

# Maßnahmenkatalog

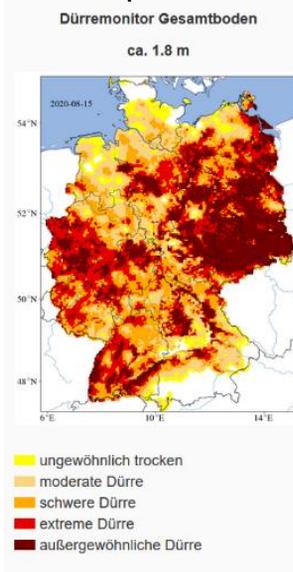
Grüne Infrastruktur zur urbanen Klimaanpassung

Ansprechpartner:  
Niels Wollschläger  
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH - UFZ  
Department Stadt- und Umweltsoziologie  
E-Mail: [niels.wollschlaeger@ufz.de](mailto:niels.wollschlaeger@ufz.de)

# Zusammenfassung

Der Klimawandel beeinflusst bereits jetzt das regionale Klima in Deutschland. Wetterextreme wie Hitzewellen, Dürren, Starkregenereignisse und Überflutungen werden in Zukunft häufiger auftreten. Um die negativen Auswirkungen des Klimawandels möglichst gering zu halten, kommt dem Klimaschutz (also der Reduzierung von Treibhausgasemissionen) höchste Bedeutung zu. Aufgrund der langen Reaktionszeiten des Klimasystems kann der Klimawandel nicht kurzfristig aufgehalten und lediglich abgemindert werden. Deshalb sind Klimaanpassungsmaßnahmen notwendig, um die Verwundbarkeit von Natur und Gesellschaft gegenüber den Klimafolgen zu verringern und sie dabei zu unterstützen, sich flexibel auf ein sich änderndes Klima einstellen zu können.

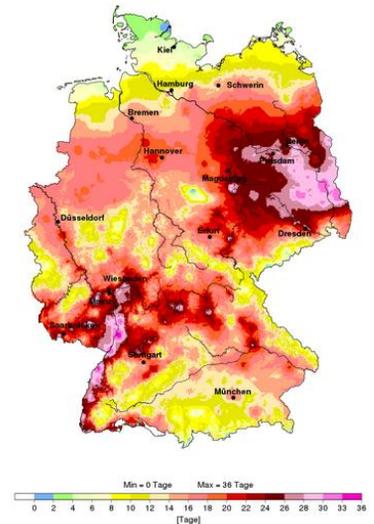
## Dürreperioden



## Starkniederschlag



## Hitzewellen



[1] Bewertung der Dürresituation im Sommer 2020 (Quelle: Helmholtz Zentrum für Umweltforschung ; <https://www.ufz.de/index.php?de=37937>)

[2] Prognostizierte Änderung des Starkniederschlags (Quelle: <https://www.kwis-rlp.de/daten-und-fakten/starkregen/>)

[3] Prognostizierte Zunahme an Hitzetagen (Quelle: <https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaatlas/>)

## Stadtklima:

In Deutschland leben aktuell ca. 77 % der Menschen in Städten, sodass ein Großteil dem urbanen Klima ausgesetzt ist. Im Vergleich zur ländlichen Umgebung sind Städte durch deutlich höhere Anteile an bebauten und versiegelten Flächen geprägt. Durch die städtischen Oberflächen wird die Verdunstung gesenkt und mehr Wärme gespeichert. Dies führt mitunter zu deutlich höheren Umgebungstemperaturen, wobei sich die größten Unterschiede vor allem nachts beobachten lassen, da die von der Stadtstruktur gespeicherte Wärme weiter abgegeben wird, während in ländlichen Gebieten bereits eine Abkühlung stattfinden kann.

Dieses Phänomen wird als städtische Wärmeinsel (urban heat island; UHI) bezeichnet. Städte sind aufgrund ihrer Bebauung und Versiegelung besonders anfällig gegenüber klimawandelbedingten Wetterextremen. Versiegelte Flächen halten kein Wasser zurück, wodurch Kanalsysteme überbelastet und Schäden an Gebäuden und Infrastruktur entstehen können. Zudem werden sommerliche Hitzeperioden durch die UHI verschärft, was die Lebensqualität der Stadtbevölkerung sowie deren Gesundheit drastisch gefährden könnte.

