

# Grundlagen Freiraum und Klima - WiSe 24/25

## Hotspots & cool places: Stadt & Klima



# Ablauf: Semester

## Freiräume

lesen & darstellen

VL

- 29.10. Intro / Der Himmel als Dach: Frei-Raum
- 05.11. Freiraumtypen I
- 12.11. Freiraumtypen II
- 18.11. Montag: Vortrag Climate Sensitive Holland
- 19.11. Vector Works
- 26.11. Freiraumtypen III
- 29.11. Freitag: Planspiel
- 03.12. Feedback Planspiel
- 10.12. Leben im Freiraum
- 17.12. Workshop Rollen

Ü

- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- Freiräume nachhaltig entwerfen
- 
- Atmosphären im Freiraum

## ökosystemare Aspekte

verstehen



Berufungsvorträge

- 07.01. urbaner Metabolismus: Stadt & Wasser
- 14.01. hot spots & coole Orte: Stadt & Klima
- 21.01. natürlich urban: Stadtnatur & Biodiversität
- 28.01. Critical Zone: Boden & Kreisläufe
- 04.02. urbane Landschaften nachhaltig entwerfen
- 11.02. wrap up: urban by nature

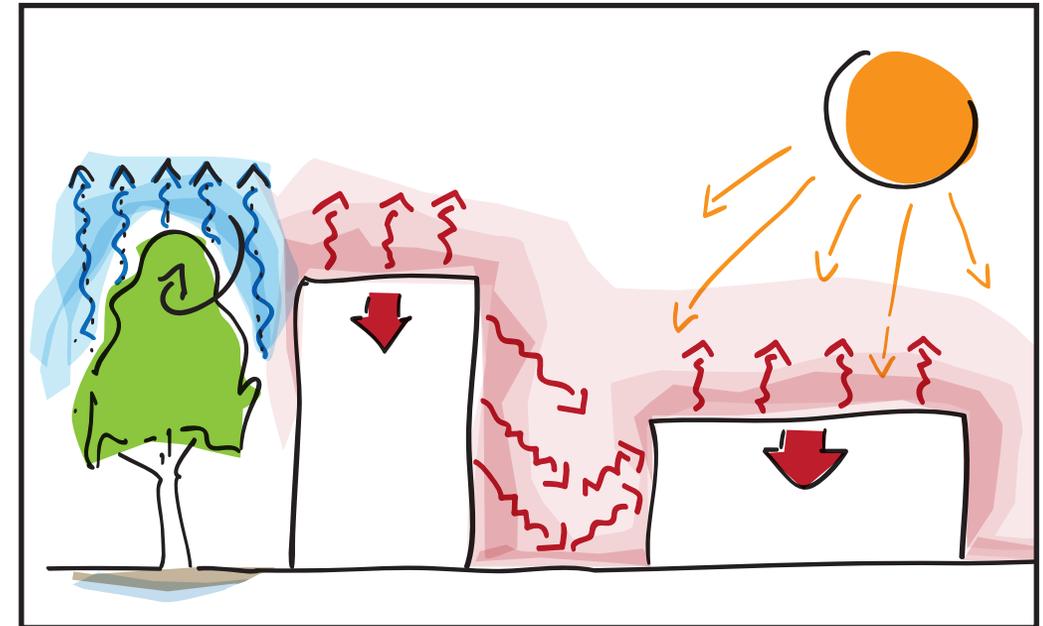
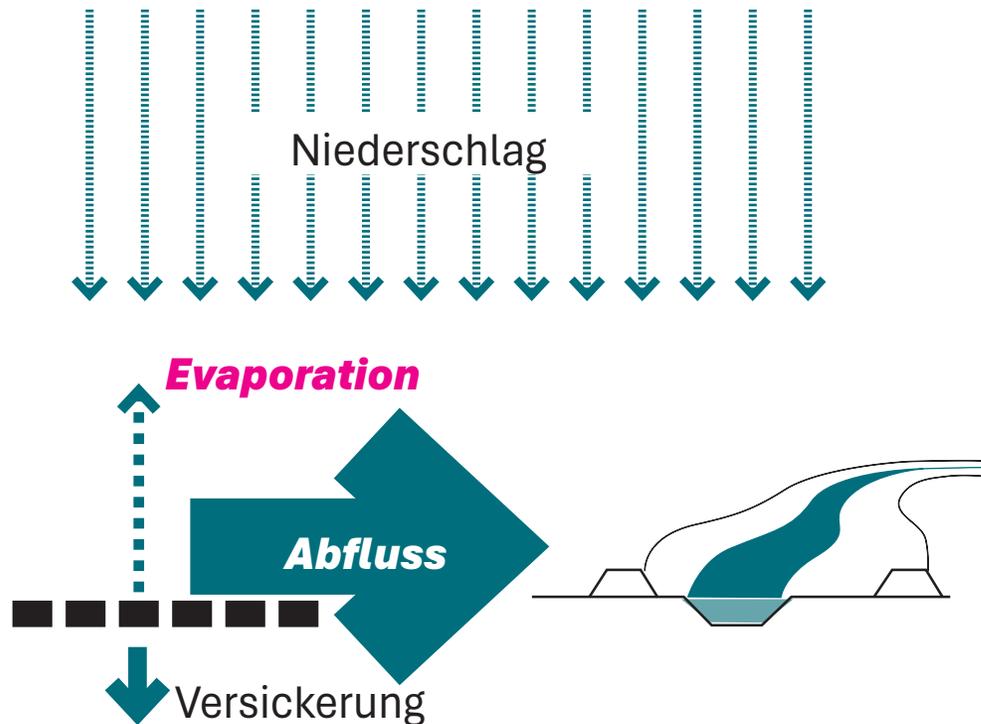
Hausarbeit

Präsentation & Abgabe

# Der urbane Wasserkreislauf

= hoher & schneller Oberflächenabfluss  
(Überflutung & geringe Grundwassererneuerung)

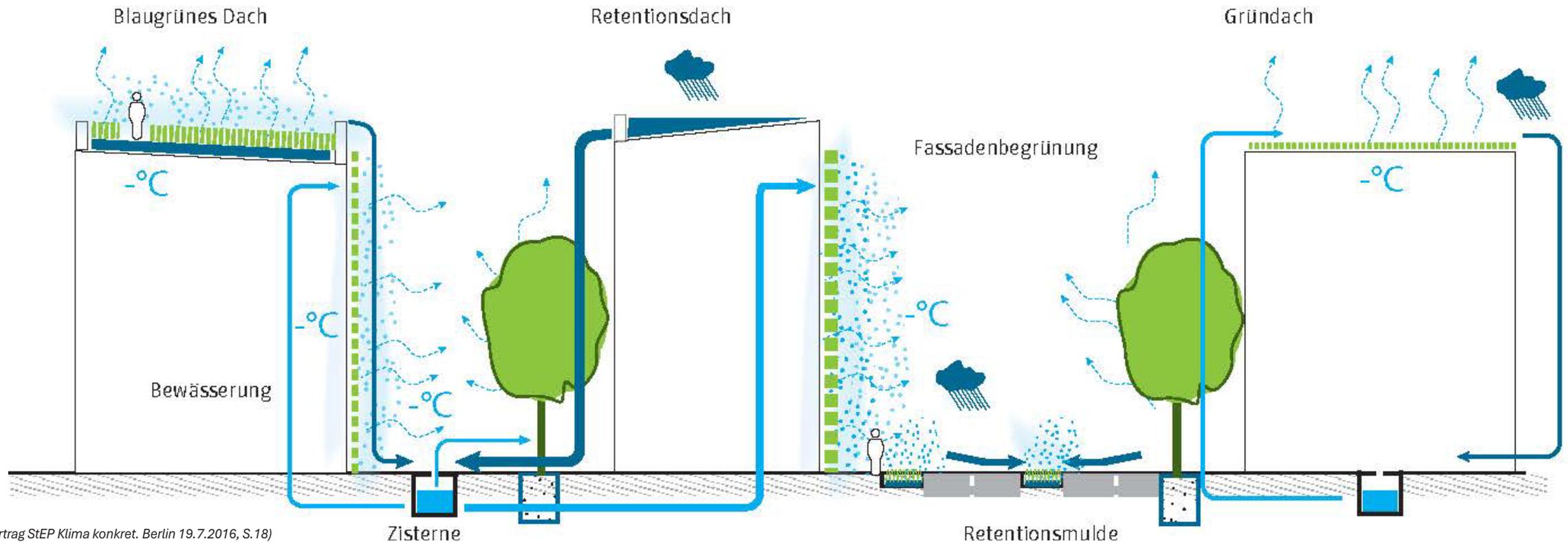
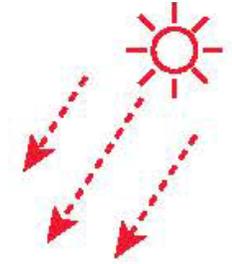
= **reduzierte Evaporation**  
**(Hitzeinsel)**



# Konzipiere die Stadt als Schwamm: Ein Schwamm speichert Wasser und gibt es ab, wenn nötig.

(z.B. Adaption Strategy Berlin)

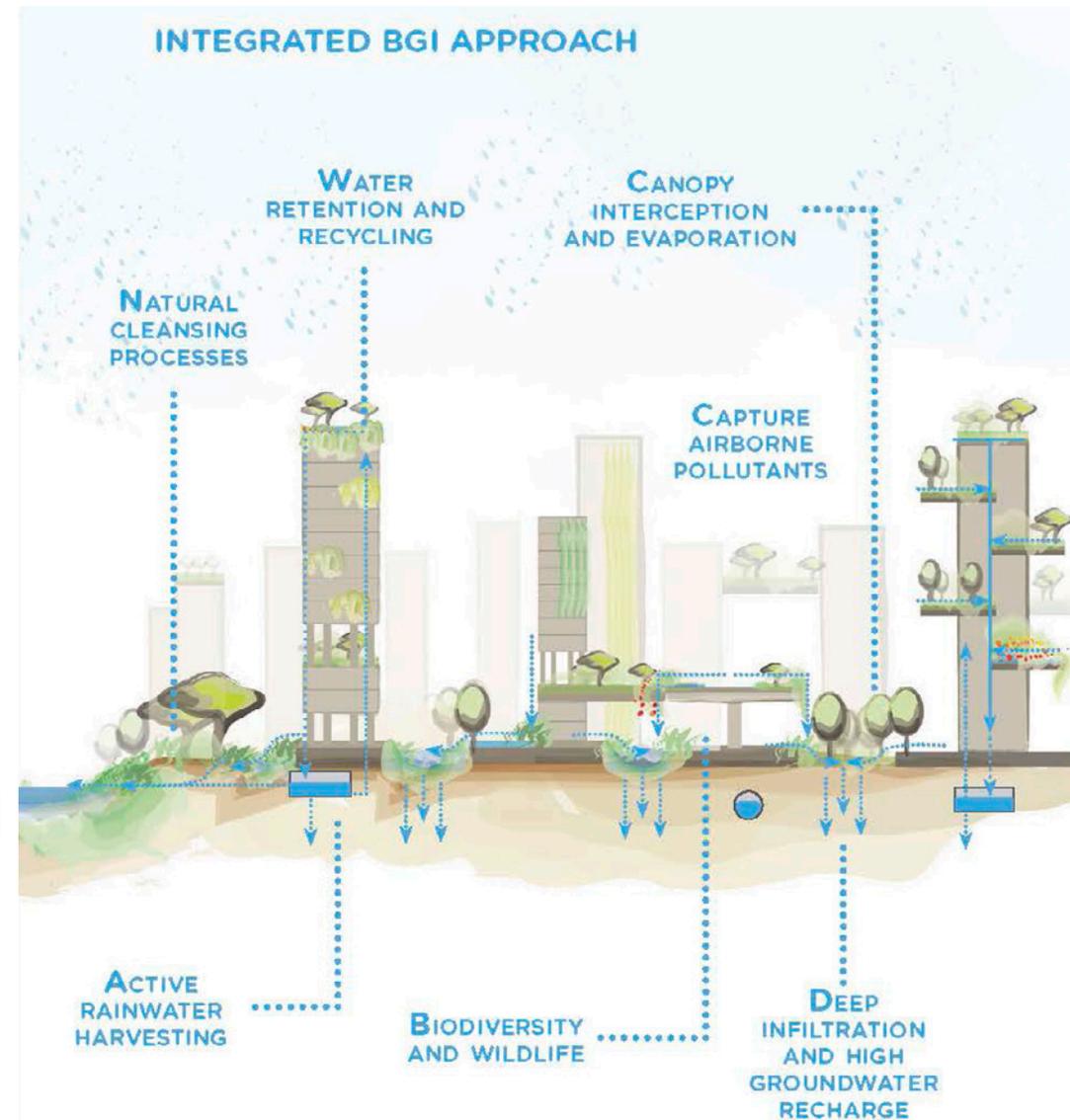
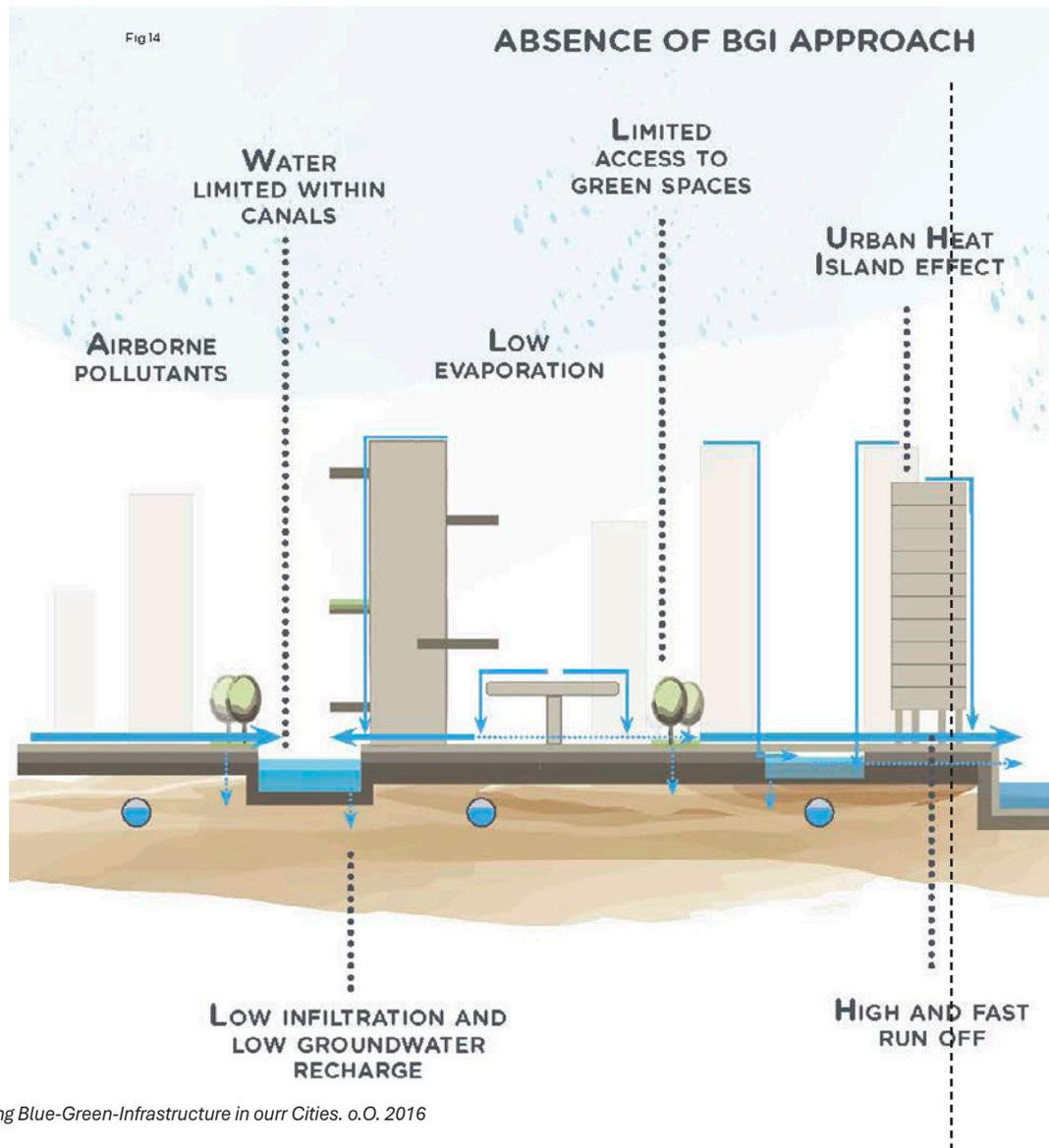
Alle Oberflächen der Stadt fungieren als Schwamm



Quelle: bgmr: Vortrag StEP Klima konkret. Berlin 19.7.2016, S.18)

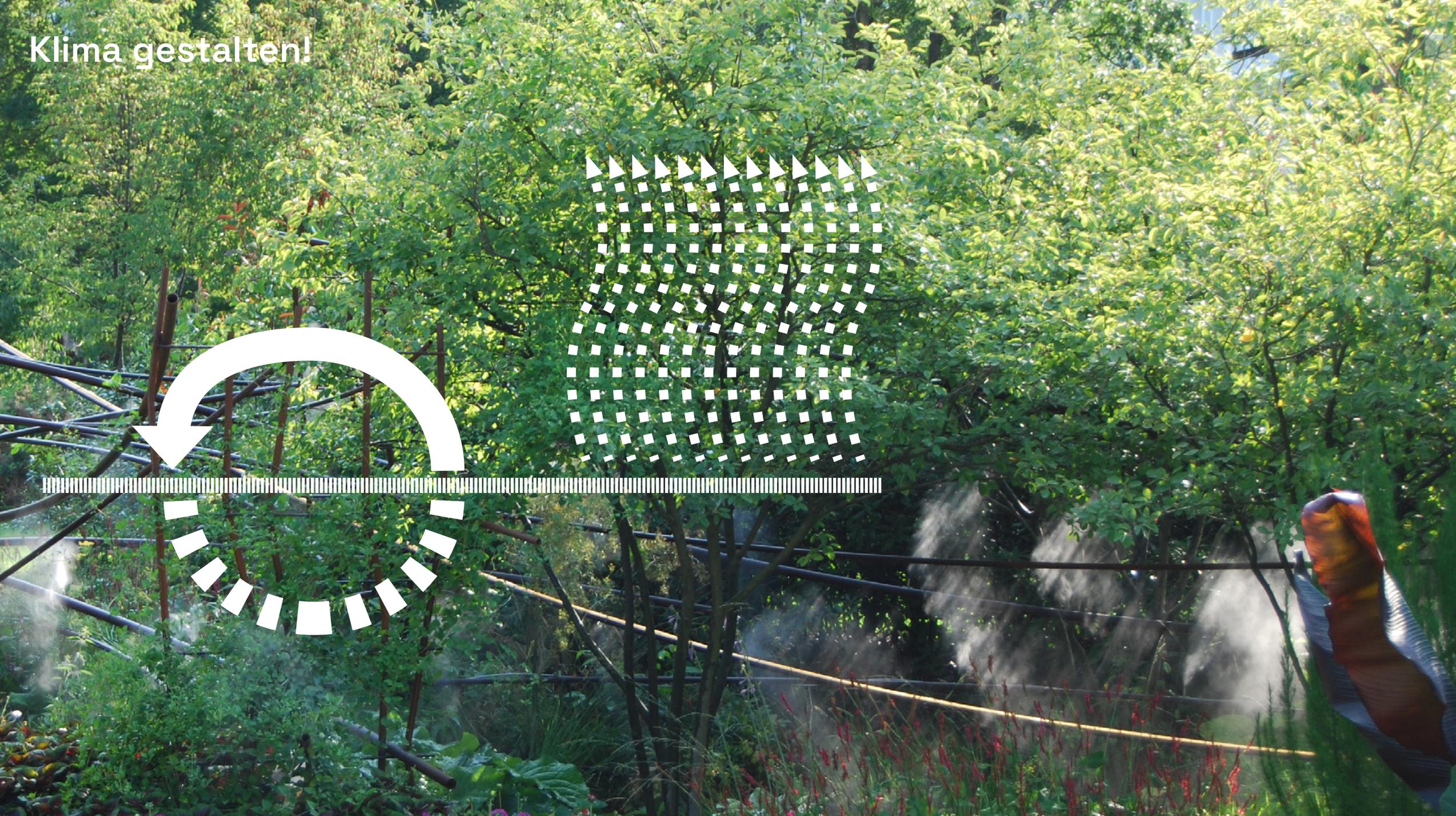
# Integriere Wasser im Städtebau

Blau-Grüne-Infrastruktur (BGI) e.g. Ramboll (Dreiseitl)



Quelle: Ramboll.com: Strengthening Blue-Green-Infrastructure in our Cities. o.O. 2016

Klima gestalten!



**Makroskala: Grundlagen**

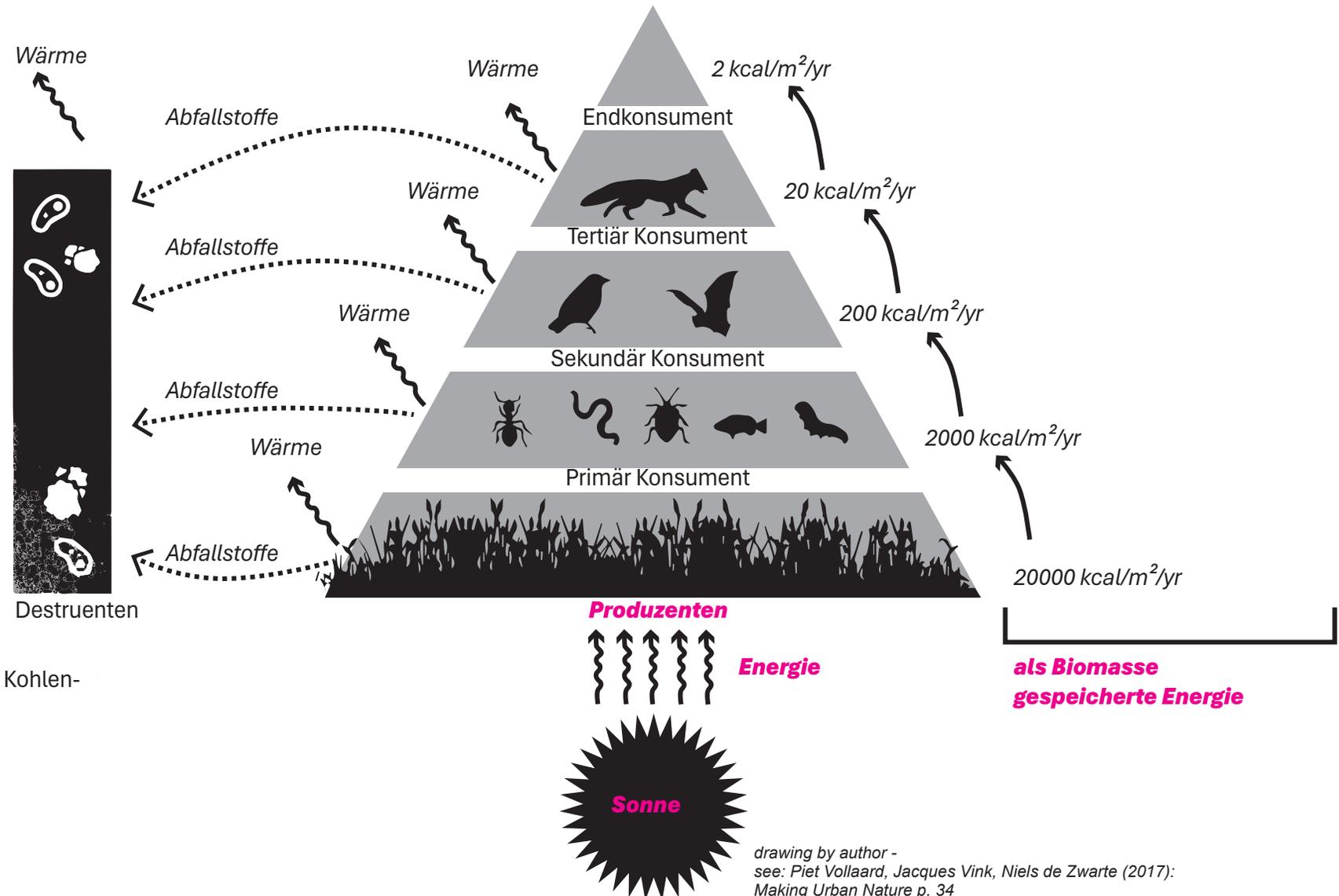
# Klima und Wetter

Der Unterschied zwischen Wetter und Klima ist der Faktor Zeit:

- ***Wetter ist ein kurzzeitiger Zustand*** der Atmosphäre an einem bestimmten Ort. Damit ist normalerweise die tägliche Temperatur und der Niederschlag gemeint.  
Wetter ist fühlbar.
- ***Klima ist das ,durchschnittliche Wetter‘***: Es beschreibt die wiederkehrenden Muster von Wetterereignissen über einen längeren Zeitraum, lang genug, um verlässliche Durchschnittswerte zu bilden.  
Die Standardperiode umfasst 30 Jahre (World Meteorological Organization (WMO))

# alles beginnt mit der Sonne

Sonnenenergie ist die Grundlage für das Leben auf der Erde



## Sonnenenergie

> **die Photosynthese**, bei der Kohlendioxid und Wasser zu Kohlenhydraten, z. B. Glukose, synthetisiert werden

= autotrophe Produzenten

= Herstellung eigener Nahrung aus anorganischen Stoffen

= **Erzeugung von organischem Material**

drawing by author -  
see: Piet Vollaard, Jacques Vink, Niels de Zwarte (2017):  
Making Urban Nature p. 34

# Sonnenenergie & Treibhauseffekt

= Grundlage für das Leben auf der Erde und verstärkt die globale Erwärmung

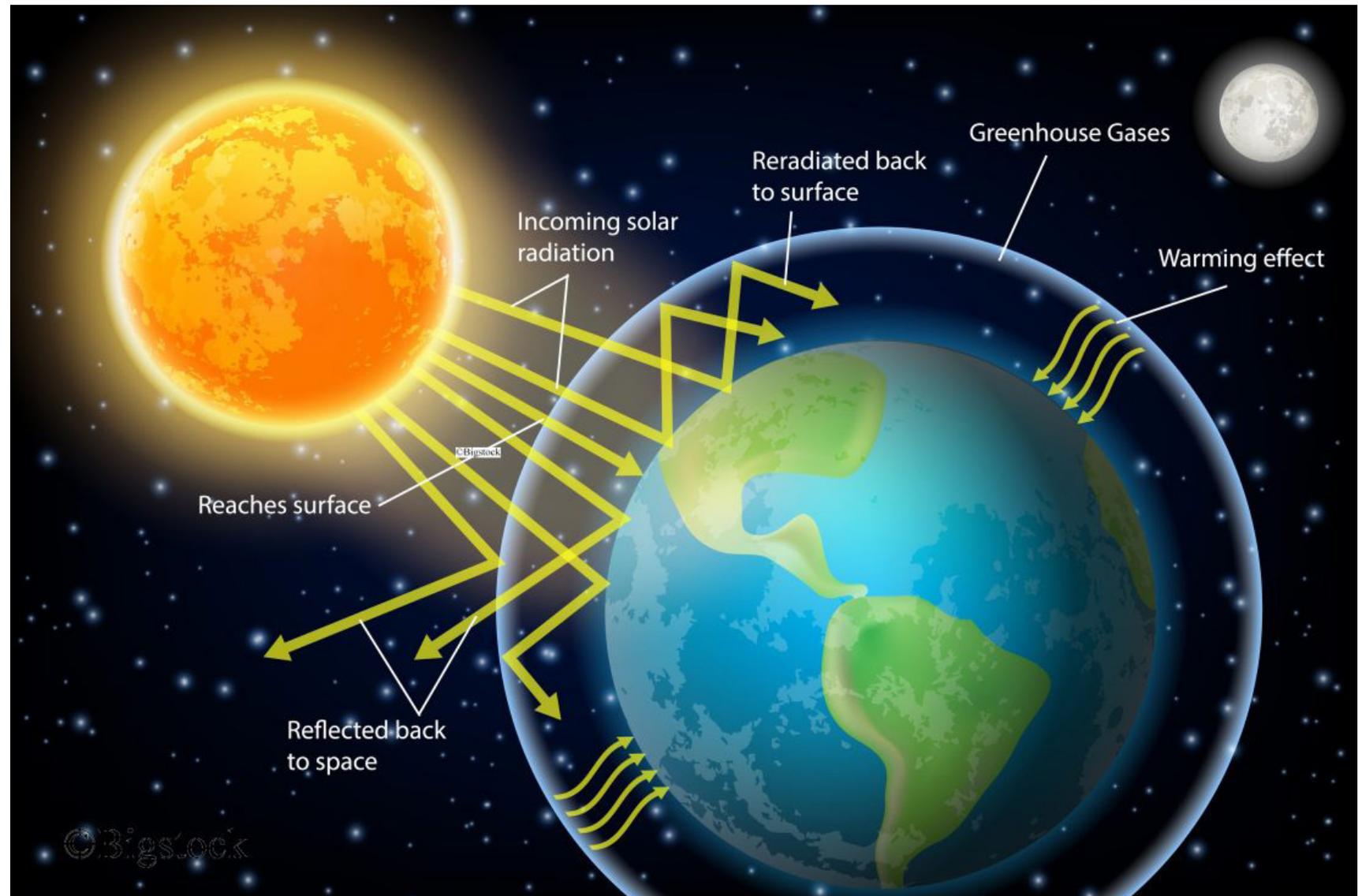
↓ kurzwellige Sonnenstrahlung

↑ langwellige Wärmestrahlung

Die kurzwellige Sonnenstrahlung wird an der Erdoberfläche in langwellige Wärmestrahlung umgewandelt und zurückgestrahlt.

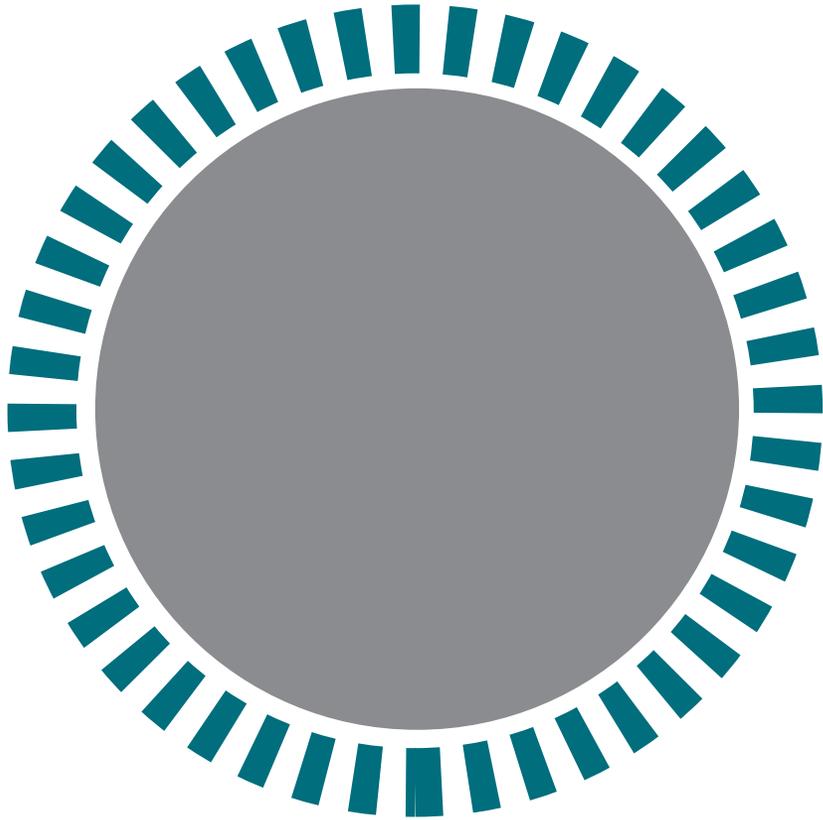
Treibhausgase wie Wasserdampf, Kohlendioxid und Methan wirken als Hindernis für die Wärmestrahlung und streuen einen Teil davon zurück an die Oberfläche.

Dieser Effekt macht das Leben auf der Erde möglich. Wenn jedoch zu viel reflektiert wird, heizt sich die Atmosphäre weiter auf.



