



Messung und Modellierung zur Verbesserung des Stadtklimas (A 4.3.2) - Untersuchungen in der Modellstadt Oberhausen

N. Müller¹, W. Kuttler, D. Düttemeyer, A.-B. Barlag

Stand: 06/2011

Einleitung und Zielsetzung

Im Rahmen des Klimawandels wird u. a. von einem häufigeren und längeren Auftreten von Hitzewellen ausgegangen (MUNLV NRW 2010), das insbesondere in Städten mit ihrer klimatisch empfindlichen Flächennutzungsstruktur zu einer verstärkten thermischen Belastung der Bevölkerung führen kann. In Aktivität 4.3.2 werden repräsentativ für Städte der Emscher-Lippe-Region am Beispiel der Modellstadt Oberhausen stadtklimatische Analysen hinsichtlich des Einflusses des urbanen Wasserhaushaltes auf die heutige human-biometeorologische Situation und die zukünftig hierdurch zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels durchgeführt. Das Ziel ist eine Quantifizierung des Einflusses der Evapotranspiration von Oberflächengewässern und der Vegetation auf den thermischen Wirkungskomplex. Aus den Ergebnissen werden anschließend geeignete städtebauliche Minderungsmaßnahmen gegen Hitzestress abgeleitet. Die Untersuchung erfolgt über einen kombinierten experimentellen und numerischen Ansatz, der aus In-Situ Messungen von Klimaparametern anhand eines Messnetzes sowie Modellsimulationen mit dem mikroskaligen Stadtklimamodell ENVI-met besteht.

Stadtklimatische Analyse

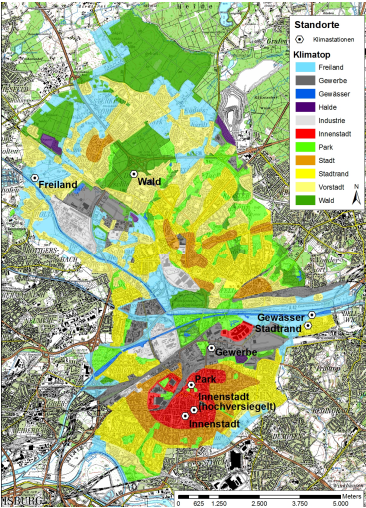


Abb. 1: Übersicht über die Klimatoppe und Messstandorte in Oberhausen (verändert nach RVR 2007)

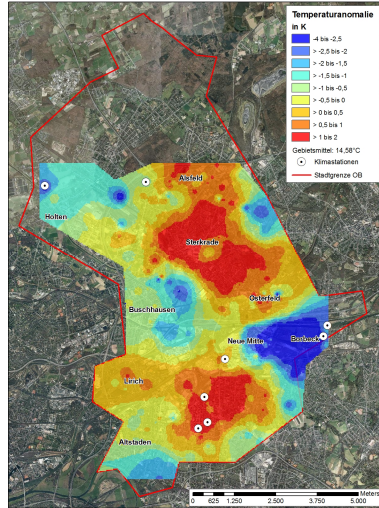


Abb. 2: Temperaturanomalien während einer nächtlichen Temperaturmessfahrt in Oberhausen am 20.04.2011 (21.08 bis 03.17 Uhr MEZ, zeitkorrigiert auf 0.30 Uhr MEZ)

Das Messnetz besteht aus acht Feststationen, die Lufttemperatur, relative Feuchte, Windgeschwindigkeit und -richtung in verschiedenen, repräsentativen Klimatopen erfassen (Abb. 1). Es wird von August 2010 bis Juli 2011 betrieben. Zusätzlich werden Messfahrten zur Aufnahme der Lufttemperatur während austauschbarer Wetterlagen durchgeführt (Abb. 2). Dabei treten die Auswirkungen der unterschiedlichen Eigenschaften der Flächennutzungen deutlich hervor (Abb. 2 bis 4). So weisen dicht bebauete, hoch versiegelte Bereiche eine Überwärmung auf, während Gebiete mit hohem Vegetations- und Gewässeranteil kühler sind (Kuttler 2011 a). Dieses Phänomen wird als städtische Wärmeinsel (UHI) bezeichnet. Besonders nachts kann die Wärmeinsel in Oberhausen mit ca. 4 K deutlich ausgeprägt sein (Abb. 2 bis 4). Der thermische Komfort wird in dieser Untersuchung als physiologische Äquivalenttemperatur (PET) erfasst, die auf den meteorologischen Verhältnissen sowie dem metabolischen Zustand des Menschen beruht und die Lufttemperatur im Freien mit Standardbedingungen in Innenräumen vergleicht (VDI 2008). In Abb. 3 und 4 sind Lufttemperatur und PET für einen Strahlungstag dargestellt. Die PET liegt tagsüber an fast allen Stationen durchgängig über 35°C. Das bedeutet, dass die Bevölkerung einer starken Wärmebelastung ausgesetzt ist.

