



Regionale Klimaveränderungen und sich daraus ergebende Auswirkungen auf das Stadtklima, Schwerpunkt Region Oberrhein

Prof. Dr. Eberhard Parlow

Meteorologie, Klimatologie und Fernerkundung

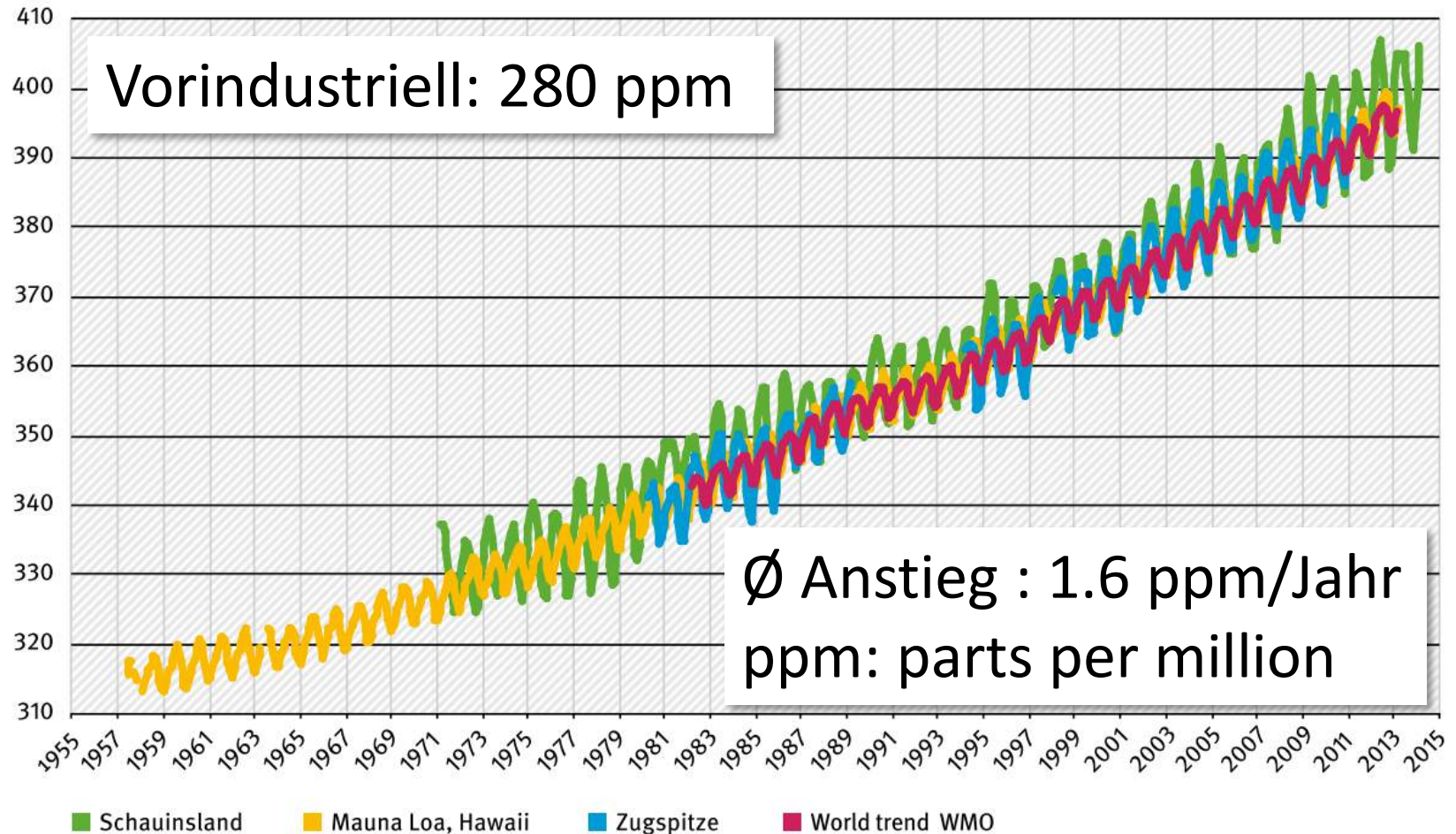
Departement Umweltwissenschaften - Universität Basel

eberhard.parlow@unibas.ch

Atmosphärische CO₂-Konzentration

UBA-Station Schauinsland/Schwarzwald (1300 m NN : 01/1972 – 06/2015)

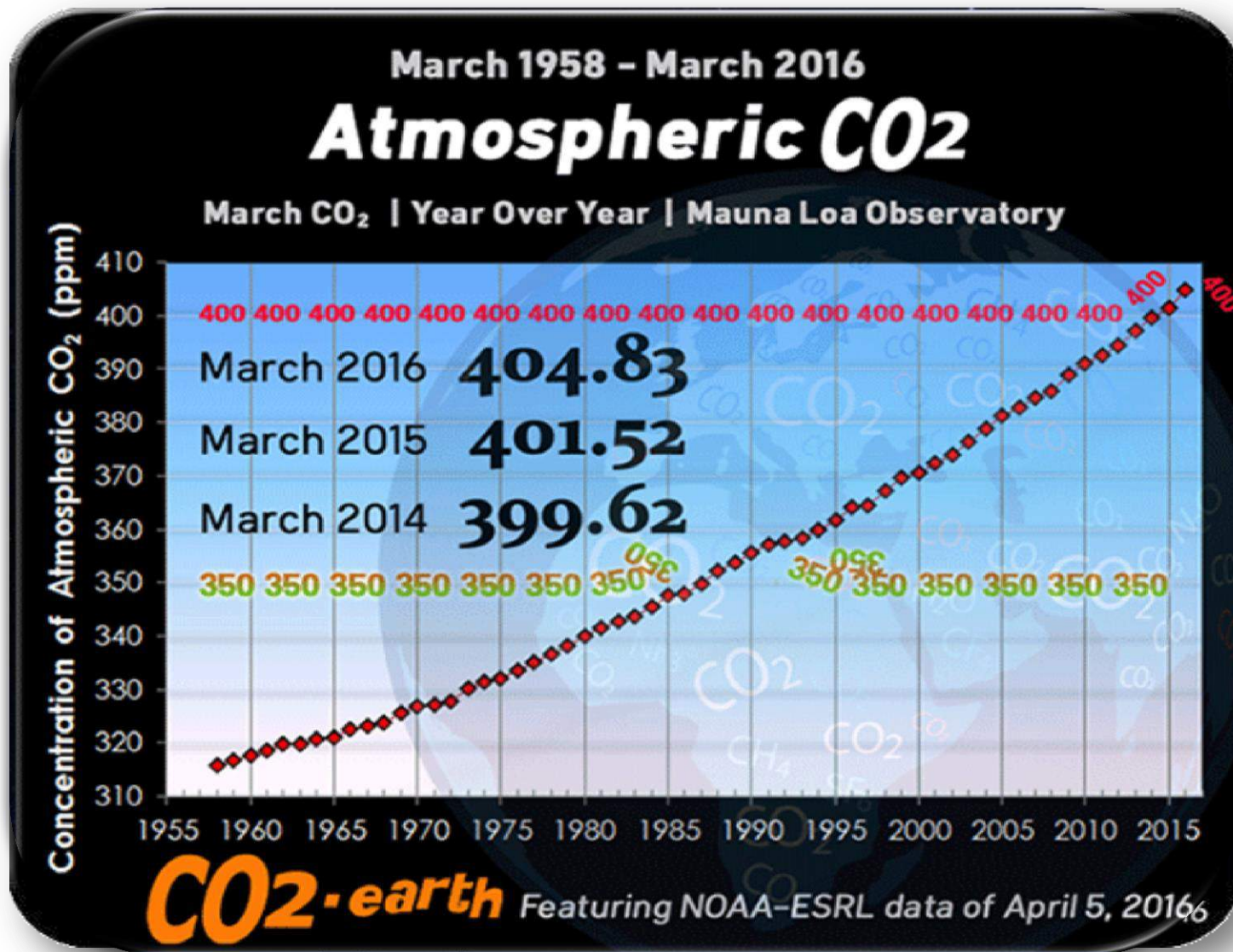
Carbon dioxide, parts per million



* 1 ppm = 1 part per million = 0,0001 %

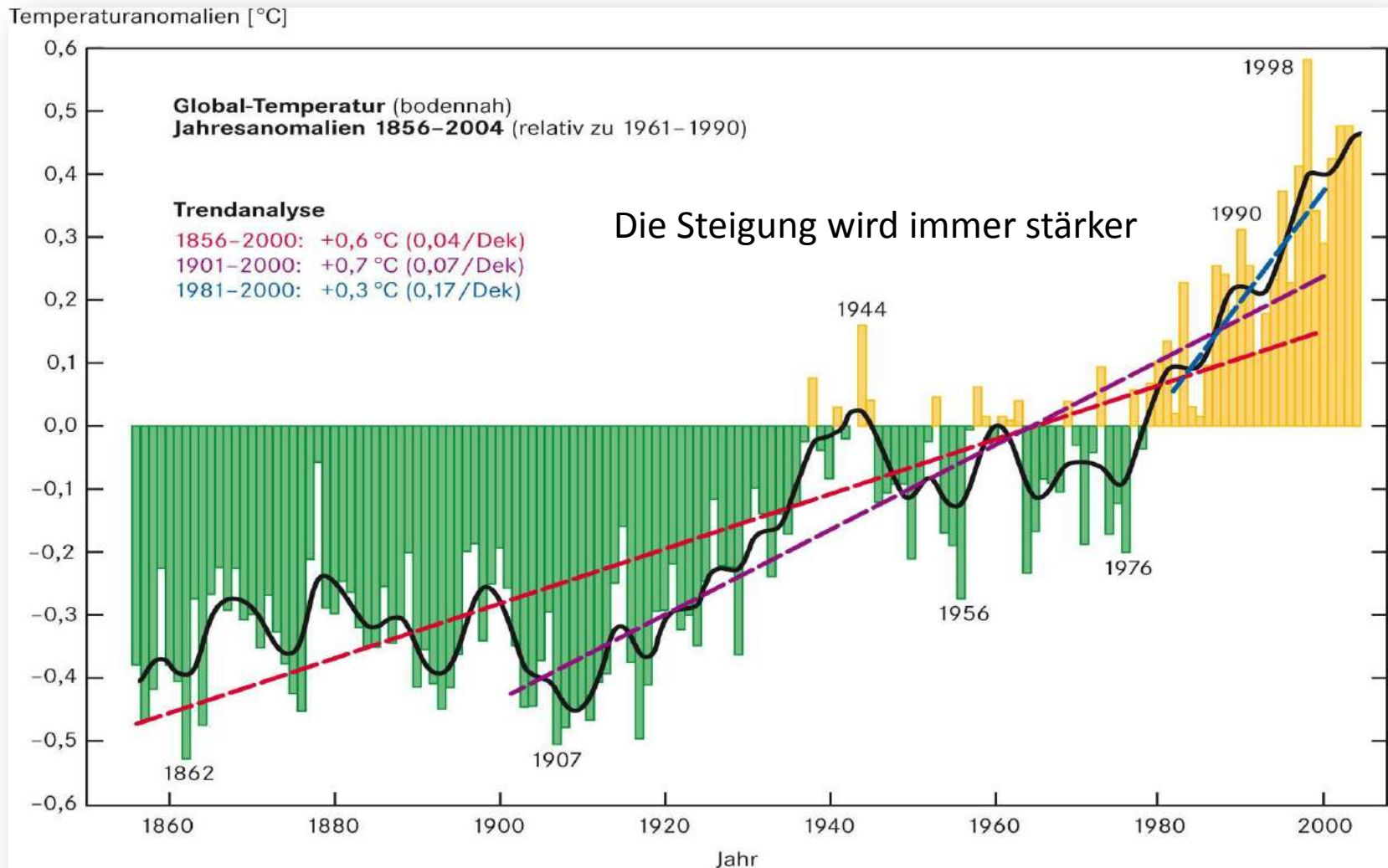
Schauinsland : älteste CO₂-Messreihe in Europa

“Yes we can” – wir sprengen die 400 ppm-Marke



Quelle: <https://www.co2.earth/>

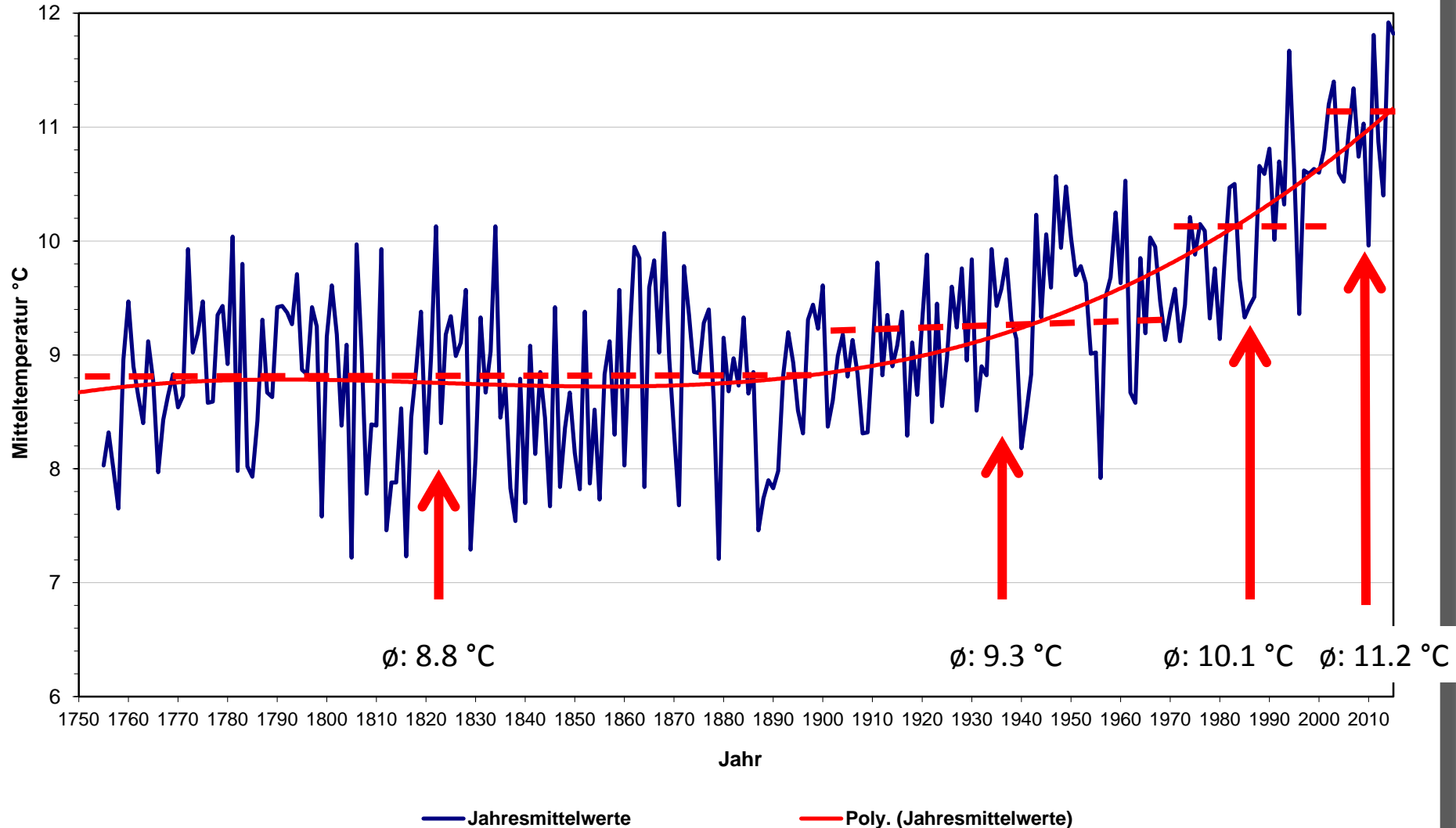
Mittlere globale Lufttemperaturanomalien (1856 – 2004 : Messdaten)



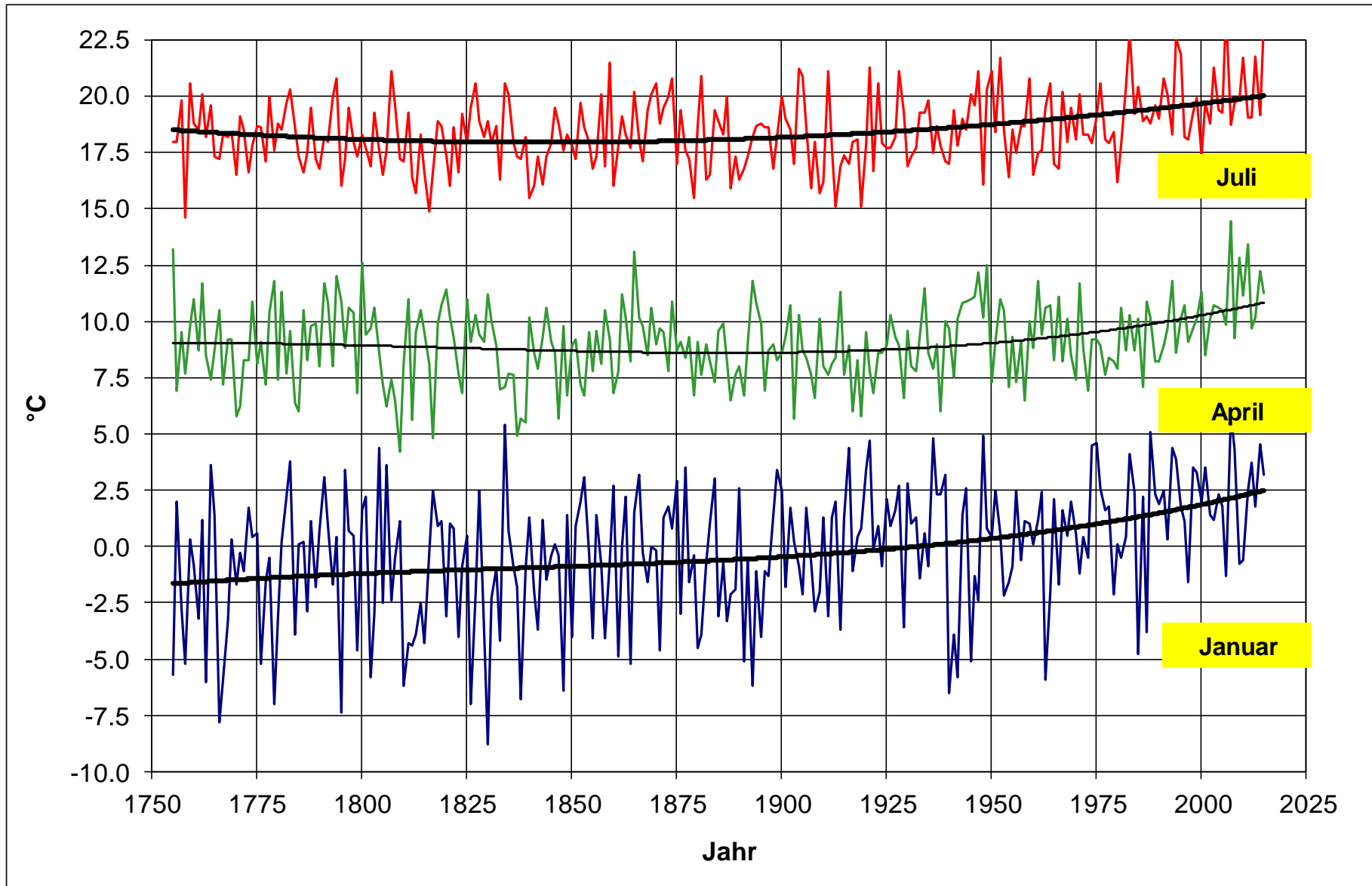
Quelle: Gebhardt , Glaser, Radtke & Reuber 2006

