



Woche der
Klimaanpassung

16. - 20. September 2024



Ganz schön heiß hier

Klimawandelanpassung am Beispiel der Tulla-Realschule in Karlsruhe



Hitze als größte Herausforderung

- Wirkung auf alle Teile der Bevölkerung
- Wirkung zunehmend andauernd
- Wirkung auf natürliche Fauna und Flora, Landwirtschaft, Forst und Wasserhaushalt
- stärkere Gefährdung vulnerabler Gruppen: Kinder, Ältere und Kranke

Globale Temperaturänderung – Lokale Hitze

- mehr Sommertage: max. Temperatur $> 25\text{ °C}$
- mehr heiße Tage: max. Temperatur $> 30\text{ °C}$
- mehr tropische Nächte: min. Temperatur $> 20\text{ °C}$

Quelle: Regionaler Klimaatlas Deutschland

www.regionaler-klimaatlas.de

Zunahme der Sommertage über 25 °C

- 1961-1990:
53 jährliche Sommertage*
- 2031–2060:
+14 Sommertage im Mittel
+36 Sommertage möglich
- 2071–2100:
+31 Sommertage im Mittel
+81 Sommertage möglich

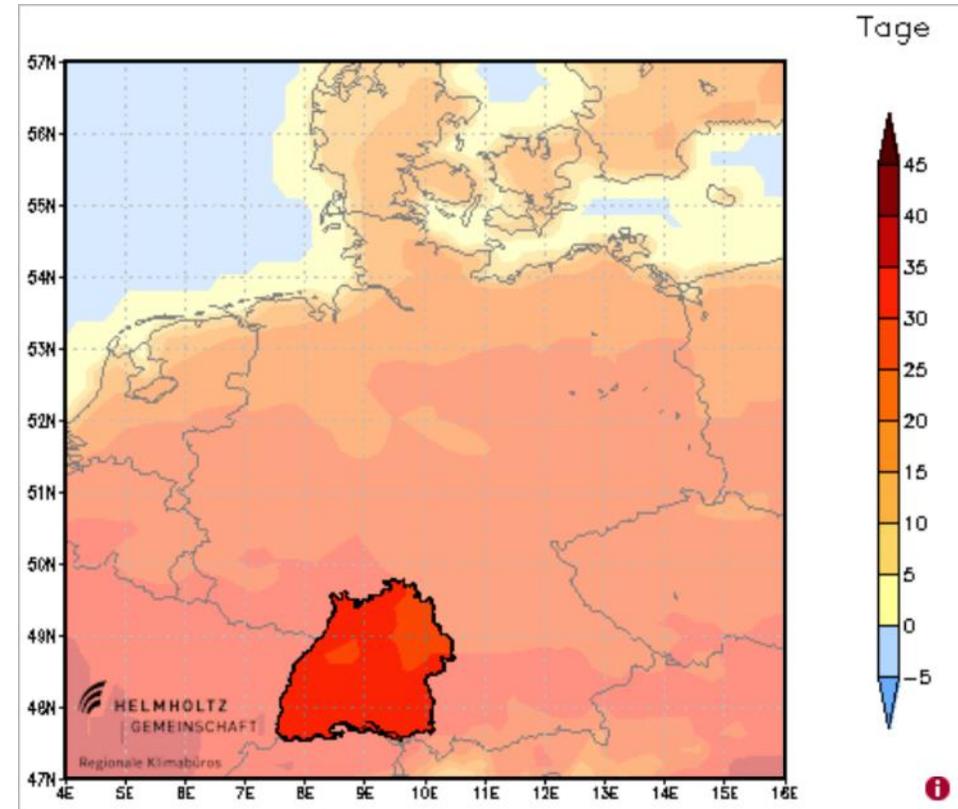


Abbildung für 2071-2100 aus <https://www.regionaler-klimaatlas.de/>
* Datenquelle: https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimadatendeutschland/vielj_mittelwerte.html

Zunahme heißer Tage über 30 °C

- 1961-1990:
12 heiße Tage*
- 2031–2060:
+6 heiße Tage im Mittel
+30 heiße Tage möglich
- 2071–2100:
+17 heiße Tage im Mittel
+61 heiße Tage möglich

