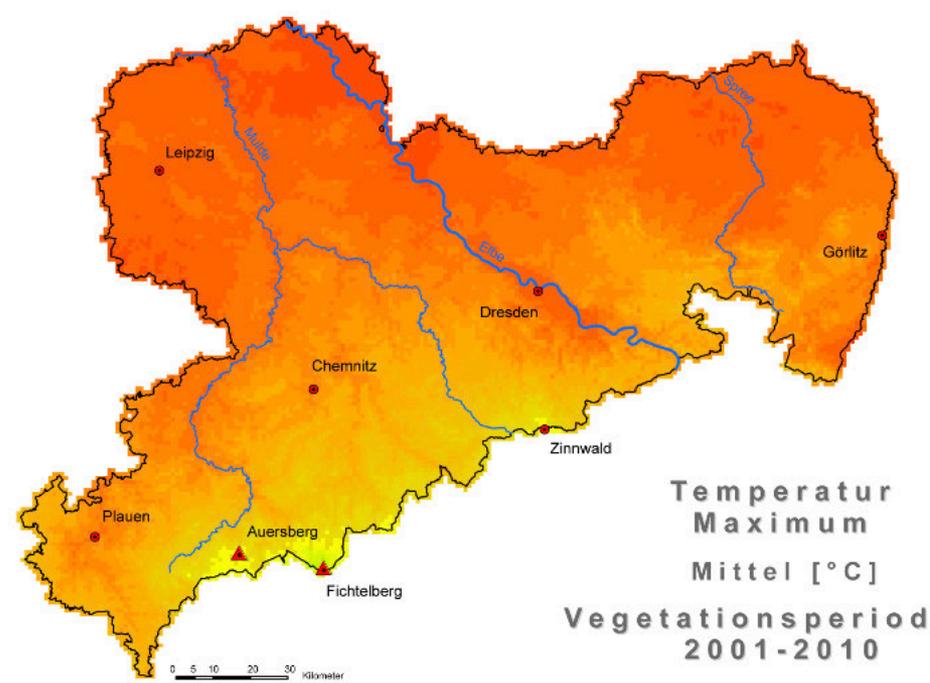
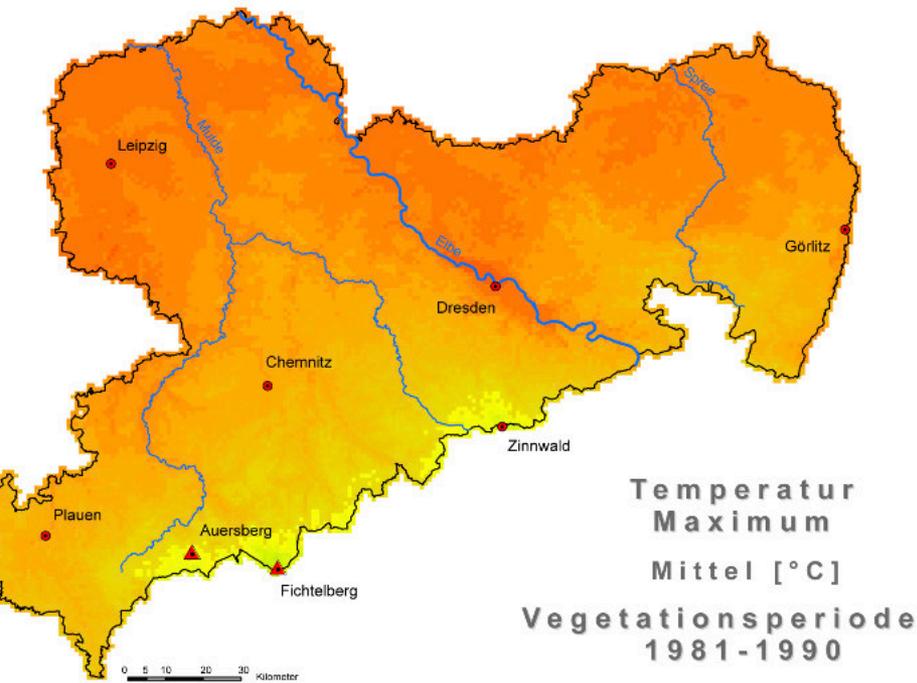
ReKIS Karte erstellt im Auftrag des LfULG  
Geobasisdaten: © 2012  
Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen  
Geofachdaten: © 2012, Sächsisches Landesamt für Umwelt,  
Landwirtschaft und Geologie



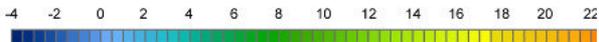
# Temperatur min. – Vegetationsperiode II



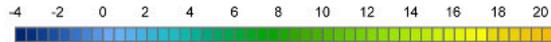
# Temperatur max. – Vegetationsperiode II

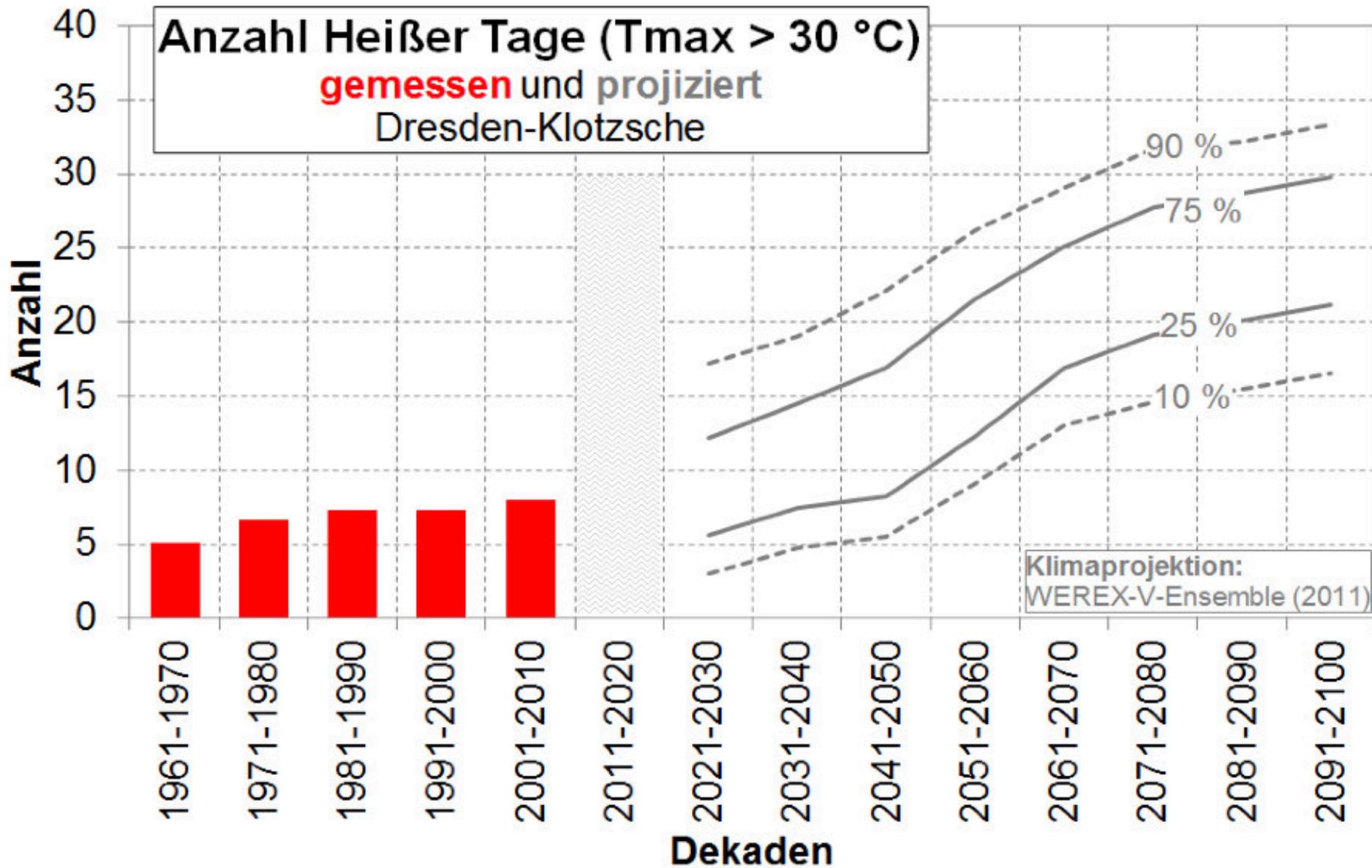


Karte erstellt im Auftrag des LfULG  
Geobasisdaten. © 2012  
Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen  
Geofachdaten: © 2012, Sächsisches Landesamt für Umwelt,  
Landwirtschaft und Geologie



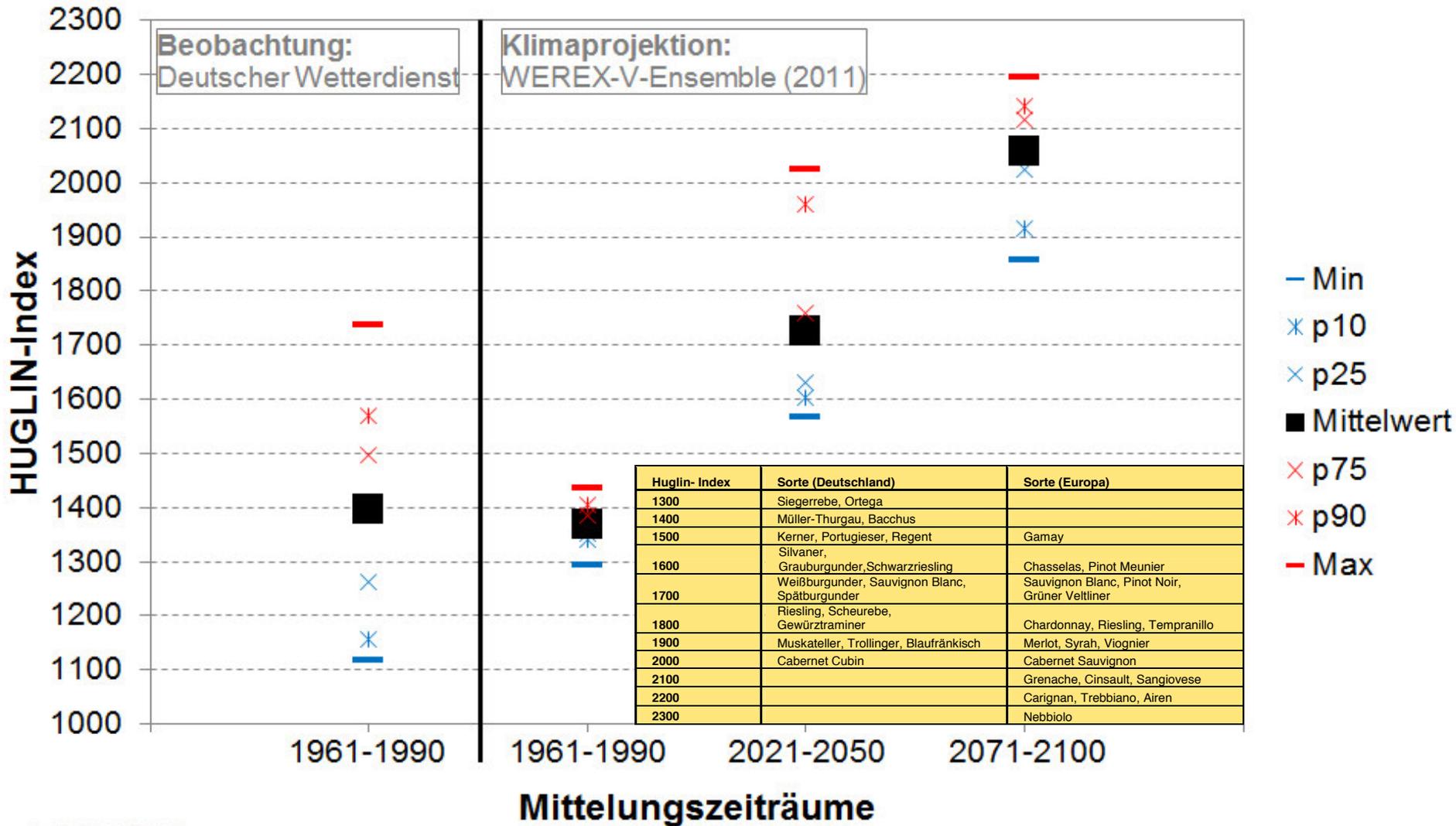
**ReKIS**  
Karte erstellt im Auftrag des LfULG  
Geobasisdaten. © 2012  
Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen  
Geofachdaten: © 2012, Sächsisches Landesamt für Umwelt,  
Landwirtschaft und Geologie





# Gemessener und projizierter HUGLIN-Index

## Messtation Dresden-Klotzsche



erstellt: LfULG (2017)

# Resümee Temperaturentwicklung

Die größten Zunahmen im Frühjahr und im Sommer

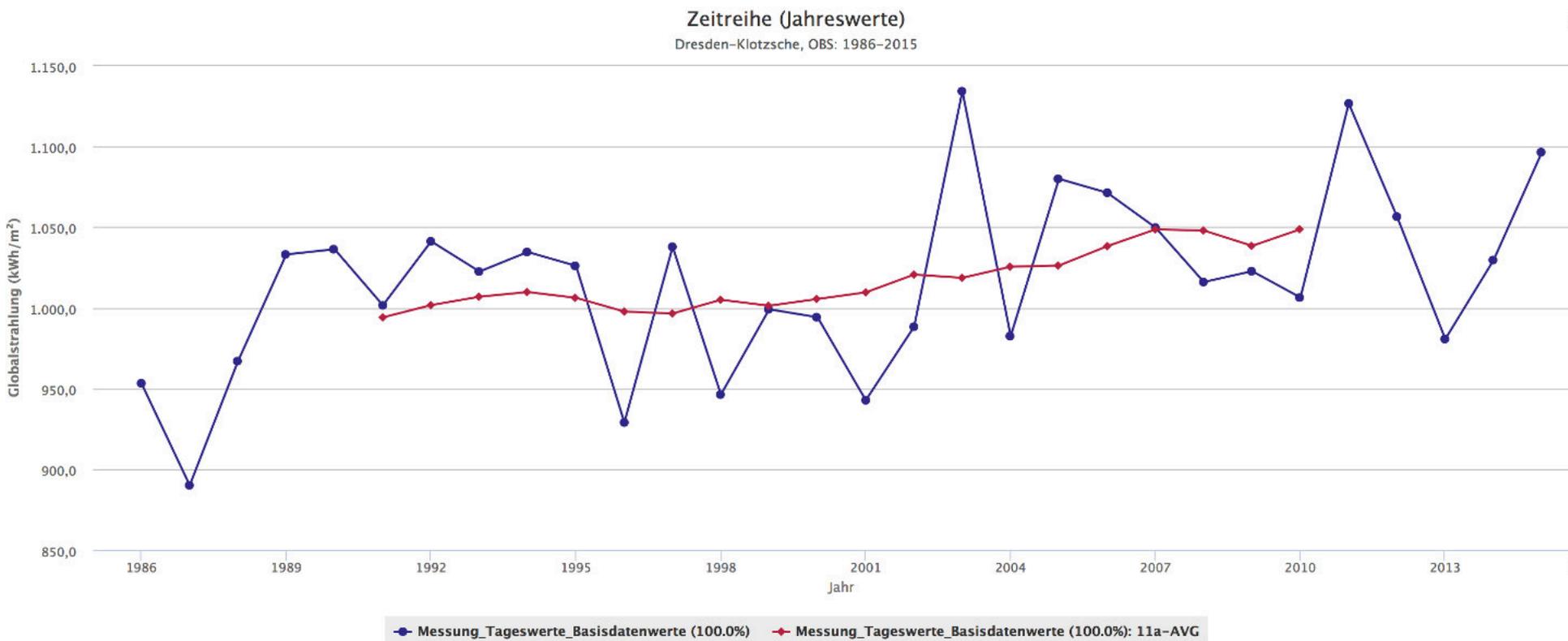
Tiefland und Elbtalerweiterung am stärksten von der Erwärmung betroffen

Maximumtemperaturen sind am stärksten im Frühjahr gestiegen

Simulation bis 2050 zeigt einen weiteren Anstieg sowohl von Minimal- und Maximaltemperaturen

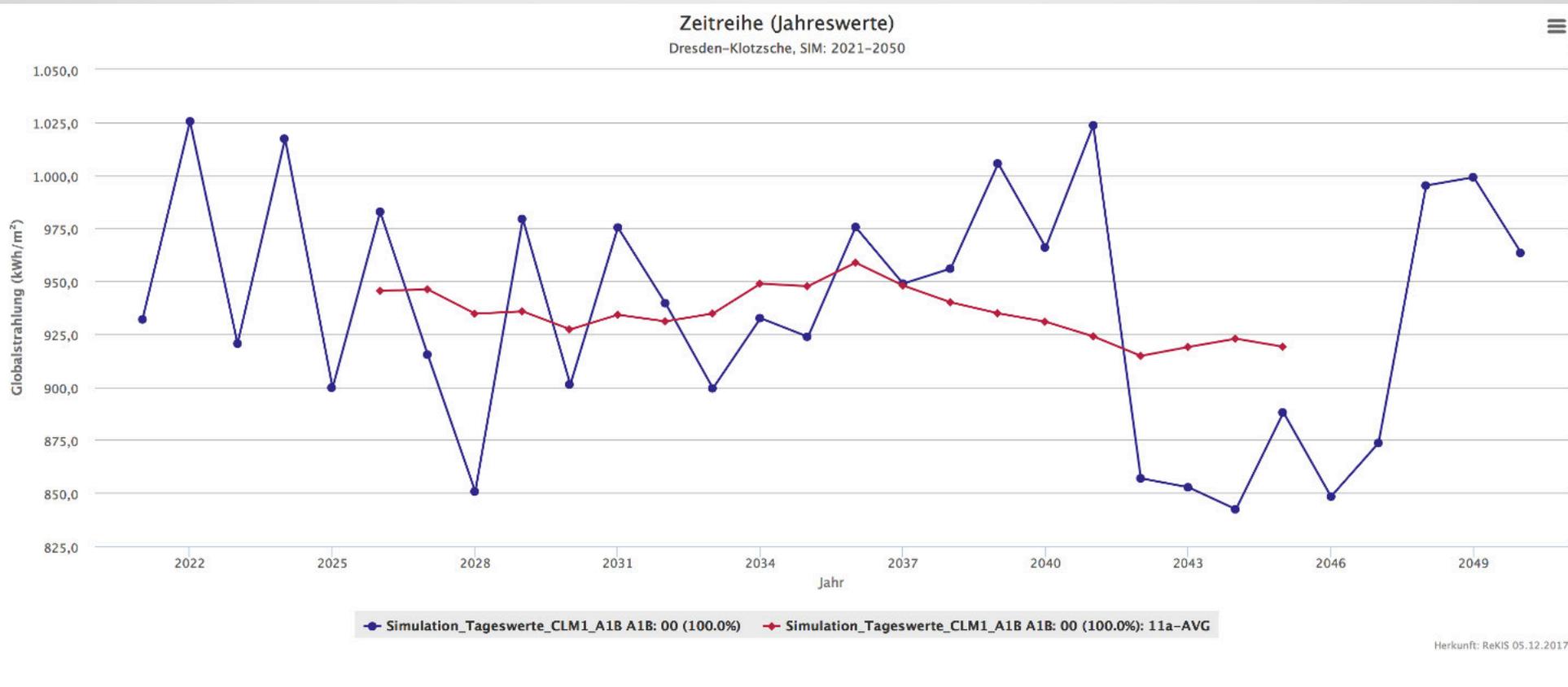
Quellen: LfULG, Heft 3/2015 Analyse der Klimaentwicklung in Sachsen, ReKIS 05.12.17

# Globalstrahlung 1986 - 2015



Herkunft: ReKIS 05.12.2

# Globalstrahlung Simulation 2021 - 2050



# Resümee Globalstrahlung

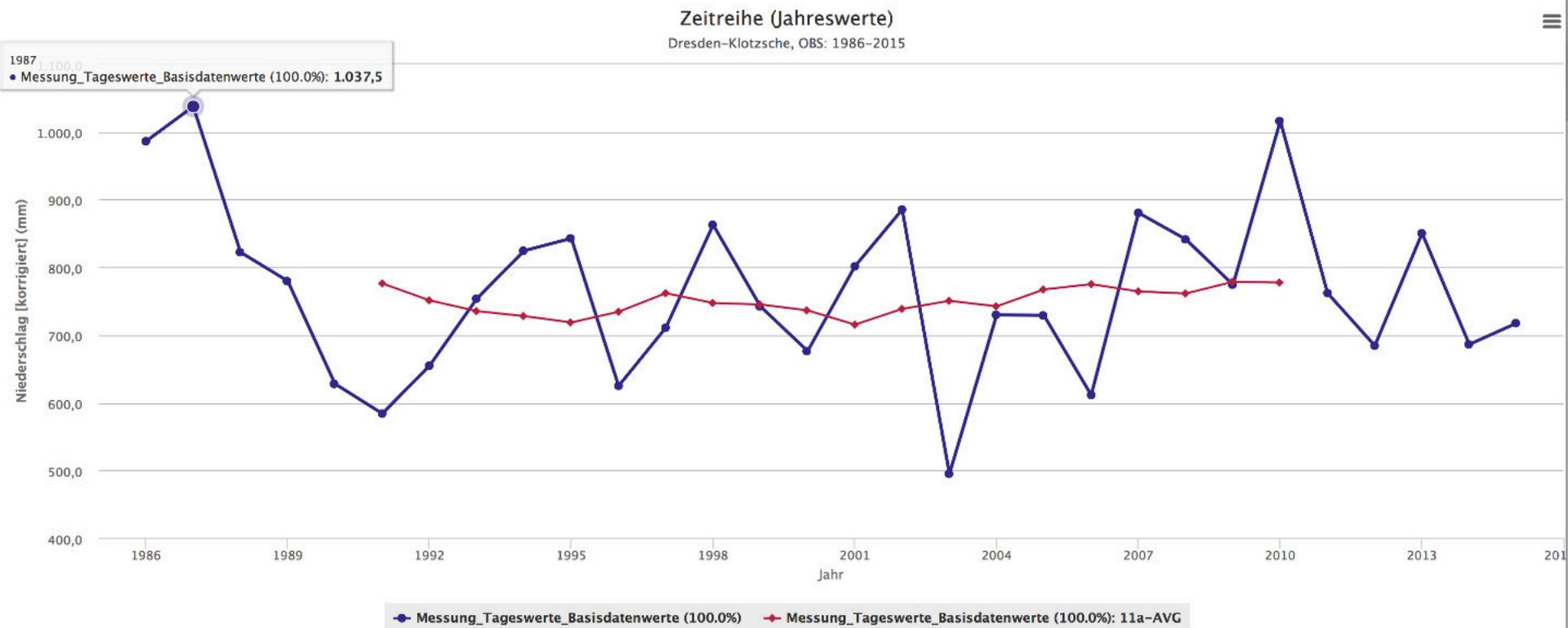
kontinuierliche Zunahme in der letzten Klimaperiode

stärksten Zunahmen im Frühjahr und in der Vegetationsperiode I, Ursache ist vermutlich die abnehmende Niederschlagsmenge (weniger Bewölkung)

trotz mehr Niederschlägen auch im Sommer leichte Zunahme (vermutlich intensivere und seltener auftretende Niederschläge)

