

Resilienzstärkung urbaner Quartiere

Reduzierte Hitzebelastung durch Integration des Wassersektors

Bestandsquartiere, Innenstadt, Wärmeinsel, blau-grüne Infrastrukturen, KlimaWohL, TransMiT

Elisabeth Czorny, Dirk Schmidt, Kristina Elsner, Maike Beier

Urbane Quartiere sind für sommerliche Hitzeperioden besonders anfällig. Darin unterscheiden sie sich erheblich von Quartieren in Stadtrandlage und unbebauten Gebieten. In Innenstädten bilden Wasserflächen und Stadtwälder – sofern vorhanden – erhebliche Kühlpotentiale. Ebenso senken künstlich angelegte dezentrale blau-grüne Infrastrukturen die Umgebungstemperatur ab. Im Folgenden werden Ergebnisse und Ansätze aus drei Forschungsprojekten in Hannover vorgestellt. Dabei liegt der Fokus auf den Synergien, die sich aus einer Integration des Wassersektors in die Stadtplanung ergeben.

Urbane Quartiere sind aufgrund ihrer kompakten und hoch verdichteten Bauweise mit häufig glatten, dunklen Oberflächen besonders anfällig für eine Überwärmung während sommerlicher Hitzeperioden. Natürliche Wasserflächen und Wälder stellen dagegen erhebliche Kühlpotentiale dar – in ihrer Nähe sinkt die Umgebungstemperatur um mehrere Grad ab. Ebenso wirken sich künstlich angelegte zentrale und dezentrale blau-grüne Infrastrukturen positiv auf die Umgebungstemperatur aus [1–3]. Eine Integration des Wassersektors bei der Stadtplanung kann somit zur Resilienzstärkung urbaner Quartiere in sommerlichen Hitzeperioden beitragen. Hier setzen die Projekte KlimaWohL und TransMiT an: Während KlimaWohL (BMU, FKZ: 67DAS087, 03/2016-05/2019) klimaangepasstes Bauen modellhaft erprobt hat, legt TransMiT (BMBF, FKZ: 033W105, 04/2019-03/2022) den Fokus auf integrale Planung und (siedlungs-)wasserwirtschaftliche Fragestellungen.

Auswirkungen von städtischer Bebauung und Klimawandel auf das Stadtklima

Durch anthropogene Bautätigkeiten und damit einhergehende Versiegelung von Flächen werden in urbanen Quartieren die Boden- und Oberflächeneigenschaften, der Wasserhaushalt und die Luftzusammensetzung nachhaltig verändert. Das typische Stadtklima wird beeinflusst durch den Versiegelungsgrad und Vegetationsanteil, die Baustruktur (Höhe, Dichte, Form und Anordnung der Gebäude), die Wärmespeicherkapazität und Wärmeleitfähigkeit der künstlichen Oberflächen sowie durch Luftschadstoffe und Abwärme [4]. Je größer eine Stadt, umso intensiver ist die Ausbildung einer urbanen

Wärmeinsel und damit die Temperaturdifferenz zum unbebauten Umland. Diese ist in Sommernächten besonders stark ausgeprägt und beträgt in Hannover bis zu acht Grad Celsius [5]. Am stärksten ist das Stadtklima während sogenannter autochthoner Wetterlagen ausgebildet, also bei windschwachen Hochdruckwetterlagen mit Dominanz der lokalen Einflüsse. Diese Wetterlagen können sich in Niedersachsen durchschnittlich an 15 bis 25 Prozent der Tage im Jahr einstellen [6].

Die negativen Auswirkungen der dichten städtischen Bebauung werden mit fortschreitendem Klimawandel noch häufiger und extremer auftreten. Das IPCC prognostizierte bereits im Jahr 2007

1. eine erhöhte Wärmebelastung (Hitzewellen, erheblicher Anstieg der Zahl der heißen Tage und Tropennächte)
2. Änderung der Niederschlagsverteilung sowie
3. eine Zunahme sommerlicher Trockenwetterperioden [7].