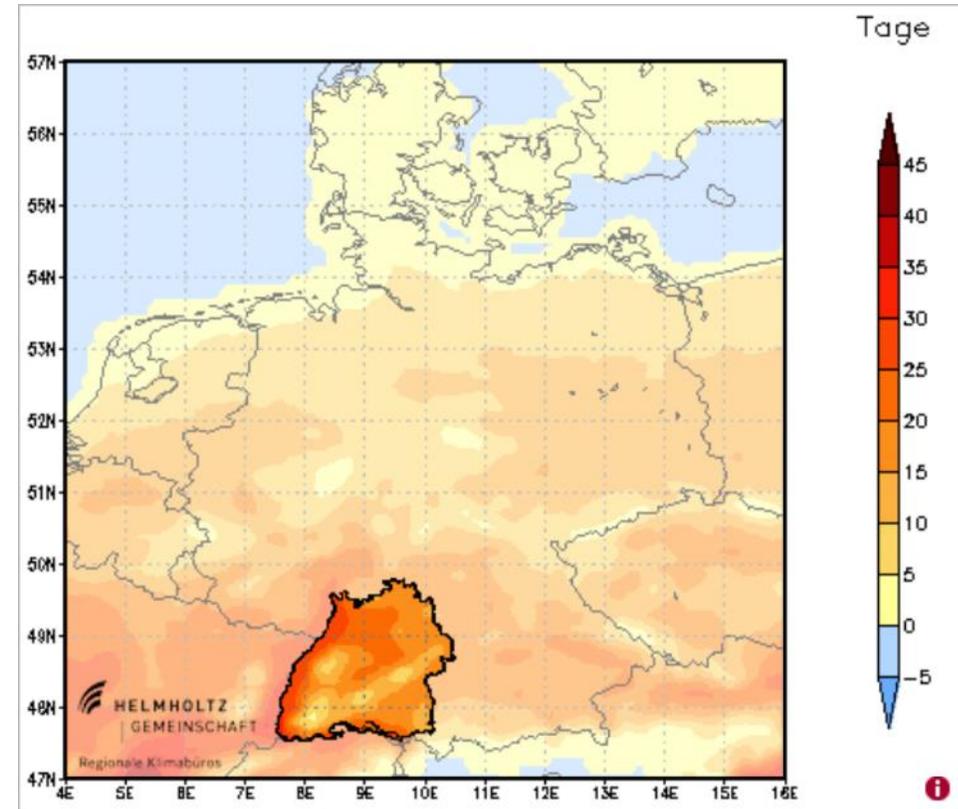


Abbildung für 2071-2100 aus <https://www.regionaler-klimaatlas.de/>
* Datenquelle: https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimadatendeutschland/vielj_mittelwerte.html

Zunahme tropischer Nächte über 20 °C

- 1971-2000:
eine Tropennacht*
- 2031–2060:
+3 Tropennächte im Mittel
+36 Tropennächte möglich
- 2071–2100:
+12 Tropennächte im Mittel
+69 Tropennächte möglich

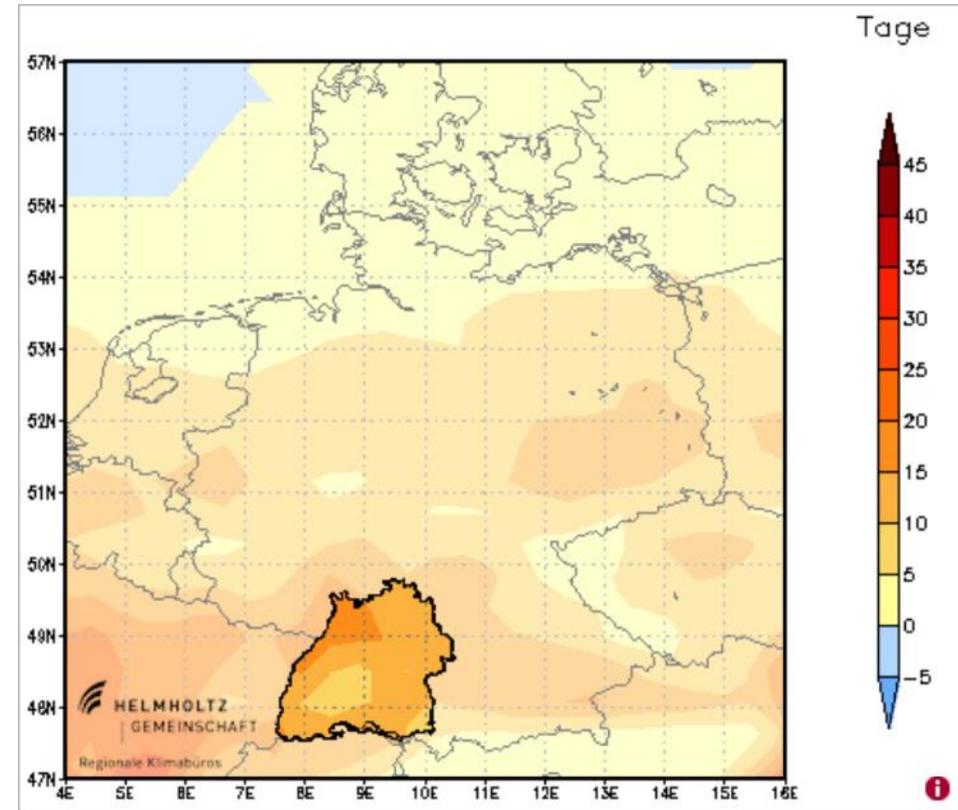
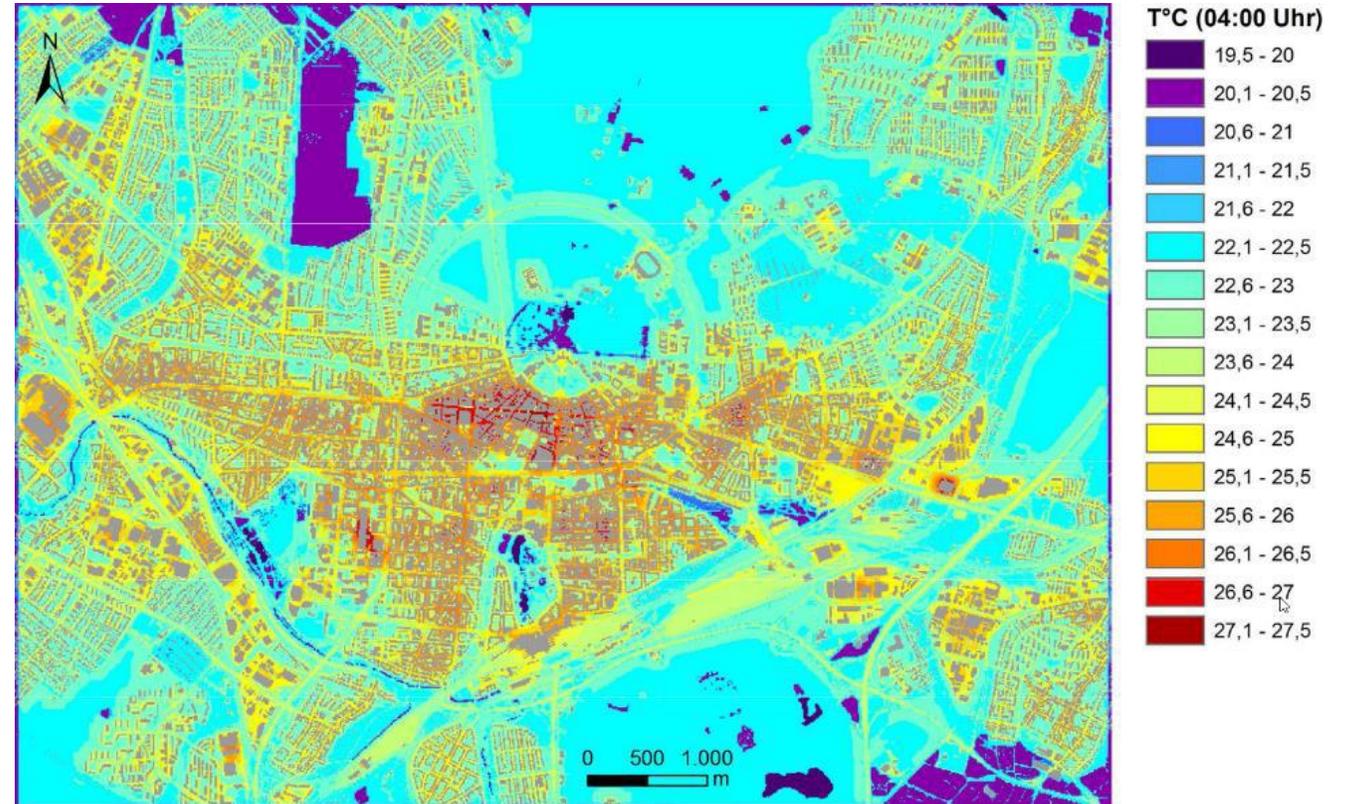


