

2. Fachsymposium „Stadtgrün“  
11. - 12. Dezember 2013 in Berlin-Dahlem

# Das Stadtklima und dessen Besonderheiten unter dem besonderen Aspekt des Klimawandels

Prof. Wilfried Endlicher,  
Humboldt-Universität zu Berlin



## **2. Fachsymposium "STADTGRÜN"**

**Julius-Kühn-Institut – BMELV – Beuth-Hochschule für Technik Berlin**

***Berlin-Dahlem***

*11. Dezember 2013*

# **Das Stadtklima und dessen Besonderheiten unter dem besonderen Aspekt des Klimawandels**

Wilfried Endlicher, Katrin Burkart, Katharina Gabriel und Katharina Scherber

**Humboldt-Universität zu Berlin**

**Geographisches Institut**

**Lehrstuhl für Klimatologie**

## **Gliederung**

1. Regionalklima, Lokalklima, Mikroklima
2. Globaler Klimawandel und regionales Extremwetter
3. Hitzestress und Gesundheit
4. Lösungsmöglichkeiten durch Stadtgrün
5. Fazit

## Gliederung

1. **Regionalklima, Lokalklima, Mikroklima**
2. Globaler Klimawandel und regionales Extremwetter
3. Hitzestress und Gesundheit
4. Lösungsmöglichkeiten durch Stadtgrün
5. Fazit

# Regionalklimatische Rahmenbedingungen



Prof. Dr. W. Endlicher ○ Department of Geography ○ Humboldt-University of Berlin

- Klimatischen Rahmenbedingungen durch das Regionalklima; z.B. hat Berlin deutschlandweit humanbioklimatologisch mit das beste Regionalklima:
- Im Norden des Landes etwas kühler,
- weit im Osten der Republik und damit subkontinental-trockener,
- im offenen Norddeutschen Tiefland gut durchlüftet,
- durch das Augenmaß über viele Generationen hinweg NICHT ZU DICHT BEBAUT UND GUT DURCHGRÜNT



# Klima-Belastungszonen in Deutschland

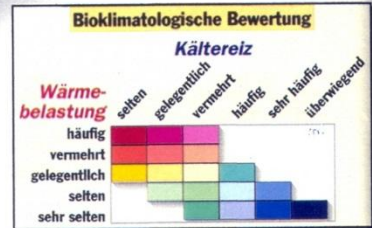
In die Klimakarte sind alle benannten Messstationen des Deutschen Wetterdienstes eingezeichnet. Auf den folgenden Seiten finden sich die Orte alphabetisch geordnet in der Wassertabelle wieder



**WETTERSTATION IM TAUNUS**

Meteorologe Peter Kopp kontrolliert den Auffangbehälter des Regenmessgeräts auf dem Kleinen Feldberg

Das Wohlbefinden des Menschen ist von meteorologischen Umweltbedingungen abhängig. Die Bioklima-Karte zeigt, welche Region besonders vorteilhaft bzw. nachteilig für die Gesundheit ist. Negativ sind hohe Temperaturen mit hoher Luftfeuchte und geringer Luftbewegung. Positiv ist dagegen Kühle in Verbindung mit Wind

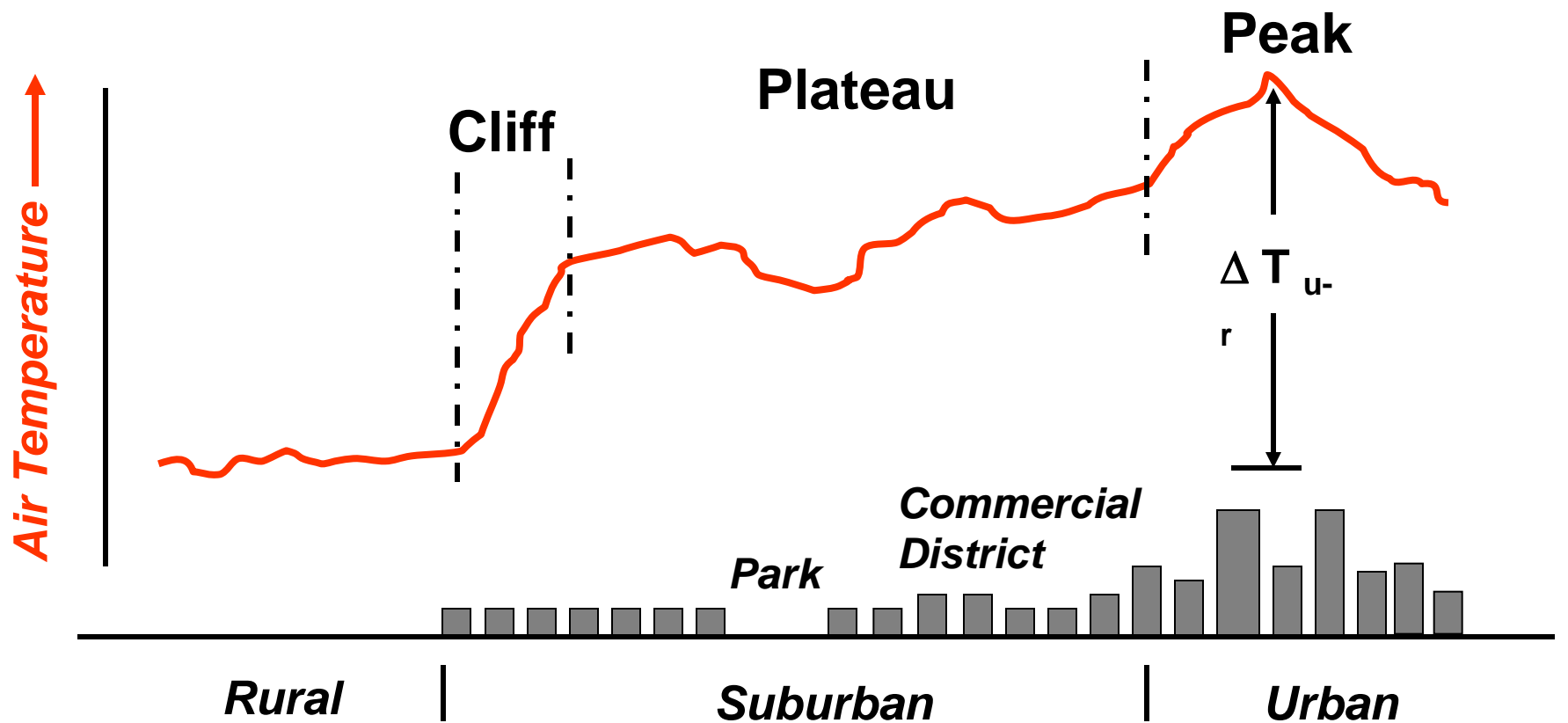


Reichlich Wind und Nebel in Dezembertagen schlechten Frühling ansagen.

BAUERNREGEL

# Lokalklima: Städtische Wärmeinsel

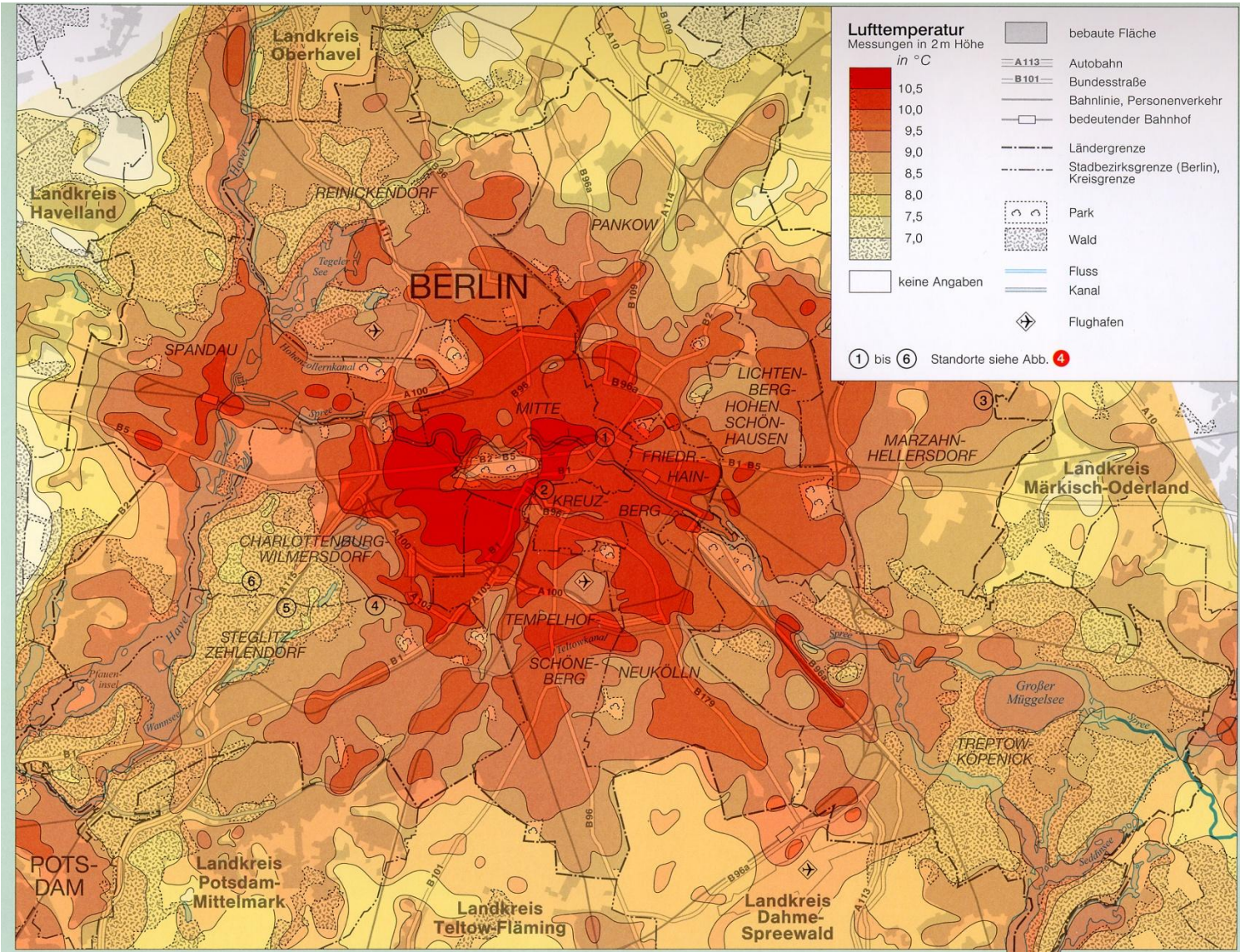
Prof. Dr. W. Endlicher ○ Department of Geography ○ Humboldt-University of Berlin



(after Oke, 1976)

# Mittlere städtische Wärmeinsel 1961 – 1990 in Berlin

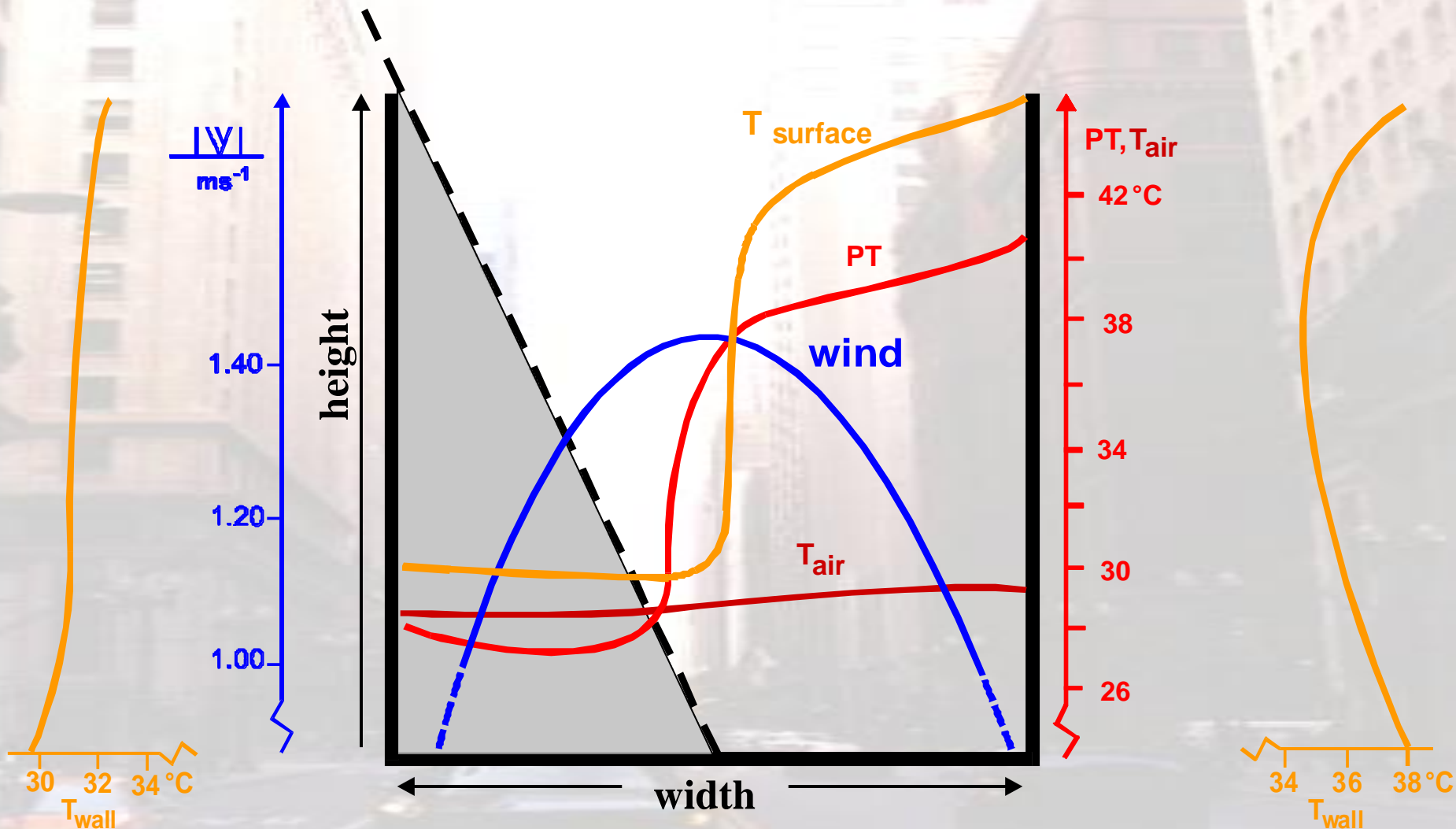
Prof. Dr. W. Endlicher ○ Department of Geography ○ Humboldt-University of Berlin





# Mikroklima: Eine städtische Straßenschlucht ohne Grün

Prof. Dr. W. Endlicher ○ Department of Geography ○ Humboldt-University of Berlin



Das abstrakte *Klima* teilt sich uns in Form von konkretem *Wetter* und *Witterung* mit.

