



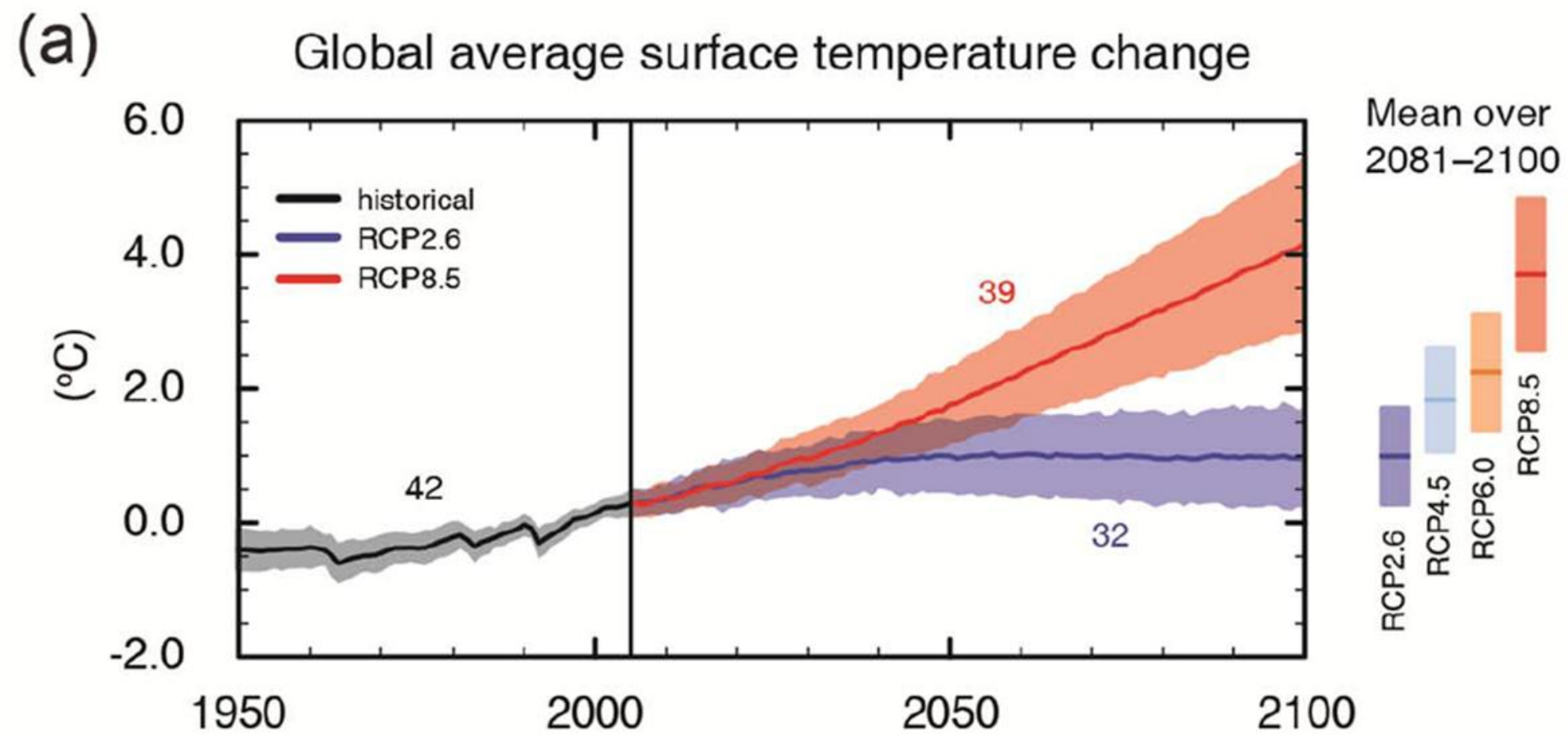
Berlin, 12. November 2013
Dialog zur Klimaanpassung
„Klimarobustes Sanieren und Bauen“

Klimawandel in Deutschland

Orientierungsmöglichkeiten für eine klimarobuste Gebäudegestaltung

Dipl.-Met. Guido Halbig

IPCC – das zukünftige Klima



0,3 bis 4,8

**Anstieg des globalen
Jahresmittels der
Oberflächentemperatur
bis Ende des Jahrhunderts**

- 2081 bis 2100 im Vergleich zu 1986 bis 2005
- Wahrscheinlichkeit $\geq 66\%$

[TABLE SUBJECT TO FINAL COPYEDIT]

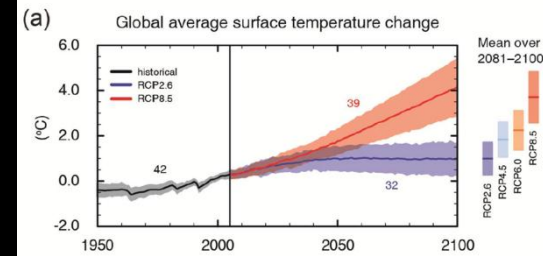
	Scenario	2046–2065		2081–2100	
		mean	likely range ^c	mean	likely range ^c
an Surface ure Change	RCP2.6	1.0	0.4 to 1.6	1.0	0.3 to 1.7
	RCP4.5	1.4	0.9 to 2.0	1.8	1.1 to 2.6
	RCP6.0	1.3	0.8 to 1.8	2.2	1.4 to 3.1
	RCP8.5	2.0	1.4 to 2.6	3.7	2.6 to 4.8

27.09.2013

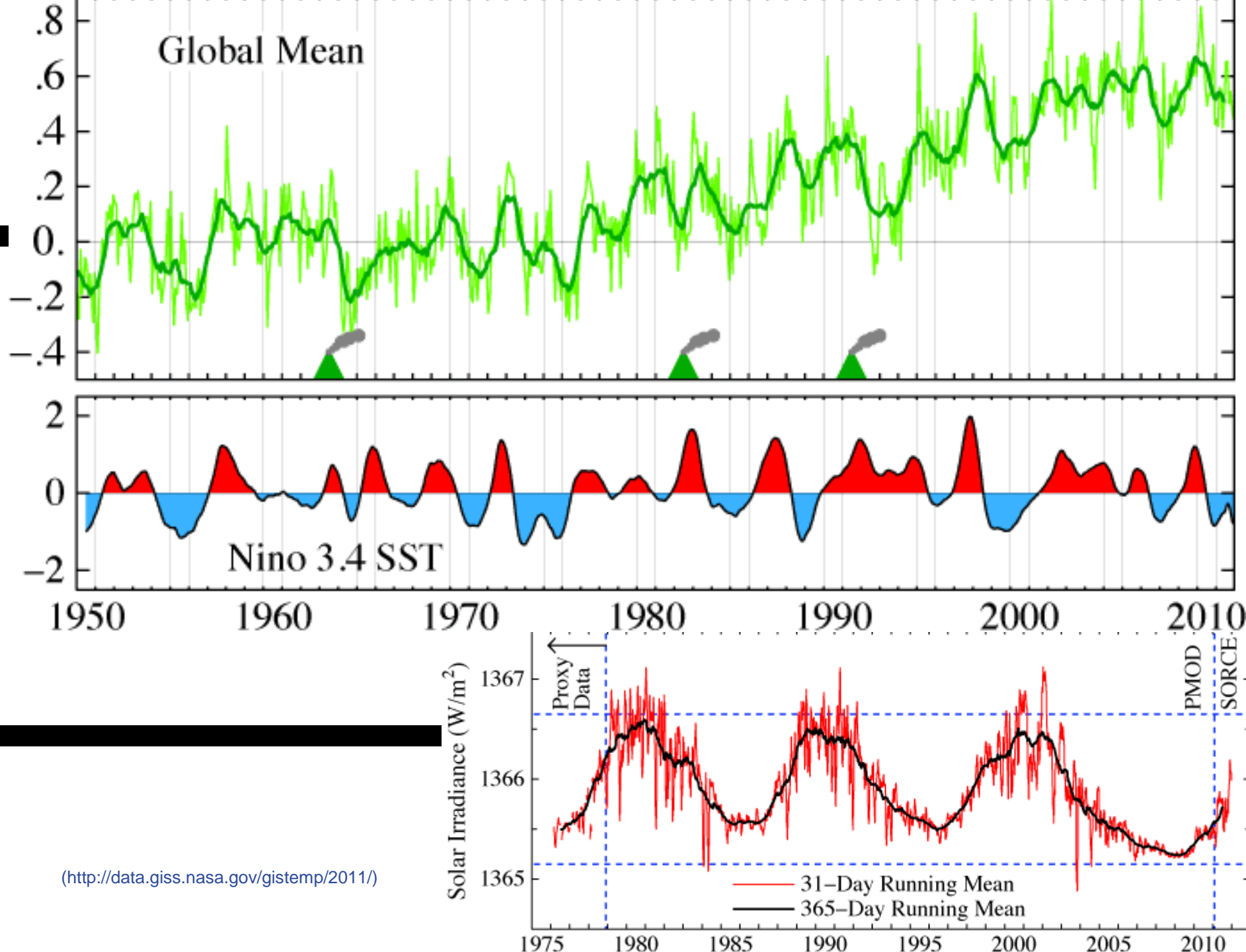
IPCC, Beitrag der WG I zum 5. Assessment Report:

