



## Machbarkeitsstudie für Klimaanpassungspotenziale im Innenstadtbereich von Bottrop

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz,  
Bau und Reaktorsicherheit



NATIONALE  
**KLIMASCHUTZ**  
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

**Thema:**

Klimaschutzteilkonzept für den Innenstadtbereich der Stadt Bottrop.

Entwicklung eines Maßnahmenkonzeptes vor dem Hintergrund der allgemein formulierten Folgen des Klimawandels für den Lastraum der Bottroper Innenstadt (Wärmeinsel) zur Sicherung zukünftiger Wohn- und Lebensqualität.

Förderkennzeichen: 03KS4287

Verfasser:



## **Machbarkeitsstudie für Klimaanpassungspotenziale im Innenstadtbereich von Bottrop**

|     |                                                                        |    |
|-----|------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.  | Aufgabenstellung und Aufbau der Broschüre .....                        | 04 |
| 2.  | Städtebauliche Analyse .....                                           | 06 |
| 3.  | Klimatische IST-Situation .....                                        | 11 |
| 4.  | Regionale Klimaprojektionen und Übertragung auf Bottrop .....          | 12 |
| 5.  | Mikroklima-Modell ENVI-met .....                                       | 13 |
| 6.  | Klimaprognose 2050: IST-Situation .....                                | 16 |
| 7.  | Beteiligung der Öffentlichkeit .....                                   | 24 |
| 8.  | Klimarelevante Anpassungsmaßnahmen .....                               | 26 |
| 9.  | Potenziale im Untersuchungsgebiet .....                                | 30 |
| 10. | Technische Machbarkeit der klimarelevanten Anpassungsmaßnahmen .....   | 32 |
| 11. | Handlungsempfehlungen für den Innenstadtkern .....                     | 34 |
| 12. | Parameterstudien .....                                                 | 38 |
| 13. | Wechselwirkungen zwischen Außen- und Innenklima .....                  | 41 |
| 14. | Maßnahmenkonzept .....                                                 | 42 |
| 15. | Klimaprognose 2050: Simulation mit den vorgeschlagenen Maßnahmen ..... | 44 |
| 16. | Bewertungskonzept- und Umsetzungsstrategie .....                       | 48 |
| 17. | Literatur- und Quellenverzeichnis .....                                | 50 |
|     | Impressum .....                                                        | 51 |

# 1. Aufgabenstellung und Aufbau der Broschüre

## Aufgabenstellung

Die extremen Wetterereignisse der letzten Jahre machen deutlich, dass der Klimawandel auch in unseren Breiten-graden angekommen ist. So führen zum Beispiel heftige Regenfälle zu wirtschaftlichen Schäden und Hitzeperioden lassen die Innenstädte zu Treibhäusern werden, was Belastungen für die Menschen nach sich zieht. Ein hoher Versiegelungsgrad, insbesondere in den Innenstädten, verstärkt die klimatischen Veränderungen. Undurchlässige Materialien verhindern eine natürliche Verdunstung und mindern kühlende Effekte. Materialien, wie Stein, Beton und Asphalt, erhöhen die Wärmeaufnahme, wodurch die Stadtluft nachts nicht abgekühlt werden kann. Schließlich wird der Luftaustausch durch eine geschlossene Bebauung und Straßenschluchten erschwert.

In der Veröffentlichung „Zwei Grad mehr in Deutschland“ (GERSTENGARBE/ WELZER 2013) werden bezüglich des mittleren Temperaturanstiegs in Deutschland regionale Unterschiede im Zeitraum 2031 bis 2050 gegenüber 1991 bis 2010 prognostiziert: Während an den Küsten ein geringerer Temperaturanstieg erwartet wird, ist im Ruhrgebiet mit einer Temperaturzunahme von 1,0 bis 1,25 °C zu rechnen. Im Binnentiefland, den Mittelgebirgsregionen und in Süddeutschland wird es sogar um 1,3 bis 1,5 °C wärmer. Die warme Periode mit Sommertagen (mindestens 25 °C) und heißen Tagen (mindestens 30 °C) wird sich in Deutschland voraussichtlich um fast einen Monat verlängern. Grundsätzlich werden Wetterextreme, das heißt Hitzewellen, extrem milde Winter, Dürreperioden und starke Stürme, regional zunehmen. Die Jahressumme des Niederschlags wird im Mittel in Deutschland in den nächsten 30 Jahren um 36 mm abnehmen; im Ruhrgebiet wird die Abnahme mit 50 bis 100 mm etwas höher ausfallen.

Sowohl die Klimaanalyse der Stadt Bottrop (RVR 2006) als auch das „Handbuch Stadtklima“ (MKULNV NRW 2011) zeigen, dass schon heute die gesamte Bottroper Innenstadt

deutlich überwärmt ist und sich dieser Trend weiter fortsetzen wird. Bis zum Jahr 2050 ist mit einem durchschnittlichen Temperaturanstieg um circa 1,8 °C zu rechnen. Dies bedeutet einen Anstieg der Sommertage auf den dreifachen und einen der heißen Tage auf den fünffachen aktuellen Wert. Mit diesen Entwicklungen verbunden sind gesundheitliche Auswirkungen, insbesondere für Ältere und Kranke, und Auswirkungen auf die zukünftige Wohn- und Lebensqualität.

Die Stadt Bottrop hat es sich zum Ziel gesetzt, den genannten Auswirkungen des Klimawandels frühzeitig entgegenzutreten, indem entsprechende Maßnahmen ergriffen werden, die die Folgen des Klimawandels abmildern. Dazu sollen besonders für die Innenstadt die Entwicklung relevanter Klimaparameter prognostiziert, Potenziale von Klimaanpassungsmaßnahmen aufgezeigt und ihre Wirkungen simuliert werden. Dabei sind folgende Fragestellungen zu bearbeiten:

- Wie verändert sich die klimatische Situation der Innenstadt bis 2050 bei Beibehaltung der Siedlungs- und Freiraumstruktur in der Innenstadt (struktureller Status Quo) sowie
- welche Maßnahmen müssen bis 2050 ergriffen werden, um die derzeitige klimatische Situation in der Innenstadt beizubehalten (klimatischer Status Quo)?

Aufgabe der Machbarkeitsstudie ist es, mithilfe entsprechender Untersuchungen und Simulationen geeignete Maßnahmen zu benennen und zu verorten. Die Arbeitsergebnisse sollen sowohl den entsprechenden Fachämtern als auch Akteuren und Eigentümern in der Innenstadt als künftige Handlungsmaxime dienen. Ferner soll die Übertragbarkeit in einem Leitfaden dargestellt werden.

Das Projekt wird als Klimaschutzteilkonzept aus Mitteln des BMUB-Förderprogramms „Kommunaler Klimaschutz“ gefördert.



## Aufbau der Broschüre

Es erfolgt zunächst eine städtebauliche Analyse (Kapitel 2), in der die Rahmenbedingungen und die klimatisch wirkenden Stadtstrukturen mit Ihren Wechselwirkungen dargestellt werden. Aus den Analysen werden Stärken und Schwächen sowie räumliche Handlungsschwerpunkte mithilfe von Risikoanalysen abgebildet.

In Kapitel 3 wird die klimatische IST-Situation hinsichtlich der Lufttemperatur dargestellt.

Eine Auswertung der regionalen Klimaprojektionen und eine Übertragung auf Bottrop erfolgt in Kapitel 4.

Die räumlich detaillierte Stadtklimaprognose für 2050 erfolgt auf der Grundlage des mikroskaligen numerischen Klimamodells ENVI-met, mithilfe dessen zwei Szenarien untersucht werden. In Kapitel 5 werden das Modell und die Vorgehensweise der Simulationen erläutert.

In Kapitel 6 wird im ersten Szenario die Wärmebelastung für einen typischen sommerlichen Tag im Jahr 2050 mit der städtebaulichen IST-Situation für verschiedene Tageszeiten berechnet. In die Simulationsrechnung fließen der aktuelle Gebäudebestand und die aktuelle Versiegelungssituation ein. Mit der Berechnung werden Bereiche mit extremer Wärmebelastung sondiert und damit besonders hohe Belastungen in der Innenstadt identifiziert.

Die Beteiligung der Öffentlichkeit ist in Kapitel 7 dargestellt. Mit verschiedenen Beteiligungen (Fragebogenaktion, Zukunftswerkstatt, Flyer, Informationsgespräche) werden relevante Akteure für das Thema Klimaanpassung sensibilisiert, Erkenntnisse zur Akzeptanz, Mitwirkungsbereitschaft und -fähigkeit der örtlichen Akteure gewonnen sowie eine Mobilisierung der Innenstadtakteure unterstützt.

In Kapitel 8 werden verschiedene Maßnahmentypen im

Problemfeld „Hitzebelastung“ vorgestellt. Ferner wird auf den Zusammenhang von Klima und Biodiversität eingegangen und es werden Pflanzempfehlungen für urbane Vegetationsflächen gegeben.

Die konkreten Potenzialflächen für Klimaanpassungsmaßnahmen werden in Kapitel 9 dargestellt.

Die technische Machbarkeit von neuen Baumpflanzungen im öffentlichen Straßenraum sowie auf öffentlichen Plätzen und in Parkanlagen wird in Kapitel 10 überprüft.

In Kapitel 11 sind Handlungsempfehlungen für den Innenstadtkern dargestellt, in dem ein vordringlicher Handlungsbedarf für klimarelevante Maßnahmen besteht.

In Kapitel 12 werden anhand von Parameterstudien die Auswirkungen unterschiedlicher Klimaanpassungsmaßnahmen auf das Mikroklima überprüft sowie hinsichtlich spezifischer Kosten und Effekte (Nutzen) bewertet.

Anschließend werden in Kapitel 13 die Wechselwirkungen zwischen Außen- und Innenklima exemplarisch für zwei Raumtypen analysiert und daraus Planungsempfehlungen abgeleitet.

Das Maßnahmenkonzept für den Gebäude-, Freiraum- und Straßenbereich wird in Kapitel 14 erarbeitet. Die städtischen Maßnahmen werden kalkuliert und hinsichtlich der Prioritätensetzung bewertet.

Die klimatischen Auswirkungen des Maßnahmenkonzepts werden in einem zweiten Szenario für den Prognosezeitpunkt 2050 simuliert und auf ihre Wirksamkeit hin überprüft. Die Simulationsergebnisse zum Planfall werden in Kapitel 15 für verschiedene Tageszeiten beschrieben.

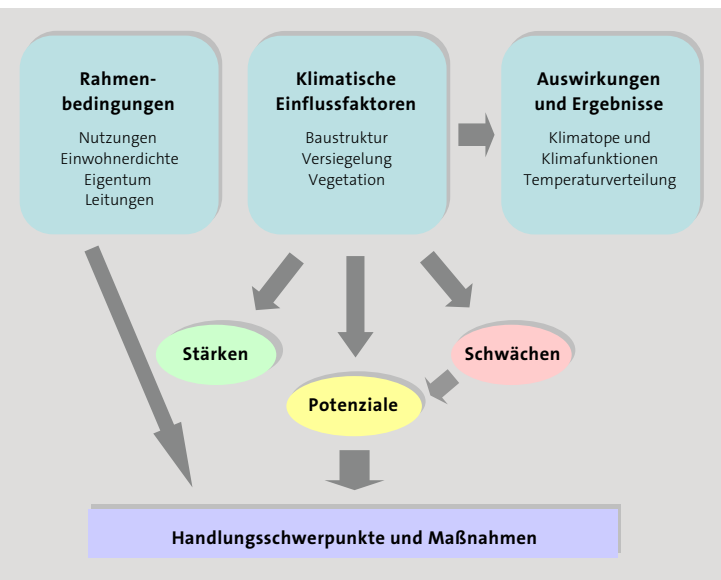
In Kapitel 16 werden abschließend das Bewertungskonzept und eine Umsetzungsstrategie dargestellt.

## 2. Städtebauliche Analyse

### Methodisches Vorgehen

In der städtebaulichen Analyse werden im ersten Schritt die Rahmenbedingungen und im zweiten Schritt die klimarelevanten Einflussfaktoren und Strukturen, auf die eingewirkt werden kann und die stadtklimatische Auswirkungen zur Folge haben, analysiert. Basierend auf der Untersuchung der Einflussfaktoren und Strukturen werden Stärken, Schwächen und Potenziale ermittelt. Dabei können Schwächen (zum Beispiel hoher Versiegelungsgrad) gleichzeitig auch Potenziale (zum Beispiel für Entsiegelungsmaßnahmen) darstellen.

Die ermittelten Potenziale bilden die Grundlage für die Benennung von Handlungsschwerpunkten und Maßnahmen, wobei bei der konkreten Umsetzung von Maßnahmen die Rahmenbedingungen, wie Eigentum oder Nutzungen, beachtet werden müssen.



### Rahmenbedingungen

#### *Nutzungen*

Das Untersuchungsgebiet ist im Wesentlichen durch Wohnbau- und Gemeinbedarfsflächen geprägt, im zentralen Innenstadtbereich überwiegen Flächen mit gemischter Nutzung sowie kleinere Gewerbeflächen. Im Südosten liegen größere Gewerbeflächen. Ferner gibt es mehrere Plätze sowie Sport-, Freizeit- und Erholungsflächen, wie zum Beispiel zwei Sportplätze, das Hallenbad und den Ehrenpark. An größeren Grün- und Freiflächen sind insbesondere der Alte Friedhof im Osten und der Übergangsbereich zum Stadtpark im Nordwesten des Gebietes zu nennen.

#### *Eigentum*

In der Innenstadt überwiegen private Einzeleigentümer. Daneben besitzt die Stadt Bottrop eine Vielzahl von Flurstücken, wobei zu den städtischen Grundstücken vor allem Straßenflächen und Plätze zählen. Im Osten und Südosten gibt es kleinere Bestände von Wohnungsunternehmen. Grundsätzlich sind Maßnahmen auf Flächen von Wohnungsunternehmen, der Stadt, des Landes, der Kirche oder von anderen öffentlichen Trägern einfacher umzusetzen als auf Flächen von privaten Einzeleigentümern.

#### *Leitungen*

Der öffentliche Straßenraum bietet Potenziale für neue Baumpflanzungen, wobei Abwasserkanäle und Leitungen, wie zum Beispiel Fernwärme-, Gas-, Wasser-, Strom- sowie Glasfaser- und Telekommunikationsleitungen, Restriktionen darstellen. Aus diesem Grund wurden wenig begrünte Straßen und Plätze auf vorhandene Leitungstrassen überprüft, um herauszufinden, an welchen Standorten und unter welchen Voraussetzungen neue Baumpflanzungen umsetzbar sind.

#### *Einwohnerdichte*

Besonders hoch ist die Einwohnerdichte im zentralen Bereich der Innenstadt mit mehr als 200 Einwohnern je Hek-

tar, aber auch im Süden des Untersuchungsgebietes leben viele Menschen auf engem Raum. Die Dichte der Personen über 65 Jahre ist insbesondere im zentralen Bereich der Innenstadt und im Süden besonders hoch. Hervorzuheben sind die Standorte der vier Seniorenzentren.

## Stadtstrukturen als klimatische Einflussfaktoren

### Baustruktur

Der Schwarzplan zeigt die höchste Verdichtung der Baukörper im Bereich der Fußgängerzone. Daneben fallen einzelne größere Gebäudekomplexe, wie die Schulen und Verwaltungsgebäude, auf. Der Großteil der Gebäude im Untersuchungsgebiet sind mit Dächern mit einer Neigung von weniger als 5° oder mehr als 30° errichtet. Dies bedeutet, dass bei vielen Flachdächern eine Dachbegrünung möglich ist, und bei Erfüllung der statischen Voraussetzungen auch Intensivbegrünungen realisiert werden können; ansonsten sind hier auch Extensivbegrünungen geeignet.

### Versiegelung

Insbesondere die sauberen (nicht von Kfz befahrenen) versiegelten Flächen stellen Potenziale für Entsiegelungen dar. Auch auf den schmutzigen (von Kfz befahrenen) versiegelten Flächen im städtischen/ öffentlichen Besitz sind klimarelevante Maßnahmen vorstellbar, wenn versiegelte Wegeflächen oder Parkplätze mit wassergebundenen Decken, Porenpflaster oder Schotterterrassen teilentsiegelt und wasserdurchlässig gestaltet werden.



### Vegetation

Das Untersuchungsgebiet ist vor allem durch Siedlungsflächen und Verkehrswege geprägt. Daneben gibt es nur wenige größere, zusammenhängende öffentliche Erholungsflächen (unter anderem Alter Friedhof, Sportplätze, Ehrenpark, Plätze). An den Rändern der Innenstadt sind viele Blockinnenbereiche gärtnerisch genutzt (überwiegend Ziergärten). Vereinzelt kommen kleinere Flächen mit Gehölzstrukturen sowie Vorwäldern vor.

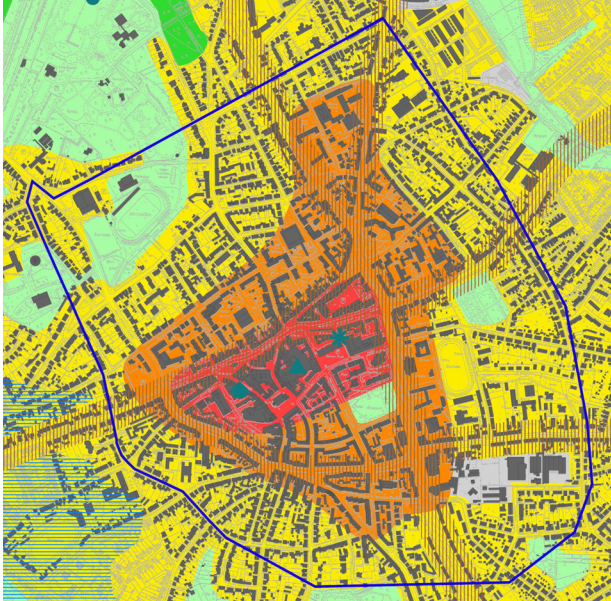
Es gibt im Untersuchungsgebiet eine hohe Zahl an Bäumen, die durch ihre Verdunstungs- und Filterungsleistung sowie Schattenwirkung vor allem in der unmittelbaren Nachbarschaft für eine Verbesserung des Stadtklimas sorgen. Es sind insbesondere die großen Sportflächen sowie die Verkehrsstraßen im Zentrum, die die geringsten Baumbestände aufweisen.

## Auswirkungen und Ergebnisse

### *Klimatope und Klimafunktionen*

Im Untersuchungsgebiet gibt es gemäß der Klimaanalyse der Stadt Bottrop (RVR 2006) fünf Klimatope:

- Im zentralen Innenstadtbereich herrscht ein Innenstadtklima mit sehr starken Wärmeinseln vor. Der Versiegelungsgrad liegt bei rund 95 %, der Luftaustausch ist verringert und im Sommer können Belastungen durch Hitze und Schwüle eintreten. Auch treten hier Windfeldveränderungen mit stark turbulentem Windfeld auf, sodass die Aufenthaltsqualität im Straßenraum teilweise beeinträchtigt ist. Schließlich gibt es einen Vertikalaustausch, der am Tag zu einer starken thermischen Konvektion führt.
- In einem Ring um den Bereich des Innenstadtklimas herrscht ein Stadtklima, das durch eine dichte städti-



sche Bebauung mit einem Versiegelungsgrad von rund 80 % zu ausgeprägten Wärmeinseln mit eingeschränkten Austauschbedingungen führt.

- In den Randbereichen der Innenstadt mit einer überwiegend lockeren Bebauung und einer guten Durchgrünung herrscht das bioklimatisch günstige Stadtrandklima vor. Bei einem Versiegelungsgrad von etwa 64 % gibt es nur schwach ausgeprägte Wärmeinseln und einen ausreichenden Luftaustausch.
- In den Gewerbeflächen im Südosten herrscht ein Gewerbe- und Industrieklima. Der Grad der Versiegelung ist hoch (rund 73 %), die Flächen heizen sich im Sommer stark auf, ein trockenes Klima entsteht, das Windfeld verändert sich und Emissionen von Lärm und Schadstoffen treten auf.
- Auf vereinzelt Flächen, wie zum Beispiel dem Alten Friedhof, dem Ehrenpark und Flächen im Nordwesten am Rand des Stadtparks, herrscht ein Parkklima. Diese Flächen sind bioklimatisch wertvolle Stadtoasen, jedoch ohne bedeutende Fernwirkungen. Abhängig vom Bewuchs werden die Temperatur- und Strahlungsmplituden mehr oder weniger stark gedämpft.

Beeinflusst wird das Klima im Untersuchungsgebiet auch durch verschiedene Hauptverkehrsstraßen, die bei hohem Verkehrsaufkommen lineare Emissionen von Abgasen und Lärmmissionen aufzeigen.

### *Temperaturverteilung*

Der stark verdichtete Innenstadtkern ist ein sehr stark überwärmter Bereich (mehr als +2,5 Kelvin gegenüber der Messstation Welheim). In einem Ring um diesen Innenstadtkern ist ein stark überwärmter Bereich (+1,5 bis +2,5 Kelvin) festzustellen. Bei den Randbereichen der Innenstadt handelt es sich um leicht überwärmte Bereiche (+0,5 bis +1,5 Kelvin) und teilweise im Norden und Süden auch um Bereiche mit ausgeglichenen Temperaturverhältnissen (-0,5 bis +0,5 Kelvin). Nur der Norden am Stadtpark ist ein kühler Bereich (-0,5 bis -1,5 Kelvin).



