



Temperatur in Karlsruhe – Tendenz steigend!
Klimaanpassung in und an städtischen Gebäuden



Städtische Gebäude

- 88 Schulstandorte
- Kindergärten
- Rathäuser, Verwaltungsgebäude
- Sporthallen
- Kulturgebäude
- Hallen- und Freibäder
- Friedhofsgebäude
- Feuerwehren, Werkstätten und Lagerhallen

Hitze als größte Herausforderung

- Wirkung auf alle Teile der Bevölkerung
- Wirkung auf natürliche Fauna und Flora, Landwirtschaft, Forst und Wasserhaushalt
- Hitzeanpassung nur über umfangreiches Maßnahmenpaket

Globale Krise – Lokale Auswirkungen

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

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

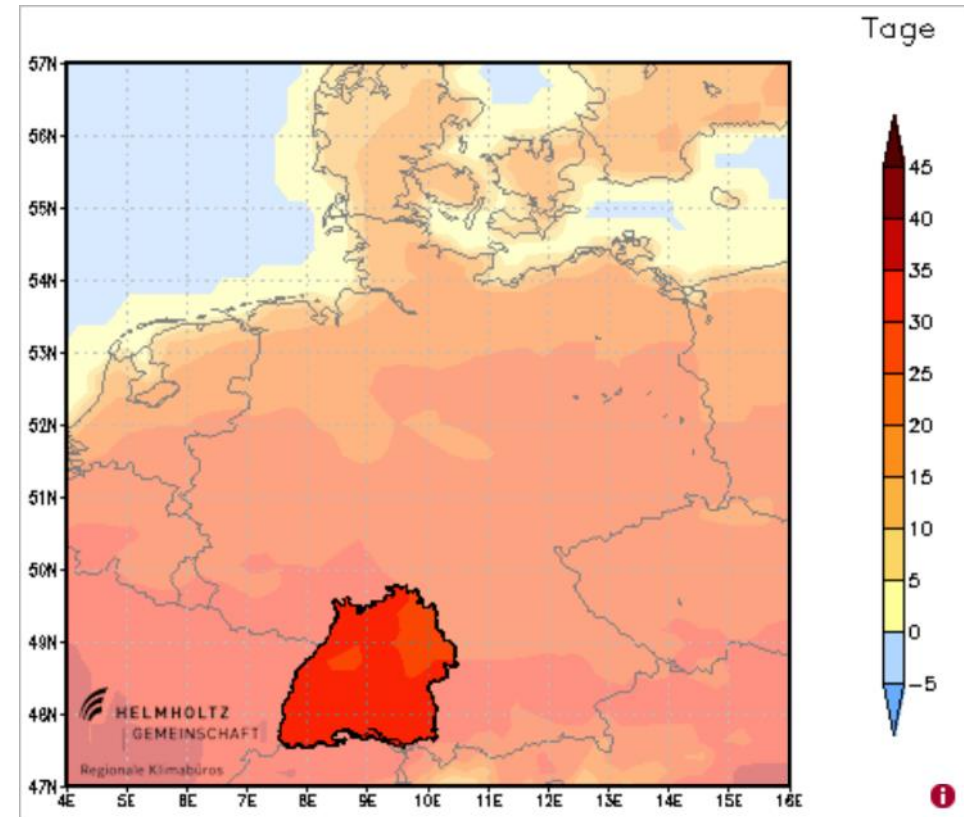


Abbildung für 2071-2100 aus <https://www.regionaler-klimaatlas.de/>
* Datenquelle: https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimadatendeutschland/vielj_mittelwerte.html

