

LK OÖ Fachtagung

„Landwirtschaft im Klimawandel“



 Met

Wels, 24. Februar 2020

Klimawandel in Oberösterreich– Auswirkungen auf die Landwirtschaft

Univ. Prof. Dr. Josef Eitzinger

Institut für Meteorologie und Klimatologie, Universität für Bodenkultur, Wien

E-mail: josef.eitzinger@boku.ac.at

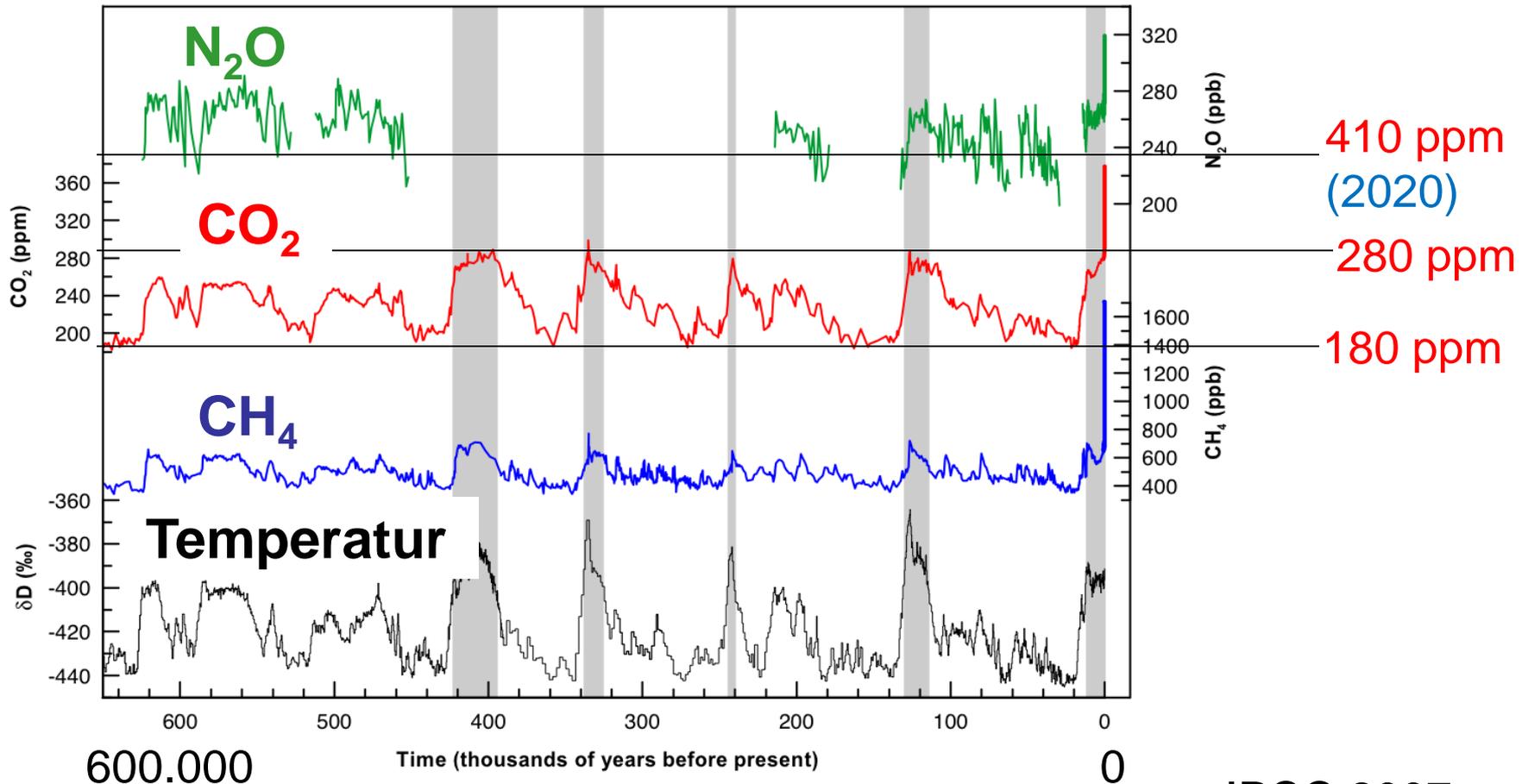
<http://www.boku.ac.at/>

Klimawandel

Übersicht

Eisbohrkern-Daten

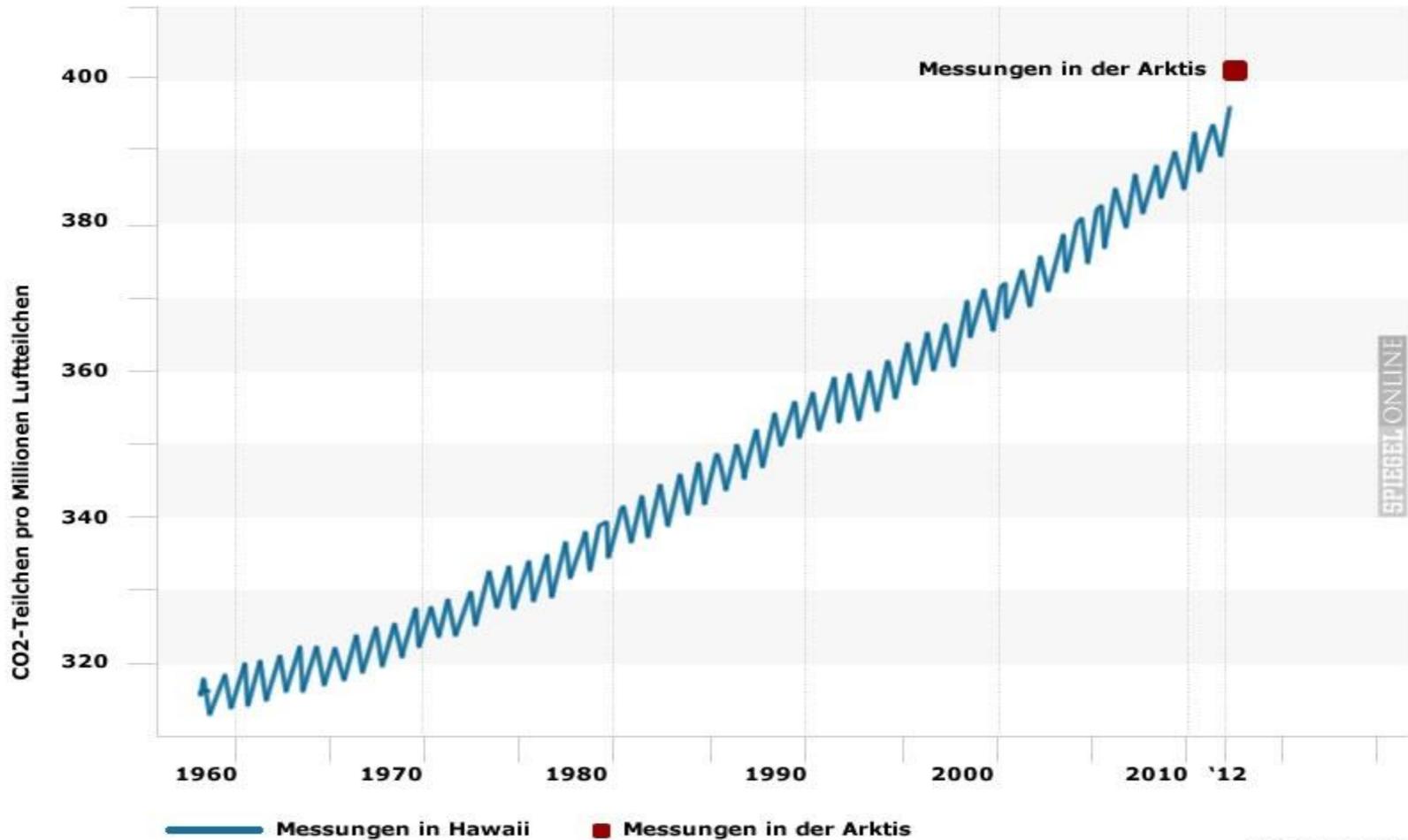
Glacial-Interglacial Ice Core Data



Atmosphärische CO2 Konzentration - Messungen



Treibhausgas: CO2-Anstieg knackt 400er-Grenze

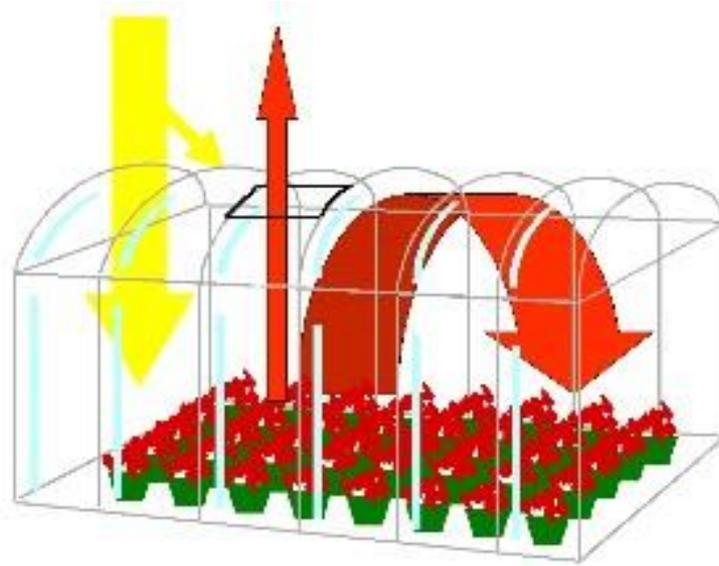


SPIEGEL ONLINE

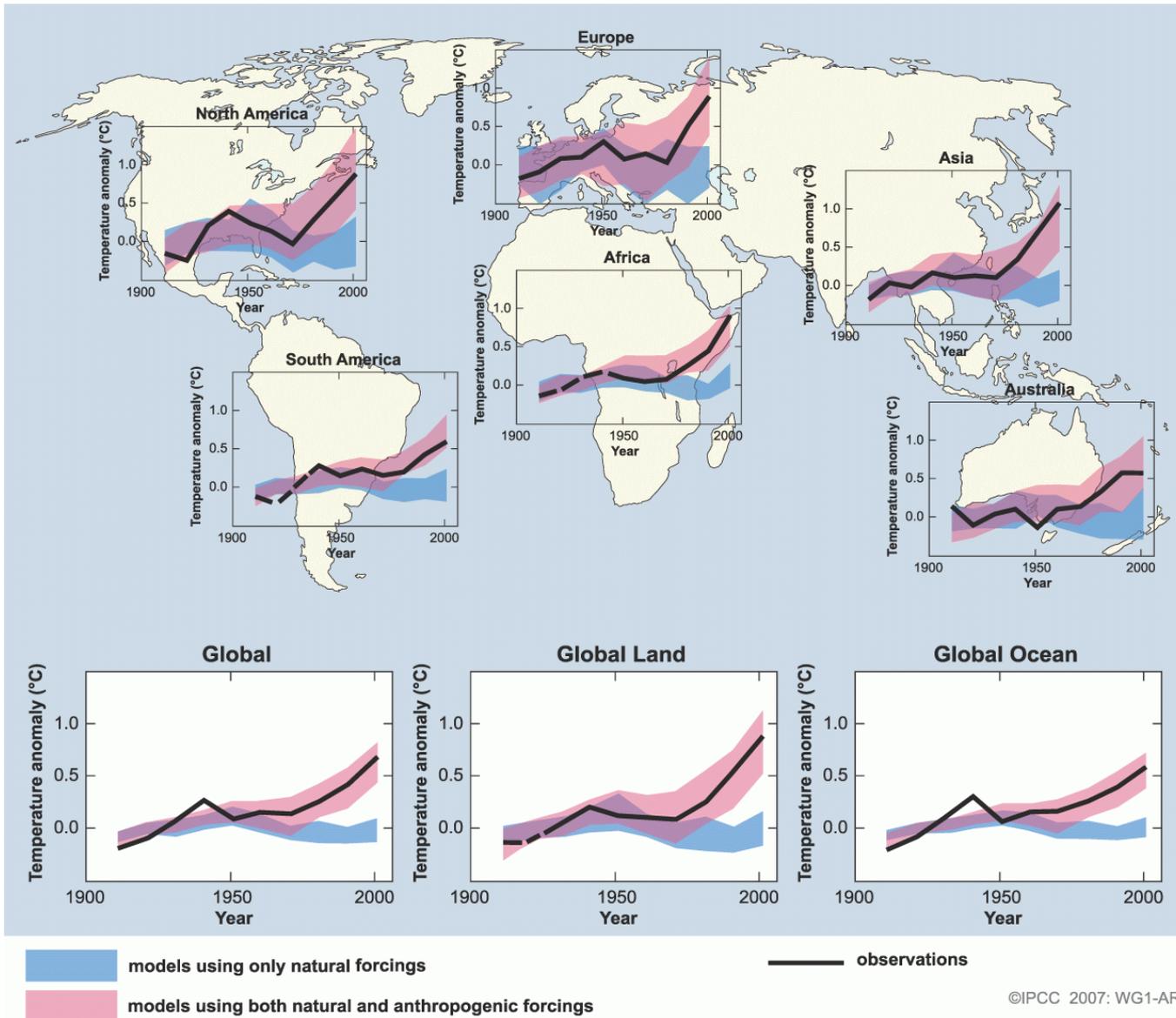
Quelle: noaa.gov

Spiegel, 2012

Wirkungen steigender Treibhausgaskonzentrationen



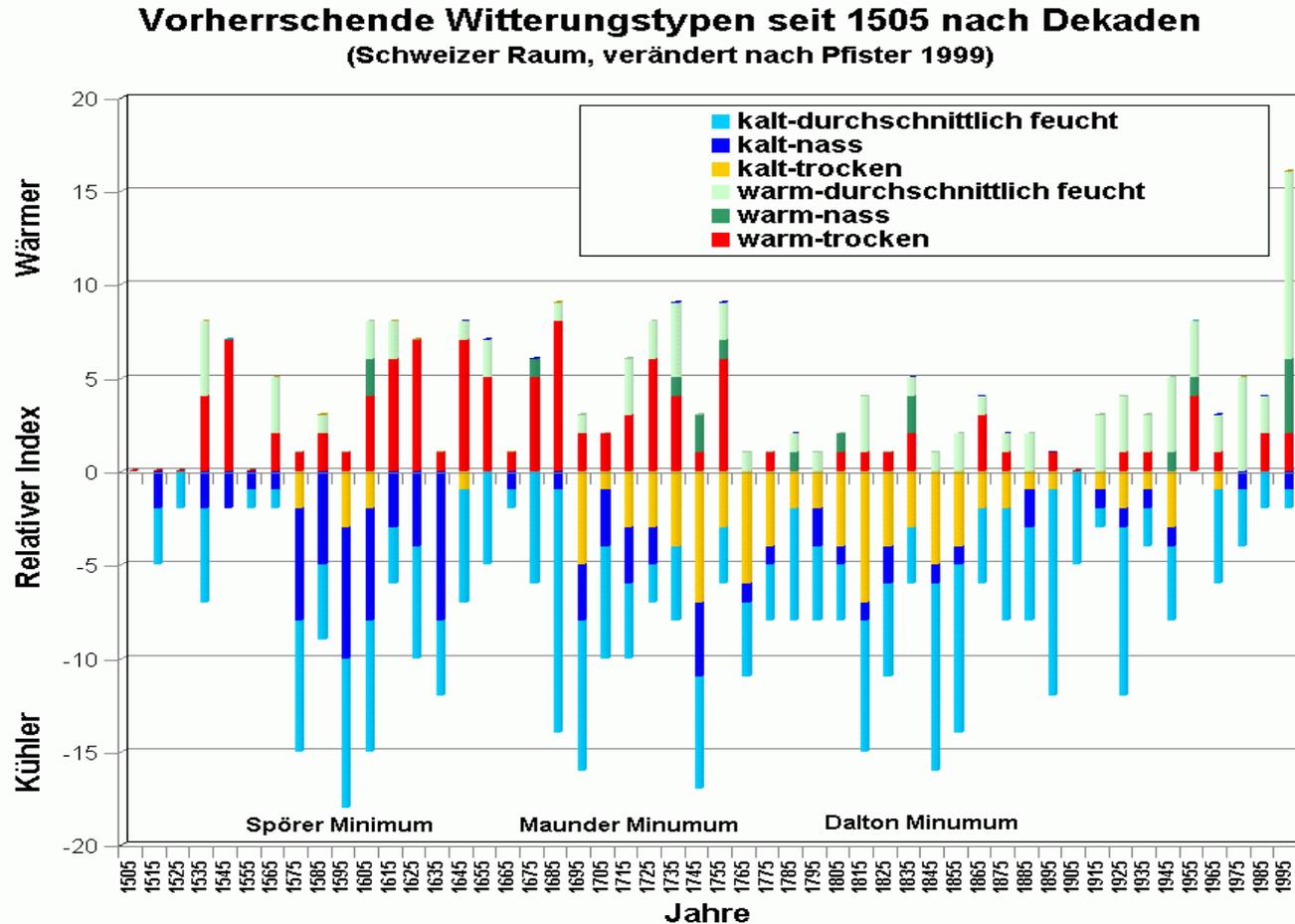
- **Treibhauseffekt (Erwärmung der unteren Atmosphäre mit vielfältigen Folgewirkungen)**
- **CO₂ Speicherung in Ozeanen (ca. 25 % der menschlichen Emissionen) führt zu Versauerung der Meere : Wichtige Nahrungsketten gefährdet**
- **Mehr CO₂ in der Atmosphäre: Verbesserte Fotosyntheseleistung bei vielen Pflanzen : Biosphäre speichert mehr Kohlenstoff**



