

GRÜN-BLAU

MAßNAHMEN MIT WIRKUNG - HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN FÜR DIE KLIMAGERECHTE QUARTIERSENTWICKLUNG IM AUßENRAUM

*Finanziert aus Landesmitteln, die der Landtag Baden-Württemberg beschlossen hat.
Gefördert im Rahmen des Strategiedialogs „Bezahlbares Wohnen und innovatives Bauen“.*

Projektlaufzeit

01.07.2024 bis 31.08.2025

Förderkennzeichen

SDB 0212

Autoren

Büttner, Isabelle Christine, M.A.

Dr. Felder, Martin

Dr. Mahler, Boris

Nusser, Tobias, M.Sc.

Steinbeis-Innovationszentrum energieplus

Büro Stuttgart – Projektdurchführung

Gropiusplatz 10

70563 Stuttgart

Telefon: +49 711 99007-841

Telefax: +49 711 99007-99

E-Mail: info@siz-energieplus.de

Hauptsitz Braunschweig

OFFICE am RINGGLEIS

Hamburger Straße 277

38114 Braunschweig

Telefon: + 49 531 793893-80

Telefax: + 49 531 793893-98

E-Mail: info@siz-energieplus.de

Stand: Oktober 2025

Hinweis:

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in dieser Studie auf eine gendergerechte Schreibweise verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
Mini-Glossar	5
Einleitung	7
Hitze, gefühlte Temperatur und Tag-Nacht-Wirkung	8
Maßnahme Bäume.....	11
Maßnahme Fassadenbegrünung	15
Maßnahme Verschattung durch bauliche Maßnahmen	20
Maßnahme Dachbegrünung.....	24
Maßnahme Wasseroberflächen	27
Mythen und Realität – Eine Einordnung bisheriger Planungspraxis mit Potenzialen und Verbesserungsansätzen.....	30
Allgemeine Empfehlungen	34
Literaturverzeichnis.....	36
Anhang.....	38
Abkürzungen	38
Einordnung in die Literatur.....	38

Zusammenfassung

Dieses Dokument fasst die zentralen Ergebnisse des Forschungsprojekts „*Maßnahmen mit Wirkung – Handlungsempfehlungen für die klimagerechte Quartiersentwicklung im Außenraum (GRÜN-BLAU)*“ zusammen.

Ziel ist es, wirksame und leicht umsetzbare Maßnahmen zur Hitzeminderung in städtischen Quartieren zu identifizieren und in klare, praxisorientierte Handlungsempfehlungen zu übersetzen.

Auf Basis von Langzeitmessungen, Mikroklima-Simulationen und Literaturanalysen bewertet das Projekt fünf zentrale Maßnahmen, die das Mikroklima nachweislich verbessern – und stellt hier konkrete Umsetzungstipps vor.

Stärker wirksame Maßnahmen



Bäume

Bäume sind die wirksamste Maßnahme zur Reduktion der gefühlten Temperatur (PET) – mit möglichen Abkühlungen des Mikroklimas um bis zu 8 K. Ihre Wirkung entfaltet sich durch Verschattung und Verdunstung. Dabei sind es vor allem große, gesunde Bäume mit ausgeprägter Baumkrone, die eine deutliche Auswirkung auf das Mikroklima haben.

Handlungsempfehlungen

- Baumstandorte frühzeitig einplanen
- Altbäume konsequent schützen
- Pflege langfristig sichern
- Rankpflanzen als Alternative zu Bäumen nutzen



Fassadenbegrünung

Fassadenbegrünungen senken die PET um bis zu 8 K und sind vor allem eine wirkungsvolle Maßnahme, um Temperaturen im bodennahen Bereich zu senken. Sie bieten gleichzeitig gestalterische, ökologische und soziale Vorteile.

Handlungsempfehlungen

- Fassadenbegrünung gegenüber Dachbegrünung priorisieren
- Begrünung mit Photovoltaik kombinieren
- Pflegekonzepte von Beginn an einplanen



Verschattung durch bauliche Maßnahmen

Gezielte Verschattung (z. B. durch Baukörper, Pergolen, Sonnensegel) reduziert die PET um 2-4 K und trägt somit zur Verbesserung des thermischen Komforts im öffentlichen Raum bei.

Handlungsempfehlungen

- Schattenbereiche aktiv gestalten
- Multifunktionale Strukturen (z. B. mit PV) planen
- Gebäudeschatten gezielt nutzen und Abstandsregelungen anpassen

Begrenzt wirksame Maßnahmen



Dachbegrünung

Diese Maßnahme hat begrenzte Wirkung auf das Mikroklima im Aufenthaltsbereich, besonders bei Trockenheit. Ihre Stärken liegen eher in ökologischen Aspekten.

Empfehlung: Photovoltaik auf Dächern priorisieren; ggf. intensive Dachbegrünung mit Nutzwert realisieren (z. B. Gemeinschaftsgärten)

Handlungsempfehlungen

- Photovoltaik auf Dächern priorisieren
→ Verschattung der Begrünung und Energetische Rentabilität
- intensive Dachbegrünung mit Nutzwert realisieren (z. B. Gemeinschaftsgärten)



Wasserflächen

Wasser wirkt vor allem durch Verdunstung und subjektiv wahrgenommener Abkühlung (subjective cooling sensation), mit lokaler PET-Reduktion bis zu 1-3 K. Die Wirkung bleibt bei kleineren Wasserflächen jedoch räumlich begrenzt.

Handlungsempfehlungen

- Wasserflächen mit Begrünung und Verschattung kombinieren
- Wartung und Wasserqualität sicherstellen
- Pflegebedarf langfristig organisieren

Mini-Glossar

Abkühlungseffekt.

Verringerung der Luft- oder Oberflächentemperatur durch Verdunstung, Verschattung oder reflektierende Materialien. In diesem Projekt wird die PET im Aufenthaltsbereich von Außenräumen verwendet, um den Abkühlungseffekt zu quantifizieren. Ein Unterschied von 5 Kelvin (K) bedeutet, dass die PET an einem Hitzetag 5 C niedriger liegt als ohne die Abkühlungsmaßnahme.

Cell-Broadcast-Systems

Funkbasiertes Warnsystem (z.B. bei Unwetter oder Hitzewellen), das zeitgleich Textnachrichten an alle Mobilfunkgeräte in einer definierten Funkzelle sendet, ohne dass eine vorherige Anmeldung nötig ist.

Entsiegelung

Entfernung wasserundurchlässiger Beläge zugunsten durchlässiger oder begrünter Flächen, um Versickerung und Verdunstung zu ermöglichen sowie in Folge daraus das Mikroklima zu verbessern.

Evapotranspiration

Summe der Verdunstung von Wasser aus Böden (Evaporation) und der Transpiration über Pflanzenblätter, beeinflusst das lokale Wasser- und Energiehaushaltsgefüge als auch die Lufttemperatur.

Extensive Dachbegrünung.

Begrünung mit geringem Substrataufbau (<15 cm) und trockenheitsresistenten Pflanzen, primär für ökologische und wasserrückhaltende Funktionen (meist pflegeleicht und robust).

Fassadenbegrünung

Bodengebundene oder wandgebundene Bepflanzung vertikaler Fassadenflächen als gestalterische Elemente und zur Reduktion von Strahlungslast, PET und städtischer Aufheizung.

Fassaden-PV

Photovoltaikanlagen, die vertikal in die Gebäudehülle integriert werden, um Sonnenenergie zur Stromerzeugung zu nutzen und gleichzeitig architektonische Anforderungen zu erfüllen.

Intensive Dachbegrünung

Form der Dachbegrünung mit Substratschichtdicken ab ca. 15 cm ermöglicht eine vielfältige und intensive Bepflanzung (Wiese, Sträucher und sogar Bäume). Dies ist verbunden mit höheren Last-, Pflege- und Bewässerungsanforderungen bei gleichzeitiger Verbesserung der Biodiversität und Aufenthaltsqualität.

Klimaanpassung

Strategien zur Verringerung negativer Auswirkungen klimatischer Veränderungen auf Menschen, Natur und Infrastruktur.

Mikroklima

Lokale klimatische Bedingungen in einem räumlich eng abgegrenzten Bereich, beeinflusst durch Vegetation, Bebauung und Oberflächenmaterialien.

Mikroklima-Simulationen

Computergestützte Modellierung kleinräumiger klimatischer Bedingungen, um Auswirkungen von Bebauung, Begrünung oder Materialien auf Temperatur, Wind und Feuchte im Außenraum zu bewerten.

Ökologische Ausgleichsmaßnahmen

Maßnahmen zur Kompensation unvermeidbarer Eingriffe in Natur und Landschaft, z. B. durch Habitatneuschaffung, Pflanzungen oder Gewässerrenaturierungen, gemäß naturschutzrechtlichen Vorgaben.

Pergolen

Offene, meist aus Holz oder Metall gefertigte Rank- oder Überdachungskonstruktion, die zur Verschattung und Gestaltung von Freiräumen dient und häufig mit Kletterpflanzen begrünt wird.

PET (Physiologisch Äquivalente Temperatur)

Die PET beschreibt die Temperatur, die ein Mensch in einer spezifischen Umgebungssituation empfindet. Sie ist ein Kombinationsindex aus u.a. Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Wind und Strahlung.

Quartiersentwicklung

Prozess der integralen Planung von Stadtteilen unter Einbeziehung von Nutzungsmischung, Gestaltung, Infrastruktur und Klimazielen.

Regenwasserrückhaltung

Technische oder landschaftsbauliche Maßnahmen zur zeitweisen Speicherung von Niederschlagswasser, um Abflussspitzen zu mindern, Grundwasserneubildung zu fördern und Wasser für eine spätere Nutzung bereitzuhalten.

Wasserumwälzung

Mechanische oder hydraulische Zirkulation von Wasser in Becken, Teichen oder anderen Anlagen zur Vermeidung von Stagnation, Förderung von Sauerstoffeintrag und Sicherung der Wasserqualität.

Einleitung

Bei der Planung klimagerechter Gebäude und Quartiere sind sowohl die Anforderungen des Klimaschutzes als auch der Klimaanpassung zu berücksichtigen. Häufig stehen dabei gegensätzliche Ziele und Anforderungen einer zügigen Planung und Umsetzung entgegen. So können Grün(dach)anforderungen in Bebauungsplänen, städtischen Satzungen oder Kaufverträgen eine maximale Solarisierung erschweren.

Im Forschungsprojekt GRÜN-BLAU liegt der Fokus erstmals auf der Wärmebelastung von Menschen im Außenraum städtischer Quartiere. Ziel ist es, aufzuzeigen, welche Maßnahmen besonders wirksam sind, um diese Wärmebelastung zu reduzieren.

Zahlreiche Einzeluntersuchungen haben bereits die mikroklimatische Wirkung verschiedener Begrünungsmaßnahmen am Gebäude und im Quartier untersucht. Bisher fehlen jedoch vergleichende Analysen, die die Wirksamkeit unterschiedlicher Maßnahmen in Bezug auf die Wärmebelastung von Personen in Aufenthaltsbereichen im Außenraum systematisch bewerten. Hier setzt die vorliegende Studie an: Erstmals wurden Langzeitmessungen in drei unterschiedlichen Stuttgarter Quartieren mit Mikroklima-Simulationen kombiniert. Zur besseren Interpretation der Ergebnisse wurden verschiedene Simulationsvarianten entwickelt und validiert. Ergänzend erfolgte eine umfassende Auswertung relevanter Fachliteratur, deren zentrale Erkenntnisse mit in die Analyse einfließen.

Dadurch konnten Maßnahmen, die tatsächlich einen wesentlichen Einfluss auf die Wärmebelastung und damit auf die Aufenthaltsqualität der Bewohner haben, identifiziert werden und münden in die hier vorgestellten Handlungsempfehlungen.

Auf Grundlage dieser Empfehlungen kann die Priorisierung von Maßnahmen und Planungszielen in Bebauungsplänen und Satzungen fundierter und leichter nachvollziehbar erfolgen. Die Empfehlungen tragen dazu bei, die Wirkung einzelner Maßnahmen auf die sommerliche Wärmebelastung transparent darzustellen. Dadurch lassen sich besonders effektive Maßnahmen für einzelne Flächen im Quartier differenziert nach ihrer Qualität und Leistungsfähigkeit bewerten und mit den übergeordneten Planungszielen abgleichen.

Maßnahmen mit geringer Wirkung auf das Mikroklima können nachrangig behandelt oder freiwillig vereinbart werden, um größeren Gestaltungsspielraum zu ermöglichen. Gleichzeitig lassen sich so wiederkehrende Interessenkonflikte zwischen Begrünung und Solarisierung besser auflösen.

Die nachfolgenden Kapitel erläutern zunächst in Kurzform die in der Studie verwendeten Parameter für die Bewertung der Wärmebelastung und der Wirksamkeit. Im Anschluss werden die besonders und begrenzt wirksamen Maßnahmen beschrieben. Die klimatische Wirkung und die Handlungsempfehlungen für die Planung und Umsetzung sind dabei im Detail für die folgenden Maßnahmen aufgeführt.

