

Für Mensch & Umwelt

Umwelt   
Bundesamt

Forum ÖGD 2026

# Mit Grün gegen die Hitze – Quartiermaßnahmen zur Verbesserung des sommerlichen Wärmeschutzes

Dr. Daniel de Graaf  
FG III 1.4 Stoffbezogene Produktfragen

Berlin, 20. März 2026

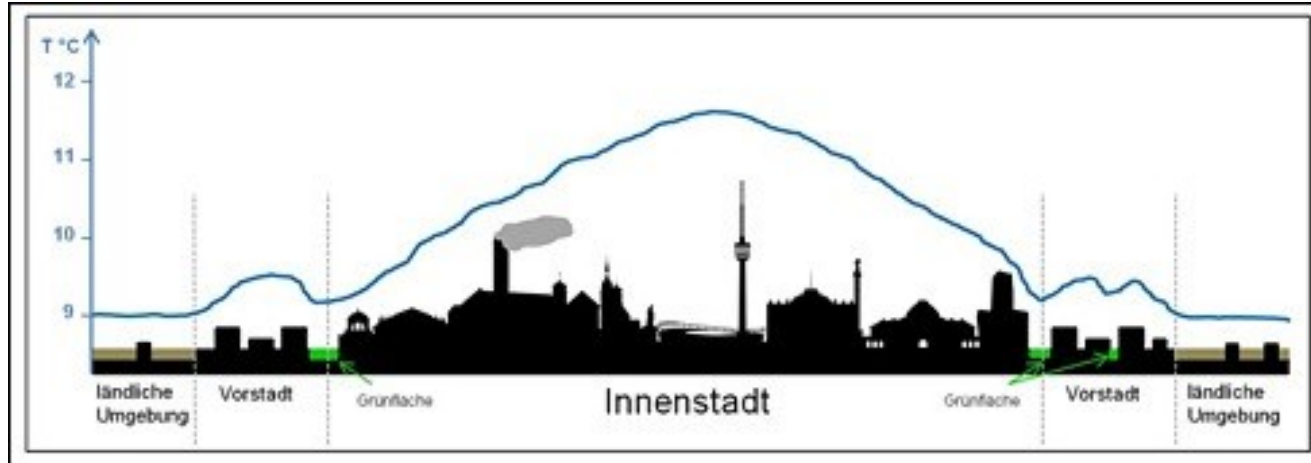
# Gliederung

- 1 WAS SIND URBANE HITZEINSELN UND WAS KANN MAN DAGEGEN UNTERNEHMEN?**
- 2 ERGEBNISSE DES UBA-FORSCHUNGSPROJEKTES „NACHHALTIGE GEBÄUDEKLIMATISIERUNG IN EUROPA“**
  - 2.1 Gebäude- und Quartiersmaßnahmen, Auswahl der Quartiere
  - 2.2 Verbesserung des Mikroklimas *in silico* im Quartier Campo Bornheim (Frankfurt am Main)
- 3 FAZIT**

## Was sind urbane Hitzeinseln (*Urban Heat Islands*, UHI) und wie entstehen sie?

### Unterschied der Lufttemperatur in der Stadt vs. ländlichem Raum, verursacht durch

- Hohen Versiegelungsgrad,
- Wenig Vegetation („Grün“ -> fehlende Evapotranspiration),
- Dunkle Oberflächen (z.B. Asphalt),
- Schlechteren Luftaustausch und
- Anthropogene Wärmequellen (Motoren, Klimaanlage, etc.).



**Hitzeinseln treten ganzjährig auf. Der Effekt ist in Sommernächten besonders deutlich ausgeprägt.**

Jahresmitteltemperatur in Stuttgart  
(Quelle: Stadtklima Stuttgart)

Die Ausprägung der Hitzeinseln hängt von den jeweiligen Bedingungen vor Ort (Klima, Bebauung, Frischluftschneisen, etc.) ab

# Die klimagerechte Schwammstadt

## Warum aus stark versiegelten Großstädten Schwammstädte werden sollten



### Steigende Temperaturen

Zwischen 1881 und 2022 Anstieg der Jahresmitteltemperatur um 1.7°C.



### Wasserverlust

Seit 2002 verliert Deutschland 2,5 Kubikkilometer Wasser pro Jahr. Es gehört zu den Regionen mit dem höchsten Wasserverlust weltweit.



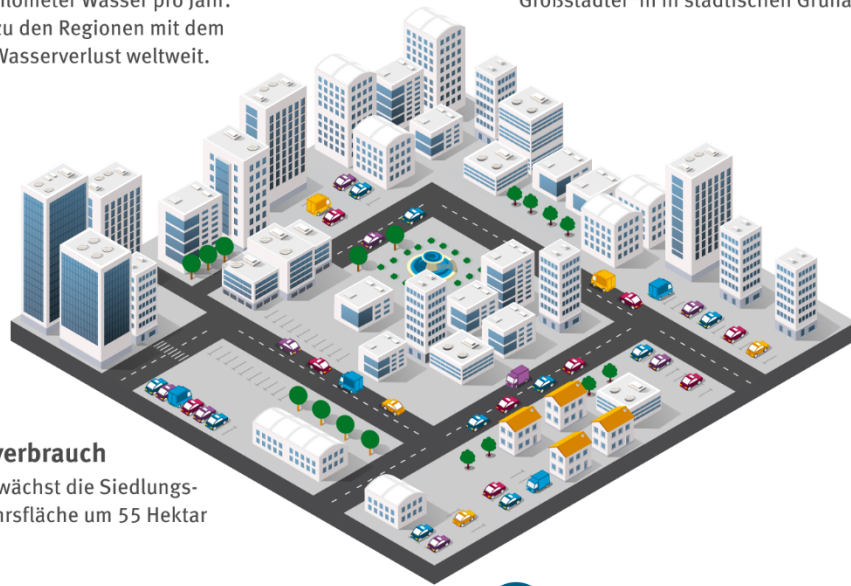
### Gründächer

2020 existierten 0,8 m<sup>2</sup> Gründachfläche pro Bewohner\*in einer Großstadt.



