

# STADTKLIMA



Stand: 10/2010

## Untersuchungen und Maßnahmen gegen urbanen Hitzestress im Klimawandel am Beispiel des Modellgebiets Oberhausen

### Hintergrund

Städte stellen Wärmeinseln dar. Auf Grund des Klimawandels wird eine zusätzliche Erhöhung der thermischen Belastung für die Bevölkerung prognostiziert (häufigere und längere Hitzeepisoden mit höheren Maximaltemperaturen). Verdunstungsaktive Flächen wirken der Wärmebelastung entgegen und stellen somit eine mögliche stadtklimatische Minderungsmaßnahme dar (KUTTLER 2009). Die Messung und Quantifizierung der positiven Auswirkung der Verdunstung von Wasser- und Grünflächen auf das durch den Klimawandel beeinflusste Stadtklima sowie Prognoserechnungen zur Verbesserung des Stadtklimas stehen im Mittelpunkt dieses Forschungsvorhabens. In drei Teilaktivitäten werden Daten erhoben, verarbeitet, interpretiert und schließlich zu einem Gesamtergebnis zusammengefügt.

### Messung der urbanen Evapotranspiration mittels H<sub>2</sub>O-Flussmessungen

An zwei Standorten im Innenstadt- und im Gewässerbereich des Umlandes werden Wasser-dampfflüsse mittels der Eddy-Kovarianz-Methode sowie die Energie- und Wärmebilanz ermittelt (vgl. Abb. 1), um die Wirksamkeit der Verdunstung in unterschiedlichen Flächen-nutzungen auf Quartiersebene quantifizieren zu können.

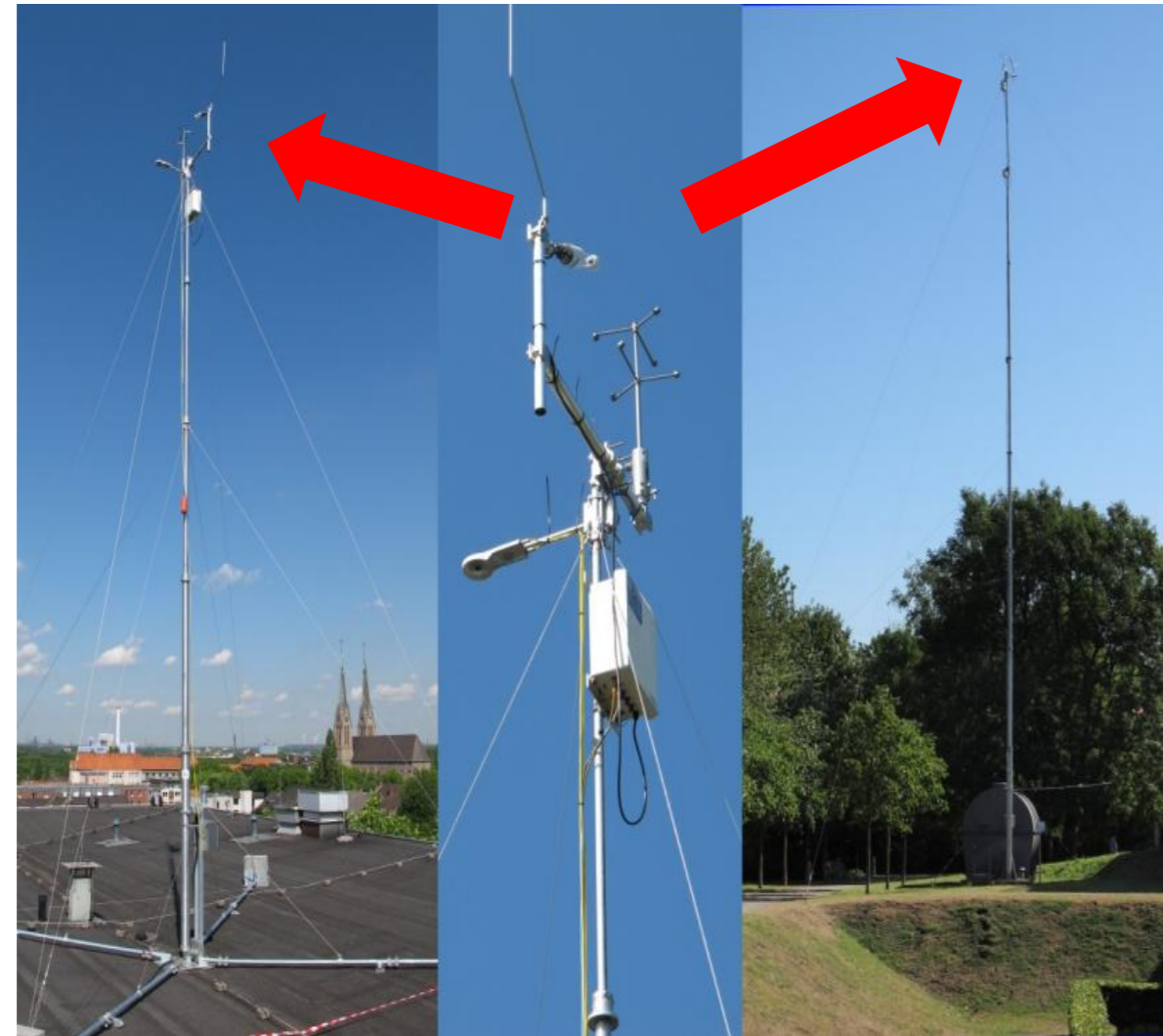


Abb. 1: Turbulenzmessstationen (30 m ü.Gr.)