Die physikalisch wissenschaftliche Basis

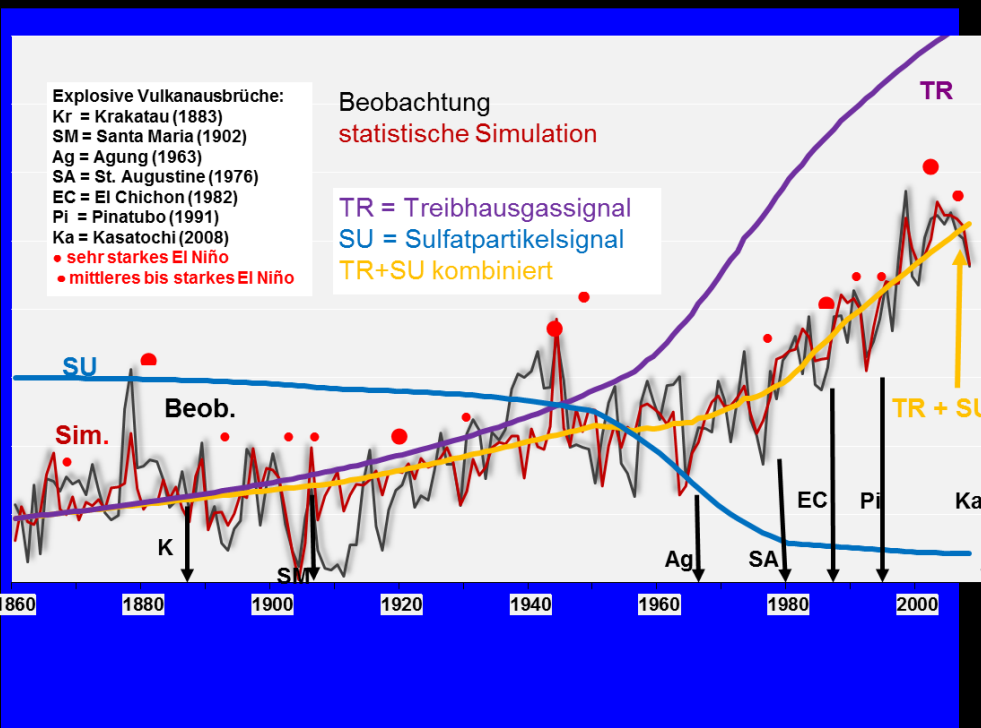
Zusammenfassung für die politischen Entscheidungsträger



**Der Einfluss des Menschen auf
das Klimasystem
ist eindeutig.**



wer oder was ist für den Klimawandel verantwortlich?



Antrieb	Maximales Signal [K] (bestes Modell – NN)
Treibhausgase	+1,46
Sulfataerosol	-0,51
Vulkanismus	-0,24
solare Einstrahlung	+0,05
ENSO-Phase	+0,18
erklärte Varianz	88%

+ Meeresströmungen
 + Wärmespeicher Ozean
 +

1960: < 320 ppm
März 2013: 397 ppm

**Ja,
Kohlendioxid
steigt in der
Atmosphäre weiter an.**

**Ja,
Treibhausgase
wie CO₂
führen zur
Erwärmung der
Atmosphäre...**

**lwr, 8.11.13: Weltweiter CO₂-Ausstoß steigt
2012 um 1,3% auf einen neuen Rekordwert:
Mit 34,43 Mrd. t (2011: rd. 33,99 Mrd. t) liegen die
CO₂-Emissionen im Jahr 2012 erstmals um mehr
als 50 Prozent über dem Niveau von 1990**

Klimagerechtigkeit

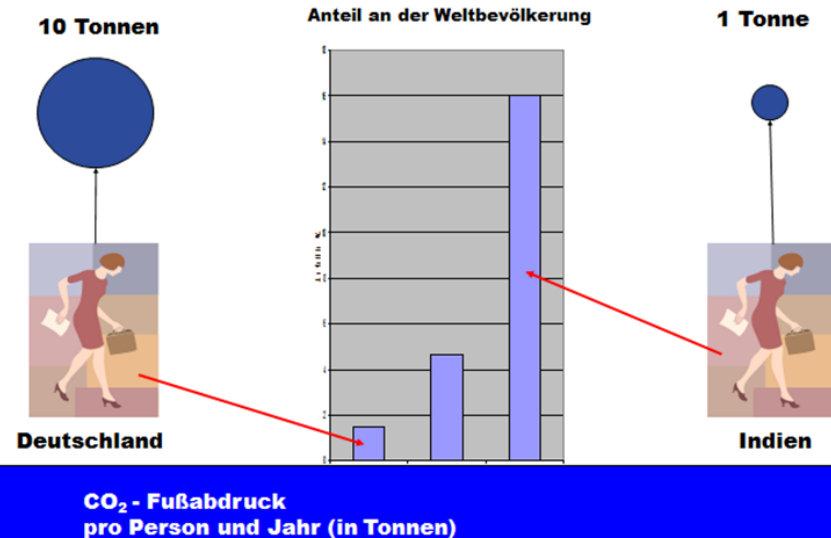
Was heißt, was ist
Klimagerechtigkeit?
Klimawandelgerechtigkeit?

Das Recht jedes Menschen,
dieselbe Menge Kohlendioxid
zu emittieren wie jeder andere auch?

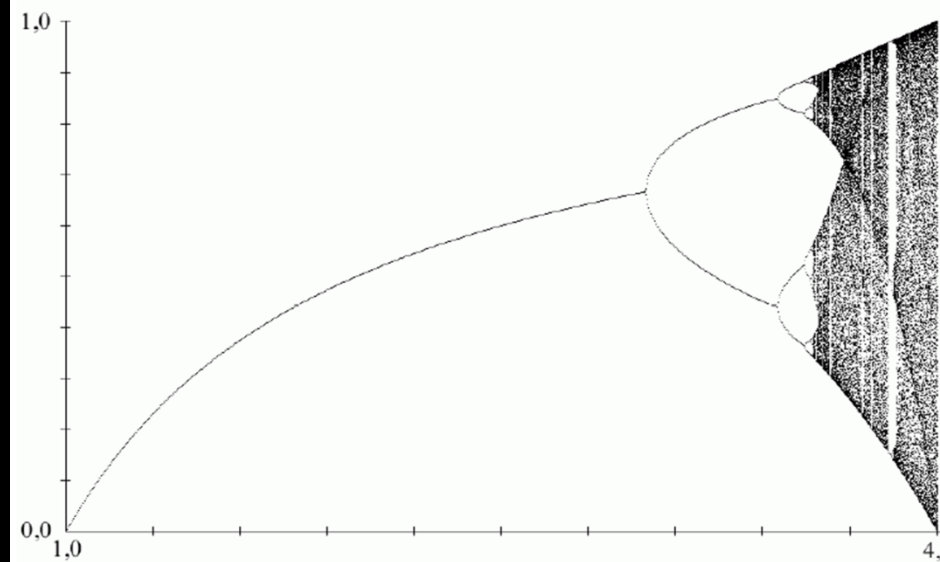
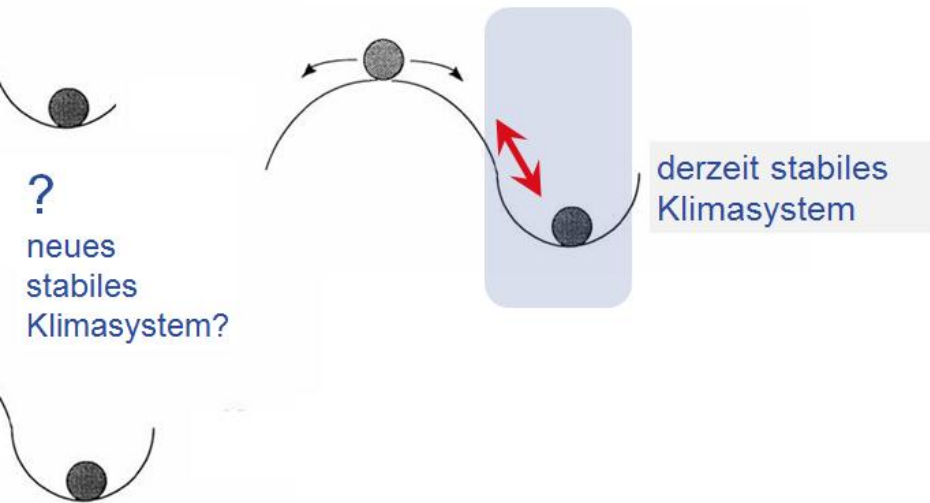
Wie kann eine weltweite Reduktion der
Treibhausgase erreicht werden?

Klimawandel / Anpassung an den Klimawandel

Deutscher Wetterdienst
Wetter und Klima aus einer Hand



Stabilität des Klimasystems...