1. Bäume
2. Fassadenbegrünung
3. Verschattung
4. Dachbegrünung
5. Wasseroberflächen

Abschließend erfolgt eine Einordnung gängiger Planungspraktiken und damit verbundenen Optimierungsansätzen.

Hitze, gefühlte Temperatur und Tag-Nacht-Wirkung

Hitzeperioden sind heute Teil unseres Alltags – und werden durch den Klimawandel künftig noch häufiger und intensiver. Um ihre Auswirkungen zu verstehen und gezielte Maßnahmen zum Gegensteuern zu identifizieren, sind mikroklimatische Untersuchungen hilfreich.

Damit die folgenden Maßnahmen und Empfehlungen bewertbar werden, wird hier kurz erläutert, wie Hitze und gefühlte Temperatur gemessen und interpretiert werden – und welche Rolle Tag-Nacht-Effekte spielen.

Physikalische & gefühlte Temperatur

Die Lufttemperatur wird in rund zwei Metern Höhe im Schatten gemessen. Was Menschen als „Hitze“ empfinden, hängt jedoch nicht nur von der Lufttemperatur ab, sondern auch von Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit, Strahlung, Kleidung und körperlicher Aktivität. Um dieses Temperaturempfinden messbar zu machen, kommen Indizes wie die Physiological Equivalent Temperature (PET) und der Universal Thermal Climate Index (UTCI) zum Einsatz. Sie kombinieren verschiedene meteorologische und physiologische Faktoren zu einem Wert, der das thermische Empfinden des Menschen modelliert.

Tag-Nacht-Wirkungen

Die Solarstrahlung beeinflusst die Hitzebelastung stark: Meist erreicht die Temperatur zwischen 14 und 17 Uhr ihren Höchstwert, während die kühlestn Werte kurz vor Sonnenaufgang auftreten. In Städten fällt die nächtliche Abkühlung oft deutlich schwächer aus als in ländlichen oder begrünten Gebieten. Dadurch kann die Hitzebelastung in Tropennächten auch nachts hoch bleiben – mit zum Teil erheblichen Folgen für die Gesundheit. Tagsüber gleicht der Körper hohe Temperaturen meist durch Schwitzen aus. Fehlt jedoch nachts die Abkühlung, ist keine ausreichende Regeneration möglich. Besonders gefährdet sind ältere Menschen, Kleinkinder und Menschen mit Vorerkrankungen.

Wie ist „heiß“ definiert?

Doch ab wann wird Wärme zur gesundheitlichen Belastung? Und wie lässt sich Hitze überhaupt definieren? Besonders kritisch sind sogenannte Tropennächte. Als „Tropennacht“ bezeichnet der DWD eine Nacht, in der die Lufttemperatur nicht unter 20 °C sinkt.¹ Sie verhindern die nächtliche Erholung und gelten als deutlicher Indikator für Hitzebelastung in Städten.

Ob eine Temperatur als „heiß“ empfunden wird, hängt nicht nur vom Thermometer ab. Die VDI 3787 verwendet die PET, um zu bestimmen, wie Menschen Wärme im Freien subjektiv wahrnehmen. Die PET beschreibt also wie sich die Temperatur anfühlt – also welcher Innenraumtemperatur die Bedingungen draußen ungefähr entsprechen. Tabelle 1 zeigt, ab welchen PET-Werten Hitzebelastung beginnt und wann sie als stark oder sogar als extrem eingestuft wird.

Tabelle 1: PET-Kategorisierung in Bereichen unterschiedlichen thermischen Empfindens nach VDI 3787

PET	Thermisches Empfinden	Belastungskategorie
Über 41 °C	sehr heiß	extrem starke Wärmebelastung
35 °C – 41 °C	heiß	starke Wärmebelastung
29 °C – 35 °C	warm	moderate Wärmebelastung
23 °C – 29 °C	leicht warm	leichte Wärmebelastung
18 °C – 23 °C	komfortabel (neutral)	keine Wärmebelastung

¹ <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?lv3=102802&lv2=102672>, Zugriff 10.7.2025

In diesem Projekt betrachten wir speziell die Tage mit den höchsten Lufttemperaturen. Laut Statistik und den im Projekt durchgeführten Messungen (siehe Bericht zur Dokumentation der Messmethoden), treten solche extremen Hitzetage aber nur an wenigen Tagen im Jahr auf.

Erkenntnisse aus der Vermessung von drei Stuttgarter Quartieren

Einen Einfluss auf die PET hat zudem die Lage eines Gebiets – ob mitten in der Stadt, am Stadtrand oder in eher dörflicher Umgebung – wie unsere Messungen bestätigen. Abbildung 1 zeigt die drei vermessenen Standorte. Dabei handelt es sich um das gewerblich geprägte Quartier STEP im Stuttgarter Vorort Vaihingen (im Folgenden Quartier 1 genannt), das Rosensteinviertel mit Nähe zu einer größeren Grünanlage (Quartier 2) sowie die Calwer Passage im Stadtzentrum (Quartier 3). Innerhalb dieser Quartiere können die einzelnen Messpunkte weiter differenziert werden (siehe Bericht zur Dokumentation der Messmethoden). In diesem Kapitel wird die Stadtlage und das Stadtklima in Bezug auf die nächtliche Wärmebelastung betrachtet. Dabei spielen die durch die Stadtraumstruktur entstehenden Kaltluftströmungen eine große Rolle für das überlagerte Stadt- bzw. Regionalklima. Allerdings wirken sich diese nicht bzw. kaum auf die betrachteten Maßnahmen und deren unterschiedliche Auswirkungen auf das lokale Mikroklima aus.

Calwer Passage städtisch	Rosensteinviertel suburban	STEP außenliegend
		
• Bürokomplex in typischer City-Bebauung in der Stuttgarter Stadtmitte • Pilotprojekt mit hohen Anteilen an Fassaden- und Dachbegrünung	• MFH-Wohnquartier vom Siedlungswerk im Stuttgarter Norden • Das Quartier grenzt sowohl an Grünflächen als auch an urbane versiegelte Strukturen	• Gewerbe-Quartier, Randlage in Stuttgart-Vaihingen • Vielfalt an Versiegelungsgraden und Solarisierungsvarianten • Mehrere Wasserflächen

Abbildung 1: Kurzbeschreibung der drei Beispielquartiere

In innerstädtischen Gebieten fällt die nächtliche Abkühlung im Vergleich zu Stadtrandlagen oder ländlichen Regionen geringer aus. Dadurch treten in urbanen Gebieten deutlich häufiger Tropennächte (Nächte mit Temperaturen über 20 °C) auf. In nicht städtischen Gebieten sorgt die bessere nächtliche Abkühlung für eine geringere Anzahl an Tropennächten. Daraus lässt sich ableiten, dass Stadtstrukturen mit viel Grün, wie sie am Stadtrand oder in Dörfern üblich sind, die gefühlte Hitze spürbar verringern können. In Abbildung 2 sind die Unterschiede beispielhaft dargestellt und auch der größere Effekt der Versiegelung/Baumpflanzungen ablesbar.

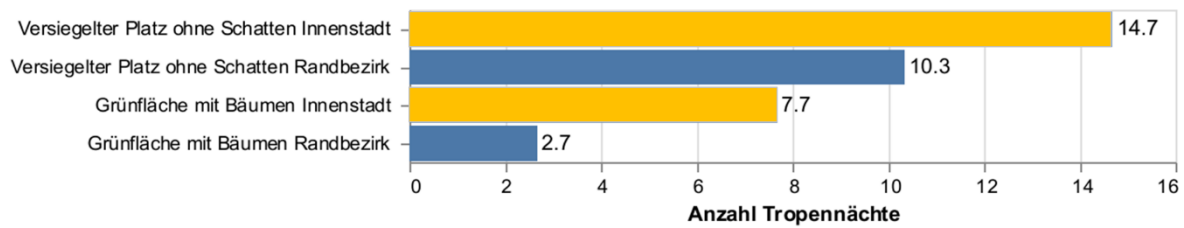


Abbildung 2: Anzahl Tropennächte im Messzeitraum 07/2024-08/2025

Aber nicht nur zu warme Nächte, auch extreme Hitze tagsüber macht den Menschen in urbanen Räumen zunehmend zu schaffen. Abbildung 3 zeigt beispielhaft, dass sich speziell tagsüber quartiersspezifisch deutliche Temperaturunterschiede zwischen stark versiegelten, unbeschatteten Plätzen (bis +7 K) und begrünten, schattigen Bereichen ergeben.

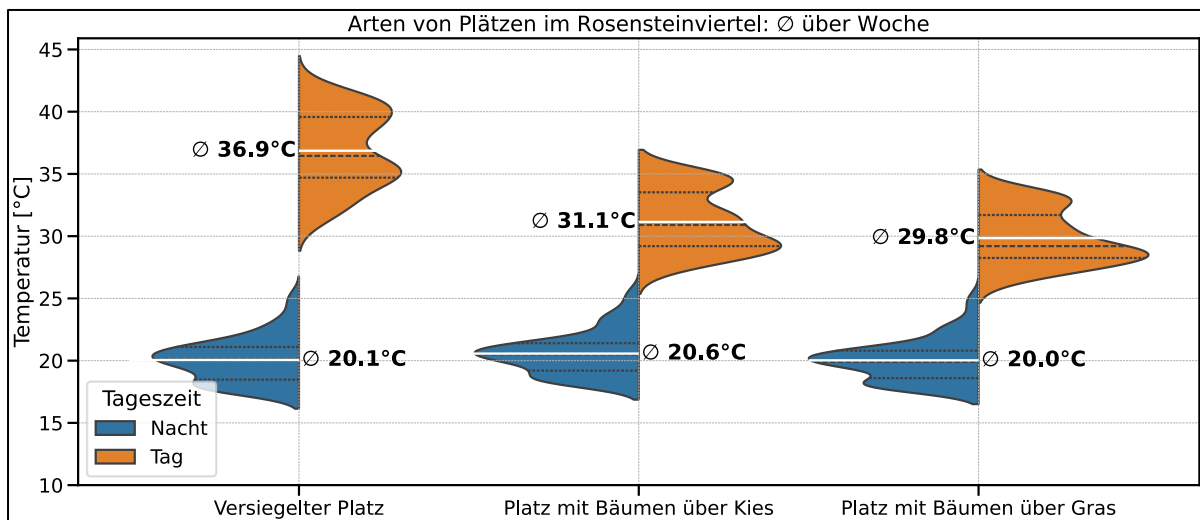


Abbildung 3: Temperaturverteilungen über die heißeste Woche 2024 an verschiedenen Plätzen im Quartier 2

Insgesamt stützen die Ergebnisse den messbaren Nutzen von Begrünung und Verschattung für die lokale thermische Situation im Aufenthaltsbereich von Menschen, vor allem in dicht bebauten und stark versiegelten Stadtgebieten.

In den folgenden Kapiteln wird darauf eingegangen, welche konkreten Maßnahmen einen maßgeblichen Einfluss auf die PET-Reduktion und damit auf die Wärmelast von Menschen an heißen Sommertagen haben.



Maßnahme Bäume



FAKTENBOX

- Reduktion der PET: 8 K
- Zeit bis Wirkung: 10–20 Jahre
- Pflegeaufwand: mittel

Art der Maßnahme

Bäume im öffentlichen und privaten Außenraum (wie z.B.: in Straßenräumen, Plätzen, Innenhöfen, Parks und weiteren Freiflächen) sind eine der wirksamsten Maßnahmen zur Hitzeminderung. Sie verbessern das Mikroklima durch Verschattung und Verdunstung (Evapotranspiration) und leisten zugleich ökologische, soziale und gestalterische Beiträge.

Ergebnisse

Unsere Messungen und Projektsimulationen zeigen, dass **Bäume die PET tagsüber um bis zu 8 K senken** (siehe Abbildung 4).

Konfliktpotenziale

- Pflegeaufwand: Unzureichende Pflege mindert die Überlebensfähigkeit und Verdunstungsleistung.
- Standortanforderungen: Großkronige Bäume benötigen Platz und tiefgründige Böden. Eine Bedingung, die in kleinen Gärten, in engen Straßen oder über Tiefgaragendecken oft nicht gegeben ist.
- Zeitfaktor: Es dauert Jahrzehnte, bis ein Baum seine volle Schatten- und Kühlwirkung entfaltet, was im Widerspruch zum kurzfristigen Anpassungsbedarf steht.
- Artenwahl: Invasive Arten sind zu vermeiden, um ökologische Risiken zu reduzieren. Klimaresistente Baumarten sind zu bevorzugen.

Fazit

Bäume sind eine hochwirksame und multifunktionale Maßnahme zur Klimaanpassung. Sie reduzieren Hitzebelastung, fördern Biodiversität, binden CO₂ und steigern die Aufenthaltsqualität im Stadtraum.



Abbildung 4 verdeutlicht mit den Simulationsergebnissen beispielhaft die Auswirkung einer größeren Baumpflanzung tagsüber auf die PET.