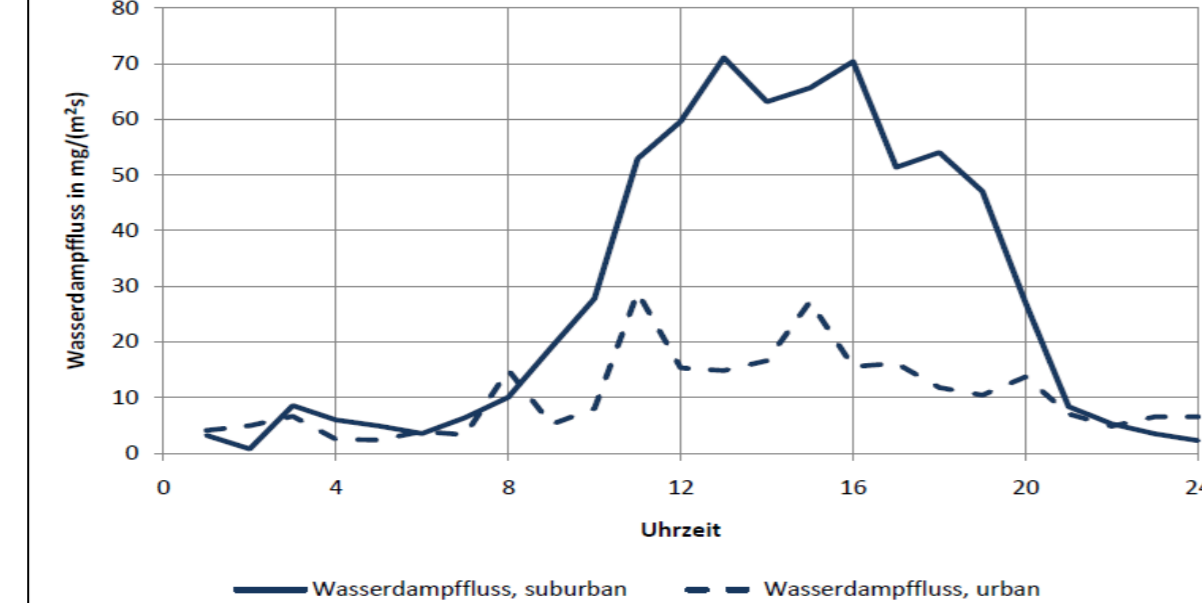


Abb. 2: Mittlerer Tagesgang des Wasser-dampftransportes (16.08.2010 - 22.08.2010)

In den Nachmittagsstunden werden im suburbanen, gewässernahen Bereich mehr als doppelt so hohe Wasser-dampfflüsse registriert, in den Nachtstunden gleichen sich die Werte an beiden Standort an (vgl. Abb. 2).

Der suburbanen Standort weist zu jeder Tageszeit höhere Dampfdruck- und niedrigere Lufttemperaturwerte als der Innenstadtbereich auf (vgl. Abb. 3).