Abbildung für 2071-2100 aus <https://www.regionaler-klimaatlas.de/>
* Datenquelle: https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaatlas/klimaatlas_node.html

Ungleiche Hitzeverteilung in Karlsruhe

- ungleiche Verteilung der Hitzeinseln im Stadtgrundriss
- Speicherwirkung und Enge der Kernstadt
- Kältesenken und Winddurchlässigkeit über Grünflächen und geringer Verdichtung

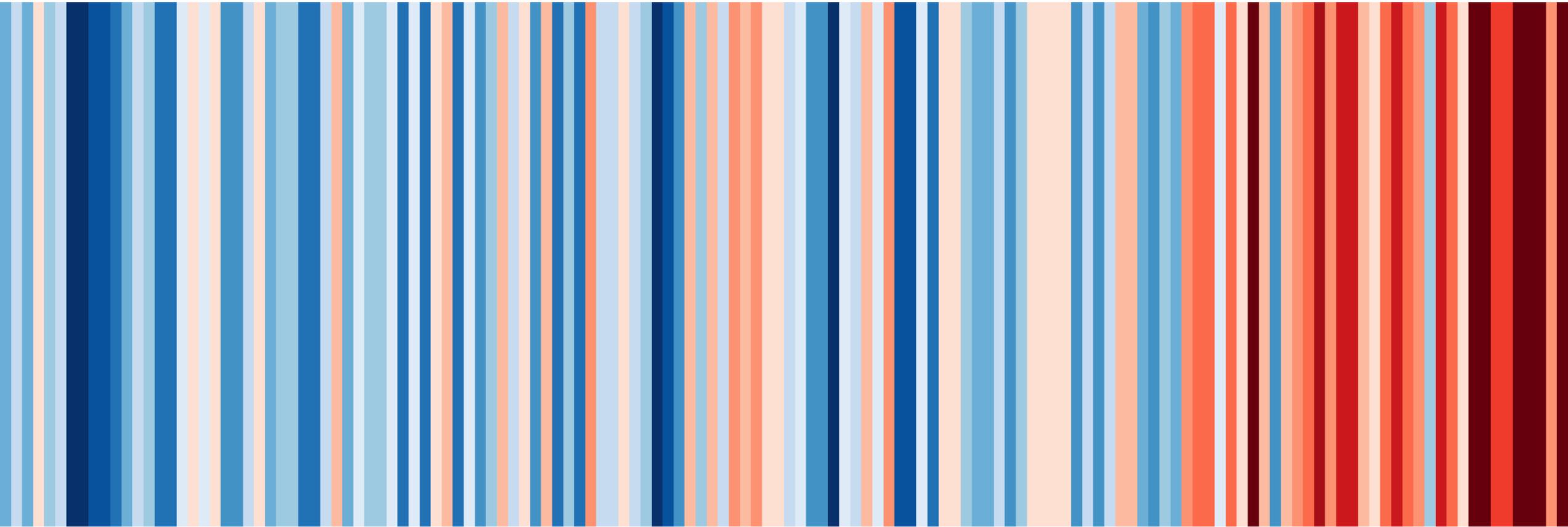


Städtebaulichem Rahmenplan Klimaanpassung, Anpassungskomplex „Hitze“, siehe <https://www.karlsruhe.de/mobilitaet-stadtbild/stadtplanung/staedtebauliche-projekte/klimaanpassungsplan>