Dabei sind immer die *Zeit- und Raumskalen* zu beachten.

In der Stadt sind wir vom lokalen Stadtklima betroffen. Auch das *Mikroklima* unserer Straßen, Plätze und Parks betrifft uns direkt.

In unserem *Jahreszeitenklima* kommt erschwerend hinzu, dass wir in unterschiedlichen Jahreszeiten unterschiedliche Ansprüche an das Wetter haben (viel Sonnenschein im Winter und in den Übergangsjahreszeiten, mehr Schatten im Sommer...).

## Gliederung

1. Regionalklima, Lokalklima, Mikroklima
- 2. Globaler Klimawandel und regionales Extremwetter**
3. Hitzestress und Gesundheit
4. Lösungsmöglichkeiten durch Stadtgrün
5. Fazit

Key SPM Messages

# 19 Headlines

on less than 2 Pages

Summary for Policymakers  
~14,000 Words

14 Chapters  
Atlas of Regional Projections

54,677 Review Comments  
by 1089 Experts

2010: 259 Authors Selected

2009: WGI Outline Approved

ipcc

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change

## CLIMATE CHANGE 2013

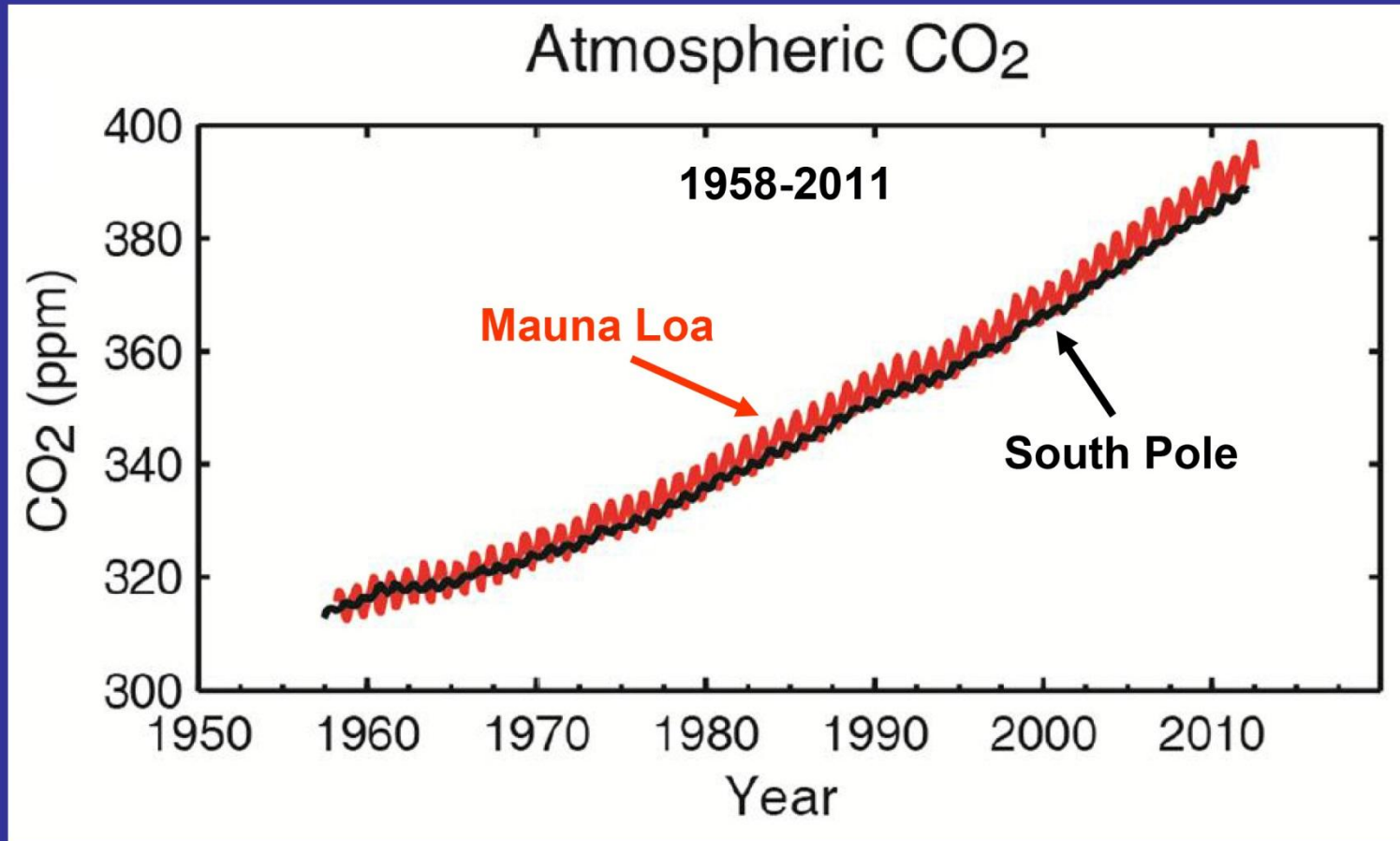
*The Physical Science Basis*

WG I

WORKING GROUP I CONTRIBUTION TO THE  
FIFTH ASSESSMENT REPORT OF THE  
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE

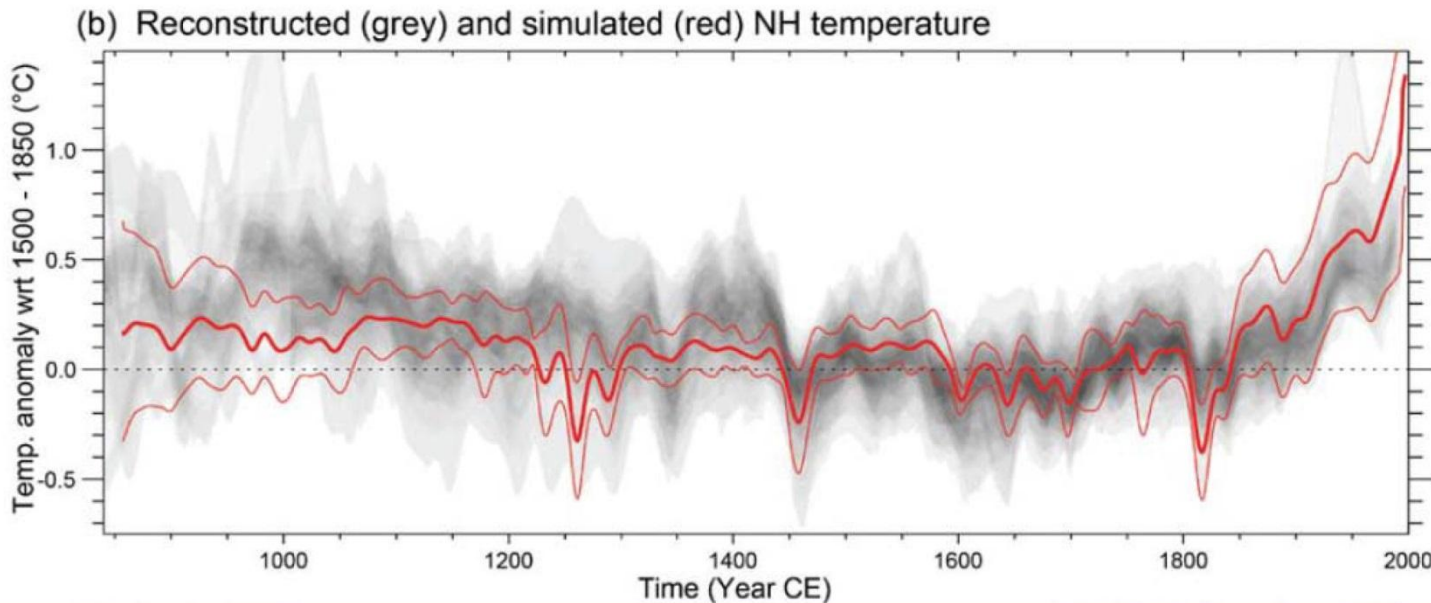
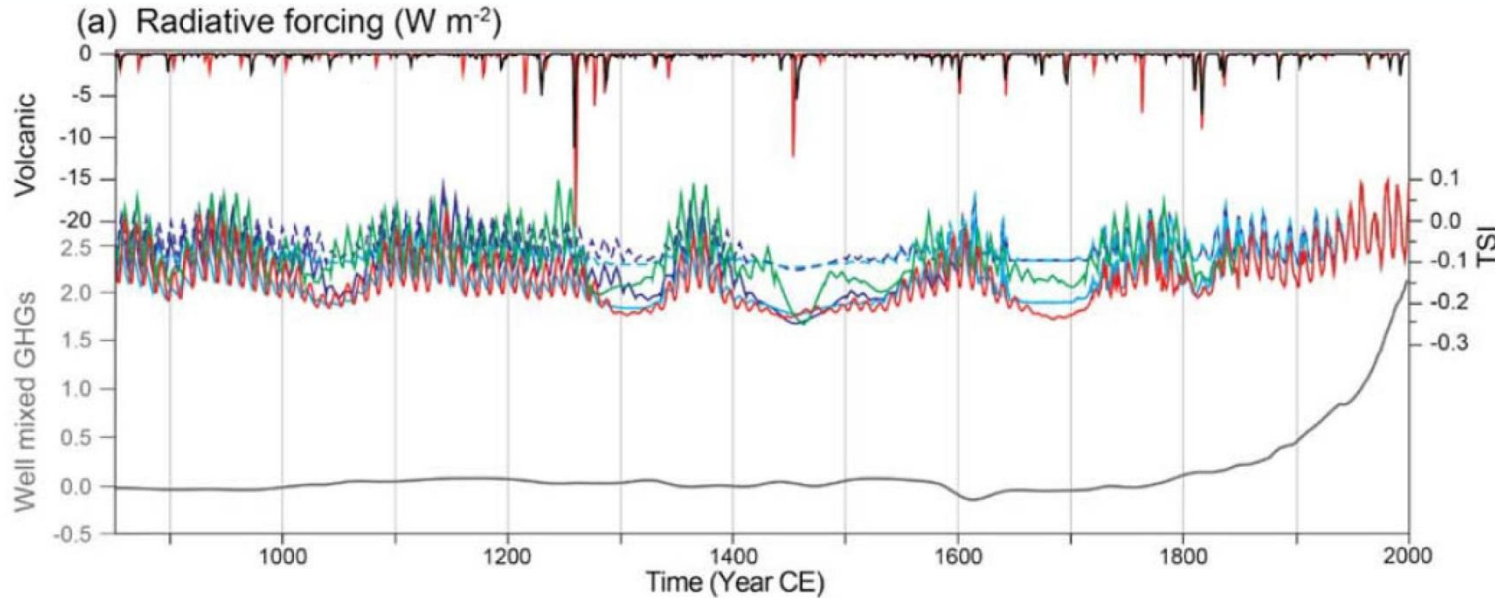


# IPCC-AR5-WGI-SPM/TS(2013): Kernaussagen



Die globale CO<sub>2</sub>-Emission (fossile Energieträger, Zementproduktion) hat 2011 → 9,5 (8,7-10,3) GtC (35 GtCO<sub>2</sub>, 54 % über dem 1990-Niveau) erreicht, die atmosphär. CO<sub>2</sub>-Konzentration 391 ppm (CH<sub>4</sub> 1,803 ppm, N<sub>2</sub>O 324 ppb).

# IPCC-AR5-WGI-SPM/TS(2013): Kernaussagen

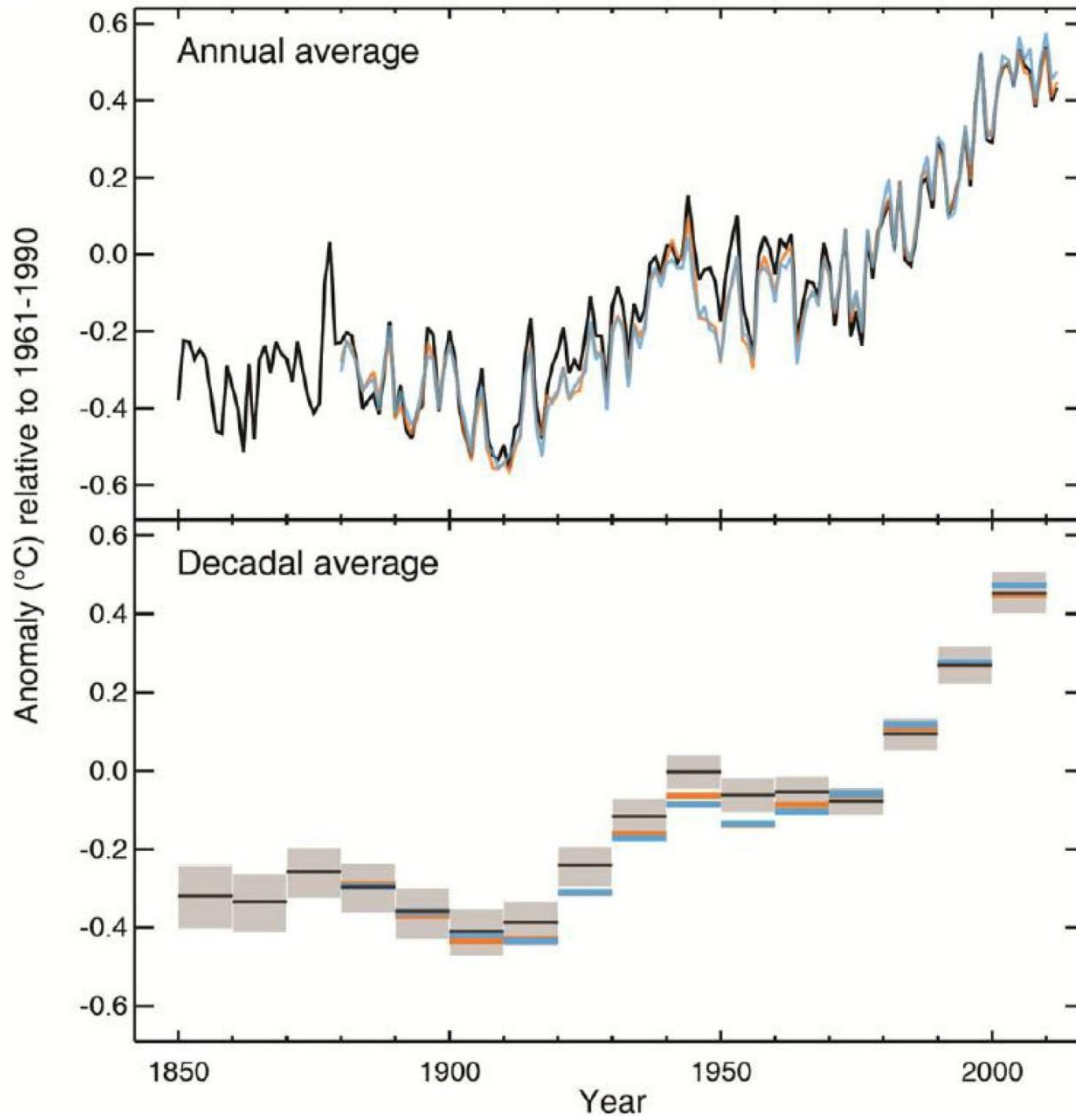


Im Vergleich mit den letzten ca. 1000 Jahren ist der jüngste Temperaturanstieg ein neuartiger Effekt.