## Stärken



Eine lockere Bebauung ist als günstige Baustruktur für das Mikroklima einzustufen. Ebenso sind vorhandene Gründächer und Fassadenbegrünungen sowie unversiegelte Flächen als stadtklimatische Stärken zu bewerten. Weitere Stärken sind vorhandene Bäume und Flächen mit einem hohen Grünvolumen (insbesondere Gehölze), da sie einen positiven Beitrag bei der Temperaturdämpfung leisten, das heißt nachts eine Abkühlung gewährleisten und sich tagsüber weniger stark aufheizen.

Die positiven Strukturen sind vor allem an den Rändern der Innenstadt zu finden, am stärksten heben sich der Alte Friedhof im Osten und Gehölzverdichtungen am Rand der Sportanlage im Nordwesten ab. Dagegen weist das Stadtzentrum bis auf einzelne Gründächer kaum positive Strukturen auf.

## Schwächen



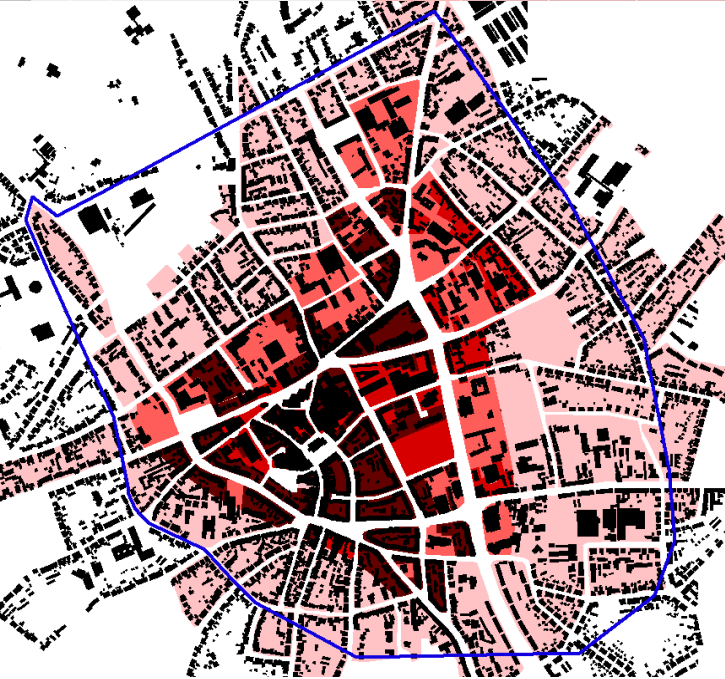
Eine stark verdichtete Bebauung ist ungünstig für das Mikroklima, aber auch versiegelte Flächen stellen aus klimatologischer Sicht eine Schwäche dar. Ferner bilden vegetationsarme Flächen und wenig begrünte Straßenräume ein Defizit, weil sich diese Bereiche ebenfalls stark aufwärmen können. Ebenso sind Dächer mit einer Dachneigung von mehr als 30° eine Schwäche, da hier eine (extensive) Dachbegrünung nur schwer möglich ist.

Auffällig ist der stark versiegelte und bebaute Zentrumsbereich um die Fußgängerzone als Stadtraum mit vielen Schwächen. Diese ungünstige Verdichtung nimmt zu den Innenstadträndern im Osten und Nordwesten ab, jedoch sind auch an den Rändern Freiflächen mit geringerem Grünvolumen festzustellen, wie zum Beispiel die vegetationsarmen Sportplätze.

Räumliche Handlungsschwerpunkte

Um räumliche Handlungsschwerpunkte (Vorranggebiete) für Maßnahmen zu identifizieren, bietet sich die Durchführung von Empfindlichkeits- oder Risikoanalysen an. Dabei

| Risikoanalyse<br>1 = gering<br>2 = mittel<br>3 = hoch<br>4 = sehr hoch |           |   |                         | Empfindlichkeit                          |   |   |   |
|------------------------------------------------------------------------|-----------|---|-------------------------|------------------------------------------|---|---|---|
|                                                                        |           |   |                         | Einwohnerdichte über 65 Jahre (EW je ha) |   |   |   |
|                                                                        |           |   |                         | 1                                        | 2 | 3 | 4 |
| Belastung                                                              | Klimatope | 1 | Stadtrandklima          | 1                                        | 1 | 1 | 1 |
|                                                                        |           | 2 | Parkklima               | 1                                        | 1 | 2 | 3 |
|                                                                        |           | 3 | Gewerbe-/Industrieklima | 2                                        | 3 | 4 | 4 |
|                                                                        |           | 4 | Stadtklima              | 3                                        | 4 | 4 | 4 |
|                                                                        |           | 4 | Innenstadtklima         | 3                                        | 4 | 4 | 4 |



werden stadtklimatische Belastungen mit der Empfindlichkeit/ Sensitivität von Orten in einen räumlichen Zusammenhang gesetzt und darüber das Risiko beziehungsweise die Verletzbarkeit von räumlichen Bereichen ermittelt.

Besonders hoch ist das Risiko dort, wo sowohl die Belastung als auch die Empfindlichkeit hoch sind. Leben beispielsweise besonders viele Menschen je Fläche in einem sehr stark überwärmten Bereich, dann ist das Risiko sehr hoch und ein Handeln wird vordringlich. Umgekehrt ist das Risiko in einem Bereich mit ausgeglichenen Temperaturverhältnissen und einer niedrigen Einwohnerdichte gering.

Risikoanalyse: Klimatope und Einwohnerdichte der über 65-Jährigen

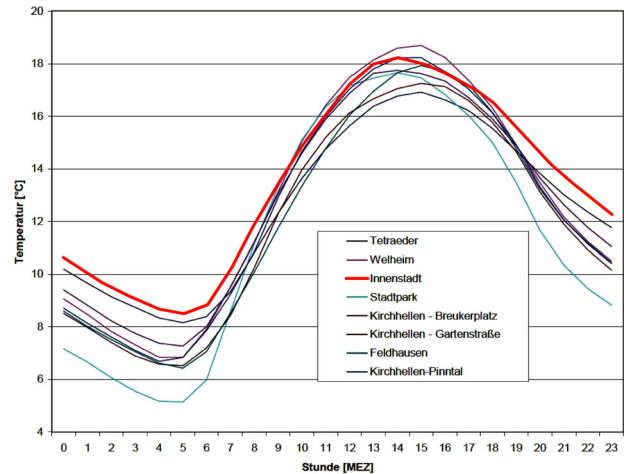
An dieser Stelle werden beispielhaft die Klimatope (als stadtklimatische Belastung) mit der Einwohnerdichte der über 65-Jährigen (Empfindlichkeit) überlagert, da diese Personen besonders hitzesensibel sind und demnach eine Risikogruppe darstellen. Bei der Überlagerung nach der obigen Bewertungsvorschrift zeigt sich, dass vor allem der zentrale Bereich der Innenstadt in Hitzesituationen risikogefährdet ist. Hingegen ist das Risiko an den Rändern des Untersuchungsgebietes, insbesondere im Osten und Norden, als niedrig einzustufen, weshalb hier eher ein nachrangiger Handlungsbedarf besteht.

### 3. Klimatische IST-Situation

#### Lufttemperatur

Die Ergebnisse mehrerer Messfahrten im Bottroper Stadtgebiet zeigen, dass es bei schwachwindigen Schönwetterlagen nachts zu einer deutlich ausgeprägten innerstädtischen Wärmeinsel kommt, bei der die Innenstadt gegenüber den Stadtrandbereichen um mehr als 2,5 °C höhere Temperaturen aufweist (RVR 2006). Nordwestlich des innerstädtischen Untersuchungsgebietes befindet sich die größere Fläche des Stadtparks, die sich in den Nachtstunden effektiv abkühlt, sodass hier die nächtlichen Temperaturen bei autochthonen Wetterlagen um mehr als 4 °C unter den Temperaturen in der Innenstadt liegen. Die Tendenz der Innenstadt zur nächtlichen Überwärmung wird auch von den stationären Messungen belegt, die als wesentliche Grundlage für die Erstellung der Klimaanalyse durchgeführt wurden.

Die nebenstehende Abbildung zeigt den mittleren Tagesgang der Lufttemperaturen während autochthoner Wetterlagen an ausgewählten Messstationen im Stadtgebiet von Bottrop. Am Vormittag steigen die Lufttemperaturen an der innerstädtischen Messstation nicht so schnell an, da die dichten innerstädtischen Bebauungsstrukturen einen Großteil der Strahlungsenergie speichern und länger andauernde Verschattungen verursachen. Über stark besonnten und/ oder stark versiegelten Flächen von Gewerbe- und Industriegebieten (vergleiche Temperaturverlauf der Station Bottrop-Welheim) treten daher vergleichbare oder sogar höhere Tagesmaxima der Lufttemperaturen auf. Nachts liegen die Lufttemperaturen in der Innenstadt aber deutlich über den Werten der anderen Stationen, da sich hier abends die Luft weniger schnell abkühlt. Ursachen hierfür sind die hohe Wärmespeicherkapazität und die verringerte Abgabe langwelliger Wärmestrahlung, die aus der dichten Bebauung und der hierdurch bedingten Horizontverengung resultiert. Da bei hohen nächtlichen Lufttemperaturen die Erholung beim Schlafen gestört wird, ist die nächtliche Überwärmung der Bottroper Innenstadt



Mittlerer Tagesgang der Lufttemperaturen während autochthoner Wetterlagen an ausgewählten Messstationen in Bottrop (Quelle: RVR 2006)

bioklimatisch als besonders problematisch einzustufen. Abends und nachts wird die in den Baumassen eingespeicherte Wärme wieder an die Atmosphäre abgegeben, so dass der nächtliche Temperaturrückgang verlangsamt wird.

Im Zeitraum von 1986 bis 2005 entsprach die Häufigkeit von heißen Tagen (10) und Sommertagen (42) in der Innenstadt von Bottrop in etwa der von Bottrop-Welheim (11 beziehungsweise 44). Die Anzahl warmer Tage (mehr als 20 °C) ist hingegen in der Innenstadt von Bottrop (54) gegenüber den Stadtrandbereichen (35) deutlich erhöht, und auch die Häufigkeit des Auftretens von Tropennächten (mehr als 20 °C) liegt in der City von Bottrop mit 5 gegenüber 1 in Bottrop-Welheim deutlich höher.

## 4. Regionale Klimaprojektionen und Übertragung auf Bottrop

Laut des aktuellen IPCC-Reports (IPCC 2013) gilt es als gesichert, dass die Durchschnittstemperatur an der Erdoberfläche im Zeitraum von 1880 bis 2012 um 0,85 °C angestiegen ist. Gleichzeitig sind Extremereignisse wie Hitzeperioden sehr wahrscheinlich häufiger und länger andauernd geworden. Mit extremer Wahrscheinlichkeit von mehr als 95 % kann der menschliche Einfluss durch den Ausstoß von Treibhausgasen, wie Kohlenstoffdioxid oder Methan, als Hauptverursacher für die seit dem Jahr 1950 beobachtete globale Erwärmung angesehen werden.

Die anhaltende Freisetzung von Treibhausgasen wird zu einer weiteren Klimaerwärmung und den damit einhergehenden Änderungen des Klimasystems führen. Es kann davon ausgegangen werden, dass der Klimawandel im regionalen Maßstab in Abhängigkeit von der geographischen und topographischen Lage sowie der Landnutzung und Klimazonenzugehörigkeit in unterschiedlicher Differenzierung in Erscheinung treten wird.

Um die regionalen Auswirkungen des Klimawandels zu quantifizieren, wird in der Regel auf Simulationsrechnungen mit regionalen Klimamodellen zurückgegriffen. Auf der Grundlage von Berechnungen durch das regionale Klimamodell STAR II sind im „Handbuch Stadtklima“ des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV NRW 2011) Angaben zu den zu erwartenden Häufigkeiten von Lufttemperaturabhängigen Kennzahlen in Bottrop aufgeführt. Demnach kann im Vergleich der Zeiträume 1986 bis 2005 sowie 2051 bis 2060 die Anzahl der Sommertage ( $T_{max} > -25\text{ °C}$ ) um 95 % steigen, die Anzahl heißer Tage ( $T_{max} > -30\text{ °C}$ ) um 147 % und die Anzahl der Tropennächte ( $T_{min} > -20\text{ °C}$ ) um 130 %.

Für die Wetterstationen Bottrop-Welheim und Bottrop City sind in den Zeiträumen 1986 bis 2005 und 2051 bis 2060 pro Jahr folgende Häufigkeiten der sommerlichen Kennzahlen zu erwarten:

|                                            | Bottrop-Welheim |           | Bottrop-City |           |
|--------------------------------------------|-----------------|-----------|--------------|-----------|
|                                            | 1986-2005       | 2051-2060 | 1986-2005    | 2051-2060 |
| Sommertage ( $T_{max} > -25\text{ °C}$ )   | 43,6            | 85,0      | 41,5         | 80,9      |
| Heiße Tage ( $T_{max} > -30\text{ °C}$ )   | 11,3            | 27,9      | 10,1         | 24,9      |
| Tropennächte ( $T_{min} > -20\text{ °C}$ ) | 0,9             | 2,1       | 5,3          | 12,2      |



## 5. Mikroklima-Modell ENVI-met

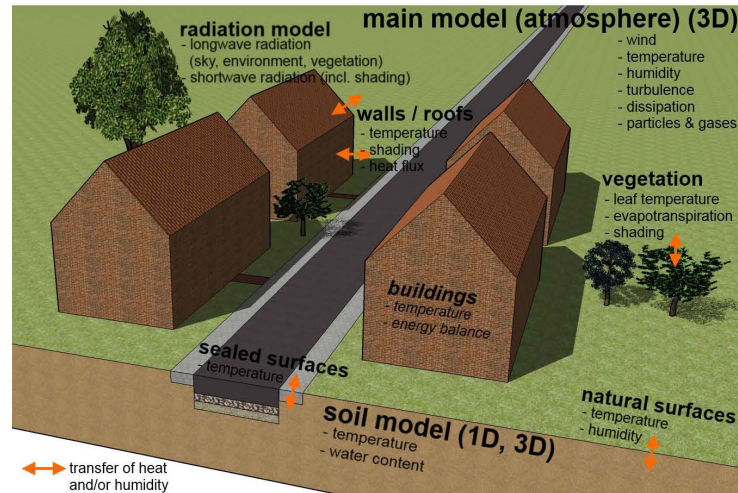
Die räumlich detaillierte Stadtklimaprognose für 2050 erfolgt auf der Grundlage des mikroskaligen numerischen Klimamodells ENVI-met in der Version 3.1 (BRUSE O.J.). ENVI-met ist ein prognostisches dreidimensionales Modell, welches mit einer sehr genauen räumlichen und zeitlichen Auflösung betrieben werden kann. Mit typischen räumlichen Auflösungen zwischen 0,5 m und 10 m sowie Zeitschrittlängen von weniger als 10 s simuliert ENVI-met die Wechselwirkungen zwischen Atmosphäre, Böden, Vegetation und Gebäuden.

In den Simulationsberechnungen können selbst einzelne Pflanzen und Stadtstrukturen abgebildet werden. Hierdurch wird ENVI-met zu einem wichtigen Werkzeug für Stadtplaner, Architekten und Stadtklimatologen, die die typischen meteorologischen Wechselwirkungen im urbanen Raum simulieren wollen.

Die wichtigsten Variablen, die ENVI-met simuliert, sind die Windgeschwindigkeit und -richtung, die Luft- und Bodentemperatur, die Luft- und Bodenfeuchte, die Turbulenz, die Strahlungsflüsse sowie die Gas- und Partikelverbreitung. Zur Berechnung dieser Variablen nutzt ENVI-met verschiedene Untermodelle, die miteinander gekoppelt sind.

Im Rahmen dieser Studie werden mit Hilfe von ENVI-met Simulationsrechnungen für zwei Szenarien untersucht:

Im ersten Szenario wird die Wärmebelastung an einem Hitzetag mit einer Maximaltemperatur von mehr als 30 °C im Jahr 2050 auf Grundlage der stadtstrukturellen IST-Situation berechnet. Im Jahr 2050 tritt eine derartige Wärmebelastung an circa 25 Tagen im Jahr auf. In die Simulationsrechnung fließen der aktuelle Gebäudebestand und die aktuelle Versiegelungssituation ein. Zur Berücksichtigung der innerstädtischen Vegetation wird der aktuelle Baumbestand unter Berücksichtigung des voraussichtlichen Baumwachstums bis zum Prognosejahr 2050 in das Rechenmodell eingearbeitet.



Schema der in ENVI-met nachgebildeten Prozesse (Quelle: Huttner 2012)

Aufbauend auf den Rechenergebnissen zur IST-Situation werden Handlungsempfehlungen für den Innenstadtkern zur Minderung des Hitzestresses in besonders belasteten Bereichen abgeleitet. Diese Empfehlungen werden für die Simulation des zweiten Szenarios (Klimaprognose 2050 – Planfall) in ENVI-met eingearbeitet und auf ihre Wirksamkeit hin überprüft.

## Eingangsdaten



### Gebäude

Städtische Baukörper sind ein maßgeblicher Einflussfaktor für die Ausprägung des Stadtklimas. Da Gebäude Wärme erheblich besser speichern als ein unbebauter Boden oder Vegetation und die über den Tag gespeicherte Wärme abends und nachts langsam wieder an die Umgebungsluft abgeben, ist es nachts innerhalb der Stadt häufig wärmer als im städtischen Umland. Tagsüber lassen sich aber auch gegenläufige Effekte feststellen. So kann sich durch Schattenwurf die Luft in der Stadt mit ihren dichten Bebauungsstrukturen in Bodennähe tagsüber weniger stark erwärmen als auf unverschatteten Freiflächen. Neben den Auswirkungen auf den Wärmehaushalt beeinflusst die Bebauungsstruktur einer Stadt auch in erheblichem Maße den Luftaustausch. Durch die erhöhte Rauigkeit der Oberfläche kommt es im Mittel zu einer Abnahme der Windgeschwindigkeit und somit zu einer verringerten Frischluftzufuhr, nur an höheren Gebäuden kann eine erhöhte Böigkeit auftreten.

Der in die Berechnung eingeflossene Gebäudebestand im Untersuchungsgebiet beinhaltet vorhandene extensiv bepflanzte Dächer. Für die Modellberechnungen werden den Gebäuden neben der Gebäudehöhe auch thermische und strahlungstechnische Eigenschaften zugewiesen.



### Vegetation

Im Programmsystem ENVI-met kann der Einfluss von Bäumen auf das innerstädtische Mikroklima detailliert abgebildet werden. Bei den Berechnungen wurden die folgenden Prozesse berücksichtigt:

- Verschattung des Bodens durch Baumkronen
- Absorption von Strahlung zur Verdunstung von Wasser
- Einfluss der Vegetation auf das lokale Windfeld

Zunächst wurde die Vegetations-IST-Situation der Baumstrukturen für das Jahr 2013 im Untersuchungsgebiet ermittelt. Die im Modell platzierten Bäume wurden unter anderem durch ihre Höhe, die Wuchsform und die Belaubungsdichte definiert. Da die Klimaprognose die Situation im Jahr 2050 wiedergeben soll, wurde auch das Baumwachstum bis zum Prognosejahr in den Berechnungen abgebildet.

## Oberflächenarten

Ein weiterer wichtiger Baustein, der zur Ausprägung des typischen Stadtklimas führt, ist die vorherrschende Oberflächenart in der Stadt. So wird durch die erhöhte Oberflächenversiegelung und dem hiermit verbundenen geringen Grünanteil die Verdunstung reduziert, was zu einer Erhöhung der Temperatur in innerstädtischen Bereichen führt. Über versiegelten Flächen erfolgt zudem eine stärkere Wärmespeicherung der einfallenden Strahlung. Diese Wärme wird nachts wieder an die Umgebungsluft abgegeben und sorgt für eine gegenüber dem Umland deutlich reduzierte nächtliche Abkühlung.

## Initialisierungsparameter

In dem verwendeten ENVI-met Modell werden die tageszeitlichen Schwankungen der meteorologischen Parameter über feste Startparameter und den tageszeitlich wechselnden Strahlungseinfall gesteuert.

Die wichtigsten Startparameter sind:

- geographische Position
- Zeit
- Windgeschwindigkeit in 10 m über Grund an einer Referenzstation
- Windrichtung
- Rauigkeitslänge an der Referenzstation
- Initialisierungstemperatur der Atmosphäre
- spezifische Feuchte in 2.500 m
- relative Feuchte in 2 m über Grund
- Bodentemperatur und -feuchte in drei Schichten
- Wolkenbedeckung

Durch die gezielte Wahl der Startparameter wurde ein heißer, trockener Tag mit geringer Windgeschwindigkeit und hieraus resultierendem hohen Wärmestress-Potenzial abgebildet.

Da die Temperaturverteilung im Modell in nicht unerheblichen Maß von Advektionsprozessen, das heißt von der horizontalen Zufuhr von Luftmassen, und somit durch die jeweilige Anströmrichtung geprägt ist, wurden alle Berechnungen für jeweils zwei Anströmrichtungen durchgeführt, das heißt für Nordost (60°) und Südwest (220°).

## Auswertung der Ergebnisse

Nach Durchführung der Simulationsberechnungen wurden die für die weiteren Auswertungen benötigten Parameter (potenzielle Temperatur, Strahlungstemperatur, relative Luftfeuchte und Windgeschwindigkeit) aus den Ergebnisdateien für eine Höhe von 1,50 m über Grund extrahiert.

Hierbei wurden folgende Tageszeiten analysiert:

- 22.06., 05 Uhr – kälteste Nachtstunde
- 22.06., 12 Uhr – höchster Sonnenstand
- 22.06., 16 Uhr – wärmste Tagstunde
- 22.06., 22 Uhr – typische Einschlafzeit

Die maßgeblichen Kenngrößen zur Bewertung der Wärmebelastung sind nachts die Lufttemperatur und tagsüber der PET-Wert (Physiologisch Äquivalente Temperatur).