Der „menschliche“ Einfluß auf die Temperatur

(Quelle: IPCC)

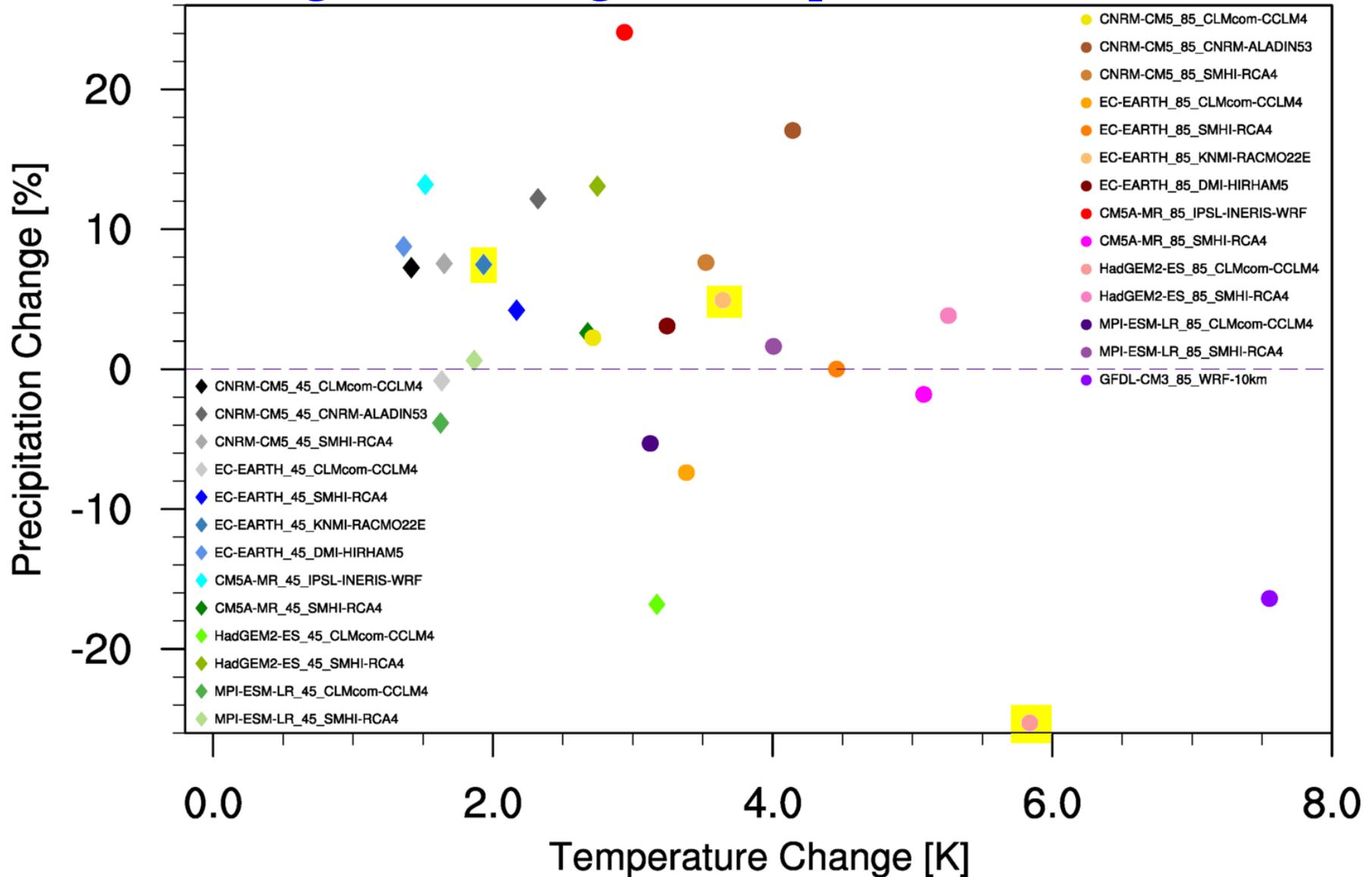
Große historische Klimavariabilität – Zentraleuropa



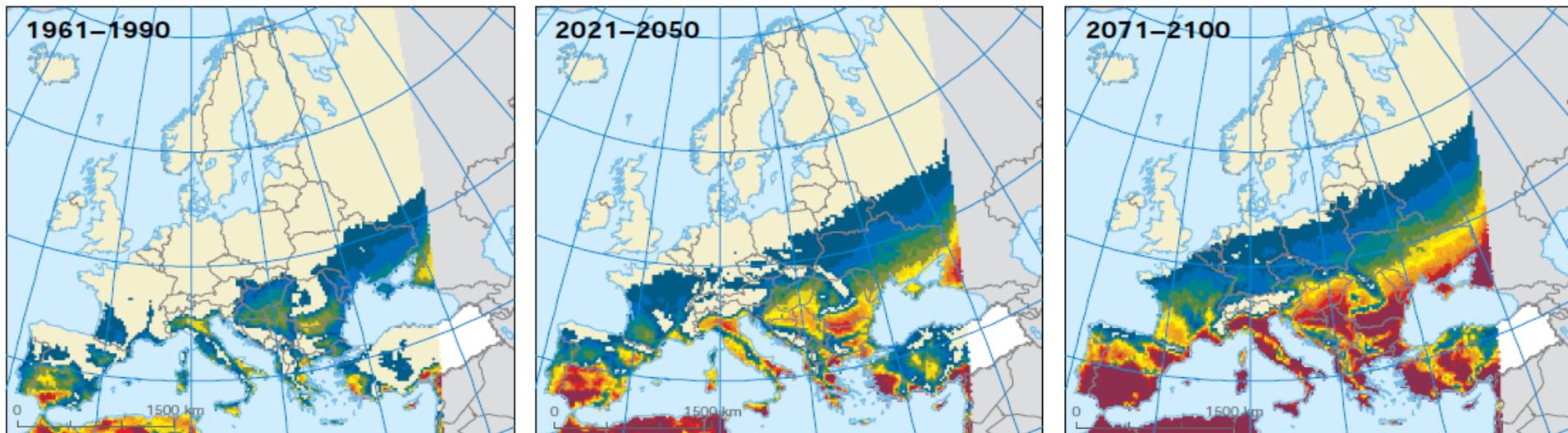
Rekonstruierter Ablauf der Witterungsverhältnisse im Schweizer Raum von 1505 bis 1995 (verändert nach Pfister 1999)

(Eitzinger et al., 2009)

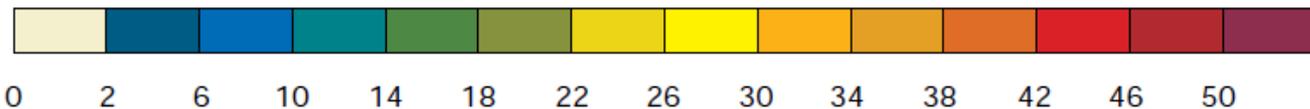
Klimaszenarien für 2071/2100: Änderung Niederschlag und Temperatur im Sommer



Zunahme der Hitzetage bis 2071/2100: ca. 400%



Number of combined tropical nights (> 20 °C) and hot days (> 35 °C)

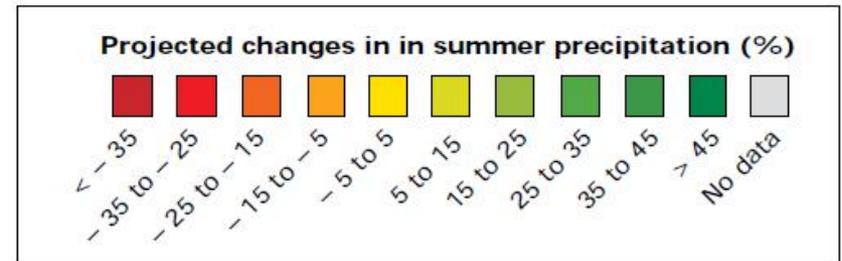
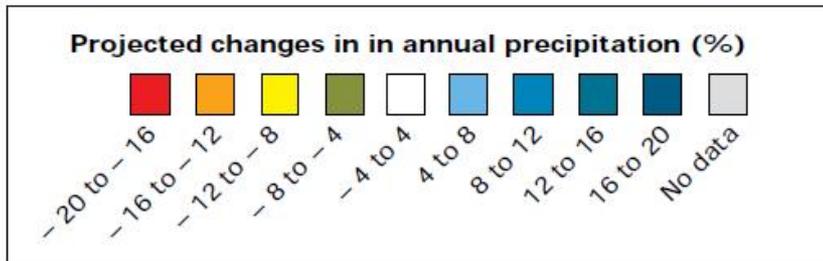
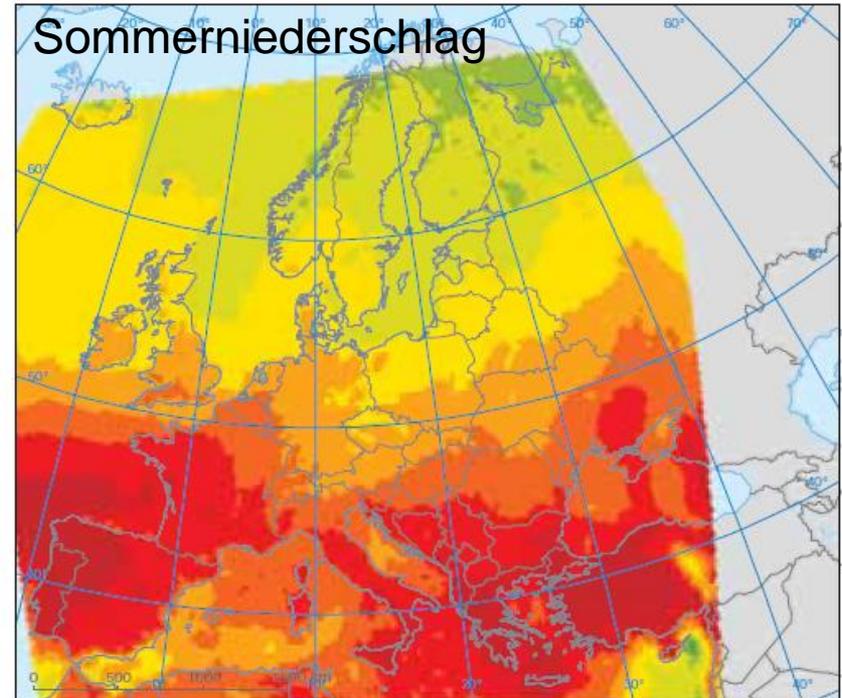
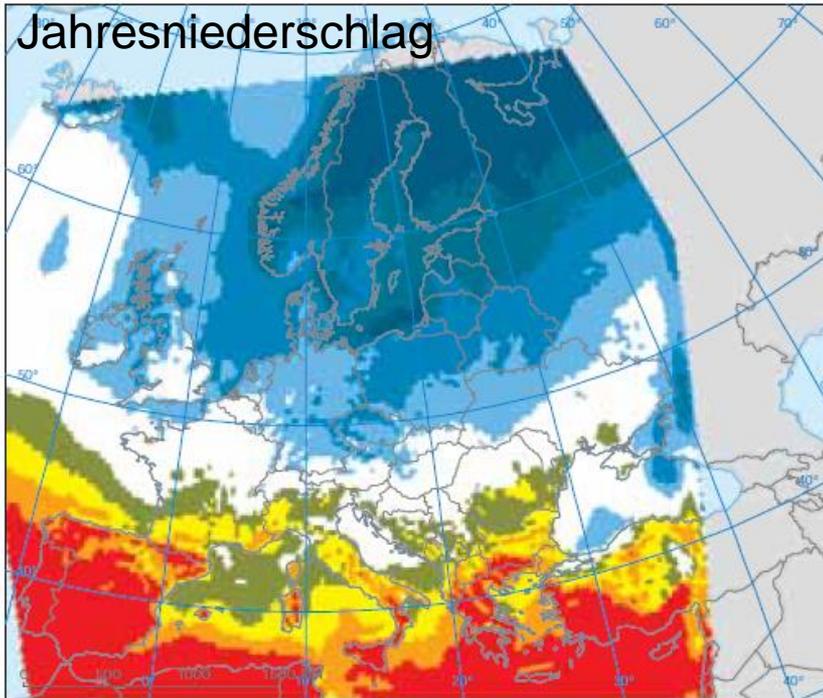


White box: No data
Grey box: Outside coverage

Note: Extreme high temperatures are represented by the combined number of hot summer (June–August) days (TMAX > 35 °C) and tropical nights (TMIN > 20 °C). All projections are the average of six regional climate model (RCM) simulations of the EU ENSEMBLES project using the IPCC SRES A1B emission scenario for the periods 1961–1990, 2021–2050 and 2071–2100.

Source: Fischer and Schär, 2010. © Nature Publishing Group. Reprinted with permission.

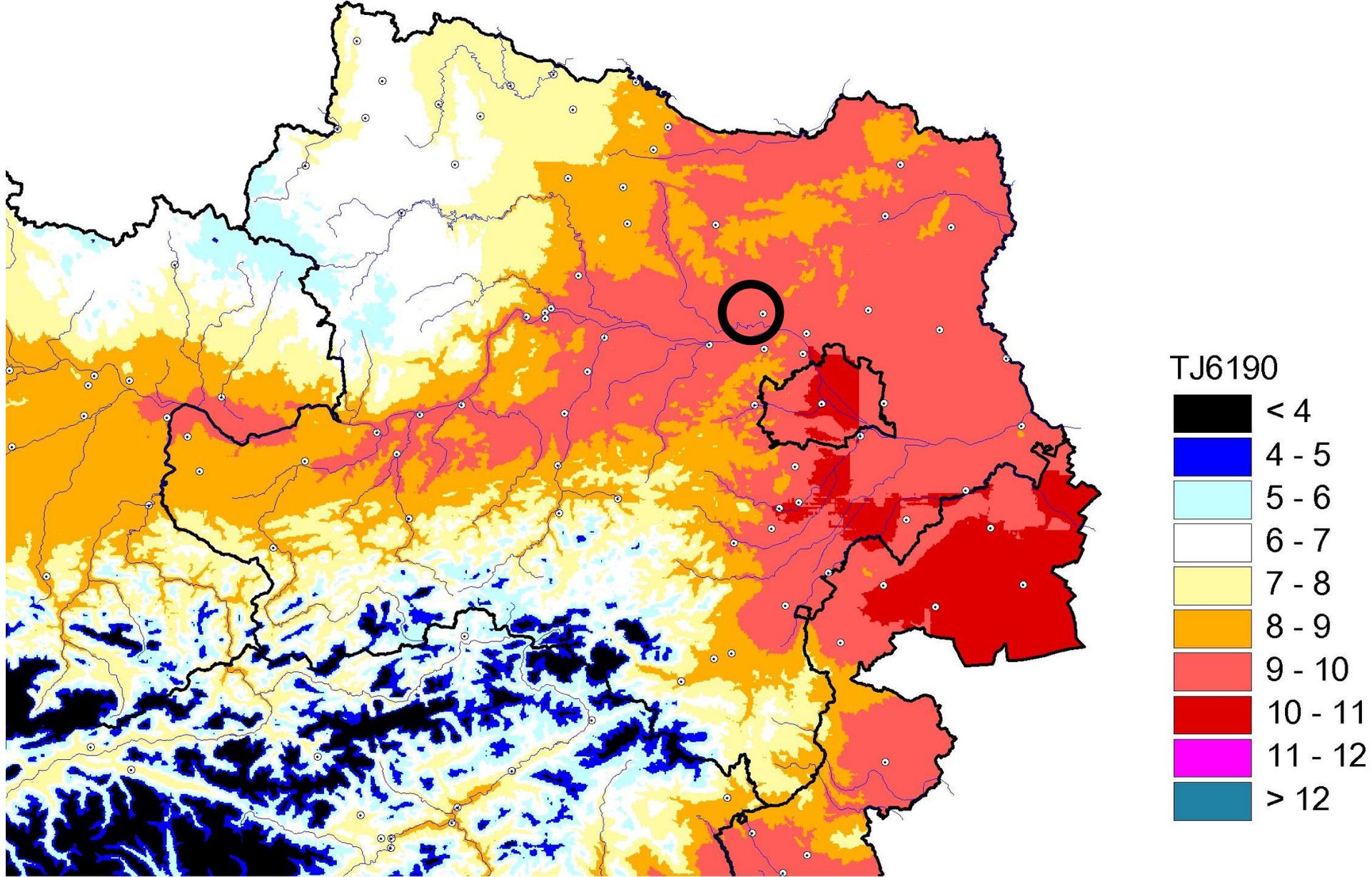
Verschiebungen der saisonalen Niederschläge



Note: Projections are based on the ENSEMBLES project. They have been obtained from different regional climate models (RCMs) performing at 25 km spatial resolution with boundary conditions from five global climate models (GCMs), all using the IPCC SRES A1B emission scenario.