### Erholungsflächen

2021 existierten 40 m<sup>2</sup> Erholungsfläche pro Großstädter\*in in städtischen Grünanlagen.



### Flächenverbrauch

Seit 2017 wächst die Siedlungs- und Verkehrsfläche um 55 Hektar pro Tag.



### Starkregen

Hitze befördert Starkregen: 2021 betrafen Starkregen-Warnungen 30% der Siedlungen.



### Trockenheit

Zunehmende und längere Trockenperioden gefährden die Vitalität des Stadtgrüns und lassen Grundwasserspiegel sinken.



### Sachschäden

Starkregenereignisse führten 2021 zu versicherten Schäden in Höhe von 8,1 Mrd. Euro.



### Hitzebelastung

Im Rekordjahr 2018 wurden im Bundesdurchschnitt rund 20 heiße Tage ermittelt, in Frankfurt am Main sogar 42.



Kühlungseffekt durch lokale Verdunstung



Ausweitung der Dach- und Fassadenbegrünung



Renaturierung urbaner Gewässer



Ausweitung von Grün- und Erholungsflächen



Steigerung der Versickerungsflächen zur Speicherung von Wasser



Abmilderung von Starkregeneffekten

Quelle: Monitoringbericht zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel

## Praxisbeispiel: Siegplatte in Siegen (Nordrhein-Westfalen)



Quelle: Stadt Siegen

- Siegplatte (260 m Länge, 3.000 m<sup>2</sup>), Anfang der 1960er Jahre erbaut
- Abriss, Renaturierung und Neugestaltung des Ufers (2012-2016)
- Verbesserung des Mikroklimas, der Lebensqualität und der Attraktivität



Quelle: Atelier Loidl, Berlin

# ReFoPlan-Vorhaben “Nachhaltige Gebäudeklimatisierung in Europa: Konzepte zur Vermeidung von Hitzeinseln und ein behagliches Raumklima”

## Ziele und Fragestellung des Projektes/ Motivation

- Verminderung der UHI -> reduziert Klimatisierungsbedarf
  - Minderung des Energiebedarfs, im besten Fall Verzicht auf maschinelle Klimatisierung -> keine Kältemittelproblematik
- Konzentration auf passive Gebäude- (Verschattung, Dämmung) und Quartiersmaßnahmen (Begrünung, Albedo)
- Quantifizierung von Maßnahmen an Gebäuden und im Quartier
  - Welche Maßnahme entfaltet welche Wirkung?
  - Quartiersoptimierung anhand von Mikroklima- und Gebäudesimulationen
- Zentrale Frage des Projektes: wie können innerstädtische Quartiere klimaresilient und klimaneutral gestaltet werden?
- Internationale Perspektive im Hinblick auf Montrealer Protokoll (FCKW-Verbot bzw. HFKW *phase-down*)
- Auftragnehmer:



<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/nachhaltige-gebaeudeklimatisierung-in-europa>

# Geeignete Maßnahmen für klimaresiliente und klimaneutrale Quartiere und Gebäude (Auswahl)

## Quartier

- Sicherung und Erweiterung des Baumbestandes
- Verschattung von Freiflächen und Wegen (z.B. in Kombination mit Photovoltaik (PV))
- Verwendung heller Materialien für Dächer, Fassaden, Straßen
- Entsiegelung, Vermeidung von Versiegelung
- Erhalt der städtischen Luftzirkulation (Frischluftschneisen)
- Speziell für gemäßigte Klimaregion:
  - Erhöhung des Wasseranteils (Kühlung durch Verdunstung)
  - Dach- und Fassadenbegrünung

## Gebäude

- Sonnenschutz/Verschattung von Fenstern und Türen
- Dämmung, Wärmeschutzverglasung
- Luftdichte Gebäudehülle
- Lüftung, Nachtlüftung
- Hohe thermische Speichermassen
- Gebäudenahe erneuerbare Energien (PV, Solarthermie, Wärmepumpe)