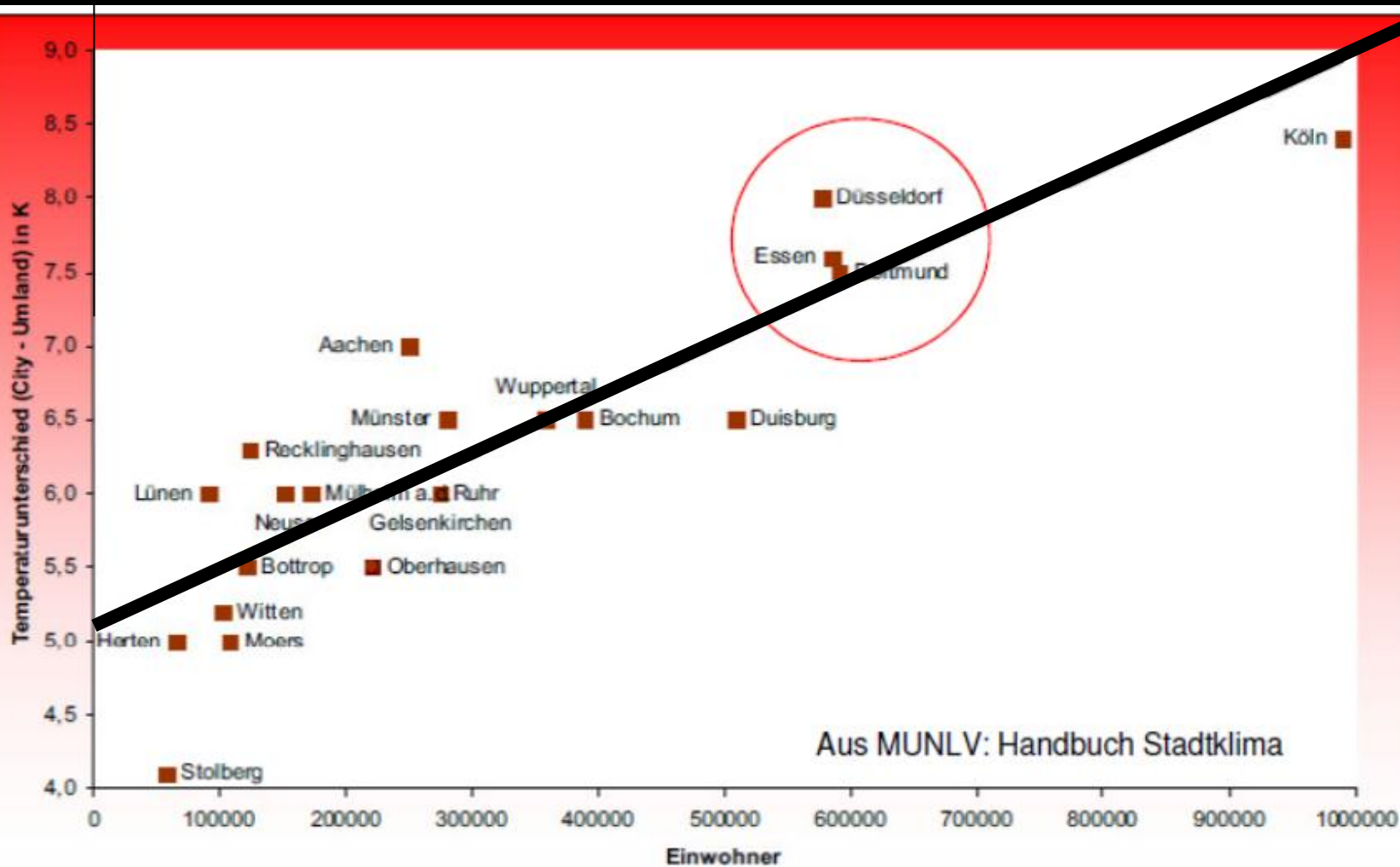


städtische Wärmeinsel

Köln



10,5



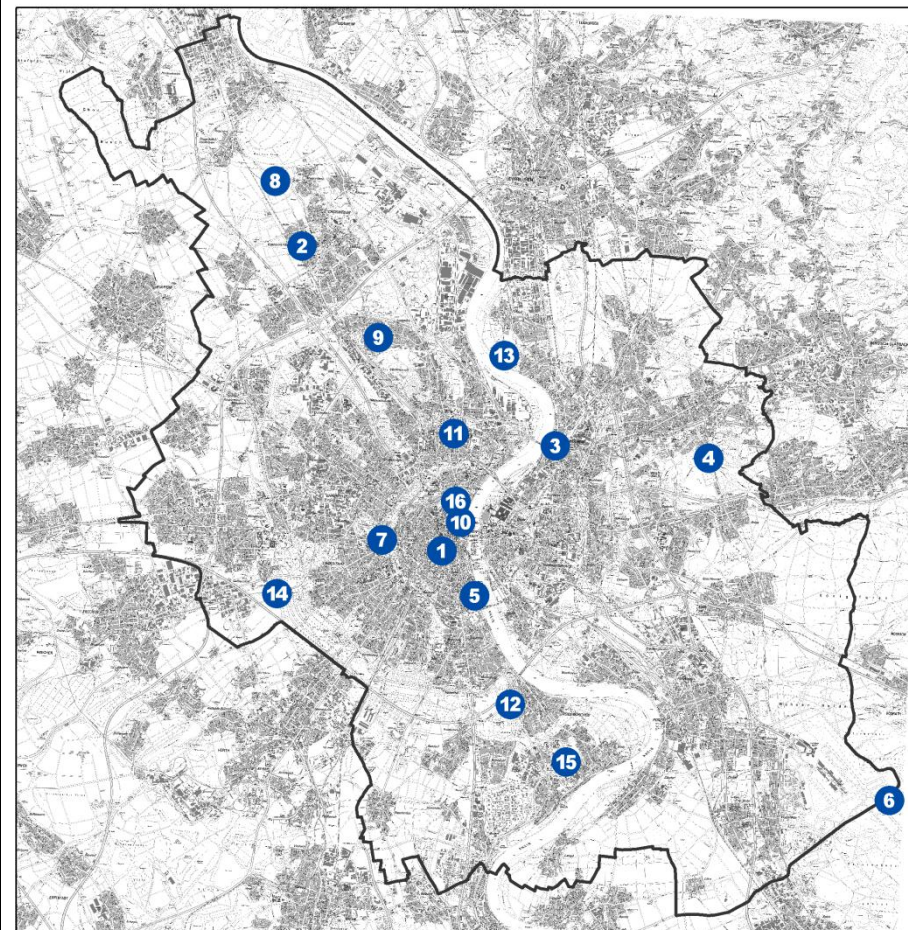
Maximaler Wärmeinsel-Effekt

10,5

An einem Morgen – nach einem heißen Tag kann es in der Kölner Innenstadt und verdichteten Wohnvierteln bis zu

