

Hessisches Landesamt  
für Naturschutz, Umwelt und Geologie  
Fachzentrum Klimawandel und Anpassung

# Städte im Klimawandel

Klimawandel in Hessen

HESSEN



# Impressum

## Reihe: Klimawandel in Hessen

Redaktion: Harald Hoeckner, Dr. Anna-Christine Sander, Dr. Heike Hübener  
Layout: N. Fechner, C. Zarda, H. Hoeckner

Herausgeber, © und Vertrieb:  
Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie  
Fachzentrum Klimawandel und Anpassung  
Rheingaustraße 186, 65203 Wiesbaden

Telefon: 0611 6939-111  
Telefax: 0611 6939-113  
E-Mail: [vertrieb@hlnug.hessen.de](mailto:vertrieb@hlnug.hessen.de)

**[www.hlnug.de](http://www.hlnug.de)**

Das HLNUG auf Twitter:  
**[https://twitter.com/hlnug\\_hessen](https://twitter.com/hlnug_hessen)**

Stand: März 2020

Nachdruck - auch auszugsweise - nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers.

Die Broschüre wurde auf Recyclingpapier gedruckt.

**Titelfoto:** © Katzenfee50, pixabay

# Vorwort



*Prof. Dr. Thomas Schmid  
Präsident des  
Hessischen Landesamtes  
für Naturschutz, Umwelt und  
Geologie*

Weltweit ziehen immer mehr Menschen in Städte. Auch in Hessen gibt es diesen Trend: Die Ballungsgebiete wachsen, während in ländlichen Gebieten immer weniger Menschen wohnen. Schon heute lebt in Hessen rund 76 Prozent der Bevölkerung in Städten. Städte bieten zum einen Chancen für eine klimafreundliche Lebensweise, gleichzeitig sind sie aber auch besonders betroffen von den Folgen des Klimawandels: In Innenstädten wird es im Sommer besonders heiß, Starkregen kann durch Überflutungen zu gefährlichen Situationen führen und Sturmereignisse können Baugerüste zum Einstürzen bringen oder Dächer abdecken.

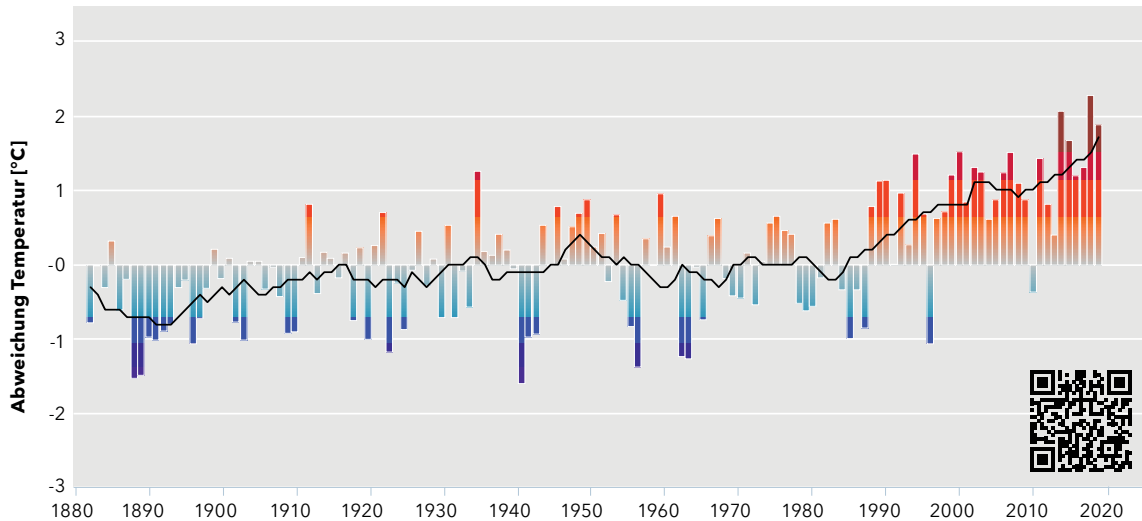
An all diese Auswirkungen des Klimawandels auf die Lebens- und Arbeitsbedingungen in der Stadt können und müssen wir uns anpassen. Viele hessische Städte haben diese Herausforderung erkannt und arbeiten bereits aktiv daran. So kann es gelingen, die negativen Folgen des Klimawandels zu vermeiden oder zu minimieren und die Stadt als lebenswerten Ort zu erhalten.