Jahresmitteltemperaturen Basel (1755 – 2015)

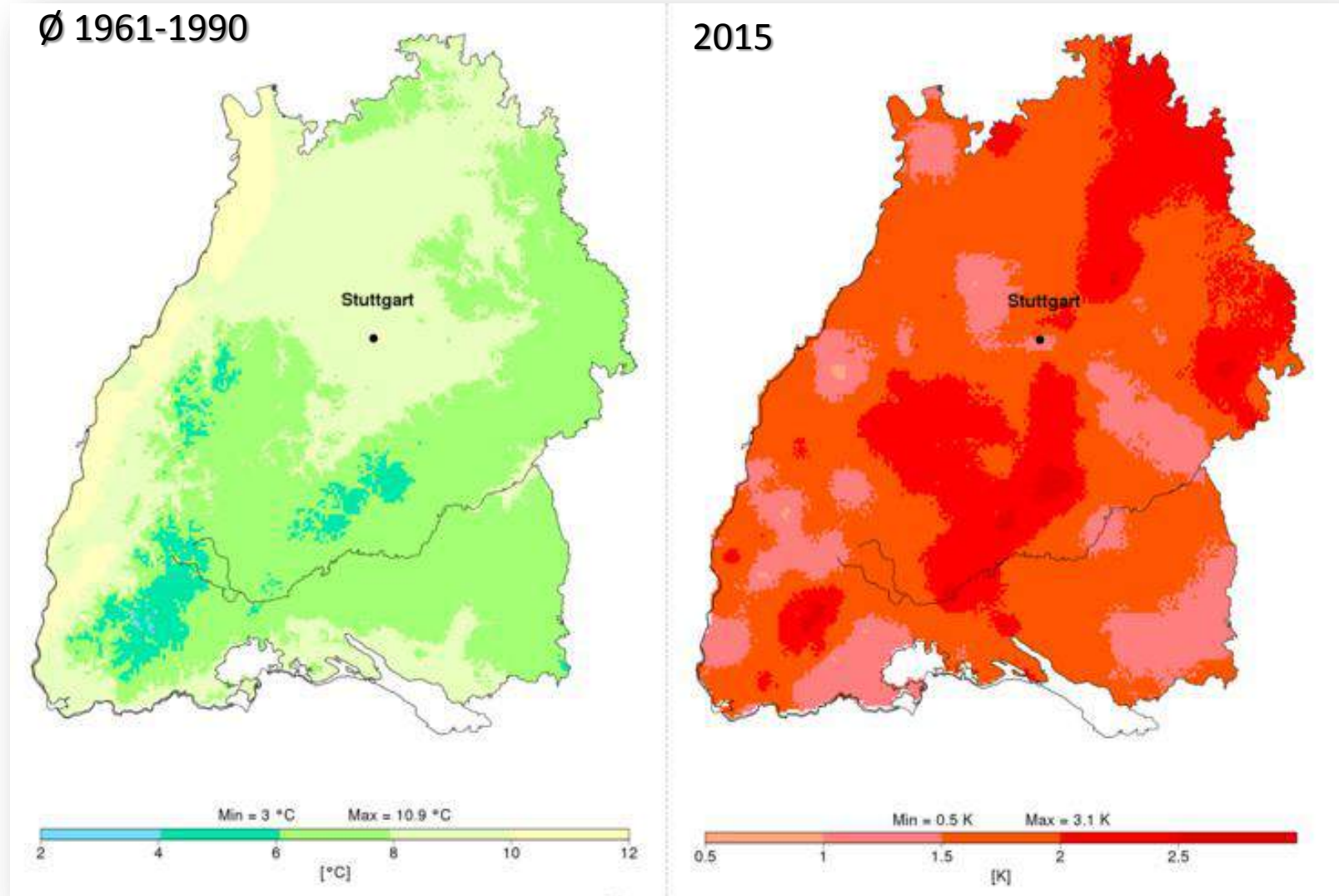
mit polynomischem Trend 4. Ordnung



Veränderung der Monatstemperaturen Basel (1755 – 2015)



Abweichungen des Jahresmittels der Lufttemperatur 2015 gegenüber Mittelwert 1961-1990

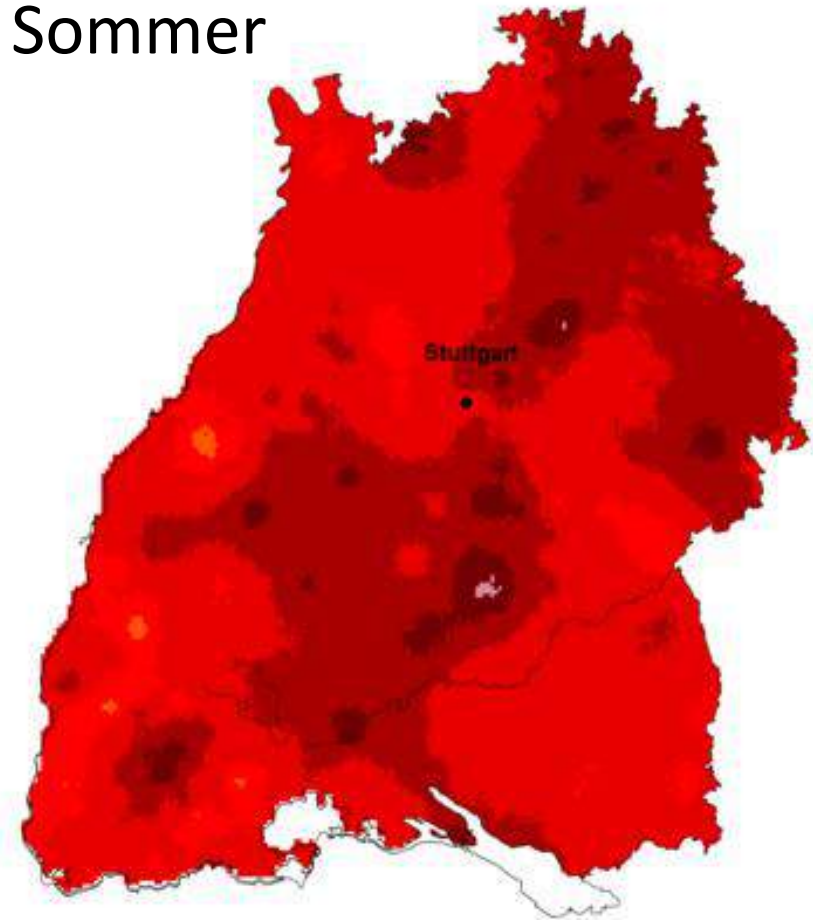
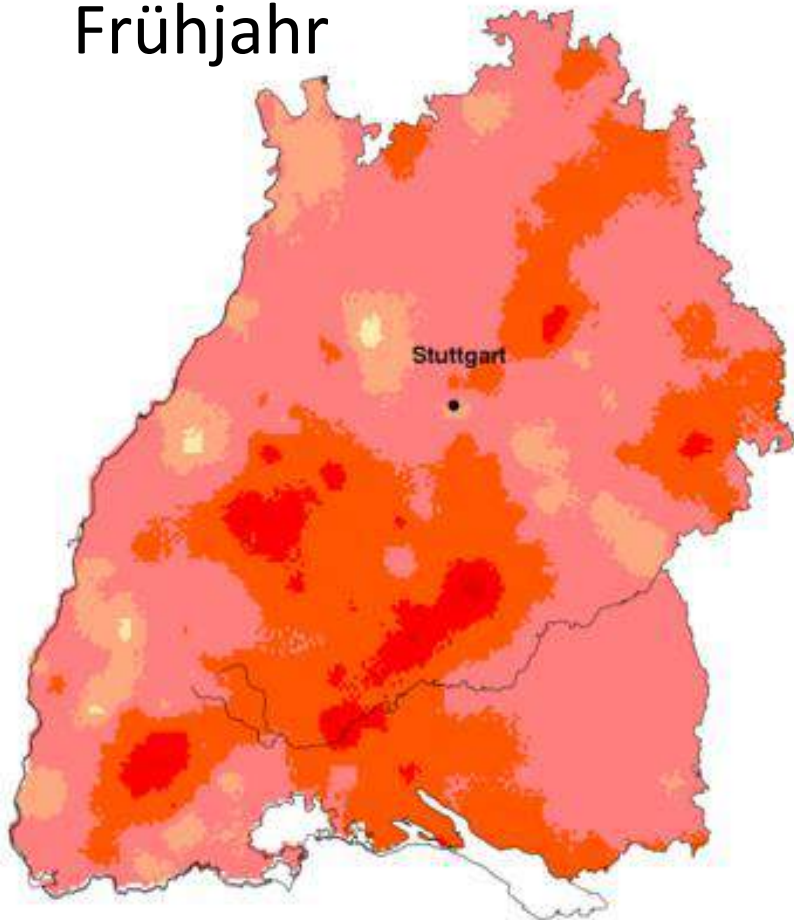


Quelle: Deutscher Wetterdienst/Klimaatlas

Abweichungen der Lufttemperatur 2015 gegenüber Mittelwert 1961-1990

Frühjahr

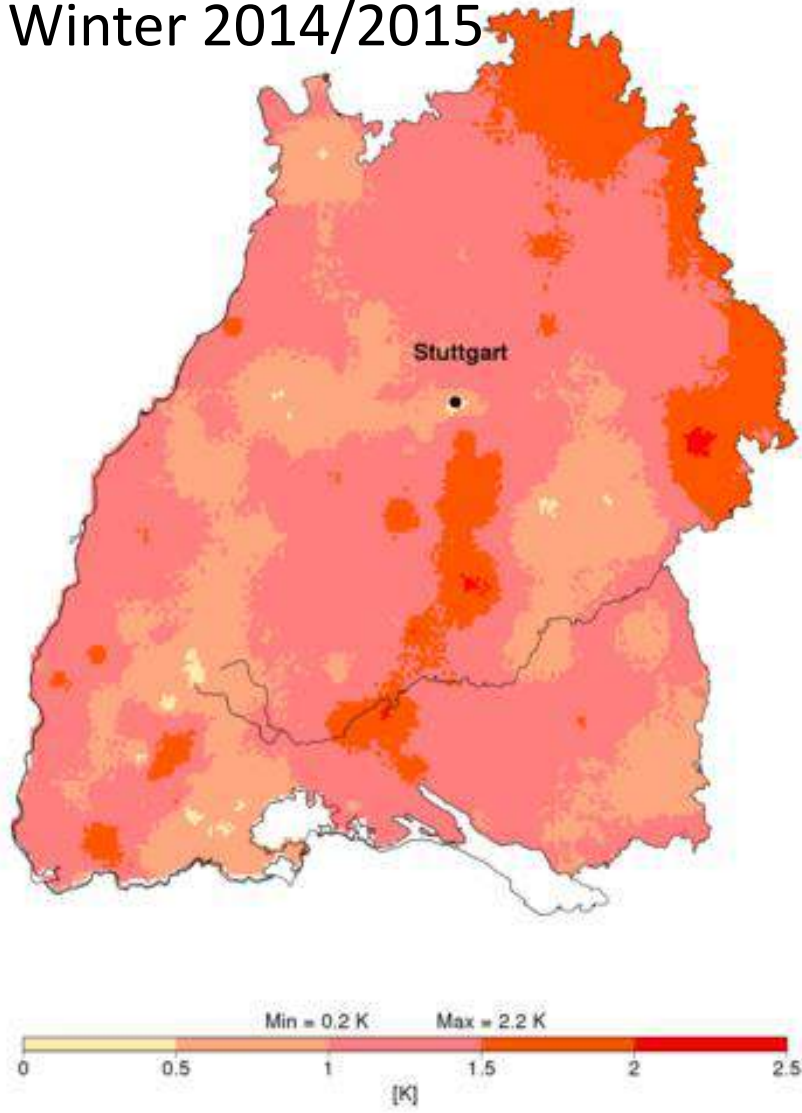
Sommer



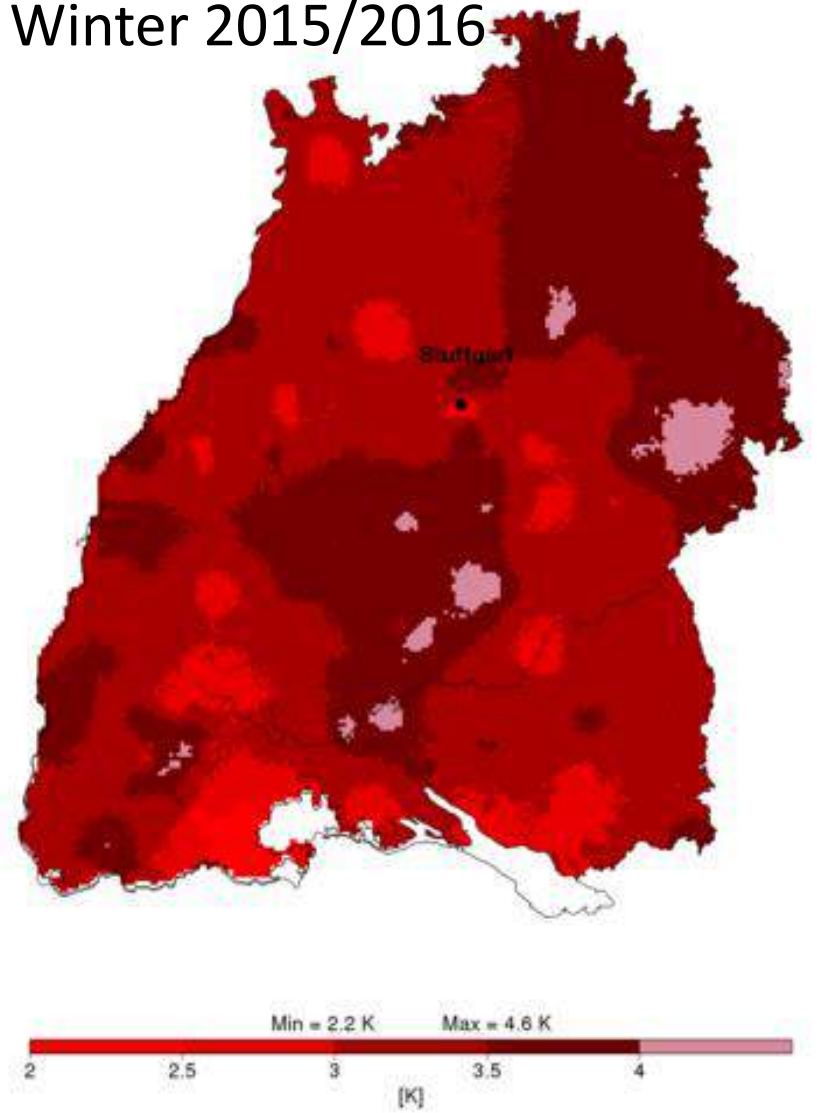
Quelle: Deutscher Wetterdienst/Klimaatlas

