



Verbundvorhaben KuLaRuhr  
Nachhaltige urbane Kulturlandschaft  
in der Metropole Ruhr

## **Endbericht Teilvorhaben B: Energieeffizienz bei Siedlungen sowie Biomassestrategie (TU Darmstadt)**

Maßnahme 1: Optimierung der Energieeffizienz bestehender  
Wohnsiedlungen durch eine integrierte Betrachtung von  
Gebäuden und Freiflächen

(FKZ 033L020B Laufzeit 01.05.2011 bis 31.10.2014)

[www.kularuhr.de](http://www.kularuhr.de)



**Verbundvorhaben KuLaRuhr  
Nachhaltige urbane Kulturlandschaft in der Metropole Ruhr**

**Endbericht Teilvorhaben B: Energieeffizienz bei Siedlungen sowie Biomassestrategie**

**Maßnahme 1: Optimierung der Energieeffizienz bestehender Wohnsiedlungen durch eine integrierte Betrachtung von Gebäuden und Freiflächen**

**Forschungsvorhaben an der Technischen Universität Darmstadt**

Das diesem Buch zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung im Förderschwerpunkt Nachhaltiges Landmanagement unter dem Förderkennzeichen FKZ 033L020B gefördert.

Die Verantwortung für den Inhalt dieses Buches liegt bei den Autoren.

Oktober 2014

Prof. Dr. Jörg Dettmar  
Dipl.-Ing. Jana Gienke  
Dipl.-Ing. (FH) Sandra Sieber

Anna Koutsas (Studentische Hilfskraft)

## Inhaltsverzeichnis

I Kurzdarstellung .....	9
I.1 Aufgabenstellung.....	9
I.2 Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde .....	10
I.3 Planung und Ablauf des Vorhabens .....	11
I.4 Wissenschaftlich-technische Ausgangslage.....	14
I.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen .....	16
II Eingehende Darstellung.....	18
II.1 Erzielte Ergebnisse, mit Gegenüberstellung der vorgegebenen Ziele .....	18
AP 1 - Sichtung + Aufbereitung des vorhandenen Datenmaterials.....	24
AP 2 - Analyse von Siedlungsstrukturen zur Dezentralisierung der Energieversorgung.....	27
AP 3 - Anwendung des Analyse-Tools .....	32
AP 4 - Modellierung von Modernisierungsschritten zur Optimierung der Energieeffizienz ..	40
AP 5 - Aufarbeiten der Konzepte für eine nachhaltigkeitsbezogene Bewertung.....	51
AP 6 - Begleitung der Umsetzung in einer oder mehreren Modellsiedlungen .....	59
AP 7 - Rückkopplung der Ergebnisse an das erarbeitete Analyse-Tool und Resümee.....	60
II.2 Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises.....	61
II.3 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit.....	63
II.4 Voraussichtlicher Nutzen und Verwendbarkeit der Ergebnisse .....	64
II.5 Bekannt gewordene Fortschritte auf diesem Gebiet bei anderen Stellen .....	67
II.6 Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen .....	68
II.7 Literatur.....	70

### Anhang

A - Steckbriefe der Modellsiedlungen

B - Leitfaden „Energie und Freiraum“

## Abbildungen

- Abb. 01: Ziele der Konzeptionen und Handlungsempfehlungen der M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen. (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP°01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2013) 8
- Abb. 2: Ablaufschema der M1 – Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP°01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2014) 10
- Abb. 3: Vergleich der Zeitpläne der M1 – Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen zu Projektbeginn 2011 (ursprüngliche Planung) und zu Projektabschluss 2014 (tatsächlicher Ablauf) (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP°01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2001 und 2014) 12
- Abb. 04: Kooperationen der M1 – Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP°01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2014) 15
- Abb. 05: Zusammenarbeit und Kooperationen (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP°01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2014) 16
- Abb. 06: Zusammenfassung der Ergebnisse in der M1 (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP°01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2014) 17
- Abb. 07: Betrachtungsraum 1 (westliches Ruhrgebiet) und Betrachtungsraum 2 (östliches Ruhrgebiet) innerhalb des Emscher Landschaftsparks (grün) (KuLaRuhr, Koordination, 2014) 19
- Abb. 08: Übersicht der energetischen Stadtraumtypen (EST) im Forschungsprojekt UrbanReNet (Hegger et al. 2013, S. 29) 20
- Abb. 09: Siedlungsvorschläge der Stadt Bottrop vom Januar 2012 (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP°01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2012) 23
- Abb. 10: Route und begutachtete Stadtgebiete des Ortstermins am 06.02.2012 (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP°01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2012) 24
- Abb. 11: Vorauswahl Modellsiedlungen (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP°01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2012) 24
- Abb. 12: Ausgewählte Modellsiedlungen (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP°01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2012) 25
- Abb. 13: Übersicht des Aufbaus der Steckbriefe (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP°01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2012) 26
- Abb. 14: Begründung zur Auswahl bei der Freiflächenkartierung (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP°01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2013) 27
- Abb. 15: Vergleich der Klimadaten zum Standort Essen mit dem Durchschnittsklima Deutschland (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP°01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, nach Daten des Deutschen Wetterdienstes, 2014) 29
- Abb. 16: Übersicht der Bedarfs- und Potenzialermittlung im UrbanReNet-Tool, Stand Sommer 2013 (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP°01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2013) 31
- Abb. 17: Übersicht der Detaillierungsschritte bei der Bedarfs- und Potenzialermittlung (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP°01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2014) 32
- Abb. 18: Beispiele passiver Maßnahmen zur Optimierung der Energieeffizienz in Siedlungen (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP°01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2014) 36
- Abb. 19: Beispiele aktiver Maßnahmen zur Optimierung der Energieeffizienz in Siedlungen (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP°01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2014) 36
- Abb. 20: Übersicht der energetischen Kennwerte verschiedener Biomassefraktionen (Hegger et al. 2013, S. 159 und Hegger et al. 2013, Anlage II, Abschnitt „Biomassesteckbriefe“ sowie unveröffentlichte Recherchen EnEff:Stadt UrbanReNet, 2012) 39

Abb. 21: Frageformular zur Freiflächenpflege mit Antworten des Haus Vogelsang (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP°01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2013)	43
Abb. 22: Frageformular zur Freiflächen- und Gebäudeentwicklung (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP°01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2013)	45
Abb. 23: Kostenrecherche Gebäude (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP°01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2014, nach Angaben der InnovationCity Ruhr   Modellstadt Bottrop, Energieberatung, Stand 2014 und der Internetseite der KfW, Ressort Energieeffizient sanieren, Stand 2014)	47
Abb. 24: Methode zur vereinfachten monetären Betrachtung der Entwicklungsszenarien (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP°01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2014, auf der Basis der Methode zur Kostenermittlung im Forschungsprojekt EnEff:Stadt UrbanReNet)	48
Abb. 25: Sanierungsflächen, eigene Annahmen (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP°01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2014)	48
Abb. 27: Sanierungsflächen, eigene Annahme (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP°01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2014)	48
Abb. 26: Exemplarischer Kostenrahmen, basierend auf den Annahmen zur Kubatur des Gebäudes und den recherchierten Sanierungskosten, die Sanierungskosten wurden dazu auf minimale, mittlere und maximale Kosten verteilt (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP°01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2014)	49
Abb. 28: Exemplarischer Kostenrahmen (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP°01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2014)	49
Abb. 29: Kostenrecherche Freiraum (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP°01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2014)	50
Abb. 30: Kostenrecherche Biomasseanbau (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP°01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2014, nach Angaben des KTBL, Stand 2012)	50
Abb. 31: Exemplarische Abschätzung von Folgen der Entwicklungsszenarien (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP°01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2014)	51
Abb. 32: Exemplarische Abschätzung von Folgen der Entwicklungsszenarien (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP°01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2014)	52
Abb. 33: Weg von „Abstandsgrün“ und Monokulturen: Urbane Biomasse als Bereicherung (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP°01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2014)	58



## Benennung der Projekte

Externe Bezeichnung der Teilprojekte	Bezeichnung der Projekte durch Projektträger	Kurzbezeichnung im Endbericht
TP01 - Weiterentwicklung der urbanen Kulturlandschaft der Metropole Ruhr durch nachhaltiges Landschaftsmanagement	Teilvorhaben B: Energieeffizienz bei Siedlungen sowie Biomassestrategie (TU Darmstadt)	TP 01
TP01.A - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen	Maßnahme 1 - Optimierung der Energieeffizienz bestehender Wohnsiedlungen durch eine integrierte Betrachtung von Gebäuden und Freiflächen	M1
TP01.B - Entwicklung einer Regionalen Biomassestrategie	Maßnahme 2 - Entwicklung einer regionalen Biomassestrategie mit den Kernbausteinen Biomassenutzung und -produktion im Emscher Landschaftspark, inklusive einer Verwendung des Grünschnitts aus der Parkpflege	M2
TP01.C - Integration zukünftiger Siedlungsflächen auf Bergbaufolgestandorten und bei Modellprojekten nachhaltiger Siedlungsentwicklung	Maßnahme 3 - Integration von langfristig geplanten Gewerbeflächen auf Bergbaufolgestandorten in die Kulturlandschaft der Metropole Ruhr	M3
TP01.D - Reintegration monofunktionaler Infrastrukturen in die urbane Kulturlandschaft	Maßnahme 4 - Reintegration monofunktionaler Infrastrukturen in die urbane Kulturlandschaft durch eine Bewirtschaftung der sie tangierenden Flächen	M4
TP08 - Klimatisches Potential von Freiflächen in bebauten Bereichen (Siedlungen) – Bewertung der Energiebilanz von Freiflächen	Teilvorhaben A: Gewässer, Energie, Flächennutzung, Bewertung und Koordination (Universität Duisburg-Essen und TU Braunschweig)	TP 08
TP10 - Nachhaltigkeitsbezogene Bewertung alternativer Flächennutzungskonzepte	Teilvorhaben A: Gewässer, Energie, Flächennutzung, Bewertung und Koordination (Universität Duisburg-Essen)	TP 10



# I Kurzdarstellung

## I.1 Aufgabenstellung

Ziel der „Maßnahme 1 – Optimierung der Energieeffizienz bestehender Wohnsiedlungen durch eine integrierte Betrachtung von Gebäude und Freiflächen“ (nachfolgend kurz M1 oder „M1 – Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen“) war die Analyse von Siedlungsstrukturen hinsichtlich ihrer Eignung für eine dezentrale Energieerzeugung und -versorgung. Im Fokus stehen grünbestimmte Freiräume wie Parkanlagen, Hausgärten und Außenanlagen, die hinsichtlich ihrer passiven und aktiven energetischen bzw. energetisch relevanten Potenziale untersucht werden sollen.

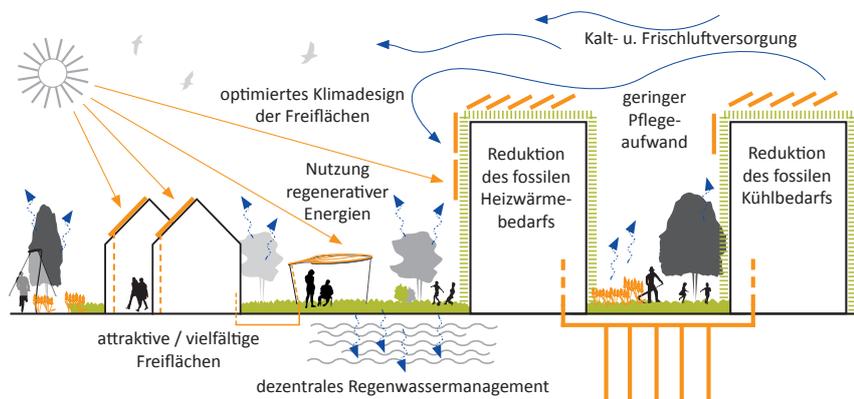


Abb. 01: Ziele der Konzeptionen und Handlungsempfehlungen der M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen. (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP 01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2013)

Im Antrag war vorgesehen, diese Potenziale in Kooperation mit der THS GmbH (Wohnungsbaugesellschaft, ehemals „TreuHandStelle für Bergmannswohnstätten im rheinisch-westfälischen Steinkohlenbezirk GmbH“ heute nach Fusion mit Evonik Immobilien GmbH „Vivawest GmbH“) an Bestandssiedlungen der THS zu bewerten. Anschließend sollten die erarbeiteten Konzepte zur Verbesserung der Energieeffizienz in einer Siedlung aus dem Bestand der THS exemplarisch umgesetzt und erprobt werden.

Die Fragestellungen und Themenkomplexe bei der Verbesserung der Energieeffizienz von Siedlungen waren:

- die Optimierung der Freiflächenstruktur und der Grünausstattung hinsichtlich energierelevanter Potenziale unter Beachtung weiterer Nutzungsansprüche der Bewohner,
- die Möglichkeiten der städtebaulichen Optimierung im Bestand,
- die Möglichkeiten, durch lokale Energiequellen den Restenergiebedarf von Gebäuden teilweise oder ganz bereitzustellen,
- die Wege zu höheren Gesamtwirkungsgraden, bedarfsgerechterer Energiegewinnung und deutlicher Kostenreduktion durch Nutzung lokaler Energiequellen und
- die Potenziale einer ganzheitlichen Optimierung der Energiebilanz und eine Effizienzsteigerung durch multilateralen Ausgleich verschiedener Energiequellen und/oder die Kappung von Spitzenlasten.

## I.2 Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Wie im Antrag formuliert, knüpft das „Teilvorhaben B: Energieeffizienz bei Siedlungen sowie Biomassestrategie“ der TU Darmstadt (kurz TP 01) mit seinen vier Einzelmaßnahmen an Fragestellungen im Kontext des Regionalparks „Emscher Landschaftspark“ an. Ziele des Strukturwandels im Ruhrgebiet, die u. a. mit der IBA Emscher Park (1989 bis 1999) angegangen wurden, waren die Sanierung von Industriebrachen, eine tragfähige Entwicklung der Siedlungsstruktur und die kulturelle Umdeutung der von der Montanindustrie maßgeblich geprägten Landschaft hin zu einem neuen, post-industriellen Typus von Kulturlandschaft.

Mit dem Verbundprojekt KuLaRuhr und den Einzelmaßnahmen des Teilprojekts 1 wurden diese Ziele aufgegriffen und weitergeführt. Angestrebt wird eine „Re-Funktionalisierung der Landschaft durch eine nachhaltige und weitergehende Nutzung von Flächen des Emscher Landschaftsparks und der vielfältigen Freiräume in den angrenzenden besiedelten Bereichen“ (Antrag 2010, S. 3). Bei der Idee einer Re-Funktionalisierung wird davon ausgegangen, dass im Zuge des andauernden Strukturwandels wie auch im Rahmen des beginnenden Klimawandels grünbestimmte Freiräume neben ihren klassischen Funktionen wie Erholung, Repräsentation und stadt-ökologischen Funktionen wieder verstärkt weitere Funktionen integrieren müssen. Diese zusätzlichen Funktionen erstrecken sich in die Bereiche der ökonomischen Tragfähigkeit von grünbestimmten Freiräumen, der Nutzungsüberlagerung mit Land- und Forstwirtschaft, der Integration regenerativer Energien inklusive der Sammlung oder Bereitstellung von Biomasse, sowie die verstärkte Betrachtung stadtklimatischer Wirkmechanismen. Die Voraussetzungen, unter denen das Projekt durchgeführt wurde, sind demnach:

- der Strukturwandel im Ruhrgebiet von der ‚Montan-Landschaft‘ hin zur postindustriellen Landschaft,
- die Notwendigkeit der Anpassung urbaner Räume an den Klimawandel,
- die erforderliche Vernetzung räumlicher und funktionaler Ebenen zwischen dem Emscher Landschaftspark und den angrenzenden Siedlungsflächen und
- der Bedarf einer ökonomisch tragfähigen Struktur zur Unterhaltung und Entwicklung der Kulturlandschaft im Ruhrgebiet.

Die „M1 – Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen“ basiert vor allem auf der Notwendigkeit zur Anpassung urbaner Räume an den Klimawandel. Zum einen im Sinne einer regenerativen Energiebereitstellung zur langfristigen Minderung des Klimawandels durch die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Zum anderen durch Maßnahmen zur Stärkung der Resilienz gegenüber den kurz- und mittelfristig eintretenden Folgen des Klimawandels, z. B. durch dezentrales Regenwassermanagement oder Veränderungen der Freiflächengestaltung.

## I.3 Planung und Ablauf des Vorhabens

### Projekttablauf der „M1 – Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen“

Die Planung der M1 sieht sieben Arbeitspakete (siehe unten) vor. Der Vergleich von geplantem Ablauf und tatsächlichem Ablauf ist analog zu den Zwischenberichten tabellarisch festgehalten (siehe Anhang).

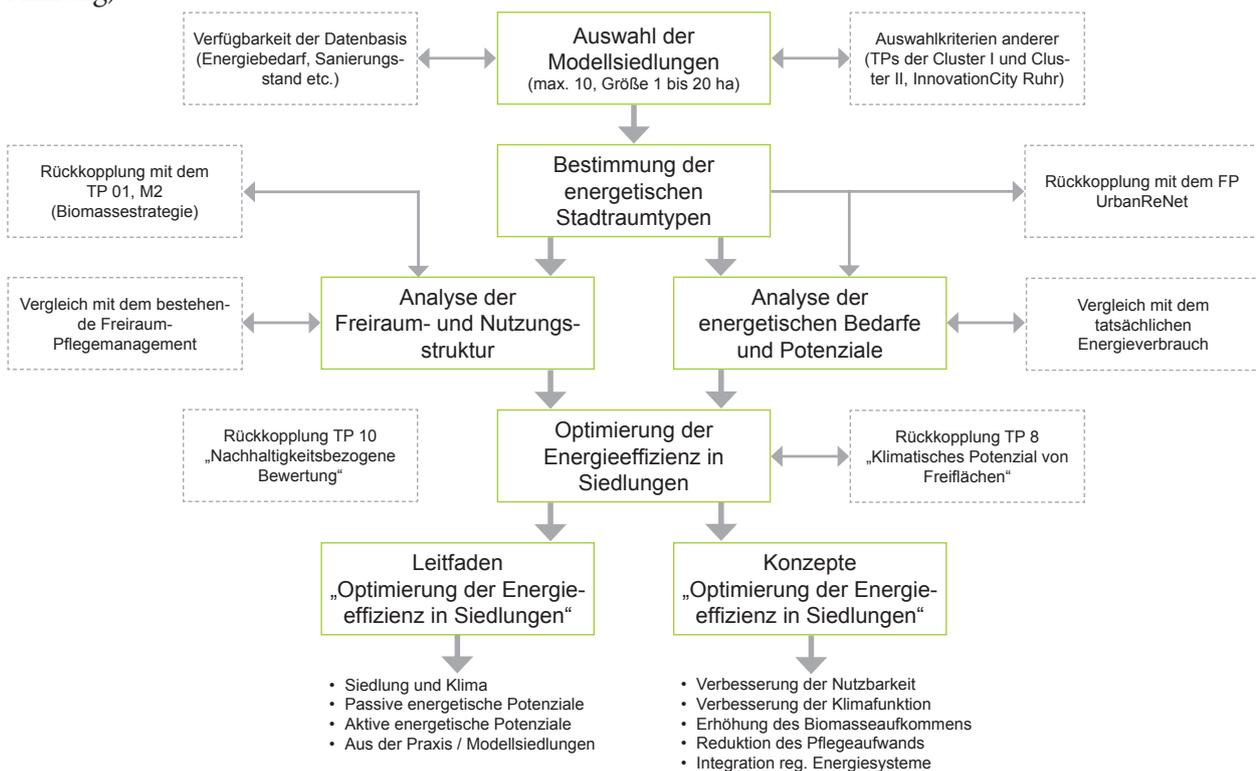


Abb. 2: Ablaufschema der M1 – Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP 01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2014)

Die Bearbeitung sollte in Kooperation mit der Wohnungsbaugesellschaft THS, einer der größten Wohnungsbaugesellschaften im Ruhrgebiet, erfolgen. Es war vorgesehen, eine Stelle in der M1 mit max. 25 % zu besetzen, die andere Stelle sollte mit 50 % in der M1 und mit weiteren 50 % bei der THS beschäftigt sein. Durch die Fusion der THS mit „Evonik Immobilien“ zur Vivawest, musste die THS/Vivawest ihre Zusage als Kooperationspartner im Oktober 2011 zurückziehen. Die 50 %-Stelle konnte deshalb nicht mit Projektbeginn (Mai 2011) in Abstimmung mit der THS besetzt werden. Die Bearbeitung des Arbeitspakets 1 wurde dadurch bis zum Winter 2011 (um acht Monate) verzögert und darauf aufbauende Arbeitspakete zeitlich nach hinten verschoben.

Mit der InnovationCity Ruhr Management GmbH in Bottrop wurde im Herbst 2011 ein neuer Kooperationspartner gefunden. Die Auswahl möglicher Modellsiedlungen konzentriert sich somit auf das knapp 2.500 ha große Pilotgebiet der Ruhr | Modellstadt Bottrop, im zentralen Stadtgebiet von Bottrop. Die 50 %-Stelle wurde im Dezember 2011 in Abstimmung mit der InnovationCity Management GmbH besetzt. Eine kooperative Beschäftigung für die M1 mit weiteren 50 % im Rahmen der InnovationCity Ruhr war aber nicht möglich. Mit Hilfe der InnovationCity Management GmbH

wurde die Zusammenarbeit mit lokalen Wohnungsbaugesellschaften angestrebt. Die Gespräche mit den größeren Wohnungsbaugesellschaften (Vivawest und Annington) ergaben, dass einige WBGs bereit sind, Daten zur Verfügung zu stellen. Da aber auf verschiedene Datenquellen zugegriffen werden musste, wurde die Beschaffung und Aufbereitung der Daten aufwändiger als bei der ursprünglichen Kooperation mit der THS geplant.

Neben dem Projektbeginn und der Datenerhebung hatte der Wegfall der THS auch Einfluss auf weitere Arbeitspakete. Die bei einer Zusammenarbeit mit der THS geplante Synchronisation und Kopplung mit einer laufenden Sanierungsmaßnahme (Umsetzung und Erprobung der in der M1 herausgearbeiteten Konzepte in einer realen Siedlung) konnte im Rahmen der Kooperation mit der InnovationCity Ruhr nicht realisiert werden. Auch die Aufbereitung der Modernisierungsschritte für eine nachhaltigkeitsbezogene volks- und betriebswirtschaftliche Bewertung konnte nicht wie geplant erfolgen. Eine weitere Verzögerung ergab sich bei der Bewertung der Szenarien und Konzepte durch das Klima-Analysetool ENVI-met<sup>®</sup> seitens des „TP 08 – Klimatisches Potential von Freiflächen in bebauten Bereichen (Siedlungen) – Bewertung der Energiebilanz von Freiflächen“ der TU Braunschweig, Arbeitsgruppe Klimatologie und Umweltmeteorologie (kurz TP 08). Aufgrund fehlerhafter Ausgabewerte konnte hier eine Bewertung erst im Mai und Juni 2014 für eine der Modellsiedlungen fertiggestellt werden. Die Bewertung durch das Klima-Analysetool ENVI-met<sup>®</sup> wird auch nach Abschluss des M1 durch das TP 08 fortgeführt und die Ergebnisse im Abschlussbericht des TP 08 festgehalten.

#### Arbeitspakete der „M1 – Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen“

Die „M1 – Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen“ umfasste sieben Arbeitspakete:

- AP 1 - Sichtung und Aufbereitung des vorhandenen Datenmaterials
- AP 2 - Analyse von Siedlungsstrukturen für eine Dezentralisierung der Energieerzeugung und Energieversorgung auf Basis des Analysetools
- AP 3 - Anwendung des entwickelten Analysetools auf unterschiedliche Modellsiedlungen (in Abhängigkeit vom Entwicklungsstand des Analysetools)
- AP 4 - Modellierung von Modernisierungsschritten zur Optimierung der Energieeffizienz in Bezug auf die Optimierung der Freiraumstruktur, die Möglichkeiten einer städtebaulichen Optimierung im Bestand, die Möglichkeiten lokale Energiequellen einzubeziehen, die Verbesserung der Gesamtwirkungsgrade sowohl bei der Energieerzeugung als auch dem Verbrauch und eine Synchronisation mit durchgeführten Modernisierungsschritten im Gebäudebestand
- AP 5 - Aufarbeiten der Modernisierungsschritte für eine nachhaltigkeitsbezogene volks- und betriebswirtschaftliche Bewertung
- AP 6 - Begleitung der Umsetzung in einer oder mehreren Modellsiedlungen
- AP 7 - Rückkopplung der Ergebnisse an das erarbeitete Analyse-Tool und Resümee

### Zeitpläne M1 – Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen (Stand 2011 und 2014)

Angepasster Arbeitszeitplan Teilvorhaben B	2011												2012												2013												2014											
	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Oktober	Nov	Dez	Jan	Feb	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Oktober	Nov	Dez	Jan	Feb	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Oktober	Nov	Dez	Jan	Feb	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Oktober	Nov	Dez				
<b>Maßnahme 1</b>	[Gantt chart showing activity bars for the original 2011-2014 plan]																																															
Wi Mi TU D (75 %) ab 15.12.2011	[Gantt chart showing activity bars for the actual 2011-2014 plan]																																															
Wi Mi TU Darmstadt (20 %)	[Gantt chart showing activity bars for the actual 2011-2014 plan]																																															
AP 1 Sichtung und Aufbereitung des vorhandenen Datenmaterials der THS/ einer WGB, des RVR, der EG und der LKW NRW	[Gantt chart showing activity bars for the actual 2011-2014 plan]																																															
AP 2 Analyse von Siedlungsstrukturen für eine Dezentralisierung der E.-erzeugung/-versorgung auf Basis des Analysetools (aus FP UrbanReNet)	[Gantt chart showing activity bars for the actual 2011-2014 plan]																																															
AP 3 Anwendung des entwickelten Analyse-Tools auf unterschiedliche Modellsiedlungen	[Gantt chart showing activity bars for the actual 2011-2014 plan]																																															
AP 4 Modellierung von integrierten Modernisierungsschritten zur Optimierung der Energieeffizienz in Bezug auf:	[Gantt chart showing activity bars for the actual 2011-2014 plan]																																															
4.1 die Optimierung der Freiraumstruktur	[Gantt chart showing activity bars for the actual 2011-2014 plan]																																															
4.2 die Möglichkeiten einer städteblichen Optimierung im Bestand	[Gantt chart showing activity bars for the actual 2011-2014 plan]																																															
4.3 die Möglichkeiten lokale Energiequellen einzubeziehen	[Gantt chart showing activity bars for the actual 2011-2014 plan]																																															
4.4 die Verbesserung der Gesamtwirkungsgrade sowohl bei der Energieerzeugung als auch dem Verbrauch	[Gantt chart showing activity bars for the actual 2011-2014 plan]																																															
4.5 eine Synchronisation mit den durch eine WBG durchgeführten Modernisierungsschritten im Gebäudebestand	[Gantt chart showing activity bars for the actual 2011-2014 plan]																																															
AP 5 Aufarbeiten der Modernisierungsschritte für eine nachhaltigkeitsbezogene volk- und betriebswirtschaftliche Bewertung	[Gantt chart showing activity bars for the actual 2011-2014 plan]																																															
AP 6 Begleitung der Umsetzung in einer oder mehreren Modellsiedlungen	[Gantt chart showing activity bars for the actual 2011-2014 plan]																																															
AP 7 Rückkopplung der Ergebnisse an das erarbeitete Analyse-Tool und Resümee	[Gantt chart showing activity bars for the actual 2011-2014 plan]																																															
AP 8 Abschlussbericht Maßnahme 1	[Gantt chart showing activity bars for the actual 2011-2014 plan]																																															

ZB I ZB II ProjektEnde

Angepasster Arbeitszeitplan Teilvorhaben B	2011												2012												2013												2014											
	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Oktober	Nov	Dez	Jan	Feb	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Oktober	Nov	Dez	Jan	Feb	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Oktober	Nov	Dez	Jan	Feb	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Oktober	Nov	Dez				
<b>Maßnahme 1</b>	[Gantt chart showing activity bars for the original 2011-2014 plan]																																															
Wi Mi TU D (75 %) ab 15.12.2011	[Gantt chart showing activity bars for the actual 2011-2014 plan]																																															
Wi Mi TU Darmstadt (20 %)	[Gantt chart showing activity bars for the actual 2011-2014 plan]																																															
AP 1 Sichtung und Aufbereitung des vorhandenen Datenmaterials der THS/ einer WGB, des RVR, der EG und der LKW NRW	[Gantt chart showing activity bars for the actual 2011-2014 plan]																																															
AP 2 Analyse von Siedlungsstrukturen für eine Dezentralisierung der E.-erzeugung/-versorgung auf Basis des Analysetools (aus FP UrbanReNet)	[Gantt chart showing activity bars for the actual 2011-2014 plan]																																															
AP 3 Anwendung des entwickelten Analyse-Tools auf unterschiedliche Modellsiedlungen	[Gantt chart showing activity bars for the actual 2011-2014 plan]																																															
AP 4 Modellierung von integrierten Modernisierungsschritten zur Optimierung der Energieeffizienz in Bezug auf:	[Gantt chart showing activity bars for the actual 2011-2014 plan]																																															
4.1 die Optimierung der Freiraumstruktur	[Gantt chart showing activity bars for the actual 2011-2014 plan]																																															
4.2 die Möglichkeiten einer städteblichen Optimierung im Bestand	[Gantt chart showing activity bars for the actual 2011-2014 plan]																																															
4.3 die Möglichkeiten lokale Energiequellen einzubeziehen	[Gantt chart showing activity bars for the actual 2011-2014 plan]																																															
4.4 die Verbesserung der Gesamtwirkungsgrade sowohl bei der Energieerzeugung als auch dem Verbrauch	[Gantt chart showing activity bars for the actual 2011-2014 plan]																																															
4.5 eine Synchronisation mit den durch eine WBG durchgeführten Modernisierungsschritten im Gebäudebestand	[Gantt chart showing activity bars for the actual 2011-2014 plan]																																															
AP 5 Aufarbeiten der Modernisierungsschritte für eine nachhaltigkeitsbezogene volk- und betriebswirtschaftliche Bewertung	[Gantt chart showing activity bars for the actual 2011-2014 plan]																																															
AP 6 Begleitung der Umsetzung in einer oder mehreren Modellsiedlungen	[Gantt chart showing activity bars for the actual 2011-2014 plan]																																															
AP 7 Rückkopplung der Ergebnisse an das erarbeitete Analyse-Tool und Resümee	[Gantt chart showing activity bars for the actual 2011-2014 plan]																																															
AP 8 Abschlussbericht Maßnahme 1	[Gantt chart showing activity bars for the actual 2011-2014 plan]																																															

ZB I ZB II ZB III ProjektEnde

Abb. 3: Vergleich der Zeitpläne der M1 – Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen zu Projektbeginn 2011 (ursprüngliche Planung) und zu Projektabschluss 2014 (tatsächlicher Ablauf), Projektlaufzeit: 01.05.2011 bis 31.10.2014 (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP 01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2001 und 2014)

## I.4 Wissenschaftlich-technische Ausgangslage

Die wissenschaftlich-technische Ausgangslage wurde im Antrag für alle Maßnahmen der Teilvorhabens B ausführlich dargestellt. An dieser Stelle wird daher nur kurz auf die wissenschaftlich-technische Ausgangslage der M1 eingegangen. Daran anknüpfend werden in „Kapitel II – 5. Fortschritte auf diesem Gebiet bei anderen Stellen“ Weiterentwicklungen zur hier beschriebenen Ausgangslage aufgeführt.