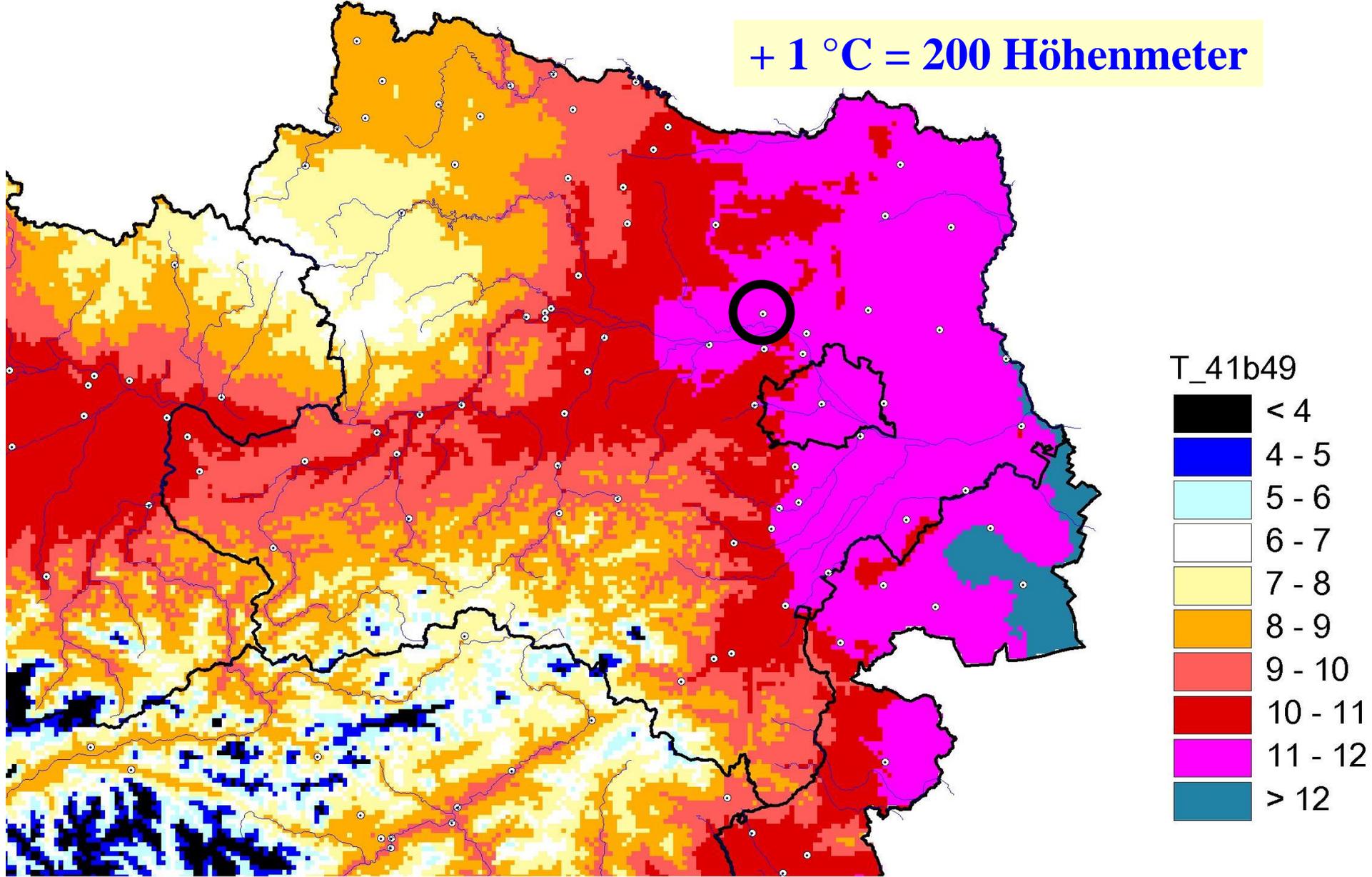
Source: van der Linden and Mitchell, 2009.

Jahresmitteltemperatur für die Jahre 1961 - 1990



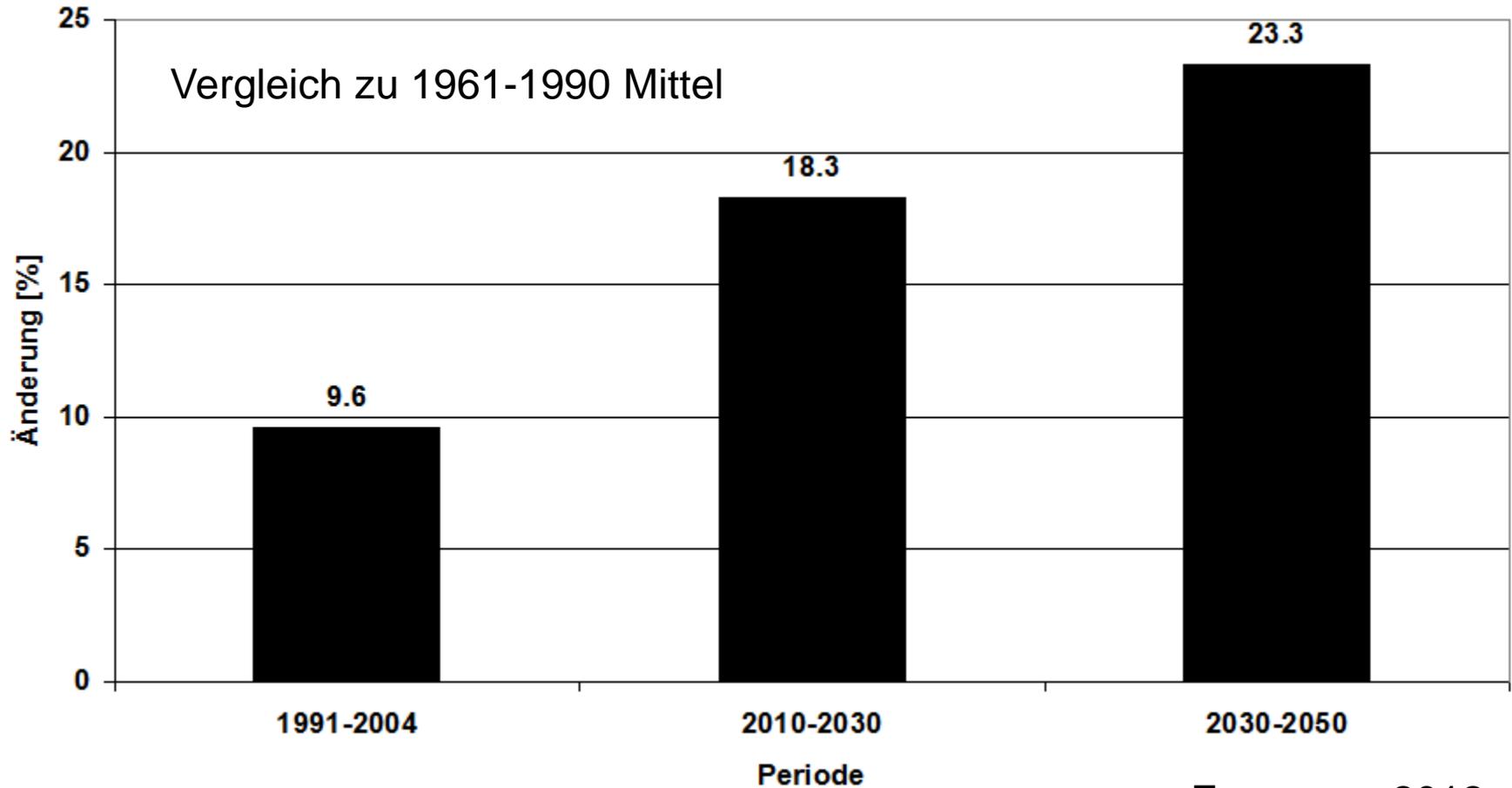
Szenario der Jahresmitteltemperatur für die 2040er Jahre

+ 1 °C = 200 Höhenmeter



Zunahme der potenziellen Verdunstung

(Station Neusiedl/See, basierend auf Klimamodell ECHAM4/OPYC3, IS92a)

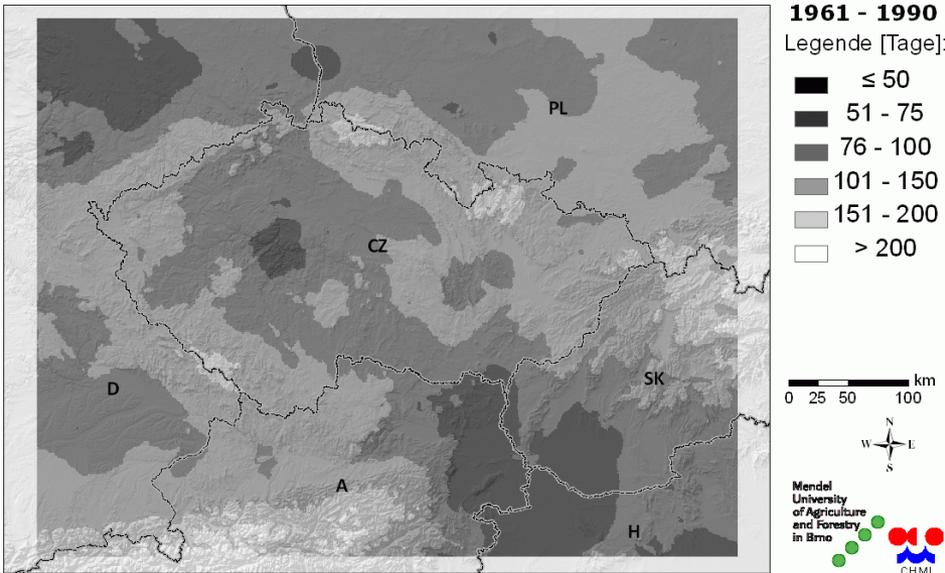


Formayer, 2012

Abnahme der Dauer der Schneedecke – Zentraleuropa

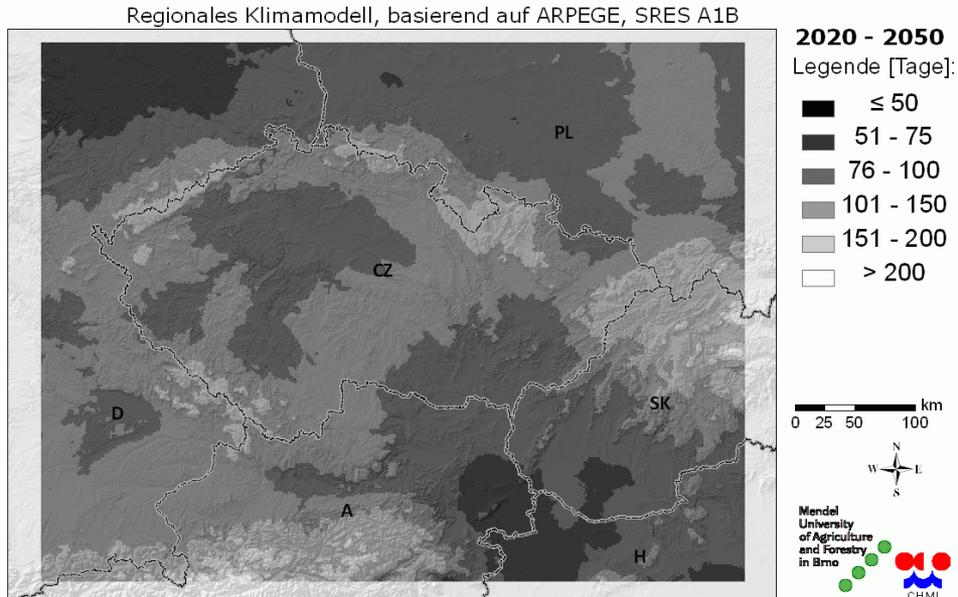
Ca. -20 Tage bis 2020/50

Mittlere Anzahl der Tage mit Schneedeckebedeckung



© Tmka M., Stepanek P., Semeradova D., Farda A., Skalak P., Balek J., Eitzinger J., Hlavinka P., Zalud Z. (2008)

Mittlere Anzahl der Tage mit Schneedeckebedeckung



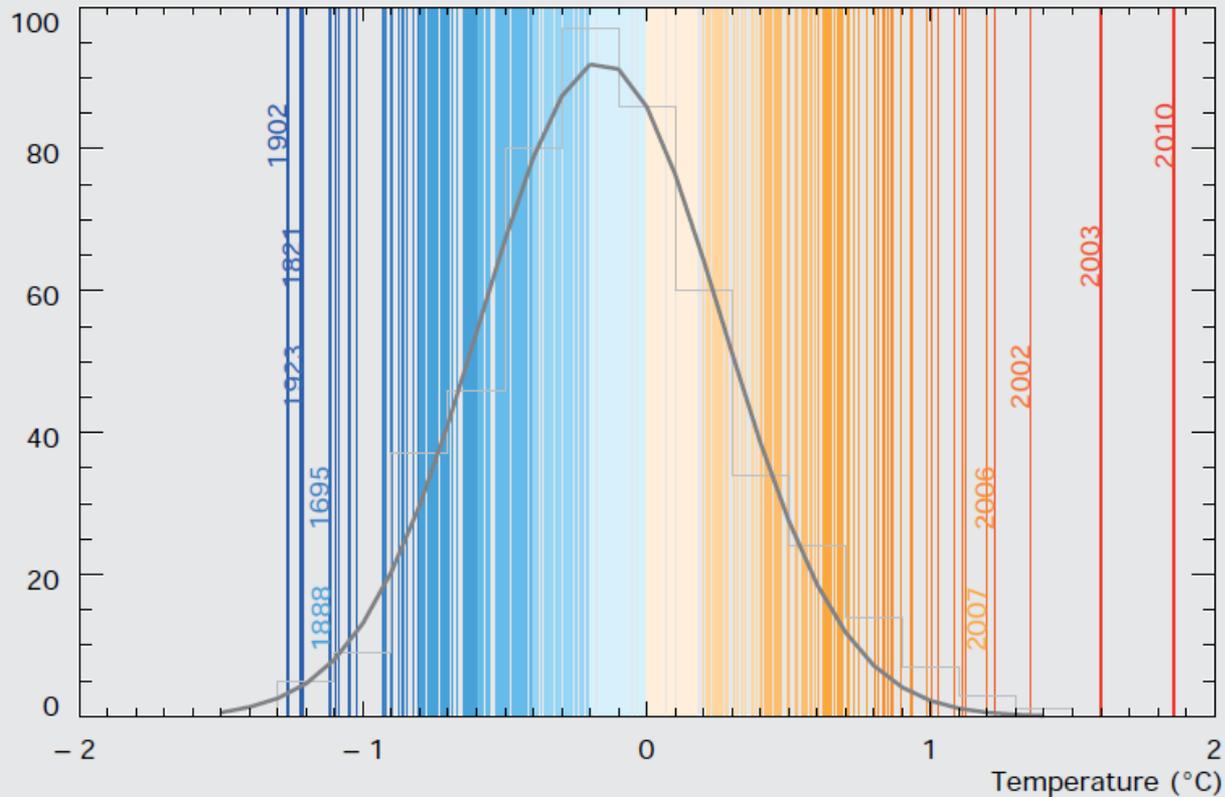
© Tmka M., Stepanek P., Semeradova D., Farda A., Skalak P., Balek J., Eitzinger J., Hlavinka P., Zalud Z. (2008)