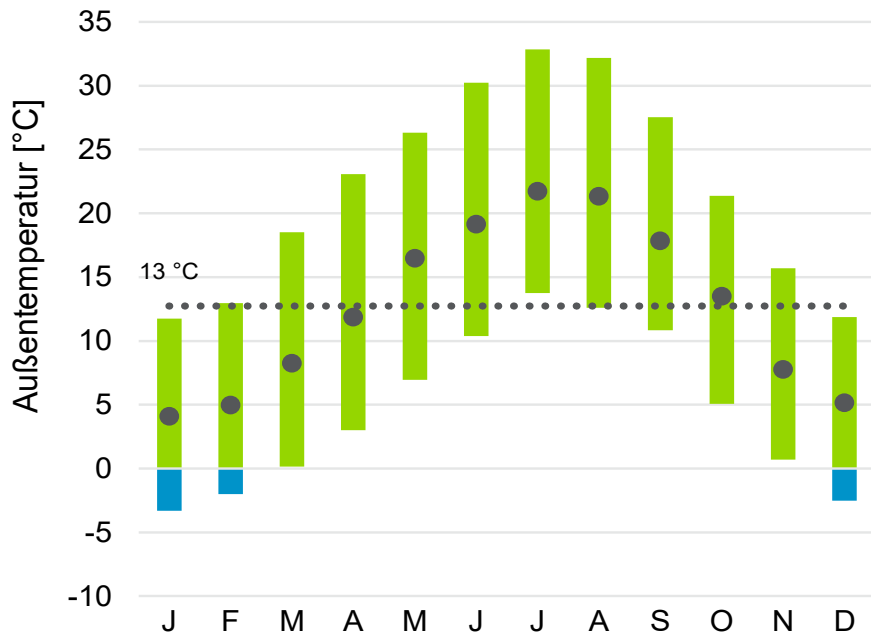
## Ausgewählte Quartiere

- El Aouina, Tunis, Tunesien (Bestand)
- Ecobarrio San Francisco Javier y Nuestra Sra. de los Ángeles, Madrid, Spanien (Neubau)
- Clouth-Quartier, Köln (Neubau)
- Campo Bornheim, Frankfurt am Main (Neubau)
- Hamburg-Eimsbüttel (Bestand, Gründerzeitbauten)

Durchführung ganzjähriger Mikroklima- und Gebäudesimulationen anhand verschiedener Maßnahmenvarianten mittels der Simulationsprogramme ENVI-MET bzw. TRNSYS

# Wetterdaten Frankfurt (Main)

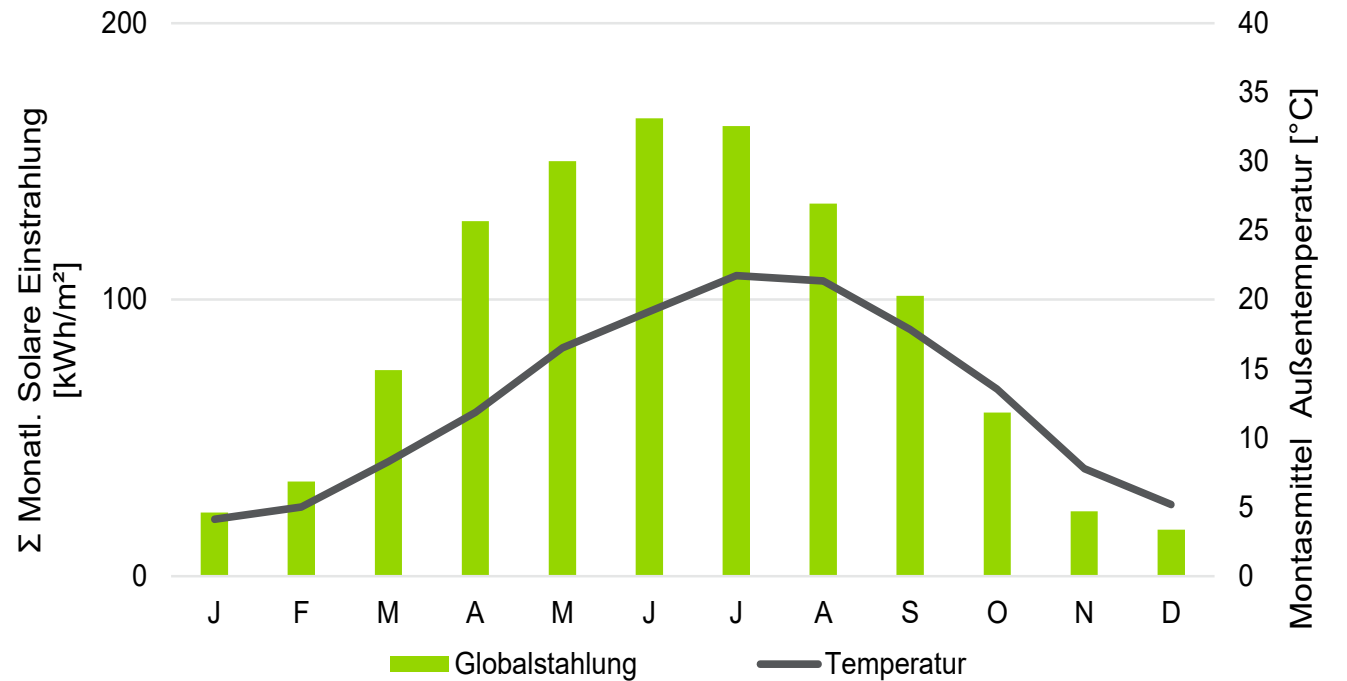
Jahresdurchschnittstemperatur: 13 °C



T\_min-max

T\_Durchschnitt (monatl.) T\_Durchschnitt (jährl.)