Zu heiß im Raum? Maßstäbe zur Beurteilung

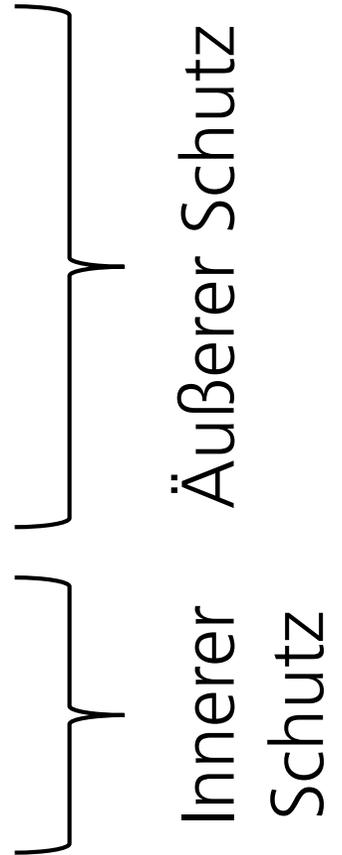
- Abgestuftes Modell: Stufenwerte von 26 °C, 30 °C und 35 °C gemäß Arbeitsstättenrecht
- Starres Modell: Übertemperaturgradstunden über 27 °C gemäß Norm DIN 4108-T2
- Adaptives Komfortmodell: Temperaturband nach Außentemperatur gemäß Norm DIN EN 16798-1

Klimaschutz hilft bei der Klimaanpassung



Hebel für den baulichen Schutz vor Hitze

1. hohes Rückstrahlvermögen der Gebäudehülle (Albedo)
2. Begrünung von Umfeld, Dächern und Außenwänden
3. außenliegender, geregelter Sonnenschutz
4. Begrenzung des Verglasungsanteils von Fassaden
5. gute Dämmung von Dächern, Fenstern und Fassaden
6. wärmespeichernde Raumhülle
7. sommerliche Nachtauskühlung
8. Reduktion interner Wärmegewinne



Ziel: hohe Albedo der Gebäudehülle

Albedo-Werte von 0 bis 1 für Rückstrahlvermögen von Oberflächen:

Dachziegel	0,1 - 0,35
Putzfassade, dunkel	0,26
Holzverkleidung	0,35
Putzfassade, mittelhell	0,45
Faserzementplatte	0,63
helles Dach	0,6 - 0,7
reflektierender Anstrich	0,81

Quelle: siehe Seite 8f. unter Baumaterialien für Städte im Klimawandel - Materialkatalog mit Empfehlungen: https://www.bwo.admin.ch/dam/bwo/de/dokumente/02_Wie_wir_wohnen/28_Studien_und_Publikationen/Forschungsberichte/220525_Baumaterialien.pdf.download.pdf/220525_Baumaterialien.pdf