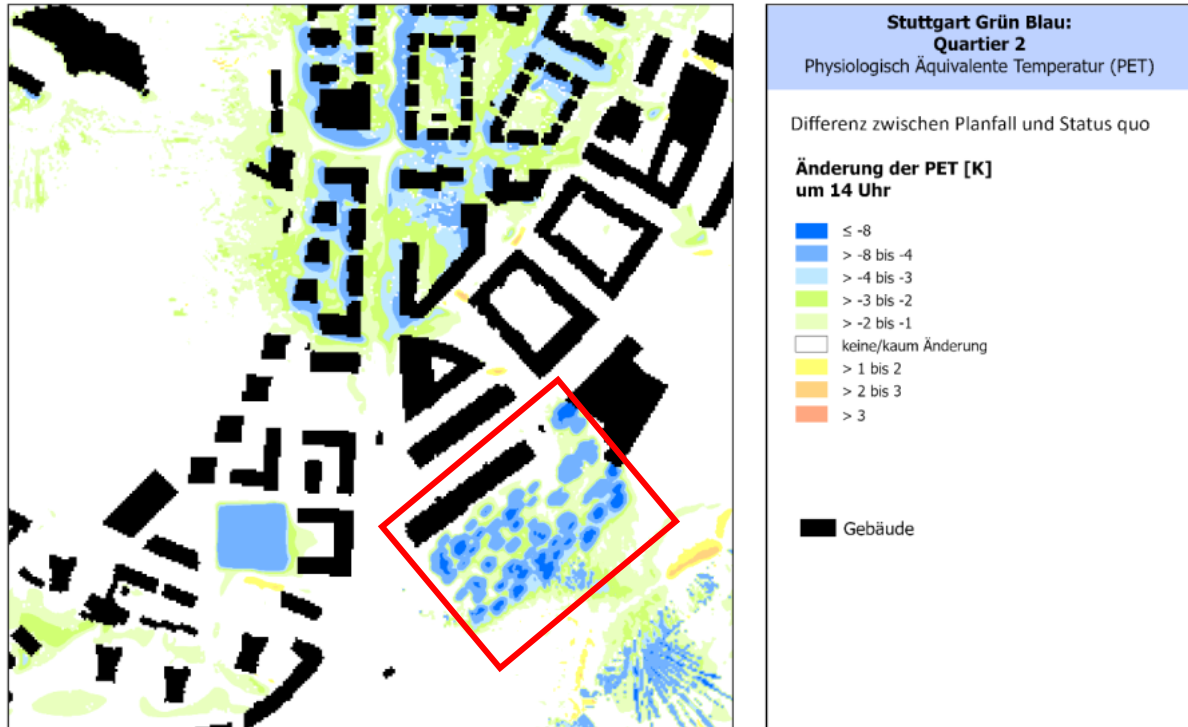


Abbildung 4: Quartier Rosensteinviertel: PET tagsüber (Quelle GEOnet). Differenz zwischen Baumpflanzungen (Planfall) und aktuellem Zustand (Status quo).

Handlungsempfehlungen zur Maßnahme Bäume

Baumkriterien in Wettbewerben verankern

In städtebaulichen Wettbewerben sollten klare Kriterien für Baumpflanzungen verankert werden. Entwürfe, die eine wirksame Integration von Bäumen vorsehen, erhalten dadurch einen deutlichen Vorteil in der Bewertung und fördern so die frühzeitige Integration von Begrünung in der Planung. Dabei sollte zugleich berücksichtigt werden, dass eine ausreichende Größe der Baumstandorte zunehmend an Bedeutung gewinnt, um langfristig vitales Wachstum zu ermöglichen. Ebenso ist eine frühzeitige Abstimmung mit der vorhandenen und geplanten Leitungsinfrastruktur erforderlich, um Konflikte zu vermeiden und nachhaltige Lösungen zu fördern.

Baumstandorte frühzeitig planen

Bereits in der frühen Phase von Umbau- und Sanierungsmaßnahmen sollten geeignete Baumstandorte geprüft und festgelegt werden. Dieses Vorgehen wird auch von der Landeshauptstadt Stuttgart empfohlen (**Landeshauptstadt Stuttgart, 2024**). Bestehende Standorte können dabei einbezogen werden, um das Potenzial für durchgehende, wirksame Beschattung zu maximieren.



Aufenthaltsbereiche mit Bäumen beschatten

Spielplätze, Sitzflächen und Erholungsbereiche profitieren besonders von Baumschatten. Wie die Messergebnisse aus unserem Projekt zeigen, verbessern Bäume das Mikroklima hier besonders wirksam. Wo die Pflanzung großer Bäume nicht möglich ist, können temporäre Lösungen wie Sonnensegel oder rankende Begrünung eingesetzt werden, um den thermischen Komfort zu erhöhen (Landeshauptstadt Stuttgart, 2024)



Abbildung 5: Parkanlage [1]

Parkanlagen gezielt als Abkühlungszonen einsetzen

Durch die gezielte Pflanzung großkroniger, hitzeresistenter Bäume und die Gestaltung schattiger Aufenthaltsbereiche werden Parkanlagen zu wichtigen Rückzugsorten bei Hitze. Begrünte Wege und Baumgruppen fördern die Abkühlung und steigern die Aufenthaltsqualität, vor allem während längerer Hitzeperioden (Richter, 2022) (Stadt Zürich, 2022) (Ji, 2024)

Altbaumbestand kartieren und verpflichtend schützen

Ein digitales Baumkataster kann Altbäume im Stadtgebiet erfassen und ihnen einen verbindlichen Schutzstatus geben. Diese Bäume leisten durch ihre Größe und hohe Verdunstungsleistung einen besonders wertvollen Beitrag zum Mikroklima und sollten nur bei nachgewiesener Gefährdung gefällt werden. Die Baumschutzsatzung (GRDs 396/2013) bietet hierfür ein Beispiel für eine rechtliche Regelung.

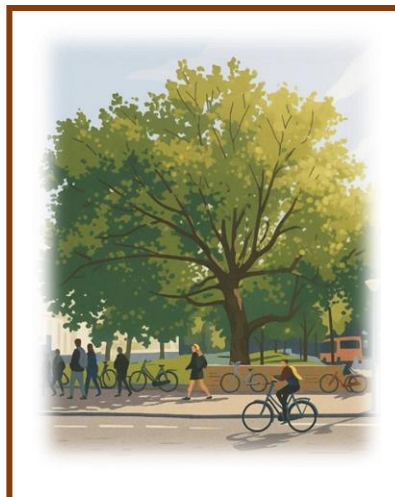


Abbildung 6: Stadtbaum [1]

Rankpflanzen als Ergänzung zu Bäumen einsetzen

An Standorten mit begrenztem Raum können Rankpflanzen eine schnell wirksame und platzsparende Alternative oder Ergänzung zu Bäumen darstellen. Sie tragen ebenfalls zur Verdunstung bei und verbessern spürbar das Mikroklima, vor allem dort, wo kein Platz für großkronige Bäume besteht.



Best-Practice: Neugestaltung Kaiserstraße (Karlsruhe, Deutschland)

Nach knapp zwei Jahren Bauzeit beginnt am 10. März 2025 die Pflanzung der ersten zehn von insgesamt 20 neuen Bäumen im ersten Bauabschnitt der Kaiserstraße. Die Baumarten – darunter Zürgelbaum, Blumenesche und Rebona-Ulme – wurden gemäß dem Baumkonzept ausgewählt und gelten als besonders klimaresilient. Alle Bäume erhalten ein spezielles Unterflurbaumquartier mit technischem Substrat für optimale Wachstumsbedingungen. Zusätzlich werden sie an eine automatische Bewässerungsanlage angeschlossen, um die Klimaanpassung zu unterstützen. Insgesamt sollen nach Abschluss der Umgestaltung 86 Bäume im gesamten Planungsgebiet gepflanzt werden.



Abbildung 7: Visualisierung Kaiserstraße, Karlsruhe [3].
 © machidee



Maßnahme Fassadenbegrünung



FAKTENBOX

- Reduktion der PET: 4-8 K
- Zeit bis Wirkung: 2 - 10 Jahre (je nach Pflanzenart)
- Pflegeaufwand: hoch

Art der Maßnahme

Die Maßnahme umfasst die Nachrüstung bzw. Integration von wand- oder bodengebundener Fassadenbegrünung.

Ergebnisse

Unsere Messungen und Simulationen zeigen deutlich, dass Fassadenbegrünungen das thermische Umfeld positiv beeinflussen. Besonders bei südlich ausgerichteten Fassaden **wurde tagsüber eine mittlere Abkühlung von etwa 4 K** festgestellt. Insgesamt kann durch begrünte Fassaden die PET **tagsüber um 4 bis 8 K gesenkt** werden. In der Nacht konnte keine nennenswerte Abkühlung nachgewiesen werden.

Einzelmessungen an der Calwer Passage bestätigten diese Effekte: Dort wurde vor einer begrünten Fassade im Sommer eine mittlere Reduktion der PET um 2,2 K gemessen, vor allem durch Reduktion der Tagesspitzen. Abbildung 8 zeigt diese Temperaturdifferenz unter Berücksichtigung eines Abstands zur Fassade, wie er für Fußgänger typisch ist. Daraus lässt sich ableiten, dass die Abkühlung durch Fassadenbegrünungen bis zu einige mehrere Meter um die Fassade wirkt. Dabei spielen die Reduktion der Lufttemperatur und die Verringerung der von der Fassade reflektieren bzw. abgestrahlten Strahlungsenergie eine Rolle. Der Abkühlungseffekt wird allerdings auch durch Wind von der Fassade weggetragen und in der Umgebung verteilt.

Umgekehrt zeigt sich, dass der Wegfall von Begrünung erhebliche negative Auswirkungen hat: In Simulationen führte dies zu einer Erhöhung der PET um bis zu 1–2 K (s. Abbildung 10) – ein deutliches Indiz für den klimaregulierenden Effekt von Fassadenbegrünungen.

Konfliktpotenziale

Zwischen ökologischer Aufwertung und Pflegeaufwand besteht ein Spannungsfeld. Ohne fachgerechte Pflanzenwahl und ein angepasstes Pflegekonzept drohen Schädlingsprobleme, erhöhte Kosten oder eine verminderte Kühlwirkung.



Auch bauliche Schäden sind möglich, etwa durch stark wuchernde Pflanzen wie Efeu, die in Putz oder Fugen eindringen und die Fassade beschädigen können. Ein weiterer kritischer Punkt ist der Bewässerungsbedarf: Während bodengebundene Begrünungen vergleichsweise einfach mit Regen- oder Grauwasser versorgt werden können, ist die Versorgung fassadengebundener Systeme technisch deutlich aufwändiger. Vor allem in trockenen Sommern kann dies zu einem hohen Wasser- und Wartungsaufwand führen.

Zunehmend an Bedeutung gewinnt auch die Berücksichtigung von Brandschutzaspekten, insbesondere bei Fassadenbegrünungen. Hier müssen sowohl pflanzliche als auch konstruktive Maßnahmen sorgfältig geplant werden, um Brandlasten zu minimieren und die Ausbreitung von Feuer zu verhindern.

Fazit

Fassadenbegrünung ist eine wirksame Maßnahme zur Minderung städtischer Hitzebelastung und zur Klimaanpassung. Zusätzlich steigert sie die Aufenthaltsqualität, bietet gestalterisches Potenzial für das Stadtbild und unterstützt die urbane Artenvielfalt.

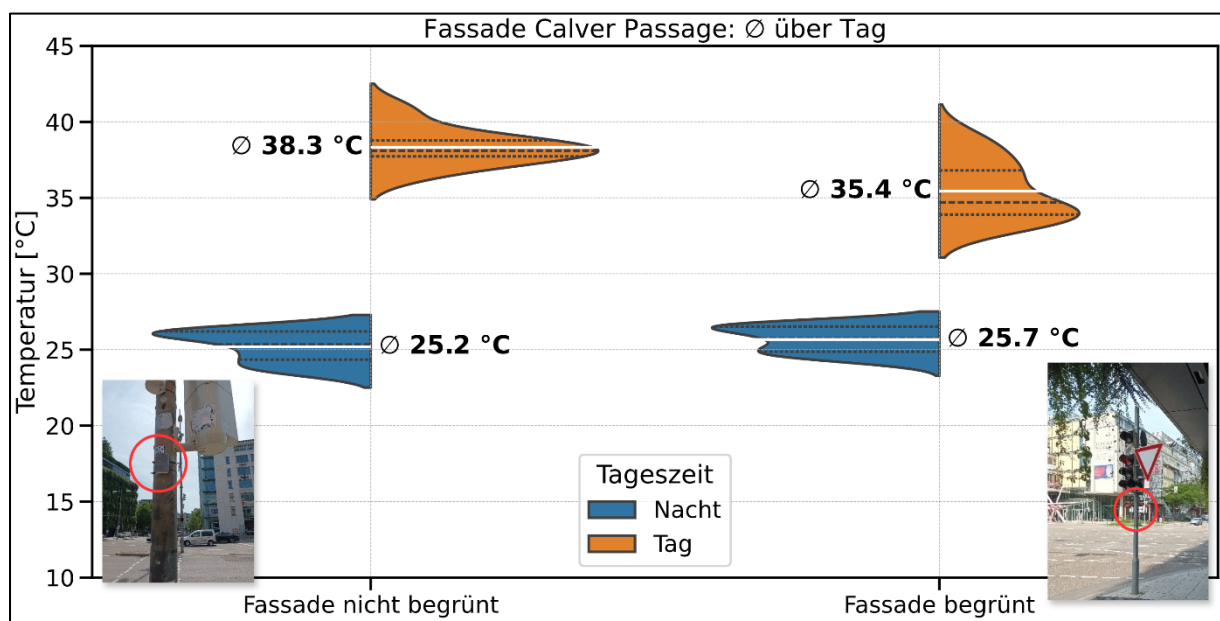


Abbildung 8: Fassadeneffekt an der Calver Passage für den 13.8.2024, 14:00–17:00. Dargestellt sind Messungen der Sensoren 14 (links) und 8 (rechts) (Quelle: Messbericht)

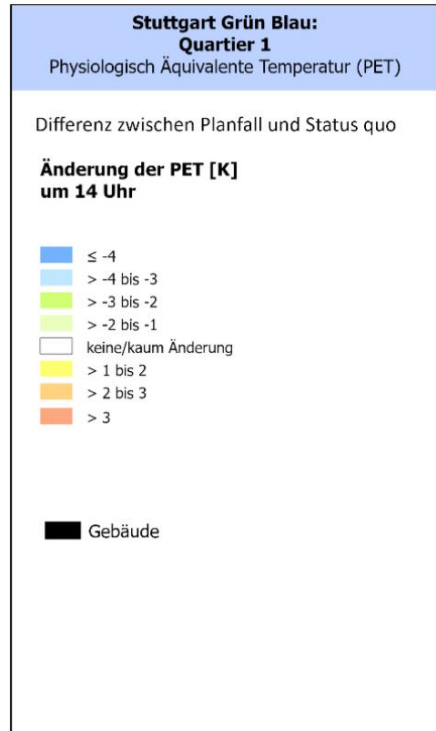


Abbildung 9: Quartier STEP: PET tagsüber. Differenz zwischen Fassadenbegrünung (Planfall) und aktuellem Zustand (Status quo).