Die prognostizierten Änderungen sind aus der Perspektive von heute bereits deutlich sichtbar (**Bild 1**): So zeigt der Rückblick auf die an der Messstation des DWD in Hannover-Langenhagen gemessenen Temperaturen, dass es von 2010–2019 allein fünf Jahre mit mindestens 10 Hitzetagen (Höchsttemperatur $\geq 30^\circ\text{C}$) gegeben hat, während in den 30 Jahren davor (1981–2010) der Mittelwert lediglich 6,3 Tage pro Jahr beträgt und in nur sieben Jahren 10 oder mehr Hitzetage auftraten [8].

Im Rahmen eines laufenden Kooperationsprojektes mit dem Deutschen Wetterdienst (DWD) wurden ergänzend zur amtlichen DWD-Messstation drei weitere temporäre Messstationen in Hannover zur Erfassung des Wärmeinseleffekts eingerichtet,

wobei gezielt der Innenstadtbereich im Vergleich zur Stadtrandlage erfasst wird. Die Auswertung der Messergebnisse für die Jahre 2018 und 2019 zeigt, dass bei der amtlichen Wetterstation in Langenhagen, die sich außerhalb des hannoverschen Stadtgebiets befindet, 22 bzw. 19 heiße Tage¹ registriert wurden. An der Innenstadtstation waren es mit 27 bzw. 22 erheblich mehr heiße Tage. Dieser Unterschied zwischen außerstädtischen und innerstädtischen Gebieten zeigt sich noch deutlicher bei dem Vergleich der Häufigkeit von Tropennächten². In den Sommern 2018 und 2019 wurden in Langenhagen 4 (2018) bzw. 3 (2019) Tropennächte registriert, an der Innenstadtstation waren es dagegen mit 9 (2018) bzw. 8 (2019) mehr als doppelt so viele.

Um die große räumliche Variabilität der Lufttemperatur innerhalb städtischer Strukturen besser erfassen zu können, wurden vom DWD in den Sommern 2018 und 2019 während einer Hitzephase ergänzend zu den festen Messstationen mobile Messungen mit einem Messfahrzeug durchgeführt. **Bild 2** zeigt deutlich die Kühleffekte des hannoverschen Stadtwalds (Eilenriede) und der Leineau in

1 An einem heißen Tag beträgt das Maximum der Lufttemperatur definitionsgemäß 30 °C oder mehr [9].

2 In Tropennächten sinkt das Minimum der Lufttemperatur definitionsgemäß nicht unter 20 °C [9].

Verbindung mit dem Maschsee. In den dicht bebauten Stadtgebieten kommt es zu einer deutlichen Aufheizung. In der Fachkarte Klimaanpassung (vgl. **Bild 3**), die die Landeshauptstadt Hannover 2012 im Rahmen ihrer Anpassungsstrategie an den Klimawandel entwickelt hat, werden diese Effekte aufgegriffen und kritische Innenstadtbereiche ausgewiesen [vgl. 10].

Wirkweise blau-grüner Infrastrukturen zur Abminderung des Wärmeinseleffekts

In hochverdichteten Bereichen, in denen keine großen, zentralen Wasserflächen oder Stadtwälder mit ihren Kühleffekten zur Verfügung stehen, kann durch die Implementierung dezentraler blau-grüner Infrastrukturelemente eine Abminderung des Wärmeinseleffekts erreicht werden.