Praxis: hohe Albedo der Gebäudehülle



Foto: Getty Images

Griechenland: hohe Albedo aus Erfahrung



Foto: <https://www.kenchiku.de/anthrazit/>

Deutschland: geringe Albedo beim Farbtrend „Grau“

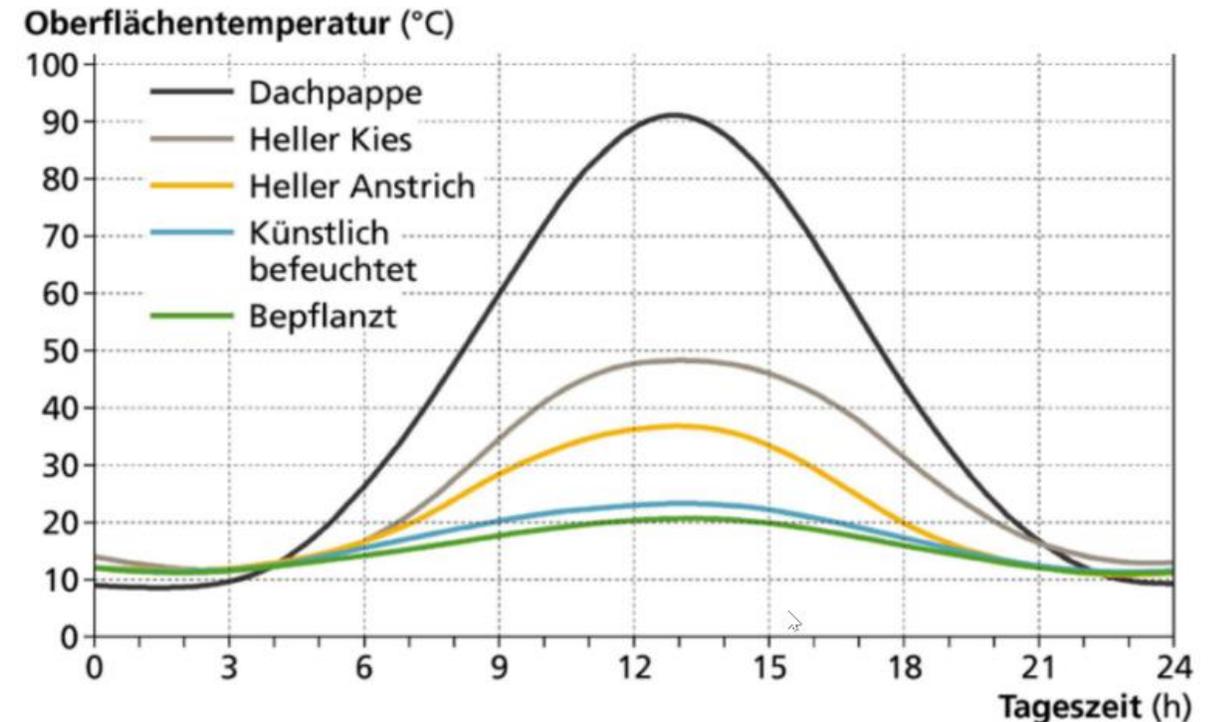


Ziel: Begrünung von Gebäuden

Oberflächentemperatur sinkt bei Begrünung deutlich

Nebeneffekte:

- Regenrückhaltung bei Flachdächern
- mehr Artenvielfalt
- Bindung CO₂ und Feinstaub



Quelle: Horbert M (2000): Klimatologische Aspekte der Stadt- und Landschaftsplanung. Schriftenr. Fb Umwelt und Gesellschaft, TU Berlin 1133

Praxis: Begrünung von Gebäuden



Unbegrünt: Hitzeinsel ohne Wasserrückhaltung



Karlsruhe: Gründach des Jahres 2022



Ziel: Sonnenschutz

- außenliegender Schutz am effektivsten
- mehrheitlich automatisch geregelter Sonnenschutz notwendig
- durch Nutzer*innen regelbare Wirkung notwendig
- Ausbildung Sonnenschutz ohne Behinderung der Fensterlüftung
- robuste und möglichst wenig windanfällige Lösungen



Ziel: Geringer Verglasungsanteil

- Trend zu großflächigen Verglasungen kritisch für Hitzeschutz
- Stadt Karlsruhe: Glasanteile Fassade auf möglichst < 35 % begrenzt
- Stadt Karlsruhe: bei > 35 % Simulation der Raumtemperatur:

Sommerlicher Wärmeschutz muss für
Referenzklima der Jahre 2031 – 2060 ausreichen*

* Datenquelle: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/programme/zb/Auftragsforschung/5EnergieKlimaBauen/2013/testreferenzjahre/try-handbuch.pdf;jsessionid=32F96E889EBF9043C884BC440CF32493.live21301?__blob=publicationFile&v=1

Praxis: Geringer Verglasungsanteil



Foto: <https://www.baumschlaeger-eberle.com/werk/projekte/projekt/2226/>

Dornbirn: Klimagerechtes Bürogebäude



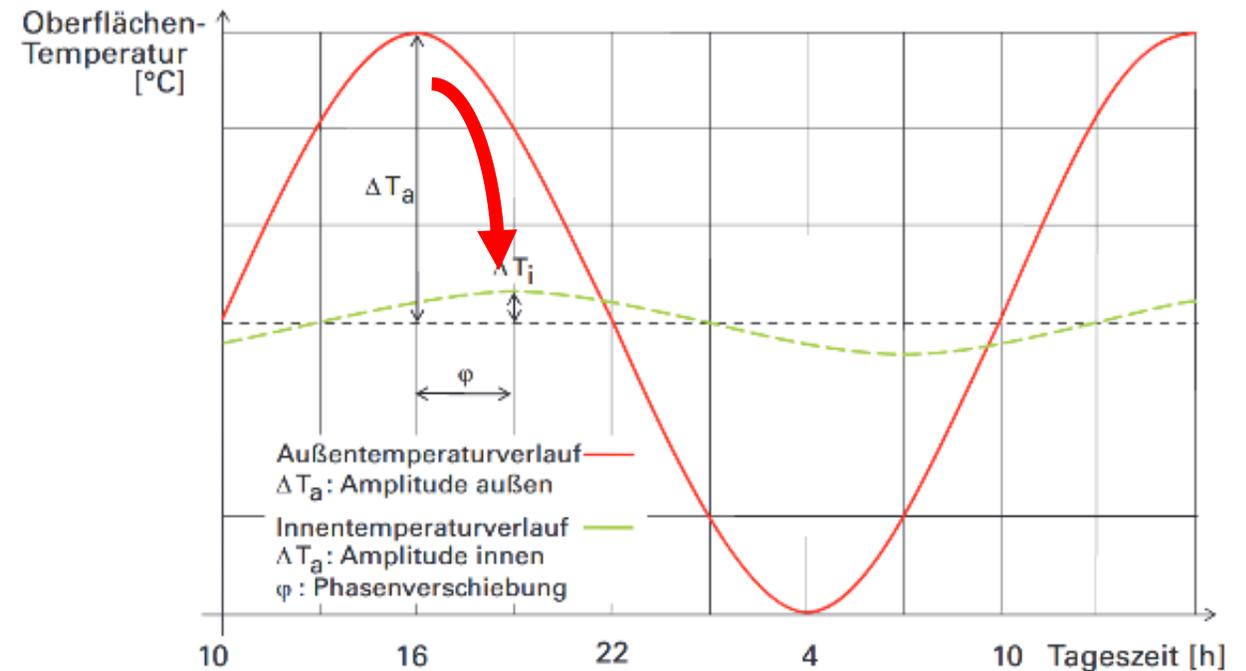
Foto: <https://www.archis.de/work/unternehmenszentrale-weisenburger-ka/>