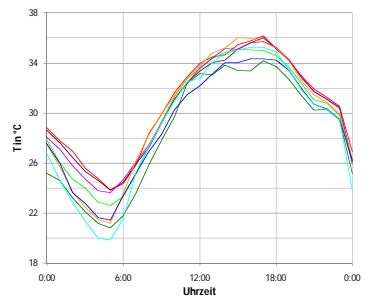


Abb. 3: Tagesgang der Lufttemperatur am 10.07.2010

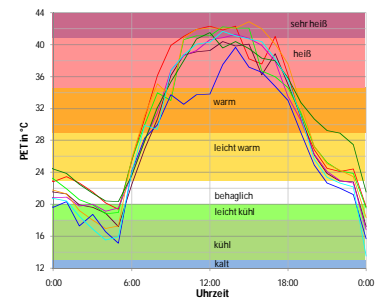


Abb. 4: Tagesgang der PET am 10.07.2010

Literatur
 Ali-Toudert F. & Mayer H. (2006): Effects of street design on outdoor thermal comfort. In: Kils, A.; Mezősi, G. & Sümeghy, Z. (Hrsg.): Landscape, Environment and Society. Studies in Honour of Professor Iona Barány-Kevel on the Occasion of Her Birthday. SZTE Eghajlati és Tájföldrajzi Tanszék, Természetföldrajzi és Geoinformálkai Tanszék, Szeged, 45-55.
 Kuttler, W. (2011 a): Klimawandel im urbanen Bereich, Teil 1, Wirkungen: Climate change in urban areas, Part 1, Effects. - In: Environmental Sciences Europe (ESEU), Springer open: 23: 11.
 Kuttler, W. (2011 b): Klimawandel im urbanen Bereich, Teil 2, Maßnahmen: Climate change in urban areas, Part 2, Measures. - In: Environmental Sciences Europe (ESEU), Springer open: 23: 21.
 Mayer, H. & Matzarakis, A. (Hrsg.): Projekte des Meteorologischen Instituts der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Rahmen der BMBF Forschungsinitiative Klimazwei, November 2010. In: Berichte des Meteorologischen Instituts der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Nr. 22.
 MUNLV NRW - Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2010): Handbuch Stadtklima - Maßnahmen und Handlungskonzepte für Städte und Ballungsräume zur Anpassung an den Klimawandel. Langfassung. http://www.urmwelt.nrw.de/Klima/Klimawandel/anpassungspolitik/projekte/staedte_und_ballungsraume/projektseite_01/index.php (11.04.2011).
 RVR (Regionalverband Ruhr) (2007): Gesamtstädtische Klimaanalyse - Stadt Oberhausen.
 Shashua-Bar, L. & Hoffman, M.E. (2000): Vegetation as a climatic component in the design of an urban street. An empirical model for predicting the cooling effect of urban green areas with trees. In: Energy and Buildings, 31: 221-235.
 VDI (2008): Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung von Klima und Lufthygiene für die Stadt- und Regionalplanung - Teil 1: Klima. (= VDI-Richtlinie 3787, 2). Beuth, Berlin.

Modellierung von Minderungsmaßnahmen

Zur Quantifizierung der temperaturreduzierenden Wirkung verdunstungsaktiver Flächen sowie der Bestimmung geeigneter Strategien zur Reduktion der Wärmeinseln wurden Simulationen mit dem Stadtklimamodell ENVI-met 3.2 durchgeführt. Dabei wurde ein Maßnahmenkatalog mit unterschiedlichen Vegetations- und Gewässerszenarien simuliert. Diese verdunstungsaktiven Flächen haben über die Evapotranspiration des Bodens und der Pflanzen in Kombination mit der Verschattung einen positiven Effekt auf den thermischen Komfort (Ali-Toudert & Mayer 2006, Shashua-Bar & Hoffman 2000, Kuttler 2011 b). Die meisten Simulationen erfolgten am Beispiel der Innenstadt, die die höchste Wärmebelastung aufweist. Die Wirkungsweisen der Minderungsstrategien zeigen sich hier am deutlichsten. Dabei wurde ein Häuserblock durch verschiedene Vegetations- (Gras, Park und Wald) bzw. Gewässerflächen in unterschiedlichen Größen ersetzt.