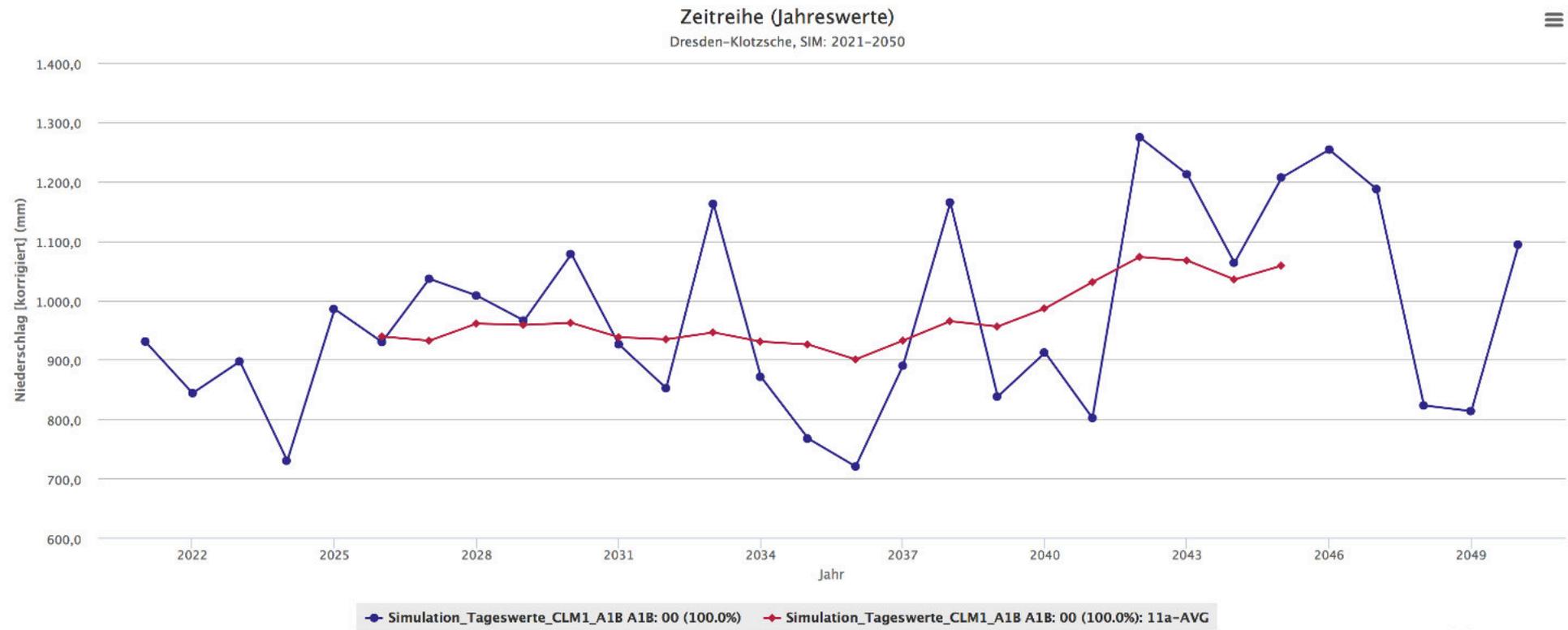
Quellen: LfULG, Heft 3/2015 Analyse der Klimaentwicklung in Sachsen, ReKIS 05.12.17

# Niederschlag 1986 - 2015



Herkunft: ReKIS 05.12.2017

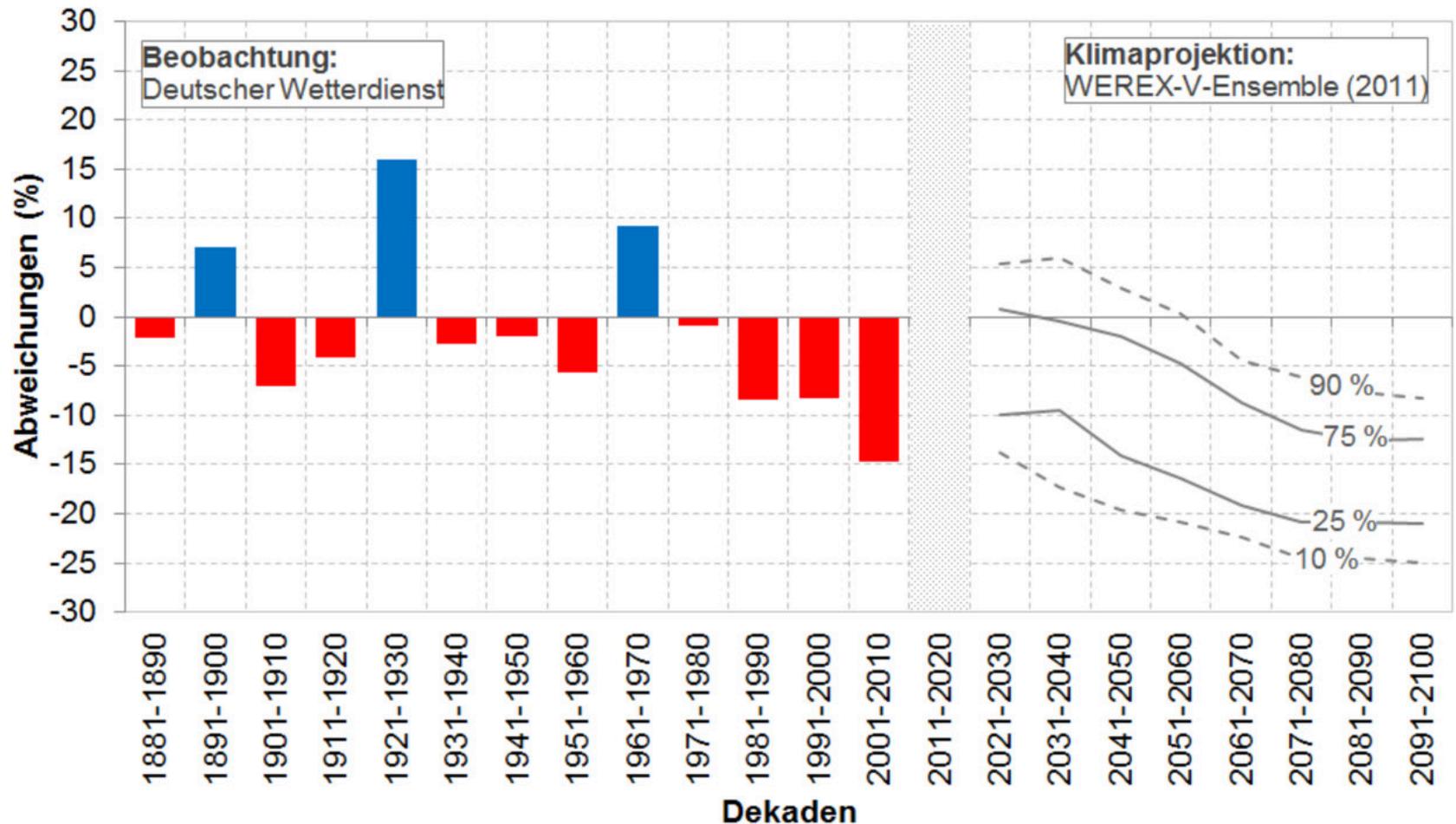
# Niederschlag Simulation 2021-2050



Herkunft: ReKIS 05.12.2017

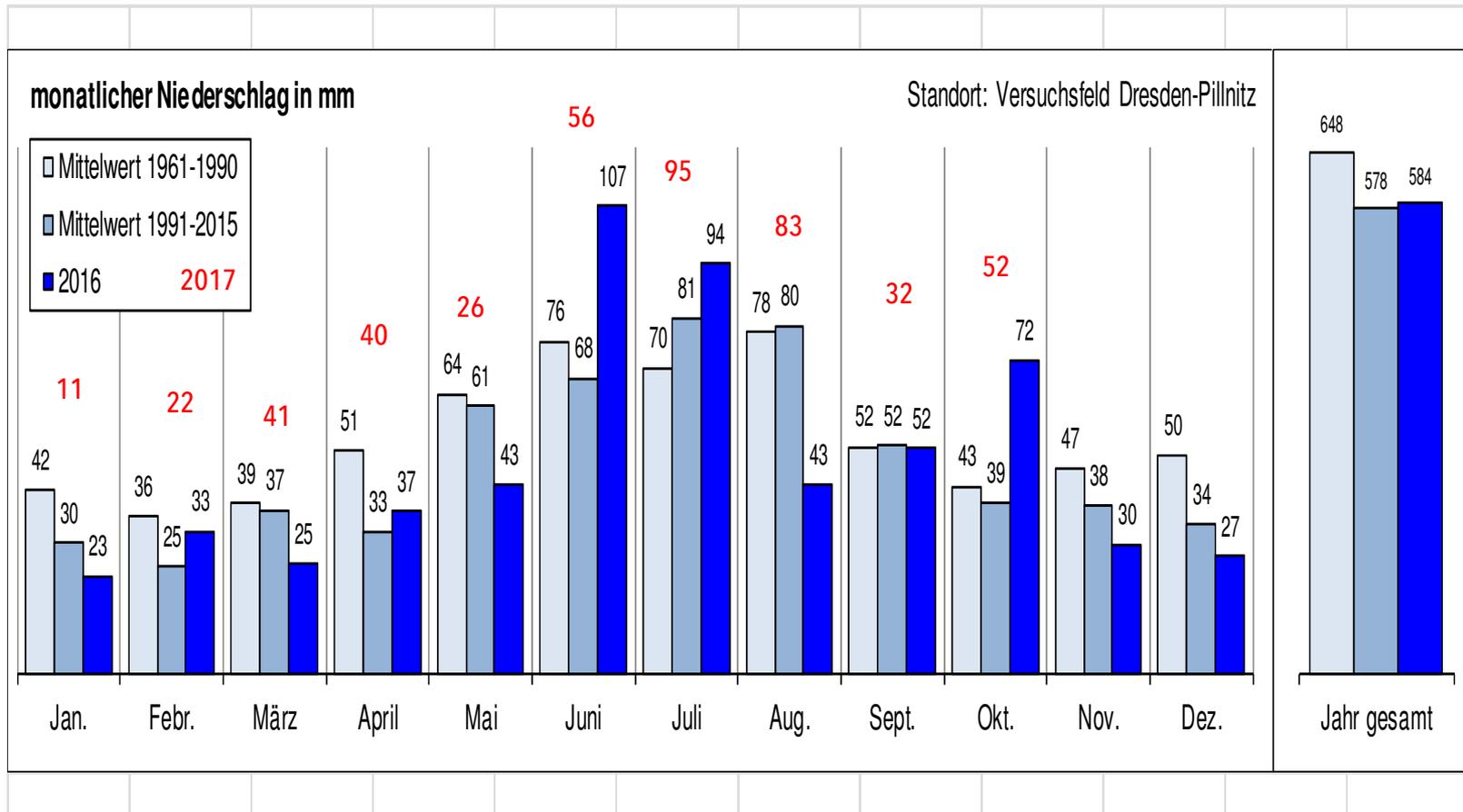
# Niederschlag

**Niederschlag in Sachsen 1881-2100: Vegetationsperiode I (Apr-Jun)**  
Abweichung gegenüber 1961-1990

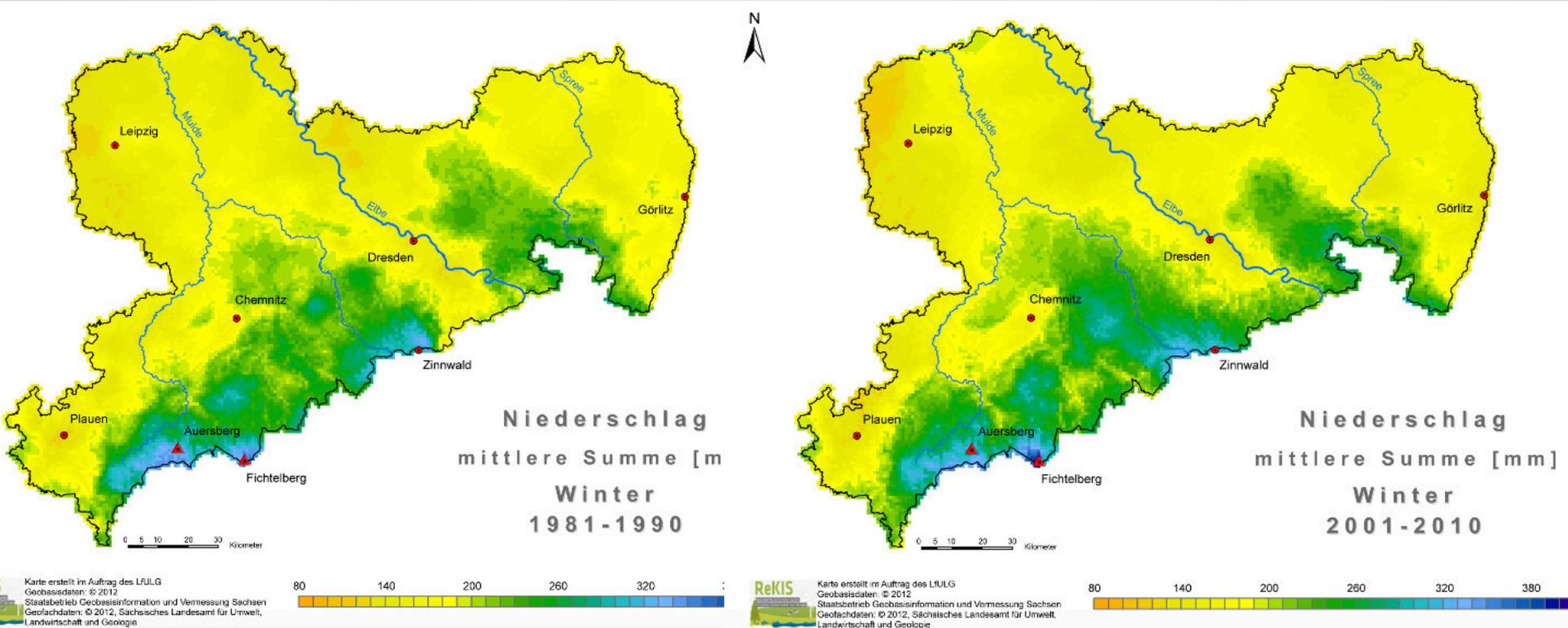


erstellt: LfULG (2016)

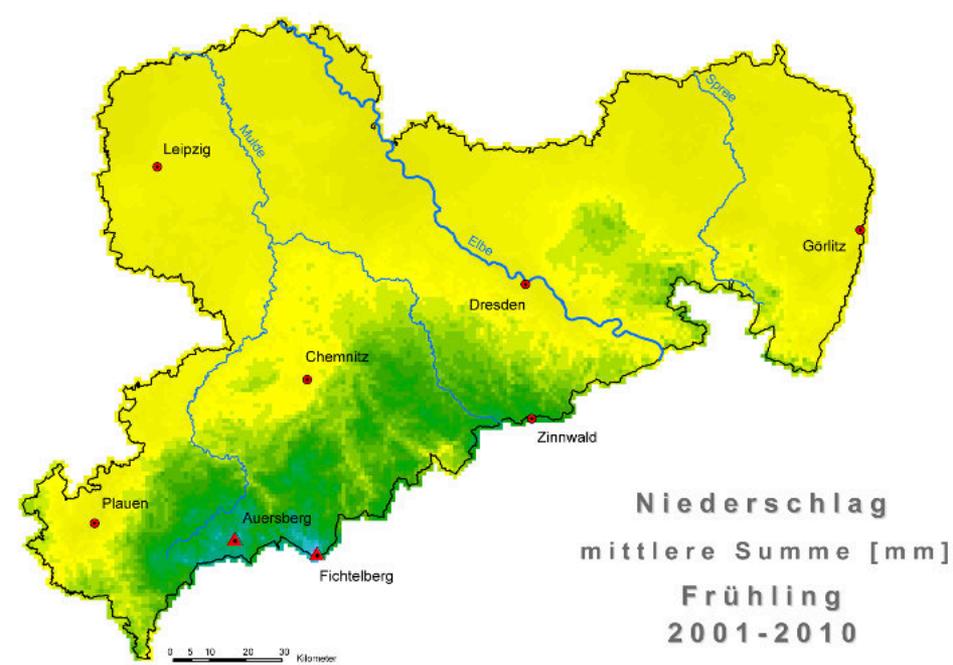
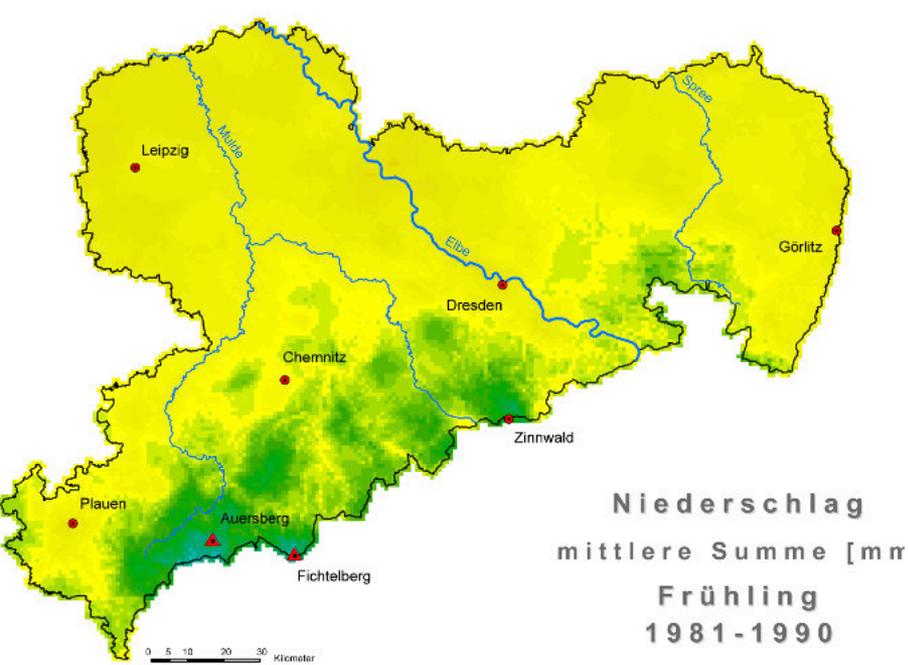
# Wetterstation Dresden Pillnitz



# Niederschlag Winter - mittlere Summe



# Niederschlag Frühling – mittlere Summe



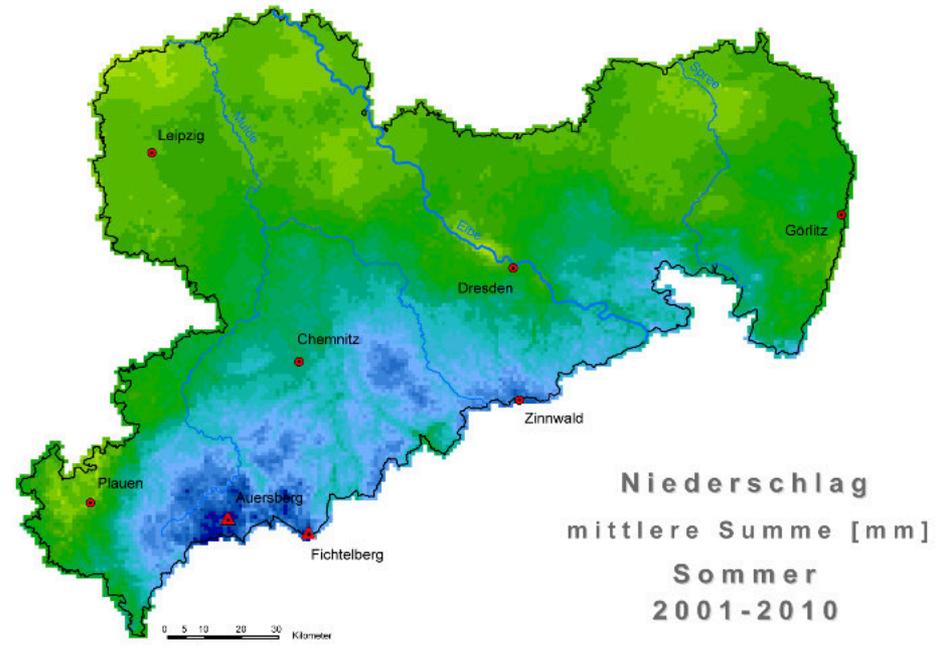
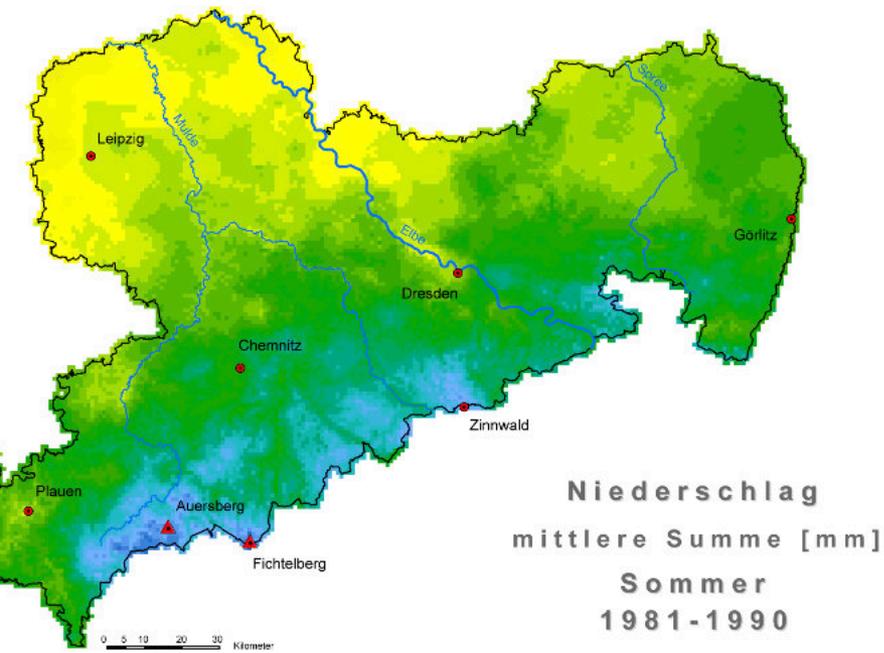
Karte erstellt im Auftrag des LfULG  
Geobasisdaten: © 2012  
Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen  
Geofachdaten: © 2012, Sächsisches Landesamt für Umwelt,  
Landwirtschaft und Geologie



ReKIS  
Karte erstellt im Auftrag des LfULG  
Geobasisdaten: © 2012  
Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen  
Geofachdaten: © 2012, Sächsisches Landesamt für Umwelt,  
Landwirtschaft und Geologie



# Niederschlag Sommer - mittlere Summe



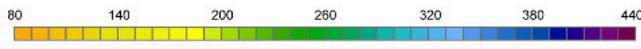
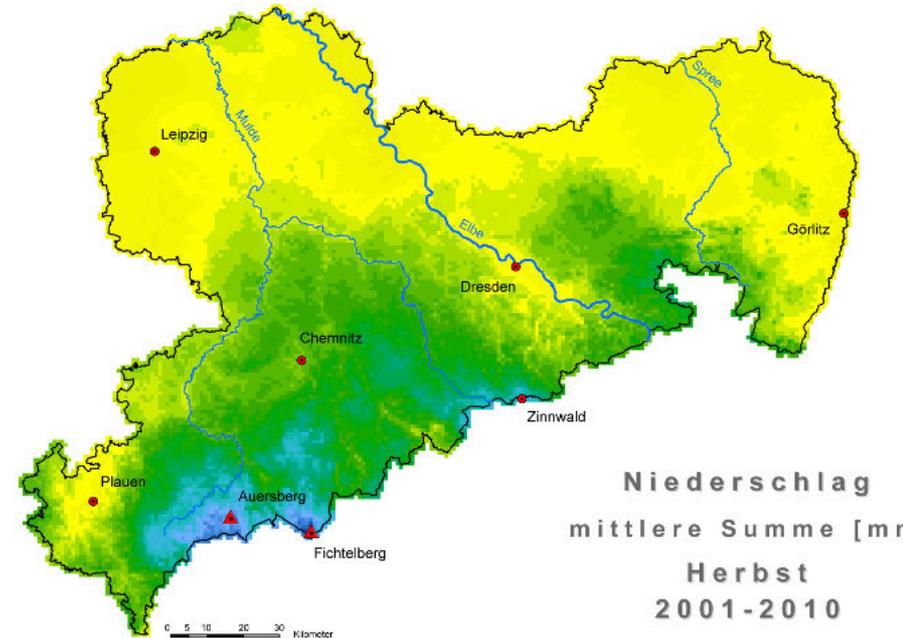
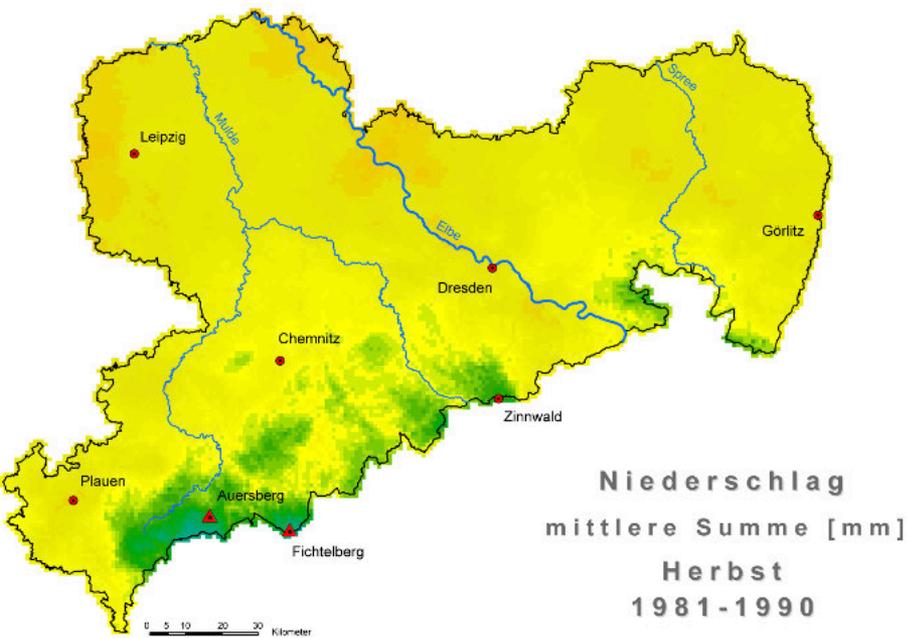
© erstellt im Auftrag des LfLUG  
Geobasisdaten © 2012  
Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen  
Fachdaten: © 2012, Sächsisches Landesamt für Umwelt,  
Wirtschaft und Geologie