Der thermische Komfort hängt von den meteorologischen Elementen Lufttemperatur, Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit sowie kurz- und langwelliger Strahlung ab. Der PET-Wert stellt eine gängige Kenngröße zur Bewertung des thermischen Komforts dar, in der die Einflüsse der Lufttemperatur, der Windgeschwindigkeit, der Strahlung und der Strahlungsbilanz auf das thermische Empfinden einfließen.

## 6. Klimaprognose 2050: IST-Situation

Nachts ist für die Bewertung des Bioklimas insbesondere die Lufttemperatur von Bedeutung, da durch die hohen nächtlichen Lufttemperaturen die Erholung durch das Schlafen deutlich eingeschränkt wird. Die wichtigsten Ergebnisse der Simulationsrechnungen für das Ist-Szenario im Jahr 2050 werden für die vier Auswertetermine 5, 12, 16 und 22 Uhr sowie die zwei Anströmrichtungen Nordost (60°) und Südwest (220°) dargestellt.

Zur Verdeutlichung der nächtlichen Überwärmung der Innenstadt während sommerlicher Strahlungswetterlagen wurden die nächtlichen Wärmeinseln in Abhängigkeit von der vorherrschenden Windrichtung erstellt. Die Wärmeinsel wurde hierbei als Temperaturdifferenz von 1,5 °C zum kühlen Parkgelände des Alten Friedhofs definiert. Bereiche, die bei mindestens einer Windrichtung mehr als 1,5 °C wärmer waren als der Alte Friedhof, wurden als Wärmeinsel klassifiziert.

Tagsüber ist die Lufttemperatur jedoch nur ein Baustein bei der Bewertung der innerstädtischen bioklimatischen Belastungssituation. Neben der Lufttemperatur haben insbesondere die Strahlungstemperatur sowie die Windgeschwindigkeit und die relative Luftfeuchte einen großen Einfluss auf den thermischen Komfort. Aus den genannten Größen wurde zur Bestimmung der thermischen Belastung daher der PET-Wert für 12 und 16 Uhr bestimmt und dargestellt. Die für die PET-Bestimmung benötigten meteorologischen Eingangsgrößen Lufttemperatur, Dampfdruck, mittlere Strahlungstemperatur und Windgeschwindigkeit werden vom Simulationsmodell ENVI-met bereitgestellt. Da der PET-Wert in starkem Maß von der Strahlungstemperatur geprägt ist, welche nicht von der Windrichtung abhängt, unterscheiden sich die berechneten PET-Werte bei beiden Anströmrichtungen nur unwesentlich und werden daher gemeinsam erläutert.

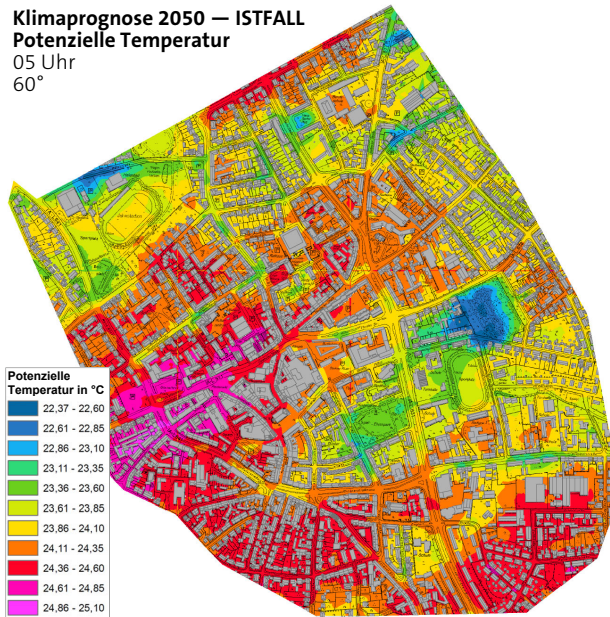
### Situation um 5 Uhr morgens

#### *Potenzielle Temperatur — Anströmrichtung Nordost (60°)*

- Innerhalb des Untersuchungsgebietes treten Temperaturunterschiede von 2,7 °C auf, die insbesondere mit dem Grad der Versiegelung und der Art und Dichte der Bepflanzung zu erklären sind.
- Als kühler Bereich tritt deutlich das parkähnliche Areal des Alten Friedhofs hervor. Positiv wirkt sich hier der dichte Baumbestand aus. Aufgrund der geringen Speichermasse und der Transpiration der Blätter kühlt das obere Kronendach relativ schnell aus und kühlt auch die umgebende Luft in diesen Bereichen. Während des Tages reduziert sich die Aufwärmung des Bodens durch das dichte Kronendach deutlich.
- Da durch den aus nordöstlichen Richtungen wehenden Wind die abgekühlte Luft in Richtung Südwest transportiert wird, profitieren durch den Alten Friedhof auch die angrenzenden Gebäude der Friedrich-Ebert-Straße, der Horster Straße, der Paßstraße sowie der Marie-Curie-Realschule. Hier sinkt die Temperatur durch die Zufuhr kühler Luftmassen um etwa 1 °C. In Verbindung mit dem ebenfalls relativ kühlen Parkgelände zwischen Friedrich-Ebert-Straße und Brauerstraße entsteht so ein etwa 750 m langer Korridor, in dem vergleichsweise günstige nächtliche klimatische Verhältnisse herrschen.
- Aufgrund des gegenüber der Innenstadt geringeren Versiegelungsgrades stellt sich der Bereich nördlich der Straßen Am Lamperfeld, Roonstraße, Lützowstraße und Pestalozzistraße als relativ kühl dar. Begrenzt wird dieser Gunstraum im Norden durch die Eichenstraße, die angesichts weitestgehend fehlender Bepflanzung nachts deutlich weniger auskühlt. Hier zeigt sich an mehreren Stellen (Parkstraße nördlich Hallenbad, Hans-Sachs-Platz, Otto-Krawehl-Straße und Pestalozzistraße), wie sich ein lokal sehr dichter Baumbestand positiv auf die Temperaturverhältnisse auswirkt.
- Die Zone mit den höchsten nächtlichen Temperaturen



**Klimaprognose 2050 — ISTFALL**  
**Potenzielle Temperatur**  
 05 Uhr  
 60°



und den ungünstigsten bioklimatischen Bedingungen wird in den Innenstadtbereichen westlich des Altmarktes (Osterfelder Straße, Schützenstraße, Peterstraße und Gleiwitzer Platz) ausgewiesen. Negativ wirkt sich insbesondere der hohe Versiegelungsgrad aus, denn die während des Tages in den Versiegelungsmaterialien gespeicherte Wärme wird im Lauf der Nacht langsam abgegeben und verhindert das Abkühlen der Luft erheblich. Erschwerend kommt hinzu, dass die niedrige Anströmwindgeschwindigkeit durch die dichte Bebauung weiter gebremst wird, weshalb eine effektive Durchlüftung nicht erreicht werden kann. In den Zonen mit der höchsten nächtlichen Wärmebelastung ist die Temperatur gegenüber dem kühlen Alten Friedhof um bis zu 2,5 °C erhöht.

- In den wärmebelasteten Innenstadtbereichen zeigt sich zum Teil deutlich die kleinräumige positive Wir-

kung von Bäumen. So stellen sich die dicht bepflanzten Bereiche in der Böckenhoffstraße sowie im Umfeld des Amtsgerichtes gegenüber der Umgebung um bis 1,5 °C kühler dar.

- Weitere Zonen mit hoher nächtlicher Wärmebelastung befinden sich in den Quartieren südwestlich der Prosper- und der Peterstraße sowie in den Wohn- und Gewerbegebieten zwischen Friedrich-Ebert-Straße und Prosperstraße.

**Potenzielle Temperatur — Anströmrichtung Südwest (220°)**

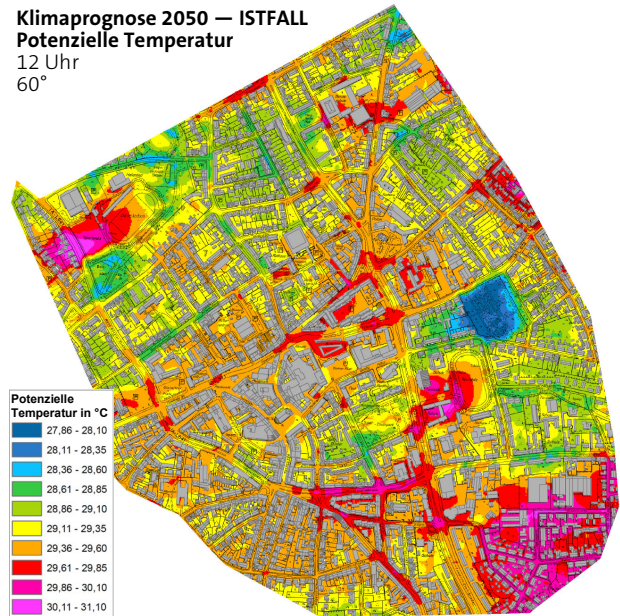
- Bei der Anströmrichtung aus Südwest verschiebt sich der Bereich mit hoher Wärmebelastung in Richtung Nordost. Dies resultiert vor allem aus der langen Strecke, die der Wind über warme Versiegelungsmaterialien streicht und währenddessen Wärme aufnimmt.
- Die Zone mit den höchsten nächtlichen Temperaturen erstreckt sich in einem Bereich zwischen dem Pferdemarkt auf der Osterfelder Straße im Westen und den Untersuchungsgebietsgrenzen im Osten.
- Die klimatisch ungünstigsten Bedingungen herrschen in den folgenden Straßenzügen und Plätzen: Böckenhoffstraße, Gladbecker Straße, Trapez, Umfeld des Finanzamtes Scharnhölzstraße, Am Eickholtshof und Germaniastraße. Gegenüber dem auch bei südwestlichen Windrichtungen sehr kühlen Alten Friedhof liegen die Temperaturen in den oben genannten Bereichen etwa 2,5 °C höher.
- Eine weitere Zone mit deutlich erhöhten Temperaturen befindet sich im Südosten des Untersuchungsgebietes auf den versiegelten Flächen des Gewerbegebietes an der Gildestraße.
- Klimatologische Gunstbereiche mit kühleren Temperaturen sind der Alte Friedhof, die Freiflächen zwischen Hans-Böckler-Straße, Am Lamperfeld und Kirchhellener Straße sowie die weniger stark versiegelten Flächen im Südwesten (Siedlungsbereiche südlich der Zeppelinstraße und der Neustraße).

## Situation um 12 Uhr mittags

### Potenzielle Temperatur — Anströmrichtung Nordost (60°)

- In einigen Bereichen hat sich die Luft bereits auf mehr als 30 °C erhitzt.
- Als Wärmequellen können unter anderem die beiden Sportplätze ausgemacht werden. Durch die großen, unverschatteten Asche- beziehungsweise Rasenplätze ohne abkühlende Bäume wird die überströmende Luft erwärmt. Die erwärmte Luftmasse breitet sich in südwestliche Richtung aus und sorgt auch an angrenzenden Wohnbebauungen der Hans-Böckler-Straße und auf dem Schulgelände der Marie-Curie-Realschule für eine deutlich erhöhte Wärmebelastung.
- Eine weitere Zone mit erhöhter Belastung befindet sich im südöstlichen Teil des Untersuchungsgebietes. Ursächlich hierfür sind die versiegelten und weitestgehend unverschatteten Bereiche des Gewerbegebietes an der Gildestraße. Mit der nordöstlichen Windrichtung breitet sich die hier erwärmte Luft weiter in die südwestlich angrenzenden Wohngebiete aus.
- Weitestgehend fehlende Vegetation und Verschattung bei hoch stehender Sonne sind auch die Gründe für die erhöhte Wärmebelastung in der Prosperstraße im Abschnitt zwischen Adolf-Kolping-Straße und Friedrich-Ebert-Straße.
- Gegenüber 5 Uhr tritt der Innenstadtbereich nicht mehr so deutlich als Wärmeinsel hervor, da durch die dichte Bebauung ein erheblicher Anteil des Bodens im Schatten liegt, wodurch sich der Hauptenergieumsatz zum Dachniveau hin verschiebt.
- Gegenüber den beschriebenen Wärmeinseln liegt das Temperaturniveau auf dem Gelände des Alten Friedhofs durch die Beschattung des dichten Baumbestandes und die Verdunstung von Wasser im Kronenbereich um 3 °C niedriger. Weitere kühle Bereiche liegen im Bereich des Bolzplatzes, südwestlich des Jahnstadions sowie nordöstlich des Hallenbades.
- In verschiedenen Straßenzügen lässt sich deutlich der

Klimaprognose 2050 — ISTFALL  
Potenzielle Temperatur  
12 Uhr  
60°

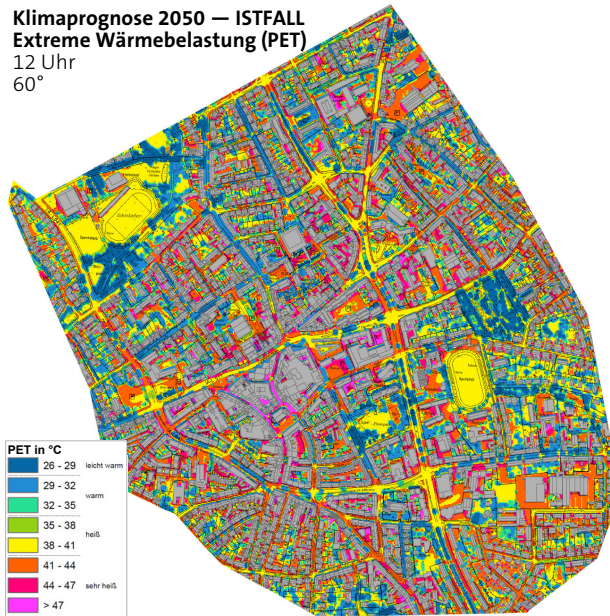


positive Effekt einer durchgehenden Begrünung nachvollziehen, unter anderem in der Böckenhoffstraße, Kirchhellener Straße, Gerichtsstraße und Brauerstraße.

### Potenzielle Temperatur — Anströmrichtung Südwest (220°)

- Deutlich treten wieder die Sportplätze als Wärmequellen hervor. Infolge der gedrehten Anströmrichtung wird die warme Luft in nordöstliche Richtung abtransportiert. So wird die Ausdehnung des kühlen Bereiches auf dem Gelände des Alten Friedhofs gegenüber einer Anströmung aus Nordost aufgrund der Zufuhr warmer Luft deutlich verringert.
- Auch bei der südwestlichen Anströmung tritt das Gewerbegebiet im Südosten des Untersuchungsgebietes wieder deutlich als Wärmequelle hervor. Überwärmte Bereiche befinden sich zudem in verschiedenen Bereichen der Innenstadt.

**Klimaprognose 2050 — ISTFALL**  
**Extreme Wärmebelastung (PET)**  
 12 Uhr  
 60°



**Bereiche mit extremer Wärmebelastung (PET-Wert)**

- Bereits um 12 Uhr können große Bereiche als heiß bis sogar sehr heiß bewertet werden. Für Personen, die sich in diesen Bereichen aufhalten, bedeutet dies eine starke bis extreme Wärmebelastung. Die Zonen mit der höchsten Wärmebelastung befinden sich häufig in versiegelten und unverschatteten Hinterhöfen. Durch die hier oftmals dichte Bebauungsstruktur können die erwärmten Luftmassen nicht durch den Wind abtransportiert werden, weshalb die Luft steht.
- Sehr heiße Bereiche werden ferner im Innenstadtbereich in der Hansastrasse und Hochstrasse ausgewiesen, weil erstens durch die näherungsweise Nord-Süd-Ausrichtung der Straßen die Mittagssonne nicht durch umliegende Gebäude verschattet wird, zweitens die umgebenden Versiegelungsflächen langwellige Wärmestrahlung abstrahlen und drittens durch die ex-

trem dichte Bebauung kein Luftaustausch stattfindet.

- Auffällig ist, dass gegenüber der Lufttemperatur die großen Sportplatzflächen nur als heiß bewertet werden. Dies hat zwei Gründe: Zum einen erwärmen sich die Rasen- beziehungsweise Aschenflächen langsamer als eine Asphalt- oder Betonfläche, zum anderen herrschen durch die freien Flächen gute Austauschbedingungen mit vergleichsweise hohen Windgeschwindigkeiten. Durch das Verdunsten von Schweiß ist das thermische Wohlbefinden daher höher als in den unverschatteten windgeschützten Bereichen.
- Deutliche positive Effekte sind durch Bäume zu verzeichnen. Unter dem schattenspendenden Kronendach steigt der PET-Index typischerweise auf Werte zwischen 26° und 32°. Die Wärmebelastung ist in diesen verschatteten Bereichen nur leicht beziehungsweise mäßig. Straßen mit ausgeprägter Bepflanzung (zum Beispiel Böckenhoffstrasse, Kirchhellener Straße, Brauerstrasse) weisen daher ein zum Teil durchgehend angenehmes Bioklima auf. Ähnliche Effekte treten zum Teil auch durch Gebäudeverschattungen auf, wobei durch die hochstehende Mittagssonne und die hieraus resultierenden kurzen Schatten die durch Gebäudeverschattung entstehenden Gunstbereiche meist nur eine geringe Ausdehnung aufweisen.



## Situation um 16 Uhr nachmittags

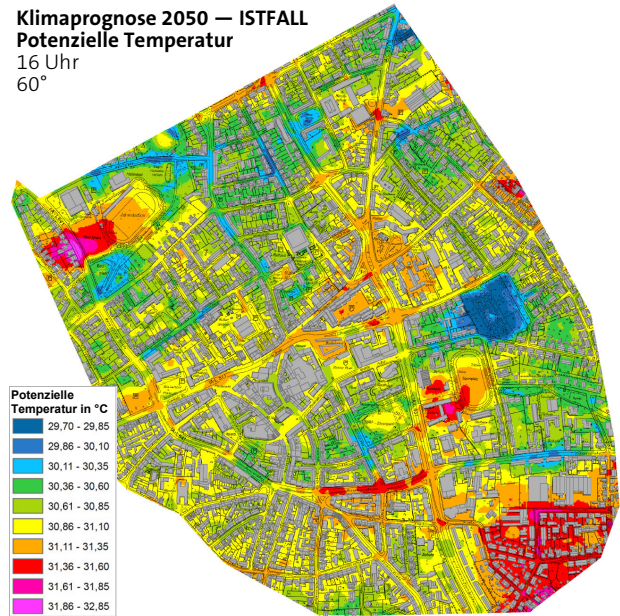
### *Potenzielle Temperatur — Anströmrichtung Nordost (60°)*

- Aufgrund der weiterhin unverminderten solaren Einstrahlung ist das Temperaturniveau gegenüber 12 Uhr im gesamten Untersuchungsgebiet um etwa 2 °C erhöht. Die Maximaltemperaturen betragen etwa 33 °C, die kühleren Temperaturen werden auf dem Alten Friedhof mit etwa 31 °C ausgewiesen.
- Deutlich treten weiterhin die unverschatteten Sportplätze als Wärmequellen hervor. Durch den advektiven Wärmetransport werden insbesondere die Schulgebäude der Marie-Curie-Realschule sowie die Wohngebäude an der Hans-Böckler-Straße mit hohen Lufttemperaturen beaufschlagt.
- Weiterhin deutlich überwärmt sind die Wohn- und Gewerbegebiete im Südosten des Untersuchungsgebietes sowie ein Teil der Prosperstraße.
- Der hochverdichtete Innenstadtbereich tritt hingegen kaum noch als Wärmeinsel in Erscheinung, da gegenüber 12 Uhr aufgrund der niedriger stehenden Sonne größere Flächen von umliegenden Gebäuden verschattet werden.
- Kühle Zonen befinden sich unter anderem im Wohngebiet südlich des Alten Friedhofes und in den Wohngebieten zwischen Gladbecker Straße und Kirchhellener Straße, die von der dichten Vegetation profitieren.

### *Potenzielle Temperatur — Anströmrichtung Südwest (220°)*

- Es entwickelt sich eine ähnliche Temperaturverteilung bei der Anströmrichtung aus Südwest. Auch hier treten die großen unverschatteten Flächen der beiden Sportplätze als Wärmequellen deutlich hervor. Durch advektive Prozesse wird die hier produzierte Wärme in Richtung Nordost abtransportiert, was insbesondere an den Gebäuden in der Paßstraße und der Straße „Auf der Bette“ zu erhöhten Temperaturen führt.
- Ein weiterer überwärmter Bereich befindet sich aufgrund des hohen Versiegelungsgrades und der gerin-

**Klimaprognose 2050 — ISTFALL**  
**Potenzielle Temperatur**  
16 Uhr  
60°



gen Verschattung im Gewerbegebiet zwischen Gildestraße und Prosperstraße.