### Ausgangslage in Bezug auf die energetische Optimierung von Siedlungen

Wie im Antrag dargestellt, knüpft die „M1 – Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen“ an die Ergebnisse des Forschungsprojekts EnEff:Stadt UrbanReNet (TU Darmstadt, Fachgebiet „Entwerfen und Energieeffizientes Bauen“, Prof. M. Hegger und Fachgebiet „Entwerfen und Freiraumplanung“, Prof. J. Dettmar, siehe auch: <http://www.eneff-stadt.info/de/planungsinstrumente/projekt/details/urbanrenet-vernetzte-regenerative-energiekonzepte-im-siedlungs-und-landschaftsraum/> (aufgerufen am 29.01.2014)) an. Das vom BMWi geförderte Projekt mit einer Laufzeit von 2009 bis 2014 (Phase I und Phase II) hat eine systematische Untersuchung von Energieerzeugungs-, Speicher- und Vernetzungspotenzialen von Bestandsgebäuden und urbanen Freiflächen im Siedlungsverbund zum Ziel. Darauf aufbauend wird ein Planungstool für integrative Energieversorgungskonzepte auf Quartiersebene entwickelt. Die vier Schwerpunkte des Projektes sind:

- das Aufzeigen von Energieerzeugungs-, Speicher- und Vernetzungspotenzialen im urbanen Raum;
- das Ermitteln von Potenzialen und Bedarfen zur energetischen Vernetzung und der stadtklimatischen Funktionen für eine ressourceneffiziente und zukunftsfähige Energieversorgung;
- die Entwicklung eines mathematischen Modells zur Abbildung von Stadtquartieren mit Simulation der jeweiligen Potenziale und Bedarfe sowie
- die Entwicklung eines Softwaretools als Entscheidungshilfe bei der Planung urbaner Energiekonzepte auf Quartiersebene.

Das Projekt EnEff:Stadt UrbanReNet knüpft inhaltlich u. a. an die Ergebnisse der Forschungsprojekte und Publikationen von Ueli Roth (Roth 1979), Dagmar Everding (Everding 2007), dem Institut Bauen Wohnen und Umwelt (IWU 2003), der Arbeitsgemeinschaft Fernwärme e. V (AGFW 2001), dem Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS 2009) und an den Berechnungen des BKI (BKI Energieplaner) an. Wie im Schlussbericht zum Projekt UrbanReNet (Phase I, Februar 2013) dargestellt, fokussieren bestehende Forschungsvorhaben und Analysetools die Ebene des Einzelgebäudes oder sie separieren einen regenerativen Energieträger. Die systematische Untersuchung und Bewertung von energetischen Bedarfen und Potenzialen verschiedener Siedlungstypen sind noch immer die Ausnahme (Vgl.: Internetseite EnEff:Stadt, Link Planungsinstrumente, [www.eneff-stadt.info/de/planungsinstrumente/](http://www.eneff-stadt.info/de/planungsinstrumente/) (aufgerufen 12.06.2014)).

Erste anwendungsreife Tools wie der 2013 fertiggestellte „District Energy Concept Adviser“ (Energiekonzept-Berater für Stadtquartiere) des Fraunhofer Instituts für Bauphysik (Vgl.: Internetseite Energiekonzeptberater für Stadtquartiere, [www.district-eca.de/index.php?lang=de](http://www.district-eca.de/index.php?lang=de) oder [www.eneff-stadt.info/de/planungsinstrumente/projekt/details/eneffstadt-energiekonzept-berater-fuer-stadtquartiere/](http://www.eneff-stadt.info/de/planungsinstrumente/projekt/details/eneffstadt-energiekonzept-berater-fuer-stadtquartiere/)

(beide aufgerufen 12.06.2014)) bilden zwar den Energiebedarf mehrere Haustypen im Verbund ab, lassen aber keine Rückschlüsse auf die energetischen Eigenschaften ganzer Quartiere zu. Der Maßstab des „District Energy Concept Adviser“ bewegt sich eher im Rahmen von fünf bis zehn Gebäuden, deren Wohnflächen bekannt sein müssen. Durch Eingaben zu Baualtersklasse, Fensterflächenanteile, Art der Energieversorgung oder der genauen Belegung mit Photovoltaik bzw. Solarthermie können der Primär- und Endenergiebedarf schnell und einfach abgebildet werden. Neubauprojekte und Sanierungsmaßnahmen bei einer kleinen Anzahl von Gebäuden können so gut abgebildet werden.

Das UrbanReNet-Tool fokussiert dagegen die Quartiersebene mit bis zu 100 Einzelgebäuden je Hektar bei dicht bebauten Stadtraumtypen. Bei UrbanReNet wird nicht vom konkret modellierten Einzelgebäude durch Addition weiterer Einzelgebäude ein Verbund generiert. Es wird vielmehr von städtebaulichen und energetischen Kennwerten ausgegangen, die – beeinflusst von GRZ, Baualtersklasse, Sanierungsstufe und Anzahl der Geschosse – einen Stadtraumtyp sehr genau abbilden können, ohne dass die konkrete Anzahl der Gebäude oder der Wohnfläche abgefragt werden muss. Dieser Ansatz eignet sich somit vor allem für größere Bestandsquartiere bis hin zu Modellgebieten wie dem der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop. Darüber hinaus unterscheidet sich das Forschungsprojekt UrbanReNet von anderen Forschungsvorhaben oder in der Entwicklung befindlichen Tools vor allem in drei Punkten:

- es betrachtet mehrere Energieformen (Strom, Wärme/Kälte und chemische Energie),
- es untersucht die Potenziale und Bedarfe von Stadtraumtypen inklusive deren Freiflächenanteil (Gärten und Außenanlagen) und
- es untersucht die energetischen sowie stadtklimatischen Eigenschaften von urbanen Freiräumen, insbesondere der städtischen Grünflächen wie Parkanlagen, Friedhöfe und Kleingartenanlagen.

Abweichend vom Antrag konnte während der Laufzeit der M1 nicht auf ein anwendungsreifes Softwaretool des Forschungsprojekts UrbanReNet zurückgegriffen werden. Auch der Ansatz, verschiedene Energieversorgungskonzepte vorgeben und bewerten bzw. optimieren zu können, wurde von UrbanReNet als nicht zielführend eingestuft und verworfen. Dafür konnte während der Laufzeit der M1 auf die Datenbasis des Forschungsprojektes zurückgegriffen werden. Mit dieser Datenbasis war es möglich, die energetischen Bedarfe und Potenziale der betrachteten Siedlungen in Bottrop zu ermitteln.

Auch die in UrbanReNet ermittelten klimatischen Eigenschaften grünbestimmter Freiräume wurden aufgegriffen und für die von UrbanReNet ermittelten Stadtraumtypen zu ‚Klimasteckbriefen‘ weiterentwickelt. Neben der im Antrag genannten Daten-Basis wurde für die M1 und die Abschätzung der klimatischen Eigenschaften von Stadt- und Freiraumtypen im Projekt u.a. auf die im Literaturverzeichnis des Schussberichts und des Leitfadens (siehe Anhang B) genannten Projekte und Publikationen zurückgegriffen.

#### Ausgangslage in Bezug auf die urbane Biomassenutzung

Während der landwirtschaftliche Biomasseanbau und die Nutzung von Wald- und Waldrestholz etablierte Praxis sind, ist die Nutzung von Biomasse aus der Freiflächenpflege oder der Anbau von Biomasse im urbanen Raum noch immer ein relativ neues Feld. Daher stehen zur urbanen Biomasse-

senutzung noch relativ wenige Daten zur Verfügung. Auch Forschungsprojekte wie das von Genske (BMVBS 2009) oder Everding (Everding 2007) machen keine Angaben zum Biomassepotenzial oder anderen regenerativen Energietechniken in urbanen Freiflächen im eigentlichen Sinn oder zu den solaren Potenzialen des urbanen Freiraums.

Neben den im Antrag genannten Quellen wurde zur Bestimmung des Biomassepotenzials in der M1 vor allem auf die Ergebnisse von UrbanReNet zurückgegriffen. Im Rahmen des Forschungsprojektes wurden die verschiedenen Biomassepotenziale (Anbau, Pflege, Nebenprodukte) systematisch erfasst und den Stadt- und Freiraumtypen zugeordnet (Menge und energetisches Potenzial je Stadtraumtyp). Die Ergebnisse dieser Arbeit wurden von UrbanReNet in Form von „Biomassesteckbriefen“ zu sechs im Stadtgebiet relevanten Biomassefraktionen (krautige und holzige Biomasse aus Pflege, krautige und holzige Biomasse aus Anbau, Altholz und Biomüll) zusammengefasst. Grundlage dieser Ermittlung waren vor allem Publikationen der „Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe“ (FNR) und des Kuratoriums für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL), sowie die Untersuchungen von Kaltschmitt (Kaltschmitt et al. 2009) zum Biomasseaufkommen verschiedener Biomassefraktionen (siehe auch „Kapitel II - 1. Erzielte Ergebnisse“ unter AP 4.3, Abschnitt Urbane Biomasse’).

## I.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

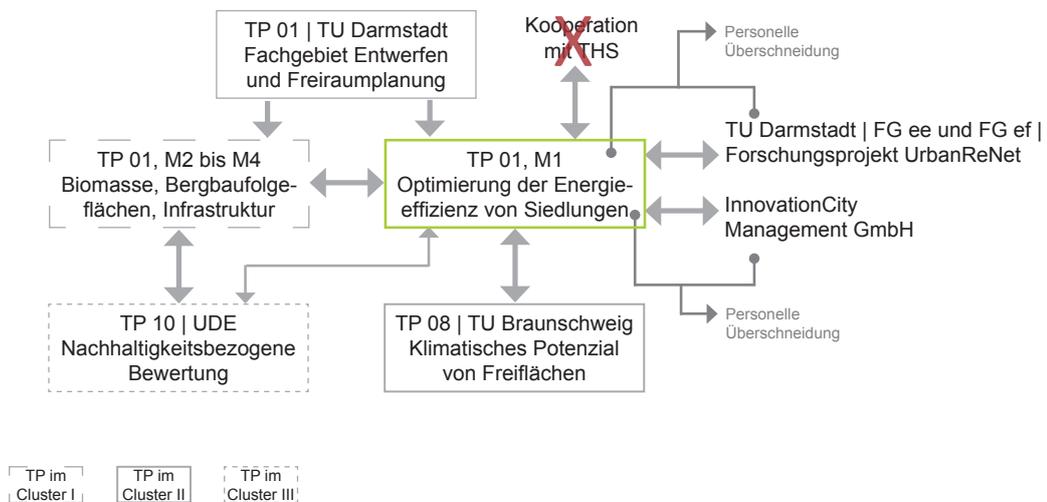


Abb. 04: Kooperationen der M1 – Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP 01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2014)

Als Schwerpunkte bei der Zusammenarbeit waren im Rahmen der M1 die Kooperation mit dem „TP 08 - Klimatisches Potenzial von Freiflächen in bebauten Bereichen (Siedlungen) - Bewertung der Energiebilanz von Freiflächen“, der TU Braunschweig, Arbeitsgruppe Klimatologie und Umweltmeteorologie) und dem „TP 10 - Nachhaltigkeitsbezogene Bewertung alternativer Flächennutzungskonzepte“, der Arbeitsgruppe Umweltwirtschaft und Controlling, Universität Duisburg-Essen (kurz TP 10) vorgesehen. Durch den Wegfall der THS als Kooperationspartner und die Verschiebungen bei der Bearbeitung der Arbeitsbausteine konnte die Zusammenarbeit mit dem TP 10 nicht wie geplant umgesetzt werden.

Die Zusammenarbeit mit dem TP 08 verlief trotz der genannten Änderungen im Projektverlauf des M1 wie vorgesehen. Die Bewertung der Szenarien und Konzepte konnte jedoch aufgrund von Problemen mit dem seitens des TP 08 verwendeten Klima-Tools nur für die Modellsiedlung „Sydowstraße“ während der Projektlaufzeit der M1 fertiggestellt werden.

Als Zusammenarbeit außerhalb des Verbundprojektes KuLaRuhr war die Kooperation mit der Wohnungsbaugesellschaft THS geplant, die (wie einleitend bereits erwähnt) Aufgrund der Fusion der THS mit „Evonik Immobilien“ zur Vivawest nach Beginn der Projektlaufzeit seitens der THS/Vivawest aufgekündigt wurde. Als Ersatz konnte eine Kooperation mit der InnovationCity Management GmbH in Bottrop eingegangen werden (siehe auch „Kapitel I – 3. Planung und Ablauf des Vorhabens“). Die dadurch notwendigen Änderungen in der Zeit- und Arbeitsplanung wurden in den Zwischenberichten für die Berichtszeiträume 2011 und 2012 festgehalten.

Zusammenarbeit	Inhalt
<b>Zusammenarbeit intern: Teilvorhaben B, TU Darmstadt</b>	
Maßnahme 2: Entwicklung einer regionalen Biomassestrategie mit den Kernbausteinen Biomassenutzung und -produktion im Emscher Landschaftspark, inklusive einer Verwendung des Grünschnitts aus der Parkpflege	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Abstimmung im Bereich der Biomassenutzung</li> <li>– Abstimmung bei der Wahl der Betrachtungsräume und Auswahlsiedlungen</li> </ul>
Maßnahme 3: Integration von langfristig geplanten Gewerbeflächen auf Bergbaufolgestandorten in die Kulturlandschaft der Metropole Ruhr	
Maßnahme 4: Reintegration monofunktionaler Infrastrukturen in die urbane Kulturlandschaft durch eine Bewirtschaftung der sie tangierenden Flächen	
<b>Zusammenarbeit direkt: Teilprojekt 8, TU Braunschweig</b>	
Klimatisches Potential von Freiflächen in bebauten Bereichen (Siedlungen) - Bewertung der Energiebilanz von Freiflächen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Abstimmung bei der Auswahl der Modellsiedlungen</li> <li>– Abstimmung bei der Abgrenzung der Modellsiedlungen</li> <li>– Wissenstransfer im Bereich der stadträumlichen Gliederung, der energetischen Potenziale bestimmter Siedlungstypen</li> <li>– Wissenstransfer im Bereich der stadtklimatischen Auswirkungen und Funktionen von Grünflächen und bestimmter Siedlungstypen</li> <li>– Wissenstransfer im Bereich der urbanen Biomassenutzung</li> <li>– Abstimmung bei den Szenarien und Konzepten zur Verbesserung der Energieeffizienz von Siedlungen</li> </ul>
<b>Zusammenarbeit optional: Teilprojekt 10, Universität Duisburg-Essen</b>	
Nachhaltigkeitsbezogene Bewertung alternativer Flächennutzungskonzepte	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Wissenstransfer im Bereich der nachhaltigkeitsbezogenen volks- und betriebswirtschaftlichen Bewertung von energetischen Sanierungsmaßnahmen</li> </ul>
<b>Externe Zusammenarbeit: InnovationCity Ruhr   Modellstadt Bottrop</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Abstimmung bei der Auswahl der Modellsiedlungen</li> <li>– Bereitstellung von Datengrundlagen zu den Modellsiedlungen</li> <li>– Unterstützung bei der Erhebung der energetischen Verbrauchsdaten der Modellsiedlungen</li> </ul>
<b>Externe Zusammenarbeit: Forschungsprojekt EnEff:Stadt UrbanReNet, TU Darmstadt</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Erprobung des entwickelten Analysetools</li> <li>– Rückkopplung der Ergebnisse in das Forschungsprojekt</li> </ul>

Abb. 05: Zusammenarbeit und Kooperationen (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP 01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2014)

## II Eingehende Darstellung

### II.1 Erzielte Ergebnisse, mit Gegenüberstellung der vorgegebenen Ziele

Für die M1 wurden im Rahmen des Antrags folgende hier zusammengefasste Ergebnisse erwartet:

- Kriterien- und Parameterkatalog zur energetischen Optimierung von Wohnsiedlungen mit besonderem Fokus auf siedlung-internen und siedlung-nahen Freiräumen.
- Handlungsanweisungen für die Optimierung der Freiflächenstruktur in Hinblick auf die Nutzung aktiver und passiver energetischer Potenziale.
- Leitfaden zur Integration energetischer Belange bei der Freiraumgestaltung von Wohnsiedlungen.

➔ Diese drei Punkte werden im **Leitfaden** zusammengefasst

- Anwendung der Handlungsanweisungen in planerischen Konzepten für ausgewählte Wohnsiedlungen im Ruhrgebiet bis zum Entwurfsstadium.

- Anwendung bislang vorliegender Ergebnisse des an der TU Darmstadt laufenden Forschungsprojekts „UrbanReNet“ (2009 bis 2012), das im Rahmen der Forschungsinitiative EnEff:Stadt (BMW) durchgeführt wird.

➔ Diese zwei Punkte werden in den **Steckbriefen der Modellsiedlungen** zusammengefasst

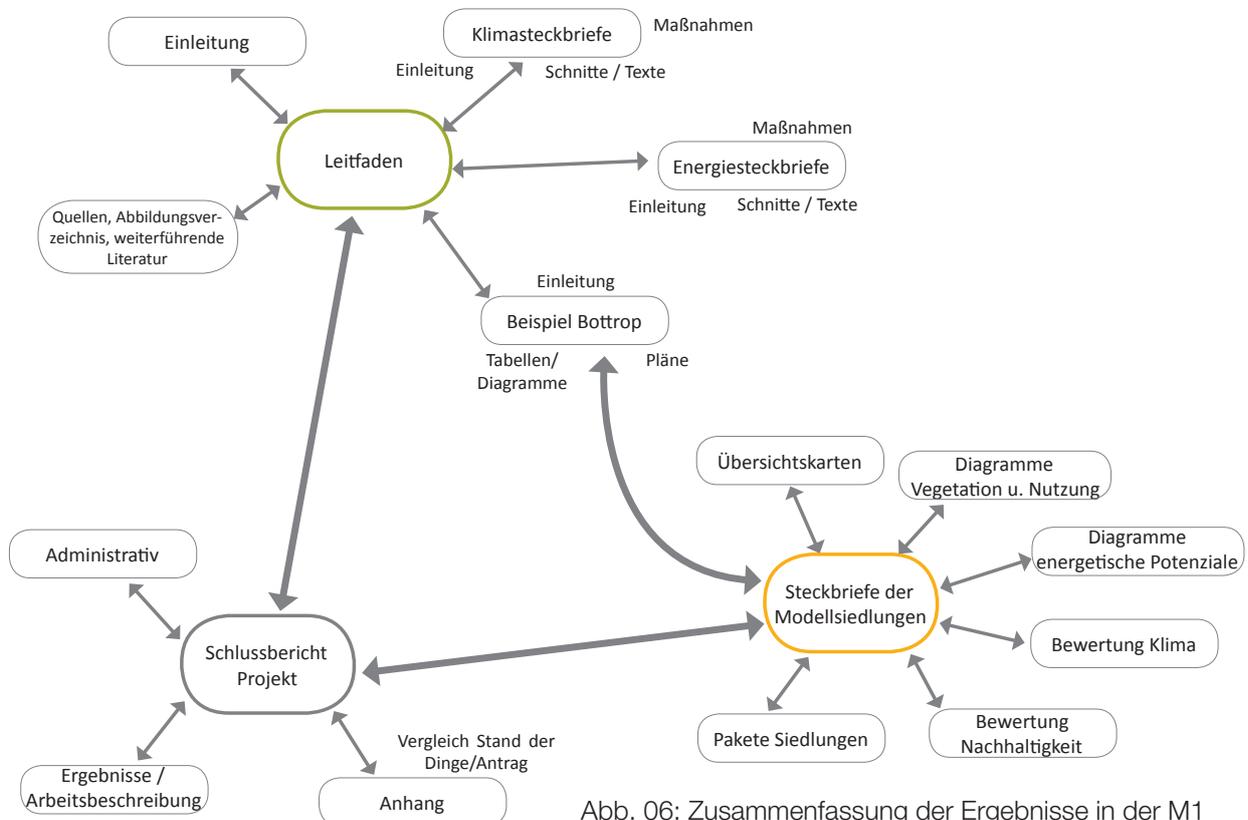


Abb. 06: Zusammenfassung der Ergebnisse in der M1 (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP 01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2014)

Die tatsächlich erzielten Ergebnisse und der dazugehörige Arbeitsprozess mit den aufgetretenen Abweichungen von der Arbeitsplanung werden nachfolgend, nach Arbeitsbausteinen gegliedert, beschrieben. Kompakt zusammengefasst finden sich die Ergebnisse im **Leitfaden** und in den **Steckbriefen der Modellsiedlungen** (beides im Anhang). Im Text wird an den entsprechenden Stellen auf die Abbildungen und Tabellen aus den Steckbriefen und im Leitfaden verwiesen, sie werden hier nicht gesondert aufgeführt. Der Vergleich von ursprünglicher Planung und tatsächlichem Ablauf ist analog zu den Zwischenberichten in tabellarischer Form zusammengefasst (siehe Anhang).

Als Schritte zur Erreichung der Projektziele wurden folgende Arbeitsbausteine im Antrag formuliert:

- AP 1 - Sichtung und Aufbereitung des vorhandenen Datenmaterials
- AP 2 - Analyse von Siedlungsstrukturen für eine Dezentralisierung der Energieerzeugung und Energieversorgung auf Basis des Analysetools
- AP 3 - Anwendung des entwickelten Analysetools auf unterschiedliche Modellsiedlungen (in Abhängigkeit vom Entwicklungsstand des Analysetools)
- AP 4 - Modellierung von Modernisierungsschritten zur Optimierung der Energieeffizienz in Bezug auf die Optimierung der Freiraumstruktur, die Möglichkeiten einer städtebaulichen Optimierung im Bestand, die Möglichkeiten lokale Energiequellen einzubeziehen, die Verbesserung der Gesamtwirkungsgrade sowohl bei der Energieerzeugung als auch dem Verbrauch und eine Synchronisation mit durchgeführten Modernisierungsschritten im Gebäudebestand
- AP 5 - Aufarbeiten der Modernisierungsschritte für eine nachhaltigkeitsbezogene volks- und betriebswirtschaftliche Bewertung
- AP 6 - Begleitung der Umsetzung in einer oder mehreren Modellsiedlungen
- AP 7 - Rückkopplung der Ergebnisse an das erarbeitete Analyse-Tool und Resümee

Nachfolgend werden der tatsächliche Ablauf und der geplante Ablauf in tabellarischer Form gegenübergestellt. Abweichungen vom geplanten Ablauf werden in der Spalte 'Begründung' erläutert.

lfd. Nr. der Arbeitsschritte	zeitlicher Ablauf (geplant)	Antragstellung	zeitlicher Ablauf (tatsächlich durchgeführt)
1.	05/2011 bis 07/2011	Sichtung und Aufbereitung des vorhandenen Datenmaterials	<p>12/2011 bis 03/2012 und fortlaufend</p> <p>1.1 Es erfolgte eine Sichtung der Daten und Vorhaben der InnovationCity Ruhr, der Stadt Bottrop und der größeren WBG. Der Zugang zu den Daten ist aus technischen Gründen noch nicht abgeschlossen, sondern muss kontinuierlich fortgeführt bzw. aktualisiert werden.</p> <p>1.2 Um eine kontinuierliche Übersicht zu gewährleisten, wurde eine Checkliste zur benötigten Datenbasis erstellt, die auch die Quellen und die Genauigkeit der Daten erfasst.</p> <p>1.3 Zudem wurde ein erster Kriterienkatalog zur Auswahl der Modellsiedlungen erarbeitet.</p>
2.	06/2011 bis 08/2011	Analyse von Siedlungsstrukturen für eine Dezentralisierung der Energieerzeugung und Energieversorgung auf Basis des Analysetools	<p>02/2012 bis 05/2012</p> <p>2.1 Das Pilotgebiet der InnovationCity Ruhr wurde in die Energetischen Stadtraumtypen (EST) eingeteilt, die dem Analysetool des UrbanReNet-Projektes zugrunde liegen.</p> <p>2.2 Anhand dieser Einteilung sowie Ortsbesichtigungen und Abstimmungen mit der InnovationCity, der Stadt Bottrop und dem Teilprojekt 8 wurde eine Vorauswahl von 10 potenziellen Modellsiedlungen getroffen, die die zuvor erarbeiteten Kriterien erfüllen.</p> <p>2.3 Für diese Modellsiedlungen wurden Steckbriefe erarbeitet, aus denen alle relevanten Merkmale der Baustruktur und Baualtersklassen, des Freiraums, der Nutzungen und der Eigentümerstruktur hervorgehen. Ob auch ein reines Gewerbegebiet als Modellgebiet in Frage kommt, muss überprüft werden.</p>
3.	08/2011 bis 12/2011	Anwendung des entwickelten Analysetools auf unterschiedliche Modellsiedlungen (in Abhängigkeit vom Entwicklungsstand des Analysetools)	<p>06/2012 bis 12/2012</p> <p>3.1 Von den ausgewählten Modellsiedlungen wurden fünf Siedlungen einer detaillierten Bestandsaufnahme (Analyse der Freiraumstruktur / Analyse des Energieverbrauchs) unterzogen.</p> <p>Zwei dieser Siedlungen stellen eine räumliche Überschneidung zu anderen Projekten dar (zu einem Projekt der InnovationCity Bottrop im Gewerbegebiet "An der Knippenburg" und zu anderen KuLaRuhr-Teilprojekten im Bereich Welheimer Mark).</p> <p>3.2 Die Bestandsaufnahme der Freiraumstruktur erfolgte über Ortsbegehungen und Luftbildanalysen.</p> <p>3.3 Die erhobenen Freiraumelemente und -Flächen wurden verschiedenen Kategorien zugeordnet (in Anlehnung an die Kategorien der Maßnahme 2) und in ein GIS-Dokument übernommen.</p> <p>Auf Grundlage der Erhebungen sollen im Arbeitsschritt Nr. 4 in Zusammenarbeit mit dem KuLaRuhr TP 08 Aussagen zu den klimatischen Gegebenheiten gemacht werden.</p> <p>3.4 Die Erfassung der energetischen Bedarfe und Potenziale der Modellsiedlungen erfolgte auf Basis der im Forschungsprojekt UrbanReNet der TU Darmstadt ermittelten Daten, da das Analysetool noch nicht eingesetzt werden konnte. Der Vergleich mit den realen Verbrauchsdaten der Wohnungsbaugesellschaften hat gezeigt, dass die ermittelten Bedarfs- und Potenzialwerte hinreichend genau sind und als Basis für den Arbeitsschritt Nr. 4 dienen können.</p>

	Begründung
	<p>Die THS ist aufgrund interner Umstrukturierungen als Kooperationspartner ausgeschieden. Mit Zusage der InnovationCity Ruhr als neuer Kooperationspartner, konnte die 50%-Stelle verspätet zum 15.12.2011 besetzt werden.</p> <p>Da die InnovationCity Ruhr Management GmbH in Bottrop - anders als eine Wohnungsbaugesellschaft - nicht auf vorliegende gebäudespezifische Daten zurückgreifen kann, kommt der kontinuierlichen Datenbeschaffung eine bedeutende Rolle zu.</p> <p>Seit Herbst 2012 liegen Verbrauchsdaten der Wohnungsbaugesellschaften zum energetischen Zustand der Gebäude, zum Heizwärmeverbrauch und zum Wasserverbrauch in den Modellsiedlungen vor. Die Verbräuche von Einzeleigentümern und Einzelfeuerstätten (Kohleheizung) werden durch die Daten der WBG nicht erfasst. Erhebungen zum Stromverbrauch sind aus Datenschutzgründen nicht einsehbar, auf eine Befragung der Anwohner wird verzichtet, da die statistischen Daten aus hinreichend genau angesehen werden.</p>
	<p>Da ohne den Kooperationspartner THS keine vordefinierten Siedlungen im Fokus stehen, ging es zunächst darum, passende Modellsiedlungen aus dem Pilotgebiet der InnovationCity Ruhr herauszusuchen. Dies geschieht in Abstimmung mit der InnovationCity Management GmbH und der Stadt Bottrop, was sich etwas aufwendiger darstellte als ursprünglich angenommen.</p> <p>Die Datenerhebung durch das Projekt „EnEff Stadt: Zero Emission Park“ (Stadt Bottrop) hat sich verzögert und beschränkt sich auf weniger Unternehmen als geplant, so dass eine Berücksichtigung der Erkenntnisse in dieser Maßnahme zeitlich und inhaltlich nicht mehr für sinnvoll erachtet wird. Umgekehrt wird aber weiterhin angestrebt, die Ergebnisse der Maßnahme in das „EnEff Stadt: Zero Emission Park“ einzubringen.</p> <p>Das Gewerbegebiet „An der Knippenburg“ wurde als Auswahlsiedlung beibehalten und im Rahmen des Arbeitsschrittes Nr. 3 hinsichtlich seiner Freiraumstruktur kartiert. Mit dem Beginn des Projekts „EnEff Stadt: Zero Emission Park“ (Stadt Bottrop) im Gebiet Welheimer Mark und Gewerbegebiet Kruppwald / Knippenburg hätten eventuell auch Verbrauchsdaten der Gewerbebetriebe bezogen werden oder Ergebnisse der Freiraumbewertung in die Konzeption des EnEff:Stadt-Projektes einfließen können.</p>
	<p>Da das Analysetool für den Arbeitsschritt Nr. 3 noch nicht anwendbar war, wurden die (dem Tool) zugrundeliegenden Daten und Berechnungen zur Ermittlung der energetischen Bedarfe und Potenziale verwendet. Ergänzend folgte der Abgleich mit den realen Verbrauchsdaten der WBG. Da die realen Verbrauchsdaten weitestgehend mit den ermittelten Bedarfe übereinstimmen, wird auch weiter mit den Basisdaten des Tools gearbeitet.</p> <p>Die Analyse der Freiraumstruktur (Vegetationsstruktur, Flächenstruktur, Höhenstruktur) in den Modellsiedlungen erfolgte in Form einer GIS-Kartierung, basierend auf Luftbildauswertungen und Ortsbegehungen. Die Analyse der Freiraumstruktur ist die Basis für eine Klimatische Bewertung durch das KuLaRuhr TP 08 und die Simulation von Optimierungsvarianten im Freiraum.</p> <p>Durch die Verzögerung bzgl. des Analysetools aus dem Forschungsprojekt UrbanReNet verlängerte sich die Analyse der Modellsiedlungen bis Ende 2012.</p>

4.	12/2011 bis 06/2012	Modellierung von Modernisierungsschritten zur Optimierung der Energieeffizienz unter Beachtung verschiedener Optimierungspotenziale; Synchronisation mit durchgeführten Modernisierungsschritten im Gebäudebestand"	01/2013 bis 01/2014  4.1 Das Vorhaben, eine Modellierung von Optimierungsschritten zu erarbeiten, hat sich nicht verändert. Da jedoch die THS zu Projektbeginn als Kooperationspartner ausgeschieden ist, wird nach alternativen Verknüpfungen mit bestehenden Planungen oder Vorhaben gesucht.  4.2 Für fünf Modellsiedlungen wurden jeweils acht Szenarien erarbeitet, die eine bestimmte Nutzung betrachten: Fassadenbegrünung, Dachbegrünung, PV-Anlagen, holzige Biomasse (Anbau und Pflege), krautige Biomasse (Anbau und Pflege) und dezentrales Wassermanagement. Anhand der Flächengrößen und der in UrbanReNet erarbeiteten Werte wurden so die enregetischen Potenziale und Deckungsbeiträge dieser Nutzungen ermittelt.  4.3 Um die bestehenden Nutzungsstrukturen mit den Szenarien abgleichen zu können, wurde zudem eine Nutzungskartierung für diese Siedlungen erstellt.  4.4 Es findet eine regelmäßige Abstimmung mit dem TP 8 statt. Für die Modellsiedlung Sydowstraße wurde eine mikroklimatische Simulation durchgeführt. Aufgrund zeitlicher und technischer Endpässe ist angedacht, für die anderen Siedlungen lediglich eine Einschätzung der mikroklimatischen Situation und Auswirkungen vorzunehmen.	
5.	06/2012 bis 10/2012	Aufarbeiten der Modernisierungsschritte für eine nachhaltigkeitsbezogene volks- und betriebswirtschaftliche Bewertung	05.2014 bis 06.2014  Eine Zusammenarbeit mit TP 10 (Nachhaltigkeitsbezogene Bewertung alternativer Flächennutzungskonzepte) wird weiterhin angestrebt, wird zeitlich jedoch sehr knapp.	
6.	10/2012 bis 11/2013	Begleitung der Umsetzung in einer oder mehreren Modellsiedlungen	05/2014 - 06/2014  Bislang haben sich keine neuen Kooperationsmöglichkeiten zur Umsetzung und Begleitung von vorgeschlagenen Sanierungsmaßnahmen in einer der Modellsiedlungen ergeben. Eine Synchronisation mit realen Maßnahmen zur Modernisierung ist im ursprünglich geplanten Umfang wahrscheinlich nicht innerhalb der Projektlaufzeit möglich.  Es ist weiterhin vorstellbar, dass die erarbeiteten Ergebnisse in die Planungen zu dem EnEff:Stadtprojekt im Gewerbegebiet "An der Knippenburg" einfließen	
7.	02/2013 bis 01/2014	Rückkopplung der Ergebnisse an das erarbeitete Analyse-Tool und Resümee	kontinuierlich bis 04/2014  Geplant wie beantragt.	
8.	01/2014- 06/2014	Abschlussbericht der Maßnahme 1	bis 10/2014  Gemäß Planung, durch kostenneutrale Verlängerung verlängert bis 31.10.2014	

	<p>Es haben sich keine neuen Kooperationsmöglichkeiten zu ergeben, so dass eine Synchronisation mit realen Maßnahmen zur Modernisierung so nicht durchführbar ist.</p> <p>Die Zwischenschritte Szenarientwicklung und Nutzungskartierung haben sich als sehr zeitaufwendig erwiesen. Sie wurden aber als notwendig erachtet, um eine Grundlage für die anschließende Konzeptentwicklung zu schaffen. Verschiedene Nutzungsoptionen können in Zusammenarbeit mit dem TP 8 durch Simulationen auf ihre stadtklimatische Wirksamkeit hin untersucht werden. Aufgrund technischer Probleme mit dem neuen Simulationsprogramm wurde dies bisher lediglich für eine Modellsiedlung durchgeführt.</p>
	<p>Die Bearbeitung des Arbeitsschrittes ist abhängig von der zeitlichen Verfügbarkeit des TP 10. Durch die Verzögerungen des Projektstarts bleibt weniger Zeit für diesen Arbeitsschritt als ursprünglich angenommen.</p>
	<p>Ob eine Umsetzung tatsächlich erfolgen wird, ist abhängig von den Modellsiedlungen und den Absichten der Eigentümer. Zum jetzigen Zeitpunkt erscheint eine Umsetzung unwahrscheinlich, auch wenn die (Zwischen-) Ergebnisse mit den WBG abgestimmt werden sollen.</p>
	<p>siehe Arbeitsschritt Nr. 3</p>

## AP 1 - Sichtung + Aufbereitung des vorhandenen Datenmaterials

Inhalt
AP 1.1 Sichten der Daten in Abstimmung mit THS bzw. Wohnungsbaugesellschaften
AP 1.2 Entwicklung eines Kriterienkatalogs zur Auswahl der Siedlungen
AP 1.3 Festlegen der benötigten Basisdaten (Checkliste)
Ziel
Auswahl von max. zehn Modellsiedlungen aus dem Bestand der THS (ursprünglicher Antrag) bzw. dem Gebiet der InnovationCity Ruhr   Modellstadt Bottrop (geänderte Arbeitsplanung)

### AP 1.1 Sichten der Daten in Abstimmung mit THS bzw. Wohnungsbaugesellschaften

Zunächst erfolgte eine Sichtung der Daten und Vorhaben der Innovation City Management GmbH, der Stadt Bottrop und der größeren Wohnungsbaugesellschaften (WBG) in Bottrop. Ursprünglich war vorgesehen, die Datenbasis der THS zu betrachten und auf dieser Basis eine Auswahl von Modellsiedlungen zu treffen. Durch den Wegfall der THS als Kooperationspartner wurden andere Auswahlkriterien wichtiger, wie z.B. die Schnittmenge mit anderen Teilprojekten. Die Verfügbarkeit der Daten bleibt ebenfalls ein Auswahlkriterium. Das Sichten und Nutzen von Daten der InnovationCity Ruhr und der Stadt Bottrop war ein kontinuierlicher Prozess. Da verschiedene Akteure - anstelle von einer WBG - daran beteiligt waren, mussten aber Lücken im Datenbestand in Kauf genommen werden.