**ReKIS** Karte erstellt im Auftrag des LfLUG  
Geobasisdaten © 2012  
Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen  
Fachdaten: © 2012, Sächsisches Landesamt für Umwelt,  
Landwirtschaft und Geologie



# Niederschlag Herbst- mittlere Summe



Karte erstellt im Auftrag des LfULG  
Geobasisdaten: © 2012  
Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen  
Geofachdaten: © 2012, Sächsisches Landesamt für Umwelt,  
Landwirtschaft und Geologie

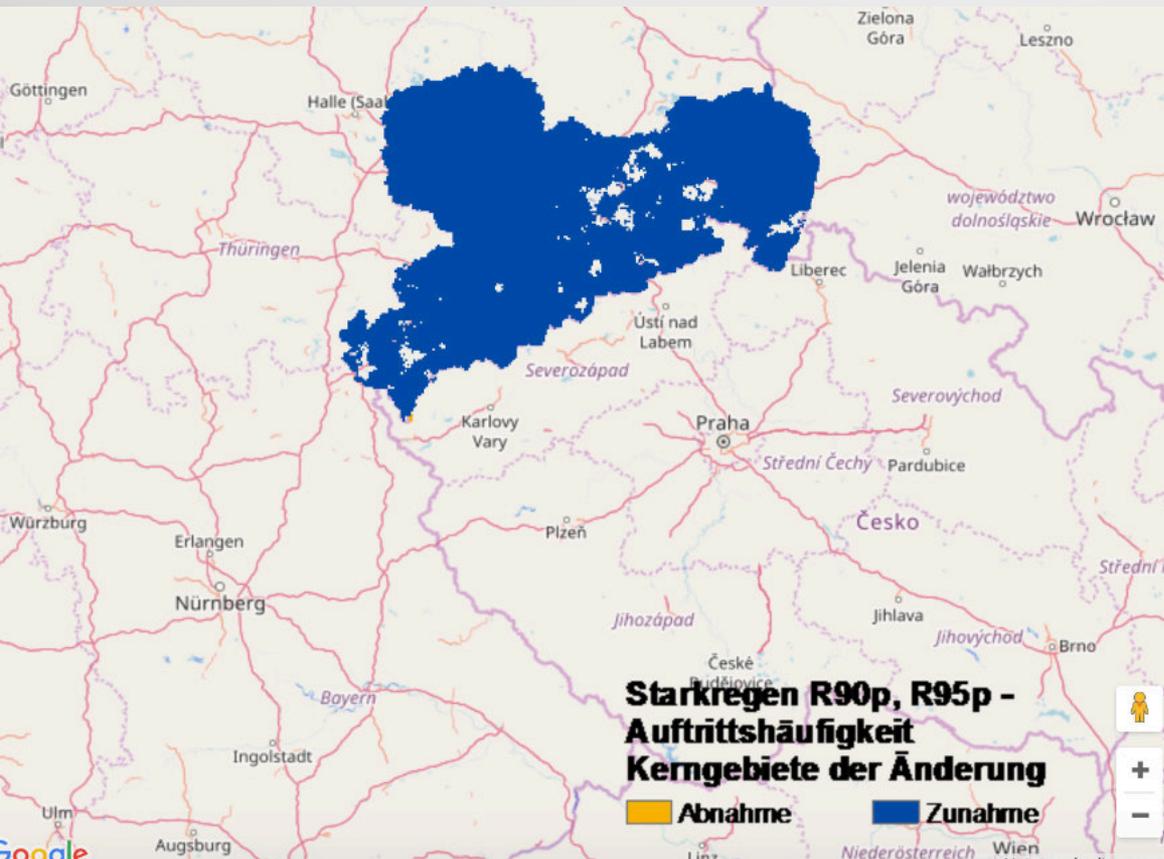
KIS Karte erstellt im Auftrag des LfULG  
Geobasisdaten: © 2012  
Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen  
Geofachdaten: © 2012, Sächsisches Landesamt für Umwelt,  
Landwirtschaft und Geologie

# Herbstniederschläge Oktober der letzten 5 Jahre

Jahr	Abweichung 1981 - 2010
2013	+38%
2014	- 8% aber September + 62%
2015	+68%
2016	+ 134%
2017	+70%

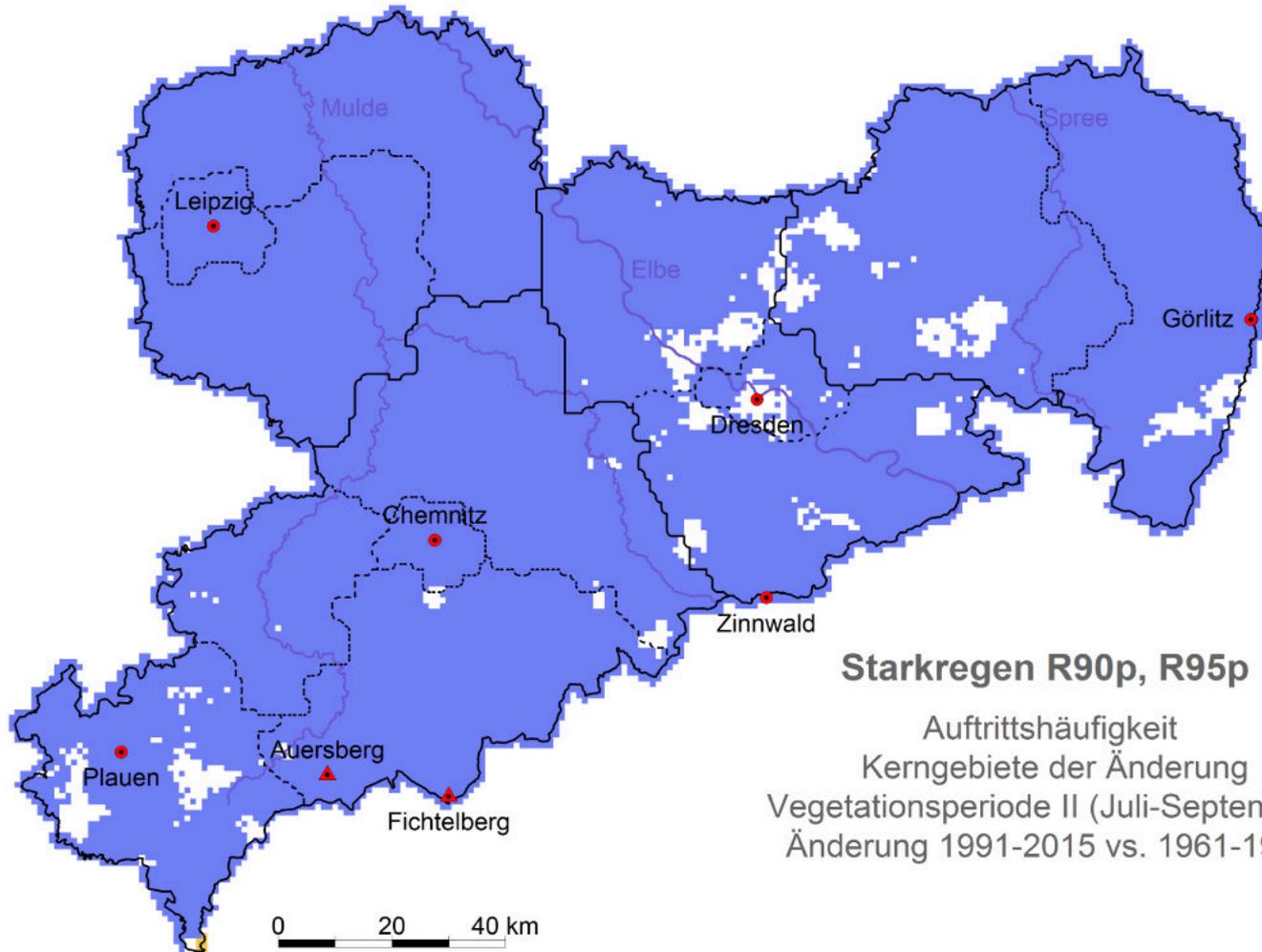
Daten: [www.wetterkontor.de](http://www.wetterkontor.de)  
Wetterstation Dresden-Klotzsche

# Starkregen - Auftrittshäufigkeit



- vegetationsperiode I
  - Vegetationsperiode II
  - Starkregen-Ereignisse
    - Regenhöhen
    - Auftreten
      - 90 Perzentil (R90p)
      - 95 Perzentil (R95p)
      - Kerngebiete der Änderung des Auftretens (R90p und R95p)
        - 1981 bis 2010 vs. 1961 bis 1990
        - 1991 bis 2015 vs. 1961 bis 1990
        - 1991 bis 2015 vs. 1961 bis 1990 - Frühling
        - 1991 bis 2015 vs. 1961 bis 1990 - Sommer
        - 1991 bis 2015 vs. 1961 bis 1990 - Herbst
        - 1991 bis 2015 vs. 1961 bis 1990 - Winter
        - 1991 bis 2015 vs. 1961 bis 1990 - Vegetationsperiode I
          - KA\_Auftrittshäufigkeit\_Frühling.asc
          - KA\_Auftrittshäufigkeit\_Frühling.tif
        - 1991 bis 2015 vs. 1961 bis 1990 - Vegetationsperiode II
          - KA\_Auftrittshäufigkeit\_Sommer.asc
          - KA\_Auftrittshäufigkeit\_Sommer.tif
- Intensität

# Starkregen - Auftrittshäufigkeit



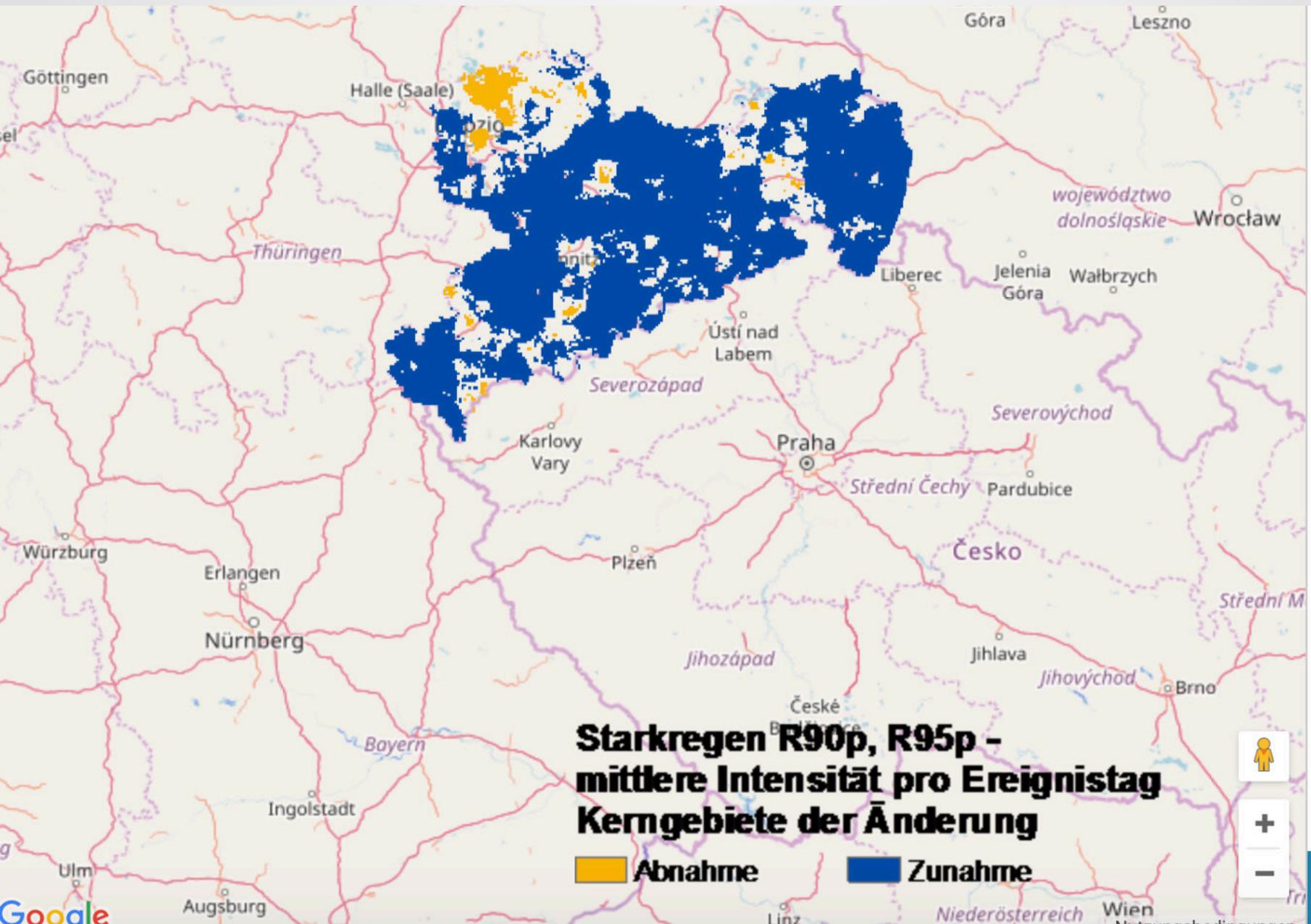
**Starkregen R90p, R95p**

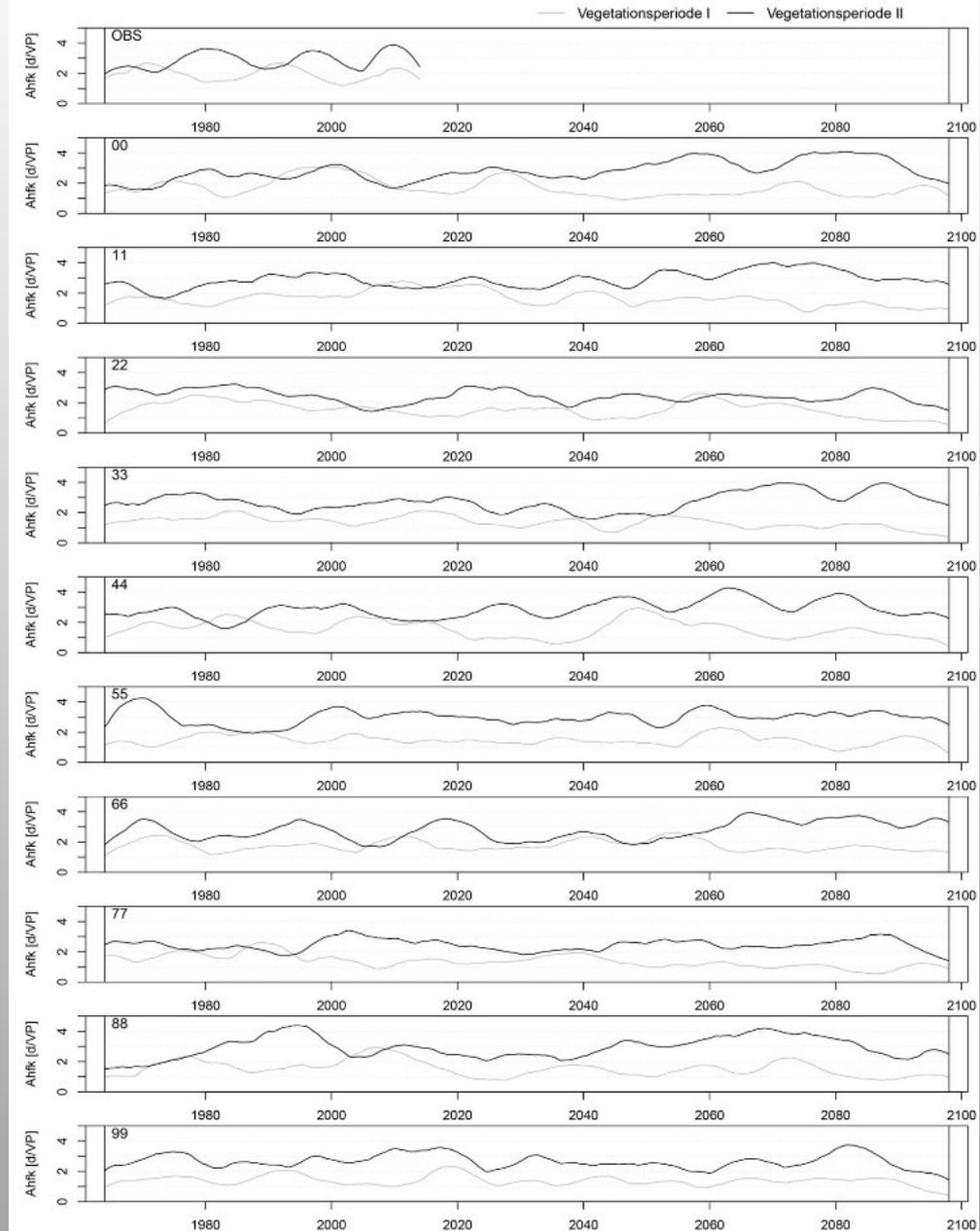
Auftrittshäufigkeit  
Kerngebiete der Änderung  
Vegetationsperiode II (Juli-September)  
Änderung 1991-2015 vs. 1961-1990

0 20 40 km



# Starkregen - Intensität





**Abbildung 55: Kernschätzung der Auftrittshäufigkeit [d/VP] von Starkregen R95p für Dresden-Klotzsche für die observierte Zeitreihe (1961-2013) und für alle Realisierungen des Laufs EH5-CLM-L1-A1B für die Vegetationsperiode I und II des Zeitraums 1961-2100**

# Resümee Niederschlagsentwicklung

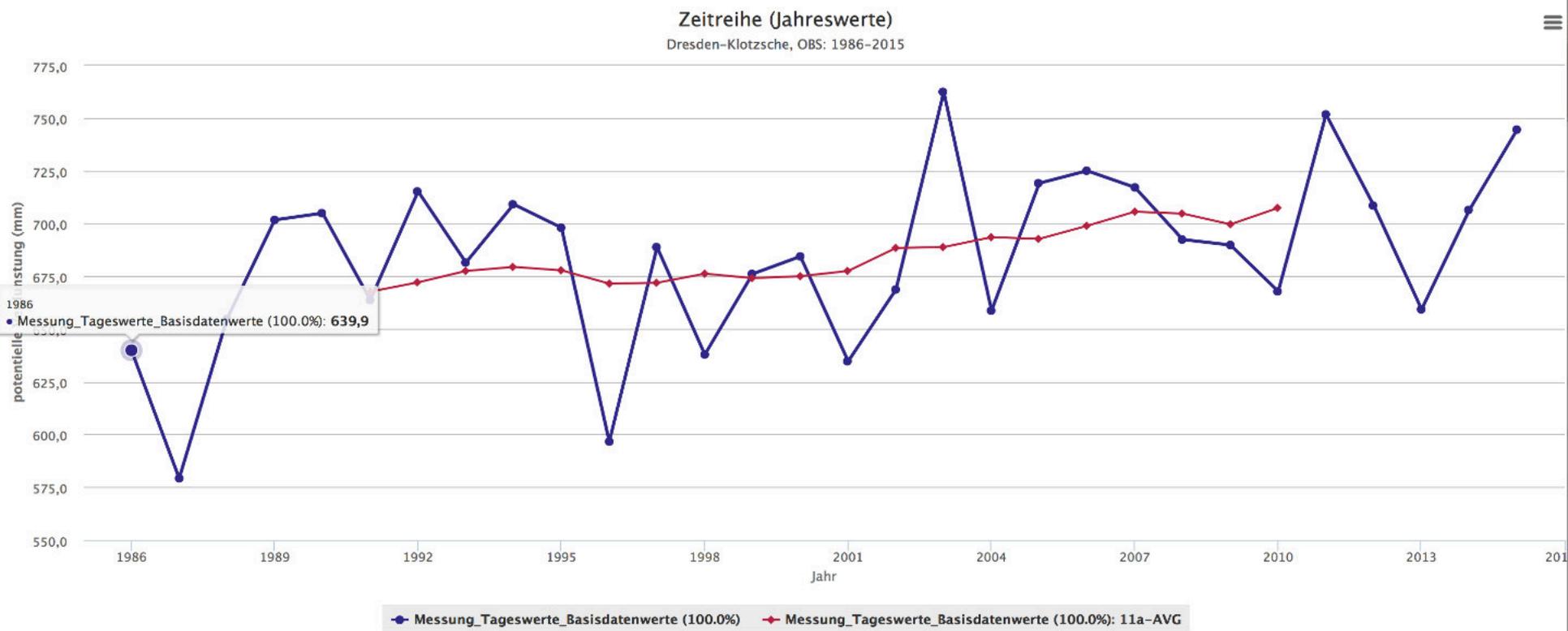
Abnahme der Frühjahrsniederschläge in Ost- und Westsachsen → kontinuierliche Abnahme der Regenhöhen in der Vegetationsperiode I

im Sommer fast flächendeckend steigende Niederschlagsmengen, im Herbst räumlich unterschiedlich sowohl zunehmende als auch abnehmende Niederschläge

Unterschiedliche Szenarien für die Häufigkeit und Intensität von Starkregenereignissen

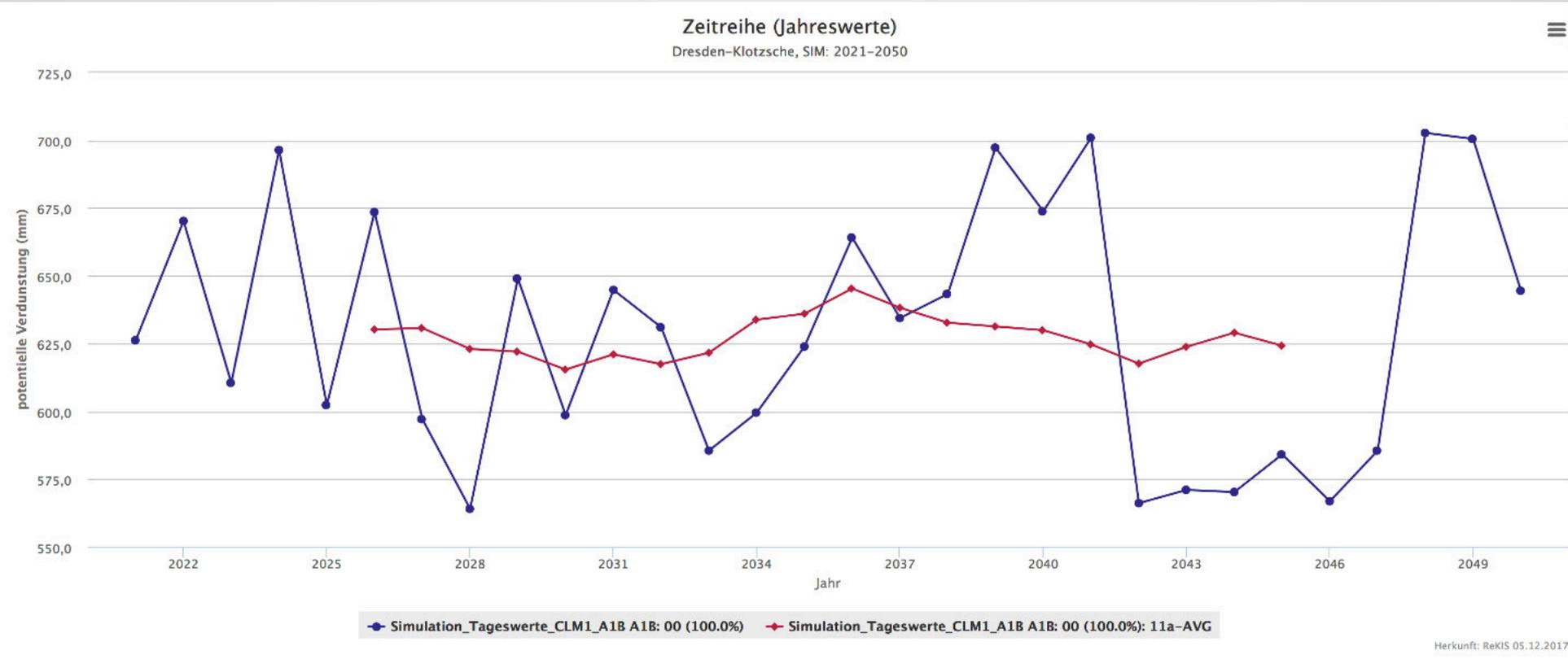
Quellen: LfULG, Heft 3/2015 Analyse der Klimaentwicklung in Sachsen, ReKIS 05.12.17