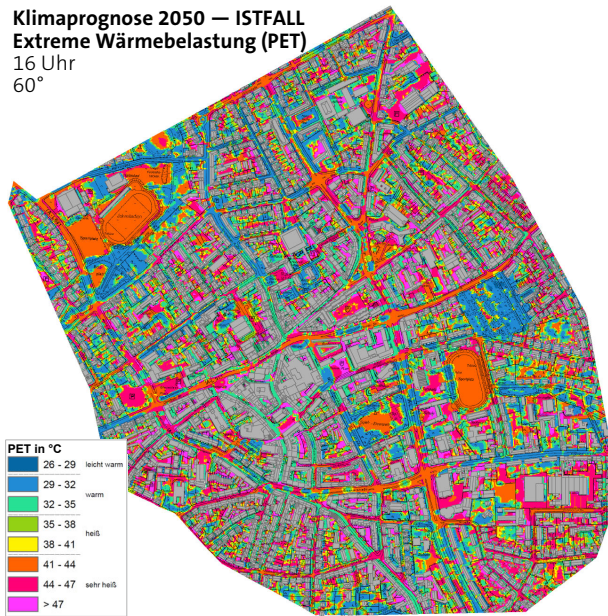
- Ähnlich wie bei der Anströmrichtung Nordost treten der Alte Friedhof und die Wohngebiete zwischen Gladbecker Straße und Kirchhellener Straße als kühle Bereiche hervor. Das Temperaturniveau liegt etwa 2 °C unterhalb der besonders heißen Bereiche.

### *Bereiche mit extremer Wärmebelastung (PET-Wert)*

- Gegenüber 12 Uhr hat in den unverschatteten Bereichen die Hitzebelastung weiter zugenommen. So werden nahezu alle unverschatteten Bereiche, so auch die beiden Sportplätze mit „sehr heiß“ bewertet, was mit einer extremen Wärmebelastung einhergeht.
- Deutlich entspannter als um 12 Uhr ist die thermische Belastungssituation in den Fußgängerzonen Hochstraße und Hansastraße, da die Bodenflächen durch die



**Klimaprognose 2050 — ISTFALL**  
**Extreme Wärmebelastung (PET)**  
 16 Uhr  
 60°



angrenzenden Gebäude mittlerweile komplett verschattet werden.

- Als Belastungsschwerpunkte sind weiterhin unverschattete Hinterhofstrukturen mit verminderter Belüftung auszumachen. Gegenüber 12 Uhr weisen jedoch auch große unverschattete innerstädtische Bereiche, wie zum Beispiel der Berliner Platz oder der Gleiwitzer Platz, eine extreme Wärmebelastung auf. Sehr große Flächen mit extremer Wärmebelastung sind auch die Parkplätze des Gewerbegebietes an der Gildestraße.
- Im Gegensatz dazu steigt der PET-Wert unter Bäumen und im Gebäudeschatten nur auf maximal 35 °C. In Bereichen mit dichter Vegetation (Alter Friedhof, Waldgebiet südwestlich des Jahnstadions) erreicht der PET-Index sogar nur Werte um 29 °C, was einer mäßigen beziehungsweise leichten Wärmebelastung entspricht.

## Situation um 22 Uhr abends

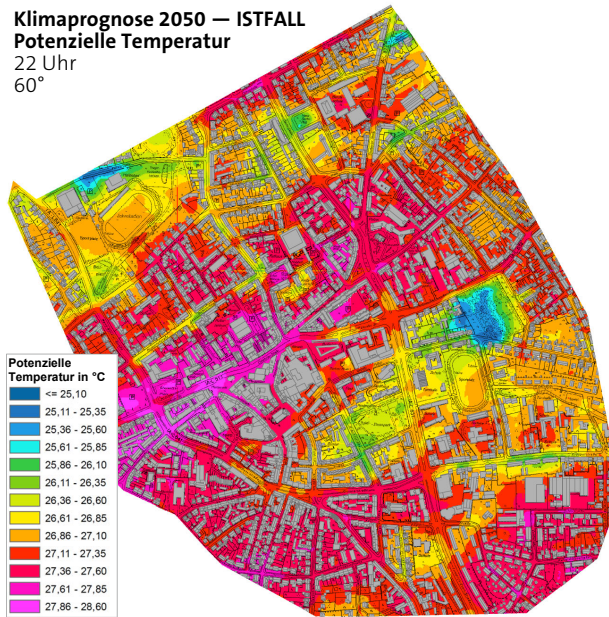
### *Potenzielle Temperatur — Anströmrichtung Nordost (60°)*

- Um 22 Uhr werden die größten Temperaturunterschiede prognostiziert, da sich die versiegelten Bereiche aufgrund der tagsüber gespeicherten Wärme nur sehr langsam abkühlen, während sich die parkähnlichen Strukturen (Alter Friedhof, Ehrenpark, Hans-Sachs-Platz, Flächen südwestlich des Jahnstadions) zum einen tagsüber weniger stark aufgeheizt haben und zum anderen in den Abendstunden effektiver auskühlen. So werden in den stark versiegelten Zonen der Innenstadt noch Temperaturen von 28,5 °C erreicht, in den parkähnlichen Gebieten ist es mit 25 °C bereits deutlich kühler.
- Durch die weiterhin sehr hohen Temperaturen in der Innenstadt ist ein effektives Belüften der überhitzten Wohnräume nicht möglich, die Erholung durch das Schlafen ist in diesen Bereichen stark eingeschränkt.
- Die höchsten abendlichen Temperaturen werden im Umfeld der Osterfelder Straße berechnet, dieser Bereich der Innenstadt weist auch den höchsten Versiegelungsgrad auf.
- Auch in der Abendsituation wird der positive Effekt durch eine dichte Straßenbaumbepflanzung deutlich. Da während der Tagzeit die Einstrahlung und die hieraus resultierende Erwärmung des Straßenraumes durch die dichten Baumkronen deutlich gemindert wurden, liegt das Temperaturniveau zum Beispiel in der Böckenhoffstraße etwa 1,5 °C niedriger als im stark überhitzten Umfeld der Osterfelder Straße.

### *Potenzielle Temperatur — Anströmrichtung Südwest (220°)*

- Auch bei südwestlicher Anströmrichtung ist die innerstädtische Wärmeinsel deutlich auszumachen, wobei sich der Schwerpunkt der Wärmebelastung in Richtung Nordosten (Osterfelder Straße, Gladbecker Straße, Horster Straße, Friedrich-Ebert-Straße) verschiebt.

**Klimaprognose 2050 — ISTFALL**  
**Potenzielle Temperatur**  
 22 Uhr  
 60°



**Wärmeinsel**

- Deutlich wird die hohe nächtliche Wärmebelastung in einem Korridor von 250 m beiderseits der Osterfelder Straße und der Gladbecker Straße. Hier werden auch die abendlichen Temperaturhöchstwerte erreicht.
- Weitere großflächig überwärmte Bereiche sind unter anderem das Wohnviertel zwischen Kirchhellener Straße, Am Lamperfeld, Böckenhoffstraße und Jahnstraße, das Gewerbegebiet in der Gildestraße, das Wohngebiet im Bereich Kellermannstraße, Zunftstraße, Wortmannstraße sowie die Wohngebiete südwestlich der Prosperstraße beziehungsweise der Peterstraße.

**Bereiche mit extremer Wärmebelastung**

Zur weiteren Veranschaulichung der Innenstadtbereiche mit extrem hoher Wärmebelastung während des Tages wurden die PET-Auswertungen für die zwei Anströmrichtungen und die zwei Auswertzeiten miteinander kombiniert. In der Auswertung wird unterschieden zwischen Bereichen, die nur mittags oder nachmittags extremer Wärmebelastung ausgesetzt sind und Bereichen, die sowohl mittags als auch nachmittags durch eine extreme Wärmebelastung geprägt sind.

Aufgrund der längeren Andauer, mit der die Hitze auf Anwohner und Fußgänger einwirken kann, sollten insbesondere die letztgenannten Bereiche (pink) in den Fokus von planerischen Maßnahmen zur Minderung des Hitzestresses gelangen. Die flächenmäßig größten Zonen mit extremer Hitzebelastung am Tag sind:

- Berliner Platz
- Trapez
- Busbahnhof
- Pferdemarkt
- Gleiwitzer Platz und westlich angrenzende Parkplatfläche
- Peterstraße zwischen Osterfelder Straße und Schützenstraße
- Parkplätze und Versiegelungsflächen des Gewerbegebietes an der Gildestraße
- Gewerbeflächen an der Kreuzung Friedrich-Ebert-Straße/ Prosperstraße
- Umfeld der Marie-Curie-Realschule
- Gewerbeflächen an der Kreuzung Gladbecker Straße/ Germaniastraße
- Ernst-Wilczok-Platz
- Droste-Hülshoff-Platz
- Umfeld der Gustav-Heinemann-Realschule

## Besonders von Hitzestress betroffene Orte und Einrichtungen im Jahr 2050

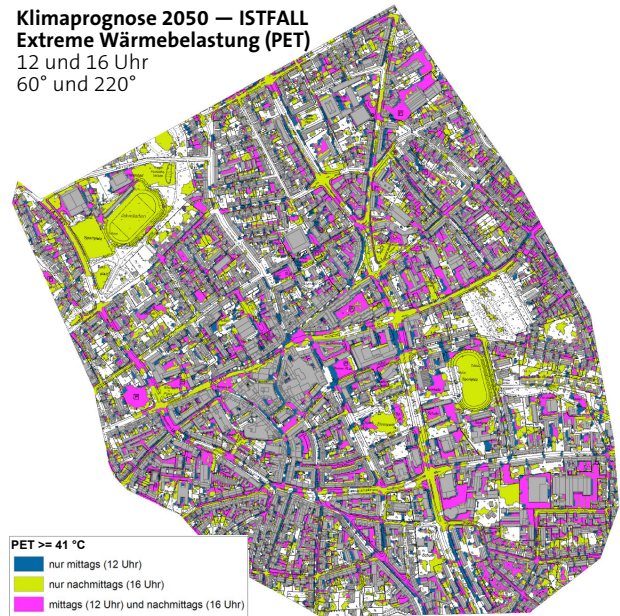
Es wurden Orte und Einrichtungen in Bottrop bestimmt, die ohne das Ergreifen von Klimaanpassungsmaßnahmen im Jahr 2050 besonders stark von Hitzestress betroffen sein werden. Dazu wurden Orte und Einrichtungen mit einer hohen Nutzungsintensität und Aufenthaltsorte hitzesensitiver Gruppen mit den Bereichen mit extremer Wärmebelastung an einem sommerlichen Strahlungstag im Jahr 2050 überlagert.

Zu den besonders nutzungsintensiven – das heißt stark frequentierten – Flächen zählen vor allem die Fußgängerzone, verschiedene Plätze und der Busbahnhof in der Innenstadt, aber auch Schulen, Seniorenzentren und sonstige öffentliche Einrichtungen (Rathaus, öffentliche Verwaltungen, Post, Kulturzentrum, Agentur für Arbeit) sind gut besuchte Orte. Hitzesensitive Alters- und Bevölkerungsgruppen sind insbesondere unter 6-Jährige, über 65-Jährige und kranke Menschen. Eine hohe räumliche Dichte von Kindern ist vor allem in Kindertagesstätten, Kinderkrippen und auf Spielplätzen für Kleinkinder gegeben. Die räumliche Dichte von Senioren über 65 Jahren ist in Seniorenzentren, Altenheimen, Seniorenwohnungen und Seniorenbegegnungsstätten hoch. Viele kranke Menschen sind in Einrichtungen anzutreffen, die der Pflege und Gesundheit dienen, wie zum Beispiel Krankenhäuser, Tagespflegeeinrichtungen und Einrichtungen der Rehabilitation.

Grundsätzlich fällt auf, dass im Jahr 2050 der überwiegende Teil der untersuchten Orte und Einrichtungen mit der näheren Umgebung mittags, nachmittags und/ oder mittags und nachmittags extrem durch Hitzestress belastet sein wird, sofern keine klimawirksamen Anpassungsmaßnahmen ergriffen werden. Besonders die Plätze werden von Hitze extrem belastet sein, aber auch verschiedene Schulen und Senioreneinrichtungen werden stark betroffen sein. Diesen Orten und Einrichtungen kommt ein vor-

## Klimaprognose 2050 — ISTFALL Extreme Wärmebelastung (PET)

12 und 16 Uhr  
60° und 220°



dringlicher Handlungsbedarf zu, weshalb sie als Hot Spots bezeichnet werden können. Neben den bereits zuvor genannten Orten zählen hierzu:

- Grundschule Albert-Schweitzer
- Kindergarten im Martinszentrum (im Bau)
- Seniorenwohnungen: Gemeinnützige Baugesellschaft
- Wohnen mit Service: Peterstraße 33/Neustraße 25a+b
- Senioren-Ganztagesstätte Horster Straße 89

Ebenfalls auffällig von Hitzestress werden weitere Orte und Einrichtungen im Jahr 2050 gefährdet sein, beispielsweise:

- Hansastraße und Hochstraße (Fußgängerzone)
- Altmarkt
- verschiedene Schulen
- verschiedene Senioreneinrichtungen und Seniorenwohnungen

## 7. Beteiligung der Öffentlichkeit

### Fragebogenaktion

Eine Befragung von Eigentümern und Pächtern im Bereich der Wärmeinsel sollte diese für das Thema Klimaanpassung sensibilisieren, sie für konkrete objektbezogene Einzelmaßnahmen mobilisieren und zugleich Erkenntnisse zur Akzeptanz, Mitwirkungsbereitschaft und -fähigkeit der lokalen Akteure erbringen. Hierzu wurden im August 2013 745 Fragebögen versandt. Insgesamt betrug die Rücklaufquote (exklusive 100 nicht zustellbarer Bögen) mit 52 Fragebögen nur circa 8 %. Die wichtigsten Erkenntnisse zur derzeitigen Situation und der erwarteten Entwicklung in der Innenstadt hinsichtlich des Klimawandels und der Klimaanpassung waren:

- Rund 38 % der Befragten fühlen sich bereits heute durch Wärme an heißen Sommertagen in der Innenstadt beeinträchtigt. Als Gründe werden vor allem verstärkte Hitze beziehungsweise Schwüle und eine spürbare Aufheizung des öffentlichen Raumes angegeben.
- 46 % der Befragten erwarten zukünftig Beeinträchtigungen infolge des Klimawandels hinsichtlich der Wohn- und Lebensqualität. Bei den negativen Folgen wird insbesondere Hitze/ steigende Temperaturen durch den Klimawandel genannt. Auch Extremwetterereignisse werden oft genannt, welche ebenfalls oftmals mit längeren Hitzeperioden einhergehen werden.
- 35 % der Befragten erwarten sogar negative Auswirkungen auf die Gesundheit, insbesondere Hitzestress, Kreislaufbeschwerden und Schlaflosigkeit.
- Die favorisierte Klimaanpassungsmaßnahme sind Pflanzmaßnahmen. So wünschen sich 17 Personen (knapp 35 %) neue Bepflanzungen. Auch Dach- und Fassadenbegrünung sowie die Anlage neuer Wasser- und Grünflächen und eine damit verbundene Entsiegelung werden ebenfalls als wünschenswerte Maßnahmen betrachtet.
- Rund 42 % der Befragten haben bereits Klimaanpassungsmaßnahmen ergriffen (insbesondere Anpflan-

zungen, aber auch Entsiegelungen, Wärmedämmung, Verbesserung der Anlagentechnik im Haus und so weiter), wohingegen 54 % noch keine klimawirksamen Maßnahmen umgesetzt haben. Der Grund für das „Nichtstun“ liegt mit 60 % insbesondere an den Kosten der Umsetzung. Allerdings würde bei fast allen die Investitionsbereitschaft bei der Bereitstellung von Fördermitteln steigen.

- In Bottrop ist ein großes Interesse an Beratung und Information gegeben. So würden zehn Personen eine kostenlose, unverbindliche Beratung in Anspruch nehmen und 32 eine Informationsveranstaltung und/ oder die Zukunftswerkstatt besuchen.

### Zukunftswerkstatt

Mit einer Zukunftswerkstatt zum Thema „Anpassung an den Klimawandel“ im Oktober 2013 wurde das Ziel einer Mobilisierung der Akteure unterstützt. An der Zukunftswerkstatt nahmen neben Vertretern der Stadt, der InnovationCity Managementgesellschaft und der beauftragten Büros 18 Bottroper Bürger teil.







**bottrop**  *Cooler City*

**GEMEINSAM  
GEGEN DEN  
KLIMAWANDEL**

**Einladung zur  
Zukunftswerkstatt**

**1. Oktober 2013  
18.00 Uhr  
Bottroper Saalbau (Foyer)**

### Flyer für Mieter, Händler und Pächter

Im Sommer 2013 wurde ein Flyer für Mieter, Händler und Pächter erstellt, der über das Projekt informierte und zum Mitmachen aufforderte, indem er zur Teilnahme an der Zukunftswerkstatt einlud und Vorschläge für Maßnahmen mit Hinweisen zu Förderungsmöglichkeiten beinhaltete.

### Informationsgespräch mit Großeigentümern

Die Großeigentümer sind wesentliche Akteure für den Umsetzungsprozess, da Maßnahmen grundsätzlich auf Flächen von Wohnungsunternehmen, der Stadt, dem Land, der Kirche oder von sonstigen öffentlichen Trägern einfacher zu realisieren sind als auf Flächen von privaten Einzel-eigentümern. Deshalb sollen die ermittelten Großeigentümer im Untersuchungsgebiet zu einem Informationsgespräch eingeladen werden mit dem Ziel, diese über mögliche Maßnahmen auf ihren Grundstücken und zu Förderungsmöglichkeiten zu informieren und für die Durchführung von klimarelevanten Maßnahmen zu mobilisieren.

### Kontaktaufnahme mit Eigentümergemeinschaften

Maßnahmen auf Grundstücken von Eigentümergemeinschaften sind nur schwer umsetzbar, wenn die Eigentümer einzeln kontaktiert werden. Da bei den circa 100 Objekten von Eigentümergemeinschaften davon auszugehen ist, dass sie gemäß WEG von einem Verwalter betreut werden, sollen für diese Grundstücke die entsprechenden Verwalter ermittelt und angesprochen werden mit dem Ziel, dass sie in Eigentümerversammlungen zu geeigneten Zeitpunkten Klimaanpassungsmaßnahmen initiieren.

## 8. Klimarelevante Anpassungsmaßnahmen

### Maßnahmentypen im Problemfeld „Hitzebelastung“

Für die Machbarkeitsstudie in der Bottroper Innenstadt wurden die folgenden klimarelevanten Anpassungsmaßnahmentypen im Problemfeld „Hitzebelastung“ definiert:

- Entsiegelungen
- Baumpflanzungen an Straßen
- Gehölzpflanzungen
- Wasserflächen
- intensive Dachbegrünungen
- extensive Dachbegrünungen
- Fassadenbegrünungen
- Wärmedämmungen
- heller Fassadenanstrich

Neben den genannten Maßnahmen sind weitere Maßnahmen denkbar, wie beispielsweise die Schaffung von Frischluftflächen und Luftleitbahnen, aber auch temporäre Klimaanpassungsmaßnahmen sind möglich. Diese können unter anderem aus dem Einbau diverser Verschattungselemente (Sonnensegel über Straßen oder Plätzen), temporären Hot Spot Maßnahmen (Bewässerungs- und Begrünungsmaßnahmen von Plätzen an heißen Tagen) oder einem breiten Informationsmanagement beziehungsweise Warnsystem (Notruf durch Apotheken) bestehen.



### Entsiegelungen



#### Beschreibung

Versiegelte Flächen tragen durch ihre Wärmespeicherkapazität wesentlich zur Bildung städtischer Wärmeinseln bei. Sie wirken negativ auf den natürlichen Wasserhaushalt, da der Boden nicht mehr als Puffer dient. Der oberflächliche Abfluss wird gesteigert und die Grundwasserspende verringert. Bei der Entsiegelung von befestigten Flächen (Höfe, Parkplätze, Zufahrten und Abstellflächen) wird das Niederschlagswasser wieder dem natürlichen Wasserkreislauf zugeführt. Beton und Asphalt können durch wasserdurchlässige Alternativen ersetzt werden, sofern das Niederschlagswasser nicht stärker belastet wird. Damit werden Grünflächen möglich, auf denen Wasser verdunstet und die in Hitzeperioden zur Kühlung beitragen.

#### Kosten

Die Kosten von Entsiegelungen sind gering, dabei ist auch Eigenarbeit möglich. Die Kosten für eine Maßnahme des Landschaftsbaus betragen circa 25 bis 40 Euro pro m<sup>2</sup> und sind abhängig von dem aufzubrechenden Material.

#### Förderung

Für Entsiegelungsmaßnahmen werden in Bottrop Fördergelder von bis zu 13 Euro pro m<sup>2</sup> abgekoppelter Fläche bezahlt. Daneben kann die gesplittete Abwassergebühr von momentan 1,23 Euro pro m<sup>2</sup> befestigter Fläche im Jahr eingespart werden.

#### Effekte

Verminderung des Effekts der Wärmespeicherkapazität, Förderung der Abkühlung durch Verdunstungskälte, Beitrag zum Bodenschutz, Förderung der Lebens- und Wohnqualität, Verbesserung des Kleinklimas, Erhöhung der Grundwasserneubildung, Senkung des oberflächlichen Abflusses und damit der Hochwassergefahr (UMG 2008)

## Baumpflanzungen an Straßen



### Beschreibung

Ein Straßenbaum beschattet die Fahrbahn und verhindert dadurch ein Aufheizen von Oberflächen, absorbiert durch sein Laub Lärm und Schadstoffe, nimmt Kohlenstoffdioxid auf, liefert Sauerstoff, senkt an heißen Tagen durch die Verdunstung die Temperatur der Straßenluft und trägt durch sein Erscheinungsbild zur Verbesserung des Ortsbildes bei.

### Kosten

Die Kosten für einen Straßenbaum inkl. Pflanzung liegen je nach Baumart und -größe bei circa 900 bis 1.000 Euro. Hinzuzurechnen ist der Aufwand für eine bauliche Anlage der Baumscheibe mittels Aufbrucharbeiten, Hochbord und so weiter. Nach Auskunft des Fachbereichs Umwelt und Grün der Stadt Bottrop ist insgesamt mit 4.000 bis 5.000 Euro je Straßenbaum zu rechnen.