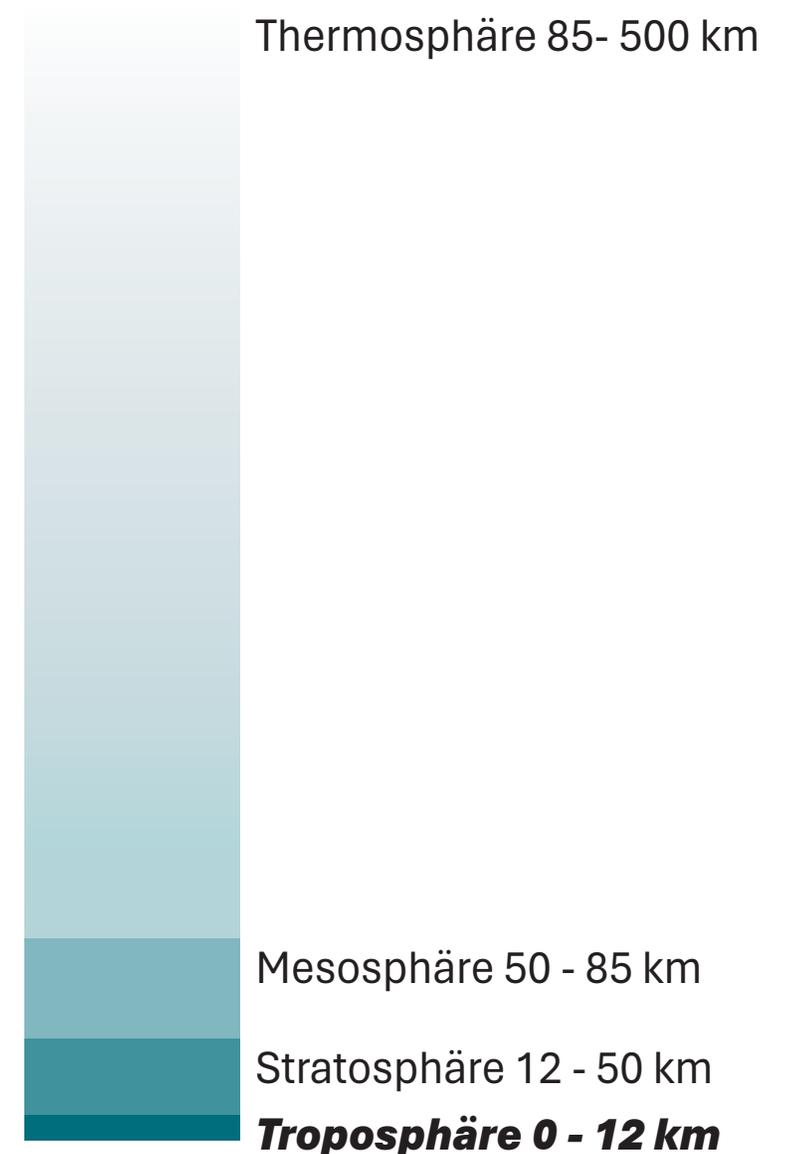
# Atmosphäre der Erde

altgriechisch atmós, deutsch ‚Dampf‘ und sphaira, deutsch ‚Kugel‘

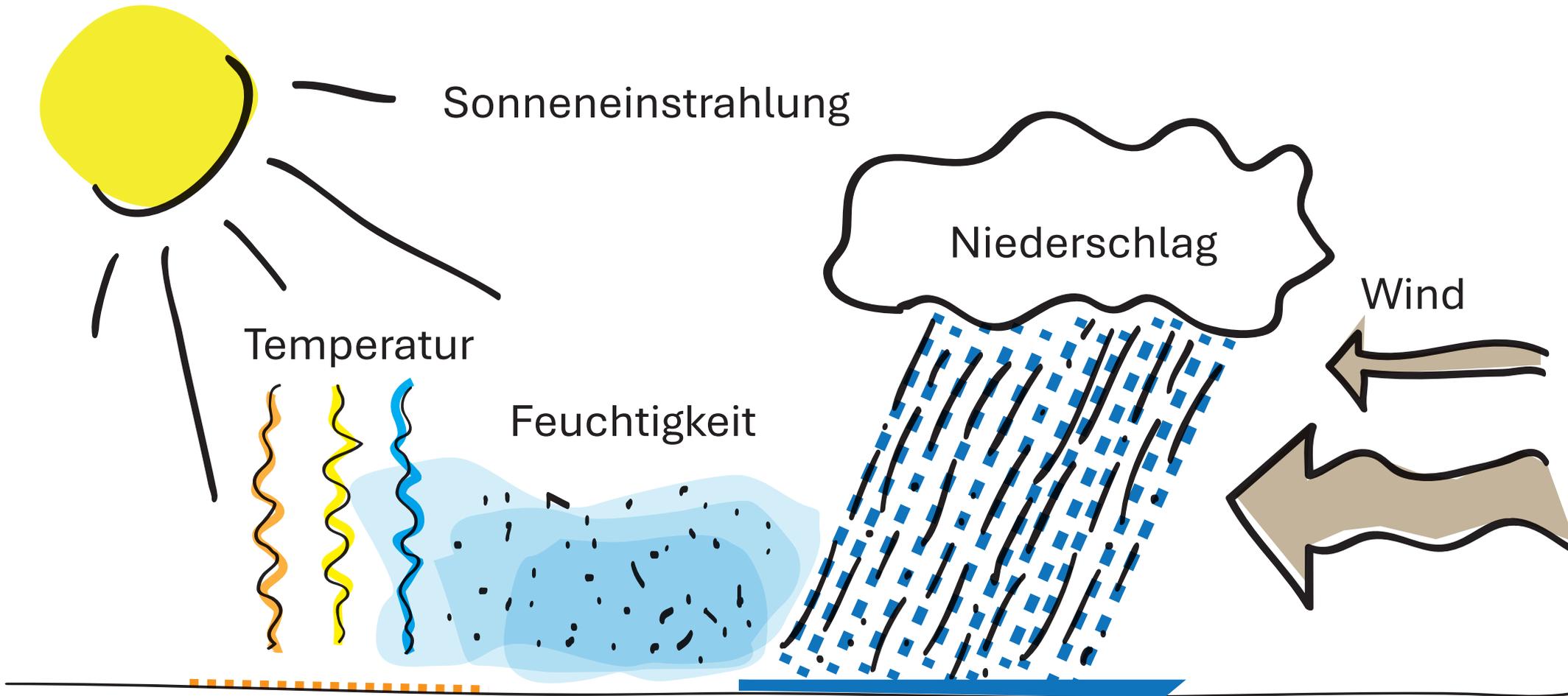


## **Funktionen und Leistungen**

- Schutz vor Strahlung aus dem Weltall
- Filterung von UV- und Röntgenstrahlung der Sonne.
- Durchlassen des lebensnotwendigen Sonnenlichtes auf die Oberfläche von Kontinenten und Ozean > Energiezufuhr
- Schutz des Planeten vor zu schneller Auskühlung oder Überhitzung (Treibhaus Effekt)
- Luftbewegung (Wind) durch den Austausch zwischen unteren und oberen Luftschichten in der Lufthülle



# Grundelemente des Klimas

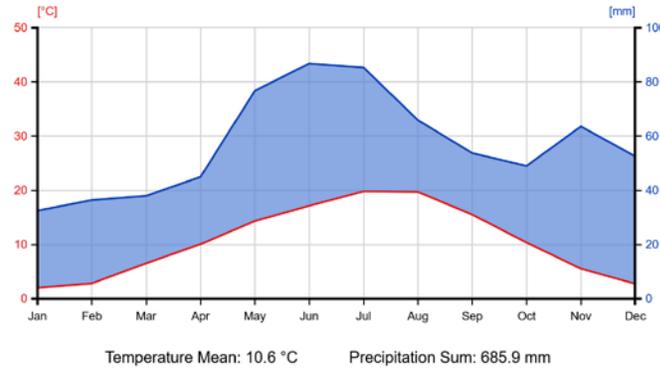


# Klimatypen, definiert durch Temperatur und Niederschlag

## Klimadiagramme

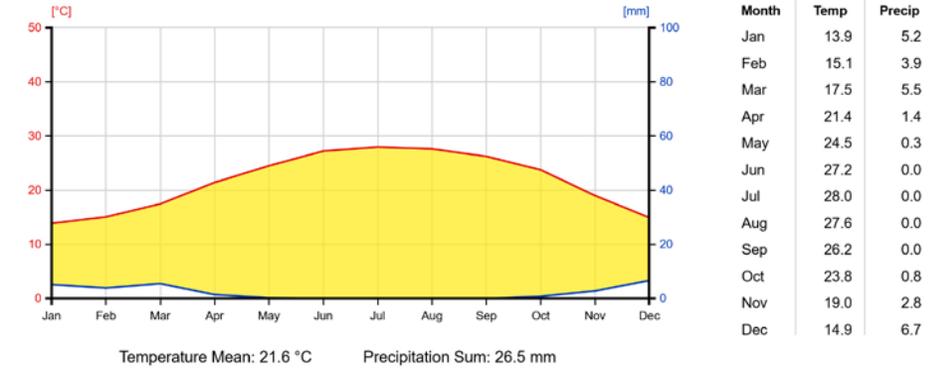
### Stuttgart, Germany

48.83N, 9.2E | Elevation: 311 m | Climate Class: Cfb | Years: 1987-2016



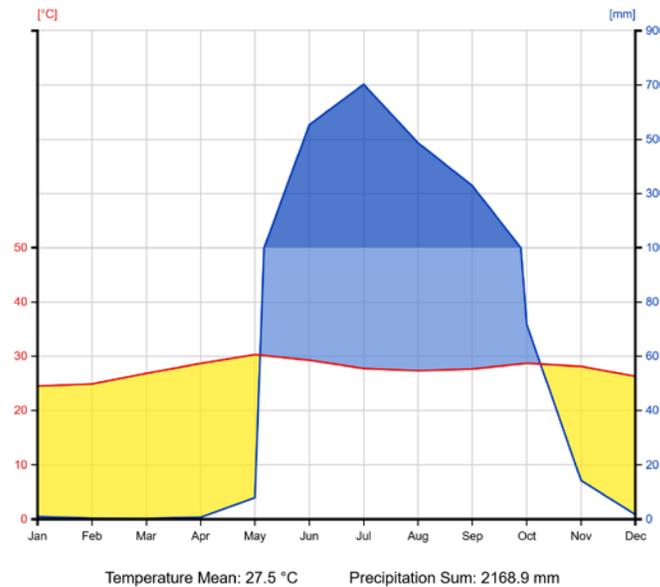
### Cairo, Egypt

30.13N, 31.4E | Elevation: 74 m | Climate Class: BWh | Years: 1969-1998



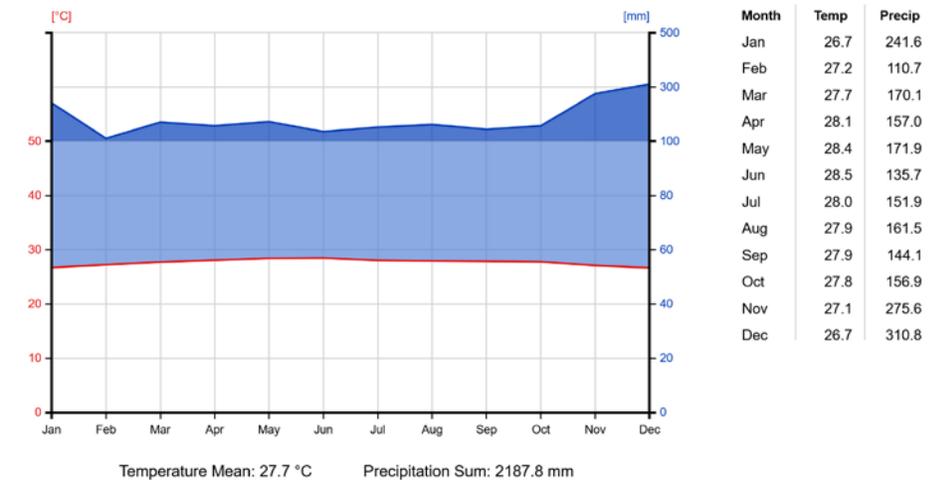
### Mumbai India

18.9N, 72.82E | Elevation: 11 m | Climate Class: A | Years: 1969-1998



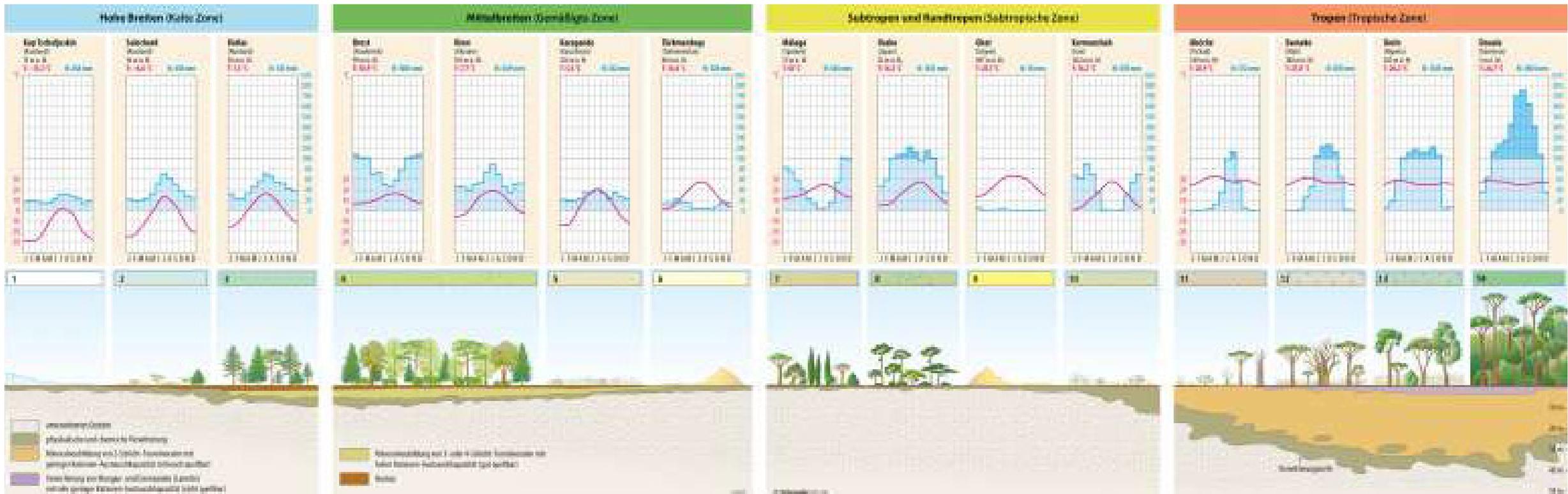
### Singapore

1.37N, 103.98E | Elevation: 16 m | Climate Class: Af | Years: 1987-2016



# Klimatypen, definiert durch Temperatur und Niederschlag

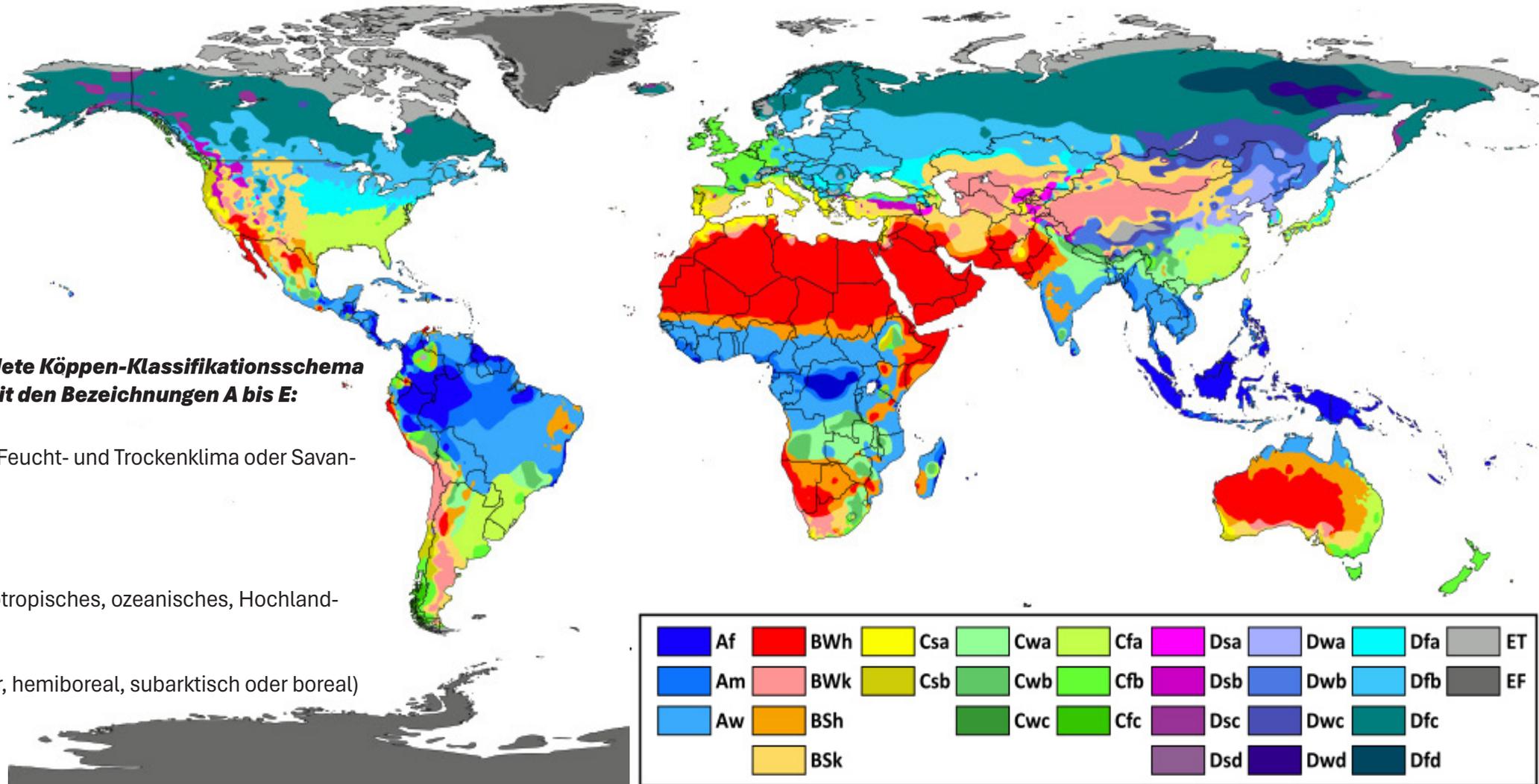
## Klimadiagramme



(Quelle: <http://seydlitz.schroedel.de/seydlitz/978-3-507-01163-2/244>)

# Klimaklassifikation nach Köppen

auf Basis von monatlichen Durchschnittswerten von Temperatur und Niederschlag



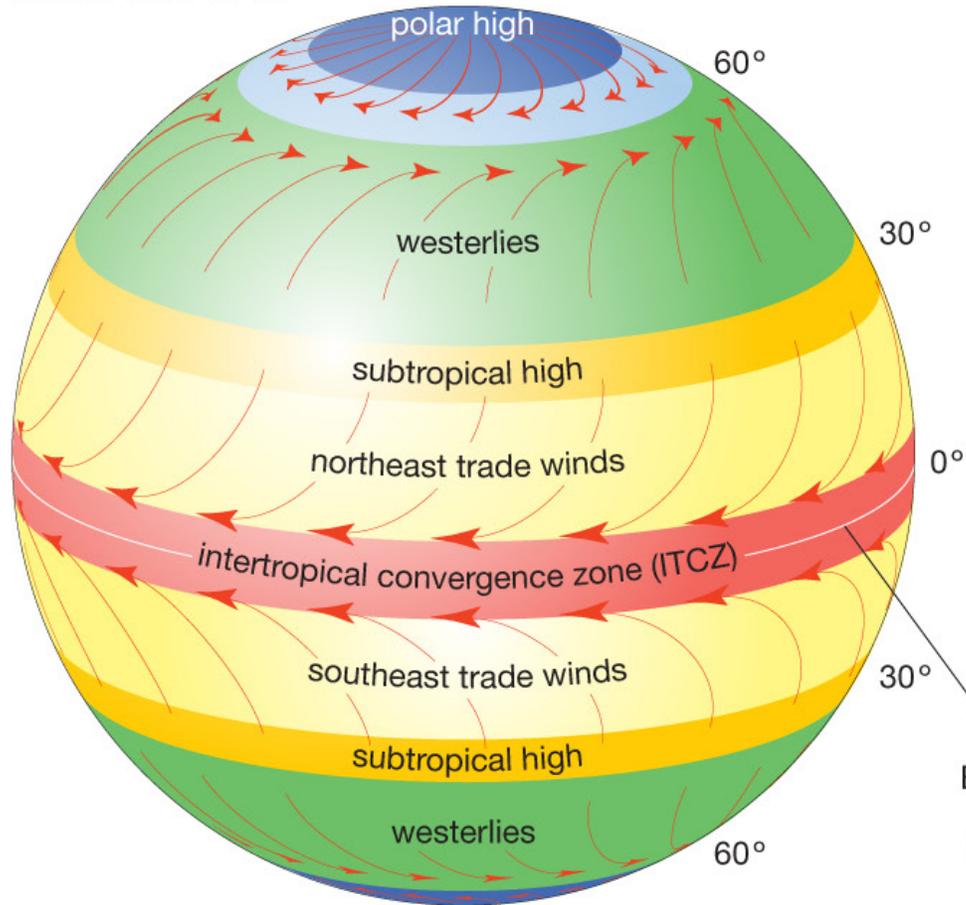
**Das am häufigsten verwendete Köppen-Klassifikationsschema umfasst fünf Haupttypen mit den Bezeichnungen A bis E:**

- **A: Tropisch**  
(Regenwald, Monsunklima, Feucht- und Trockenklima oder Savannenklima)
- **B: Trocken**  
(Wüstenklimata)
- **C: gemäßigt**  
(mediterranes, feuchtes subtropisches, ozeanisches, Hochland-Klima)
- **D: Kontinental**  
(heiß oder warm im Sommer, hemiboreal, subarktisch oder boreal)
- **E: Polare Klimazonen**  
(Tundra, ewiger Winter)

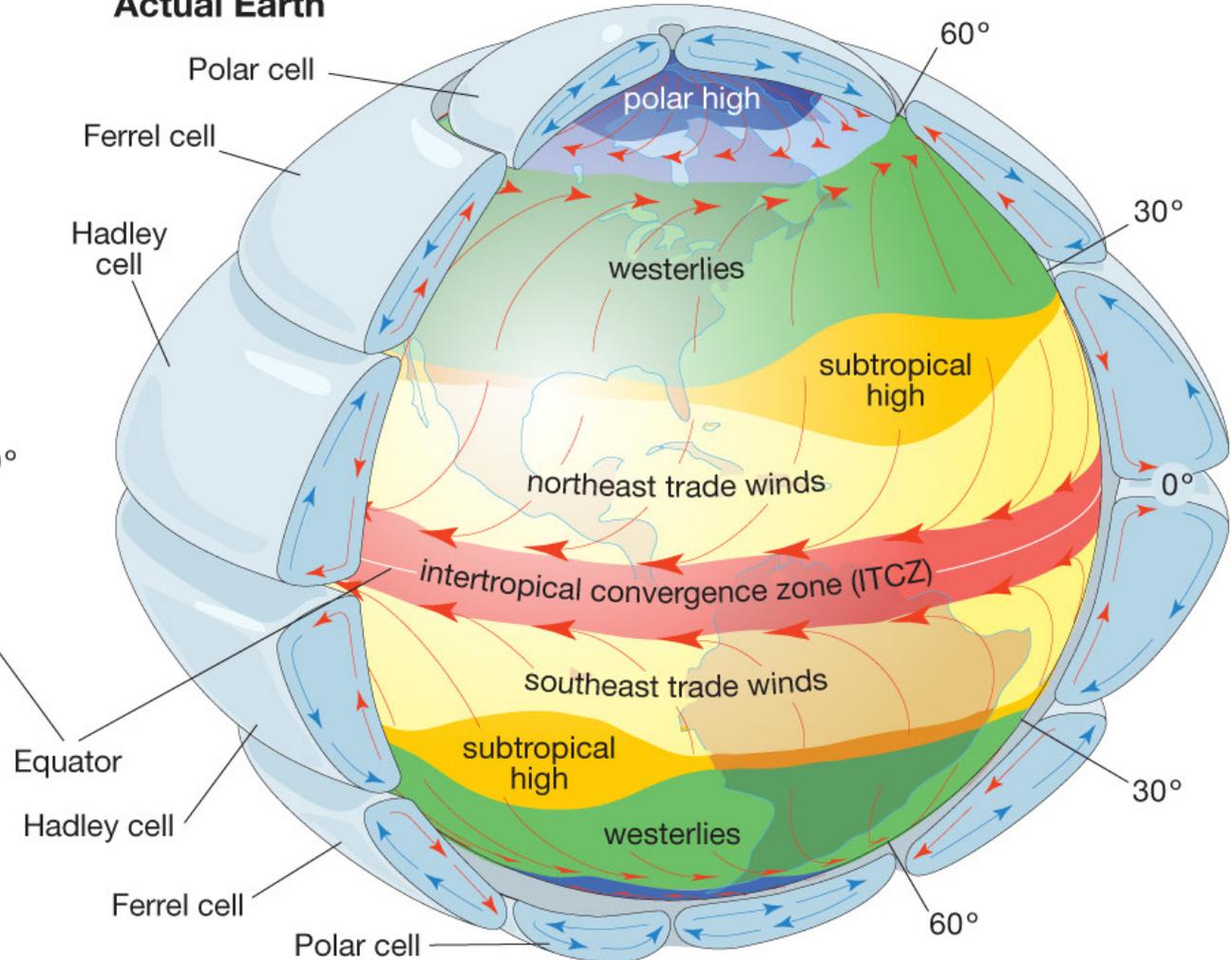
[https://en.wikipedia.org/wiki/K%C3%B6ppen\\_climate\\_classification#/media/File:World\\_Koppen\\_Classification\\_\(with\\_authors\).svg](https://en.wikipedia.org/wiki/K%C3%B6ppen_climate_classification#/media/File:World_Koppen_Classification_(with_authors).svg)

# Klima als Haupteinfluss für alle Lebensformen

**Idealized Earth**



**Actual Earth**



© 2010 Encyclopædia Britannica, Inc.

(Quelle: <https://www.britannica.com/media/full/251175/107938>)

# Strategien des traditionellen Bauens, die auf das Klima und die Verfügbarkeit von Materialien reagieren

Lehm  
Banco  
Mali



Pfahlbauten  
Ganvié  
Benin

Holz und Erde  
Lappland  
Sweden

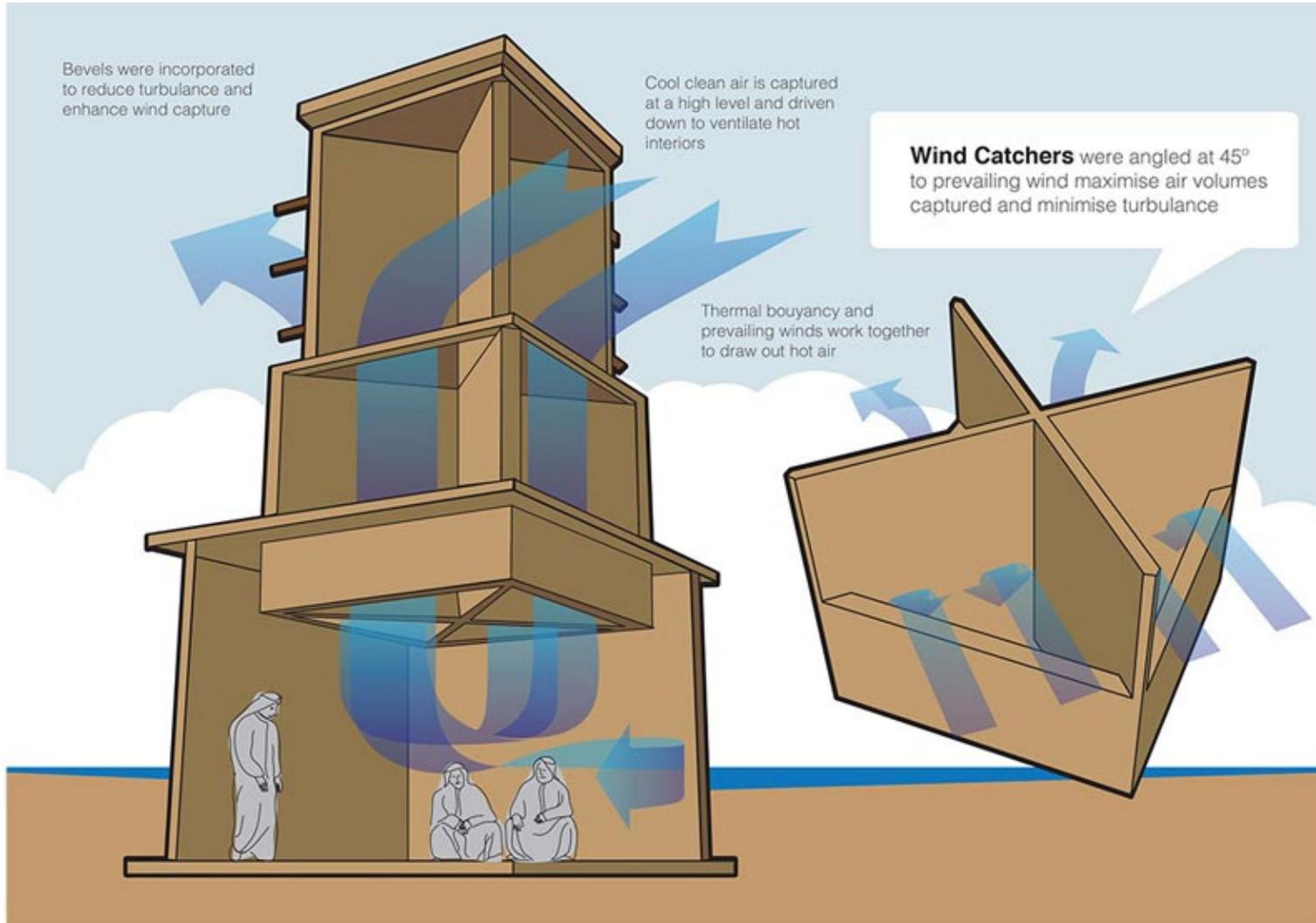


Holz & Schilf  
Bocas del Toro  
Panama

(Source: Piesik, Sandra (2017):  
Habitat. Traditionelle Bauweisen  
für den globalen Wandel, p. 4-5)

# Ortsspezifische Bauweise andernorts

z.B. Wind Towers - Malqaf System, Windfang für Belüftung und Kühlung

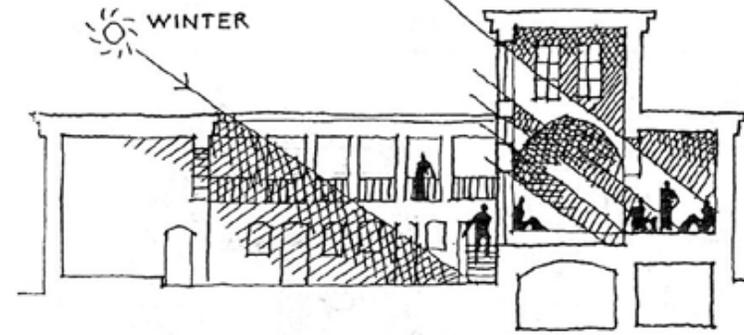


**Ursprünglich passten sich die Menschen den lokalen klimatischen Bedingungen an.**

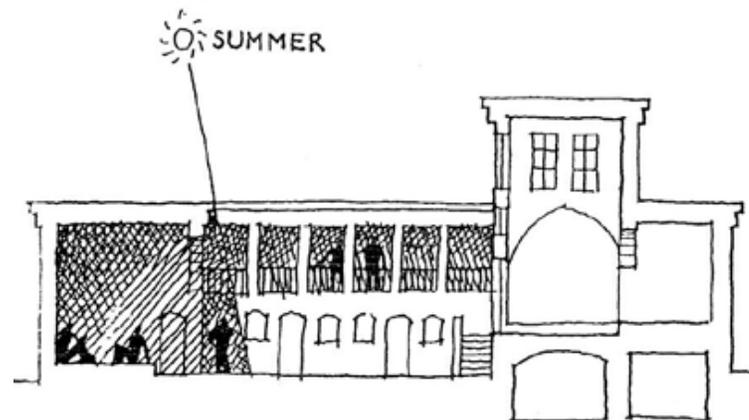
(Quelle: <http://www.vanillamagazine.it/le-torri-del-vento-i-climatizzatori-naturali-dell-antica-persia/>)

# Ortsspezifische Bauweise andernorts

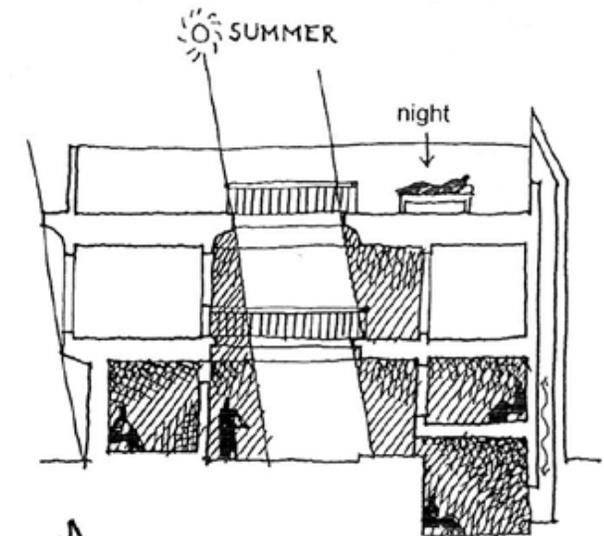
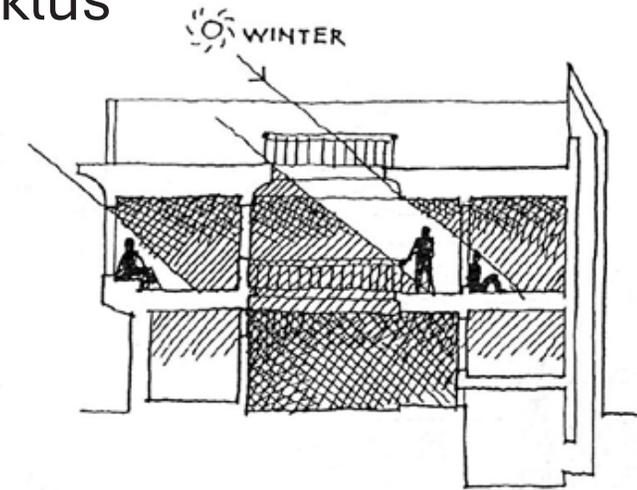
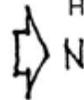
z.B. Nasridische Wohngebäude, Beschattung & täglicher Lebenszyklus



Low sun penetrates north-side glazed living quarters



High sun gives shaded porches, never reaches south-side iwan



Night-time use of roof.  
Mornings in ground and first floor,  
afternoon in ventilated basement.