# Potentielle Verdunstung 1986 - 2015



Herkunft: ReKIS 05.12.2017

# Potentielle Verdunstung Simulation 2021-2050



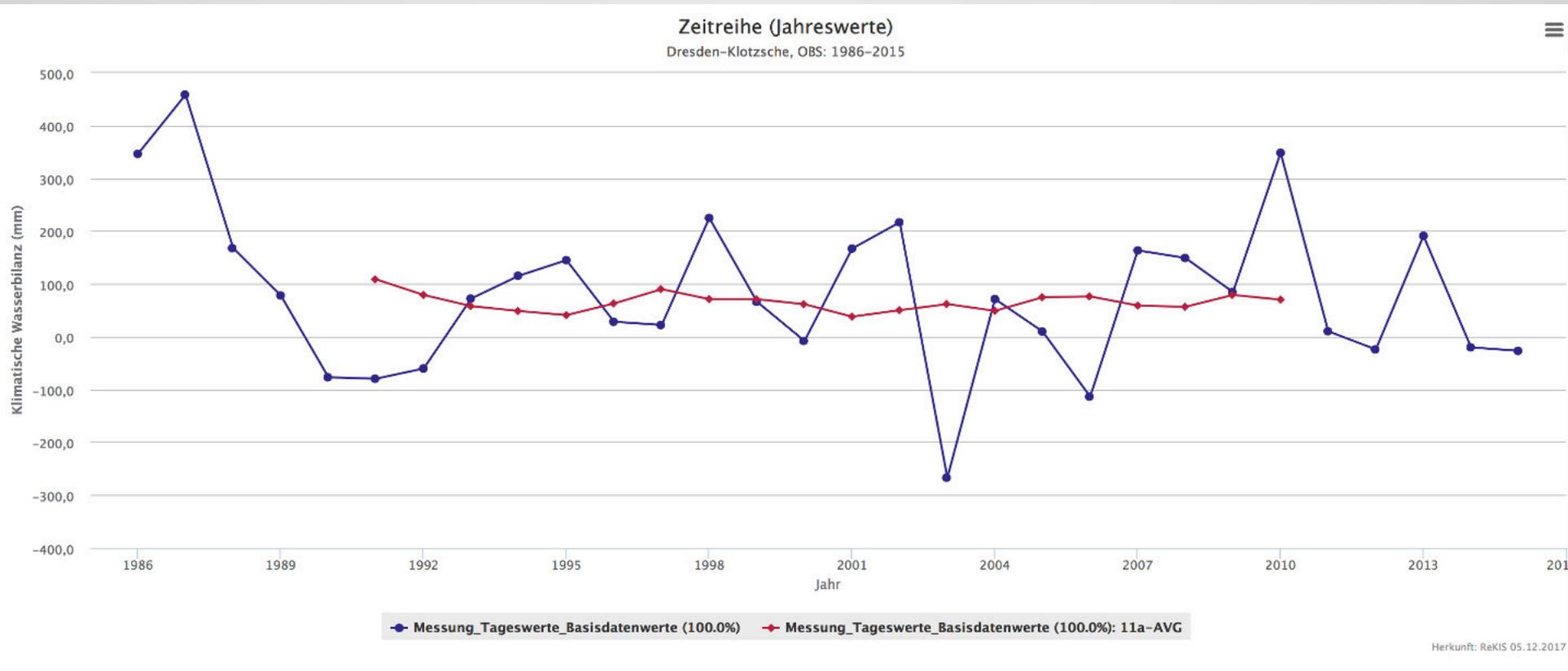
# Resümee Potentielle Verdunstung

Anstieg der Verdunstung im Jahresmittel

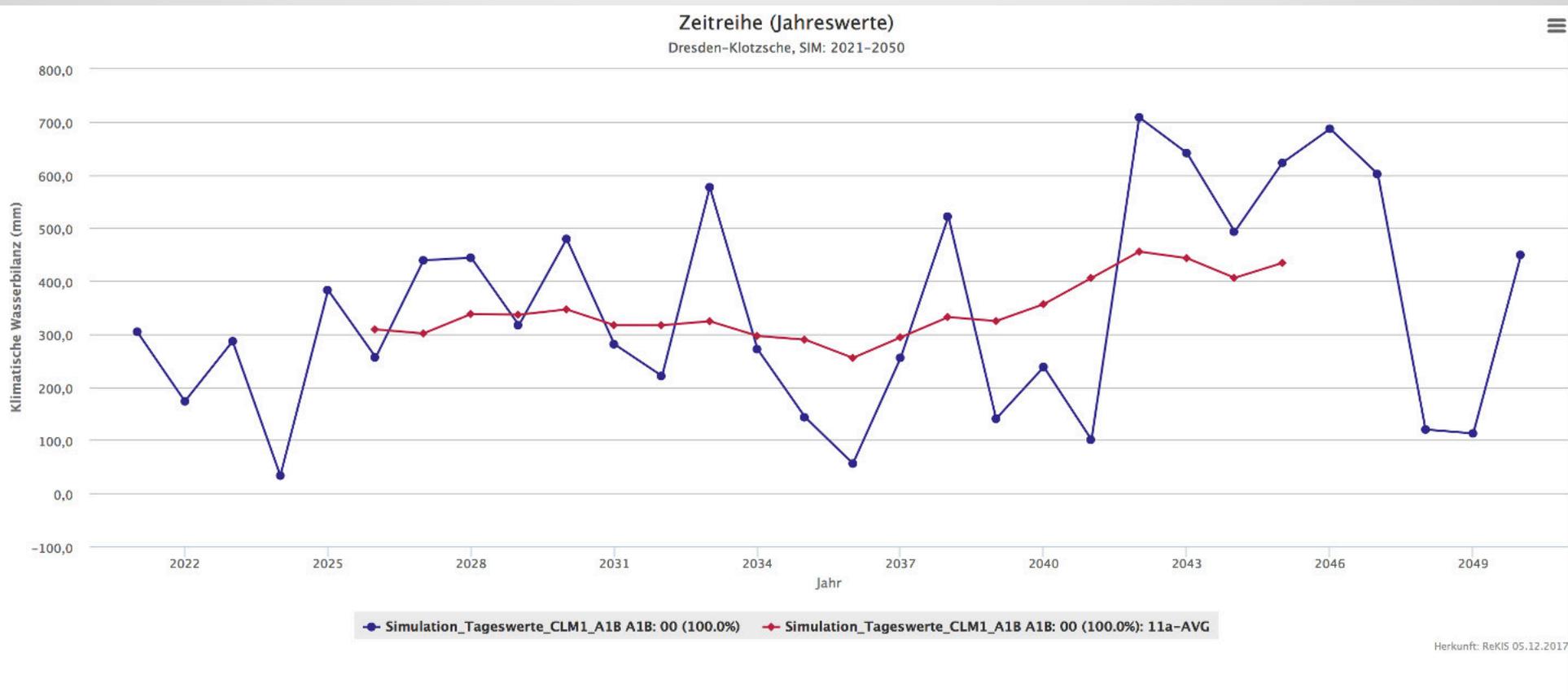
potentielle Verdunstung im Frühjahr am größten, Sommer und Winter sind in etwa gleich, kaum Änderungen im Herbst

Quellen: LfULG, Heft 3/2015 Analyse der Klimaentwicklung in Sachsen, ReKIS 05.12.17

# Wasserbilanz 1986 - 2015



# Wasserbilanz Simulation 2021-2050



# Resümee Wasserbilanz

Abnehmende Bilanz in der Vegetationsperiode I, leicht zunehmende für die Vegetationsperiode II

Der stärkste Rückgang in Ostsachsen und dem nördlichen Tiefland

Quellen: LfULG, Heft 3/2015 Analyse der Klimaentwicklung in Sachsen, ReKIS 05.12.17

# FAZIT I

Das Klima im Zeitraum 1981-2010 zeigte im Vergleich zur Referenzperiode 1961-1990 folgende Entwicklungen:

kontinuierliche Erwärmung in allen Jahreszeiten, erhöhte Hitzebelastung im Sommer

Niederschlagsabnahme in der Vegetationsperiode I (April bis Juni), dadurch erhöhtes Trockenheitsrisiko

Niederschlagszunahme in der Vegetationsperiode II (Juli bis September), Zunahme des Starkregen-Anteils an den Niederschlagssummen (d. h. trockene Abschnitte werden von Starkregenereignissen unterbrochen), dadurch erhöhtes Erosionsrisiko

# FAZIT II

Zunahme der Häufigkeit und der Intensität von Starkregenereignissen in der Vegetationsperiode II

Ausgeprägte dekadische (und von-Jahr-zu-Jahr-) Schwankungen für Temperatur und Niederschlag in den Wintermonaten.

Das WEREX V-Ensemble projiziert bis 2100 im Mittel einen deutlichen Anstieg in den Minimum- und Maximumtemperaturen der bodennahen Luft sowie einen Rückgang von Kälte- und Zunahme von Wärmeperioden

## Kernaussagen WEREX V-Läufe für die nahe Zukunft (2021–2050) und die ferne Zukunft (2071–2100) A1B-Szenario

Zukünftig erhöht sich das allgemeine Temperaturniveau. Extreme Ausprägungen ändern sich jedoch weit stärker. Sehr wahrscheinlich setzt sich die flächendeckend beobachtete Zunahme der Sommertage in der nahen und verstärkt in der fernen Zukunft fort.

Als Hauptursache für Dürren in der Vergangenheit wurden in Sachsen Niederschlagsdefizite identifiziert. In der Zukunft verschärft sich die Situation durch weiter rückläufige Niederschläge bei gleichzeitig zunehmendem Verdunstungsanspruch der Atmosphäre.

Zukünftig könnte die Anzahl von kurzen Dürreperioden ab- und von langen Dürreperioden zunehmen. Die Stärke und auch die Schwere von Dürren nehmen generell zu, besonders ausgeprägt bei langen Dürren.

# Kernaussagen WEREX V-Läufe für die nahe Zukunft (2021–2050) und die ferne Zukunft (2071–2100) A1B-Szenario

Die flächendeckend beobachtete Abnahme der Überschreitungstage von Starkniederschlag R95p in der Vegetationsperiode I für 1961–2010 setzt sich in der nahen und verstärkt in der fernen Zukunft fort.

Die in der Vegetationsperiode II bisher beobachteten Zunahmen an Starkniederschlagsereignissen konnten in der Zukunft nur in einem von Südwest nach Nordost reichendem Streifen gefunden werden. Gleiches gilt für die Höhe von Starkniederschlagsereignissen. Die Sicherheit der Aussagen ist aber begrenzt.

Generell konnte gezeigt werden, dass Sachsen von einer gravierenden Verschärfung bezüglich des verfügbaren Wasserangebots betroffen ist, die insbesondere auf das Wassermanagement und die Land- und Forstwirtschaft einwirken.

# Das Weinjahr 2017 in Sachsen I

Bedingt durch die überdurchschnittlich hohen Temperaturen Ende März/Anfang April begann der Austrieb ca. 10 Tage früher als üblich.

Am 21.04.2017 wurden mit  $-2,4\text{ °C}$  in 20 cm Höhe in Dresden-Pillnitz die kältesten Temperaturen in der Austriebsphase gemessen.

Zu diesem Zeitpunkt befanden sich die meisten Rebanlagen in der Entwicklungsphase der unentfalteten Blätter in der Rosette.

Daher traten im Vergleich zu anderen Weinanbaugebieten insgesamt betrachtet nur geringe Spätfrostschäden auf, die sich im späteren Wachstumsverlauf als meist vernachlässigbar erwiesen.

# Das Weinjahr 2017 in Sachsen II

Die Blüte begann Mitte Juni und verlief unter hochsommerlichen Temperaturen zügig. Vielerorts war sie bereits um den 25. Juni abgeschlossen. Verrieselungen traten daher nur vereinzelt und in vernachlässigbaren Größen auf.

Die Gesamtniederschläge der Winter- und insbesondere der Frühjahrsmonate bis Ende Juni waren unzureichend.

Erst die Juliniederschläge von ca. 95 mm brachten Entspannung und ließen in Verbindung mit sommerlichen Temperaturen sehr kompakte Trauben entstehen.

# Das Weinjahr 2017 in Sachsen III

Im nachfolgenden Zeitraum waren bedingt durch häufigere Niederschläge regelmäßige Pflanzenschutzmaßnahmen zwingend erforderlich, um die Rebanlagen gesund zu erhalten.

Obwohl die Sommerniederschläge sehr oft in Form von Gewitter auftraten, blieb die Anbauregion von größeren Hagelschäden weitestgehend verschont.

Die Monate Juli und August waren durch deutlich höhere Temperaturen als sonst üblich gekennzeichnet. So war der August um 1,4 K in der Tagesmitteltemperatur höher gegenüber dem langjährigen Mittelwert.

Das führte bei den frühen Sorten bereits Ende August zu verhältnismäßig niedrigen Säurewerten.

# Das Weinjahr 2017 in Sachsen IV

Um Qualitätseinbußen zu vermeiden und bei den zum damaligen Zeitpunkt zu erwartenden hohen pH-Wert eine mikrobiologische Stabilität im Wein zu gewährleisten, wurde für das Anbaugebiet Sachsen die Zulassung der Säuerung beantragt und genehmigt.

Die Lese der frühen Sorten begann Anfang September und lag damit ca. eine Woche vor den langjährigen Mittelwerten.

Kühlere Temperaturen ab Mitte September in Verbindung mit länger anhaltenden feuchten Perioden und fehlender Sonne führten insbesondere bei den kompakten Burgundersorten zu stärkeren Problemen mit Fäulnis durch Botrytis, leicht erhöhten Säurewerten und unterschiedlichen Reifegraden die teilweise eine selektive Lese erforderlich machten.

# Das Weinjahr 2017 in Sachsen V

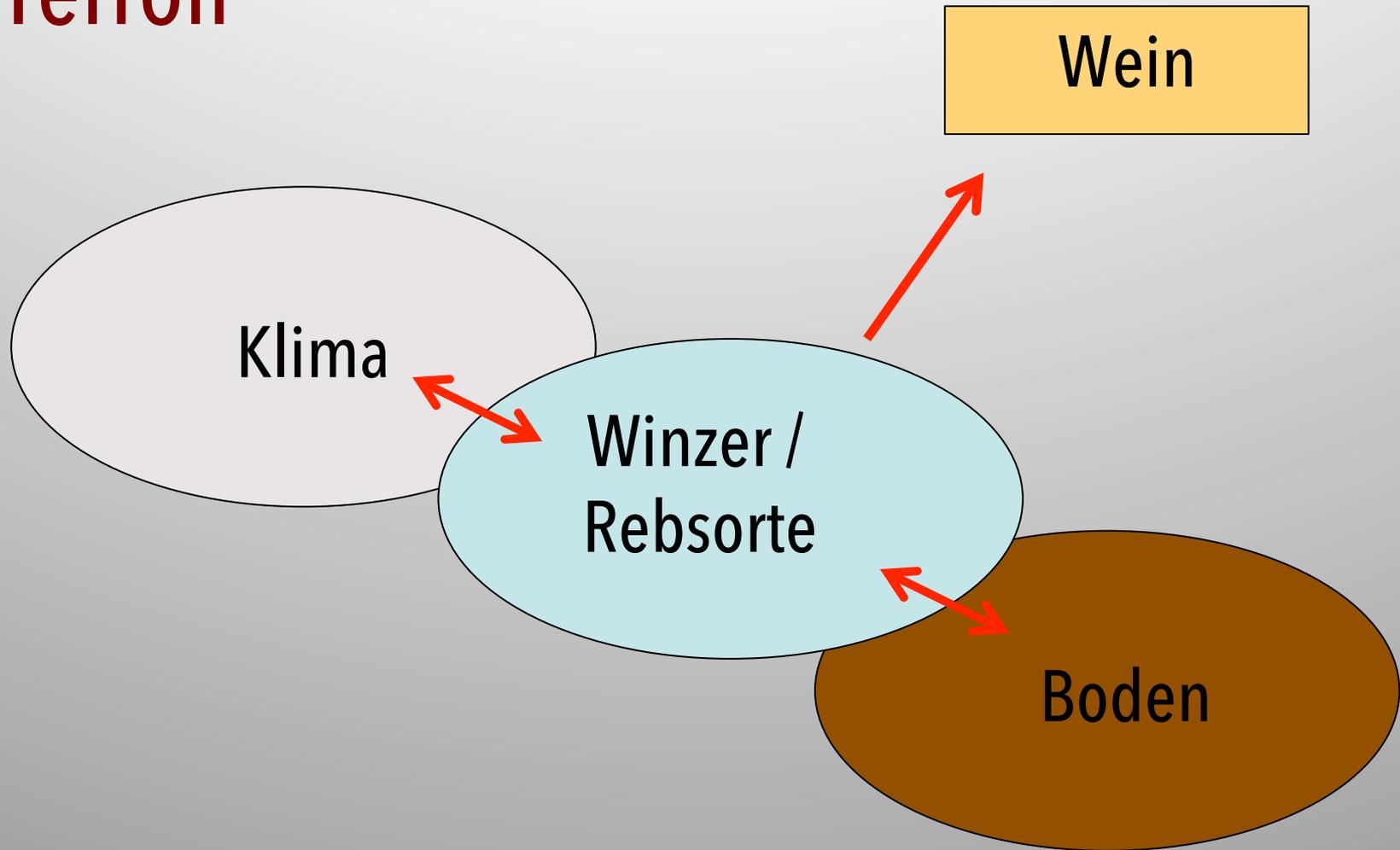
Winzer, die rechtzeitig und ausreichend entblättert und eher eine gemäßigte Stickstoffdüngung durchgeführt hatten, waren dabei im Vorteil und konnten bessere Qualitäten mit stabileren Erträgen einfahren.

Darin scheint auch die Ursache der zum Teil unterschiedlichen Einschätzung des Jahrganges bezüglich der Menge und Qualität durch die Weinbaubetriebe zu liegen.

Wer spätreifende Sorten durch selektive Vorlese bis Mitte Oktober halten konnte, wurde mit einer Hochdruckwetterlage belohnt, deren Lesegut Spitzenweine erwarten lassen.

## 4. Klima vs. Style und Qualität

# Terroir

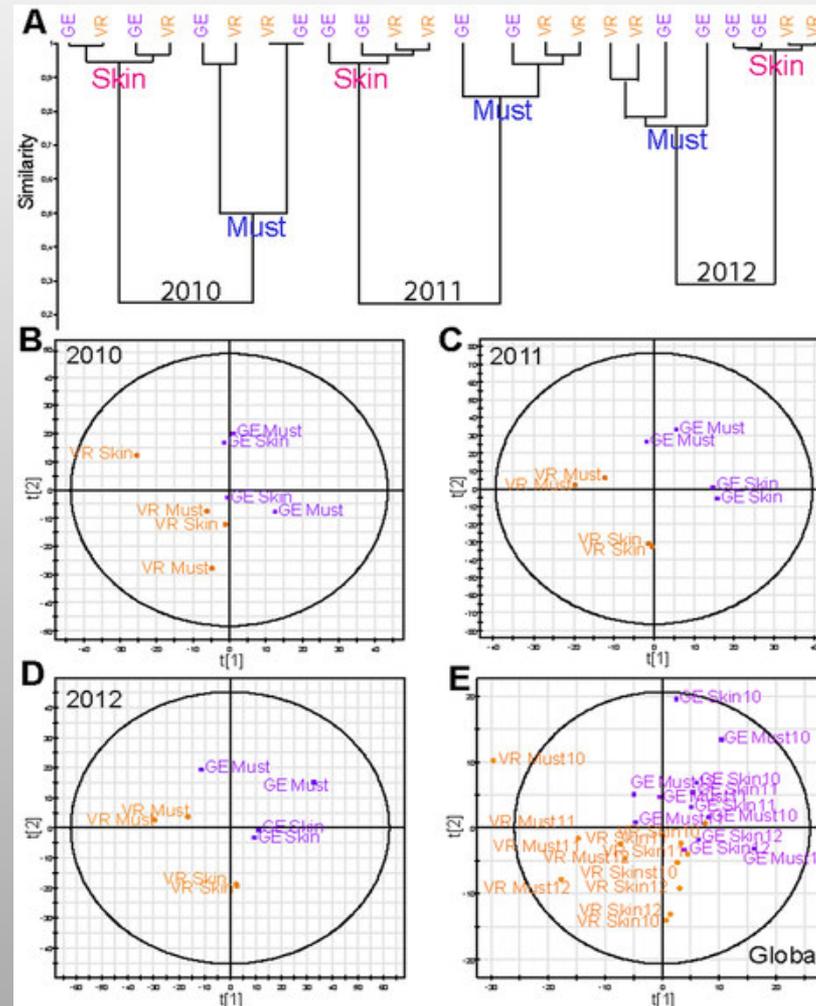


# Terroirdefinition OIV

Vitivinicultural “terroir” is a concept which refers to an area in which collective knowledge of the interactions between the identifiable physical and biological environment and applied vitivinicultural practices develops, providing **distinctive characteristics** for the products **originating from this area**.

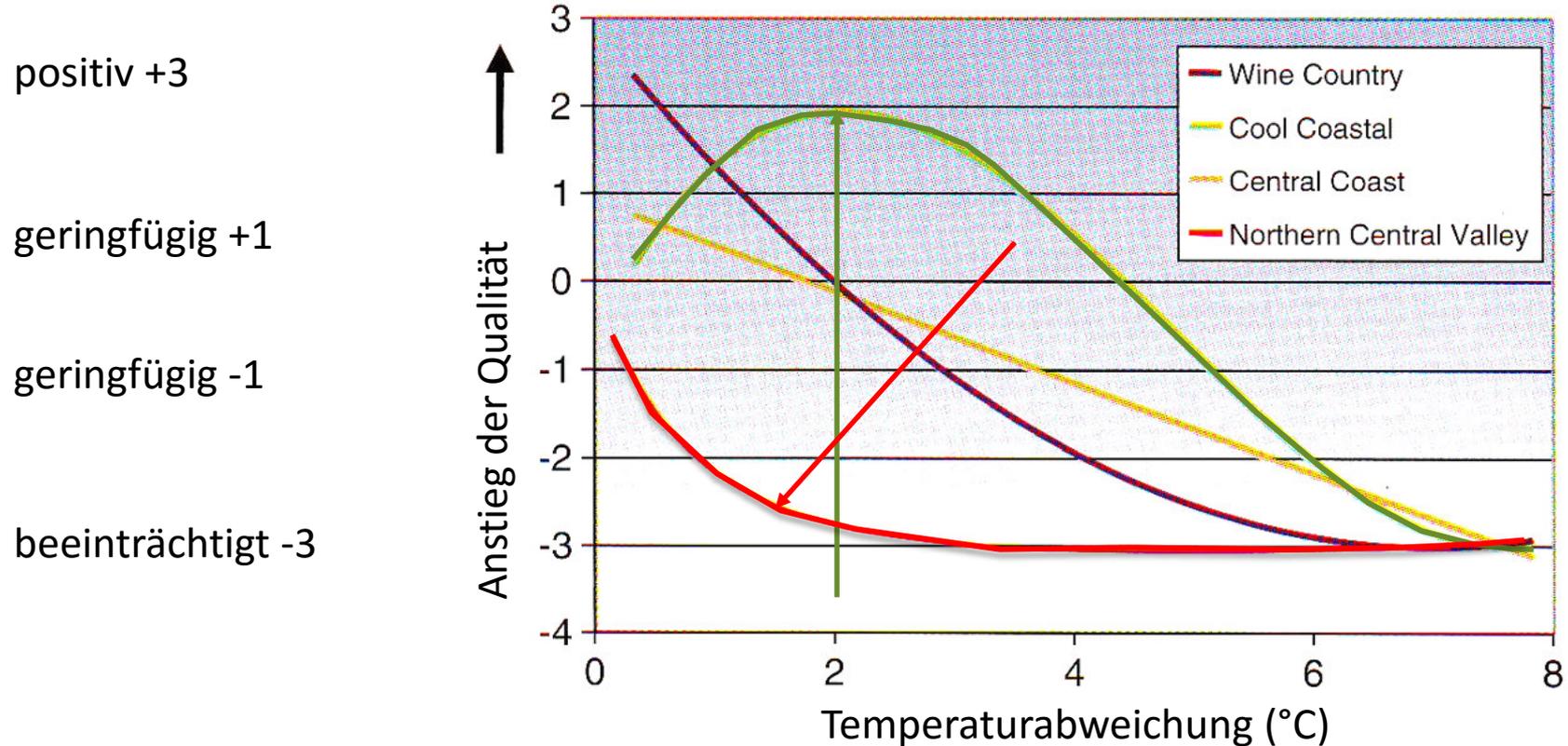
“Terroir” includes specific soil, topography, climate, landscape characteristics and biodiversity features.