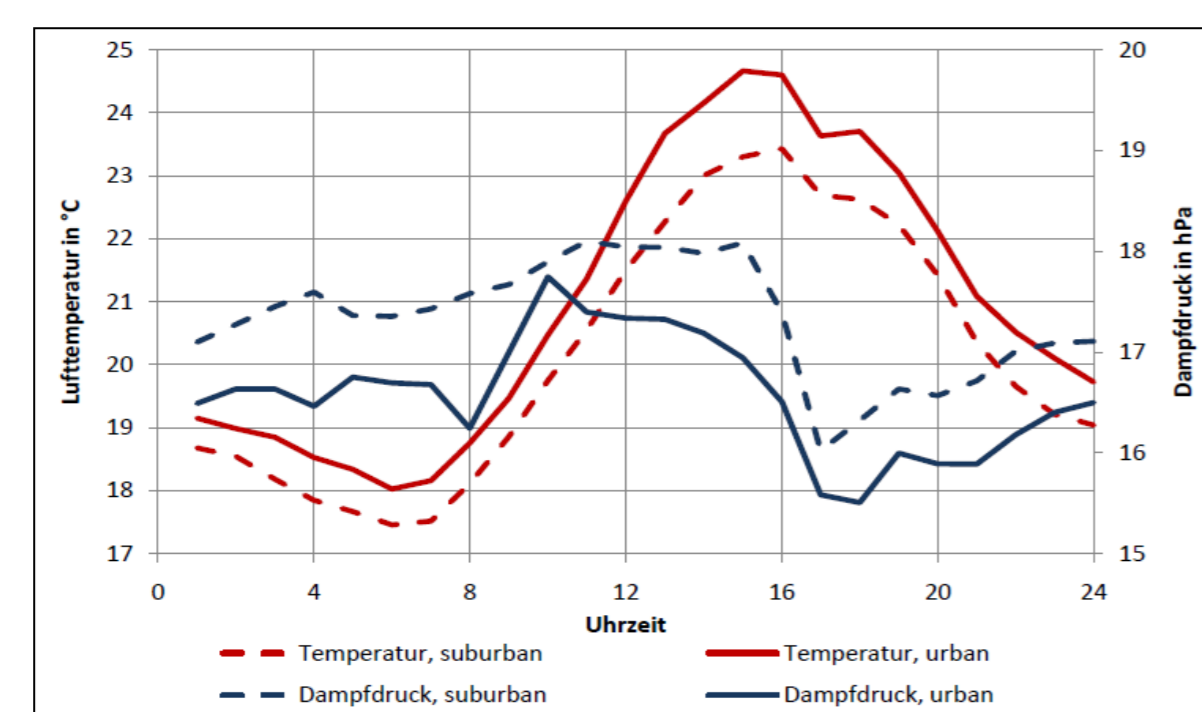


Abb. 3: Mittlerer Tagesgang der Lufttemperatur und des Dampfdruckes (16.08.2010 - 22.08.2010)

### Untersuchung der Bodentemperaturen zur Sicherung der Trinkwasserqualität

An acht Standorten werden in unterschiedlichen Klimatopen in verschiedenen Tiefenstufen die Bodentemperaturen sowie an sechs dieser Standorte der Bodenwärmestrom (Q<sub>G</sub>) gemessen (vgl. Abb. 4).



Abb. 4: Bodentemperaturmessung im Trinkwasserschacht

Die gewonnenen Daten zeigen die Abhängigkeit der Bodentemperaturen von der Wetterlage (vgl. Abb. 5). Ferner lassen die Daten erkennen, dass die Überwärmung der städtischen Atmosphäre im Vergleich zum Umland auch im Boden auftritt (Abb. 6).

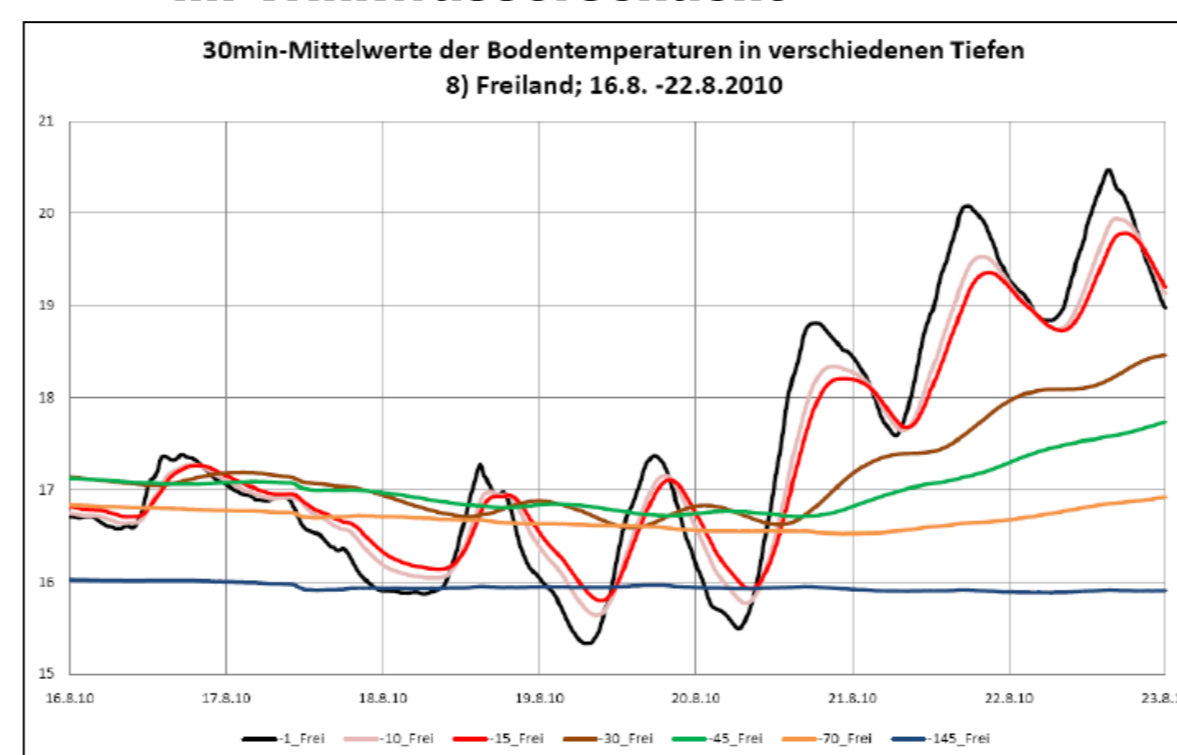


Abb. 5: Bodentemperaturen in verschiedenen Tiefenstufen am Freilandstandort

Durch Verschneidung der Boden- mit den Trinkwassertemperaturen kann auf Gefährdung der Wasserqualität durch Erwärmung und vermehrte Bildung pathogener Keime geschlossen werden (MEULEMAN et al. 2007).