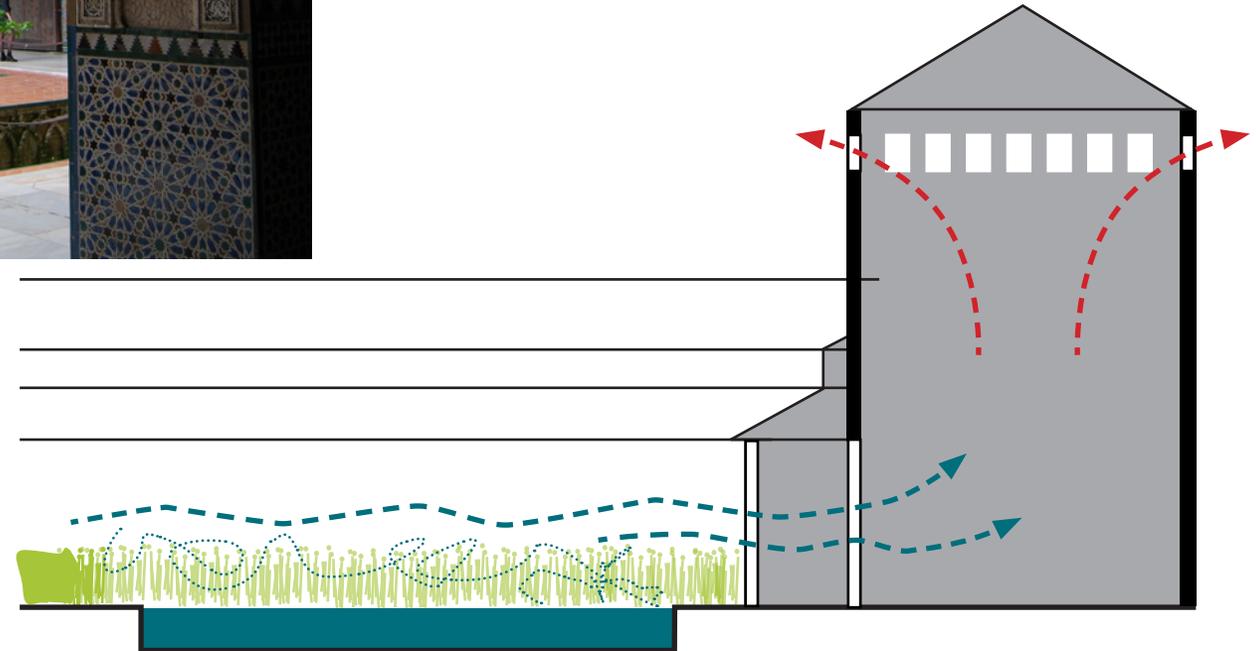
(Quelle: García-Pulido, Luis José: Bioclimatic Devices of Nasrid Domestic Buildings. Cambridge 2012, S 19)

# Ortsspezifische Bauweise andernorts

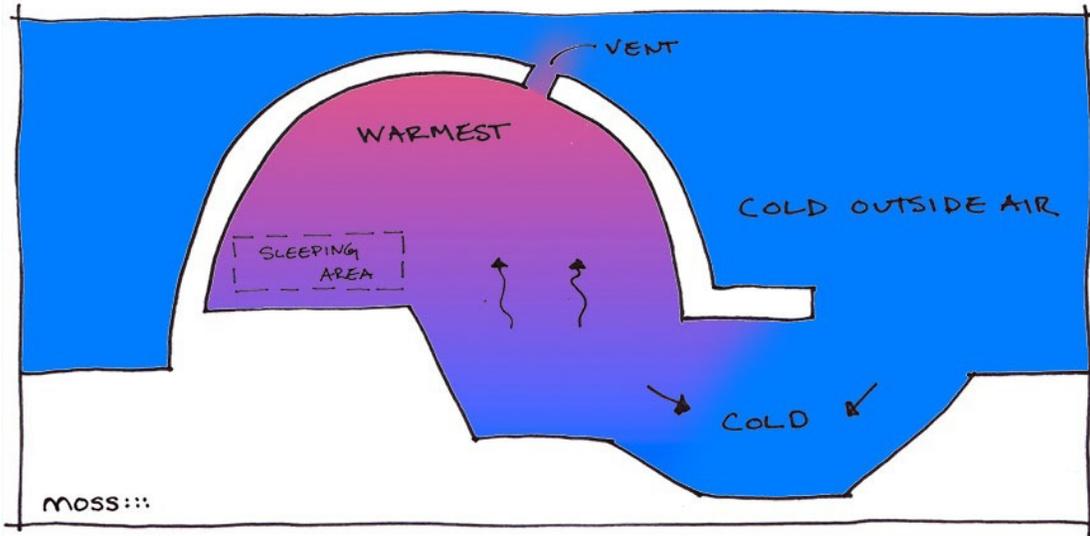
z.B. Generalife, Belüftungs- und Kühlsystem



Verdunstungskühlung durch Pflanzen und Wasser!



# Ortsspezifische Bauweise andernorts z.B. Iglu, halte die Wärme im Inneren



(Quelle: <https://www.quora.com/How-does-an-igloo-work>)



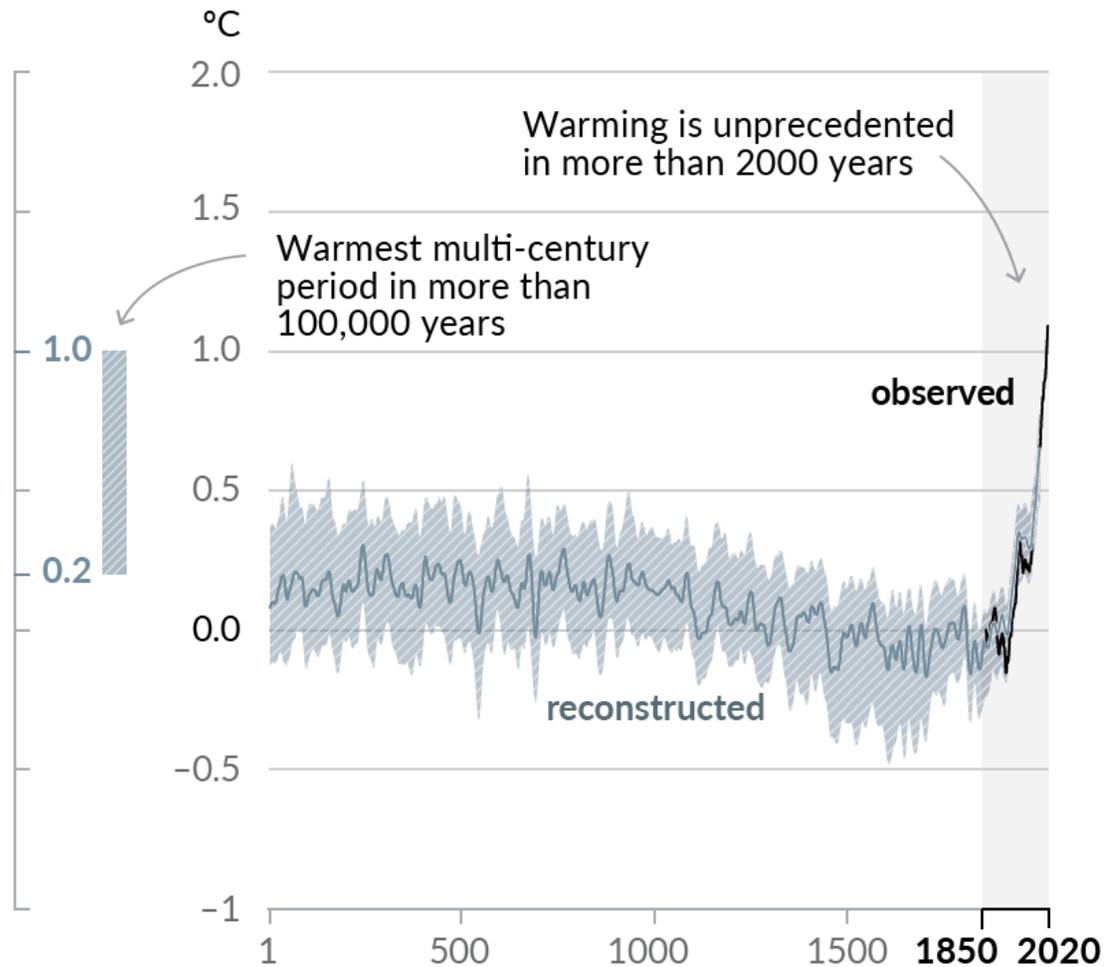
(Quelle: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5e/Iglu\\_1999-04-02.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5e/Iglu_1999-04-02.jpg))

**Klimawandel**

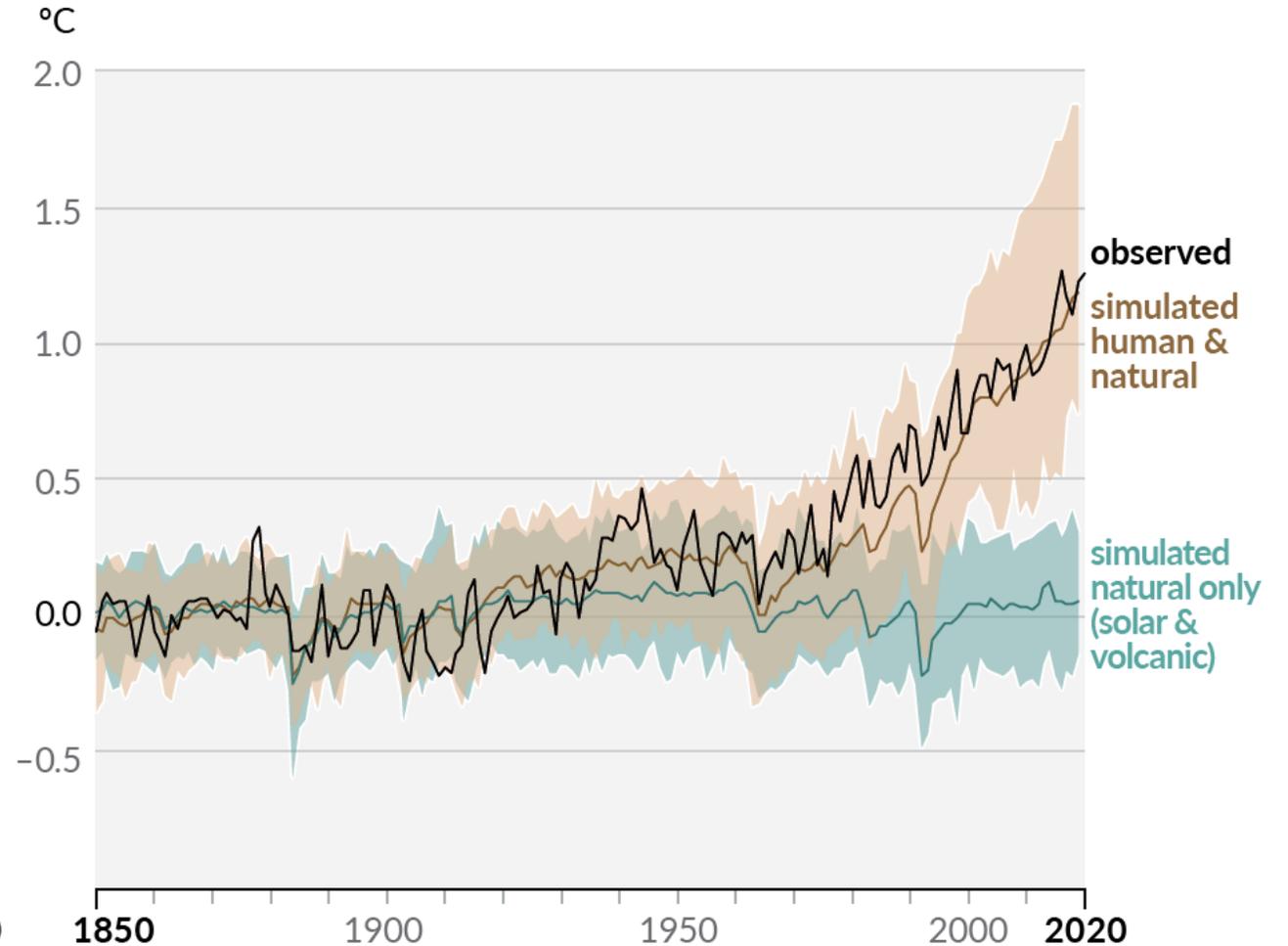
# wir verändern das Klima: Der beobachtete Klimawandel

## Veränderungen der globalen Oberflächentemperatur 1850-1900

(a) Change in global surface temperature (decadal average) as **reconstructed** (1–2000) and **observed** (1850–2020)



(b) Change in global surface temperature (annual average) as **observed** and simulated using **human & natural** and **only natural** factors (both 1850–2020)



# IPCC Sachstandsberichte

## Intergovernmental Panel on Climate Change: Assessment Report

1990: Erster Sachstandsbericht des IPCC (AR1)

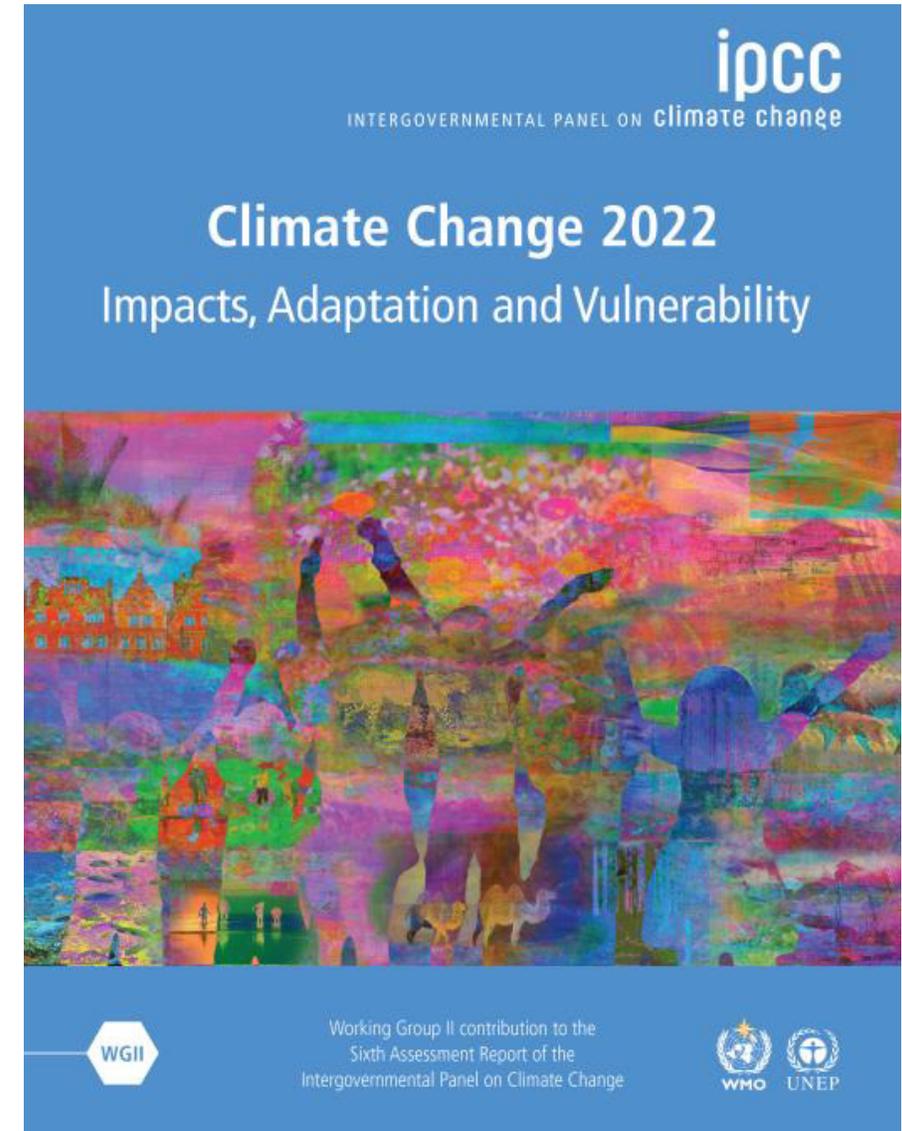
1995: Zweiter Sachstandsbericht des IPCC (AR2)

2001: Dritter Sachstandsbericht des IPCC (AR3)

2007: Vierter Sachstandsbericht des IPCC (AR4)

2013/2014: Fünfter Sachstandsbericht des IPCC (AR5)

2021/2022: Sechster Sachstandsbericht des IPCC (AR6)

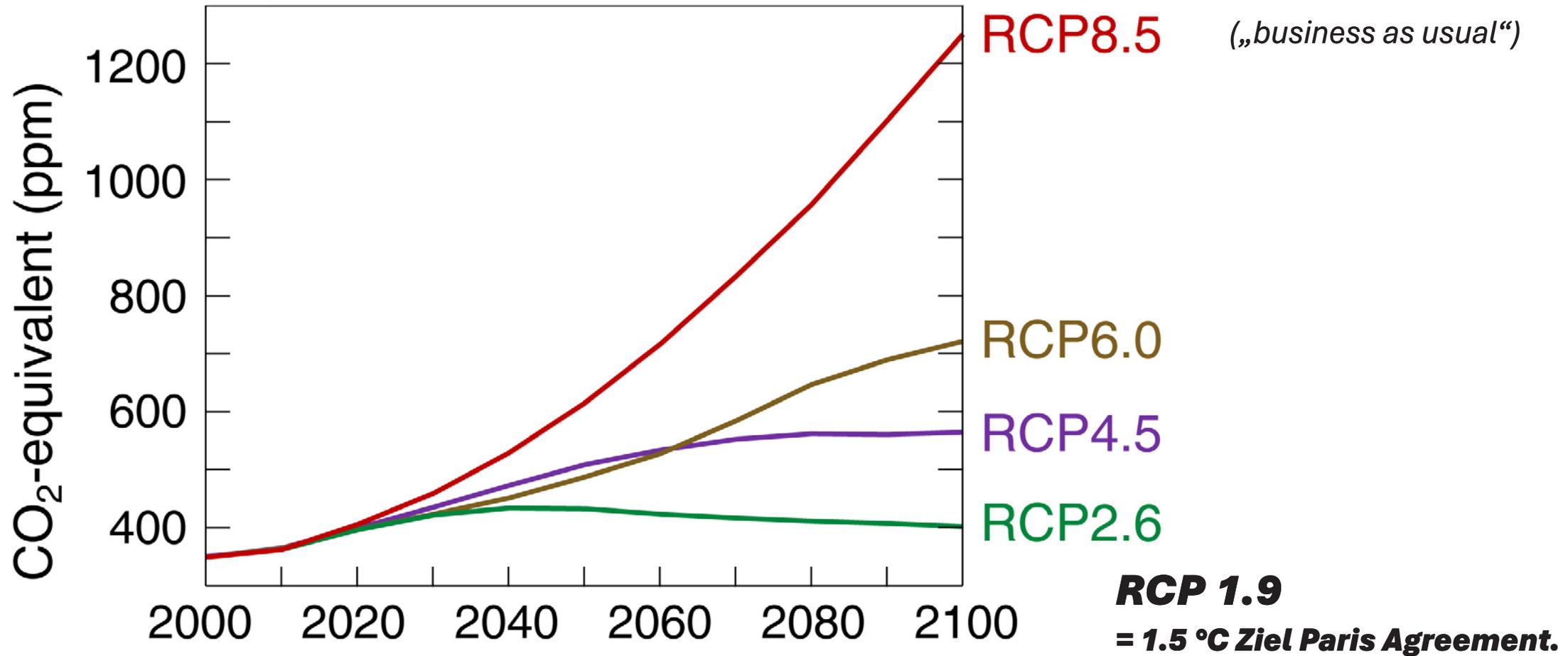


[http://www.ipcc.ch/organization/organization\\_structure.shtml](http://www.ipcc.ch/organization/organization_structure.shtml)

# Klimawandel - Projektion

Repräsentative Konzentrationspfade - Szenarien als Basis für Projektionen

## IPCC Representative Concentration Pathways



# Klimatologische Kenntage

## **Sommertag**

$T_{Max} \geq 25 \text{ °C}$

## **Heißer Tag**

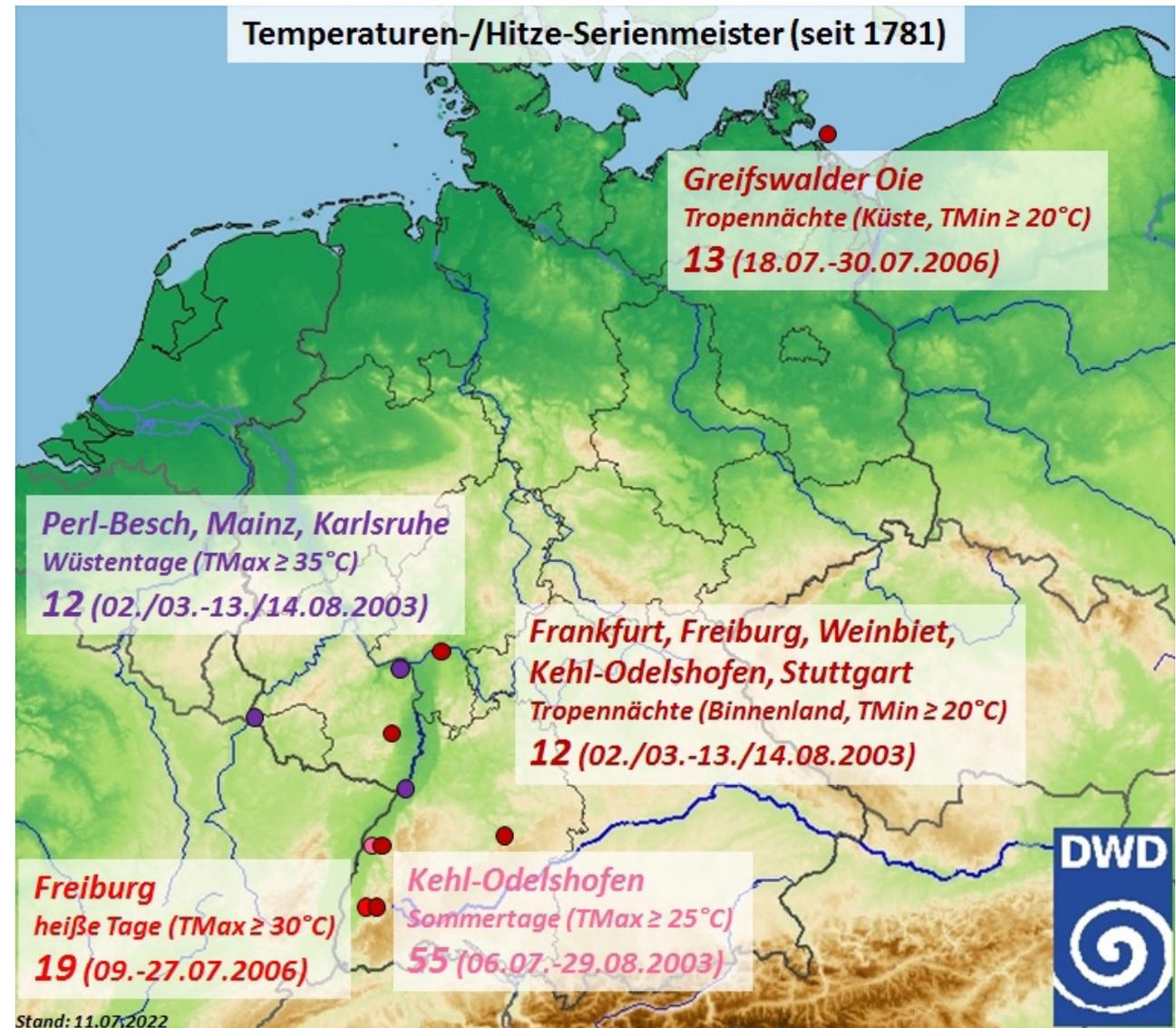
$T_{Max} \geq 30 \text{ °C}$

## **Wüstentage**

$T_{Max} \geq 35 \text{ °C}$

## **Tropennacht**

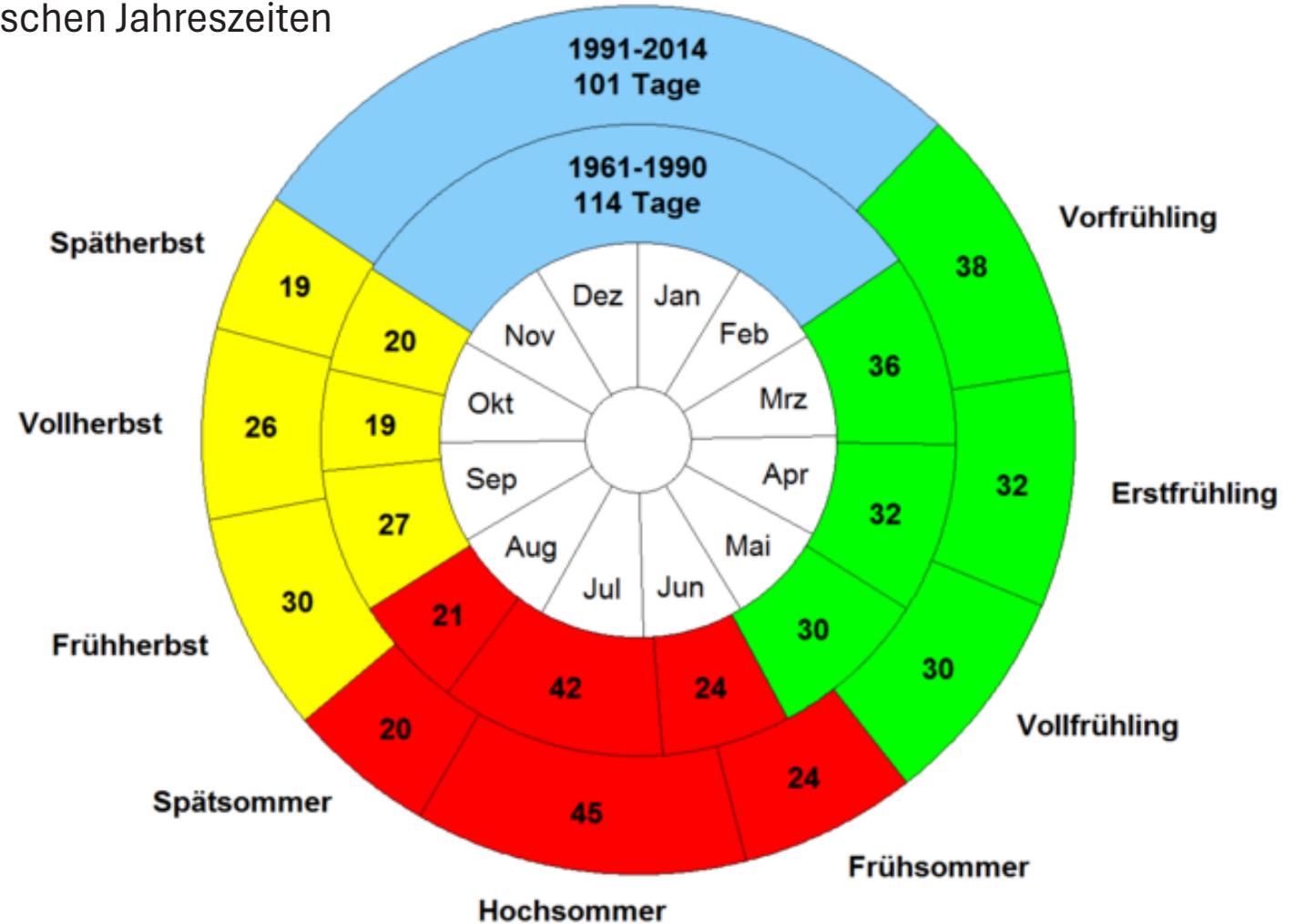
$T_{Min} \geq 20 \text{ °C}$



# Klimawandel - Beobachtung

## Phänologische Uhr für Rheinland Pfalz

Leitphasen, mittlerer Beginn und Dauer der phänologischen Jahreszeiten  
 Zeiträume 1991-2014 und 1961 - 1990 im Vergleich



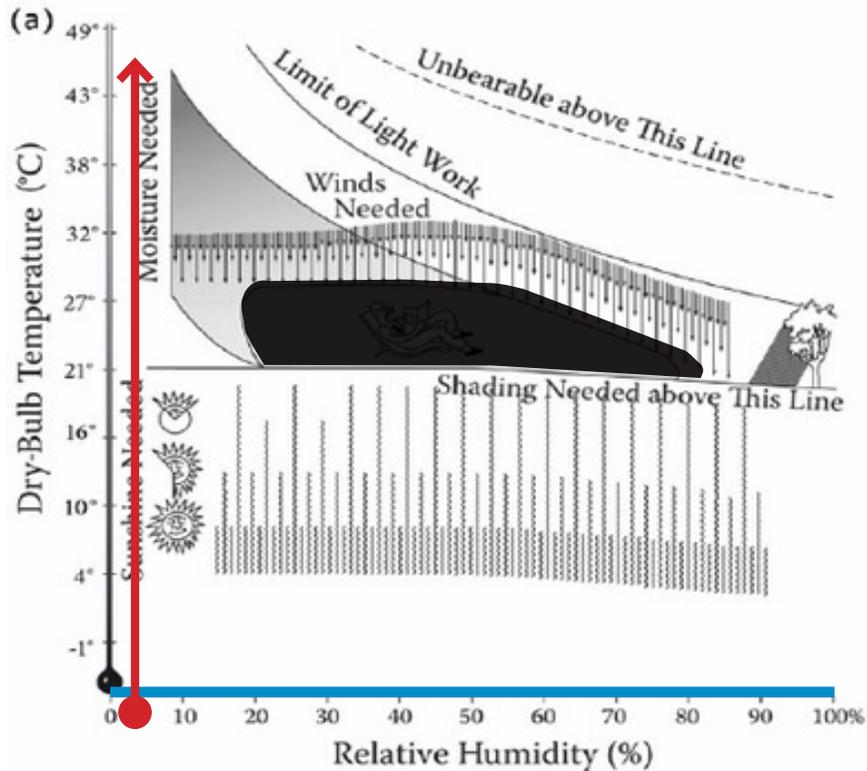
Im äußeren Kreis ist der Zeitraum 1991-2014 dargestellt, im inneren Kreis der Referenzzeitraum 1961-1990.