**Figure 6. Terroir differentiation for skin and must samples from three different vintages (2010-2011-2012).**



Roullier-Gall C, Lucio M, Noret L, Schmitt-Kopplin P, Gougeon RD (2014) How Subtle Is the “Terroir” Effect? Chemistry-Related Signatures of Two “Climats de Bourgogne”. PLOS ONE 9(5): e97615. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0097615>  
<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0097615>

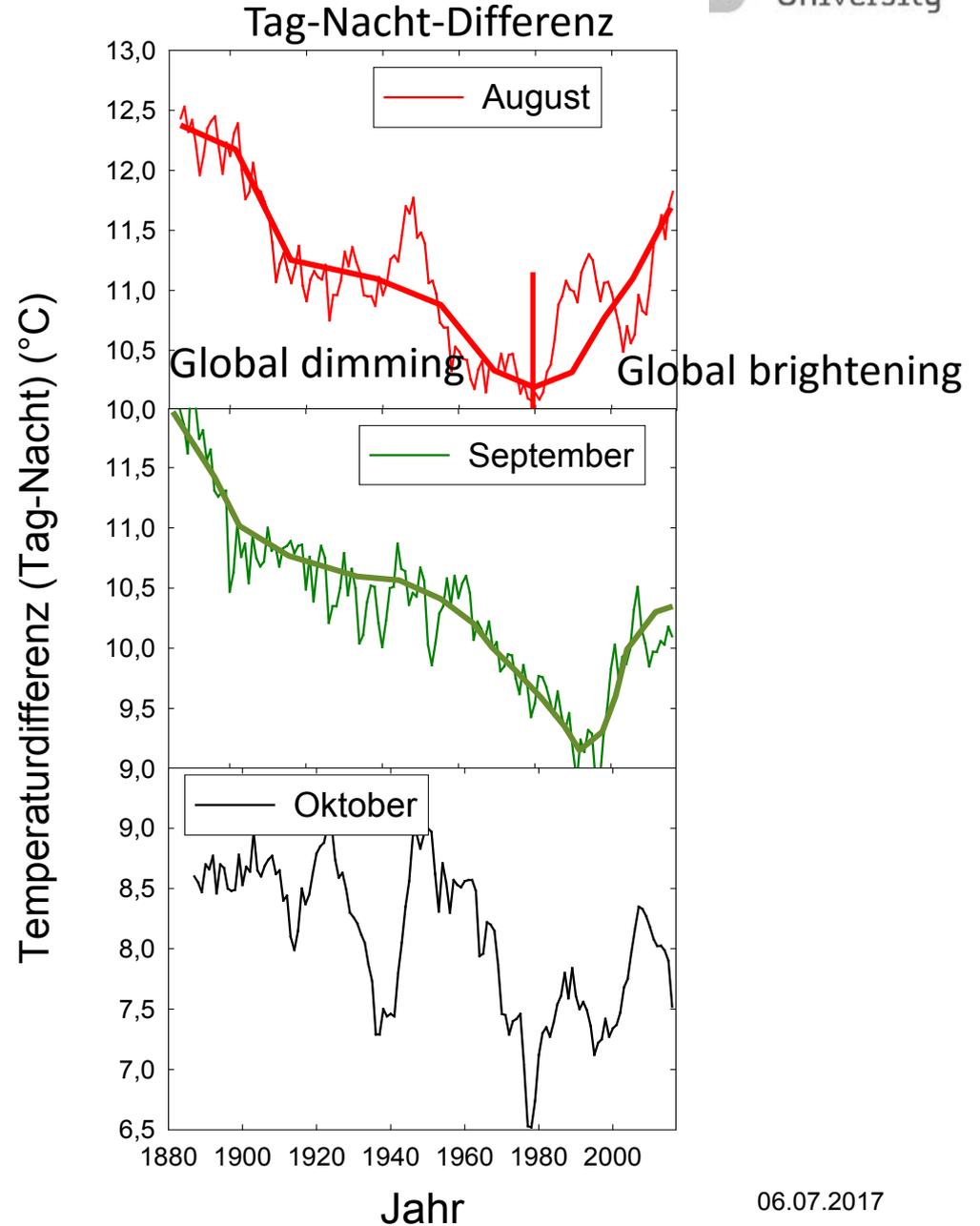
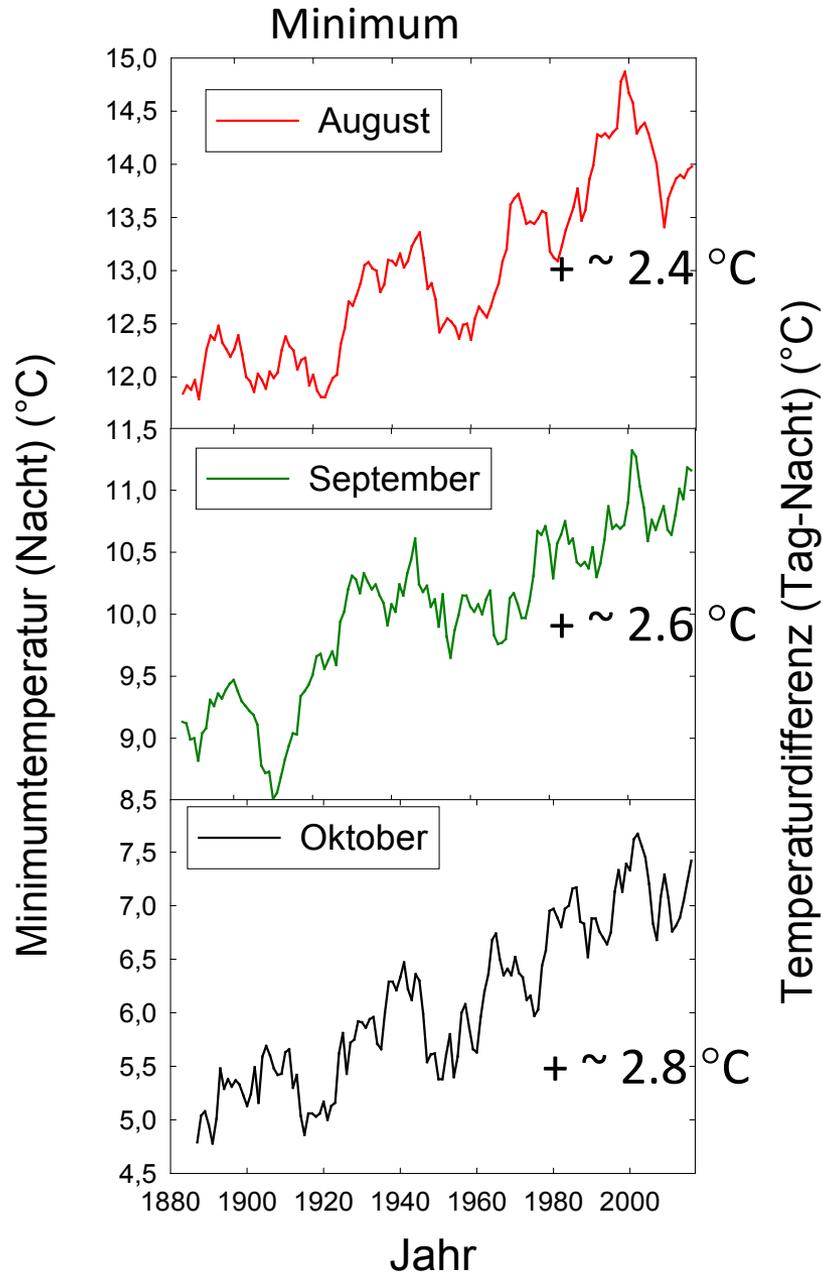
# Prognostizierte Veränderung in der Weinqualität durch den Temperaturanstieg in Kalifornien



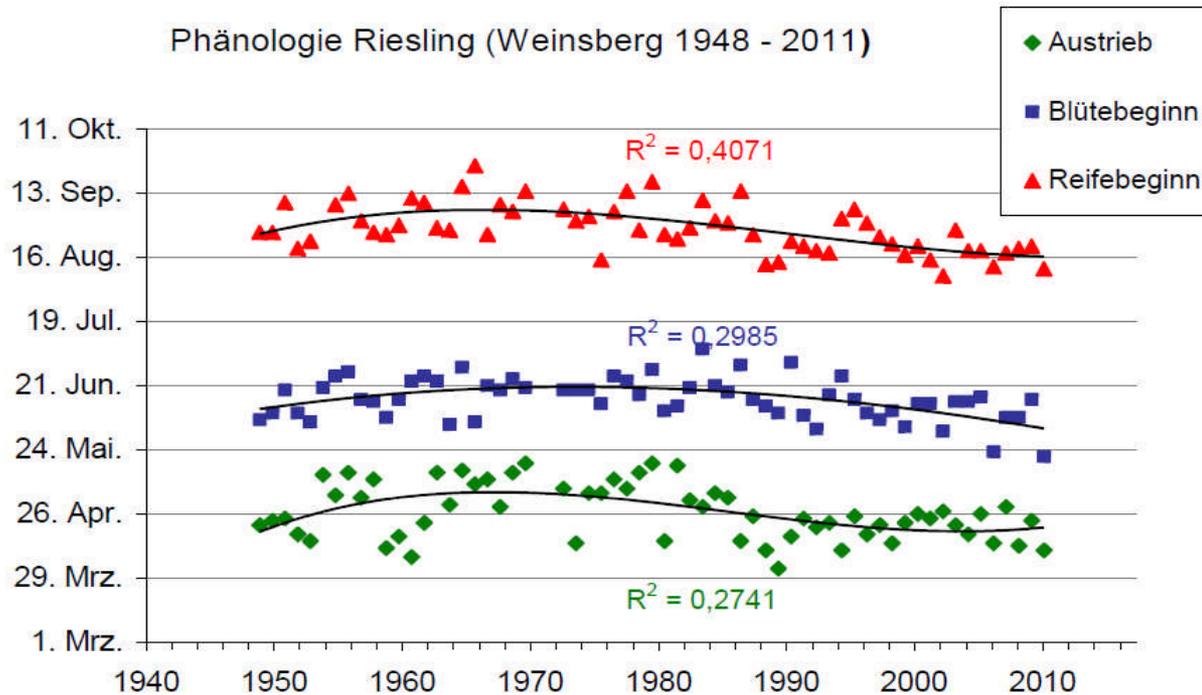
**Wie flexibel ist die Rebe/der Winzer – Resilienz?**

Hayhoe et al. (2006) regional Assessment of Climate Impacts on California under Alternative Emission Scenarios – Key Findings and Implications for Stabilisation. In: Avoiding Dangerous Climate Change, 227-234

# Temperatureentwicklung (Standort Geisenheim 1884-2016)

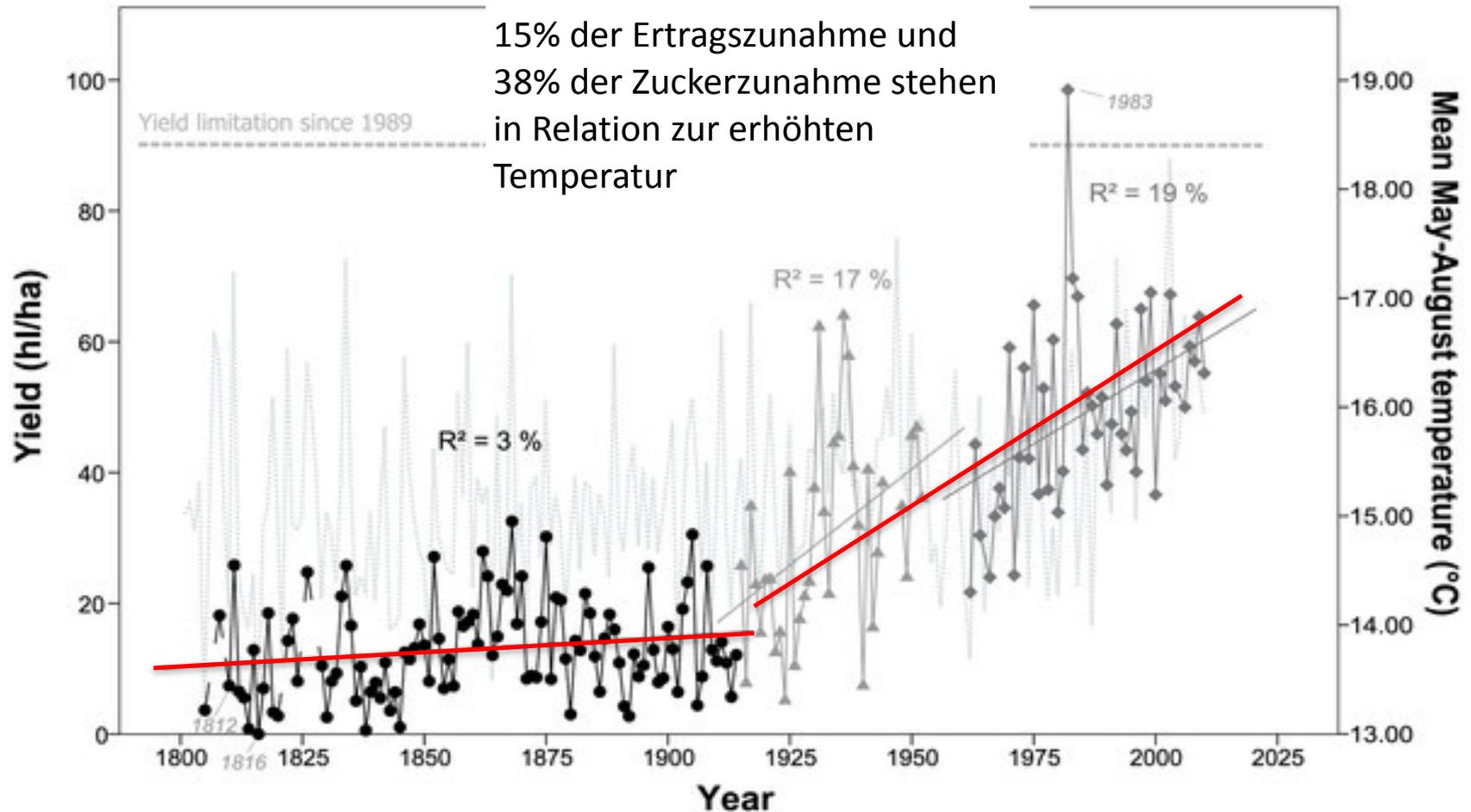


# Phänologie



Quelle: Landesministerium/LUBW.<sup>59</sup>

**Figure 2. Time series of mean yield (hl/ha), originating from Eifler[24], [54] and Weigand [25] (black solid circles), from Bayerisches Staatsministerium für Ernährung [26] (light grey solid triangles) and annual vintage records (dark grey solid rhombs).**

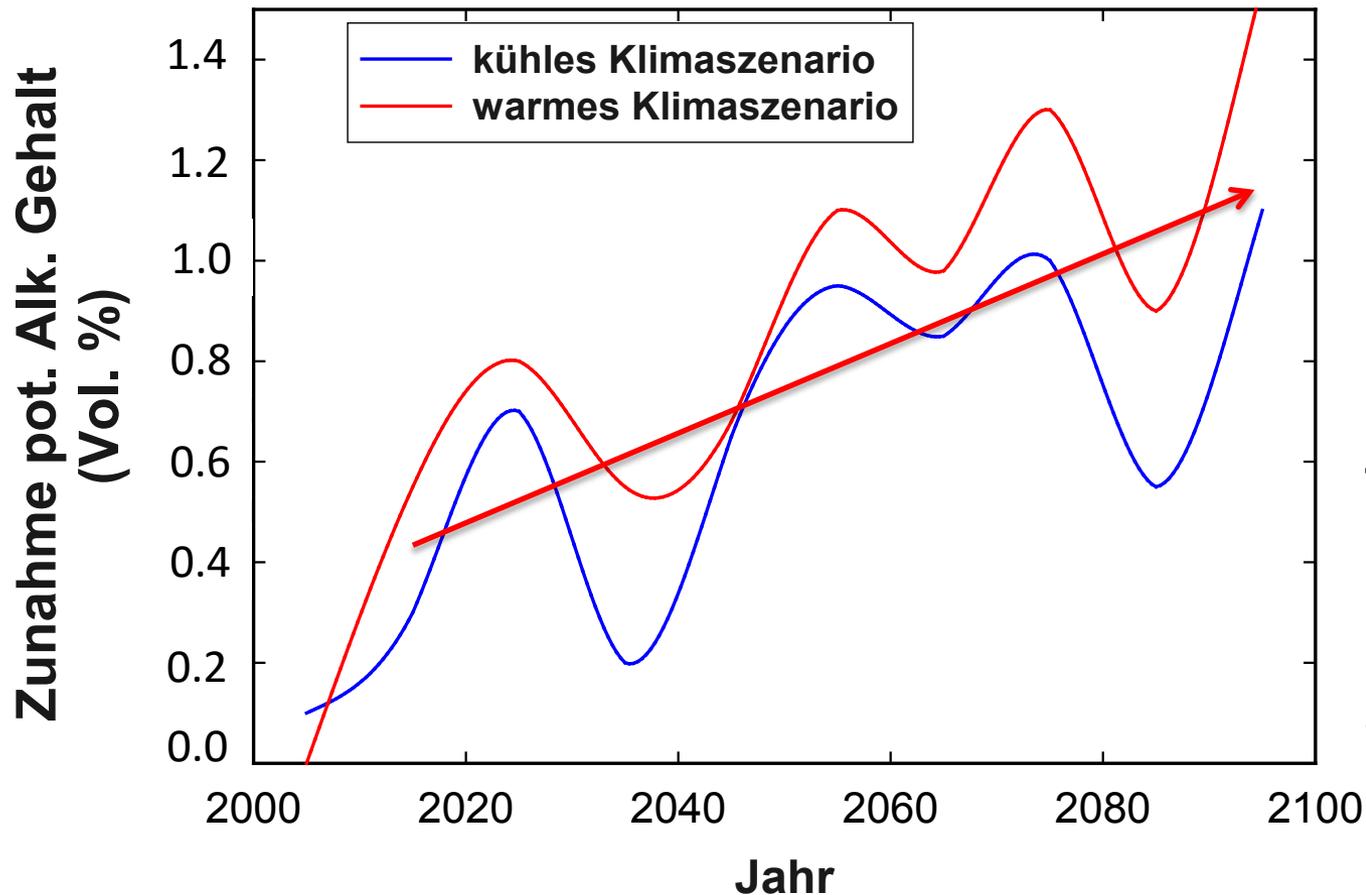


Bock A, Sparks TH, Estrella N, Menzel A (2013) Climate-Induced Changes in Grapevine Yield and Must Sugar Content in Franconia (Germany) between 1805 and 2010. PLoS ONE 8(7): e69015. doi:10.1371/journal.pone.0069015  
<http://www.plosone.org/article/info:doi/10.1371/journal.pone.0069015>

Hans R. Schultz, Hochschule Geisenheim



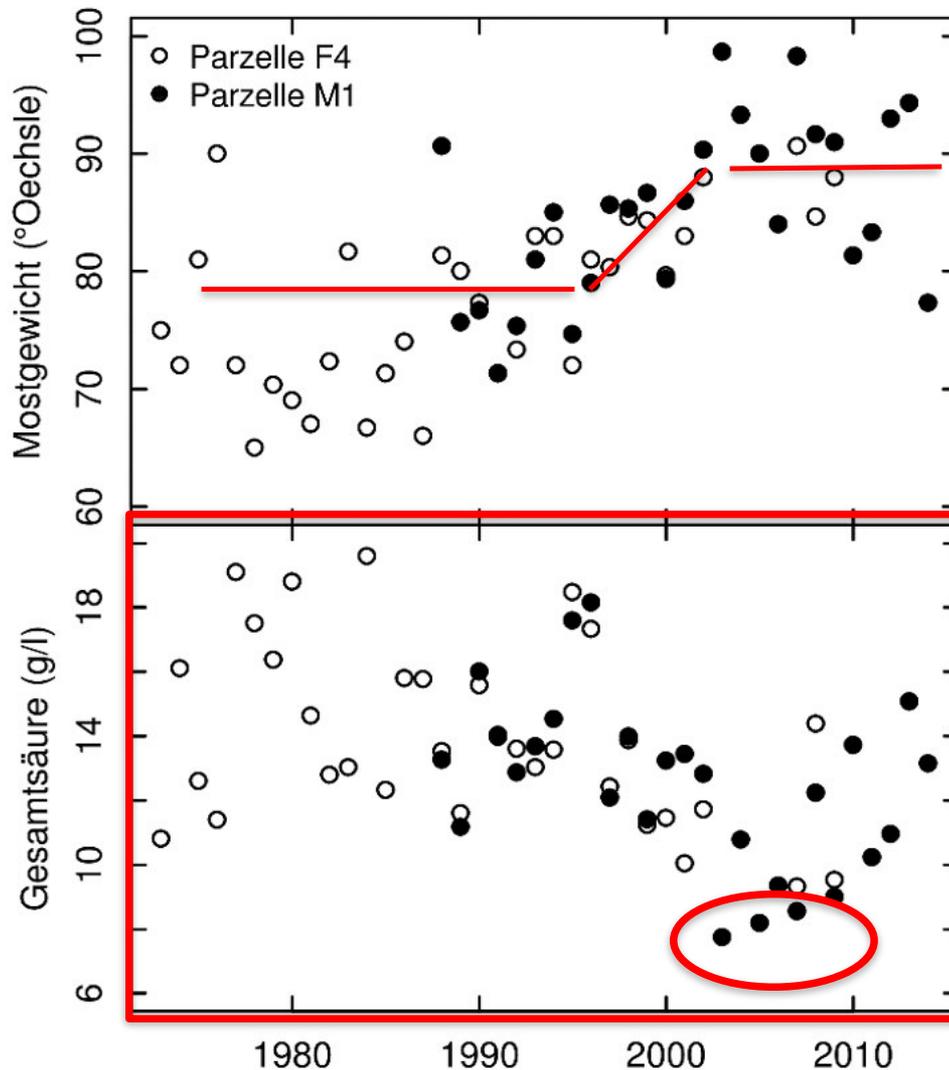
# Veränderungen der Inhaltsstoffe, Simulation des Alkoholgehalts!