Abbildung 10: Quartier Calwer Passage: PET tagsüber. Differenz zwischen Entfernung von Begrünung (Planfall) und aktuellem Zustand (Status quo).



Handlungsempfehlungen zur Maßnahme Fassadenbegrünung

Förder- und Regelwerke anpassen

Planungsstandards, Bauvorschriften und Förderinstrumente sollten Fassadenbegrünung gezielt als Maßnahme zur Klimaanpassung stärken (**Landeshauptstadt Stuttgart, 2024**). Kommunale Satzungen können die Umsetzung im Neubau wie auch im Bestand unterstützen.

Geeignete Pflanzenwahl sicherstellen

Die Auswahl standortgerechter, klimaresistenter Pflanzen sichert die Langlebigkeit der Begrünung. Kombinationen aus bodengebundenen und wandgebundenen Systemen reagieren flexibel auf Standortbedingungen und fördern gleichzeitig die Biodiversität (**De Groeve, 2024**). Empfehlenswert sind standortgerechte, möglichst heimische und trockenheitsresistente Arten sowie Mischpflanzungen aus Stauden, Gräsern und rankenden Pflanzen. Invasive oder stark wuchernde Arten ohne Rankhilfen gelten hingegen als kritisch, insbesondere in Hinblick auf Pflegeaufwand und bauliche Risiken.

Pflegekonzepte von Anfang an integrieren

Damit Fassadenbegrünungen langfristig wirksam bleiben, ist ein verbindliches Pflege- und Wartungskonzept erforderlich. Fehlende Pflege mindert Verdunstungsleistung und Kühlwirkung deutlich. Die frühzeitige Integration solcher Konzepte in Planung und Förderung erhöht die Nachhaltigkeit.

Fassadenbegrünung mit Photovoltaik kombinieren

Simulationsergebnisse zeigen, dass vor allem in den unteren Geschossen eine Fassadenbegrünung wirksam zu einer Abkühlung im Aufenthaltsbereich von Menschen führen.

Bei der Planung neuer Bauvorhaben kann eine geteilte Nutzung der Fassade sinnvoll sein: Die unteren Stockwerke eines Gebäudes können gut mit Fassadenbegrünung ausgestattet werden, während die oberen Stockwerke für Fassaden-PV prädestiniert sind (s. Abbildung 11). Auf diese Weise kann eine Flächenkonkurrenz umgangen werden. Bereits in der frühen Planungsphase sollte daher unter Berücksichtigung von Standortanalysen, Sonnenverlauf und möglichen Verschattungen geprüft werden, wie Begrünung und PV kombiniert werden können.

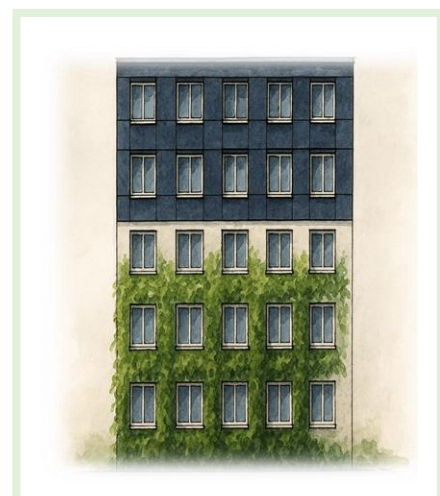


Abbildung 11: Fassadenbegrünung-Fassaden-PV Kombination [1].



Fassadenbegrünung gegenüber Dachbegrünung priorisieren

Im Rahmen von Bauvorhaben sollte künftig die Fassadenbegrünung als vorrangige Maßnahme zur Klimaanpassung und Stadtbegrünung etabliert werden. Im Gegensatz zur Dachbegrünung, deren mikroklimatische Wirkung auf den Aufenthaltsbereich von Menschen begrenzt ist, entfaltet Fassadenbegrünung insbesondere im bodennahen Bereich spürbare Effekte zur Minderung von Hitze. Daher wird empfohlen, bei Sanierungen wie auch im Neubau auf Fassadenbegrünung zu setzen. Dachbegrünung kann im Sinne ökologischer Ausgleichsmaßnahmen oder zur Regenwasserrückhaltung optional berücksichtigt werden, sollte jedoch aufgrund der vergleichsweise geringen Wirkung auf das Mikroklima nicht als vorrangige Maßnahme behandelt werden. Die planerischen und baulichen Standards sowie die bestehenden Vorschriften (KlimaG BW) und Empfehlungen (KLIMAKS s. **(Landeshauptstadt Stuttgart, 2024)**) sind entsprechend weiterzuentwickeln, sodass Fassadenbegrünung als zentrales Element einer Strategie zur städtischen Hitzeminderung in den Bauleitplanungen, Regularien und Förderinstrumenten gestärkt wird.

Vorgelagerte Fassadenbegrünung

Vorgelagerte Fassadenbegrünung ist eine gute Alternative für Gebäude bei denen eine konventionelle Fassadenbegrünung aufgrund von Genehmigung, Denkmalschutz oder baulichen Gründen nicht oder schwer umsetzbar ist. Zudem bietet eine vorgelagerte Fassadenbegrünung den Vorteil, dass sie ohne großen Aufwand nachträglich angebracht werden kann. Auch wenn es sich um eine Alternative zur herkömmlichen Fassadenbegrünung handelt, sind die positiven klimatischen Wirkungen auf den Außenraum ähnlich. Somit stellt eine vorgelagerte Fassadenbegrünung eine effektive Maßnahme zur Klimaanpassung dar. Damit diese Maßnahme ihr volles Potenzial entfalten kann, ist es wichtig, dass die Pflege in der Planung mitberücksichtigt wird.

Best-Practice: Bodennahe Fassadenbegrünung (Kopenhagen, Dänemark)

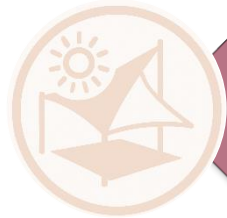
Im Rahmen einer Exkursion nach Kopenhagen wurde ein 2025gelungenes Beispiel für Fassadenbegrünung gesichtet. Auffällig war, dass die Begrünung bewusst nur den unteren Fassadenbereich abdeckt. Dieser Ansatz deckt sich mit unseren Simulationsergebnissen, die belegen, dass vor allem Fassadenbegrünungen im bodennahen Bereich signifikant zur Verbesserung des Mikroklimas beitragen.



Abbildung 12: Bodennahe Fassadenbegrünung [5]



Maßnahme Verschattung durch bauliche Maßnahmen



FAKTENBOX

- Reduktion der PET: 2-4 K
- Zeit bis Wirkung: sofort
- Pflegeaufwand: gering

Art der Maßnahme

Verschattung ist eine zentrale Klimaanpassungsmaßnahme zur Verringerung der Hitzebelastung im Außenraum. Durch gezielte Abschirmung vor direkter Sonneneinstrahlung, wie durch Gebäudeschatten, Pergolen, Sonnensegel oder baulichen Überdachungen, wird die auftreffende Solarstrahlung reduziert und der thermische Komfort verbessert. Besonders in dicht bebauten Stadtbereichen trägt Verschattung zu einer spürbaren Entlastung während sommerlicher Hitzeperioden bei, steigert die Aufenthaltsqualität und unterstützt die klimaresiliente Gestaltung urbaner Räume.

Ergebnisse

Verschattungen durch hohe Gebäude führen tagsüber zu einer signifikanten Abkühlung. Abbildung 13 zeigt exemplarisch, inwieweit ein Gebäudeschatten zur Abkühlung des Aufenthaltsraumes beitragen kann. Dieser Effekt wird an den sonnenabgewandten Nordseiten der Gebäude sichtbar (PET 14 Uhr). In Zahlen bedeutet das, dass eine **PET-Reduktion von –2 bis –4 K** erreicht werden kann. Wird eine verschattende Struktur entfernt, steigt die PET entsprechend, da der kühlende Schatteneffekt entfällt.

Konfliktpotenziale

Nicht zu vernachlässigen sind konkurrierende Nutzungs- oder Gestaltungsziele: In verdichteten Innenstädten kann es zu Flächenkonkurrenzen zwischen Verschattungselementen und anderen Nutzungen wie Verkehr, Außengastronomie oder Stadtmobiliar kommen. Um Flächenkonkurrenzen zu vermeiden, sollten Verschattungslösungen möglichst multifunktional ausgelegt werden. Ebenso können bauphysikalische Zielsetzungen im Spannungsfeld stehen – etwa wenn einerseits Verschattung durch Baukörper gewünscht ist, andererseits aber solare Gewinne in der Heizperiode erhalten bleiben sollen.

Solche Zielkonflikte lassen sich durch eine sorgfältige Planung der Gebäudeanordnung und -abstände sowie durch Solarstudien frühzeitig erkennen und abwägen. Auf diese Weise kann ein ausgewogenes Verhältnis zwischen gewünschter sommerlicher Verschattung und winterlicher Solarenergienutzung erreicht werden.

Fazit

Verschattungssysteme gehören zu den wirksamsten Maßnahmen zur kurz- und langfristigen Reduktion städtischer Hitzebelastung. Sie lassen sich flexibel planen, gut mit Begrünungsstrategien kombinieren und erhöhen dauerhaft die Aufenthaltsqualität im öffentlichen Raum. Ihre Integration trägt entscheidend zu einer klimaresilienten Stadtentwicklung bei.

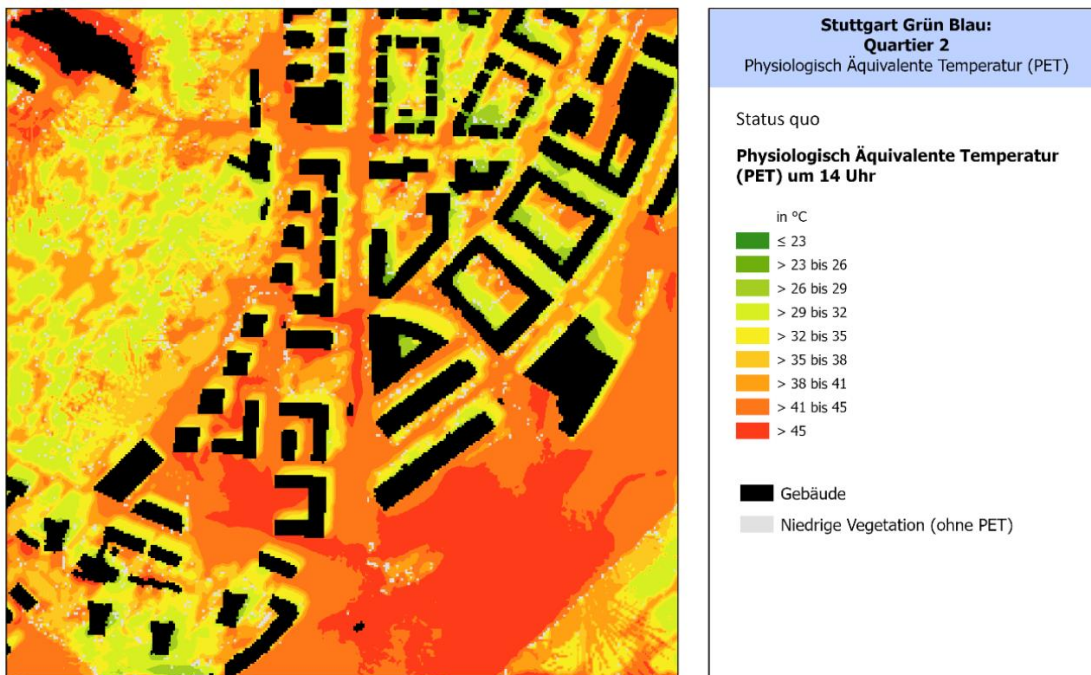


Abbildung 13: Quartier Rosensteinviertel: PET tagsüber (Quelle: GEOnet).