Jährliche Globalstrahlungssumme: 1.074 kWh/m<sup>2</sup>a



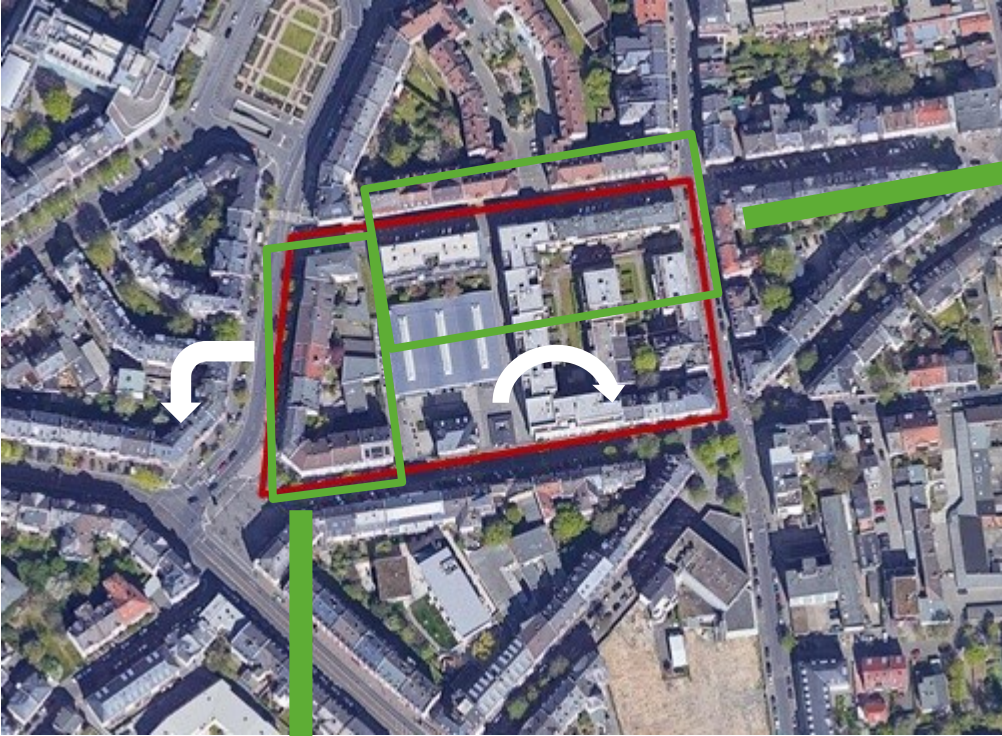
Globalstrahlung

Temperatur

Quelle: Meteonorm Software  
Wetterdaten 2000-2010

keine historischen Wetterdaten, sondern **Klimaprojektion**  
für das Jahr 2050 (+2,8 °C, IPCC-Szenario B1) verwendet

## Campo Bornheim, Frankfurt (Main)

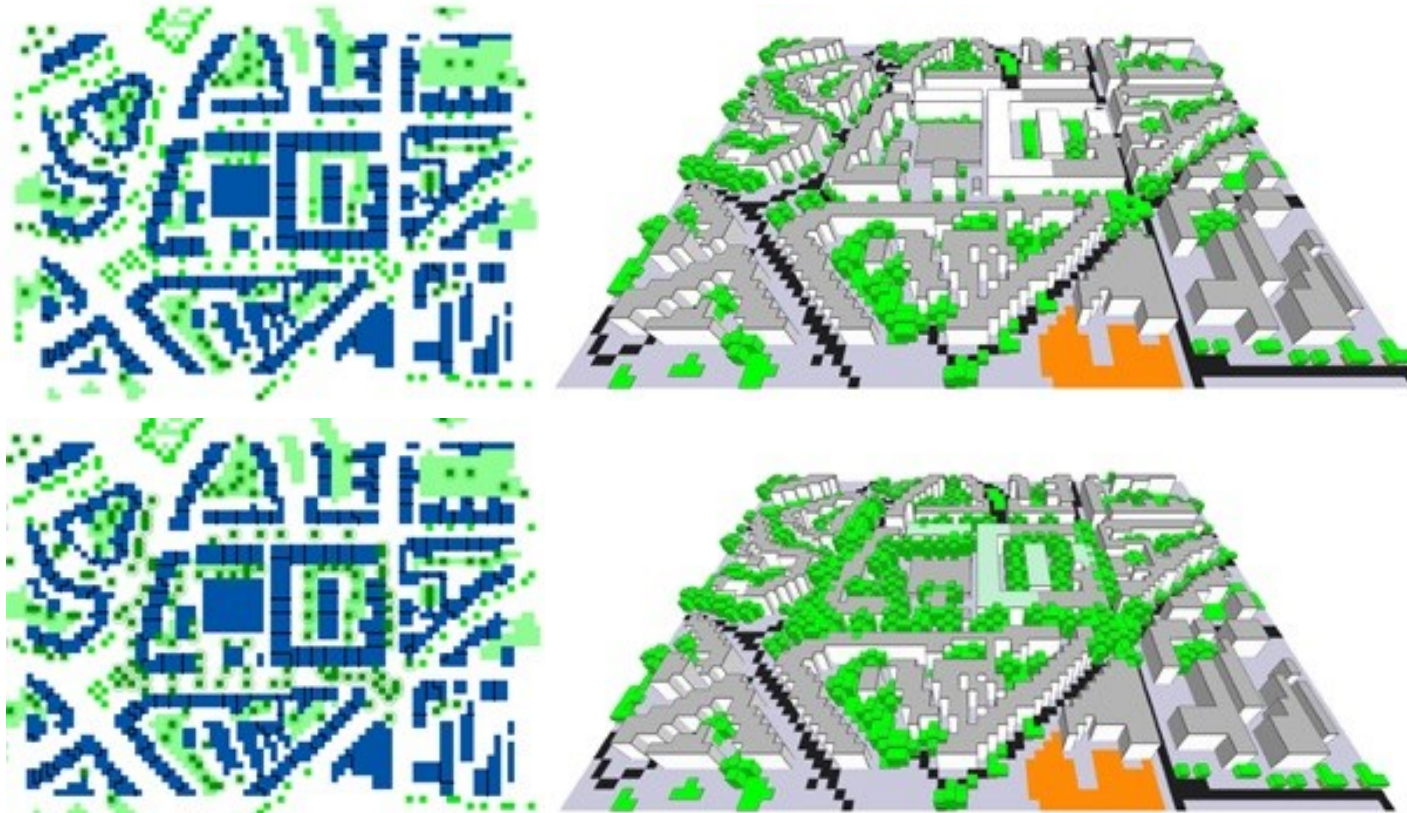


Nördlicher Blockrand (überwiegend Neubauten)



Westlicher Blockrand (Bestandsbauten)

