

Untersuchungen zum Stadtklima Halle (Saale)

Ein gemeinsames Projekt von:



1. Das Projekt

Der Deutsche Wetterdienst (DWD) und das Land Sachsen-Anhalt initiierten Anfang 2013 auf der Basis einer Verwaltungsvereinbarung ein gemeinsames Stadtklimaprojekt. Ziel der Zusammenarbeit war, am Beispiel der Stadt Halle (Saale) aktuelle Grundlagendaten zu den klimatischen Verhältnissen zu ermitteln und die Auswirkungen des Klimawandels zu untersuchen.

Unter der Fragestellung des vorbeugenden Katastrophenschutzes im Fall extremer Wetterereignisse führte der DWD daher von April 2014 bis Ende Januar 2018 klimatologische Untersuchungen in der Stadt Halle (Saale) durch. Dazu gehörten:

- temporäre Klimamessungen an ausgewählten Standorten im Stadtgebiet mittels Wetterstationen,
- Messungen mit Hilfe von mit meteorologischer Sensorik ausgestatteten Straßenbahnen,
- Messfahrten mit einem mit meteorologischer Messtechnik ausgestatteten Fahrzeug während spezieller Wetterlagen,
- Messungen des vertikalen Windprofils mit einem Sodar (sound detecting and ranging) an ausgewählten Standorten.

Ergänzend zu den Messungen wurden, mit dem Wärmehaushaltsmodell RayMan, dem Kaltluftabflussmodell KLAM_21 und dem mikroskaligen urbanen Klimamodell MUKLIMO_3 Modellrechnungen realisiert.

Untersuchungen zum Stadtklima Halle (Saale)

Ziel des Stadtklimaprojektes war es, klimatologische, bioklimatologische und demographische Datensätze mit der gegebenen Stadtstruktur zusammenzuführen und in ihrer Auswirkung zu interpretieren. In diesem Zusammenhang wurde insbesondere die Ausprägung von Wärmeineffekten (thermische Belastungssituation) unter dem Einfluss des Klimawandels untersucht.

Eine Bereicherung des Projektes mit hoher Öffentlichkeitswirksamkeit war darüber hinaus die im Rahmen einer Masterarbeit an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg mit allen Projektpartnern im Sommer des Jahres 2016 an mehreren Tagen durchgeführte Befragung von Hallenser Straßenbahnfahrern zu ihrem thermischen Empfinden.

2. Die Projektpartner

- Deutscher Wetterdienst (DWD)
- Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Energie des Landes Sachsen-Anhalt (MULE)
- Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (LAU)
- Stadt Halle (Saale)
- Stadtwerke Halle (SWH) mit ihrem Tochterunternehmen Hallesche Verkehrs-AG (HAVAG)

3. Das Messprogramm

Zur Auswertung langer Zeitreihen von Klimamessungen wurden Daten der DWD-Wetterstationen Bad Lauchstädt, Halle-Kröllwitz und Halle-Stadt herangezogen. Zusätzlich wurde im Zeitraum vom April 2014 bis Januar 2018 für das Projekt ein erweitertes, flächendeckend angelegtes Messprogramm aufgebaut. Dieses bestand aus den nachfolgend genannten Komponenten.

3.1 Temporäre Messstationen des DWD

Angesichts der angestrebten Projektziele bedingte die Weitmaschigkeit des DWD-Messnetzes die temporäre Einrichtung eines meteorologischen Sondermessnetzes im Stadtgebiet von Halle. Mit diesen wurden Informationen für unterschiedlich

Untersuchungen zum Stadtklima Halle (Saale)

städtebaulich geprägte Bereiche gewonnen. Dabei sollten die Flächen jeweils für eine bestimmte Bebauungs- und Flächennutzungsstruktur repräsentativ sein. Die dadurch zusätzlich gewonnenen Daten zu Lufttemperatur, relativer Luftfeuchte, Windrichtung und Windgeschwindigkeit sowie zu Strahlungsparametern erweiterten den Datenpool der stationären Messungen.

An folgenden Standorten wurden über den Messzeitraum Wetterstationen betrieben:

- auf dem Dach der Tiefgarage der Commerzbank am Markt,
- auf dem Gelände der Grundschule Diesterweg,
- in der Saaleaue am Rand der Franzigmark,
- auf der Freifläche Am Donnersberg in Halle-Kröllwitz (ab 23.03.2015) neben der alten Wetterstation unmittelbar nach deren Abschaltung (dadurch war eine lückenlose Datenaufzeichnung an diesem Standort weiterhin möglich).