In dieser Broschüre beleuchten wir für Sie die Hintergründe und Folgen des Klimawandels in Städten und geben einen Ausblick, wie Anpassungsmaßnahmen aussehen können.

# Es wird wärmer ...

Seit Mitte der 1980er Jahre ist in Hessen ein deutlicher Anstieg der mittleren Jahrestemperaturen nachweisbar. Das Jahr 2018 war das wärmste Jahr seit Beginn der Aufzeichnungen. Es liegt an der Spitze der 11 wärmsten Jahre in der Geschichte. Zehn davon wurden in den letzten 25 Jahren verzeichnet. Die folgende Grafik

zeigt die Abweichung der Durchschnittstemperatur des jeweiligen Jahres zum Mittelwert der Jahre 1901-2000 (= rund 8,3 °C). Das Jahr 2018 war mit einer Mitteltemperatur von 10,5 °C rund 2,3 °C wärmer als der Mittelwert.



Abweichung der Jahresdurchschnittstemperatur vom Mittelwert des 20. Jahrhunderts in Hessen für 1881-2019 in °C. Farbige Balken: mittlere Jahrestemperatur; schwarze Linie: 11-jährig gleitender Mittelwert

Portale des HLNUG für Witterungs- und Klimadaten:  
<https://www.hlnug.de/?id=12098>





*Fehlen Rollläden oder Markisen als außen liegender Sonnenschutz, ist in heißen Zeiten Kreativität gefragt*

*© Q. Kampschroer, pixabay*

## ... und die Städte kommen ins Schwitzen

Besonders Städte sind von der Erwärmung betroffen. Anhaltende Hitzephasen führen dazu, dass die Stadt sich tagsüber weiter aufheizt und nachts nicht mehr ausreichend abkühlt. Gerade die dunklen Oberflächen von Gebäuden, Straßen, Gehwegen und Plätzen erwärmen sich wegen ihrer niedrigen Albedo stark und können die Wärme anhaltend speichern. In den Innenstädten wird dieser Effekt noch verstärkt durch (u. a.) Verkehr oder durch die Abwärme von Klimaanlageanlagen.

In den heißen Monaten des Sommers kann dieses Zusammenspiel eine große Belastung

für Städte und ihre Bewohner bedeuten. Insbesondere ältere Menschen, chronisch Kranke, Säuglinge und Kleinkinder sowie Personen, die im Freien arbeiten, sind durch die hohen Temperaturen gefährdet. Aber auch Menschen, die in Produktionsräumen oder Büros arbeiten, können durch hohe Temperaturen stark betroffen sein.

Die negativen Auswirkungen der schon vorhandenen Umweltbelastungen in der Stadt, wie beispielsweise durch Allergene oder Ozon, werden durch die steigenden Temperaturen noch verstärkt.



Das Maß der Reflexion von Strahlung nennt man Albedo. Eine Albedo von z. B. 0,9 bedeutet, dass die untersuchte Oberfläche 90% der einfallenden Sonnenstrahlung reflektiert. Dunkle Oberflächen wie frischer Asphalt haben beispielsweise eine Albedo von 0,15. Es werden also nur 15% der Strahlung reflektiert. Der Rest wird in Wärme umgewandelt.



*Offene Wasserflächen in den Innenstädten fördern durch Verdunstung lokale Abkühlung.  
Insbesondere Brunnen und Wasserspiele können hierbei attraktive Orte schaffen. © M. Putre*

# Städte sind Wärmeinseln

Die Wärmebelastung in Städten ist nicht gleichmäßig verteilt, sondern hängt stark von der Bebauung ab: In Gebieten mit lockerer Bebauung kommen merklich weniger heiße Tage (Tage, an denen die Temperatur auf über 30 °C steigt) vor als in Gebieten mit dichter Bebauung.

Am Beispiel der Städte Mainz und Wiesbaden wurde herausgefunden, dass im Umland heutzutage (Betrachtungszeitraum 1971–2000) typischerweise 6 bis 12 heiße Tage auftreten, in den Innenstädten aber 16 bis 23.



Gebäude bieten besonders viel Fläche um Strahlungswärme aufzunehmen. Sie nehmen nicht nur die direkte Sonnenstrahlung als Wärme auf, sondern auch die reflektierte Sonnenstrahlung sowie Wärmestrahlung von umliegenden Straßen oder Gebäuden.