# I. Mikroklimasimulation: Ausgangszustand vs. optimiertes Quartier

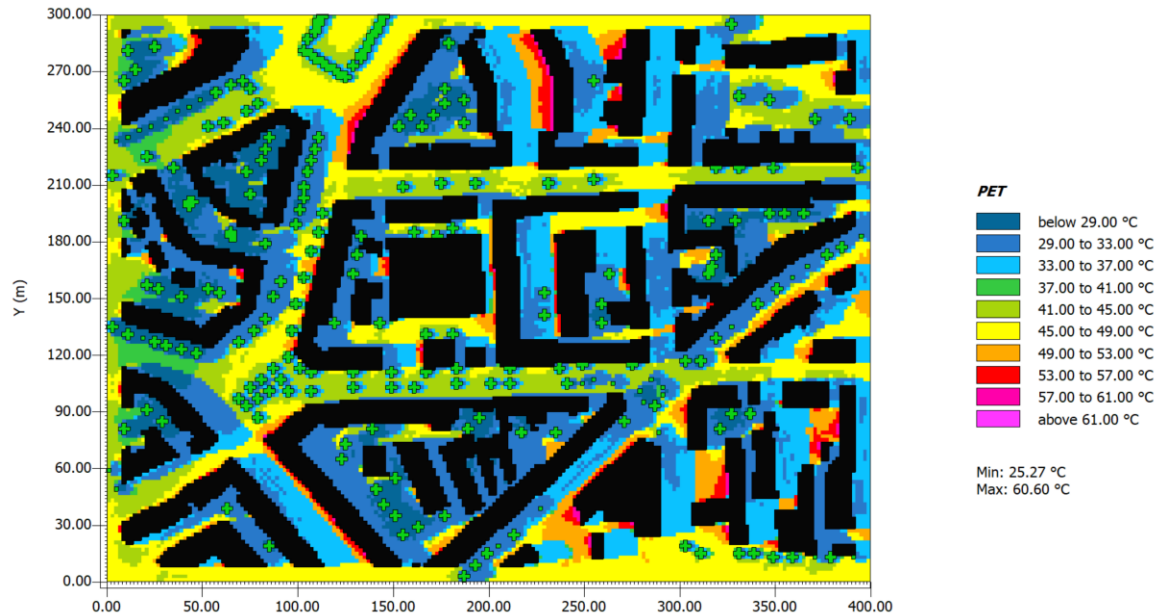


## Quartiermaßnahmen:

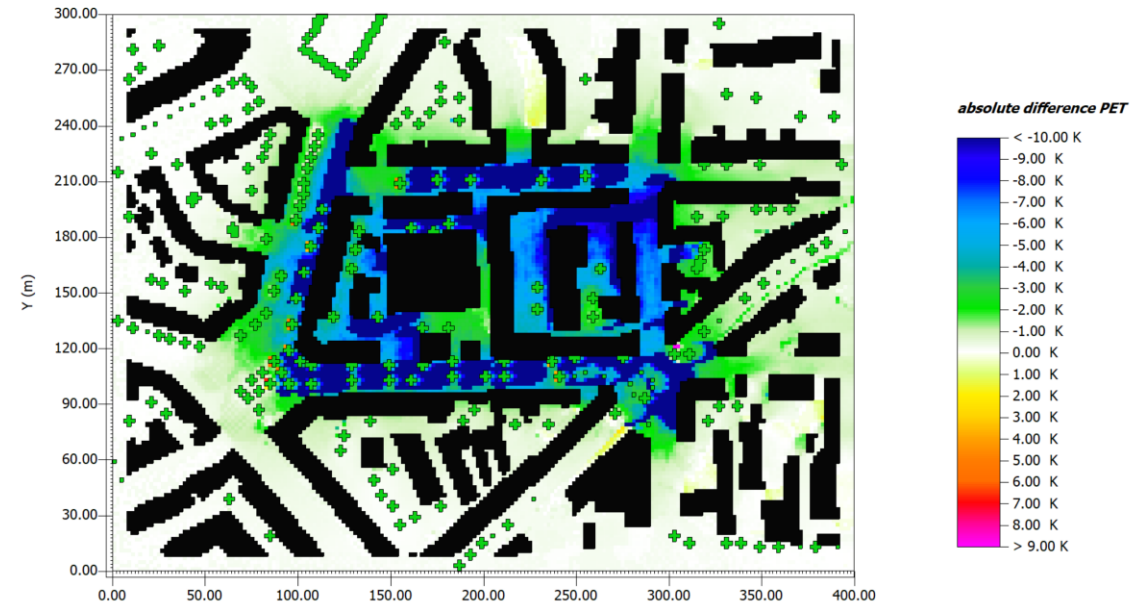
- Großkronige Bäume
- Straßenbegleitgrün
- Dachbegrünung

# Ausgangszustand vs. optimiertes Quartier: thermische Behaglichkeit im Freien

PET 1. Juli, 16:00 Uhr (Ausgangszustand)



PET-Differenzbild



## Physiologisch Äquivalente Temperatur (PET):

Versuch, komplexe mikroklimatologische Außenraumbedingung in eine einfachere, intuitiv verständliche Innenraumsituation zu transferieren  
-> Bewertung der thermischen Behaglichkeit

- Deutliche Minderung der PET durch verstärkte Begrünung (bis 10 K und mehr, blaue Bereiche)
- Wirkt über den direkt beschatteten Bereich hinaus (grüne Bereiche)