### Förderung

Die Anlage von Straßenbäumen wird im Rahmen des Förderprogramms Stadtumbau West in der Bottroper Innenstadt gefördert.

### Effekte

Verbesserung der Lebensqualität, prägende Wirkung des Stadtbildes, ökologische Funktionen und ökologische Bedeutung für das Stadtklima

## Wasserflächen



### Beschreibung

Offene Wasserflächen können (Spring-)Brunner, Becken oder Wasserspiele sein. Diese können vor allem in öffentlichen Räumen auf Freiflächen oder auch anstelle von versiegelten Flächen geschaffen werden. Alternativen zu gestalteten Wasserflächen stellen Teiche in Grünflächen oder Innenhöfen/ Gärten dar.

### Kosten

Sowohl der Bau als auch die Bewirtschaftung ist je nach Maßnahme mit unterschiedlich hohen Kosten verbunden. Es besteht die Möglichkeit von privater Finanzierung durch Patenschaften oder Sponsoring.

### Förderung

Die Gestaltung öffentlicher Räume kann aus dem Programm Stadtumbau West gefördert werden. Das Anlegen von Teichen, Brunnen und so weiter sind bei Wohnumfeldmaßnahmen nicht förderfähig.

### Effekte

Abkühlungseffekt durch Verbrauch von Wärmeenergie aus der Luft bei der Verdunstung von Wasser, Erhöhung der Luftfeuchtigkeit und damit Verbesserung des aufgeheizten Innenstadtklimas (MKULNV NRW 2011)

## Intensive Dachbegrünungen



### Beschreibung

Intensivbegrünungen umfassen Pflanzungen von Stauden und Gehölzen sowie Rasenflächen und Bäumen. In den Möglichkeiten der Nutzungs- und Gestaltungsvielfalt sind sie bei entsprechender Ausstattung mit bodengebundenen Freiräumen vergleichbar.

### Kosten

Der Kostenrichtwert beträgt hier bei 1.000 m<sup>2</sup> Dachfläche ab etwa 60 Euro pro m<sup>2</sup> und hängt ab von Aufbau, Ausstattung und Pflanzenauswahl.

### Förderung

Die Dachbegrünung kann aus dem Programm Stadtbau West gefördert werden.

### Effekte

Gepflegte, nutzbare Dachgartenanlage, Schutz der Dachabdichtung vor Extremtemperaturen und Extremwitterungen und damit Verdopplung der Lebensdauer der Dachabdichtung, Regenwasserrückhaltung und damit Entlastung der Kanalisation und Einsparung von Abwassergebühren, Verbesserung des Umgebungsklimas durch Luftbefeuchtung, Lärminderung und Staubfilterung, Ersatzlebensraum für Tiere, optische Aufwertung des Gebäudes, Schaffung neuen Wohnraumes bei Dachterrassen (DEUTSCHER DACHGÄRTNERVERBAND e.V. 2013)

## Fassadenbegrünungen



### Beschreibung

Fassadenbegrünungen dienen dem Schutz und der Verschönerung eines Bauwerkes ebenso wie der Verbesserung des Mikroklimas der bebauten Umwelt. Es wird unterschieden zwischen wandgebundener und bodengebundener Fassadenbegrünung. Die bodengebundenen Begrünungen erfolgen an einer fertigen Außenwand mit Kletter- oder Rankpflanzen, die entweder selbstklimmend sind oder eine entsprechende Rankhilfe benötigen. Hinzu kommen neuere Formen der vertikalen Begrünung („Vertikale Gärten“, „Greenwalls“). Fassadengebundene Begrünungssysteme bilden i.d.R. die Fassade der Außenwand und ersetzen hier andere Materialien.

### Kosten

Bodengebundene Fassadenbegrünungen kosten je nach Aufbau und Größe etwa 15 bis 35 Euro pro m<sup>2</sup>. Fassadengebundene Begrünungen sind in Herstellung und Unterhaltung erheblich aufwendiger und von der Kostenseite mit den vorgehängten und hinterlüfteten Naturstein-Fassaden vergleichbar. Die Herstellungskosten beginnen etwa ab 400 Euro pro m<sup>2</sup>.

### Förderung

Die Fassadenbegrünung kann aus dem Programm Stadtbau West gefördert werden.

### Effekte

Beachtliche Verbesserungen von Stadtluft und Stadtklima (bis 30 %), Verbesserungen des Mikroklimas (Beschattung, Wasserrückhalt, Verdunstung), Energieeinsparung (Wärmedämmung und Hitzeschild) sowie Beschattung und Kühlung besonders im Sommer (FBB o.J.)



## Klima und Biodiversität

### *Zusammenhänge von Stadtklima und Biodiversität*

Die Verbreitung von Tier- und Pflanzenarten wird ganz wesentlich vom Klima bestimmt. Veränderungen hinsichtlich der Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse sowie die Häufigkeit klimatischer Extremereignisse haben dabei einen direkten Einfluss auf die Artenverteilung, ihre genetische Ausstattung und die Struktur ganzer Ökosysteme. Der Klimawandel wird als eine der Hauptursachen für den Verlust von Biodiversität angesehen. Ein Ausweichen empfindlicher Arten als Reaktion auf klimabedingte Veränderungen wird zudem durch die häufig bestehende Verinselung der Lebensräume weitgehend verhindert. Für viele Arten gehen dabei Verbreitungsgebiete verloren, wodurch es zu einem Verlust von bis zu 30 % aller Pflanzen- und Tierarten in den nächsten Jahrzehnten kommen kann. Die genetische Vielfalt wird sich verringern, gleichzeitig erhöht sich der Anteil an bislang gebietsfremden Arten (Neobiota).

Städtische Lebensräume, in denen sich aufgrund des hohen Versiegelungsgrades, relativ geringen Grünanteils sowie durch höhere Temperaturen („Wärmeinsel“) und spezifische Windfelder ein spezielles Stadtklima ausgebildet hat, weisen eine vergleichsweise hohe Biodiversität auf. Dies lässt sich begründen mit der Vielzahl an kleinräumig wechselnden Lebensraumtypen unterschiedlichen Alters und Pflegegrades und der Heterogenität der städtischen Grün- und Freiflächen, wobei auch Lebensräume ersetzt werden, die in der Natur- und Kulturlandschaft selten geworden sind. Die Biodiversität städtischer Räume kann dabei diejenige der ausgeräumten Kulturlandschaft weit übersteigen. Städte sind somit vergleichsweise artenreich; bei der Mehrzahl der hier vorkommenden Organismen handelt es sich allerdings um häufige und weltweit verbreitete, zumeist ungefährdete Arten (Ubiquisten). Allerdings können auf Flächen wie Industriebrachen seltene, insbesondere wärmeliebende Spezialisten auftreten. Bei

einem Großteil der Flora in Städten handelt es sich dabei um so genannte Neophyten (nach 1492 in Mitteleuropa eingebürgerte Pflanzen), von denen zumindest die invasiven Arten als problematisch angesehen werden müssen.

### *Pflanzempfehlungen für urbane Vegetationsflächen*

Urbane Vegetationsflächen sollten dem Klima-, Natur- und Artenschutz sowie insbesondere dem Erhalt der Biodiversität dienen. Besonders geeignet sind flächige und lineare Gehölzstrukturen, Dach- und Fassadenbegrünungen und so weiter, die Lebensräume und Wanderkorridore für eine Vielzahl von Tier- und Pflanzenarten bieten und dabei gleichzeitig einen klimatischen Ausgleich und die Bindung von Kohlenstoffdioxid bewirken. Einen besonders starken positiven Einfluss auf das Stadtklima weisen Vegetationstypen mit einem hohen Baumananteil auf, da sie aufgrund ihrer beschattenden Wirkung die Intensität der Wärmeinseln vermindern. Zusätzlich besitzen sie eine große Bedeutung für die Biodiversität, da sie als Lebensraum für eine artenreiche Fauna fungieren (LEUSCHNER 2002).

Es ist davon auszugehen, dass der fortschreitende Klimawandel zu zusätzlichem Stress für die Bäume und damit zu einer höheren Anfälligkeit gegenüber Schädlingen und Krankheiten führt. Um den pflegerischen Aufwand (vor allem Bewässerung) möglichst gering zu halten, ist die Verwendung trockenheitsangepasster Arten von Vorteil. Bei der Auswahl der Pflanzen sind jedoch auch extreme Frostereignisse im Winter zu beachten.

Eigentlich sollten auch im städtischen Raum bevorzugt heimische Pflanzenarten Verwendung finden; im innerstädtischen Raum sollte aber der Schwerpunkt auf eine standortgerechte Arten- und Sortenwahl gelegt werden. Die beste Anpassung an veränderte Umweltbedingungen kann durch eine genetische Vielfalt beziehungsweise durch die Verwendung von Arten unterschiedlicher Herkünfte erreicht werden (GALK E.V. 2011).

## 9. Potenziale für Klimaanpassungsmaßnahmen im Untersuchungsgebiet

### Versiegelte Flächen (sauber)

Versiegelte nicht befahrene Flächen sind Potenzialflächen für eine (Teil-)Entsiegelung.  
→ Größere versiegelte saubere Flächen sind vor allem Schulhöfe und das Trapez.

### Versiegelte Flächen (schmutzig) im öffentlichen Eigentum

Versiegelte, von Kfz befahrene Flächen im öffentlichen Eigentum sind Potenzialflächen für eine (Teil-)Entsiegelung.  
→ Bei den versiegelten schmutzigen Flächen im öffentlichen Eigentum handelt es sich insbesondere um Parkplätze im Zentrum und im Norden des Untersuchungsgebietes.

### Flächen mit geringem Grünvolumen

Vegetationsarme Flächen, das heißt Flächen mit einem geringen Grünvolumen, bieten Potenziale für Nachpflanzungen. Auch sollte im Einzelfall über eine Verlagerung von vegetationsarmen Nutzungen nachgedacht werden (zum Beispiel Sportplatz im Osten), um diese Fläche einer für das Stadtklima verträglicheren Nutzung zuzuführen.  
→ Sowohl im Zentrum als auch an den Rändern sind Freiflächen mit geringerem Grünvolumen vorhanden. Es sind besonders die vegetationsarmen Sportplätze hervorzuheben, aber auch Freiflächen wie der Ehrenpark bieten Potenziale für zusätzliches Grün. Ferner gibt es verschiedene Blockinnenbereiche mit Garagenhöfen und vegetationsarmen Gärten.

### Wenig begrünte Straßen

In wenig begrünten Straßenräumen ist die Pflanzung von Straßenbegleitgrün empfehlenswert, wie zum Beispiel von Bäumen und Sträuchern. Bäume sind die effektivste Art der Durchgrünung, allerdings besteht bezüglich der Umsetzung ein gewisses Konfliktpotenzial (Trassen der Versorger, Gebäudeabstände, Wegfall von Stellplätzen, Gehwegbreiten und eventuell Arbeiten im Straßenbereich).  
→ Potenzialflächen für eine Durchgrünung von Straßen liegen im gesamten Untersuchungsgebiet mit einem Schwerpunkt im Zentrum und im Süden.

### Wasserflächen auf öffentlichen Plätzen

Durch die Schaffung von Wasserflächen auf öffentlichen Plätzen kann durch Verdunstung ein Abkühlungseffekt in besonders versiegelten Bereichen erzielt werden.  
→ Potenzialflächen sind der Gleiwitzer Platz, der Ernst-Wilczok-Platz, der Altmarkt und der Pferdemarkt.

### Nicht erhaltenswerte Bebauung

Nicht erhaltenswerte Bebauungen (Gebäude mit einer schlechten Bausubstanz oder Leerstand ohne eine Nachnutzung) stellen eine Rückbauoption dar. Das Potenzial liegt hier im Neubau energieeffizienterer Gebäude.  
→ Bei einem Gebäude im Osten sollte aufgrund eines offensichtlich schlechten Bauzustandes über einen Rückbau nachgedacht werden. Hinzu kommen verschiedene Gebäude, für die es von Seiten der Stadt Bottrop Pläne zum Rückbau gibt.

### Gebäude mit einer Dachneigung < 5° ohne Gründach

Auf Gebäuden mit einer Dachneigung von weniger als 5° ohne Gründach kann bei geeigneten statischen Bedingungen eine (Intensiv-)Begrünung erfolgen.  
→ Eine Vielzahl an Gebäuden wurde mit einer Dachneigung von weniger als 5° errichtet, insbesondere Gebäude, die dem Gemeinbedarf dienen (wie Schulen, Hallenbad, Saalbau und Finanzamt), aber auch private Wohnhäuser und die Gewerbebauten im Südosten des Gebietes weisen Flachdächer auf.

### Gebäude mit einer Dachneigung 5° - 15° ohne Gründach

Gebäude mit einer Dachneigung von 5° bis 15° ohne Gründach eignen sich gegebenenfalls für eine Extensivbegrünung.  
→ Es gibt im gesamten Untersuchungsgebiet Potenzialflächen für eine extensive Dachbegrünung.

### Südorientierte, nicht verschattete Fassaden

Südorientierte, nicht verschattete Fassaden bieten Potenziale für eine Fassadenbegrünung oder für das Anpflanzen von Bäumen, Sträuchern vor den Fassaden, wodurch sich ein Verschattungseffekt erzielen lässt.  
→ Südorientierte, nicht verschattete Fassaden sind im gesamten Untersuchungsgebiet zu finden.



- Grenze Untersuchungsgebiet
- versiegelte Flächen (sauber)
- versiegelte Flächen (schmutzig) im öffentlichen Eigentum
- Flächen mit geringem Grünvolumen
- wenig begrünte Straßen
- Wasserflächen auf öffentlichen Plätzen
- nicht erhaltenswerte Bebauung
- Gebäude mit einer Dachneigung  $< 5^\circ$  ohne Gründach
- Gebäude mit einer Dachneigung  $5^\circ - 15^\circ$  ohne Gründach
- südorientierte, nicht verschattete Fassaden



## 10. Technische Machbarkeit der klimarelevanten Anpassungsmaßnahmen

### Durchgrünung von Straßenzügen

Die Durchgrünung von Straßenzügen stellt eine wichtige Maßnahme dar, um den Folgen des Klimawandels entgegenzuwirken. Wo es möglich ist, sollten Bäume in einem ebenerdigen Baumbeet gepflanzt werden, um zusätzliche Kosten zu vermeiden.



Baumpflanzungen werden jedoch durch eine Reihe von Restriktionen erschwert. Neben beispielsweise Feuerwehraufstellflächen, Fluchtwegen oder konkurrierenden Nutzungen, wie Veranstaltungen oder der Wochenmarkt, beeinträchtigen auch verlegte Leitungen unterhalb von Straßen das Pflanzen neuer Bäume. In fast allen der ermittelten wenig begrünten Straßen im Untersuchungsgebiet stellen Leitungen eine Restriktion dar, weshalb Baumpflanzungen oftmals nur bei einer gleichzeitigen Durchführung von Schutzmaßnahmen möglich sind.

Zu den Schutzmaßnahmen zählen zum Beispiel:

- Einsetzen von Baumschutzplatten im Erdreich zwischen Baum und Leitung zum Schutz der Leitung vor dem Wurzelwerk des Baumes
- Umschließen von Leitungen mit dichtporigen, undurchlässigen Materialien (zum Beispiel Bentonit)
- Verlegung bestehender Leitungen, was insbesondere bei Leitungen mit einem geringen Durchmesser, wie beispielsweise Telekommunikationsleitungen, möglich ist
- Anlegen aufgeschütteter Baumbeete, das heißt dass der Baum erhöht angepflanzt wird und damit mehr Abstand zu einer Leitung eingehalten wird

Im Rahmen der Untersuchung wurden innerhalb der Wärmeinsel in der Innenstadt insgesamt 23 Straßenabschnitte mit einem Gründefizit auf vorhandene Leitungen und Rohre untersucht. Die Analyse erfolgte auf Grundlage der Leitungspläne der Versorgungsträger. Dabei wurden die Leitungen bezüglich ihrer jeweiligen Empfindlichkeit berücksichtigt.

Es zeigte sich, dass sich in vielen Straßenräumen mit einem Gründefizit keine Baumpflanzungen oder nur bei der gleichzeitigen Durchführung von Schutzmaßnahmen realisieren lassen. Daher sollten insbesondere in stark frequentierten Straßen, wie beispielsweise der Fußgängerzone mit Hochstraße, Hansastraße, Am Pferdemarkt und Kirchplatz, Bäume in aufgeschütteten Beeten gepflanzt oder Pflanzkübel aufgestellt werden.



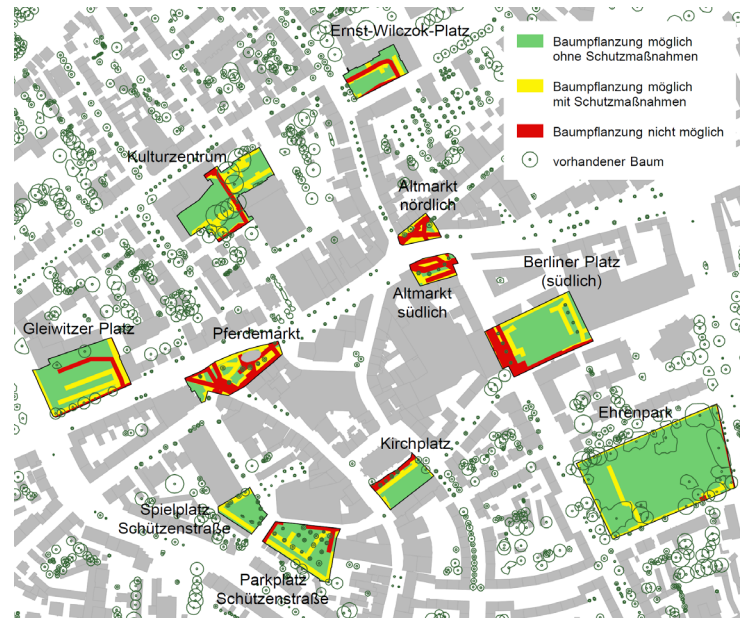
## Begrünung von öffentlichen Plätzen und Parkanlagen

Da Neuanpflanzungen von Bäumen häufig in Straßen aufgrund vorhandener Leitungen nicht realisierbar sind, bieten sich insbesondere auch Plätze und Parkanlagen für eine zusätzliche Begrünung an. Aus diesem Grund wurden auch Plätze und Parkanlagen im Bereich der Wärmeinsel Innenstadt auf bestehende Leitungen untersucht.

Leitungen sind jedoch nicht die einzige Restriktion für die Neuanpflanzung von Bäumen. Auch Feuerwehraußstellflächen, Fluchtwege oder konkurrierende Nutzungen (Feste, Events, Wochenmarkt auf Ernst-Wilczok-Platz, dem Berliner Platz, dem Pferdemarkt, dem Kirchplatz der St. Cyriakuskirche oder dem Ehrenpark) können Hemmnisse für die Umsetzung solcher Klimaschutzmaßnahmen bilden. Bezüglich des Untersuchungsgebiets sind die bestehenden Tiefgaragen unterhalb des Berliner Platzes und des Kirchplatzes der St. Cyriakuskirche zu erwähnen, die ebenfalls das Anpflanzen von Bäumen einschränken. Schließlich müssen die Baumpflanzungen unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Restriktionen bei einer detaillierten Standortplanung im Umsetzungsfall untersucht werden. Dementsprechend werden diese ergänzenden Restriktionen in der folgenden Analyse unberücksichtigt gelassen.

Die Darstellung der Untersuchungsergebnisse erfolgt nach der Ampelbewertung, das heißt in den grün markierten Bereichen können Bäume auch ohne Schutzmaßnahmen gepflanzt werden, in den gelb dargestellten Bereichen sind Baumpflanzungen nur bei gleichzeitiger Durchführung von Schutzmaßnahmen realisierbar und in den rot markierten Bereichen können keine Bäume gepflanzt werden.

Im Gegensatz zu den analysierten Straßenabschnitten können auf vielen der untersuchten und nur unzureichend bepflanzten Plätze neue Bäume auch ohne Schutzmaßnahmen angepflanzt werden. Hierzu zählen insbesondere



der Ernst-Wilczok-Platz, der Gleiwitzer Platz und der Berliner Platz (südlicher Teil), die heute kaum bepflanz sind. Auch der Ehrenpark bietet als Parkanlage noch Potenziale für Baumpflanzungen und damit für eine Erhöhung des Grünvolumens. Kaum Potenziale für neue Baumpflanzungen bestehen auf dem Altmarkt (nördlicher und südlicher Teil) sowie dem Pferdemarkt.

## 11. Handlungsempfehlungen für den Innenstadtkern

Insbesondere im Kern der Innenstadt Bottrops, die Eigenschaften einer Wärmeinsel aufweist, besteht mittel- und langfristig Handlungsbedarf bezüglich der Klimaanpassung. Daher wurden für den zentralen Innenstadtkern Bottrops Empfehlungen für Maßnahmen auf Flächen und an Gebäuden entwickelt. Diese Empfehlungen basieren auf den ermittelten Potenzialen, der Leitungsanalyse, der Berücksichtigung von bestehenden städtebaulichen Planungen und der Begehung von augenscheinlich für Maßnahmen geeigneten Flächen.