### AP 1.2 Entwicklung eines Kriterienkatalogs zur Auswahl der Siedlungen

Die Kriterien zur Auswahl der Siedlungen ergeben sich in erster Line aus der Lage im Ruhrgebiet (Bezug zum Emscher Landschaftspark), der Struktur des KuLaRuhr-Gesamtvorhabens (u.a. Schnittmenge mit anderen Teilprojekten, Lage in den gemeinsamen Betrachtungsräumen) und den Anforderungen bei der Anwendung des Analysetools (z.B. Größe, Baustruktur, Freiflächenanteil).

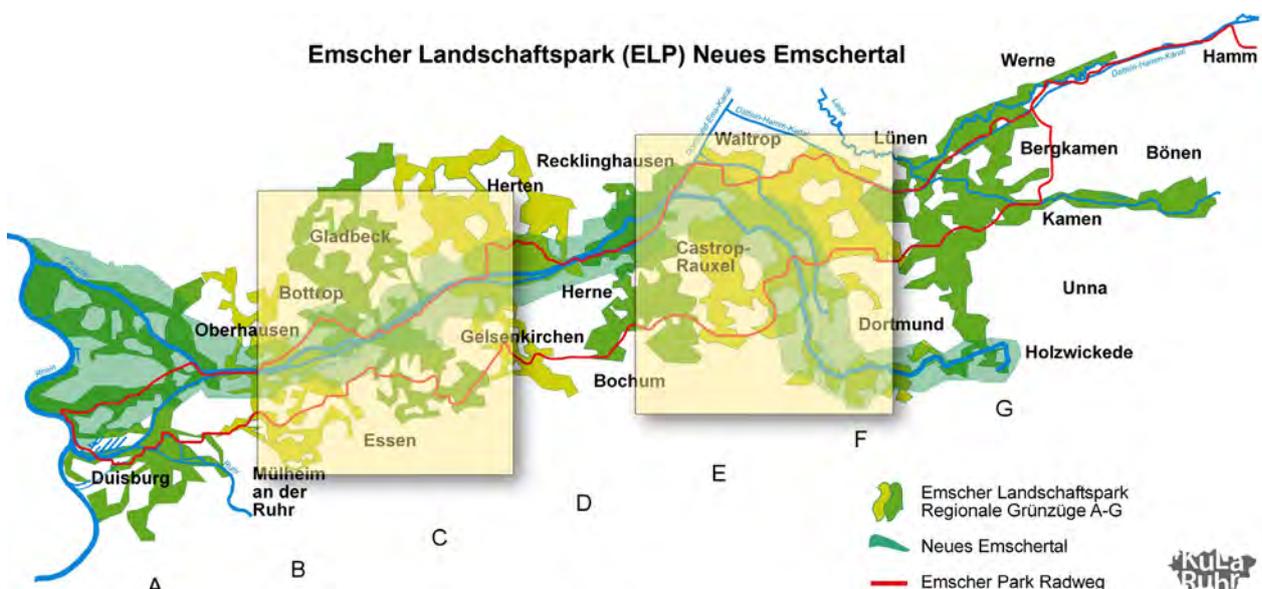


Abb. 07: Betrachtungsraum 1 (westliches Ruhrgebiet) und Betrachtungsraum 2 (östliches Ruhrgebiet) innerhalb des Emscher Landschaftsparks (grün) (KuLaRuhr, Koordination, 2014)

Auf Basis dieser Rahmenbedingungen wurde ein Kriterienkatalog festgelegt, der bei der Vorauswahl der Modellsiedlungen Anwendung fand. Mit dem Kriterienkatalog, sollte die Auswahl der Modellsiedlungen transparent und nachvollziehbar gemacht werden.

Die Hauptkriterien der Siedlungsauswahl sind:

- Eine Größe von über 1 Hektar und nicht mehr als 20 Hektar
- Verfügbare Datengrundlagen (Baustruktur, energetische Bedarfe etc.)
- Lage innerhalb der Betrachtungsräume 1 oder 2
- Lage innerhalb des InnovationCity-Gebiets
- Räumlicher Bezug zum Emscher Landschaftspark
- Hoher Freiflächenanteil
- Homogene Bau- und Eigentümerstruktur
- Bestehender Sanierungsbedarf
- Unterschiedliche Lagen im Stadtgebiet (Innenstand, Stadtrand)
- Schnittmenge mit den anderen KuLaRuhr-Teilprojekten
- Schnittmenge mit den anderen Maßnahmen der TU Darmstadt
- Schnittmenge mit anderen Projekten der InnovationCity

### Basis des Kriterienkatalogs

Basis des Kriterienkatalogs ist die Typisierung der Siedlungsstruktur, wie sie im Forschungsprojekt UrbanReNet entwickelt wurde. Diese energetischen Stadtraumtypen (kurz „EST“) stehen repräsentativ für den deutschen Siedlungsbestand (vgl. Hegger et al. 2013, S. 29 bis 31). Es gibt sechs Stadtraumtypen aus dem Bereich der reinen Wohnnutzung (Einfamilienhaus, Reihenhause etc.), zwei aus dem Bereich Mischnutzung (Innenstadt, Altstadt), drei aus dem Bereich Gewerbenutzung und drei aus dem Bereich Freiflächennutzung (Park, Friedhof, Kleingartenanlage). Eine weitere Differenzierung erfolgt durch die Zuordnung der Baualtersklassen. Elemente, die räumlich keinen eigenen Stadtraumtyp bilden (wie Schulen, Kindergärten, Krankenhäuser), werden in der Gruppe der „Energetischen Einzelelemente“ (kurz EE) berücksichtigt (vgl. Hegger et al. 2013, S. 32 bis 34).

<b>Übersicht der energetischen Stadtraumtypen (EST) im Forschungsprojekt „EnEff:Stadt UrbanReNet“</b>	
<b>EST mit überwiegender Wohnnutzung</b>	<b>EST mit überwiegender Gewerbenutzung</b>
EST 1: kleine, freist. Wohnbebauung niedriger bis mittlerer Geschossigkeit	EST 9: Geschäfts-, Büro-, und Verwaltungsgebiet
EST 2: Reihenhausebebauung	EST 10: Gewerbegebiet
EST 3: Zeilenbebauung niedriger bis mittlerer Geschossigkeit	
EST 4: Großmaßstäbliche Wohnbebauung hoher Geschossigkeit	
EST 5: Blockrandbebauung	
<b>EST mit überwiegender Mischnutzung</b>	<b>EST mit überwiegender Freiraumnutzung</b>
EST 6: Dörfliche Bebauung	EST 11: Öffentliche Parkanlagen
EST 7: Historische Altstadtbebauung	EST 12: Friedhofsanlagen
EST 8: Innenstadtbauung	EST 13: Kleingartenanlagen

Abb. 08: Übersicht der energetischen Stadtraumtypen (EST) im Forschungsprojekt UrbanReNet (vgl. Hegger et al. 2013, S. 29)

Die energetischen Stadtraumtypen und Einzelelemente wurden für die anderen Teilprojekte in einer Übersicht zusammengestellt, beschrieben und die methodische Herleitung der Typisierung erläutert. Die Übersicht wurde im Juli 2011 den anderen KuLaRuhr Teilprojekten zur Verfügung gestellt, sie soll eine einheitliche stadträumliche Gliederung im Verbundprojekt ermöglichen. Ergänzend wurden die energetischen Stadtraumtypen mit dem Nutzungskartenkatalog der Flächennutzungskartierung (FNK) der „metropoleruhr“ verglichen. Die EST sind weitgehend den entsprechenden Kategorien der Flächennutzungskartierung zuzuordnen, Abweichungen wurden nicht festgestellt, die FNK umfasst jedoch weit mehr Flächennutzungsarten als die EST-Typen. Diese werden bei der nachfolgenden Bestandsaufnahme der Modellsiedlungen den Einzelelementen oder Sonderbauten zugewiesen. Eine gesonderte Übersicht zur methodischen Herleitung der freiräumlichen Typisierungen wurde im Juli 2011 dem TP 08 zur Verfügung gestellt. Das Pilotgebiet der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop wurde flächendeckend in diese energetischen Stadtraumtypen (EST) eingeteilt (siehe Anhang A: „Steckbriefen der Modellsiedlungen“, 1., Karte: Energetische Stadtraumtypen im Gebiet der `InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop`).

### AP 1.3 Festlegen der benötigten Basisdaten (Checkliste)

Für die Erfassung der baustrukturellen Merkmale sowie der Bedarfe und Potenziale in den ausgewählten Siedlungen wurde eine Checkliste der benötigten Daten zusammengestellt, die auch die Quellen und die Genauigkeit der Daten erfasst. Folgende Daten sollten erhoben werden:

- Standort und städtebauliche Merkmale
- Baustrukturelle Merkmale
- Nutzungsspezifische Merkmale
- Energetische Merkmale

Die Daten wurden bei verschiedenen Wohnungsbaugenossenschaften und bei der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop (Ergebnisse von deren Haus-zu-Haus-Befragungen) abgefragt oder durch eigene Bestandsaufnahmen (GIS-gestützt) auf der Basis von Luftbildauswertungen, Kartenanalysen und Kartierungen vor Ort gewonnen. Seit Ende 2012 lagen Verbrauchsdaten zum energetischen Zustand der Gebäude, zum Heizwärmeverbrauch und zum Wasserverbrauch vor, die z.T. jedoch Lücken aufwiesen. Daten zum Stromverbrauch waren aus Datenschutzgründen nicht zu bekommen. Die gesammelten Daten wurden später in den Steckbriefen der Modellsiedlungen dokumentiert.

## AP 2 - Analyse von Siedlungsstrukturen zur Dezentralisierung der Energieversorgung

Inhalt
AP 2.1 Sichtung einer Vorauswahl in Zusammenarbeit mit der Stadt Bottrop
AP 2.2 Treffen einer Vorauswahl in Abstimmung mit der InnovationCity Ruhr   Modellstadt Bottrop, der Stadt Bottrop und den anderen KuLaRuhr-Projekten
AP 2.3 Treffen der Auswahl zur Bedarfs- und Potenzialanalyse in Abstimmung mit der InnovationCity Ruhr   Modellstadt Bottrop
Ziel
Sichtung und Vorauswahl möglicher Modellsiedlungen im Gebiet der InnovationCity Ruhr   Modellstadt Bottrop zur Anwendung des UrbanReNet-Tools

### AP 2.1 Sichtung einer Vorauswahl in Zusammenarbeit mit der Stadt Bottrop

Seitens des ersten Projektpartners, der THS, wurden zu Beginn der Projektlaufzeit drei Siedlungen aus dem Bestand der THS vorgeschlagen, die bereits durch andere, nicht zum KuLaRuhr-Verbund gehörende Forschungsprojekte untersucht werden. Die ausgewählten Siedlungen lassen sich den Stadtraumtypen „Ein- und Mehrfamilienhäuser“ oder „Zeilen niedriger bis mittlerer Geschossigkeit“ zuordnen.

Auswahl der THS:

- Bottrop, Stadtteil Eigen, „Sydowstraße“ (innerhalb des Betrachtungsraums I und im Gebiet der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop)
- Gelsenkirchen, Stadtteil Resse, „Gartenstraße“ (außerhalb des Betrachtungsraums I)
- Oberhausen, Stadtteil Schwarze Heide, „Kyffhäuserstraße“ (außerhalb des Betrachtungsraums I)

Durch den Wegfall der THS als Kooperationspartner konnten nur eine der drei Auswahlsiedlungen (die Siedlung „Sydowstraße“) weiter betrachtet werden. Die Auswahl weiterer möglicher Modellsiedlungen konzentriert sich damit auf die Pilotregion des neuen Kooperationspartners InnovationCity Ruhr im Stadtgebiet von Bottrop im Betrachtungsraum I des Verbundprojekts KuLaRuhr. Mit Hilfe der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop wird die Zusammenarbeit mit lokalen Wohnungsbaugesellschaften angestrebt. Mögliche Kopplungen mit laufenden Pilotprojekten der InnovationCity Ruhr sind ein Auswahlkriterium.

Aus den vorhergehenden Überlegungen ergeben sich folgende Kriterien der Vorauswahl:

- Die Lage im Pilotgebiet der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop ist Voraussetzung, um so eine Kooperation zu ermöglichen.
- Die Datenlage im Pilotgebiet der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop legt es nahe, Siedlungen auszuwählen, in denen wenigstens der Großteil der Gebäude einer oder mehreren Wohnungsbaugesellschaft/en gehört.
- Um das UrbanReNet-Tool bzw. die erarbeiteten Berechnungsmodelle möglichst fehlerfrei anwenden zu können, sollten Siedlungen mit homogener Baustruktur analysiert werden.

- Ein möglichst hoher Sanierungsbedarf erhöht die Chance, dass die entwickelten Konzepte auch umgesetzt werden.
- Ein hoher Freiflächenanteil in den Siedlungen – oder angrenzend an diese - ist Voraussetzung für ihre Auswahl.
- Die Modellsiedlungen sollten sich in ihrer Baustruktur voneinander unterscheiden, d.h. unterschiedlichen ESTs zuzuordnen sein.
- Andere KuLaRuhr-Projekte arbeiten ebenfalls mit Versuchsflächen in dem Pilotgebiet. Eine Verknüpfung/Überschneidung und Zusammenarbeit ist wünschenswert.

### Vorschläge der Stadt Bottrop

Seitens der Stadt Bottrop (Frau Heinemann, Stadtplanungsamt) wurden sieben Siedlungen vorgeschlagen. Auswahlkriterien der Stadt Bottrop waren ein bestehender Sanierungsbedarf, die Lage im Gebiet der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop und das Fehlen von Planungen seitens der InnovationCity Ruhr für diese Gebiete.

Es wurden seitens der Stadt Bottrop Gebiete in folgenden Stadtteilen vorgeschlagen	
<b>I Boy</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Wohnen, Grünflächen, Sportanlage, Gewerbe</li> <li>– MFH, ZFH</li> <li>– Baujahr: überwiegend 1954-84, auch nach 1984</li> <li>– Sanierungspotenzial: niedrig bis mittel</li> <li>– Sehr heterogenes Gebiet</li> <li>– Hoher Freiflächenanteil</li> <li>– z. T. Bestand der Viva West (THS)</li> </ul>	<b>II Boy</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Wohnen, Schule, Sportanlage, Kirche, Kindergarten, Friedhof</li> <li>– E/ZFH</li> <li>– Alle Baualterklassen</li> <li>– Sanierungspotenzial: mittel bis hoch</li> </ul>
<b>III Eigen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Wohnen</li> <li>– Überwiegend EFH</li> <li>– Alle Baualterklassen nach 1938</li> <li>– Außerhalb des Projektgebietes, daher wenige Infos</li> </ul>	<b>VI Ebel</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Wohnen, Kleingärten, Sportanlagen, Freiflächen, Parkanlage</li> <li>– E/ZFH, MFH</li> <li>– Baujahr überwiegend vor 1908</li> <li>– Sanierungspotenzial: niedrig bis mittel</li> <li>– z. T. Denkmalsbereich, z. T. Bestand der Viva West</li> </ul>
<b>V Lehmkuhle</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Wohnen, Wald, Gewerbe</li> <li>– E/ZFH, MFH</li> <li>– Baujahr: überwiegend zwischen 1975 und 1984</li> <li>– Sanierungspotenzial: mittel</li> </ul>	<b>VI Eigen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Wohnen, Gewerbe, Friedhof</li> <li>– E/ZFH, MFH</li> <li>– Gewerbe: Baujahr 1975-84, Wohngebäude: alle Baualterklassen zwischen 1939-74</li> <li>– Sanierungspotenzial: mittel bis hoch</li> </ul>
<b>VII Boy</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Wohnen, z. T. Gewerbe, Friedhof</li> <li>– E/ZFH, Reihenhäuser</li> <li>– Baujahr überwiegend 1954-74</li> <li>– Sanierungspotenzial: mittel</li> </ul>	

Abb. 09: Siedlungsvorschläge der Stadt Bottrop vom Januar 2012 (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP 01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2012)

## AP 2.2 Treffen einer Vorauswahl in Abstimmung mit der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop, der Stadt Bottrop und den anderen KuLaRuhr-Projekten

### Auswahl für Ortstermin

Zum Ortstermin am 06.02.2012 wurden fast 20 Siedlungen begutachtet und nach Augenschein auf ihre Eignung als Modellsiedlung geprüft. Begutachtet wurden die Vorschläge der Stadt Bottrop, Liegenschaften verschiedener WBG sowie aus Vorgängerprojekten bekannte Siedlungen (siehe Anhang A: „Steckbriefen der Modellsiedlungen“, 1., Karte: „Siedlungen des Ortstermins / Vorschläge der Stadt Bottrop im Gebiet der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop“).

Die Route des Ortstermins umfasste folgende Gebiete		
<b>Stadtgebiet Ebel</b>	<b>Stadtgebiet Welheimer Mark</b>	<b>Stadtgebiet Batenborock</b>
– Ebel, Schürmannstr	– Welheimer Mark, Döckelhorststraße – Welheimer Mark, Am Langen Damm – Welheimer Mark, Thomasstraße – Welheimer Mark, Morianstraße	– Batenborock, Paßstraße – Batenborock, Dickebank – Batenbrock, Am Timperkotten – Batenbrock, Beckstraße – Batenbrock, Kreulshof
<b>Stadtgebiete Boy und Eigen</b>	<b>Stadtgebiet Stadtmitte</b>	<b>Stadtgebiet Lehmkuhle</b>
– Boy, Kantstraße, Leibnitzstraße – Boy, Boymannsheide – Boy, Am Schoolkamp – Eigen, Sydowstraße	– Stadtmitte, südlich des Nordfriedhofs – Stadtmitte, Friedrich-Ebert-Straße – Stadtmitte, Wortmannstraße	– Lehmkuhle, Unterberg – Lehmkuhle / Ebel, Böcklinstraße

Abb. 10: Route und begutachtete Stadtgebiete des Ortstermins am 06.02.2012 (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP 01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2012)

Nach dem Ortstermin wurde eine Vorauswahl von 11 Siedlungen getroffen (siehe Anhang A: „Steckbriefen der Modellsiedlungen“, 1., Karte: „Vorauswahl der Modellsiedlungen im Gebiet der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop“). Hauptkriterien der Auswahl sind:

- die homogene Baustruktur (ein energetischer Stadtraumtyp),
- eine homogene Eigentümerstruktur (Gebäude im Besitz einer WBG) und
- ein bestehender Sanierungsbedarf.

Vorauswahl der Modellsiedlungen	
Die Vorauswahl umfasst folgende Siedlungen:	Weitere
– 1. Ebel (Siedlung Böcklinstraße)	– Boy (Weilbrock)
– 2. Ebel (Schürmannstraße und Bergbaustraße)	– Boy (Leipnizstraße)
– 3. Batenbrock (Dickebank)	– Welheimer Mark (Langen Damm)
– 4. Batenbrock (Mommkamp)	
– 5. Rheinbaben (Sydowstraße)	
– 6. Bottrop-Mitte (Kellermannstraße und Wortmannstraße)	
– 7. Bottrop-Mitte (Heinrich-Gutermuth-Straße)	
– 8. Ebel (Im Werth)	
– 9. Boy (Boymannsheide)	
– 10. Rheinbaben (Trappenstraße/Trappenhof)	
– 11. Gewerbegebiet (An der Knippenburg)	

Abb. 11: Vorauswahl Modellsiedlungen (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP 01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2012)

## Auswahl der Klima-Messstandorte im Teilprojekt 08

Da die Messungen im TP 08 Ende 2011 beginnen sollten, konnten die Verzögerungen in der M1 bei der Wahl der Klima-Messstandorte durch das TP 08 zunächst nicht berücksichtigt werden. Das TP 08 hat fünf Standorte im Stadtteil Bottrop Eigen (Standort der THS-Siedlung „Sydowstraße“) ausgewählt. Dazu kommen je ein unbebauter und ein versiegelter Referenzstandort, beide in Bottrop Eigen (siehe Anhang A: „Steckbriefen der Modellsiedlungen“, 1., Karte: „Klimamessstationen im Gebiet der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop“). Nach endgültiger Auswahl der Modellsiedlungen wurden die Messstandorte entsprechend erweitert (siehe „Kapitel II - 1. Erzielte Ergebnisse, AP 4“).

### AP 2.3 Treffen der Auswahl zur Bedarfs- und Potenzialanalyse

Anhand der Einteilung in energetische Stadtraumtypens, Ortsbesichtigungen und Abstimmungen mit den o.g. Akteuren konnte die Vorauswahl von 11 Siedlungen und einem Gewerbegebiet anschließend auf acht potenzielle Modellsiedlungen (darunter auch das Gewerbegebiet) verringert werden (siehe Anhang A: „Steckbriefen der Modellsiedlungen“, 1., Karte: „Auswahlsiedlungen im Gebiet der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop“). Räumliche Überschneidungen mit anderen KuLaRuhr-Teilprojekten gab es mit den Siedlungen Sydowstraße (TP 08) und „In der Welheimer Mark“ (M3 – Integration von langfristig geplanten Gewerbeflächen auf Bergbaufolgestandorten in die Kulturlandschaft der Metropole Ruhr).

Modellsiedlungen für die Bedarfs- und Potenzialanalyse	
Benennung in der Vorauswahl	Benennung der Modellsiedlungen
– 5 Rheinbaben (Sydowstraße)	– Sydowstraße (Eigen)
– 6 a Bottrop-Mitte (Kellermannstraße, Wortmannstraße)	– Prospersiedlung (Mitte)
– 7 Bottrop-Mitte (Heinrich-Gutermuth-Straße, "Prosper")	– Wortmannstraße (Mitte)
– 8 Ebel (Im Werth)	– Boymannsheide (Boy)
– 10 Rheinbaben (Trappenstraße/Trappenhof)	– Trappenstraße (Eigen)
– 11 Gewerbegebiet (Welheimer Mark)	– In der Welheimer Mark
– 14 Welheimer Mark (Langen Damm)	– Im Wert (Ebel)
	– Gewerbegebiet An der Knippenburg (Welheimer Mark)

Abb. 12: Ausgewählte Modellsiedlungen (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP 01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2012)

### Steckbriefe der Modellsiedlungen

Die acht Modellsiedlungen werden in Steckbriefen beschrieben. Die Steckbriefe bilden die Ist-Situation der Bau- und Freiraumstruktur der Modellsiedlungen ab. Sie geben Auskunft über die klimatische Wirksamkeit der Freiflächen und die energetischen Bedarfe und Potenziale. Im weiteren Verlauf des Projektes werden die Steckbriefe um die energetischen und klimatischen Entwicklungsstrategien (Simulations- und Entwicklungsszenarien) für die Freiflächen der Modellsiedlungen ergänzt.

Inhalte der Steckbriefe für die Modellsiedlungen	
Die Verortung	
– Lage im IC-Gebiet	– Netto-Grundstücksfläche der Modellsiedlung
– Stadtteil	– Sanierungspotenzial
– Energetischer Stadtraumtyp (EST)	– Geschossigkeit
– Art der Nutzung	– Eigentümer
– Größe der Modellsiedlung (Bruttobauland)	– Art der angrenzenden Freiflächen

---

**Bestandsaufnahme - Auszüge aus bestehenden Karten**

---

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Baualtersklassen</li> <li>- Flächennutzungen</li> <li>- WBG</li> <li>- öffentliche Grünflächen</li> <li>- klimatische Gegebenheiten</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eignung Geothermie</li> <li>- Eignung Solarenergie</li> <li>- Innere Gebietsabgrenzung</li> <li>- Äußere Gebietsabgrenzung</li> <li>- Freiflächenstruktur (grob)</li> <li>- Zuwegung</li> </ul> |
|---|--|
- 

**Bestandsaufnahme – Eigene Kartierung**

---

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Freiflächen (detailliert)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nutzungen (detailliert)</li> </ul> |
|---|---|
- 

**Simulationsszenarien – Zur Bewertung durch das TP 08**

---

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dachbegrünung</li> <li>- Fassadenbegrünung</li> <li>- Photovoltaik</li> <li>- Solarthermie</li> <li>- holzige Biomasse (Pflege)</li> <li>- holzige Biomasse (Anbau)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- krautige Biomasse (Pflege)</li> <li>- krautige Biomasse (Anbau)</li> <li>- Geothermie</li> <li>- Hecken</li> <li>- (dezentrales Wassermanagement)</li> </ul> |
|---|---|
- 

**Elemente der Entwicklungsszenarien**

---

- Energieholzhecke
- krautige E-Pflanzen
- Rasen (Bestand)
- Hecken (erneuerter Bestand)
- Fassadenbegrünung
- Baumbestand (Bestand verdichtet)

**Mögliche Entwicklungsszenarien**

---

- Hecke (erneuerter Bestand )
  - Hecke + Fassadenbegrünung
  - Fassadenbegrünung + Blühstreifen
  - Fassadenbegrünung + Baumbestand (verdichtet) und Energieholzhecke
- 

Abb. 13: Übersicht des Aufbaus der Steckbriefe (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP 01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2012)

## AP 3 - Anwendung des Analyse-Tools

Inhalt
AP 3.1 Analyse der Bau- und Freiraumstruktur in den Modellsiedlungen
AP 3.2 Vergleich mit Ist-Analyse der Klimatologen
AP 3.3 Analyse der Bedarfe und Potenziale in den Modellsiedlungen
AP 3.4 Analyse der Nutzungsstruktur in den Modellsiedlungen
Ziel
Ist-Analyse der Freiraumstruktur (Fokus auf die klimatischen Potenziale) und Erfassung der energetischen Bedarfe und Potenziale (Anwendung der UrbanReNet-Ergebnisse) in den ausgewählten Modellsiedlungen

### AP 3.1 Analyse der Bau- und Freiraumstruktur in den Modellsiedlungen

Nach der Festlegung der acht Auswahlsiedlungen wurde im Sommer 2012 mit einer Analyse und Dokumentation der Bau- und Freiraumstruktur in ArcGIS begonnen. Die Analyse umfasste aufgrund der stadtstrukturellen Ähnlichkeit zwischen den einzelnen Siedlungen und der Zeitintensität der Bestandsaufnahme nicht alle acht Modellgebiete (Begründung im einzelnen siehe unten), sondern lediglich fünf Modellsiedlungen:

- Sydowstraße
- Prosper-Siedlung
- Im Werth
- Gewerbegebiet An der Knippenburg
- In der Welheimer Mark

Begründung der Auswahl für die Freiflächenkartierung:

Untersuchte Modellsiedlung	Begründung	Übertragbarkeit
Sydowstraße	Standort der Klimamessstation TP8, direkte Zusammenarbeit in Hinblick auf die klimatische Wirkung der Grünflächen möglich	Bedingt auf Wortmannstraße, da ähnliches Baualter und gleicher EST, aber andere Lage in der Stadt (Innenstadtnähe, eventuell mit Innenhofklima) und anderer Sanierungsbedarf (niedrig) Bedingt Boymannsheide, da gleicher EST, zum Teil ähnlicher Sanierungsbedarf (hoch) und ähnliche Lage im Stadtgebiet (Stadttrand)
Prospersiedlung	Einzige Neubau-Siedlung in der Auswahl, geprägt durch energieeffizientes Bauen und kompakte / verdichtete Bauweise; grenzt direkt an den Prosperpark (klimatischer Einfluss der Grünfläche)	Keine Übertragbarkeit, aber gutes Referenzobjekt zu sanierten Zeilen mit dichter Bauweise
In der Welheimer Mark	Klassische EST 3-Siedlung (Zeilen niedriger Dichte), mit räumlichem Bezug zur Welheimer Mark (Untersuchungsgebiet nachhaltige Bewertung) und in Teilen mit Regenwassermanagement in den Außenanlagen (IBA-Projekt)	Übertragbarkeit auf Trappenstraße Referenzobjekt für Außenanlagen an Zeilen mit Regenwassermanagement
Im Werth	Exponierte Lage zwischen Emscher, Rhein-Herne-Kanal, A 42 und den Kohlelagerstätten	Bedingt Boymannsheide, da gleicher EST, zum Teil ähnlicher Sanierungsbedarf (hoch) und ähnliche Lage im Stadtgebiet (Stadttrand)
Gewerbegebiet An der Knippenburg	Einziges Nicht-Wohngebiet in der Auswahl, mit räumlichem Bezug zur Welheimer Mark (Untersuchungsgebiet der AG „Nachhaltige Bewertung“)	Keine Übertragbarkeit, aber räumliche Nähe zum Gewerbegebiet „Welheimer Mark“ und den Entwicklungsszenarien des TP 1.3

Abb. 14: Begründung zur Auswahl bei der Freiflächenkartierung (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP 01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2013)

Die Bestandsaufnahme der Freiraumstruktur erfolgte durch Luftbildanalysen, durch die Auswertung von Bildmaterial und durch Kartierungen vor Ort. Die aufgenommenen Daten wurden als Informationen in einem GIS-Dokument hinterlegt und in Kartenausschnitten als Einzelobjekte und Flächenpolygone dargestellt. Fokus der Bestandsaufnahme und -Bewertung war die Freiraumstruktur mit den Vegetationskategorien nach DIN 276 (Kostenermittlung im Bauwesen). Diese Vegetationskategorien wurden durch die „M2 – Entwicklung einer regionalen Biomassestrategie mit den Kernbausteinen Biomassenutzung und -produktion im Emscher Landschaftspark, inklusive einer Verwendung des Grünschnitts aus der Parkpflege“ vereinfacht und zu Oberkategorien aggregiert. Fast die gleichen Kategorien wurden auch für die Freiraumanalyse verwendet und nur teilweise durch die Aufnahme zusätzlicher Kriterien verfeinert, so dass hier ein Austausch oder eine Übertragbarkeit der Kategorien möglich war. Die Vegetationskategorien umfassen die Objektarten „Bäume“, „Sträucher“, „Schnittgehölze“ sowie die Flächenarten „Gebrauchs- und Landschaftsrasen“, „Wald“, „Sukzessionsfläche“ und „Wasserfläche“. Zum Teil werden diese Kategorien weiter differenziert (z.B. Schnittgehölze in Kletterpflanzen und Hecken).