Modelle weisen auf eine dominante Rolle der Treibhausgase hin.

# IPCC-AR5-WGI-SPM/TS(2013): Kernaussagen

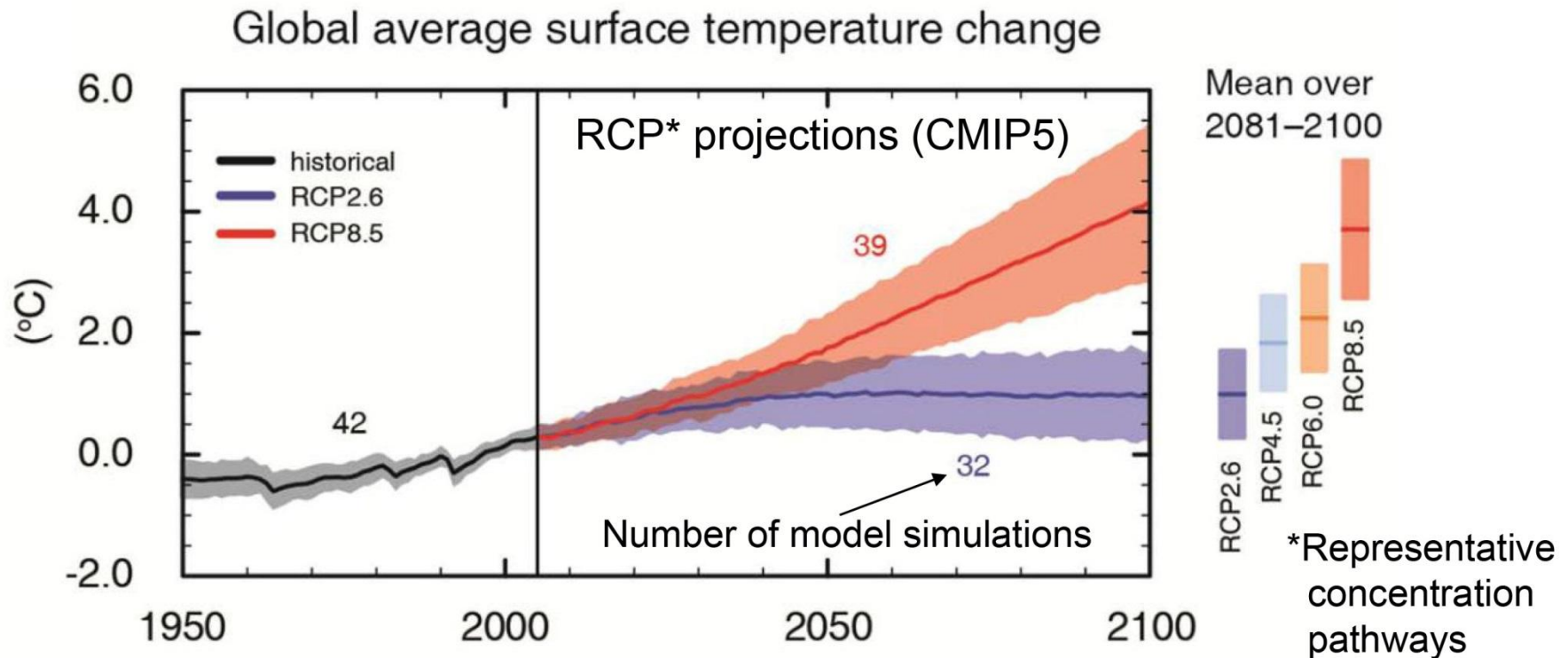
Observed globally averaged combined land and ocean surface temperature anomaly 1850–2012



Von 1880 bis 2012 ist die bodennahe Lufttemperatur um  $0,85$  ( $0,65$ - $1,06$ ) °C angestiegen (Datenquellen: CRU, NOAA-NCDC, NASA-GISS).

Pro Dekade betrug der Anstieg  
1901-2012:  $0,08$  °C,  
1951-2012:  $0,12$  °C,  
1979-2012:  $0,15$  °C  
(NOAA-NCDC)

# IPCC-AR5-WGI-SPM/TS(2013): Kernaussagen



**2046-2065**

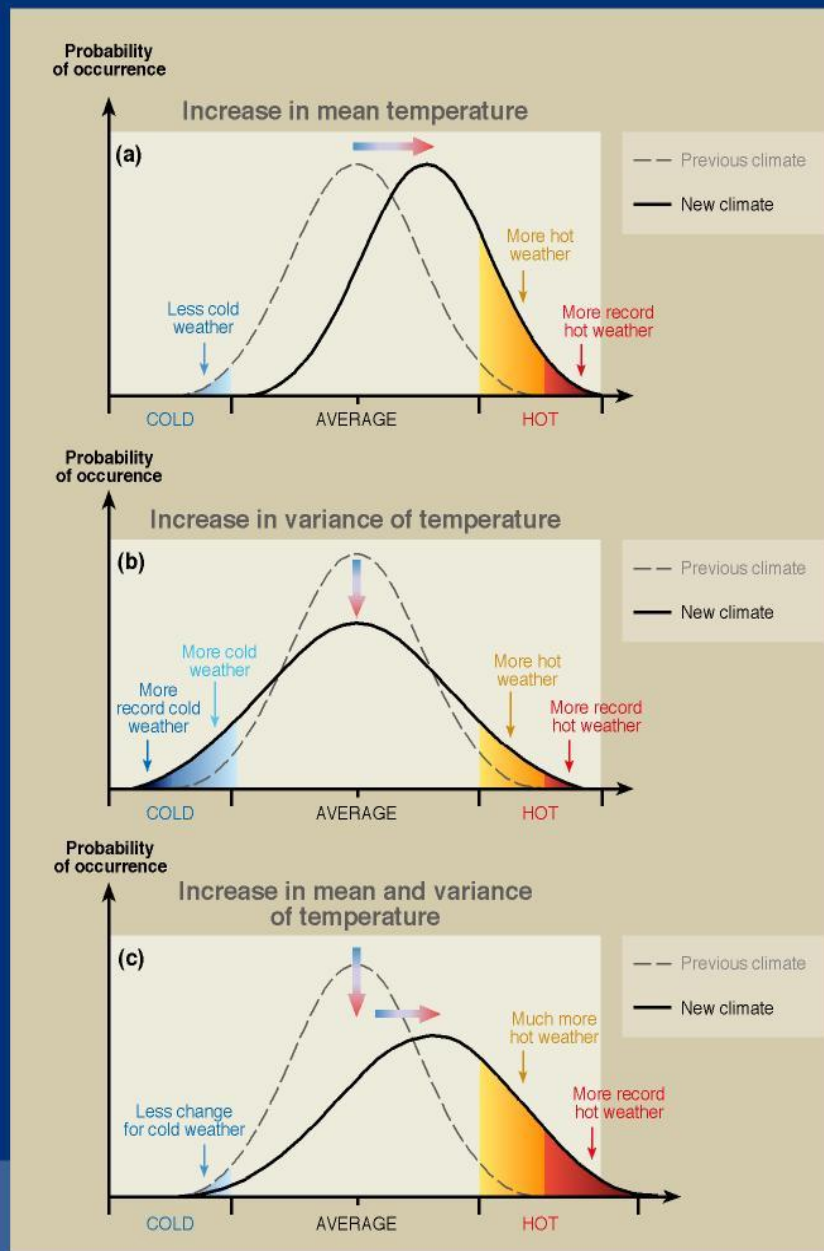
**2081-2100**

Szenario	Mittelwert	wahrsch.* Bereich	Mittelwert	wahrsch.* Bereich
RCP 2.6	1,0 °C	0,4 - 1,6 °C	1,0 °C	0,3 - 1,7 °C
RCP 4.5	1,4 °C	0,9 - 2,0 °C	1,8 °C	1,1 - 2,6 °C
RCP 6.0	1,3 °C	0,8 - 1,8 °C	2,2 °C	1,4 - 3,1 °C
RCP 8.5	2,0 °C	1,4 - 2,6 °C	3,7 °C	2,6 - 4,8 °C

Anstieg jeweils relativ zu 1986-2005 \* 5-95%-Perzentilbereich



# Effects on extreme temperatures



SYR - FIGURE 4-1

## 5. Sachstandbericht des Weltklimarats vom Sept. 2013



Prof. Dr. W. Endlicher ○ Department of Geography ○ Humboldt-University of Berlin

Warming of the climate is unequivocal, and since the 1950s, many of the observed changes are unprecedented over decades to millennia. The atmosphere and the ocean have warmed, the amounts of snow and ice have diminished, sea level has risen, and the concentration of greenhouse gases have increased.

Each of the last three decades has been successively warmer than any preceding decade since 1850.

Human influence on the climate is clear.

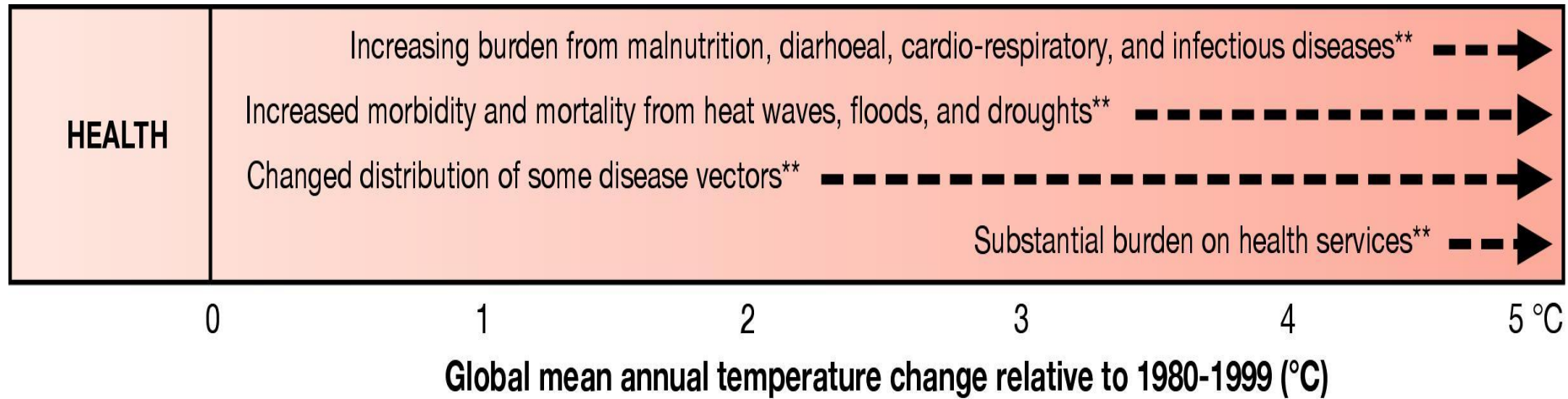
**It is virtually certain that there will be more frequent hot and fewer cold temperature extremes over most land areas on daily and seasonal timescales as global mean temperatures increase. It is very likely that heat waves will occur with a higher frequency and duration.**

Occasional cold winter extremes will continue to occur.

Most aspects of climate change will persist for many centuries even if emissions of CO<sub>2</sub> are stopped. This presents a substantial multi-century climate change commitment created by the past, present and future emissions of CO<sub>2</sub>.