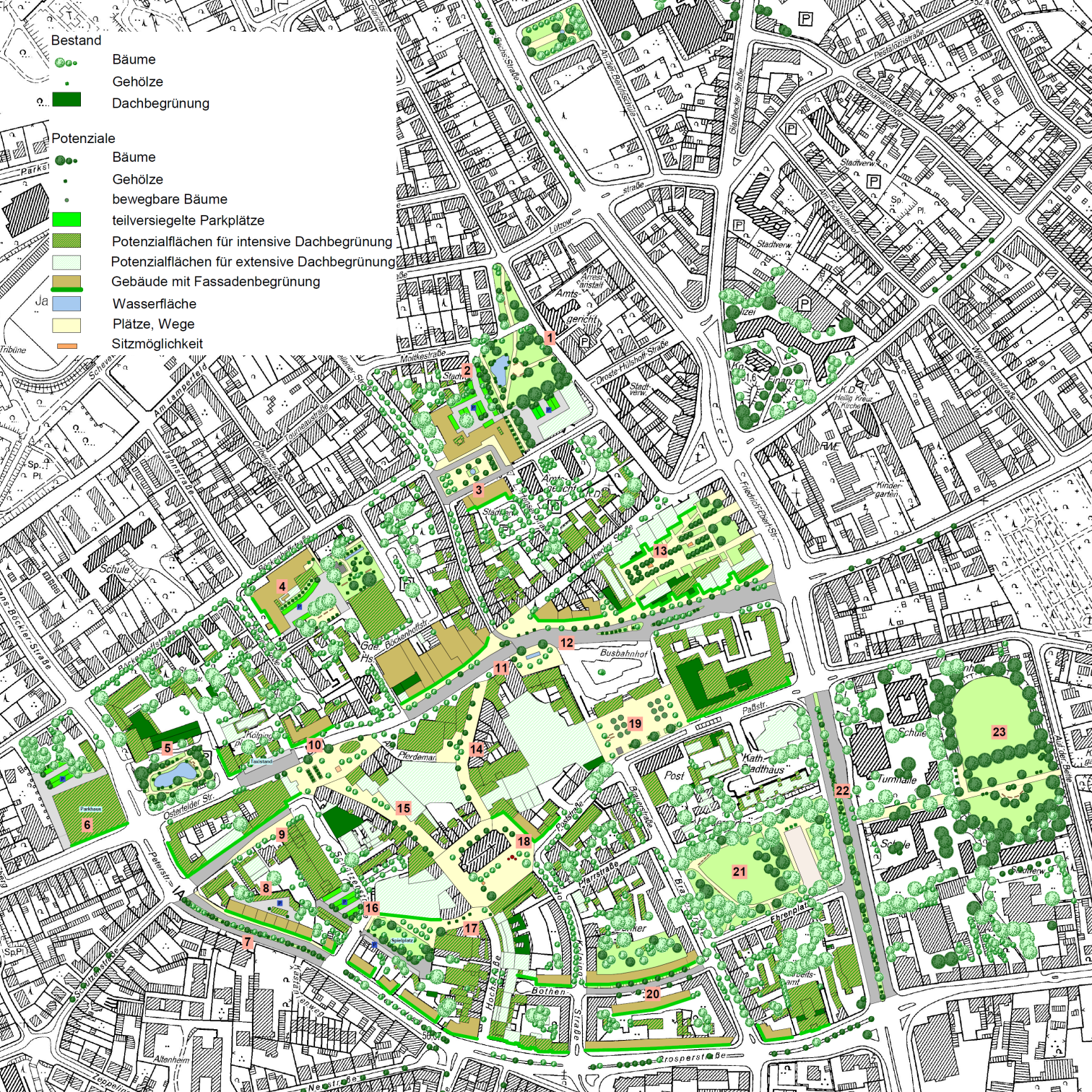
Die häufigste vorgeschlagene Maßnahme stellt die Erhöhung des Grünvolumens durch Nachpflanzungen dar. Öffentliche Flächen wie die Fußgängerzonen oder der Kirchplatz der St. Cyriakuskirche haben Bedarf an zusätzlichen Bäumen und Gehölzpflanzungen. Auf öffentlichen Plätzen – wie Altmarkt, Pferdemarkt und Ernst-Wilczok-Platz –, die heute zum Teil nur eine Verbindungsfunktion besitzen, kann die Aufenthaltsqualität durch Begrünung, Beschattung und Gestaltung gesteigert werden. Geeignet sind diese Plätze auch zur Schaffung von Wasserflächen, welche durch Verdunstung zur Abkühlung des Stadtklimas beitragen. Am Altmarkt und am Pferdemarkt spielt zudem die Abgrenzung zur Horster Straße eine wichtige Rolle, trotz bereits erfolgter Aufwertung dieser Flächen gibt es hier noch Potenziale. Dies trifft auch auf den Berliner Platz zu, der jedoch aufgrund seiner Nutzung für Veranstaltungen und der vorhandenen Tiefgarage nur bedingt bepflanzt werden kann. Die Schaffung von Grünstreifen als Maßnahme zur Entsiegelung ist hier beispielsweise neben vereinzelten zusätzlichen Bepflanzungen möglich. Ferner sind auf dem Berliner Platz zwei kleine Baumhaine mit jeweils sechs beweglichen Bäumen in Pflanzkübeln denkbar. Diese beweglichen Bäume sind flexibel und könnten bei einer Veranstaltung beiseite geschoben werden, würden aber an sonstigen Tagen für eine Verschattung sorgen. Andere Freiflächen wie das Trapez sind Bestandteil von geplanten Neugestaltungen. Mit dem aus Künstlerbünden bestehenden Netzwerk „Starke Orte“ sind seit 2010 Ideen

und Entwürfe entstanden. Einer dieser Entwürfe ist in den Handlungsempfehlungen dargestellt. Im Jahr 2014 sollen die Bauarbeiten im Trapez beginnen.

Neben der durch Neugestaltung entstehenden Begrünung und Entsiegelung stellt auch die Fassadenbegrünung eine mögliche klimawirksame Maßnahme dar. Potenziale für Fassadenbegrünungen besitzen vor allem Gebäudefassaden in Südlage. Derzeit unbeschattete Gebäude in Südexposition befinden sich zum Beispiel in der Bothenstraße und in der Peterstraße. Diese in privater Hand befindlichen Gebäude können mit Begrünungsmaßnahmen zu einem günstigeren Mikroklima beitragen. Ob Fassadenbegrünungen an öffentlichen Gebäuden wie dem Kulturzentrum oder der Stadtverwaltung am Ernst-Wilczok-Platz 2 tatsächlich möglich sind, muss mit der Unteren Denkmalbehörde der Stadt geklärt werden, da beide Gebäude unter Denkmalschutz stehen.

Öffentliche Parkplätze, wie beispielsweise nördlich des Rathauses, am Gleiwitzer Platz oder am Kulturzentrum, erfordern aufgrund ihres hohen Versiegelungsgrades Maßnahmen zur Entsiegelung und Begrünung. Neben Nachpflanzungen oder Teilentsiegelungen, die zu einer verbesserten Sickerfähigkeit führen, kommt auch eine komplette Umgestaltung in Frage. Der zurzeit als Verkehrsfläche genutzte Gleiwitzer Platz könnte zu einem Stadtpark umgestaltet werden. Dies erscheint möglich, da die RAG, die zurzeit die Fläche als Parkplatz benötigt, im Jahr 2018 den Standort verlassen wird. Westlich des Gleiwitzer Platzes an der Hans-Böckler-Straße wird als Kompensation die Errichtung eines zweistöckigen Parkhauses vorgeschlagen, das circa 287 Parkplätze und damit einige mehr als heute bieten würde. Auf dem Gleiwitzer Platz könnte eine Freifläche entstehen, die die Möglichkeit zur Schaffung einer Grünanlage mit Wasserfläche bietet. Durch ihre Innenstadtnähe und die Lage an einer Frischluftschneise aus westlicher Richtung bietet die Fläche für solch eine Umgestaltung ein hohes Potenzial.







Heute unattraktive Freiflächen wie die Hundenauslauffläche nördlich des Saalbaus oder der Spielplatz an der Schützenstraße, der aufgrund seiner Lage an einem zum Abriss vorgesehenen Parkhaus und Garagenzufahrten sowie wegen mangelnder Bepflanzung nur selten genutzt wird, bieten weitere Potenziale für eine Umgestaltung. Für den Spielplatz existieren bereits erste Planungsideen seitens der Stadt. Er soll auf die gegenüberliegende Seite der Schützenstraße direkt an den Zugang zur Fußgängerzone in die Innenstadt verlagert werden, wo sich heute ein Parkplatz befindet. Die heutige Fläche des Spielplatzes könnte durch die Verlegung verdoppelt werden. Durch zusätzliche Baum- und Gehölzbepflanzungen könnte der Spielplatz zu den angrenzenden Verkehrsflächen abgegrenzt werden. Die Seite zur Innenstadt sollte offen gestaltet werden.

Das Grundstück des Jungen Museums Bottrop stellt ebenfalls eine Grünfläche mit geringem Grünvolumen und mit einem zu hohen Anteil an Verkehrsflächen dar. Nach der Entfernung des Parkplatzes am Parkhaus Böckenhoffstraße und einer der zwei Zufahrtsmöglichkeiten auf den Kulturhof kann die entstehende Freifläche in die Grünfläche integriert und bepflanzt werden.

Bereits bestehende attraktive Grünflächen wie der Ehrenpark können durch eine Ergänzung der Bepflanzung an Grünvolumen gewinnen. Auch die Bepflanzung von Mittelstreifen an den Hauptstraßen der Innenstadt (wie der im unteren Teil kaum bepflanzten Friedrich-Ebert-Straße) stellt eine kostengünstige und effektive Maßnahme dar.

Ferner sollten neue Parkanlagen und Grünflächen entstehen, wie zum Beispiel auf dem städtischen Grundstück des heutigen Saalbaus. Infolge der geplanten Aufgabe der Saalbaunutzung im Jahr 2017 steht diese Fläche für eine neue Nutzung bereit. Sie könnte Teil einer neuen Grünverbindung vom Campus bis in die Innenstadt sein, indem die Fläche als Park mit Wasserbecken umgestaltet wird. In diese Planung sollte auch die heute wenig genutzte Drei-

ecksgrünfläche nördlich des Saalbaus einbezogen werden. Im Zuge der Planung könnte ferner ein L-förmiger Neubau entlang des Droste-Hülshoff-Platzes und der Gerichtsstraße mit zugehörigem Parkplatz errichtet werden, um neben der Freiraumgestaltung auch eine bauliche Folgenutzung der Fläche zu ermöglichen und damit dem wirtschaftlichen Anspruch an diese Fläche gerecht zu werden.

Als ein weiterer Maßnahmenvorschlag für die Schaffung von zusätzlichen Grünflächen ist eine Verkleinerung der Sportplatznutzung auf der Fläche östlich der Marie-Curie-Realschule und der Gustav-Heinemann-Realschule dargestellt. Diese Fläche fällt heute durch ihr geringes Grünvolumen auf und bietet ein großes Potenzial. Heute wird der Sportplatz von den umliegenden Schulen für den Schulsport sowie von zwei Traditionsvereinen genutzt. Derzeit wird der Platz noch benötigt, jedoch ist infolge des demografischen Wandels anzunehmen, dass der Sportplatz in der mittel- bis langfristigen Perspektive in den heutigen Abmessungen nicht mehr erforderlich sein könnte. Im Zuge einer teilweisen Begrünung durch das Pflanzen von neuen Bäumen und der Anlage einer Rasenfläche könnte eine Grünverbindung vom Ehrenpark über den Sportplatz bis zum Alten Friedhof geschaffen werden. Auch sollten die heute teilweise sehr hitzebelasteten Schulhöfe der umliegenden Realschulen sowie das Grundstück der Stadtverwaltung mit zusätzlichen Baumpflanzungen begrünt werden.

Des Weiteren sind Dachbegrünungen sowohl von Gebäuden als auch von Garagen wichtige Maßnahmen, unter anderem als Alternative für Blockentkernungen, die in der Innenstadt meist nur schwer realisierbar sind. Potenziale für eine intensive Dachbegrünung bieten insbesondere flache Kiesdächer mit einer Dachneigung von weniger als 5°, die statisch die Last tragen können. Solche Dächer sind zum Beispiel im Trapez und in der Fußgängerzone vorhanden. Gegebenenfalls kann das Parkhaus zwischen Berliner Platz und Hansastraße begrünt werden.



#### 4. Museum und Kulturzentrum Hinterhof



##### Ausgangslage:

- zum Großteil versiegelte öffentliche Fläche angrenzend an öffentliche Gebäude
- westliche Hälfte Nutzung als Parkplatz (Verkehrsfläche), ausgestattet mit Baumreihe
- zwei Zufahrten: von Böckenhoffstraße südlich und Böckenhoffstraße durch östliche Hälfte
- östliche Hälfte weitgehend unbepflanzte Grünfläche
- Eigentümerin der Fläche ist die Stadt Bottrop



##### Empfehlung:

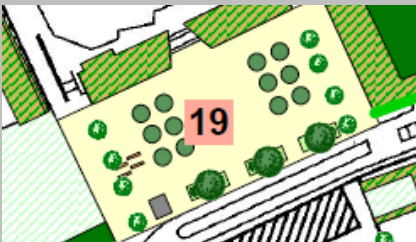
- geplant: Aufwertung des Kulturhofes als Kreativzone, Erweiterung Museum (Aufstellungs- und Lageraum sowie Toilettenanlage), Aufwertung des Museums- hofs mit Skulpturen, Schaffung eines wetterfesten Außenraumes für Veranstaltungen, gestalterische Anbindung des Kindermuseums an die Böckenhoffstraße
- Umgestaltung im Osten als Grünfläche, Nachbepflanzung (Schutzmaßnahmen erforderlich, da hier zum Teil Beleuchtungskabel liegen), Wasserfläche und Sitzgelegenheiten
- Rückbau von Verkehrsfläche (Zufahrt zur Böckenhoffstraße auf östlicher Grünfläche sowie Parkfläche vor dem Parkhaus)
- gegebenenfalls Fassadenbegrünung
- intensive/ extensive Dachbegrünung

#### 19. Berliner Platz



##### Ausgangslage:

- circa 5.000 m² große versiegelte öffentliche Fläche hinter dem Busbahnhof, zum Teil für Außengastronomie genutzt
- ausgestattet mit Baumreihen vor Kaufland und als Weiterführung der Brauerstraße, Sitzgelegenheiten
- Fläche ist mit einer Tiefgarage unterbaut
- Eigentümerin der Fläche ist die Stadt Bottrop



##### Empfehlung:

- intensive/ extensive Dachbegrünung
- Entsiegelung
- Anpflanzung von neuen Bäumen (Schutzmaßnahmen erforderlich, da hier z.T. Leitungen liegen)
- Anordnung von zwei Baumhainen mit jeweils sechs kleinen beweglichen Bäumen

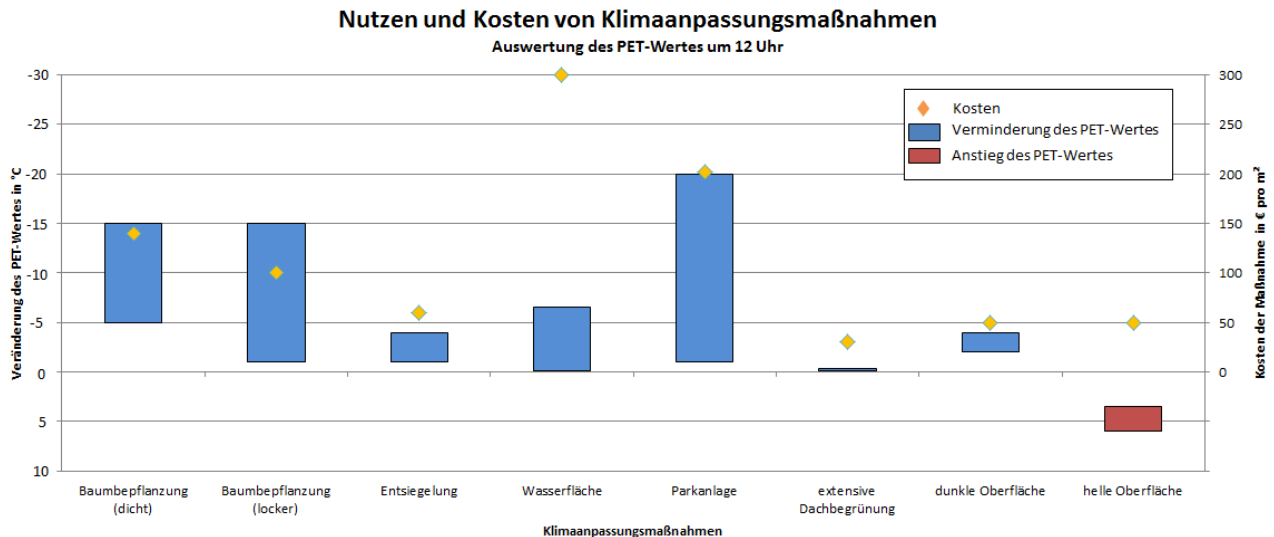
## 12. Parameterstudien

Im Rahmen der Untersuchung wurden acht Parameterstudien durchgeführt. Mithilfe von Fallstudien wurden die Auswirkungen unterschiedlicher Klimaanpassungsmaßnahmentypen auf das Mikroklima überprüft und anschließend hinsichtlich der spezifischen Kosten und der Klimaefekte (Nutzen) bewertet. Hierzu wurde für jeden Maßnahmentyp jeweils eine Fallstudie ausgewählt, in der exemplarische Klimasimulationen für den Zustand vor und nach der Umsetzung der verschiedenen Klimaanpassungsmaßnahmen durchgeführt wurden.

Die Simulationen wurden jeweils für die Zeitpunkte 12 und 22 Uhr ausgewertet. Zur Mittagszeit wurde der PET-Wert betrachtet, da dieser Aufschluss über die thermische Behaglichkeit gibt. In den Abendstunden überwiegt hingegen der Einfluss der Lufttemperatur.

Da der Einfluss von Fassadenbegrünungen derzeit nicht im Modell simuliert werden kann, wurde auf die Erkenntnisse anderer Untersuchungen zurückgegriffen.

Es ist zu beachten, dass sich die in den Diagrammen und im Text genannten Zahlen auf die in den Parameterstudien angesetzten Rahmenbedingungen beziehen und Änderungen (zum Beispiel hinsichtlich Umfang oder Standort der Maßnahme) zu abweichenden Ergebnissen führen können. Die folgenden Angaben stellen keine exakten, übertragbaren Kosten und Nutzen der Maßnahmentypen dar, sondern sollen eine Einordnung ermöglichen, in welcher Größenordnung sich die verschiedenen planerischen Werkzeuge auf das innerstädtische Klima auswirken.



## Baumbepflanzung (dicht)

Die Parameterstudie zu den Auswirkungen einer dichten Baumbepflanzung am Straßenrand wurde für eine 20 m bis 25 m breite Straße mit durchschnittlicher Gebäudehöhe und Bebauungsdichte zentrumsnah in Bottrop durchgeführt. Dazu wurde am Straßenrand durchschnittlich alle 6 m eine Baumbepflanzung angelegt. Als Baumtyp wurde hier ein 20 m hoher Baum mit dichter Krone gewählt, sodass der vorhandene Gehweg durchgehend im Schatten der Baumkronen liegt.

Das Ergebnis zeigt zu beiden Auswertzeitpunkten eine deutliche klimatische Verbesserung durch Baumpflanzungen im gesamten Straßenraum. Um 12 Uhr mittags verbessert sich der PET-Wert gegenüber dem Istzustand je nach Distanz zur gepflanzten Baumreihe zwischen 5 °C und 15 °C. Durch die schattenspendenden Baumkronen wird die Oberfläche unter den Bäumen weniger stark aufgeheizt und die Strahlungstemperatur ist deutlich geringer, sodass der PET-Wert im Straßenraum merklich absinkt. Am Abend sind die positiven Effekte der Baumreihe ebenfalls zu erkennen. Die Lufttemperatur im Straßenraum sinkt um 1 °C bis 2,5 °C. Die geringere Temperatur steht in engem Zusammenhang mit dem im Tagesverlauf weniger stark erhitzten Asphalt, der um 22 Uhr deutlich weniger Wärme abgibt.

## Baumbepflanzung (locker)

Die Auswirkungen einer lockeren Baumbepflanzung am Straßenrand wurden an einer 15 m bis 20 m breiten Straße mit durchschnittlicher Gebäudehöhe und Bebauungsdichte in einem Wohngebiet in der südlichen Innenstadt durchgeführt. Eine kleinräumige Entsiegelung und Baumbepflanzung erfolgte einseitig im Straßenraum mit einem aufgelockerten Abstand von 10 m und 20 m. Als Baumtyp wurde ein 10 m hoher Baum mit dichter oder sehr dichter Krone (Durchmesser 6 bis 8 m) gewählt.

Das Ergebnis um 12 Uhr zeigt für den PET-Wert eine Veränderung zwischen 0 °C und 15 °C je nach Distanz zum Baumstandort. Der größte Effekt wird im direkten Nahbereich des Baumes erreicht, da hier die Luft- und Strahlungstemperatur durch den Schatten der Baumkrone deutlich gesenkt werden. Mit zunehmender Distanz verringert sich der Einfluss der Maßnahme. Ab einem Radius von circa 6 m um den Baumstandort ist für den Einzelbaum keine signifikante Wirkung auf das Mikroklima mehr zu erkennen. Das Ergebnis um 22 Uhr zeigt eine maximale Abkühlung der Lufttemperatur im Nahbereich der Bäume von 0,25 °C.

## Entsiegelung

Die Maßnahme der Entsiegelung wurde in der Simulation für einen Platz im Zentrum von Bottrop auf einer Fläche von circa 7.600 m<sup>2</sup> durchgeführt. Der Platz ist in allen Richtungen von Gebäuden umgeben und die Zugänge befinden sich in den Ecken des Platzes. Der vorhandene Asphaltbelag wurde im Modell durch eine 50 cm hohe Grasfläche durchschnittlicher Dichte ersetzt.