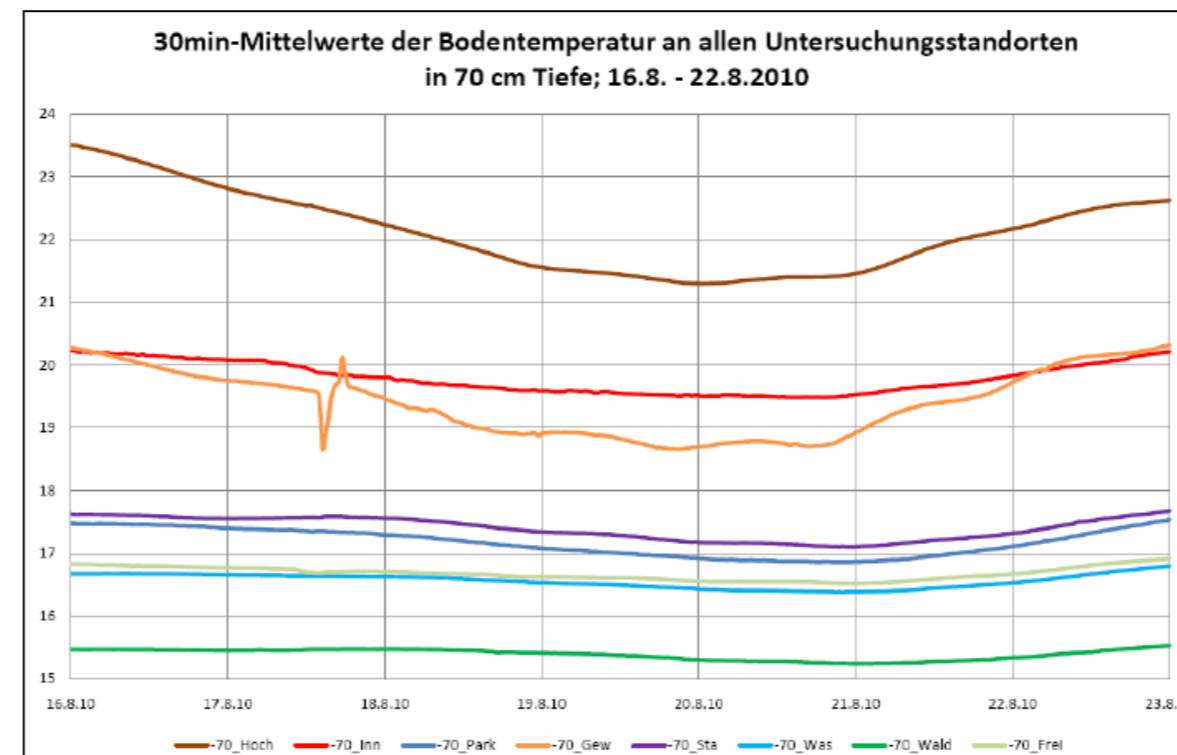


Abb. 6: Vergleich der Bodentemperaturen aller Standorte in 70 cm Tiefe

### Messung und Modellierung zur Verbesserung des Stadtklimas

An den acht Untersuchungsstandorten werden mit Klimastationen (vgl. Abb. 7 und 8) die meteorologischen Parameter Lufttemperatur, relative Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit und -richtung gemessen, um das gegenwärtige Oberhausener Stadtklima zu quantifizieren.