## Alkoholgehalt

Zuckerkonz. hat von 74 °Oechsle (1970-1986) auf 91 °Oechsle (1994-2016) zugenommen

# KLIMAWANDEL: EINFLUSS AUF DIE WEINQUALITÄT



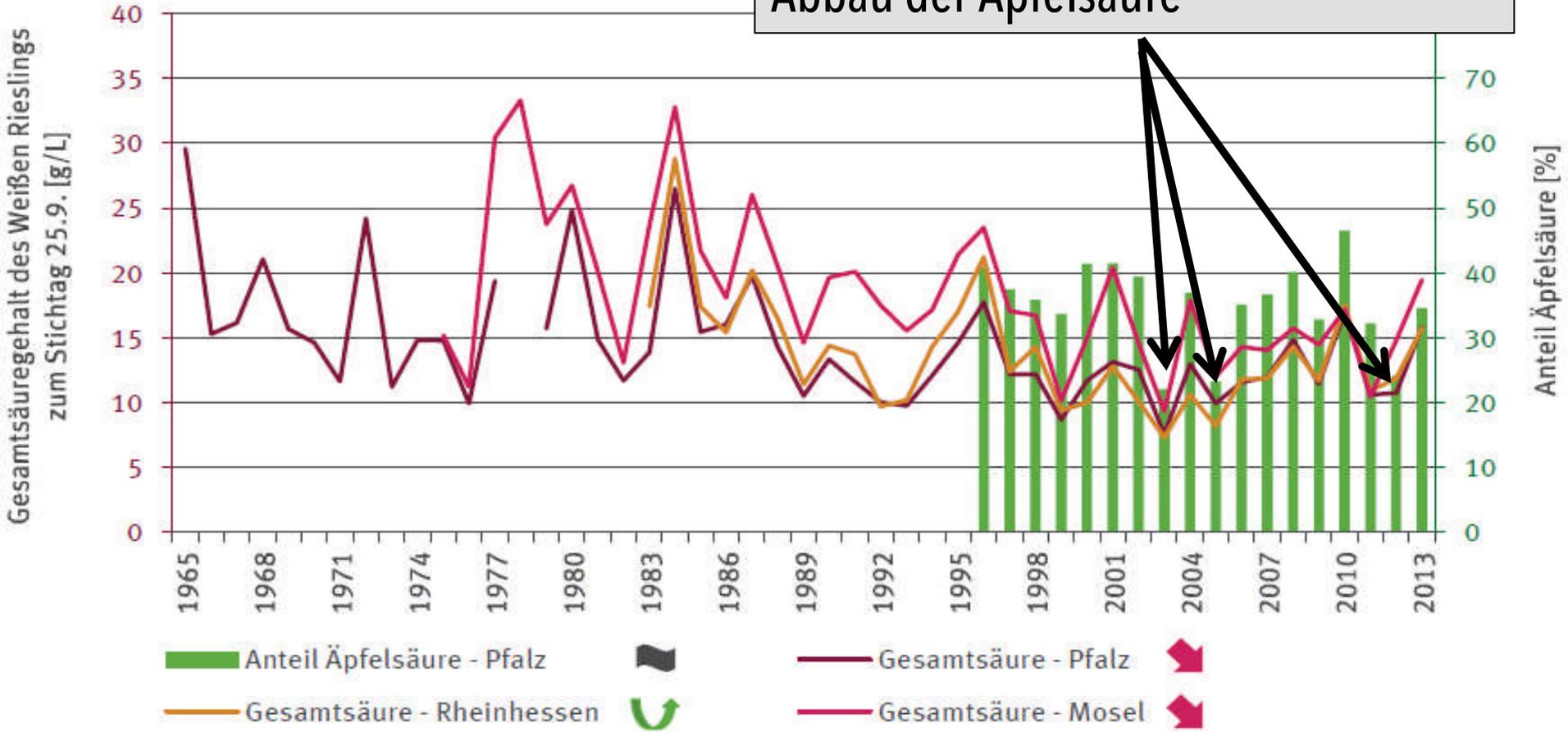
**Mostgewicht und Gesamtsäure (Riesling Beerenproben Hochschule Geisenheim)**  
**Mostgewichtszunahme um ca. 10 °Oechsle**  
Oder für einen **trockenen Kabinett: ca. 1,5 Vol.% höherer Alkohol**

**Dabei sinken die Mostsäurewerte**

# Säurestruktur

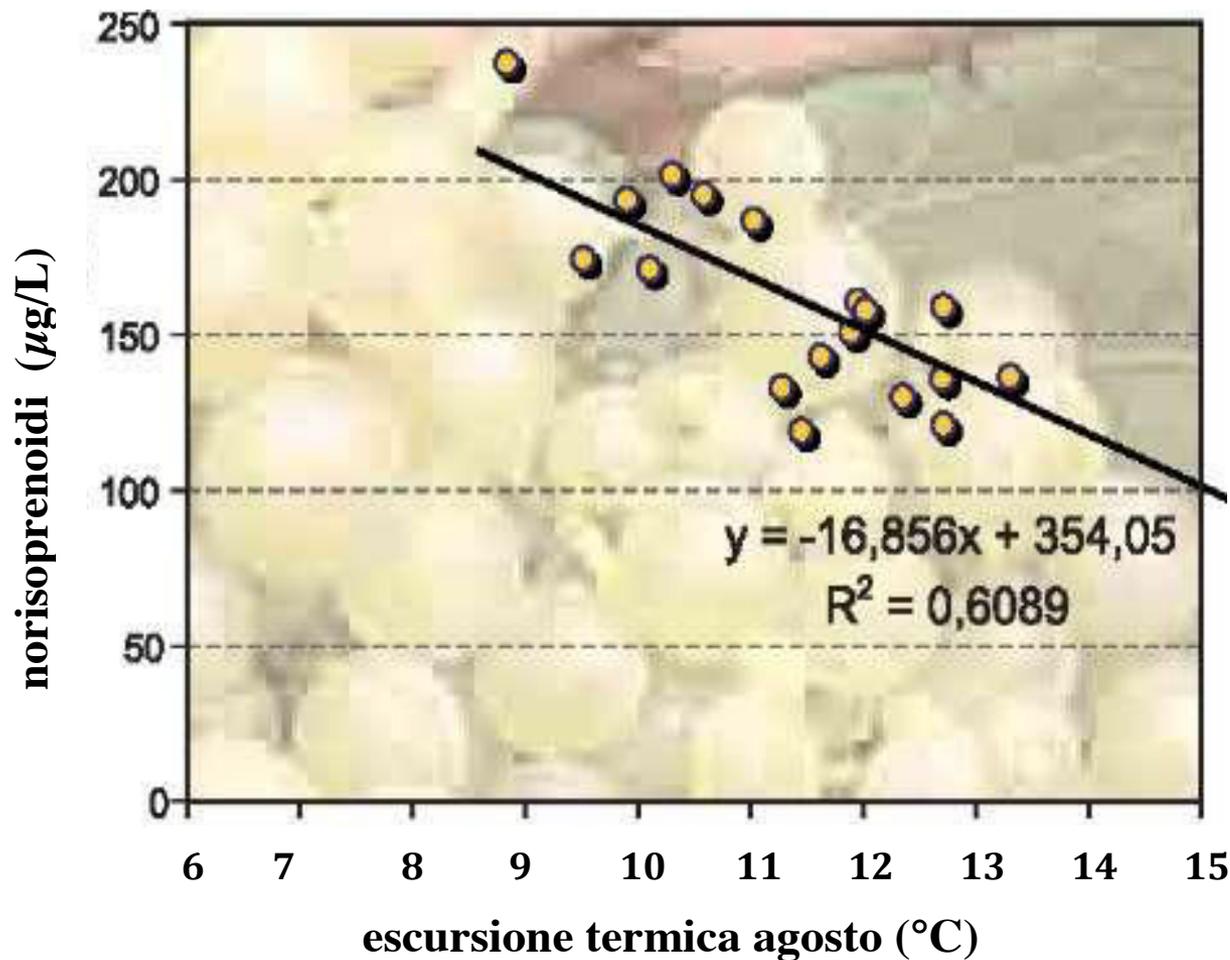
## Mikrobiologische Stabilität?

unter warmen Bedingungen vorallem Abbau der Äpfelsäure



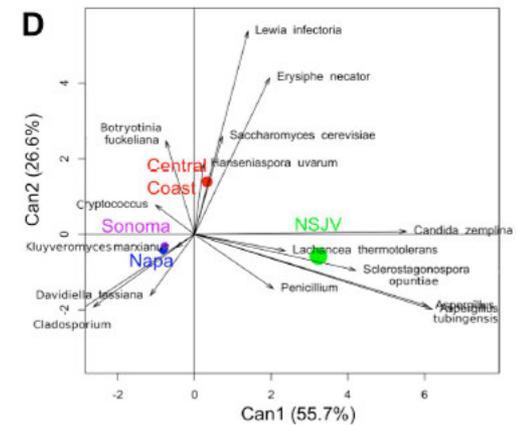
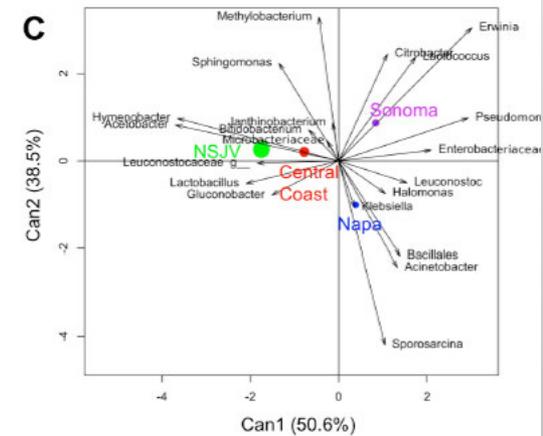
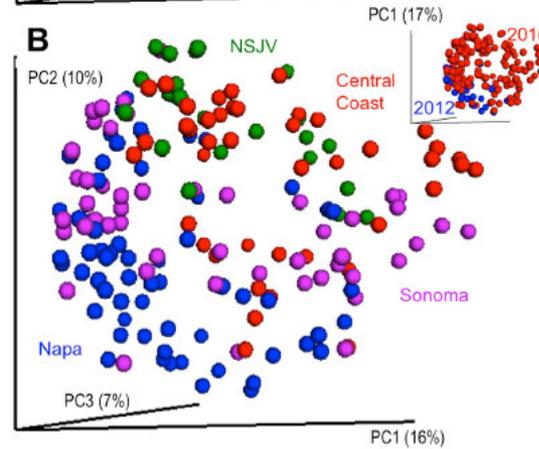
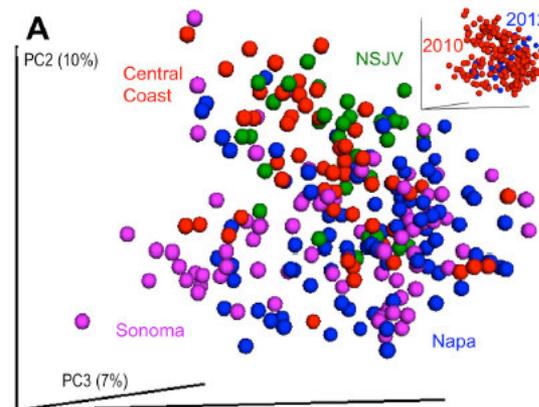
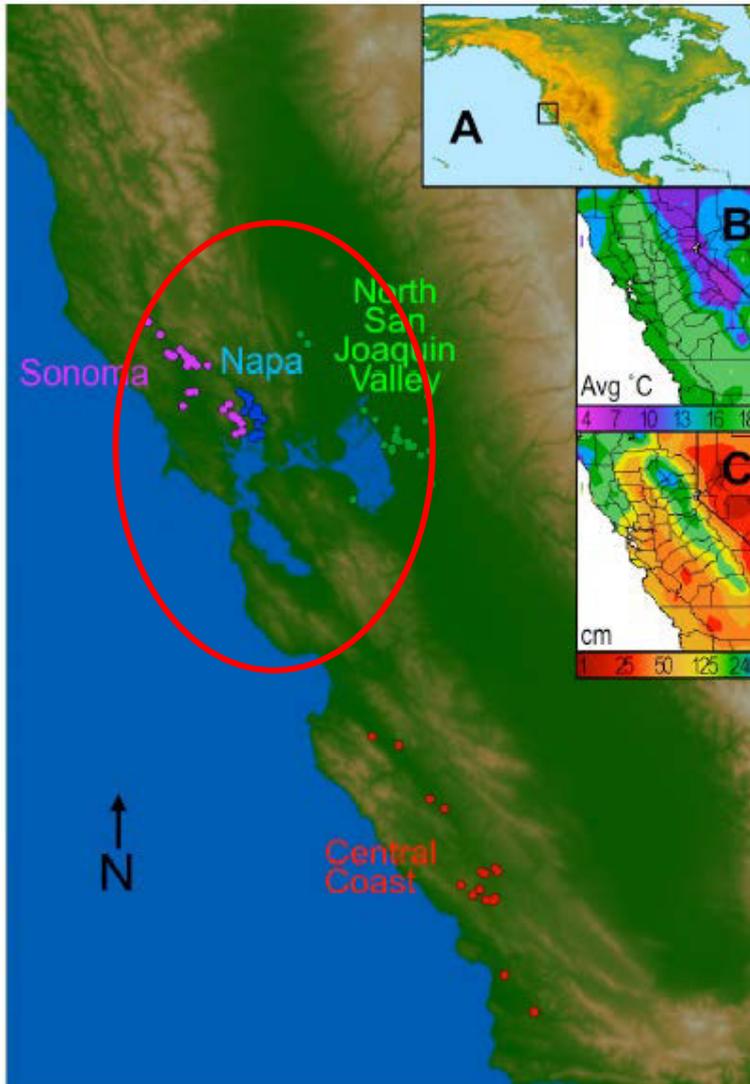
Datenquelle: Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinpfalz (Amtliche Reifemessung in Rheinland-Pfalz)

# Aroma & Mesoklima - Tag / Nacht Differenz



**Figura 17: Contenuto dei norisoprenoidi nelle uve Glera in funzione dell'escursione termica. (Fonte: "The Power of the Terroir: the Case Study of Prosecco Wine" di Tomasi, Gaiotti e Jones, 2013)**

# Mikrobielles Terroir und Klimaveränderung



Vergleich unterschiedlicher Regionen und Rebsorten hinsichtlich der Pilz- und Bakterienpopulationen im Most

# Es gibt Korrelationen der Pilz- und Bakterienpopulationen mit Umwelt (Klima)-Parametern

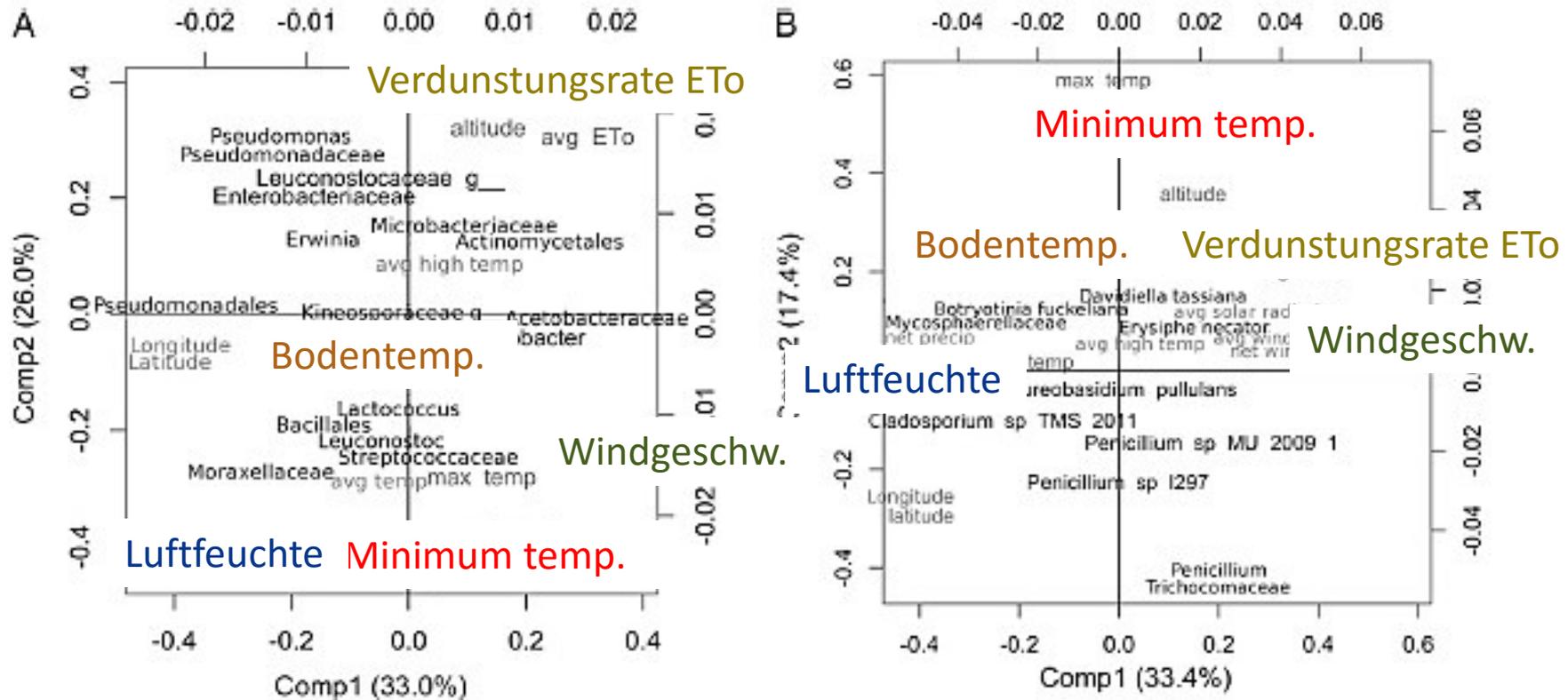
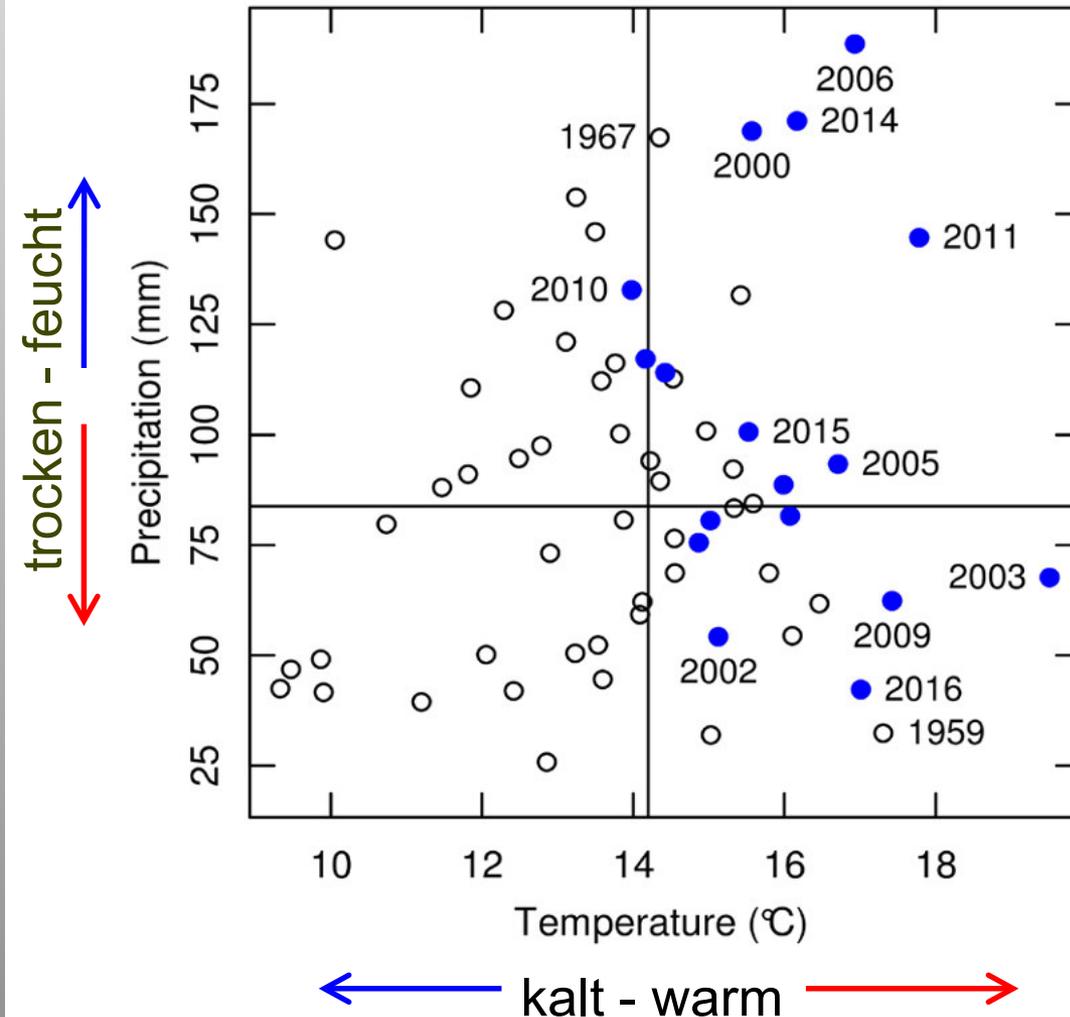


Fig. 3. Correlation loading plots demonstrate environmental influence on select microbial populations within Chardonnay musts across California. Partial least squares regression correlation loadings of 15 environmental variables (gray text) and select microbial taxa (black text). (A) Selected bacterial populations ( $n = 18$  variables) of all Chardonnay musts. (B) Selected fungal populations ( $n = 12$  variables) of all Chardonnay musts.

Bokulich, N.A., Thorngate, J.H., Richardson, P.M., Mills, D.A. (2013) Microbial biogeography of wine grapes is conditioned by cultivar, vintage, and climate. **PNAS** 1317377110, 139-148

# Temperaturmittel [°C] und Niederschlagssummen [mm]

[während der Reifephase, 1955-2016, Geisenheim]

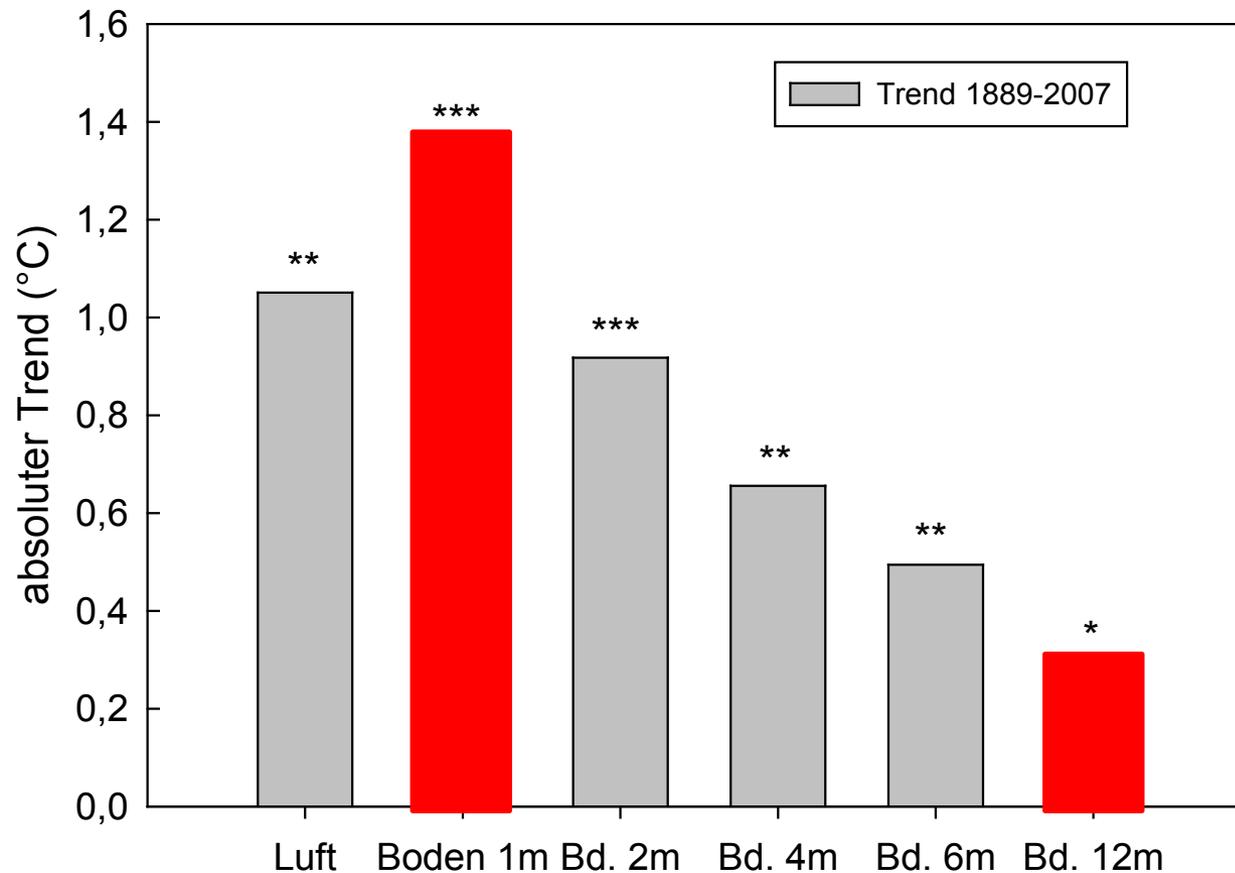


- ➔ **Bedingt durch die Temperaturzunahme treten warm-feuchte Bedingungen während der Reifephase häufiger auf**
- ➔ **Erhöhtes Risiko der Traubenfäule**

Datengrundlage: DWD und HGU  
(Graphik: Hofmann)

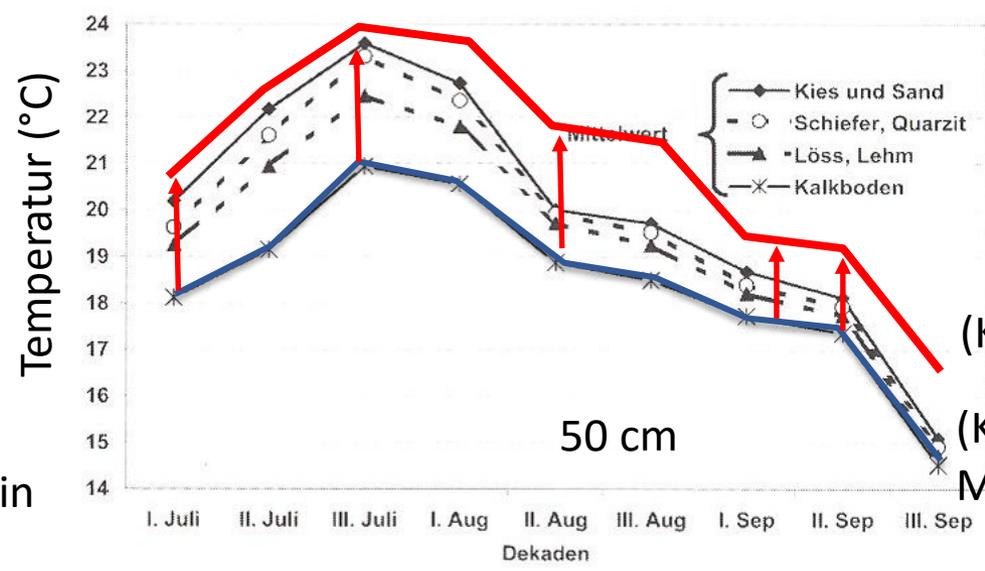
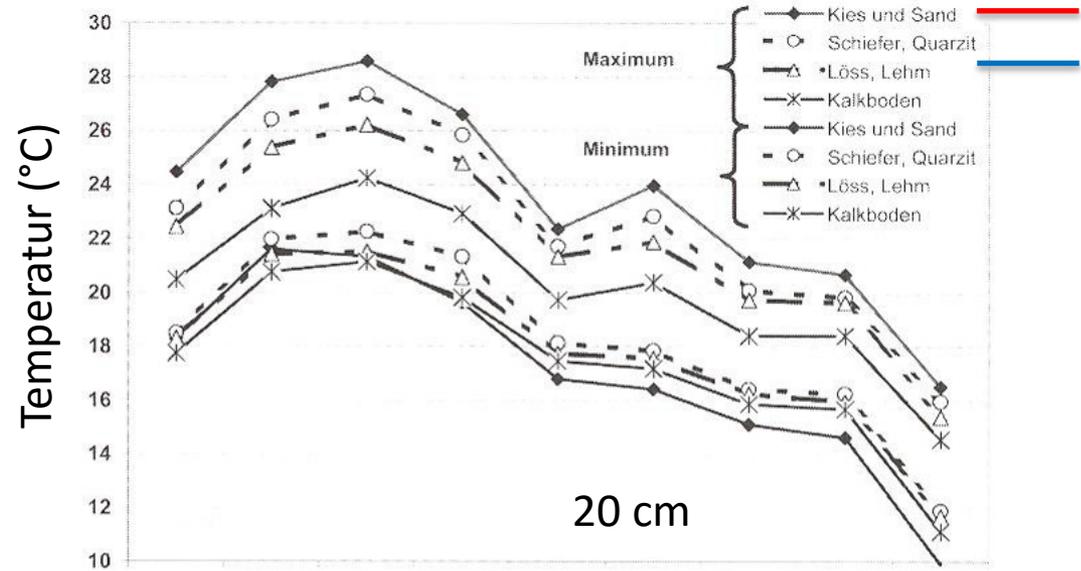
# Starke Temperaturerhöhung im Boden (die Potsdamer Zeitreihe)

Seit 1898 stärkste Erwärmung Mai–August (in 1m zwischen **2.4° - 3.2°C !!**)



Boden-Temperatur in unterschiedlichen Tiefen im Vergleich zur Lufttemp.