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

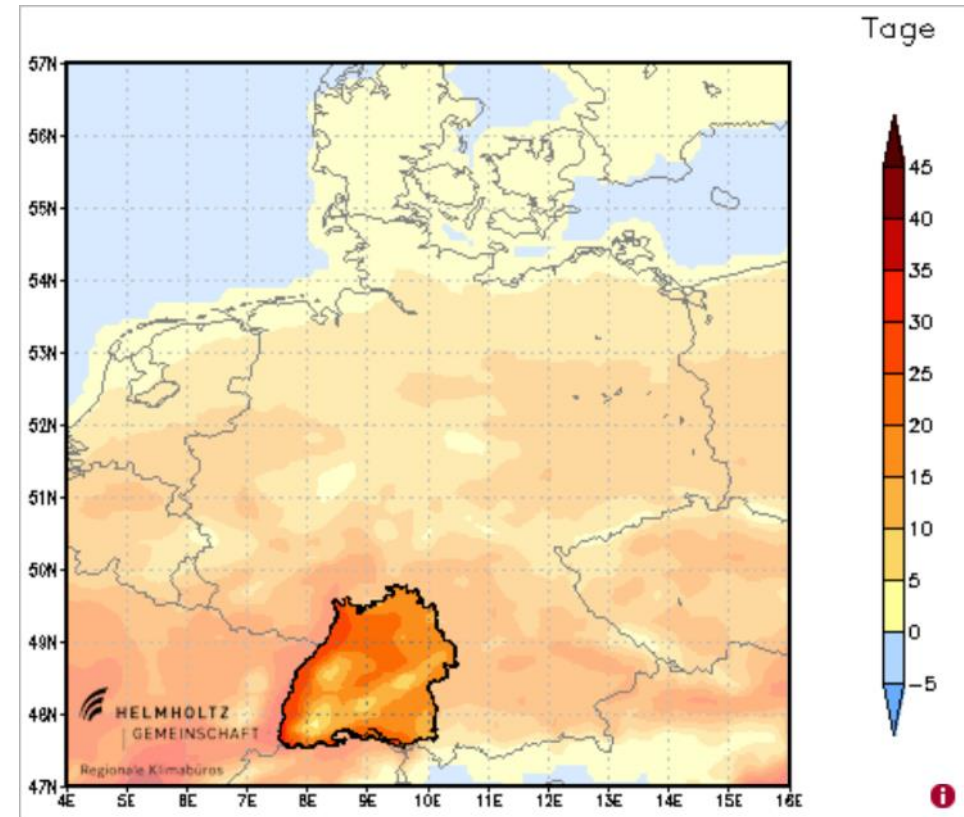
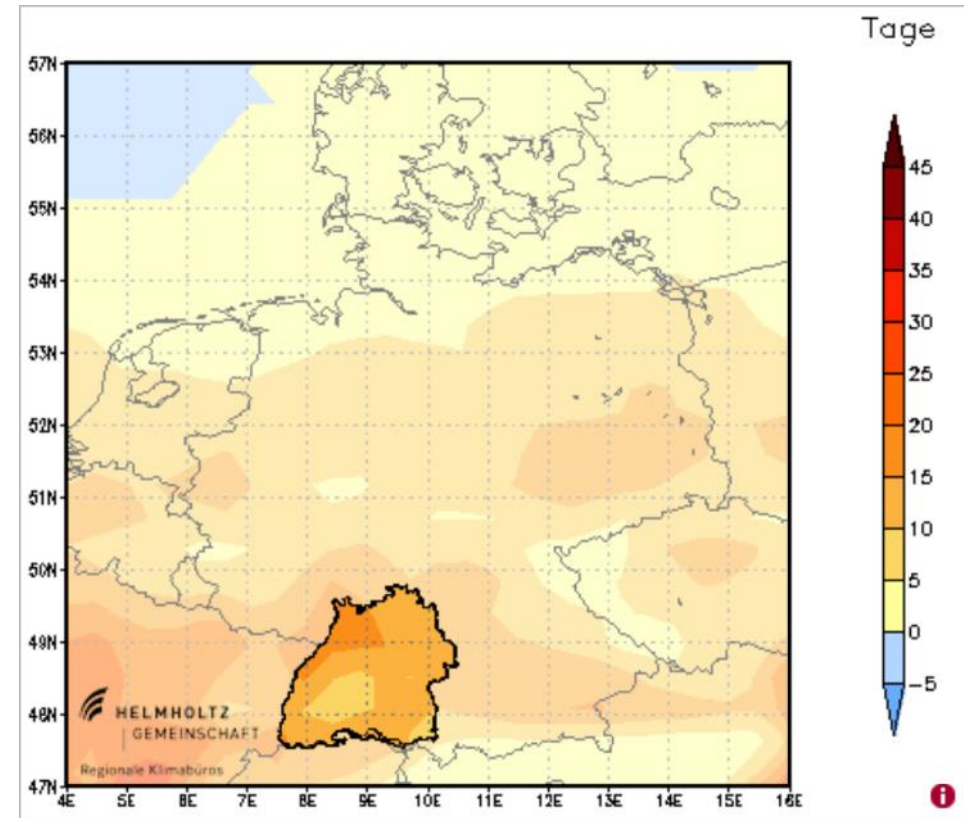