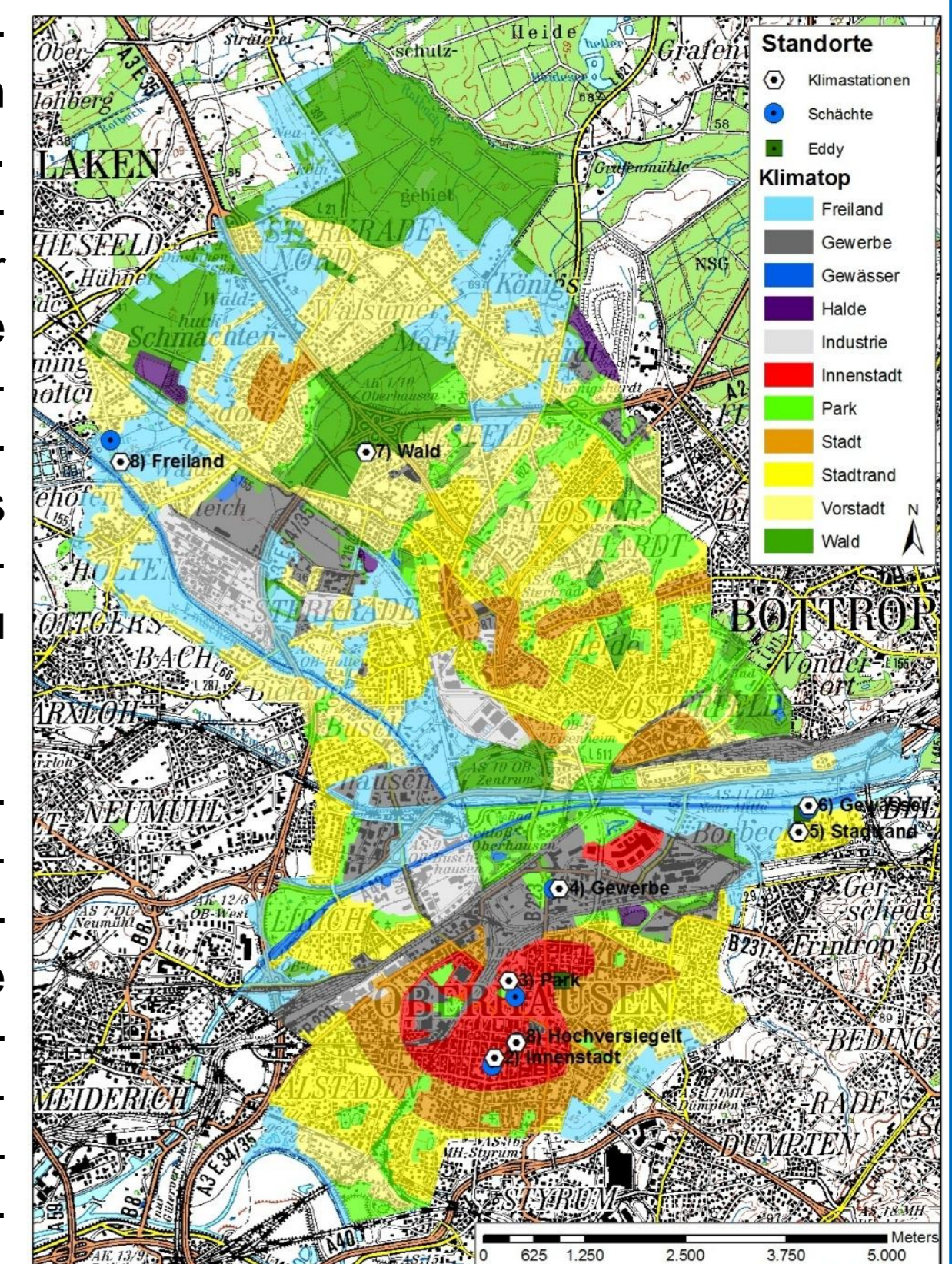


Abb. 7: Experimentelles Klimamessnetz in Oberhausen mit synthetischer Klimafunktionskarte (RVR 2007)

Besonders bei Strahlungswetterlagen werden die Standortunterschiede der Klimatope deutlich. Die dicht bebauten und hochverriegelten Innenstadtbereiche zeigen tagsüber eine stärkere Aufheizung und nachts eine geringere Abkühlung als die Umlandstandorte (vgl. Abb. 9).

Durch Erhöhung des verdunstungsaktiven Grün- und Wasserflächenanteils kann den negativen klimatischen Auswirkungen der Urbanisierung entgegen gewirkt werden (DE RIDDER et al. 2004).



Abb. 8 Klimastation am Stadtrand

Mögliche Adaptionsstrategien für das zukünftige Klima werden mittels numerischer Simulationen (ENVI-met) untersucht und bewertet (Abb. 10). Insbesondere die Effekte von Vegetations- und Gewässerflächen auf das Stadtklima sollen analysiert und verglichen werden.