10,5 Kelvin

wärmer sein als an der Peripherie der Stadt

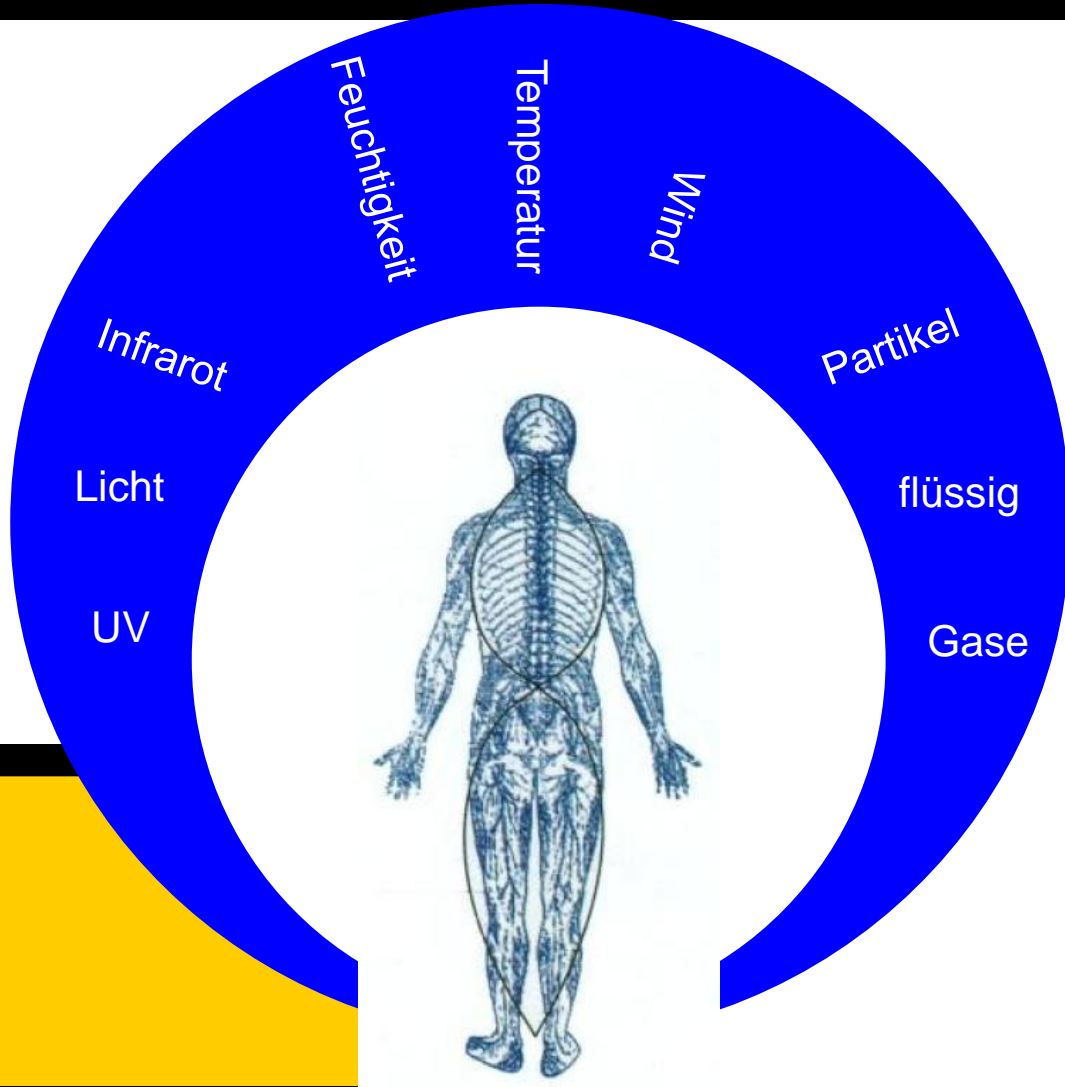


Messstationen

- | | | | |
|--------------|-----------------------|------------------|----------------|
| 1 AGRIPPABAD | 5 FACHHOCHSCHULE | 9 LONGERICH | 13 STAMMHEIM |
| 2 CHORWEILER | 6 FLUGHAFEN KÖLN-BONN | 10 MUSEUM LUDWIG | 14 STÜTTGENHOF |

Thermischer Wirkungskomplex

Aktinischer Wirkungskomplex



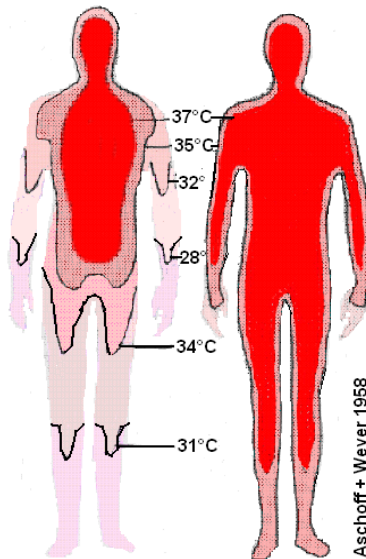
Lufthygienischer Wirkungskomplex

Mensch

Wärmehaushalts-
Modelle

Atmosphäre

kalt



Aschoff + Wever 1958

inn

warm

Energieverlust

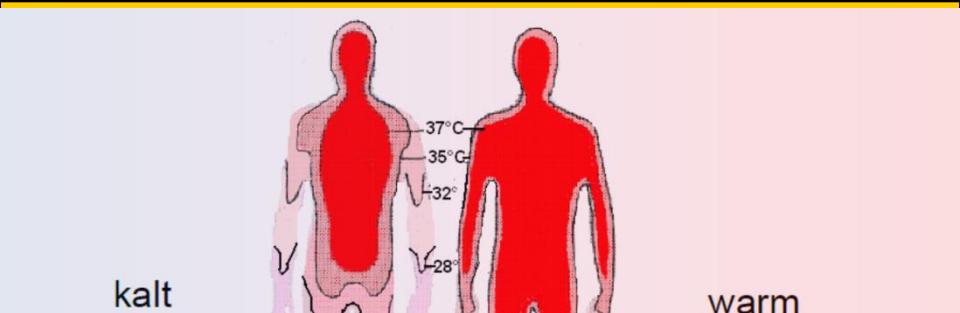
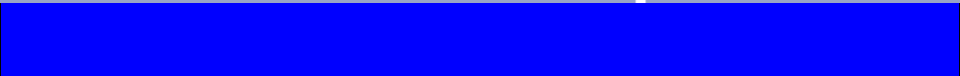
(Strahlung, Wärmeleitung,
Turbulenter Transport,
Verdunstung, ...)

Klima-Michel-Modell

(-> Gefühlte Temperatur)

Wärmebelastung – gesundheitliche Gefährdung

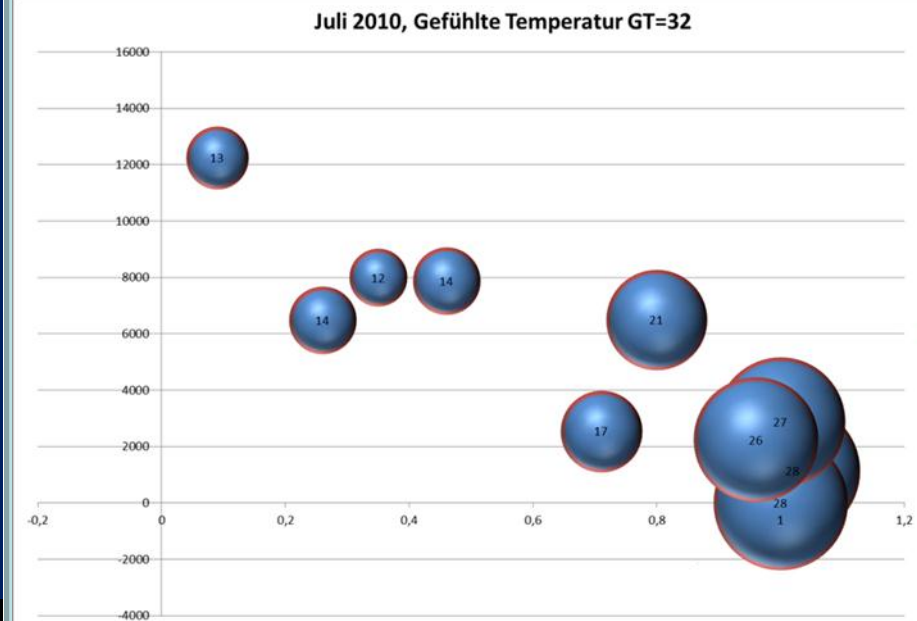
Gefühlte Temperatur (°C)	Thermisches Empfinden	Gesundheitliche Gefährdung
über 38	sehr heiß	sehr hoch
32 bis 38	heiß	hoch
26 bis 32	warm	mittel
20 bis 26	leicht warm	gering



Wärmebelastung

Die Zahl der Tage mit hoher Wärmebelastung variiert sehr stark innerhalb der Stadt (hier ein Beispiel aus Köln):

Deutlich mehr Tage - doppelt so viele – in der Innenstadt als in der Peripherie der Stadt



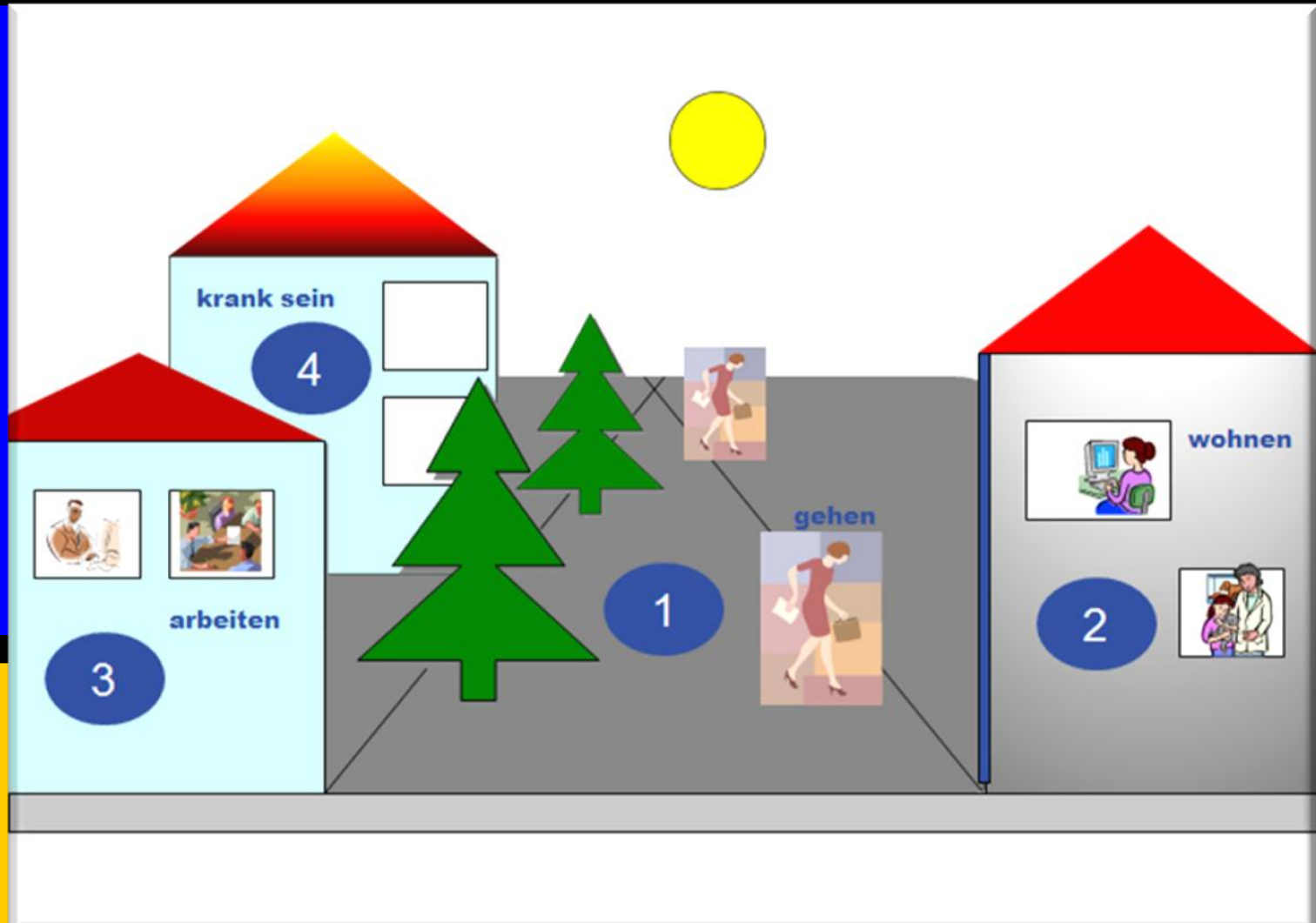
Wie erhalte ich für den Planer relevante Karten / Informationen Zum zukünftigen Klima?