Zusätzlich zu den Vegetationskategorien wurden für Einzelobjekte wie Bäume und Schnittgehölze auch deren Dichte (u.a. Laubgehölz oder Nadelgehölz) und die Raumwirkung (Höhe) dokumentiert, so dass hier in Kooperation mit den Klimatologen (TP 08) eine klimatische Bewertung des Bestandes erfolgen konnte (siehe Karte Freiflächen - Vegetationskategorien). Im Vergleich der Siedlungen haben die Siedlungen „Sydowstraße“, „In der Welheimer Mark“ und „Im Werth“ mit ca. 60 bis 70 % den höchsten Anteil unversiegelter Flächen. Den geringsten Anteil haben die „Prospersiedlung“ und das Gewerbegebiet mit etwa 30 %. Rasenflächen dominieren in allen Siedlungen, gefolgt von Gehölzen/ Schnittgehölzen und Sukzessionsflächen.

### AP 3.2 Vergleich mit Ist-Analyse der Klimatologen

Für weitere klimatische Simulationen wurden in Absprache mit dem TP 08 im Frühjahr 2013 vier Modellsiedlungen ausgewählt, die durch eine Messfahrt und feste Messstationen seitens des TP 08 klimatisch ausgewertet werden sollten. Das TP 08 hat dafür die Luftfeuchte, die Temperatur und die Globalstrahlung gemessen. Die „Sydowstraße“ war die erste Modellsiedlung, in der klimatologische Messreihen seitens des TP 08 erhoben wurden, die Messreihen waren 2013 abgeschlossen. Standort der Messstation war die zentrale Grünfläche. Darüber hinaus wurden im Frühjahr 2013 in den Siedlungen „In der Welheimer Mark“, in der „Prosper-Siedlung“ und in dem Gewerbegebiet „An der Knippenburg“ Messstationen befestigt, die eine detaillierte klimatische Untersuchung ermöglichen sollten. Die Messreihe „2013 bis 2014“ konnte aber aufgrund von Problemen bei der Datenauslese durch die M1 nicht verwendet werden. Für die Siedlungen „In der Welheimer Mark“, „Prosper-Siedlung“ und dem Gewerbegebiet „An der Knippenburg“ liegen daher keine Messdaten vor.

Neben den Modellsiedlungen hat das TP 08 auch an den Standorten „Buchenstaße“, „Scharnhölzerstraße“, „Eigen Markt“, „Trappenstraße“ (Ecke Tannenstraße), einer Weide (Am Schlangenholt) und einem Standort außerhalb des Stadtgebietes Messstationen installiert und von 2012 bis 2013 Messdaten erfasst (siehe Karte Klimamessstationen im Gebiet der 'InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop').

In der Darstellung der mittleren Jahrestemperatur je Stunde zeigen alle Messstandorte einen Rückgang der Temperaturen zwischen 18 Uhr und 6 Uhr, sowie einen deutlichen Anstieg zwischen 6 Uhr und 18 Uhr. Das Temperaturminimum liegt bei allen Siedlungen bei etwa 6 Uhr, das Maximum bei ca. 16 Uhr. Die Messstation „Sydowstraße“ weist bei den Jahresdurchschnittstemperaturen pro Stunde die höchsten Werte auf, die Messstation „Scharnhölzerstraße“ die niedrigsten. Die mittleren Temperaturen je Stunde für das Sommerhalbjahr weisen einen ähnlichen Temperaturverlauf auf. Hier ist jedoch die Messstation „Eigen Markt“ die wärmste Siedlung, zudem ist die Nachtauskühlung am geringsten. Die Messstation „Am Schlangenholt“ (Weide) hat die größte sommerliche Nachtauskühlung. Im Winterhalbjahr weist der Temperaturverlauf eine flachere Kurve mit zeitlich kürzerem Temperaturverlauf auf. Hier hat die Messstation „Am Schlangenholt“ die niedrigsten Werte im Tagesgang, die Messstation „Eigen Markt“ weist die höchsten Werte auf (siehe Anhang A: „Steckbriefe der Modellsiedlungen“, 3., Karte: „Ergebnisse der Messreihe des TP 08“).

Parallel zu den Messungen durch das TP 08 wurde durch die M1 der klimatische Ist-Zustand der Siedlungen anhand einer Klimakarte der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop ausgewertet (siehe Anhang A: Steckbriefe der Modellsiedlungen“, 1. Karte: „Klimatische Bewertung der Siedlungen“). Die Klimakarte weist für alle Siedlungen ein „Stadtrandklima“ ohne besondere klimatische Belastungen und mit meist gutem Bioklima aus. Die Siedlung „Im Werth“ wurde sogar als „Freilandklima“ erfasst. Das Gewerbegebiet „An der Knippenburg“ wird als „Gewerbeklima“ geführt, mit sommerlicher Aufheizung, trockener Luft, Veränderung des Windfeldes sowie Emissionen wie Lärm und Schadstoffen.

Die Auswertung der Wetterdaten des deutschen Wetterdienstes zu Messstandorten in Essen (den nächstliegenden Standorten für Messstationen zu Bottrop) hat gezeigt, dass die mittlere Lufttemperatur in Essen um ca. 1 Grad höher liegt als die Durchschnittstemperaturen von Deutschland (vgl.: DWD Zeitreihen von Gebietsmitteln 2014 und DWD Mittelwerte 30-jähriger Perioden, Tabelle B 2014). Der Niederschlag variiert innerhalb Essens und schwankt innerhalb der Messperioden deutlich, da die Messperioden unterschiedliche Messstationen abbilden. Eine Aussage zum Niederschlag ist daher nicht möglich. Die Anzahl der heißen Tage (Lufttemperatur  $\geq 30^{\circ}\text{C}$ ) ist von 3 (1961 – 90) auf 5 (1981 – 2010) Tage gestiegen, die Anzahl der Sommertage ( $\geq 25^{\circ}\text{C}$ ) von 22 auf 29. In der gleichen Zeit ist die Anzahl der Eistage (durchgehender Frost) von 14 auf 12 und die der Frosttage (Minimum der Lufttemperatur unterhalb des Gefrierpunktes) von 54 auf 50 zurückgegangen (siehe Anhang A: „Steckbriefe der Modellsiedlungen“, 3., Tabelle: „Klimatische Kennwerte der Messstationen Essen für die Jahre 1961 - 1990, 1971 - 2000 und 1981 – 2010“). Definition der klimatologischen Kenntage vgl.: Wetterlexikon des Deutschen Wetterdienstes (DWD Wetterlexikon 2014).

Messperiode 1961 - 1990	Lufttemperatur	Niederschlag
Deutschland		
1961 – 1990	8,2°C	789 mm
1971 - 2000	8,6°C	787 mm
Messstationen Essen		
1961 – 1990	9,6 °C	822 mm
1971 - 2000	9,9 °C	416 mm

Abb. 15: Vergleich der Klimadaten zum Standort Essen mit dem Durchschnittsklima Deutschland (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP 01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, nach Daten des Deutschen Wetterdienstes, 2014)

Zur Bewertung der mikroklimatischen Auswirkungen der Simulationsszenarien für die Modellsiedlung „Sydowstraße“ durch das TP 08 wurde das Programm ENVI-met verwendet. ENVI-met ist ein Computermodell, „mit dem das Mikroklima und die Luftqualität in städtischen Strukturen berechnet werden kann. Seine physikalischen Grundlagen basieren auf den Gesetzen der Strömungsmechanik (Windfeld), der Thermodynamik (Temperaturberechnungen) und der allgemeinen Atmosphärenphysik (zum Beispiel der Turbulenzprognose). Um eine Stadtstruktur im Modell untersuchen zu können, müssen alle Strukturelemente wie Gebäude, Vegetation oder die verschiedenen Oberflächenarten in einem rechtwinkligen Modellquader zusammengestellt werden.“ (Bruse 2003, S. 69, siehe auch Internetseite des Programms: [www.envimet.com](http://www.envimet.com) (aufgerufen 13.05.2014)).

Die Simulation des Ist-Zustandes (2013) für die Modellsiedlung „Sydowstraße“ um 14 Uhr in 1,8 Meter Höhe zeigt eine deutliche Aufheizung im Bereich der Straßen (24,75 bis über 25,5°C, Gelb bis Magenta). Die unversiegelten Freiflächen sind mit 24,25 bis 23,5°C kühler. Die heißen Bereiche am Rand der Siedlung wurden später auf Fehler der Datenwiedergabe zurückgeführt werden und tauschen in den 2014 gemachten Simulationen nicht mehr auf (siehe Anhang A: „Steckbriefe der Modellsiedlungen“, 3., Karte: „Simulation der Siedlung mit ENVI-met durch TP 08 - Modell und Ist-Zustand“). Darüber hinaus wurden die kartierten Vegetationskategorien in einer Matrix zusammengefasst und ihre räumliche Auswirkung abgeschätzt (Wirkung auf das Gebäude, Wirkung auf Grundstücksebene oder Wirkung auf Quartiers- bzw. Stadtebene etc.), um die Bedeutung innerhalb des Klimadesigns zu erfassen (siehe Anhang A: „Steckbriefe der Modellsiedlungen“, 3., Tabelle: „Abschätzung der klimatischen Wirkung von Vegetationselementen“).

### AP 3.3 Analyse der Bedarfe und Potenziale in den Modellsiedlungen

Ursprünglich wurde das Ziel verfolgt, dass im Forschungsprojekt EnEff:Stadt UrbanReNet entwickelte Analysetool auf die ausgewählten Modellsiedlungen anzuwenden bzw. zu erproben. Da der Entwicklungsstand des Analysetools dies erst Ende 2013 möglich machte, wurden im Vorfeld die im Projekt UrbanReNet entwickelten „EST-Steckbriefe“ (Steckbriefe der energetischen Stadtraumtypen) und Modellrechnungen für die unter AP 1.2 genannten Stadtraumtypen manuell angewendet. Anhand der relevanten Parameter (EST, Baualter, Wohnfläche, etc.) wurden die maximal möglichen energetischen Bedarfe der Siedlungen ermittelt und mit den vorliegenden realen Verbrauchswerten für den Heizwärmebedarf verglichen. Da sich einige der Modellsiedlungen in der Hand von Einzeligentümern befinden oder aufgrund der Einzelstättenfeuerung keine realen Verbrauchsdaten vorlagen („Sydowstraße“, „Im Werth“, „An der Knippenburg“), konnte der Vergleich für diese Siedlungen nicht durchgeführt werden. Für Strom und Warmwasser wurden die Verbrauchswerte nicht ermittelt, da hier detaillierte Nachfragen bei den WBG (Warmwasser) und den Stromversorgern notwendig wären, die mit dem Datenschutz der Nutzer nicht vereinbar wären (Objektanfrage) oder keine Ergebnisse liefern würden, die über die Abschätzung durch die UrbanReNet-Kennwerte hinausgehen würden (Quartiersabfrage).

### Analysetool EnEff:Stadt UrbanReNet –Anwendung in der M1

Ziel des Forschungsprojekts EnEff:Stadt UrbanReNet ist die Entwicklung eines Softwaretools zur Planung komplexer Energieversorgungskonzepte auf Quartiersebene. Die Bilanzierungsgrenze des Tools wird bei der Untersuchung vom Einzelgebäude auf Quartiersebene ausgeweitet. Damit endet die energetische Optimierung nicht mit der Betrachtung des Gebäudebestands, sie bezieht die gesamte

Siedlungsstruktur eines Stadtgebietes – vom Gebäude über den Freiraum bis zu den Straßen – in die Untersuchung mit ein. Der Bearbeitungsmaßstab liegt dabei je nach Größe des Untersuchungsgebietes bei 1:2.000 bis 1:2.500. Grundlage des Tools ist die systematische Untersuchung der energetischen Bedarfe und Potenziale von Bestandsgebäuden, urbanen Freiflächen und Straßen im Rahmen des Forschungsprojektes. Das Projekt hat damit drei Schwerpunkte:

- Grundlagenanalyse zu energetischen Bedarfen und Potenzialen im urbanen Raum
- Entwurf eines mathematischen Rechenmodells zur energetischen Optimierung im Siedlungsverbund mit der Entwicklung von Vernetzungsstrategien und Synergien
- Programmierung und graphische Gestaltung des Softwaretools

Von der ursprünglichen Zielsetzung komplexe Optimierungsvarianten durch das Tool 'vorschlagen' und Simulieren zu lassen wurde im Laufe der Projektbearbeitung von UrbanReNet Abstand genommen. Zum jetzigen Zeitpunkt (Sommer 2014) wird davon ausgegangen, dass der Nutzer des Tools Potenzialflächen, Sanierungsmaßnahmen und eingesetzte Technik auswählen, simulieren und als Varianten energetisch vergleichen kann. Stärke des Programms ist die schnelle und einfache Ausgabe von Bedarfen und Potenzialen bei Gebieten mit über 10 bis über 100 Einzelgebäuden. Eine vergleichende Bewertung hinsichtlich Kosten oder CO<sub>2</sub>-Emissionen leistet das Tool derzeit nicht (mündliche Aussage Projektteam EnEff:Stadt UrbanReNet, Stand Sommer 2014). Bei der Beantragung der M1 konnte davon ausgegangen werden, dass das Analysetool mit den Funktionen „Bedarfs- und Potenzialanalyse“ sowie „Ausgabe von komplexen Optimierungsvarianten“ mit Projektbeginn 2012 fertigstellt und einsetzbar ist. Während die Ausgabe von Optimierungsvarianten ganz verworfen wurde, konnte die Ausgabe der Bedarfe und Potenziale durch das UrbanReNet-Tool erst Ende 2013 erfolgen. Daher wurden die energetischen Bedarfen und Potenzialen mit Hilfe der Grundlagenanalyse zu den energetischen Bedarfen und Potenzialen im urbanen Raum ermittelt („EST-Steckbriefe“). Die Ermittlung der Bedarfe und Potenziale im Analysetool umfasst folgende Punkte:

<b>Bedarfe Gebäude</b>	<b>Bedarfe Freiraum</b>
Strombedarf	Strombedarf Beleuchtung
Trinkwasserwärmebedarf	Bewässerung
Heizbedarf	Treibstoff Pflegegeräte
<b>Produktionspotenziale</b>	<b>Einsparpotenzial</b>
<b>Solaraktive Fläche</b>	<b>Gebäudehülle, Sanierung</b>
Solaraktive Fläche – Dach	Dach (Dämmung / Dachbegrünung)
Solaraktive Fläche - Fassade	Fassade (Dämmung/ Fassadenbegrünung)
Solaraktive Fläche - Freiraum	Kellerdecke (Dämmung)
Solaraktive Fläche – Straße	
<b>Geothermie</b>	
Geothermie-Sonde	
<b>Abwärme</b>	
Abwasserwärme	
<b>Biomasse</b>	
org. Nebenprodukte (Biotonne)	
org. Reststoffe (Pflege)	
Nutzbare Anbaufläche	

Abb. 16: Übersicht der Bedarfs- und Potenzialermittlung im UrbanReNet-Tool, Stand Sommer 2013 (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP 01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2013)

## Bilanzierung der energetischen Bedarfe und Potenziale

Die Ermittlung der Bedarfe und Potenziale erfolgte in drei Detaillierungsschritten:

<b>Alle Auswahlsiedlungen (bis auf das Gewerbegebiet)</b>	<b>2013</b>
Erfassung der baustrukturellen Kennwerte anhand der UrbanReNet EST-Steckbriefe	– ohne Anpassung der GRZ, mit Anpassung der Geschossigkeit – max. mögliche Flächenbelegung
Erfassung der Bedarfe und Potenziale anhand der UrbanReNet EST-Steckbriefe	– mit Anpassung der GRZ, mit Anpassung der Geschossigkeit – Jahreswerte – max. mögliche Flächenbelegung
<b>Sydowstraße, Prospersiedlung, Prosperpark, In der Welheimer Mark, Im Werth</b>	<b>2014</b>
Erfassung des Freiflächenbestande (Freiflächenkartierung)	– Erfassung der Vegetationsstruktur – Erfassung der Nutzungsstruktur – jeweils durch Luftbildauswertung und vor Kartierung vor Ort
Erfassung der Bedarfe und Potenziale mit dem UrbanReNet-Tool auf Basis der Bestandserfassung (Freiflächenkartierung)	– mit Anpassung der GRZ, mit Anpassung der Geschossigkeit – Monatswerte – realistische Flächenbelegung auf Basis der Bestandserfassung
Erfassung der Bedarfe mit dem UrbanReNet-Tool auf Basis der Bestandserfassung (Freiflächenkartierung)	– mit Anpassung der GRZ, mit Anpassung der Geschossigkeit – Monatswerte – erneute Ermittlung der Heizwärmebedarfe wegen veränderter Datenbasis in UrbanReNet
<b>Sydowstraße, In der Welheimer Mark</b>	<b>2014</b>
Erfassung der Potenzialflächen der Entwicklungsszenarien	– GIS-Auswertung
Erfassung der Bedarfe und Potenziale mit dem UrbanReNet-Tool auf Basis der Entwicklungsszenarien	– mit Anpassung der GRZ, mit Anpassung der Geschossigkeit – Monatswerte – realistische Flächenbelegung auf Basis der Entwicklungsszenarien

Abb. 17: Übersicht der Detaillierungsschritte bei der Bedarfs- und Potenzialermittlung (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP 01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2014)

Die Ergebnisse zur Ermittlung der Bedarfe und Potenziale finden sich im Anhang A: „Steckbriefen der Modellsiedlungen“, 6. - 13.,

- in der Tabelle: „Übersicht der baustrukturellen und energetischen Kennwerte der Modellsiedlungen“ (alle Auswahlsiedlungen bis auf das Gewerbegebiet, erster Detaillierungsschritt),
- in den Tabellen und Grafiken: „Bedarfe und Potenzial im Ist-Zustand“ (Sydowstraße, Prospersiedlung, Prosperpark, In der Welheimer Mark, Im Werth, zweiter Detaillierungsschritt) und
- in den Tabellen und Grafiken: „Bedarfe und Potenziale der Entwicklungsszenarien“ (Sydowstraße, In der Welheimer Mark, dritter Detaillierungsschritt).

Bei der Auswertung der baustrukturellen und energetischen Kennwerte, die mit Hilfe der UrbanReNet-Steckbriefe ermittelt wurden, konnte für alle Potenziale ein hoher Deckungsbeitrag festgestellt werden. Die reale GRZ (Grundflächenzahl, Maß der baulichen Nutzung, bebauter bzw. bebauter und versiegelter Anteil des Grundstücks) lag allerdings bei den Modellsiedlungen bis auf die Prospersiedlung deutlich unter der mittleren GRZ der Steckbriefe, sie wurde später in der Auswertung des Ist-Zustandes korrigiert. Auch die vorgegeben Geschosshöhen mussten angepasst werden. Durch die abweichende GRZ wurden die Bedarfe in den baustrukturellen und energetischen Kennwerten höher eingeschätzt als in der Auswertung des Ist-Zustandes. Umgekehrt sind die Freiflächenpotenziale (solare Freiflächen, Geothermie, Biomasse) bei einer niedrigen GRZ höher. Durch die Ausnutzung der gesamten unversiegelten, baumfreien Freifläche für Geothermiesonden hat die Geothermie in allen Auswahlsiedlungen das höchste Potenzial, weit über dem Heizwärmebedarf der Siedlungen.

Der Vergleich der Bedarfe und Potentiale im Ist-Zustand hat gezeigt, dass die Potenzialflächen auf Basis der Freiflächenkartierung und die von UrbanReNet Tool prognostiziert Potenzialflächen nach Anpassung der GRZ dicht beieinander lagen. Nur die Geothermie wurde vom Tool höher veranschlagt. Über ein optimales Maß der Flächenbelegung gibt das Tool allerdings keine Auskunft (auch perspektivisch nicht vorgesehen). Das größte Potenzial der unsanierten Siedlungen „Sydowstraße“ und „Im Werth“ ist das Einsparpotenzial durch Sanierung. Durch die Dämmung von Dach, Fassade, Kellerdecke und dem Austausch der Fenster könnte der Heizwärmebedarf auf fast ein Viertel gesenkt werden.

Ziel der Entwicklungsszenarien ist eine Freiflächennutzung die passive und aktive energetische Maßnahmen verbindet. So können Heckenstrukturen und Fassadenbegrünung leichte 'Dämmeffekte' haben, die auch dann möglich sind, wenn die Fassaden aufgrund von Deckmalschutzauflagen wie in der Sydowstraße außen nicht gedämmt werden können oder bereits Dämmmaßnahmen getroffen wurden, wie in der Siedlung „In der Welheimer Mark“. Durch die Integration von Biomasse in die Freiflächengestaltung könnte das Biomasseaufkommen nochmals gesteigert werden, einen signifikanten Deckungsbeitrag kann die Biomasse dennoch nur in sanierten Siedlungen mit großer Freifläche und niedriger Einwohnerdichte leisten. Bei unsanierten Einfamilienhäusern, in denen Holz verfeuert werden kann, könnte holzige Biomasse aus Pflege oder Anbau zumindest in der Übergangszeit als klimaneutraler Energieträger in Frage kommen.

#### Vergleich mit den tatsächlichen energetischen Verbräuchen nach Datenlage

Für die Siedlungen „Trappenstraße“, „In der Welheimer Mark“, „Prospersiedlung“ und „Wortmannstraße“ (alle Gas- oder Fernwärmeanschluss) konnte seitens der Wohnungsbaugesellschaften (Vivawest und Annington) die Verbrauchsdaten für den Heizwärmebedarf zur Verfügung gestellt werden. Der Vergleich mit den prognostizierten Heizwärmebedarfen ergab eine für den Quartiersmaßstab ausreichende Genauigkeit von plus/minus 10 % (siehe Anhang A: „Steckbriefen der Modellsiedlungen“, 1., Karte: „Vergleich der prognostizierten energetischen Bedarfe und Potentiale mit dem tatsächlichen Verbrauch der Modellsiedlungen“). Besonders problematisch ist allerdings die richtige Eingabe des Sanierungsstandes. Hier ist die größte Fehlerquelle des UrbanReNet-Tools, da nur Sanierungsvarianten für eine Sanierung nach EnEV 2009 (Energieeinsparverordnung Stand 2009) abgebildet werden können. Frühere Sanierungen können nicht sinnvoll abgebildet werden.

Ein Vergleich der UrbanRenet-Prognosen mit den Prognosen des „District Energy Concept Adviser“ (Energiekonzept-Berater für Stadtquartiere) des Fraunhofer Instituts für Bauphysik für die Siedlung „Im Werth“ kommt für den unsanierten Ist-Zustand ebenfalls zu einer Abweichung von ca. 10 % beim Heizwärmebedarf, während in einer Variante mit Sanierung die Abweichung fast 25 % beträgt. Hier können unterschiedliche Datengrundlagen der beiden Tools eine mögliche Ursache sein. Beim Strombedarf und beim Trinkwasserwärmebedarf liegt die Abweichung bei 14 % und 4 %. Bei der Prognose der Potentiale für die Nutzung von Photovoltaik betrug die Abweichung der beiden Tools ca. 6 %.

### AP 3.4 Analyse der Nutzungsstruktur in den Modellsiedlungen

Ergänzend zur Vegetationsstruktur wurden für die vier Siedlungen „Sydowstraße“, „Prospersiedlung“, „In der Welheimer Mark“ und „Im Werth“ sowie für das Gewerbegebiet „An der Knippenburg“ die bestehenden Nutzungen kartiert und in Karten dargestellt (siehe Anhang A: „Steckbriefen der Modellsiedlungen“, 2., Karten und Tabellen: „Vegetations- und Nutzungsstrukturen“). Die Kategorien der Nutzung sind:

- Wohngebäude,
- sonstige Gebäude,
- Verkehrsfläche, Fußwege,
- Ver- und Entsorgung,
- Kinderspiel,
- Sitzmöglichkeiten,
- ungenutzte Flächen/Brachflächen,
- Lager und Gewerbeflächen,
- Erholung und Freizeit gemeinschaftlich (haböffentlich),
- Erholung und Freizeit privat,
- Erholung und Freizeit öffentlich und
- Vegetationsfläche/Außenanlage Gewerbe.

Wie die Kartierung der Vegetationsstrukturen war auch die Nutzungskartierung relativ aufwändig und konnte bei Beginn im Frühjahr 2013 erst im Frühjahr 2014 abgeschlossen werden.

Der Vergleich zeigt, dass in der Siedlung „In der Welheimer Mark“ der Anteil an halböffentlichen Freiflächen mit rund 70 % am höchsten ist. Eine ablesbare Nutzung findet hier nicht statt. Selbst die Ausstattung mit Sitzmöglichkeiten bleibt hinter den anderen Siedlungen zurück. Aber immerhin werden gut 15 % der Freifläche von den Mietern als private Gärten genutzt. Umgedreht sind in den Siedlungen „Sydowstraße“ und „Im Werth“ privat genutzte Freiflächen vorherrschend. Ungenutzte Flächen bzw. Sukzessionsflächen finden sich ebenfalls in den Siedlungen „Sydowstraße“, „Im Werth“, und im Gewerbegebiet „An der Knippenburg“. Ihr Anteil reicht von ca. 5 bis 25 % in der Gesamtfläche des Gebietes.

## AP 4 - Modellierung von Modernisierungsschritten zur Optimierung der Energieeffizienz

### Inhalt

- AP 4.1 Optimierung der Freiraumstruktur
- AP 4.2 Möglichkeiten einer städtebaulichen Optimierung im Bestand
- AP 4.3 Möglichkeiten lokale Energiequellen einzubeziehen
- AP 4.4 Verbesserung der Gesamtwirkungsgrade sowohl bei der Energieerzeugung als auch dem Verbrauch
- AP 4.5 Synchronisation mit den durch die WBG / InnovationCity Ruhr durchgeführten Modernisierungsschritten im Gebäudebestand

### Ziel

Entwicklung möglicher Energie-Versorgungskonzepte für die Modellsiedlungen, Ableiten von Handlungsempfehlungen für die Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen

### AP 4.1 Optimierung der Freiraumstruktur

Erster Schritt bei der Optimierung der Freiflächenstruktur war die Ableitung von acht Simulationsszenarien bei denen mittels der Veränderung der Freiflächen und der Vegetationsstruktur (passive Maßnahmen) ein Beitrag zur Steigerung der Energieeffizienz in den Siedlungen erreicht werden sollen. Zur Erfassung der maximalen energetischen Potenziale (aktive Maßnahmen) zur Steigerung der Energieeffizienz wurden zusätzlich vier technikbezogene Simulationsszenarien festgelegt:

#### Passive Maßnahmen:

- Dachbegrünung
- Fassadenbegrünung
- Holzige Biomasse (Pflege)
- Krautige Biomasse (Pflege)
- Holzige Biomasse (Anbau)
- Krautige Biomasse (Anbau)
- Hecken
- Dezentrales Wassermanagement (in den Karten nicht berücksichtigt)

#### Aktive Maßnahmen:

- Photovoltaik
- Solarthermie
- Oberflächennahe Geothermie
- Sanierung der Gebäudehülle

Die Simulationsszenarien sollen die wichtigsten Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz in Siedlungen abbilden. Sie umfassen passive Maßnahmen im Freiraum oder im Gebäude, die den Heizwärmebedarf im Gebäude indirekt reduzieren oder zur Kühlung der Innenräume beitragen können. Die sind die Basis für eine klimatische Bewertung durch das TP 08.

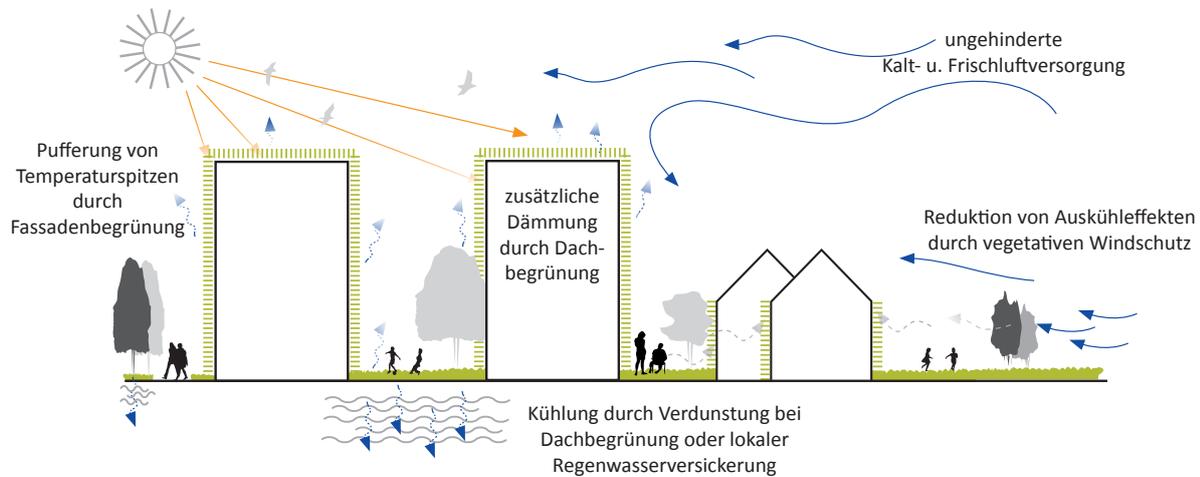


Abb. 18: Beispiele passiver Maßnahmen zur Optimierung der Energieeffizienz in Siedlungen (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP 01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2014)

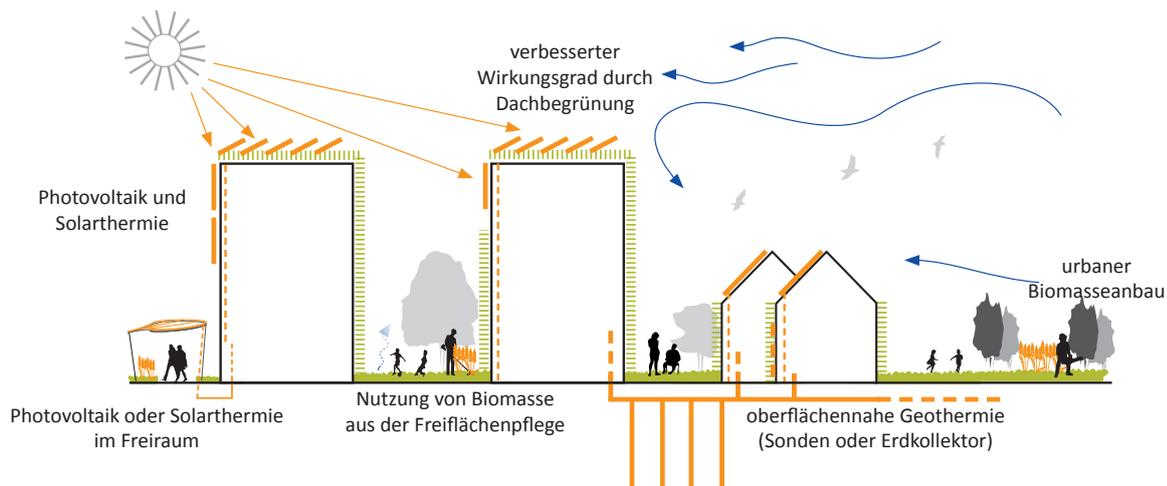


Abb. 19: Beispiele aktiver Maßnahmen zur Optimierung der Energieeffizienz in Siedlungen (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP°01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2014)

Die aktiven Maßnahmen dienen der Bereitstellung von regenerativer elektrischer Energie oder Wärme. Sie tragen direkt zur Reduktion der fossilen Energiebedarfe bei, indem sie den bestehenden Bedarf (teilweise) durch regenerative Energien decken. Durch Sanierungsmaßnahmen wie Dämmung, kann der gesamte Energiebedarf der Gebäude reduziert werden. Wie die passiven Maßnahmen, haben auch die aktiven Maßnahmen, Auswirkungen auf den Freiraum bzw. dessen Gestaltung. Maßnahmen wie die Nutzung vorhandener Biomasse oder der Anbau von Biomasse können sowohl als aktive wie als passive Maßnahme eingesetzt werden (siehe Anhang A: „Steckbriefe der Modellsiedlungen“, 4., Tabelle: „Auswirkungen der Entwicklungsszenarien auf Energieeffizienz, Mikroklima, Freiraum“).