Mittlere Anzahl von Tagen mit Schneedecke im Zentraleuropäischen Raum für die Perioden 1961–1990 (a) und 2020–2050 (b); GCM: ARPEGE, Regionalmodel: ALADIN

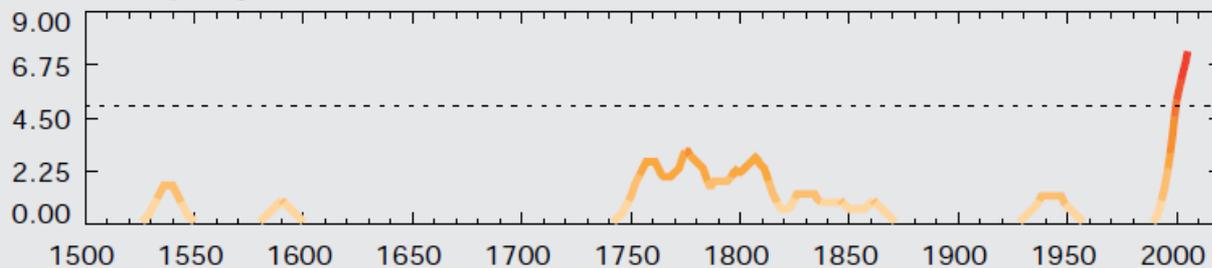
(Eitzinger et al., 2009)

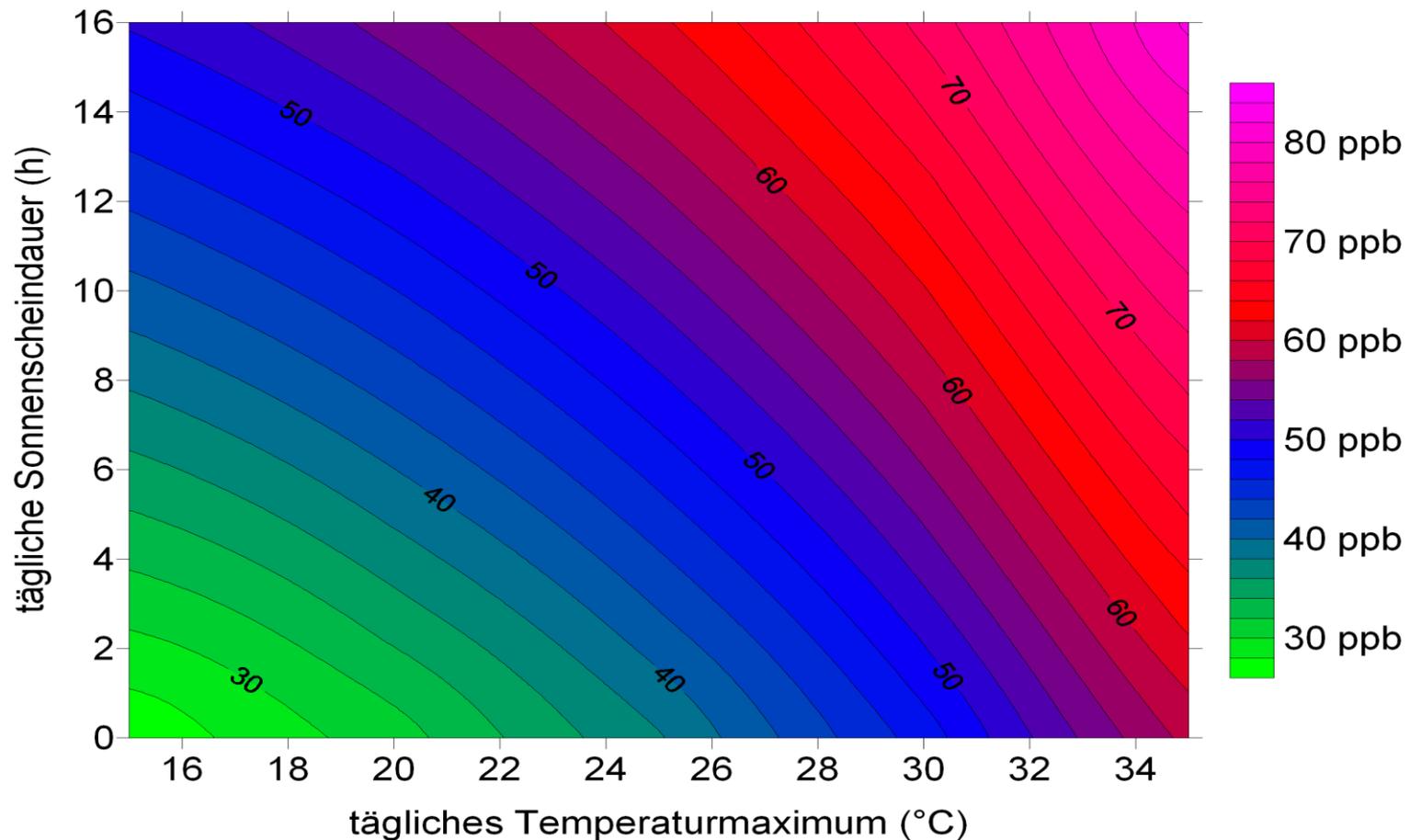
Einfluss von Extremereignissen

Sommertemperaturen Mitteleuropa 1500-2010 (Jährliche Abweichungen zum Mittelwert)



Decadal frequency



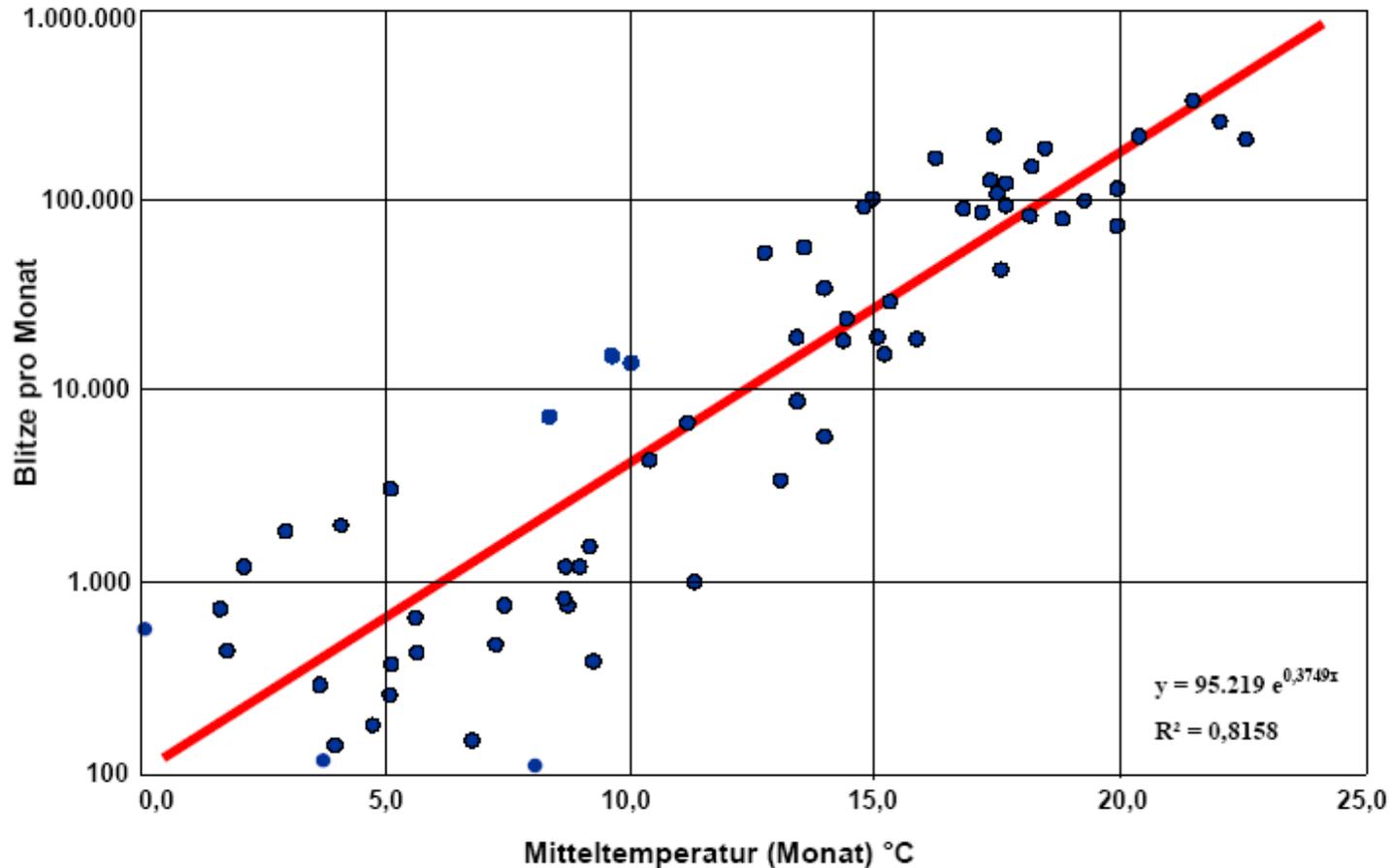


Hitzeabhängigkeit der täglichen Ozonkonzentrationen
(Siebenstundenmittel 9-16 h in ppb) von meteorologischen Größen (tägliches Temperaturmaximum, Sonnenscheindauer) in Ostösterreich.

(Eitzinger et al., 2009)

Blitze und Temperatur

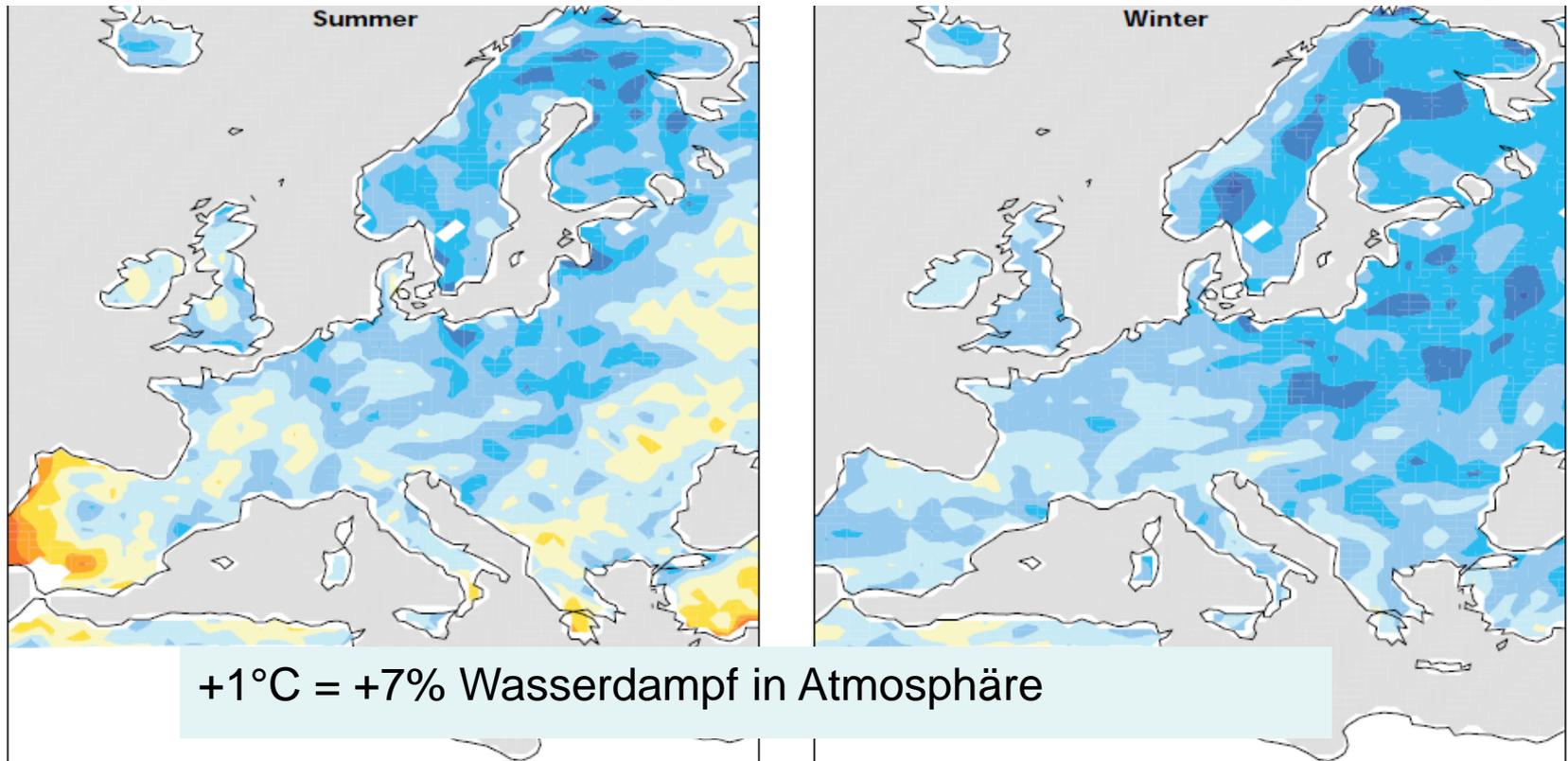
Anzahl von Blitzen in Abhängigkeit von Monatsmitteltemperaturen, Deutschland, 1992-1998



© Munich Re 2000

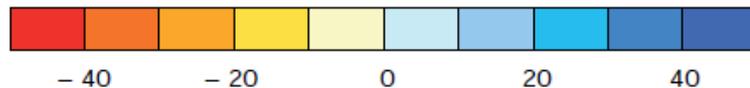
nach Dinnes, Doris (1999): Blitzgefährdung in Deutschland, Diplomarbeit Meteorologie München, 135 Seiten

Vorwiegend Zunahme von Starkniederschlägen



Projected changes in 20-year maximum precipitation in summer and winter

(%)



Note: Projected changes in 20-year maximum daily precipitation in summer (left) and winter (right) from 1961–1990 to 2071–2100 based on the ensemble mean using a regional climate model (RCM) nested in 6 general circulation model (GCMs). Changes that approximately lie outside of $\pm 10\%$ for the ensemble average are significant at the 10% significance level.

Source: Nikulin et al., 2011.

Trockenheiten werden ausgeprägter (Beispiel Juli 2019)



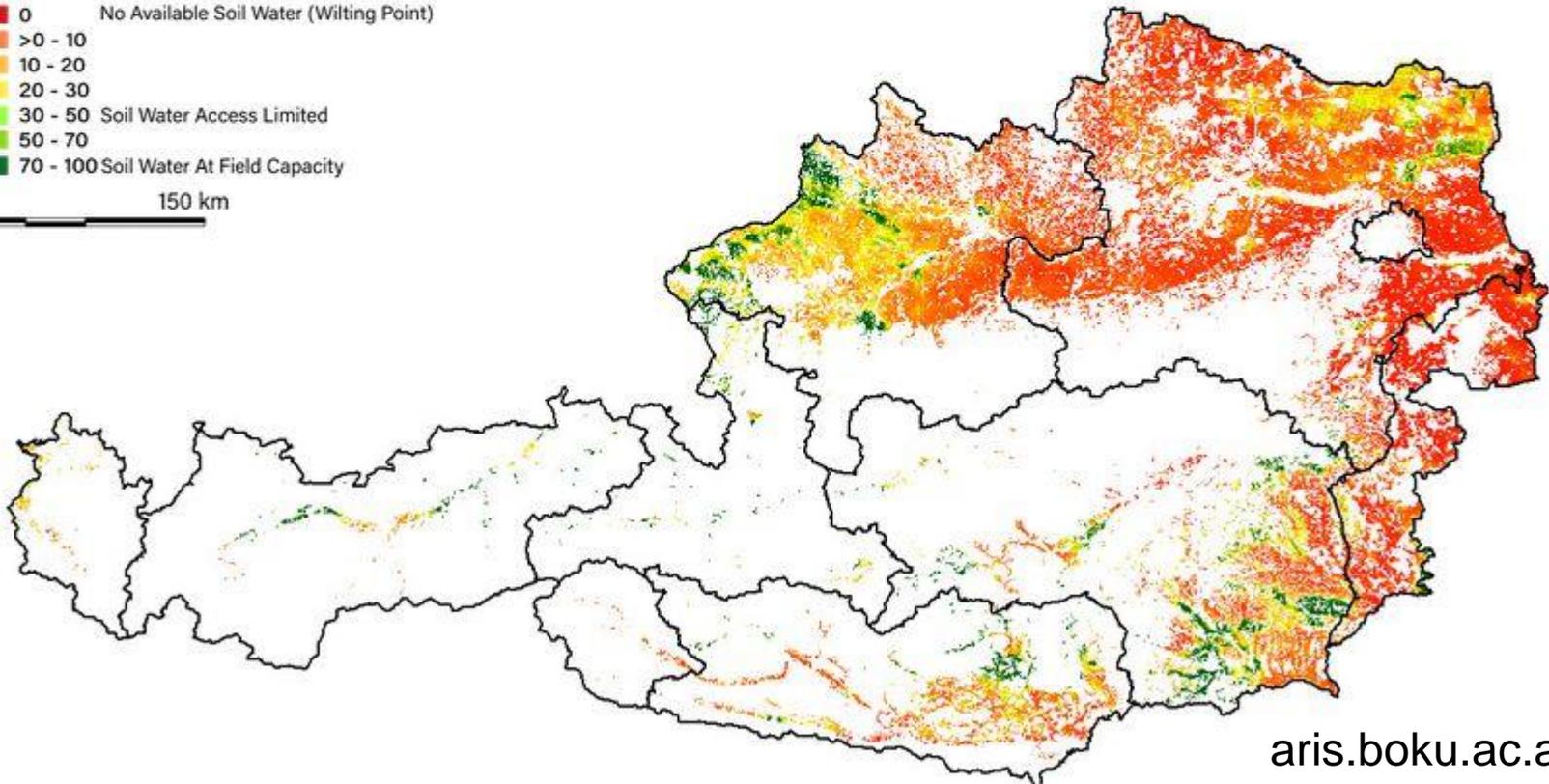
Relative Soil Saturation

Top-Soil | Maize | 2019



- 0 No Available Soil Water (Wilting Point)
- >0 - 10
- 10 - 20
- 20 - 30
- 30 - 50 Soil Water Access Limited
- 50 - 70
- 70 - 100 Soil Water At Field Capacity