Die Ergebnisse zeigen, dass für den PET-Wert um 12 Uhr mittags (je nach Standort auf der untersuchten Fläche) eine Reduktion zwischen 1 °C und 4 °C erreicht werden kann. Die Auswirkungen auf die Lufttemperatur in den Abendstunden betragen zwischen 0,3 °C und 0,45 °C.

## Wasserfläche

Um die Auswirkungen einer Wasserfläche auf das städtische Mikroklima bewerten zu können, wurde im Modell inmitten eines versiegelten, zentrumsnahen Platzes eine 600 m<sup>2</sup> große Wasserfläche angenommen. Die Ergebnisse wurden in einem Umkreis von circa 40 m um den See sowie über der Seeoberfläche ausgewertet.

Die Ergebnisse zeigen, dass der PET-Wert tagsüber um rund 0,1 °C bis maximal 6,5 °C gegenüber der versiegelten

Referenzfläche reduziert werden kann. Dabei ist zu beachten, dass die größten Auswirkungen direkt über der Wasserfläche zu beobachten sind, während im Umfeld der Wasserfläche nur geringe Verbesserungen verzeichnet werden können. Die Auswirkungen auf die abendliche Lufttemperatur sind mit einer Temperaturreduktion von maximal 0,15 °C gegenüber der versiegelten Referenzfläche ebenfalls gering.

### Parkanlage

Die Errichtung einer Parkanlage wurde für einen Platz im Stadtzentrum simuliert, der im Norden und Osten bebaut und im Süden und Westen durch Straßen begrenzt ist. Die Maßnahme wurde auf einer Fläche von circa 3.000 m<sup>2</sup> angenommen und umfasst die komplette Entsiegelung des Platzes, die Schaffung einer Wasserfläche sowie die lockere Bepflanzung der Parkanlage mit Bäumen. Als Baumtypen wurden Bäume mit einer Höhe zwischen 15 m und 20 m und sehr dichter Krone gewählt.

Je nach Lage im Park und Nähe zur Wasserfläche oder zu den Bäumen erfolgt eine Reduzierung des PET-Wertes gegenüber der versiegelten Fläche im Istzustand von bis zu 20 °C. Für die Lufttemperatur um 22 Uhr ergibt sich eine Reduktion zwischen 0,25 °C und 0,75 °C.

### Dachbegrünung

Im Rahmen der Parameterstudien wurden im Modell mehrere große Gebäude mit Dachflächen zwischen circa 1.500 und 4.000 m<sup>2</sup> und einer Höhe von 4 m bis 6 m extensiv begrünt.

Die Auswirkungen von Dachbegrünungen sind im Gebäudeumfeld in Bodenniveau jedoch relativ gering (PET-Rückgang um 12 Uhr zwischen 0,1 und 0,3 °C und Abnahme der Lufttemperatur um 22 Uhr um weniger als 0,1 °C). Zu berücksichtigen ist jedoch der positive Effekt auf das

Innenraumklima in Gebäuden mit Gründächern, der in der Regel deutlicher ausfällt als der Einfluss auf das Außenklima in Bodenniveau.

Eine intensive Dachbegrünung ist modellintern schwer abzubilden. Messungen und Studien zu diesem Thema haben gezeigt, dass der Effekt von intensiv begrünten Dächern auf das Stadtklima in Bodennähe nur geringfügig höher ist als bei extensiver Begrünung.

### Fassadenbegrünung

Ähnlich wie Dachbegrünungen können auch Fassadenbegrünungen durch Beschattung und Transpiration zu einer Verbesserung des Stadtklimas beitragen. Verschiedene Studien zu diesem Thema (OLIVIERI ET AL. 2012, EUMORFOPOULOU E.A U. KONTOLEON K.J. 2009) kommen zu dem Ergebnis, dass die Abnahme der Lufttemperatur durch Fassadenbegrünungen zwischen 0,1 und 0,5 °C liegt. Ähnlich wie bei Dachbegrünungen ist auch der positive Effekt auf das Innenraumklima der begrünter Gebäude zu berücksichtigen, der größer ausfällt als der Einfluss auf das Außenklima.

### Zusammenfassung

Insbesondere Baumpflanzungen sind eine effektive und kostengünstige Möglichkeit der Klimaanpassung. Besonders wirksam, jedoch auch kostenintensiver, sind Baumpflanzungen dann, wenn sie mit zusätzlichen Maßnahmen (zum Beispiel Entsiegelungen) zu Parks oder parkähnlichen Bereichen kombiniert werden. Bei der Auswertung ist zu berücksichtigen, dass sich die positiven Effekte, die sich durch die Umsetzung der verschiedenen Maßnahmen einstellen, in der Regel auf das direkte Umfeld der Planung beschränken und nicht das gesamte Stadtgebiet beeinflussen. Es ist jedoch durchaus möglich und sinnvoll, lokale „Wohlfühlloasen“ zu schaffen, indem Maßnahmen in stark frequentierten Bereichen umgesetzt werden.



## 13. Wechselwirkungen zwischen Außen- und Innenklima

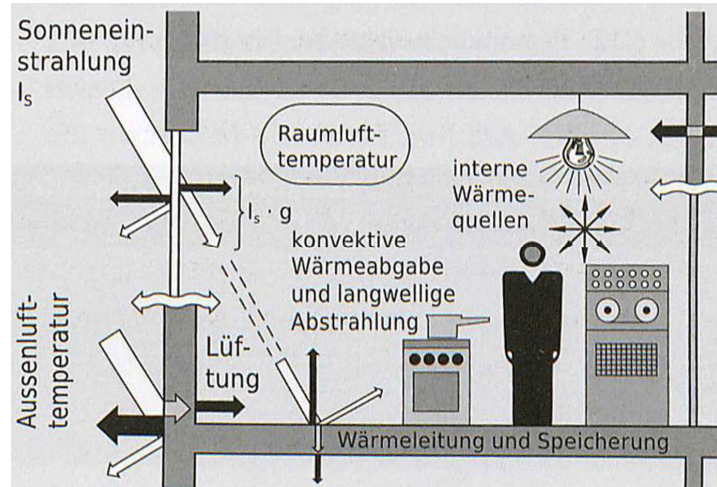
Bei einer Betrachtung der Problematik der thermo-physiologischen Wärmebelastung in Innenstädten zeigt sich, dass die Gesamtbelastung für die sich hier aufhaltenden und lebenden Menschen nicht nur von den klimatischen Verhältnissen im Außenbereich, sondern auch wesentlich durch die klimatischen Bedingungen in Innenräumen geprägt wird. Die Vermeidung gesundheitsgefährdender Belastungen durch Raumüberwärmungen während sommerlicher Hitzeperioden ist eine Aufgabe, bei der auch die physikalischen Wechselwirkungen zwischen Außen- und Innenklima zu beachten sind.

Thermo-physiologisch belastende Raumüberwärmungen können insbesondere bei hohen Außenlufttemperaturen mit gleichzeitig intensiver solarer Einstrahlung auftreten. Von großer energetischer und raumklimatischer Relevanz ist auch die Wärmeabgabe durch Personen, Beleuchtung und elektrische Geräte (ZÜRCHER 2010).

Ein effektiver sommerlicher Wärmeschutz erfordert eine Begrenzung der solaren Einstrahlung, eine Reduzierung der inneren Wärmelasten und eine energetisch effiziente Abfuhr von Wärmeüberschüssen.

Die häufig großflächig transparenten Fassaden moderner Neubauten begünstigen sommerliche Raumüberwärmungen. Auch der Einsatz der Lüftung zur Raumkühlung erweist sich daher immer häufiger als unzureichend, besonders in Bürogebäuden.

Eine Verschärfung der Problematik durch die zukünftig häufiger auftretenden Hitzeperioden erfordert daher gebäudetechnische Konzepte, die neben der Lüftung und der Heizung auch die Raumkühlung beinhalten. Hierzu werden immer häufiger Flächentemperierungen zum Beispiel im Fußboden eingesetzt. Diese gewährleisten auch in heißen Sommern einen guten raumklimatischen Komfort und weisen gleichzeitig eine gute Ökobilanz und niedrige Betriebskosten auf.



Einflussfaktoren auf die Energiebilanz eines Raumes (Quelle: Zürcher 2010)

Aufgrund der großen Wärmeübertragungsfläche können Flächentemperierungen mit Vorlauftemperaturen betrieben werden, die im Heiz- und Kühlbetrieb bei gut gedämmten Gebäuden nahe an den Raumtemperaturen liegen. Dies ist ideal für den Einsatz erneuerbarer Energien, beispielsweise den Einsatz von Wärmepumpen, die Heiz- und Kühlfunktionen übernehmen können.

Die zuvor beschriebenen positiven Aspekte von Flächenheiz- und Flächenkühlsystemen lassen erwarten, dass sich diese zunehmend auch in Wohngebäuden durchsetzen werden.

In Kombination mit einem effektiven Sonnenschutz und Maßnahmen zur Verringerung des Wärmeinseleffektes (beispielsweise Baumpflanzungen und Entsiegelungen) können zukünftig auch an heißen Sommertagen auf ökologische und ökonomische Weise komfortable raumklimatische Verhältnisse erreicht werden.

# 14. Maßnahmenkonzept

## Maßnahmen und Kosten

Das Maßnahmenkonzept beinhaltet eine Kostenkalkulation für klimarelevante Maßnahmen auf städtischen Flächen beziehungsweise an städtischen Gebäuden im Bestand. Die städtischen Maßnahmen wurden in sieben Maßnahmengruppen berechnet.

Die Kosten für Maßnahmen auf städtischen Flächen beziehungsweise an städtischen Gebäuden belaufen sich auf eine Summe von **circa 3,94 Mio. Euro brutto**, davon sind die beiden Maßnahmentypen Neuanlage/ Umgestaltung von Parkanlagen/ Grünflächen und Spielplätzen (C) mit etwa 1,87 Mio. Euro sowie Baum- und Gehölzpflanzungen im öffentlichen Raum (A) mit rund 1,25 Mio. Euro am kostenintensivsten. Für die Teilentsiegelung/ Neuanlage von Parkplätzen (D) fallen circa 384.000 Euro an und für die Anlage von Wasserflächen (E) rund 360.000 Euro. Am günstigsten sind Dachbegrünungen im Bestand (F) mit etwa 46.000 Euro, die Umgestaltung/ Begrünung von Plätzen (ohne Baumpflanzungen) mit circa 25.000 Euro sowie bodengebundene Fassadenbegrünungen im Bestand (G) mit etwas mehr als 18.000 Euro.

In den Handlungsempfehlungen für den Innenstadtkern sind neben Maßnahmen auf Flächen und an Gebäuden der Stadt auch Maßnahmen auf Flächen anderer Eigentümer dargestellt, wie zum Beispiel von privaten Eigentümern, der Kirche, dem Land NRW, von Wohnungsunternehmen und Trägern öffentlicher Belange. Die Kosten von Maßnahmen auf diesen externen Flächen belaufen sich insgesamt auf **circa 4,94 Mio. Euro brutto**, davon etwa 3,59 Mio. Euro für Dachbegrünungen, circa 1,01 Mio. Euro für die Entsiegelung und Begrünung von Innenhofflächen (ohne Baumpflanzungen) sowie jeweils rund 170.000 Euro für Fassadenbegrünungen sowie Baum- und Gehölzpflanzungen.

Aus der Gegenüberstellung der Kosten von Maßnahmen nach Eigentümern wird deutlich, dass nicht nur die Stadt in der Verantwortung steht, klimarelevante Maßnahmen umzusetzen, sondern auch andere Eigentümer auf ihren Flächen und an ihren Gebäuden zur Teilnahme gefragt sind und zur Umsetzung von Maßnahmen motiviert werden sollten. Allerdings sind Maßnahmen auf städtischen Flächen wesentlich leichter umsetzbar als solche auf Flächen von anderen Eigentümern, da die Stadt auf fremde Flächen keinen direkten Zugriff hat. Aus diesem Grund steht die Stadt in der Verantwortung, eine Vorbildfunktion einzunehmen und die Umsetzung von Maßnahmen auf ihren Flächen zeitnah voranzutreiben.

| Nr.           | Maßnahme                                                              | Kosten         |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------|
| A             | Baum- und Gehölzpflanzungen im öffentlichen Raum                      | 1.245.250 Euro |
| B             | Begrünung von Plätzen (ohne Baumpflanzungen)                          | 24.450 Euro    |
| C             | Neuanlage/ Umgestaltung von Parkanlagen/ Grünflächen und Spielplätzen | 1.865.850 Euro |
| D             | Teilentsiegelung/ Neuanlage von Parkplätzen                           | 384.180 Euro   |
| E             | Anlage von Wasserflächen                                              | 360.000 Euro   |
| F             | Dachbegrünungen im Bestand                                            | 46.030 Euro    |
| G             | Bodengebundene Fassadenbegrünungen im Bestand                         | 18.050 Euro    |
| Kosten gesamt |                                                                       | 3.943.810 Euro |

## Prioritäten bei der Umsetzung

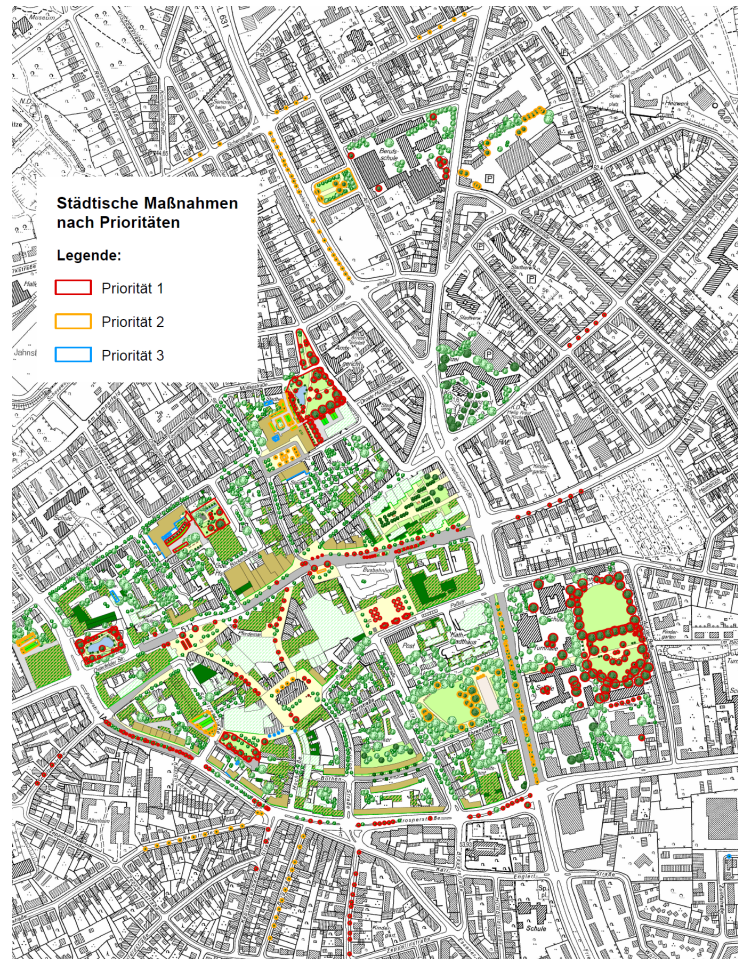
Für die konkrete Umsetzung von Maßnahmen ist eine Prioritätensetzung eine wichtige Grundlage. Für die Handlungsempfehlungen wird jedoch keine Priorisierung nach Zeitstufen vorgeschlagen, sondern nach der Klimawirksamkeit und Effektivität von Maßnahmen, um bestmögliche Effekte auf das Klima sicherzustellen. Dabei sind folgende drei Faktoren ausschlaggebend dafür, welche Priorität eine Maßnahme hat:

1. heutige klimatische Belastung ermittelt über den PET-Wert
2. Veränderung des PET-Wertes bis 2050 im Falle der Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen
3. Nutzungsintensität des Ortes, welche einen Aufschluss über Betroffenheiten gibt

Auf Grundlage der obigen Erläuterungen lassen sich drei Prioritätsstufen für Maßnahmen bilden, wobei der Priorität 1 die höchste Dringlichkeit zukommt und der Priorität 3 die niedrigste.

Der Schwerpunkt bei der Umsetzung seitens der Stadt Bottrop sollte auf den großflächigen Maßnahmen liegen, wie beispielsweise einem Park auf dem Gleiwitzer Platz und auf dem Sportplatz Auf der Bette, dem Berliner Platz, der Grünfläche östlich des Kulturzentrums und dem Gelände des Saalbaus inklusive der nördlich liegenden Grünfläche. Weiterhin sind Baumpflanzungen als wichtige Maßnahme im gesamten Untersuchungsgebiet prioritär.

Vordringlich sind Maßnahmen auf städtischen Flächen umzusetzen, aber auch andere Eigentümer sollten zur Handlungsbereitschaft motiviert werden. Auf den Flächen nichtstädtischer Eigentümer sind insbesondere die Umgestaltung und Begrünung des Trapezes sowie Baumpflanzungen umzusetzen und nur nachrangig Dach- und Fassadenbegrünungen.



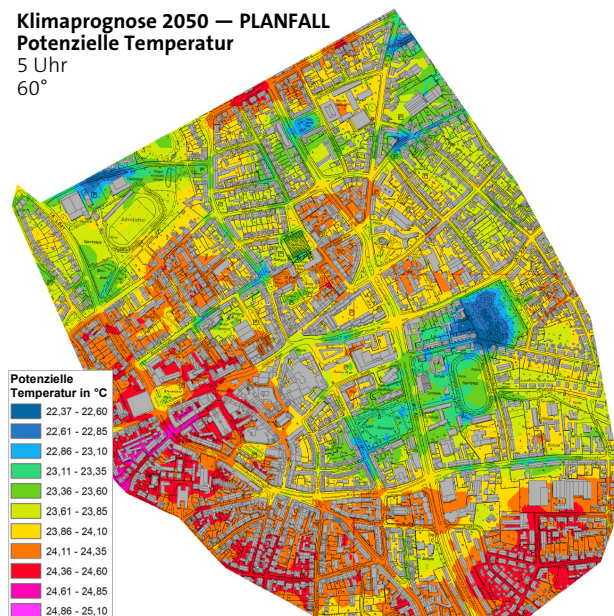
## 15. Klimaprognose 2050: Simulation mit den vorgeschlagenen Maßnahmen

Zur Überprüfung der klimatischen Auswirkungen, die sich aus den Handlungsempfehlungen ergeben, wurden die empfohlenen Maßnahmen in das ENVI-met Programmsystem eingepflegt und die Berechnungen für den Planfall 2050 durchgeführt.

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu beachten, dass auf eine Modellierung der Maßnahme Fassadenbegrünung verzichtet wurde. Hieraus folgt, dass die in den nachfolgenden Karten aufgeführten Temperaturminderungen im Nahbereich von geplanten Fassadenbegrünungen etwas höher als dargestellt ausfallen können.

**Klimaprognose 2050 — PLANFALL**  
**Potenzielle Temperatur**

5 Uhr  
60°



### Situation um 5 Uhr morgens

#### *Potenzielle Temperatur*

Durch die vorgeschlagenen Maßnahmen kann bei der Anströmrichtung Nordost (60°) in einem Großteil des Untersuchungsgebietes die morgendliche Lufttemperatur gegenüber der IST-Situation 2050 gesenkt werden. Besonders hohe Abkühlungseffekte mit einer Temperaturdifferenz von mehr als 1 °C werden im Nahbereich von großflächigen Maßnahmen mit Baumpflanzungen simuliert:

- Begrünung des Sportplatzes der Gustav-Heinemann-Realschule und der Marie-Curie-Realschule
- Abriss des Saalbaus und Umgestaltung der freiwerdenden Fläche als Park
- Rückbau von Verkehrsflächen und Anlage eines Parks mit Wasserfläche am Gleiwitzer Platz

Durch die Summe der in der Innenstadt vorgeschlagenen Maßnahmen lässt sich die morgendliche Lufttemperatur in Strahlungsnächten im Kernbereich der Bottroper Innenstadt (Osterfelder Straße zwischen Peterstraße und Friedrich-Ebert-Straße) gegenüber dem Istfall 2050 um 0,25 bis 0,75 °C absenken.

Ähnliche Effekte sind bei einer südwestlichen Anströmung zu erwarten. Deutlich wird hier zudem, dass durch die vielen vorgeschlagenen Maßnahmen auch am Rand des Untersuchungsgebietes durch Advektion von abgekühlter Luft ein Abkühlungseffekt von 0,1 ° bis 0,25 °C eintritt.



## Situation um 12 Uhr mittags

### Potenzielle Temperatur

Bei der Anströmrichtung Nordost (60°) werden die mit mehr als 1,25 °C deutlichsten Abkühlungseffekte im Umfeld der Marie-Curie-Realschule prognostiziert. Durch die ungehinderte Aufheizung der Luft über dem angrenzenden Ascheplatz wird derzeit sehr heiße Luft in Richtung der Schulgebäude transportiert. Zusätzlich weist das Schulgelände einen hohen Versiegelungsgrad auf. Die Folge hiervon ist ein zur Mittagszeit deutlich überwärmter Bereich im Umfeld der Schule. Durch die geplanten Maßnahmen (Anlage eines Park auf der südlichen Sportplatzhälfte und Pflanzen von weiteren Bäumen auf den Schulhöfen der Realschule) erwärmt sich die große, ehemalige Sportplatzfläche weniger stark, was sich durch deutlich gesunkene Temperaturen auf den angrenzenden Schulhöfen bemerkbar macht.