Mobile Wetterstation in der Saaleaue (Franzigmark)
Foto: LAU

3.2 Profilmessfahrten mit Messfahrzeug des DWD

Als weitere Ergänzung und zur Datenverdichtung dienen die Profilmessungen mit einem entsprechend instrumentierten Fahrzeug. Die Messungen mit diesem Fahrzeug wurden im Juli 2015 und im August 2016 bei windschwachen und wolkenarmen Wetterlagen durchgeführt.



Messfahrzeug des DWD
Foto: DWD

3.3 SODAR-Messungen

Zur Untersuchung der sommerlichen Durchlüftungsverhältnisse sowie zur Existenzprüfung eines Saaletalwindes und möglicher nächtlicher Rückströmungen im Saaletal in und um Halle kam ergänzend ein mobiles SODAR-Messgerät zum Einsatz. Dabei handelt es sich um ein akustisches Fernsondierungsverfahren zur indirekten Windmessung. Mittels dieses Messverfahrens werden in bestimmten zeitlichen Abständen akustische Signale in die Atmosphäre entsendet. Ein Teil der entsendeten Schallimpulse wird an kleinsten Störungen der Atmo-



SODAR am Alten Klärwerk
Foto: LAU

Untersuchungen zum Stadtklima Halle (Saale)

sphäre zurückgestreut und über die Lautsprecher der Messvorrichtung wieder aufgenommen. Über die gemessene Laufzeit des Schallimpulses lassen sich Windrichtung und Windgeschwindigkeit für verschiedene Höhenstufen berechnen.

3.4 Profilmessfahrten mit speziell ausgerüsteten Straßenbahnzügen der HAVAG

Innerhalb der Untersuchungen lag ein besonderes Augenmerk auf den drei rollenden Wetterstationen – mit meteorologischer Sensorik ausgestattete Straßenbahnen, die das Stadtklima zusätzlich kartierten. Zum Einsatz kamen Temperaturfühler und Feuchtemesser an den Stirnseiten der Straßenbahnzüge. Eine der drei Straßenbahnen war zur Erfassung der thermischen Belastung zusätzlich im Fahrgastinnenraum mit meteorologischer Messtechnik bestückt. Mittels eines GPS-Trackers war gewährleistet, dass jedem Messwert stets ein Koordinatenpaar zugeordnet werden konnte. Die Messphase lief über drei Jahre von Februar 2015 bis einschließlich Januar 2018.



Mit Messsensorik ausgerüsteter Straßenbahnzug der HAVAG
Foto: LAU

4. Die Ergebnisse

Die Ergebnisse des Stadtklimaprojektes sind in ausführlicher Form in mehreren Berichten dargestellt und können in Kürze unter <https://lau.sachsen-anhalt.de/wir-ueber-uns-publikationen/fachpublikationen/> abgerufen werden. Im Folgenden einige Kernaussagen der Berichte.

(1) Bericht

Der Bericht gibt auf Basis ausgewerteter Mess- und Beobachtungsdaten einen Überblick zu den klimatischen Verhältnissen im Stadtgebiet von Halle (Saale) – ausgehend von den Anfängen der Klimaaufzeichnungen im 19. Jh. bis zum Jahr 2017. Lokalklimatische Besonderheiten werden gesondert betrachtet: die Ausbildung der innerstädtischen Wärmeinsel hinsichtlich Strukturen und Intensitäten in Abhängigkeit von den Wetterlagen sowie die zeitliche und räumliche Variabilität innerhalb des Temperaturfeldes. Zudem werden die Durchlüftungsverhältnisse der Stadt genauer untersucht. Abschließend werden die Auswirkungen des Klimawandels beleuchtet.

(2) Teilbericht Fahrgastbefragung

Es konnte nachgewiesen werden, dass das thermische Empfinden in der Straßenbahn an den Tagesgang der Lufttemperatur im Untersuchungsgebiet gekoppelt ist. So verschob sich das thermische Empfinden im Verlauf des Tages mit zunehmender Außentemperatur von angenehm über etwas zu warm bis hin zu viel zu warm.