0 150 km



Auswirkungen des Klimawandels auf Pflanzenproduktion

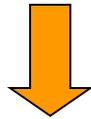
Die Entwicklung der Pflanzen (Phänologie)

Keimung - Aufgang - Wachsen - Blüte - Reife

Temperatur



**Geschwindigkeit der Entwicklung
(Phänologie, Alterung)**



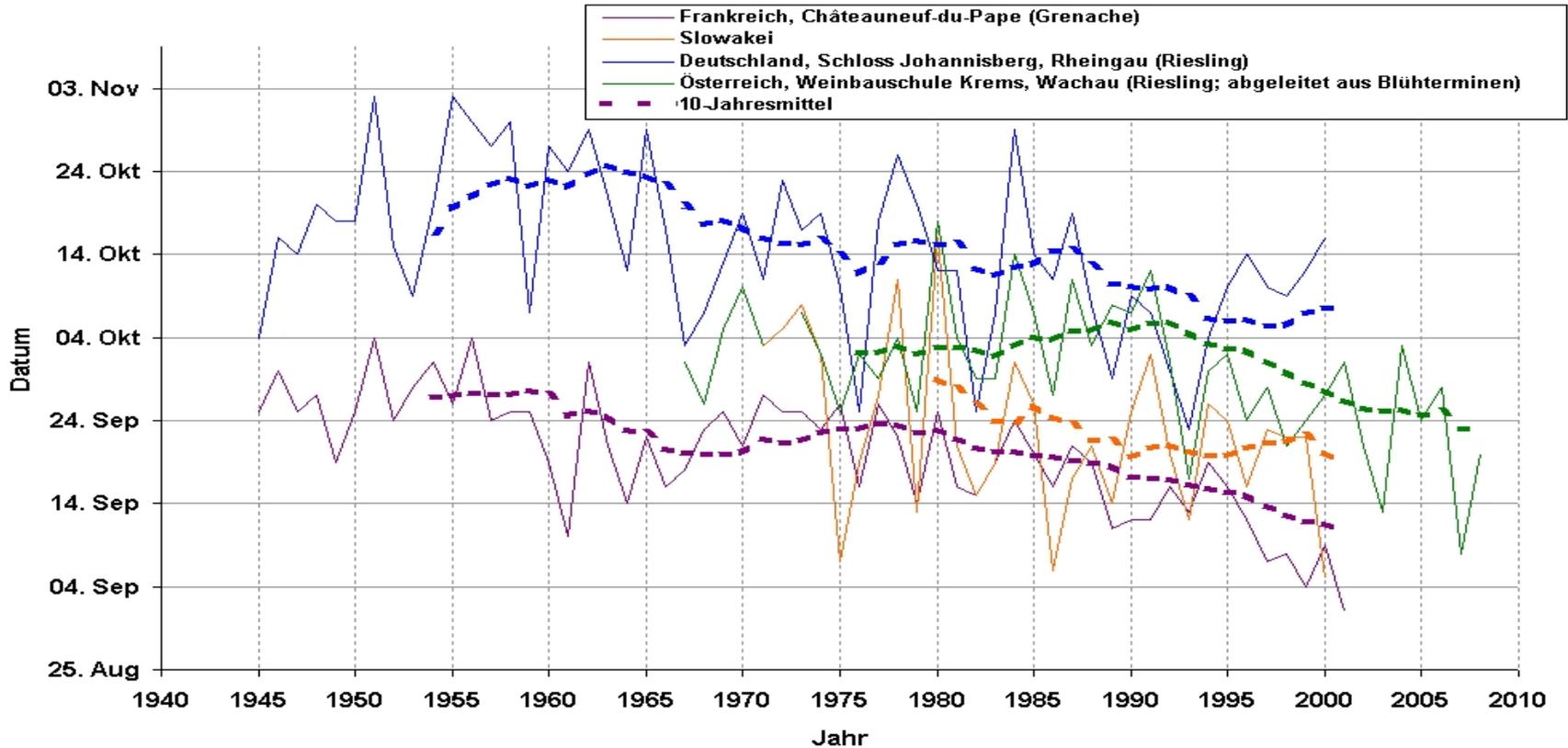
**Entwicklungsstadium
Blühzeitpunkt, Reifezeitpunkt**



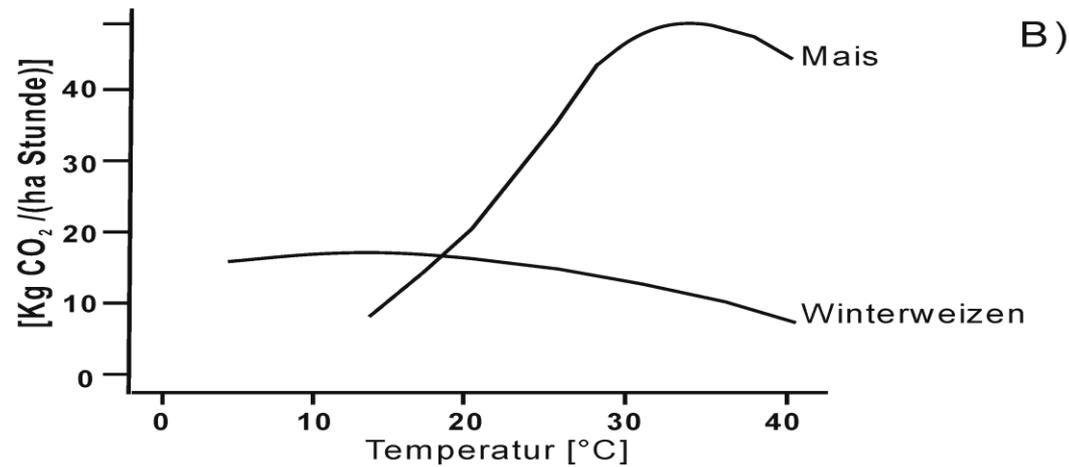
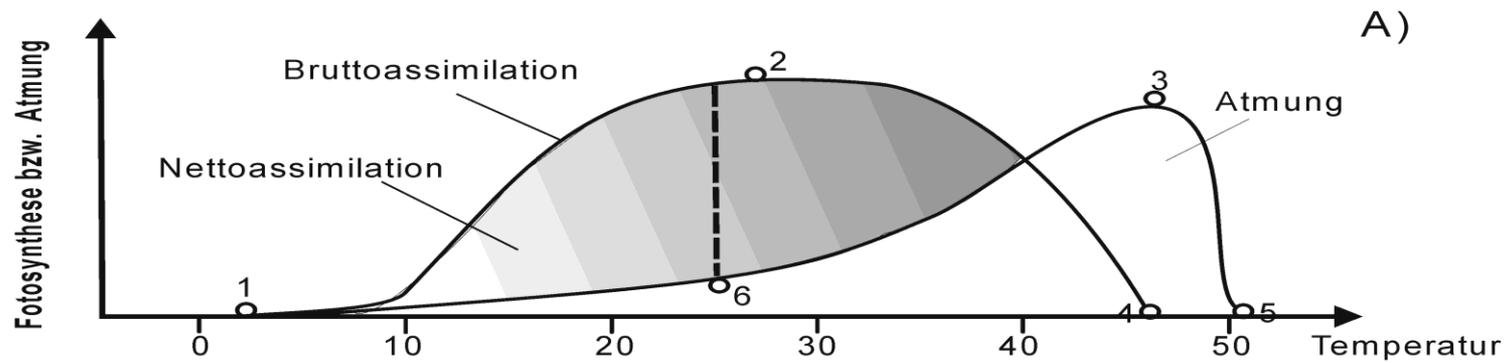
**Biomasse-aufteilung
gesteuert durch Phänologie**



Veränderung des Lesereifedatums bei Wein

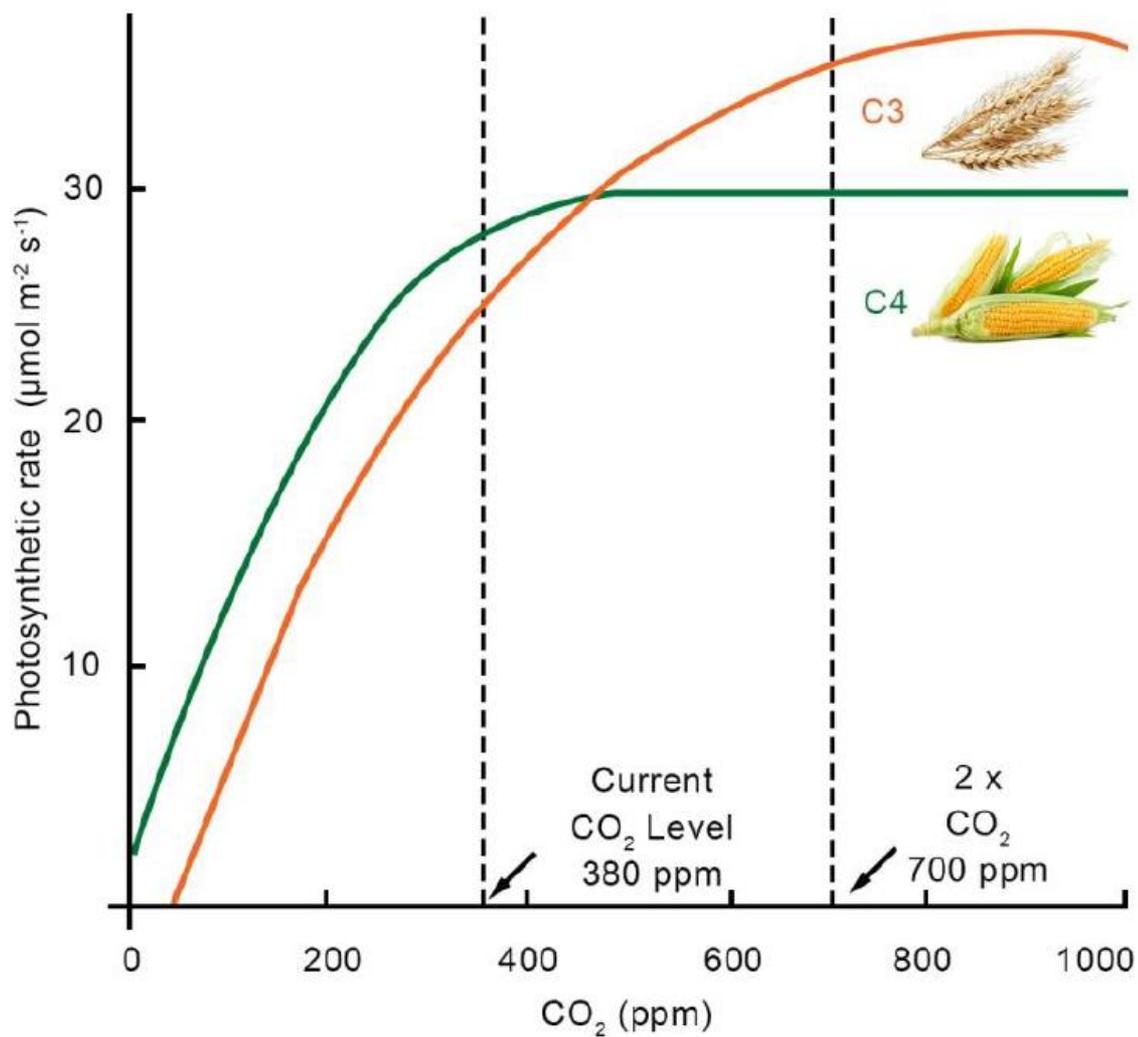


Trend zur früherer Lesereife und Leseterminen bei Wein in den vergangenen Dekaden an verschiedenen Standorten und bei verschiedenen Sorten in Deutschland, Frankreich, Österreich und Slowakei (nachgebildet aus verschiedenen Quellen, in: Eitzinger et al., 2009)



Temperaturabhängigkeit der Nettoassimilation (schematisch)

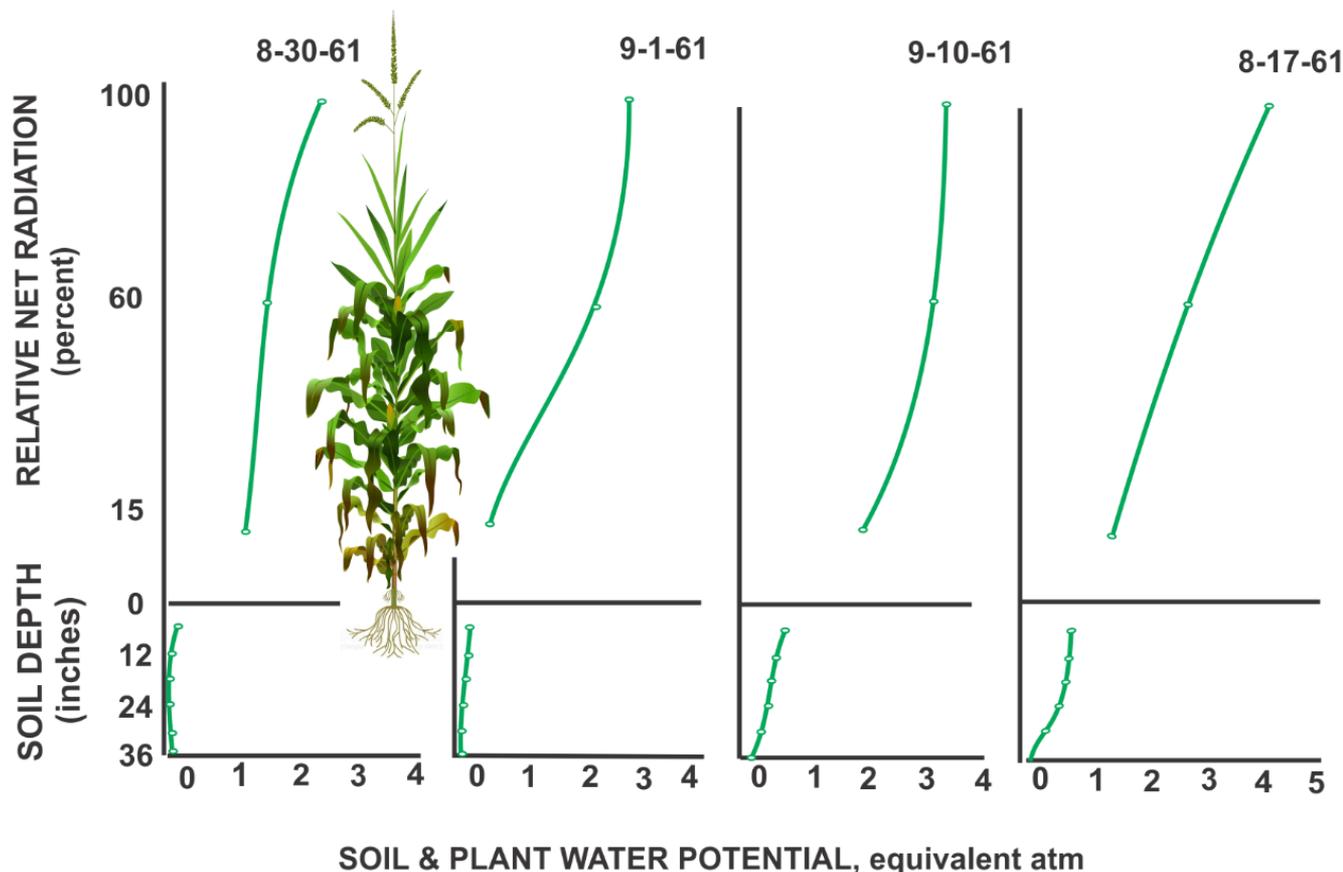
(nach Zelitch 1971, verändert)