Datenquelle: Deutscher Wetterdienst

(Quelle: Präsenzveranstaltung Klimawandelern BauGB, Vortrag Ulrich Matthes Speyer 27.04.2016)

# Klimawandel - Projektion

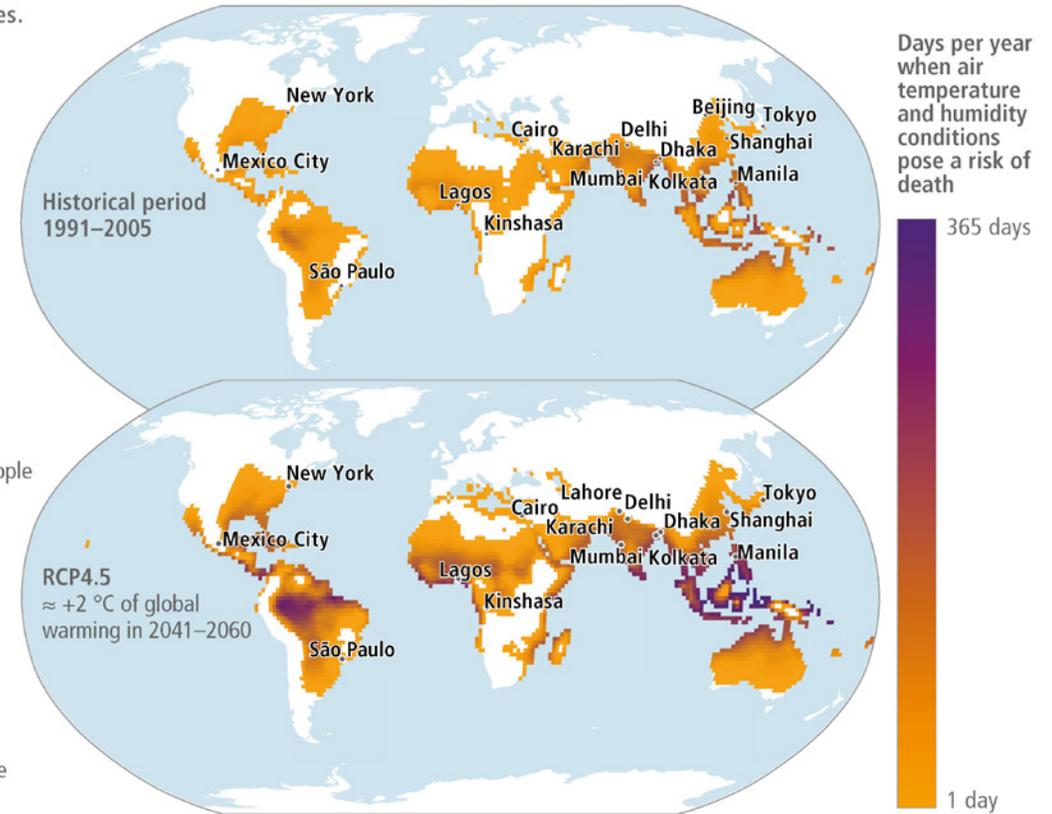
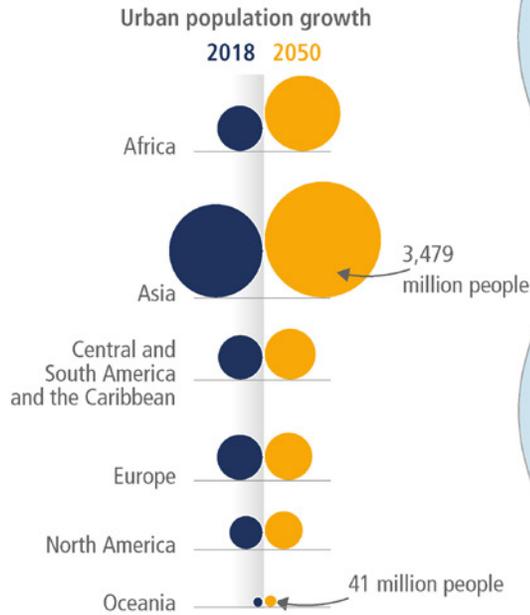
## Verwundbarkeit für die Folgen des Klimawandels: Temperatur & Luftfeuchtigkeit



Olgay: bioclimatic chart. 1960

(b) Global distribution of population exposed to potentially deadly conditions from extreme temperatures and relative humidity.

Map data without accounting for heatwaves.  
Named cities are the largest 15 urban areas by population size.

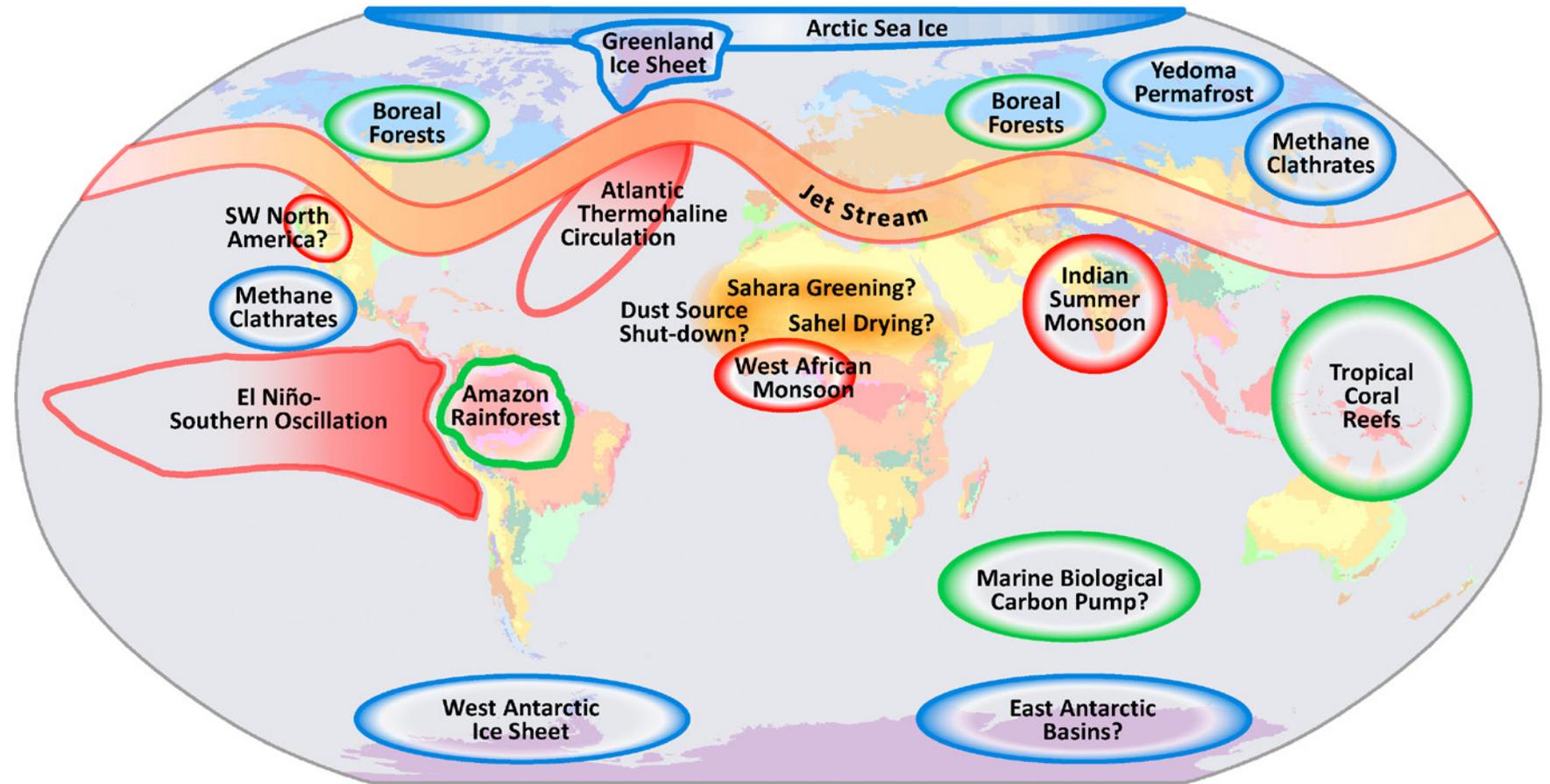


ca. **3,3 – 3,6 Milliarden Menschen** leben in Gebieten mit **besonders hoher Verwundbarkeit** für die Folgen des Klimawandels.

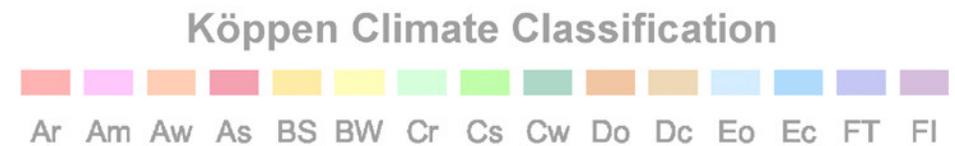
(Quelle: IPCC AR6, Technical Summary, p 80f)

# Klimawandel - Projektion

## Kippelemente im Klimasystem



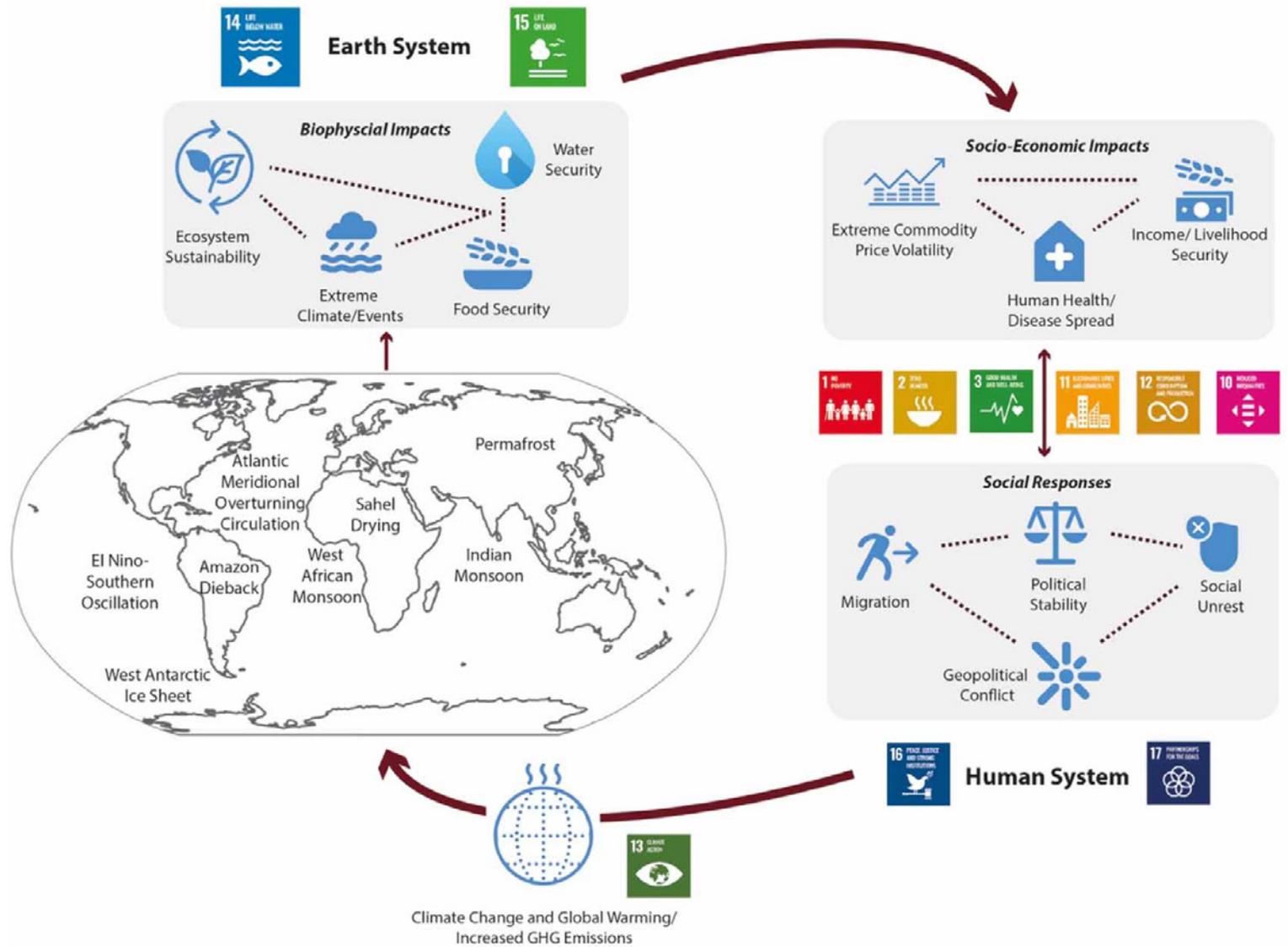
- Cryosphere Entities
- Circulation Patterns
- Biosphere Components



(Quelle: <https://www.pik-potsdam.de/services/infodesk/tipping-elements>)

# Klimawandel - Projektion

## Kopplung zwischen klimatischen und sozialen Kippelementen



(Quelle: Franzke et al 2022 Environ Res Lett Fig2 Climate Change, CC BY 4.0)

# Kaskadenartige Auswirkungen in gekoppelten ökologisch-sozialen Systemen

z.B. grenzüberschreitende Auswirkungen: Dürre - Lebensmittelpreise - Unruhen

Treten Extremereignisse gleichzeitig auf, vergrößert sich das Gesamtrisiko und es wird schwerer, wirksame Schutzmaßnahmen zu treffen.

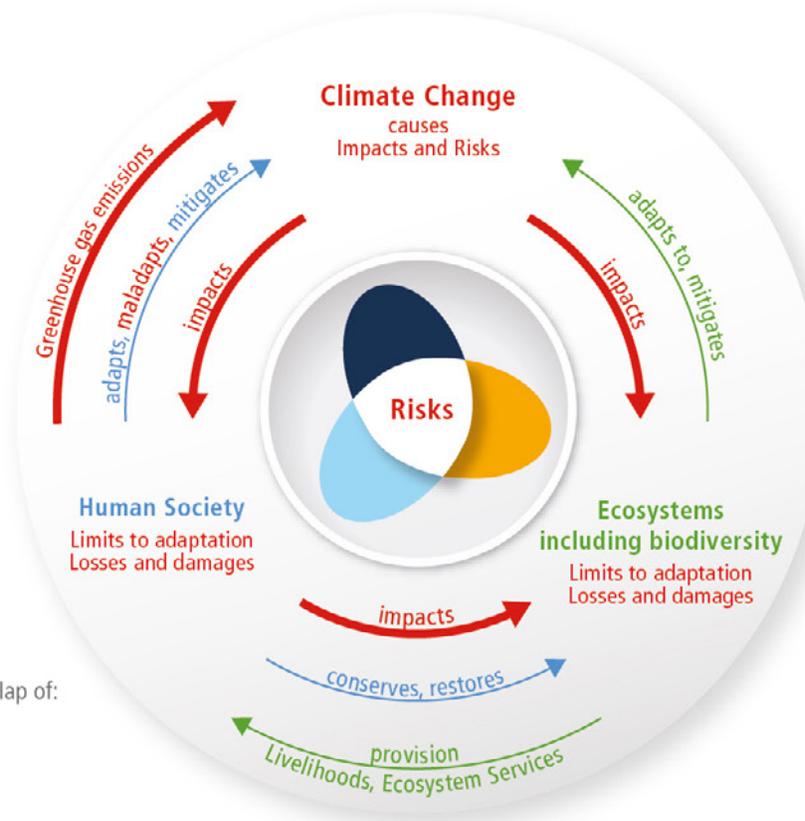


# Klima Resilienz als Ziel

## ökologisch-soziale Systeme

From climate risk to climate resilient development: climate, ecosystems (including biodiversity) and human society as coupled systems

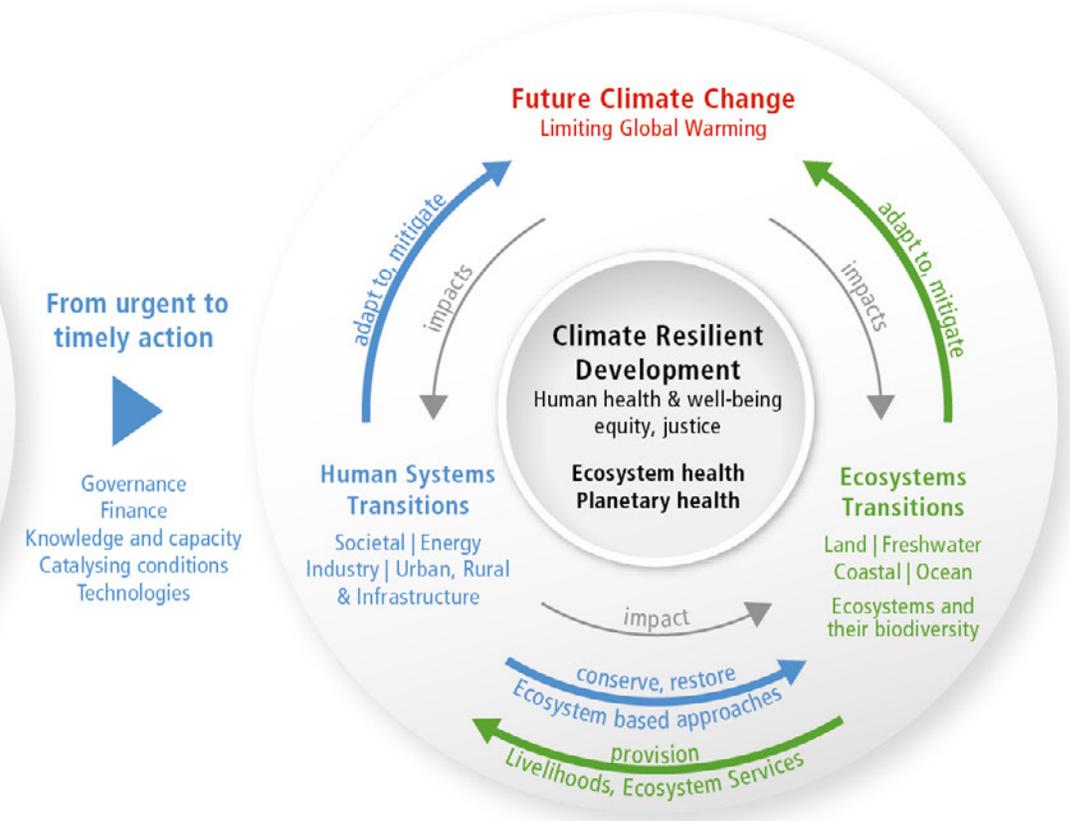
(a) Main interactions and trends



The risk propeller shows that risk emerges from the overlap of:



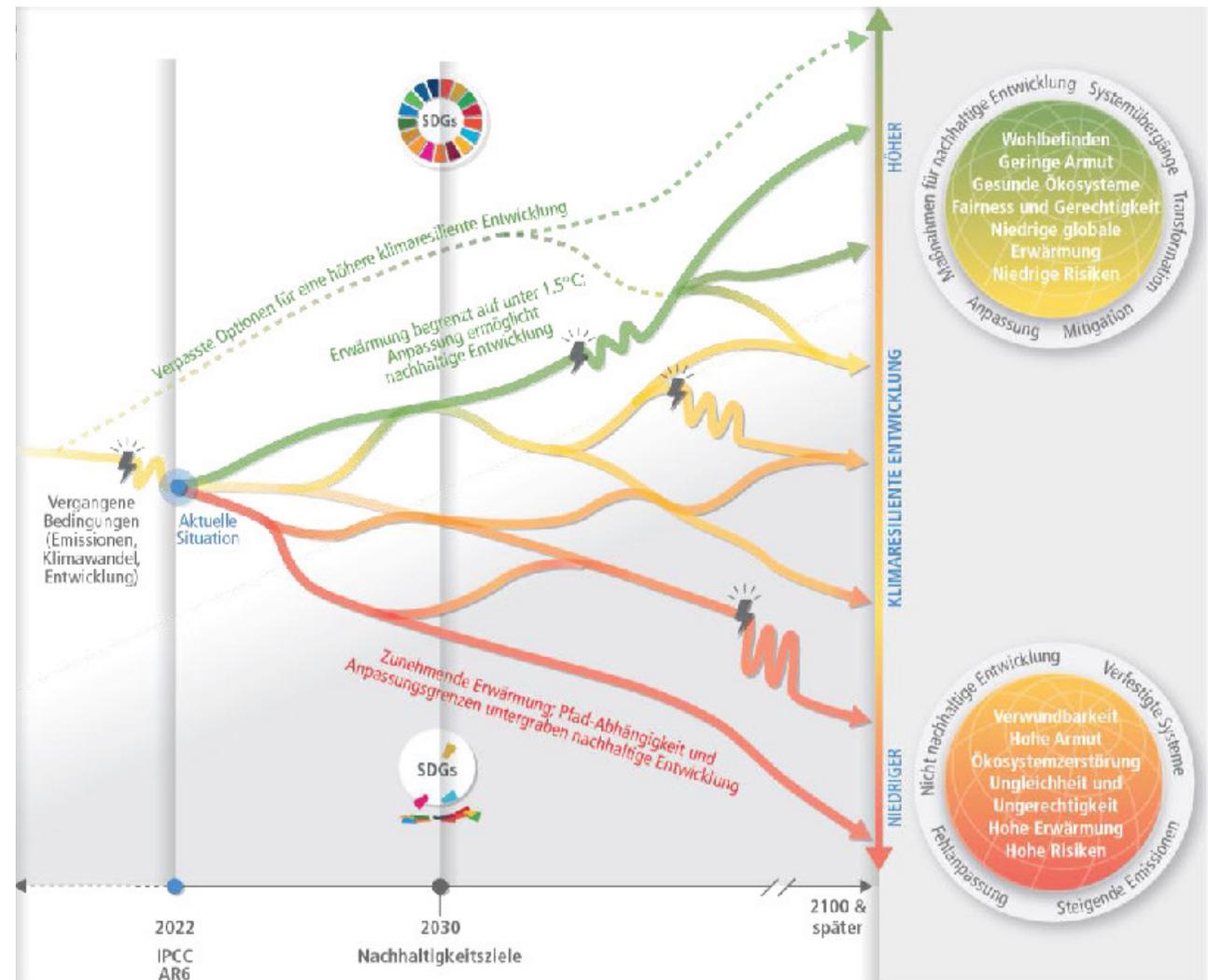
(b) Options to reduce climate risks and establish resilience



Axel Guibourg CC BY-NC-ND 2.0; Hugh Han / Unsplash; Axel Fassio/CIFOR  
[https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/press/IPCC\\_AR6\\_WGII\\_PressConferenceSlides\\_small.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/press/IPCC_AR6_WGII_PressConferenceSlides_small.pdf)

# Klima Resilienz als Ziel

Dringlichkeit: jede Maßnahme zählt



[https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/press/IPCC\\_AR6\\_WGII\\_PressConferenceSlides\\_small.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/press/IPCC_AR6_WGII_PressConferenceSlides_small.pdf)

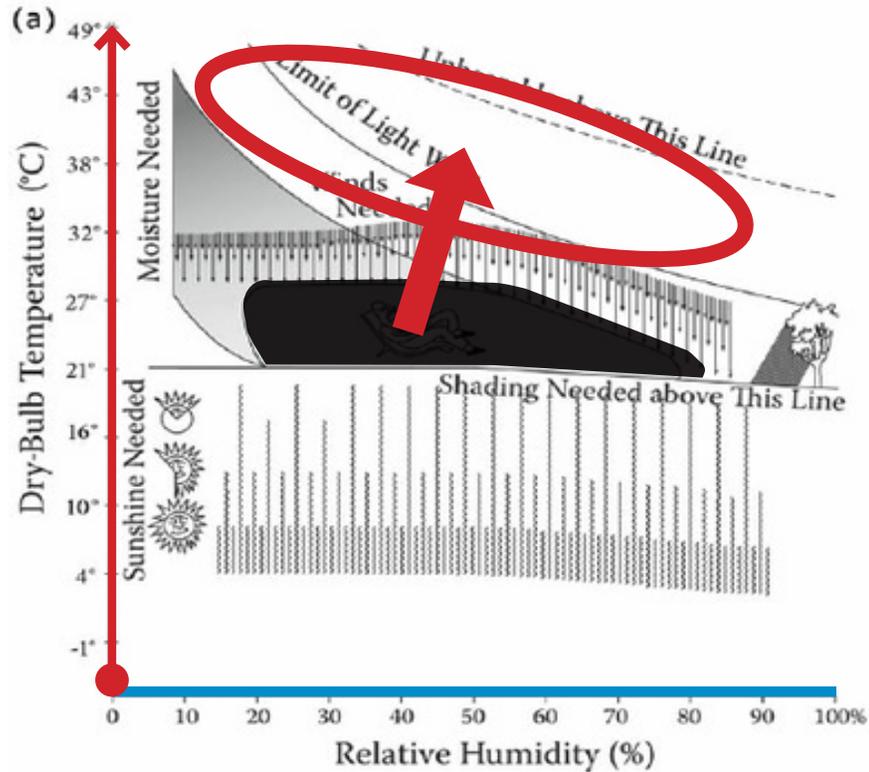


Illustrative klimatische oder nicht-klimatische Schocks, z. B. COVID-19, Dürren oder Überflutungen, welche den Entwicklungsverlauf unterbrechen

Sich schließendes Zeitfenster für eine höhere klimaresiliente Entwicklung

# Verschiebung der Grenzen: Klimawandel verkleinert unsere Lebensräume

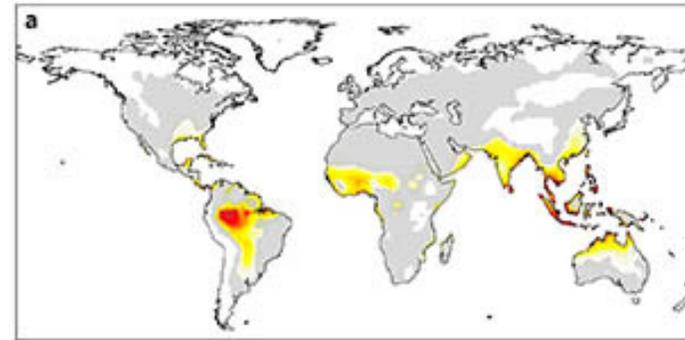
## verstärkte soziale Ungerechtigkeit



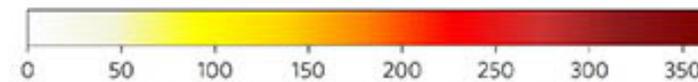
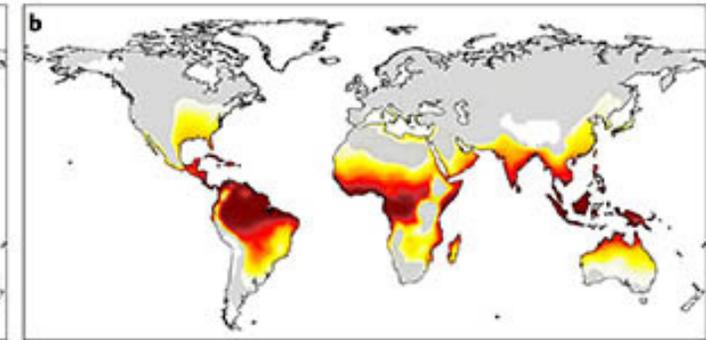
Olgay: bioclimatic chart. 1960

Anzahl der Tage pro Jahr über der tödlichen Schwelle

a) strong mitigation



b) business-as-usual-scenarios

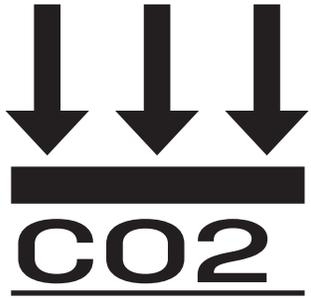


**>> Tödliche Hitzewellen könnten  
74 Prozent der Weltbevölkerung betreffen**

(Quelle: University of Hawaii <https://www.hawaii.edu/news/2017/06/19/rising-deadly-heatwaves/>)

# Jetzt handeln! Mitigation & Adaptation

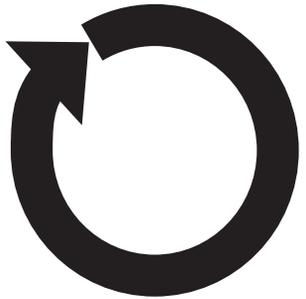
2 grundsätzliche Ansätze im Umgang mit dem Klimawandel



## **Mitigation (Klimaschutz)**

Wie können wir den Klimawandel eindämmen?

- > Reduzierung der Treibhausgas-Emissionen
- > Deponierung von Treibhausgasen (Senken)



## **Adaption (Klimawandelanpassung)**

Wie müssen wir auf die bereits erfolgten und auch noch zu erwartenden Klimaänderungen reagieren?

- > Anpassungsmaßnahmen an Auswirkungen des Klimawandels
- > gleichmäßige Chancen- und Lastenverteilung bei der Bewältigung des Klimawandels (Klimagerechtigkeit)

# Eine lange Geschichte - aber keine Auswirkungen?

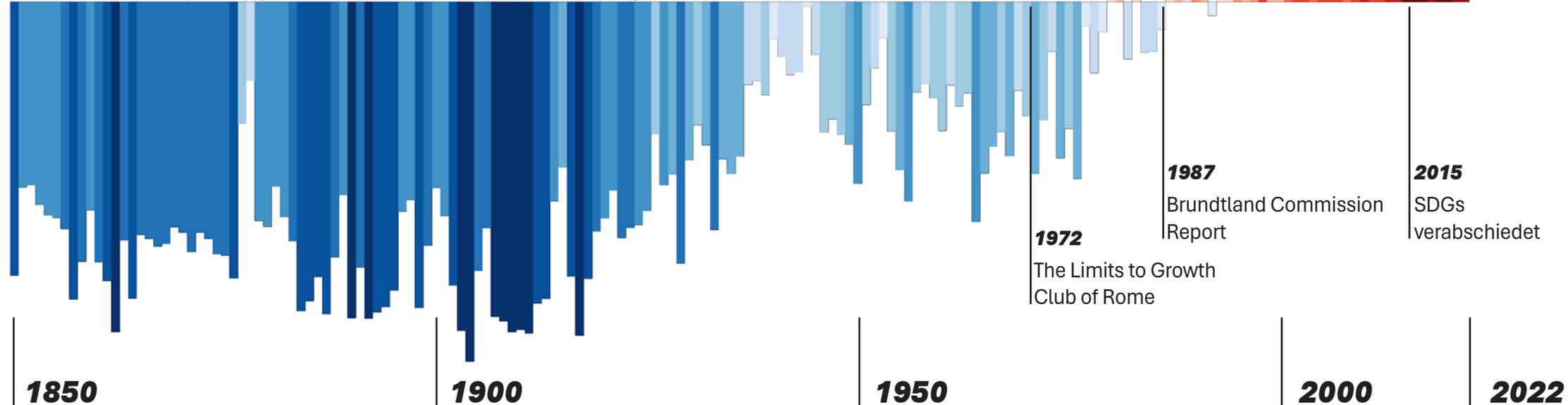
**1824**

Treibhauseffekt erkannt (Fourier)

**1856**

Beziehung zwischen der CO<sup>2</sup>-Konzentration und der globalen Erwärmung (Eunice Newton Foote)

(Quelle: Ed Hawkins, University of Reading [CC BY-SA 4.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>)], via [showyourstripes.info](http://showyourstripes.info))



**Meso-Skala: Stadtklima**

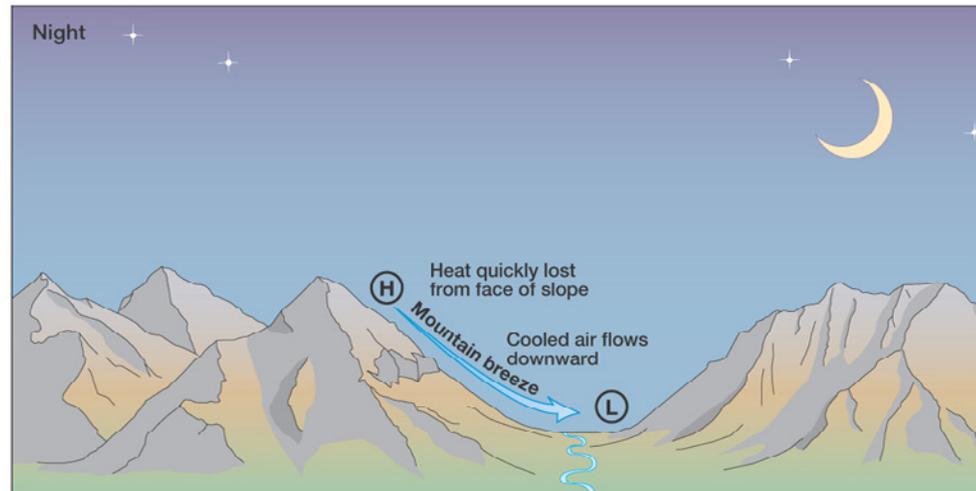
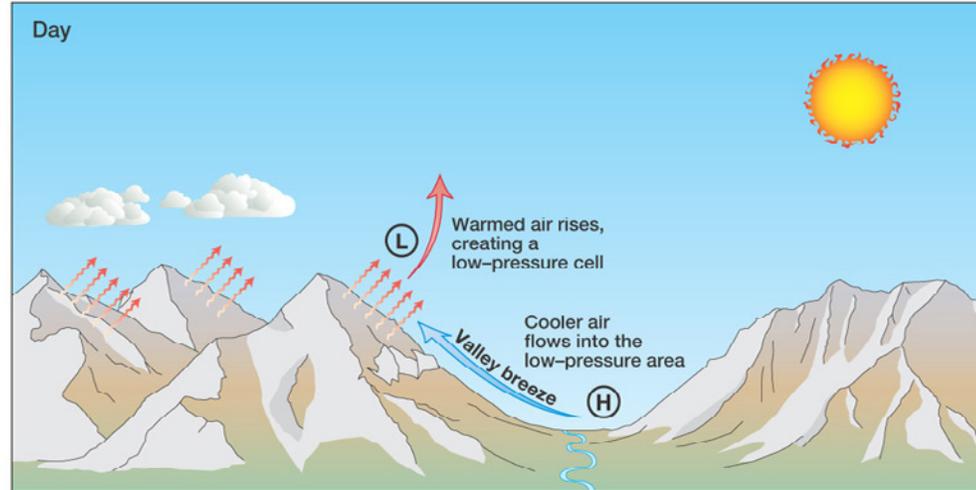
# Lokale Winde: z. B. Tal- oder Meeresbrise