Die **Betroffenheit oder Anfälligkeit**
eines Stadtgebietes/ Stadtteils ergibt sich

- zum einen aus der **klimatischen Belastung** (z. B. durch Hitze) und
- zum anderen aus der **Sensitivität der dortigen Stadtbewohner bezüglich dieser Belastung**

So führt zum Beispiel eine **hohe Wärmebelastung** bezüglich der anfälligen **Personengruppe über 65 Jahre** (Sensitivität) zu einer hohen Betroffenheit eines Stadtteils, wenn der Anteil dieser Personengruppe dort besonders relevant ist.

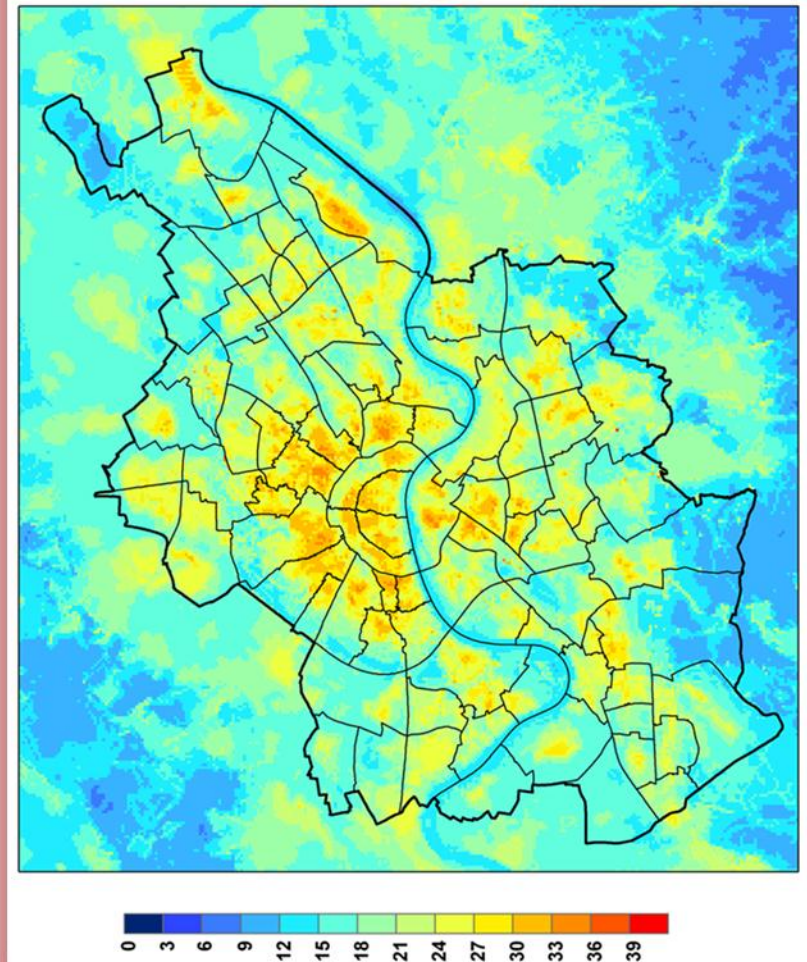
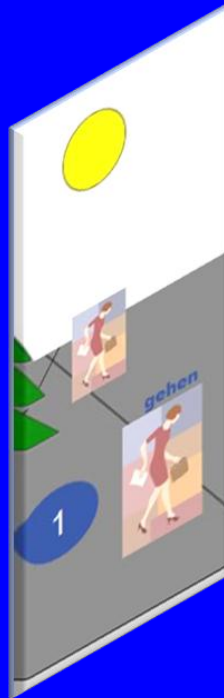
Hitzebelastung wo und für wen?



Wärmebelastung im Freien

- Einkaufen gehen
- Spazieren gehen
- Sport treiben
- ...

Zahl der heißen Tage



Zunahme von Sommertagen / heißen Tagen

Köln 2021 bis 2050

Sommertage:

Derzeit: ca. 40 Tage pro Jahr

Mitte des Jahrhunderts: 51 bis 67
Tage

+ 30 bis 70 %

Heiße Tage

Derzeit: 8 – 9

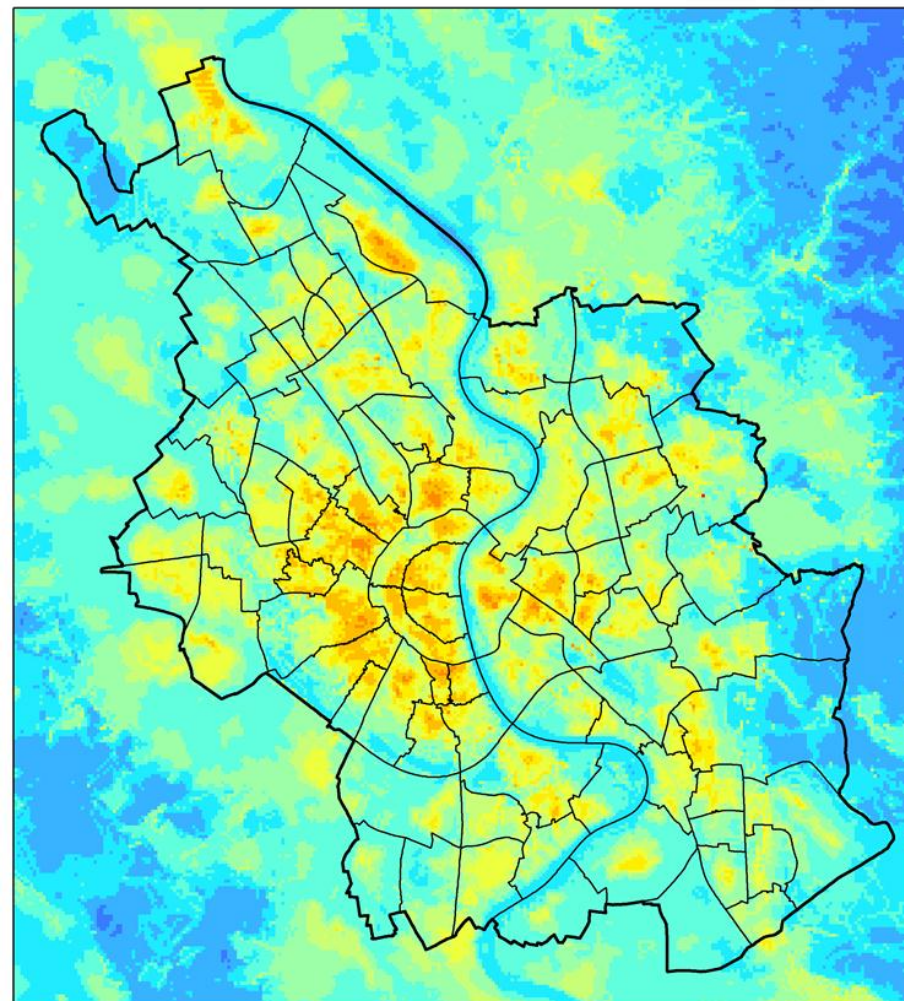
Mitte des Jahrhunderts: 13 – 20

+ 60 bis 150 %

Globales Modell

+ Regionales Modell (RCM)