Einfluss von CO₂ auf die Photosynthese

Wasserspannung zwischen Atmosphäre – Pflanze -Boden

WATER-SOIL-PLANT RELATIONS



Luft bei
50% rel. Feuchte
und 20°C:
2000 bar

Boden bei
Welkepunkt:
15 bar

Wasserverbrauch der Pflanzen



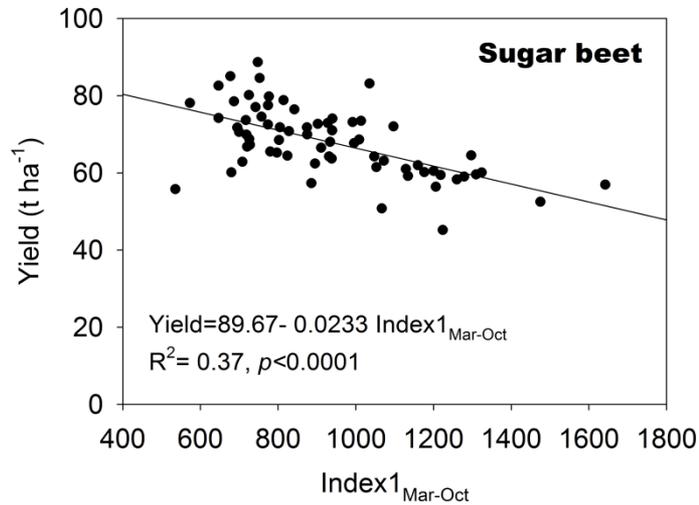
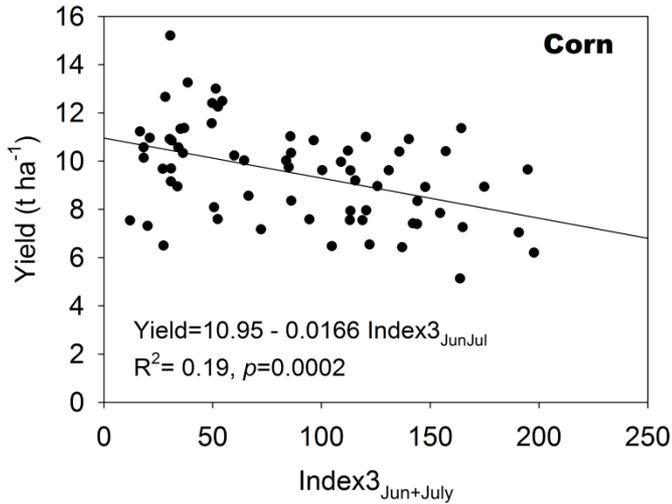
 Met

Wasserverbrauch ausgewählter Kulturpflanzen (abgeleitet aus mittlerem Ertragsniveau)

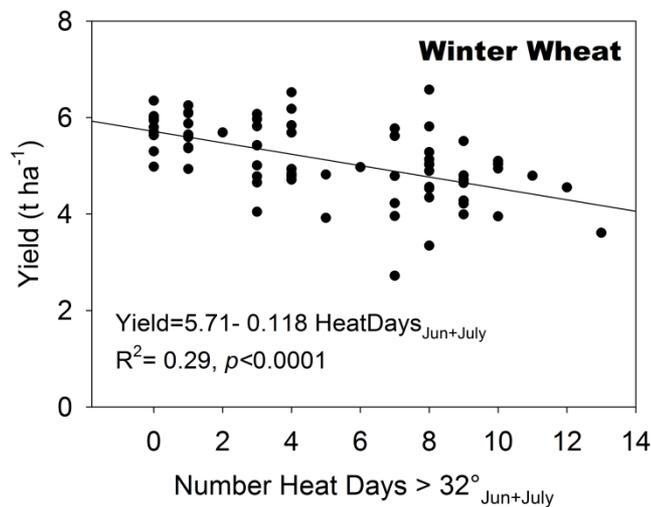
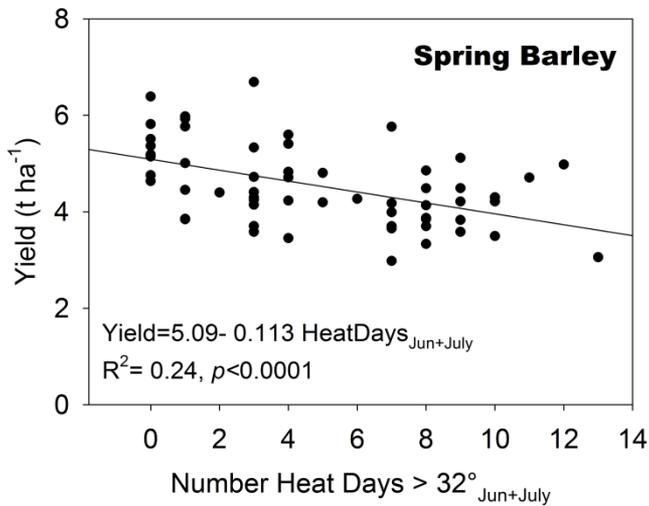
Kulturart	Transpirationskoeffizient [l Wasser / kg Trockenmasse]	Gesamtwasserverbrauch der Pflanzenbestände pro Wachstumsperiode (mm)
W. Weizen	308 – 690	460
W. Gerste	310-521	400
W. Roggen	400	350
S. Gerste	218-521	300
Mais	180-400	530
Energiemais	180-400	800
Kartoffel	182-636	450
Zuckerrübe	176-400	480
W. Raps	600-700	480
Luzerne	800	700
Buschbohne	206 - 400	250
Weißkohl	296 - 600	300
Gurke	220-430	290
Zwiebeln	350-600	350
Wein	370-430	400-700

(Eitzinger et al., 2009)

Ertragsauswirkung von Hitze und Trockenheit (LKÖ Daten Niederösterreich)



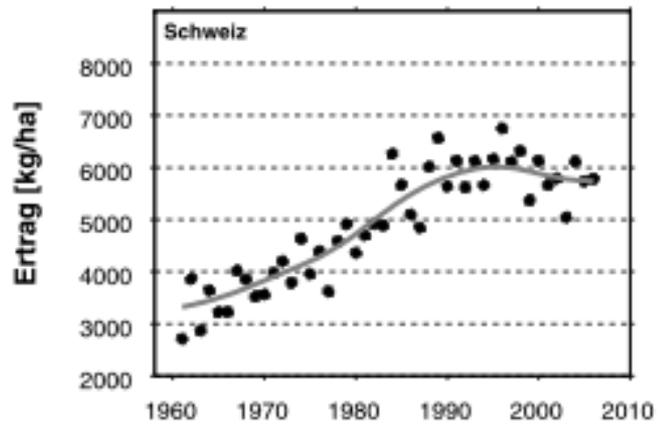
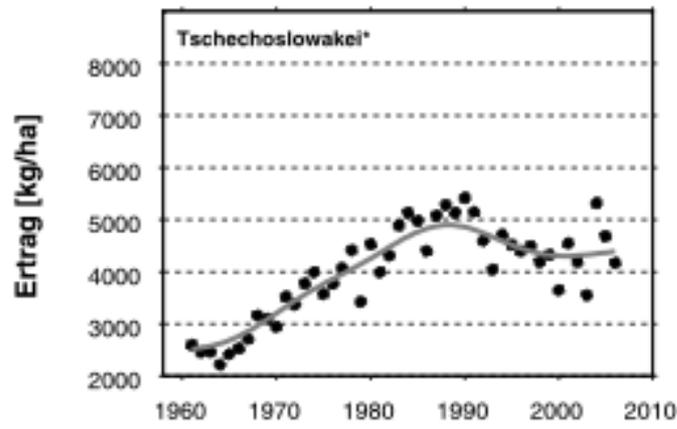
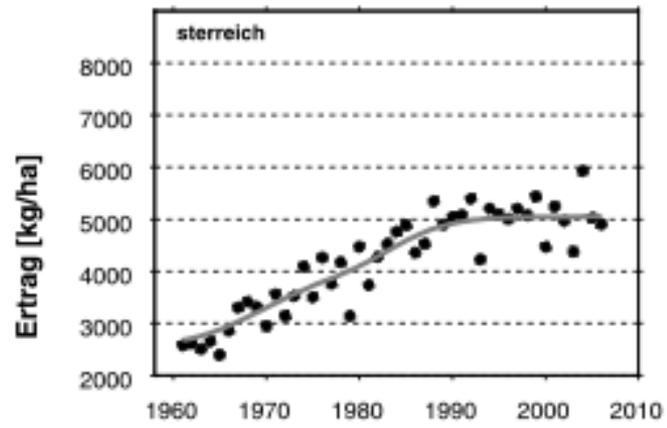
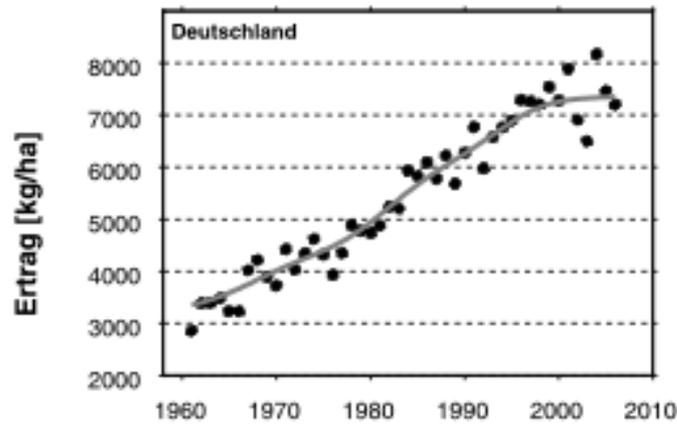
Trockenheit
+
Hitze



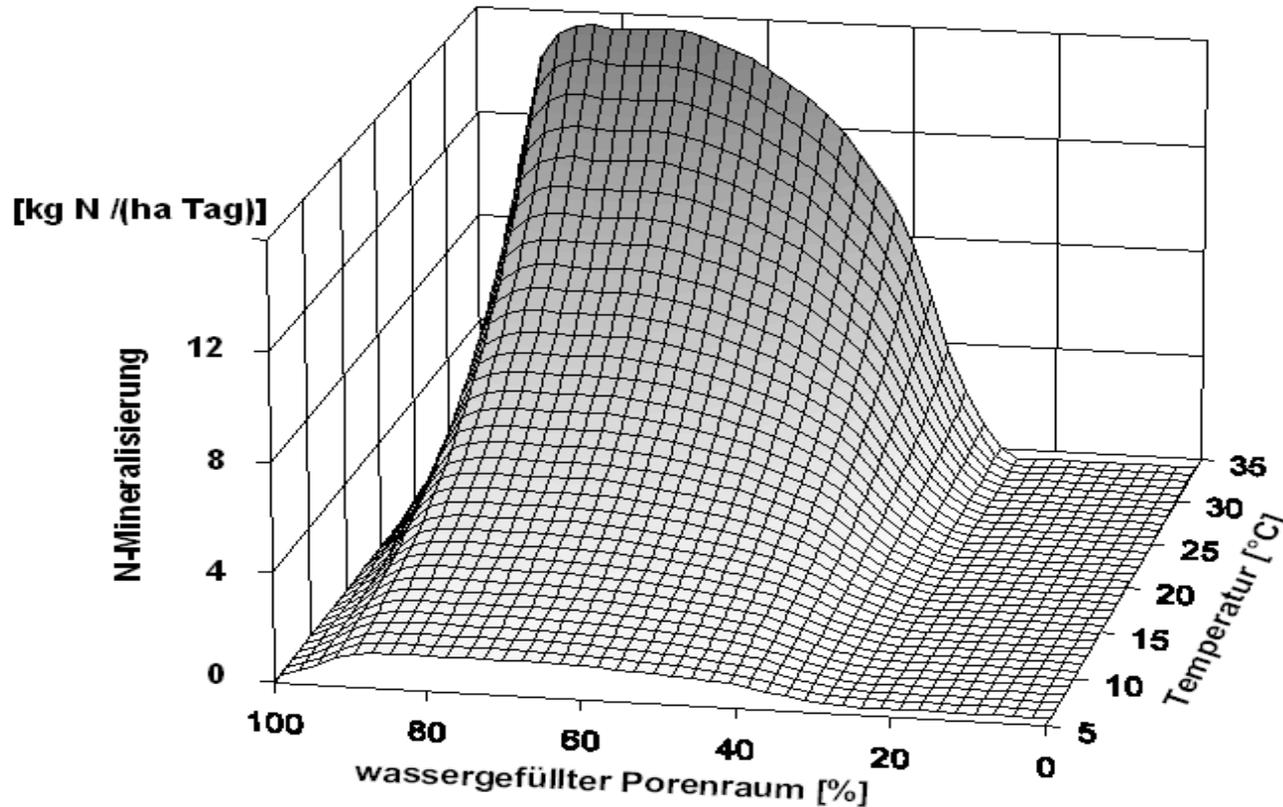
Hitzetage

Bodner et al., 2015

Abflachung der Ertragstrends in Europa – Klimawandeleffekt? (Nationale Ertragsstatistik – Beispiel Winterweizen)



(Eitzinger et al., 2009)



Temperaturabhängigkeit von chem. Bodenprozessen

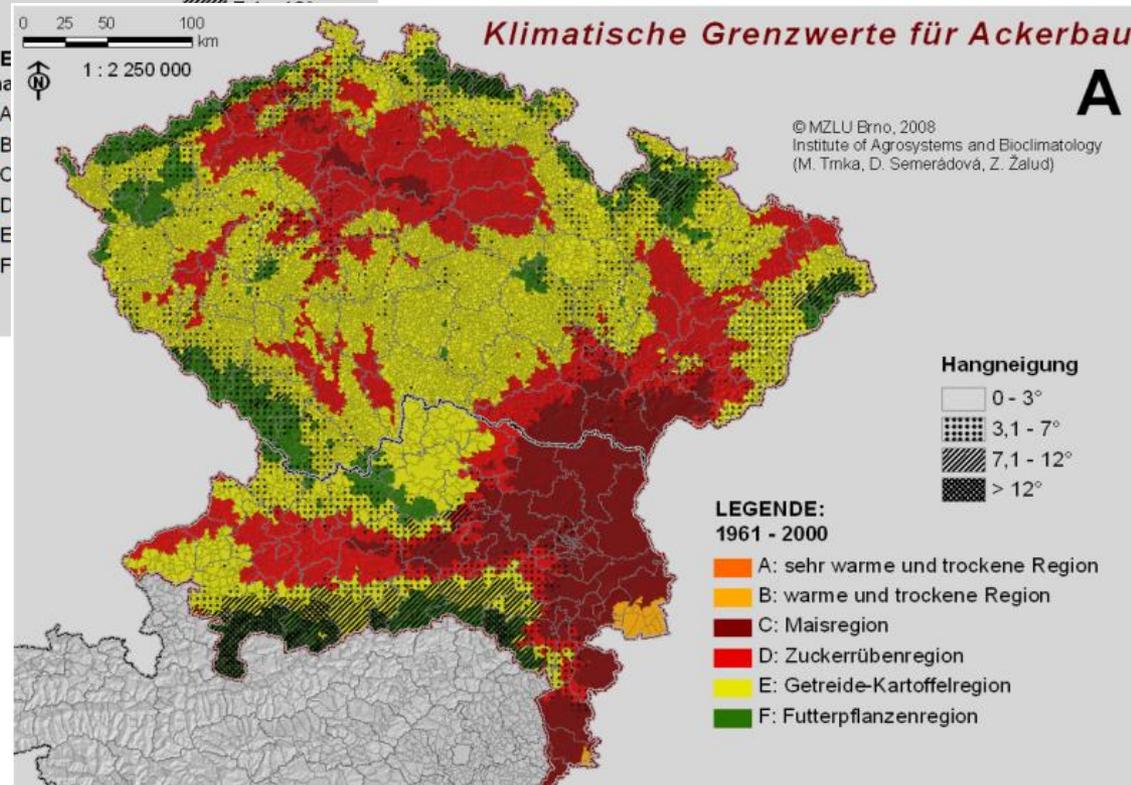
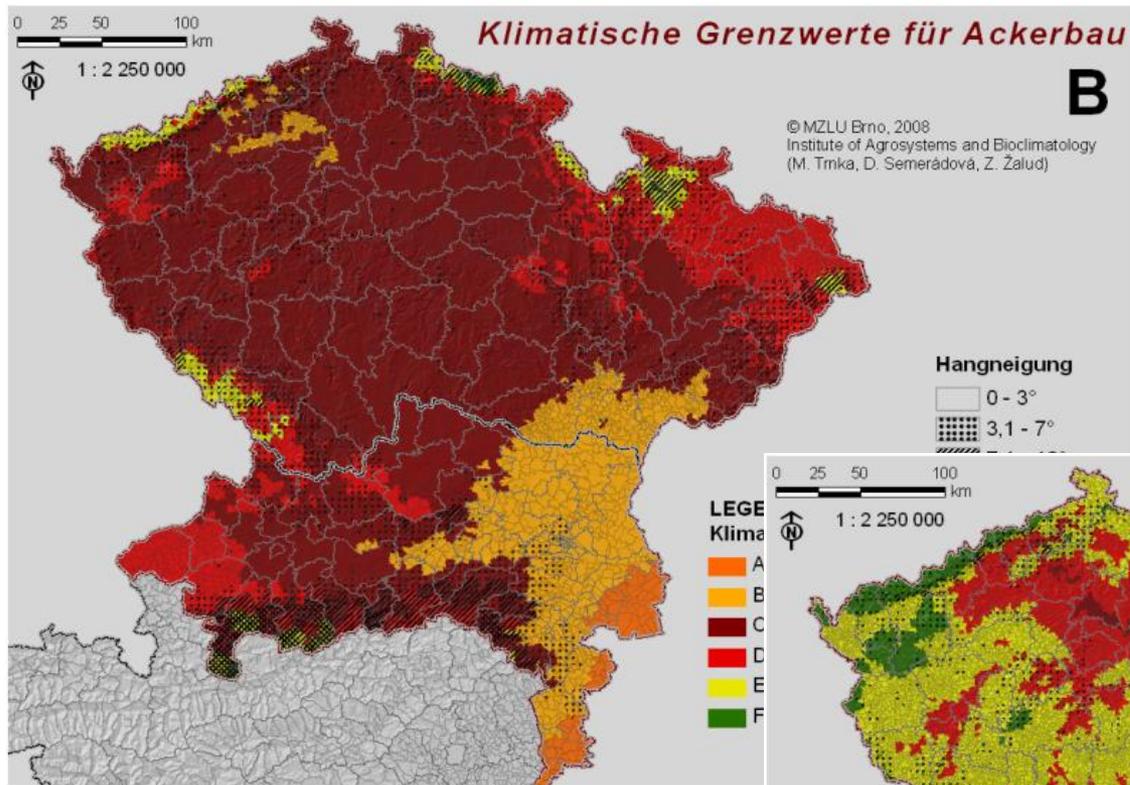
Mineralisation von Stickstoff aus organischer Substanz in Abhängigkeit von Temperatur und Bodenfeuchte (schematisch)