Handlungsempfehlungen für bauliche Maßnahmen zur Verschattung

Gebäudeschatten gezielt als Aufenthaltszone planen

Aufenthaltsflächen im Umfeld von Gebäuden sollten so platziert werden, dass sie den natürlichen Schattenwurf der Baukörper nutzen. Dies schafft kühlere Zonen ohne zusätzlichen Energie- oder Materialaufwand. Bereits in der Planungsphase sollten Gebäudeausrichtung und Sonnenstand berücksichtigt werden, um wirksame Schattenbereiche zu sichern.

Schattenräume im öffentlichen Raum priorisieren

Sitzplätze, Spielplätze und Wege sollten gezielt durch Bäume oder Überdachungen beschattet werden. Die Integration von Begrünung und Verschattung erhöht nicht nur den thermischen Komfort, sondern auch die soziale Nutzbarkeit öffentlicher Räume. Vor diesem Hintergrund sollte bei der Neugestaltung öffentlicher Plätze die Integration von Begrünung und Beschattung konsequent umgesetzt werden (**Hafner Klien , 2023**).

Multifunktionale Strukturen schaffen

Verschattungselemente sollten zusätzliche Funktionen erfüllen, um den Flächenbedarf zu optimieren. Beispielsweise könnten Verschattungselemente mit Photovoltaikanlagen kombiniert werden. Pergolen stellen eine Möglichkeit dar Verschattung und Begrünung zu kombinieren. Solche hybriden Systeme verbinden Kühlwirkung mit ökologischen und energetischen Vorteilen.

Abstandsregelungen im Hinblick auf klimawirksame Stadtgestaltung prüfen

In bestimmten städtebaulichen Kontexten kann eine dichtere Anordnung von Gebäuden, insbesondere in Ost-West-orientierten Straßenzügen, durchgehende Verschattung der Freiflächen erzeugen. Historische Stadtkerne zeigen, dass enge Bebauung lange Schattenphasen schafft und dadurch den thermischen Komfort steigert. In Neubaugebieten mit großen Abständen fehlt dieser Effekt häufig. Es sollte geprüft werden, ob Anpassungen der Abstandsregelungen sinnvoll sind, um Verschattung gezielt zu fördern.

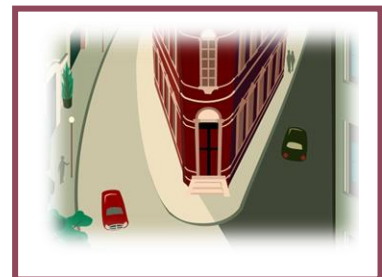


Abbildung 14: Gebäudeschatten [2].



Best-Practice: STEP-Areal (Stuttgart-Vaihingen, Deutschland)

Im schattigen Bereich eines Gebäudes wurde ein terrassierter Grünbereich geschaffen, der an heißen Tagen als natürliche Abkühlungszone dient. Sitzgelegenheiten laden sowohl Gebäudenutzer als auch die Öffentlichkeit zum Verweilen im Grünen ein. Der Ort wird besonders an Sommertagen in der Mittagspause gerne und erfolgreich genutzt.



Abbildung 15: Verschatteter Grünbereich im Quartier STEP [5]



Maßnahme Dachbegrünung



FAKTENBOX

- Wirkung auf PET: 0,03 - 3 K
- Zeit bis Wirkung: 10–20 Jahre
- Pflegeaufwand: mittel

Art der Maßnahme

Dachbegrünung beschreibt die Bepflanzung eines Gebäudedachs. Die Form einer **extensiven Dachbegrünung** stellt den mit Abstand häufigsten Anwendungsfall im Bereich der Dachbegrünungen dar und zeichnet sich durch geringe Aufbauhöhen und pflegeleichte Bepflanzung aus. Extensive Dachbegrünung wird in der Regel mit Substratschichten von 8 bis 12 cm realisiert.

Im Gegensatz dazu ermöglicht die **intensive Dachbegrünung** durch höhere Substratschichten von 15 bis über 40 cm die Pflanzung von Stauden, Sträuchern und kleinen Bäumen. Sie ähnelt einem Garten, erfordert jedoch regelmäßige Pflege und Bewässerung und wird daher deutlich seltener realisiert. **Klimagründächer** erweitern dieses Prinzip um ökologische Funktionen: Sie verbessern das Stadtklima durch Verdunstung und Wärmedämmung und speichern Regenwasser.

Ergebnisse

Extensive Dachbegrünungen werden häufig pauschal als wirksame Maßnahme zur Verbesserung des Stadtklimas dargestellt. Unsere Analyse zeigt jedoch ein differenzierteres Bild: Während längerer Hitzeperioden trocknen extensive Gründächer oft vollständig aus, wodurch der kühlende Effekt der Verdunstung entfällt. In weniger heißen Phasen besteht zwar eine Verdunstungsleistung, aber es besteht zeitgleich kein akuter Hitzestress. Zudem haben extensive Gründächer nur einen geringen Einfluss auf das Mikroklima im Aufenthaltsbereich von Menschen. Anhand von Literatur und Simulationen sind Temperaturreduktionen im Bereich von lediglich 0,03 bis 3 K nachgewiesen, je nach Ausgestaltung und Standortbedingungen. Messtechnisch ließ sich im Rahmen des Projekts kein nennenswerter Effekt nachweisen: Nach unseren Erkenntnissen wären hierfür entweder vergleichende Messungen vor und nach dem Aufbringen der Begrünung oder großflächige Messungen in gut vergleichbaren Stadtvierteln mit und ohne Dachbegrünung notwendig.

Allerdings weisen Gründächer in Kombination mit Photovoltaikmodulen deutlich niedrigere Bodentemperaturen auf als reine Sedum-Dächer. Ursache hierfür ist die zusätzliche Beschattung durch die PV-Module sowie durch teilweise höher wachsende Vegetation, die die Aufheizung der Dachoberfläche verringert.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass **extensive Dachbegrünungen** nur einen begrenzten Beitrag zur Kühlung im Aufenthaltsbereich leisten, während **intensive Dachbegrünungen** laut Literatur einen deutlich stärkeren Abkühlungseffekt erzielen können.



Konfliktpotenziale

Ein zentrales Spannungsfeld ergibt sich durch die konkurrierende Nutzung von Dachflächen für Photovoltaik und Begrünung. Aufgrund der (Makro)Klimawirkung sollte PV bei begrenzten Ressourcen Vorrang haben. Extensive Begrünung ist sehr gut ergänzend möglich, wirkt jedoch nur begrenzt auf das Mikroklima am Boden und sollte aus anderer Motivation erfolgen. Intensive Begrünung schließt PV aus. Statische Anforderungen und Kosten erschweren die Umsetzung zusätzlich.

Fazit

Dachbegrünungen verbessern die Biodiversität und die Regenrückhaltung. Ihre direkte Wirkung auf die thermische Aufenthaltsqualität in öffentlichen Räumen ist jedoch begrenzt. In Kombination mit weiteren Maßnahmen wie Fassadenbegrünung, schattenspendenden Bäumen oder durchlässigen Oberflächen können Dachbegrünungen zur klimaresilienten Stadtentwicklung beitragen. Ihr Potenzial liegt jedoch vor allem in der ökologischen Aufwertung von Gebäuden sowie im Falle intensiver Begrünung in der Schaffung qualitativ hochwertigen Aufenthaltsraums auf dem Gebäude.

Handlungsempfehlungen zur Maßnahme Dachbegrünung

Priorisierung von Photovoltaik gegenüber Dachbegrünung

Die mikroklimatische Wirkung von Dachbegrünung auf den Aufenthaltsbereich von Menschen ist unseren Ergebnissen zufolge begrenzt. Der thermische Effekt bleibt in der Regel auf die Dachfläche selbst beschränkt und erreicht den unmittelbaren Aufenthaltsbereich kaum. Daher sollte die Nutzung dieser Flächen vorrangig der Erzeugung erneuerbarer Energie durch die Installation von Photovoltaikanlagen dienen. Es wird empfohlen, die Umsetzung von Solaranlagen auf dem Dach einer Dachbegrünung vorzuziehen. Die bestehenden Vorschriften (KlimaG BW) und Empfehlungen (KLIMAKS s. **(Landeshauptstadt Stuttgart, 2024)**) sind entsprechend weiterzuentwickeln, sodass Dachbegrünung aufgrund der vergleichsweise geringen Wirkung zur Reduktion der Hitzebelastung von Menschen nicht als vorrangige Maßnahme behandelt wird. Im Sinne ökologischer Ausgleichsmaßnahmen oder Retention kann diese optional Berücksichtigung finden. Zur Regenwasserrückhaltung ist zu beachten, dass diese auch ohne Gründach (durch spezielle Speicherschichten oder Dachaufbauten) wirksam erreicht werden kann und somit kein zwingendes Argument für die Ausführung eines Gründachs darstellt.

Intensive statt extensive Dachbegrünung

Die Wirkfaktoren intensiver Dachbegrünungen, wie etwa Kühlung, Regenwasserrückhalt, Aufenthaltsqualität und Biodiversitätsförderung, sind deutlich größer als diejenigen extensiver Begrünung. Daher kann sie vor allem in hochverdichteten Bereichen einen wertvollen Beitrag zur klimaresilienten Stadtgestaltung leisten. Selbst kleinere Flächen mit intensiver Dachbegrünung können dabei ökologisch wirkungsvoller sein als größere Flächen mit extensiver Begrünung. Wenn Mittel und ein geeignete Dachflächen vorhanden sind, sollte somit lieber z.B. ein kleines, intensives Gründach mit einer reinen PV-Anlage daneben geplant werden, anstatt die ganze Fläche mit einem extensiven Gründach mit PV zu überziehen.



Gemeinschaftliche Nutzung ermöglichen (bei Intensivbegrünung)

Die gemeinschaftliche Nutzung von intensiv begrünten Dachflächen sollte ermöglicht werden, um soziale und ökologische Potenziale voll auszuschöpfen. Intensive Gründächer können als gemeinschaftliche Gärten oder Aufenthaltsräume gestaltet werden, wodurch die Abkühlungsleistung direkt erlebbar wird.



Abbildung 16: Dachgarten [1].



Abbildung 18: Calwer Passage Fassade [5]

Best-Practice: Dachgarten Calwer Passage (Stuttgart, Deutschland)

Auf dem Dach der Calwer Passage befindet sich ein Dachgarten, der 40 Bäume, Wiese und Fassadenbegrünung vereint, die zusammen einen begrünten Aufenthaltsbereich bilden. Ergänzt wird das grüne Ensemble durch Sitz- und Aufenthaltsbereiche, die zum Verweilen einladen. Mit seiner Kombination aus Begrünung, Aufenthaltsqualität und Klimaanpassung ist er ein gelungenes Beispiel für nachhaltige Stadtentwicklung.

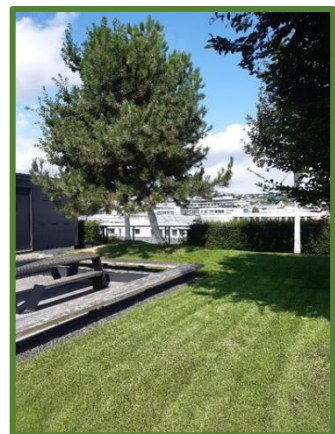


Abbildung 17: Calwer Passage Garten [5]



Maßnahme Wasseroberflächen



FAKTENBOX

- Reduktion der PET: 1-3 K
- Zeit bis Wirkung: sofort
- Pflegeaufwand: hoch

Art der Maßnahme

Wasseroberflächen sind freiraumplanerische Gestaltungselemente, die sowohl funktionale als auch ästhetische Ziele verfolgen. Sie kommen im Neubau wie auch in der Umgestaltung bestehender Freiräume zum Einsatz. Neben ihrer gestalterischen Wirkung tragen sie zur Erhöhung der Aufenthaltsqualität bei und können, abhängig von Ausführung und Standort, eine begrenzte klimaregulierende Funktion übernehmen.

Ergebnisse

Im Zuge unserer Messungen und Simulationen wurde deutlich, dass sich die Abkühlungseffekte auf den Raum direkt über und direkt am Rand der betrachteten Gewässer auswirken. Die Temperaturunterschiede machen sich im Aufenthaltsbereich neben dem Gewässer hingegen kaum bemerkbar. Abkühlungseffekte in der direkten Umgebung von Wasserflächen liegen **nachts im Bereich von -0,1 bis -0,2 K. Tagsüber kann die Umgebungstemperatur im Nahbereich um -1 bis -3 K reduziert** werden (s. Abbildung 19).