Abbildung für 2071-2100 aus <https://www.regionaler-klimaatlas.de/>
* Datenquelle: https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimadatendeutschland/vielj_mittelwerte.html

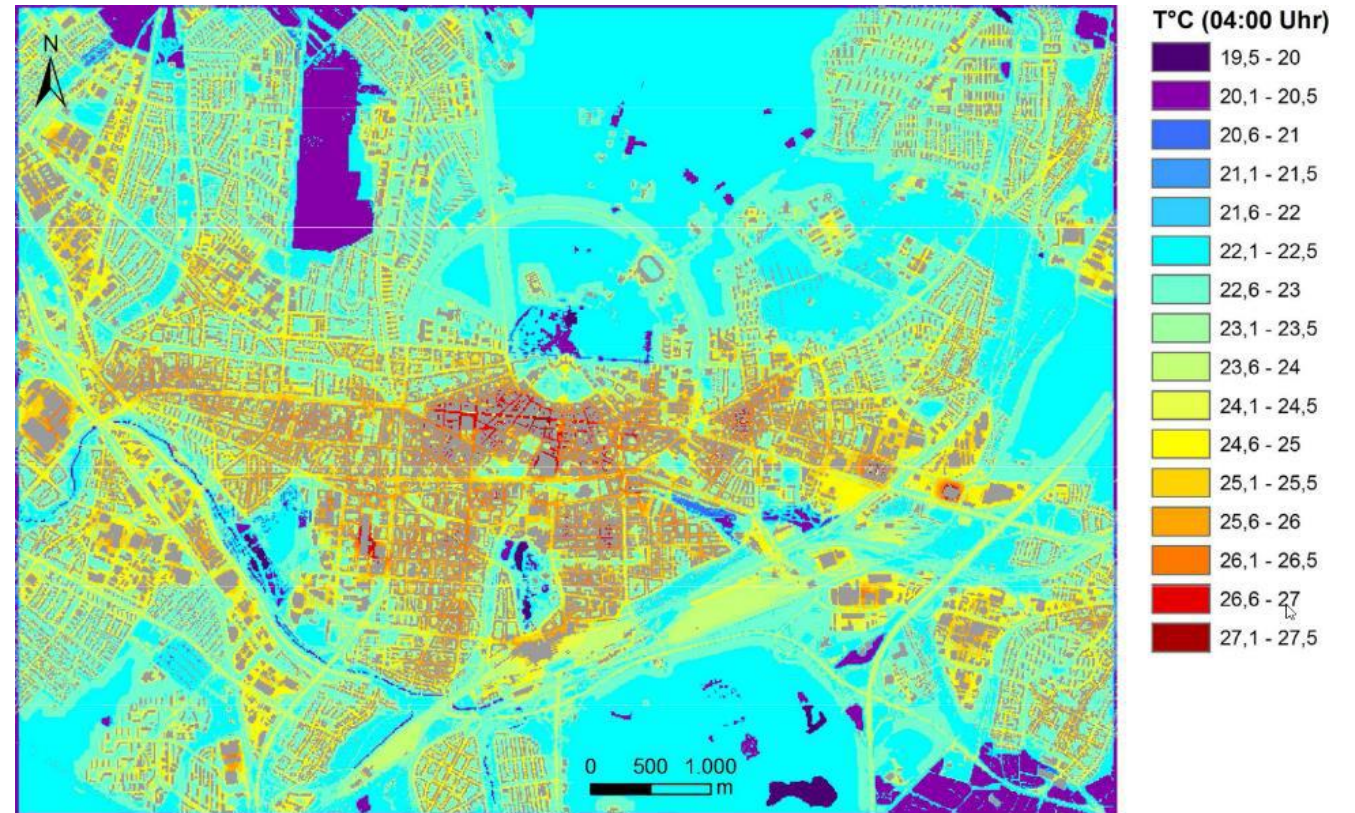
Zunahme tropischer Nächte über 20 °C

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



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>

Hebel für den baulichen Schutz vor Hitze

- eher hohes Rückstrahlvermögen der Gebäudehülle (Albedo)
- Begrünung von Dächern und Außenwänden
- außenliegender, geregelter Sonnenschutz
- Begrenzung des Verglasungsanteils von Fassaden