Die Simulationsszenarien wurden seitens der M1 für die Siedlungen „Sydowstraße“, „In der Welheimer Mark“, „Prospersiedlung + Prosperpark“, „Im Werth“ und dem Gewerbegebiet „An der Knippenburg“ mittels GIS angelegt und die Flächengrößen erfasst (siehe Anhang A: „Steckbriefe der Modellsiedlungen“, 6. - 10., Karten: „Simulationsszenarien“ für die genannten Siedlungen). Da die Simulationsszenarien jedoch nur als Basis für eine klimatische Bewertung dienen sollten, wurden bestehende Nutzungen überplant, um eine möglichst einfache Modellierung in ENVI-met zu ermöglichen. Die Simulationsszenarien wurden im Sommer 2013 angelegt. Zu diesem Zeitpunkt konnte noch davon ausgegangen werden, dass die Messreihe in den Siedlungen „In der Welheimer Mark“, „Prospersiedlung“ und dem Gewerbegebiet „An der Knippenburg“ im Frühjahr 2014 erfolgreich abgeschlossen sein würde und eine Simulation mit ENVI-met seitens des TP 08 möglich wäre. Das Misslingen der Messreihe (Probleme beim Datenauslesen seitens der M1) und die Verzögerungen beim Erscheinen der neuen ENVI-met-Version haben eine Simulation nur für eine Siedlung möglich gemacht.

Aus diesen Simulationsszenarien wurden seitens des TP 08 drei Szenarien zur Bewertung ausgewählt:

- Krautige Biomasse Anbau (Miscanthus) + Regenwasserversickerung,
- holzige Biomasse Pflege (Ausweitung des Gehölzbestandes) und
- holzige Biomasse Anbau (KUP, Verlauf in Ost-West-Richtung, zwei Meter Reihenabstand).

Sie wurden als Szenarien im ENVI-met-Modell der „Sydowstraße“ angelegt. Aufgrund einer neuen Programmversion, die erst Mitte/Ende 2013 verfügbar war und nicht plausibler Ergebnisse konnte das TP 08 erst im Mai 2014 plausible Ergebnisse zu den Simulationsszenarien auslesen.

Die ersten Simulationsergebnisse für einen Sommertag 12 Uhr zeigen eine deutlich Abkühlung in den Szenarien „holzige Biomasse Pflege“ (mittlere Temperatur 26,6°C) und „holzige Biomasse Anbau“ (26,7°C) gegenüber dem Ist-Zustand (27,8°C). Das Szenario „krautige Biomasse Anbau + Regenwasserversickerung“ zeigt gegenüber dem Ist-Zustand keine nennenswerte Veränderung (27,6°C) (siehe „Steckbriefe der Modellsiedlungen“, 3., Karte: „Simulation der Siedlung mit ENVI-met durch TP 08 - Sommertag, 12 Uhr“).

Bei den nächtlichen Auswirkungen (5 Uhr morgens) lassen sich keine klaren Ergebnisse ablesen. Sowohl das Szenario „krautige Biomasse Anbau + Regenwasserversickerung“ wie das Szenario „holzige Biomasse Pflege“ weisen etwas geringere Minimaltemperaturen auf als der Ist-Zustand. Im Mittel ist das Szenario „krautige Biomasse Anbau + Regenwasserversickerung“ etwa 0,03°C kühler als der Ist-Zustand.

Damit führt kein Szenario zu einer unerwünschten Aufheizung am Tag oder zu einer verminderten Nachtauskühlung. Aus klimatischer Sicht spricht damit, bezogen auf die Beeinflussung der Temperatur, nichts gegen die weitere Planung mit den Szenarien. Ein klarer Favorit lässt sich aus klimatischer Sicht allerdings auch nicht ableiten.

#### AP 4.2 Möglichkeiten einer städtebaulichen Optimierung im Bestand

Als Möglichkeiten einer städtebaulichen Optimierung im Bestand werden hier passive, (vegetationsbezogene) Maßnahmen verstanden. Sie wurden in Kooperation mit dem Forschungsprojekt EnEff:Stadt UrbanReNet erarbeitet. Die Ergebnisse wurden in Form von Steckbriefen für 11 Stadtraumtypen (von der kleinen freistehenden Wohnbebauung bis zur Parkanlage) aufbereitet und im Leitfaden unter „Kapitel I – Stadtklimatische Potenziale“ zusammengefasst. Das Kapitel führt einleitend die Besonderheiten des Stadtklimas auf. Es geht auf die stadtklimatische Wirkung von grünbestimmten Freiflächen im Siedlungsraum ein und nennt Maßnahmen, mit denen das Mikroklima einer Siedlung positiv beeinflusst werden kann. In den Steckbriefen sind diese Maßnahmen speziell für den jeweiligen Stadtraumtyp zusammengestellt (siehe Anhang B: Leitfaden, „Kapitel I - Stadtklimatische Potenziale“).

Die im Leitfaden dargestellten Maßnahmen zur Verbesserung des Mikroklimas umfassen folgende Wirkungsbereiche:

##### Luftqualität und Emissionsschutz

- Lüftungsschneisen
- Luftfilterung
- Lärmschutz
- Ventilationswirksame Begrünung

##### Aufenthaltsqualität und thermischer Komfort

- Adiabate Gebäudekühlung
- Vegetativer Sonnenschutz
- Naherholung
- Windschutz

##### Regenwassermanagement

- Regenrückhalt in wenig verdichteten Stadtgebieten
- Regenrückhalt in verdichteten Stadtgebieten

#### AP 4.3 Möglichkeiten lokale Energiequellen einzubeziehen

Als Möglichkeiten zur Einbeziehung lokaler Energiequellen werden hier aktive, technikbezogene Maßnahmen verstanden. Sie basieren auf Arbeiten des Forschungsprojekts EnEff:Stadt UrbanReNet und wurden in Kooperation mit diesem weiterbearbeitet. Die Ergebnisse wurden ebenfalls in Form von Steckbriefen für 11 Stadtraumtypen analog zu den oben genannten Klima-Steckbriefen aufbereitet. Sie wurden im Leitfaden unter „Kapitel II – Energetische Potenziale“ zusammengefasst. Das Kapitel beschreibt einleitend die Zusammensetzung der städtischen Baustruktur und deren Energieversorgung sowie die in den Steckbriefen verwendeten regenerativen Energietechniken. (siehe Anhang B: Leitfaden, „Kapitel II – Energetische Potenziale“).

Beschrieben werden die Rahmenbedingungen für:

- Oberflächennahe Geothermie
- Photovoltaik
- Solarthermie
- Urbane Biomasse

### Urbane Biomasse

Bei der Nutzung urbaner Biomasse handelt es sich im Gegensatz zum Einsatz von Photovoltaik, Solarthermie oder oberflächennaher Geothermie nicht um ein etabliertes Verfahren. Die verwendete Systematik umfasst drei Arten urbaner Biomasse: Biomasse aus der Pflege von Gärten, Außenanlagen oder öffentlichen Grünflächen, Biomasse aus gezieltem Anbau in Außenanlagen oder öffentlichen Grünflächen und die Biomasse aus Reststoffen wie Biomüll. Die von UrbanReNet übernommenen Kennwerte (Hegger et al. 2013, S. 159 und Hegger et al. 2013, Anlage II, Abschnitt „Biomassesteckbriefe“ sowie unveröffentlichte Recherchen EnEff:Stadt UrbanReNet) zur Biomasse bilden Mittelwerte ab. Aufgrund der geringen Energieerträge wird bei der Ermittlung der Potenziale auch mit diesen Mittelwerten gerechnet. An dieser Stelle werden die dazugehörigen Mindest- und Maximalwerte aufgeführt. Bei manchen Biomassefraktionen wurde bei der Recherche im Rahmen von EnEff:Stadt UrbanReNet auch nur ein Mittelwert gefunden. Generell ist es noch immer problematisch überhaupt Kennwerte für nicht landwirtschaftlich angebaut Biomassefraktionen zu finden.

Biomassefraktion	Masseertrag (t/ha*a)			Energieertrag (MWh/ha*a)		
	min.	mittel	max.	min.	mittel	max.
<b>Biomasse aus der Pflege</b>						
Grünschnitt Park	1,8 FM	4,4 FM	7 FM	4	10	16
Grünschnitt Friedhof	4,5 FM	8,75 FM	13 FM	10	20	30
Rasenschnitt Park		20 FM			23	
<b>Biomasse aus Anbau</b>						
Pappel KUP	10 TM	12 TM	14 TM	39	47	54
Miscanthus	10 TM	17 TM	24 TM	42	72	101
Durchwachsene Silphie	43 FM	51 FM	60 FM	48	52	67
Windstaudenmischung heimisch	5 TM	7,5 TM	10 TM	14	21	28
<b>Biomasse aus Reststoffen</b>						
	kg/Einwohner			MWh/Einwohner		
Biomüll	105 FM			0,07		
davon Biotonne	51 FM			0,03		

Abb. 20: Übersicht der energetischen Kennwerte verschiedener Biomassefraktionen (Hegger et al. 2013, S. 159 und Hegger et al. 2013, Anlage II, Abschnitt „Biomassesteckbriefe“ sowie unveröffentlichte Recherchen EnEff:Stadt UrbanReNet, 2012)

#### AP 4.4 Verbesserung der Gesamtwirkungsgrade sowohl bei der Energieerzeugung als auch dem Verbrauch

Auf Basis der Simulationsszenarien wurden für die Siedlungen „Sydowstraße“ und „In der Welheimer Mark“ im Frühjahr 2014 Entwicklungsszenarien herausgearbeitet. Im Gegensatz zu den Simulationsszenarien berücksichtigen die Entwicklungsszenarien die realen Nutzungen und Nutzungsansprüche. Die Entwicklungsszenarien beschränken sich zum Teil wegen der kurzen verbleibenden Projektlaufzeit auf die zwei genannten Siedlungen.

Weitere Gründe für die Beschränkung waren:

- Vollständige klimatische Messreihe für die Siedlung „Sydowstraße“ seitens des TP 08
- Durch den markanten Grundriss der Siedlung, die Eigentumsverhältnisse (Vivawest) und den Denkmalstatus (Baudenkmal) besteht in der „Sydowstraße“ eine Chance für spezifische Sanierungsmaßnahmen und eine zukünftige Vermarktung
- Wegen der durchgängigen Sanierung, den bestehenden Besitzverhältnissen (Vivawest) und der bereits integrierten Maßnahmen zum dezentralen Regenwassermanagement besteht in der Siedlung „In der Welheimer Mark“ eine Chance auf Realisierung modellhafter Maßnahmen vor allem in Bezug auf die Freiräume
- Vergleichbarkeit/Übertragbarkeit der Siedlung „Sydowstraße“ (kleine freistehende Wohnbebauung) auf die Siedlung „Im Werth“, sowie die Siedlungen „Wortmannstraße“ und „Boymannsheid“
- Vergleichbarkeit/Übertragbarkeit der Siedlung „In der Welheimer Mark“ auf die „Prospersiedlung“, sowie die Siedlungen „Trappenstraße
- Geringe Potenziale für die Einbindung aktiver und passiver Maßnahmen in der „Prospersiedlung“, Grund ist die hohe bauliche Dichte und der gute energetische Standard
- Geringe Potenziale für die Einbindung aktiver und passiver Maßnahmen in der Siedlung „Im Werth“, Grund ist der dichte Baumbestand und das geringe Sanierungspotenzial des abgelegenen Wohngebiets

Die Elemente der passiven vegetationsbezogenen Entwicklungsszenarien beziehen sich auf die Umgestaltung der Freiflächen im Hinblick auf Biomassenutzung, Windschutz oder Gebäudebegrünung:

- Krautige Biomasse Pflege (Rasen Bestand)
- Holzige Biomasse Pflege (Baumbestand verdichtet/erweitert)
- Krautige Biomasse Anbau (in Form von Blühstreifen zur besseren Integration in die Siedlungsstruktur)
- Holzige Biomasse Anbau (Energieholzhecke als alternative für Kurzumtriebsplantagen)
- Hecken (erneuerter/erweiterter Bestand)
- Fassadenbegrünung

Vegetationsbezogenen Entwicklungsszenarien (Kombinationen mehrerer Elemente) für die Siedlung „Sydowstraße“ sind:

- Krautige Biomasse Pflege (Rasen Bestand)
- Hecke (erneuerter/erweiterter Bestand)
- Hecke (erneuerter/erweiterter Bestand) + Fassadenbegrünung
- Fassadenbegrünung + Krautige Biomasse Anbau (Blühstreifen)
- Fassadenbegrünung + Holzige Biomasse Pflege (Baumbestand verdichtet/erweitert) und Energieholzhecke (selbe Fläche wie Krautige Biomasse Anbau)

Vegetationsbezogenen Entwicklungsszenarien (Kombinationen mehrerer Elemente) für die Siedlung „In der Welheimer Mark“ sind:

- Fassadenbegrünung + Krautige Biomasse Pflege (Rasen Bestand)
- Hecke (erneuerter/erweiterter Bestand)
- Fassadenbegrünung + Krautige Biomasse Anbau (Blühstreifen linear)
- Fassadenbegrünung + Krautige Biomasse Anbau (Blühstreifen flächig)
- Fassadenbegrünung + Holzige Biomasse Pflege (Baumbestand verdichtet/erweitert) und Krautige Biomasse Anbau (Blühstreifen linear)

Die Elemente der technologiebezogenen Entwicklungsszenarien dienen der Bereitstellung von Energie mittels regenerativer Energietechniken oder der Einsparung von Energie durch Sanierung der Gebäudehülle:

- Photovoltaik
- Solarthermie
- Oberflächennahe Geothermie
- Sanierung der Gebäudehülle

Die Regenwasserversickerung wurde nur flächenmäßig in Form einer Muldenversickerung erfasst, wird aber in den Entwicklungsszenarien nicht zeichnerisch dargestellt. Die je nach Entwicklungsszenario verbleibenden Rasenflächen werden zeichnerisch ebenfalls nicht berücksichtigt. Sie können aber auch weiter als Potenzial für krautige Biomasse aus Pflege genutzt werden und sind daher in den Potenzialtabellen mit verzeichnet. Die technologiebezogenen Elemente können grundsätzlich frei mit den vegetationsbezogenen Bausteinen kombiniert werden und sind daher kein fester Teil der Entwicklungsszenarien. Wie beim Ist-Zustand der Siedlungen wurden auch für die Entwicklungsszenarien die Potenzialflächen zur Nutzung regenerativer Energien im GIS erfasst und ausgewertet. Auch die Auswirkungen der vegetationsbezogenen Maßnahmen auf Nutzung, Pflege und die Steigerung der Energieeffizienz der Siedlungen werden dokumentiert (siehe Anhang A: „Steckbriefe der Modellsiedlungen“, 6. - 7., Karten „Entwicklungsszenarien“ für die genannten Siedlungen und 4., Tabelle „Auswirkungen der Entwicklungsszenarien auf Energieeffizienz, Mikroklima und Freiraum“).

Die Entwicklungsszenarien dienen als Diskussionsgrundlage und stellen daher keinen Vorentwurf oder gar Entwurf dar.

#### AP 4.5 Synchronisation mit den durch die WBG / InnovationCity Ruhr durchgeführten Modernisierungsschritten im Gebäudebestand

Durch den Wegfall der THS als Kooperationspartner musste dieses Arbeitspaket angepasst werden, da ein direkter Austausch zu bestehenden Sanierungsmaßnahmen eines Projektpartners nicht mehr möglich war. Alternativ wurde die Mitarbeiter der Energieberatung der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop zu typischen Modernisierungsschritten bei Wohngebäuden befragt. Die genannten Kosten für Sanierungsmaßnahmen wurden mit Kostenangaben und Modernisierungsschritten der KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau, Ressort Energieeffizient sanieren) verglichen (siehe „Kapitel II – 1. Erzielte Ergebnisse, AP 5.1 Kostenübersicht Gebäudesanierung“). Auch die Wohnungsbaugesellschaften Vivawest und Deutschen Annington wurden zu ihrem Vorgehen bei der Sanierung befragt (siehe nachfolgender Abschnitt „Informationen der WBG zum Umgang mit Sanierung“).

Auch zum Umgang mit den Freiflächen den Maßnahmen im Rahmen der Freiflächenpflege in den Modellsiedlungen wurden die Vivawest und Deutschen Annington gefragt (siehe unten „Informationen der WBG zum Umgang zur Freiflächenpflege“). Neben den Pflegemaßnahmen wurde auch nach abgeschlossenen oder geplanten Projekten im Bereich des dezentralen Regenwassermanagements und nach der Bereitschaft zur Nutzung von Biomasse gefragt. Beiden Befragungen werden hier mit Fragebogen und Antworten dokumentiert.

#### Informationen der WBG zum Umgang zur Freiflächenpflege

Um weitergehende Informationen zu der Gestaltung und Pflege der Außenanlagen in den Modellsiedlungen zu erlangen, wurden die Wohnungsbaugesellschaften kontaktiert (Frageformular mit Antworten des Haus Vogelsang siehe folgende Seite). Die Vivawest verwies auf das Haus Vogelsang (kurz HVG). Seitens der Deutschen Annington wurden leider keine weitergehenden Informationen bereitgestellt. Die HVG Grünflächenmanagement GmbH ist für die Freiflächenpflege und für die Reinigung in vielen Siedlungen der Vivawest zuständig, u.a. für die Modellsiedlungen Sydowstraße und In der Welheimer Mark. In der Sydowstraße befinden sich die Gärten jedoch größtenteils in der privaten Nutzung der Mieter. Hier ist das Haus Vogelsang nur für die vorderen Gartenbereiche zuständig. Auf den Rasenflächen wird eine Mulchmäh durchgeführt. Die Häufigkeit richtet sich nach der Wuchshöhe (i.d.R. 10 bis 12 cm). Die Kosten liegen bei unter 0,1 Euro pro Quadratmeter. Auch der Heckenschnitt ist abhängig von dem Zuwachs (max. 12 bis 15 cm). Die Kosten pro Heckenmeter sind etwa sechzigmal so hoch wie für die Rasenpflege. Den größten Kostenposten in der Freiflächenpflege stellt der Baumschnitt dar, der pro Baum berechnet wird. Grundlage für die Häufigkeit der Baumpflege bilden die durch die Kontrolleure ausgewiesenen Maßnahmen. Zusätzlich findet alle zwei Jahre ein Auslichtungs- und Verjüngungsschnitt der Bäume statt. Dabei fallen keine nennenswerten Kosten an. Auch die verkehrstechnischen Schnitte entlang von Wegen und Straßen, die abhängig von dem Zuwachs durchgeführt werden (max. 10 bis 15 cm), sind preiswert. Die Maßnahmen im Bereich Reinigung und Sicherheit umfassen insbesondere das Kehren von Wegen, was zehnmal jährlich durchgeführt wird. Die Kosten pro Quadratmeter liegen noch unter denen der Mulchmäh. Laub wird dreimal jährlich aufgesammelt und abtransportiert, ebenfalls zu einem Preis von unter 0,1 Euro. Die Wege werden im Winter bei Bedarf zudem gestreut (Winterdienst). Die Kosten hierfür sind etwas höher. Bei jedem Pflegegang wird auch Müll aufgesammelt (keine zusätzlichen Kosten) und die Mülleimer geleert. Die Kosten für eine Mülleimerentleerung liegen bei dem dreifachen Preis eines Ausdünnungs- und Verjüngungsschnitts eines Baumes.

<b>Pflegemaßnahme Haus Vogelsang</b>		
<b>Sydowstraße</b>	<b>pro Jahr</b>	<b>Kosten pro m<sup>2</sup></b>
<b>Rasenmähen</b>		
Mulchmahd OHNE Schnittgut-Abtransport	abhängig von der Wuchshöhe (10 bis 12 cm)	Auf Wunsch des Haus Vogelsang werden die genannten Kosten nicht veröffentlicht
Wiesenmahd		
<b>Gehölzschnitt</b>		
Heckenschnitt	abhängig vom Zuwachs (max. 10 bis 15 cm)	
Baumpflege	Ausweisung der Maßnahmen durch die Kontrolleure	
Auslichtungs- o. Verjüngungsschnitt	alle 2 Jahre	
Verkehrstechnischer Schnitt (Wege freihalten)	abhängig vom Zuwachs (max. 10 bis 15 cm)	
<b>Reinigung und Sicherheit</b>		
Wege kehren	10 x jährlich	
Wege streuen	nach Bedarf	
Laub aufsammeln und abtransportieren	3 x jährlich	
Müll einsammeln	jeder Pflegegang	
Mülleimer leeren	jeder Pflegegang	

<b>Pflegemaßnahme Haus Vogelsang</b>		
<b>Welheimer Mark</b>	<b>pro Jahr</b>	<b>Kosten pro m<sup>2</sup></b>
<b>Rasenmähen</b>		
Mulchmahd OHNE Schnittgut-Abtransport	abhängig von der Wuchshöhe (10 bis 12 cm)	Auf Wunsch des Haus Vogelsang werden die genannten Kosten nicht veröffentlicht
Wiesenmahd		
<b>Gehölzschnitt</b>		
Heckenschnitt	abhängig vom Zuwachs (max. 10 bis 15 cm)	
Baumpflege	Ausweisung der Maßnahmen durch die Kontrolleure	
Auslichtungs- o. Verjüngungsschnitt	alle 2 Jahre	
Verkehrstechnischer Schnitt (Wege freihalten)	abhängig vom Zuwachs (max. 10 bis 15 cm)	
<b>Reinigung und Sicherheit</b>		
Wege kehren	10 x jährlich	
Wege streuen	nach Bedarf	
Laub aufsammeln und abtransportieren	3 x jährlich	
Müll einsammeln	jeder Pflegegang	
Mülleimer leeren	jeder Pflegegang	

Abb. 21: Frageformular zur Freiflächenpflege mit Antworten des Haus Vogelsang (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP 01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2013)

Zum dezentralen Regenwassermanagement äußerte die Vivawest bereits 240.000 Quadratmeter versiegelte Fläche in ihren Siedlungen (darunter auch die Siedlung „In der Welheimer Mark“) abgekoppelt und eine Regenwasserversickerung bzw. -nutzung durchgeführt zu haben. Auch eine Nutzung der Biomasse könne man sich grundsätzlich vorstellen. Bisherige Ansätze seien aber noch nicht wirtschaftlich gewesen.

### Informationen der WBG zum Umgang mit Sanierung

Des Weiteren wurden die Vivawest und Deutschen Annington zur Freiflächen- und Gebäudeentwicklung befragt (Fragekatalog siehe unten). Trotz mehrfacher Rückfrage gab es seitens der Deutschen Annington aber keine Rückmeldung.

Fragekatalog an die WBG zu den Freiflächen	Antworten der Vivawest
<b>Gibt es auch Ihrer Sicht Verbesserungspotenzial bzw. Sanierungsbedarf bei der Gestaltung oder Nutzbarkeit der Außenanlagen? Wenn ja, welche Maßnahmen hielten Sie für sinnvoll bzw. welche sind geplant?</b>	
Modellsiedlung „Sydowstraße“	– In Teilbereichen ist eine Nachverdichtung mit Umnutzung geplant
Modellsiedlung „In der Welheimer Mark“	– Sanierung bereits mit Erfolg abgeschlossen, die Siedlung ist seitdem in gutem Zustand
Modellsiedlung „Prospersiedlung“	– Derzeit keine Planungen
<b>Könnten Sie sich generell vorstellen, den Grünschnitt einer energetischen Verwendung zuzuführen? Würden Sie dies auch in Erwägung ziehen, auch wenn es keinen geldwerten Vorteil bringt, also kostenneutral wäre?</b>	
Alle Modellsiedlungen	– Projekte waren angedacht, Sachstand HVG, bisher keine Kostenneutralität gegeben, Mehrkosten sind nicht vertretbar
<b>Gibt es ein dezentrales Regenwassermanagement?</b>	
Wenn nein: Warum nicht (Eignung, Kosten, Planung, ...)?	
Wenn ja: Wie beurteilen sie dies (Kosten, Image, Gestaltung, ...)?	
Modellsiedlung „Sydowstraße“	– Es gibt keine Regenwasserversickerung
Modellsiedlung „In der Welheimer Mark“	– Es gibt eine Regenwasserversickerung, die Mehrkosten waren vertretbar, das Image der Regenwasserversickerung ist gut, die Gestaltung gelungen und belebend
Modellsiedlung „Prospersiedlung“	– Keine Angaben
<b>Wie schätzen Sie die mikroklimatische Situation in Ihren Siedlungen ein?</b>	
Modellsiedlung „Sydowstraße“	– gut, hoher Freiflächenanteil
Modellsiedlung „In der Welheimer Mark“	– gut, hoher Freiflächenanteil
Modellsiedlung „Prospersiedlung“	– Keine Angaben
<b>Spielt dieses Thema generell eine Rolle bei der Planung der Außenanlagen (z.B. Aufenthaltsqualität)?</b>	
	– Ja grundsätzlich, aber immer unter Berücksichtigung Machbarkeit und Mehrkosten
<b>Gibt es auch Ihrer Sicht Verbesserungspotenzial bei der Gestaltung der Außenanlagen aus klimatischer Sicht? Wenn ja, welche Maßnahmen hielten Sie für sinnvoll?</b>	
<b>Modellsiedlung „Sydowstraße“</b>	
Modellsiedlung „Sydowstraße“	– Nein
Modellsiedlung „In der Welheimer Mark“	– Nein
Modellsiedlung „Prospersiedlung“	– Keine Angaben

Fragenkatalog an die WBG zu den Gebäuden	Antworten der Vivawest
<b>Besteht aus Ihrer Sicht Sanierungsbedarf der Gebäudehülle (Fassade, Fenster, Dach, Fundamente) oder der Anlagentechnik?</b>	
Modellsiedlung „Sydowstraße“	– Ja
Modellsiedlung „In der Welheimer Mark“	– Nein da bereits saniert
Modellsiedlung „Prospersiedlung“	– Ja
<b>Welche Sanierungsmaßnahmen wurden bereits durchgeführt? Wie ist der derzeitige Standard (nach Energieeinsparverordnung)?</b>	
Modellsiedlung „Sydowstraße“	– Noch keine
Modellsiedlung „In der Welheimer Mark“	– Komplettsanierung
Modellsiedlung „Prospersiedlung“	– Noch keine
<b>Wie schätzen sie die Akzeptanz für Sanierungsmaßnahmen und daraus resultierende Sanierungskosten in der Bewohnerschaft ein?</b>	
Alle Modellsiedlungen	– Grundsätzlich gute Akzeptanz
<b>Worin sehen Sie die ausschlaggebenden Gründe für Wohnungsbaugesellschaften und Privateigentümer, in Sanierung und Dämmung von Gebäuden zu investieren (finanzieller / personeller Aufwand, Begrenzung Mietpreiserhöhungen, Mieterwechsel, Fördervoraussetzungen, ...)?</b>	
	– Bestandspflege, Sicherstellung langfristiger Vermietbarkeit
<b>Nutzen Sie erneuerbare Energiequellen?</b>	
Wenn nein: Warum nicht (Eignung, Kosten, Planung, ...)?	
Wenn ja: Wie beurteilen sie dies (Wirtschaftlichkeit, Image, Gestaltung, ...)?	
	– Ja, differenzierte Betrachtung der Wirtschaftlichkeit erforderlich, da stark wechselnde Rahmendaten wie Förderung, Erträge, Vergütung, – Image gut, Gestaltung egal
<b>Könnten Sie sich vorstellen, die Nutzung erneuerbarer Energien in Ihren Siedlungen auszubauen? Welche Maßnahmen sind aus Ihrer Sicht geeignet bzw. rentabel, welche eher nicht (PV-Anlagen, Solarthermie, Geothermie, Abwasserwärmenutzung, Wind, Biomasse)?</b>	
Alle Modellsiedlungen	– Ja, immer unter Betrachtung der Wirtschaftlichkeit, Geothermie über WP derzeit am Wirtschaftlichsten
<b>Wie schätzen sie die Akzeptanz für die Nutzung erneuerbarer Energien in der Bewohnerschaft ein?</b>	
Alle Modellsiedlungen	– Hoch, jedoch geringe Akzeptanz für Brutto-Mehrkosten

Abb. 22: Frageformular zur Freiflächen- und Gebäudeentwicklung mit Antworten der Vivawest (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP 01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2013)

Zum Projektabschluss im Oktober 2014 sollen mit der Vivawest noch folgende Fragen zur Gestaltung der Außenanlagen besprochen werden (Feedback seitens der WBG, siehe „Kapitel II – 1. Erzielte Ergebnisse, AP 6 Begleitung der Umsetzung in einer oder mehreren Modellsiedlungen“):

- Wer ist zuständig für die Gestaltung der Außenanlagen in Siedlungen wie der Welheimer Mark?
- Wer führt die konkreten Planungen durch, wird ein Dritter beauftragt oder wird das in Ihrem Hause gemacht?
- Werden bei Neuplanungen für die Außenanlagen die Pflegekosten berücksichtigt? Sind diese der ausschlaggebende Faktor für oder gegen bestimmte Maßnahmen?
- Sind die Grünflächen in der Siedlung In der Welheimer Mark eher als Abstands- oder Versickerungsflächen gedacht oder zur intensiven Nutzung durch die Anwohner?

## AP 5 - Aufarbeiten der Konzepte für eine nachhaltigkeitsbezogene Bewertung

### Inhalt

AP 5.1 Kostenübersicht Gebäudesanierung  
 AP 5.2 Kostenübersicht Freiflächenpflege/Biomassenutzung  
 AP 5.3 Bewertungsmethoden und Bewertung

### Ziel

Nachhaltigkeitsbezogene Bewertung der Entwicklungsszenarien in Kooperation mit dem TP 10. Die Bewertung solle die monetären, sozioökonomischen und ökologischen Folgen der vorgeschlagenen Maßnahmen beurteilen.

Im Antrag war vorgesehen, die Planungen zur Verbesserung der Energieeffizienz in Siedlungen in Kooperation mit dem „TP 10 - Nachhaltigkeitsbezogene Bewertung alternativer Flächennutzungskonzepte“ einer nachhaltigkeitsbezogenen Bewertung zu unterziehen. Die Bewertung sollte die monetären, sozioökonomischen und ökologischen Folgen der Maßnahmen beurteilen. Aufgrund der Änderungen bei der Projektbearbeitung (Wegfall der THS bzw. Vivawest als Kooperationspartner), des Ausfalls des Analysetools (Bearbeitung/Nutzung nur auf der Basis von Grundlagendaten) und der Dauer der Grundlagenerhebung (2012 Vegetationskartierung/2013 Nutzungskartierung) konnte der Punkt „Aufarbeiten der Konzepte für eine nachhaltigkeitsbezogene Bewertung“ nicht wie vorgesehen bearbeitet werden.

Zur Aufarbeitung der Konzepte für eine nachhaltigkeitsbezogene Bewertung hätten u.a. zu folgenden Punkten Datengrundlagen vorliegen müssen:

- Kosten der Freiflächenpflege Ist-Zustand
- Kosten der Freiflächenpflege Entwicklungsszenarien
- Kosten eines integrierten Biomasseanbaus (Teil der Entwicklungsszenarien)
- Kosten der Energiebereitstellung Ist-Zustand
- Kosten der Energiebereitstellung Entwicklungsszenarien
- Aktuelle Mieterstruktur und Mietpreise
- Bewertung der bestehenden Biodiversität
- Einnahmen/vermiedene Kosten durch integrierten Biomasseanbau/energetische Verwertung der Biomasse
- Einnahmen/vermiedene Kosten durch energetische Verwertung von Biomasse aus der Freiflächenpflege
- Vermiedene Kosten bei Verbesserungen des Siedlungsklimas (Reduktion winterlicher Auskühleffekte/Reduktion sommerlicher Wärmelasten) durch Veränderungen in der Freiflächenpflege

Diese Datengrundlagen konnten in der verfügbaren Zeit nicht oder nur unvollständig recherchiert werden.