Abweichungen der Lufttemperatur gegenüber Mittelwert 1961-1990

Winter 2014/2015



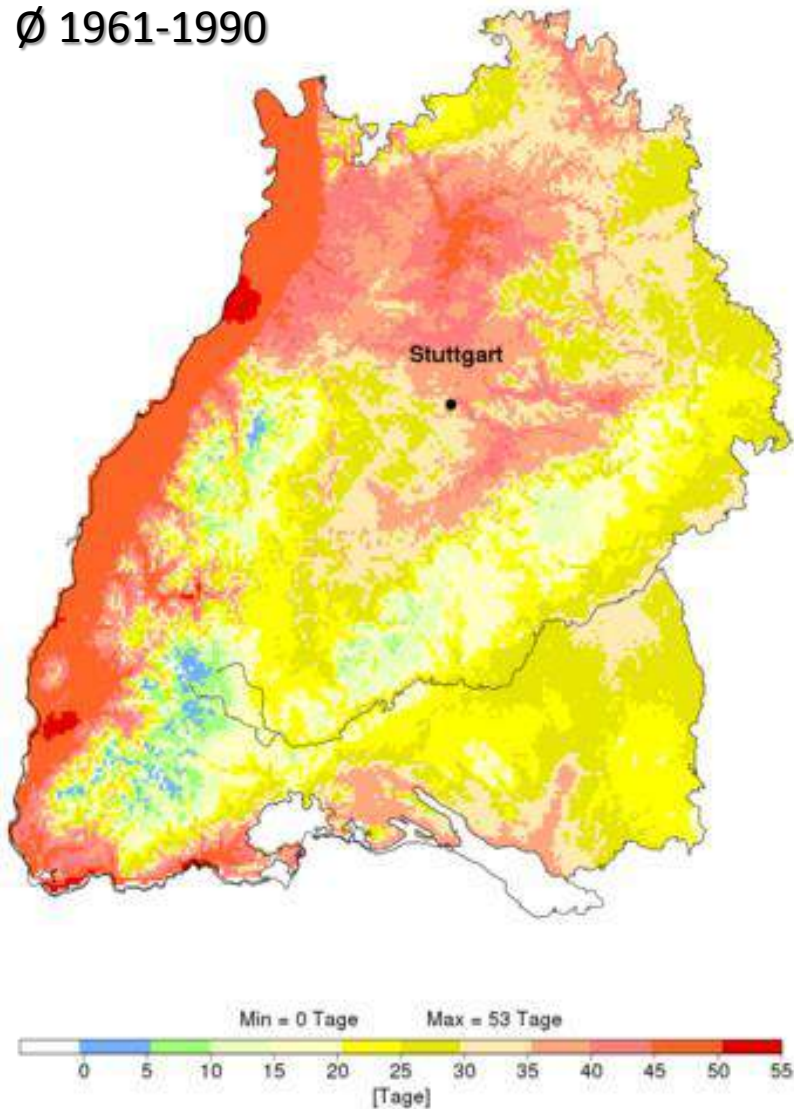
Winter 2015/2016



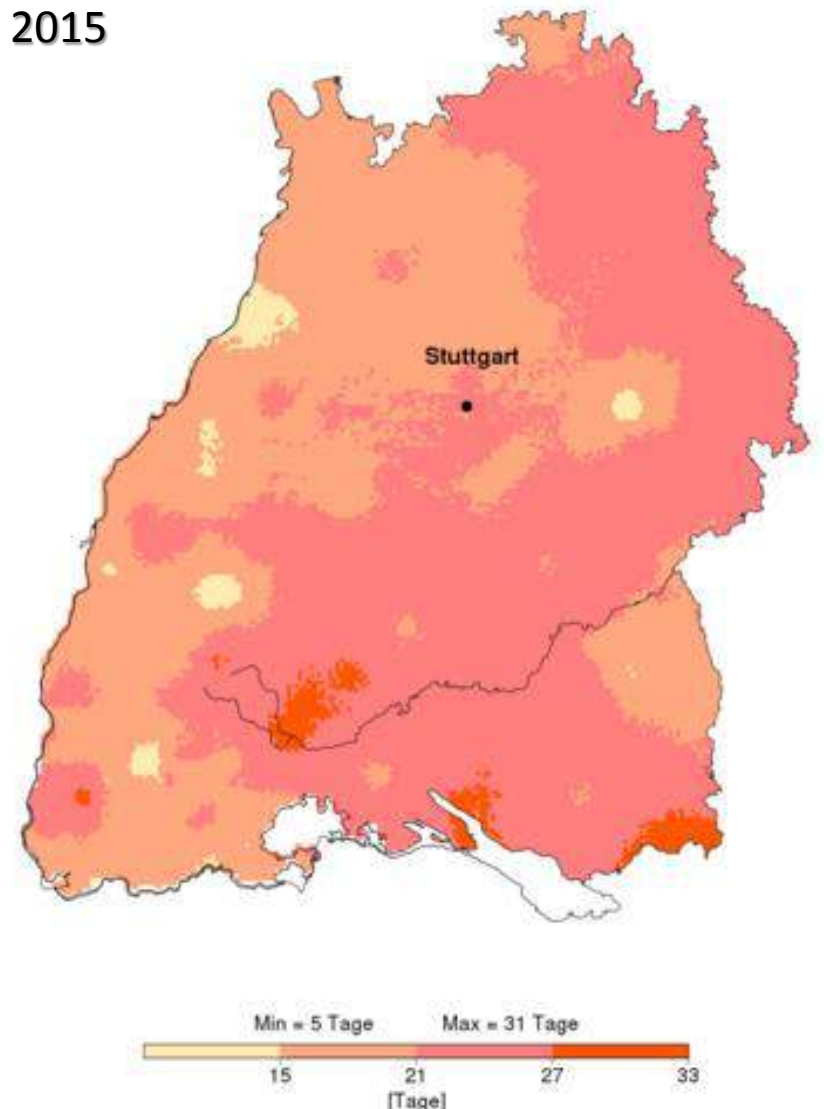
Quelle: Deutscher Wetterdienst/Klimaatlas

Anzahl der Sommertage 2015 ($T_{\max} \geq 25\text{ °C}$) gegenüber Mittelwert 1961-1990

Ø 1961-1990



2015



Quelle: Deutscher Wetterdienst/Klimaatlas

Klima-Szenarien/Klima-Projektionen

- was kann man damit anfangen ? -

Die Erstellung von Klimaprognosen

IPCC-Szenarien IS92a-f

Annahmen

- Weltbevölkerung
- Wirtschaftswachstum
- Energie-Mix
- Energie-Kosten

Berechnungen

Emission und Konzentration

- Treibhausgase (CO₂, CH₄, N₂O, FCKW)
- Aerosole

Klima-Prognosen

Klimaänderung

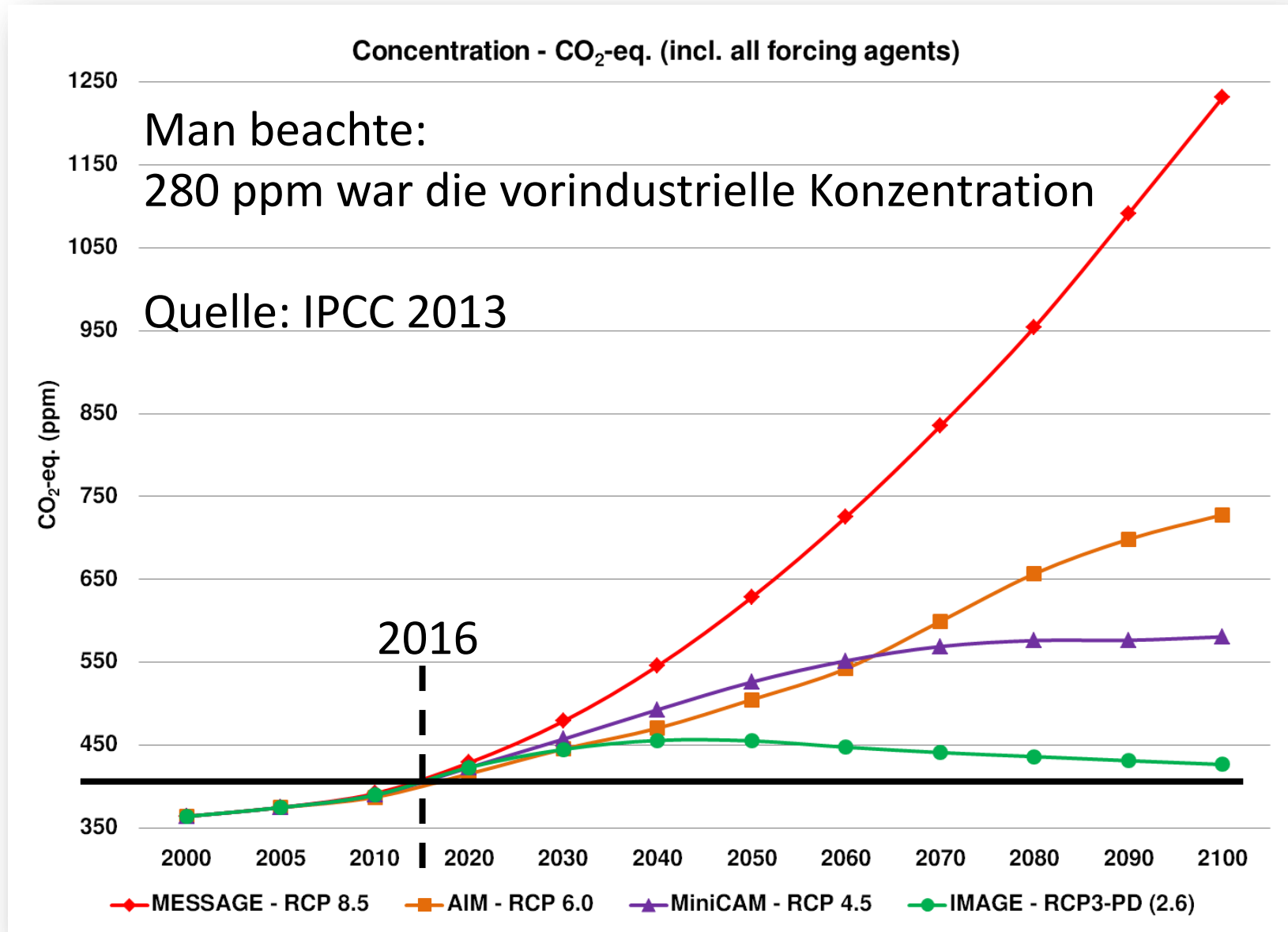
- Temperatur
- Meeresströmung
- Niederschlag

Klimafolgen

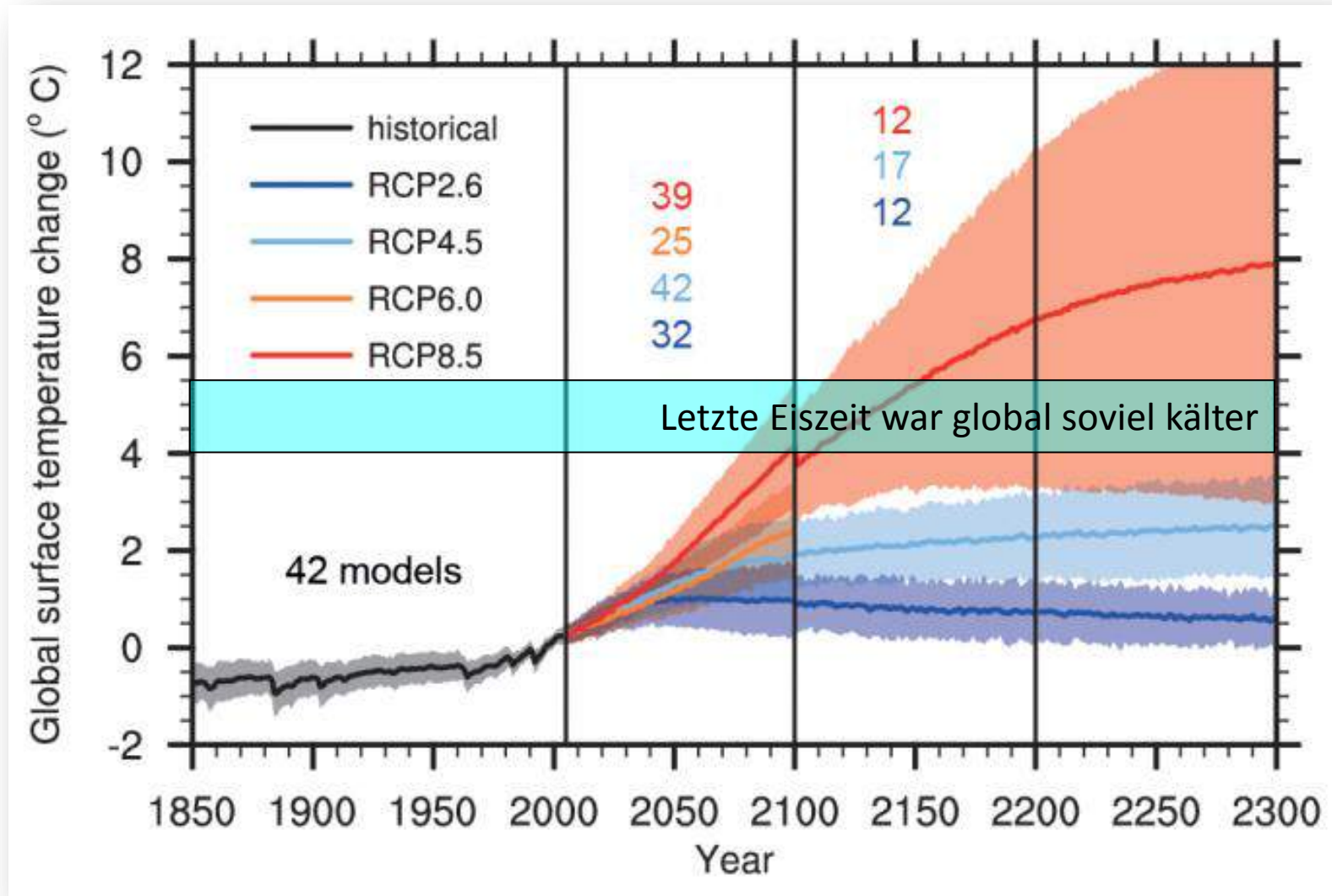
- Meeresspiegel
- Wetterextreme
- Krankheiten

Abb. 3.1: Grundlagen von Klimaprognosen
(Quelle: MPI/DKRZ)

Wo geht die Reise hin ? – Das CO₂ der Zukunft



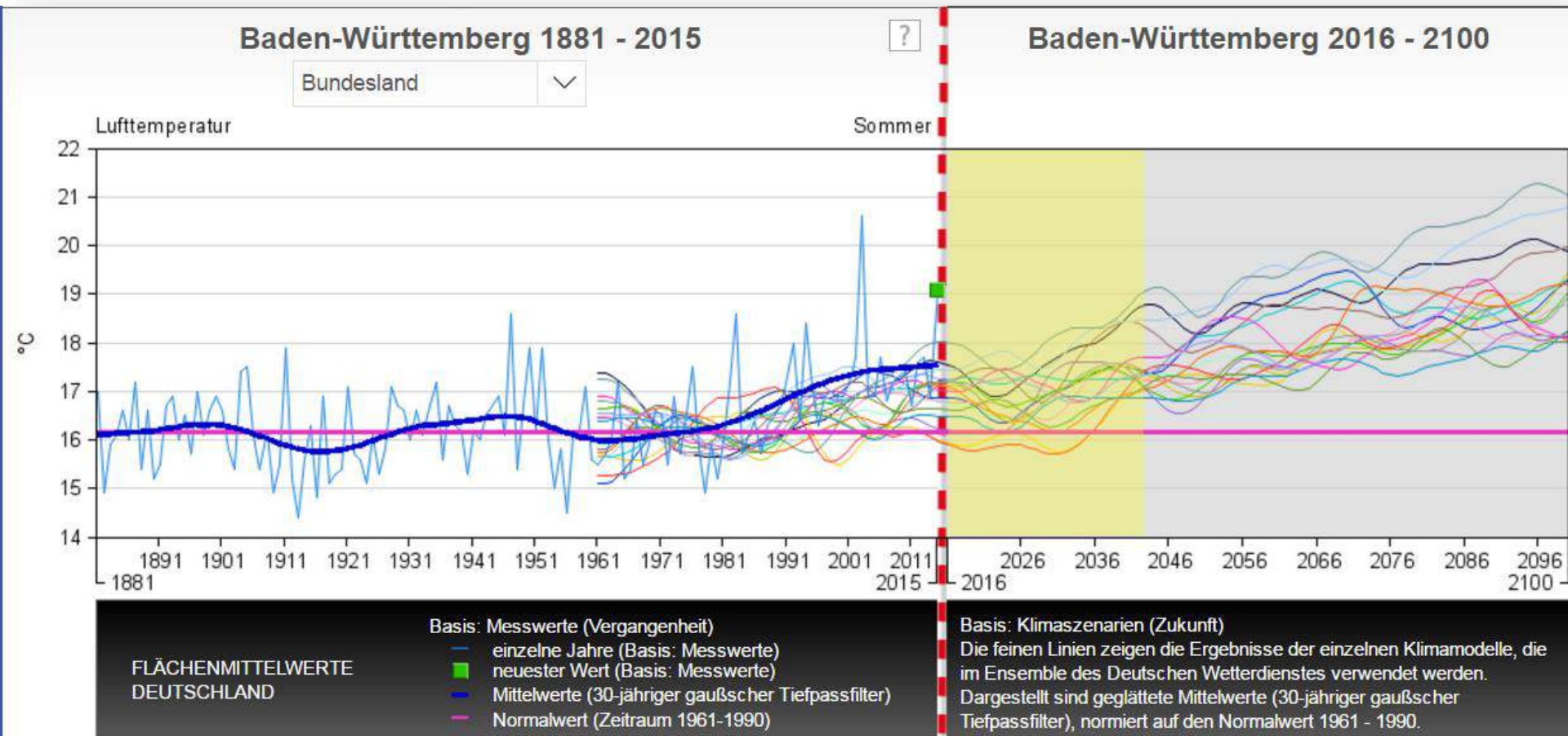
Projektierte globale Erwärmung im 21. Jahrhundert



Quelle: IPCC (2013)

RCP : Representative Concentration Pathways

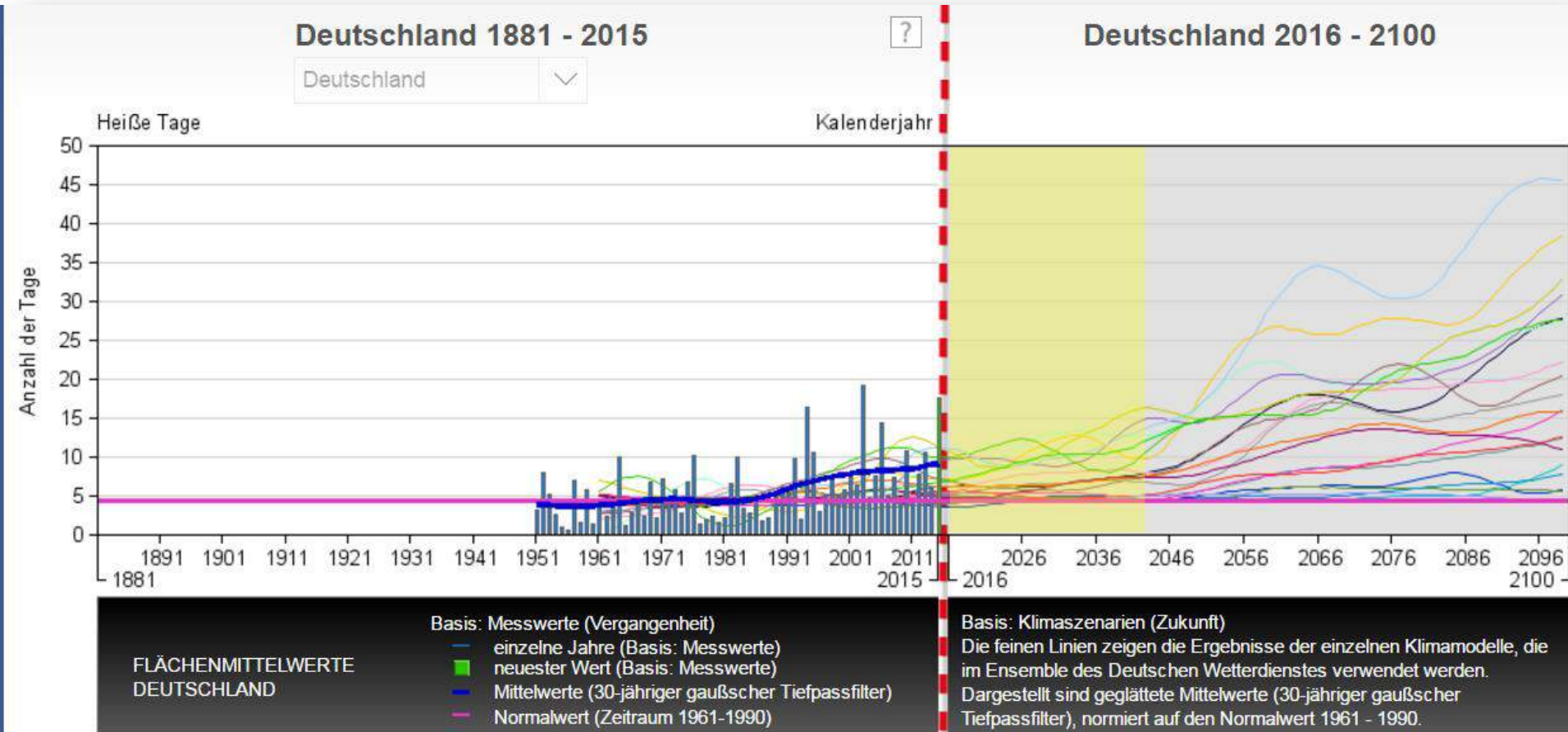
Sommermittel der Lufttemperatur (JJA)



Flächenmittel für das Bundesland

Quelle: Deutscher Wetterdienst/Klimaatlas

Heisse Tage ($T_{\max} \geq 30^\circ\text{C}$)



Dieser Trend gilt im Mittel für Deutschland. Regional werden sich z.T. erhebliche Abweichungen ergeben. Städte sind nicht berücksichtigt.