- hohe Dämmwirkung von Dachflächen, Verglasungen und Fassaden
- wärmespeichernde Raumhülle
- sommerliche Nachtauskühlung
- Reduktion interner Wärmegewinne

Ziel: hohe Albedo der Gebäudehülle

Albedowert von 0 bis 1 für Rückstrahlvermögen von Oberflächen:

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

Praxis: hohe Albedo der Gebäudehülle



Foto: Getty Images

Griechenland: hohe Albedo aus Erfahrung



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

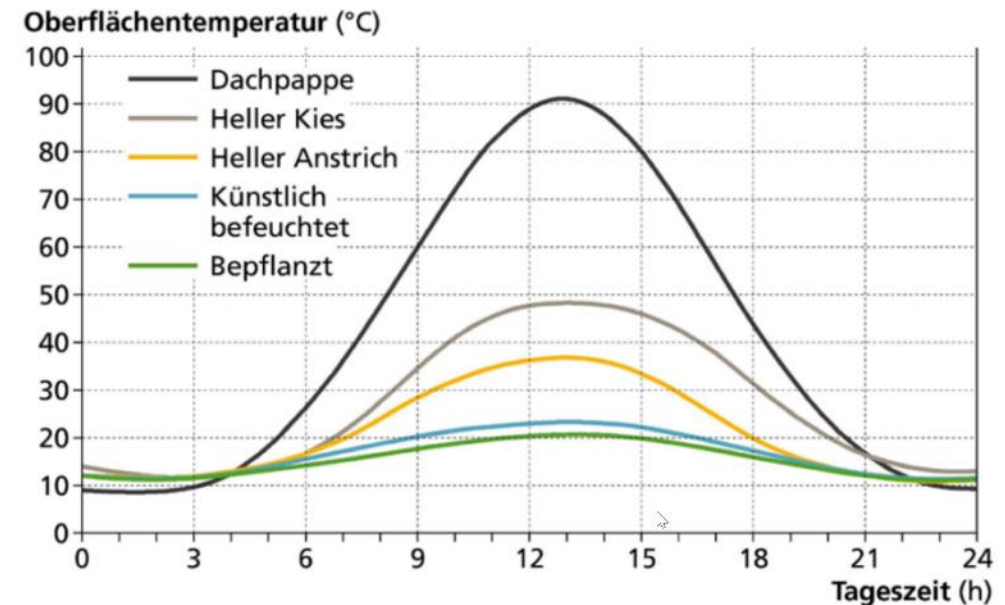
Deutschland: geringe Albedo beim Farbtrend „Grau“