# Weltklimarat zu Folgen des Klimawandels für die menschliche Gesundheit (IPCC 2007)

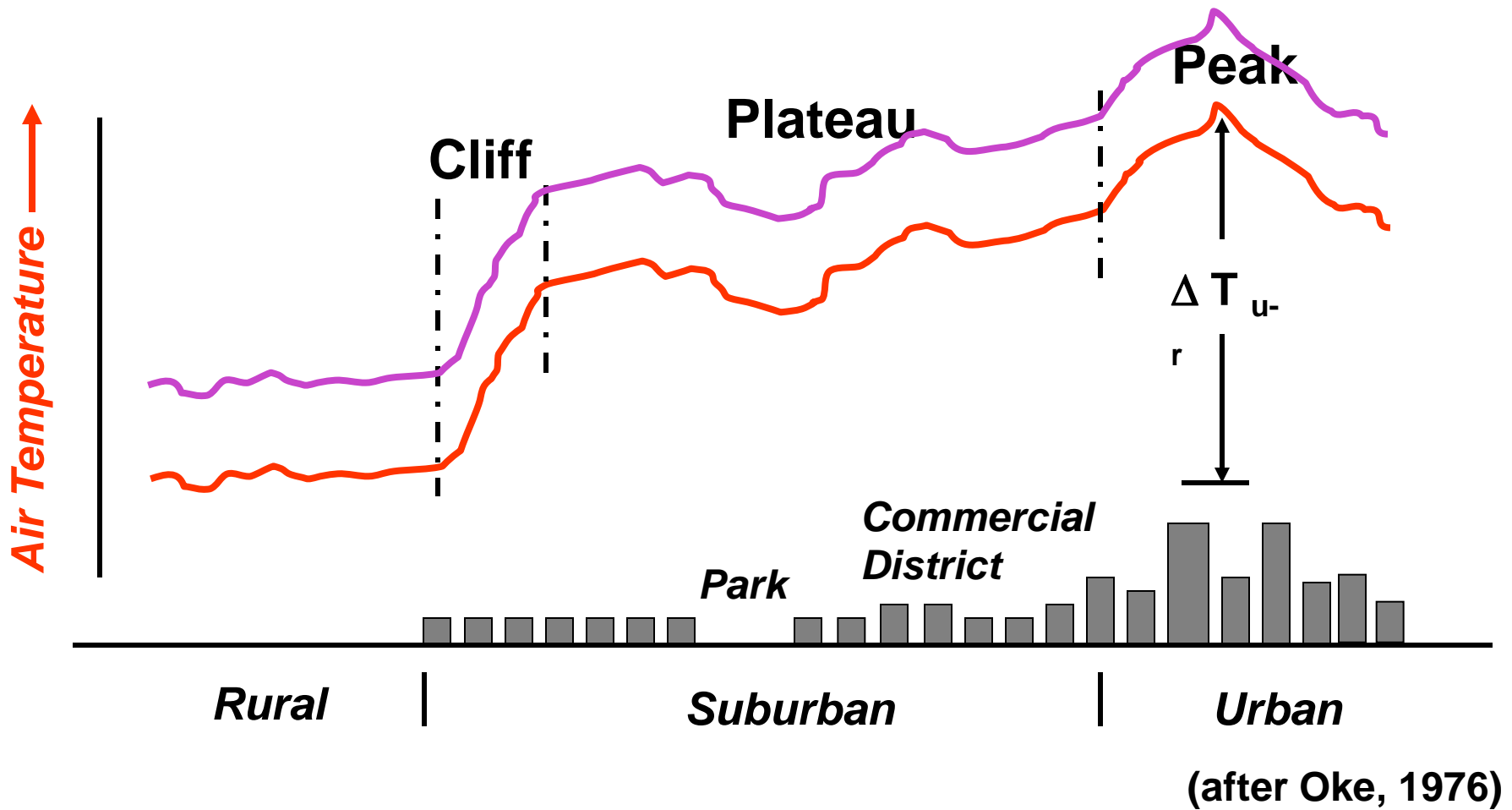
Prof. Dr. W. Endlicher ○ Department of Geography ○ Humboldt-University of Berlin



# Intensivierung der städtischen Wärmeinsel im Klimawandel



Prof. Dr. W. Endlicher ○ Department of Geography ○ Humboldt-University of Berlin



Im globalen *Klimawandel* werden wir von zunehmendem *Extremwetter* betroffen (ergiebige Starkregen und sommerliche Hitzewellen und Dürren).

Vor allem Starkregen mit sukzessiven Überschwemmungen und Hitzewellen sind in der Stadt relevant.

**Wir müssen uns in Deutschland auf immer häufigere, länger anhaltende und intensivere Hitzewellen einstellen.**

Diese verstärken die besonders in Sommernächten stark ausgebildete städtische Wärmeinsel.

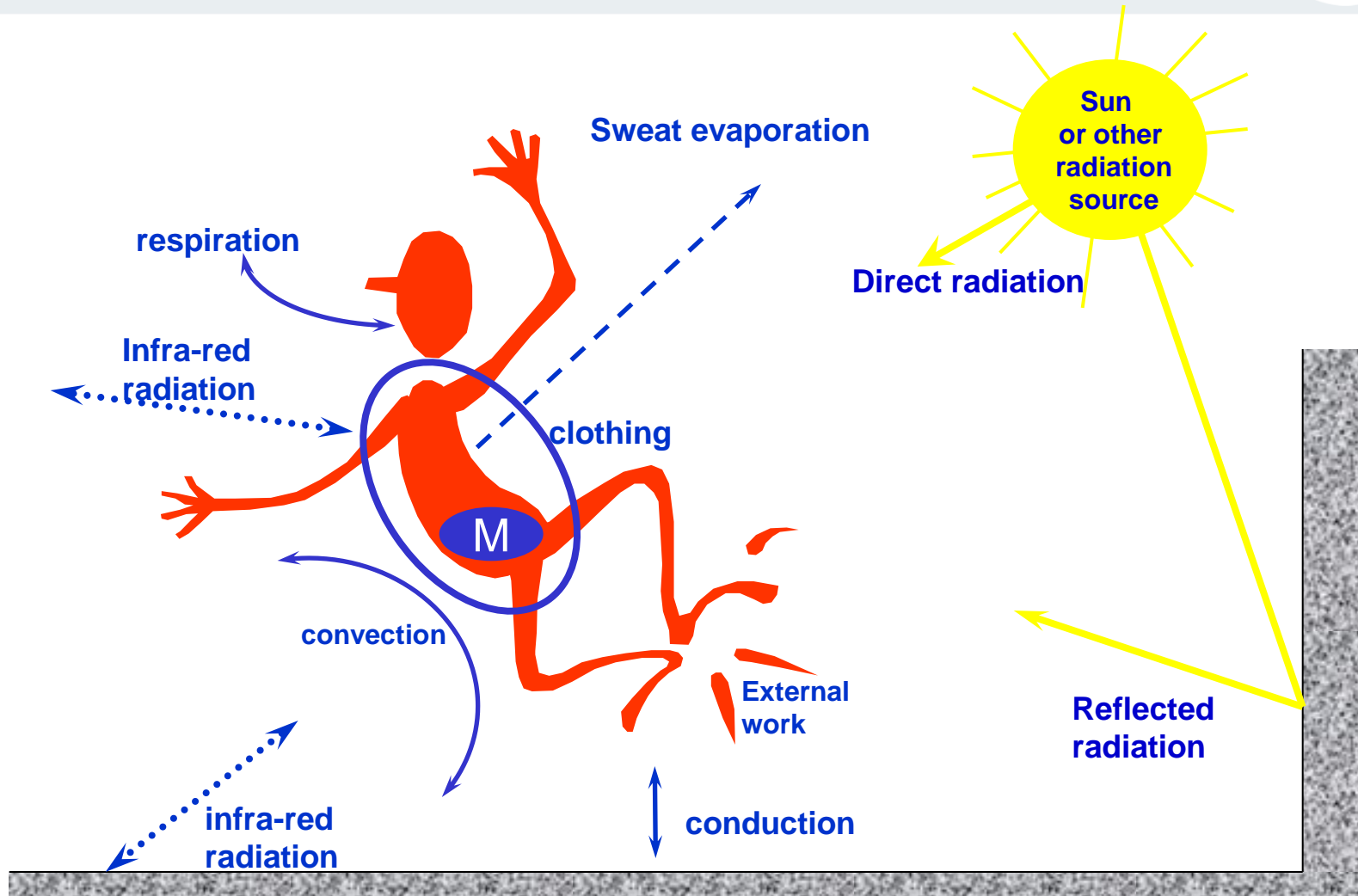
## Gliederung

1. Regionalklima, Lokalklima, Mikroklima
2. Globaler Klimawandel und regionales Extremwetter
- 3. Hitzestress und Gesundheit**
4. Lösungsmöglichkeiten durch Stadtgrün
5. Fazit

# Anpassung des Menschen an das Klima (Humanbioklimatologie)



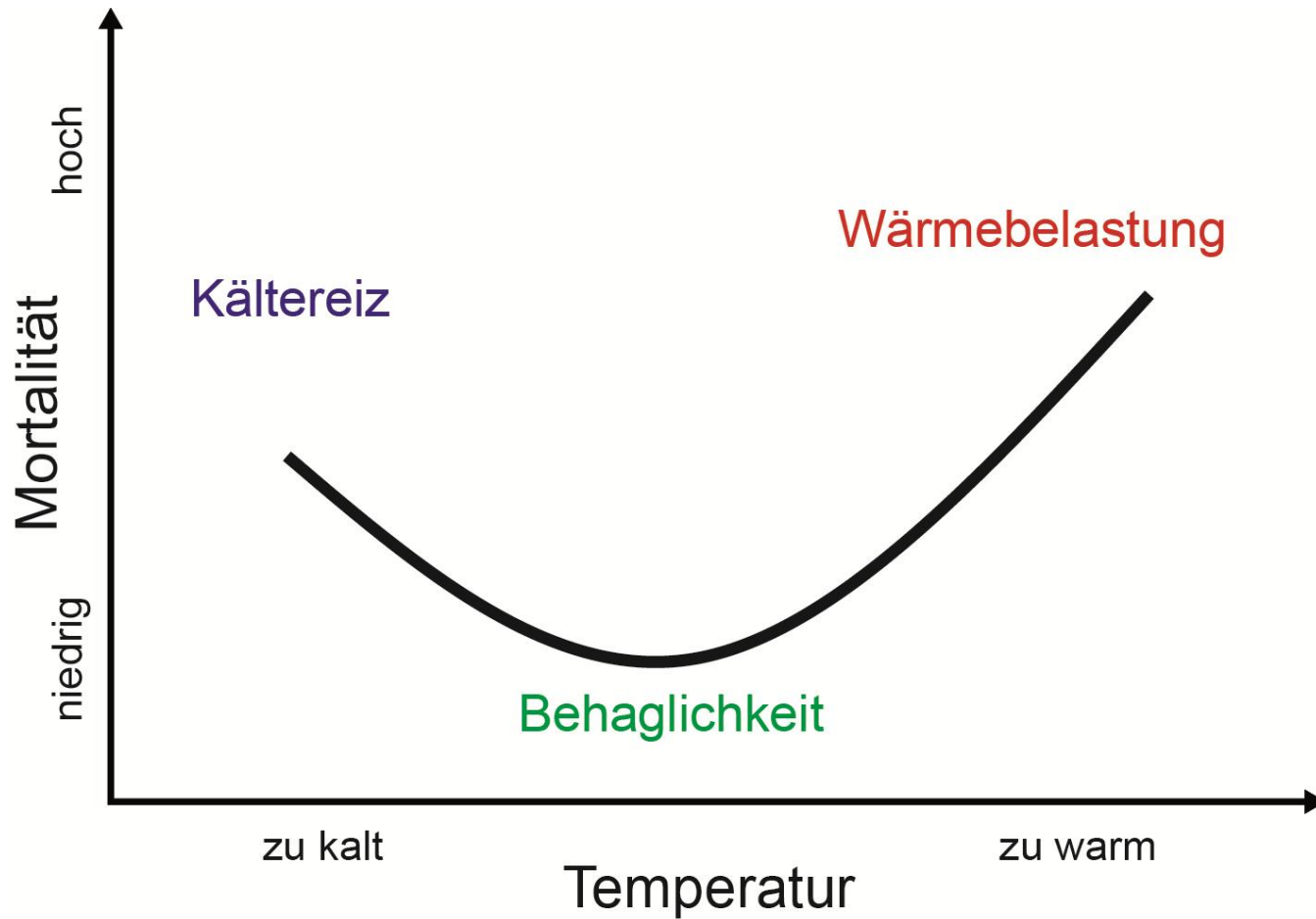
Prof. Dr. W. Endlicher ○ Department of Geography ○ Humboldt-University of Berlin



Havenith, 2003

# Zusammenhang zwischen Hitzestress und Sterblichkeit

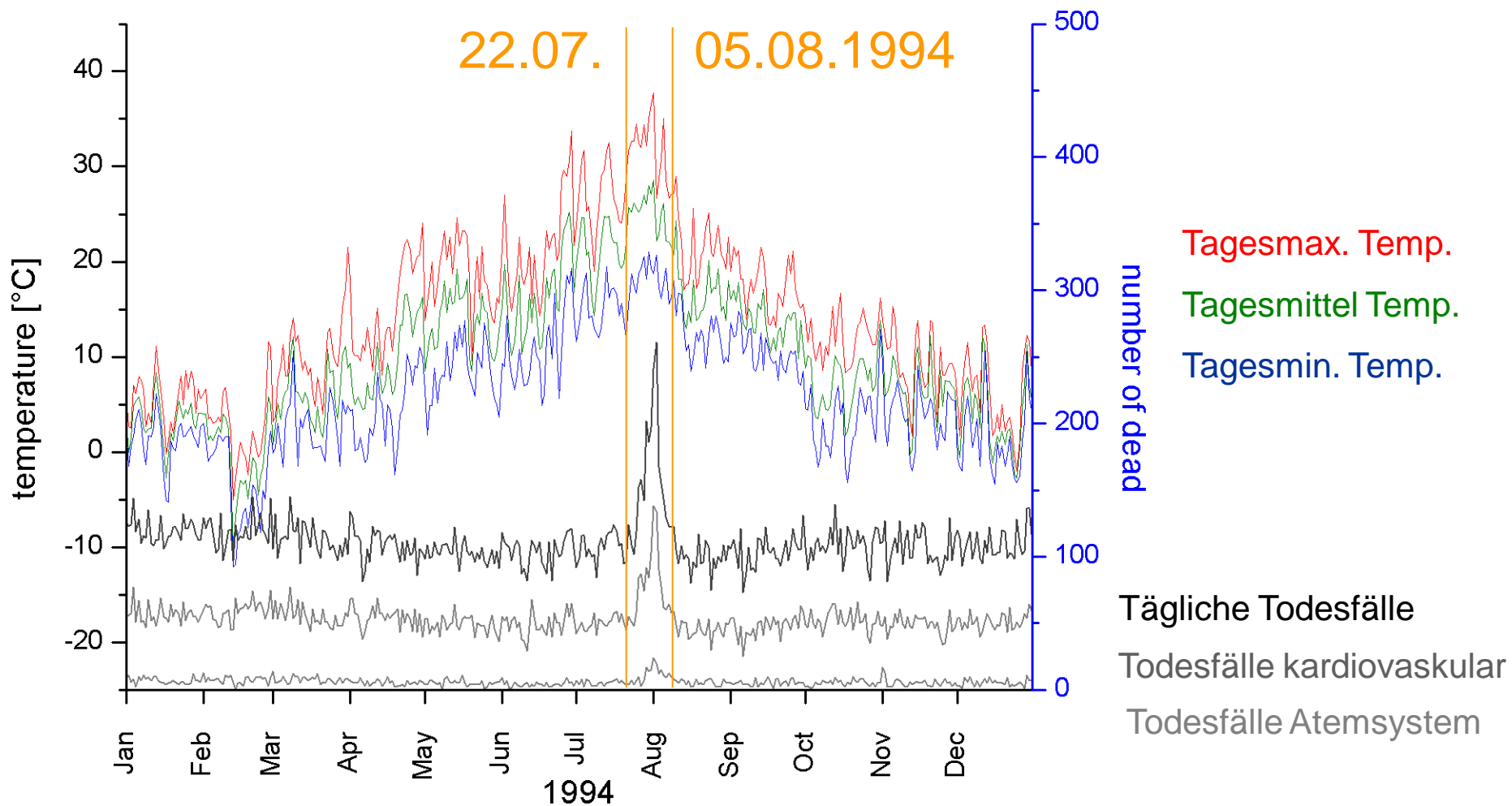
Prof. Dr. W. Endlicher ○ Department of Geography ○ Humboldt-University of Berlin