# Grüne Infrastruktur zur urbanen Klimaanpassung

Grünflächen erfüllen im urbanen Raum wichtige Wohlfahrtsfunktionen, wie die Verbesserung der Luftqualität, die Förderung von Erholung und Gesundheit sowie die Bereitstellung von Raum für sozialen und kulturellen Austausch.

Vor dem Hintergrund des Klimawandels sind weitere Ökosystemfunktionen von besonderer und zunehmender Bedeutung:

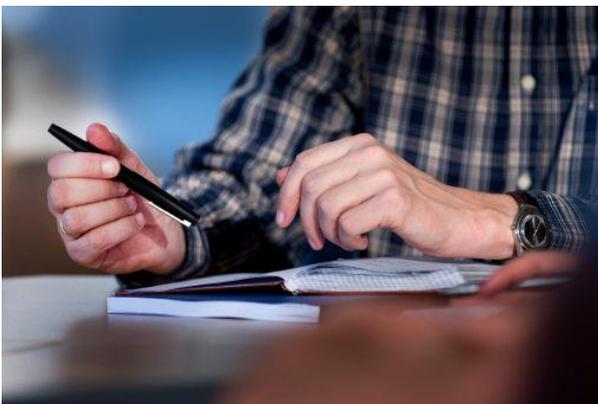
- Beschattung städtischer Oberflächen: reduzierte Flächenaufheizung
- Regulierung des Mikro-/Mesoklimas: Verdunstungskühle, Verbesserung der Aufenthaltsqualität an Tagen mit Wärmebelastung
- Regenwasserrückhalt und verzögerter Abfluss: Entlastung der Kanalisation, Senkung des Hochwasserrisikos

Klimaanpassungskonzepte:

In Städten ist Fläche eine begrenzte Ressource. Zusätzliche Grünflächen stehen daher häufig in Konkurrenz zu den Flächenansprüchen von Wohnungsbau und Verkehr. Außerdem können sowohl die Klimafolgen als auch die Hitzegefährdung und Überflutungsvulnerabilität innerhalb von Städten räumlich sehr unterschiedlich ausfallen. Daher sind individuelle Anpassungskonzepte notwendig, welche urbane Grünflächen langfristig miteinbeziehen, um die Auswirkungen des Klimawandels zukunftsorientiert zu mildern.

Einrichtung eines Klimamanagements in Städten und Kommunen

- Zentrale, qualitative und effiziente Planung und Realisierung von Klimaanpassungsmaßnahmen
- Klimamanagement als sektorübergreifendes Handlungsfeld → Koordination und Synergie der Sektoren Gesundheit, Umwelt, Grünordnung, Stadtplanung, Bauwesen, Wasserwirtschaft, Katastrophenschutz etc.
- Beratung zu Maßnahmen und Anpassungsoptionen zur Hitzeanpassung, Überflutungsvorsorge und für das Stadtgrün



Fotos: André Künzelmann /UFZ

# Grüne Infrastruktur zur urbanen Klimaanpassung

Grüne Infrastruktur bezeichnet das Netzwerk aus natürlicher und neu angebrachter Vegetation in Städten und Gemeinden. Sie kann durch verschiedene Ökosystemdienstleistungen einen Beitrag zur nachhaltigen Stadtentwicklung und zur Erhöhung der Resilienz von Städten gegenüber dem Klimawandel leisten. Es gibt verschiedene Arten von grüner Infrastruktur, welche unterschiedliche Eigenschaften besitzen und somit auch den verschiedenen Klimafolgen individuell begegnen können.

Generelle Maßnahmen zur Förderung von Grünflächen und einer klimasensitiven Stadtstruktur sind:

- Erhalt und Schaffung grüner Infrastruktur: durch Grün- und Wasserflächen z. B. Parks, Sport- und Spielplätze, Teiche, Gärten, Bäume...
- Quartiersbezogene Zuordnung von ausreichend großen Grünflächen: unterteilen der großflächigen innerstädtischen Wärmeinsel in kleinere überwärmte Gebiete
- Offenhalten von Leitbahnen für die Frischluftzufuhr: Temperaturunterschiede zwischen Stadt und Umland können durch lokale Frischluftkorridore ausgeglichen werden
- Identifikation von Begrünungspotential zur Reduzierung des Versiegelungsgrads: Baulücken- und Brachflächenbepflanzung, Parkplatzflächen mit versickerungsfähigen Pflasterbelägen, Parkbuchten mit Bäumen, Straßenbäume, Rasengleise...