Konfliktpotenziale

Ungepflegte stehende Gewässer fördern Algenwachstum, Gerüche und Mücken – besonders im Sommer. Dies kann die Aufenthaltsqualität beeinträchtigen und gesundheitliche Risiken mit sich bringen. Deswegen erfordern Wasseranlagen einen hohen Pflegeaufwand, sowohl im Hinblick auf die technische Wartung als auch auf die Reinigung. In dicht bebauten Innenstadtlagen konkurrieren Wasserflächen oft mit Grünflächen, Wegen, Stadtmobiliar, Gastronomie und Ähnlichem. Zudem führt der hohe Wasserverbrauch, insbesondere bei Trockenheit und Verdunstungsverlusten, zu ökologischen, wirtschaftlichen und Akzeptanzproblemen.

Fazit

Wasseroberflächen leisten vor allem durch ihre optische und psychologische Frischewirkung einen Beitrag zur Aufenthaltsqualität. Ihre direkte Abkühlungsleistung ist lokal und begrenzt, kann jedoch in Kombination mit Begrünung und Verschattung deutlicher wirken.

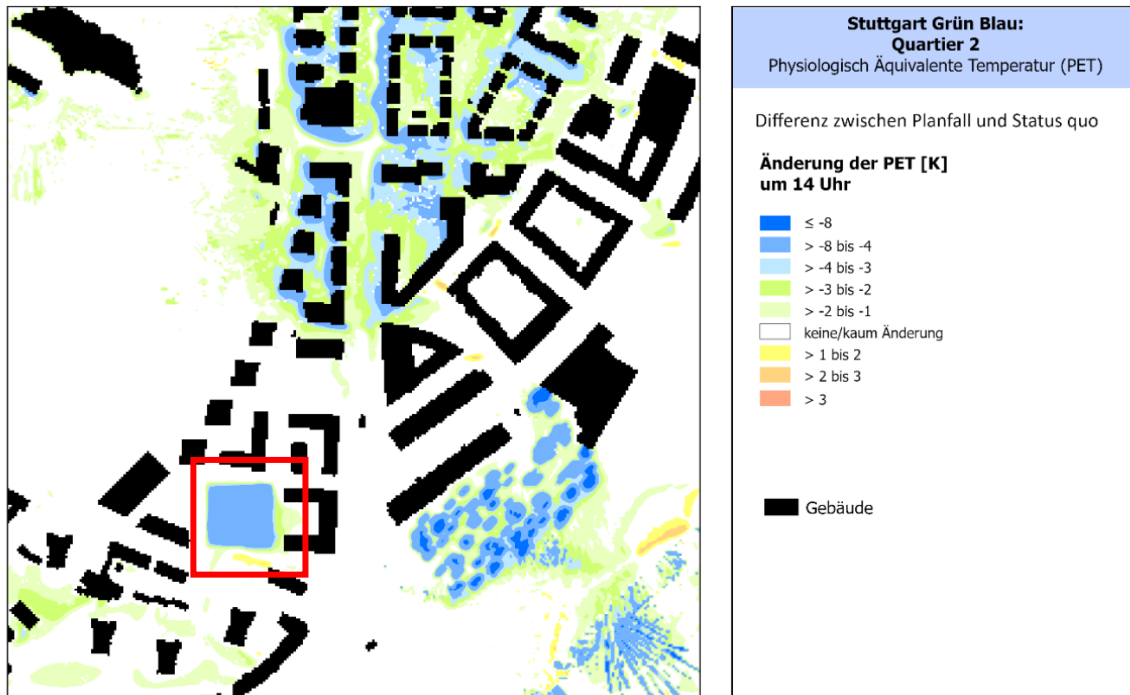


Abbildung 19: Quartier Rosensteinviertel: PET am Tag (Quelle: GEOnet). Differenz zwischen Wasseroberfläche (Planfall) und aktuellem Zustand (Status quo).

Handlungsempfehlungen zur Maßnahme Wasseroberflächen

Kombination von Wasserflächen mit Begrünung und Verschattung fördern

Wasserflächen sollten stets in Verbindung mit Bäumen, Uferbepflanzung oder baulicher Verschattung geplant werden. Die Synergie von Verdunstung, Schatten und Windführung steigert die mikroklimatische Wirksamkeit und erhöht die Aufenthaltsqualität.



Abbildung 20: Stadtgewässer [1].

Wartung und Wasserqualität frühzeitig mitplanen

Bereits in der Planungsphase müssen Lösungen zur Wasserumwälzung, Filtration und Reinigung vorgesehen werden. So werden hygienische Probleme vermieden und die langfristige Funktion sichergestellt.



Standortwahl strategisch treffen

Wasserflächen sind dort am wirkungsvollsten, wo Menschen sich längere Zeit aufhalten, beispielsweise an Plätzen, in Parks oder an zentralen Aufenthaltsbereichen. In ungenutzten Randlagen verpufft der mikroklimatische und soziale Nutzen.

Wasserverbrauch im Blick behalten

Bei der Planung ist auf ressourcenschonende Systeme wie Regenwassernutzung oder geschlossene Wasserkreisläufe zu setzen, um den Verbrauch insbesondere in Hitze- und Trockenperioden zu minimieren.

Pflegebedarf organisatorisch absichern

Zuständigkeiten für Reinigung, Wasseraufbereitung und technische Wartung sollten verbindlich geregelt sein. Nur durch kontinuierliche Pflege bleibt der Mehrwert von Wasserflächen erhalten.

Best-Practice: Arkadien Asperg (Stuttgart, Deutschland)

Die wassersensible Gestaltung des Projekts zieht sich durch alle Bereiche und schafft so einen gesunden und einladenden Raum. Wasserflächen und Begrünung wurden ganzheitlich umgesetzt, bedingen sich gegenseitig und tragen gemeinsam dazu bei, die Freiräume zu kühlen und angenehm nutzbar zu machen. Diese nachhaltige und erlebnisorientierte Gestaltung macht Arkadien Asperg zu einem lebendigen, ökologisch bewussten Wohnumfeld mit hoher Aufenthaltsqualität.



Abbildung 21: Arkadien Asperg [4].
©2025 DREISEITLconsulting GmbH

Mythen und Realität – Eine Einordnung bisheriger Planungspraxis mit Potenzialen und Verbesserungsansätzen

In der Stadt- und Freiraumplanung wurden in den vergangenen Jahren viele Maßnahmen umgesetzt, die unbestritten wichtige ökologische, gestalterische oder wasserwirtschaftliche Funktionen erfüllen. Für die gezielte Minderung der Hitzebelastung von Menschen im Aufenthaltsbereich ist ihre Wirksamkeit jedoch oft geringer als lange angenommen. Die folgende Analyse stellt zentrale Beispiele aus der bisherigen Praxis vor, erläutert jeweils kurz deren Anwendung, bewertet ihre Effektivität und zeigt auf, wie sie im Kontext einer hitzeangepassten Stadtplanung gezielter eingesetzt oder weiterentwickelt werden können.

Extensive Dachbegrünung

Mythos

Extensive Dachbegrünungen werden häufig als wirkungsvolle Maßnahme gegen städtische Überhitzung betrachtet. Sie gelten als Beitrag zur Verbesserung des Stadtklimas und als effektiver Hitzeschutz im urbanen Raum.

Realität

Tatsächlich liegen die Stärken extensiver Dachbegrünungen vor allem im Regenwasserrückhalt, in der Förderung der Biodiversität und tagsüber in der Reduktion der Aufheizung unmittelbar im Dachbereich. Ihre klimatische Wirkung ist jedoch räumlich begrenzt und zeigt sich hauptsächlich auf Gebäudeebene. In sommerlichen Trockenphasen ist ihre Verdunstungsleistung gering, was ihre Wirksamkeit als Hitzeschutz zusätzlich einschränkt. Eine spürbare oder messbare Absenkung der gefühlten Temperatur im öffentlichen Raum ist kaum nachweisbar.

Empfehlung

- Extensive Dachbegrünung nicht als einzige Hitzeschutzmaßnahme einplanen, sondern gezielt mit wirksamen bodennahen Maßnahmen wie Bäumen, Verschattung und Fassadenbegrünung kombinieren.
- Wo möglich, auf intensive Dachbegrünung mit Aufenthaltsnutzung (z. B. Dachgärten) setzen, um den thermischen Komfort direkt erlebbar zu machen.
- Begrünte Dachbereiche dort anordnen, wo Verschattung oder Verdunstung auch im Nahbereich spürbar wirken.

Helle oder reflektierende Beläge ohne Verschattung

Mythos

Helle Bodenbeläge und Fassaden werden häufig als einfache und effektive Lösung zur Hitzeminderung in Städten dargestellt. Durch ihre hohe Reflexion der Sonnenstrahlung sollen sie zur Abkühlung des urbanen Raums beitragen.

Realität

Tatsächlich erwärmen sich helle Oberflächen weniger stark als dunkle Beläge, da sie einen größeren Teil der Sonnenstrahlung reflektieren. Dies führt zu einer niedrigeren Oberflächentemperatur. Die Lufttemperatur im Umfeld wird dadurch jedoch kaum gesenkt. Zudem kann die hohe Reflexion zu unerwünschten Nebeneffekten führen: Blendung, Wärmereflexion auf benachbarte Flächen sowie eine Erhöhung der gefühlten Temperatur (PET), da rückgestrahlte Wärme den menschlichen Körper zusätzlich belastet. Ohne begleitende Maßnahmen wie Verschattung kann der Einsatz heller Materialien somit sogar kontraproduktiv wirken.

Empfehlung

- Helle Beläge nur in Kombination mit natürlicher oder baulicher Verschattung einsetzen.
- Blendung und Strahlungsreflexion durch Materialwahl (matt statt hochreflektierend) minimieren.
- In Aufenthaltsbereichen gezielt mit Vegetation oder Pergolen koppeln, um die thermische Wirkung zu verstärken.

Einzelne, kleinkronige Pflanzungen

Mythos

Die Pflanzung junger oder kleinkroniger Bäume wird häufig als schnell umsetzbare Maßnahme zur Hitzeminderung verstanden. Schon wenige Setzlinge sollen einen Beitrag zur Verbesserung des Stadtklimas leisten.

Realität

In der Praxis bieten junge oder kleinkronige Bäume in den ersten Jahren kaum wirksamen Schatten und weisen nur eine geringe Verdunstungsleistung auf. Ihre klimatische Wirkung entfaltet sich erst mit zunehmendem Wachstum und über lange Zeiträume hinweg. Hinzu kommt, dass solche Pflanzungen häufig ohne eine verbindliche Pflege- und Bewässerungsplanung erfolgen. Ohne gezielte Nachsorge sind Ausfallrisiken hoch, und die angestrebten Effekte bleiben aus.

Empfehlung

- Altbaumbestand konsequent schützen, da dieser sofort wirksamen Schatten und Verdunstung liefert.
- Bei Neupflanzungen auf schnellwachsende, großkronige Arten setzen und Pflanzstandorte so wählen, dass Verschattung von stark frequentierten Aufenthaltszonen erreicht wird.
- Langfristige Pflege und Bewässerung verbindlich sichern, um Wachstum und Überlebensfähigkeit zu garantieren.

Reine Wasserflächen ohne ergänzende Gestaltung

Mythos

Offene Wasserflächen gelten vielfach als natürliche Kühlzonen in der Stadt. Allein durch ihre Anwesenheit sollen sie zur Verbesserung des Mikroklimas und zur Abkühlung des umgebenden Raums beitragen.

Realität

Die tatsächliche Kühlwirkung von Wasserflächen ist räumlich stark begrenzt. In der Regel ist sie nur direkt über der Wasseroberfläche spürbar und hat kaum Einfluss auf die Umgebungstemperatur in angrenzenden Aufenthaltsbereichen. Zudem verursachen offene Wasserflächen einen hohen Wasserverbrauch, insbesondere in Trockenphasen, und gehen mit einem erheblichen Pflegeaufwand einher. Ohne ergänzende gestalterische und technische Maßnahmen bleibt ihr Beitrag zur Hitzeminderung im öffentlichen Raum begrenzt.

Empfehlung

- Kombination mit Verschattungselementen und Uferbegrünung, um die kühlende Wirkung räumlich zu erweitern.
- Einsatz von Sprühnebel- oder Fontänensystemen prüfen, um die Verdunstung gezielt zu fördern und punktuelle Kühlung in Aufenthaltsbereichen zu schaffen.
- Integration ressourcenschonender Konzepte wie geschlossener Wasserkreisläufe und Regenwassernutzung zur Minimierung des Wasserverbrauchs insbesondere in Trockenphasen.

Technische Verschattungselemente ohne Aufenthaltsbezug

Mythos

Technische Verschattungselemente wie Sonnensegel oder kleinere Überdachungen werden häufig als einfache Lösung zur Hitzeminderung im öffentlichen Raum betrachtet. Ihre bloße Präsenz soll ausreichen, um für kühlere Bedingungen zu sorgen.