## AP 5.1 Kostenübersicht Gebäudesanierung

Sanierungsmaßnahme			Kostenübersicht (Stand Sommer 2014)	
Gebäude	InnovationCity-Energieberatung (Quelle: InnovationCity Ruhr   Modellstadt Bottrop, Energieberatung, Stand 2014)	KfW – Einfamilienhaus, Vollkosten pro m <sup>2</sup> , Brutto Kosten (Quelle: Internetseite der KfW, Ressort Energieeffizient sanieren, Stand 2014)		
Dämmung der Außenwände	ca. 100 – 210 €/m <sup>2</sup> (Wärmedämmverbundsystem, z.B. 14 cm WLG 035)	ca. 110 – 130 €/m <sup>2</sup> (Wärmedämmverbundsystem, ohne Kosten Gerüst)		
Dämmung Kellerdecke	ca. 25 – 30 €/m <sup>2</sup> (Dämmplatten von unten auf Kellerdecke kleben, Eigenleistung) ca. 40 – 70 €/m <sup>2</sup> (Dämmplatten von unten auf Kellerdecke kleben)	ca. 30 – 40 €/m <sup>2</sup> (nachträgliche Dämmung)		
Dämmung Dachflächen	ca. 90 – 250 €/m <sup>2</sup> (Steildach dämmen und neu eindecken: inkl. Dampfsperre, Rinnen Kamine, d=18 cm, WLG 035) 75 – 90 €/m <sup>2</sup> (Dach von der Raumseite aus zwischen den Sparren dämmen, inkl. raumseitiger Bekleidung)	ca. 201 – 230 €/m <sup>2</sup> (nachträgliche Dämmung Steildach, Zwischen- und Aufsparrendämmung)		
Dämmung oberste Geschossdecke	ca. 25 – 50€/m <sup>2</sup> (nicht begehbar) ca. 60 – 65 €/m <sup>2</sup> (begehbar)			
Erneuerung der Fenster	ca. 350 - 550€/m <sup>2</sup> (Wärmeschutzfenster einbauen: Kunststoff-, Holz, Alu, Holz/Alu)	ca. 290 – 340 €/m <sup>2</sup> (2-fach Verglasung) ca. 340 – 390 €/m <sup>2</sup> (3-fach Verglasung)		
<b>Austausch der Heizung</b>				
Niedertemperaturkessel	ca. 5.000 – 7.000 € (Niedertemperatur Öl oder Gas)			[-]
Gas-Brennwertkessel	ca. 6.000 – 8.000 €			[-]
Öl-Brennwertkessel	ca. 7.000 – 9.000 €			[-]
Pellet-Heizkessel	ca. 13.000 – 18.000 € (für Holzpellets)			[-]
<b>Wärmepumpe</b>				
	ca. 11.000 – 12.000 € (ohne Wärmequelle)			[-]
	ca. 40 – 75 €/lm (Erdsonde, ohne Erdarbeiten)			[-]
	ca. 20 €/m <sup>2</sup> (Erdkollektor, ohne Erdarbeiten)			[-]
	ca. 1.000 – 1.400 € (Pufferspeicher, 1.000 Liter)			[-]
Einbau einer Solarthermie - Anlage (Dach)	ca. 5.000 € + 1.000 € (Solaranlage + Pufferspeicher, für 1 – 3 Personen, nur Warmwasser) ca. 10.000 € + 1.000 € (Solaranlage + Pufferspeicher, für 1 – 3 Personen, Warmwasser + Heizungsunterstützung, 10 kW Hzg)	ca. 6.000 € (Solaranlage zur Warmwasseraufbereitung) ca. 18.000 € (Heizungsunterstützung)		
Einbau einer Photovoltaik-Anlage (Dach)			[-]	ca. 2.000 €/kW <sub>peak</sub> (ca. 8 – 9 m <sup>2</sup> Modulfläche)
Sonnenschutz und sommerlicher Wärmeschutz			[-]	ca. 100 Euro pro Fenster (Sonnenschutz, z.B. durch zusätzliche Rollläden) ca. 4.600 Euro pro Wohneinheit (Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung)

Abb. 23: Kostenrecherche Gebäude (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP 01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2014, nach Angaben der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop, Energieberatung, Stand 2014 und der Internetseite der KfW, Ressort Energieeffizient sanieren, Stand 2014)

Die hier gezeigte Kostenübersicht für verschiedene Sanierungsmaßnahmen deckt sich im Wesentlichen auch mit Zahlen, wie sie von Kundenmagazinen der Bausparkassen (Schwäbisch Hall-Kundenmagazin 2/2014, S.27 bis 43) angegeben werden. Auch hier liegen die Preisspannen einer Sanierungsmaßnahme zum Teil bei 100 %. Das Ablaufschema für eine mögliche monetäre Bewertung sieht wie folgt aus:

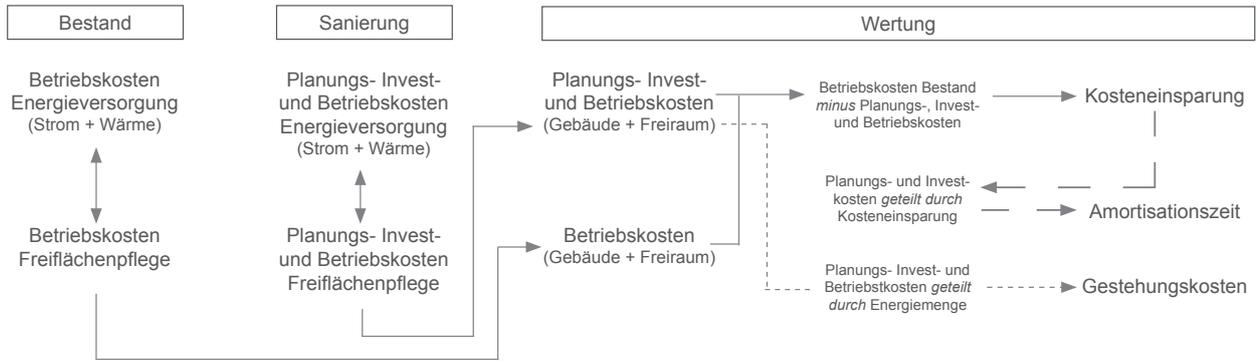


Abb. 24: Methode zur vereinfachten monetären Betrachtung der Entwicklungsszenarien (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP 01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2014, auf der Basis der Methode zur Kostenermittlung im Forschungsprojekt EnEff:Stadt UrbanReNet, unveröffentlicht 2014)

Für die Modellsiedlung „Sydowstraße“ wurden anhand der recherchierten Daten die Kosten einer Sanierung mit Dämmung und Austausch der Fenster exemplarisch zusammengefasst. Dazu wurden seitens der M1 folgende Annahmen getroffen:

Maße eines Gebäudes (eigene Annahme)		Fensterflächen eines Gebäudes (eigene Annahme)	
Länge	20 m	kleine Fenster (8 Stück)	0,5 x 0,3 m
Breite	7,5 m	Große Fenster (4 Stück)	0,8 x 0,8 m
Höhe	3,5 m	Giebelfenster (8 Stück)	0,8 x 0,8 m
Höhe Giebel	4 m	Haustüren (4 Stück)	2 x 0,8 m
Grundfläche	150 m <sup>2</sup>	Summe Fensterflächenanteil	ca. 15 m <sup>2</sup>
Fassadenfläche inkl. Giebel	ca. 220 m <sup>2</sup>	Fassadenfläche exkl. Fensterfl.	ca. 205 m <sup>2</sup>

Abb. 25: Sanierungsflächen, eigene Annahmen (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP°01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2014)

Sanierungsflächen

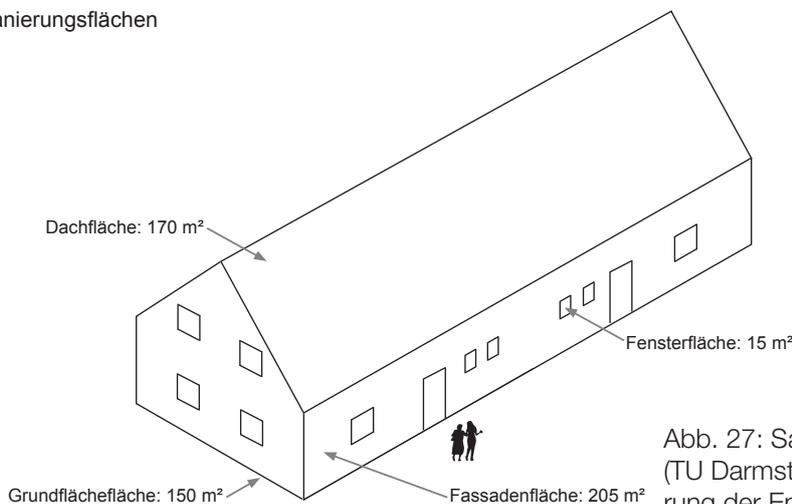


Abb. 27: Sanierungsflächen, eigene Annahme (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP 01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2014)

Maßnahmen	Fläche	Kosten (Quelle siehe Tab. „Kostenrecherche Gebäude“)		
		min.	mittel	max.
Dämmung Fassade	1 m <sup>2</sup>	100 €/m <sup>2</sup>	155 €/m <sup>2</sup>	210 €/m <sup>2</sup>
	ca. 205 m <sup>2</sup>	ca. 20.700 €	ca. 32.100 €	ca. 43.500 €
Dämmung Kellerdecke	1 m <sup>2</sup>	25 €/m <sup>2</sup>	33 €/m <sup>2</sup>	40 €/m <sup>2</sup>
	ca. 150 m <sup>2</sup>	ca. 3.800 €	ca. 4.900 €	ca. 6.000 €
Dämmung Dachfläche	1 m <sup>2</sup>	90 €/m <sup>2</sup>	170 €/m <sup>2</sup>	250 €/m <sup>2</sup>
	ca. 170 m <sup>2</sup>	ca. 15.500 €	ca. 29.200 €	ca. 43.000 €
Austausch Fenster	1 m <sup>2</sup>	290 €/m <sup>2</sup>	315 €/m <sup>2</sup>	340 €/m <sup>2</sup>
(2-fach Verglasung)	15 m <sup>2</sup>	ca. 4.400 €	ca. 4.800 €	ca. 5.200 €
Austausch Fenster	1 m <sup>2</sup>	340 €/m <sup>2</sup>	445 €/m <sup>2</sup>	550 €/m <sup>2</sup>
(3-fach Verglasung)	ca. 15 m <sup>2</sup>	ca. 5.200 €	ca. 6.800 €	ca. 8.400 €
<b>Summe der Maßnahmen</b>		<b>min.</b>	<b>mittel</b>	<b>max.</b>
Pro Gebäude				
Dämmung + 2-fach Verglasung		ca. 44.400 €	ca. 71.000 €	ca. 97.700 €
Dämmung + 3-fach Verglasung		ca. 45.100 €	ca. 73.000 €	ca. 101.000 €
Pro Wohneinheit (vier Wohneinheiten pro Gebäude)				
Dämmung + 2-fach Verglasung		ca. 11.100 €	ca. 17.800 €	ca. 24.400 €
Dämmung + 3-fach Verglasung		ca. 11.300 €	ca. 18.300 €	ca. 25.200 €

Abb. 26: Exemplarischer Kostenrahmen, basierend auf den Annahmen zur Kubatur des Gebäudes und den recherchierten Sanierungskosten, die Sanierungskosten wurden dazu auf minimale, mittlere und maximale Kosten verteilt (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP 01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2014)

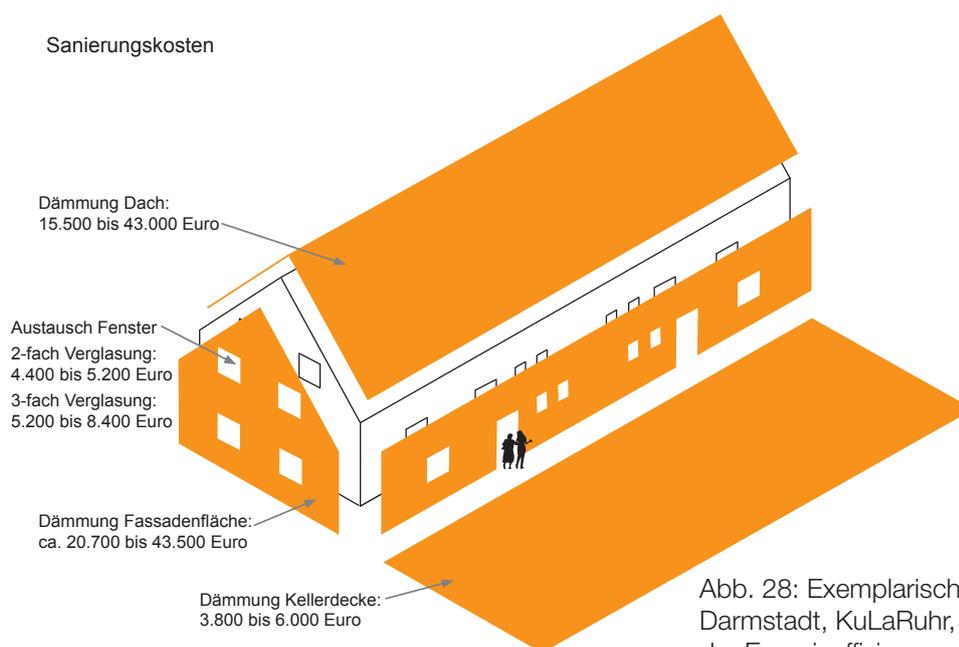


Abb. 28: Exemplarischer Kostenrahmen (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP 01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2014)

## AP 5.2 Kostenübersicht Freiflächenpflege/Biomassenutzung

Die Recherche zu Kosten der Pflegemaßnahmen beschränkte sich aus Zeitgründen nur auf die Abfrage von Pflegekosten der Wohnungsbaugesellschaften (siehe „Kapitel II - 1. Erzielte Ergebnisse, AP 4.5 Synchronisation mit den durch die WBG/ InnovationCity Ruhr durchgeführten Modernisierungsschritten im Gebäudebestand“). Frühere Recherchen im Projekt EnEff:Stadt UrbanReNet und aktuelle Recherchen des „M2 – Entwicklung einer regionalen Biomassestrategie mit den Kernbausteinen Biomassenutzung und –produktion im Emscher Landschaftspark, inklusive einer Verwendung des Grünschnitts aus der Parkpflege“ (siehe Schlussbericht der M2) haben gezeigt, dass hier nur schwer Zahlen zu finden sind. Weder ausführende Pflegefirmen noch Kommunen oder Wohnungsbaugesellschaften legen ihre Daten zur Freiflächenpflege offen und wenn doch, dann nur mit der Bitte um Nicht-Veröffentlichung wie im Fall des Haus Vogelsang oder in Form von Leistungspaketen, die nicht weiter in Einzelmaßnahmen aufgeteilt werden können. Wo Preisspannen genannt werden, liegen auch diese oft weit auseinander.

Freiflächenpflege	Kostenübersicht	
	Kostenrahmen Haus Vogelsang (Stand 2013, pro Jahr)	Kostenrecherche aus ww.baupreise.de (Stand 2011, pro Jahr)
Mulchmähd OHNE Schnittgut-Abtransport	unter 0,1 €/m <sup>2</sup>	0,15 – 1 €/m <sup>2</sup>
Rasenmähen MIT Schnittgut-Abtransport		0,28 – 1 €/m <sup>2</sup>
Heckenschnitt	ca. 5€/lm	3,6 – 15 €/m <sup>2</sup>
Baumpflege	ca. 40 € je Baum	58– 230 €/m <sup>2</sup>
Auslichtungs- o. Verjüngungsschnitt	ca. 1 € je Gehölz	65 – 120 €/m <sup>2</sup>
Verkehrstechnischer Schnitt (Wege freihalten)	ca. 0,2 €/m <sup>2</sup>	[-]
Wege kehren	unter 0,01€/m <sup>2</sup>	[-]
Wege streuen	ca. 0,25 €/lm	[-]
Laub aufsammeln und abtransportieren	unter 0,1 €/m <sup>2</sup>	[-]
Mülleimer leeren	ca. 5 €/m <sup>2</sup>	[-]

Abb. 29: Kostenrecherche Freiraum (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP 01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2014)

Der Kostenrechner des Kuratoriums für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL, Internetseite KTBL 2012) liefert Kosten zum Anbau etablierter Ackerkulturen inklusive Biogas-Mais. Für den Biomasseanbau mit alternativen Kulturen liegen derzeit nur wenige Informationen vor. Die genannten Zahlen sind nur bedingt auf einen Anbau innerhalb von Siedlungen übertragbar, da hier andere (kleinere) Flächengrößen vorliegen, die den Einsatz kleinerer Maschinen und einen höheren Anteil an manueller oder motor-manueller Arbeit mit sich bringen würden.

Biomasseanbau	Kostenrahmen KTBL (Stand Sommer 2012)	
	pro Hektar	pro Quadratmeter
Anbau Biogas-Mais	ca. 1.200 €/ha	0,12 €/m <sup>2</sup>
Anbau Topinambur	ca. 2.200 €/ha	0,22 €/m <sup>2</sup>
Anbau Pappel Kurzumtriebsplantage (KUP)	ca. 3.200 €/ha von der Ernte bis zur ersten Ernte im vierten Jahr, ohne Rodung und Wildverbisschutz	0,32 €/m <sup>2</sup>
Anbau Weiden Kurzumtriebsplantage (KUP)	ca. 2.500 €/ha von der Ernte bis zur ersten Ernte im vierten Jahr, ohne Rodung und Wildverbisschutz	0,25 €/m <sup>2</sup>

Abb. 30: Kostenrecherche Biomasseanbau (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP 01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2014, nach Angaben des KTBL, Stand 2012)

### AP 5.3 Bewertungsmethoden und Bewertung

Die Bewertung der Entwicklungsszenarien durch das „TP 10 - Nachhaltigkeitsbezogene Bewertung alternativer Flächennutzungskonzepte“ hätte die monetären, sozioökonomischen und ökologischen Folgen der Maßnahmen abschätzen und beurteilen sollen. Nachfolgend werden exemplarisch mögliche Konsequenzen der Entwicklungsszenarien für die Siedlungen „Welheimer Mark“ und „Sydowstraße“ in Grafiken dargestellt. Die Folgen beziehen sich zur besseren Übersicht auf die Themenbereiche „Freiflächenpflege“, „Energieversorgung“, „Freiraumqualität“ und „Soziale Verträglichkeit“. Auf eine Zuordnung zu den Rubriken „Sozial“, „Ökonomisch“, „Ökologisch“ wird an dieser Stelle verzichtet, da eine genaue Zuordnung von Folgen in einzelne Rubriken meist nicht möglich ist.

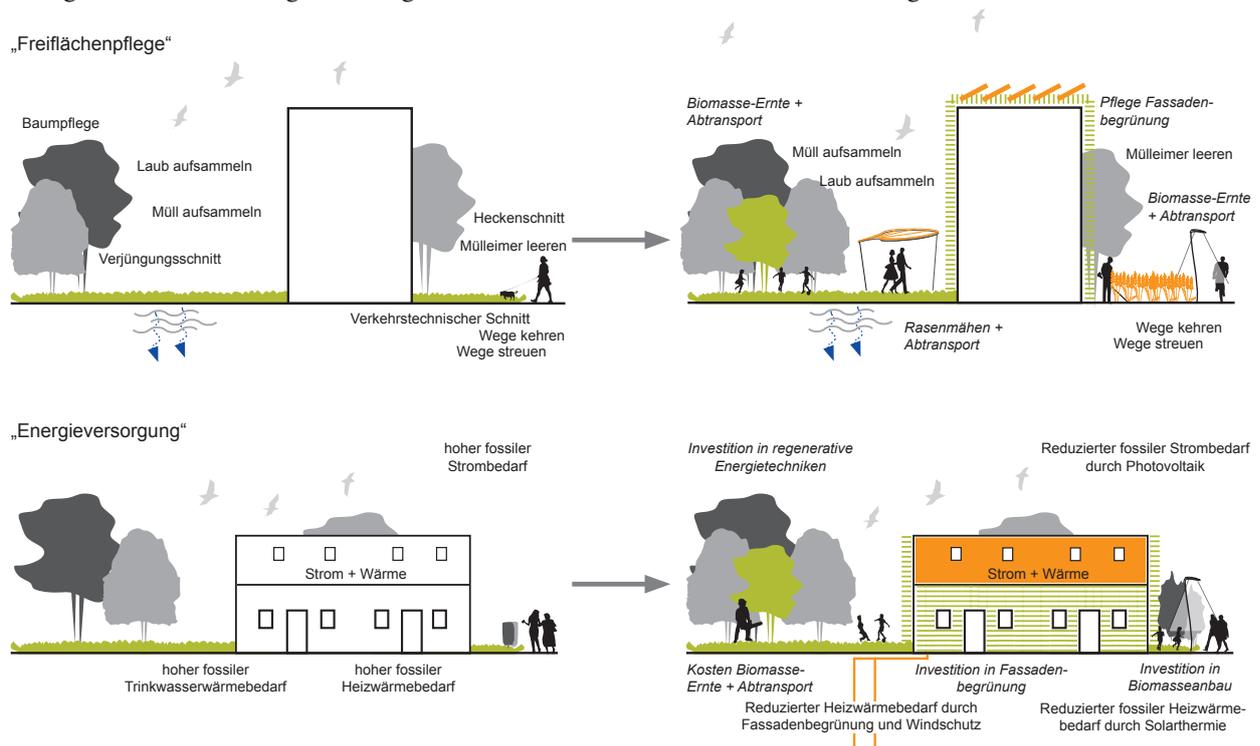


Abb. 31: Exemplarische Abschätzung von Folgen der Entwicklungsszenarien (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP 01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2014)

Folgen der Maßnahmen auf die Freiflächenpflege in der Siedlung „In der Welheimer Mark“:

- Arbeiten wie Laub sammeln im Herbst oder das regelmäßige kehren der Wege und leeren der Mülleimer werden durch die Maßnahmen nicht beeinflusst
- durch die Ausweitung der holzigen Biomasse verringert sich die Rasenfläche (Folge: Reduktion im Bereich der Rasenpflege), dafür muss als Erweiterung der bestehenden Baumpflege und Baumkontrolle ca. alle fünf bis zehn Jahre Holz zur energetischen Nutzung entnommen und abtransportiert werden
- auch durch den Anbau krautiger Biomasse wird die Rasenfläche und damit die Rasenpflege reduziert, dafür muss einmal im Jahr die krautige Biomasse geerntet und abtransportiert werden, da die Ernte von krautiger Biomasse derzeit keine etablierte Praxis ist, muss der Rückschnitt mit geeigneten Mähern oder Motorsensen erfolgen
- die Fassadenbegrünung muss ca. einmal im Jahr kontrolliert werden, gegebenenfalls ist ein Korrekturschnitt notwendig, zudem muss zusätzlich Laub aufgesammelt werden

Folgen der Maßnahmen auf die Energieversorgung in der Siedlung „Sydowstraße“:

- durch den Einsatz regenerativer Energietechniken oder die Nutzung von Biomasse kann der Bedarf an fossilen Energieträgern reduziert werden
- durch eine energetische Sanierung des Gebäudes mit Austausch der Fenster, Dämmung von Dach und Keller und bedingt der Dämmung der Außenmauern (Denkmalschutzproblematik) kann der Bedarf an Heizwärme generell gesenkt werden
- durch eine immergrüne Fassadenbegrünung könnte der Bedarf an Heizwärme ebenfalls reduziert werden, wenn auch nicht so deutlich wie durch eine Dämmung; dafür wäre die Fassadenbegrünung eher denkmalverträglich
- auch ein dichter Gehölz- und Heckenbestand kann durch Minderung von Auskühleffekten zu einer Reduktion der Wärmeverluste bei ungedämmten Gebäuden führen
- den Einsparungen im Bereich der fossilen Energieträger stehen die Investitionskosten in regenerative Energietechniken, der Nutzung von Biomasse oder die Verdichtung der Grünstruktur gegenüber

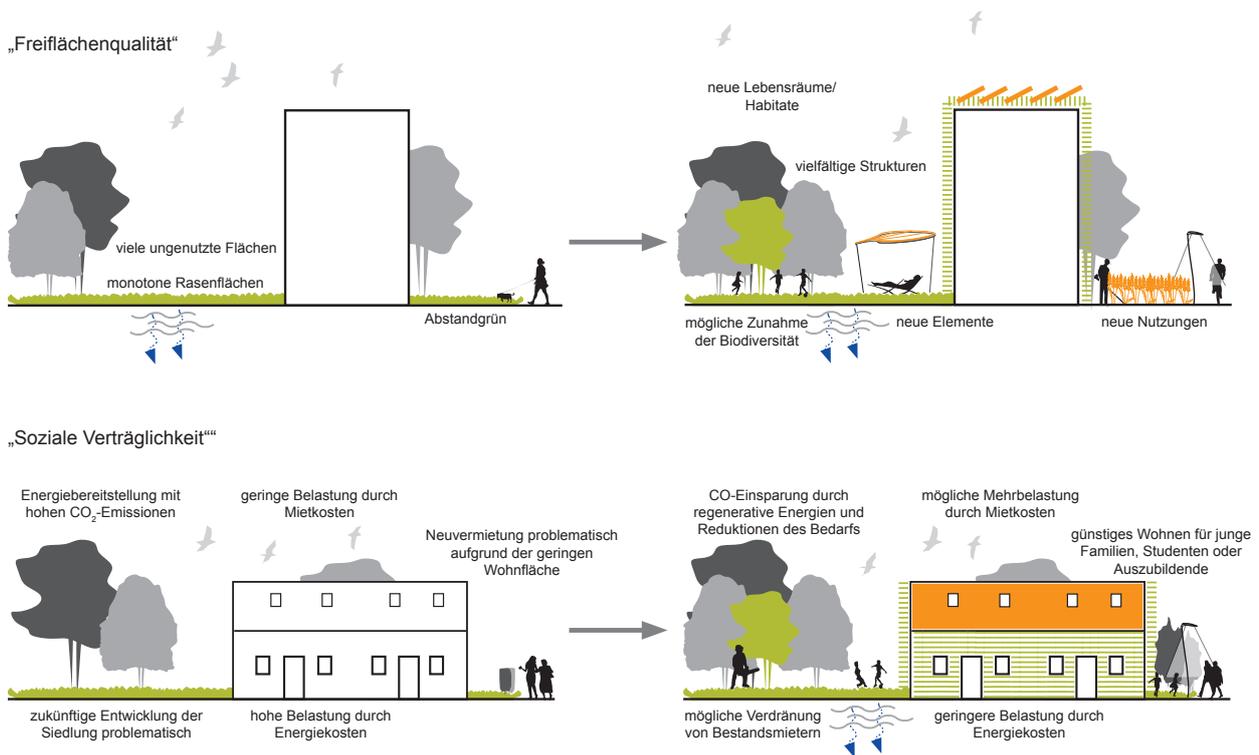


Abb. 32: Exemplarische Abschätzung von Folgen der Entwicklungsszenarien (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP 01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2014)

Folgen der Maßnahmen auf die Freiflächenqualität in der Siedlung „In der Welheimer Mark“:

- die Integration von regenerativen Energietechniken wie Photovoltaik oder Solarthermie bietet die Möglichkeit neben den Gebäuden auch die Freiflächen in geeigneten Bereichen durch solaraktive Laubengänge, Carports oder Pergolen aufzuwerten
- die Fassadenbegrünung und der Biomasseanbau können zusätzliche jahreszeitliche Aspekte (Blüte, Herbstfärbung, Wechsel Austrieb, Wachstum und Rückschnitt) in die Gestaltung bringen
- die Ausweitung des Gehölzbestandes oder die Integration von Biomasseanbau bringen neue Nutzungen in die derzeit fast nur als Abstandsgrün fungierenden Rasenflächen und bereichern so die Struktur der Freiflächen
- durch die Ausweitung des Gehölzbestandes und je nach Artenauswahl sogar durch die Integration von Biomasseanbau können neue Lebensräume entstehen, was zu einer Zunahme der Biodiversität führen könnte
- durch die Ausweitung des Gehölzbestandes und die Höhe der angebauten Biomasse können neue Angsträume (uneinsehbare Bereiche) entstehen, die die Freiflächenqualität für viele Bewohner negativ beeinflussen würden

Folgen der Maßnahmen auf die soziale Verträglichkeit in der Siedlung „Sydowstraße“:

- durch die energetische Sanierung können die Energiekosten langfristig reduziert werden
- durch den Einsatz regenerativer Energietechniken und/oder die energetische Sanierung werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Siedlung reduziert
- durch den Einsatz regenerativer Energietechniken und/oder die energetische Sanierung kann es zu einer Erhöhung der Bestandsmieten und dadurch zu einer Verdrängung der aktuellen Mieter kommen, auch eine Zunahme des Leerstands durch erhöhte Mieten ist möglich
- durch die passiven, kostenextensiven Maßnahmen wie Ausweitung des Gehölzbestandes (mit der Option zur Nutzung von holziger Biomasse durch die Mieter) oder Fassadenbegrünung kann die Siedlung aufgewertet werden und dennoch als günstiger Wohnraum erhalten bleiben

Unabhängig von einer Bewertung durch das „TP 10 - Nachhaltigkeitsbezogene Bewertung alternativer Flächennutzungskonzepte“ wurde im Rahmen der M1 versucht, Kriterien zur Abschätzung der Folgen bei der energetischen Optimierung von Wohnsiedlungen abzuleiten. Im Fokus der Kriterien stehen dabei die siedlungsinternen und siedlungsnahen Freiräume. Die Kriterien orientieren sich an den Indikatoren, die in der „Gestaltungsfibel Nachhaltiger Schulhof“ (Schumacher, Horst und das Thüringer Institut für Lehrerfortbildung, 2010) und in Forschungsprojekt Energiegarten der FH Erfurt (Schumacher et. al. 2010) erarbeitet wurden. Mit diesen Indikatoren sollten die Elemente und Ziele einer nachhaltigen Freiraumgestaltung konkretisiert werden. Die Themenfelder oder Indikatoren sind für jeden Freiraumtyp anwendbar, die Ziele und Nutzungsbeispiele variieren je nach Freiraumtyp. Auf eine Zuordnung zu den drei 'Säulen' der Nachhaltigkeit (Ökologie, Soziales, Ökonomie) wird bei diesem Ansatz bewusst verzichtet, da jeder Indikator einen Bezug zu einer oder allen drei dieser Säulen haben kann bzw. haben sollte. Als nachhaltig könnte eine Gestaltung angesehen werden, die bei der Umsetzung der Themenfelder in der Gestaltung zu einem ausgeglichenen Verhältnis ökologischer, ökonomischer und sozialer Belange kommt (siehe Anhang A: „Steckbriefe der Modellsiedlungen“, 4., Tabelle : „Nachhaltigkeitskriterien für Freiflächen an Wohngebäuden“).

## AP 6 - Begleitung der Umsetzung in einer oder mehreren Modellsiedlungen

Im Antrag war vorgesehen, die Planungen zur Verbesserung der Energieeffizienz in Siedlungen in einer oder mehreren Modellsiedlungen umzusetzen. Die Umsetzung hätte durch den Kooperationspartner THS erfolgen sollen. Nach dem Wegfall der THS als Kooperationspartner konnte während der Projektlaufzeit kein Partner für eine Umsetzung gewonnen werden. Eine Synchronisation mit realen Maßnahmen zur Modernisierung ist im ursprünglich geplanten Umfang war damit nicht innerhalb der Projektlaufzeit möglich.

Um dennoch eine Einschätzung (Feedback) durch die WBGs zu erhalten, wurden die Planungen zur Verbesserung der Energieeffizienz in Siedlungen mit Projektende (29. September 2014) der Vivawest in Gelsenkirchen vorgestellt. Die Arbeiter der „M1 - Optimierung der Energieeffizienz bestehender Wohnsiedlungen durch eine integrierte Betrachtung von Gebäuden und Freiflächen“ wurden zusammen mit den Ergebnissen der „M2 - Entwicklung einer regionalen Biomassestrategie mit den Kernbausteinen Biomassenutzung und –produktion im Emscher Landschaftspark, inklusive einer Verwendung des Grünschnitts aus der Parkpflege“ präsentiert. Als Mitarbeiter der Vivawest waren anwesend Herr Büsing (Fachbereichsleiter Technische Standards/Innovation), Herr Pantförder (Technisches Management, Technische Standards/Innovation), Herr Collmer (Umweltbeauftragter) und Herr Giesen (Bestandstechniker, Zuständiger für die Siedlungen in Bottrop).