Hierbei sind die wichtigsten Schritte zur effektiven Abschwächung der Klimafolgen durch urbane Infrastruktur:

- Identifizierung vorrangiger Standorte auf der Grundlage von Bewertungen der Exposition und Anfälligkeit
- Maximierung der Wirksamkeit bestehender Grünflächen durch Integration einer wassersensiblen Stadtgestaltung
- Auswahl geeigneter Pflanzen für unterschiedliche Umweltbedingungen und Anforderungen

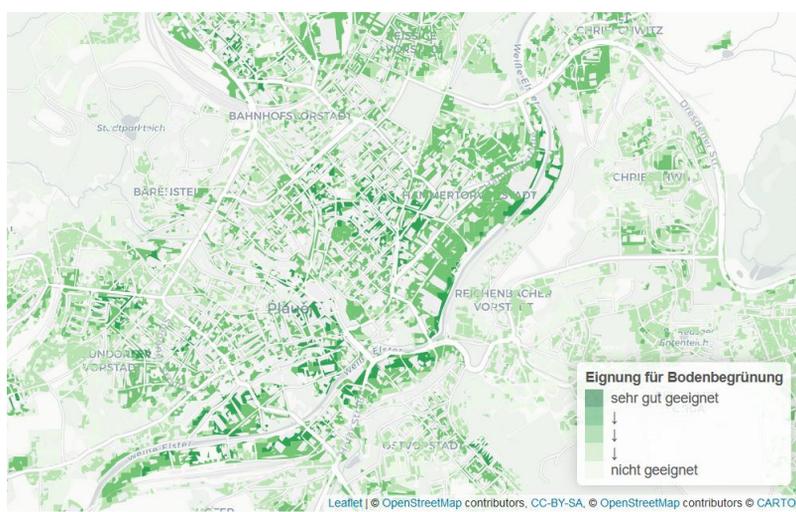
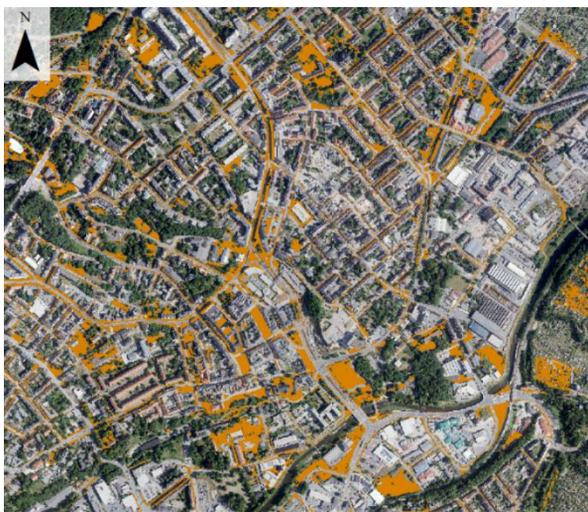


Abbildung: Identifizierung und Bewertung von potentiell begrünbaren Flächen

Quelle: Wollschläger, N., und Zinck, F., 2022: Potentialanalyse Grünflächen Plauen. [https://files.ufz.de/~susoz-klimakonform-01/Potentialanalyse\\_Boden\\_Plauen.html](https://files.ufz.de/~susoz-klimakonform-01/Potentialanalyse_Boden_Plauen.html)

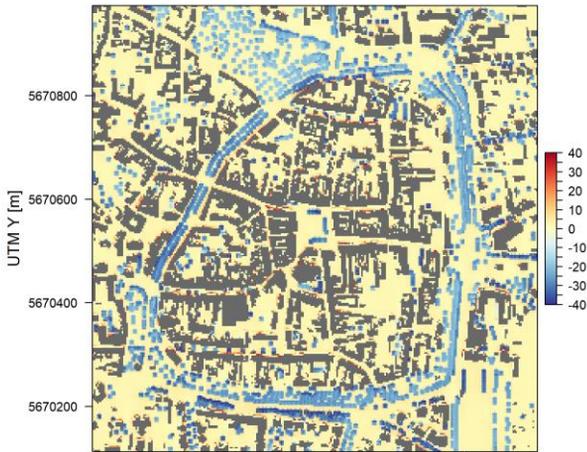
# Stadtklimatische Wirkungsmechanismen grüner Infrastruktur

## 1. Verschattung

Durch Vegetation kommt es zu einer Abschattung, sodass weniger solare Energie auf die Oberfläche trifft.