Blau-grüne Infrastrukturen, wie beispielsweise Gründächer, begrünte Fassaden und Versickerungsmulden, wurden in der Siedlungswasserwirtschaft mit der Zielstellung der Oberflächenabflussreduktion entwickelt. Gleichzeitig fördern sie – je nach Art der blau-grünen Infrastruktur – die Grundwasserneubildung, die lokale Verdunstung oder beides. Sie können somit neben der Verbesserung des urbanen Wasserhaushaltes dazu beitragen, die innerstädtische Aufheizung durch die Erzeugung von

Bild 1: Durchschnittstemperaturen in Hannover-Langenhagen pro Jahr sowie im Sommer (Juni, Juli, August). Jährliche Anzahl der heißen Tage ($T \geq 30$ °C). Zeitraum: Jan. 1951 – Okt. 2019. [8, S. 13]

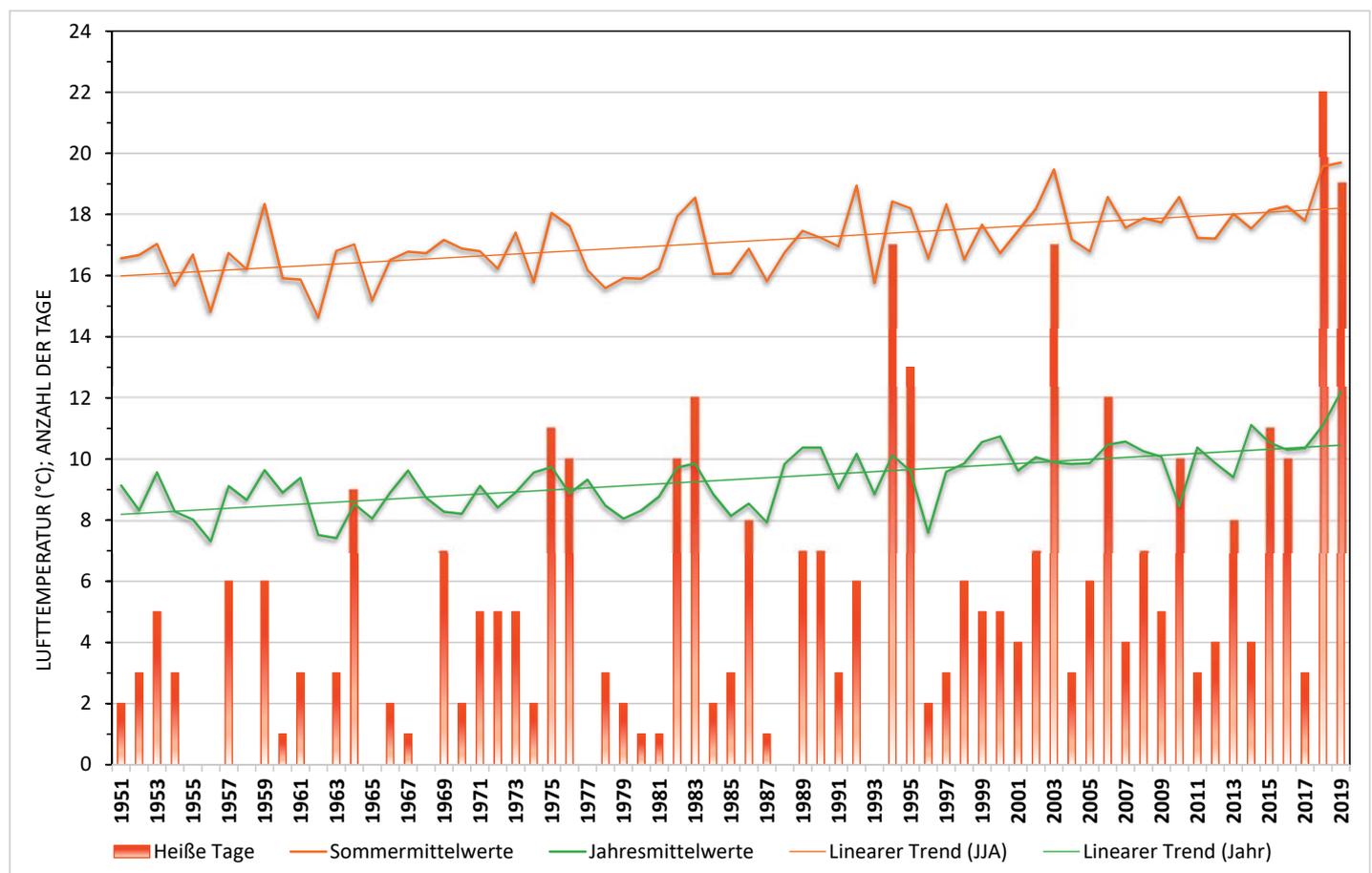
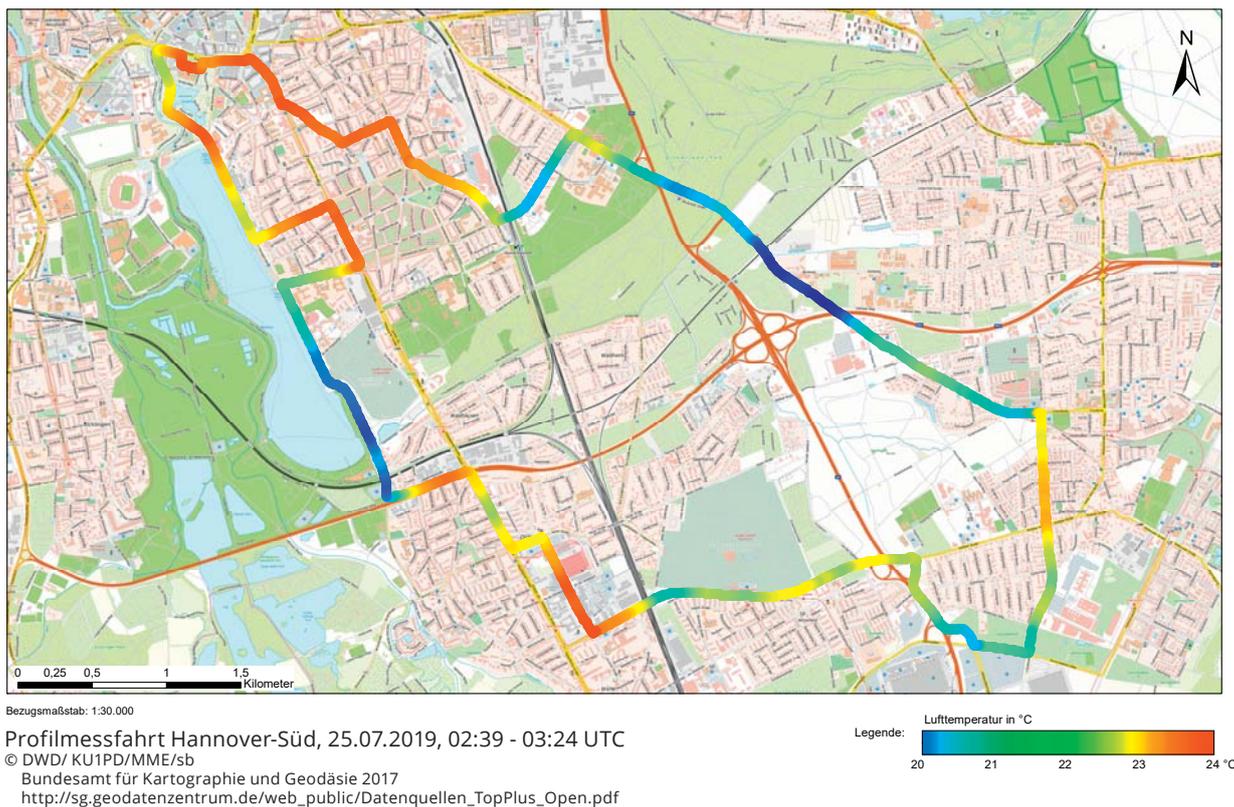


Bild 2:
Lufttemperatur-
messungen am
27.07.2019
frühmorgens.
[8, S. 36]