In den Innenstädten können also bis zu doppelt so viele heiße Tage auftreten wie im Umland. Der Temperaturunterschied kann dabei bis zu 6 °C betragen.

Den Effekt der Städte auf die Temperatur nennt man „Wärmeiseleffekt“.

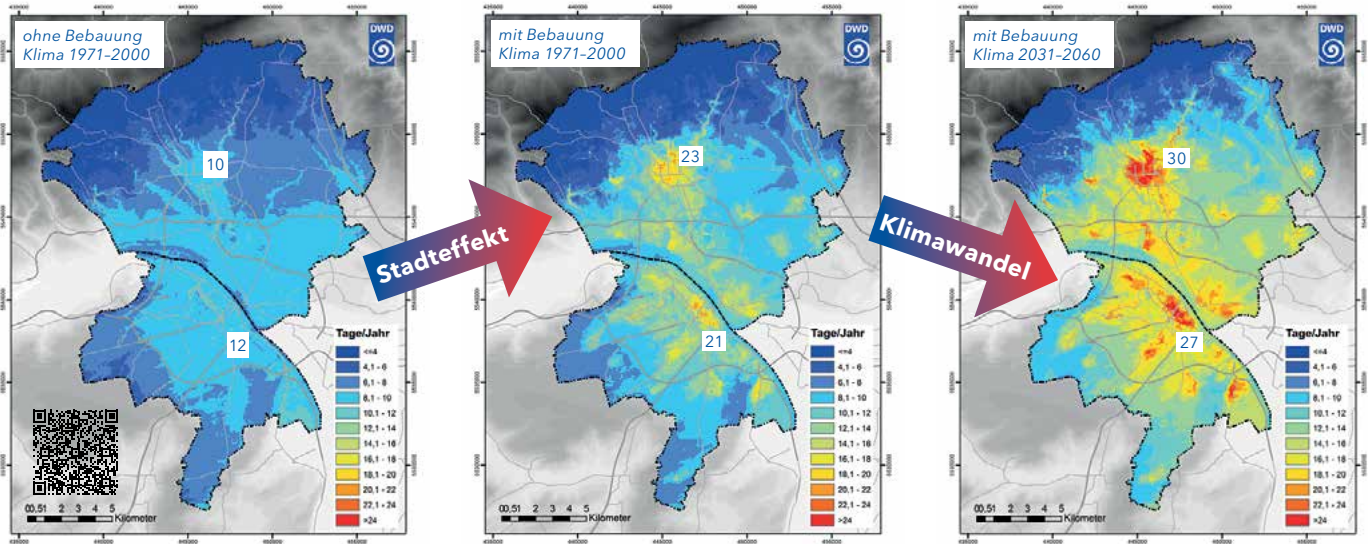
Die folgenden Abbildungen zeigen die Stadtgrenzen von Wiesbaden im Norden und Mainz im Süden. Dargestellt wird die durchschnittliche Anzahl der heißen Tage pro Jahr.



Die linke Grafik zeigt, wie das Gebiet ohne die Städte und ihre Bebauung unter dem heutigen Klima (Betrachtungszeitraum 1971–2000) aussehen würde. Dort, wo heute die Innenstädte von Wiesbaden und Mainz zu finden sind, würden nur durchschnittlich 10 und 12 heiße Tage im Jahr auftreten. Die mittlere Grafik veranschaulicht die Gegenwart mit aktueller Bebauung. Dadurch steigt die Anzahl der heißen Tage auf 23 und 21. Die rechte Grafik verdeutlicht nun die

Wirkung des Klimawandels: Steigen die Treibhausgasemissionen weiter wie bisher, steigt auch die Anzahl der heißen Tage in Wiesbaden und Mainz auf durchschnittlich 30 und 27 Tage im Jahr (im Zeitraum 2031–2060).

Verdichtete Stadtgebiete, wie zum Beispiel die Innenstädte von Wiesbaden und Mainz, sind durch die hohe Anzahl heißer Tage deutlich als Wärmeinseln zu erkennen.