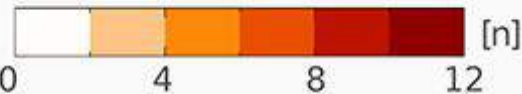
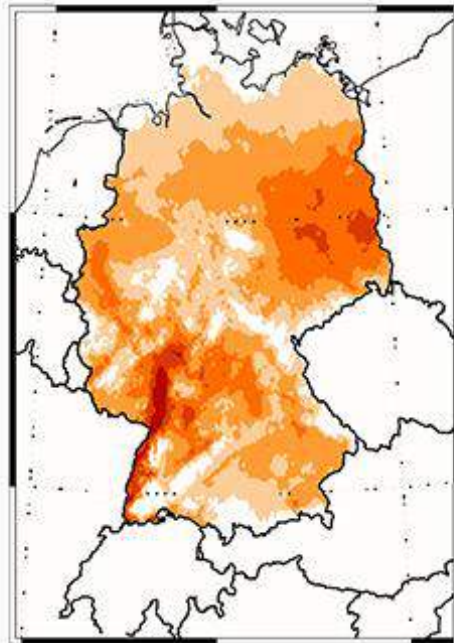
Quelle: Deutscher Wetterdienst/Klimaatlas

Heisse Tage ($T_{\max} \geq 30^\circ\text{C}$)

Referenz

Mittlere Anzahl von Heißen Tagen für den Zeitraum:

1961-1990

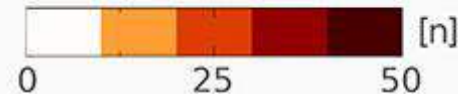
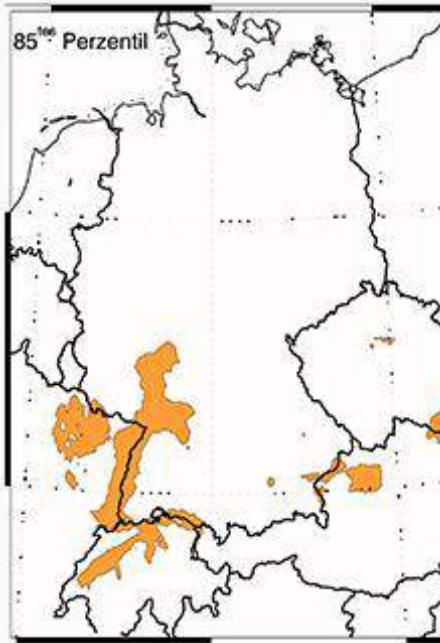


klima.offenbach@dwd.de

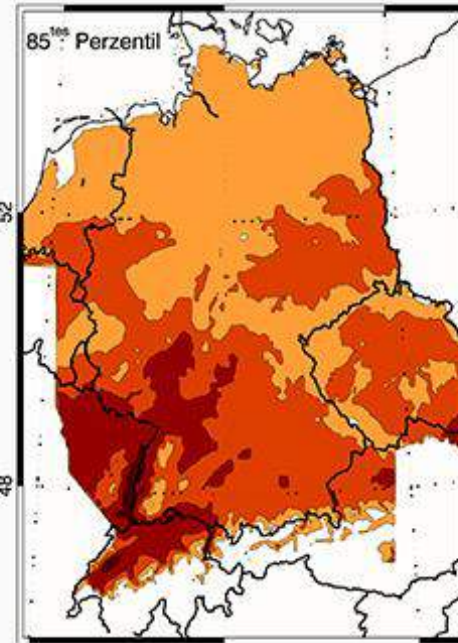
Zukunft

Ensembleauswertungen von 17 Klimaprojektionen (Szenario A1B) für das 85. Perzentil mit der Änderung der mittleren Anzahl von Heißen Tagen im Vergleich zu 1961-1990.

2021-2050



2071-2100



Deutscher Wetterdienst



Juni/August 2003 Der Hitzesommer



Mittelmeer-Klima in der Schweiz?

L.D. Klimaforscher prognostizieren für die kommenden 100 Jahre einen Anstieg der globalen mittleren Temperatur um 1,4 bis 5,8 Grad. Damit steigt auch die Wahrscheinlichkeit, dass einzelne Tage sehr heiss werden. Als Hitzetage werden Tage bezeichnet, an denen die Temperatur über 30 Grad steigt. Martin Beniston und sein Team an der Universität Fribourg haben mit Hilfe eines Klimamodells die Anzahl Hitzetage für die Periode von 2071 bis 2100 simuliert und mit der Periode 1961 bis 1990 verglichen. Die Arbeit des Forschungsteams ist Teil des europäischen Projekts «Prudent» die Unsicherheiten bei der Projektion der Klimaveränderung verringern soll. Die erste Erkenntnis ist verblüffend: Bis Ende des Jahrhunderts könnten bis zu fünf Mal mehr Hitzetage in der Schweiz auftreten.

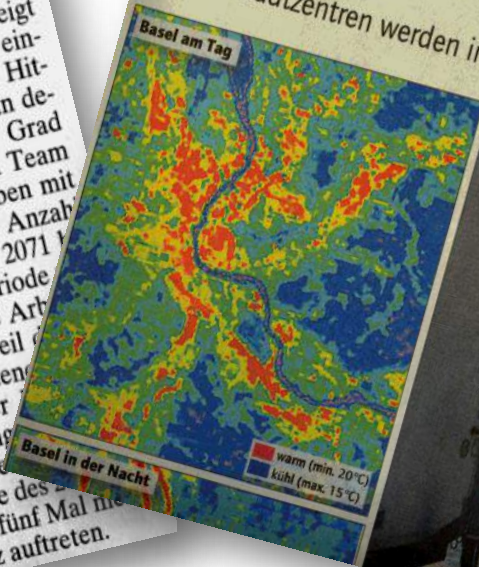
Klimakiller
Der CO₂-Ausstoss wird weltweit wachsen statt sinken. Schuld sind die Industriestaaten SEITE 75

Wasserberge
Forscher erkunden, was Wellen zum Wetter und zur Wolkenbildung beitragen SEITE 79

Kopfläuse
Warum Lausbehalter die besten Hygiene-Und was Sie sonst wissen müssen

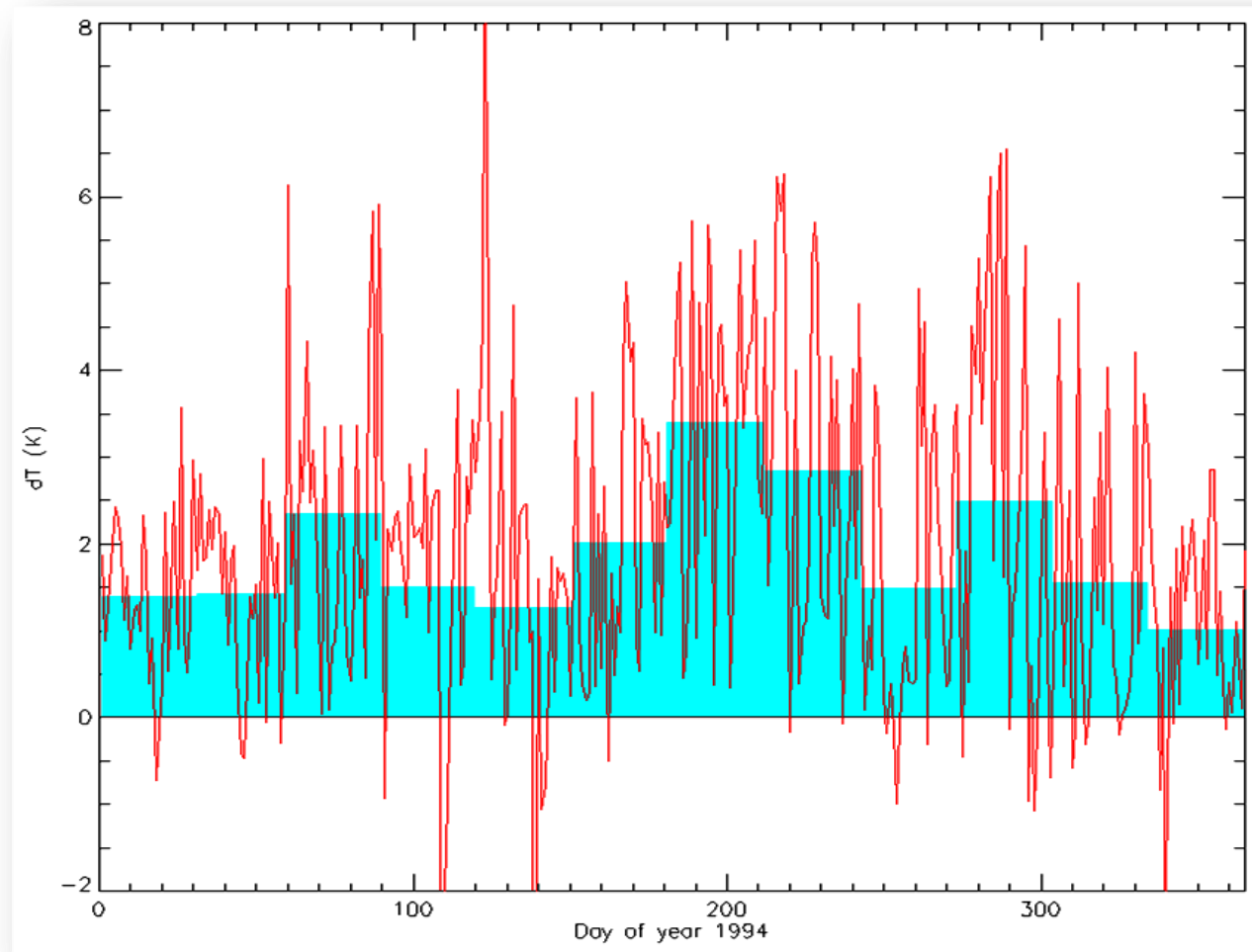
Inseln der Hitze

Stadtzentren werden immer heisser – Klimatologen fordern zum Schutz der Gesundheit Gegenmassnahmen



Mittlere Lufttemperaturdifferenzen Stadt – Umland

Basel Station Spalenring (urban) versus Station Fischen (rural)

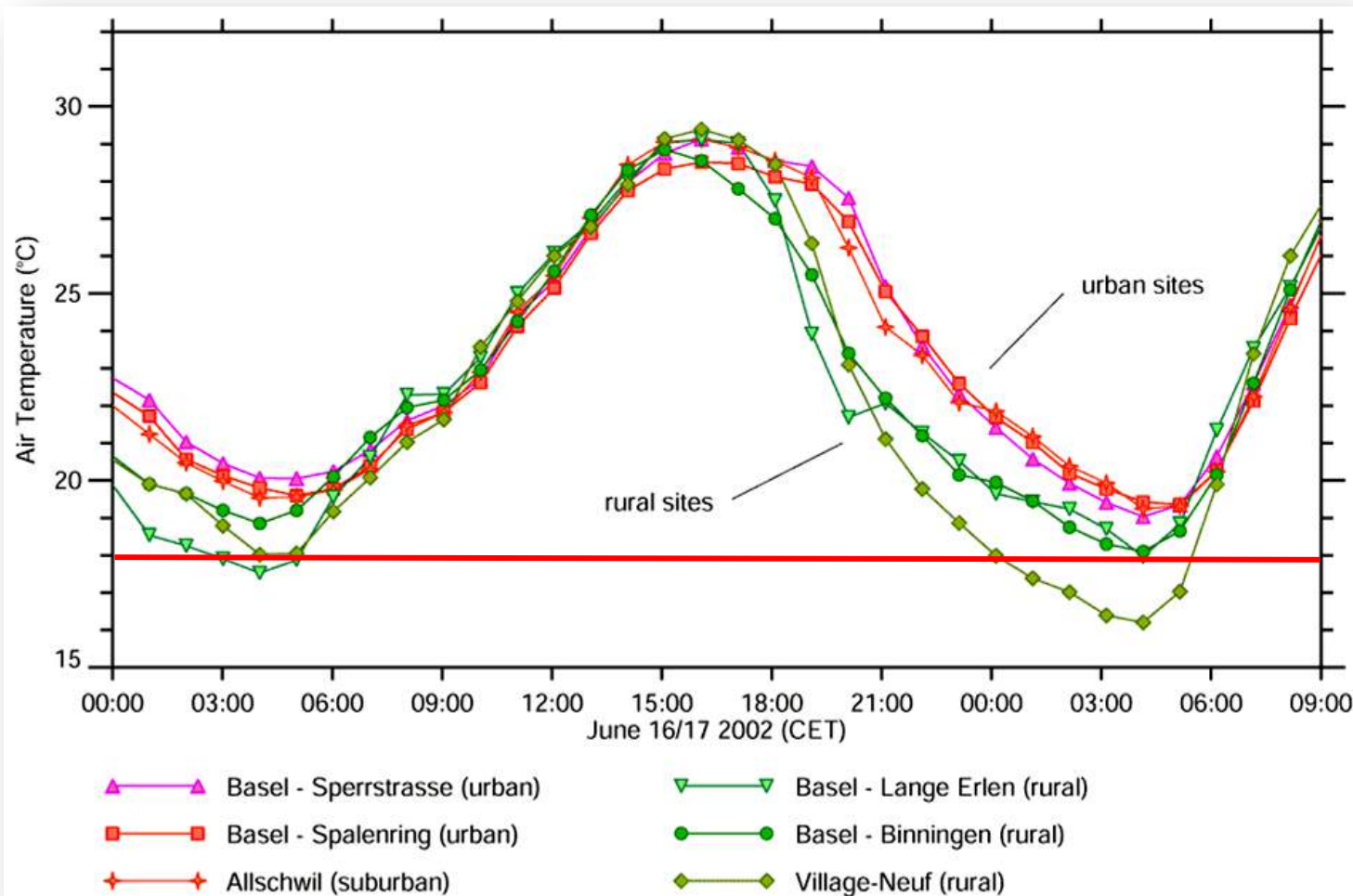


Monatsmittelwert

Tagesmittelwert

- Bei den **Monatsmittelwerten** ist die Stadt 1 – 3 Grad wärmer als ihr direktes Umland
- Bei den **Tagesmittelwerten** steigt die Differenz oft auf 4 – 6 Grad an

Tagesgänge der Lufttemperatur an versch. Standorten

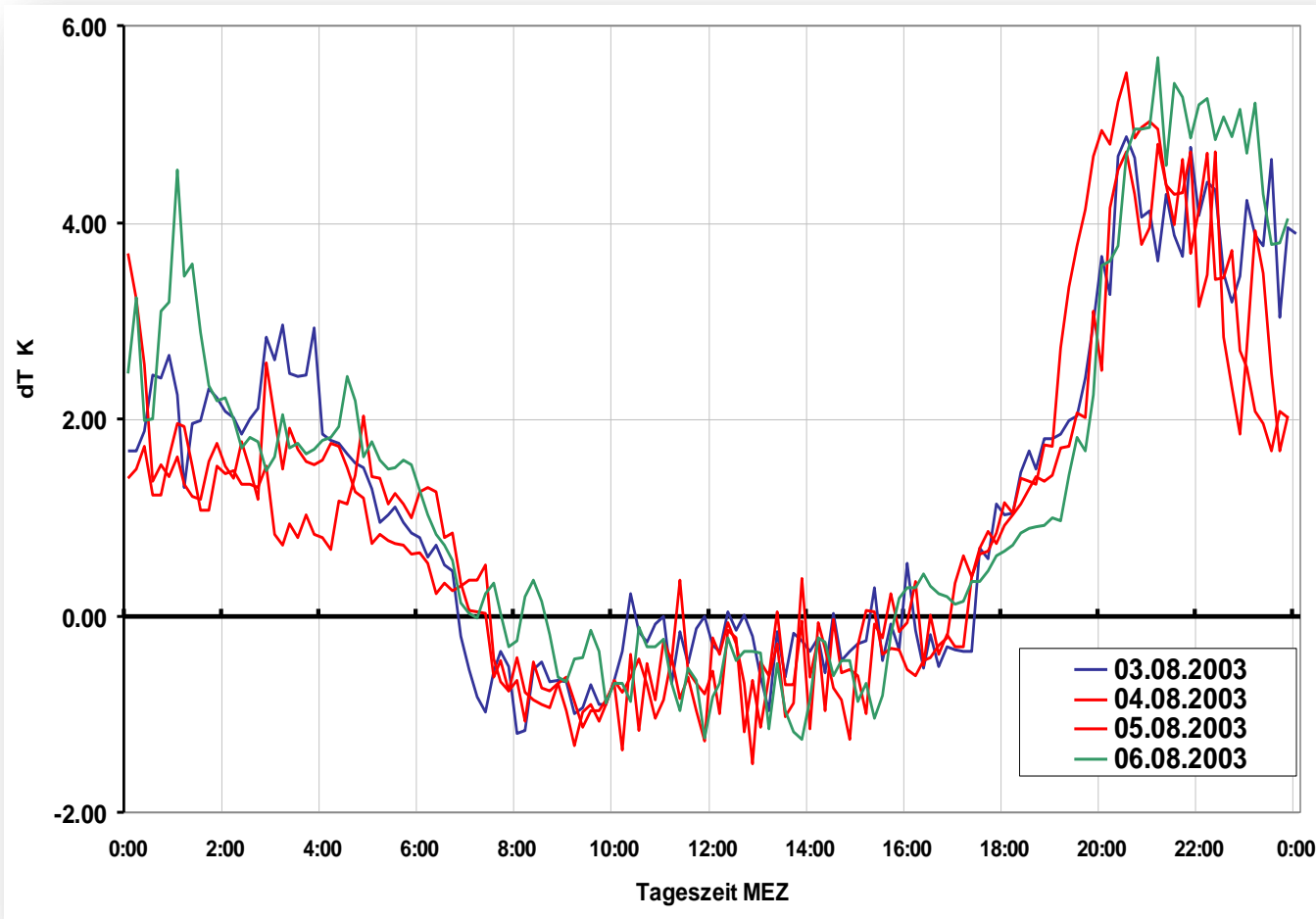


Die nächtlichen Lufttemperaturen sinken wegen des unterschiedlichen Wärmehaushaltes im ruralen Umfeld deutlich stärker ab als in der Stadt.