Verdunstungskälte und nächtliche Kaltluftproduktion abzumindern [1 – 3]. Während die Verdunstungskühlung freier Wasseroberflächen oder des von Pflanzen aufgenommenen Wassers direkt lokal Abhilfe schafft, führt eine stärkere Grundwasserneubildung zu einer verbesserten Wasserverfügbarkeit in den bodennahen Grundwasserschichten, wovon beispielsweise Stadtbäume profitieren. Weiterhin können Dach- und Fassadenbegrünungen Wärmebelastung innerhalb und außerhalb von Gebäuden senken und Straßenbäume neben der Verdunstungskühlung mittels Schattenwurf zu einer weiteren Abminderung des Hitzestresses beitragen [3].

Eine systematische Modellierung des positiven Einflusses blau-grüner Infrastrukturen anhand des Indikators UTCI³ ergab, dass künstliche Wasserflächen und Baumrigolen den höchsten positiven Effekt erzielen. Weiterhin beeinflussen Maßnahmen zur Gebäudebegrünung, teilversiegelte Oberflächen und Versickerungselemente, wie beispielsweise Mulden und Mulden-Rigolen-Systeme, den UTCI moderat positiv [2]. Der Einfluss der blau-grünen Infrastrukturen auf das Mikroklima nimmt dabei mit zunehmender Distanz von der blau-grünen Infrastruktur ab [11]. Eine modellhafte Studie für eine idealisierte Stadt zeigt weiterhin, dass viele kleinere Umsetzungen Hitzestress auf Quartiersebene bes-

ser abmindern als einzelne große Elemente [zitiert nach 13]. Zusammenfassend kann man feststellen, dass sich mit der Implementierung blau-grüner Infrastrukturen in innerstädtischen Bestandsquartieren erhebliche Synergien für die dezentrale Regenwasserbewirtschaftung und die Reduktion der Hitzebelastung ergeben.

Anpassungsstrategien der Stadt Hannover

Die 2012 infolge der prognostizierten Klimaveränderungen für Hannover erarbeitete Anpassungsstrategie an den Klimawandel [vgl. 10], wurde anfangs von mancher Seite noch als überzogene „Panikmache“ eingestuft. Dass die Prognosen bereits bis heute eingetroffen sein würden, hatte indes kaum jemand erwartet.

Zentrales Element der Anpassungsstrategie ist die Fachkarte Klimaanpassung (vgl. Bild 3). Ziel der Fachkarte ist es, eine klimaangepasste Stadtentwicklung zu unterstützen. Sie soll als Entscheidungsunterstützungstool die Grundlage für alle klimarelevanten Planungen bilden und wurde deshalb im Maßstab des Flächennutzungsplans erstellt. Wie oben gezeigt wurde, ist die Vernetzung der verschiedenen Faktoren im innerstädtischen Bereich sektorübergreifend, sodass die Aspekte des Klimawandels den verantwortlichen Bereichen bereits im Vorfeld von Planungen, etwa städtebaulicher Entwicklungsplanung oder Bauleitplanung zur Kenntnis gegeben und in die Planungen integriert werden müssen.

³ Der universelle thermische Klimaindex (UTCI) ist eine Größe für die Bewertung des menschlichen Befindens, die aus den meteorologischen Parametern Lufttemperatur, Strahlung, Luftfeuchtigkeit und Windgeschwindigkeit abgeleitet wird [12].