Durchschnittliche Anzahl heißer Tage pro Jahr in Mainz und Wiesbaden. Die angegebenen Zahlen zeigen die größten Werte im Gebiet. © DWD

# Der Regen wird stärker

In Zukunft müssen wir in Hessen mit trockeneren Sommern und feuchteren Wintern rechnen. Im Sommer steigt jedoch trotzdem die Gefahr für besonders starke Niederschlagsereignisse, die in kurzer Zeit eine große Menge Regen bringen.

Starkregen entsteht besonders an heißen Tagen, wenn die Luft relativ feucht ist. Er fällt aus den typischen Schauer- oder Gewitterwolken, dauert oft nur wenige Minuten und bringt dabei aber große Regenmengen, oft auch Hagel.

Nicht jeder Starkregen führt zu Schäden, wenn das Wasser abfließen kann oder im Boden versickert. Starkniederschlag, der über einem Wald niedergeht, kann zu einem großen Teil im Boden versickern. Fällt derselbe Regen auf einen Acker, so kann er Pflanzen, Saatgut oder Boden abschwemmen.





© U. Mai, pixabay



*In Hofheim am Taunus steht Wasser in den Straßen der Innenstadt (links) und sucht sich oberflächlich seinen Weg (rechts) nach einem Starkregen im Jahr 2016*

© Maik Reuß

*In Liebenau muss die Straße nach einem Hagelereignis im Jahr 2016 von Hagelkörnern, Wasser und Schlamm befreit werden © Hessennews TV*

# Starkregen in der Stadt

Liegt eine Stadt an einem Fluss oder einem anderen Gewässer, so ist Hochwasser eine Gefahr. Hochwasser kann auch dann auftreten, wenn es vor Ort gar nicht regnet. Viel Regen oder Schneeschmelze im Oberlauf des Flusses können weiter flussabwärts Hochwasser verursachen.

Starkregen kann aber auch abseits von Gewässern zu lokalen Überschwemmungen führen: Wenn aufgrund von versiegelten Flächen der Regen nicht versickern kann, ist oft auch die Kanalisation den Wassermengen nicht gewachsen. Es kann zu sogenannten urbanen Sturzfluten kommen.

Ist die Kanalisation überlastet, fließt das Wasser auf Straßen und anderen Pfaden weiter. Im Idealfall gelangt das Wasser in einen Fluss oder in unversiegelte Mulden. Häufig kommt

es jedoch zu Überflutungen von Kellern, Tiefgaragen, S- und U-Bahnschächten oder ähnlichen Einrichtungen. Dadurch steigt die Gefahr von auslaufendem Heizöl, Kurzschlüssen oder Stromschlägen.

Besonders sensible Infrastrukturen in den Städten, wie Krankenhäuser und Pflegeeinrichtungen, können ebenfalls betroffen sein, insbesondere wenn dort wichtige medizinische Einrichtungen in den Kellergeschossen untergebracht sind.

Wird der Verkehr durch überflutete Straßen gestört, kann die Versorgung der Stadt nicht mehr gewährleistet werden. In Folge kann es zu Störungen bei Notfall- oder Rettungseinsätzen, logistischen Abläufen, den öffentlichen Verkehrsmitteln und weiteren wichtigen Dienstleistungen kommen.



*Bei einem Starkregenereignis in Wiesbaden spritzt das Wasser aus einem Kanaldeckel, weil die Kanalisation schon übervoll ist*