*Dieser Effekt führt zu einer Reduktion der Temperatur im urbanen Raum.*

Effekt durch Änderung der Nettostrahlung - 12:00

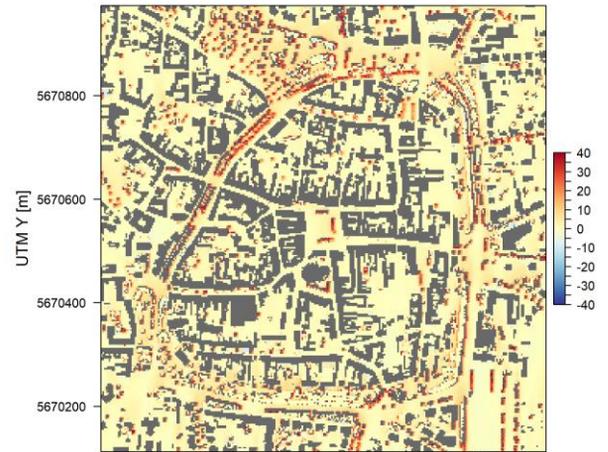


## 2. Ventilation

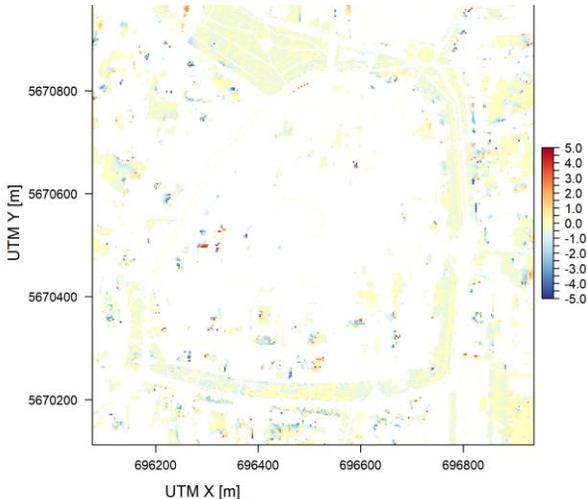
Bei zusätzlicher Verdichtung des urbanen Raums durch Begrünungsmaßnahmen, wird die Durchlüftung vermindert.

*Dieser Effekt führt zu einer Erhöhung der Temperatur im urbanen Raum.*

Effekt durch Änderung der Konvektionseffizienz - 12:00



Effekt durch Änderung der Evapotranspiration - 12:00



Effekt durch Änderung der Wärmespeicherung - 12:00

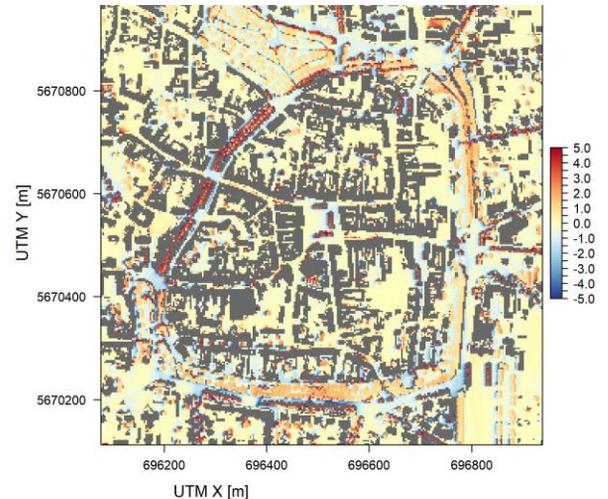


Abbildung: Effekt grüner Infrastruktur auf die Oberflächentemperatur aufgeschlüsselt nach den Energiebilanzkomponenten

Autor: Niels Wollschläger / UFZ

(weitere Informationen unter Wollschläger, N., und Zinck, F. und Schlink, U., 2022: Sustainable Urban Development for Heat Adaptation of Small and Medium Sized Communities, <https://doi.org/10.3390/land11091385>)

## 3. Verdunstung

Durch die Transpiration der Blätter steht mehr Wasser zur Verfügung, sodass eintreffende Energie in den Verdunstungsprozess und somit nicht in eine Aufheizung verwendet wird.