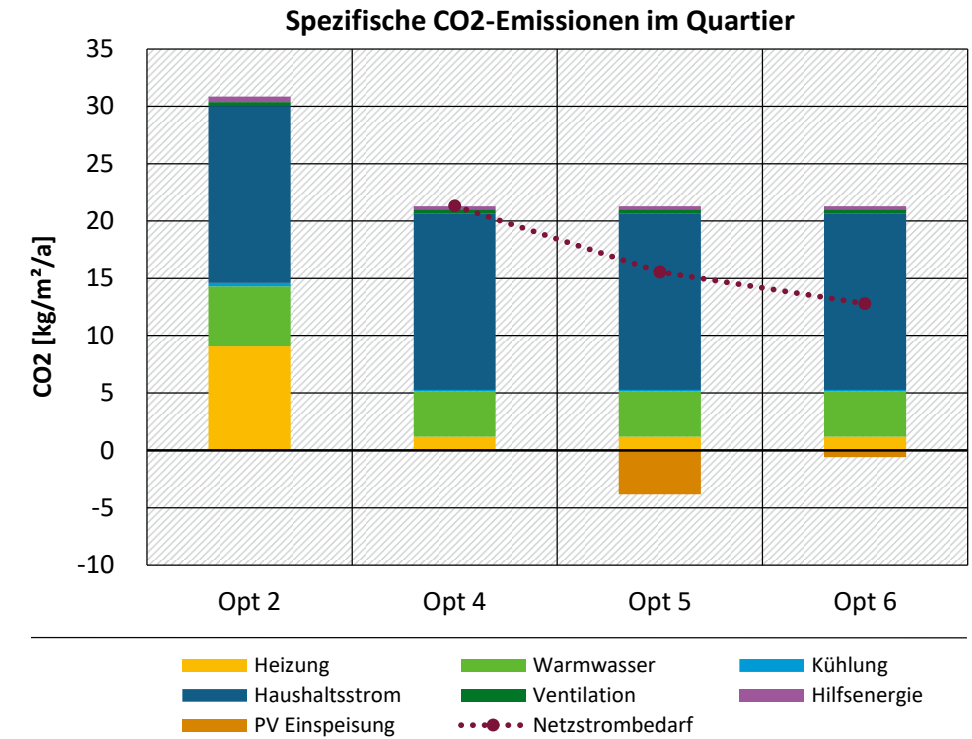
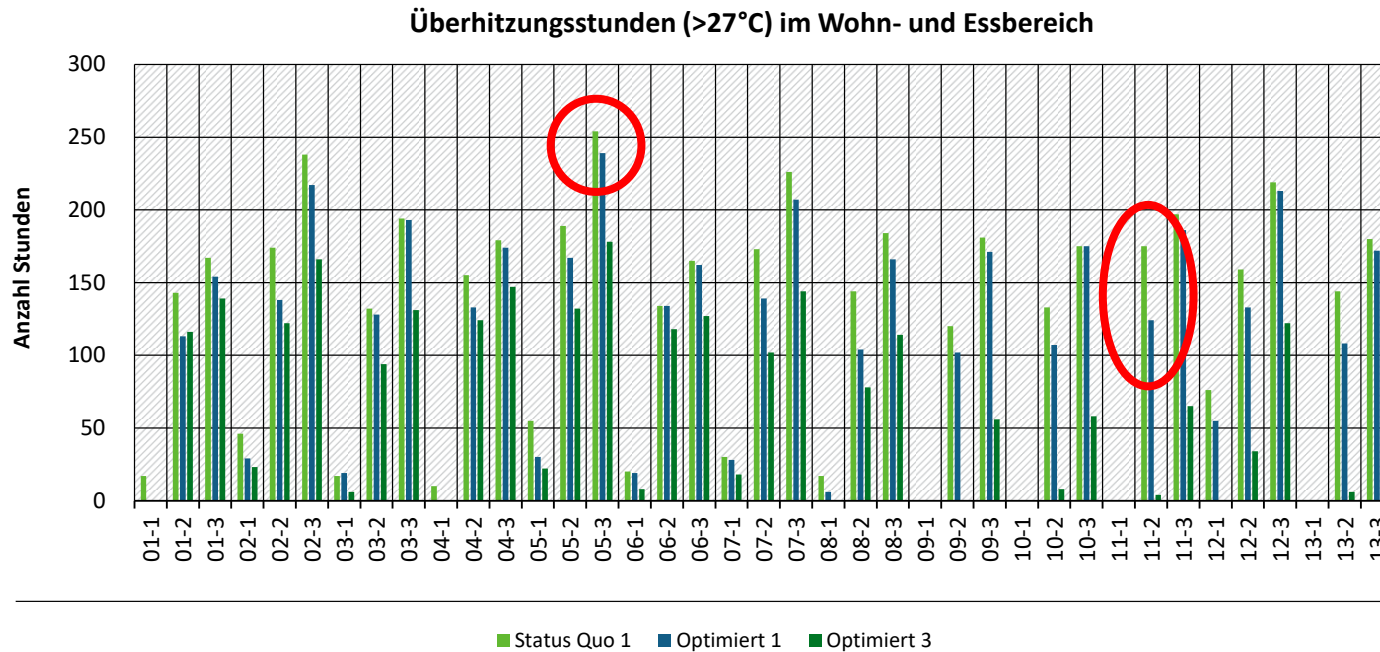
## Gebäudetechnikvarianten der TRNSYS-Simulation (Klimaneutralität)