# Berlin (1994): Tagestemperaturen und Todesfälle

Prof. Dr. W. Endlicher ○ Department of Geography ○ Humboldt-University of Berlin

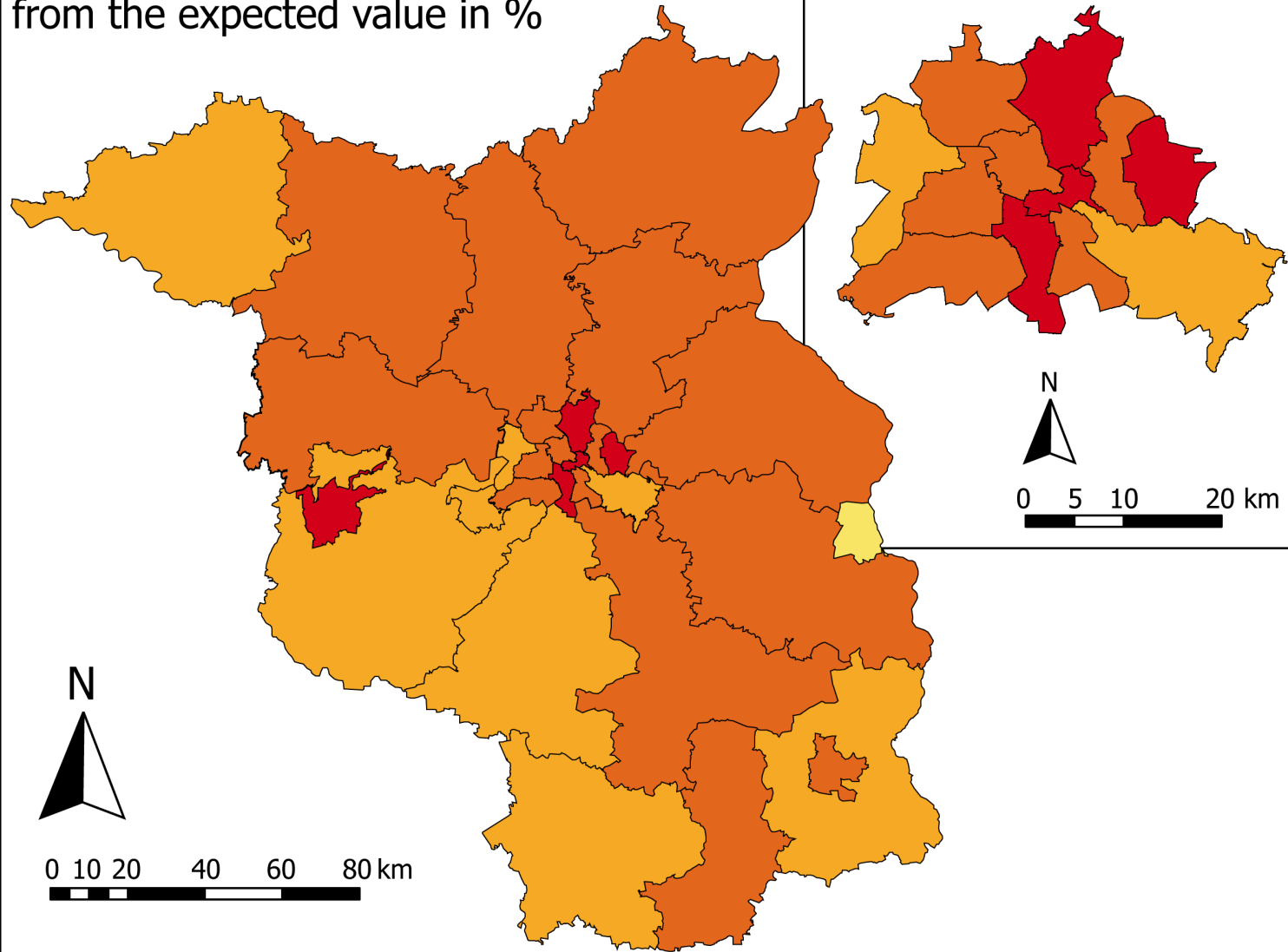


[Data: German Meteorological Service, Federal State Statistical Office of Berlin]

# Berlin and Brandenburg 1994

deviation of the observed mortality  
from the expected value in %

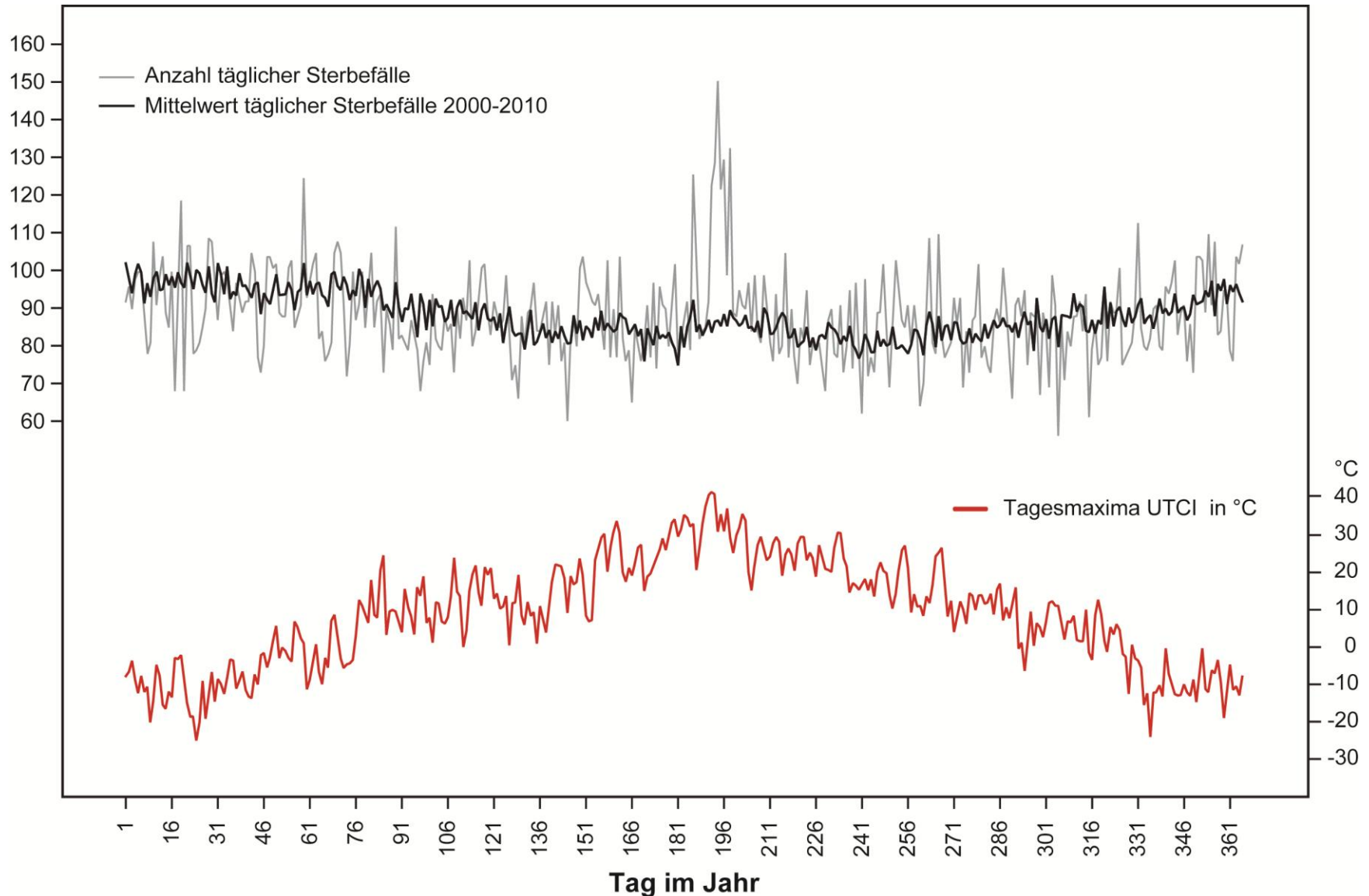
# Berlin



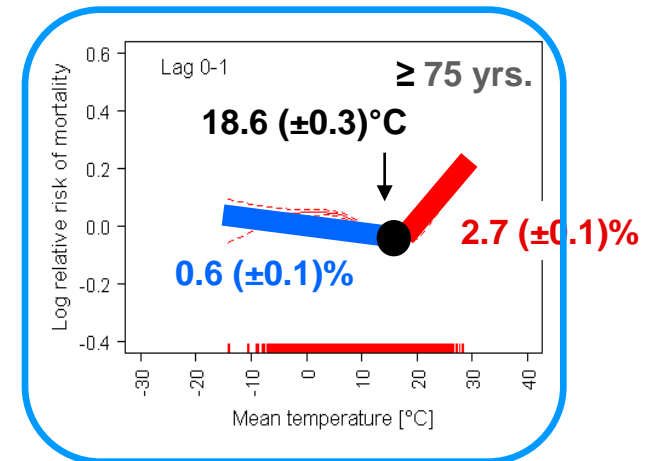
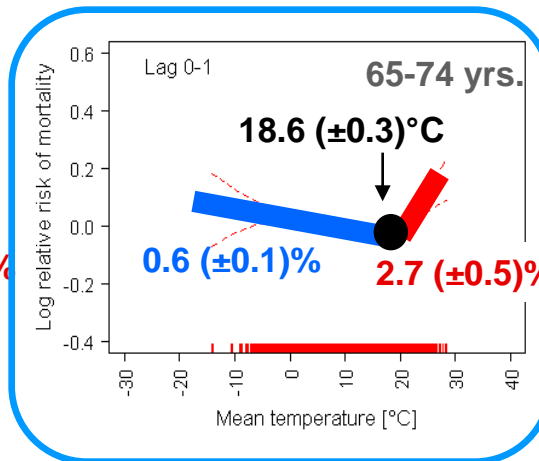
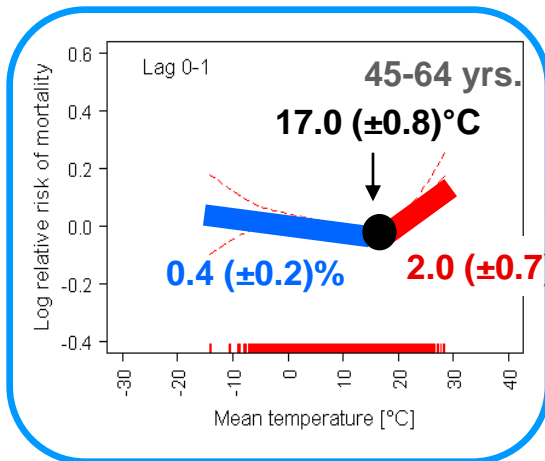
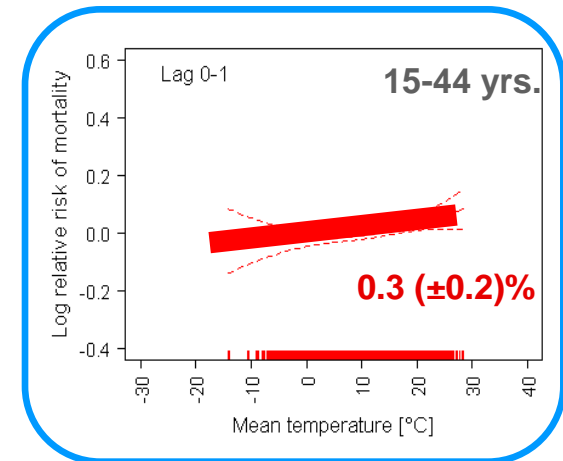
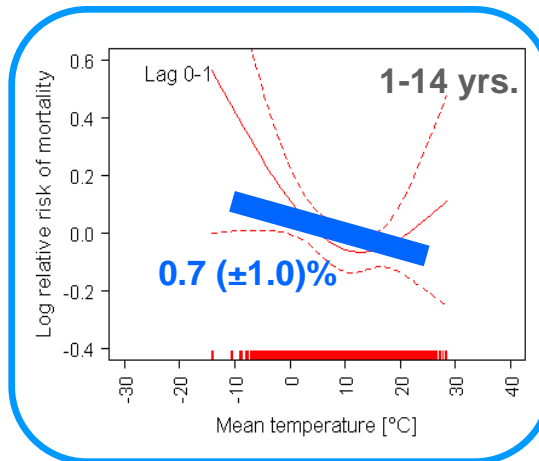
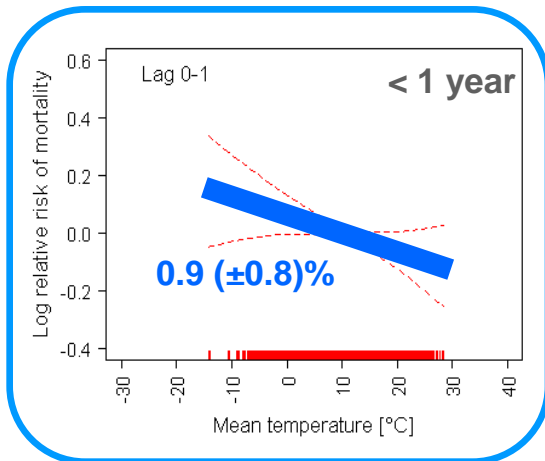
30-70% mehr Sterbefälle  
während einer dreiwöchigen Hitze-  
welle in Berlin-Brandenburg