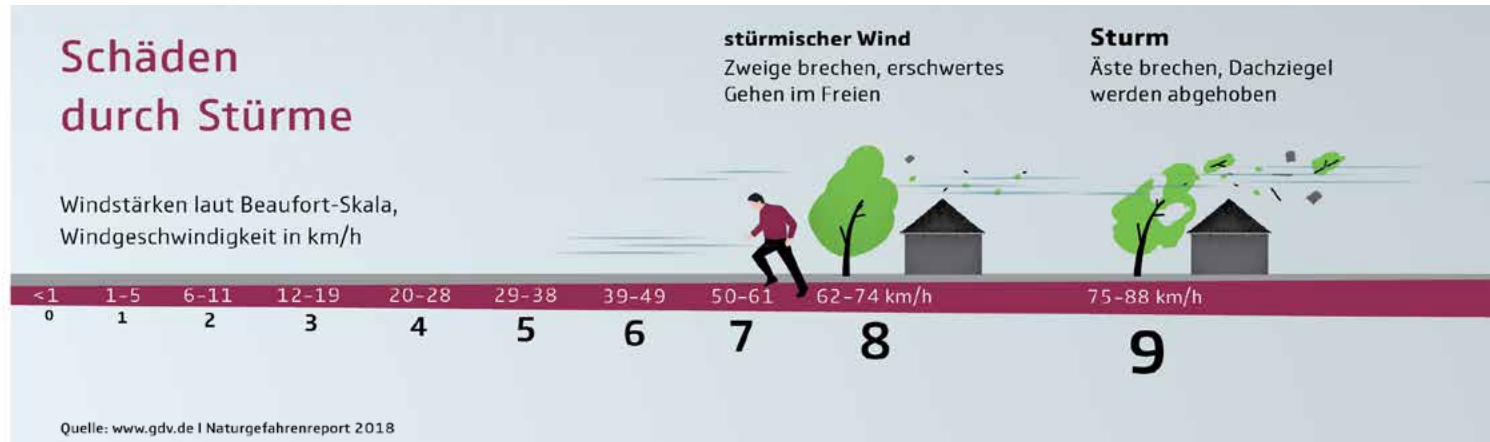
© A.Hoy, HLNUG

# Wind kommt auf

Eine Änderung der Häufigkeit und Intensität von Stürmen durch den Klimawandel kann bisher wissenschaftlich noch nicht bestätigt werden. Rein physikalisch ist es aber wahrscheinlich, dass bei zunehmender Klimaerwärmung die Stärke von Sturmereignissen in den warmen Monaten zunimmt. Der genaue Zusammenhang zwischen Klimawandel und Stürmen wird zur Zeit erforscht, aber klar ist, dass wärmere Luft

mehr Energie aufnimmt und diese in irgendeiner Form auch wieder abgeben muss.

Von Stürmen (Sturm, schwerer Sturm, orkanartiger Sturm) sprechen wir im Allgemeinen bei Windstärken von 74 bis 117 km/h, ab 118 km/h wird von Orkan gesprochen. Die unten stehende Abbildung zeigt die Einstufung von Stürmen nach Windgeschwindigkeit.



Einige Orkane der Jahre 2017 und 2018 sind beispielhaft aufgeführt.

Schwere Stürmen haben in Städten immer großes Schadenspotenzial. Dächer können abgedeckt, Bäume entwurzelt werden und Gegenstände herumfliegen. Besonders Baustellen sollten gut gesichert sein, damit weder Materialien davongeweht werden noch Gerüste umfallen können.

Wald- und Stadtbäume - unverzichtbar für ein gutes Stadtklima - laufen zunehmend Gefahr, durch Stürme



© J. Mallander, pixabay

Schaden zu nehmen oder gar zu entwurzeln, denn sie werden durch anhaltend trockene Sommer besonders geschwächt.