*Dieser Effekt führt zu einer Reduktion der Temperatur im urbanen Raum.*

## 4. Wärmespeicherung

Bäume verringern den Wärmeeintrag in urbane Baumaterialien, sodass weniger Wärme gespeichert wird welche in den Nachtstunden freigesetzt wird

# Arten grüner Infrastruktur

## 1. Stadtbäume, Straßenbäume und Baumgruppen

Wirkungen:

- Liefern natürliche Beschattung → Verbesserung des thermischen Komforts, geringerer Energieeintrag in Gebäude, geringere Oberflächentemperaturen
- Kühlung der Umgebungsluft durch Transpiration der Baumkronen
- Entsiegelung → besserer Regenwasserrückhalt
- Weitere Ökosystemdienstleistungen: Bereitstellung von Lebensraum, Ästhetik und Erholungswert, Minderung der Lärmbelastung

Nachteile:

- schlechte Standortbedingungen verringern Widerstandsfähigkeit und Lebensdauer von Straßenbäumen
- Nächtllicher Wärmestau: verringerte nächtliche Ausstrahlung unter den Baumkronen → Straßenbäume sollten kein durchgehendes Kronendach bilden

Stadtklimasimulation für Naumburg am 04.07.2015 um 12 Uhr:

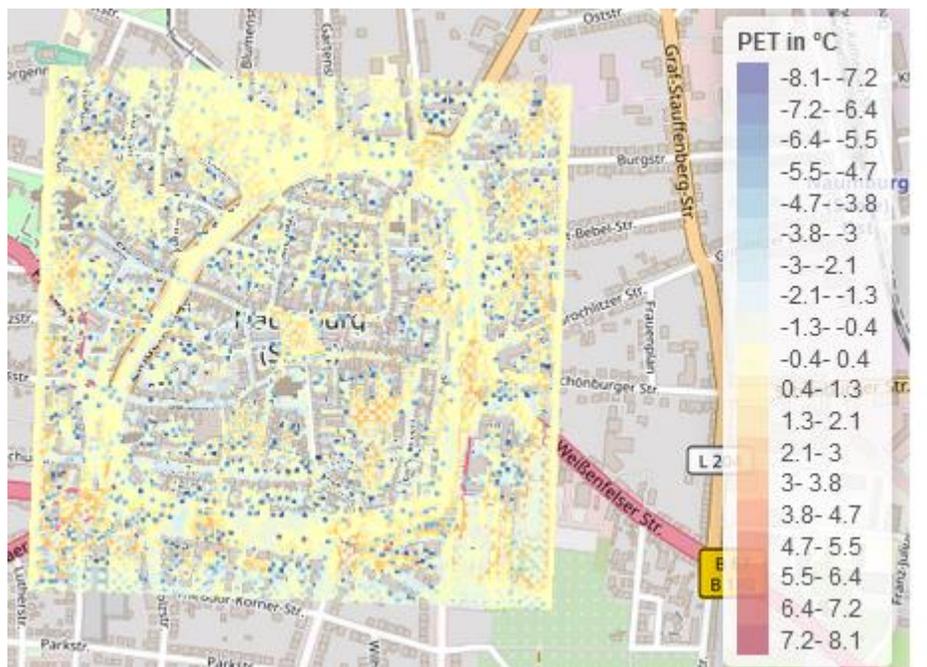


Abbildung: Auswirkungen von zusätzlichen Stadtbäumen auf den thermischen Komfort für einen sehr heißen Sommertag (Maximaltemperatur: 40,8°C), welche mit dem Stadtklimamodell ENVI-met simuliert wurden (<https://webapp.ufz.de/KlimaKonform/urbansimulation/Naumburg/>).

Autor: Niels Wollschläger /UFZ

Gemessen an der physiologisch äquivalenten Temperatur (PET) können Stadtbäume den thermischen Komfort während der Tagesstunden insbesondere unter den Baumkronen verbessern.

# Arten grüner Infrastruktur

## Empfohlene Standorte:

- Großflächig versiegelte Areale mit direkter Sonnenexposition
- Bei breiten Straßen mit beidseitig niedrigen Häusern: auf beiden Seiten der Straße
- Breite Straßen mit hohen Häusern: auf sonnenexponierter Straßenseite
- Öffentliche Freiflächen unter Berücksichtigung der städtischen Durchlüftung (Bericht: )

- Bestehende Bäume schützen (Neupflanzungen sind kosten- und zeitintensiv)
- Vergrößerung des Baumbestands im öffentlichen Raum