Karlsruhe: Glasarchitektur mit hohem Kühlbedarf



Ziel: Dämmwirkung Gebäudehülle

- Dämmwirkung schützt auch im Sommer und reduziert die Höhe der Hitzewelle
- Wärmespeichervermögen von Dämmstoff verzögert zeitlich Aufheizverhalten der Räume



Schema der Phasenverschiebung: Verzögerung zwischen maximaler Außen- und maximaler Innentemperatur

Quelle: <https://www.isover.de/documents/fachartikel-und-merkblätter/sommerlicher-wrmeschutz-untersuchungen-mit-unterschiedlichen-dmmstoffen-sonderdruck-dbz.pdf>

Ziel: Wärmespeichervermögen

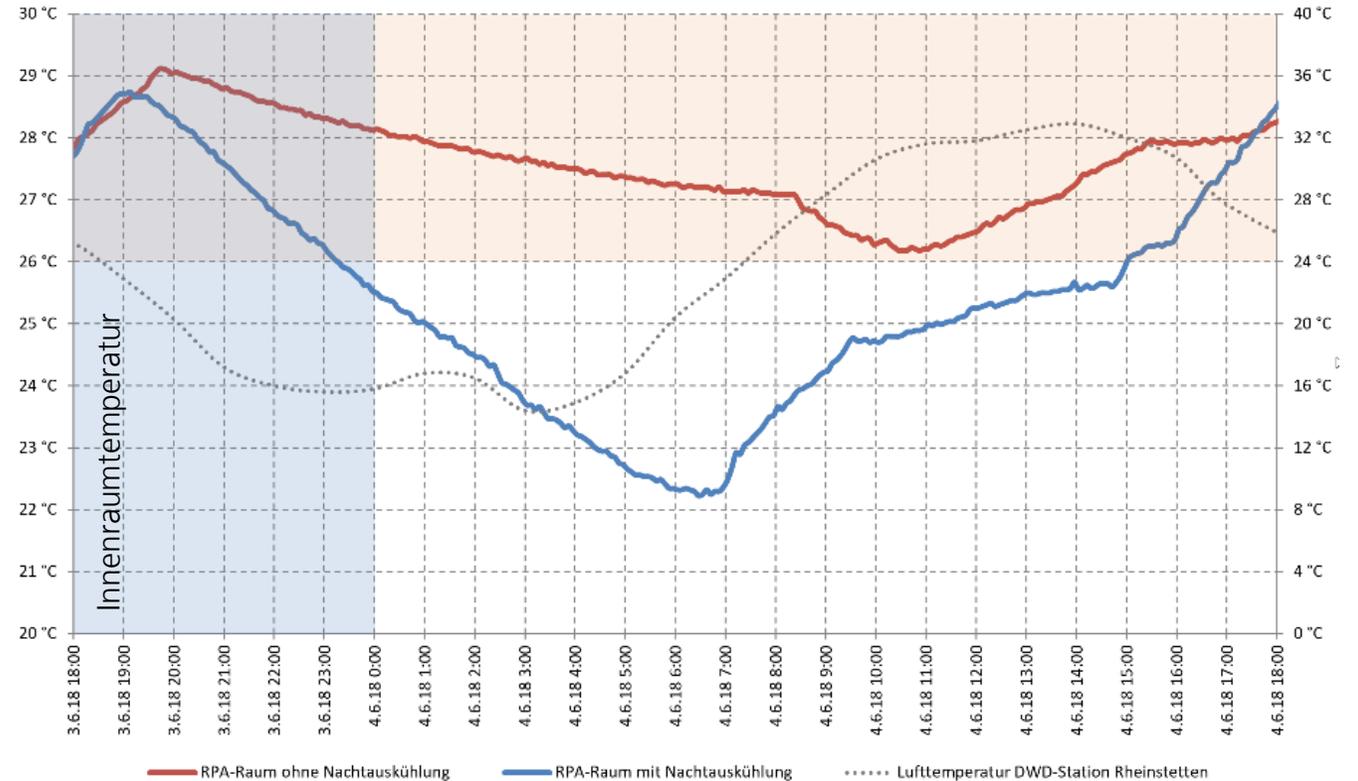
- schwere Baustoffe haben höheres Wärmespeichervermögen
- Pufferwirkung der Oberflächen abfallend von Decke, Wand zu Boden
- direkter Luftkontakt für Speichern und Entladen der Wärmeenergie wichtig

Baustoff	Volumenspezifische Wärmekapazität [MJ/(m ³ K)]
Beton	2,100
Gipskartonplatte	0,790
Vollholz Fichte	0,720
Porenbeton	0,350
Akustik-Dämmplatte	0,187
Schaumdämmstoff	0,045
Luft	0,001