# Eine Stadt passt sich an

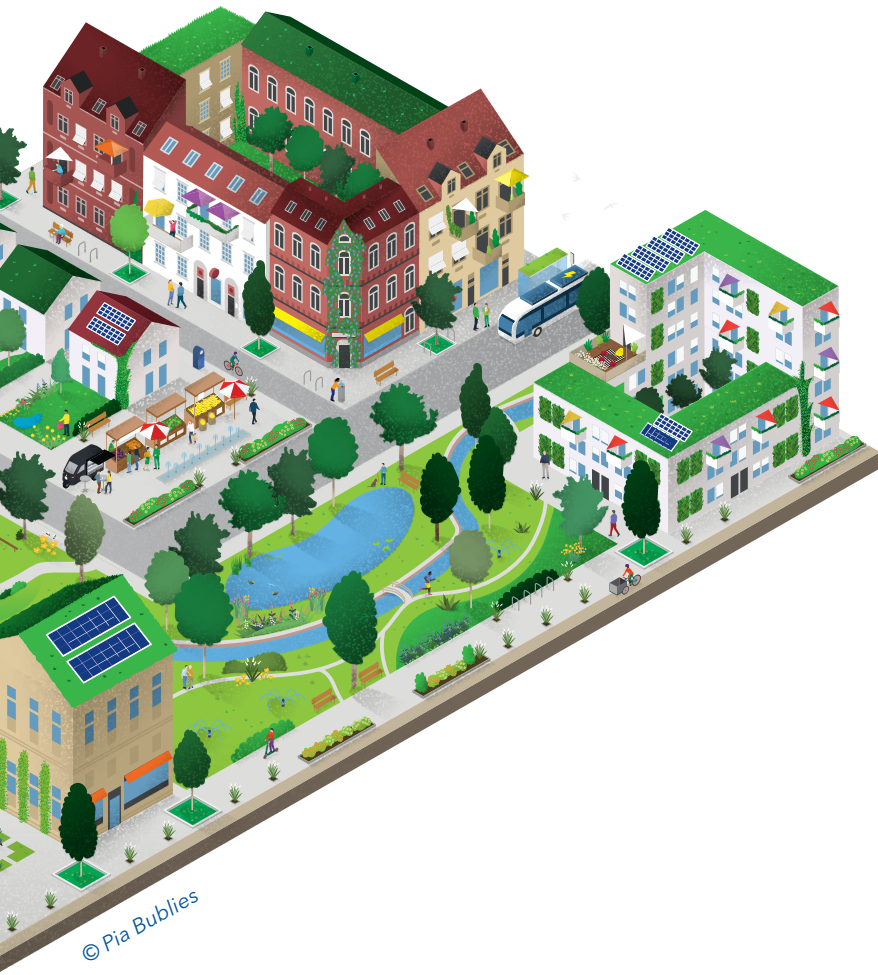
Der Klimawandel findet bereits statt. Schon jetzt hat sich das Klima verändert. Und es wird sich zukünftig noch weiter verändern, denn die Folgen der steigenden Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre sind erst verzögert spür- und messbar. Das heißt, auch wenn wir es schaffen, durch engagierten Klimaschutz den Klimawandel zu begrenzen, müssen wir uns trotzdem an veränderte Bedingungen anpassen.

Um die Lebensqualität unserer Städte zu erhalten, müssen Anpassungsmaßnahmen lokal erfolgen. Sowohl öffentliche Gebäude, Straßen, Grünanlagen und Plätze, als auch unser Zuhause können jetzt schon angepasst werden. Stadt- und Umweltplanung stellen die notwendigen Weichen für eine klimangepasste Zukunft.

Klar ist: Die Vorsorge, die wir heute treffen, entscheidet über unsere heutige Lebensqualität wie auch die der zukünftigen Generationen.







© Pia Bubltes

In der Stadt sind Wasser, Bäume und anderen Pflanzen, die durch Verdunstungskälte ihre Umgebung kühlen, dafür wichtige Elemente. Demnach hilft ein hoher Anteil an Wasser und Grünflächen in Städten, die Temperaturen zu senken. Sie wirken als natürliche Klimaanlage der Städte.

Regenwasser kann durch begrünte Dächer und entsiegelte Böden zurückgehalten oder durch Pflanzen aufgenommen werden. Bei großen Mengen an Regenwasser kann dadurch der Anteil des Wassers verringert werden, der ansonsten oberirdisch abfließt und unsere Kanäle überlastet.

Auch Gebäude können durch die Auswahl der Baustoffe sowie durch die Wahl des Standortes und durch die Ausrichtung des Gebäudes gegen Extremwetterereignisse geschützt und an zunehmende sommerliche Hitze angepasst werden.

# Grün und Blau sind die Farben der Zukunft

Stadtbäume, Parks, grüne Dächer und Fassaden und alle anderen Begrünungsformen machen unsere Städte lebenswert. Sie spenden Schatten und bringen Farbe und ein Stück Natur in unsere Städte. Vor allem können sie aber durch ihren natürlichen Kühleffekt die zunehmende Hitzebelastung für Mensch und Stadt etwas mildern.

Allerdings leiden auch unsere Stadtbäume und Grünflächen unter der zunehmenden Hitze-

belastung und andauernden Trockenheit. Stadtbäume mit geringer Widerstandsfähigkeit gegen diese Belastung können dabei schnell in Stresssituationen kommen, ihre Leistungsfähigkeit verlieren und schlussendlich absterben.

Deutschlandweit wird bereits untersucht, welche Bäume zukünftig in Städten gepflanzt werden können und dem Klimawandel trotzen. Hierbei werden neben heimischen auch Baumarten

Jegliche Begrünungen in der Stadt und auch Wasserflächen wie Teiche und Brunnen werden grüne Infrastrukturen genannt. Sie erfüllen wichtige Funktionen in unseren Städten. Einerseits kühlen sie in heißen Perioden und andererseits sind sie effektive Wasserspeicher und Retentionsflächen, die Starkregen aufnehmen können. Dadurch helfen sie, das städtische Klima angenehm zu halten und die Gefahr einer Überschwemmung zu minimieren.