Variante	SQ1	Opt2	Opt3	Opt4	Opt5	Opt6
<b>Mikroklima</b>	Ist-Zustand	Optimiert	Optimiert	Optimiert	Optimiert	optimiert
<b>Wärmeschutz</b>	Neubau: EH 55 Bestand: teilsan.	Wie SQ1	Neubau: EH 40 Bestand: saniert	Wie Opt3	Wie Opt3	Wie Opt3
<b>Heizsystem</b>	Gaskessel: Fußboden- heizung/Heiz-körper	Wie SQ1	Klimaneutrale Fernwärme Neubau: FH Bestand: Heizkörper	Zentral mit Monoblock- Luft/Wasser-WP	Wie Opt4	Wie Opt4
<b>Warmwasser- bereitung</b>	Zentral, Zirkulationssystem	Wie SQ1	Wie SQ1	Wie SQ1	Wie SQ1	Wie SQ1
<b>Kühlung</b>	-	Split-Klima, $T_{set} = 26\text{ °C}$	-	Neubau: Fußbodenkühlung, Bestand: Gebläsekonvektoren	Wie Opt4	Wie Opt4
<b>Lüftung</b>	Luftwechsel 0,4/h Neubau: Abluftanlage Bestand: Fensterlüftung	Wie SQ1	Wie SQ1	Neubau: Zu/Abluftanlage mit WRG (80%)	Wie Opt4	Wie Opt4
<b>Sonnenschutz</b>	Manuell (Fc=0,5)	Wie SQ1	Automatisch (Fc=0,2)	Wie Opt3	Wie Opt3	Wie Opt3
<b>Erneuerbare Energien</b>	-	-	-	-	PV: 1,5 kWp/ Wohnung <sup>1</sup>	PV: 1,5 kWp; 2 kW Batterie (jeweils pro Wohnung)

<sup>1</sup> Insgesamt 210 kWp, 50 % Dachflächenbelegung mit Photovoltaik

SQ1, Opt1 und Opt3: keine aktive Kühlung

# Ausgangszustand vs. optimiertes Quartier: Überhitzungsstunden und CO<sub>2</sub>-Emissionen



- Quartiersmaßnahmen senken die Anzahl der Überhitzungsstunden in Innenräumen
- CO<sub>2</sub>-Emissionen werden deutlich gesenkt, Klimaneutralität wird jedoch nicht erreicht

## Fazit

- Mikroklima in Quartieren kann durch Maßnahmen deutlich verbessert werden (hinsichtlich der PET), Einfluss auf absolute Temperatur jedoch gering (max. 2,5 K)
- Der Gebäudeenergiebedarf wird teilweise durch verbessertes Mikroklima vermindert (quartiers- und maßnahmenabhängig)
- Intensive Begrünung und **großkronige Bäume** wirksamste Mittel für behagliches Mikroklima  
-> **Erhaltung und Vergrößerung des städtischen Baumbestandes hat hohe Priorität!**
- In Hamburg behagliches Raumklima ohne maschinelle Klimatisierung erreichbar
- Klimaneutralität der Quartiere nur im Beispiel Tunis erreicht
  - wesentliche Faktoren: Haushaltsstrombedarf und Dachfläche für PV (Verhältnis Wohn-/Dachfläche)



Quelle: eigene Aufnahme

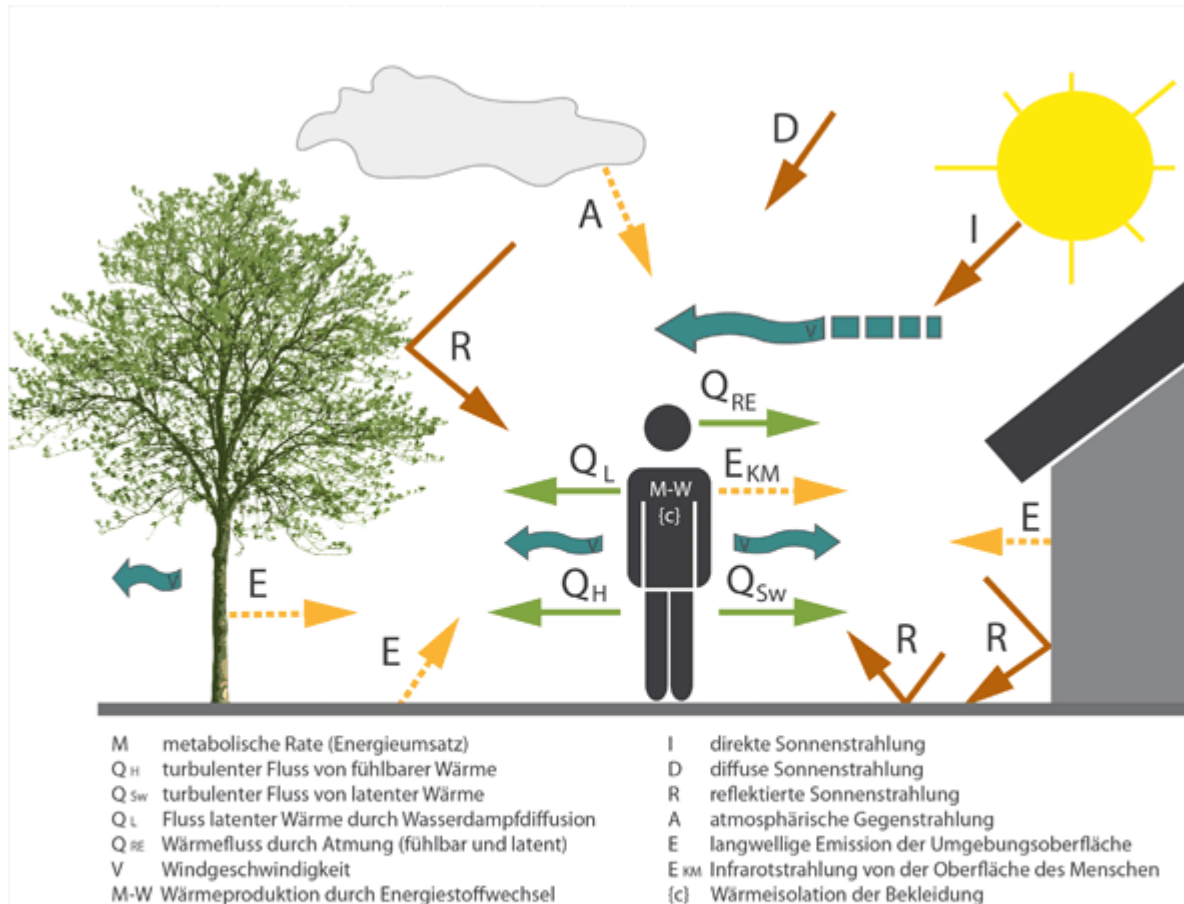
**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**