↓ kalte Luft strömt nach unten

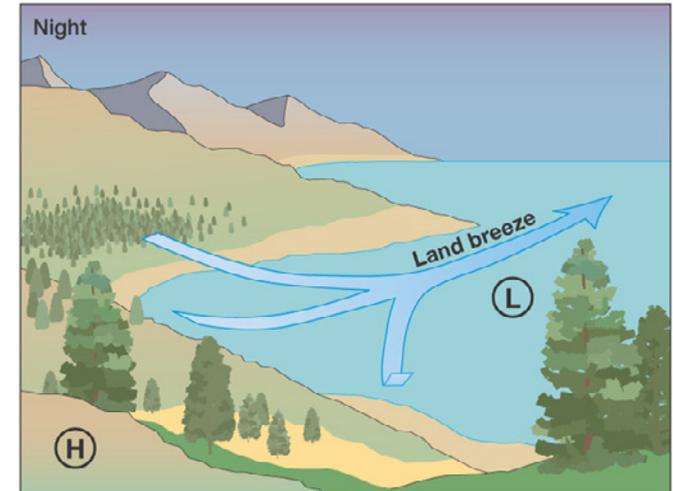
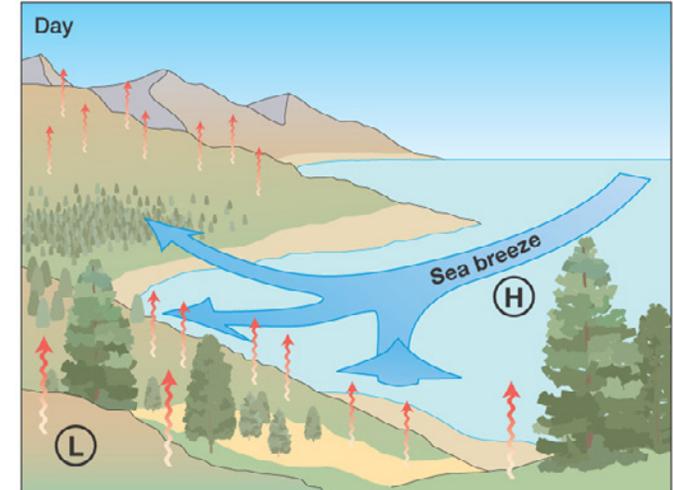
↑ warme Luft steigt auf



die Luft strömt von einem Gebiet mit hohem Druck in ein Gebiet mit niedrigem Druck



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

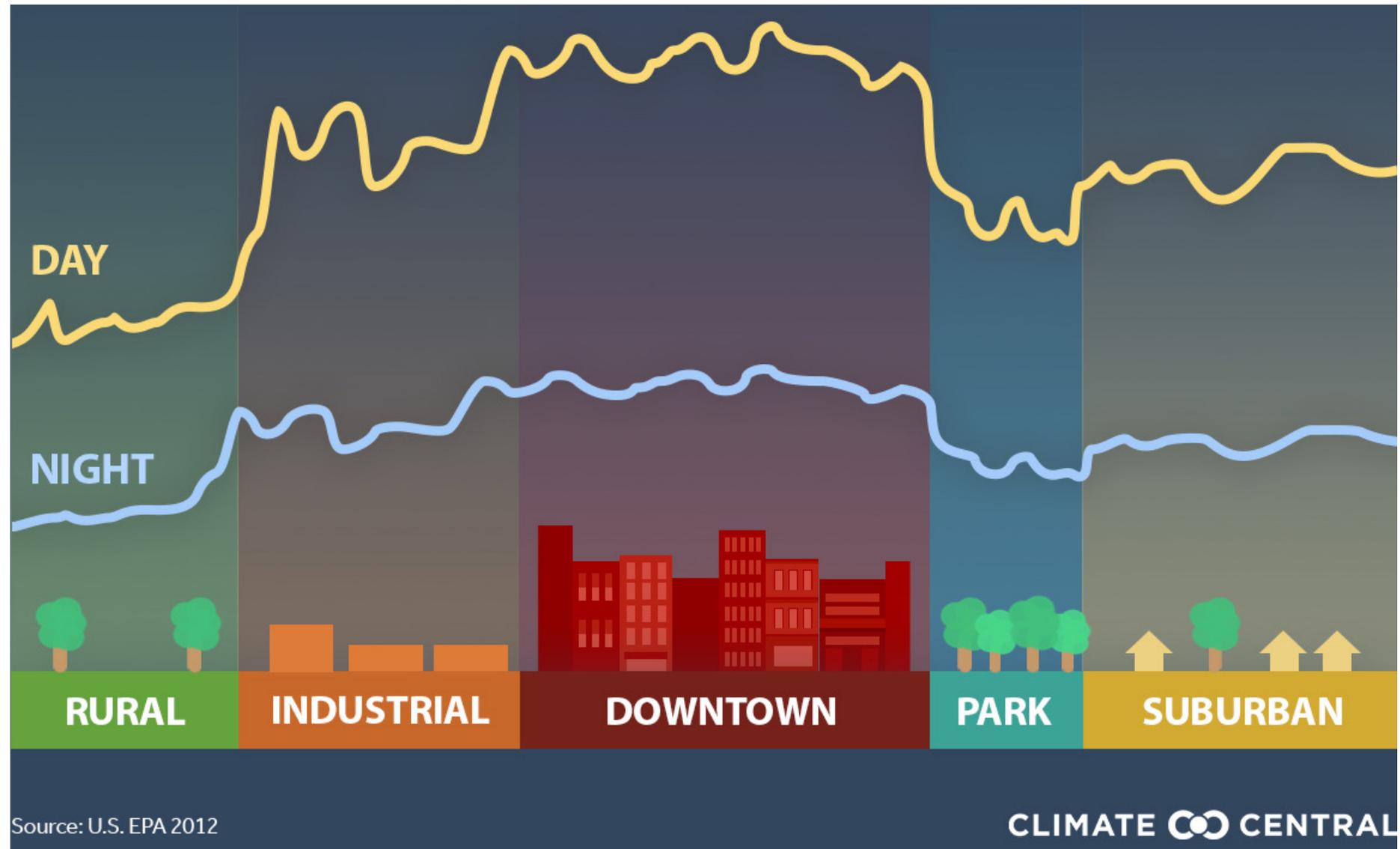


Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

[http://web.gccaz.edu/~lnewman/gph111/topic\\_units/pressure\\_winds/pressure/pressure2.html](http://web.gccaz.edu/~lnewman/gph111/topic_units/pressure_winds/pressure/pressure2.html)

# Durch städtische Merkmale verändertes Klima

Die Temperatur variiert je nach Landnutzung: Stadtklima



<https://www.climatecentral.org/graphic/urban-heat-islands?graphicSet=UHI%20Temperature%20Infographic>

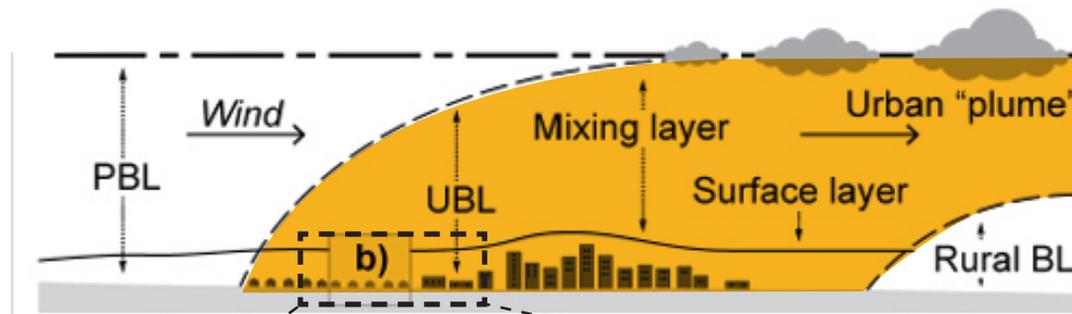
# Durch städtische Merkmale verändertes Klima

## Wärmeinselleffekt auf 2 Ebenen

### Region/City - Mesoskala:

#### städtische Grenzschicht

(UBL: urban boundary layer), im weiteren Sinne die durch den Einfluss des Stadtklimas modifizierte atmosphärische Grenzschicht über der Stadt



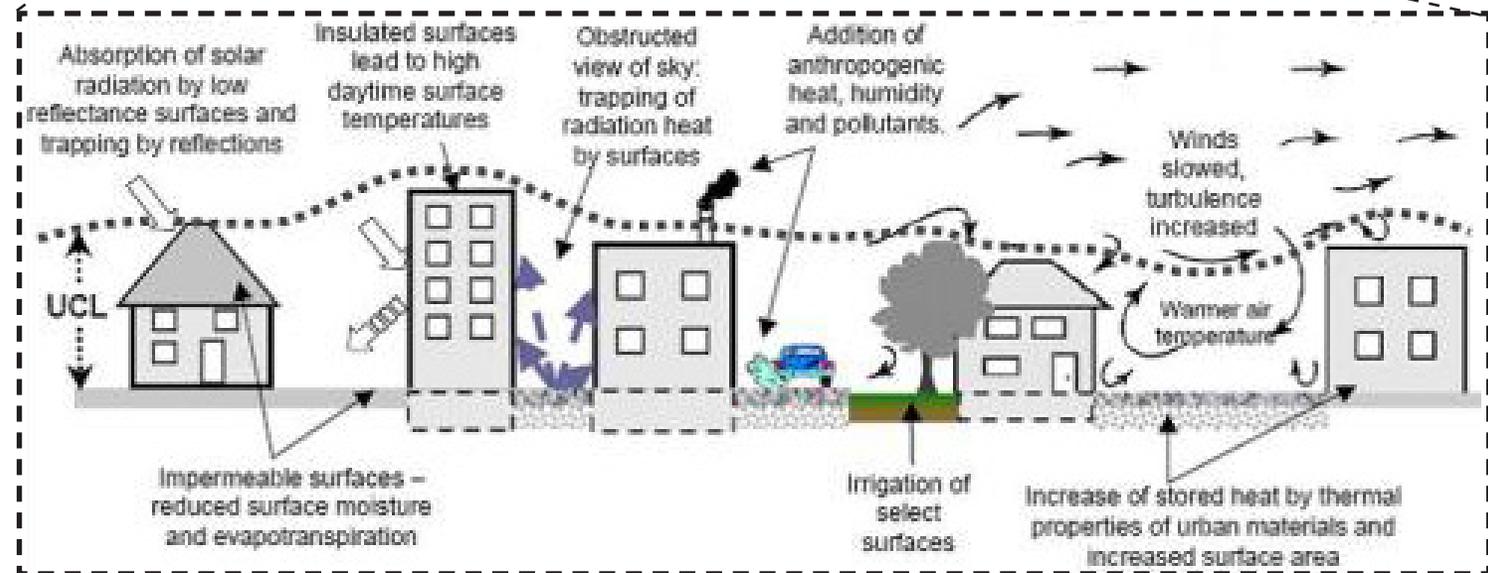
<http://www.yourhome.gov.au/you-begin/challenging-sites>

### Local - Mikroskala:

#### Stadthindernisschicht

(urban canopy layer, UCL) unterhalb des mittleren Firstniveaus, beeinflusst durch die Elemente dieser Schicht, wie Vegetation, Bauwerke, usw.

Das urbane Klima wird von mikroskaligen Prozessen beherrscht, die auf die komplexe Anordnung der Oberflächen zurückzuführen sind, z. B. räumliche Muster, Ausrichtung, Albedo, Emissionsvermögen, thermische Eigenschaften, Feuchtigkeit usw.



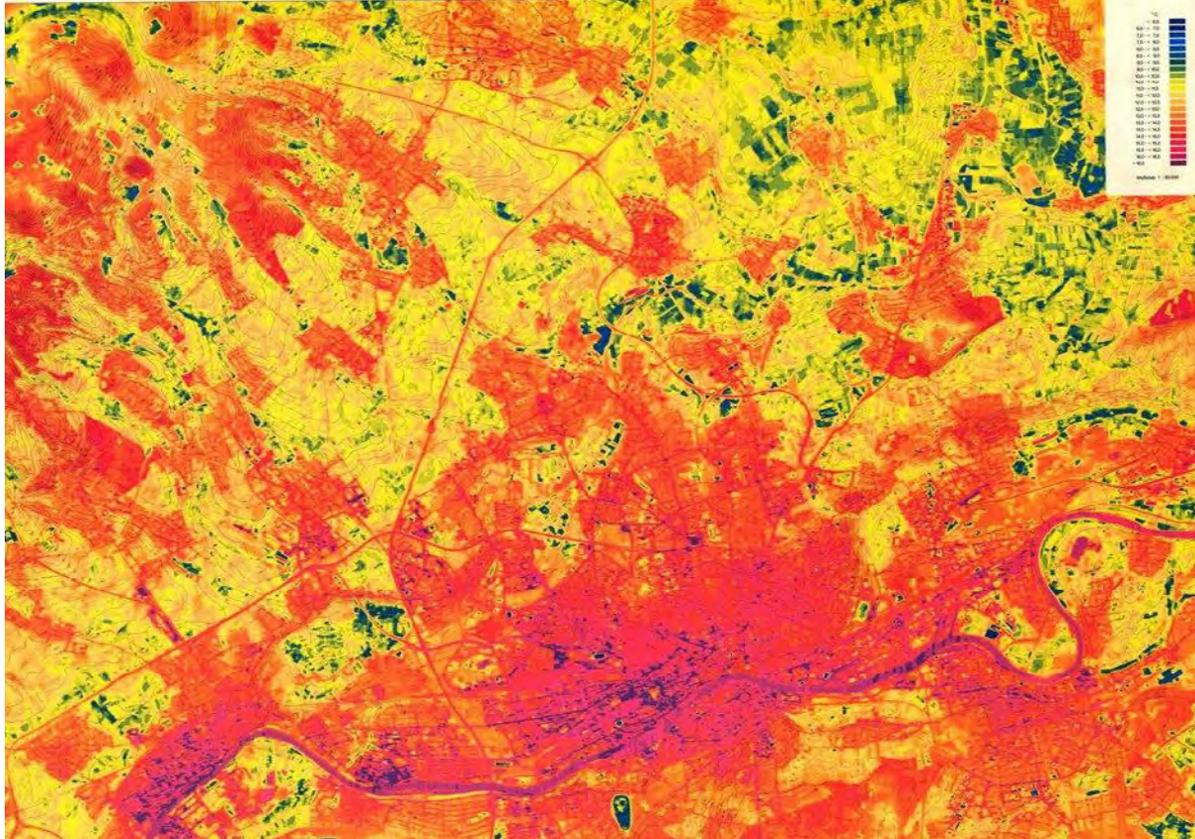
<http://geographygems.blogspot.de/2011/09/urban-climates.html>

# Durch städtische Merkmale verändertes Klima

## Oberflächentemperatur: Thermische Karten von Frankfurt

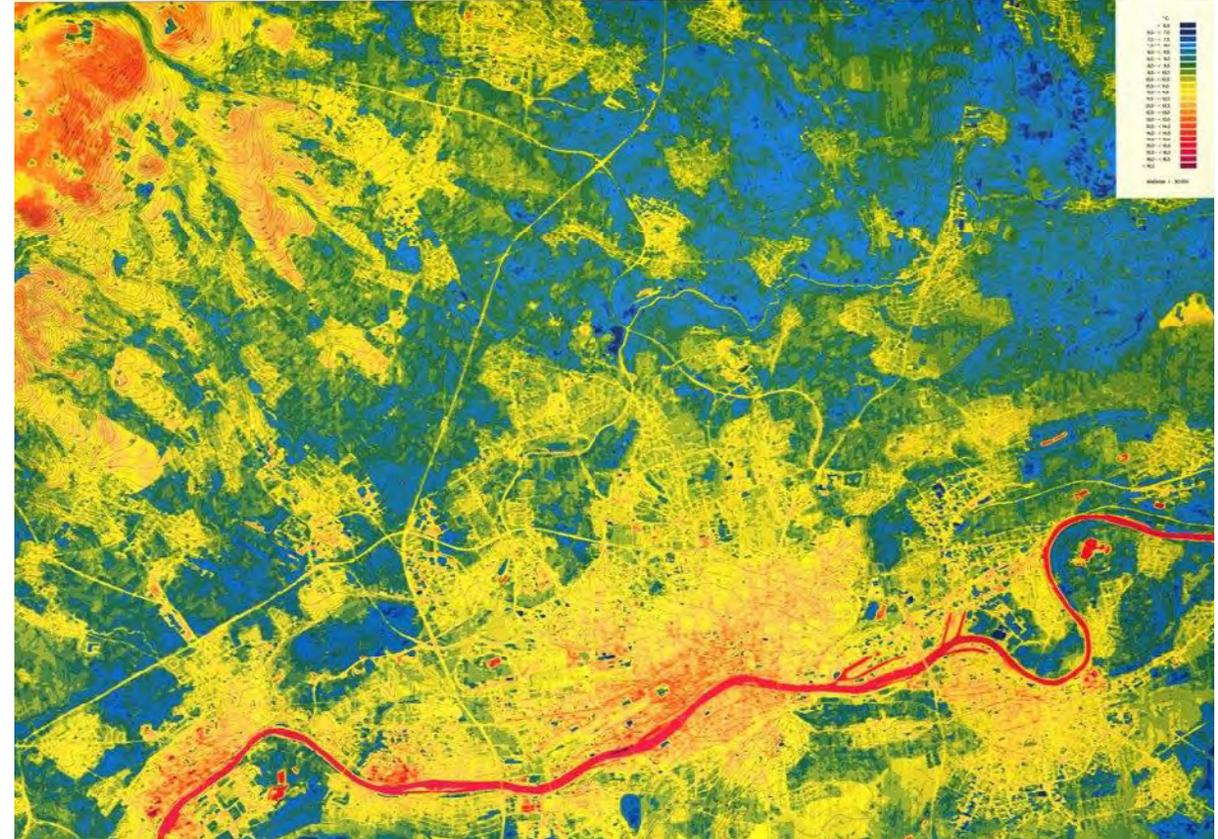
- auch ohne Klimawandel bereits hohe Temperaturdifferenzen: **5-10 Kelvin (K)**

abends



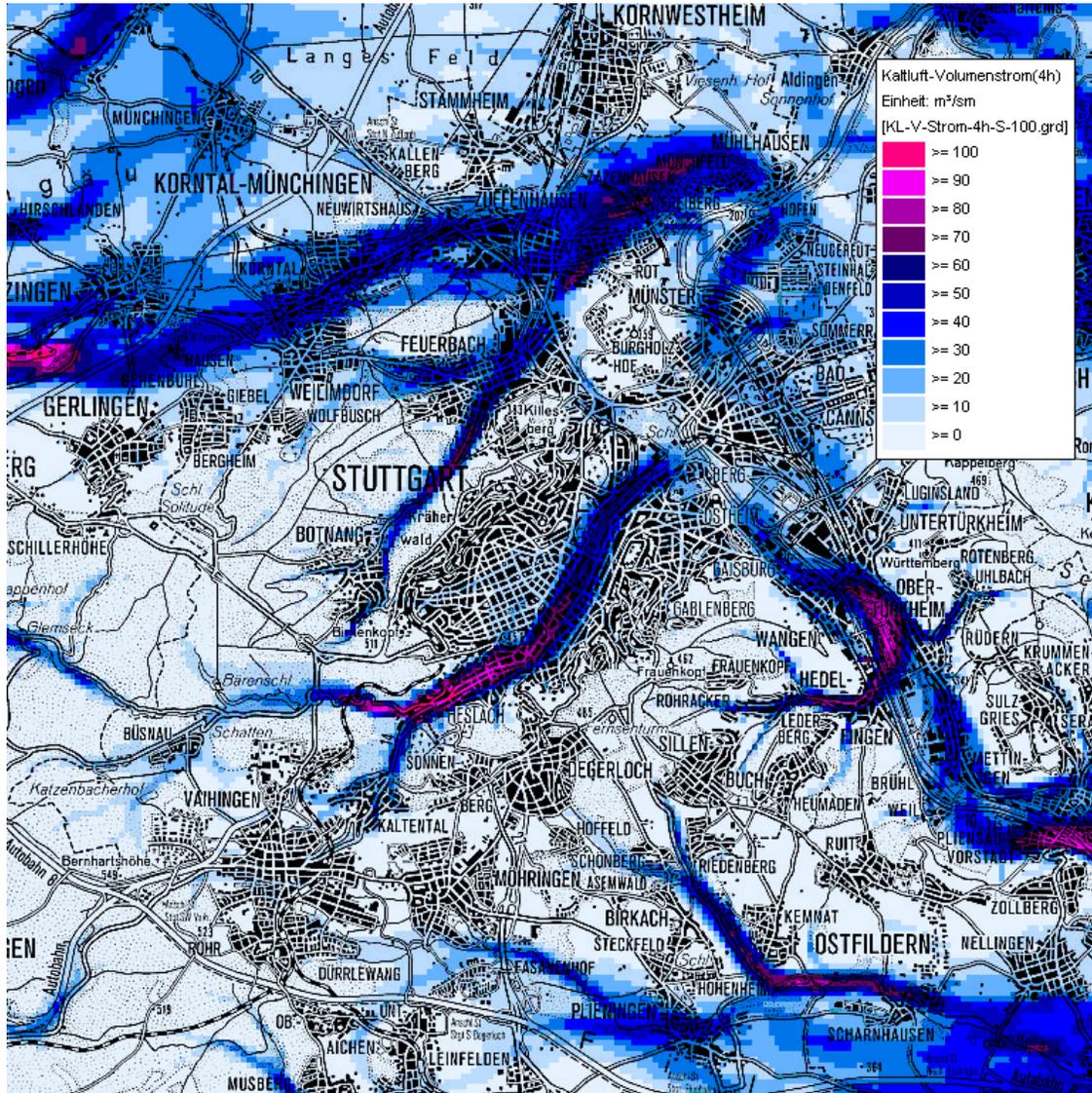
(Frankfurt Oberflächenstrahlung - Quelle: Umweltamt Frankfurt)

morgens



# Städte müssen sich nachts abkühlen: Luftaustausch

Kaltluftströme in der Nacht reduzieren den Wärmeinseleffekt, z.B. Stuttgart

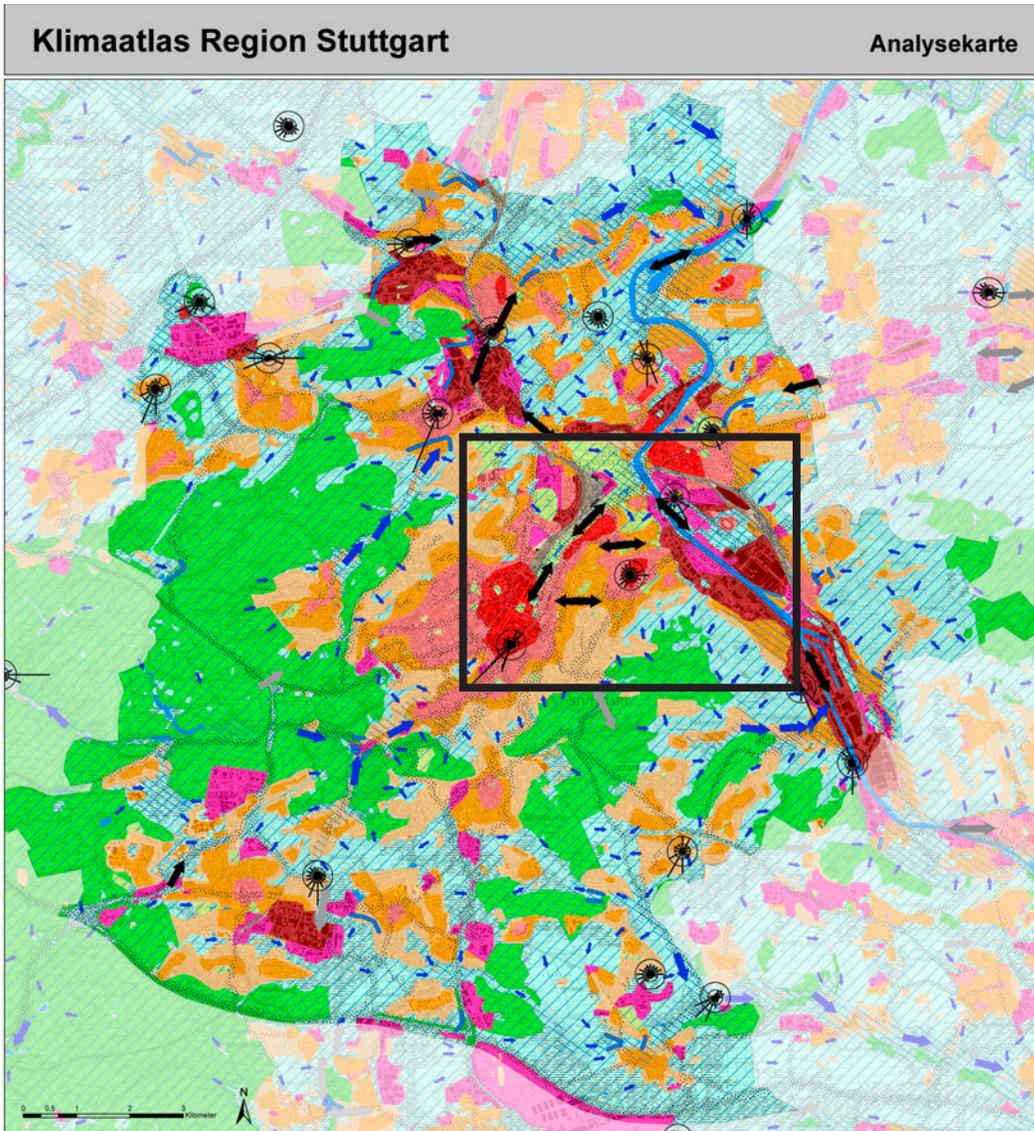


(Quelle: Prof. Dr. Juergen Baumüller, Vorlesung 29.10.2013)

**katabatische Winde** - lokale Winde, die sich nachts unter dem Einfluss der Schwerkraft bergab bewegen  
= Bewegung kalter Luft von höheren Hängen hinunter in die Stadt

# Städte müssen sich nachts abkühlen: Regulierung auf regionaler Ebene

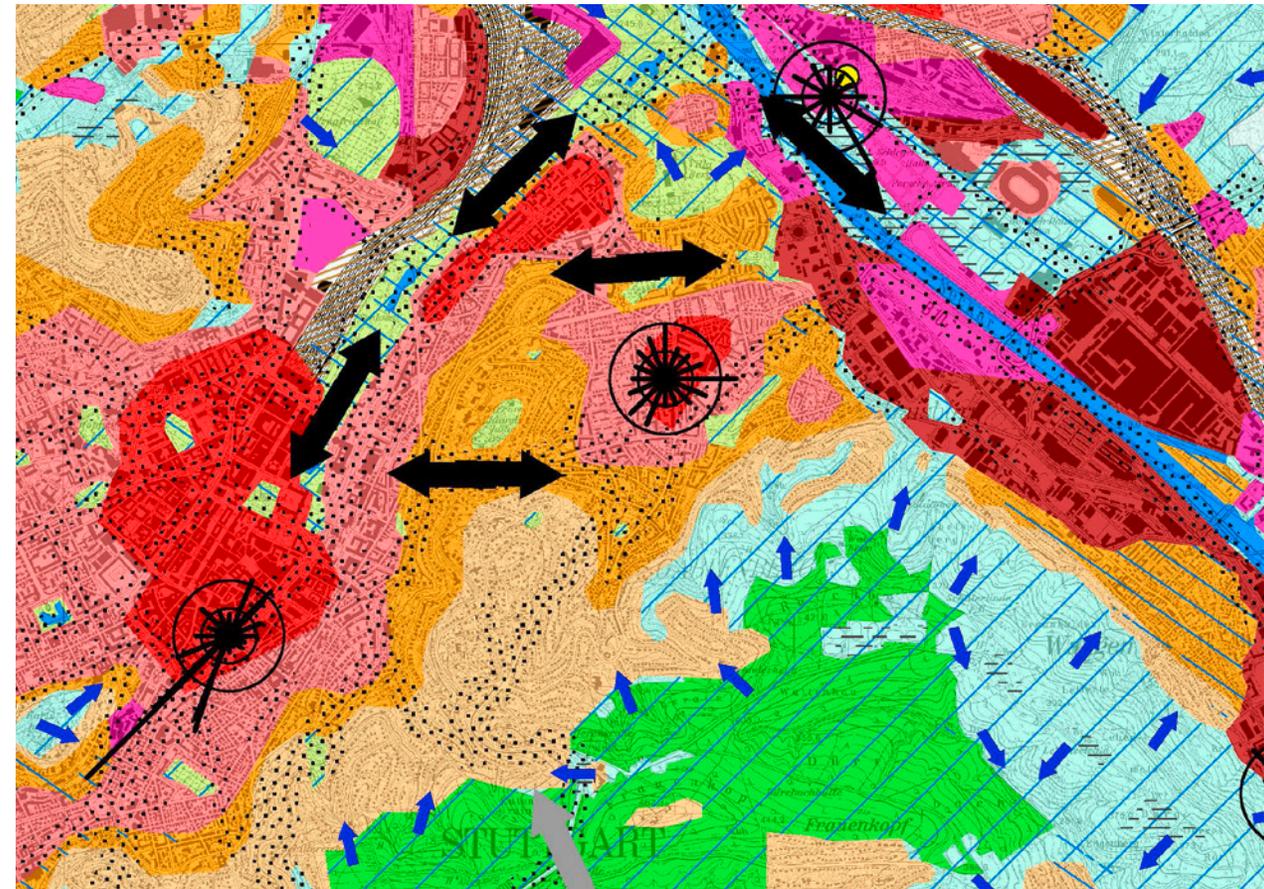
## Klima-Atlas der Region, z.B. Stuttgart