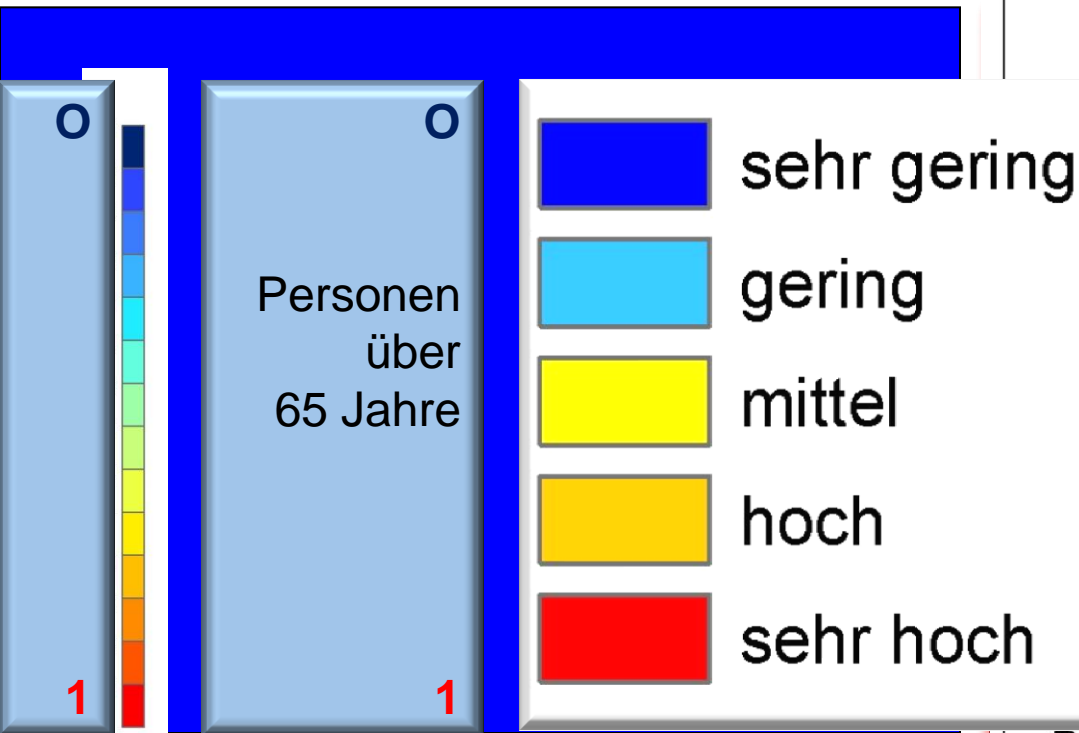
+ Wirkmodell (MUKLIMO_3)



Planungskarten

Karte der Betroffenheit „Hitze – ältere Personen“

Ergebnisse für den Planer / Entscheidungsträger
Visualisieren...

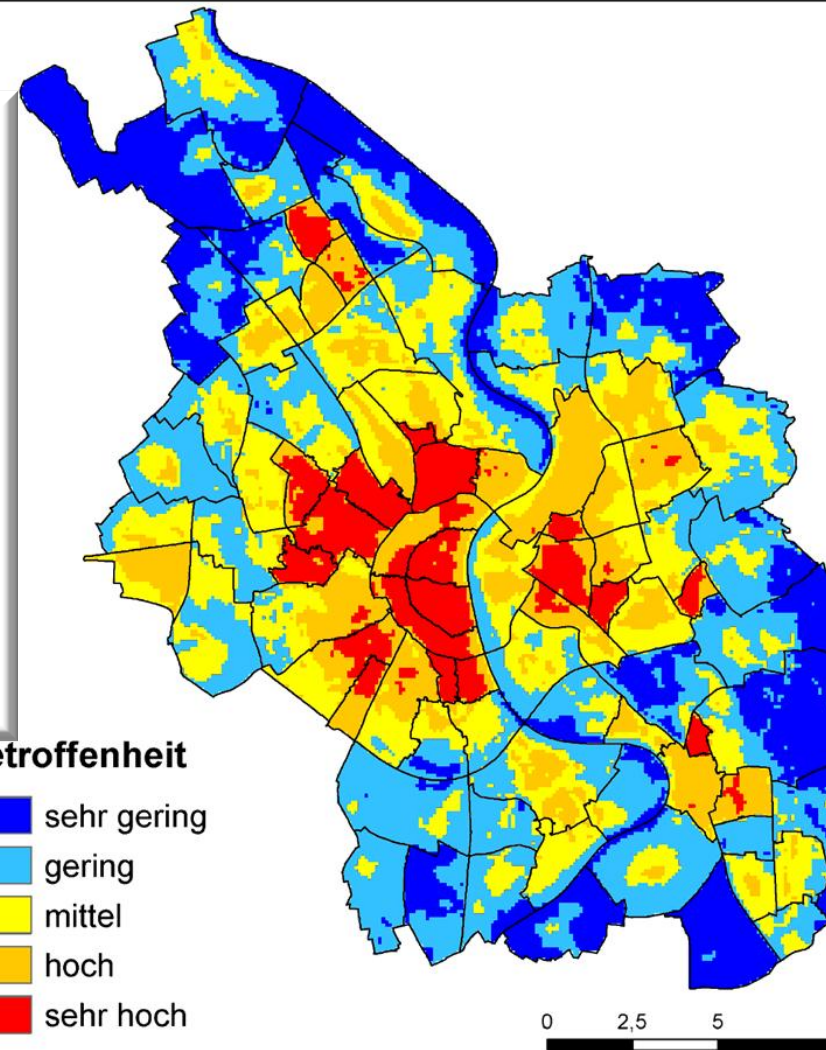


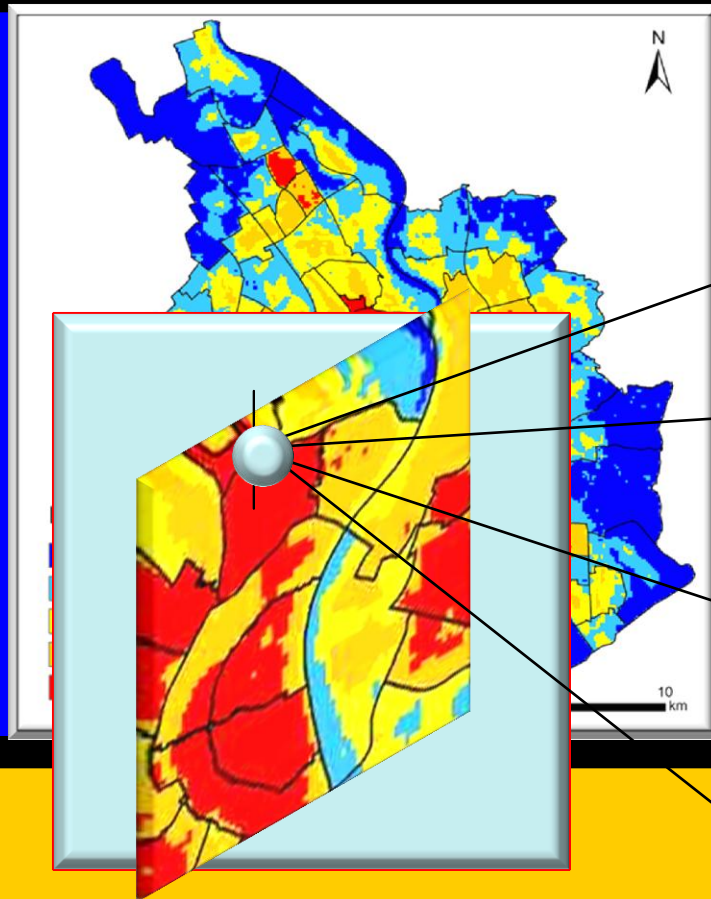
Wärmebelastung
= Anzahl heiße Tage

+
Zahl der Personen
älter 65 Jahre

= **Betroffenheit**

Betroffenheit





Bau eines neuen Pflegeheims

Kriterien

- + Soziale Aspekte (soziale Kontakte)**
- + Verkehrspolitik / Klimaschutz (kurze Wege)**
- + Städtebau (vorhandene Liegenschaften)**
- Gesundheitsschutz / Anpassung an den Klimawandel (Hitzebelastung)**



Was wird sich in den Städten (in Deutschland) ändern?