Realität

In der Praxis leisten solche Elemente nur dann einen wirksamen Beitrag zum Hitzeschutz, wenn sie gezielt dort eingesetzt werden, wo Menschen sich tatsächlich aufhalten. Häufig sind sie jedoch ohne Aufenthaltsbezug platziert (z.B. abseits von Spielplätzen, Sitzgelegenheiten oder Wartezonen) und verfehlen dadurch ihre Wirkung. Zudem fehlt oft die Einbindung in eine ganzheitliche Freiraumgestaltung, wodurch das Potenzial zur Verbesserung des thermischen Komforts ungenutzt bleibt. Die Schattenqualität ist durch die Wärmestrahlung des aufgeheizten, dünnen Materials auch nicht so gut wie die von Bäumen oder Gebäuden.

Empfehlung

- Verschattung gezielt auf Orte mit hoher Hitzebelastung ausrichten, etwa Spielplätze, Sitzgelegenheiten oder Wartebereiche.
- Multifunktionale Elemente wie begrünte Pergolen oder Konstruktionen mit integrierter Photovoltaik bevorzugen.
- Schattenverläufe bereits in der städtebaulichen Planung analysieren, um bauliche Verschattungspotenziale optimal zu nutzen.

Fazit

Die Bewertung der bisherigen Praxis zeigt, dass einige etablierte Maßnahmen als alleinige Strategie zur Hitzeminderung nicht ausreichen. Die konsequente Ausrichtung auf menschenzentrierte, bodennahe und verschattungswirksame Lösungen ist der Schlüssel zu einer nachhaltigen und wirksamen Klimaanpassung im urbanen Raum. Ergänzend sind ökologische Ansätze und wasserwirtschaftliche Maßnahmen notwendig, um die Resilienz des Stadtraums langfristig zu sichern.

Allgemeine Empfehlungen

Klimagerechte Planung als Bewertungsmaßstab in städtebaulichen Verfahren

In städtebaulichen Verfahren und architektonischen Wettbewerben sollten die in diesem Papier dargelegten Maßnahmen als verbindlicher Bewertungsmaßstab berücksichtigt werden. Positiv zu bewerten sind insbesondere:

- die klimaangepasste Gestaltung des Straßenraums
- die Entwicklung gemeinschaftlich nutzbarer, begrünter Außenanlagen
- die Umsetzung von Fassadenbegrünungen

→ ergänzend sollten regenerative Energien von Beginn an mitgedacht werden, um die energetische Qualität der Quartiersentwicklung nachhaltig zu verbessern und einen Beitrag zu übergeordneten Klimazielen zu leisten.

Klimawirkung messen und sichtbar machen

Die Klimawirkung von Begrünungs- und Verschattungsmaßnahmen sollte systematisch gemessen und sichtbar gemacht werden, um deren Effektivität zu belegen und zu verbessern. Eine datenbasierte Planung erhöht sowohl die Wirksamkeit der Klimaanpassungsmaßnahmen als auch die Transparenz gegenüber der Öffentlichkeit und Entscheidungsträgern.

Die Bevölkerung über Begrünungsmaßnahmen informieren und beteiligen

Die Vorteile von Begrünungsmaßnahmen und ihre Bedeutung für die Klimaanpassung sollten durch gezielte Öffentlichkeitsarbeit vermittelt werden. Wirkungsvolle Ansätze sind:

- leicht verständliche Informationsmaterialien
- Beteiligungsangebote wie Workshops und Dialogformate

→ die Einbindung in konkrete Planungs- und Umsetzungsprozesse. Eine solche Partizipation erhöht Akzeptanz, Wirksamkeit und Verantwortungsbewusstsein im Umgang mit städtischem Grün (**Bundesverband GebäudeGrün e.V. , 2024) (BMUV, 2023) (Brousse, 2024).**

Beratungen und Schulungen für Stadtplaner, Architekten, Bauherren und Eigentümer

Um klimaangepasstes Bauen und Planen nachhaltig zu verankern, sollten kostenlose oder geförderte Beratungs- und Weiterbildungsangebote für Stadtplaner, Architekten, Bauherren und Eigentümer etabliert werden. Mögliche Formate sind:

- Fachseminare und praxisorientierte Schulungen zur klimaangepassten Quartiersentwicklung (**Bundesverband GebäudeGrün e.V. , 2024) (BMUV, 2023) (Brousse, 2024)**
- Austauschprogramme zwischen Kommunen
- Best-Practice-Sammlungen und Leitfäden, z. B. im Rahmen des „Städtedialogs Gebäudegrün“ (**Brousse, 2024)**

→ diese Formate fördern Wissenstransfer, schaffen ein gemeinsames Verständnis wirksamer Maßnahmen und beschleunigen deren Umsetzung.

Sensibilisierung der Bevölkerung und Anpassung des Nutzerverhaltens

Neben baulich-planerischen Maßnahmen ist die Anpassung des eigenen Verhaltens ein entscheidender Faktor für den Schutz vor Hitzebelastung. Die Bevölkerung sollte gezielt sensibilisiert werden für einfache, wirksame Handlungsweisen, etwa:

- tagsüber in kühlen Innenräumen bleiben
- Fenster während der Hitzeperiode geschlossen halten
- Rollläden oder Vorhänge konsequent nutzen
- körperliche Aktivitäten in kühlere Tageszeiten verlegen

→ Kampagnen, Infoflyer und digitale Angebote können solche Empfehlungen breit kommunizieren. In besonders hitzegefährdeten Quartieren sollten ergänzend Hitzeaktionspläne mit konkreten Verhaltenstipps erarbeitet und vor Ort sichtbar gemacht werden (z. B. an Haltestellen, in öffentlichen Gebäuden). Darüber hinaus sollte die Einbindung des bundesweiten Cell-Broadcast-Systems überdacht werden. Mithilfe dieses Systems kann der Deutsche Wetterdienst bei Erreichen festgelegter Schwellenwerte kurze Warnmeldungen mit Verhaltenstipps versenden, um die Bevölkerung schnell, flächendeckend und barrierefrei zu schützen.

Literaturverzeichnis

- Babilon. (kein Datum). *Babilon.cat*. Abgerufen am 26. 08 2025 von Plaça de les dones del 36: <https://www.babilon.cat/en/project/placa-de-les-dones-del-36/>
- Banihashemi, F. E.-D. (2021). *Grüne und Graue Maßnahmen für die Siedlungsentwicklung Klimaschutz und Klimaanpassung in wachsenden Städten*. .
- BMUV. (2023). *MUTABOR - Mikroskalige Untersuchung und Aktivierung der technischen und planerischen Anpassungskapazität der Stadt Bonn zur Reduzierung des Hitzestresses*. .
- Brousse, O. S. (2024). Brousse, O., Simpson, C., Cool roofs could be most effective at reducing outdoor urban temperatures in London compared with other roof top and vegetation interventions. S. 51.
- Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Buwesen. (2025). *Nationale Stadtentwicklungspolitik*. Von München: Parkmeilen – gemeinsam multicodierbare Freiräume entwickeln: https://www.nationale-stadtentwicklungspolitik.de/NSPWeb/SharedDocs/Projekte/Pilotprojekt/Post-Corona-Stadt/muenchen_parkmeilen.html?nn=1211408 abgerufen
- Bundespreis Stadtgrün. (2022). *Bundespreis Stadtgrün*. Abgerufen am 26. 08 2025 von Holstenfleet Kiel – Hochfrequentierte Straße wird blau-grüner Stadtplatz: <https://2022.bundespreis-stadtgruen.de/wp-content/uploads/bsg-projektsteckbrief-623c3edb4fd82.pdf>
- Bundesverband GebäudeGrün e.V. . (2024). *BuGG-Fachinformation „Leitfaden kommunale Förderinstrumente Dach-und Fassadenbegrünung sowie Entsiegelung und Hofbegrünung“*.
- Burazin, M. (30. 03 2020). *SUD Renovables*. Abgerufen am 26. 08 2025 von Photovoltaic installation integrated into the facade: <https://sudrenovables.com/news/photovoltaic-installation-integrated-into-the-facade/>
- Cox, J. (2025). Sophien Hof Abende: Wohngebäude: Klimaanpassung / Stadtbegrünung / Freiraumgestaltung. *Stadtbegrünung in der Planungspraxis – über die emotionale Seite der Klimaanpassung*. Frankfurt am Main.
- De Groeve, M. K. (2024). Impact of vertical greening on urban microclimate and historic building materials: A meta-analysis. . *Building and Environment*.
- Freistaat Thüringen. (05 2021). *Klimaleitfaden Thüringen*. Abgerufen am 26. 08 2025 von Gutes Beispiel: Klimaangepasste Ersatzpflanzungen für die Erfurter Oststadt: <https://www.klimaleitfaden-thueringen.de/best-practice-beispiel-erfurt-klimaangepasste-ersatzpflanzungen-fuer-die-erfurter-oststadt>
- Greiving, S. F. (2011). *Klimawandelgerechte Stadtentwicklung: Ursachen und Folgen des Klimawandels durch urbane Konzepte begegnen*. .
- GRÜNSTATTTGRAU. (2019). *GRÜNSTATTTGRAU*. Abgerufen am 26. 08 2025 von Solargründach am Kindergarten: <https://gruenstattgrau.at/en/projekt/solargruendach-am-kindergarten/>
- Hafner Klien . (2023). *Dachflächenvorgaben. Aktueller Stand*. .
- Haus am Park - Senioren- und Pflegeheim GmbH. (kein Datum). *Haus am Park*. Abgerufen am 26. 08 2025 von Klimaanpassungskonzept HaP: <https://www.hap-rs.de/haus-am-park/klimaanpassungskonzept-hap.html>

- Ji, L. S. (2024). *A state-of-the-art review of studies on urban green infrastructure for thermal resilient communities*. Building and Environment.
- Landeshauptstadt Stuttgart. (10. 05 2024). *Klimawandel - Anpassungskonzept Stuttgart (KLIMAKS). Anlage 2: KLIMAKS Maßnahmenpaket*. Abgerufen am 14. 07 2025 von Stuttgart: [https://www.domino1.stuttgart.de/web/ksd/KSDRedSystem.nsf/0/C9B4A7AD027CE5B4C1258B3100319DFC/\\$File/GRDRs220-2024_KLIMAKS_Anlage2.pdf?OpenElement](https://www.domino1.stuttgart.de/web/ksd/KSDRedSystem.nsf/0/C9B4A7AD027CE5B4C1258B3100319DFC/$File/GRDRs220-2024_KLIMAKS_Anlage2.pdf?OpenElement)
- Maclean IMD, D. J. (2021). *On the measurement of microclimate*. Methods Ecol Evol.
- Meusel, M. S. (2023). *Leitfaden für den Aufbau eines regionalen Klimamessnetzes*.
- Netzwerk Klimaanpassung & Unternehmen.NRW. (kein Datum). *Klimaanpassung Unternehmen*. Abgerufen am 26. 08 2025 von BEST-PRACTICE BEISPIEL: Das Haus am Park, ein Senioren- und Pflegeheim, setzt Klimaanpassungsmaßnahmen um.: https://klimaanpassung-unternehmen.nrw/wp-content/uploads/2024/02/NKU_BestPractise_HaP_FL.pdf
- Referat für Stadtplanung, S. M. (2025). *Muenchen.de*. Abgerufen am 26. 08 2025 von Münchens Parkmeilen: <https://stadt.muenchen.de/infos/parkmeilen-muenchen.html>
- Richter, M. (2022). *Klimafolgenanpassung durch Dachbegrünung-Quantifizierung des Potenzials durch Vergleich internationaler Studien und Messungen an Hamburger Beispielen*. HafenCity Universität Hamburg.
- Stadt Zürich. (2022). *Fachplanung Hitzeminderung*. Zürich.
- Umweltbundesamt. (2025). *Klima Wandel Anpassung*. Von Solargründach in Bad Vöslau (NÖ): <https://www.klimawandelanpassung.at/praxis/kwa-anpassungsnetzwerk/good-practice-beispiele/sonnenschutz-fuer-den-kindergarten-in-oeblarn-stmk/solargruendach-in-bad-voeslau-noe> abgerufen
- Wagner, M. (2025). Sophien Hof Abende: Wohngebäude: Klimaanpassung / Stadtbegrünung / Freiraumgestaltung. *Klimaanpassung beim Bauen in Frankfurt am Main* -. Frankfurt am Main.