Schützen und Schaffen

- Leitbahnen und Hänge
- Entstehungsgebiete der Kaltluft

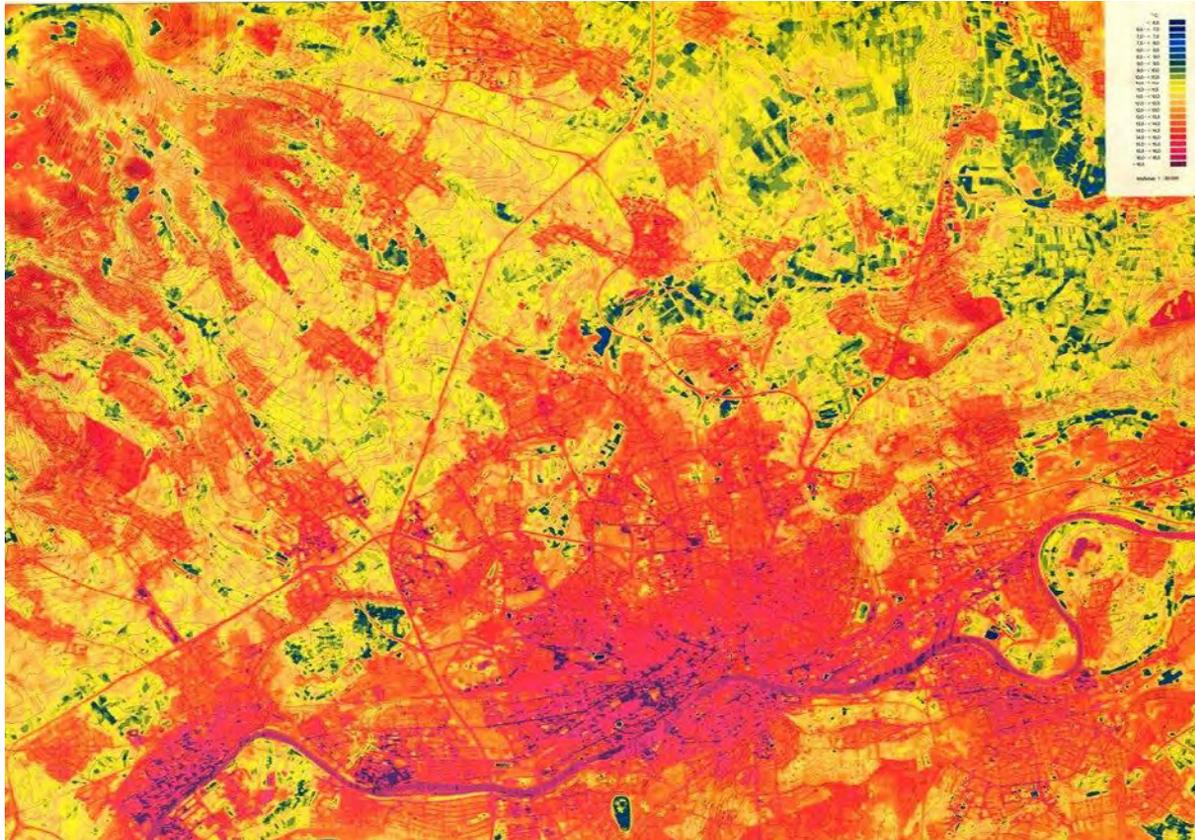
Quelle: Region Stuttgart: Klimaatlas



# Tag und Nacht: Vulnerabilität bei Wohnen & Arbeiten

Tag

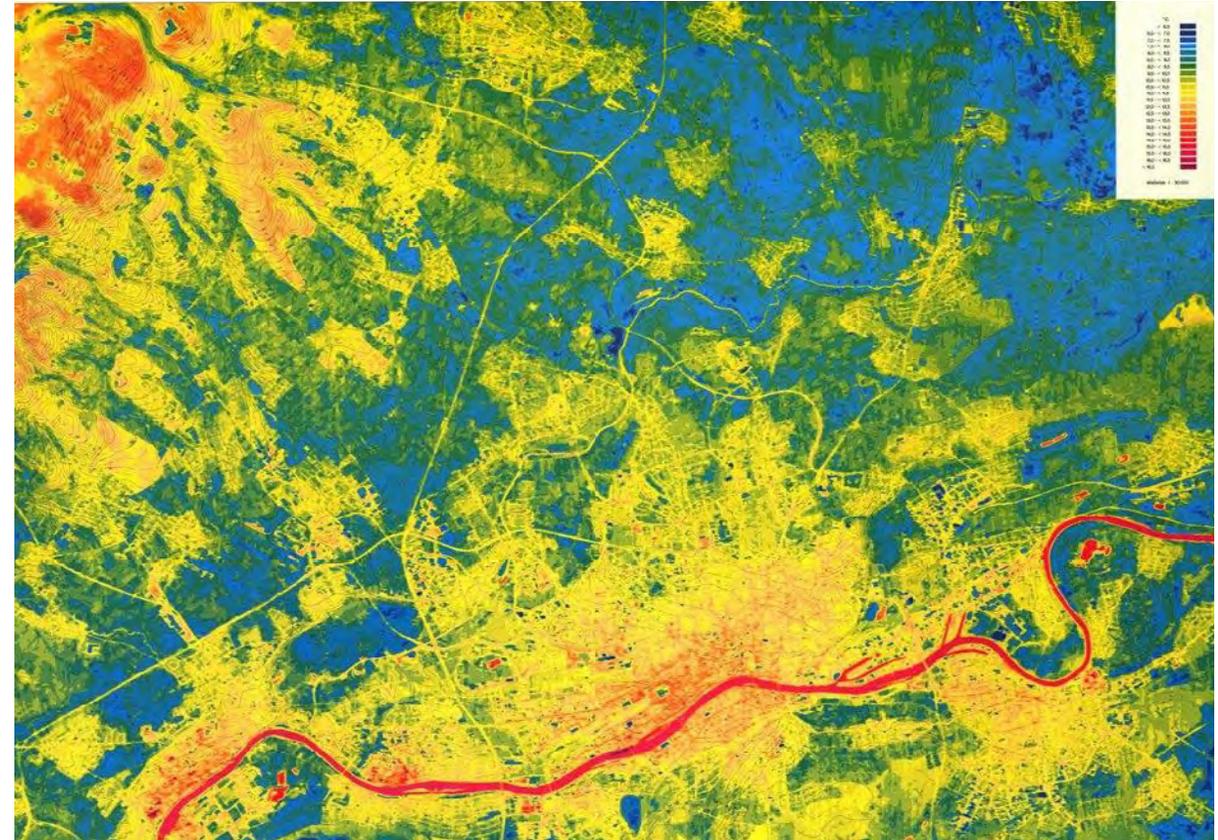
abends



(Frankfurt Oberflächenstrahlung - Quelle: Umweltamt Frankfurt)

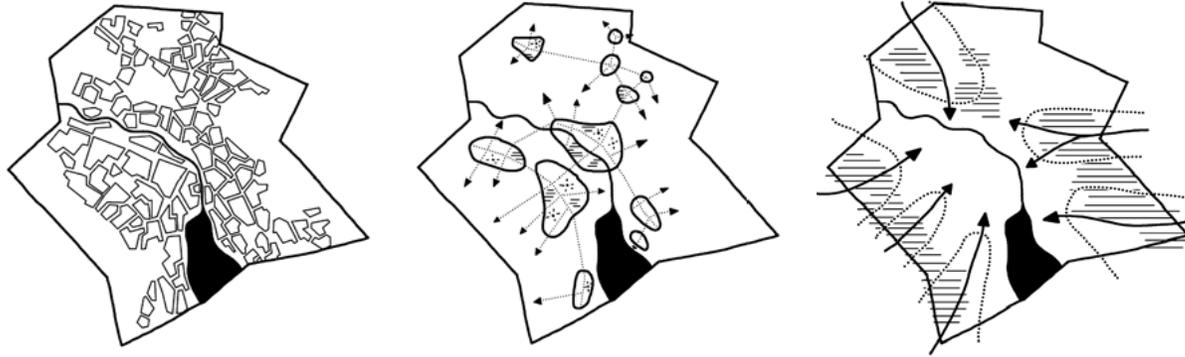
Nacht

morgens



# Strategien zur Anpassung an den Klimawandel auf kommunaler Ebene

e.g. Fachplanung Hitzeminderung Zürich Entlastungs-, Kaltluftsystem, Hitzeminderung



## Toolbox

Wirkungsanalyse  
(Kap. 6)



Handlungsansätze  
(Kap. 5)



Handlungsfelder (Kap. 4)

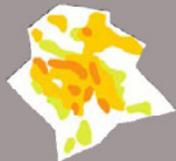


## Ziele (Kap. 1)

Vermeiden  
Entlasten  
Erhalten

## Grundlagen (Kap. 2.2/2.3)

Klimakarten  
Kanton



Stadt- und Freiraumstruktur



## Analysen (Kap. 2.4/2.5)

Expositions- und  
Vulnerabilitätsanalyse  
(Hotspots)

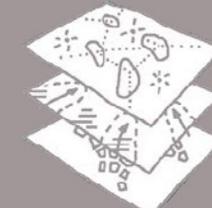


Kaltluftanalyse



## Die drei Teilpläne (Kap. 3)

Teilplan Hitzeminderung  
Teilplan Entlastungssystem  
Teilplan Kaltluftsystem



## Umsetzung

Umsetzungsagenda

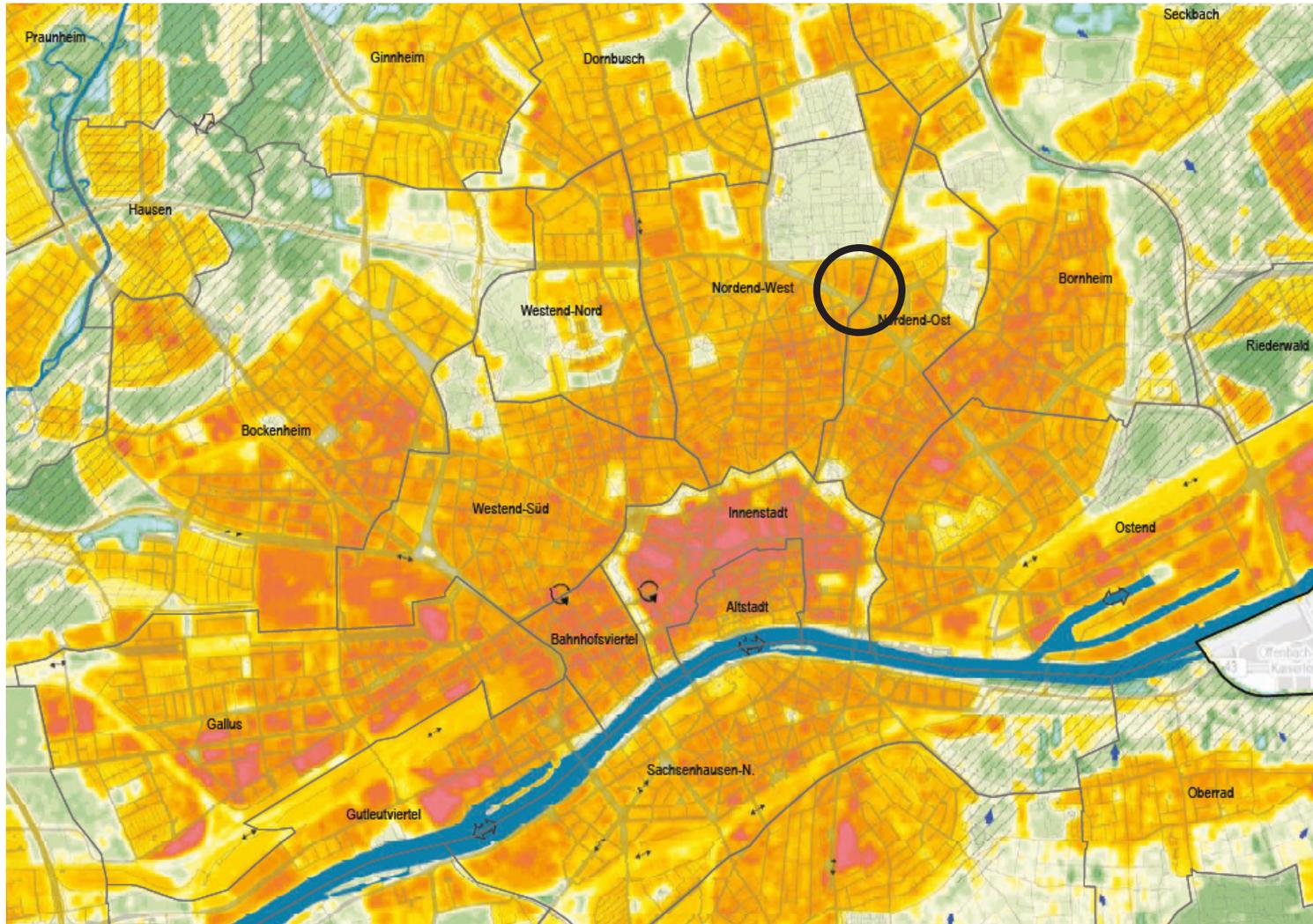


Abb. 5: Methodischer Aufbau der Fachplanung Hitzeminderung



**Mikroskala: Klimakomfortort**

# Stadt als Biotop des Menschen



(Frankfurt Klimafunktionskarte 2016  
- <https://frankfurt.de/themen/klima-und-energie/stadtklima/klimaplanatlas>)

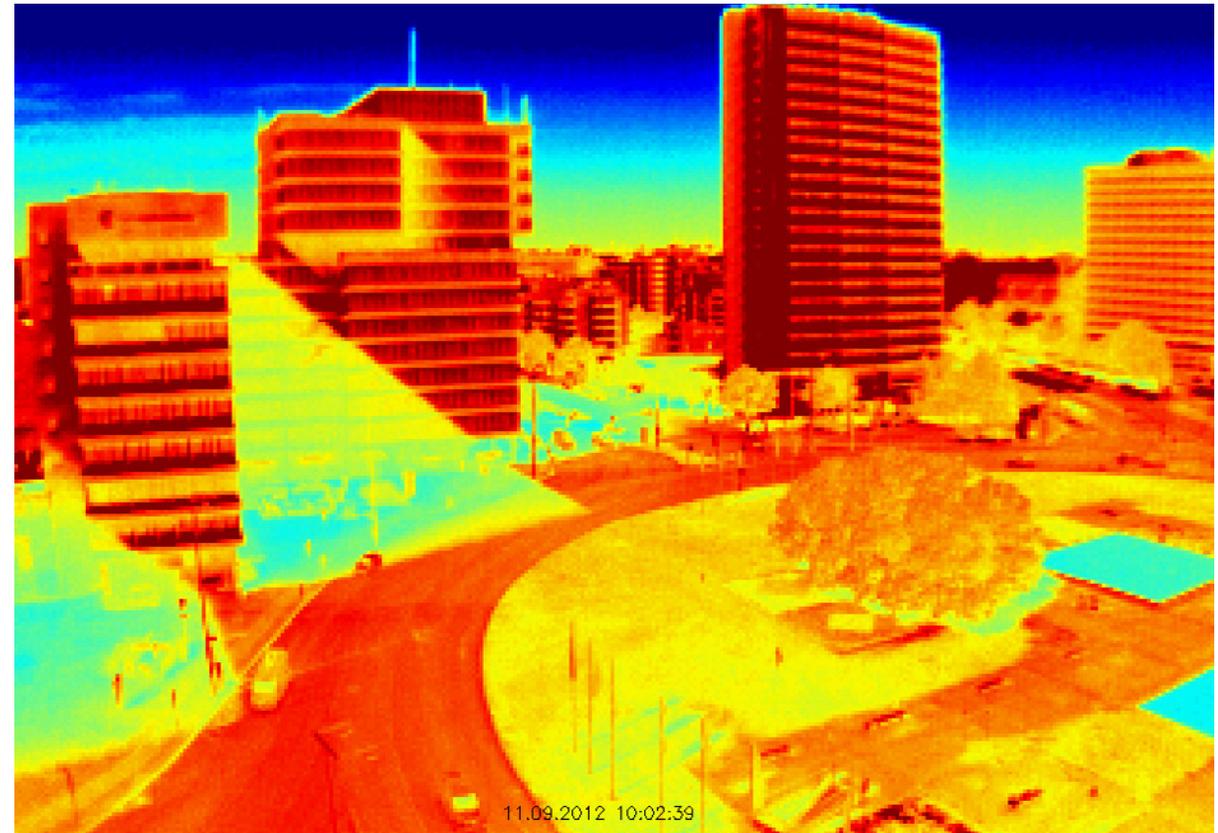
# Die Stadt zeichnet sich durch einzigartige Elemente aus eine überwiegend steinige Umgebung

## Wärme-Infrarotbild

Ernst-Reuter-Platz  
in Berlin Charlottenburg



(Quelle: <http://www.ucahs.org/index.php?page=start&lan=en>; © F. Meier)



# Städtische Merkmale verändern das Klima = erhöhte sensible Wärme

## die wichtigsten Merkmale

- **Anthropogene Wärme**freisetzung
- Wärmespeichernde und -abgebende Eigenschaften von Baumaterialien  
= **Albedo-Effekt** = wärmeabsorbierende Oberflächen
- Mangel an Vegetation = weniger Photosynthese
- Wassermangel = versiegelte Flächen, Abwassersystem  
= reduzierte Evapotranspiration  
= reduzierte **latente Wärme (fehlende Kühlung)**

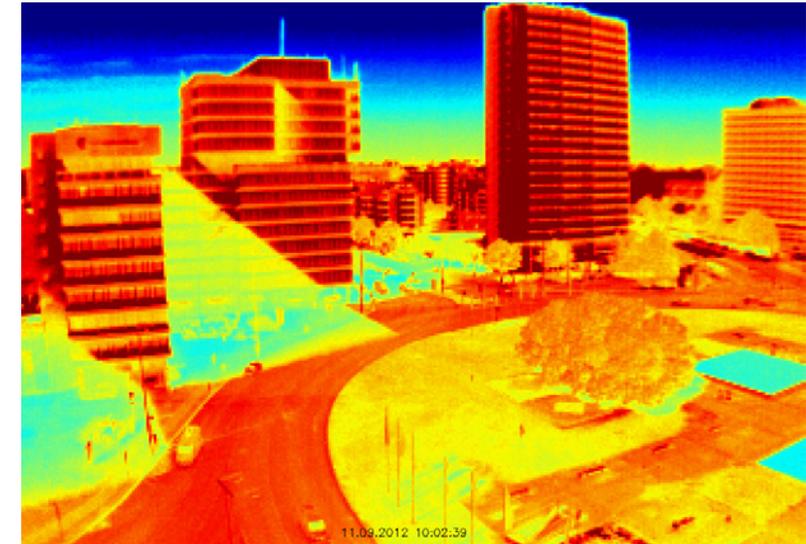
Straßengeometrie (Straßenschlucht)

= **sky view factor**

= verhindert, dass die reflektierte Strahlung entweicht

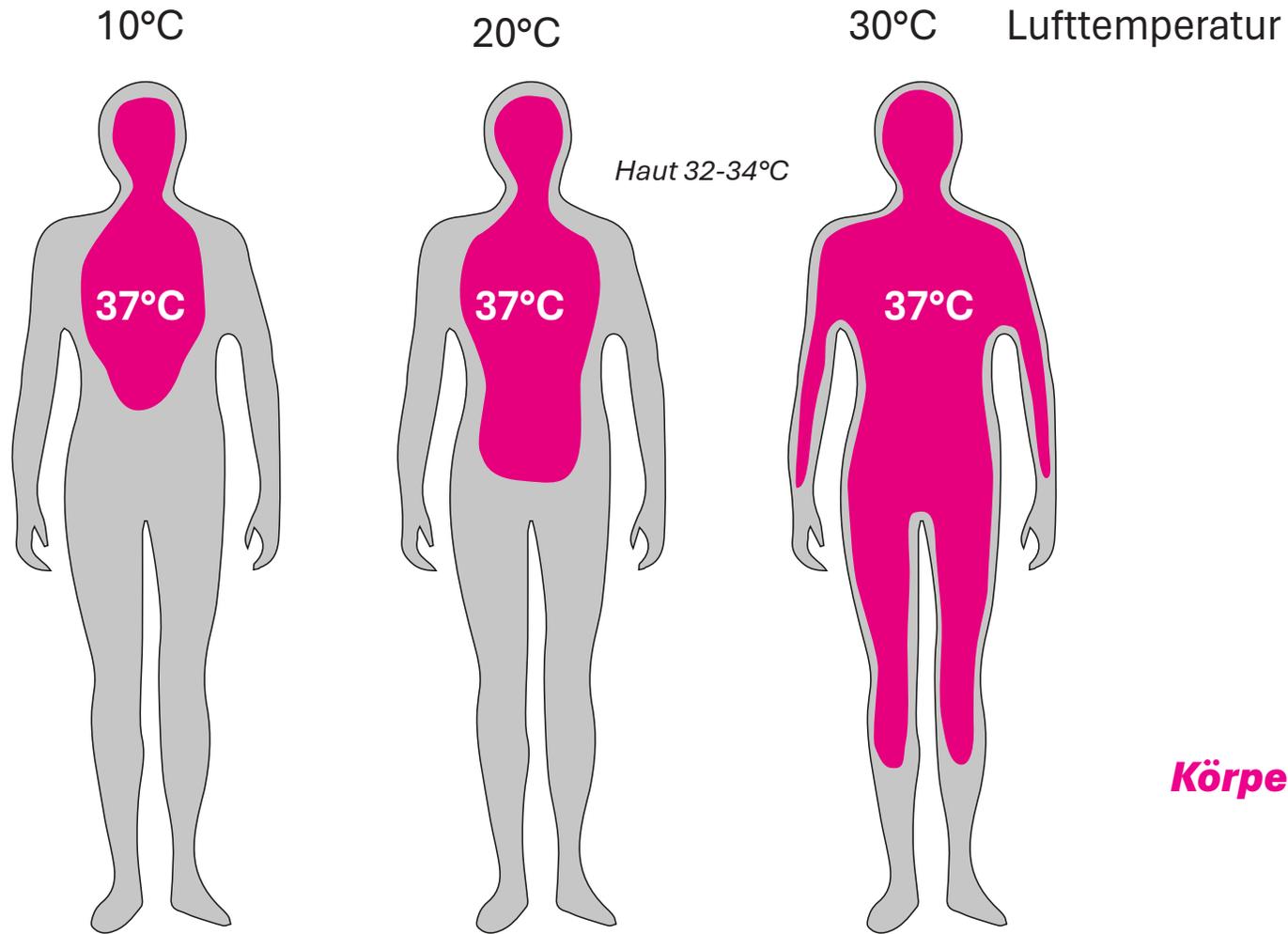
= Strahlung wird von nahe gelegenen Flächen absorbiert

= Wärmeenergie ist „gefangen“

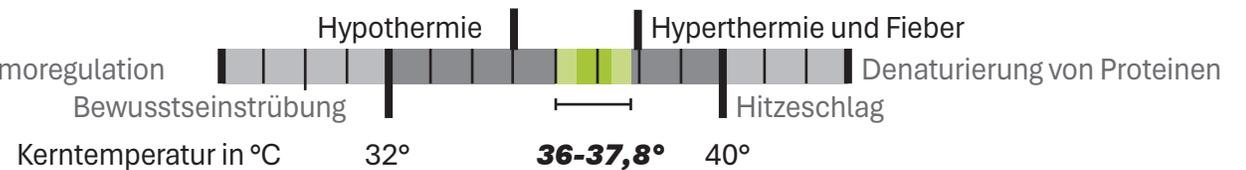


# Temperatur und Mensch

## nur ein kleiner Bereich zum Überleben



### Körperkerntemperatur



# wahrgenommene Temperatur - mehr als nur Lufttemperatur

z. B. Hitzeindex Lufttemperatur und relative Luftfeuchtigkeit

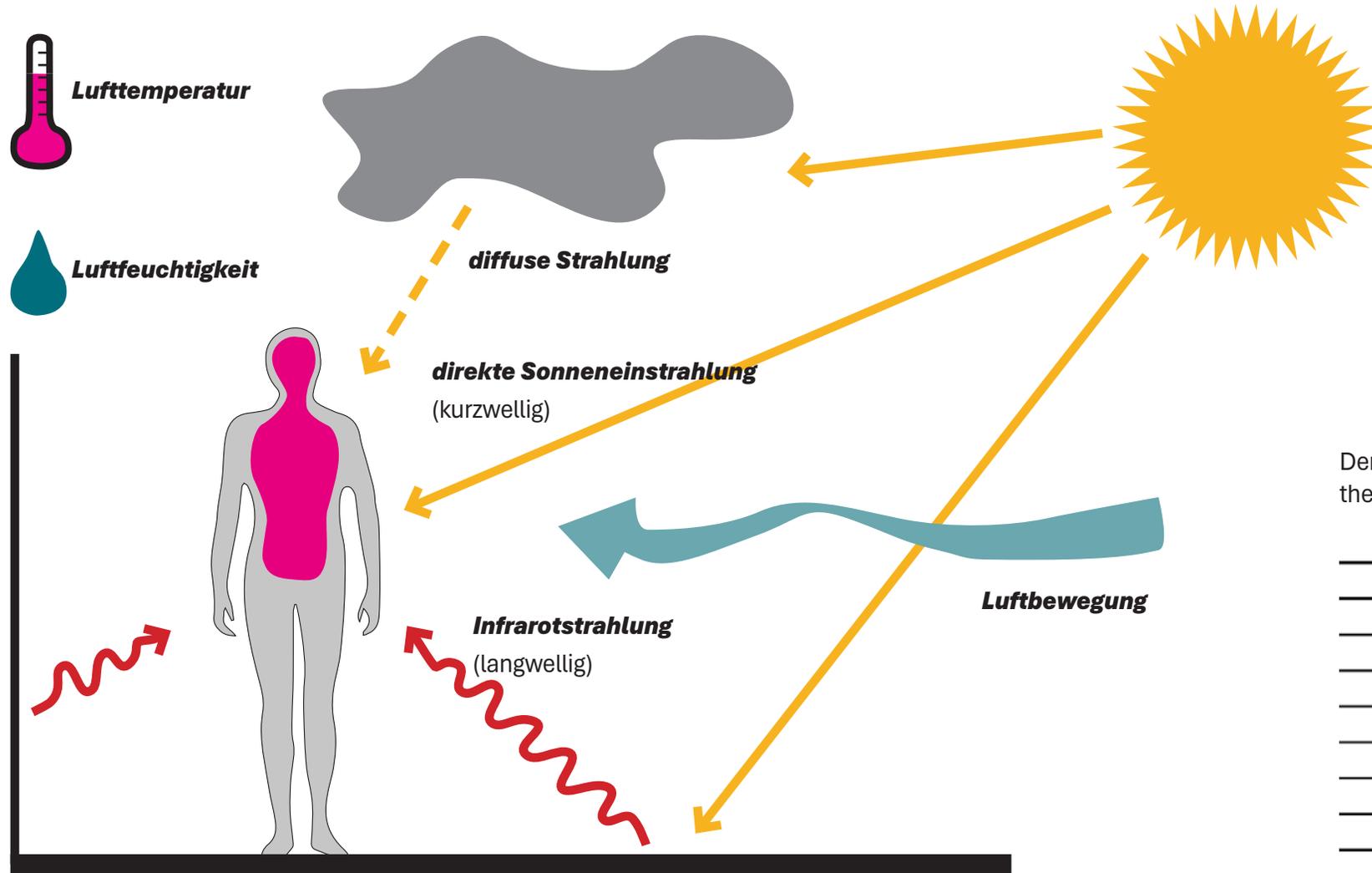
	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
42°	48	50	52	55	57	59	62	64	66	68	71	73	75	77	80	82
41°	46	48	51	53	55	57	59	61	64	66	68	70	72	74	76	79
40°	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75
39°	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	66	68	70	72
38°	42	44	45	47	49	51	53	55	56	58	60	62	64	66	67	69
37°	40	42	44	45	47	49	51	52	54	56	58	59	61	63	65	66
36°	39	40	42	44	45	47	49	50	52	54	55	57	59	60	62	63
35°	37	39	40	42	44	45	47	48	50	51	53	54	56	58	59	61
34°	36	37	39	40	42	43	45	46	48	49	51	52	54	55	57	58
33°	34	36	37	39	40	41	43	44	46	47	48	50	51	53	54	55
32°	33	34	36	37	38	40	41	42	44	45	46	48	49	50	52	53
31°	32	33	34	35	37	38	39	40	42	43	44	45	47	48	49	50
30°	30	32	33	34	35	36	37	39	40	41	42	43	45	46	47	48
29°	29	30	31	32	33	35	36	37	38	39	40	41	42	43	45	46
28°	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
27°	27	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
26°	26	26	27	28	29	30	31	32	33	34	34	35	36	37	38	39
25°	25	25	26	27	27	28	29	30	31	32	33	34	34	35	36	37
24°	24	24	24	25	26	27	28	28	29	30	31	32	33	33	34	35
23°	23	23	23	24	25	25	26	27	28	28	29	30	31	32	32	33
22°	22	22	22	22	23	24	25	25	26	27	27	28	29	30	30	31

**Außerdem: Windchill-Faktor...**

(Quelle: [http://www.climate-service-center.de/products\\_and\\_publications/publications/detail/062996/index.php.de](http://www.climate-service-center.de/products_and_publications/publications/detail/062996/index.php.de))

# wahrgenommene Temperatur - mehr als nur Lufttemperatur

z.B. Universal Thermal Climate Index (UTCI)



**menschliches Verhalten  
(Stoffwechsel, Kleidung)**

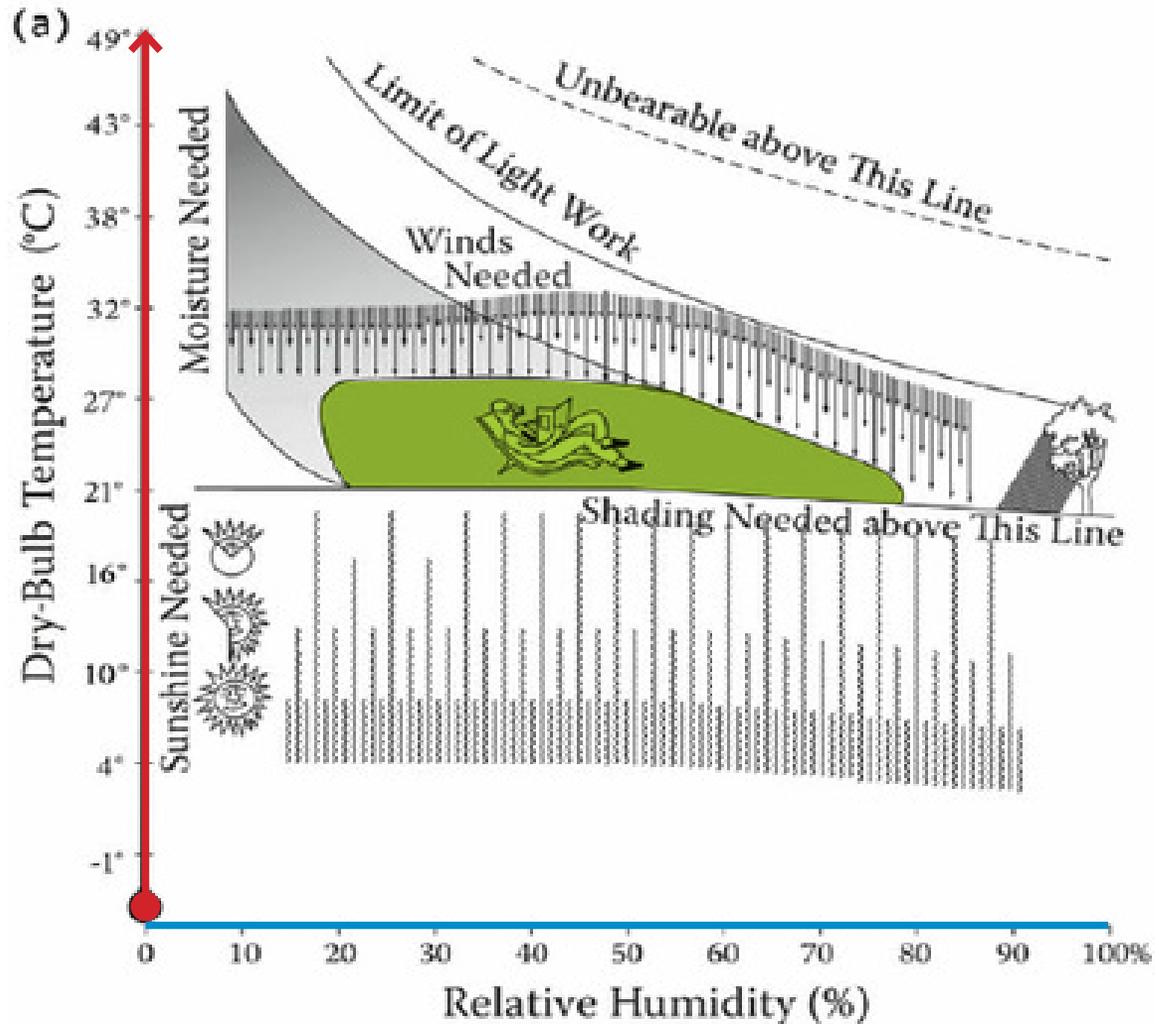
Der „Universal Thermal Climate Index“ (UTCI) ist ein Indikator für thermophysiologicalen Stress

UTCI (°C)	Stress category
UTCI > 46	extreme heat stress
38 < UTCI < 46	very strong heat stress
32 < UTCI < 38	strong heat stress
26 < UTCI < 32	moderate heat stress
9 < UTCI < 26	no thermal stress
0 < UTCI < 9	slight cold stress
-13 < UTCI < 0	moderate cold stress
-27 < UTCI < -13	strong cold stress
-40 < UTCI < -27	very strong cold stress
UTCI < -40	extreme cold stress