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

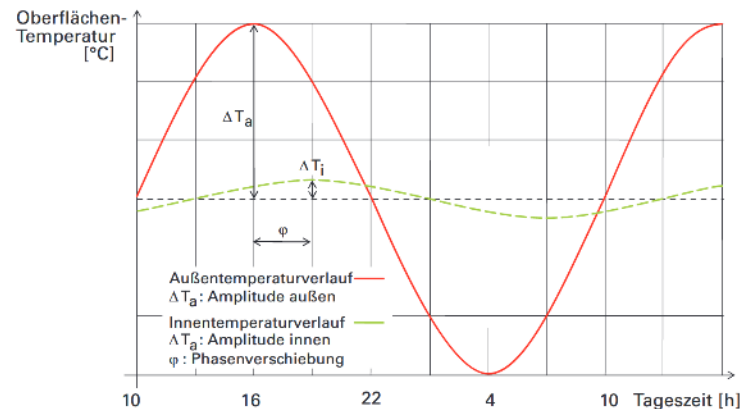


Foto: <https://www.archis.de/work/unternehmenszentrale-weisenburger-ka/>

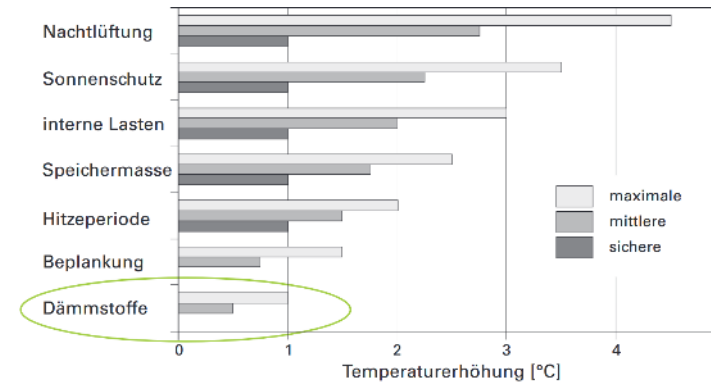
Karlsruhe: Glasarchitektur mit hohem Kühlbedarf

Ziel: Dämmwirkung Gebäudehülle

- Dämmwirkung schützt auch im Sommer
- Wärmespeichervermögen von Dämmstoff verzögert zeitlich Aufheizverhalten der Räume



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



Einflüsse auf das sommerliche Raumklima; den geringsten Einfluss haben die Unterschiede des Wärmespeichervermögens von Dämmstoffen

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/(m³K)]
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: Nachtauskühlung



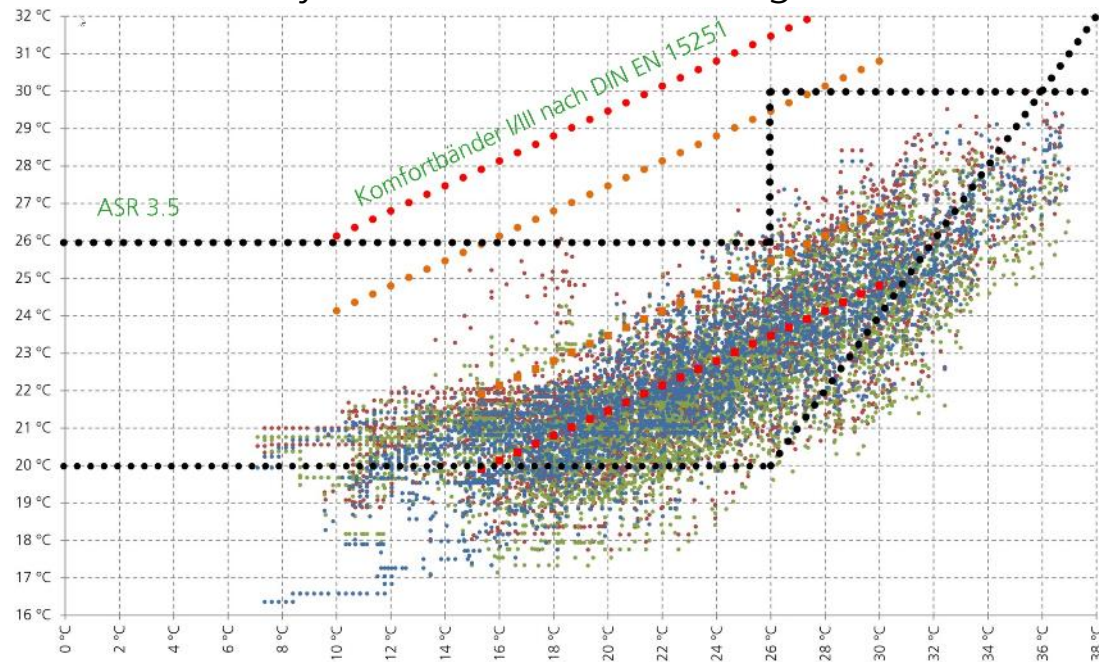
Max-Planck-Gymnasium: geregelte Nachtauskühlung