**Fragen?**

**Dr. Daniel de Graaf**  
daniel.degraaf@uba.de

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/wie-werden-staedtische-quartiere-klimaresilient>

## Exkurs: Thermischer Wirkungskomplex und *physiologic equivalent temperature* (PET)

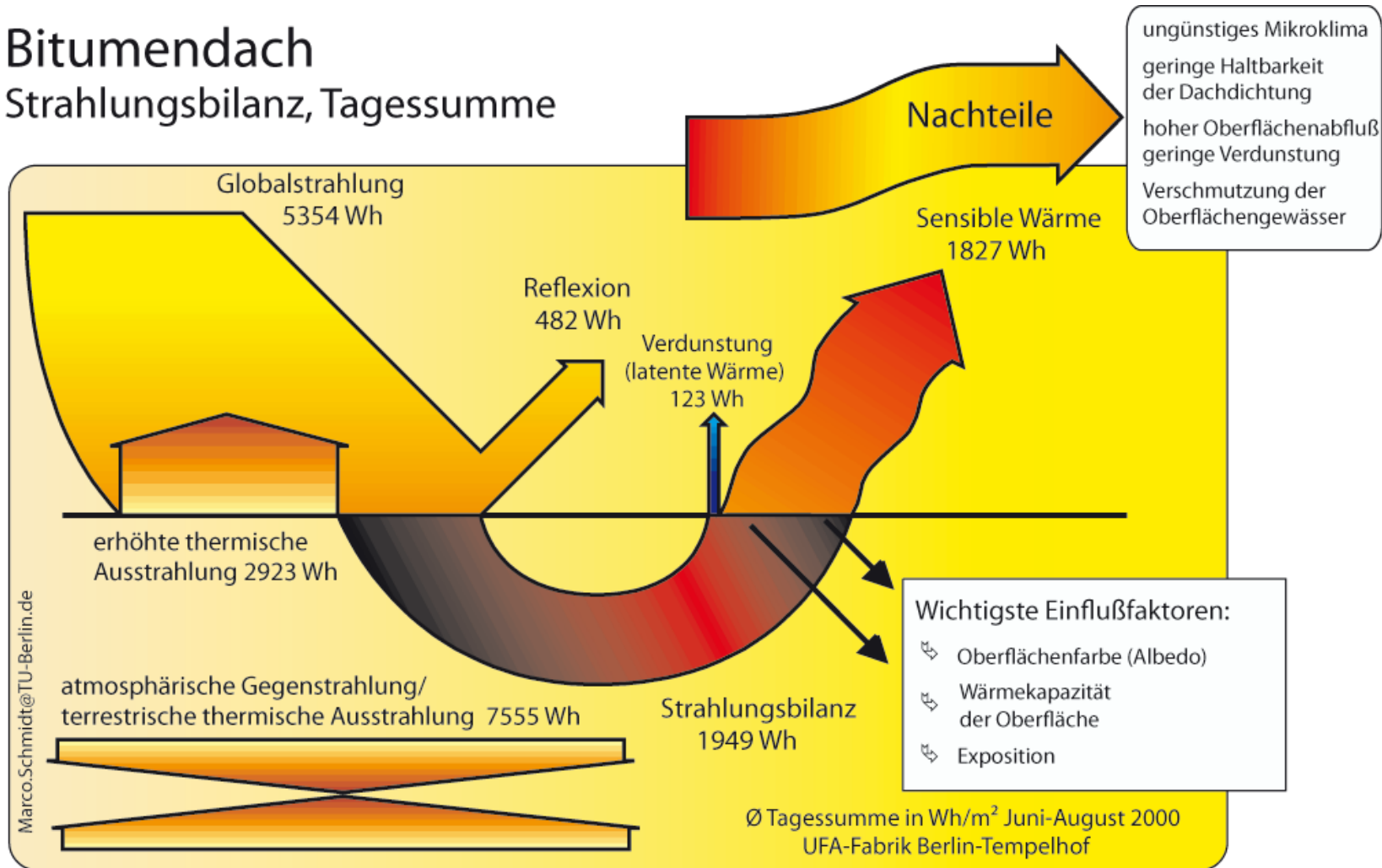


PET: Versuch, komplexe mikroklimatologische Außenraumbedingung in eine einfachere, intuitiv verständliche Innenraumsituation zu transferieren  
 -> **Bewertung der thermischen Behaglichkeit**

nach VDI-Richtlinie 3787, Blatt 2: Umweltmeteorologie - Methoden zur humanbiometeorologischen Bewertung von Klima und Lufthygiene für die Stadt- und Regionalplanung

# Einfluss der Dachgestaltung auf das Mikroklima

## Bitumendach Strahlungsbilanz, Tagessumme



# Einfluss der Dachgestaltung auf das Mikroklima

## extensiv begrüntes Dach Strahlungsbilanz, Tagessumme