Source: Blazejczyk et. al 2014

# Beeinflussung der Klimaparameter für den thermischen Komfort

Wir müssen die Klimaparameter für den thermischen Komfort anpassen



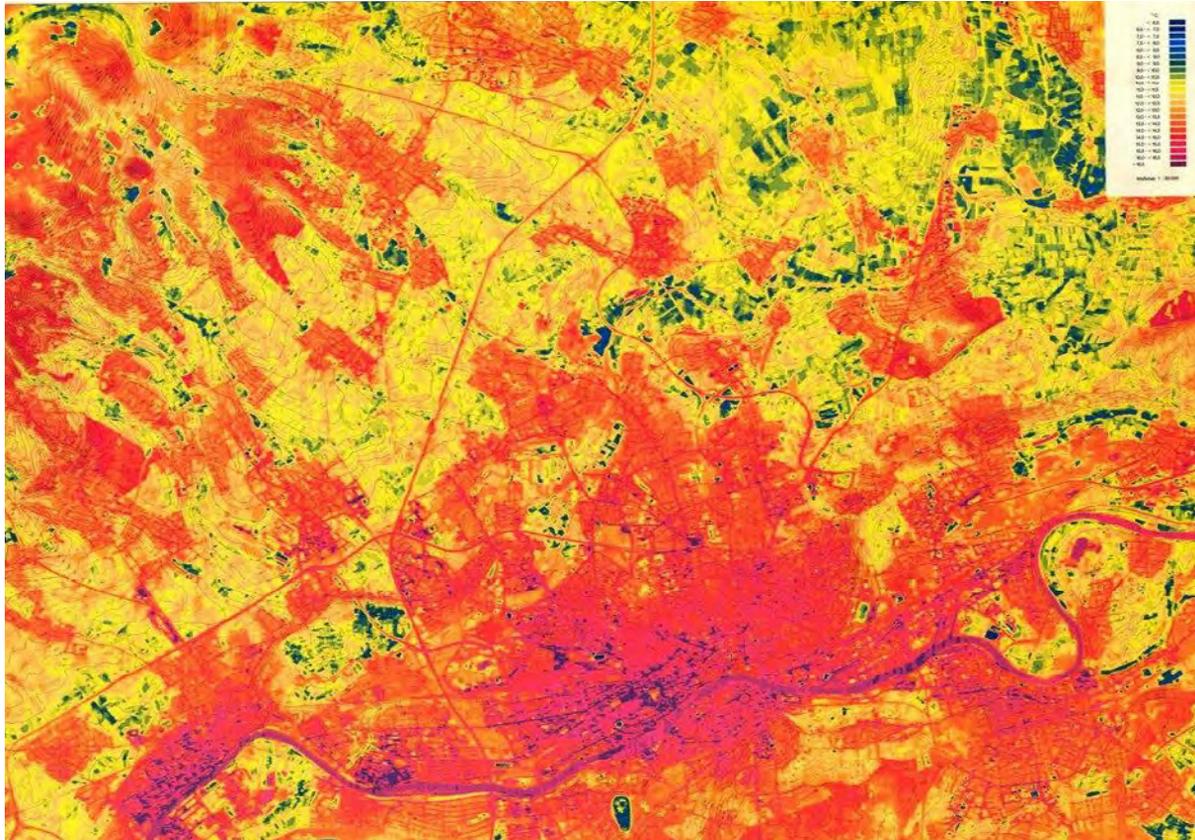
- für menschliches Verhalten (Aktivitäten) entwerfen
  - Verdunstungskälte hängt von der Luftfeuchtigkeit ab
  - Schutz vor Sonneneinstrahlung - Beschattung
  - Infrarotstrahlung reduzieren - Aufheizen minimieren
  - Belüftung ermöglichen - Kühlung verbessern
- 
- Sonnenstrahlung nutzen - Heizen
  - Infrarotstrahlung nutzen - Heizen
  - Schutz vor Wind (Verbesserung des Windchill-Faktors)

Olgay: bioclimatic chart. 1960

# Tag und Nacht: Vulnerabilität bei Wohnen & Arbeiten

Tag

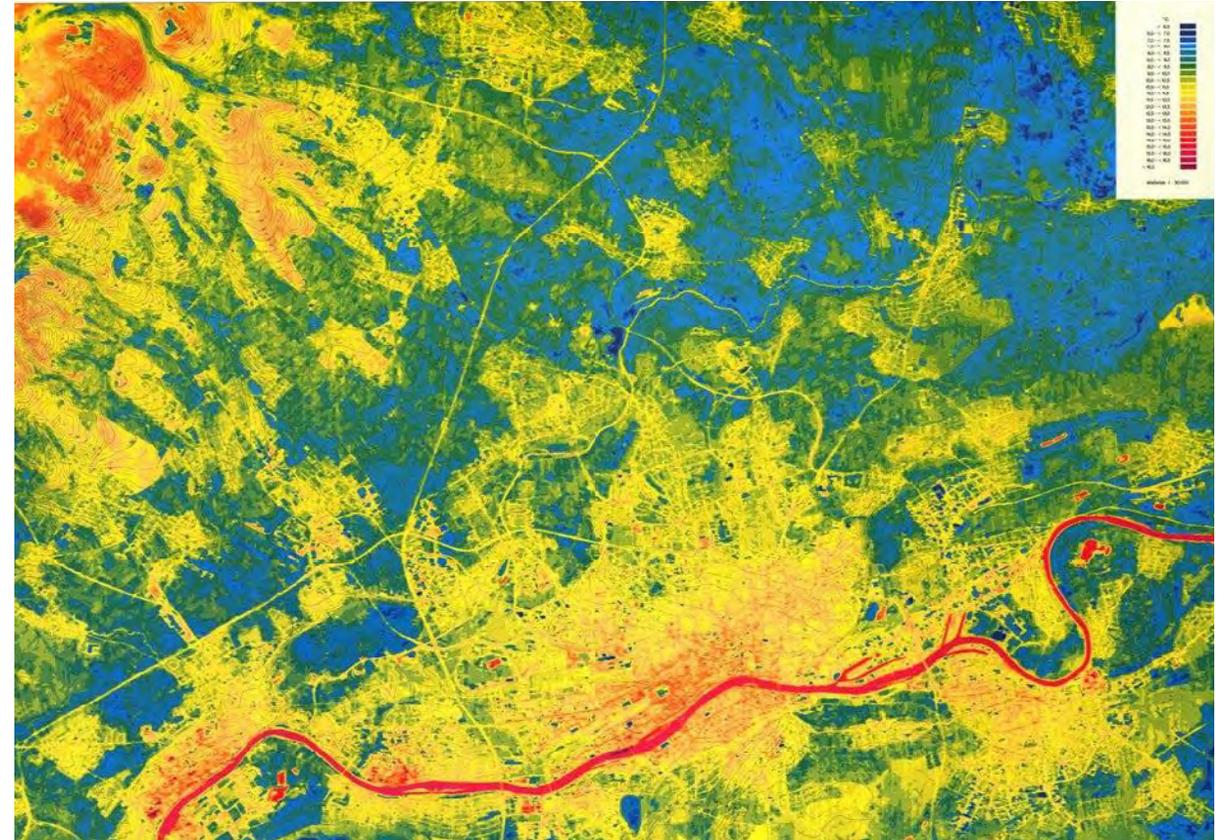
abends



(Frankfurt Oberflächenstrahlung - Quelle: Umweltamt Frankfurt)

Nacht

morgens

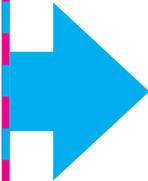
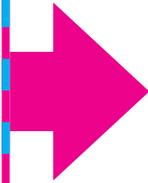


**Was können wir lokal tun?**

# Design für Klimakomfort - sorgfältig gestaltete blau-grüne Räume

## **Entwurfs Parameter:**

- Sonnenstrahlung,
- Infrarotstrahlung
- Lufttemperatur
- Luftfeuchtigkeit
- Windgeschwindigkeit



## **Strategien für den Sommer**

- Oberflächen: Minimierung Wärmeabsorption & Erhöhung Versickerung
- blaue-grüne Flächen anlegen: Evapotranspiration verbessern
- Schatten spenden: Aufheizung reduzieren
- Belüftung zulassen: Kühlung und Luftaustausch verbessern
- Gestaltung für menschliche Aktivitäten: Orte zum Leben schaffen

## **geschützte Außenbereiche für kältere Jahreszeiten gestalten**

- Sonnenstrahlung nutzen: warme Standorte schaffen
- Windschutz anbieten: geschützte Standorte anlegen

# Optimierung der Oberflächen: Wärmeaufnahme zu minimieren

## Wärmespeichernde Eigenschaften von Materialien

**Albedo** = Verhältnis der reflektierten Strahlung zur Strahlung, welche die Oberfläche erreicht

Solar Reflectance Index **SRI** = ein Wert, der die Sonnenreflexion (Albedo) und Wärmeabstrahlung in einer Zahl zusammenfasst

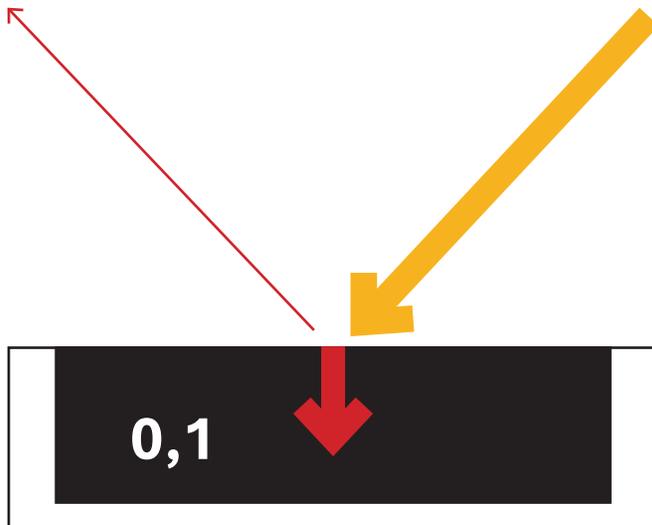
**hellere Materialien** > reflektieren die Strahlung

**dunkle Materialien** > absorbieren Wärme & wärmt die Luft

Die Oberflächen in den Städten wirken als zusätzliche Wärmespeicher.

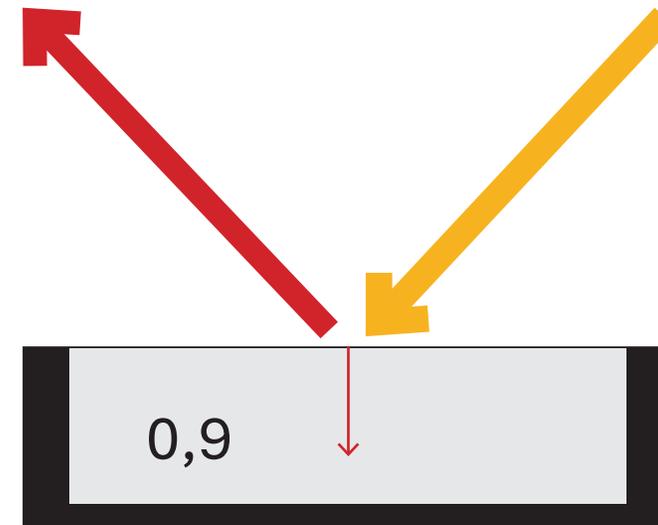
Kühlt sich die Luft nachts ab, geben sie die Wärme wieder ab und verhindern so, dass die Städte auch nachts auskühlen.

**Albedo 0** = „perfekter Absorber“  
**SRI 0** = standard black „hot“



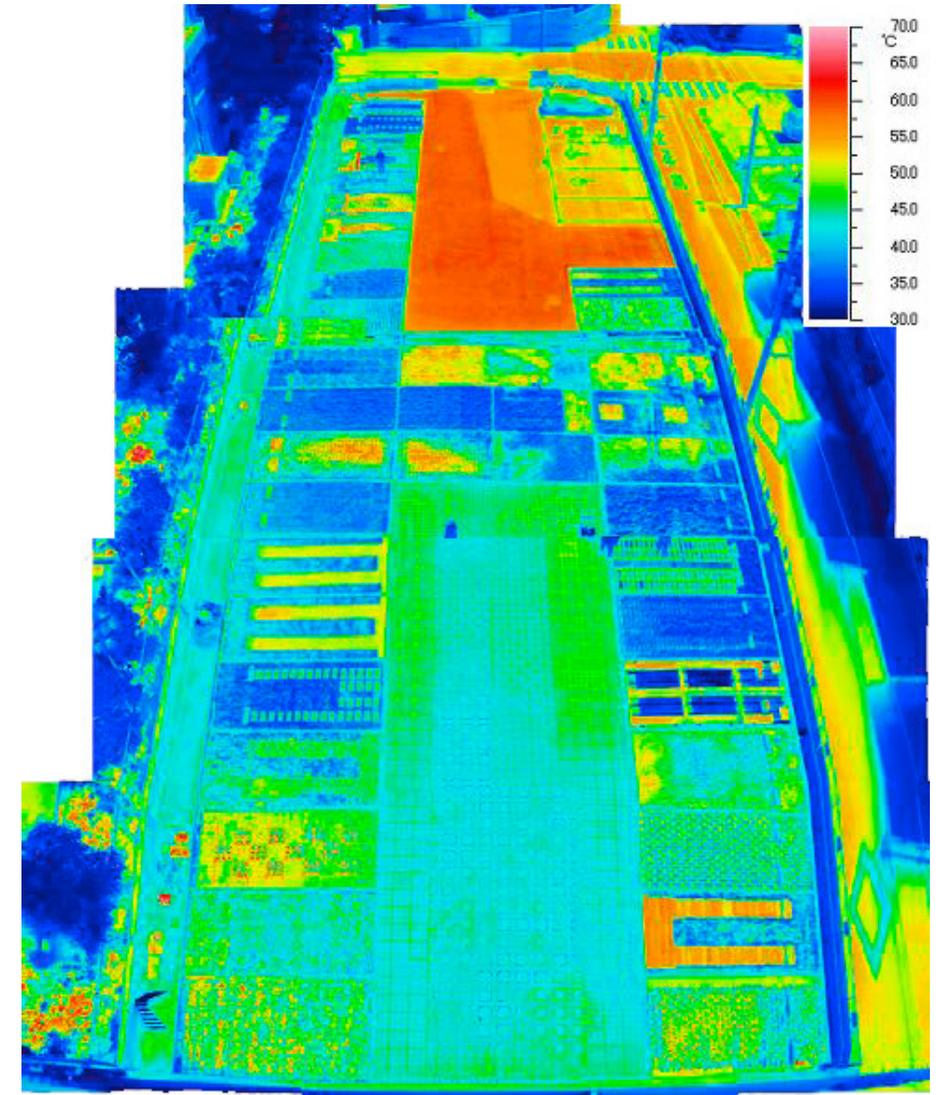
Wet, new asphalt	0.04
open ocean	0.06
older asphalt	0.12
Coniferous forest (summer)	0.09 to 0.15
Deciduous trees	0.15 to 0.18
bare ground	0.17
Grass, meadow	0.25
desert, sand	0.40
new concrete	0.55
Ice (ocean)	0.5-0.7
Fresh snow	0.80-0.90

**Albedo 1** = perfekter Reflektor“  
**SRI 100** = standard white „cool“



# Optimierung der Oberflächen: Versickerung ermöglichen

durchlässige Oberflächen: Albedo + Verdunstung beachten, z. B. Kobe, Jaban, Parking



(Source: Stadtplanungsamt Karlsruhe: Städtebaulicher Rahmenplan Klimaanpassung. Anpassungskomplex Hitze. Karlsruhe o.J., S. 26)

# blau-grüne Räume anlegen: Verbesserung der Evapotranspiration

## Vegetation, Wasser und Sonnenenergie bilden ein Kühlsystem

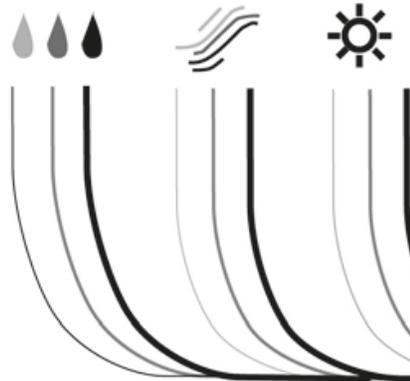
**crucial factors for evapotranspiration and the cooling capacity**



availability of **water**

**evapo-  
rative  
capacity**  
of the air

availability of **energy**



**surface / vegetation types**

**sensible heat**  
(„rising temperature“)

source of **energy**



**Evaporative cooling:  
Evaporation + Transpiration**

**E +**

**I +**

**T +**

Zunahme der latenten Energie  
(„**Increase in latent heat**“  
(Evaporative cooling))



**shade** > cooling

**+ growth of vegetation**

(source: bgmr: Vortrag StEP Klima konkret. Berlin 19.7.2016, S.16)

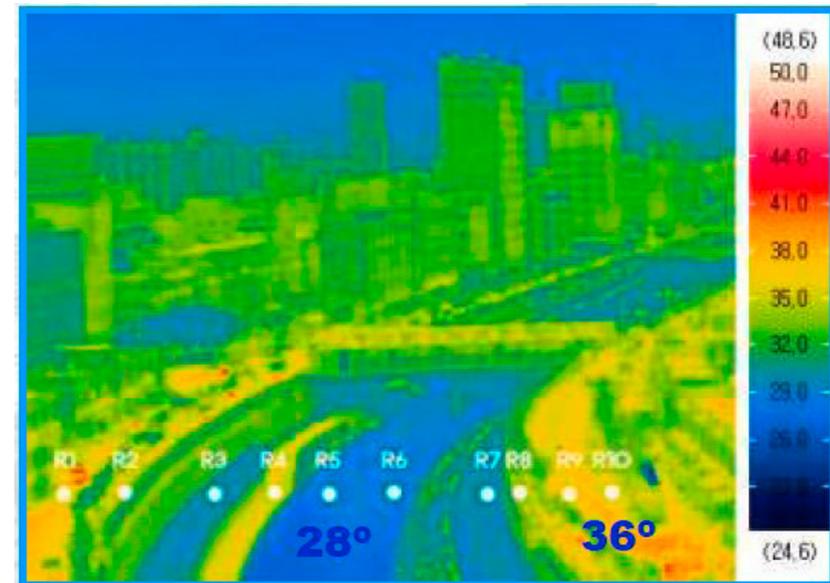
# blau-grüne Räume anlegen: Landnutzungsänderung

z.B. River Chéong Gye Cheon, Seoul, South Corea

before transformation (2002)



after transformation (2005)



(Quelle: Stadtplanungsamt Karlsruhe: Städtebaulicher Rahmenplan Klimaanpassung. Anpassungskomplex Hitze. Karlsruhe o.J., S. 13)

# blau-grüne Räume anlegen: alle Sinne ansprechen

z.B. Wasserspiegel, Bordeaux



(©Jan Dieterle)

# blau-grüne Räume anlegen: Wasserkreisläufe für Kühlung erschließen

z.B. neuer Karlssee, Heilbronn



©Jan Dieterle

# blau-grüne Räume anlegen: Neue Wasserkreisläufe für Kühlung erschließen

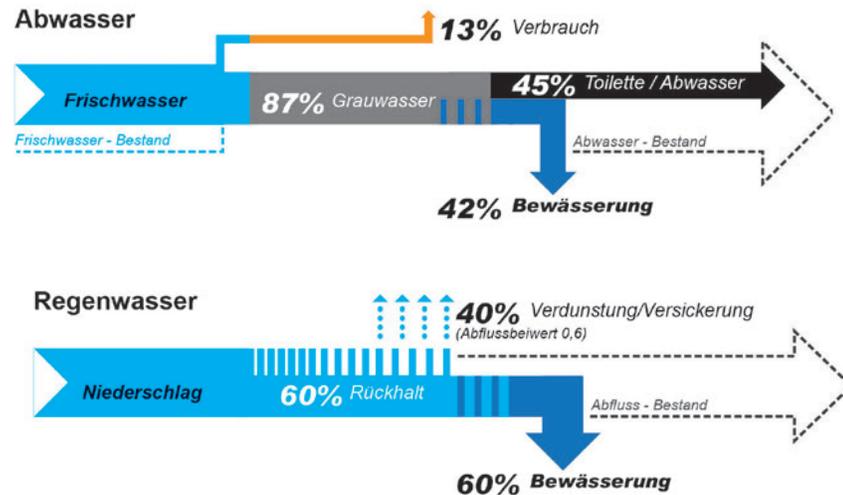
## Kreisläufen in der Nachbarschaft schließen

**Wettbewerbsbeitrag 2019**

in Kooperation mit Daniel Schönle, Architektur & Stadtplanung, Stuttgart

Ausloberin: EnBW Energie Baden-Württemberg AG

Offener zweiphasiger Realisierungswettbewerb



# blau-grüne Räume anlegen: Kreisläufe am Gebäude schließen

z. B. Regenwasser-, Grauwasser- und Abwassermanagement, Auroville, Indien  
(The Centre For Scientific Research Trust (CSR), Auroville, Pondicherry)



(©Jan Dieterle)



(©Jan Dieterle)

# blau-grüne Räume anlegen: Zugang zum Wasser schaffen

z. B. Nebelsystem, New York & öffentliche Wasserstellen, Monwabisi Park, Kapstadt



(©Jan Dieterle)



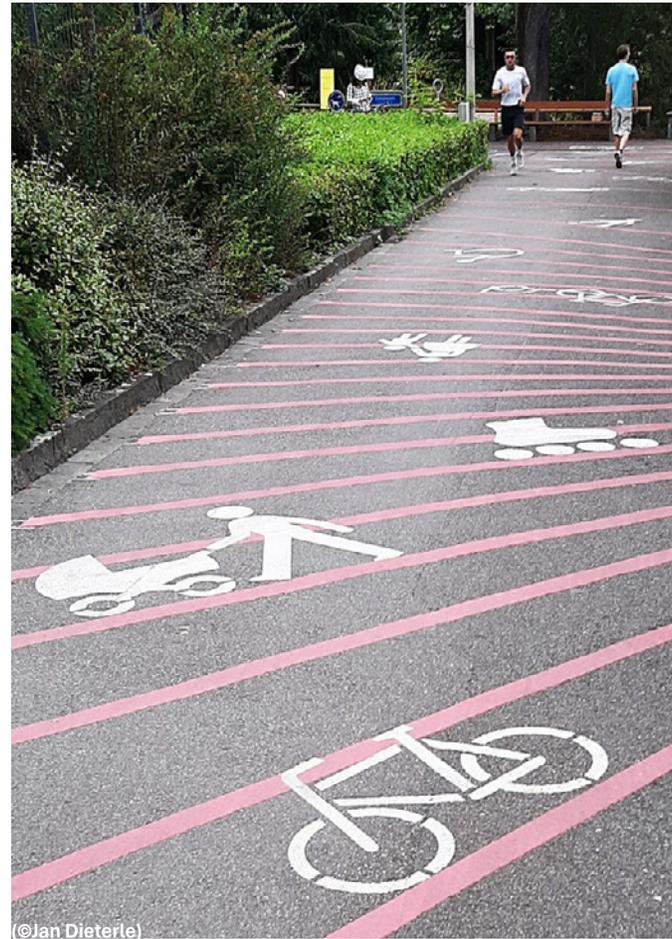
# Verbesserung der Zugänglichkeit von grün-blauen Räumen für alle

z. B. ein dichtes Netz aus Fahrrad-, Fußgängerwegen und öffentlichen Verkehrsmitteln



©Jan Dieterle

**Tram, Karlsruhe (GER)**



©Jan Dieterle

**Promenade, Basel (SUI)**



©Jan Dieterle

**Street, Boulogne Billancourt (FRA)**

# **grün-blau Räume zugänglich machen: Zugang auf allen Ebenen ermöglichen**



©Jan Dieterle



©Jan Dieterle

# grün-blau Räume zugänglich machen: lebendige Rückzugsorte entwerfen



(©Jan Dieterle)

# grün-blau Räume zugänglich machen: Lebenswerte Straßen gestalten



©Jan Dieterle



©Jan Dieterle

# für Schatten sorgen: Rückzugsräume im öffentlichen Raum



(©Jan Dieterle)



(Quelle: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7e/Carmona\\_city\\_center.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7e/Carmona_city_center.jpg))

# für Schatten sorgen: Rückzugsräume in öffentlichen Gebäuden einrichten



(©Jan Dieterle)

# für Schatten sorgen: Wegweiser für „kühle“ Orte z.B. App für kühle Räume, Wasser und schattige Wege

(source: <https://extrema.space/> - last accessed 3.12.2020)

The image shows a screenshot of the website for 'extrema', an emergency notification system for extreme temperatures. The background is an aerial view of Paris, France, with the Eiffel Tower visible in the distance. The website's navigation menu at the top includes: HOME, ABOUT, CONSORTIUM, VIDEO, FEATURES, CITIES ON BOARD, NEWS, FUNDING, CONTACT, and HELP. The main heading reads 'extrema' in a large, white, sans-serif font, followed by the subtitle 'Emergency notification system for extreme temperatures'. Below this, there are two buttons for downloading the app: 'Google Play' and 'Apple Store'. A large, white smartphone is overlaid on the right side of the page, displaying the 'extrema' logo and name on its screen. The URL 'https://extrema.space/' is visible in the bottom left corner of the screenshot.

# dichte und grüne städtischer Umgebungen gestalten

*z.B. Campus Kunstfreilager Dreispitz, Basel*

(Westpol Landschaftsarchitekten GmbH) (Architektur auf dem Foto: BIG und Herzog & de Meuron)



©Jan Dieterle

# Die atmende und kühlende Stadt schaffen

z.B. Zollhallen Platz, Freiburg

(Ramboll Studio Dreiseitl)

- Risikominderung
- Verbesserung der Gesundheit der Menschen
- Ermöglichen von Gemeinschaftsaktivitäten



(©Jan Dieterle)

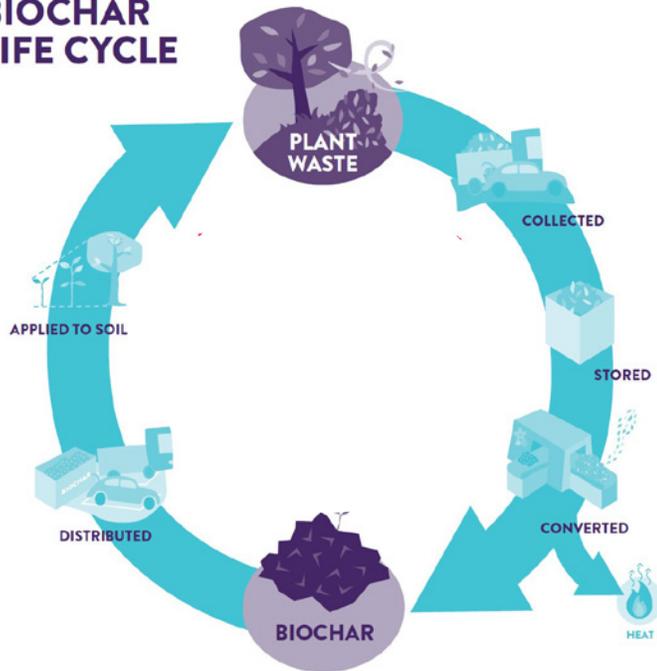
# Raum zum Wachsen: Verbesserung der Bedingungen im Untergrund

z.B. Stockholm structural soil

(Stadt Stockholm)

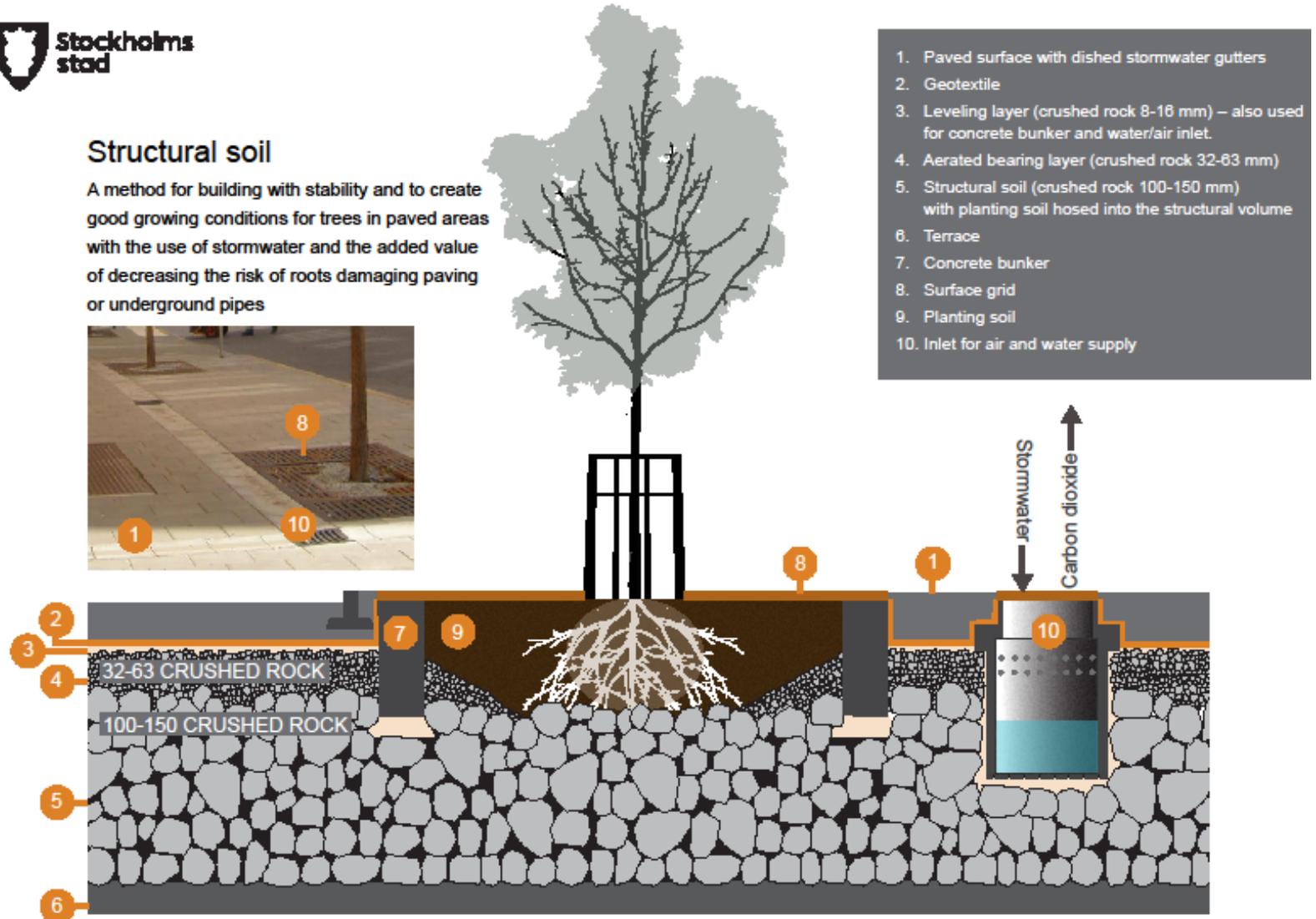
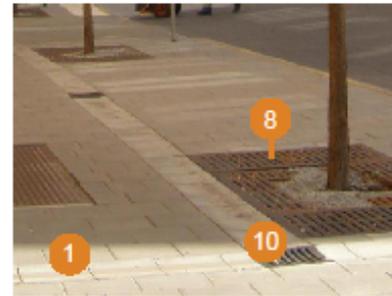
- Baumgruben vergrößern
- Langfristige Sicherung von Stadtbäumen (Wurzelraum, Wasser und Nährstoffe)
- Biokohle: CO<sub>2</sub>-Speicherung & Recycling von Grünabfällen

## BIOCHAR LIFE CYCLE



## Structural soil

A method for building with stability and to create good growing conditions for trees in paved areas with the use of stormwater and the added value of decreasing the risk of roots damaging paving or underground pipes



(Quelle: Vortrag Björn Embrén: Trees and Stormwater Management–The Stockholm solution)

# pflanzen & verdunsten



© Jan Dieterle

# gemeinsam beginnen! Entwerfen - bauen - reflektieren mit Bürger\*innen

z.B. Reallabor „Schützenplatz“, Stuttgart

- Lokale Interessengruppen einbeziehen
- Auswirkungen aufzeigen & überwachen
- Zukünftige Optionen diskutieren
- Gründung eines Bürgervereins