(Eitzinger et al., 2009)

Abträge bis zu 300 t/ha bei > 80mm/h gemessen



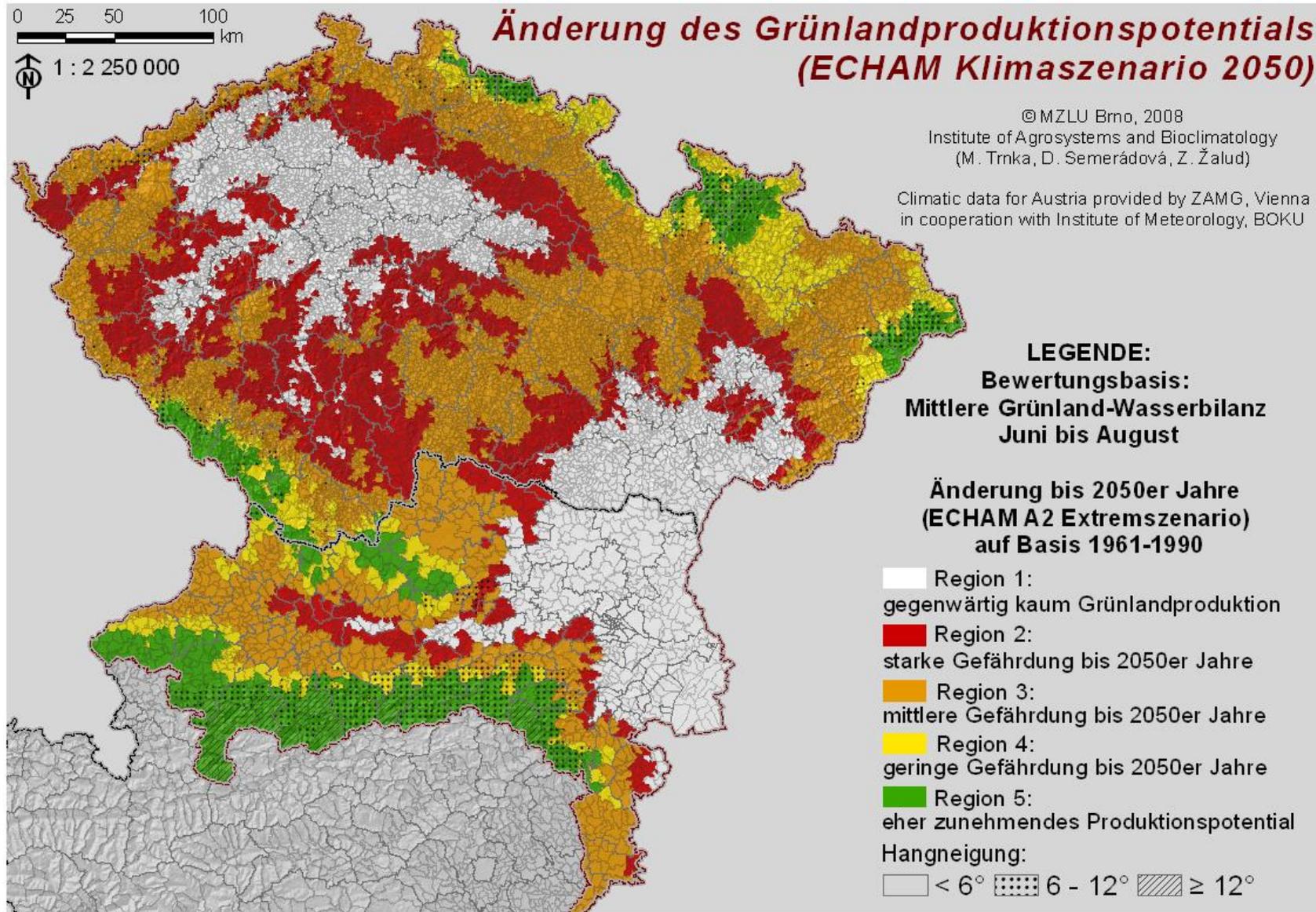
Bodenerosion nach Starkniederschlag bei offenem Boden und leichter Hanglage mit enormen Bodenabtrag (Quelle: Klik, in: Eitzinger et al., 2009)



Verschiebung von agrarökologischen Anbauzonen für die 2050er

Jahre unter dem Klimaszenario ECHAM, SRES A2 (b) im Vergleich zur Periode 1961-2000 (a) in Tschechien und im Norden Österreichs (Modell AGRICLIM, Berechnung: Trnka)

(Quelle: Eitzinger et al., 2009)

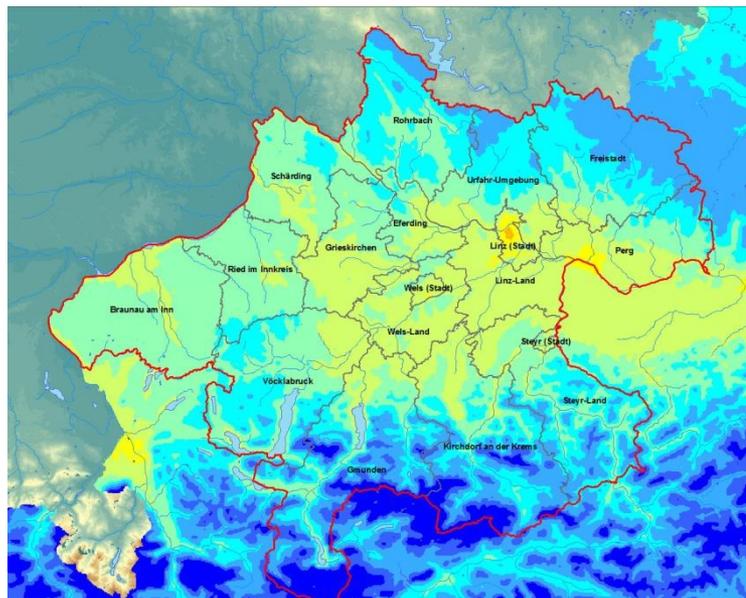


Veränderung der für die Grünlandproduktion kritischen Wasserbilanz (in der Hauptwachstumsperiode und unter Berücksichtigung der nur grobskaligen Bodenverhältnisse) in Regionen mit Grünlandproduktion in Tschechien und im Norden Österreichs. Die rot eingefärbten Regionen würden unter den heutigen Rahmenbedingungen einer nachhaltigen Grünlandwirtschaft bis zu den Klimaszenarium der 2050er Jahre (ECHAM; SRES A2) einem deutlich höheren Ertragsrisiko unterliegen (Berechnung: Trnka)

(Quelle: Eitzinger et al., 2009)

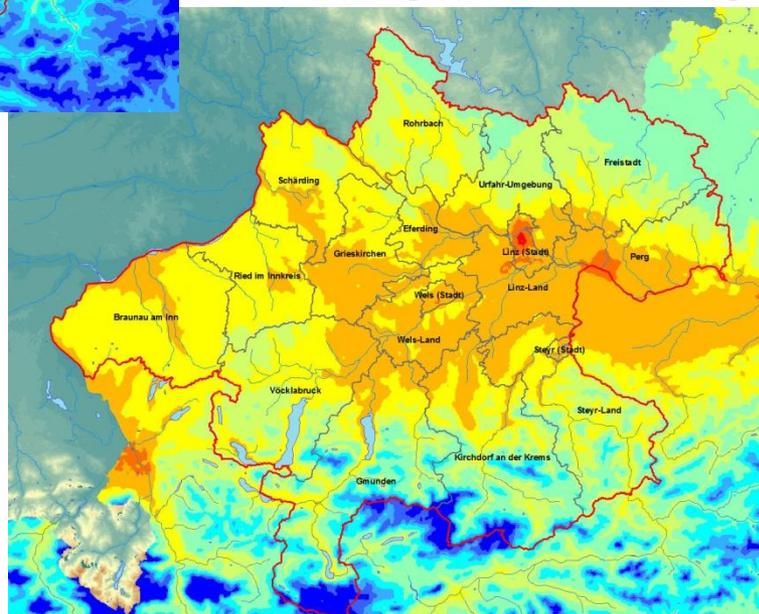
Oberösterreich

Änderung der mittleren Jahrestemperatur



1961-1990

2050er Jahre: + 2°C

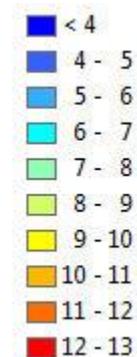


Klima Datenbasis: ZAMG

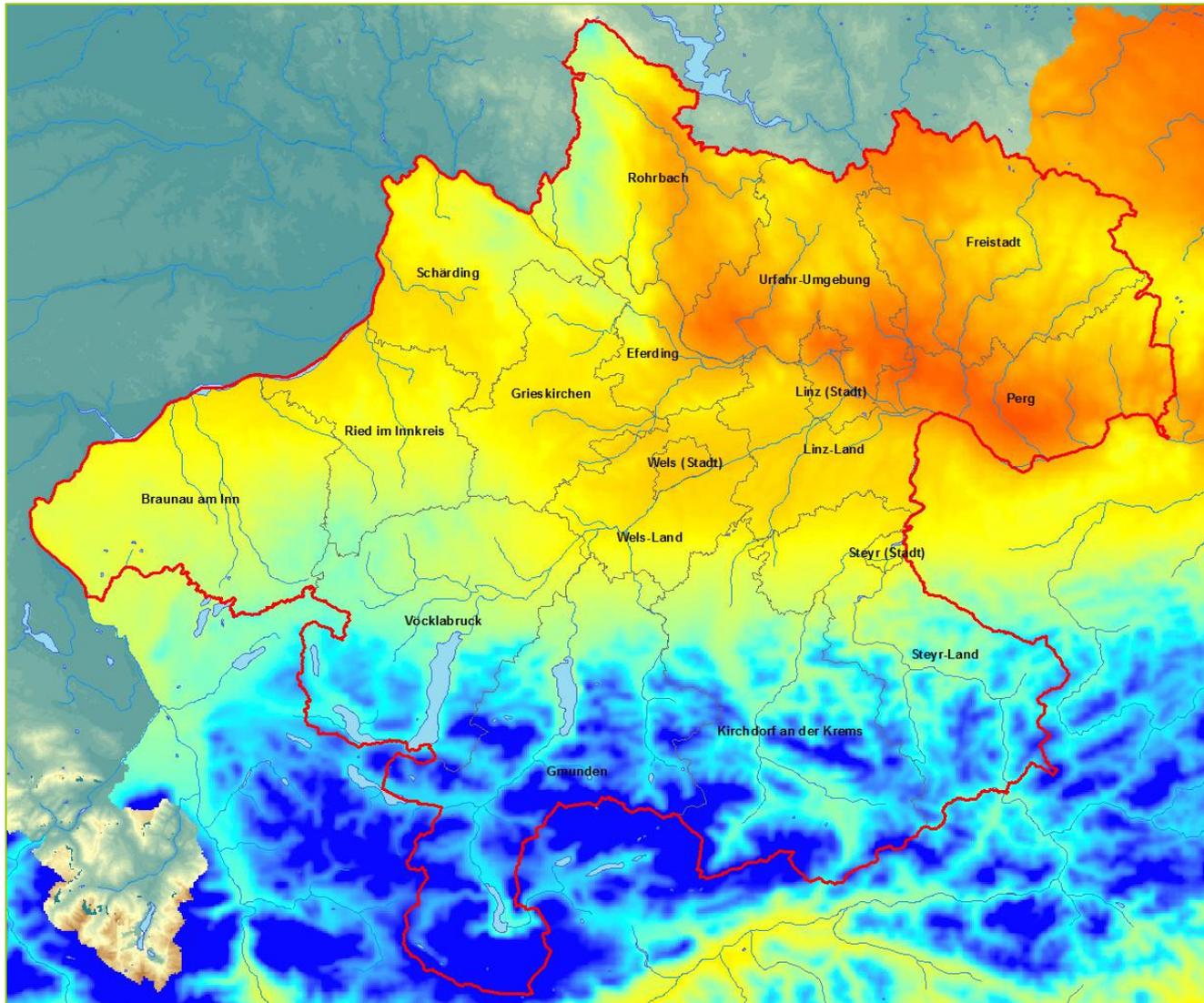
Bearbeiter: Eitzinger, Kubu (BOKU)

Legende:

Mittl. Jahrestemperatur
in °C

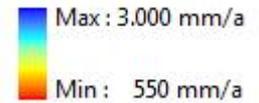


Mittlere Niederschlagsverteilung



Legende:

Jahresniederschlag



Klima Datenbasis: ZAMG

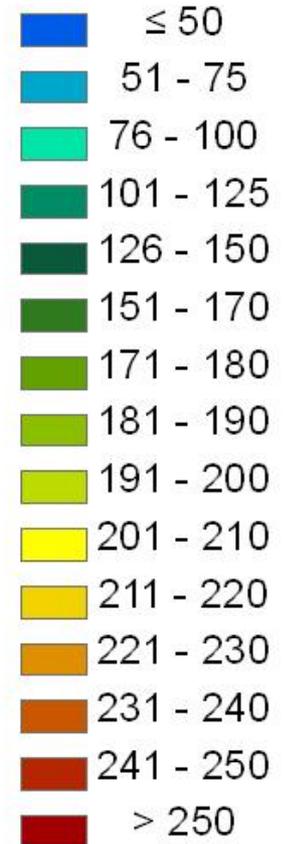
Bearbeiter: Eitzinger, Kubu (BOKU)



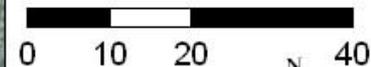
Dauer der Vegetationsperiode (> 5°C)