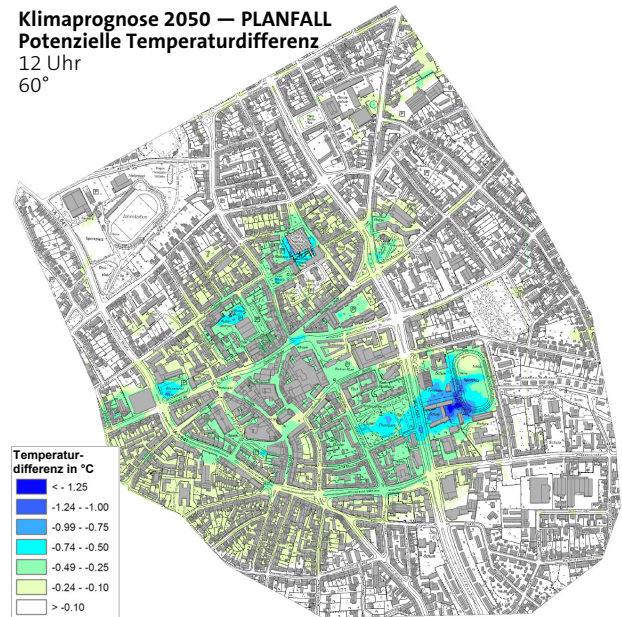
Weitere Bereiche mit Temperatursenkungen von mehr als 1 °C befinden sich auf dem zum Park umfunktionierten Gleiwitzer Platz, sowie auf dem Parkgelände des ehemaligen Saalbaus. In der Fläche kann durch die Vielzahl der vorgeschlagenen Maßnahmen im Innenstadtbereich eine Temperaturreduktion von 0,1 °C bis 0,5 °C zur Mittagszeit gegenüber dem Istfall 2050 erwartet werden.

Ähnliche Effekte zeigen die Berechnungen für die südwestliche Anströmung (220°). Hier profitieren insbesondere die Anwohner der Straßen „Auf der Bette“ und Paßstraße von den vorgeschlagenen Maßnahmen zur Umfunktionierung des Ascheplatzes an der Paßstraße.

### Bereiche mit extremer Wärmebelastung (PET-Wert)

Da der PET-Wert insbesondere durch die Einflussgröße „Strahlungstemperatur“ geprägt wird, werden die Auswirkungen der Planung vor allem im lokalen Bereich spürbar. So sinkt der PET-Wert unter den schattenspendenden Kronen der geplanten Bäume um mehr als 10 °C. Großflächige

Klimaprognose 2050 — PLANFALL  
Potenzielle Temperaturdifferenz  
12 Uhr  
60°



Verbesserungen der bioklimatischen Belastungssituation sind demnach bei Maßnahmen mit vielen Baumpflanzungen zu beobachten. Hierzu zählen insbesondere:

- die Umnutzung des Sportplatzes an der Paßstraße,
- die Schaffung einer Parkanlage am Gleiwitzer Platz,
- die Planungen im Umfeld des Saalbaus,
- Umgestaltung des Museums und Kulturzentrums Hinterhof
- Baumpflanzungen im Umfeld des Finanzamtes
- Baumpflanzungen im Trapez

Durch jeden zusätzlichen Baum können kleinräumige Verbesserungen der bioklimatischen Belastungssituation erreicht werden. So werden durch die schattenspendenden Bäume klimatische Komfortzonen geschaffen, die den Aufenthalt in der überhitzten Innenstadt angenehmer gestalten können.

## Situation um 16 Uhr nachmittags

### Potenzielle Temperatur

Durch die Kombination der unterschiedlichen Maßnahmen im Zentrum der Innenstadt kann bei einer nordöstlichen Anströmrichtung (60°) großflächig eine Temperaturreduktion von 0,25 °C bis 0,5 °C gegenüber der IST-Situation erreicht werden. Örtlich ist sogar mit einer höheren Temperaturabnahme von bis zu 1 °C zu rechnen (Gleiwitzer Platz, Altmarkt, Kulturzentrum, Umfeld ehemaliger Saalbau). Am stärksten profitieren die an den derzeitigen Ascheplatz angrenzenden Schulhofflächen der Gustav-Heinemann-Realschule und der Marie-Curie-Realschule. Hier kann die nachmittägliche Höchsttemperatur gegenüber der IST-Situation großflächig um 1 °C, teilweise sogar um mehr als 1,25 °C abgesenkt werden.

Durch die Temperaturadvektion ergeben sich die höchsten Abkühlungseffekte bei der Anströmrichtung Südwest (220°) im Untersuchungsgebiet für die östlich des derzeitigen Ascheplatzes gelegenen Wohngebiete an der Paßstraße und an der Straße „Auf der Bette“.

### Bereiche mit extremer Wärmebelastung (PET-Wert)

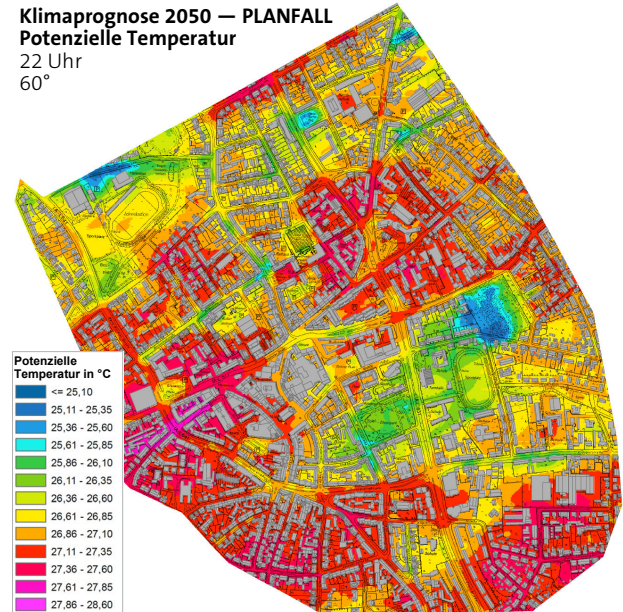
Ähnlich wie bei der Situation um 12 Uhr mittags sind die höchsten Abkühlungseffekte unter den Baumkronen der neu geplanten Bäume zu erwarten. Je nach Dichte der Baumkrone verbessert sich der PET-Index unterhalb der Baumkronen zwischen 10 °C und 20 °C. Flächen, die im Istfall als „sehr heiß“ mit entsprechend extremen Hitzebelastungen bewertet wurden, werden demnach im Planfall als „heiß“ oder sogar nur als „warm“ eingestuft.

## Situation um 22 Uhr abends

### Klimaprognose 2050 — PLANFALL

#### Potenzielle Temperatur

22 Uhr  
60°



### Potenzielle Temperatur

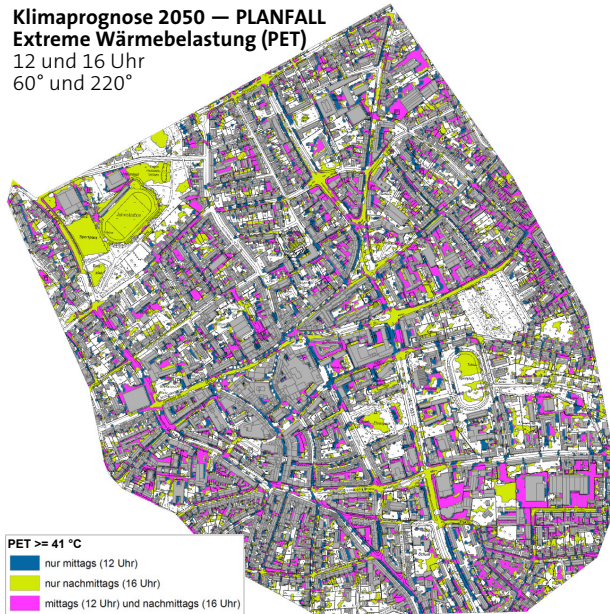
Die höchsten Abkühlungseffekte von zum Teil mehr als 1,25 °C werden bei beiden Anströmrichtungen in den neu angelegten innerstädtischen parkähnlichen Anlagen wie dem Gleiwitzer Platz, dem Kulturzentrum und dem Umfeld des ehemaligen Saalbaus erzielt. Zudem entsteht durch die Vielzahl der vorgeschlagenen Maßnahmen eine Fernwirkung. Auch im Abstand von etwa 200 bis 300 m im Lee ist eine Abkühlung von 0,1 °C bis 0,25 °C zu beobachten.

### Wärmeinsel

Beim Vergleich mit der Ausdehnung der abendlichen Wärmeinsel im Istfall wird deutlich, dass die Ausdehnung der überwärmten Bereiche durch die vorgeschlagenen Maßnahmen deutlich reduziert werden kann.

## Bereiche mit extremer Wärmebelastung

**Klimaprognose 2050 — PLANFALL**  
**Extreme Wärmebelastung (PET)**  
12 und 16 Uhr  
60° und 220°



Bei der Sondierung der Bereiche mit extremer Wärmebelastung werden beide untersuchten Anströmrichtungen und zwei Auswertezeiten (12 und 16 Uhr) berücksichtigt. Gegenüber der Auswertung für den Istfall wird deutlich, dass durch die vorgeschlagenen Maßnahmen in einigen Bereichen des Untersuchungsraumes der PET-Wert und somit die bioklimatische Belastungssituation deutlich gesenkt werden kann. Hierzu zählen unter anderem:

- Gleiwitzer Platz
- Umfeld der Marie-Curie Realschule
- Umfeld der Gustav-Heinemann Realschule
- Pferdemarkt
- Trapez
- Ernst-Wilczok-Platz
- Droste-Hülshoff-Platz.

Die Flächengröße von Bereichen, die mittags von extremer Hitzebelastung betroffen sind, sinkt um 8,3 %. Nachmittags ist ein Rückgang von 10,0 % zu verzeichnen. Da Flächen vorrangig überplant werden, die mittags und nachmittags ein sehr ungünstiges Bioklima mit PET-Werten von 41 °C oder mehr aufweisen, ist hier mit einem Rückgang von 13,5 % der größte relative Effekt zu erzielen.

### Fazit

Mit einem Bündel von Maßnahmen kann die Lufttemperatur im Jahr 2050 bei Strahlungswetterlagen lokal im näheren Umfeld von vorgeschlagenen Maßnahmen um teilweise mehr als 1 °C gegenüber der IST-Situation im Jahr 2050 reduziert werden. In der Fläche kann sowohl nachts als auch tagsüber mit einem Temperaturrückgang von 0,1 °C bis 0,5 °C gerechnet werden.

Für die Dekade 2051 bis 2060 ist mit einer um 1,0 °C bis 2,4 °C erhöhten, mittleren maximalen Lufttemperatur in den Monaten Juni bis August zu rechnen. Mit den ausgearbeiteten Maßnahmen kann die prognostizierte Temperaturerhöhung demnach nicht vollständig kompensiert werden.

Umso wichtiger erscheint es, den innerstädtischen Hitzestress auf besonders hitzesensitiven Flächen durch das Anlegen von Verschattungsobjekten wie Bäumen, Sonnensegeln oder Ähnliches abzumindern. Die Wirksamkeit von derartigen lokalen Maßnahmen zeigen die Berechnungen zum PET-Wert. So wird im Umfeld von neugepflanzten Laubbäumen mit dichter, und breiter Krone der PET-Wert gegenüber der IST-Situation 2050 um mehr als 10 °C gesenkt und klimatische Komfortzonen geschaffen, die den Aufenthalt in der überhitzten Innenstadt angenehmer gestalten können.

## 16. Bewertungskonzept- und Umsetzungsstrategie

### Bewertungskonzept

- Die Bewertung der Wirksamkeit der Maßnahmen erfolgt durch Modellrechnungen und Auswertungen für verschiedene Maßnahmentypen (Simulationen); dabei werden auch Vergleiche zwischen den Modellrechnungen 2050 ohne und 2050 mit Klimaanpassungsmaßnahmen berücksichtigt.
- Diese Bewertungen der Wirksamkeit der klimarelevanten Maßnahmen werden in einem Leitfaden zusammengefasst, der auch die Übertragbarkeit auf andere städtische Räume thematisiert.
- Die Einzelmaßnahmen werden auch hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit bewertet; Grundlage ist dabei die technische Machbarkeit als Voraussetzung einer Aufnahme einer Maßnahme in das Handlungsprogramm. Zur Umsetzbarkeit gehören aber auch die Aspekte der Akzeptanz beziehungsweise der Wahrscheinlichkeit einer Umsetzung durch die jeweiligen Akteure, insbesondere die Grundeigentümer und Pächter/ Nutzer. Dabei werden den verschiedenen Eigentümergruppen (Stadt, Öffentliche Eigentümer, Wohnungsgesellschaften, Einzeleigentümer, Wohnungseigentümergeinschaften) unterschiedliche Handlungsbereitschaften und Hemmnisse zugeordnet.
- Bei der Umsetzbarkeit ist auch das Verhältnis von Aufwand und Ertrag, das heißt von eingesetzten Ressourcen (Personen, Kosten) und Wirksamkeit von Maßnahmen (Temperaturreduzierung, Wirkungsbreite, Synergien und so weiter) zu beachten.
- Die Bewertung der Relevanz/ Prioritäten der vorgeschlagenen Maßnahmen erfolgt auf Grundlage der Risiken beziehungsweise Betroffenheiten, bei denen die klimatische Belastung und die Aktivitäten/ Empfindlichkeiten von Nutzergruppen zusammengeführt werden.

### Umsetzungsstrategie

Es wird der Stadt Bottrop vorgeschlagen, die spezifischen Maßnahmen in drei Handlungsfeldern zu organisieren:

1. Handlungsfeld Gebäude/ Wohnumfeld: Dach- und Fassadenbegrünung, Wärmedämmung, Fassadenanstrich, Bepflanzungen, Entsiegelung, Innenhofbegrünung
2. Handlungsfeld Straßenraum: Baumpflanzungen im Straßenraum
3. Handlungsfeld Plätze: Umgestaltung und Begrünung von Plätzen und Parkanlagen

#### *Management und Organisation*

Bei der Umsetzung des Handlungsprogramms Klimaanpassung gehen wir von der Federführung des Fachbereichs Umwelt und Grün — der Umweltplanung — aus. Die Stadt sollte hauptverantwortlich für die Umsetzung sein; die Innovation City Management GmbH (ICM) sollte beratend zur Seite stehen und die Schnittstelle zum Bürger bilden. Eine Bauberatung zu Neubaumaßnahmen unter energetischem Gesichtspunkt sollte über die Stadt geleistet werden.

Zur Koordinierung des Umsetzungsprozesses — gegebenenfalls mit einer Stabsstelle — ist es sinnvoll, eine Koordinierungsgruppe mit Vertretern der drei Handlungsfelder einzurichten, in etwa vierteljährlichen Koordinationssitzungen die jeweiligen Projektfortschritte darzulegen und nächste Schritte abzustimmen. Ferner sollte den Ratsgremien jährlich ein Bericht zum Projektfortschritt vorgelegt werden. Dieser integrierte Ansatz der Zusammenarbeit von Fachdienststellen und kommunalen Unternehmen kann Synergien in der Maßnahmenumsetzung und der öffentlichen Wirkung erreichen.



### ***Förderung und Finanzierung***

Zur Finanzierung der Maßnahmen stehen folgende Fördermöglichkeiten zur Verfügung (Stand 2013):

- Da die Innenstadt zum Fördergebiet Stadtumbau-West gehört, stehen hier Städtebaufördermittel zur Verfügung, insbesondere für die Anlage von Straßenbäumen, für die Begrünung und Gestaltung von Hof- und Gartenflächen (50 % bei höchstens 30 m<sup>2</sup> Fläche), für die Gestaltung öffentlicher Räume, für Dach- und Fassadenbegrünung, für die Renovierung von Fassaden, Dächern und Außenwänden (bis 50 % der förderfähigen Gesamtkosten, höchstens 30 Euro pro m<sup>2</sup>), sowie für die Wärmedämmung in Sozialwohnungen.
- Die Kreditförderanstalt für Wiederaufbau (KfW) bezuschusst eine Wärmedämmung bei der Sanierung älterer Wohngebäude mit 10 % der förderfähigen Investitionskosten beziehungsweise maximal 5.000 Euro pro Wohneinheit.
- Mit einem Förderprogramm der Emschergenossenschaft können Entsiegelungsmaßnahmen zur Abkoppelung des Regenwassers vom Abwasserkanal im Emschereinzugsgebiet gefördert werden, wenn die abgekoppelte Fläche mehr als 500 m<sup>2</sup> erreicht. Gefördert werden die Herstellungskosten zu 60 % beziehungsweise höchstens mit 12 Euro pro m<sup>2</sup>.

Daneben kann bei Entsiegelungsmaßnahmen die gesplittete Abwassergebühr von momentan 1,23 Euro pro m<sup>2</sup> befestigter Fläche jährlich eingespart werden.

## 17. Literatur- und Quellenverzeichnis

Bruse, Prof. Dr. Michael (o.J.): ENVI-met 3. <http://www.envi-met.com>.

Deutscher Dachgärtnerverband e.V. (2013): <http://www.dachgaertnerverband.de>. Letzter Zugriff am 01.08.2013.

Eumorfopoulou E.A u. Kontoleon K.J. (2009): Experimental approach to the contribution of plant-covered walls to the thermal behaviour of building envelopes. *Building and Environment*, 44: S. 1024–1038.

[FBB] Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e.V. (o.J.): Grüne Innovation Fassadenbegrünung. <http://www.fbb.de/inc/template/Fassadenbegrueung/12-Seiter-Fassadenbegrueung-FBB.pdf>.

GALK e.V. Arbeitskreis Stadtbäume der Deutschen Gartenamtsleiterkonferenz (2011): Verwendung von nicht heimischen Baumarten am innerstädtischen Straßenstandort. Positionspapier. [http://www.galk.de/projekte/pr\\_down/pospapier\\_heimischebaumarten\\_flyer1104.pdf](http://www.galk.de/projekte/pr_down/pospapier_heimischebaumarten_flyer1104.pdf).

Gerstengarbe, Friedrich-Wilhelm/ Welzer, Harald (Hg.) (2013): Zwei Grad mehr in Deutschland. Wie der Klimawandel unseren Alltag verändern wird. Das Szenario 2040. Frankfurt am Main.

Huttner, S. (2012): Further development and application of the 3D microclimate simulation ENVI-met. Dissertation zur Erlangung des Grades Doktor der Naturwissenschaften im Promotionsfach Geographie am Fachbereich Chemie, Pharmazie und Geowissenschaften der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz. Mainz.

IPCC 2013: Fünfter Sachstandsbericht des IPCC. Teilbericht 1 (Wissenschaftliche Grundlagen). [http://www.de-ipcc.de/\\_media/IPCC\\_AR5\\_WGI\\_Kernbotschaften\\_20131008.pdf](http://www.de-ipcc.de/_media/IPCC_AR5_WGI_Kernbotschaften_20131008.pdf). Letzter Zugriff am 21.02.2014.

Leuschner (2002): Lebensraum Baumkrone: Schatzkiste der Biodiversität. [http://www.uni-goettingen.de/downloads/wissenschaftsmagazin/ausgabe\\_2002\\_1/leben\\_und\\_raeume.pdf](http://www.uni-goettingen.de/downloads/wissenschaftsmagazin/ausgabe_2002_1/leben_und_raeume.pdf).

[MKULNV NRW] Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2011): Handbuch Stadtklima. Maßnahmen und Handlungskonzepte für Städte und Ballungsräume zur Anpassung an den Klimawandel.

Olivieri, F. et. al (2012): Green Facades for Urban Comfort Improvement. Madrid, 2012.

[RVR] Regionalverband Ruhr (2006): Klimaanalyse Stadt Bottrop. Essen.

[UMG] Umweltbüro Grabher (Mai 2008): Naturtipps - Naturschutz und Artenschutz in der Praxis. <http://www.naturtipps.com/entsiegelung.html>. Zugriff 24.07.2013.

Zürcher, C. u. Frank, T. (2010): Bauphysik - Bau und Energie, 3. Auflage, ISBN: 978-3-7281-3054-9.

**bottrop.**

**Auftraggeber:**

Stadt Bottrop  
Fachbereich Umwelt und Grün  
Ernst-Wilczok-Platz 2  
46236 Bottrop

**Auftragnehmer:**

**Arbeitsgemeinschaft BKR Essen + simuPLAN Dorsten**



Büro für Kommunal- und Regionalplanung Essen  
Propsteistraße 80 45239 Essen  
Tel.: 0201/ 491573 Fax: 0201/ 494117  
E-Mail: [info@bkr-essen.de](mailto:info@bkr-essen.de) Website: [www.bkr-essen.de](http://www.bkr-essen.de)



simuPLAN  
Alleestraße 10 46282 Dorsten  
Tel.: 02362/ 99337-0 Fax: 02362/ 99337-20  
E-Mail: [info@simuplan.de](mailto:info@simuplan.de) Website: [www.simuplan.de](http://www.simuplan.de)

**Unter Mitarbeit von:**

**ökoplan.**

Bredemann, Fehrmann  
Hemmer und Kordges

Ökoplan — Bredemann, Fehrmann, Hemmer und Kordges  
Savignystraße 59 45147 Essen  
Tel.: 0201/ 623037 Fax: 0201/ 643011  
E-Mail: [info@oekoplan-essen.de](mailto:info@oekoplan-essen.de) Website: [www.oekoplan-essen.de](http://www.oekoplan-essen.de)

Juni 2014

Eine Langfassung der Machbarkeitsstudie ist verfügbar unter: [www.bottrop.de/stadtleben/umwelt](http://www.bottrop.de/stadtleben/umwelt)