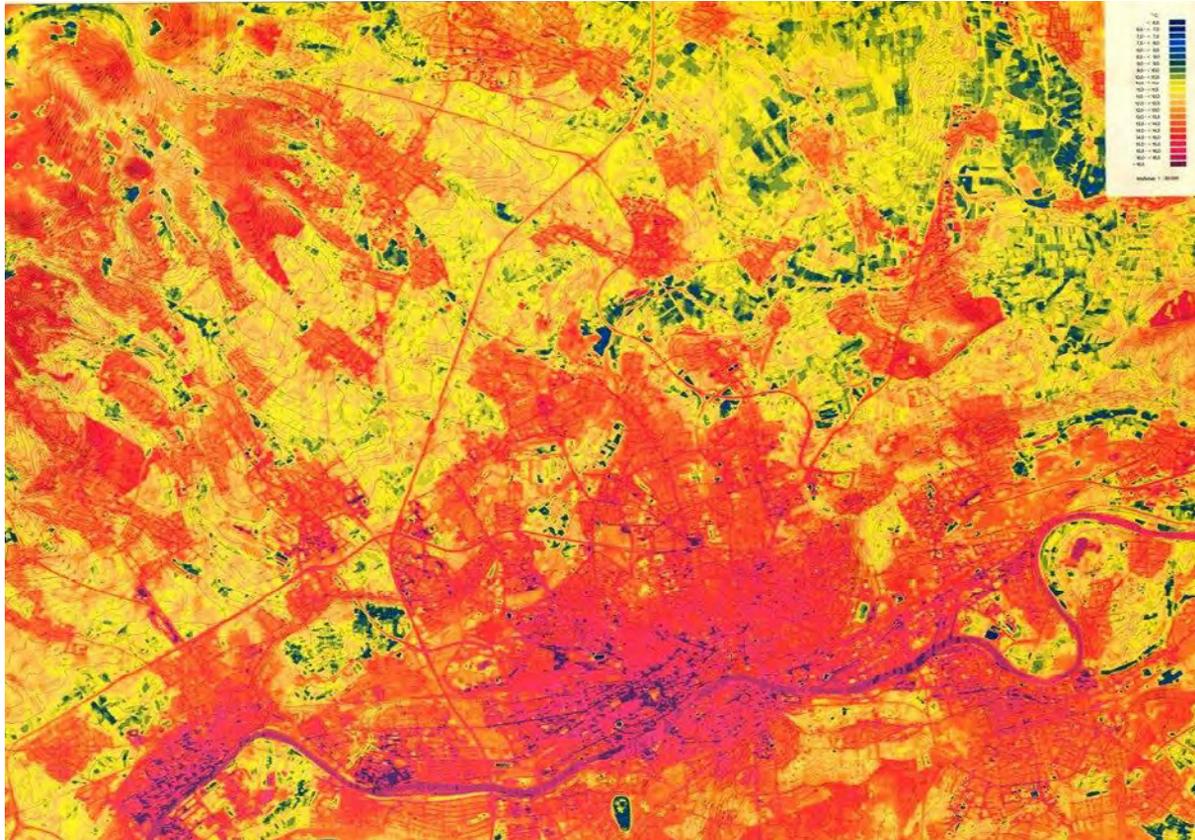


**WIR** haben das Klima verändert  
- jetzt wird **DAS KLIMA** uns verändern

# Tag und Nacht: Vulnerabilität bei Wohnen & Arbeiten

Tag

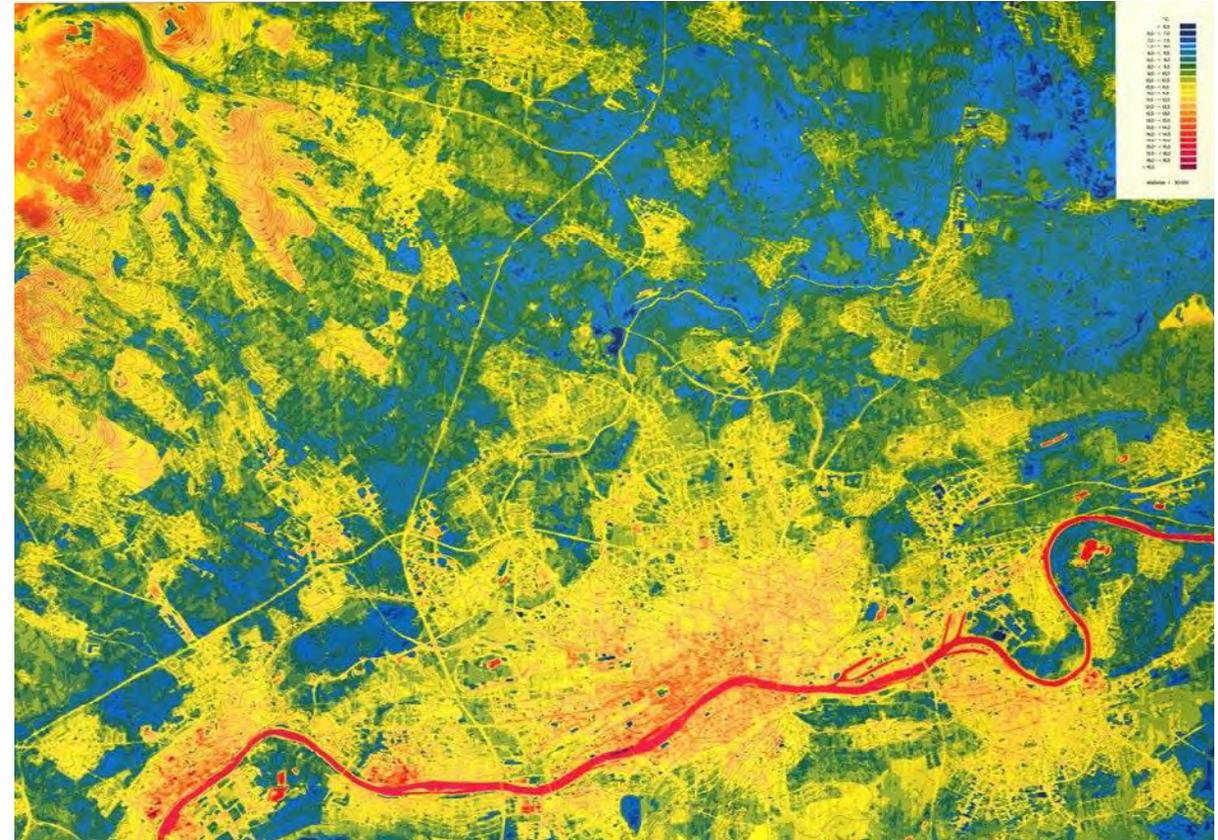
abends



(Frankfurt Oberflächenstrahlung - Quelle: Umweltamt Frankfurt)

Nacht

morgens



# Wirksamkeit verschiedener Maßnahmen

**Ausgangszustand**

**Temperaturveränderung**

> Bäume

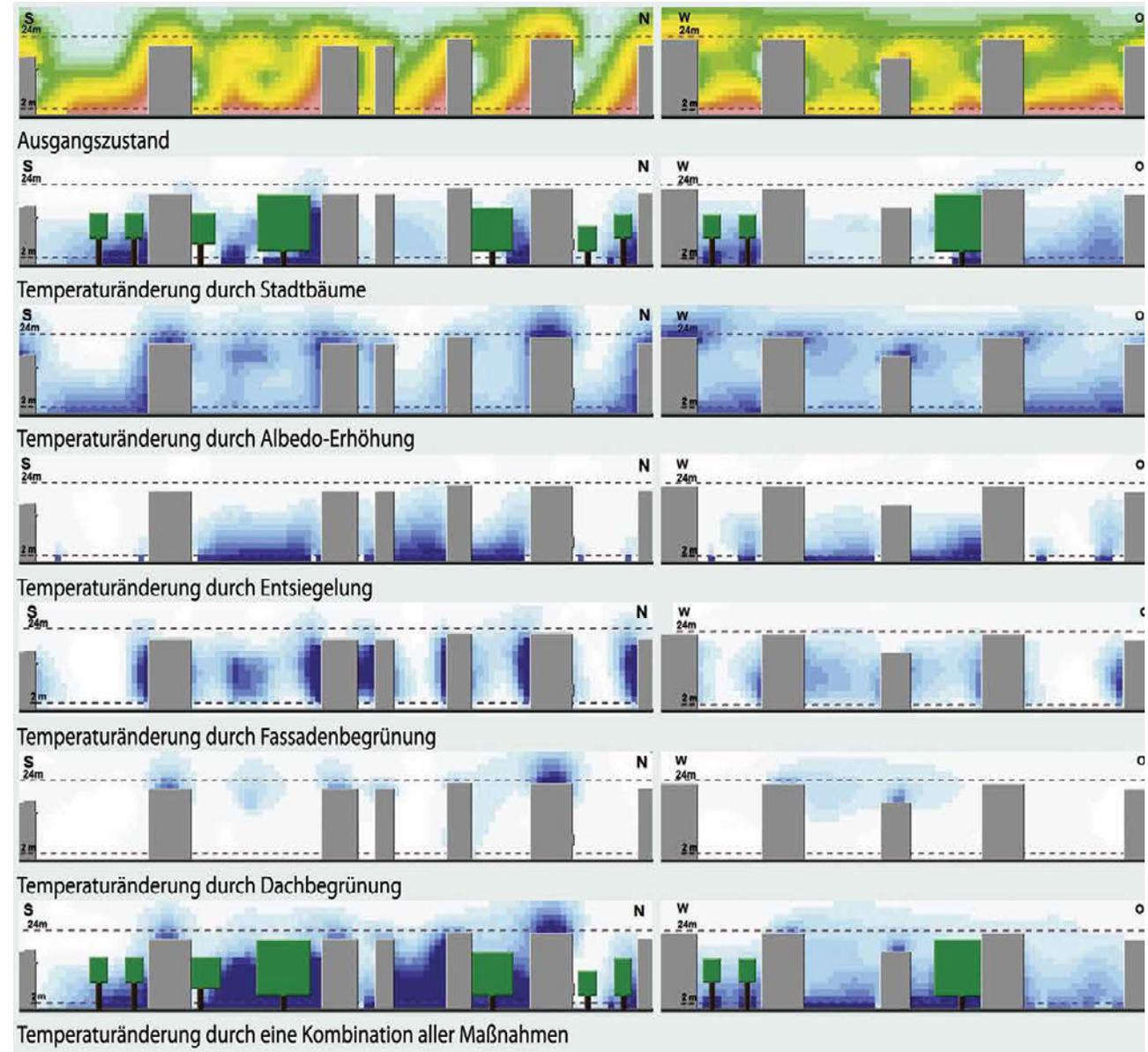
> erhöhter Albedo

> Flächen entsiegeln

> Fassadenbegrünung

> Dachbegrünung

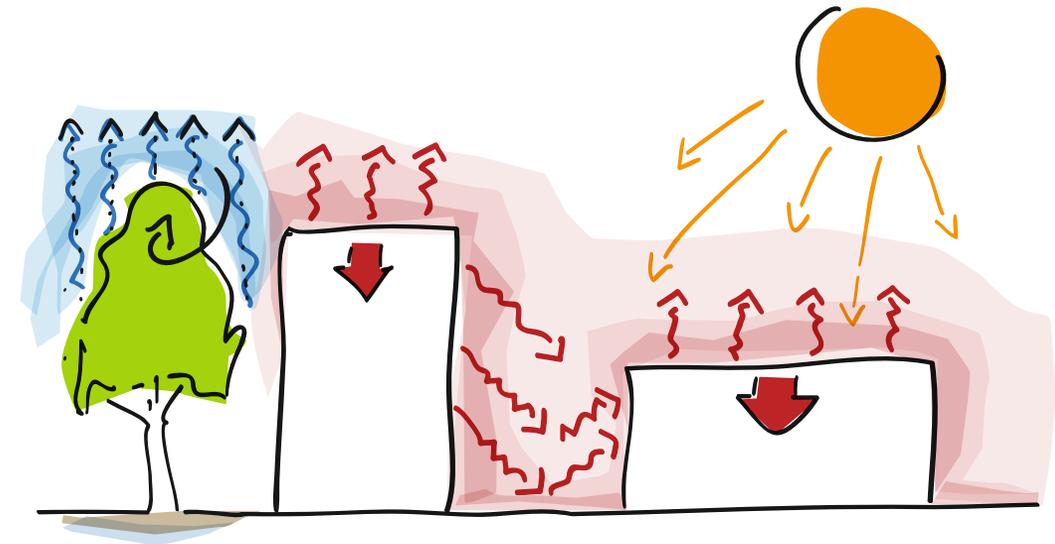
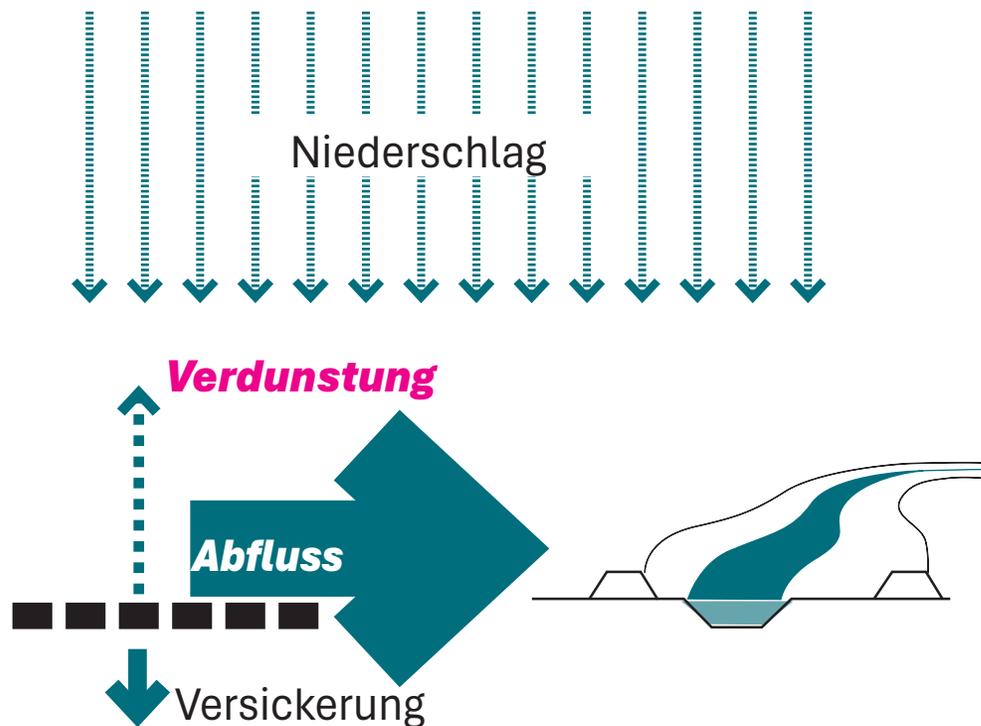
>> Kombination



# Das Stadtklima ist untrennbar mit dem Wasserkreislauf verbunden

= hoher & schneller Oberflächenabfluss >> Überflutung & geringe Grundwassererneuerung

= **reduzierte Verdunstung (Evapotranspiration) >> Hitzeinsel**



# Einen Rahmen schaffen: Anpassungsstrategie auf kommunaler Ebene z.B. StEP Klima konkret Berlin mit dem Vorschlag einer Schwammstadt

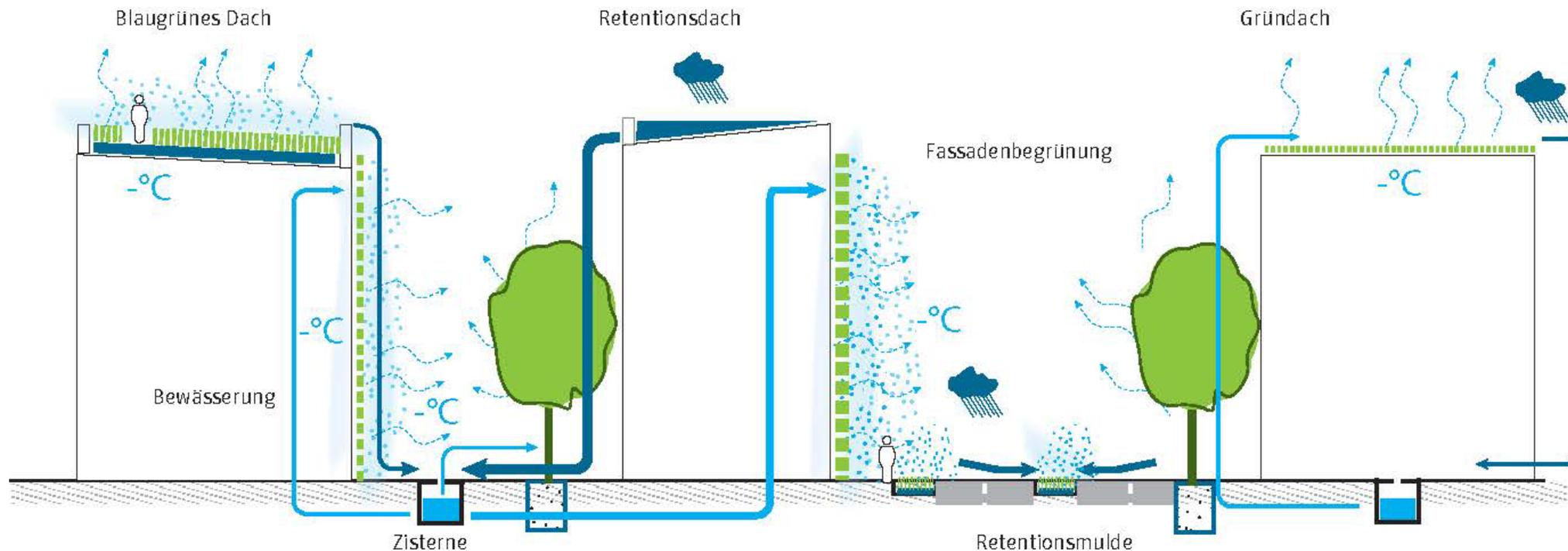
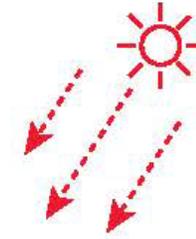
Stadt im Klimawandel benötigt verfügbares Wasser!

Ein Schwamm speichert Wasser und gibt es bei Bedarf wieder frei.

Schwämme sind die „Kühlschränke“ in der Stadt.

Alle Oberflächen in der Stadt funktionieren als Schwämme:

Dächer, Fassaden, Grünflächen ...



Quelle: bgmr: Vortrag StEP Klima konkret. Berlin 19.7.2016, S.18)

# eine andere Perspektive auf Extremereignisse

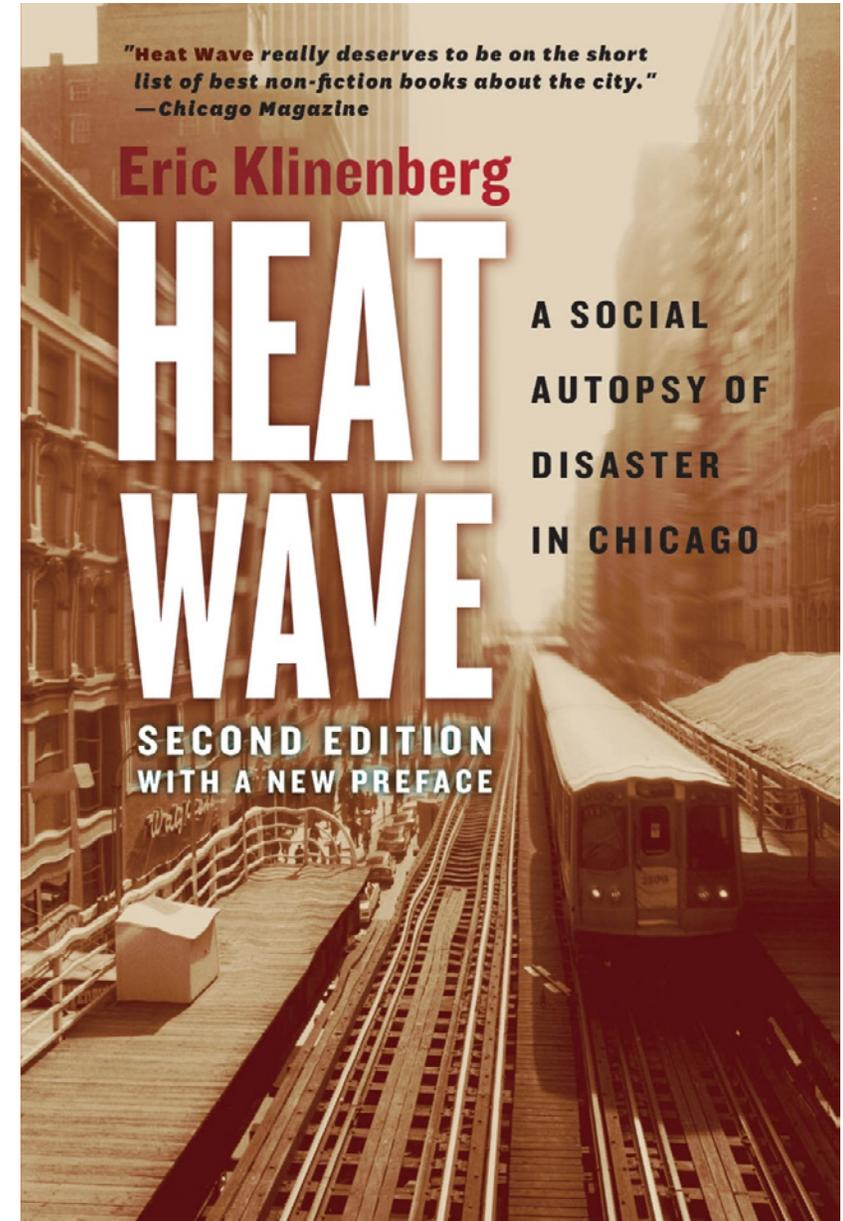
## Heat Wave: A Social Autopsy of Disaster

(Klinenberg 2002)

- 739 hitzebedingte Todesfälle in Chicago / 5 Tage
- 41°C Lufttemperatur + hohe rel. Luftfeuchte
- Verteilung der hitzebedingten Todesfälle spiegelt die in Verteilung der Armut
- zumeist allein wohnende ältere arme Menschen im Herzen der Stadt
- Angst vor Kriminalität im öffentlichen Raum

### **nicht nur technische Lösungen**

**>> wir brauchen Ansätze, die die Zivilgesellschaft und die Individuen in den Blick nehmen**



# Schatten als Gemeingut

Shade. The Promise of a Forgotten Natural Resource. (Samuel Bloch (07/2025))

Shade - It's a civic resource, an index of inequality, and a requirement for public health. Shade should be a mandate for urban designers.



Central Avenue, South Los Angeles. [Monica Nouwens for Places Journal]

<https://placesjournal.org/article/shade-an-urban-design-mandate/?cn-reloaded=1#0>

If you see a mature shade tree today, you can assume that a private citizen paid for it and maintained it. Canopy inequality thus follows lines of wealth.



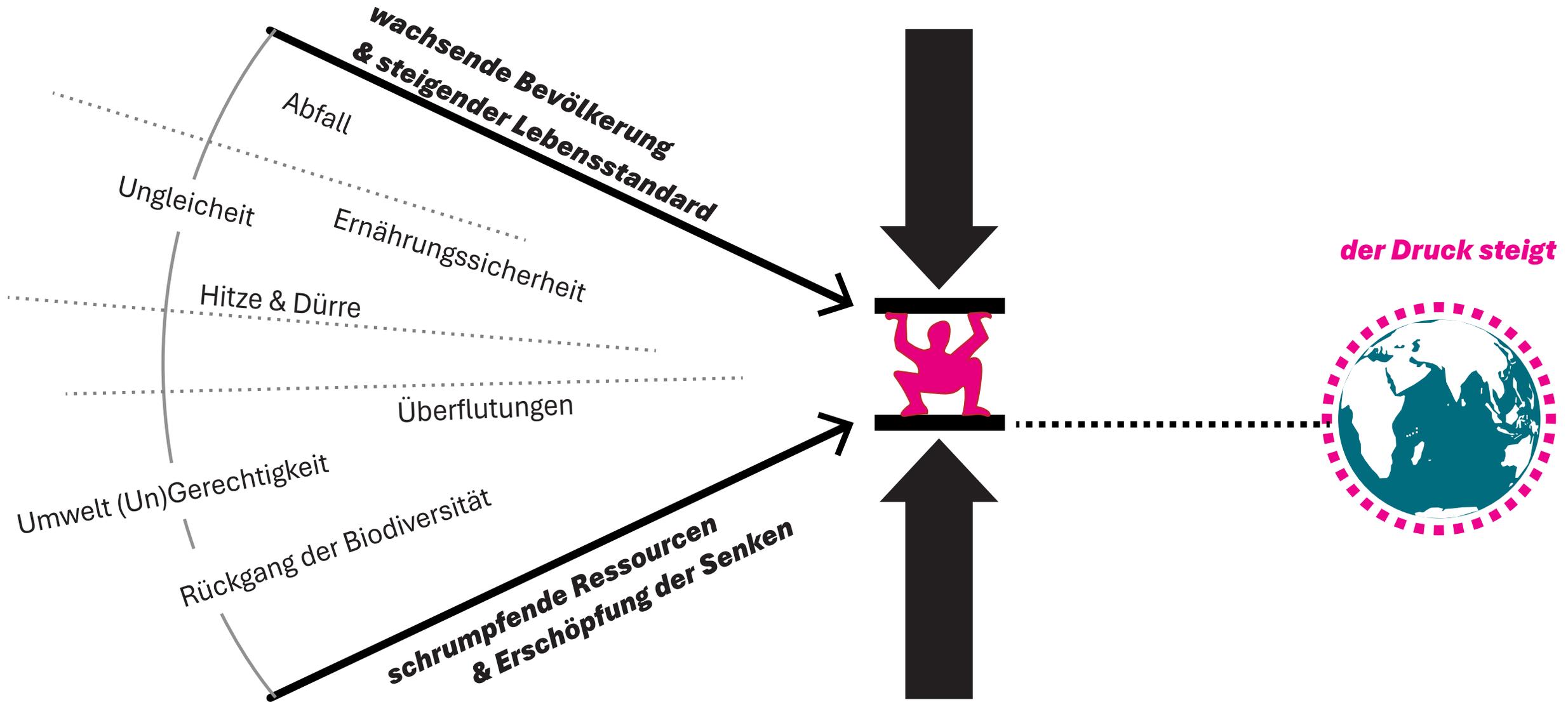
Hancock Park, Central Los Angeles. [Monica Nouwens for Places Journal]

<https://placesjournal.org/article/shade-an-urban-design-mandate/?cn-reloaded=1#0>

**Shade is often understood as a luxury amenity.**

**But as deadly heatwaves become commonplace, we have to see it as a civic resource shared by all.**

# Ökologische Frage sind immer auch soziale Fragen der Druck auf Gesellschaften und die Ökosysteme steigt

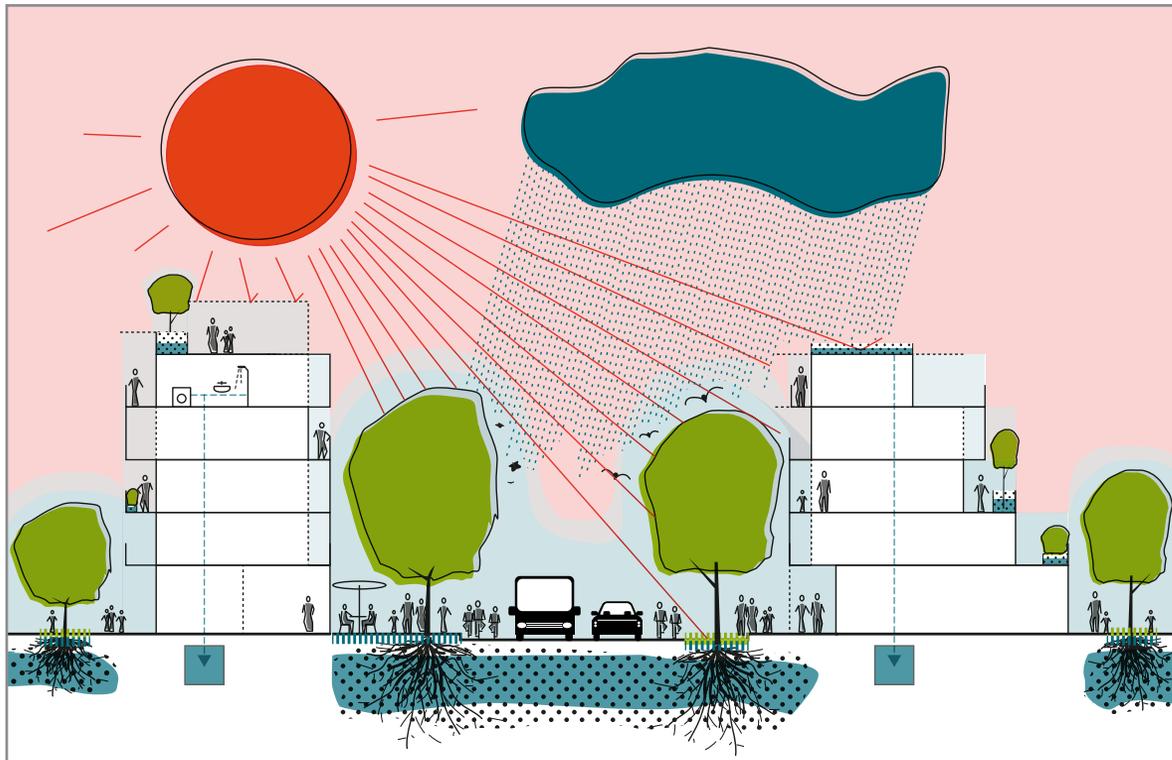


# Ziel: urbane Räume als Lebensräume für alle(s) gestalten.

= Integration - Stadtumbau

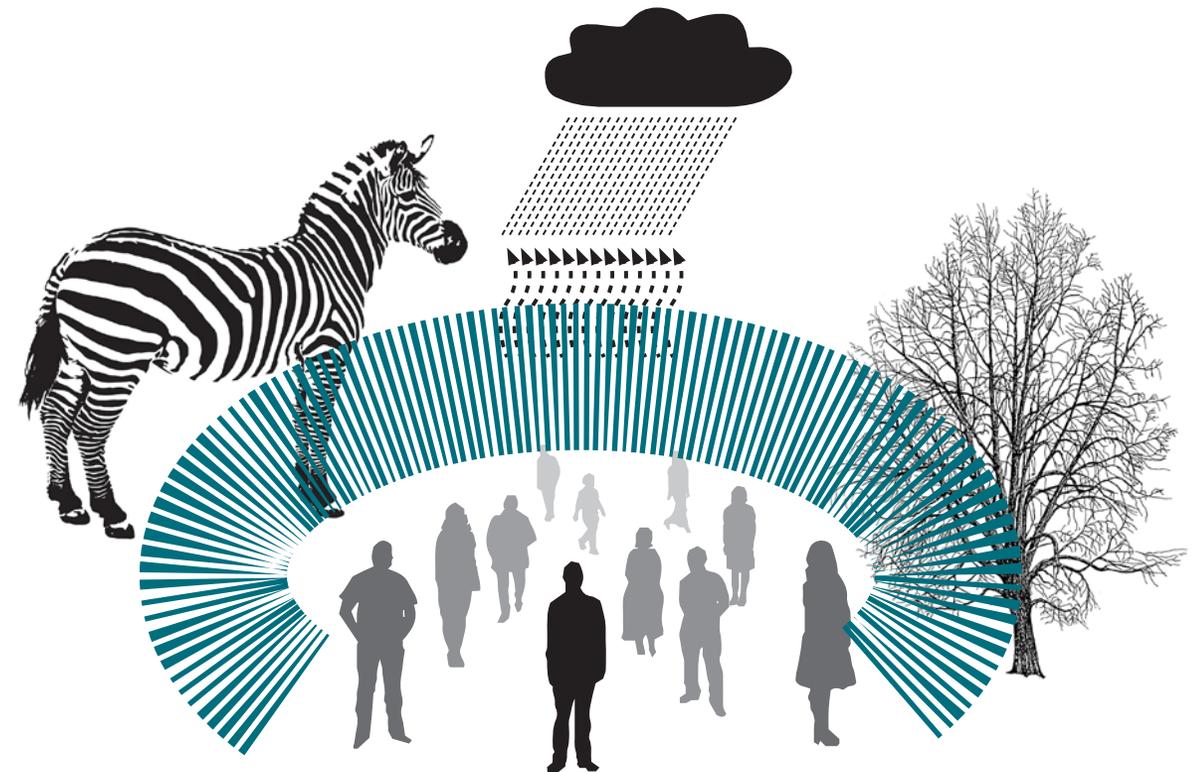
## **Stadträume als klimaktive Räume gestalten**

- Oberflächen & Ausstattung
- mehrschichtige Raumgrenzen und Übergangszonen
- kollektive Ressourcen und Räume - „Commons“



## **Interaktionen anregen & fördern**

- Aneignung
- Teilhabe
- „gemeinschaffen“ & „Care“



# Ablauf: Semester

## Freiräume

lesen & darstellen

VL

Ü

29.10. Intro / Der Himmel als Dach: Frei-Raum

05.11. Freiraumtypen I

12.11. Freiraumtypen II

18.11. Montag: Vortrag Climate Sensitive Holland

19.11. Vector Works

26.11. Freiraumtypen III

29.11. Freitag: Planspiel

03.12. Feedback Planspiel Freiräume nachhaltig entwerfen

10.12. Leben im Freiraum

17.12. Workshop Rollen Atmosphären im Freiraum

07.01. urbaner Metabolismus: Stadt & Wasser

Hausarbeit

14.01. hot spots & coole Orte: Stadt & Klima

21.01. natürlich urban: Stadtnatur & Biodiversität

28.01. Critical Zone: Boden & Kreisläufe

04.02. urbane Landschaften nachhaltig entwerfen

11.02. wrap up: urban by nature

Präsentation & Abgabe

## ökosystemare Aspekte

verstehen

!!! Berufungsvorträge

Di 28. Januar 2025

8:30 - 9:00h Berufungsvortrag  
Städtebau und Gebäudekunde

9:15 - 10:45 h VL Prof. Dr. Jan Dieterle // Fachgebiet Nachhaltige Freiraum- und Stadtgestaltung

11:00 - 11:30 Berufungsvortrag

# Berufungsvortrag Städtebau und Gebäudekunde

Di 28. Januar 2025

- 8:30 - 9:00h *Berufungsvortrag Städtebau und Gebäudekunde*
- 9:15 - 10:45 h VL
- 11:00 - 11:30 *Berufungsvortrag Städtebau und Gebäudekunde*
- ab 11:45h Betreuung



Berufungsvorträge

28.01.

Critical Zone: Boden & Kreisläufe

*(Quelle: Ed Hawkins, University of Reading [CC BY-SA 4.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>)], via [showyourstripes.info](http://showyourstripes.info))*

**FIN!**