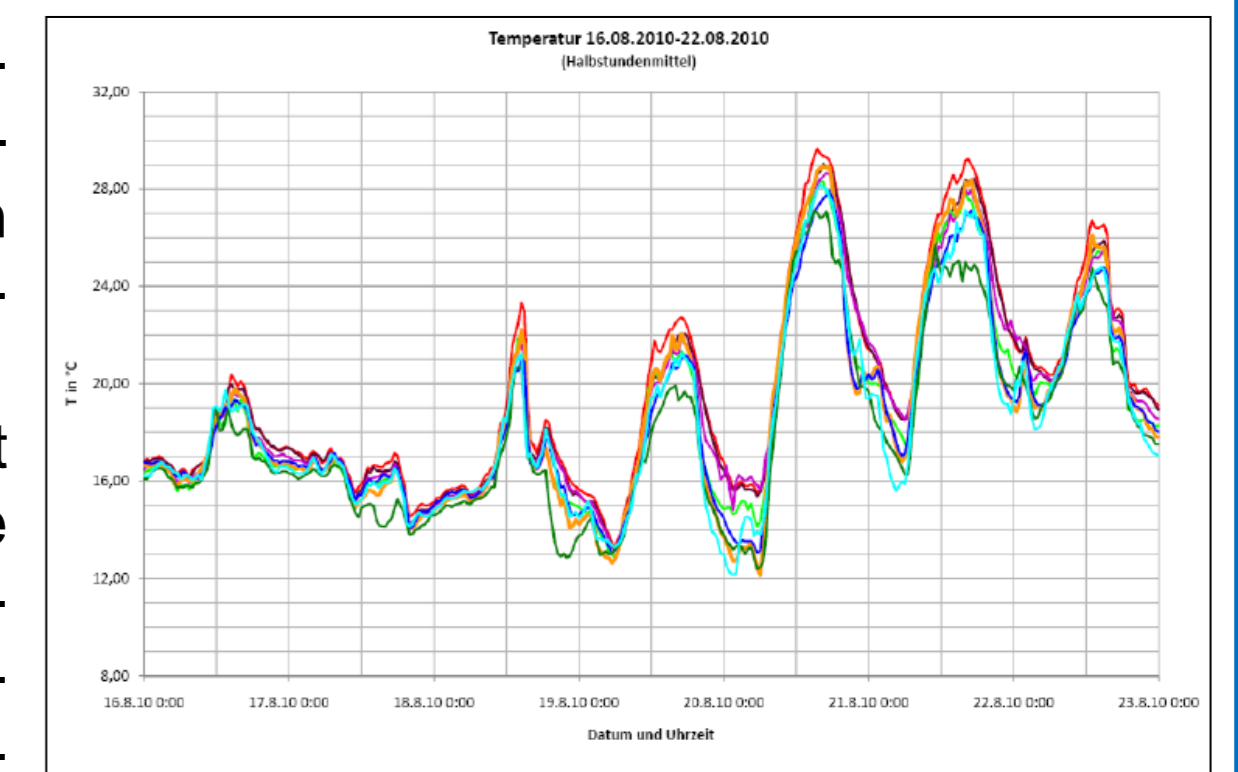


Abb. 9: Temperaturwuchengang aller Standorte

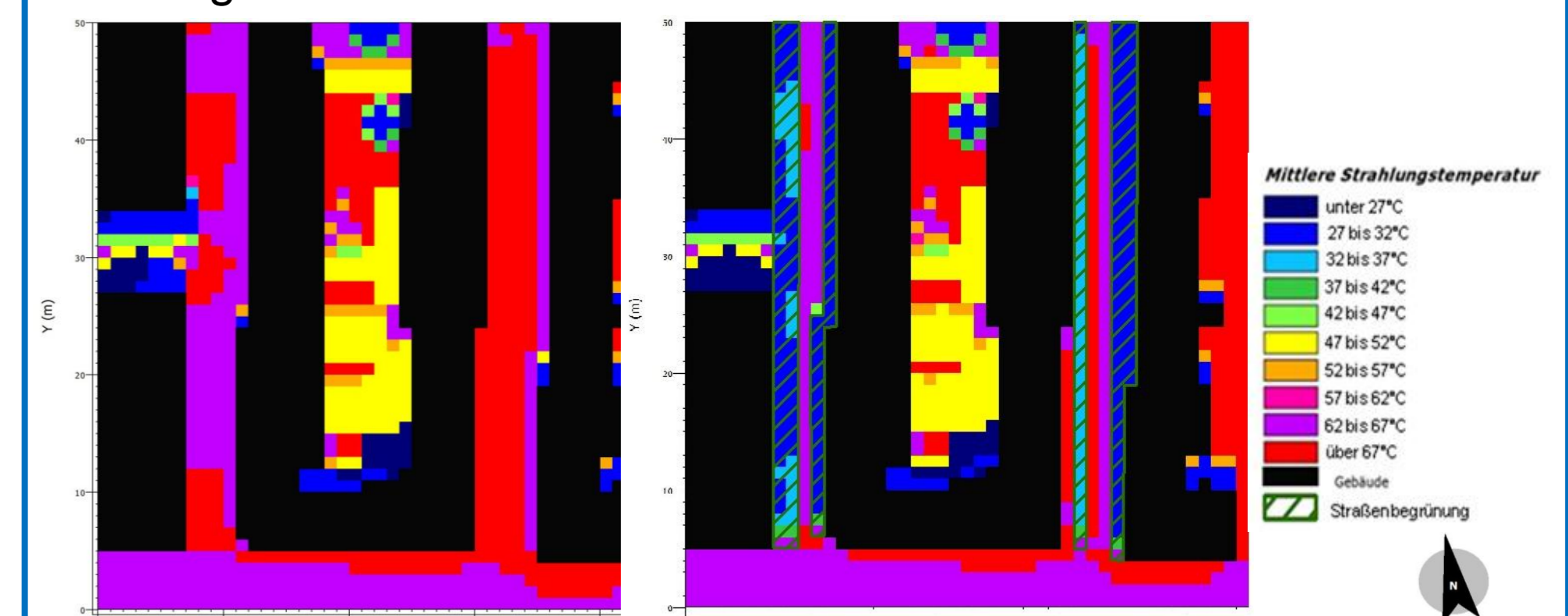


Abb. 10: ENVI-met Modellprognose der Strahlungstemperatur für einen beispielhaften Standort in Oberhausen