In der Fachkarte (Bild 3) sind die großen Kaltluftliefergebiete und Kaltluftleitbahnen mit Fernwirkung dargestellt. Zudem werden kleinere unter zwei Hektar große Kaltluftentstehungsgebiete, wie begrünte Innenhöfe und öffentliche Stadtplätze, die der Stadtbevölkerung insbesondere an heißen Tage angenehme Aufenthaltsbereiche bieten, als Klimakomfortinseln erfasst. Diese „Oasen“ gilt es weiter auszubauen und in die Planung zu integrieren. In welchen Bereichen dies besonders wirkungsvoll bzw. notwendig ist, ist durch die Ausweisung bioklimatisch höher belasteter Siedlungsflächen zu erkennen. Dabei handelt es sich um dicht bebaute Gebiete mit einer hohen Versiegelung, die während nächtlicher Wärmebelastung nicht mehr durchlüftet werden, weil sie von den nächtlich gebildeten Kaltluftströme nicht oder nicht ausreichend erreicht werden. Die Kennzeichnung von Standorten, wie Kindertagesstätten und Krankenhäuser, ergänzen die Informationen, um die Komponenten der Vulnerabilität. Denn an diesen Orten halten sich potenziell Menschen auf, die empfindlicher auf Hitzebelastung reagieren. Außerdem werden die Gebiete dargestellt, für die gemäß Modellrechnung eine Zunahme der sommerlichen Wärmebelastung bis 2050 prognostiziert wird. Liegen in diesem Gebiet Wohnbereiche mit überdurchschnittlich hoher Einwohnerdichte, besteht dringender Handlungsbedarf, um Entlastung zu schaffen.

Wie im Kapitel „Wirkweise blau-grüner Infrastrukturen zur Abminderung des Wärmeinselleffekts“ aufgezeigt, ist für das Herbeiführen dieser

Entlastung das dezentrale Regenwassermanagement an der Oberfläche mit Hilfe von blau-grünen Infrastrukturen von zentraler Bedeutung. Gleichzeitig kann durch den Rückhalt des Regenwassers an der Oberfläche die städtische Kanalisation entlastet werden, sodass großes Synergiepotenzial zwischen der Starkregen- und Überflutungsvorsorge sowie der Abminderung des Wärmeinselleffekts besteht.

Die Stadt Hannover hat bereits Ende der 90er Jahre zukunftsweisend mit der Umsetzung dezentraler Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen begonnen; so gilt das anlässlich der Expo 2000 errichtete Neubaugebiet Kronsberg als eines der Modellquartiere für innovative dezentrale Bewirtschaftung von Niederschlägen. Bei der städtebaulichen Gestaltung dieses Quartiers ist es durch Gründächer und zahlreiche Versickerungselemente gelungen, die Grundwasserneubildungsrate hoch und den oberflächlichen Abfluss aus dem Gebiet sehr gering zu halten. Folglich wurde in 2019 mit dem Bau des Neubaugebiets „Herzkamp“ in Bothfeld mit rund 300 Wohneinheiten begonnen, in dem ganz auf den Anschluss an die Regenwasserkanalisation verzichtet werden kann. Über dezentrale Versickerungsmulden auf den privaten Flächen und straßenbegleitenden Mulden wird das Niederschlagswasser vollständig versickert. Im Fall von Starkregenereignissen erfolgt eine gezielte Weiterleitung in die angrenzenden Grünflächen, die als Notüberlaufflächen dienen [14].

Diese Erfahrungen aus dem Neubau gilt es nun für Bestandsquartiere zu skalieren und – soweit möglich – übertragbare Strategien abzuleiten.