© *elexneize / Adobe Stock*

aus anderen Klimaregionen auf ihre zukünftige Einsatzbarkeit getestet. Wichtig ist aber auch, dass Pflanzen ausreichend gewässert werden können. Zum Beispiel kann anfallendes Brauchwasser und Regenwasser recycelt und für die Bewässerung des städtischen Grüns verwendet werden.

Parks mit großen Wiesen- und Grünflächen kühlen vor allem nachts schnell ab und produzieren kalte Luft, die in die angrenzenden Stadtviertel fließt. Tagsüber bieten Parks wichtige Orte des Aufenthaltes und der Abkühlung.



© Stadt Portland

Auch begrünte Gebäude, also Dach- und Fassadenbegrünung, können die Auswirkungen des Klimawandels abmildern. Gebäudebegrünung verhindert, dass Sonneneinstrahlung direkt auf das Gebäude trifft. Damit erhitzt sich das Gebäude nicht so stark. Zusätzlich kühlen die Pflanzen ihre Umgebung. In Zukunft wird zwar der winterliche Wärmeschutz immer noch eine Rolle spielen, aber zunehmend auch der sommerliche Wärmeschutz.



© C. Zarda, HLNUG

Auch bei Starkregen kann Gebäudebegrünung hilfreich sein. Dachbegrünung nimmt einen Teil des Wassers auf und verzögert den Ablauf des Wassers in die Kanalisation. In Städten gilt es besonders, das Wasser schnellstmöglich zu versickern oder zurückzuhalten, damit die Kanalisation nicht überfordert wird. Dabei kann schon eine Verzögerung des Wasserabflusses um 15 Minuten zu einer Entschärfung der Überflutungsgefahr beitragen.

Sickermulden wie im Foto rechts, entsiegelte Verkehrsflächen oder begrünte Hausdächer können dazu beitragen, die Situation zu entspannen. Im Fall einer Überflutung kann, wo möglich, durch bauliche Veränderungen das Wasser auch in Parks und auf größere Grünflächen geleitet werden und dort versickern.

Auch Spielplätze, Parks oder Quartiersplätze können so gestaltet werden, dass sie in erster Linie zwar den Anwohnern als Aufenthaltsort zur Verfügung stehen, bei Starkregen aber Wasser aufnehmen können.

Hierbei lautet die Devise: Synergien schaffen!



# Mehr als Anpassung

Städte werden vielfältig genutzt und müssen daher eine Vielzahl an Interessen und Bedürfnissen berücksichtigen. Sowohl der Klimaschutz als auch die Anpassung an den Klimawandel tragen dazu bei, Städte nachhaltig zu gestalten und somit ein Gleichgewicht zwischen sozialen, ökologischen und wirtschaftlichen Interessen zu erreichen.

Gekannt umgesetzt erfüllen Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel mehrere Funktionen gleichzeitig. Die Schaffung von offenen Wasserflächen in der Innenstadt durch die Öffnung von verrohrten Bächen fördert zum Beispiel:

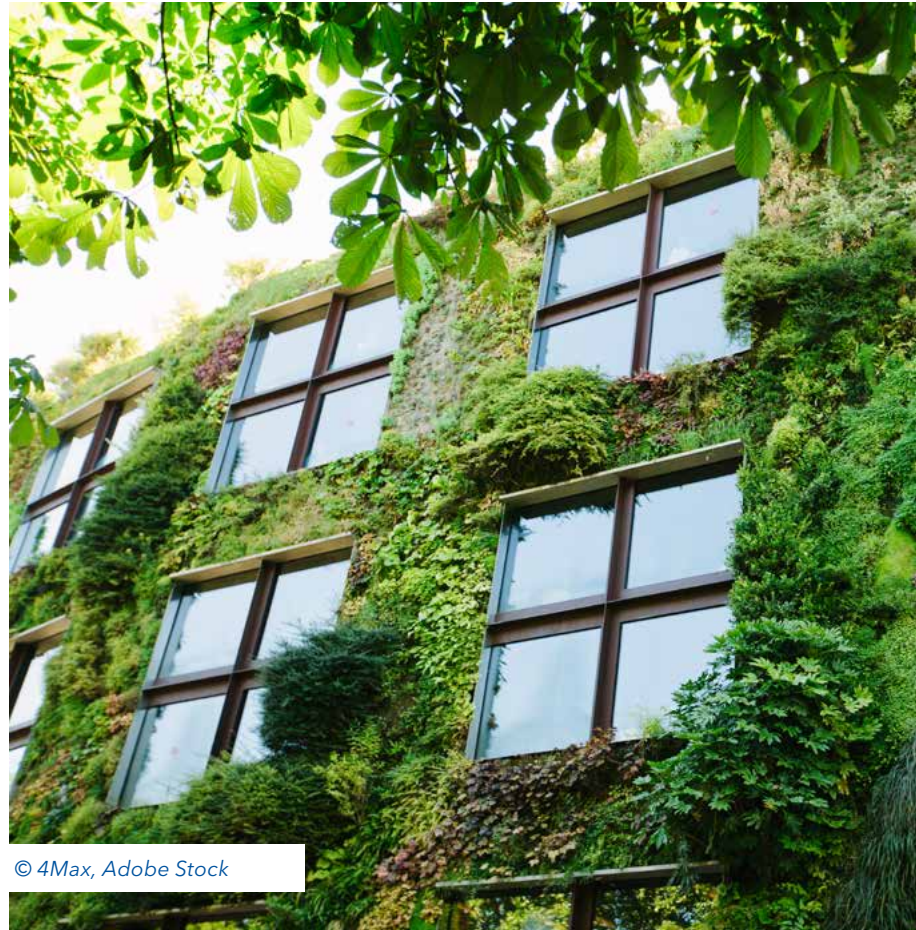
- die lokale Abkühlung
- die Wasserqualität und
- die Biodiversität in der Stadt.

Außerdem führen mehr Grünstrukturen in den Innenstädten zu einer besseren Aufenthaltsqualität für die Menschen.



# Fazit

Der Klimawandel ist in den Städten auf vielfältige Weise bereits heute spürbar: In den Städten wird es heiß und nachts kühlt es nicht ausreichend ab. Bei Starkregenereignissen fällt in kürzester Zeit so viel Wasser, dass Straßen und Plätze sowie Tiefgaragen, Keller und S- und U-Bahnschächte überflutet werden, weil das Wasser auf der asphaltierten Fläche nicht in den Boden versickern kann. Wir müssen uns also an die Folgen des Klimawandels anpassen. Dafür gibt es eine Vielzahl von Möglichkeiten! Allen gemeinsam ist es, dass die Stadt so gestaltet wird, dass extreme Wetterereignisse wenig Schaden anrichten. Dies gilt sowohl für den Schutz vor zu viel Sonne als auch vor Regen und Sturm. Neben langfristigen Maßnahmen müssen jetzt auch kurzfristige Maßnahmen umgesetzt werden, um die Lebens-, Arbeits- und Wohnqualität unserer Städte erhalten zu können.



© 4Max, Adobe Stock

In der Reihe Klimawandel in Hessen sind bisher folgende Infobroschüren erschienen:

- Beobachteter Klimawandel
- Klimawandel in der Zukunft
- Extreme Wetterereignisse in Hessen
- Klimawandel und Wasser
- Folgen des Klimawandels für die menschliche Gesundheit
- Land- und Forstwirtschaft im Klimawandel
- Auswirkungen des Klimawandels beobachten – Klimafolgenmonitoring
- Wusstest Du schon ...? Das Klima ändert sich!
- Die hessischen Böden im Klimawandel



Alle Publikationen stehen unter folgendem Link zum Download bereit:  
<https://www.hlnug.de/?id=10062>

Durch praxisnahe Projekte entwickelt das Fachzentrum Klimawandel und Anpassung Grundlagen und Methoden, die Kommunen bei der Anpassung an den Klimawandel unterstützen. Die Themen Stadtklima und Starkregen werden zum Beispiel in vier Schwerpunktbroschüren vertieft beleuchtet.





Hessisches Landesamt für  
Naturschutz, Umwelt und Geologie  
Für eine lebenswerte Zukunft



Das HLNUG auf Twitter:  
[https://twitter.com/hlnug\\_hessen](https://twitter.com/hlnug_hessen)