### Energiebilanz

$$\text{Energiebilanzgleichung: } Q^* = Q_E + Q_H + \Delta Q_S$$

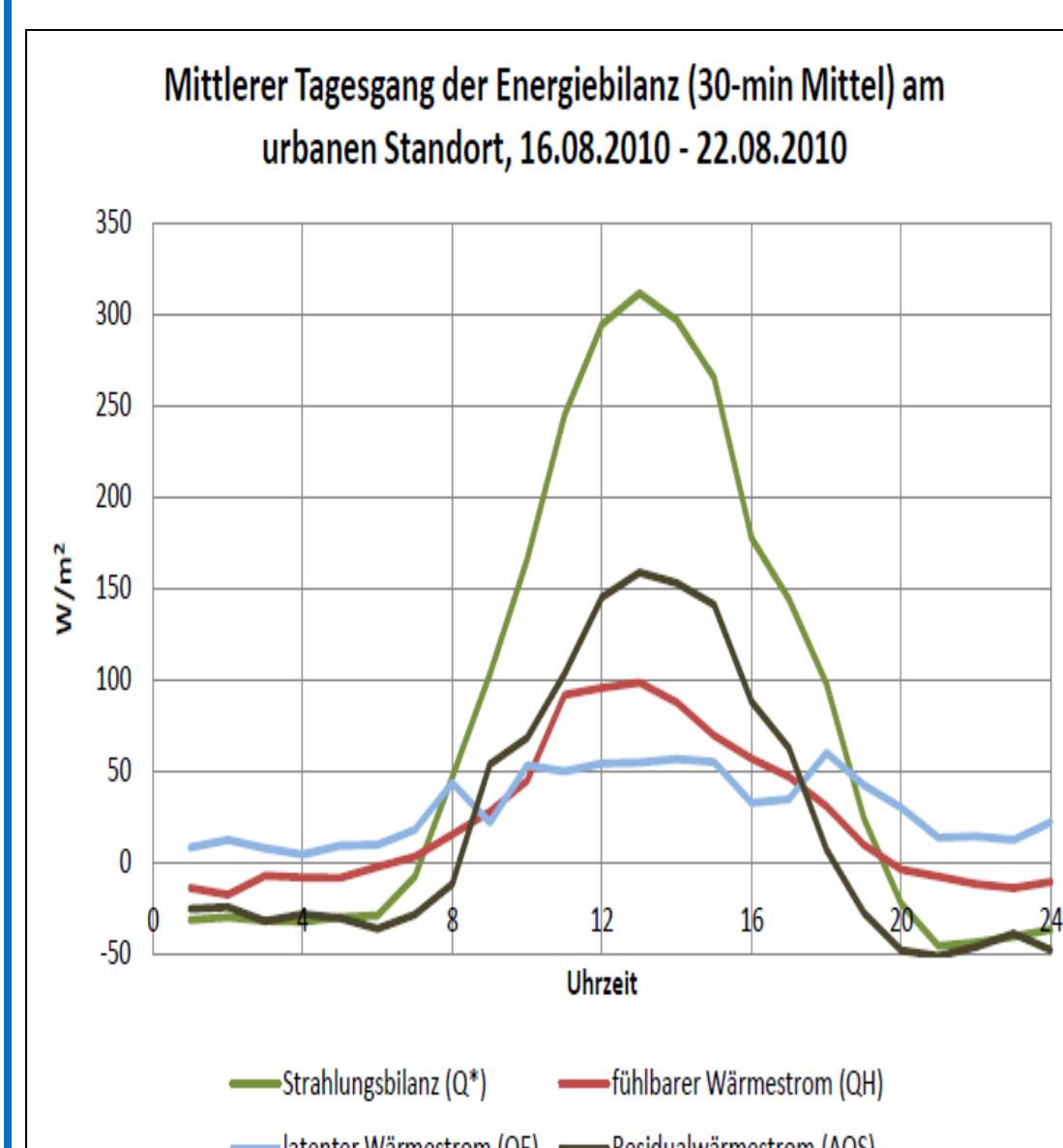


Abb. 11: Mittlerer Tagesgang der Energiebilanz im Innenstadtbereich

Die Energiebilanzglieder weisen an den betrachteten Standorten deutliche Unterschiede in ihren Tagesgängen auf (vgl. Abb. 11 und 12). Am gewässernahen, suburbanen Standort dominiert der latente Wärmestrom (Q<sub>E</sub>). Dieser weist einen ca. vierfach höheren Wert im Vergleich zum Innenstadtbereich auf. Die Verdunstung nimmt somit eine entscheidende Rolle beim Energietransport ein. Inversionslagen lösen sich am suburbanen Standort im Tagesgang später auf und stellen sich bereits kurz nach Sonnenuntergang erneut ein (negative Q<sub>H</sub>-Werte).

In den Mittagsstunden weist der Bodenwärmestrom (als Hauptkomponente von ΔQ<sub>S</sub>) in der Innenstadt einen etwa doppelt so hohen Wert auf wie im Umland, welcher durch das hohe Wärmespeichervermögen der Baumaterialien und des Asphaltbelags verursacht wird. Städte stellen demnach energetisch betrachtet „Tagspeicher“ dar (KUTTLER 2009).