Bildquellen

- [1] Erstellt mit ChatGPT, 2025.
- [2] Naobim (2022). Stadt, Stadtbild, Stadtgebiet [Foto]. Pixaby.
- [3] Tiefbauamt Karlsruhe (2025). Baumpflanzung zwischen Marktplatz und Ritterstraße. © mach:idee. <https://www.karlsruhe.de/stadt-rathaus/aktuelles/meldungen/neugestaltung-kaiserstrasse-1-bauabschnitt>
- [4] DREISEITLconsulting GmbH (2025). Arkadien Asperg. © DREISEITLconsulting GmbH <https://www.dreiseitlconsulting.com/arkadien-asperg>
- [5] Eigene Aufnahme

Anhang

Abkürzungen

°C	Grad Celsius
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
K	Kelvin
PET	Physiologisch Äquivalente Temperatur
PV	Photovoltaik
UTCI	Universelle Thermische Klimaindex (Aus dem engl.: Universal Thermal Climate Index)

Einordnung in die Literatur

In urbanen Räumen führen steigende Temperaturen und zunehmende Hitzebelastungen zu spürbaren Einschränkungen der Aufenthaltsqualität. Um dem entgegenzuwirken, gewinnt die gezielte Gestaltung von Freiflächen, Gebäuden und Dächern mit grüner und wassergebundener Infrastruktur zunehmend an Bedeutung. Maßnahmen wie Baumpflanzungen, Fassaden- und Dachbegrünungen, Verschattung sowie Wasserflächen können die thermische Belastung im Stadtgebiet verringern, den thermischen Komfort verbessern und die Nutzung öffentlicher Räume auch während heißer Perioden erleichtern. Zahlreiche Studien quantifizieren die Wirkung dieser Maßnahmen und zeigen ihr Potenzial unter idealisierten oder standardisierten Bedingungen. Ziel unserer Untersuchung war es, diese Literaturbefunde durch eigene Messungen und Simulationsrechnungen einzuordnen, die tatsächliche Wirkung im urbanen Kontext zu prüfen und so die Effekte von theoretischen Ergebnissen und praxisnahen Beobachtungen gegenüberzustellen. Dabei wurden insbesondere Unterschiede in der räumlichen Reichweite, der Abhängigkeit von Wasserverfügbarkeit, Vegetationsarten und mikroklimatischen Gegebenheiten berücksichtigt.

Maßnahme Bäume

Zahlreiche Studien belegen eindrucksvoll das erhebliche Potenzial von Begrünungsmaßnahmen zur Reduktion thermischer Belastungen im urbanen Raum. So zeigt (Richter, 2022), dass sich die PET durch entsprechende Maßnahmen um bis zu 13 K senken lässt. Ähnliche Ergebnisse berichtet die (Stadt Zürich, 2022), die PET-Reduktionen von bis zu 12 K dokumentiert. Besonders ausgeprägt ist der Effekt auf begrünten Flächen mit Baumbestand: (Ji, 2024) weist nach, dass hier eine Absenkung der gefühlten Temperatur um bis zu 17,4 K erreicht werden kann. Diese Erkenntnisse werden zwar nicht in dieser Höhe aber in der Tendenz auch durch unsere eigenen Simulationsrechnungen gestützt: Im untersuchten Quartier 3 konnte tagsüber eine PET-Reduktion von bis zu 8 K durch Baumbepflanzung festgestellt werden.

Maßnahme Fassadenbegrünung

Fassadenbegrünungen leisten einen wichtigen Beitrag zur Klimaanpassung in Städten. Sie helfen nicht nur dabei, die Hitzebelastung im direkten Umfeld zu reduzieren, sondern werten auch das Stadtbild optisch auf. Studien zeigen, dass begrünte Fassaden die PET um bis zu 9 K senken können (Stadt Zürich, 2022) und die Umgebungstemperatur um 0,5 bis 3 K zurückgeht (Ji, 2024).

Auch unsere Simulationen bestätigen diese Ergebnisse: Besonders an südlich ausgerichteten Fassaden ließ sich tagsüber eine mittlere Temperaturabsenkung von rund 4 K feststellen. Nachts liegt der Effekt bei etwa 0,1 bis 0,2 K. Die PET kann tagsüber durch Fassadenbegrünung um 4 bis 8 K gesenkt werden (Quartiere 1, 2 und 3). Messungen im Quartier 3 zeigen zusätzlich, dass vor einer begrünten Fassade im Sommer eine durchschnittliche PET-Reduktion von 2,2 K erreicht wurde – vor allem durch die Abmilderung extremer Tagestemperaturen.

Fassadenbegrünungen beeinflussen dabei sowohl die Lufttemperatur als auch die Strahlungstemperatur. Diese Faktoren haben jeweils einen starken Einfluss auf unser Wärmeempfinden. Die Wirkung kann allerdings je nach Windverhältnissen unterschiedlich ausfallen.

Wie bedeutsam diese Maßnahme ist, zeigt sich auch im umgekehrten Fall: In Simulationen führte der Wegfall einer Fassadenbegrünung zu einem deutlichen Anstieg der PET um bis zu 2 K (Quartier 3). Das macht die klimaregulierende Funktion solcher Begrünungen sehr deutlich.

Verschattung durch bauliche Maßnahmen

Gezielte Verschattung reduziert die direkte Sonneneinstrahlung und trägt so spürbar zur Minderung der thermischen Belastung im öffentlichen Raum bei. Dadurch verbessert sich der thermische Komfort, was insbesondere an heißen Tagen die Aufenthaltsqualität und Nutzung von Freiflächen deutlich erhöhen kann (Hafner Klien, 2023).

Unsere Simulationsdaten belegen diesen Effekt: In den Quartieren 1, 2 und 3 führte Verschattung durch hohe Gebäude tagsüber zu einer deutlichen Absenkung der PET um 2 bis 4 K. Umgekehrt zeigt sich, dass der Wegfall solcher Strukturen zu einem spürbaren Anstieg der PET führt – wie etwa im Quartier 3, wo ohne Verschattung der kühlende Effekt des Schattens deutlich fehlte.

Maßnahme Dachbegrünung

Dachbegrünungen können zur Reduzierung der städtischen Wärmebelastung beitragen, insbesondere durch die Kühlung mittels Verdunstung. Die Stärke dieses Effekts hängt jedoch maßgeblich davon ab, wie hoch die Verdunstungsleistung ist und damit wie gut die Vegetation mit Wasser versorgt wird. Diese Abhängigkeit erklärt sich durch die unterschiedlichen Typen der Dachbegrünung, insbesondere durch den Kontrast zwischen extensiven und intensiven Systemen.

Bei extensiven Begrünungen ist die Substratschicht sehr gering, die Bepflanzung oft auf niedrig wachsende, trockenresistente Arten wie Sedum beschränkt. Infolgedessen ist die Verdunstungsleistung limitiert, was sich auch in einem reduzierten Kühlungseffekt widerspiegelt. Studien belegen zwar, dass unter optimalen Bedingungen eine Senkung der PET um bis zu 3 K erreicht werden kann, doch liegt der durchschnittlich beobachtete Effekt häufig deutlich darunter. Laut (Richter, 2022) bewegt sich die PET-Reduktion meist im Bereich zwischen 0,03 und 3 K. Der (Bundesverband GebäudeGrün e.V., 2024) spricht von einer mittleren Senkung der Umgebungstemperatur um etwa 1,34 K.

Die in vielen Veröffentlichungen getroffenen Aussagen zur Wirksamkeit extensiver Dachbegrünungen erscheinen vor diesem Hintergrund zu pauschal. Unsere Analysen zeigen, dass diese Form der Begrünung insbesondere während längerer Hitzeperioden rasch austrocknet. Ist das Substrat vollständig ausgetrocknet, kommt die Verdunstung nahezu vollständig zum Erliegen, und damit auch der kühlende Effekt. In Phasen mit milderem Wetter funktioniert die Verdunstung grundsätzlich besser, allerdings besteht in solchen Situationen meist kein akuter Bedarf an zusätzlicher Kühlung. Hinzu kommt, dass sich der Einfluss extensiver Dachbegrünung im Hinblick auf das bodennahe Mikroklima in der Regel auf den unmittelbaren Dachbereich beschränkt und in Aufenthaltsbereichen

kaum messbar ist. Unsere Simulationen im untersuchten Quartier 3 zeigen, dass der Wegfall der Dachbegrünung lediglich zu einem leichten Temperaturanstieg von etwa 0,1 bis 0,2 K führte, der aus klimatechnischer Sicht als gering einzustufen ist.

Während sich im Aufenthaltsbereich von Menschen meist keine spürbaren Temperaturveränderungen nachweisen lassen, wie unter anderem (Banihashemi, 2021) darlegt, ist dennoch eine thermische Entlastung durch verminderte nächtliche Wärmerückstrahlung möglich. Diese trägt auf längere Sicht zur Stabilisierung des Mikroklimas bei, auch wenn sie nicht unmittelbar wahrgenommen wird.

Deutlich größere Effekte lassen sich hingegen durch die Kombination von Dachbegrünung mit Photovoltaik erzielen. Begrünte Dächer mit aufgeständerten PV-Modulen weisen niedrigere Boden- und Lufttemperaturen auf, was sich sowohl auf die Verschattung durch die Module als auch auf eine artenreichere Vegetation zurückführen lässt. In den Zwischenräumen der Module können sich höhere Gräser und Kräuter entwickeln, die den Boden zusätzlich beschatten und die Erwärmung dämpfen. Auf Dächern ohne PV ist die Vegetation oft niedriger und gleichförmiger, was zu einer schnelleren Austrocknung und einer stärkeren Aufheizung führt. Selbst regelmäßig gemähte Wiesenflächen zeigen im Sommer höhere Temperaturen, da ihnen ebenfalls Verschattung und langanhaltende Wuchshöhe fehlen.

Insgesamt wird deutlich, dass extensive Dachbegrünungen allein nur in begrenztem Maße zur Kühlung im Aufenthaltsbereich beitragen. Erst durch die Kombination mit anderen Maßnahmen, insbesondere mit Photovoltaikmodulen und einer vielfältigeren Bepflanzung, lässt sich eine deutlich stärkere thermische Wirkung erzielen.

Maßnahme Wasseroberfläche

Wasserflächen können zur Verbesserung des thermischen Komforts im Stadtraum beitragen, insbesondere durch kühlende Verdunstungseffekte. Laut (Hafner Klien, 2023) lassen sich durch die Umwandlung von Rasenflächen in Wasserflächen Senkungen der PET um bis zu 7,6 K erzielen. Auch (Ji, 2024) beschreibt eine Reduktion der Umgebungstemperatur um bis zu 3,5 K infolge verdunstungsbedingter Kühlung.

Unsere eigenen Messungen bestätigen grundsätzlich das Potenzial von Wasserflächen zur lokalen Temperaturminderung. Allerdings zeigt sich, dass sich die kühlende Wirkung räumlich stark auf den unmittelbaren Bereich direkt über und neben dem Gewässer beschränkt. Im angrenzenden Aufenthaltsbereich sind die Temperaturunterschiede dagegen meist kaum wahrnehmbar. In der direkten Umgebung des betrachteten Gewässers lagen die nächtlichen Temperaturunterschiede lediglich bei etwa 0,1 bis 0,2 K. Tagsüber konnten im Nahbereich Reduktionen der Umgebungstemperatur zwischen 1 und 3 Kelvin beobachtet werden, was insbesondere an heißen Tagen eine gewisse thermische Entlastung bewirken kann.

Diese Ergebnisse verdeutlichen, dass Wasserflächen zwar zur lokalen Abkühlung beitragen können, ihr Einfluss jedoch räumlich begrenzt bleibt. Die stärkste Wirkung entfaltet sich in unmittelbarer Gewässernähe, während weiter entfernt liegende Aufenthaltsbereiche von der kühlenden Wirkung meist nur noch in abgeschwächter Form profitieren.

Fazit

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass jede untersuchte Maßnahme ihre spezifischen Stärken und Grenzen aufweist. In einer sinnvollen Maßnahmenkombination sind besonders wirksame Effekte erwartbar.

Bäume und Verschattungsstrukturen zeigen eine deutliche Wirkung auf die Reduktion der gefühlten Temperatur im Aufenthaltsbereich, was sowohl durch Literaturangaben als auch durch unsere Messungen bestätigt wird.

Fassadenbegrünungen tragen spürbar zur Abmilderung von Strahlungswärme und Temperaturspitzen bei. Unsere Projektsimulationen zeigen, dass die Effekte in der Praxis mit den theoretischen Werten übereinstimmen, allerdings von der Ausrichtung, Bepflanzungsdichte und Windadvektion abhängen.

Dachbegrünungen hingegen zeigen in der Literatur ein breites Wirkungsspektrum, unsere eigenen Messungen und Simulationen verdeutlichen jedoch, dass extensive Systeme ohne zusätzliche Vegetationsvielfalt oder Photovoltaik nur begrenzt zur Abkühlung bodennaher Aufenthaltsbereiche beitragen.

Wasserflächen wirken vor allem lokal und unmittelbar über der Wasseroberfläche; die Literatur weist ähnliche Effekte aus, während unsere Messungen zeigen, dass die Abkühlung in angrenzenden Aufenthaltsbereichen deutlich geringer ausfällt.

Insgesamt wird deutlich, dass eine kombinierte Betrachtung von Literaturbefunden und eigenen Messungen notwendig ist, um die tatsächliche Wirkung urbaner Klimaanpassungsmaßnahmen realistisch einzuschätzen. Während theoretische Studien oft das maximale Potenzial unter idealisierten Bedingungen aufzeigen, liefern Messungen und Simulationen im realen Stadtraum differenzierte Hinweise auf räumliche Begrenzungen und Abhängigkeiten von mikroklimatischen Faktoren. Für die Stadtplanung bedeutet dies, dass thermisch wirksame Gestaltungsmaßnahmen am besten dann umgesetzt werden, wenn unterschiedliche Maßnahmen kombiniert, aufeinander abgestimmt und an die konkreten örtlichen Bedingungen angepasst werden, um sowohl kurzfristige Abkühlung als auch langfristige Klimastabilisierung zu erreichen.