Foto: Niels Wollschläger / UFZ



Foto: Niels Wollschläger / UFZ



Foto: André Künzelmann / UFZ

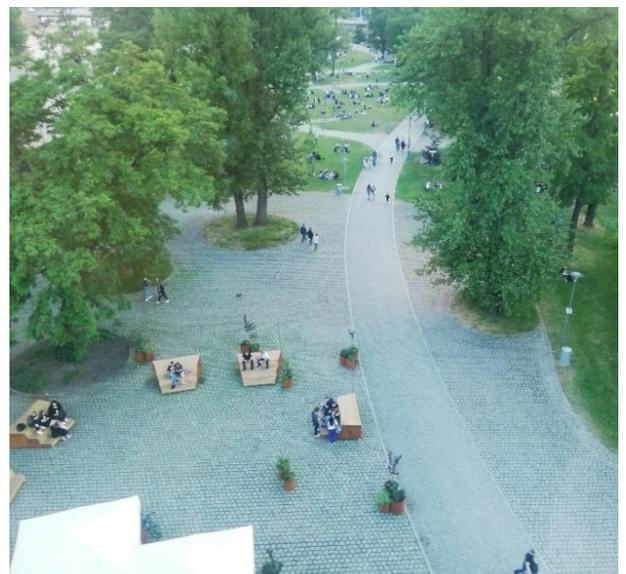


Foto: Niels Wollschläger / UFZ

# Arten grüner Infrastruktur

## 2. Parks und öffentliche Grünflächen

Größte Form grüner Infrastruktur und daher von entscheidender Bedeutung für die Maximierung des Umfangs urbaner Grünflächen.

Wirkungen:

- Liefern natürliche Beschattung → Verbesserung des thermischen Komforts, geringere Oberflächentemperaturen
  - Kühlung der Umgebungsluft durch Evapotranspiration
  - Entsiegelung → besserer Regenwasserrückhalt
  - Weitere Ökosystemdienstleistungen: Bereitstellung von Lebensraum, Ästhetik und Erholungswert
- können in heißen Stadtgebieten „kühle Inseln“ bilden; je nach Größe und Windrichtung können sie auch die umgebende Landschaft kühlen
- sind am wirksamsten für die Kühlung auf lokaler Ebene, wenn sie verstreut liegende Bäume enthalten und bewässert werden
- Größere Parks weisen tendenziell niedrigere Temperaturen auf, doch mehrere kleine Parks bieten Rückzugs- und Erholungsräume für mehrere Menschen in der Nähe ihres Wohnorts

Empfohlene Standorte:

- Gebiete mit hoher Gebäudedichte und wenig Grünflächenanteil
- Aufwertung von Sackgassen oder wenig genutzten Straßen
- Im Luv hitzegefährdeter Stadtteile

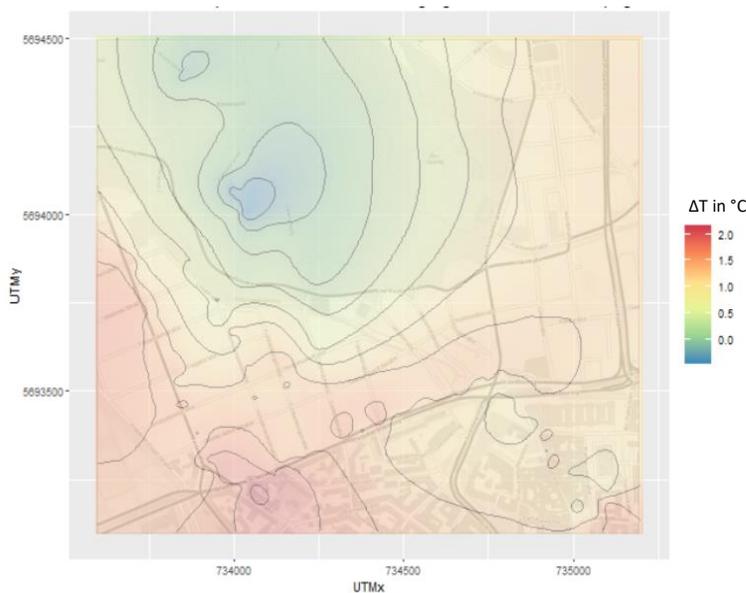


Foto: André Künzelmann /UFZ

Abbildung: Kühlere nächtliche Lufttemperatur in Parkanlagen („kühle Inseln“) bestimmt durch einen mobilen Messgang am 20.07.2020 in Leipzig

Autor: Niels Wollschläger / UFZ

# Arten grüner Infrastruktur

## 3. Dachbegrünung

Versiegelung und hohe Nutzungsdichte führen in städtischen Gebieten häufig zu Nutzungskonflikten verfügbarer Flächen.