Ziel: Nachtauskühlung

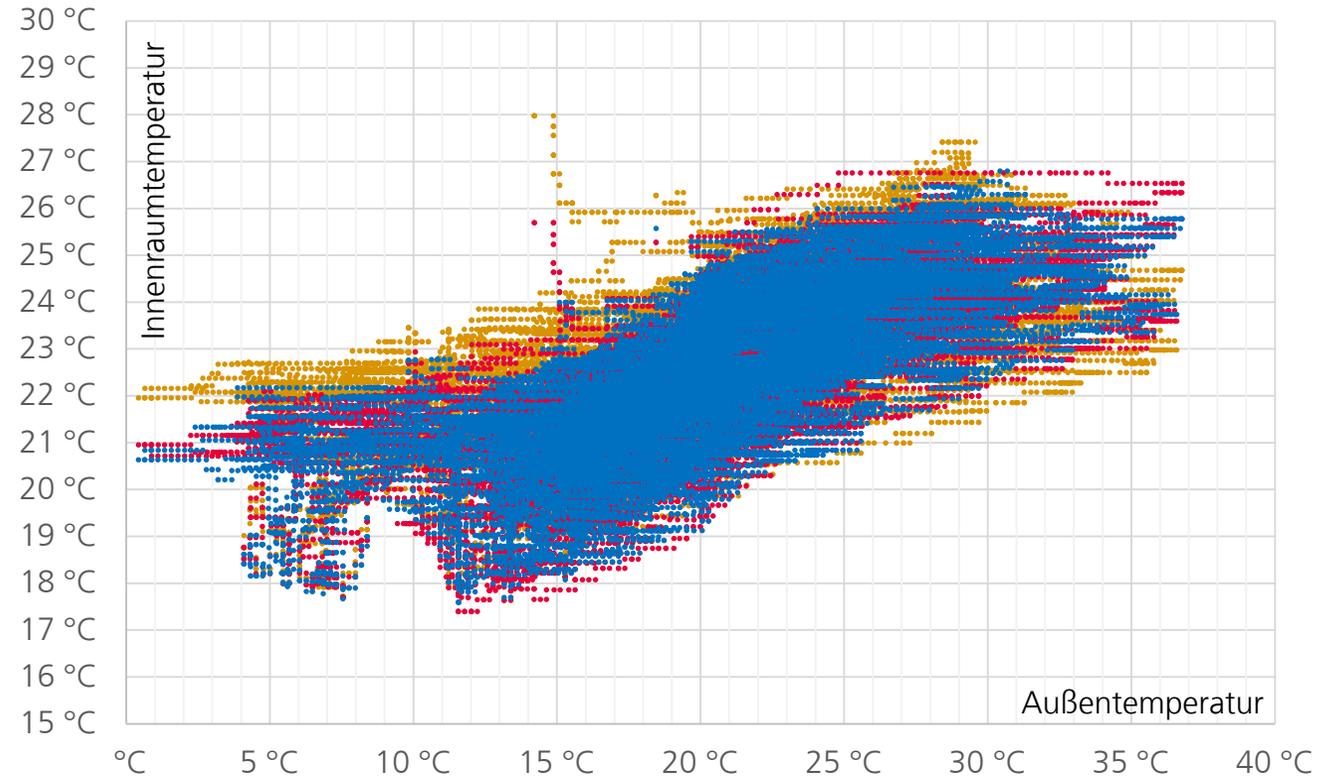
- Nachtauskühlung ermöglicht für Abführen gespeicherter Wärme
- Auskühlen von Decke, Wand und Boden notwendig
- Temperaturunterschied zwischen Innen und Außen
- mehrstündiges Lüften (träger Prozess)
- Querlüften besser als einseitiges Lüften (hohe Luftwechselzahl)
- freies Lüften effektiver und energiesparender als Lüftungsanlagen
- Schutz der Lüftungsöffnungen vor Regen, Einbruch oder Tieren

Praxis: ungerichtete Nachtauskühlung



Technisches Rathaus: Klappen zur manuellen Lüftung

Praxis: geregelte Nachtauskühlung



Tulla-Realschule: geregelte Nachtauskühlung:
Werte aus 2024 für EG, 1. OG und 2. OG

Ziel: Reduktion interner Wärmegewinne

Reduzieren von internen Wärmegewinnen durch weniger Technik und effizientere Lösungen:

- LED-Beleuchtung
- Geräteausstattung kritisch hinterfragen
- energieeffiziente Bürogeräte
- Betrieb nur im notwendigen Umfang
- Standby gerade bei älteren Geräten vermeiden