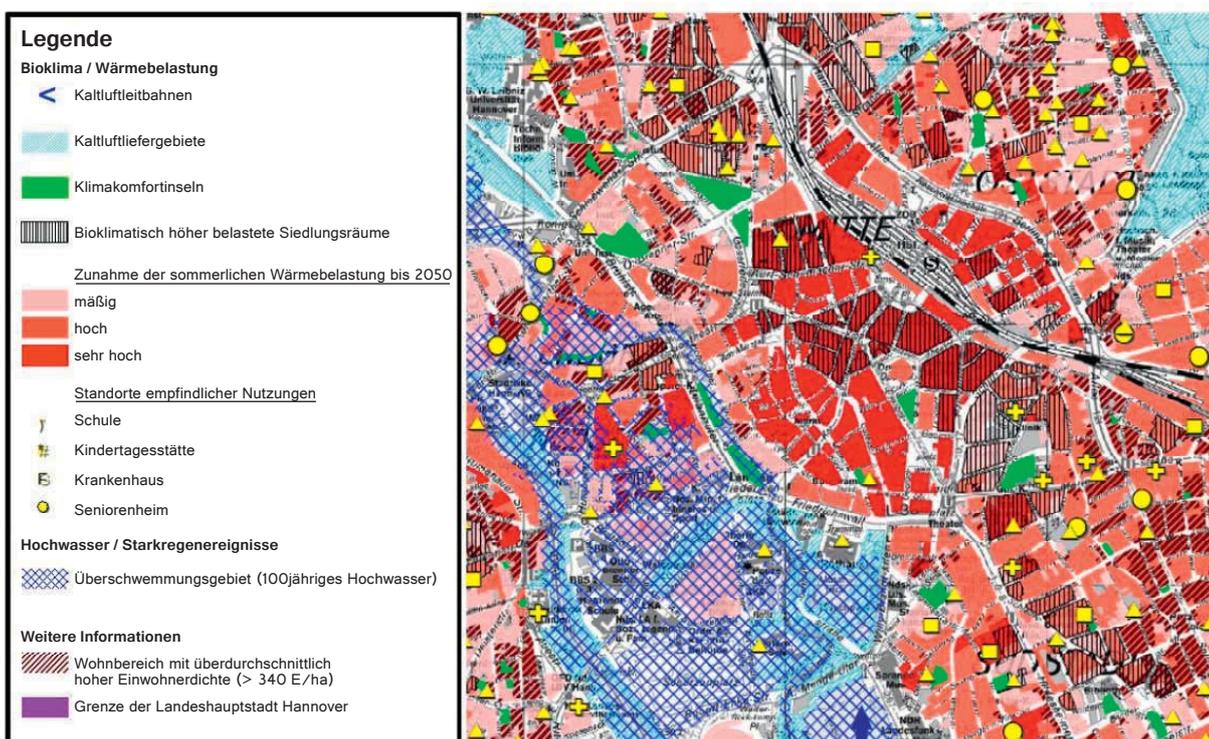


Bild 3: Ausschnitt aus der Fachkarte Klimaanpassung der Landeshauptstadt Hannover. [15]

Ausblick

Im Rahmen von TransMiT werden diesbezüglich bis 2021 offene Fragestellungen zur Wasserbilanz und zum Betrieb von blau-grünen Infrastrukturen untersucht. Abschließend erfolgt im dritten Projektjahr die praktische Erprobung abgeleiteter Strategien anhand einer Potenzialanalyse für je ein städtisches Quartier in Hildesheim und Hannover. Die Entwicklung von Finanzierungsinstrumenten für blau-grüne Infrastrukturen wird im Zuge des Forschungsschwerpunkts Institutionalisierung umsetzungsunterstützend bearbeitet. Weitere Informationen zum Forschungsprojekt TransMiT sind zu finden unter: www.transmit-zukunftsstadt.de.

Die Autoren danken dem BMBF für die Förderung im Rahmen der Förderinitiative RES:Z / Zukunftsstadt und den Fachbereichen der Stadt Hannover für die Unterstützung bei der Umsetzung und Erprobung in der Praxis.