Gründächer bieten den Vorteil, dass sie auf bereits vorhandenen Dachflächen installiert werden können. Dadurch besitzen sie vor allem in dicht bebauten Gebieten mit eingeschränkter Flächenverfügbarkeit ein erhöhtes Potential zur Erhöhung des urbanen Grünflächenanteils

Wirkungen:

- Verringerung des Energieeintrags in Gebäude → geringere thermische Belastung innerhalb von Gebäuden
- Isolation und Schutz → geringerer Energieverbrauch von Gebäuden, erhöhte Lebensdauer des Daches
- Regenwasserrückhalt bei Starkregenereignissen → Entlastung der städtischen Kanalisation
- Erhöhung der Biodiversität und Schaffung naturnaher Habitate
- Kühlung der Umgebungsluft durch Evapotranspiration
- Ästhetik und Erholungswert

Empfohlene Standorte:

- Sonnenexponierte Dächer
- Schlecht wärmegeämmte Gebäude
- Dicht besiedelte Gebiete mit hoher Versiegelung und wenig Raum für ebenerdige Begrünung



Fotos: Niels Wollschläger / UFZ

# Arten grüner Infrastruktur

## 4. Fassadenbegrünung

Versiegelung und hohe Nutzungsdichte führen in städtischen Gebieten häufig zu Nutzungskonflikten verfügbarer Flächen.

Durch begrünte Fassaden können bereits vorhandene (vertikale) Flächen zur Vergrößerung des städtischen Grünflächenanteil genutzt werden.

Wirkungen:

- Verringerung des Energieeintrags in Gebäude und geringere thermische Belastung innerhalb von Gebäuden
- Isolierung → sommerlicher Klimatisierungs- und winterlicher Heizungsbedarf sinkt
- Biodiversität → Schutz und Erhöhung der Artenvielfalt durch Schaffung neuer Lebensräume und Nahrungsquellen für Flora und Fauna
- Kühlung der Umgebungsluft durch Transpiration der Blätter
- Erhöhung des menschlichen Wohlbefindens durch die positive optische Wirkung von vitalem Grün

Empfohlene Standorte:

- Sonnenexponierte Wände
- In Gebieten, wo Baumpflanzungen nicht möglich sind
- In Straßen, welche als Kaltluftkorridor fungieren



Fotos: Niels Wollschläger / UFZ

# Management grüner Infrastruktur

## 1. Verbesserung der Standortbedingungen

Die städtische Umwelt ist oft ein ungünstiges Umfeld für das Wachstum von Stadtbäumen. Ein hohes Maß an undurchlässigen Oberflächen, geringe Bodenfeuchtigkeit, veränderte Bodeneigenschaften, geringes Wurzelraumvolumen und hohe Schadstoffbelastungen verringern deren Vitalität und Lebensdauer und erhöhen die Anfälligkeit gegenüber Schädlingen.

Maßnahmen:

- Planungsrechtliche Sicherung des Baumbestandes (Satzungen, Vorschriften, etc.)
- Standortgerechte, klimatolerante Gehölzwahl mit breitem Artenspektrum → erhöhte Hitze- und Trockenheitsbeständigkeit; hohe Diversität unter den Gehölzen verstärkt die Resilienz des Gesamtbestandes
- Verbesserungen bei der Substratwahl, Verdichtungsschutz, Vergrößerung der Pflanzgruben, Freihalten der Wurzelkorridore
- Pflegemaßnahmen und grüne Nachbarschaftshilfe (z.B. Baumpatenschaften)



Foto: Pixabay Lizenz

# Management grüner Infrastruktur

## 2. Bewässerungsmanagement

Nur vitale Pflanzen sind in der Lage ihre Ökosystemdienstleistungen aufrecht zu erhalten. Im Zuge des Klimawandels mit länger andauernden Hitze- und Trockenperioden wird es deshalb immer wichtiger urbanes Grün vor Trockenstress zu schützen. Die klimaregulierende Wirkung von Vegetation nimmt unter Wassermangel stark ab, während das Wasseraufnahmepotential von Grünflächen bei Starkregen unter nahezu gesättigten Bedingungen oder bei stark verdichteten Böden ebenfalls sehr gering ausfällt, sodass ein intelligentes Wassermanagement notwendig ist.