# Simulation, wie sich die Temperatur (1m Tiefe) verändert hat



(Kalkboden) heute

(Kalkboden) zu Beginn der Messphase 1889

Ursprungsdaten von verschiedenen Böden in Geisenheim (Horney 1969)

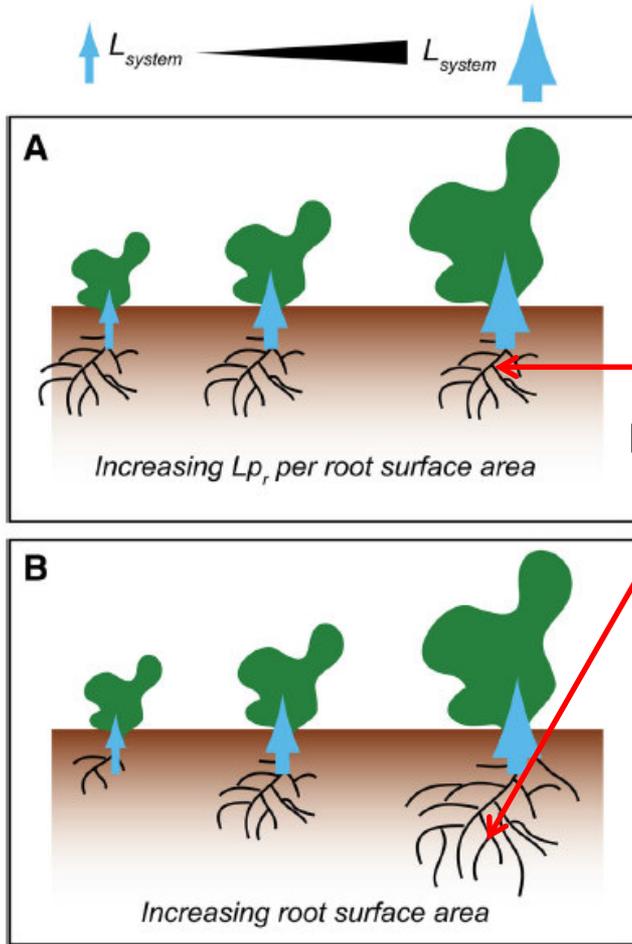
Juli August September

# Was bedeutet eine Anstieg der Bodentemperatur in Zusammenhang mit der Unterlage?

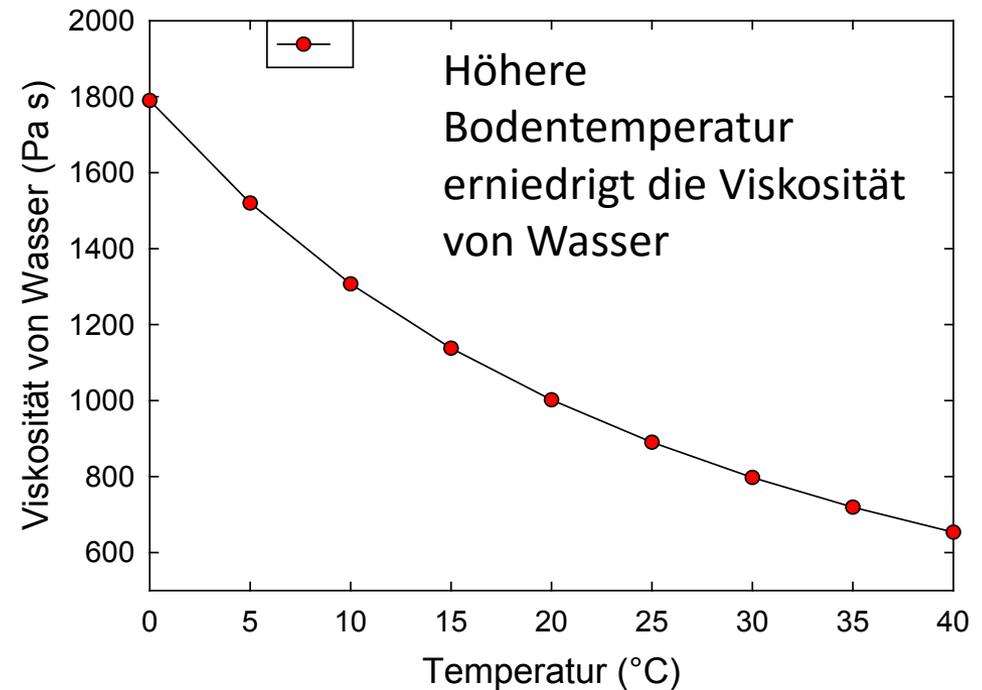
Unterlagen:

Erhöhte Leitfähigkeit

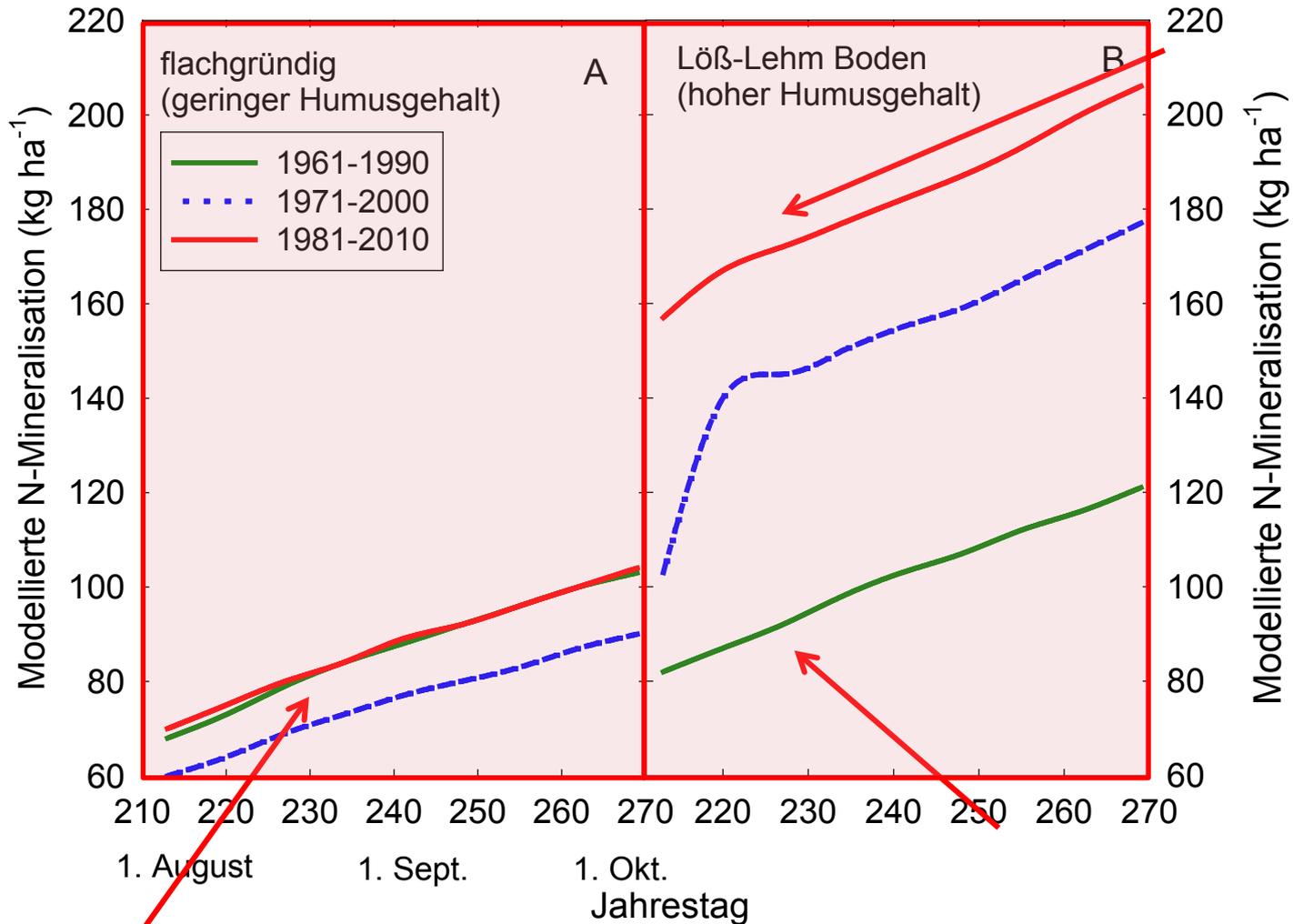
Erhöhte Wurzeloberfläche



**Fig. 3** It has been hypothesized that increases in scion growth can be brought about by increases in the rootstock's ability to take up water. Both of the examples above show increases in whole root system hydraulic conductance ( $L_{system}$ ) from left to right (blue arrows). However, increases in  $L_{system}$  can result from a increases in hydraulic conductivity per unit surface area ( $L_p$ ), b increases in whole root system surface area, or a combination of both. (Color figure online)



# Simulationsstudie für Stickstofffreisetzung im Boden



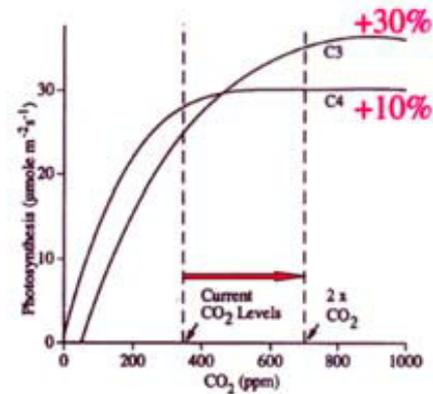
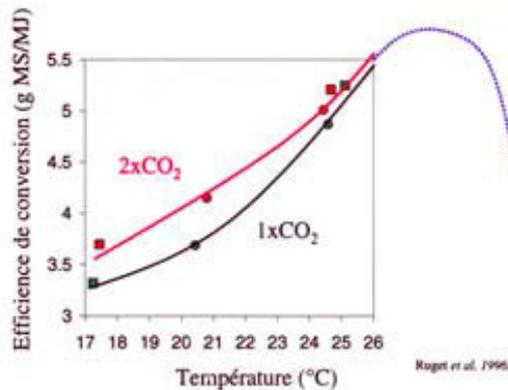
# CO<sub>2</sub> EFFECTS ON CROP PRODUCTION?

some positive...

- increase in photosynthesis
- lower transpiration



increase in primary production potential



some negative ...

- reduced phase duration
- thermal thresholds

... and some uncertain !!!

- vegetation structure?
- fruit quality?

# Einfluss CO<sub>2</sub> auf physiologische Parameter

Qualität und ausgewählte physiol. Param.	Erhöhte CO <sub>2</sub> -Konzentration	Kultur/Produkt	Literatur
Photosynthese	↑	Kartoffel, Spinat, <b>Rebe</b> , Apfel	[Katny et al. 2005, Jain et al. 2007, <b>Schultz and Stoll 2010</b> , <b>Salazar-Para et al. 2012a</b> , Ro et al. 2001]
Respiration/ Atmung (vor allem Blätter, kaum Früchte)	↓	Spargel, Broccoli, Bohnen, Sprossen, Heidelbeere, Birne,	[ <i>Peppelenbos and van't Leven 1996, Beaudry 1993</i> ]
	↑	<b>Rebe</b>	[ <b>Kriedemann et al. 1976</b> ]
	=	Kartoffel, Salat, Aubergine, Zitrone, Gurke,	[ <i>Fonseca et al. 2002, Pal and Buescher 1993, Peppelenbos and van't Leven 1996</i> ]
	↓	Mango	[Bender et al. 1994]
		Apfel (Frucht) Apfel (Blatt)	[Ro et al. 2001]
Farbintensität	↑ / =	<b>Traube</b>	[ <b>Bindi et al. 2001a, Gonçalves et al. 2009</b> ]

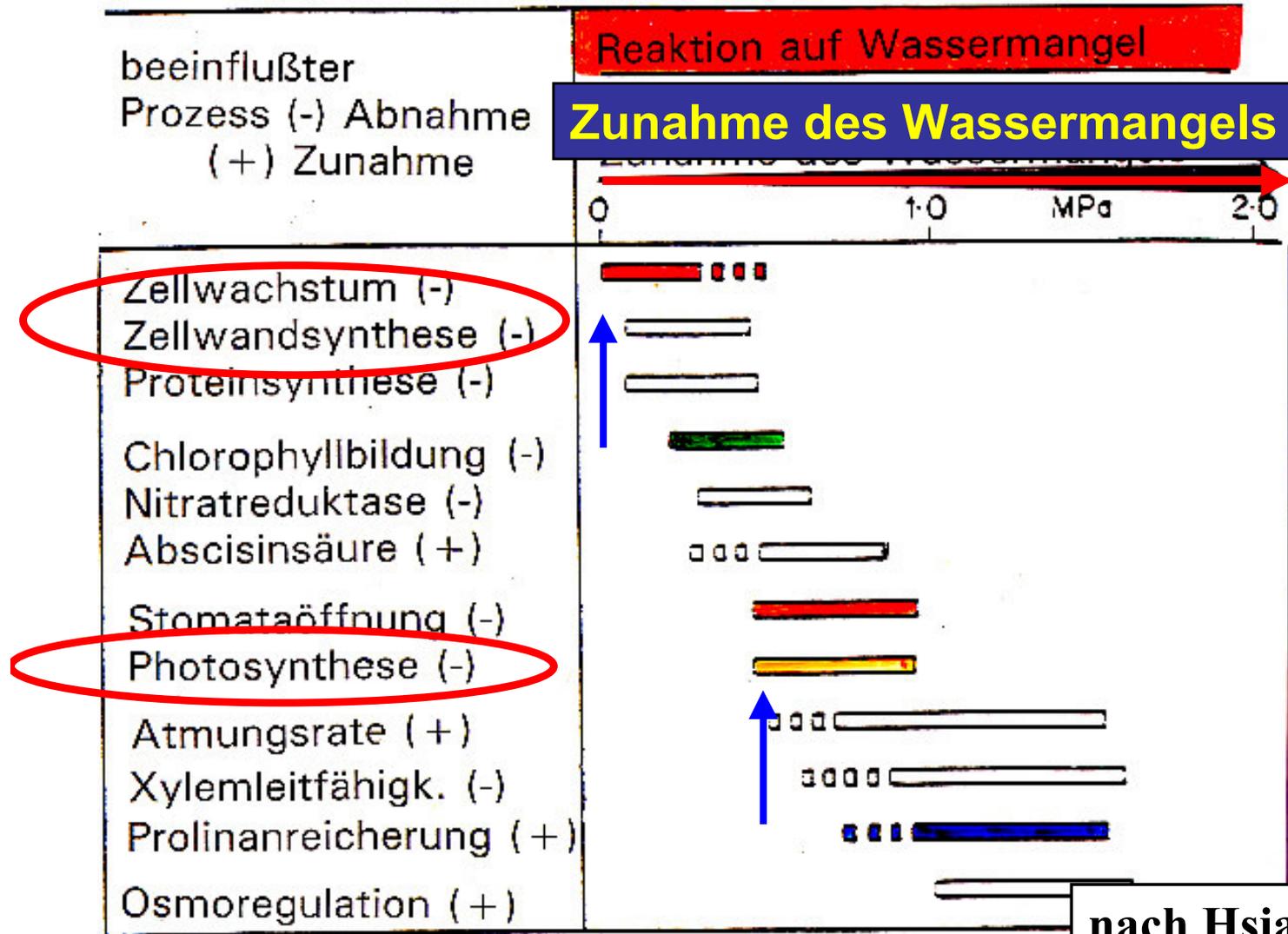
Qualität und ausgew. physiol. Param.	Erhöhte CO <sub>2</sub> -Konzentration	Kultur/Produkt	Literatur
Alkohol Gehalt	=	Traube/Wein	[Bindi et al. 2001a]
	↑	Mango	[Bender et al. 1994]
Weinsäure	=	Traube	[Bindi et al. 2001a, Gonçalves et al. 2009]
Apfelsäure	↓ / =	Traube	[Gonçalves et al. 2009]
Zitronensäure	↓	Kartoffel, Erdbeere	[Donnelly et al. 2001, Vorne et al. 2002, Wang and Bunce 2004]
Ascorbinsäure	↑	Kartoffel, Erdbeere, Orange	[Donnelly et al. 2001, Wang et al. 2003, Idso et al. 2002]
Glucose/Fruktose	↑	Kartoffel, Erdbeere	[Högy and Fangmeier 2009, Wang et al. 2003]
Gesamt Phenole	↑	Erdbeere	[Wang et al. 2003]
	=↓	Traube	[Bindi et al. 2001a, Gonçalves et al. 2009]
Flavonoide	↑	Traube	[Bindi et al. 2001a]
Anthocyane	↑	Traube, Erdbeere	[Bindi et al. 2001a, Wang et al. 2003]
	↓	Traube	[Gonçalves et al. 2009]

Qualität und ausgewählte physiology. Parameter	Erhöhte CO <sub>2</sub> -Konzentration	Kultur/Produkt	Literatur
Glykoalkaloide	↓	Kartoffel	[Vorne et al. 2002]
Glucosinolate	↑	Brockoli	[Schonhof et al. 2007]
pH	=	Traube	[Bindi et al. 2001a, Gonçalves et al. 2009]
Nitrat	↓	Kartoffel, Sellerie, Kohl, Blattsalat	[Donnelly et al. 2001, Fangmeier et al. 2002, Jin et al. 2009, ]
Fe, Mg, Cu, P, N, K, Mg	↓	Spinat, Blattsalat, Kartoffel	[Jain et al. 2009, Baslam et al. 2012, Fangmeier et al. 2002]
Aromatische Verbindungen (flüchtig)	↑	Erdbeere	[Wang and Bunce 2004]
	↑↓	Traube	[Gonçalves et al. 2009]
Antioxidative Kapazität	↓	Zwiebel, Erdbeere, Blattsalat	[Levine and Paré 2009, Shin et al. 2008, Baslam et al. 2012]
	=	Traube	[Gonçalves et al. 2009, Salazar-Para et al. 2012b]

# FACE – Universität Geisenheim



# Sensibilität der verschiedenen Pflanzenprozesse bei Wassermangel

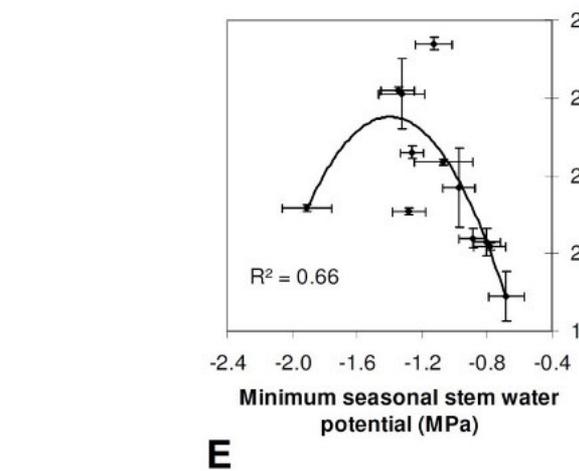
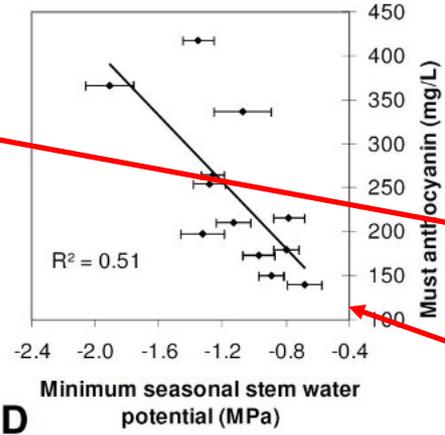
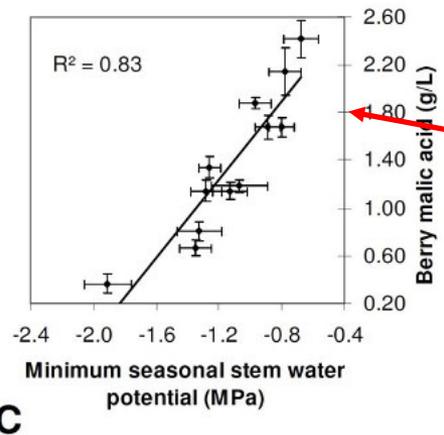
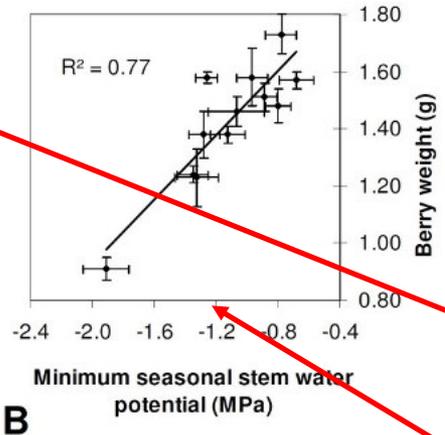
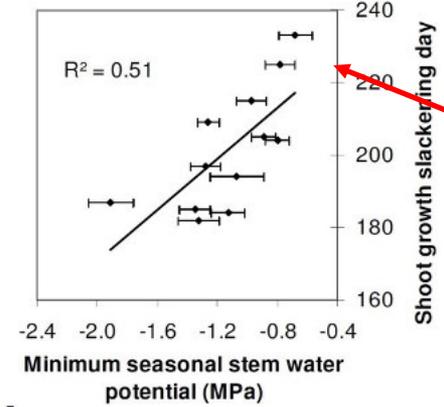


# Wasserhaushalt und Terroir

- Gene der Farbstoff- und allg. Phenolsynthese reagieren auf Wassermangel
- Trockenere Standorte haben eine höhere Terpenkonzentration (Muskataroma – z.B. Müller-Thurgau aber auch Riesling) als gut mit Wasser versorgte Standorte
- Gut mit Wasser versorgte Standorte haben höhere Gehalte an Thiolen (Passionsfrucht, Cassis u.a.) und Norisoprenoiden (tropische Frucht, blumig), Aromastoffe, die vor allem bei Weißweinsorten wichtig sind)
- Dadurch bedingt wird die Balance dieser Gruppen beeinflusst, was auch einen Effekt auf die sensorische Ausprägung hat