- Zunahme der Sommertage und heißen Tage
- Zunahme der Tage mit starker Wärmebelastung
- Zunahme von Betroffenheit und Gesundheitsrisiko gefährdeter Personen



**Relevanz für
Gebäude**



Thermische
Effekte

Starkniederschlagsereignisse

Precipitation Extremes

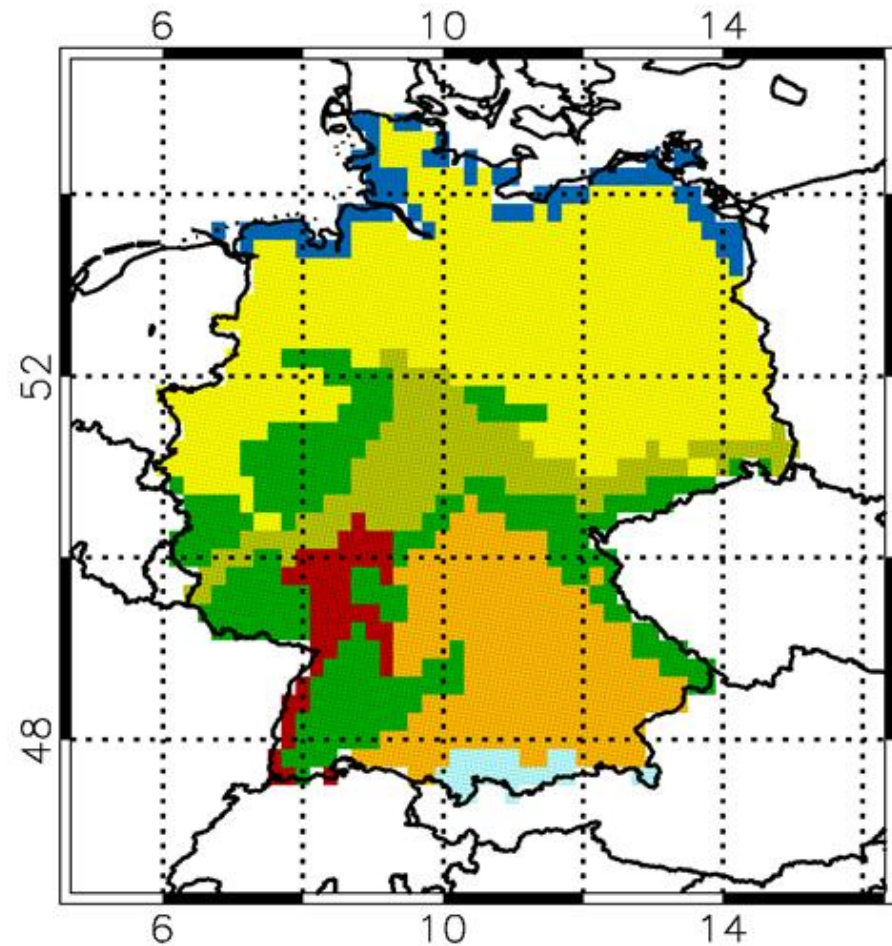
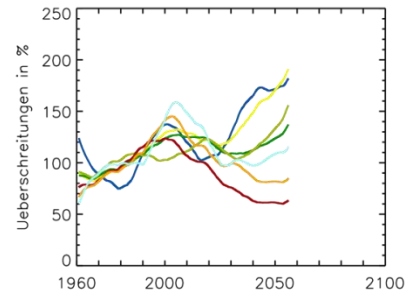
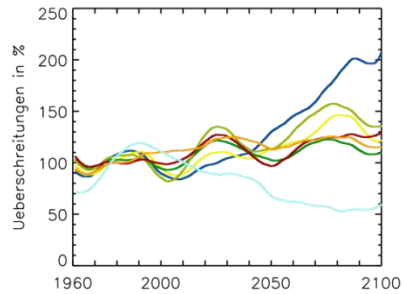
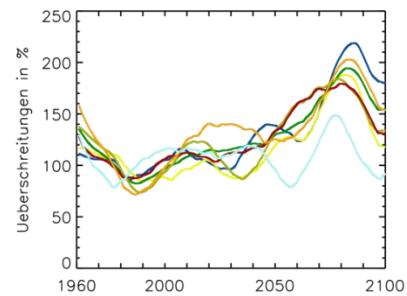
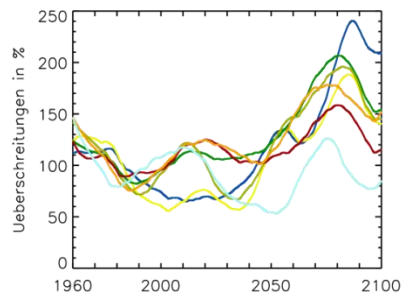
Für die nahe und fernere Zukunft bestätigen die [aktuellen] Projektionen einen klaren Trend hin zu einer **Zunahme von Extremniederschlagsereignissen** ... in weiten Bereichen der Landmassen der mittleren Breiten... werden extreme Niederschläge intensiver und häufiger ... auftreten.

“For the near- and long-term, CMIP5 projections confirm a clear tendency for increases in heavy precipitation events in the global mean seen in the AR4, but there are substantial variations across regions (TFE.9, Figure1). Over most of the mid-latitude land-masses and over wet tropical regions, extreme precipitation will very likely be more intense and more frequent in a warmer world. {11.3.2, 12.4.5}”

IPCC, 27.09.2013

Beitrag der WG I zum 5. Assessment Report:
Die physikalisch wissenschaftliche Basis
Zusammenfassung für die politischen
Entscheidungsträger

Starkniederschläge (99%-Perzentil) Auswertung: 4 RCM-Realisierungen



Überschreitungswahrscheinlichkeiten:
**etwa 50% bis Ende des
Jahrhunderts**

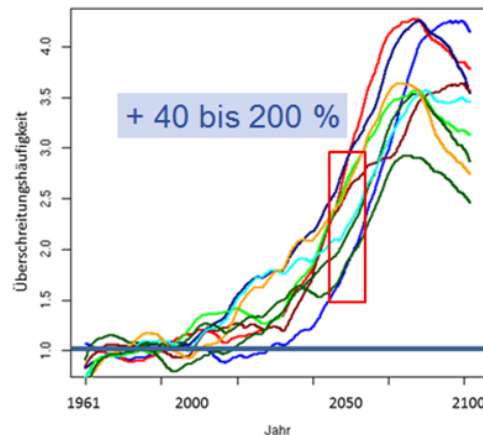
Starkniederschläge Region Köln Projektionsdaten, Einstunden-Niederschlagssummen

99,998% Quantil

Jährlichkeit $T = 1$
(Ereignis, das einmal pro Jahr
auftritt)
Stündlicher Niederschlagswerte
(Periode 1961-2099)

Häufigkeiten der Überschreitung von
Schwellenwerten
Methode: Kernschätzer

Überschreitungshäufigkeiten
= Änderungsfaktor
1 = 100 % = arithmetisches Mittel
der Periode 1961 bis 2000



Jährlichkeit $T = 1$ (ein Ereignis pro Jahr):

Die Überschreitungshäufigkeit bis Mitte
des Jahrhunderts beträgt ca. 1,4 bis
2,9:

Niederschlagsereignisse (Anzahl der
Stunden pro Jahr) – die oberhalb
des 99,99%-Perzentilwertes
(der Periode 1961–2000) liegen,
können

bis Mitte des Jahrhunderts um
etwa **40 bis 200 Prozent** häufiger
auftreten als bisher.

Was wird sich in den Städten (in Deutschland) ändern?



- **Jahressummen des Niederschlags (→)**
- **Verschiebung der Jahresverteilung (So → Wi)**
- **Zunahme von Starkniederschlag**

+

-

+

-

(+)

+



Niederschlag
Starkniederschlag

Allgemeiner
Klimawandel-
effekt

relevant
für Gebäude

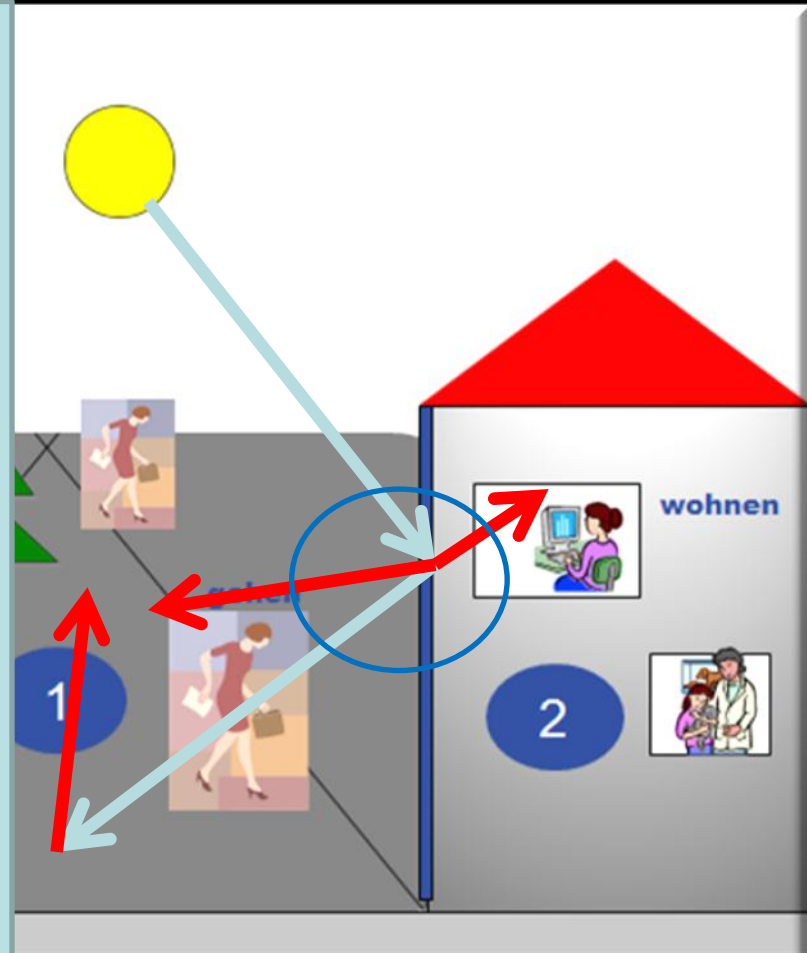
Klimaschutz und Klimaanpassung



Maßnahme	Wirksamkeit	
	Klimaschutz	Klimaanpassung
Fassadenbegrünung	+	+
weiße / helle Fassadenfarbe	+	+
Photovoltaikanlage	+	+
Klimaanlage		+
begrüntes Flachdach	+	+