- detailliertes Bewässerungsmanagement, das alle trocken gefährdeten Grünflächen und Gehölze erfasst (besonders anfällig sind Straßenbäume und Jungpflanzen) → Priorisierung während Dürreperioden
- Trinkwasserschonende Bewässerungsverfahren (z.B. durch dezentrale Wasserspeicherung von Regenwasser in Rückhaltebecken, Teichen, Zisternen etc. oder Grauwassernutzung)
- Nutzung moderner Bewässerungssysteme (z.B. mobile Tröpfchenbewässerung, Wasserbevorratung durch Baum-Rigolen) → geringerer Wasserverbrauch, geringere Personalkosten
- Miteinbeziehung der Bevölkerung (z.B. Gieß-Initiativen) → Sensibilisierung der Bevölkerung und Unterstützung
- Offene Bewässerung nur zu kühleren Tageszeiten → geringere Verdunstungsverluste
- Bodenfeuchtigkeitsüberwachung: Regelmäßige Kontrolle der Bodenfeuchte zur Optimierung von Bewässerungsintervallen → sensorgestützten Technologien zur bedarfsgerechten Bewässerung



Fotos: Niels Wollschläger / UFZ

# Regenwassermanagement

## 1. Entsiegelung

Flächenversiegelung schneidet den betroffenen Boden vom Ökosystem ab. Damit entfällt neben vielen weiteren wertvollen Funktionen und Leistungen des Bodens auch sein Beitrag zur natürlichen hydrologischen Situation, d. h. Grundwasserneubildung, Aufnahme, Speicherung, Versickerung und Verdunstung von Wasser – mit negativen Auswirkungen für Mensch und Vegetation:

- **Hitzebelastung:** Versiegelte, d. h. nicht verdunstungsaktive Flächen wandeln eintreffende Strahlungsenergie fast vollständig in fühlbare Wärme um. Nur partiell oder komplett entsiegelte Flächen können Wasser aufnehmen und verdunsten. Sie reduzieren die Energie, die für die Aufheizung des Materials zur Verfügung steht um den Energiebetrag, der für die Verdunstung verbraucht wird – die städtische Wärmebelastung sinkt.
- **Starkregen:** Niederschlagswasser kann nicht in den Untergrund versickern und fließt größtenteils oberflächlich ab. Bei Starkniederschlägen kann dies zur Überlastung der kommunalen Entwässerungssysteme und zu Schäden an Gebäuden und Infrastruktur führen.
- **Trockenstress:** Städtisches Grün (v. a. Stadtbäume) wird durch versiegelte Oberflächen von der natürlichen Wasserversorgung durch Niederschläge abgeschnitten sowie bezüglich des Boden-Luft-Austausches behindert.

### ➤ Entsiegelung:

- Rückbau nicht mehr benötigter Versiegelungen im gesamten Stadtgebiet
- konsequente Vermeidung von Neuversiegelung durch Nachnutzung und ggf. Umbau vorhandener Gebäude und Strukturen
- Ausgleich versiegelter Flächen (z. B. durch Mulden, Rigolen und Wasserspeicher)
- Planung von [Notwasserwegen](#) und Anlage von Rückhalteflächen für nicht zu vermeidende Starkregenabflüsse



Fotos: Niels Wollschläger / UFZ

# Regenwassermanagement

## 2. Wasserspeicherung und multifunktionale Flächennutzung

Zur Einrichtung einer trinkwasserschonenden Bewässerung ist es sinnvoll Regenwasser zu Speichern und während Trockenperioden zu nutzen. Ebenfalls können öffentliche Parks und Grünanlagen gezielt geflutet werden, um die kommunale Kanalisation bei Starkregenereignissen zu entlasten und das Überflutungsrisiko für andere Bereiche zu verringern.

- Dezentrale Wasserspeicherung durch unterirdische Speicherbecken, Teiche, Zisternen, Dachbegrünung etc.
- Schaffung von Ausgleichsflächen und Retentionspools
- (wechsel-feuchte) Retentionsgräben entlang von Fußwegen



Grafik: Peter Barczewski / ARTKOLCHOSE

Herausgeber  
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH - UFZ  
Permoserstr. 15 - 04318 Leipzig  
Telefon: 0341/235 -1269  
E-Mail [info@ufz.de](mailto:info@ufz.de) Internet: [www.ufz.de](http://www.ufz.de)

Text- und Bildredaktion  
Niels Wollschläger  
E-Mail: [niels.wollschlaeger@ufz.de](mailto:niels.wollschlaeger@ufz.de)  
Department Stadt- und Umweltsoziologie

Die Arbeit entstand im Rahmen des Projekts KlimaKonform (Koordination TU Dresden), welches vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert wurde (FKZ 01LR2005A)