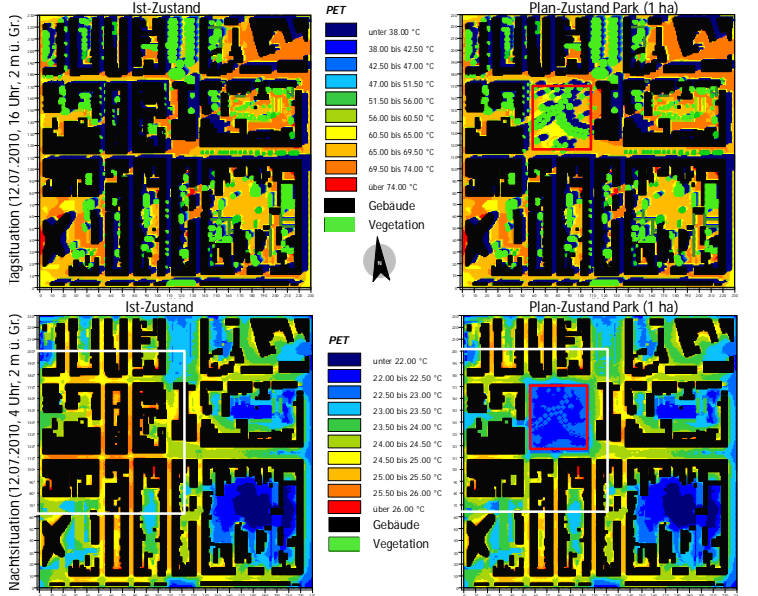


Abb. 5: Vergleich PET Ist-Zustand mit PET Plan-Zustand (Szenario Parkfläche (1 ha)) am 12.07.2010 in der Oberhausener Innenstadt

Ergebnisse

Abbildung 5 zeigt als simulierte Minderungsmaßnahme das Anlegen einer Parkfläche in der Stadt. Dieses Szenario wurde als Beispiel ausgewählt, da es die beste Strategie durch die hohe Verschattungs- und Verdunstungswirkung der Bäume in Kombination mit einer guten Durchströmbarkeit des Windes darstellt. Tagsüber stellt die Beschattung das effektivste Mittel zur Reduktion der Hitzebelastung dar (Mayer & Matzarakis 2010), da dadurch die Strahlungstemperatur der im Schatten liegenden Flächen signifikant reduziert wird. Dies wird in den Nord-Süd-verlaufenden, verschatteten Straßenzügen und an den Baumschatten, die niedrige PET-Werte aufweisen, besonders deutlich. Die positive Wirkung der Vegetation durch Evapotranspiration und den gegenüber Baumaterialien unterschiedlichen Materialeigenschaften wird nur in geringerem Umfang deutlich. So zeigen zum Beispiel die Grasflächen des Parks niedrigere PET-Werte als sonnenbeschienene Straßenflächen, liegen aber dennoch weit über den Werten der Schattenbereiche. Nachts jedoch treten die positiven Eigenschaften der Vegetationsflächen als Kaltluftproduzenten hervor. Sie stellen die kühlest Bereiche dar, während die engen Straßenschluchten eine deutliche Überwärmung aufweisen. Somit ist zur Reduktion der nächtlichen städtischen Wärmeinsel die Erhöhung des gut bewässerten Vegetationsanteils in der Stadt besonders empfehlenswert. Eine Fernwirkung der Flächen ist in Abhängigkeit der vorgegebenen Strömung feststellbar. Die kühlere Luft des Parks dringt bereits bei schwachem Ostwind (0,2 m/s) ca. 50-100 m in die westliche Randbebauung ein (s. Abb. 6). Die luvseitige Fernwirkung im Bereich des östlichen Bauungsrandes bleibt hingegen auf wenige Dekameter beschränkt. Bei höherer Windgeschwindigkeit (0,5 m/s) wird eine größere Eindringtiefe der Kühlwirkung erreicht und somit die thermische Belastung verringert (s. Abb. 7). Eine Öffnung der Blockrandbebauung bzw. Erhöhung der Straßbreite könnte diesen Effekt zusätzlich verstärken und seine Reichweite erhöhen. Um auch tagsüber den optimalen Effekt für den thermischen Komfort durch Vegetation zu erzielen, sollten hohe schattenspendende Bäume eingesetzt werden, die in ausreichendem Abstand zueinander angeordnet sind, um eine gute Durchlüftung zu ermöglichen und dennoch für eine maximale beschattete Fläche zu sorgen, ohne die Ausstrahlung zu behindern.

¹ Kontaktadressen:
 Diplom-Geographin Nicole Müller
 Universität Duisburg-Essen, Fakultät für Biologie, Angewandte Klimatologie und Landschaftsökologie
 Schützenbahn 70, 45127 Essen,
 0201/183-2452, nicole.mueller@uni-due.de