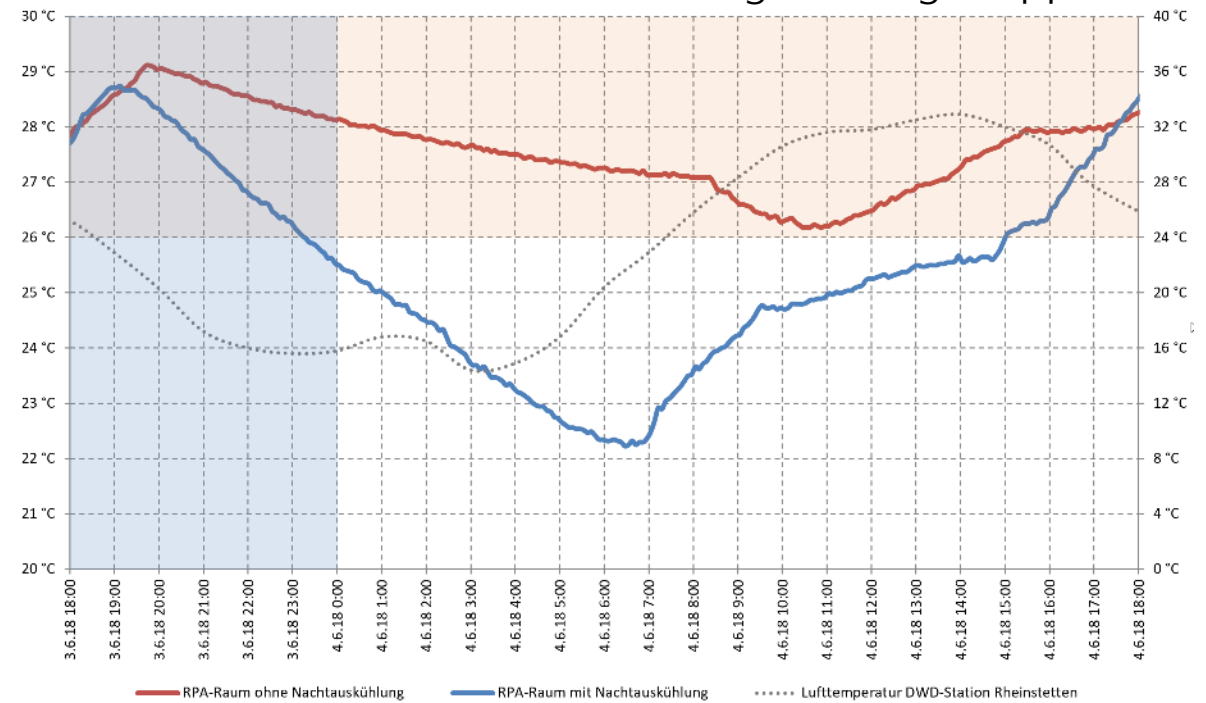
Technisches Rathaus: Klappen zur manuellen Lüftung