# Water deficit induces :

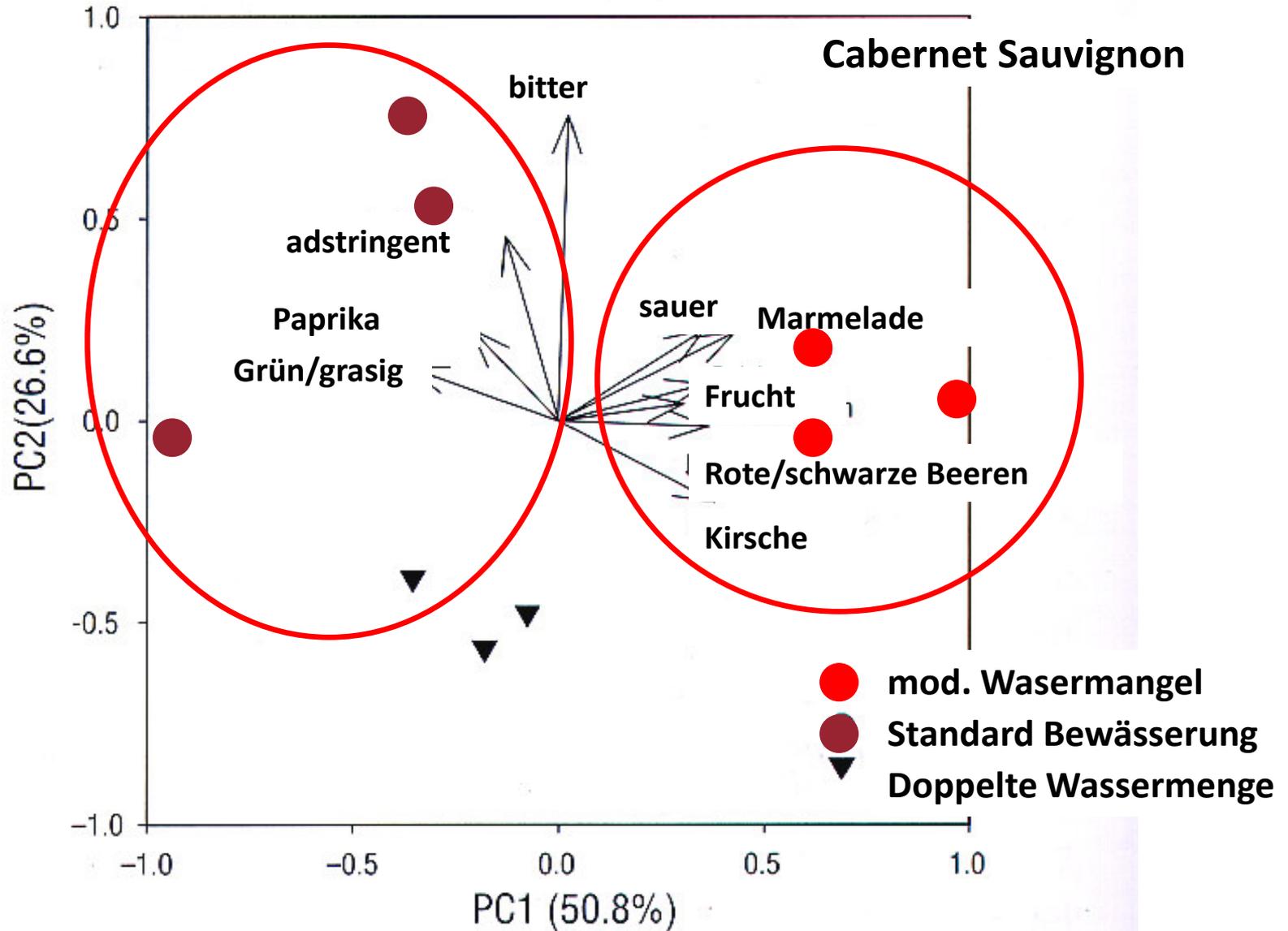
- Early shoot growth cessation
- Reduced berry size
- Low malate
- High anthocyanins



Van Leeuwen *et al.*, 2009 JISV

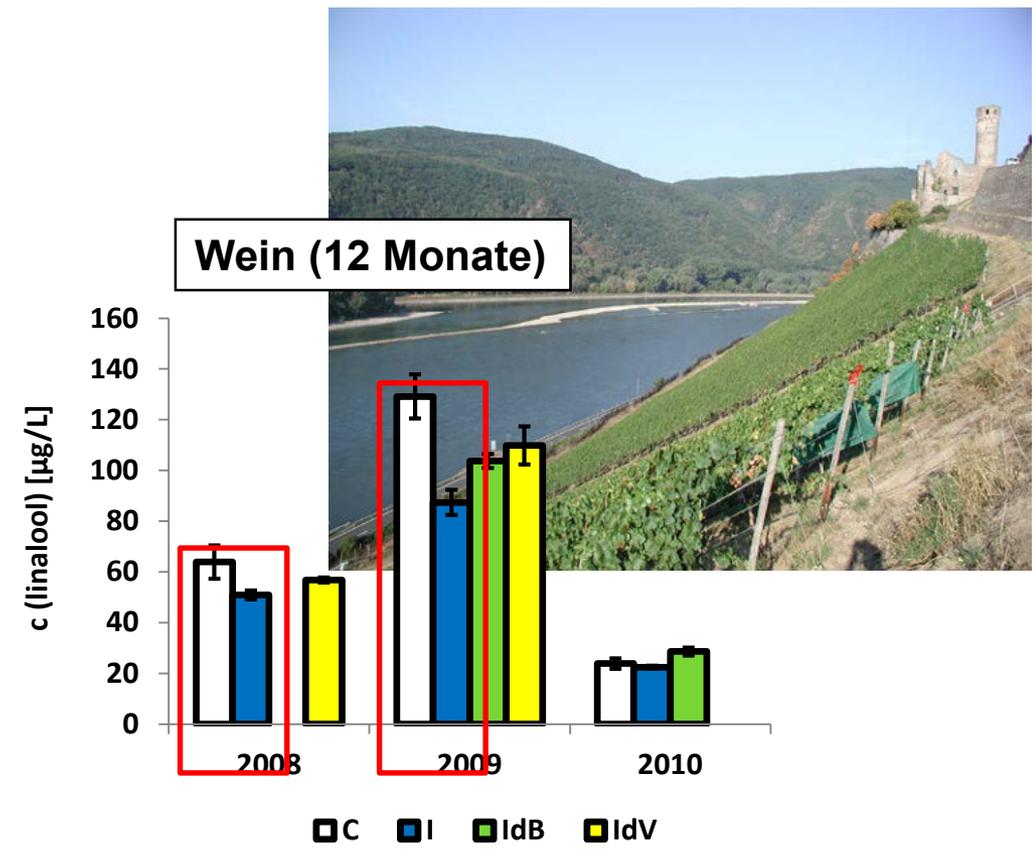
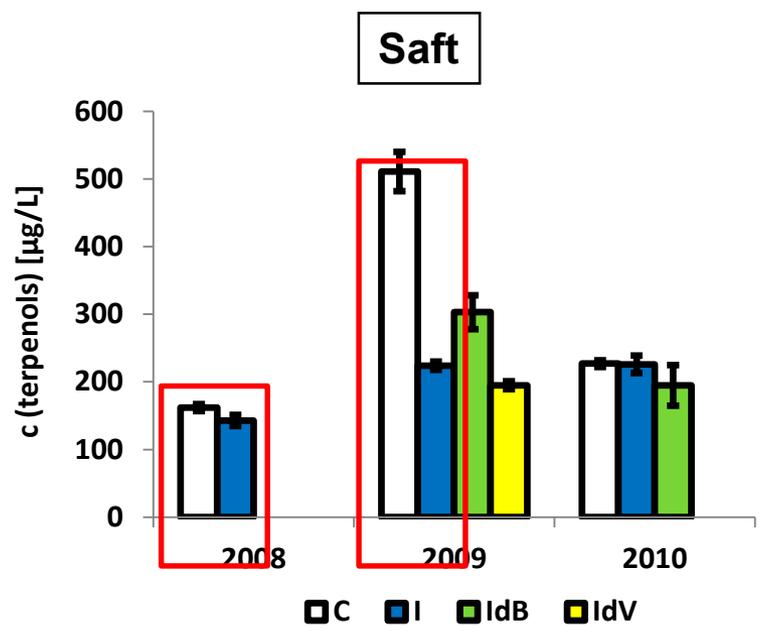
(Van Leeuwen, 2017)

# Sensorik bei Rotwein



# Wassermangel erhöht die Terpenkonzentration (Riesling)

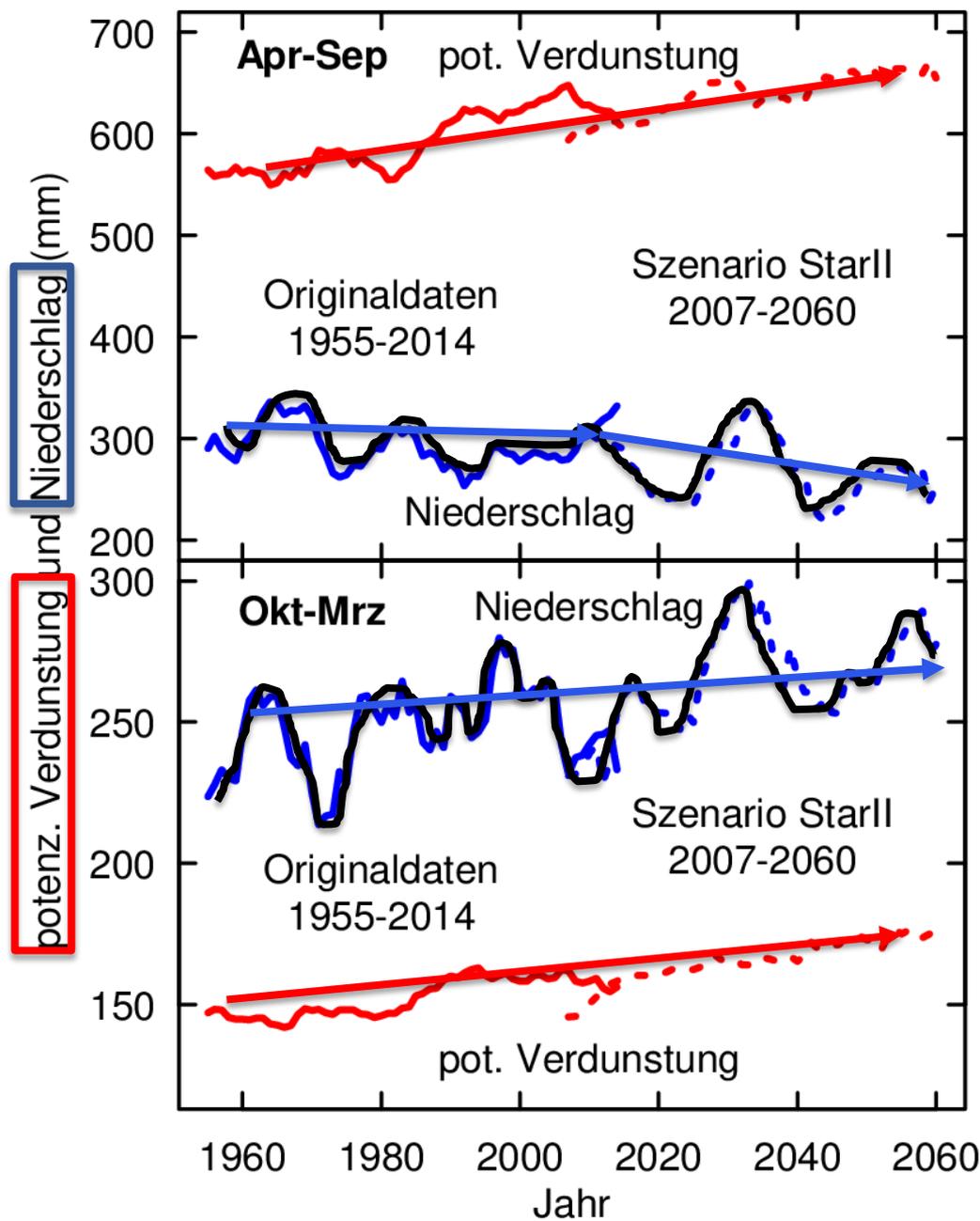
## Terpene



▪ Wassermangel führt zu höheren Terpenkonzentrationen

# WASSERHAUSHALT: Niederschlag und potenzielle Verdunstung

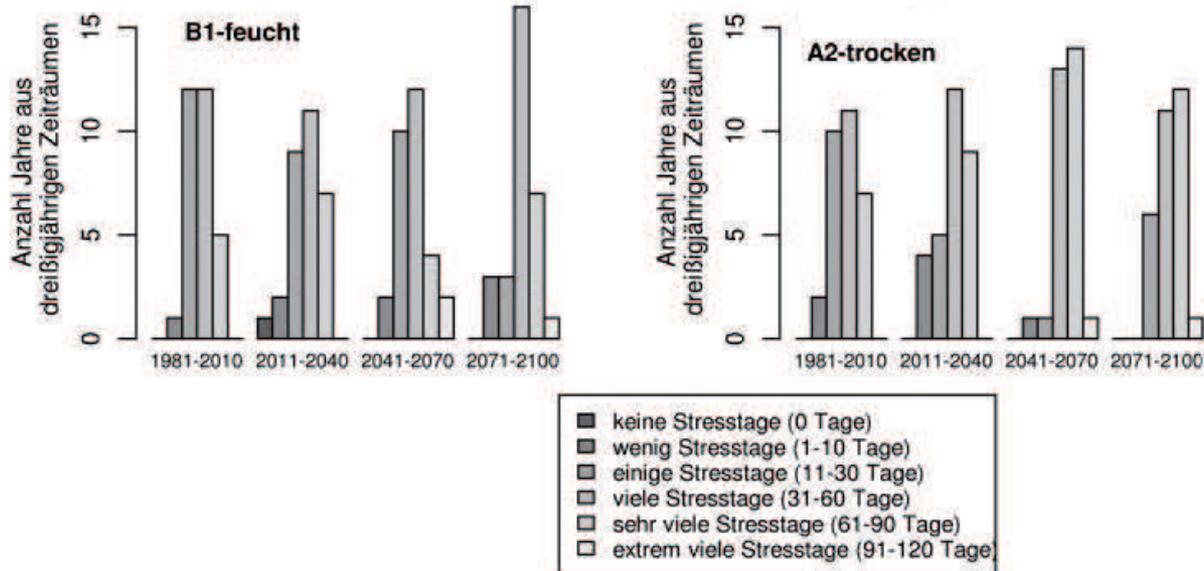
(10 jährige Mittel)



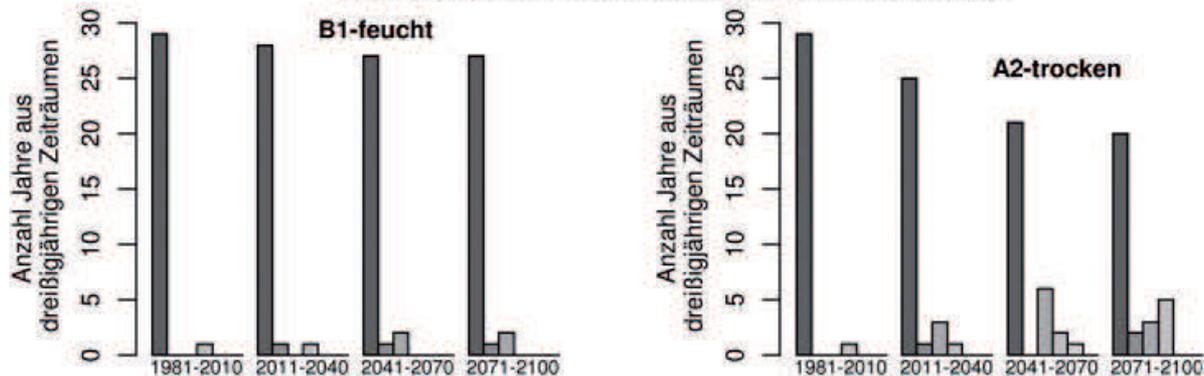
- ➔ Zunahme von Trockenstress auf flachgründigen Standorten
- ➔ Steillagen sind besonders gefährdet

## Häufigkeitsverteilung für die Anzahl von Tagen pro Jahr mit starkem Wassermangel (< -0,6 MPa)

### Rüdesheimer Schloßberg (trockene Lage):



### Johannisberger Schloß (gute Wasserversorgung):



**Abb. 5:** Beispiel für eine zukünftige Veränderung des Trockenstressrisikos in Weinbergssteillagen. Errechnet wurde die Häufigkeitsverteilung 30-jähriger Zeiträume für Tage mit starkem Wassermangel (frühmorgendliches Wasserpotenzial < 0.6 MPa) für zwei Standorte im Rheingau und die Szenarien A2-trocken und B1-feucht. Datenbasis: WETTREG/ECHAM5, Station Geisenheim. Die Untersuchungen wurden im Rahmen des INKLIM 2012 II plus Projektes des Landes Hessen durchgeführt (Schultz und Hofmann 2008).

# Hangausrichtung / Neigung / Einstrahlung / Wasserverbrauch



Hangneigung	Gesamte pot. Verdunstung mm / Jahr
0°	791
15°	872 (+81)
30°	998 (+207)

Schulz, 2017

# 5. Implikationen für das sächsische Weinanbaugebiet

Phänologie – zeitigerer Austrieb, Blüte, Reife, aber auch Verzögerungen im Wachstum möglich

Stilistik & Qualität – Höhere Mostgewichte, höherer pH, geringere Säurewerte, verändertes Aromenspektrum, Stressfaktoren, unbalancierte Weine

Rebsortenwechsel, Klone, Unterlagen

Pflanzenschutz, Krankheiten und Schädlinge

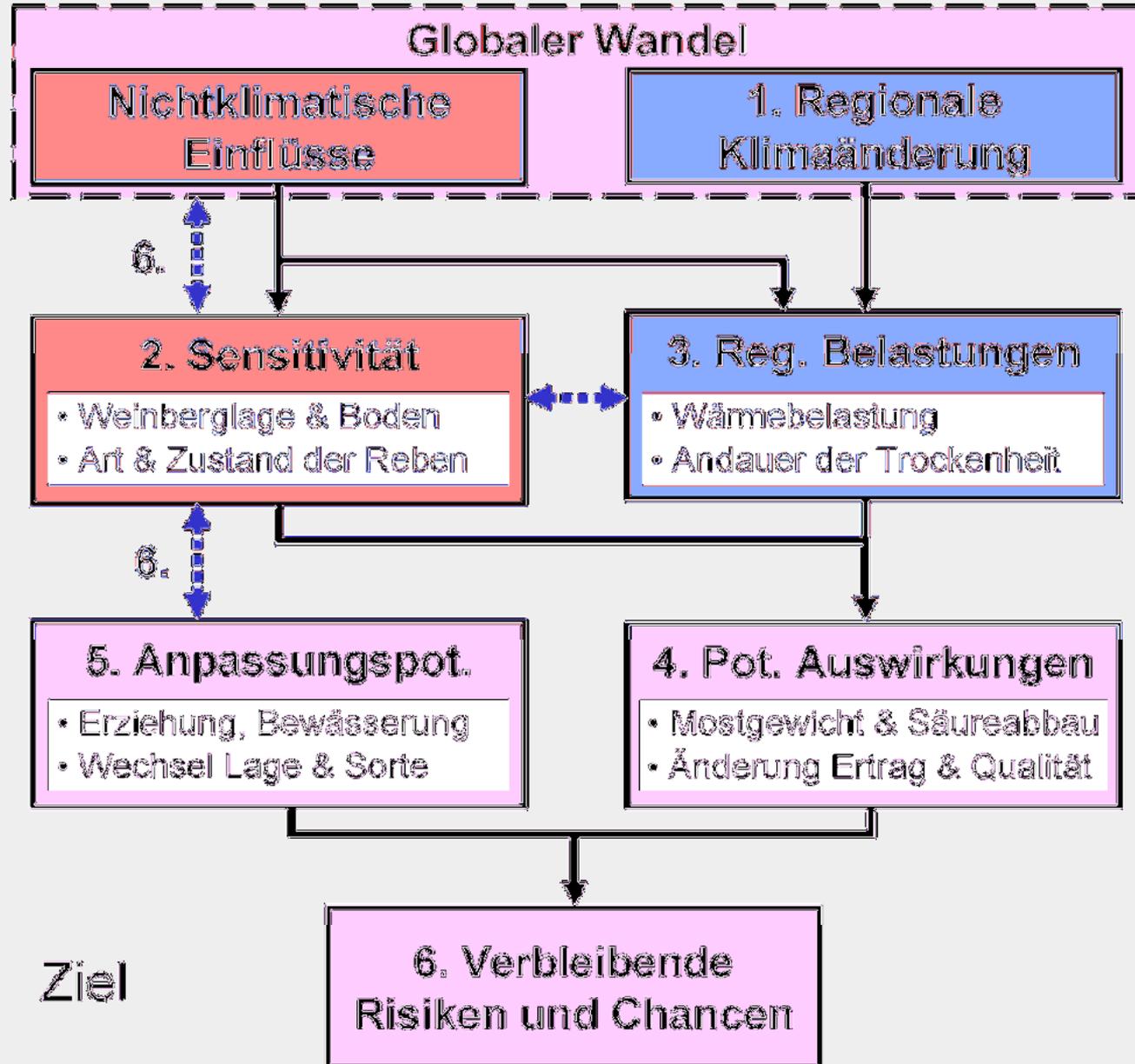
Wasserhaushalt

Extremereignisse

# Anpassungsstrategien

Vorgehen

Beispiel Hitzeperioden



Quelle: PIK

Ziel

6. Verbleibende Risiken und Chancen

# Bewertung spezifischer Sensitivitäten – Spezifische Anfälligkeit einer Lage gegenüber klimatischen Veränderungen

- lokale mikroklimatische Besonderheiten einer Lage (Terroir)
- Bodenart, Verdichtung, Bewuchs, Bodenwasserhaushalt
- Höhe, Hangneigung und Ausrichtung
- Rebsorte und Unterlage, Alter und Vorgeschichte (z.B. frühere Schädigungen)
- Erziehung und Bewirtschaftung

## Klimatische Belastungen

Auf Grundlage der Lagenbewertung ergeben sich für die Abfolge der verschiedenen phänologischen Entwicklungsphasen von Rebe und Traube die relevanten Belastungen in Form von:

- Trendentwicklungen der wichtigsten Klimaparameter
- möglichen Entwicklungen bei Klimavariabilität und Extremwetterereignissen und
- Risikofaktoren für das Auftreten von Krankheiten und Schaderregern (neue Typen, neue Generationen, erhöhte Häufigkeit bzw. veränderte Phänologie)

## Abschätzung potenzieller Auswirkungen

Die qualitative Analyse der Zusammenhänge zwischen den klimatischen Belastungen und den sensitiven Strukturen ergibt eine Liste möglicher positiver oder negativer Effekte in Form von Ursachen-Wirkungs-Beziehungen.

Zu den Ursachen, wie Hitzeperioden, Trockenheit oder Feuchte in entsprechenden phänologischen Entwicklungsphasen gehören jeweils Auswirkungen auf Wachstum, Reifung, Schaderregerrisiko, Ertrag, Mostgewicht, Säuregehalt und andere Qualitätsmerkmale.

Modelle, Expertenschätzungen?

## Analyse des vorhandenen Anpassungspotenzials

Ergänzungen der Ursachen-Wirkungs- Beziehungen durch mögliche Anpassungsmaßnahmen, die entweder bei den Belastungen oder den Sensitivitäten ansetzen.

Beispiele sind Bewässerung, Schutzfolien, Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, Änderungen bei Erziehung, Sorte oder gar Lage.

Zusätzliche Maßnahmen ergeben sich bei der Kellertechnik, wie beispielsweise Säuerung oder Konzentrierung.

## Bewertung von verbleibenden Risiken und Chancen

Die einzelnen Maßnahmen im ermittelten Anpassungspotential lassen sich hinsichtlich Aufwand und Effektivität bewerten und ihr Einsatzbereich anhand von Indikatoren bestimmen und abgrenzen.

Dazu gehört ergänzend die Berücksichtigung anderer, nichtklimatischer Einflüsse und Nebeneffekte, um zusätzliche Verwundbarkeiten zu vermeiden.

Mögliche zu berücksichtigende Faktoren sind unter anderem Veränderungen am Weinmarkt, neue Konsumenten oder Absatzmärkte, Änderungen von Regelungen usw.

# CHANCEN UND RISIKEN

Chancen	Risiken	Anpassungsmaßnahmen
Mehr Sortenmöglichkeiten	Veränderungen im Sortencharakter	Lagenspezifische Analyse des klimatischen Entwicklungspotenzials, Etablierung von Cuvées
Frühere Vegetationsphasen, schnelleres Wachstum	beschleunigtes Wachstum auch bei Schaderregern	Resistente Sorten (ggf. mit Hilfe gentechnischer Methoden)
Mehr Strahlung: beschleunigte Reife	auch mehr Sonnenbrand	Wechsel der bevorzugten Lagen, angepasste Erziehung, Folien
Höhere Qualität einiger Jahrgänge	Einbußen bei anderen Jahrgängen, höhere Variabilität	Versicherungssysteme, Derivate, Etablierung von Cuvées
Weitere Regionen & Flächen	Zusätzlicher Wettbewerb	Offensives Marketing, Förderung des Weintourismus
Steigende Erträge	Sinkende Renditen	Nachhaltiges Qualitätsmanagement

# Zukunft

## Sächsisches Weinlagen-Informationssystem ?



Weinbau und Önologie

Bayerische Landesanstalt für  
Weinbau und Gartenbau



Gemeinde Würzburg: Lage Stein West  
Direkte Sonneneinstrahlung Sept. - Okt.  
(nach BayWIS)



BayWIS

### Direkte Sonneneinstrahlung

- stark unterdurchschnittlich
- unterdurchschnittlich
- durchschnittlich
- überdurchschnittlich
- stark überdurchschnittlich

Rebflächen (Stand 2004)

Lagenamen der Rebflächen

Gemeindegrenzen

Gemeindenamen



**Vielen Dank für  
Ihre Aufmerksamkeit.**