LITERATUR

- [1] Kruse, E., Rodríguez Castillejos, Z., Dickhaut, W., Dietrich, U. (Hrsg.): Überflutungs- und Hitzevorsorge in Hamburger Stadtquartieren. Wissensdokument. Hamburg: Tutech Verlag, April 2017. Wissensdokument. ISBN 9783946094159.
- [2] Matzinger, A., Riechel, M., Remy, C., Schwarzmüller, H., Rouault, P., Schmidt, M., Offermann, M., Strehl, C., Nickel, D., Sieker, H., Pallasch, M., Köhler, M., Kaiser, D., Möller, C., Büter, B., Leßmann, D., von Tils, R., Säumel, I., Pille, L., Winkler, A., Bartel, H., Heise, S., Heinzmann, B., Joswig, K., Rehfeld-Klein, M., Reichmann, B: Interdisziplinäre Bewertung von Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung – Ergebnisse des Projektes Kuras [online]. Abwassersysteme: Erzeugnisse Regenwasserbewirtschaftung, 2017 [Zugriff am: 12. Dezember 2019]. Verfügbar unter: <http://www.kuras-projekt.de/index.php?id=76>
- [3] Naturkapital Deutschland – TEEB DE. Ökosystemleistungen in der Stadt. Gesundheit schützen und Lebensqualität erhöhen. Berlin, Leipzig, 2016.
- [4] Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden Württemberg: Städtebauliche Klimafibel – Hinweise für die Bauleitplanung. Stuttgart, 2012.
- [5] GEO-NET: Analyse der klimaökologischen Funktionen und Prozesse für das Stadtgebiet von Hannover. Hannover, 2016.
- [6] Mosimann, T., Frey, T., Trute, P.: Schutzgut Klima/Luft in der Landschaftsplanung, 1999. Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen.
- [7] IPCC: Vierter Sachstandsbericht des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (AR4). Klimaänderung 2007 Synthesebericht, 2007.
- [8] DWD: 2. Zwischenbericht. Untersuchung zum Stadtklima der Landeshauptstadt Hannover. Hamburg, 2019.
- [9] DWD: Tropennacht, Heißer Tag [online] [Zugriff am: 30. Januar 2020]. Verfügbar unter: <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?lv2=102672&lv3=102802>
- [10] LHH: Leben mit dem Klimawandel – Hannover passt sich an. 2. Auflage. Hannover, 2017. Schriftenreihe kommunaler Umweltschutz.
- [11] Di, W., Wang, Y., Fan, C., Xia, B.: Thermal environment effects and interactions of reservoirs and forests as urban blue-green infrastructures [online]. Ecological Indicators, 2018, 91, 657-663. ISSN 1470160X. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.ecolind.2018.04.054
- [12] Jendritzky, G., Bröde, P., Fiala, D., Havenith, G., Weihs, P., Batchvarova, E., DeDear, R.: Der Thermische Klimaindex UTCI. Auszug aus dem Klimastatusbericht des DWD, 2009.
- [13] Gunawardena, K.R., Wells, M.J., Kershaw, V.: Utilising green and bluespace to mitigate urban heat island intensity [online]. The Science of the total environment, 2017, 584-585, 1040-1055. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.scitotenv.2017.01.158
- [14] www.klimawohl.net
- [15] LHH: Landeshauptstadt Hannover – Fachkarte Klimaanpassung. Hannover, 2013.

AUTOR*INNEN

Dipl.-Ing. **Elisabeth Czorny**
Leiterin Bereich Umweltschutz

Fachbereich Umwelt und Stadtgrün
der Landeshauptstadt Hannover
Kontakt: Elisabeth.Czorny@Hannover-Stadt.de



Dipl.-Geograph **Dirk Schmidt**
Wissenschaftlicher Sachbearbeiter

Fachbereich Umwelt und Stadtgrün
der Landeshauptstadt Hannover
Kontakt: Dirk.Schmidt@Hannover-Stadt.de



Kristina Elsner, M. Sc.
Wissenschaftliche Mitarbeiterin

Institut für Siedlungswasserwirtschaft und
Abfalltechnik der Leibniz Universität Hannover
Kontakt: elsner@isah.uni-hannover.de



Dr.-Ing. **Maike Beier**
Leiterin Forschungsfeld
Abwasser und Wassermanagement

Institut für Siedlungswasserwirtschaft und
Abfalltechnik der Leibniz Universität Hannover
Kontakt: beier@isah.uni-hannover.de