Die optimale Schlaftemperatur liegt bei ca. **18 °C**. In der Stadt wird dieser Wert im Sommer oft deutlich überschritten

Tagesgänge der Lufttemperaturdifferenz August 2003

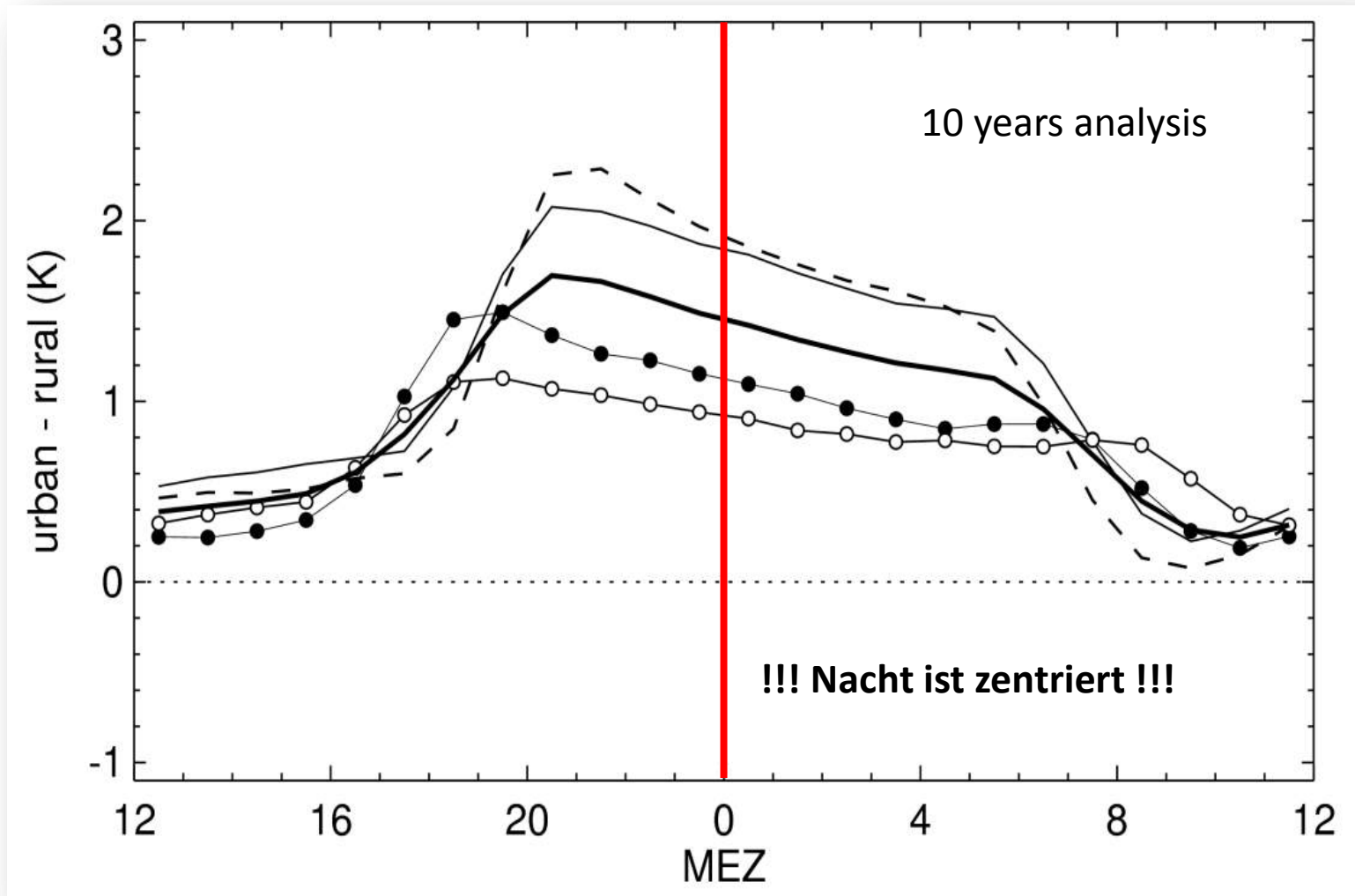
(ausgewählte Tage während heissester Phase : Klingelbergstrasse – Lange Erlen)



Im Tagesgang betrachtet ist die Stadt kühler bis gleichwarm wie das Umland, während der Nacht jedoch sind die Lufttemperaturen bis zu 6 Grad höher!

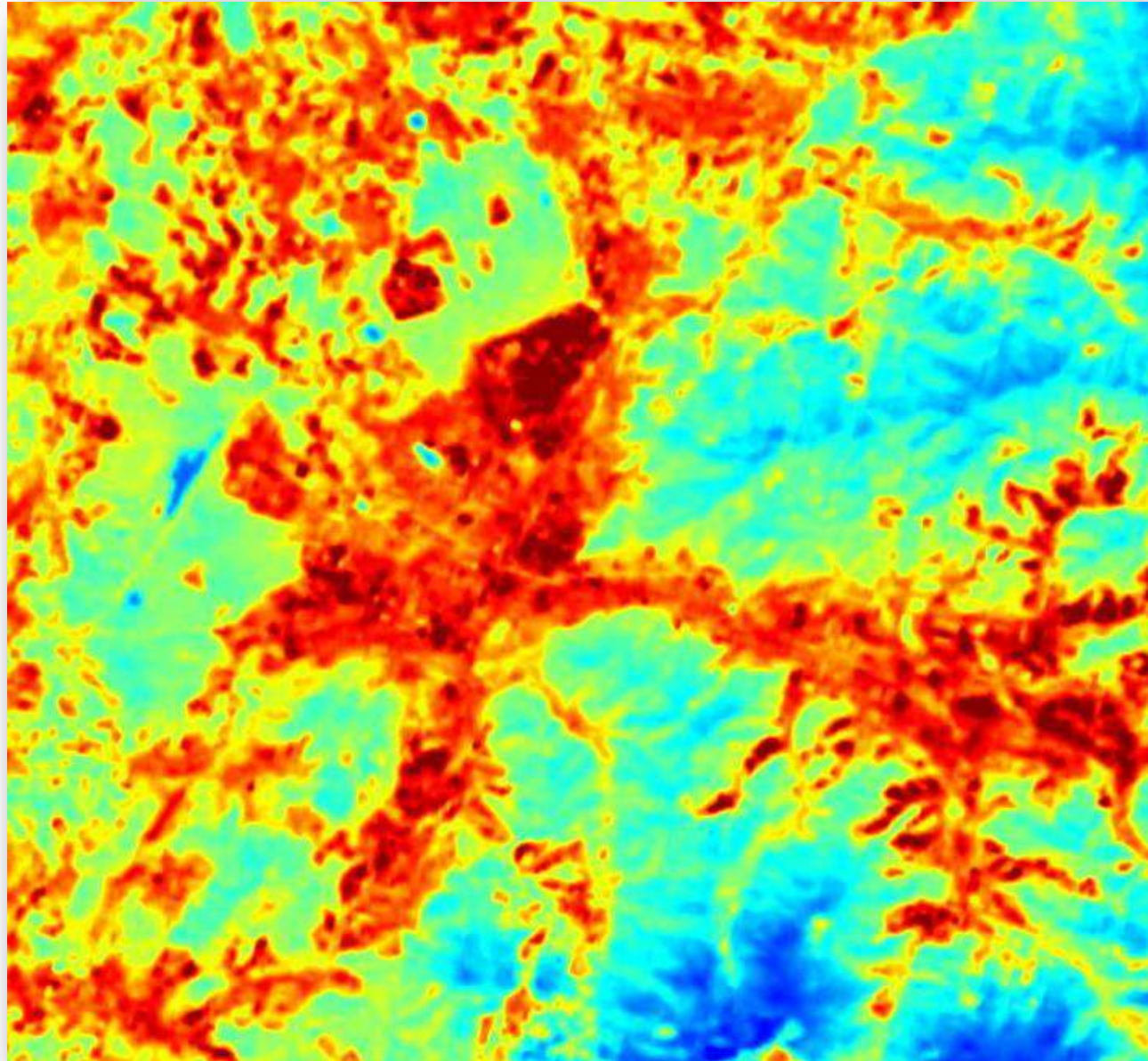
Die Städtische Wärmeinsel ist vor allem ein nächtliches Phänomen !!

Mittlerer saisonaler Tagesgang der Lufttemperaturdifferenzen (urban – rural, 1994 - 2003)



— = Frühjahr - - - = Sommer ● = Herbst ○ = Winter — = Jahr

Freiburg 30.8.2015 – Landsat-8-Aufnahme (RGB/TIR)



kalt blau
grün
gelb
orange
rot
warm braun

↓

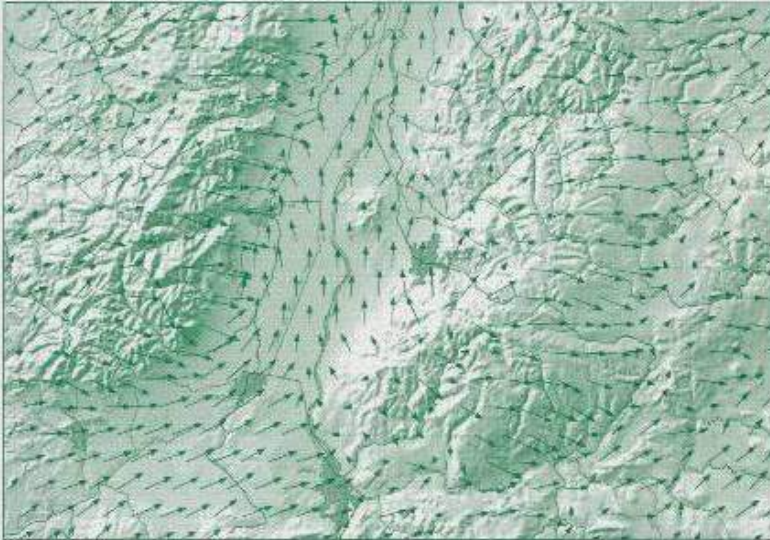
REKLIP

KLIMAATLAS

Oberrhein Mitte-Süd

ATLAS CLIMATIQUE

du Fossé Rhénan Méridional



REKLIP

Regio-Klima-Projekt
Projet Climatologique Régional

IFG Institut für angewandte
Gewissenschafte
D - 53089 Offenbach

EDITIONS COPRER
F - 67100 Strasbourg

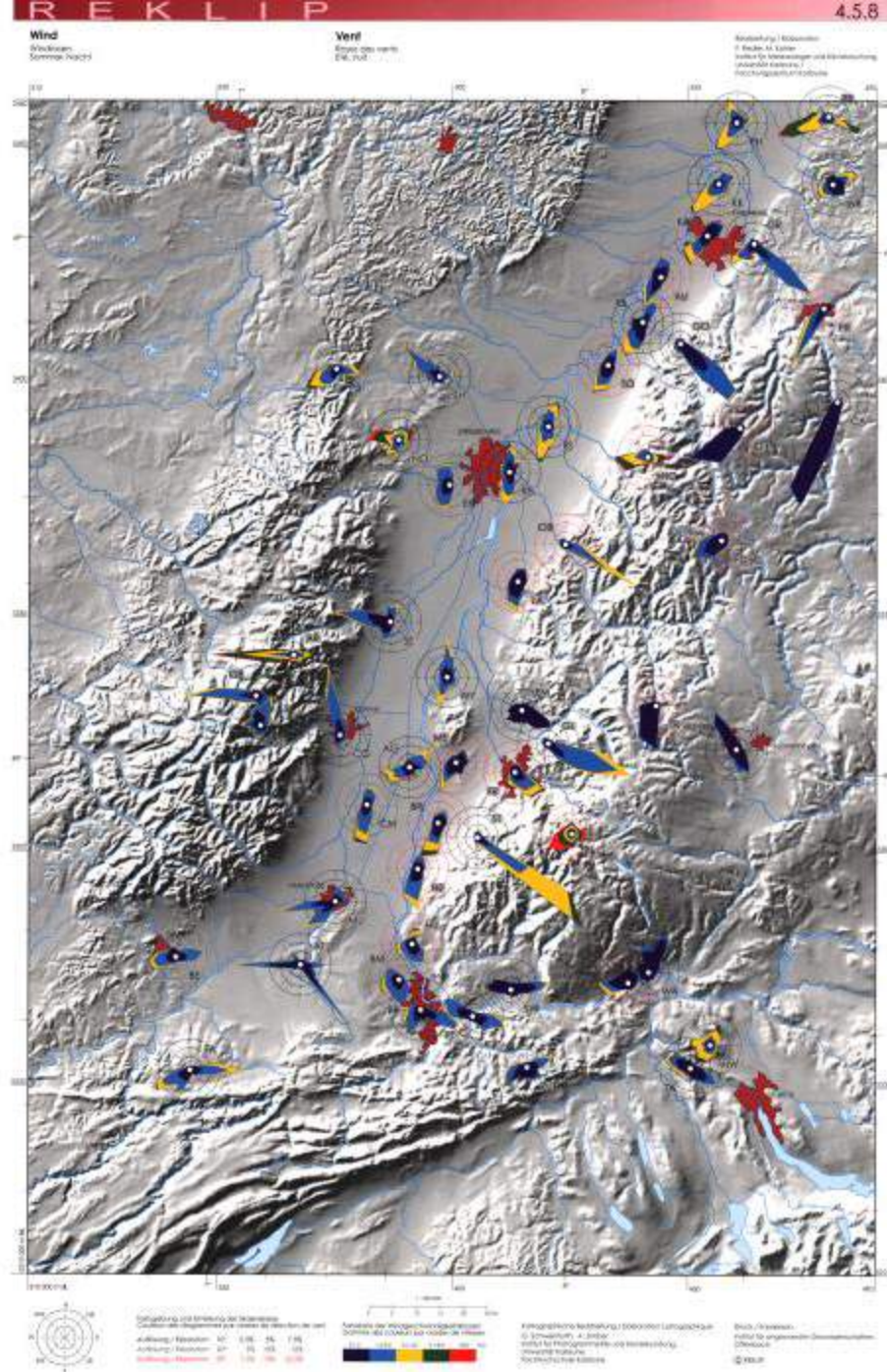
vdf
Hochschulverlag AG an der ETH Zürich
CH - 8052 Zürich

Beispiele lokaler Studien

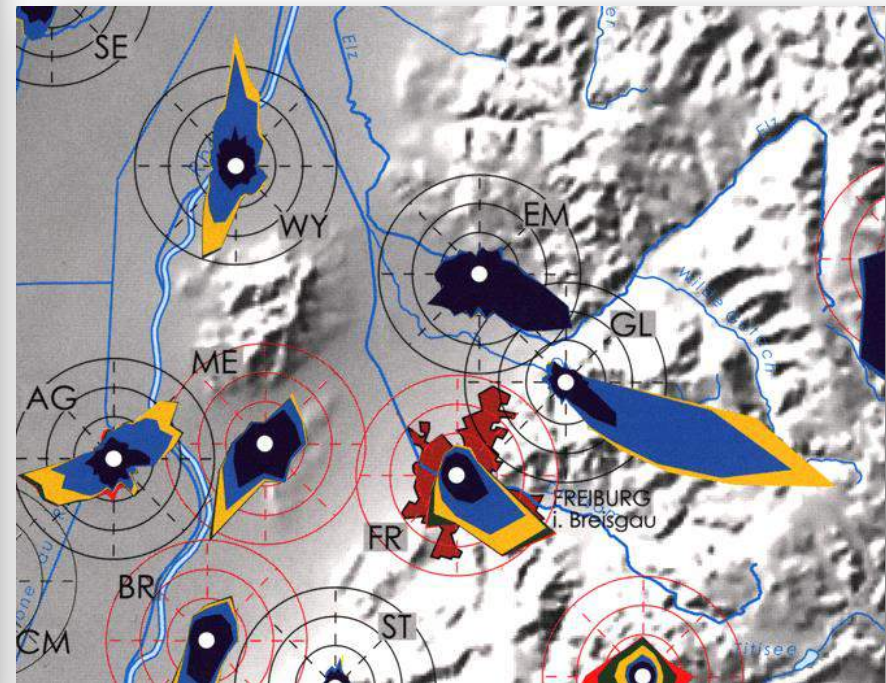
Regionales Klimaprojekt (REKLIP 1989 – 1998)