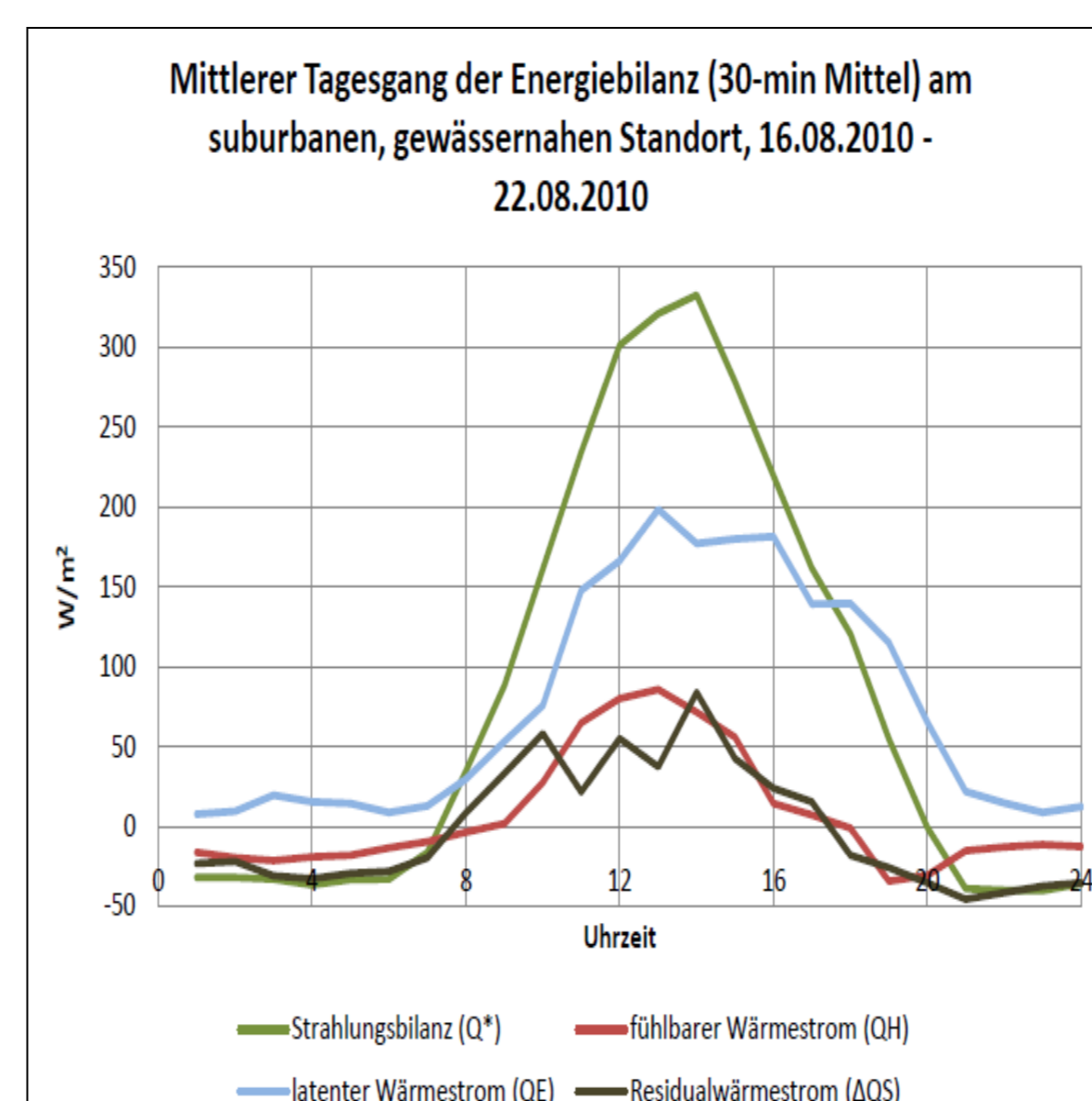


Abb. 12: Mittlerer Tagesgang der Energiebilanz am gewässernahen, suburbanen Standort

### Bewertung: Erstellung eines Handlungsleitfadens zur Stadtklimaverbesserung

IST-Zustand:

- Die beschriebenen Teilprojekte liefern ein detailliertes Bild des klimatischen IST-Zustandes des Untersuchungsgebietes Oberhausen: dichte Bebauung, ein hoher Versiegelungsgrad und ein geringer Anteil an Grün- und Wasserflächen in der Innenstadt führen dort zur Ausbildung einer Wärmeinsel. Demgegenüber stehen die Gebiete des Umlandes, die auf Grund größerer Anteile natürlicher Flächen (Gewässer, Landwirtschaftsflächen, Wälder) ein besseres Human-Bioklima aufweisen.

PLAN-Zustand:

- Im Zuge dieser Untersuchung soll erarbeitet werden, wie Flächen mit guter Wasserversorgung sich durch Verdunstung kühlend auf dicht bebaute Stadtquartiere im Klimawandel auswirken. Diese Prognosen bilden die Grundlage für einen Handlungsleitfaden zur Verbesserung des Stadtklimas.

Handlungsleitfaden:

- Darin werden anhand der gewonnenen Ergebnisse die stadtklimatischen Auswirkungen des Klimawandels sowie problemfeldbezogene Adaptions- und Mitigationsstrategien dargestellt. Der Handlungsleitfaden ist ein Instrument, das die Umsetzung der wissenschaftlichen Erkenntnisse in Verwaltung, Wirtschaft und Politik, insbesondere jedoch in der regionalen und kommunalen Planungspraxis erleichtern soll.

#### Literatur:

DE RIDDER, K.; ADAMEC, V.; BAÑUELOS, A.; BRUSE, M. BÜRGER, M. DAMSGAARD, O.; DUFEK, J. HIRSCH, J.; LEFEBRE, F.; PÉREZ-LACORZANA, J.M.; THIERRY, A. & WEBER, C. (2004): An integrated methodology to assess the benefits of urban green space. In: *Science of the Total Environment*, 334-335: 489-497.  
 KUTTLER, W. (2009): *Klimatologie*. UTB 3099, Ferdinand Schöningh, Paderborn, München, Wien, Zürich.  
 MEULEMAN, A., CIRKEL, G. & ZWOLSMAN, G. (2007): When climate change is a fact! Adaptive strategies for drinking water production in a changing natural environment. *Water Science Technology*. Bd. 56, H. 4: 137-144.  
 RVR (Regionalverband Ruhr) (2007): *Gesamtstädtische Klimaanalyse - Stadt Oberhausen*.