# Hitzbelastung und Sterbefälle 2010 in Berlin (ähnlich 2003 und 2006 und vielleicht auch 2013...)

Prof. Dr. W. Endlicher ○ Department of Geography ○ Humboldt-University of Berlin



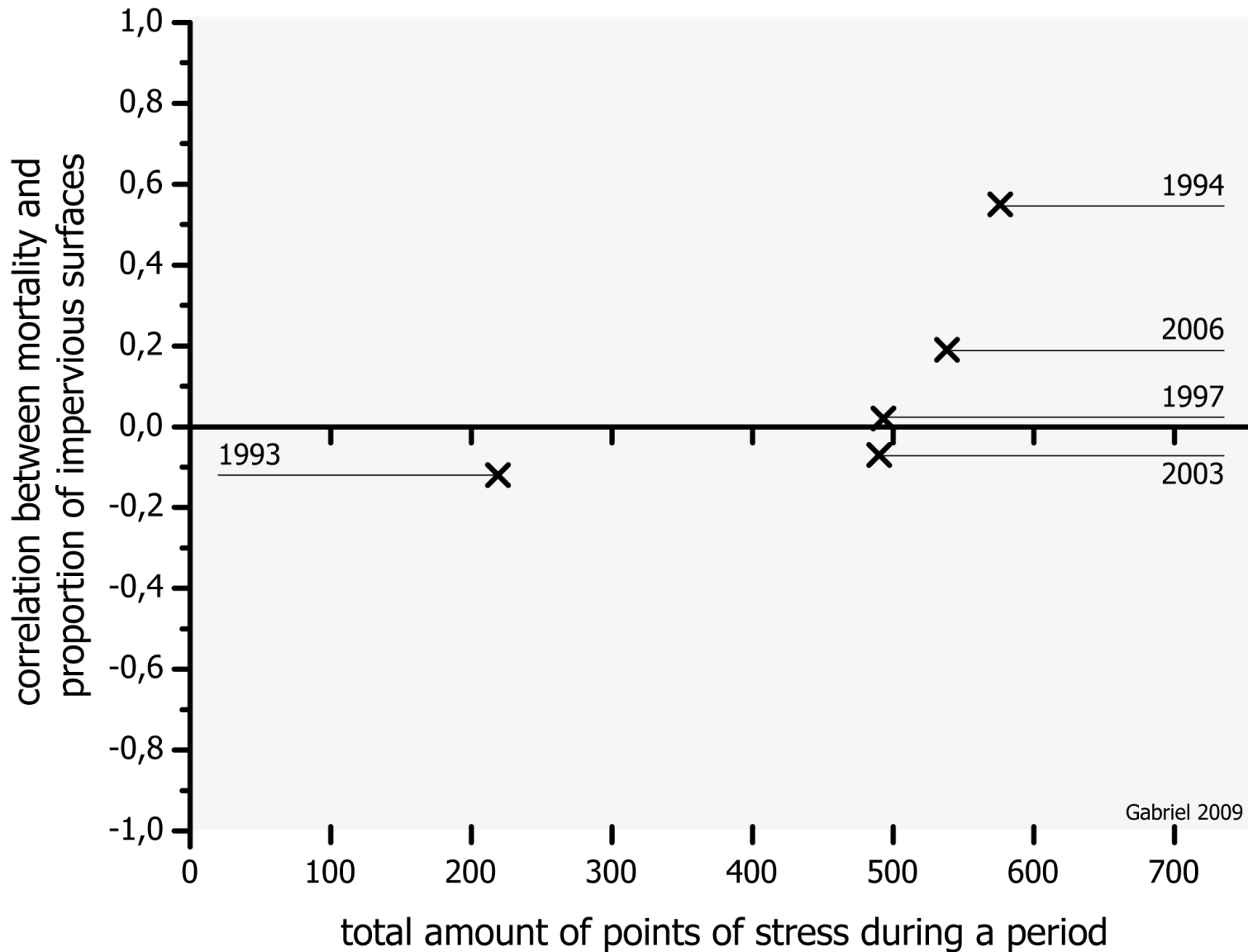
## Age-specific thermal effects in Berlin



# Korrelation zwischen Bodenversiegelung und Mortalität bei Hitzewellen in Berlin-Brandenburg (1993-2003)



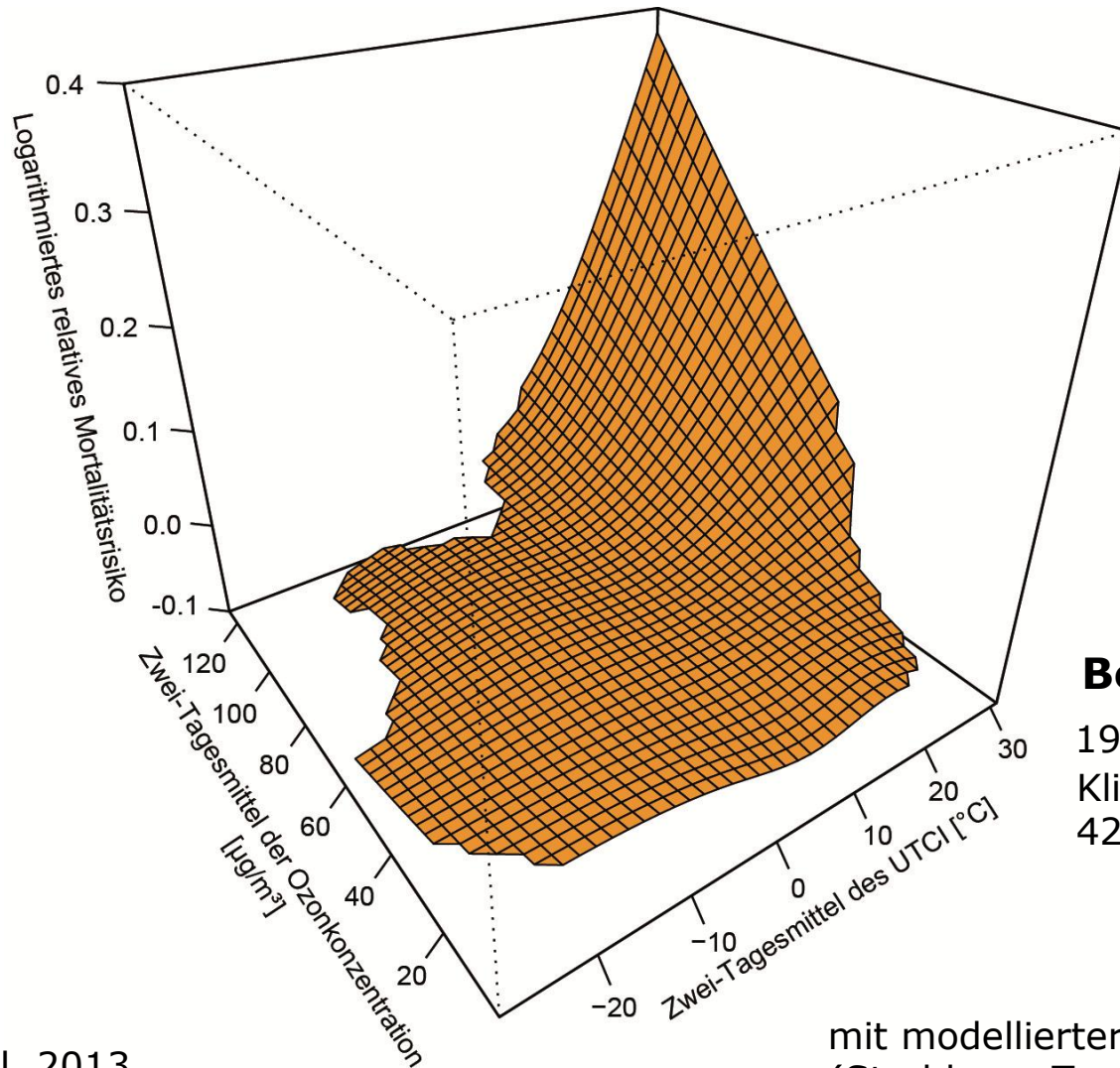
Prof. Dr. W. Endlicher ○ Department of Geography ○ Humboldt-University of Berlin



# Zunahme des Mortalitätsrisikos bei Hitze und hoher Ozonkonzentration



Prof. Dr. W. Endlicher ○ Department of Geography ○ Humboldt-University of Berlin



## Berlin

1998-2010

Klimastation Tempelhof  
425 157 Todesfälle

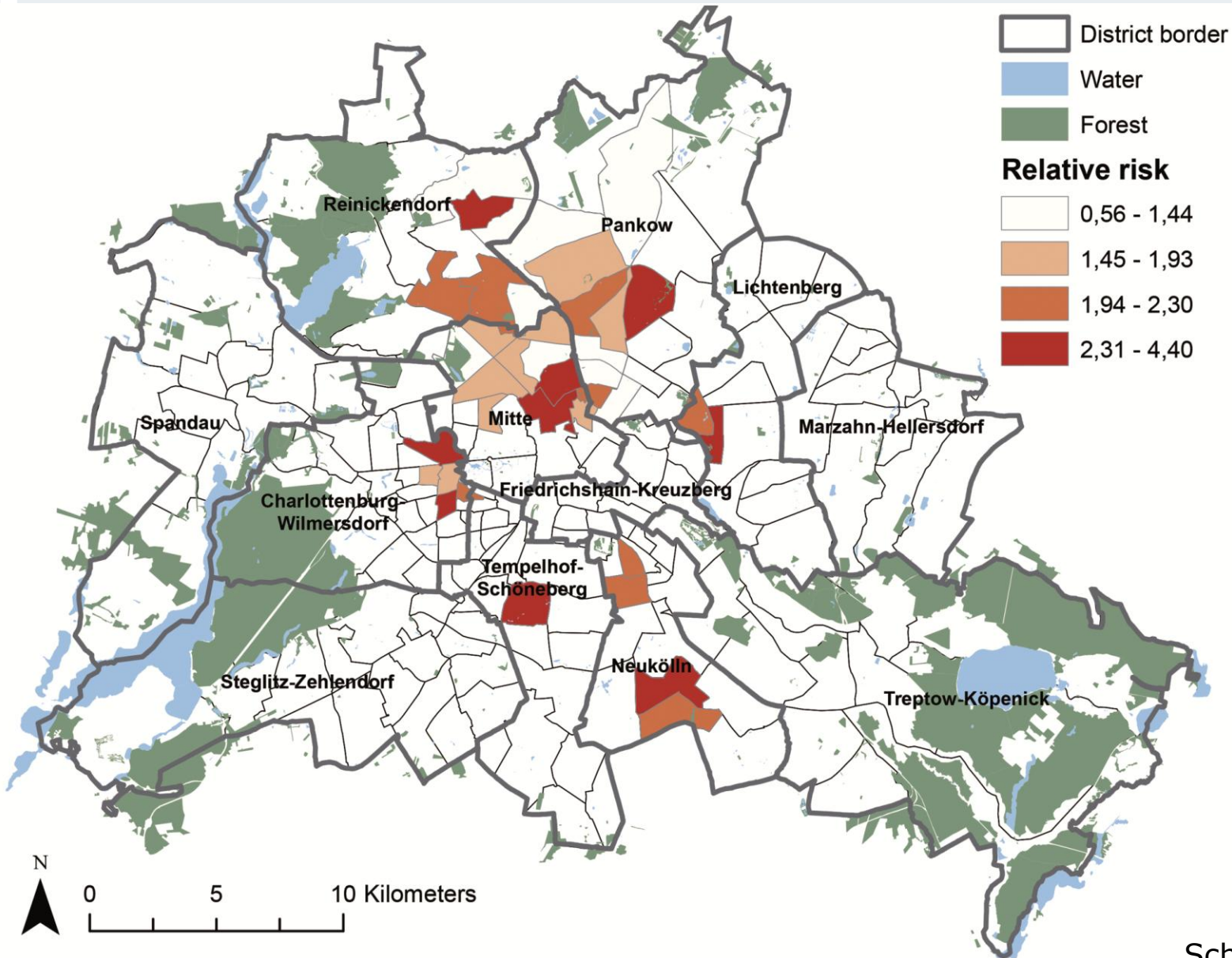
Burkart et al. 2013

mit modellierter Hitzebelastung UTCI  
(Strahlung, Temp., Feuchte, Wind)

# Relatives Risiko der Atmungssystemerkrankung bei Sommerhitze



Prof. Dr. W. Endlicher ○ Department of Geography ○ Humboldt-University of Berlin



Gesundheitsgefährdung bis hin zur Todesfolge besteht bei starkem Kälte- und Hitzestress.

Insbesondere die Mortalität durch Herz-Kreislauf-Erkrankungen und die Morbidität bei Atmungssystemerkrankungen ist erhöht.

Gefährdet sind insbesondere ältere und kranke Menschen (vulnerable Gruppen).

Hitzewellen sind tückisch, weil – im Gegensatz zu Starkregen – ihre Auswirkungen nicht direkt erkannt werden.