Der Klimaatlas ist digital
(Karten und Text;
deutsch und französisch)
abrufbar unter:

www.reklip.org

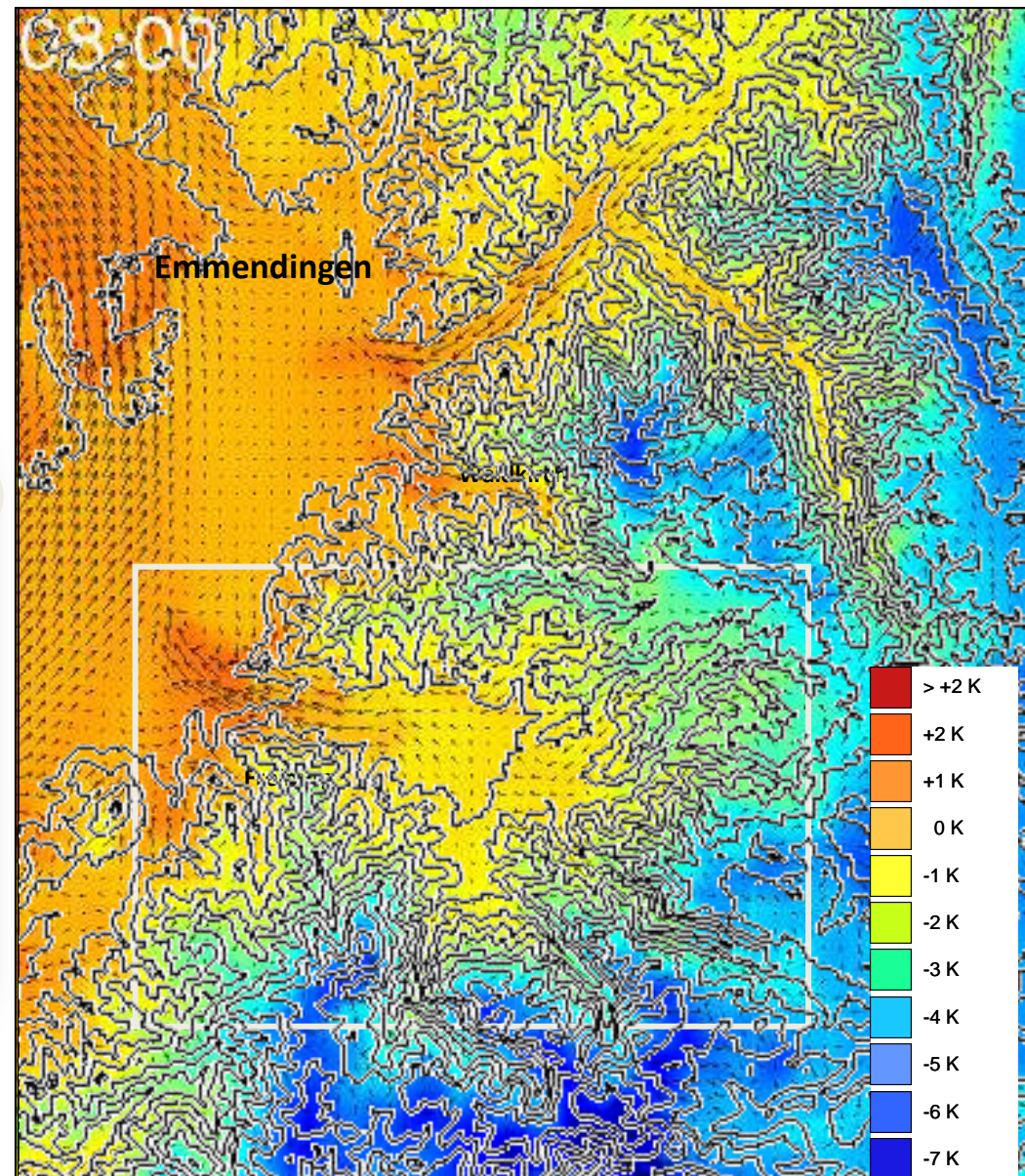


REKLIP Windfeld Nacht - Sommer

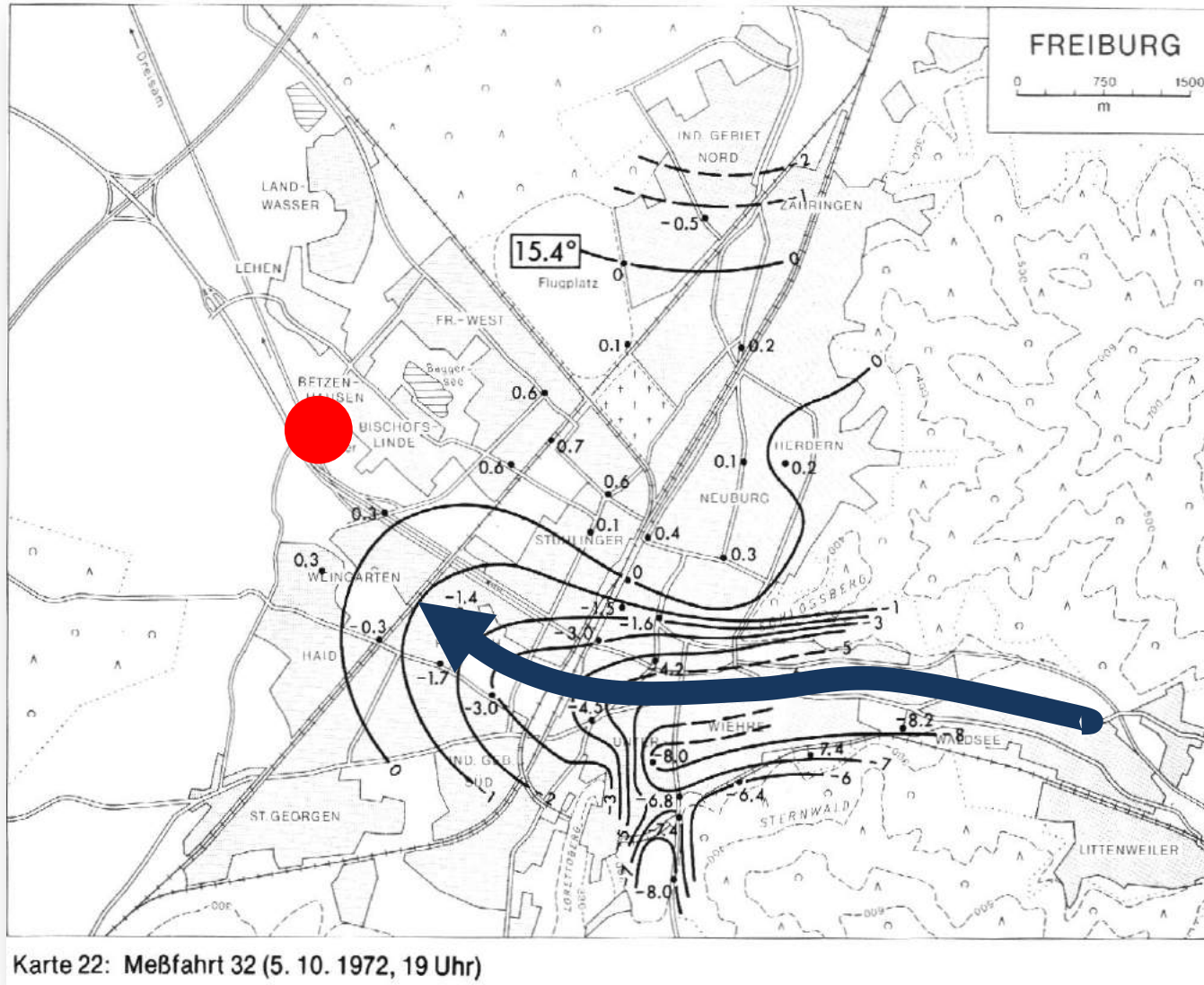


Mesoskalige Windfeldmodellierung (17 – 8 Uhr)

Regionale Klima-
untersuchung
Südlicher Oberrhein
(REKLISO)



Abweichungen der Lufttemperatur in Freiburg



Temperatur-
differenz von den
Bedingungen an
der Gaskugel ●

Quelle: Nübler 1979

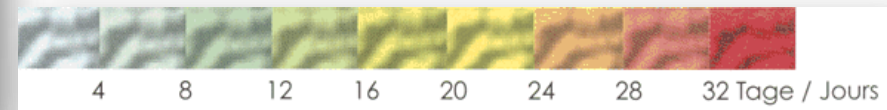
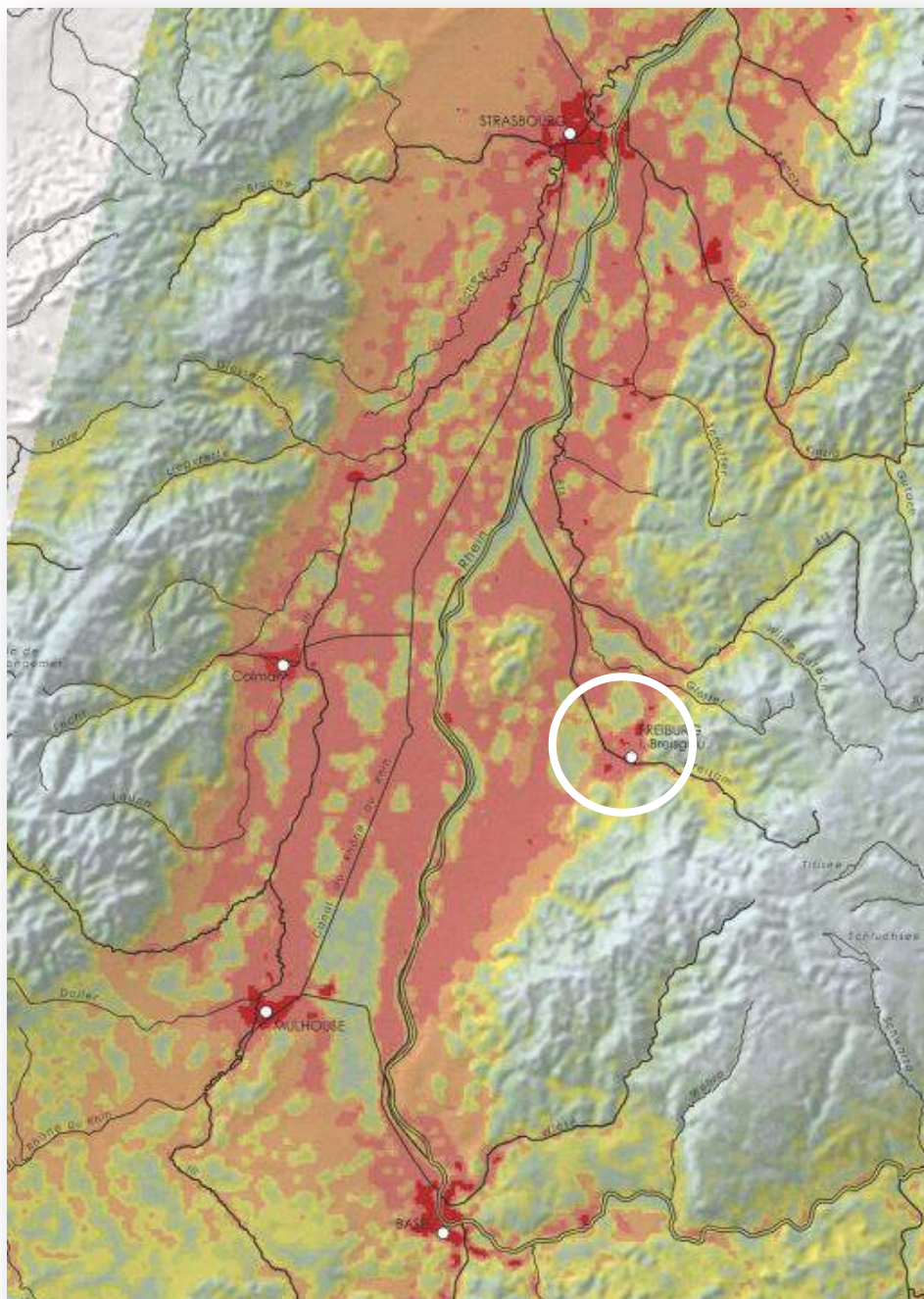
REKLIP-Atlas:

Karte der sommerlichen
Wärmebelastung
(Anzahl Tage mit erhöhter
Wärmebelastung)
u. Berücksichtigung der
Landnutzung

(Quelle: Jendritzky 1995)

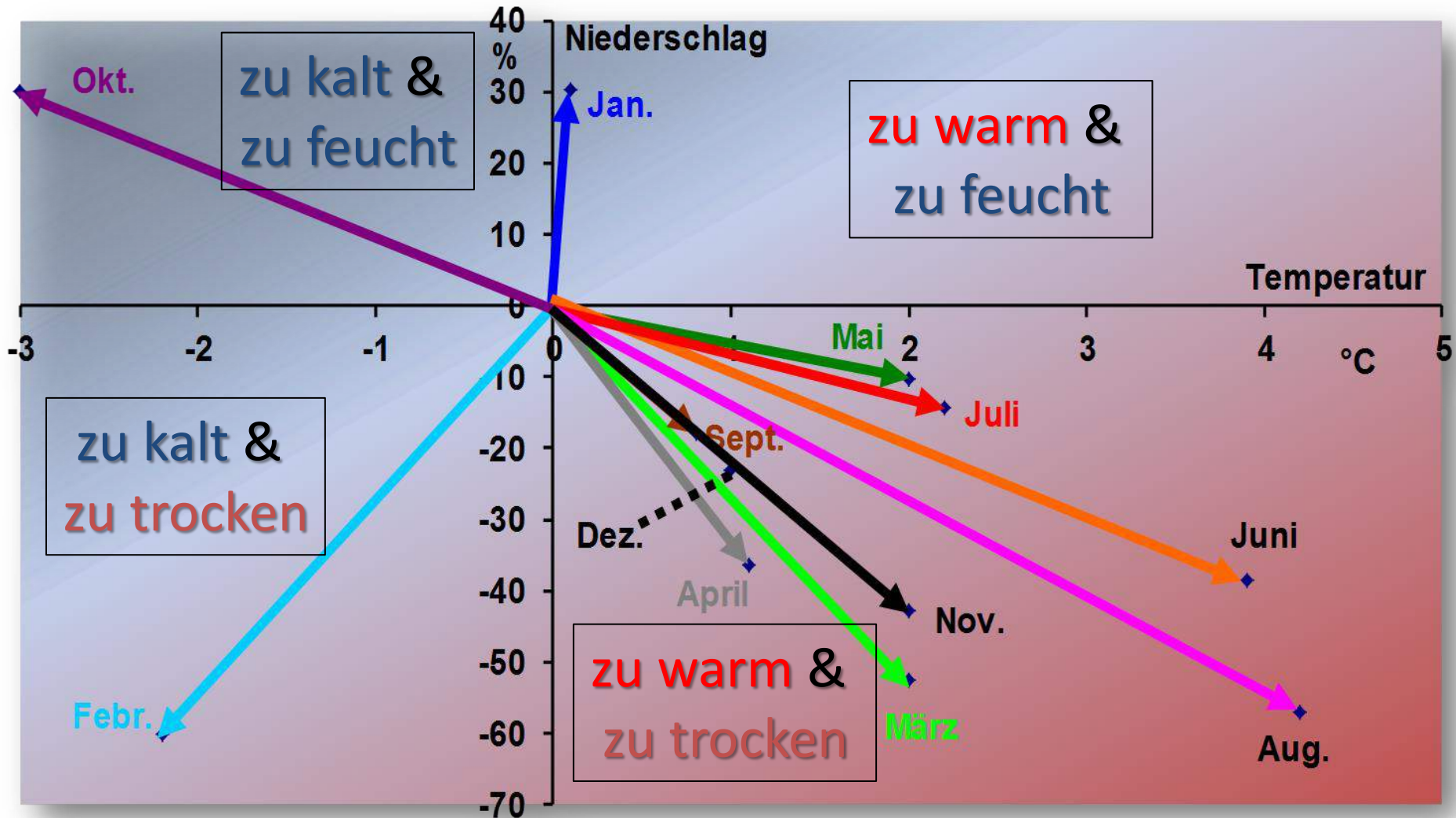
Jetzt auch online:

www.reklip.org



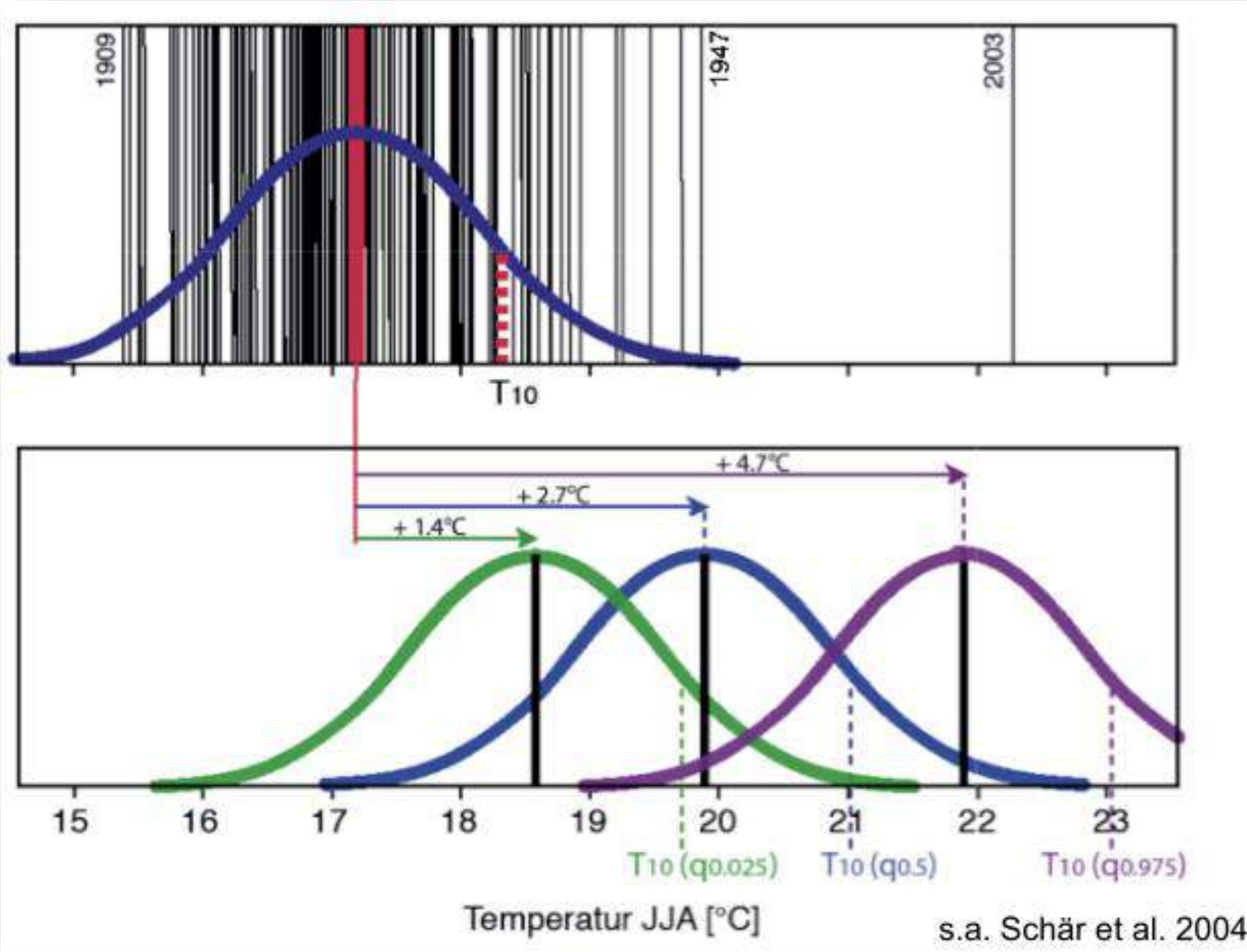
Thermopluviogramm 2003

Deutschland – Abweichungen vom Mittelwert



Heißester Sommer seit 1761; 2 Monate kälter als in der Referenzperiode 1961-1990.