1961 - 1990

Legend [days]:



km



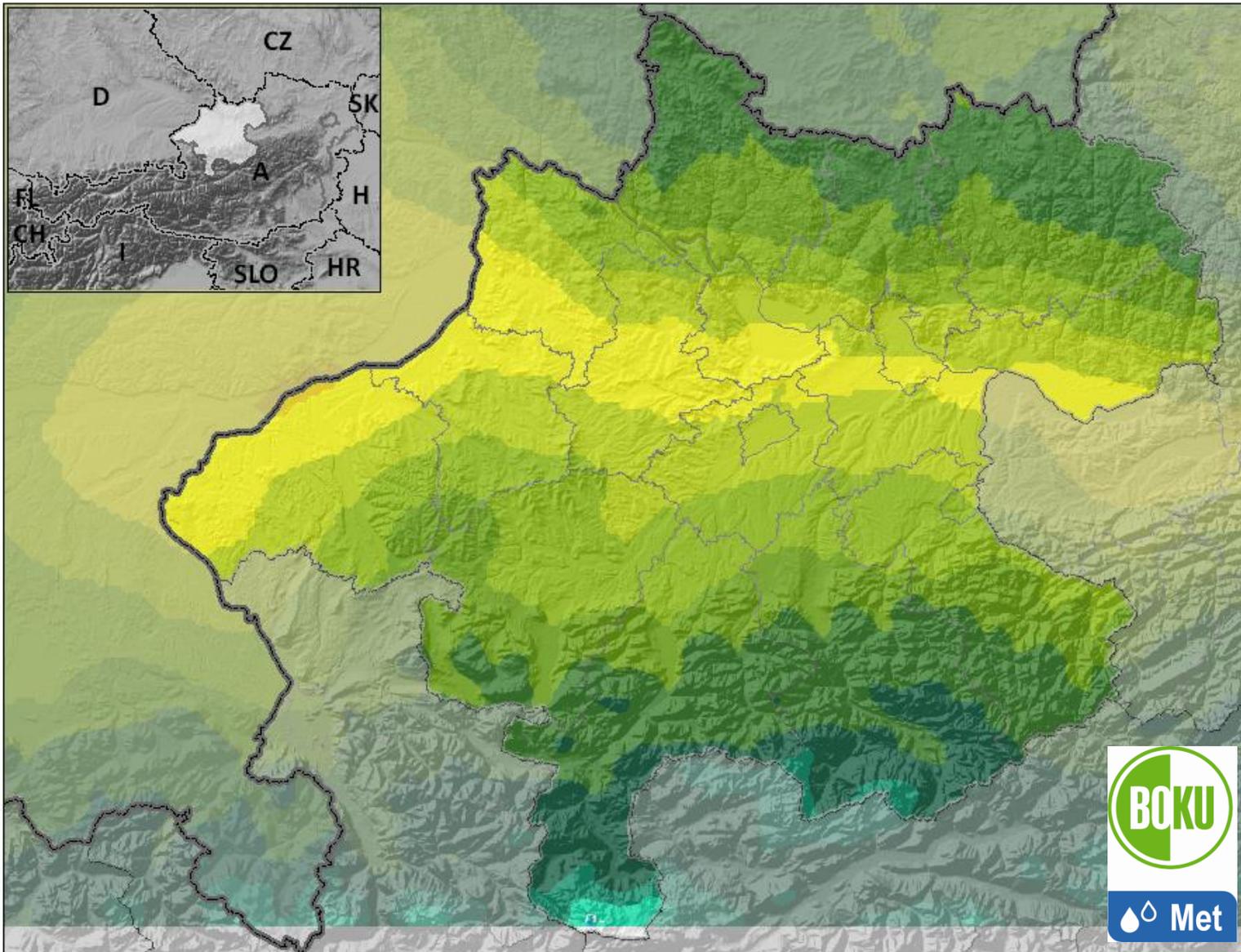
Mendel
University
of Agriculture
and Forestry
in Brno



CHMI

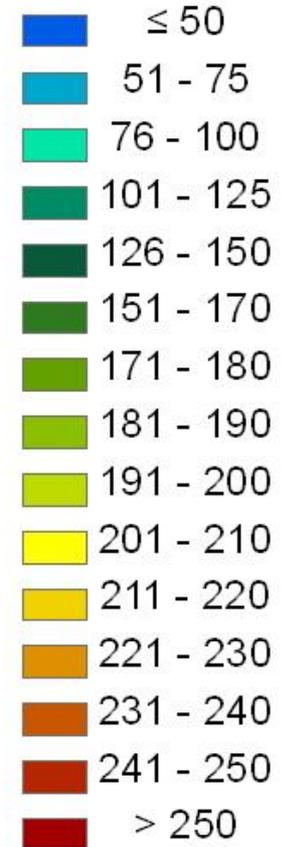


Met

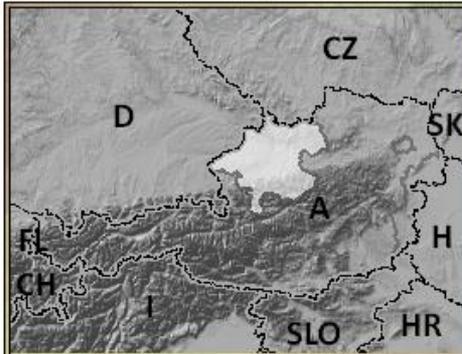
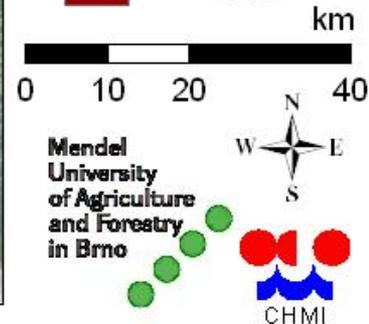


Dauer der Vegetationsperiode (> 5°C)

2021 - 2050
Legend [days]:

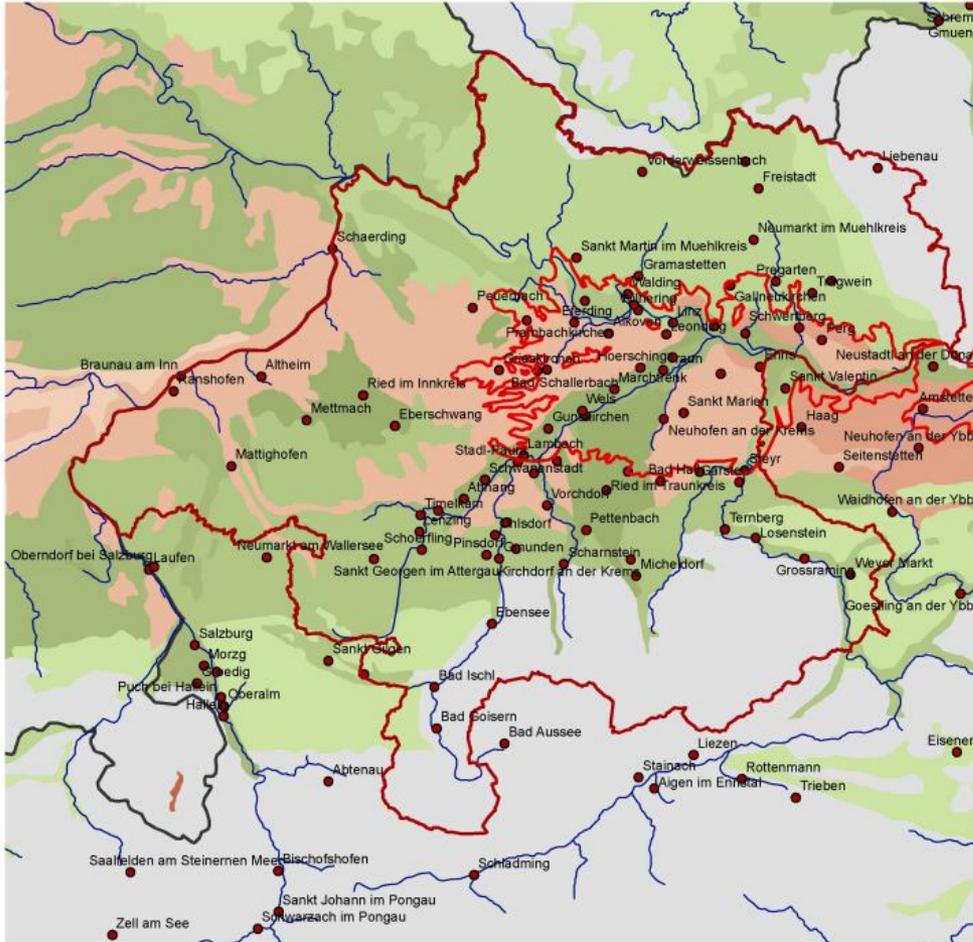


+ 20-30 Tage



HUGLIN Index für Wein 2041-2050

Mai bis September

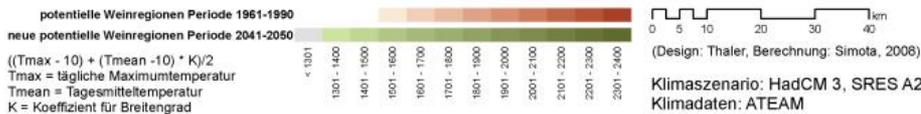


Potentielle Weinanbauggebiete 2050er Jahre

(in begünstigten Lagen)

Rote Linie : historisch belegte Weinanbauggebiete

HUGLIN Index: Anbaueignung für Wein aufgrund der Temperatursummen im Sommer



Auswirkungen auf biogene Schadfaktoren

Temperatureinfluß auf biogene Schadfaktoren: Schädlinge, Krankheiten, Unkräuter



Die Raupe des Maiszünslers verursacht häufig ein Abbrechen der Maisfahnen
(Quelle: Glauninger, in: Eitzinger et al., 2009)



Dürrfleckenkrankheit (Alternaria) bei Kartoffel
(Quelle: Glauninger, in: Eitzinger et al., 2009)



Verunkrautung mit Ambrosie in einem Maisfeld
(Quelle: Glauninger, in: Eitzinger et al., 2009)

Tabelle 2.9: Diskussion über tierische Schadorganismen und Klimawandel – ausgewählte Beispiele

Deutsche Bezeichnung	Art(en), Gattung(en)	Befallene Kulturpflanze(n)
Gemeiner Grashüpfer	Chorthippus longicornis	Kultur- und Wildpflanzen
Blasenfüße / Thripse	zahlreiche Arten und Gattungen	zahlreiche Kulturpflanzen
Amerikanische Rebzikade	Scaphoideus titanus	Weinrebe
Winden-Glasflügelzikade	Hyalesthes obsoletus	Weinrebe
Blattläuse	zahlreiche Arten und Gattungen	zahlreiche Kulturpflanzen
Getreidewanzen	Eurygaster- und Aelia-Arten	Getreide
Drahtwürmer	Agriotes-Arten u.a.	zahlreiche Kulturpflanzen
Getreidehähnchen	Oulema melanopus und O. gallaeciana	besonders Getreide
Kartoffelkäfer	Leptinotarsa decemlineata	Kartoffel
Buchdrucker	Ips typographus	zahlreiche Waldbäume
Erdföhe	zahlreiche Arten und Gattungen	zahlreiche Kulturpflanzen
Stängelrüssler	Ceutorhynchus napi und C. quadridens	Winterraps
Rübenrüssler	Bothynoderes punctiventris u.a.	Zuckerrübe
Engerlinge	Melolontha- und Phyllopertha-Arten	zahlreiche Kulturpflanzen, Grünland
Getreidehalmwespe	Cephus pygmeus	Getreide
Baumwollkapselwurm	Helicoverpa armigera	zahlreiche Kulturpflanzen
Maiszünsler	Ostrinia nubilalis	Mais u.a.
Westl. Maiswurzelbohrer	Diabrotica virgifera virgifera	Mais u.a.
Bekreuzter Traubenwickler	Eupoecilia ambiguella	Weinrebe
Apfelwickler	Cydia pomonella	Apfel
Schwammspinner	Lymantria dispar	Eiche u.a.
Kastanienminiermotte	Cameraria ohridella	Roßkastanie
Fritfliege	Oscinella frit	Getreide, Mais
Gemeine Spinnmilbe	Tetranychus urticae	zahlreiche Kulturpflanzen
Feldmaus	Microtus arvalis	zahlreiche Kulturpflanzen
Wühlmaus	Arvicola terrestris	zahlreiche Kulturpflanzen
Wildschwein	Sus scrofa	zahlreiche Kulturpflanzen

Klimawandel: Einfluss auf Schädlinge

(Quelle: Eitzinger et al., 2009)

Auswirkungen einer Klimaänderung für die Pflanzenproduktion / Wasserhaushalt

**Verlängerung der Vegetationsperiode (5-8 Tage/10Jahre)
= mehr Wasserbedarf ganzjähriger Kulturen**

**Beschleunigte Entwicklung der Pflanzen durch Temperaturerhöhung
(Verschiebung des Verlaufes des Pflanzenwasserbedarfes)**

Grössere Wasserverluste durch mehr Verdunstung bei höherer Temperatur

**Zunahme des Ertragsrisikos durch mehr Witterungs – Extremereignisse
(= Zunahme jährlicher Ertragsschwankungen)**

**Neue Pflanzenkrankheiten und Schädlinge und verändertes Auftreten
– Interaktionen mit Bewässerung**

**Bessere Wassernutzungseffizienz durch höheren CO₂ Gehalt der Atmosphäre
Bei C₃-Pflanzen wirkt dies insbes. in Trockenregionen ertragssteigernd**

**Herausforderungen für regionale Bewässerungswasserreserven;
zunehmender Nutzen effizienter Techniken und Methoden.**

Auswirkungen im Grünlandbereich/Tierhaltung

Verlängerung der Wachstumsperiode, mehr Schnitte als bisher

In Regionen mit über ca. 800mm Jahresniederschlag höheres Ertragspotential, darunter zunehmendes Ertragsrisiko durch Trocken- und Hitzeschäden

Veränderung der Grünlandartenzusammensetzung, Auswirkung auf Futterqualität

Zunahme durch Schäden wärmeliebender Schädlinge (Engerlinge)

Höhere Lagerkapazitäten für Futter günstig (zunehmendes Ernterisiko)

Zunahme der Erosionsgefahr durch Starkniederschläge (insb. bei Beweidung)

Zunehmende Hygieneanforderungen / -probleme in der Lebensmittelproduktion aus der Tierhaltung (Kühlkette etc.)

Höhere Ansprüche an die Regulierung des Stallklimas (insbes. Kühlung im Sommer) – Gefahr des Totalausfalls

Neue Tierkrankheiten und Überträger (Mückenarten)

Mehr Hitzestress - Leistungsabfall in der Tierhaltung

Potentiell notwendige Anpassungsmassnahmen (Überblick)

Sicherstellung der Wasserversorgung für Bewässerung bei Trockenperioden (zunehmender Wasserbedarf der Kulturen) + Bodenwassermanagement

Verdunstungsschutzmassnahmen fördern (Mulchdecken, Hecken, Bodenbearbeitung)

Alternativen : Begrenztes Potential für Biomasseproduktion in den niederschlagsarmen Regionen - hohes Potential in den niederschlagsreicheren Regionen (>ca. 800mm)

Zunahme des Ertragsrisikos durch Extreme – Monitoring, Versicherung, Notfallstöpfe

Ackerbau : Anpassung von Fruchtfolgen (Mehr Winterungen in Trockenregionen), Umstieg auf wärmeliebende Sorten/Arten.

Anpassungen bei Feldarbeiten und im Nutzpflanzenmanagement (Bodenbearbeitung, Düngungsregime, Pflanzenschutz)

Vorverlegung von Anbauterminen, Stressresistentere Sorten u.a.

Bodenerosionsschutz + Förderung der Kohlenstoffspeicher im Boden

Erhöhung des lokalen/regionalen Wasserrückhaltepotentials (Erhaltung von Feuchtwiesen/Mooren !! Reduzierte Drainage =Vorteil bei Trockenheiten!)

Literaturhinweise

APCC (2014), **Österreichischer Sachstandsbericht Klimawandel 2014 (AAR14)**. Austrian Panel on Climate Change (APCC), Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, Österreich, 1096 Seiten. ISBN 978-3-7001-7699-2.
<http://www.ccca.ac.at/de/apcc/>

Eitzinger, J., Kersebaum, K. C., Formayer, H. (2009): **Landwirtschaft im Klimawandel - Auswirkungen und Anpassungsstrategien für die Land- und Forstwirtschaft in Mitteleuropa**. <http://de.agrimedia.com>, 320, Agrimedia, D-29459 Clenze, Deutschland; ISBN: 978-3-86037-378-1

Bitte unterstützen Sie die Forschung zu Evaluierung von Wetterservices für die Landwirtschaft:

Online-Fragebogen Projekt AGROFORECAST:

<https://umfrage.farmit.at/index.php/691627?lang=de>

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!