Die Ansätze und Forschungsarbeiten beider Maßnahmen (M1 und M2) zur Verwertung von Biomasse werden von den Vertretern der Vivawest als interessant und wichtig für die Wohnungsbaugesellschaft eingestuft, da in deren Beständen kontinuierlich Grün- und Gehölzschnitt anfällt. Diese Biomasse wird bislang durch den Dienstleister der Vivawest (das Haus Vogelsang) entsorgt oder vor Ort auf den Flächen belassen. Die energetische Nutzung von Biomasse aus der Freiflächenpflege könnte nach Einschätzung der Vivawest zu einer Senkung der Betriebskosten beitragen. Zu prüfen wäre vor allem die Bergung, Verbringung und weitere Behandlung der Biomasse. Diese Problematik müsste aus Sicht der Vivawest mit fachkundigen Mitarbeitern des Haus Vogelsang vertieft betrachtet werden. Gleiches gilt für die möglichen Erträge und Rückvergütungen (vgl.: E-Mail von Herrn Büsing, 30.09.2014). Grundsätzlich müssten aus Sicht der Vivawest die Logistik der Biomasse inklusive Bergung und Verbringung durch passende Partner gewährleistet sein. Auch die Verfügbarkeit einer Verwertungsanlage gerade in Bezug auf die Nutzung krautiger Biomasse wird als eine Hauptvoraussetzung genannt. Diese fehlt bislang. Auch die Problematik von Geruchsbelästigung und daraus resultierender fehlender Akzeptanz durch die Bewohner bei einer Biomasseverwertung im Siedlungsbereich wurde diskutiert. Zur Neugestaltung der Freiflächen im Rahmen von Sanierungsmaßnahmen am Gebäude wurde seitens der Vivawest angemerkt, dass neben einer kostengünstigen Pflege (mit dem Ziel die Nebenkosten nicht zu belasten) vor allem der Aspekt der Sicherheit eine große Rolle spielt. Die Außenanlagen sollen möglichst einsehbar sein, um Angsträume zu vermeiden. Rasenflächen mit wenigen Gehölzgruppen wie in der Siedlung „In der Welheimer Mark“ erfüllen diese Zielstellung. Beim Umgang mit der Siedlung „Sydowstraße“ verfolgt die Vivawest derzeit keine Strategie. Eine Sanierung ist derzeit nicht vorgesehen, die Siedlung wird aber dennoch gut angenommen. Es gibt keinen nennenswerten Leerstand. Der Denkmalschutzstatus und die kleinen Wohnungsgrundrisse der Siedlung werden auch von der Vivawest als problematisch für die langfristige Entwicklung der Siedlung angesehen. Die Siedlung „In der Welheimer Mark“ wird seit der Sanierung sehr gut angenommen, auch hier gibt es keine Leerstandsprobleme.

## AP 7 - Rückkopplung der Ergebnisse an das erarbeitete Analyse-Tool und Resümee

Das verwendete Analysetool des Forschungsprojekts EnEff:Stadt UrbanReNet ist gut geeignet um Stadtquartiere oder Stadtausschnitte mit über 10 bis über 100 Einzelgebäuden hinsichtlich ihrer baustrukturellen Kennwerte und ihrer energetischen Bedarfe und Potenziale zu betrachten. Die Analyse mit dem Tool (Arbeitsstand Herbst 2013) und den Daten der UrbanReNet-Steckbriefe erfolgt schnell und einfach. Zur Bilanzierung der Bedarfe und Potenziale werden lediglich die GRZ (Maß der baulichen Dichte), die Baualtersklasse (Jahr der Erbauung) und die Sanierungsstufe (Umfang der Sanierung) benötigt.

Um verschiedene Alternativen bei der Sanierung und Energiebereitstellung im Einzelgebäude zu betrachten, eignet sich der „District Energy Concept Adviser“ (Energiekonzept-Berater für Stadtquartiere) des Fraunhofer Instituts für Bauphysik gut. Er liefert hier bessere Ergebnisse, bzw. setzt hier einen größeren Schwerpunkt als das UrbanReNet-Tool. Auch mehrere Gebäude (bis 10 Einzelgebäude) können mit dem „District Energy Concept Adviser“ hinsichtlich ihrer Energieversorgung betrachtet werden. Für Gebiete mit mehr als 10 Gebäuden ist das Tool allerdings schlecht handhabbar.

Die Ergebnisse bei der Arbeit mit dem UrbanReNet-Tool und den UrbanReNet-Steckbriefen wurden fortlaufend an das Forschungsprojekts EnEff:Stadt UrbanReNet zurückgemeldet. Die Ergebnisse der Anwendung finden sich im Schlussberichtes von EnEff:Stadt UrbanReNet Phase I unter „Kapitel 4.5 Evaluierung des Modells“ (Hegger et al 2013, S. 234 f). Eine Ausführliche Dokumentation der Anwendung findet sich auch in der Publikation „Energetische Stadtraumtypen“ die voraussichtlich im Herbst 2014 im Rahnen der EnEff:Stadt Begleitforschung erscheinen wird.

Der vergleichende Test des UrbanReNet-Tools und des „District Energy Concept Adviser“ anhand der Modellsiedlung „Im Weth“ wird Teil des Schlussberichts von UrbanReNet Phase II, der voraussichtlich im Frühjahr 2015 veröffentlicht wird.

## II.2 Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Die wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises werden für alle vier Maßnahmen des Teilvorhabens B gleichlautend zusammengefasst.

Das Gesamtvolumen des Teilvorhabens B - Energieeffizienz bei Siedlungen sowie Biomassestrategie mit insgesamt vier Maßnahmen (siehe unten) betrug 745.342,40 € (inkl. Overhead Pauschale).

- Maßnahme 1: Optimierung der Energieeffizienz bestehender Wohnsiedlungen durch eine integrierte Betrachtung von Gebäuden und Freiflächen
- Maßnahme 2: Entwicklung einer regionalen Biomassestrategie mit den Kernbausteinen Biomassenutzung und –produktion im Emscher Landschaftspark, inklusive einer Verwendung des Grünschnitts aus der Parkpflege
- Maßnahme 3: Integration von langfristig geplanten Gewerbeflächen auf Bergbaufolgestandorten in die Kulturlandschaft der Metropole Ruhr
- Maßnahme 4: Reintegration monofunktionaler Infrastrukturen in die urbane Kulturlandschaft durch eine Bewirtschaftung der sie tangierenden Flächen

Im Laufe der Bearbeitung haben sich gegenüber der ursprünglichen Planung in allen Maßnahmen Änderungen im Ablauf ergeben (siehe auch die Jahresberichte 2012, 2013, 2014). Diese Änderungen führten zu Verschiebungen von Arbeitspaketen, deren Abänderung bzw. in Einzelfällen auch zur Aufgabe und zur Neuausrichtung von Arbeiten. Aufgrund dessen kam es auch zu Verschiebungen bzw. Veränderungen innerhalb der einzelnen Kostenpositionen, ohne dass sich der Gesamtrahmen änderte. Das Vorhaben wurde zweimal kostenneutral verlängert, zuletzt bis zum 31.10.2014.

Die unten genannten Ausgaben beziehen sich auf das gesamte Teilvorhaben:

Personalkosten (Wissenschaftliche Mitarbeiter)	449.125,60 €	66,41 %
Personalkosten (Studentische Hilfskräfte)	38.802,83 €	5,74 %
Aufträge an Dritte (Planungsbüro, Hochschule Ostwestfalen Lippe)	146.608,18 €	21,68 %
Reisekosten	25.435,08 €	3,76 %
Laptop/GIS-Handheld/Software	5.500,00 €	0,81 %
Sonstiges (Veranstaltungen, Dokumentation)	10.828,42 €	1,60 %
Overhead Pauschale	67.758,40 €	10,00 %

Der Schwerpunkt der Ausgaben lag wie oben dargestellt bei den Personalkosten. Der Forschungsansatz und die Forschungsaufgaben in der Zusammenarbeit mit den verschiedenen Projektpartnern bzw. -beteiligten in den einzelnen Maßnahmen waren wie erwartet sehr personalaufwendig. Die angestrebte und auch erfolgte interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen den einzelnen Teilvorhaben innerhalb des KuLaRuhr Verbundes haben sich ebenfalls als zeitaufwendig herausgestellt.

Eine größere Änderung gegenüber der ursprünglichen Planung hat sich durch die notwendige Vergabe von Arbeitsleistungen in den Maßnahmen 2 und 4 an die Hochschule Ostwestfalen Lippe ergeben. Dies wurde im Verlauf der Arbeiten notwendig, da der Hauptbearbeiter Dr. Hans-Peter Rohler zwischenzeitlich dort auf eine Professur berufen wurde und entsprechend nicht mehr als Angestellter der TU Darmstadt arbeiten konnte. Eine weitere Auftragsvergabe an die Planergruppe Oberhausen im Rahmen der Maßnahme 3 war dagegen von Anfang an geplant.

Der zu Beginn des Teilvorhabens aufgestellte Kostenplan musste an die oben darstellte Veränderung bzgl. der zusätzlichen Vergabe von Aufträgen angepasst werden. Im Rahmen eines neuen Gesamtfinanzierungsplans wurden entsprechend Personalkosten in Mittel für die Vergabe von Aufträgen umgewandelt. Ansonsten wurde der Kostenplan im Rahmen der zulässigen Verschiebungen eingehalten (siehe Endverwendungsnachweis).

Hinter der oben genannten Position „Sonstiges“ stehen vor allem die Ausgaben für Workshops und Kongresse (Pos. 0843). Im Kontext des Verbundvorhabens wurden - finanziert aus der Gesamtprojektssteuerung - verschiedene KulaRuhr Werkstätten durchgeführt, die auch Themen des Teilvorhabens abdeckten. Insofern konnte die Anzahl eigener Veranstaltungen des Teilvorhabens reduziert werden. Die Mittel wurden deshalb konzentriert für die Durchführung und Dokumentation eines Theorie-Praxis-Dialoges im Mai 2014, bei dem die Ergebnisse des Teilvorhabens im Mittelpunkt standen. Die Dokumentation ist in Buchform im Klartext Verlag im Dezember 2014 erschienen. Es enthält die wesentlichen Ergebnisse des Teilvorhabens, aufbereitet für ein breiteres Fachpublikum.

## II.3 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Die Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit beruht auf den zwei inhaltlichen Schwerpunkten des Projektes:

- Der energetischen Betrachtung mehrerer realer und übertragbarer Siedlungen inklusive deren grünbestimmte Freiräume und
- der Anwendung/Evaluierung des ersten verfügbaren Analysetools zur energetischen Betrachtung ganzer Siedlungen im Bestand inklusive deren grünbestimmter Freiräume.

Energetische Betrachtungen fokussieren überwiegend den Bereich des Einzelgebäudes und des Neubaus. Auf dieser Ebene gibt es inzwischen etablierte kostenpflichtige Simulations- und Planungstools (u.a. den BKI Energieplaner, vgl. Internetseite BKI Energieplaner 2014), sowie Zertifizierungen zum energetischen Standard des Gebäudes bzw. der Planung (u.a. von der Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen – DGNB e.V., vgl.: Internetseite der DGNB, 2014). Auf der städtischen Ebene war die Arbeit von Genske (vgl.: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung 2009). Vorreiter für die Bilanzierung der energetischen Bedarfe und Potenziale ganzer Städte. In der Studie „Nutzung städtischer Freiflächen für Erneuerbare Energien“ (2007 bis 2009) wurden für sieben Modellstädte die Potenziale (Jahresbilanzen) von Geothermie, Solarthermie, Photovoltaik und land- bzw. forstwirtschaftlicher Biomasse ermittelt. Auch hier wurde der Bestand in Stadtraumtypen unterteilt, denen spezifische energetische Potenziale und Bedarfe zugewiesen wurden. Anders als der Titel vermuten lässt, werden städtische Freifläche im Sinne grünbestimmter Freiräume (Hausgärten, Außenanlagen, Parkanlagen, Friedhöfe etc.) zwar teils als Stadtraumtypen festgelegt, aber energetisch nicht untersucht. Der Begriff wird in der Studie frei ausgelegt und auf alle Flächen im Stadtgebiet ausgeweitet, die zur Energiebereitstellung nutzbar sind, z. B. auch Dachflächen und Fassaden (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung 2009, S. 3). Eine Aussage zum energetischen Potenzial oder gar Bedarf urbaner Freiflächen gibt die Studie nicht.

Obwohl für die Lebensqualität einer Stadt essenziell und als potenzielle Bereitsteller regenerativer Energien durchaus relevant, werden Freiräume nicht als eigenständige Potenzialflächen wahrgenommen. Als eigenständige Potenzialflächen unterliegen sie aber ebenso wie Dach- und Fassadenflächen typischen Restriktionen, die eine Nutzbarkeit einschränken oder begünstigen können. Beim Dach wäre solch eine Restriktion die Verschattung oder die Tragfähigkeit, die eine Eignung für die Belegung mit Photovoltaik begünstigen können oder eben ausschließen. Bei Freiräumen sind die Restriktionen vor allem die bestehenden Funktionen der Freifläche wie Repräsentation, Freizeit und Erholung, ökologische oder stadtklimatische Funktionen aber auch die Verschattung durch Gebäude und Baumbestand, die eine energetische Nutzung einschränken können. Diese Restriktionen wurden bei der Potenzialanalyse im Forschungsprojekt UrbanReNet nur in Teilen (z. B. Verschattung) betrachtet.

Durch die M1 sollten erstmals auch die 'Nebenwirkungen' der energetischen Nutzung auf bestehende Nutzungen betrachtet werden und in Form von Handlungsempfehlungen zusammengefasst werden. Da es sich bei den ausgewählten Modellsiedlungen im Gebiet der InnovationCity Ruhr in Bottrop um Stadtraumtypen handelt, die typisch für das Ruhrgebiet und den Siedlungsbestand anderer Regionen sind, lassen sich die Ergebnisse sowohl auf das Ruhrgebiet wie auch auf andere Regionen übertragen.



Abb. 33: Weg von „Abstandsgrün“ und Monokulturen: Urbane Biomasse als Bereicherung (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP 01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2014)

## II.4 Voraussichtlicher Nutzen und Verwendbarkeit der Ergebnisse

Die Projektergebnisse haben ihren Nutzen in zwei Schwerpunkten:

- Aufzeigen von Möglichkeiten zur Optimierung der Energieeffizienz ausgewählter Modellsiedlungen und die Übertragbarkeit auf andere Siedlungen.
- Der Anwendung und Überprüfung von Analysetools zur Erfassung der Potenziale für eine Steigerung der Energieeffizienz in Wohnsiedlungen.

### Möglichkeiten zur Optimierung der Energieeffizienz ausgewählter Modellsiedlungen und die Übertragbarkeit auf andere Siedlungen

Die Verbesserung (Optimierung) der Energieeffizienz von Siedlungen kann durch die bessere Ausnutzung des bestehenden Energieinputs erfolgen, also durch Einsparung fossiler Energien durch effizientere Gebäudetechnik, geändertes Nutzerverhalten, Verbesserung der baulichen Hülle (Dämmung) oder einer Anpassung der Freiraumgestaltung zur Verbesserung des Mikroklimas von Siedlungen. Eine andere Möglichkeit der Effizienz-Optimierung ist die aktive Nutzung regenerativer Energien wie Solarthermie, Photovoltaik, Biomasse oder Geothermie im Quartiersverbund zur Reduktion des Anteils fossiler Energien bei der Energieversorgung einer Siedlung. Beide Wege können dazu beitragen, den Bedarf an fossilen Energieträgern zu senken und den damit verbundenen Ausstoß von CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren. Langfristig können so auch Wege aufgezeigt werden, die Energiekosten im Wohnungssektor zu stabilisieren oder zu senken.

In der M1 wurden die Möglichkeiten zur aktiven Nutzung regenerativer Energien für verschiedene Stadtraumtypen anhand von acht Modellsiedlungen im Gebiet der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop aufgezeigt. Es wurden sowohl die Flächenpotenziale für den Einsatz von Solarthermie, Photovoltaik und Geothermie sowie zur Gewinnung von Biomasse wie auch die energetischen Potenziale (Jahresbilanz) berechnet. Für vier Siedlungen wurden die Potenziale bis auf die Ebene der Monatsbilanz ausgewertet und als Deckungsbeitrag zur Energieversorgung ausgewiesen.

Die Einflüsse des Freiraums auf das Mikroklima wurden in Kooperation mit dem TP 08 anhand von Szenarien mit dem Softwaretool ENVI-met® simuliert. Die Ergebnisse der Simulation wurden in „Kapitel II - 1. Erzielte Ergebnisse“ in den AP 3 und AP 4 dargestellt.

Die Bedeutung des lokalen Klimas für den Heizwärmebedarf – und damit auf den größten Energiebedarf innerhalb des Sektors Wohnen – lässt sich anhand des Einflusses der Referenzregionen bei der Berechnung der Heizwärmebedarfe (vgl.: DIN 4108-6 (Vornorm) 2003) ablesen. Im UrbanReNet-Tool wurde Bottrop dem Referenzstandort „Essen“ zugeordnet (Region 7, Mittlere Jahrestemperatur 9,6°C) und hat damit einen geringeren Heizwärmebedarf, als der Referenzstandort Würzburg (Region 11, Mittlere Jahrestemperatur 9,1°C, vgl.: DIN 4108-6 (Vornorm) 2003, S. 42 (Übersicht der Referenzregionen) und S. 59 (Übersicht der mittleren Außentemperaturen)). Durch Veränderung des Mikroklimas auch um nur 1°C in einer Siedlung ließe sich somit die „Referenzregion“ selbst „optimieren“ und dadurch der Heizwärmebedarf auch ohne kostenintensivere Sanierungsmaßnahmen am Gebäude in einem gewissen Maße reduzieren. Auch der im Wohnbereich allmählich zunehmenden sommerlichen Klimatisierung mit den damit verbundenen Strombedarfen könnte so in einem gewissen Umfang entgegengewirkt werden.

Die Maßnahmen zum Einsatz regenerativer Energien und die Ergebnisse der klimatischen Simulation finden sich zusammengefasst in den Steckbriefen der Modellsiedlungen und im Leitfaden (siehe Anhang). Durch die Auswahl repräsentativer Stadtraumtypen (Einfamilienhaus und Zeilen niedriger Dichte) sind die Ergebnisse auch auf andere Siedlungen übertragbar.

#### **Anwendung und Überprüfung von Analysetools zur Erfassung der Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz in Wohnsiedlungen**

Im Zuge der M1 sollte das Softwaretool des EnEff:Stadt Forschungsprojektes UrbanReNet Anwendung finden und an verschiedenen Modellsiedlungen im Ruhrgebiet getestet werden. Ziel des Tools war die Erfassung der energetischen Bedarfe und Potenziale ganzer Siedlungen, sowie die Ausgabe eines optimierten Energieversorgungskonzeptes auf Quartiersebene (zur Auswahl des Analysetools siehe „Kapitel I - 5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen“ und „Kapitel II - 1. Erzielte Ergebnisse, AP 3“). Abweichend von dieser Zielsetzung konnte in der Laufzeit der M1 das Analysetool von UrbanReNet nicht in der geplanten Form fertiggestellt werden. Das Vorhaben, ganze Versorgungskonzepte in optimierter Form anbieten zu können, hat sich als nicht sinnvoll erwiesen. Alternativ konnte durch die enge Zusammenarbeit innerhalb der beiden Forschungsprojekte auf die Ergebnisse und Zwischenschritte von UrbanReNet zurückgegriffen werden. Die Erfassung der energetischen Potenziale und Bedarfe erfolgte auf Basis der sogenannten EST-Steckbriefe. Diese Steckbriefe enthalten die energetischen und baustrukturellen Kennwerte der wichtigsten Stadtraumtypen, von der Einfamilienhausbebauung bis zum Gewerbegebiet, ergänzt durch Freiräume wie Parkanlagen und Friedhöfe. Mit diesen Kennwerten konnten im Gebiet der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop acht Siedlungen energetisch erfasst und bewertet werden. Für vier der Siedlungen wurden seitens der Wohnungsbaugesellschaften die realen Heizwärmebedarfe zur Verfügung gestellt. Der Vergleich der prognostizierten Bedarfe und der realen Heizwärmeverbräuche ergab eine in diesem Maßstab hinreichende Genauigkeit der prognostizierten Werte (siehe Karte Vergleich der prognostizierten energetischen Bedarfe und Potenziale mit dem tatsächlichen Verbrauch der Modellsiedlungen).

Die Anwendung im Gebiet der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop war der erste Test der Basisdaten des Analysetools von UrbanReNet. Auch die Erfassung eines größeren Stadtausschnitts nach energetischen Stadtraumtypen wurde hier erstmals angewendet. Hier konnten wichtige Erfahrungen zur Bestimmung und Abgrenzbarkeit der energetischen Stadtraumtypen gewonnen werden. Bei der Anwendung der Basisdaten zeigte sich, dass eine genaue Bestimmung des energetischen Sanierungsstandards (also der Zeitpunkt der letzten Sanierung und die Anwendung der jeweiligen Energieeinsparverordnung) wichtiger ist und zu größeren Fehlern bei der Bedarfsprognose führen kann als eine falsche Bestimmung der Baualtersklasse.

Im Herbst 2013 konnten die aus den Steckbriefen gewonnenen baustrukturellen und energetischen Kennwerte für die Siedlungen in Bottrop mit den ersten Rechenergebnissen des UrbanReNet-Tools verglichen werden. Kleinere Fehler in der Programmierung wurden so aufgedeckt und behoben. Bis zum Ende der Projektlaufzeit der M1 werden die Benutzerfreundlichkeit und die Plausibilität des UrbanReNet-Tools weiter anhand der Siedlungen in Bottrop getestet. Erst danach erfolgt der Test in anderen Forschungsprojekten oder Kommunen. Die Rückkopplung der Testergebnisse wird Teil des Schlussberichtes von UrbanReNet II, der voraussichtlich im Frühjahr 2015 vorliegen wird. Schon jetzt lässt sich festhalten, dass die Anwendung des Tools im Gebiet von Bottrop entscheidend zur Funktionalität und Plausibilität des Tools beigetragen hat.

Für andere Forschungsprojekte und Kommunen steht mit den Steckbriefen der energetischen Stadtbausteine und der Fertigstellung des UrbanReNet-Tools ein solides Werkzeug zur schnellen und unkomplizierten Erfassung der energetischen Bedarfe und Potenziale ganzer Stadtgebiete im Bestand zur Verfügung. Ein vergleichbares Werkzeug ist nach derzeitigem Wissenstand für den deutschen Quartiersbestand nicht verfügbar.

## II.5 Bekannt gewordene Fortschritte auf diesem Gebiet bei anderen Stellen

### Fortschritte in Bezug auf die Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen durch Maßnahmen im Freiraum

Während der Projektlaufzeit sind keine Fortschritte oder Arbeiten bei anderen Stellen bekannt geworden, die sich mit der Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen durch vegetations- oder technikbezogene Maßnahmen im Freiraum befassen. In der BBSR-Online-Publikation „Ursachen und Folgen des Klimawandels durch urbane Konzepte begegnen“ (BBSR 2009) wurden bereits 2009 Handlungsfelder definiert, auf die der Klimawandel im städtischen Umfeld Auswirkungen haben kann. Mögliche Auswirkungen wurden genannt und mögliche Gegenmaßnahmen zusammengefasst. Auch der Stadtklimalotse formuliert u.a. Handlungsfelder, Auswirkungen und Maßnahmen. Er ist Teil des Forschungsprogramms Experimenteller Wohnungs- und Städtebau (ExWoSt) und läuft unter dem Forschungsfeld Stadtklima (KlimaExWoSt) (vgl. Internetseite Stadtklimalotse 2014). Speziell den Stadtklimawandel in Nordrhein-Westfalen betrachtet – mit Handlungsfeldern, Folgen und Maßnahmen – die Publikation „Handbuch Stadtklima – Maßnahmen und Handlungskonzepte für Städte und Ballungsräume zur Anpassung an den Klimawandel“ (vgl.: Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW 2009).

Die Maßnahmen der genannten Publikationen beinhalten auch vegetations- oder freiraumbezogene Maßnahmen wie z.B. Dach- und Fassadenbegrünung, Freihalten/Schaffen von Frischluftschneisen oder das Anlegen/Erhalten von offenen Wasserflächen. Dadurch hätten die Maßnahmen direkten Einfluss auf die Gestaltung kommunalen Grünflächen, Privatgärten oder Außenanlagen. Direkte Handlungsempfehlungen zur Gestaltung von Freiräumen geben die Publikationen aber nicht (siehe auch die genannten Projekte unter „Good practices“ des Stadtklimalotsen, vgl. Internetseite Stadtklimalotse, good-practices 2014).

Speziell mit den Maßnahmen „Dach- und Fassadenbegrünung“ befasst sich die 2014 erschienene FLL-Publikation „Gebäude Begrünung Energie“ (Pfoser et al. 2014). Hier werden bauliche und konstruktive Voraussetzungen für Dach- und Fassadenbegrünung sowie deren energetische und stadtklimatische Auswirkungen aufgeführt und Best Practices Beispiele gezeigt. Mit der klimagerechten Gestaltung von Freiflächen befasste sich der Artikel „Grünflächen klimagerecht ausbauen. Konkrete Planungshinweise zur Gestaltung öffentlichen Grüns“ (Hellweg 2013, S. 9). Die klimatischen Aspekte von Dach und Fassadenbegrünungen behandelte der Artikel „Dach- und Fassadenbegrünungen. Sie schützen, dämmen, kühlen und verbessern das Kleinklima“ (Mann 2013, S. 49). Vom gleichen Autor stammt auch ein aktueller Artikel zur Kombination von Dachbegrünung und Photovoltaik („Solar-GrünDächer weiterhin im Trend. Das Dach zweifach nutzen: Photovoltaik und Begrünung“) erschienen (Mann 2013, S. 60).

## II.6 Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen

Die M1 und ihre Ergebnisse bzw. Zwischenergebnisse wurden im Laufe des Projektes immer wieder auf Tagungen und im Rahmen der Internetpräsenz von KuLaRuhr vorgestellt und durch Artikel in Fachzeitschriften veröffentlicht.

### Internetpräsenz

- Internetpräsenz des Teilprojektes mit seinen vier Maßnahmen auf der Internetseite des Fachgebietes „Entwerfen und Freiraumplanung“, Prof. Dettmar, TU Darmstadt, [www.freiraum.architektur.tu-darmstadt.de](http://www.freiraum.architektur.tu-darmstadt.de), Link: Forschungsprojekte / Dissertationen (aufgerufen am 27.01.2014)
- Internetpräsenz des Teilprojektes mit seinen vier Maßnahmen auf der Internetseite des Verbundprojektes KuLaRuhr, inklusive Kurzpräsentation der Maßnahmen, [www.kularuhr.de/index.php/landschaftsmanagement.html](http://www.kularuhr.de/index.php/landschaftsmanagement.html) (aufgerufen 27.01.2014)

### Projektvorstellungen

- Vorstellung der Projektergebnisse beim Vivawest (rückkopplung der Ergebnisse), Gelsenkirchen 29.09.2014
- Vorstellung der Projektergebnisse beim Projektstisch der InnovationCity Management GmbH, Bottrop 14.08.2014
- Posterpräsentation der M1 im Rahmen des „Tag der Forschung“, TU Darmstadt, Fachbereich Architektur, Darmstadt, 11.06.2014
- Posterpräsentation der M1 im Rahmen des „Theorie-Praxis Dialog `Emscher Landschaftspark – Weitergedacht“, Zeche Zollverein, Essen, 14.05.2014
- Projektvorstellung der M1 im Rahmen des Vortrags „Energetische Potenziale städtischer Freiflächen“ zur Vorlesungsreihe „Green Cities – Green Buildings“, Fachgebiet „Entwerfen und Freiraumplanung“, Prof. J. Dettmar, TU Darmstadt, Darmstadt, 21.01.2014
- Projektvorstellung der M1 im Rahmen des Vortrags „Städtische Freiflächen und EE-Potenziale“ zur Vorlesungsreihe „Ressourcen von Primärenergien und Flächen“, Masterstudiengang „Renewable Energy Design“, FH Erfurt, Erfurt, 26.11.2013
- Vorstellung des aktuellen Arbeitsstandes der M1 beim Projektstisch der InnovationCity Management GmbH mit Vertretern der Stadtverwaltung Bottrop, der lokalen Wirtschaft und der Wissenschaft, Bottrop, 18.10.2013
- Projektvorstellung der M1 im Rahmen der Monatsbar des Fachgebiets „Entwerfen und Energieeffizientes Bauen“, Prof. M. Hegger, TU Darmstadt, Darmstadt, 04.06.2013
- Posterpräsentation und Projektvorstellung der M1 im Rahmen der Statuskonferenz „Nachhaltiges Landmanagement 2013“ des BMBF Förderschwerpunkts „Nachhaltiges Landmanagement“, Maritim proArte Hotel, Berlin, 17. bis 19.04.2013
- Vorstellung des aktuellen Arbeitsstandes der M1 beim Projektstisch der InnovationCity Management GmbH mit Vertretern der Stadtverwaltung Bottrop, der lokalen Wirtschaft und der Wissenschaft, Bottrop, 03.04.2013
- Posterpräsentation der M1 im Rahmen der 1. KuLaRuhr Werkstatt „Nachhaltigkeit auf dem Prüfstand“, Wissenschaftspark Gelsenkirchen, Gelsenkirchen, 01.02.2013

- Projektvorstellung der M1 vor internationalen Studierenden im Rahmen der “International School of Innovative Approaches in Regeneration Planning and Design of Low Density Urbanized Polycentric Regions in Transformation (LODE-PORT)”, DAAD International Student Excellence Summer School, durchgeführt von der TU Dortmund, FB Raumplanung, FG Städtebau, Stadtgestaltung und Bauleitplanung, Dortmund, 27.09.2012
- Vorstellung des aktuellen Arbeitsstandes des M1 beim Projektstisch der InnovationCity Management GmbH mit Vertretern der Stadtverwaltung Bottrop, der lokalen Wirtschaft und der Wissenschaft, Bottrop, 23.02.2012
- Projektvorstellung der M1 im Rahmen des Vortrags „Energetische Optimierung im Siedlungsraum“ zur Vorlesungsreihe „Stadtökologie und nachhaltige Stadtentwicklung“, Fachgebiet Entwerfen und Freiraumplanung, Prof. J. Dettmar, TU Darmstadt, Darmstadt, 23.01.2012
- Projektvorstellung der M1 im Rahmen des Vortrags „Green Cities? Optionen der energieeffizienten Stadtentwicklung“ zum Geoökologisches Kolloquium, Institut für Geoökologie, TU Braunschweig, Braunschweig, 01.12.2011

#### Publikationen in Fachzeitschriften

- Gehbauer-Schumacher, Bettina: Vernetzungsmöglichkeiten bestehender Quartiere ausloten, erschienen in db – deutsche Bauzeitung, Ausgabe 3/2014, S. 128 bis 131
- Schmidt, Maria und Sieber Sandra: Freiflächengestaltung und Klimadesign – Bausteine der Energieeffizienz in Siedlungen, erschienen in Stadt+Grün, Ausgabe 10/2013, S. 44 bis 49
- Sieber, Sandra: Urbane Biomasse – Methoden, Chancen, Hemmnisse, erschienen in Stadt+Grün, Ausgabe 8/2011, S. 50 – 54
- Hegger et. al.: UrbanReNet I EnEff:Stadt – Verbundprojekt Netzoptimierung – Teilprojekt: Vernetzte regenerative Energiekonzepte im Siedlungs- und Landschaftsraum, Darmstadt 2013, S. 234 f

#### Geplante Veröffentlichungen

- Projektvorstellung im Rahmen der Statuskonferenz Nachhaltiges Landmanagement, Berlin 14 – 18.10.2014
- Eventuell weiterer Fachbeitrag in Kooperation mit dem TP°08 mit den Projektergebnissen in Stadt+Grün, Winter 2014 oder Frühjahr 2015
- Dettmar, Jörg und Sieber, Sandra (2014): Energieeffiziente Grünflächen und integrierte Freiflächenentwicklung - Einige Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt KuLaRuhr, erschienen in: Dettmar, Jörg & Rohler, Hans-Peter (Hrsg.) (2014): Der Emscher Landschaftspark - die grüne Mitte der Metropole Ruhr - Weitergedacht. Impulse aus dem Forschungsprojekt „Nachhaltige urbane Kulturlandschaft in der Metropole Ruhr (KuLaRuhr) Klartext Verlag, Essen. (erscheint Dezember 2014)

## II.7 Literatur

- BBSR (Hrsg.: BMVBS/BBSR) (2009) Ursachen und Folgen des Klimawandels durch urbane Konzepte begegnen, BBSR-Online-Publikation, Nr. 22/2009.
- BMVBS (2009) Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchskennwerte und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand.
- Bruse M. (2003) Stadtgrün und Stadtklima - Wie sich Grünflächen auf das Mikroklima in Städten auswirken, erschienen in: LÖBF-Mitteilungen 1/03, Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen, S. 69; siehe auch: [www.envimet.com](http://www.envimet.com).
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.) (2009) Nutzung städtischer Freiflächen für erneuerbare Energien, Bearbeitung Fachhochschule Nordhausen, Leitung Dr.-Ing. Dieter D. Genske.
- DIN 4108-6 (Vornorm) (2003), Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden Teil 6: Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs.
- Everding D. (2007) Solarer Städtebau vom Pilotprojekt zum planerischen Leitbild
- Hegger M., Dettmar J., Martin A., Meinberg T., Boczek B., ; Drebes C., Greiner M., Hesse U., Kern T., Mahlke D., Al-Najjar A., Schoch C., Schulze J., Sieber S., Stute V., Sylla O., Wurzbacher S., Zelmer A., (2013) UrbanReNet I EnEff:Stadt – Verbundprojekt Netzoptimierung – Teilprojekt: Vernetzte regenerative Energiekonzepte im Siedlungs- und Landschaftsraum.
- Hellweg A. (2013) Grünflächen klimagerecht ausbauen. Konkrete Planungshinweise zur Gestaltung öffentlichen Grüns, erschienen in: Stadt+Grün, Ausgabe 3/2013, S. 9
- Kaltschmitt M., Hartmann H., Hofbauer H. (Hrsg.). 2009 Energie aus Biomasse - Grundlagen, Techniken und Verfahren.
- Mann G. (2013) Dach- und Fassadenbegrünungen. Sie schützen, dämmen, kühlen und verbessern das Kleinklima erschienen in: Stadt+Grün, Ausgabe 10/2013, S. 49
- Mann G. (2013) SolarGrünDächer weiterhin im Trend. Das Dach zweifach nutzen: Photovoltaik und Begrünung erschienen in: Stadt+Grün, Ausgabe 2/2013, S. 60
- Pfoser N., Jenner N., Henrich J., Heusinger J., Weber S., (Hrsg.: FLL – Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V.) (2014) Gebäude Begrünung Energie FLL-Schriftenreihe „Forschungsvorhaben“, FV 2014/01.
- Roth U. (1979) Wechselwirkung zwischen der Siedlungsstruktur und Wärmeversorgungssystemen; Zweiter Zwischenbericht: Teilarbeiten 1 - 4 Quantitative Verknüpfung von Siedlungsszenarien mit Wärmeversorgungsszenarien.
- Schumacher H. und Thüringer Institut für Lehrerfortbildung (Thillm) (Hrsg.) (2010) Gestaltungsfibel „Nachhaltiger Schulhof“.
- Schumacher H., Sieber S., Weber K., Burmeister B. (2010) Quo Vadis 4: Energiegarten® der FH Erfurt – Eine Modellanlage für renewables at University of Applied Sciences und für eine Ästhetik der Nachhaltigkeit.
- Schwäbisch Hall-Kundenmagazin "Wohnglück" (2014) Lohnt sich ihre energetische Sanierung wirklich, Ausgabe 2/2014, S. 27 bis S. 39.
- InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop, Energieberatung (2014) Kostenübersicht der Energieberatung der Innovation City Ruhr | Modellstadt Bottrop, auf Basis der Verbraucherzentrale NRW, Stand Sommer 2014 (interne Auskunft).