Hitzewellen/Hitzesommer

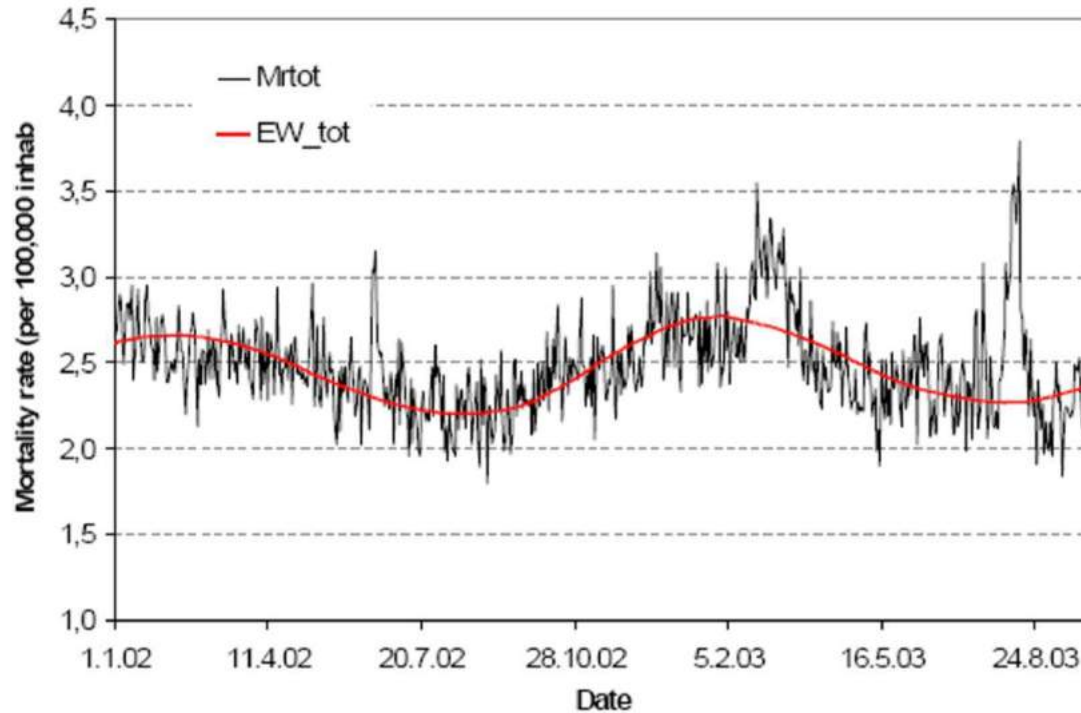


Je nach Zunahme der Sommertemperaturen (JJA) wird sich die Häufigkeitsverteilung ändern

Häufigkeitsverteilung der Sommertemperaturen im 20. Jh. in Mitteleuropa

Gesamtmortalität in Baden-Württemberg

2002-2003



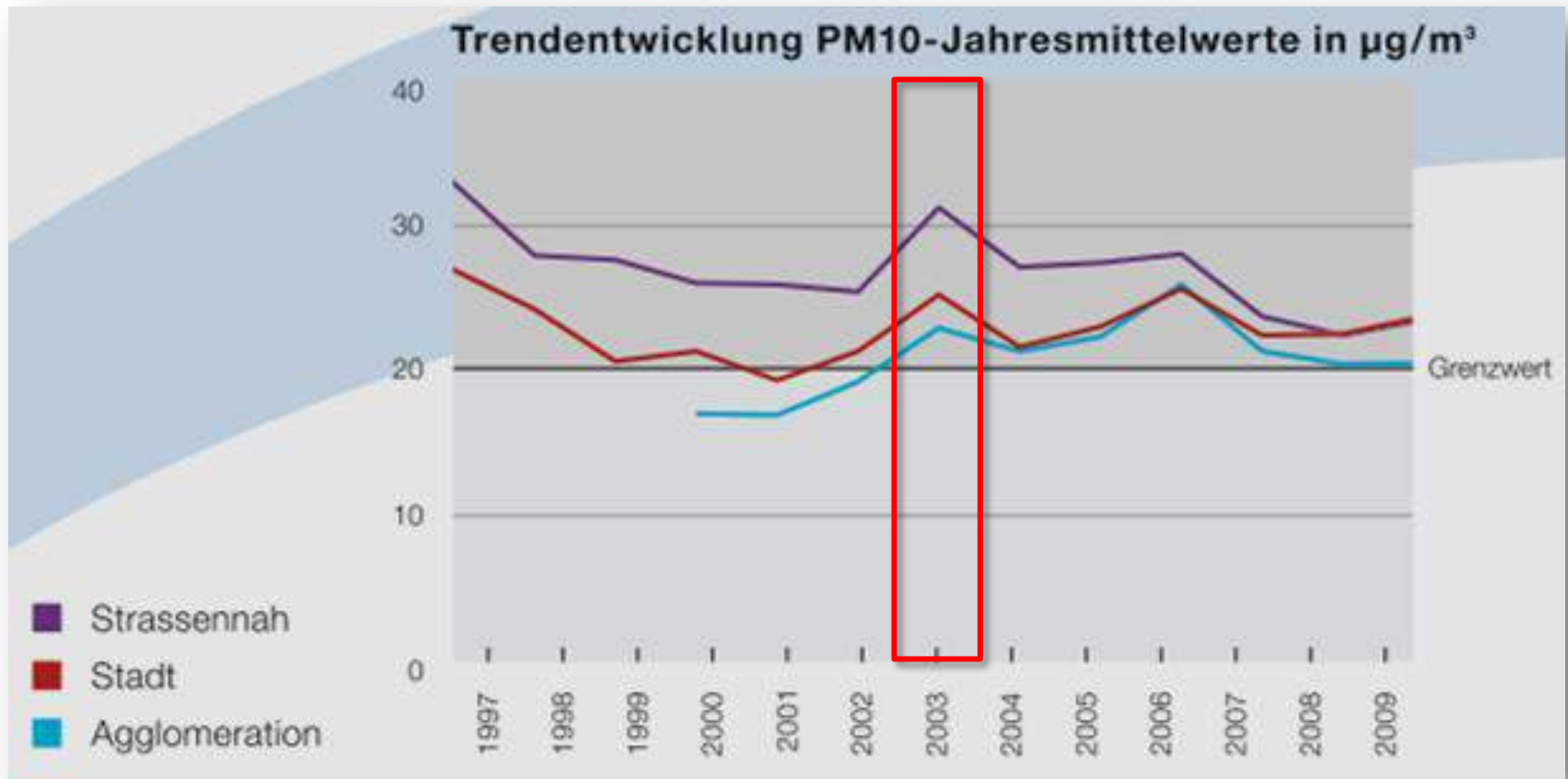
Schätzungen August 2003:

F	14805
D	~7000
ES	4230
I	4175
UK	2045
NL	~1400
CH	~500 (1)
B	150

Total 22000-35000

Letztes natürliches Ereignis in Europa mit mehr Todesopfern :
«Grosse Mandrenke» im Gebiet der Nordsee 1362

Stadt als Emissionsquelle – Luftqualität und Wohlbefinden

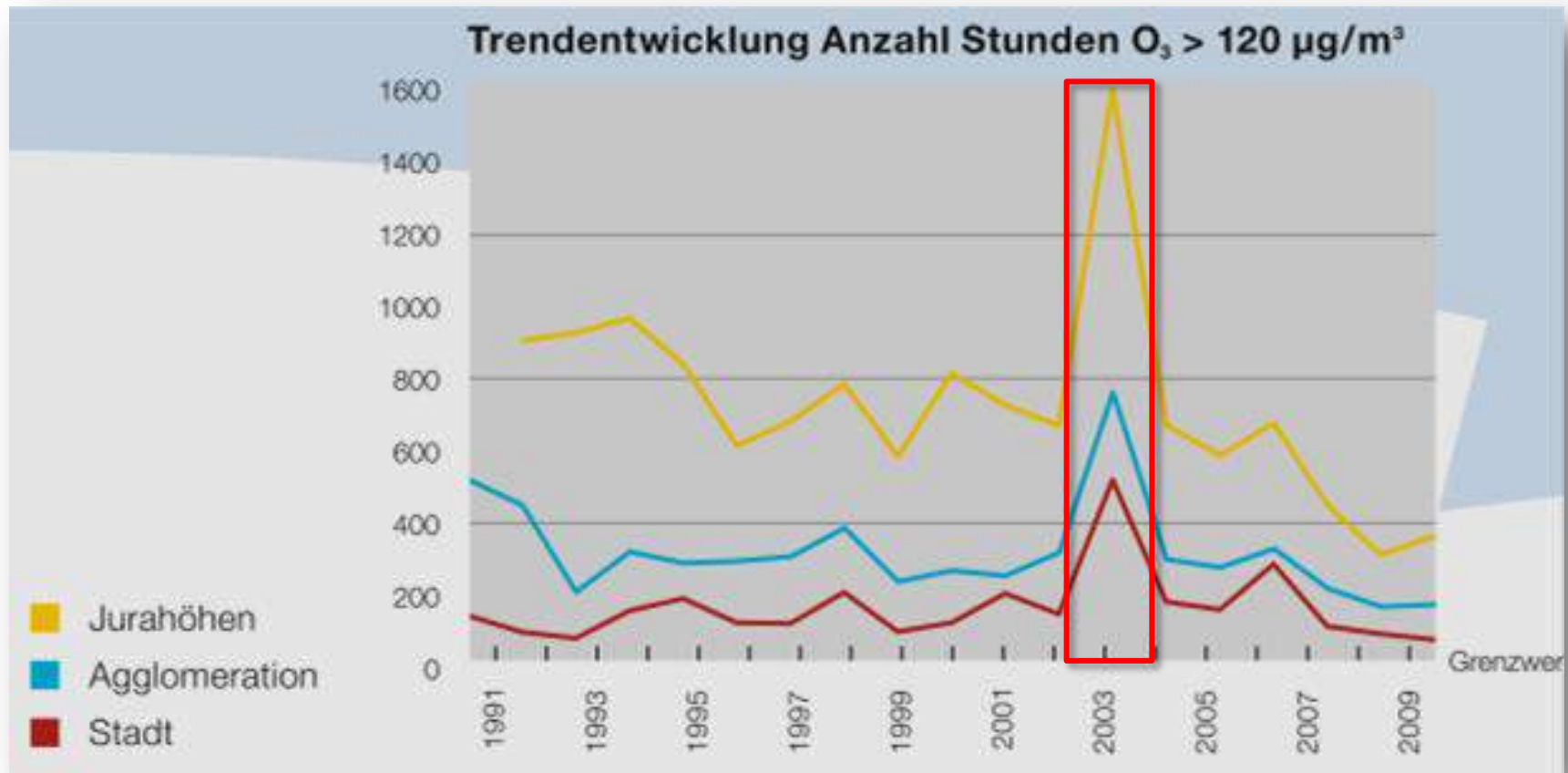


Grenzwerte: Jahresmittelwert : $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Anzahl Tage mit $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$: 1

Quelle: LHA beider Basel, Monatsbericht September 2010

Stadt als Emissionsquelle – Luftqualität und Wohlbefinden

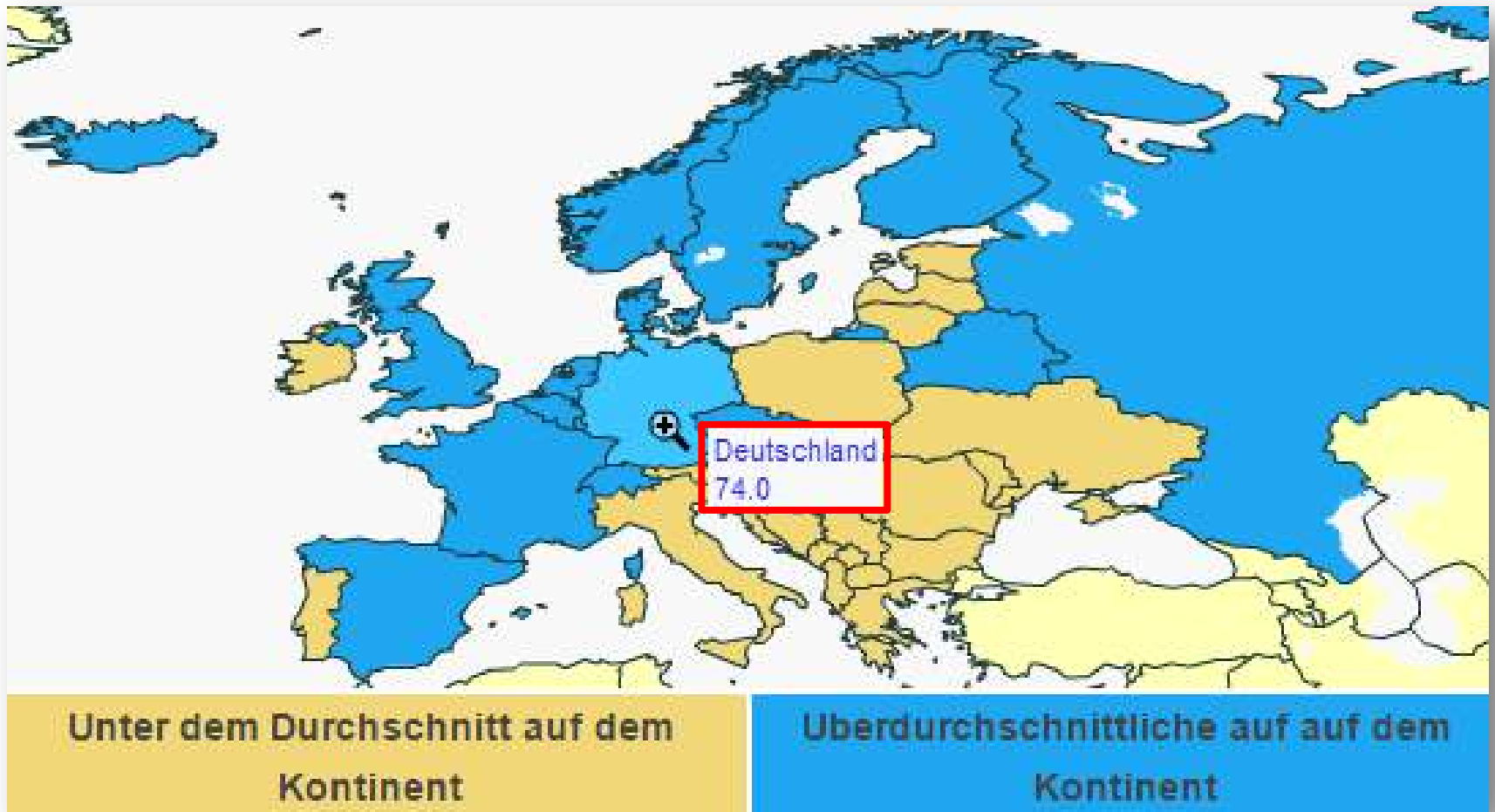


Grenzwerte: Max Stundenwert : $120 \mu g/m^3$

Anzahl Stunden mit $> 120 \mu g/m^3$: 1

Quelle: LHA beider Basel, Monatsbericht September 2010

Städtische Bevölkerung in Europa



Unter dem kontinentalen Durchschnitt (72.7 %)

Über dem kontinentalen Durchschnitt

Quelle: <http://de.worldstat.info>

Klimaanalysen für die
Planungsbehörden
in den letzten Jahren
am MCR Lab Basel
in Kooperation mit
TU Berlin