Erfolge: Nachtauskühlung

Max-Planck-Gymnasium: Kühlwirkung Oberlichter



Technisches Rathaus: Kühlwirkung Lüftungsklappen



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

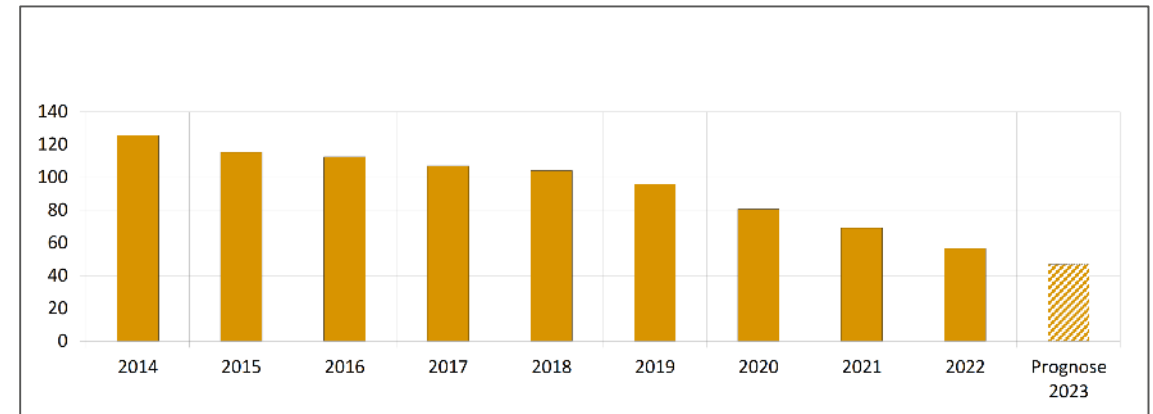
Praxis: Reduktion interner Wärmegewinne

Wärmequelle Digitalisierung wächst 5% pro Jahr

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

Stromverbrauch HGW / AfSta sinkt 7% pro Jahr



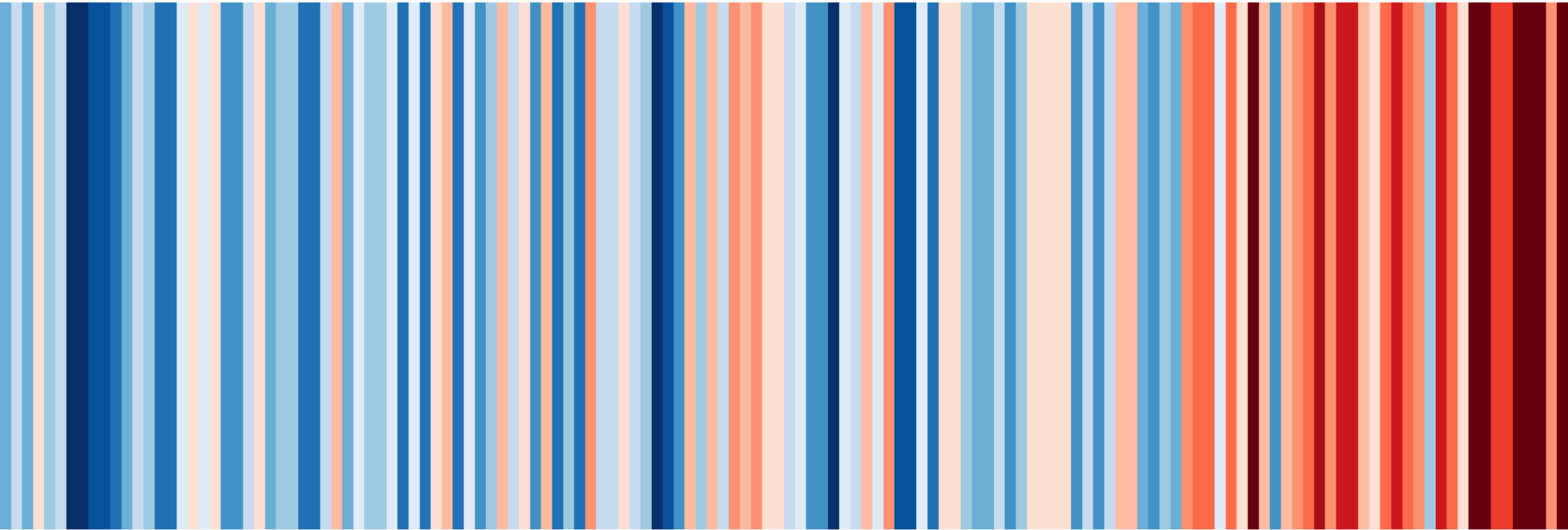
Ein letzter Hebel für Schutz vor Hitze

Organisatorische Lösungen zur Hitzeanpassung:

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

nur in Ausnahmefällen: aktives Kühlen von Gebäudeteilen

Umsetzung aller Klimaschutzmaßnahmen, sonst wird es noch heißer!



Quellen zur Vertiefung

Klimaangepasste Gebäude und Liegenschaften - Empfehlungen für Planende, Architektinnen und Architekten sowie Eigentümerinnen und Eigentümer

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

Praxisratgeber Klimagerechtes Bauen – Mehr Sicherheit und Wohnqualität bei Neubau und Sanierung

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>

Plan°C – 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