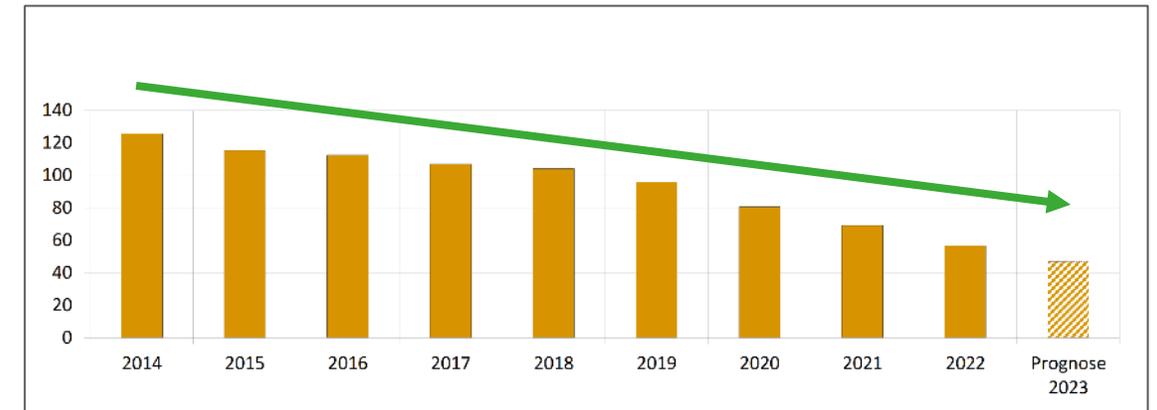
Praxis: Reduktion interner Wärmegewinne

Allg. Wachstum Stromverbrauch per Digitalisierung

2001	Strombedarf (GWh)			
	Normal-betrieb	Bereitschafts-betrieb	Schein-Aus	Summe
IuK-Endgeräte in Haushalten	10279	6987	1849	19115
IuK-Endgeräte in Büros	4575	2584	628	7787
Haushalts-Infrastruktur	1102	2108	192	3402
Büro-Infrastruktur	5153	273	0	5425
Infrastruktur Telekommunikation	2250	0	0	2250
Gesamt	23359	11951	2669	37979
2010				
IuK-Endgeräte in Haushalten	15296	7708	1459	24463
IuK-Endgeräte in Büros	4463	2687	479	7629
Haushalts-Infrastruktur	4060	2212	156	6428
Büro-Infrastruktur	10829	273	0	11101
Infrastruktur Telekommunikation	5803	0	0	5803
Gesamt	40451	12880	2094	55425

Quelle: https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/mtec/cepe/cepe-dam/documents/people/baebischer/ISI_CEPE_IuK_Kurzfassung.pdf

Gegenbeispiel Stromverbrauch Zähringerstraße 61



Faktor Mensch

„Das Nutzungsverhalten hat dominanten Einfluss auf die Übertemperaturgradstunden.“

Quelle:
Umweltbundesamt: Abschlussbericht „Kühle Gebäude im Sommer, Anforderungen und Methoden des sommerlichen Wärmeschutzes“, Seite 163
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/cc_14-2023_kuehle_gebaeude_im_sommer.pdf

CLIMATE CHANGE
14/2023

Abschlussbericht

Kühle Gebäude im Sommer
Anforderungen und Methoden des sommerlichen Wärmeschutzes

von:
Christina Hutter, Andrea Eberle, Heiko Wöhrle, Lisa Neubert,
Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Gerhard Hausladen, Prof. Elisabeth Endres
Ingenieurbüro Hausladen GmbH, Kirchheim

Mit einem Beitrag von Prof. Dr. Stefan Klinski (Hochschule für Wirtschaft und Recht, Berlin)

Herausgeber:
Umweltbundesamt

Die allerletzten Hebel zum Schutz vor Hitze

organisatorische Lösungen zur Hitzeanpassung:

- Räumliches Ausweichen in geeignetere Räume
- Flexibilisierung der Arbeitszeit
- Hilfen der Arbeitgeber*innen zur besseren Akzeptanz von Hitze

aktive Kühlung von Räumen

- adiabate Temperierung
- Kühlung Zuluft oder Umluft

Quellen zur Vertiefung

Klimaangepasste Gebäude und Liegenschaften

https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/zukunft-bauen-fp/2022/band-30-dl.pdf?__blob=publicationFile&v=4

Kühle Gebäude im Sommer

<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/kuehle-gebaeude-im-sommer-0>

Praxisratgeber Klimagerechtes Bauen

https://difu.de/publikationen/2017/praxisratgeber-klimagerechtes-bauen?check_logged_in=1

Städtebaulicher Rahmenplan Klimaanpassung

<https://www.karlsruhe.de/mobilitaet-stadtbild/stadtplanung/staedtebauliche-projekte/klimaanpassungsplan>

Strategie zur Anpassung an den Klimawandel

<https://www.karlsruhe.de/umwelt-klima/klimaschutz-klimaanpassung/klimaanpassungsstrategie>

Stadtplan für heiße Tage

<https://www.karlsruhe.de/umwelt-klima/klimaschutz-klimaanpassung/hitze-in-karlsruhe/stadtplan-fuer-heisse-tage-1>

Hitzeaktionsplan für Karlsruhe

<https://www.karlsruhe.de/umwelt-klima/klimaschutz-klimaanpassung/hitze-in-karlsruhe/hitzeaktionsplan>

Kontakt

Stadt Karlsruhe, Amt für Hochbau und Gebäudewirtschaft
Zähringerstraße 61, 76133 Karlsruhe

Thomas Gillich
Stellvertretende Amtsleitung, Bereichsleitung Energiemanagement

Telefon: +49 721 133-2790, Fax: +49 721 133-952790

thomas.gillich@hgw.karlsruhe.de

www.karlsruhe.de/mobilitaet-stadtbild/hochbau-und-architektur