Strasbourg

Regionalverband
Südlicher Oberrhein
(RVSO)
(REKLISO)
2006

Freiburg

Basel
(KABA)
1999

Solothurn
(ESA-CAMPAS)
2001

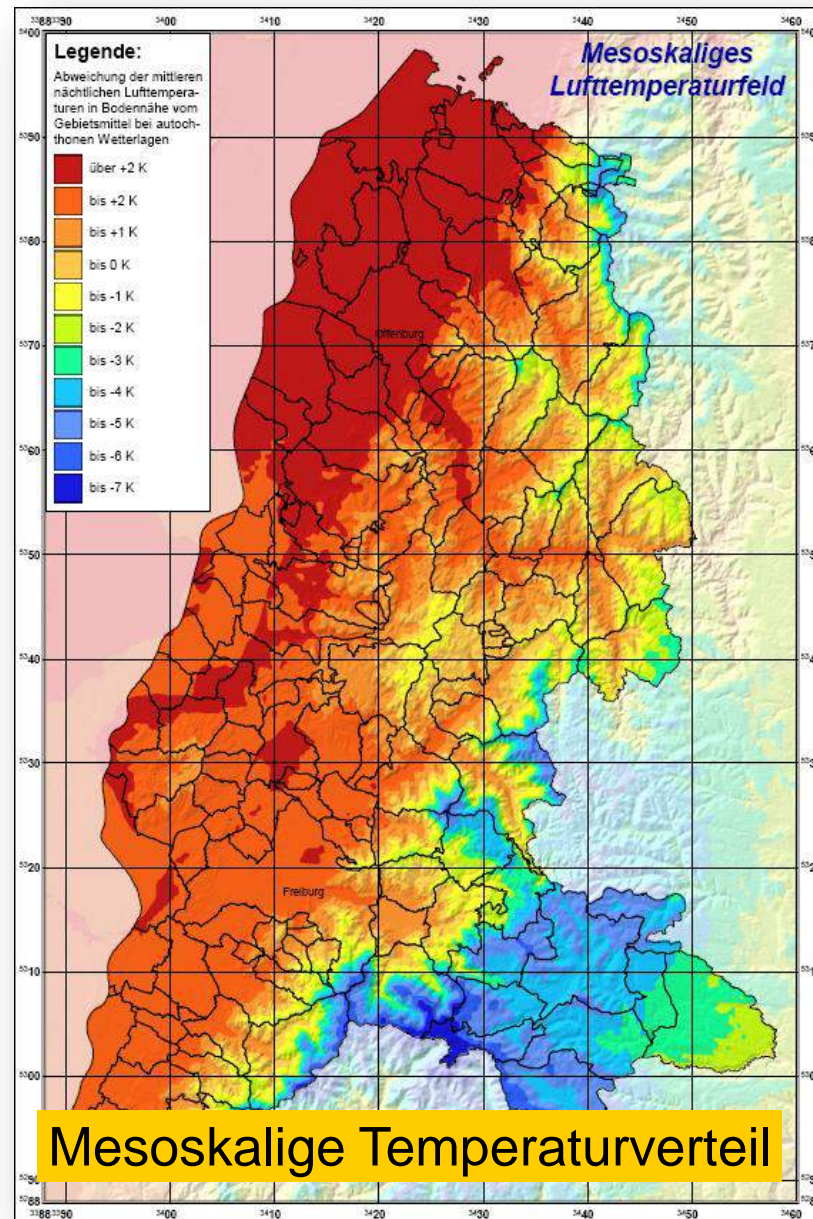
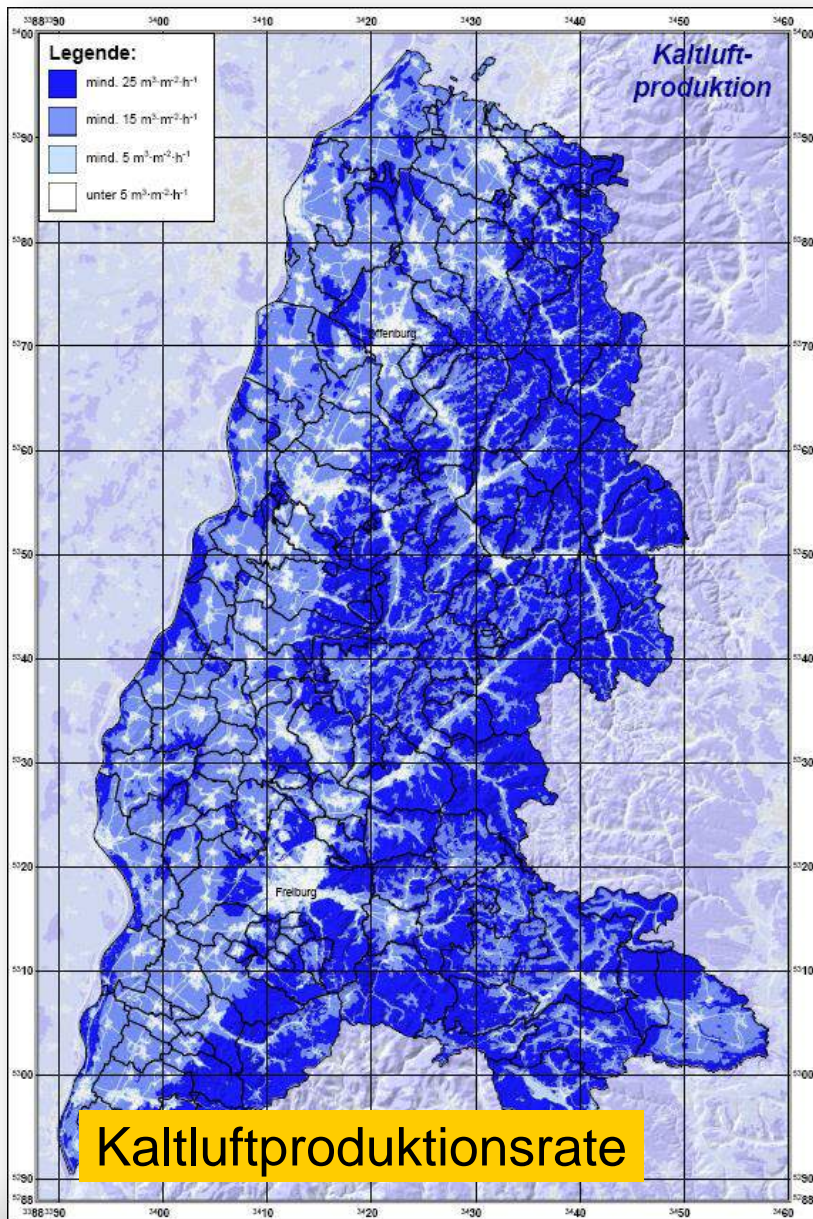
Zürich
(KLAZ)
2010

50 km



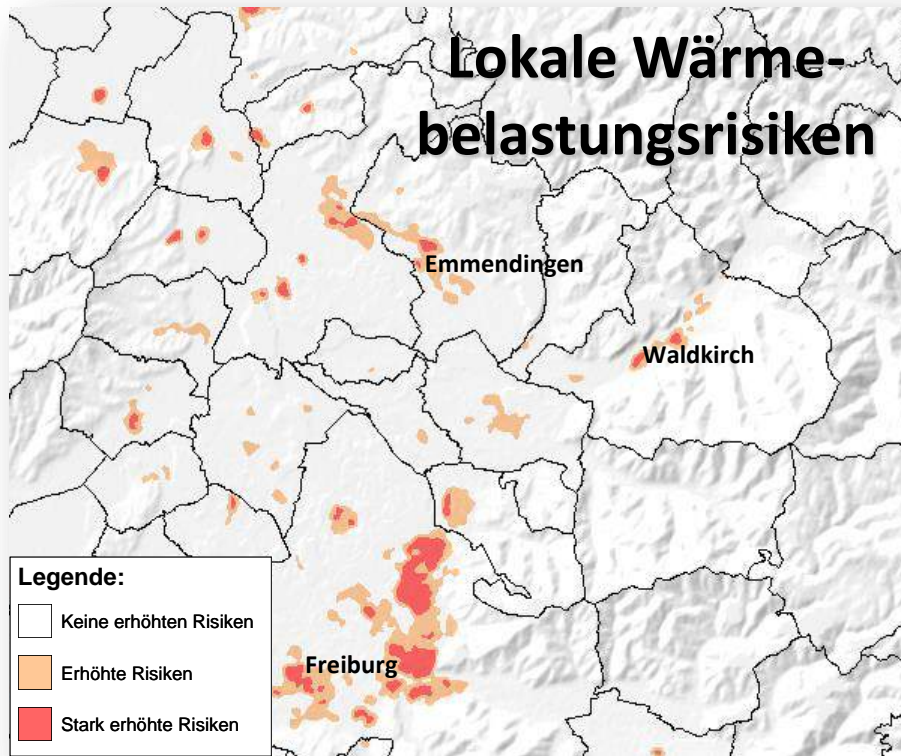
Ergebnisse der Klimaanalyse REKLISO

Regionale Klima-Analyse Südlicher Oberrhein für RVSO



Lokale Wärmebelastungsrisiken

Studie REKLISO – Teilraum Freiburg - Emmendingen



Zielsetzung A1:

Durchlüftung in Gebieten mit lokal erhöhten Luft- oder Wärmebelastungsrisiken erhalten

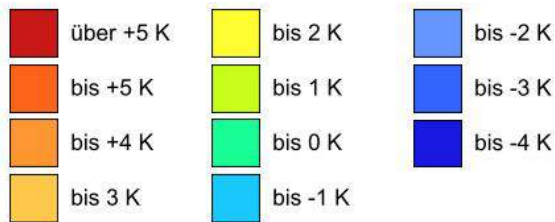
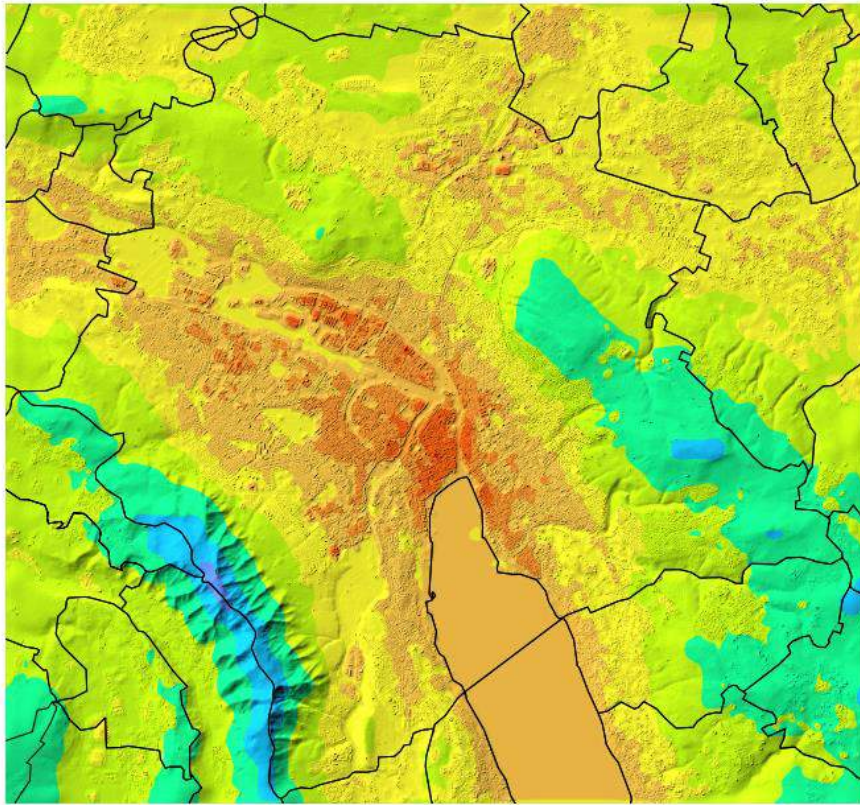


Zielsetzung A2:

Durchlüftung in Gebieten mit lokal erhöhten Luft- oder Wärmebelastungsrisiken verbessern

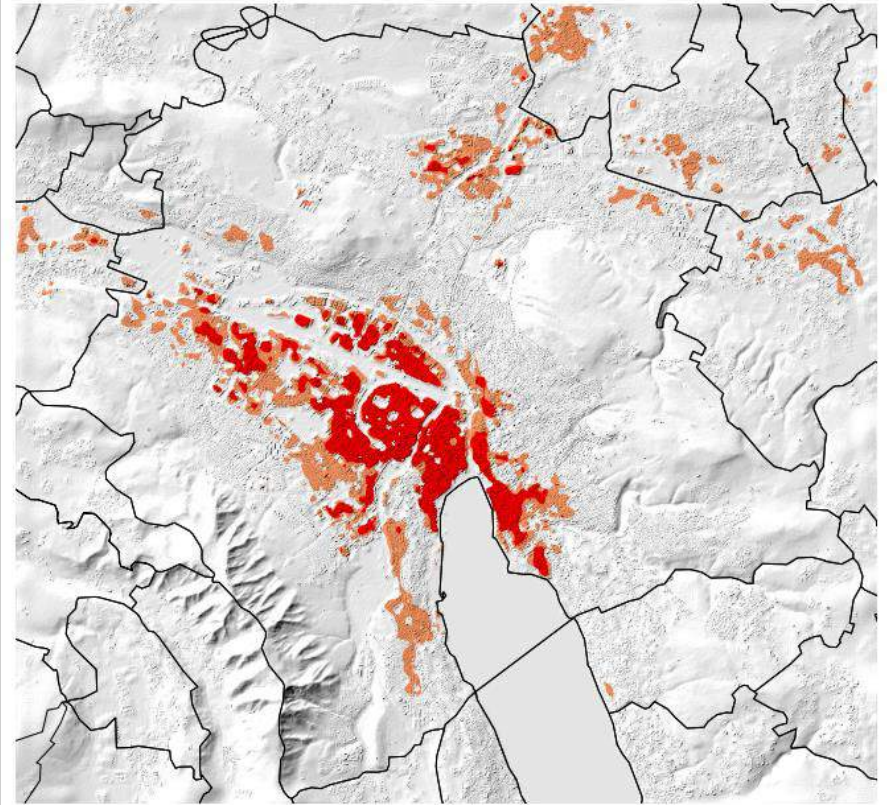
Klima-Analyse Stadt Zürich (KLAZ)

Lokale Überwärmung (Stadt Zürich)



Lokale Abweichung der mittleren nächtlichen Lufttemperaturen in Bodennähe vom Gebietsmittel bei autochthonen Wetterlagen

Lokale Wärmebelastung (Stadt Zürich)



Klima-Analyse Stadt Zürich (KLAZ)



Zielsetzung thermische Situation

1:47'500

aktuelle Wirkräume
ungünstige thermische Situation verbessern

- hohe Priorität
- niedrigere Priorität

potentielle Wirkräume
günstige thermische Situation erhalten

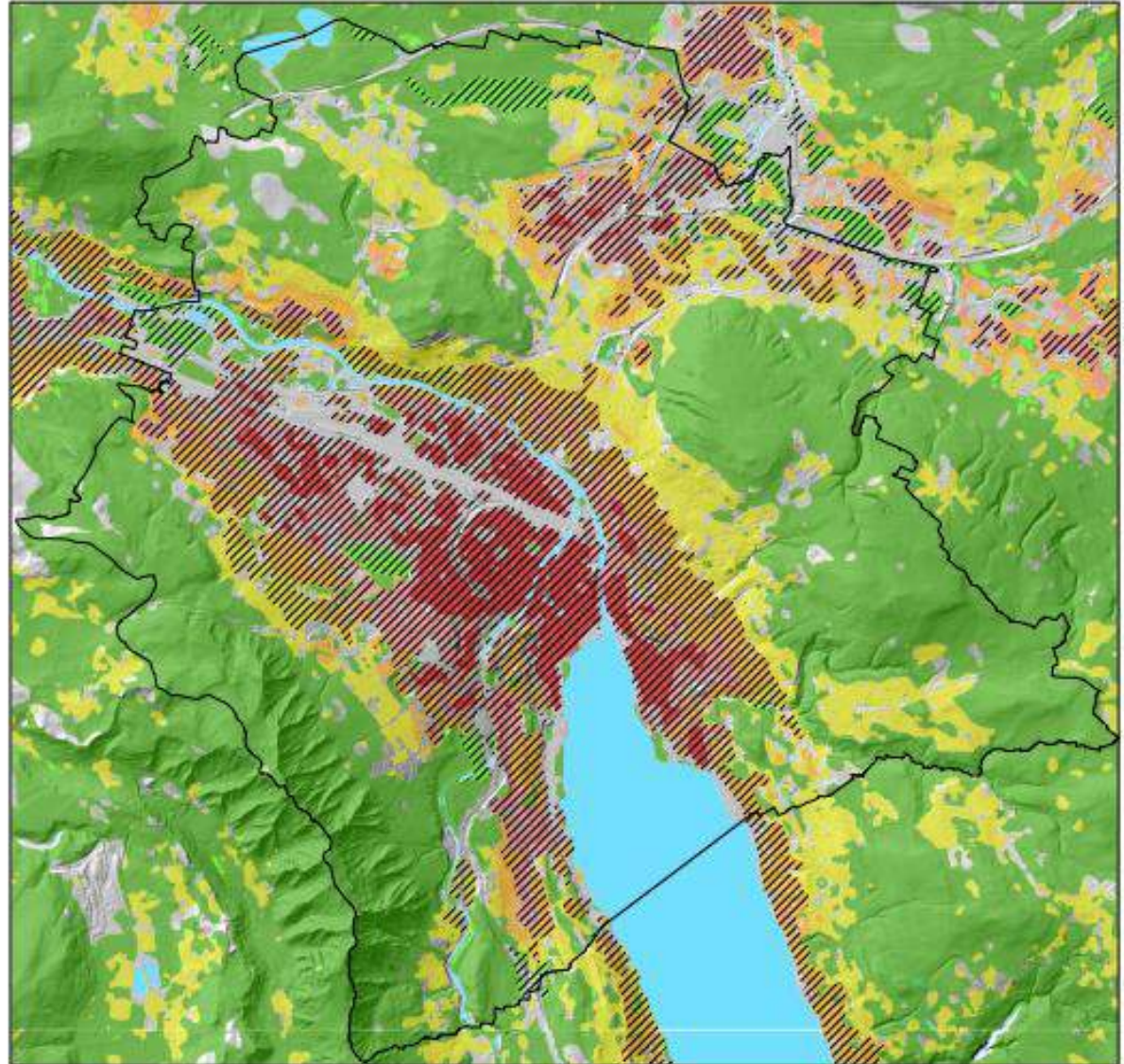
- hohe Priorität
- niedrigere Priorität

Ausgleichsräume

- aktuell
- potentiell

Durchlüftung

- verbessern
- erhalten



Erstellt von:
Daniel Kusterodt (4. 2009)

Werkstatt für nachhaltige
Entwicklung in der Stadt Zürich, Abteilung Umwelt und
Klimawandel im Jahr 2009

Zusammenfassung

- Erhebliche Anstrengungen zur Begrenzung der Treibhausgasemissionen sind nötig trotz enormer internationaler politischer Schwierigkeiten
- Begrenzung der CO₂-Äquivalente auf max. 500 ppm
- Versuch, den globalen Temperaturanstieg auf +2 °C zu begrenzen, wird sehr schwierig (z.Zt. gilt eher BAU (business as usual))
- Beobachtete Klimatrends werden sich in Zukunft beschleunigt fortsetzen
- Winter: wärmer, feuchter, Schnee-ärmer
- Sommer: heisser und trockener
- Mehr Hitzewellen und Starkniederschläge
- Weniger Kältewellen und Frost
- Auswirkungen auf fast alle Lebensbereiche
- Sehr hohe wirtschaftliche Kosten
- Dramatische Konsequenzen v. all. in Drittweltländern
- u.v.m.



Ein Platz zum Überleben bei Hitzewellen

Herzlichen Dank für die Aufmerksamkeit