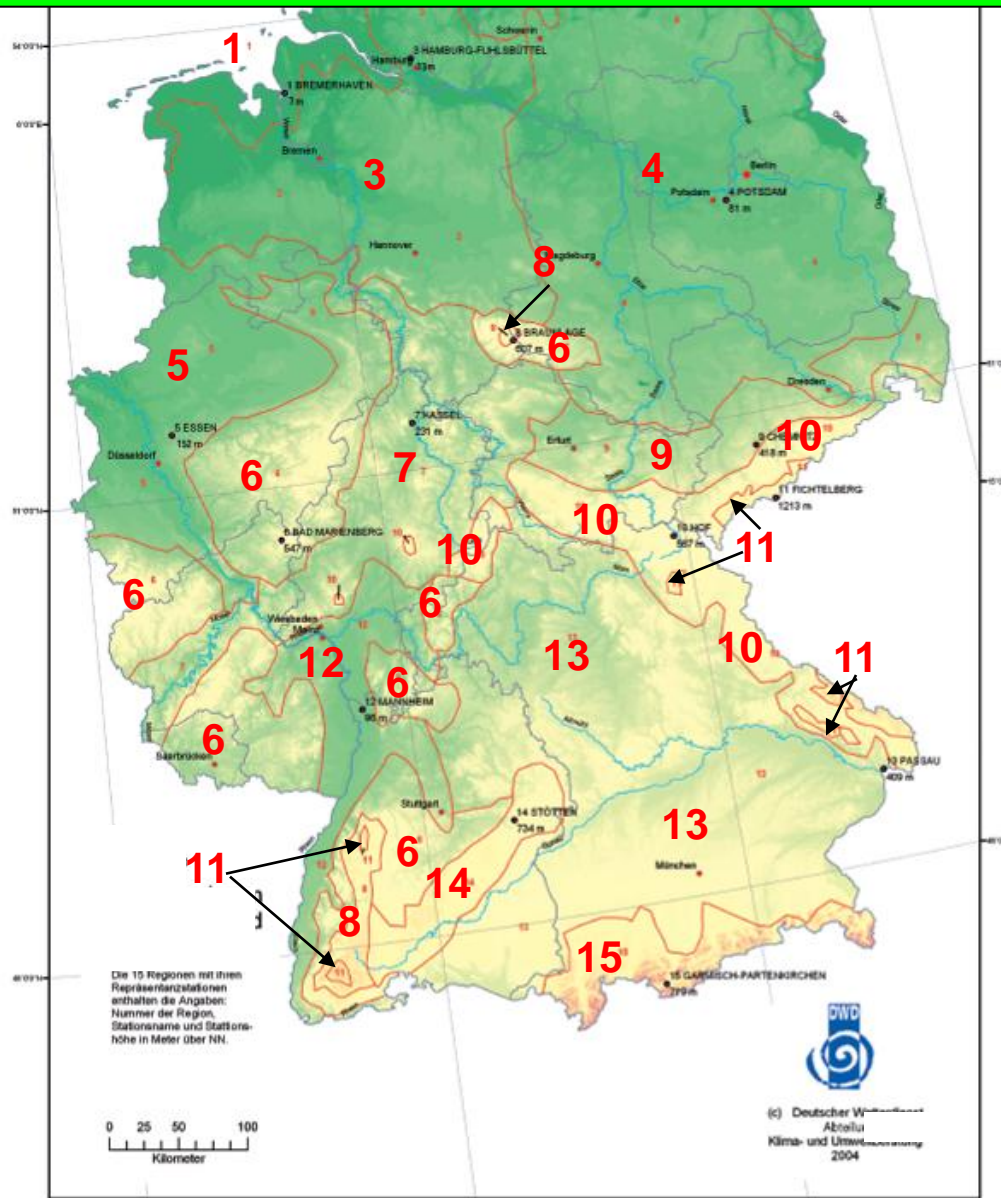
Wohin mit der solaren Strahlung?



Testreferenzjahre (TRY)

TRY-Klimaregionen

Deutschland



TRY-Region	Repr. Station
1	Bremerhaven
2	Rostock-Warnemünde
3	Hamburg-Fuhlsbüttel
4	Potsdam
5	Essen
6	Bad Marienberg
7	Kassel
8	Braunlage
9	Chemnitz
10	Hof
11	Fichtelberg
12	Mannheim
13	Mühlendorf/Inn
14	Stötten
15	Garmisch-Partenkirchen

Testreferenzjahre (TRY)

1. Bedeckungsgrad [Achtel]
2. Windrichtung in 10 m über Grund [°]
3. Windgeschwindigkeit in 10 m über Grund [m/s]
4. Lufttemperatur in 2 m über Grund [°C]
5. Luftdruck in Stationshöhe [hPa]
6. Wasserdampfgehalt, Mischungsverhältnis [g/kg]
7. relative Feuchte in 2 m über Grund [%]
8. Direkte Sonnenbestrahlungsstärke [W/m²]
9. Diffuse Sonnebestrahlungsstärke [W/m²]
10. Bestrahlungsstärke der atmos. Wärmestrahlung [W/m²]
11. Bestrahlungsstärke der terr. Wärmestrahlung [W/m²]
12. Wetterereignis der aktuellen Stunde

Zeitreihen (1-h-Werte) Ein-Jahr

Testreferenzjahre (TRY)

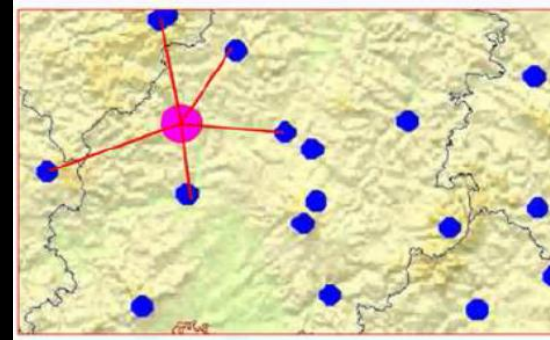
- Testreferenzjahre (TRY) wurden hauptsächlich für den Einsatz in der **Heizungs-, Lüftungs- und Klimatisierungstechnik** konzipiert.
- TRYs liefern die Randbedingungen für thermische Gebäudesimulationen
 - Berechnung des Energieverbrauchs von Heiz- und Klimaanlage
 - Bewertung der Effizienz technischer Gebäudeausstattung zur Innenraumklimatisierung unter extremen Witterungsbedingungen

Testreferenzjahre (TRY)

derzeitige Struktur

- Diverse meteorologische Variablen auf stündlicher Basis für 365 Tage
 - An 15 Repräsentanzstationen in Deutschland
 - Aus realen Witterungsabschnitten zusammengesetzt
 - Auswahl der jeweiligen Witterungsabschnitte aus 1993 bis 2007
- Mittlere & extreme Sommer- bzw. Winter- fokussierte TRY-Datensätze
- Berücksichtigung der urbanen Wärmeinsel
 - Abschätzung am Anwendungsort mittels eines Stadtklimamoduls
- **Zukunfts-TRY: Bewertung des Klimawandels anhand 5 regionaler Klimaprojektionen**
 - **Mittlere & extreme Zukunfts-TRYs (2021 – 2050)**

Testreferenzjahre (TRY) geplant (2016)



- Anstelle von 15 Repräsentanzstationen sollen **räumlich hochauflösende (1 km x 1 km) TRY-Datensätze** erstellt werden
 - Höhere räumliche Repräsentanz
 - Konsistente Höhenabhängigkeit der Parameter
 - Eindeutige Zuordnung eines TRY-Datensatzes zum Anwendungsort
- **Integration der urbanen Wärmeinsel**
 - Empirischer Ansatz oder physikalischer Ansatz mittels eines Stadtklimamodells
- **Zukunfts-TRYs: Aktualisierung & Erweiterung des Ensembles regionaler Klimaprojektionen**



Vielen Dank

guido.halbig@dwd.de