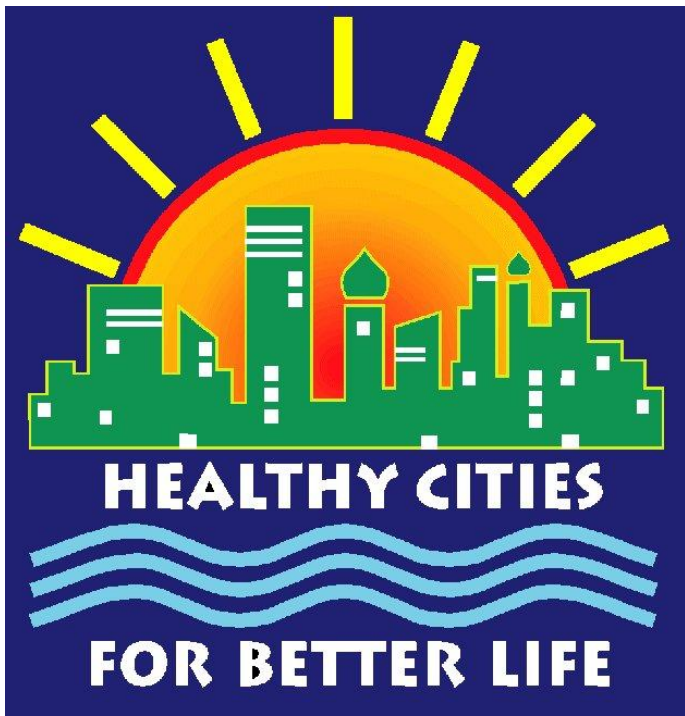
Zusammenhänge zwischen dichter Bebauung bzw. hoher Versiegelung (städtische Wärmeinsel!) können besonders bei den intensiven Hitzewellen nachgewiesen werden.



## Gliederung

1. Regionalklima, Lokalklima, Mikroklima
2. Globaler Klimawandel und regionales Extremwetter
3. Hitzestress und Gesundheit
4. **Lösungsmöglichkeiten durch Stadtgrün**
5. Fazit

**“Urban planning is a key tool for adaptation in the face of changing climate” (Peltonen *et al.*, 2005).**

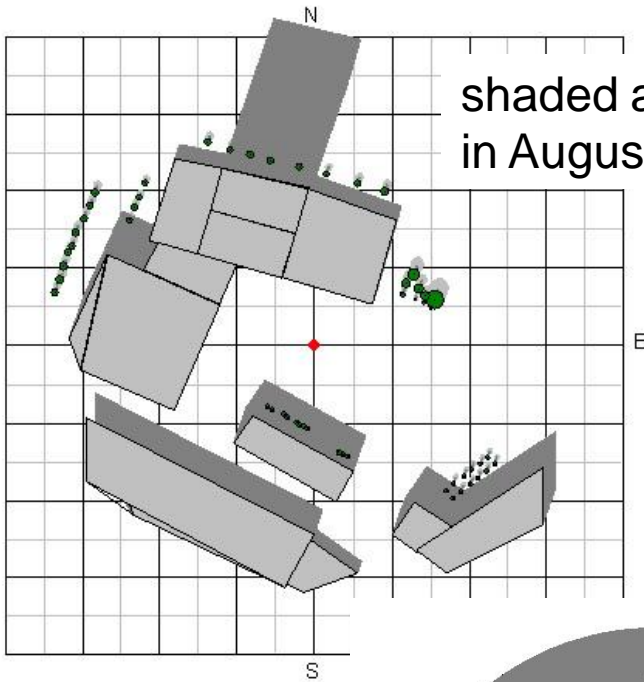


## Mitigation and Adaptation

Minimize negative impacts and take advantage from positive features

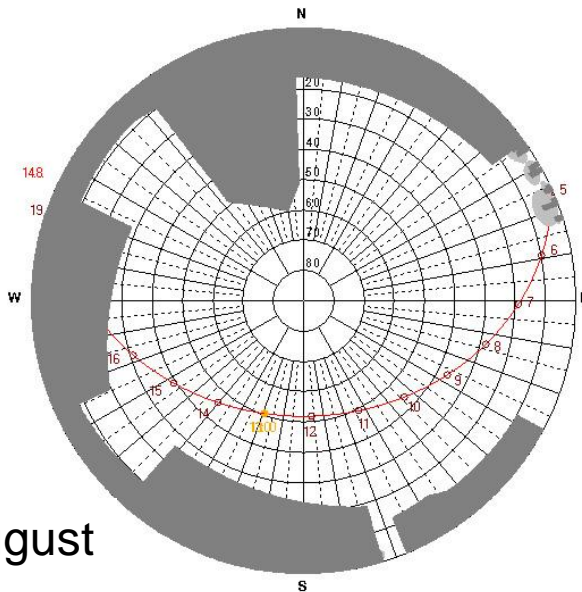
# Alexanderplatz (Berlin-Mitte – Esplanade)