Die Auswertungen nach ausgewählten individuellen Einflussgrößen ergaben, dass die Fahrgäste die thermischen Bedingungen mit zunehmendem Alter als eher angenehm empfanden. Hinsichtlich des Geschlechtes konnten keine signifikanten Unterschiede im thermischen Empfinden festgestellt werden. Dagegen verhielt sich die Bekleidung in Abhängigkeit von ihrem Grad umgekehrt proportional zur thermischen Belastung. Von den situativen Einflussgrößen übten die Komponenten Eile und Fahrdauer keinen Einfluss auf die thermische Belastung aus. Hingegen zeigten die Komponenten Wartezeit und Auslastung der Straßenbahn eine direkte Proportionalität zum thermischen Empfinden.

Die Ergebnisse der Fahrgastbefragung stellen eine aktuelle Basis für die Planung zur Entwicklung und Verwirklichung von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel und zum Schutz vor extremen Wetterereignissen im Bereich des ÖPNV dar, aber auch zur Abschätzung von sich künftig ergebenden Bedarfen und Herausforderungen mit Blick auf die Katastrophenvorsorge.

(3) Teilbericht KLAM_21

Bei den Simulationen mit dem Kaltluftabflussmodell KLAM_21 wurden die nächtlichen Kaltluftverhältnisse in Halle (Saale) beispielhaft für eine idealisierte sommerliche Strahlungsnacht modellhaft untersucht. Während es zu Beginn der Nacht in und um Halle keine nennenswerten Kaltluftströme gibt, bauen sich diese im weiteren Verlauf der Nacht zunächst im städtischen Umland auf, insbesondere in den engen, stärker geneigten Seitentälern der Saale. Die Stadt wird zunehmend förmlich von Kaltluft umringt, aber selbst zur Mitte der simulierten Nacht noch nicht von ihr durchströmt. Bis fast zum Ende der simulierten Strahlungsnacht fehlt es der Kaltluft an der erforderlichen Mächtigkeit. Erst gegen Morgen findet ein sehr langsamer Wärmeaus-

Untersuchungen zum Stadtklima Halle (Saale)

tausch zwischen der überwärmten Innenstadt und der durchströmenden Kaltluft aus dem Umland statt.

(4) Teilbericht MUKLIMO

Bei der Computersimulation mit dem dreidimensionalen mikroskaligen urbanen Klimamodell MUKLIMO_3 des DWD wurden Veränderungen der sommerlichen Temperaturverhältnisse untersucht, die durch den Klimawandel verursacht werden könnten. Die Modellsimulationen erfolgten unter Berücksichtigung der Bebauungsstruktur bzw. der Landnutzung. Das Stadtklimamodell wurde auf dieser Basis für eine ausgewählte sommerliche, niederschlagsfreie Wetterlage angetrieben. Gerechnet wurde mit einer Rasterauflösung von 100 m.

Die Ergebnisse zeigen auf der Basis des Ensembles von regionalen Klimamodellprojektionen für das Innenstadtgebiet von Halle (Saale) je nach Emissionsszenario eine Zunahme der mittleren jährlichen Anzahl von Sommertagen um 5 bis 14 Tage bis zur Mitte des Jahrhunderts (2031-2060) und um 10 bis 35 Tage bis zum Ende des Jahrhunderts (2071-2100). Gleichzeitig wird auch die mittlere jährliche Anzahl heißer Tage bis 2031-2060 um 0,5 bis 2,5 Tage pro Jahr und bis 2071-2100 um 2 bis 8 Tage pro Jahr ansteigen.

Wesentliche Erkenntnisse des Teilberichts stellen eine Basis für die Planung zur Entwicklung und Verwirklichung von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel und zum Schutz vor extremen Wetterereignissen dar.

5. Ansprechpartner

LAU: Frau Dr. Christiane Röper (Fachbereichsleiterin Immissionsschutz, Klima, Erneuerbare Energien, Nachhaltigkeit)

☎ 0345 5704-501

✉ LAU_Klimawandel@lau.mlu.sachsen-anhalt.de

DWD: Herr Dr. Frank Kreienkamp (Leiter des Regionalen Klimabüros Potsdam)

☎ 069 8062-5444

✉ Klima.potsdam@dwd.de