Prof. Dr. W. Endlicher ○ Department of Geography ○ Humboldt-University of Berlin



shaded areas  
in August at 1 pm

fish-eye-foto

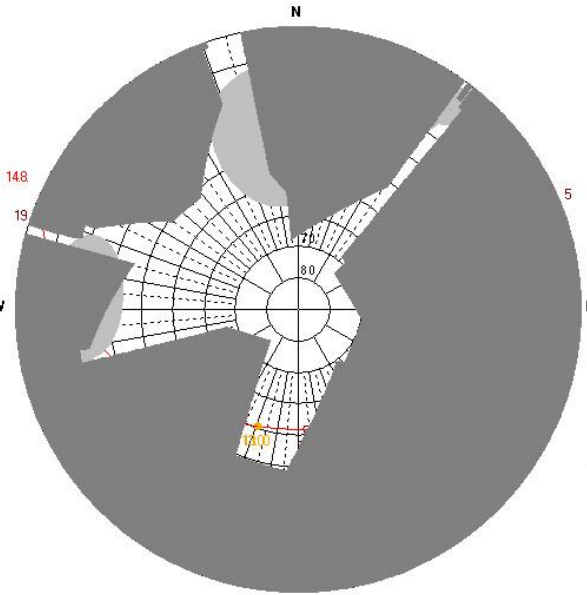


sun orbit in August

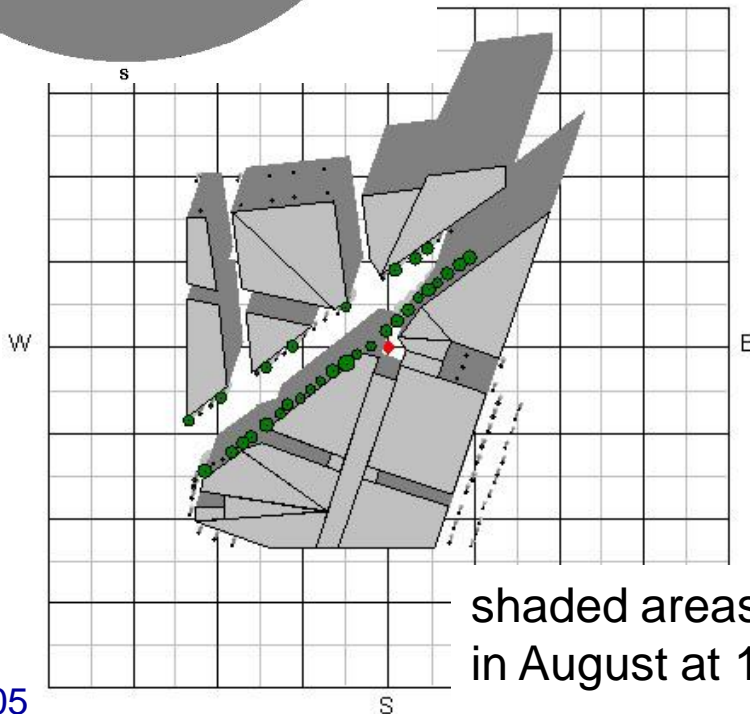


# Potsdamer Platz (Berlin-Mitte – dicht verbaut)

Prof. Dr. W. Endlicher ○ Department of Geography ○ Humboldt-University of Berlin



sun orbit in August



shaded areas  
in August at 1 pm

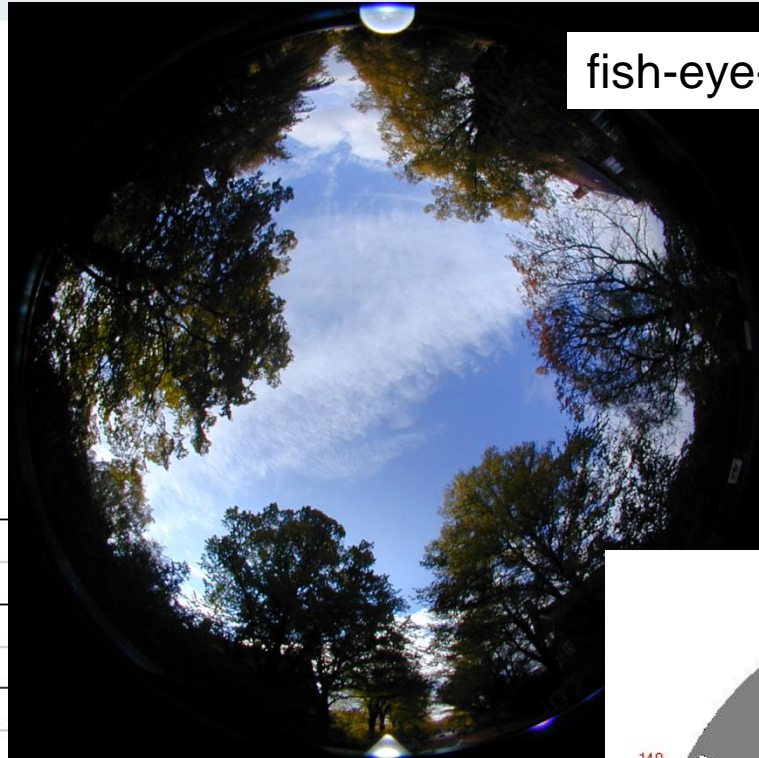
fish-eye-foto



# Berlin-Dahlem (Vorort mit altem Baumbestand)

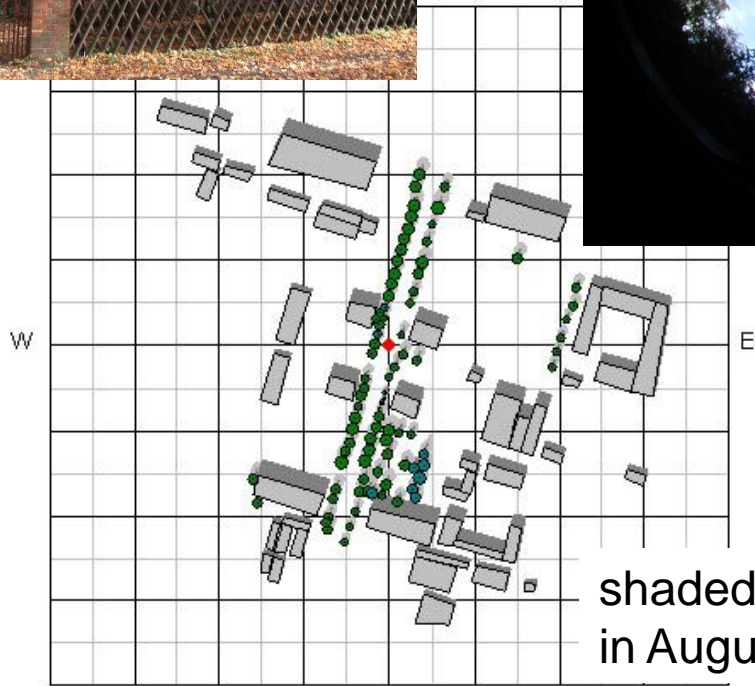


Prof. Dr. W. Endlicher ○ Department of Geography ○ Humboldt-University of Berlin

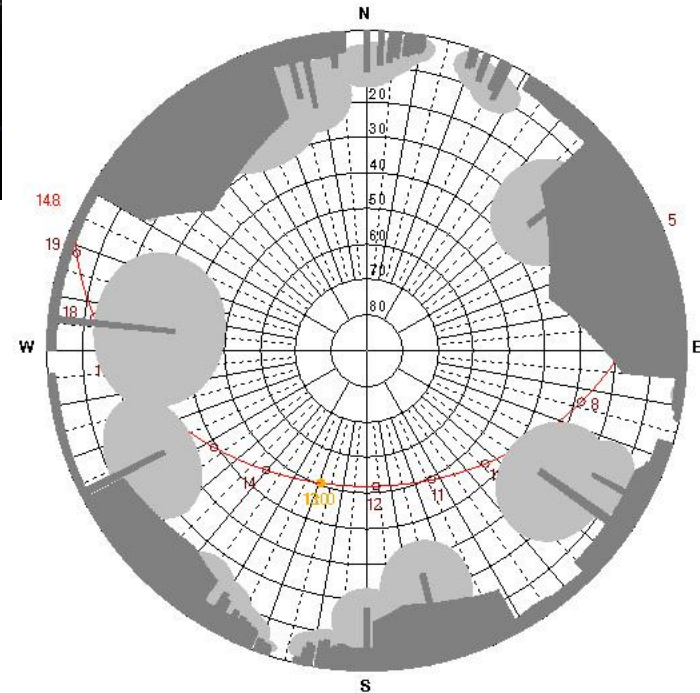


fish-eye-foto

sun orbit in August

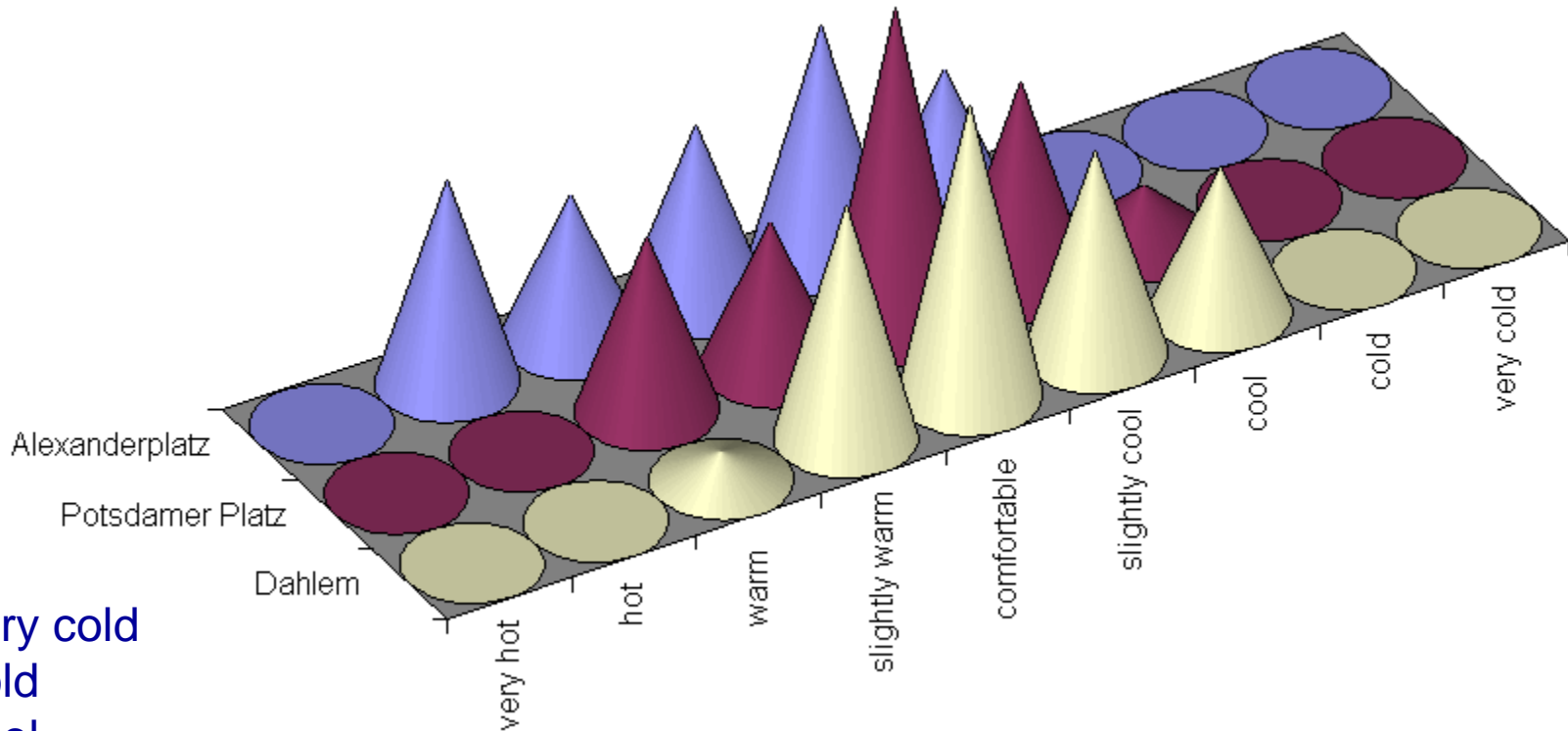


shaded areas  
in August at 1 pm



# Häufigkeit unterschiedlicher thermischer Belastung im August 2003 an drei verschiedenen Lokalitäten in Berlin (modelliert)

Prof. Dr. W. Endlicher ○ Department of Geography ○ Humboldt-University of Berlin



< 4 °C very cold

4-8 °C cold

8-13 °C cool

13-18 °C slightly cool

18-23 °C comfortable

23-29 °C slightly warm

29-35 °C warm

35-41 °C hot

> 41 °C very hot

Müller 2005 (data: DWD)

# Chancen von Stadtbrachen mit Bäumen

Prof. Dr. W. Endlicher ○ Department of Geography ○ Humboldt-University of Berlin



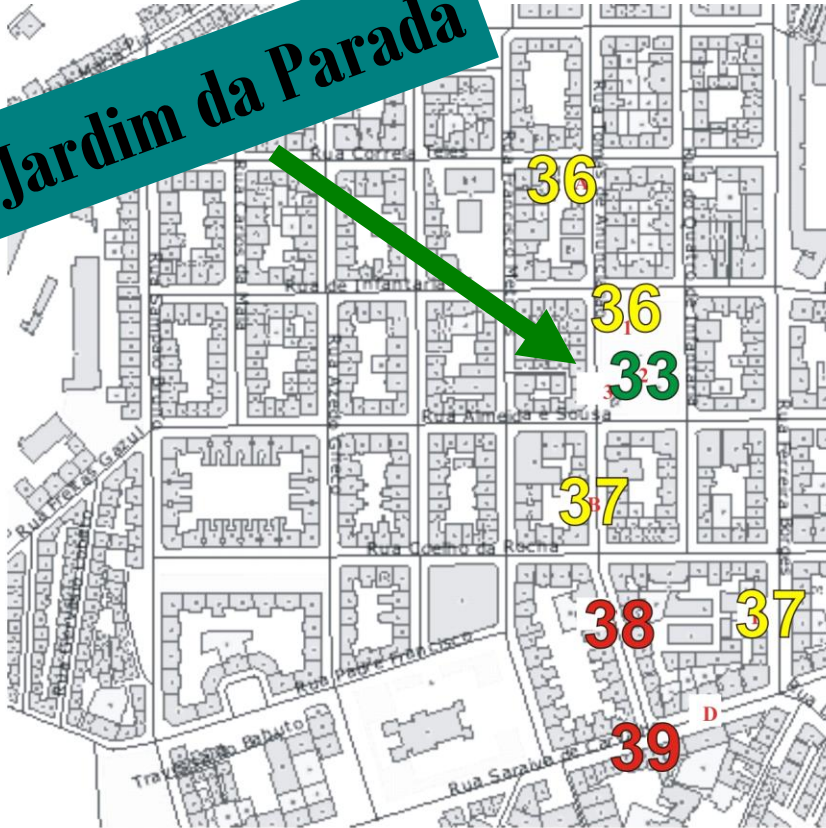
Südgelände Schöneberg (Berlin)

# Lufttemperatur im Lissaboner Stadtpark Jardim da Parada

Prof. Dr. W. Endlicher ○ Department of Geography ○ Humboldt-University of Berlin



**Jardim da Parada**



1 – Jardim mesas

2 – Jardim Este

3 – Jardim

**39** Temperatura do ar (°C)

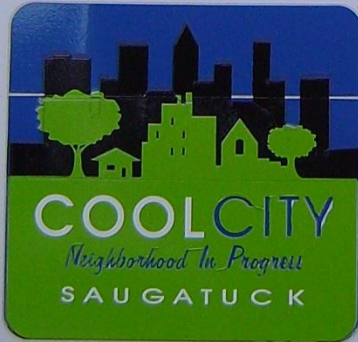
August 9, 2006, 3 p.m.



after M.J. Alcoforado



SAUGATUCK  
CITY LIMIT



PRESERVE  
AMERICA

*Explore and Enjoy Our Heritage*



## “Mobile” Beschattung in Portugal

after M.J.Alcoforado

# Architekten-Visionen von Paris im Klimawandel (1)



Prof. Dr. W. Endlicher ○ Department of Geography ○ Humboldt-University of Berlin



# Architekten-Visionen von Paris im Klimawandel (2)



Prof. Dr. W. Endlicher ○ Department of Geography ○ Humboldt-University of Berlin



# Architekten-Visionen von Paris im Klimawandel (3)



Prof. Dr. W. Endlicher ○ Department of Geography ○ Humboldt-University of Berlin



+2°C: Paris s'invente! - Yannick Gourvil et Cécile Leroux, collectif et d'iors

# Architekten-Visionen von Paris im Klimawandel (4)



Prof. Dr. W. Endlicher ○ Department of Geography ○ Humboldt-University of Berlin



## Gliederung

1. Regionalklima, Lokalklima, Mikroklima
2. Globaler Klimawandel und regionales Extremwetter
3. Hitzestress und Gesundheit
4. Lösungsmöglichkeiten durch Stadtgrün
5. **Fazit**



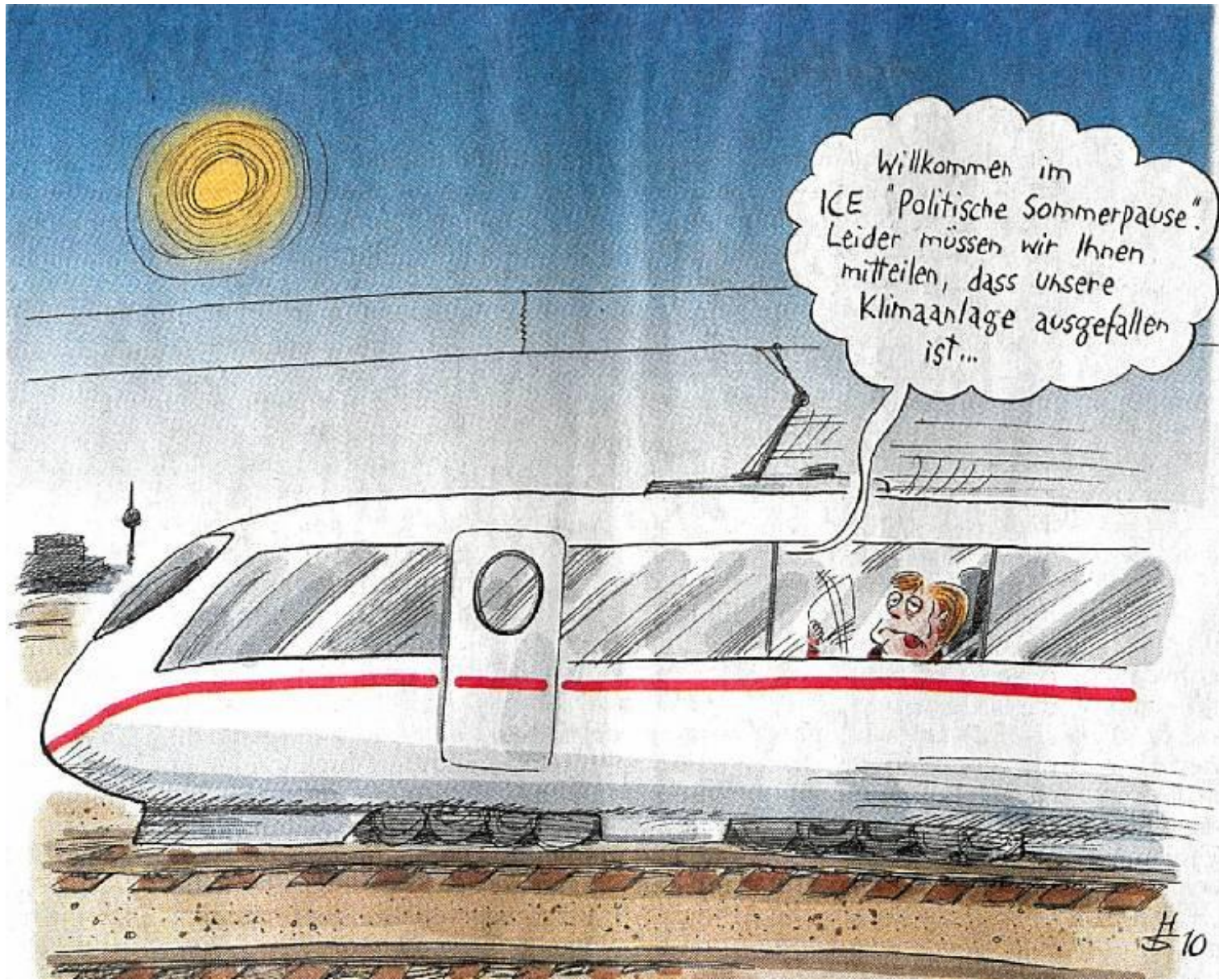
- *Hitzewellen* sind ein regelmäßiges Charakteristikum unserer Sommer. Durch den Klimawandel werden sie allerdings immer häufiger werden, länger anhalten und intensiver ausfallen.
- *Globale* und *lokale* Erwärmung überlagern sich in Städten.
- Der Mensch wird in seinem thermischen Empfinden nicht nur durch hohe Lufttemperaturen beeinflusst; direkte Sonnenstrahlung, hohe Luftfeuchtigkeit ("Schwüle") sowie niedrige Windgeschwindigkeiten tragen bei Hitzewellen zur hohen "*Gefühlten Temperatur*" bei.
- Die *Sterblichkeit* nimmt bei Hitzewellen in großen Städten erheblich zu (an einzelnen Tagen bis hin zur Verdoppelung; z.B. europaweite Hitzewelle 2003, Berliner Hitzewellen 1994, 2006, 2010 und 2013).



- Klimagerechte Stadtplanung muss neben dem *Klimaschutz* (1. Priorität!) auch Maßnahmen zu *Anpassung* an das aktuelle Klima und an die bereits nicht mehr rückgängig zu machenden Folgen des anthropogenen Klimawandels in Betracht ziehen.
- Dabei spielen Aspekte des *Humanbioklimas* eine zentrale Rolle.
- Begrünte Dächer und Wände sind hilfreich, jedoch sind *Stadtbäume* wesentlich wirkungsvoller, da sie *Schatten* spenden (und darüber hinaus auch noch etwas Kohlenstoff speichern).
- Dabei muss auch die Anpassung an unser *Jahreszeitenklima* im Auge behalten werden (Licht und Sonne im Winterhalbjahr, Schatten im Sommer → *Mobile Beschattung*).
- Hitzewellen sind tückisch und nicht nur Wetterphänomene, sondern sie sind eng mit gesundheitlichen Auswirkungen verbunden. Auch Aspekte der "*Umweltgerechtigkeit*" spielen eine Rolle (Hitze, Lärm, Feinstaub- und Ozonbelastung in dicht verbauten Stadtvierteln mit wenig Grün und einer schwierigen Sozialstruktur).

Bereits in sieben Jahren dürfte es doppelt so viele Hitzewellen geben wie heute („heute“ = in Berlin 1994, 2003, 2006, 2010, 2013...), haben Rahmstorf und Coumou (2013) vom Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung berechnet. Bis 2040 sollen es sogar viermal so viele sein. Die gesundheitlichen Konsequenzen sind dramatisch (Mortalität *und* Morbidität) und mit hohen Kosten verbunden.

Der ***klimagerechte Stadtumbau*** (Mitigation *und* Adaptation) ist - auch vom Gesichtspunkt der urbanen Umweltgerechtigkeit her - eine Aufgabe unserer Generation. **Stadtbäume an Alleen und in Parks spielen dabei eine zentrale Rolle.**







## **Prof. Dr. Wilfried Endlicher**

Humboldt-Universität zu Berlin

Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät II

Geographisches Institut

Lehrstuhl für Klimatologie

Unter den Linden 6

10099 Berlin

[www.geographie.hu-berlin.de](http://www.geographie.hu-berlin.de)

E-mail: [wilfried.endlicher@geo.hu-berlin.de](mailto:wilfried.endlicher@geo.hu-berlin.de)