## Internetquellen

BKI Energieplaner, Internetseite: [www.bki.de/energieplaner.html](http://www.bki.de/energieplaner.html) (aufgerufen 18.06.2014).

Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen – DGNB e.V., Internetseite: [www.dgnb.de/de/](http://www.dgnb.de/de/) (aufgerufen 18.06.2014).

Deutscher Wetterdienst (2014) Mittelwerte 30-jähriger Perioden, Tabelle B: Mittelwerte für den Bezugsstandort am Ende der Referenzperiode: [www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?\\_nfpb=true&\\_pageLabel=\\_dwdwww\\_klima\\_umwelt\\_klimadaten\\_deutsch-land&T82002gsbDocumentPath=Navigation%2FOeffentlichkeit%2FKlima\\_\\_Umwelt%2FKlimadaten%2Fkldaten\\_\\_kostenfrei%2Fkldat\\_\\_D\\_\\_mittelwerte\\_\\_node.html%3F\\_\\_nnn%3Dtrue](http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?_nfpb=true&_pageLabel=_dwdwww_klima_umwelt_klimadaten_deutsch-land&T82002gsbDocumentPath=Navigation%2FOeffentlichkeit%2FKlima__Umwelt%2FKlimadaten%2Fkldaten__kostenfrei%2Fkldat__D__mittelwerte__node.html%3F__nnn%3Dtrue) (aufgerufen 13.06.2014).

Deutscher Wetterdienst (2014) Zeitreihen von Gebietsmitteln: [www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?\\_nfpb=true&\\_state=maximized&\\_windowLabel=T82002&T82002gsbDocumentPath=Navigation%2FOeffentlichkeit%2FKlima\\_\\_Umwelt%2FKlimadaten%2Fkldaten\\_\\_kostenfrei%2Fdaten\\_\\_gebieteittel\\_\\_node.html%3F\\_\\_nnn%3Dtrue&\\_pageLabel=\\_dwdwww\\_klima\\_umwelt\\_klimadaten\\_deutschland&switchLang=de](http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?_nfpb=true&_state=maximized&_windowLabel=T82002&T82002gsbDocumentPath=Navigation%2FOeffentlichkeit%2FKlima__Umwelt%2FKlimadaten%2Fkldaten__kostenfrei%2Fdaten__gebieteittel__node.html%3F__nnn%3Dtrue&_pageLabel=_dwdwww_klima_umwelt_klimadaten_deutschland&switchLang=de) (aufgerufen 16.06.2014).

DGNB (2014), Internetseite: [www.dgnb-system.de/de/?pk\\_campaign=evkachelsystem](http://www.dgnb-system.de/de/?pk_campaign=evkachelsystem) (aufgerufen 13.05.2014).

DWD Wetterlexikon (2014) Definition der klimatologischen Kenntage: [www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?\\_nfpb=true&\\_pageLabel=dwdwww\\_menu2\\_wetterlexikon&\\_nfls=false](http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?_nfpb=true&_pageLabel=dwdwww_menu2_wetterlexikon&_nfls=false) (aufgerufen 13.06.2014).

Institut Wohnen und Umwelt (IWU) (2003) Deutsche Gebäudetypologie – Systematik und Datensätze

Internetseite BKI (2014), Internetseite: [www.bki.de/energieplaner.html](http://www.bki.de/energieplaner.html) (aufgerufen 13.05.2014).

Internetseiten des Kuratoriums für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL) (2012), Internetseite: [www.ktbl.de](http://www.ktbl.de), Link Kalkulationsdaten, Kostenrechner Energiepflanzen (aufgerufen August 2012).

KfW (2014), Energetische Sanierung, Internetseite: [www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestandsimmobilie/Energieeffizient-Sanieren/F%C3%B6rdergeber/?kfwmc=KOM.Adwords.Corporate2013.C\\_KfWBRAND](http://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestandsimmobilie/Energieeffizient-Sanieren/F%C3%B6rdergeber/?kfwmc=KOM.Adwords.Corporate2013.C_KfWBRAND) (aufgerufen 24.06.2014)

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW (Hrsg.) (2009) Handbuch Stadtklima – Maßnahmen und Handlungskonzepte für Städte und Ballungsräume zur Anpassung an den Klimawandel, [www.umwelt.nrw.de/klima/pdf/handbuch\\_stadtklima.pdf](http://www.umwelt.nrw.de/klima/pdf/handbuch_stadtklima.pdf) (aufgerufen 18.09.2014).

Nachhaltiges Landmanagement, Internetseite 2014, <http://modul-b.nachhaltiges-landmanagement.de/de/modul-b-info/ziele/> (aufgerufen 24.06.2014)

Nachhaltiges Landmanagement, Internetseite 2014, <http://nachhaltiges-landmanagement.de/de/foerderziele/> (aufgerufen 30.06.2014)

Stadtklimatse (2014) Internetseite: [www.stadtklimatse.net/](http://www.stadtklimatse.net/) (aufgerufen 18.06.2014).

Stadtklimatse(2014) good-practices: Internetseite [www.stadtklimatse.net/good-practices/](http://www.stadtklimatse.net/good-practices/) (aufgerufen 18.06.2014).





Verbundvorhaben KuLaRuhr  
Nachhaltige urbane Kulturlandschaft  
in der Metropole Ruhr

## **Endbericht Teilvorhaben B: Energieeffizienz bei Siedlungen sowie Biomassestrategie (TU Darmstadt)**

### **Anhang A – Steckbriefe der Modellsiedlungen**

Maßnahme 1: Optimierung der Energieeffizienz bestehender Wohnsiedlungen durch  
eine integrierte Betrachtung von  
Gebäuden und Freiflächen

---

Anhang A – Steckbriefe der Modellsiedlungen

**Verbundvorhaben KuLaRuhr**  
**Nachhaltige urbane Kulturlandschaft in der Metropole Ruhr**

**Endbericht Teilvorhaben B: Energieeffizienz bei Siedlungen sowie Biomassestrategie**

**Maßnahme 1: Optimierung der Energieeffizienz bestehender Wohnsiedlungen durch eine integrierte Betrachtung von Gebäuden und Freiflächen**

**Forschungsvorhaben an der Technischen Universität Darmstadt**

Das diesem Buch zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung im Förderschwerpunkt Nachhaltiges Landmanagement unter dem Förderkennzeichen FKZ 033L020B gefördert.

Die Verantwortung für den Inhalt dieses Buches liegt bei den Autoren.

Oktober 2014

Prof. Dr. Jörg Dettmar  
Dipl.-Ing. Jana Gienke  
Dipl.-Ing. (FH) Sandra Sieber

Anna Koutsas (Studentische Hilfskraft)

## Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen - Inhalt und Ziele

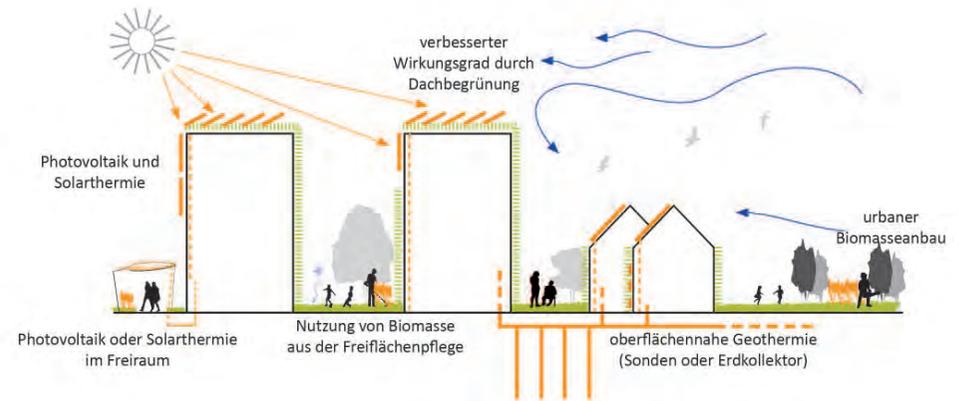
Die „Maßnahme 1 - Optimierung der Energieeffizienz bestehender Wohnsiedlungen durch eine integrierte Betrachtung von Gebäuden und Freiflächen“ im Verbundvorhaben KuLaRuhr, Teilvorhaben B (TU Darmstadt) befasst sich mit den Möglichkeiten zur Verbesserung der Energieeffizienz in Siedlungen mit dem Fokus auf die Siedlungsfreiräume. Es wurden anhand von ausgewählten Siedlungen (Modellsiedlungen) im Pilotgebiet der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop Maßnahmen (Szenarien) abgeleitet und hinsichtlich ihrer klimatischen, gestalterischen und energetischen Auswirkungen bzw. Potenziale untersucht. Die Untersuchung der Siedlungen erfolgte in unterschiedlichen Detaillierungsgraden.

Betrachtet wurden aktive, technikbezogene Maßnahmen wie die Dämmung von Gebäuden oder Potenziale die Nutzung von Solarthermie und Photovoltaik sowie passive, vegetationsbezogene Maßnahmen wie der Verringerung von sommerlichen Kühlbedarfen durch die Verschattung mit Hilfe von Fassadenbegrünungen oder die Reduzierung von Heizwärmebedarfe durch Minderung von Auskühleffekten z.B. durch Dachbegrünung oder Heckenstrukturen. Erster Schritt bei der Auswahl der Modellsiedlungen war die Einteilung des Gebiets der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop in die „Energetischen Stadtraumtypen des BMWi-Forschungsprojekts „EnEff:Stadt UrbanReNet“ (vgl.: Hegger et al. 2013). Diese Stadtraumtypen werden mit ihren baustrukturellen und energetischen Kennwerten auch als Basis für die Ermittlung der energetischen Bedarfe und Potenziale der Modellsiedlungen herangezogen.

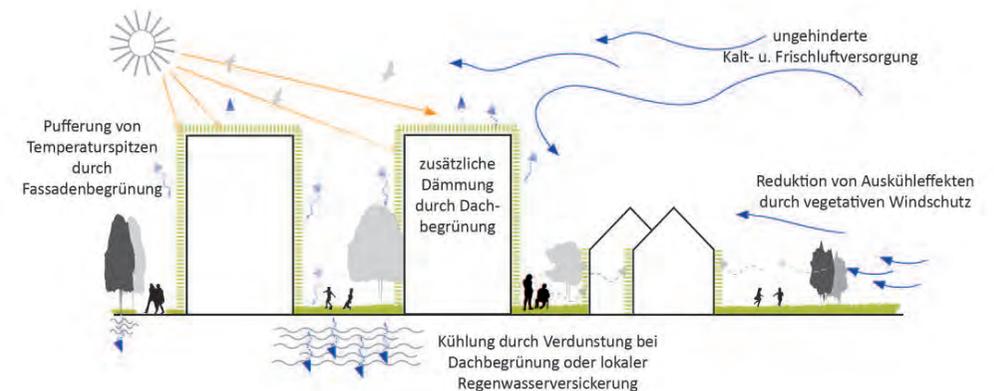
Die nachfolgenden Karten, Tabellen und Diagrammen beinhalten die Themenbereiche:

- Auswahl der Modellsiedlungen – Dokumentation und Beschreibung
- aktiven und passiven Maßnahmen – Übersicht
- Analyse der Vegetations- und Nutzungsstrukturen – Auswertung Bestand
- Klimatische Bewertung – Ist-Zustand und Maßnahmen
- Bewertung Szenarien – Maßnahmen
- Energetische Bewertung – Ist-Zustand und Maßnahmen
- Steckbriefe der Modellsiedlungen (mit Übersicht der Siedlungsstruktur, Kartierung der Vegetations- und Nutzungsstrukturen und Darstellung der Szenarien)

Die Karten, Tabellen und Diagramme ergänzen der Schlussbericht der Teilmaßnahme und werden in der projektbegleitenden Broschüre „Energie und Freiraum“ zusammengefasst.



Aktive, technikbezogene Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von Siedlungen



Passive, vegetationsbezogene Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von Siedlungen

## Anhang A - Steckbriefe der Modellsiedlungen

Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen - Inhalt und Ziele	3	3. Klimatische Bewertung	37
1. Übersicht – Stadtraumtypen und Modellsiedlungen	7	Klimatische Bewertung der Siedlungen (Ist-Zustand)	38
Lage der Stadt Bottrop im Betrachtungsraum 1 des Verbundvorhabens KuLaRuhr	8	Klimatische Kennwerte der Messstationen Essen	40
Energetische Stadtraumtypen im Gebiet der `InnovationCity Ruhr   Modellstadt Bottrop´	9	Abschätzung der klimatischen Wirkung von Vegetationselementen	41
Energetische Kennwerte der Stadtraumtypen	10	Ergebnisse der Messreihe des TP 08 (Ist-Zustand, Lufttemperatur in 1,80 m Höhe)	43
Siedlungen des Ortstermins / Vorschläge der Stadt Bottrop	16	Simulation der Siedlung mit ENVI-met durch TP 08 – Modell und Ist-Zustand	44
Vorauswahl der Siedlungen im Gebiet der `InnovationCity Ruhr   Modellstadt Bottrop´	17	Simulation der Siedlung mit ENVI-met durch TP 08 – Modell Sommertag, 12 Uhr	45
Auswahl Modellsiedlungen im Gebiet der `InnovationCity Ruhr   Modellstadt Bottrop´	18	Simulation der Siedlung mit ENVI-met durch TP 08 – Simulation Sommertag, 12 Uhr	46
Klimamessstationen des TP 08 in der Stadt Bottrop	19	Simulation der Siedlung mit ENVI-met durch TP 08 – Simulation Sommertag, 5 Uhr	47
Klimatische Bewertung der Siedlungen*	20	4. Bewertung Szenarien	48
Siedlungen mit Analyse der Bau-, Freiraum- und Nutzungsstruktur	21	Auswirkungen der Entwicklungsszenarien auf Energieeffizienz, Mikroklima, Freiraum	49
Bestehende Energieversorgung der Siedlungen	22	Auswirkungen der Entwicklungsszenarien auf bestehende Nutzungen	51
Vergleich - prognostizierte Bedarfe und tatsächlicher Verbrauch	23	Nachhaltigkeitskriterien für Freiflächen an Wohngebäuden	52
Siedlungen mit Simulations- und Entwicklungsszenarien	24	Auswirkungen der Entwicklungsszenarien auf die Nachhaltigkeitskriterien	54
Bausteine der Simulationsszenarien und Entwicklungsszenarien	25	Verträglichkeit der Entwicklungsszenarien untereinander	56
2. Analyse Vegetations- und Nutzungsstrukturen	27	5. Energetische Bewertung	57
Nutzungen - Vergleich Modellsiedlungen	28	Energetische Bewertung - Ist-Zustand Sydowstraße	58
Vegetationsflächen - Vergleich Modellsiedlungen	30	Energetische Bewertung - Entwicklungsszenarien Sydowstraße	61
Vegetations- und Nutzungsstrukturen - Sydowstraße	31	Energetische Bewertung - Ist-Zustand In der Welheimer Mark	63
Vegetations- und Nutzungsstrukturen - In der Welheimer Mark	32	Energetische Bewertung - Entwicklungsszenarien In der Welheimer Mark	66
Vegetations- und Nutzungsstrukturen - Prosperiedlung	33	Energetische Bewertung - Ist-Zustand Prosperiedlung	68
Vegetations- und Nutzungsstrukturen - Prosperpark	34	Energetische Bewertung - Ist-Zustand Prosperpark	71
Vegetations- und Nutzungsstrukturen - Im Werth	35	Energetische Bewertung - Ist-Zustand Im Werth	73
Vegetations- und Nutzungsstrukturen - An der Knippenburg (Gewerbegebiet)	36	Übersicht der baustrukturellen und energetischen Kennwerte der Modellsiedlungen	76

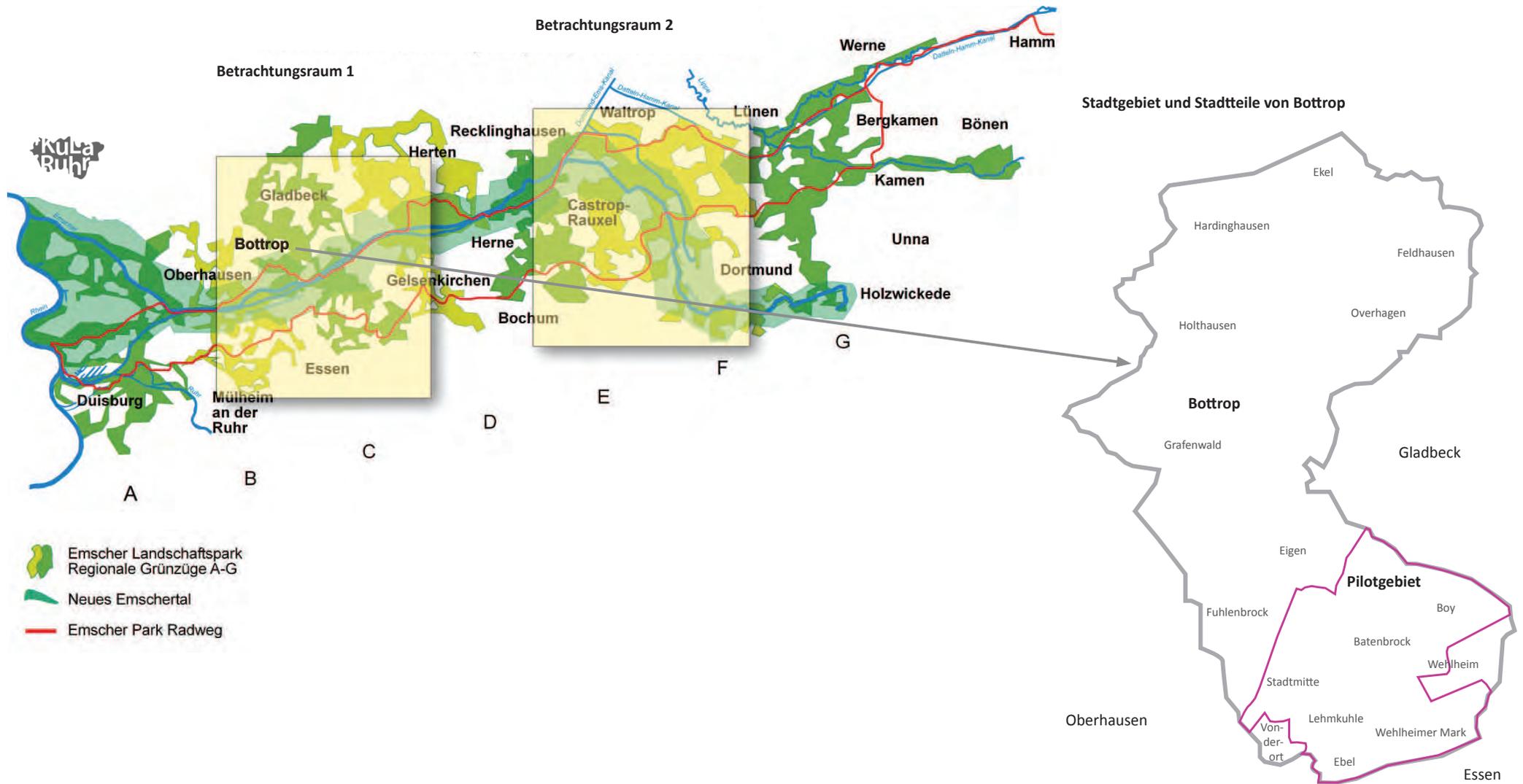
6. Steckbriefe „Sydowstraße“	78	Nutzungen	101
Verortung	79	Szenario Dachbegrünung	102
Siedlungsstruktur	80	Szenario Fassadenbegrünung	102
Potenzialkataster	82	Szenario holzige Biomasse (Pflege)	103
Bodennahe Freiflächen	83	Szenario krautige Biomasse (Pflege)	103
Raumbedeutsame Freiraumelemente	83	Szenario holzige Biomasse (Anbau)	104
Nutzungen	84	Szenario krautige Biomasse (Anbau)	104
Szenario Dachbegrünung	85	Szenario Photovoltaik	105
Szenario Fassadenbegrünung	85	Szenario Solarthermie	105
Szenario holzige Biomasse (Pflege)	86	Szenario Geothermie	106
Szenario krautige Biomasse (Pflege)	86	Entwicklungsszenario „Fassadenbegrünung + krautige Biomasse“	107
Szenario holzige Biomasse (Anbau)	87	Entwicklungsszenario „Stärkung der Heckenstruktur“	107
Szenario krautige Biomasse (Anbau)	87	Entwicklungsszenario „Fassadenbegrünung + Blühstreifen (linear)“	108
Szenario Photovoltaik	88	Entwicklungsszenario „Fassadenbegrünung + Anbau krautiger Biomasse (flächig)“	108
Szenario Solarthermie	88	Entwicklungsszenario „Fassadenbegrünung + holzige und krautige Biomasse“	109
Szenario Geothermie	89	Technologischer Baustein „PV-Anlagen“	109
Entwicklungsszenario „Krautige Biomasse im Bestand“	90	Technologischer Baustein „Solarthermie-Anlagen“	110
Entwicklungsszenario „Stärkung der Heckenstruktur“	90	Technologischer Baustein „oberflächennahe Geothermie-Sonden“	110
Entwicklungsszenario „Fassadenbegrünung + Stärkung der Heckenstruktur“	91	Technologischer Baustein „Sanierung der Gebäudehülle“	111
Entwicklungsszenario „Fassadenbegrünung + Anbau krautiger Biomasse“	91		
Entwicklungsszenario „Fassadenbegrünung + Energieholzhecke + holzige Biomasse“	92	8. Steckbriefe „Prospersiedlung“	112
Technologischer Baustein „PV-Anlagen“	92	Verortung	113
Technologischer Baustein „Solarthermie-Anlagen“	93	Siedlungsstruktur	114
Technologischer Baustein „oberflächennahe Geothermie-Sonden“	93	Potenzialkataster	116
Technologischer Baustein „Sanierung der Gebäudehülle“	94	Bodennahe Freiflächen	117
		Raumbedeutsame Freiraumelemente	117
7. Steckbriefe „In der Welheimer Mark“	95	Nutzungen mit Prosperpark	118
Verortung	96	Nutzungen mit Prosperpark	118
Siedlungsstruktur	97	Szenario Dachbegrünung	119
Potenzialkataster	99	Szenario Fassadenbegrünung	119
Bodennahe Freiflächen	100	Szenario holzige Biomasse (Pflege) mit Prosperpark	120
Raumbedeutsame Freiraumelemente	100	Szenario holzige Biomasse (Anbau) mit Prosperpark	120
		Szenario krautige Biomasse (Pflege) mit Prosperpark	121

Szenario krautige Biomasse (Anbau) mit Prosperpark	121	Szenario krautige Biomasse (Anbau)	144
Szenario Photovoltaik	122	Szenario Geothermie	145
Szenario Solarthermie	122	Szenario Photovoltaik	145
Szenario Geothermie	123	Szenario Solarthermie	146
9. Steckbriefe „Im Werth“	124	11. Steckbriefe „Wortmannstraße“	147
Verortung	125	Verortung	148
Siedlungsstruktur	126	Siedlungsstruktur	149
Potenzialkataster	128	Potenzialkataster	151
Bodennahe Freiflächen	129		
Raumbedeutsame Freiraumelemente	129	12. Steckbriefe „Trappenstraße“	152
Nutzungen	130	Verortung	153
Szenario Dachbegrünung	131	Siedlungsstruktur	154
Szenario Fassadenbegrünung	131	Potenzialkataster	156
Szenario holzige Biomasse (Pflege)	132		
Szenario holzige Biomasse (Anbau)	132	13. Steckbriefe „In Boymannsheide“	157
Szenario krautige Biomasse (Pflege)	133	Verortung	158
Szenario krautige Biomasse (Anbau)	133	Siedlungsstruktur	159
Szenario Geothermie	134	Potenzialkataster	161
Szenario Photovoltaik	134		
10. Steckbriefe „An der Kippenburg“	135	Quellen	162
Siedlungsstruktur	137		
Potenzialkataster	139		
Bodennahe Freiflächen	140		
Raumbedeutsame Freiraumelemente	140		
Nutzungen	141		
Szenario Dachbegrünung	142		
Szenario Fassadenbegrünung	142		
Szenario holzige Biomasse (Pflege)	143		
Szenario holzige Biomasse (Anbau)	143		
Szenario krautige Biomasse (Pflege)	144		

---

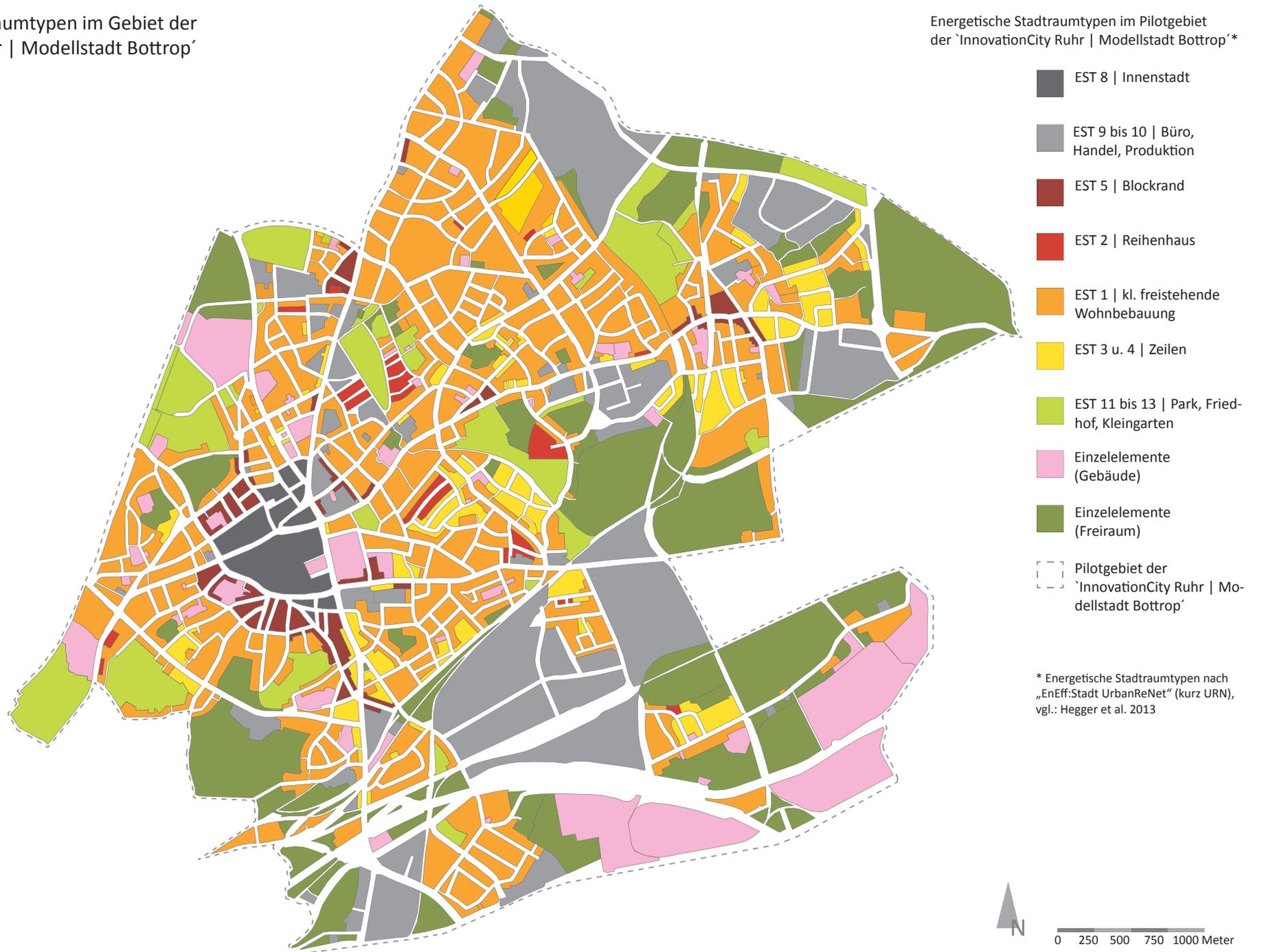
## 1. Übersicht – Stadtraumtypen und Modellsiedlungen

Lage der Stadt Bottrop im Betrachtungsraum 1  
des Verbundvorhabens KuLaRuhr



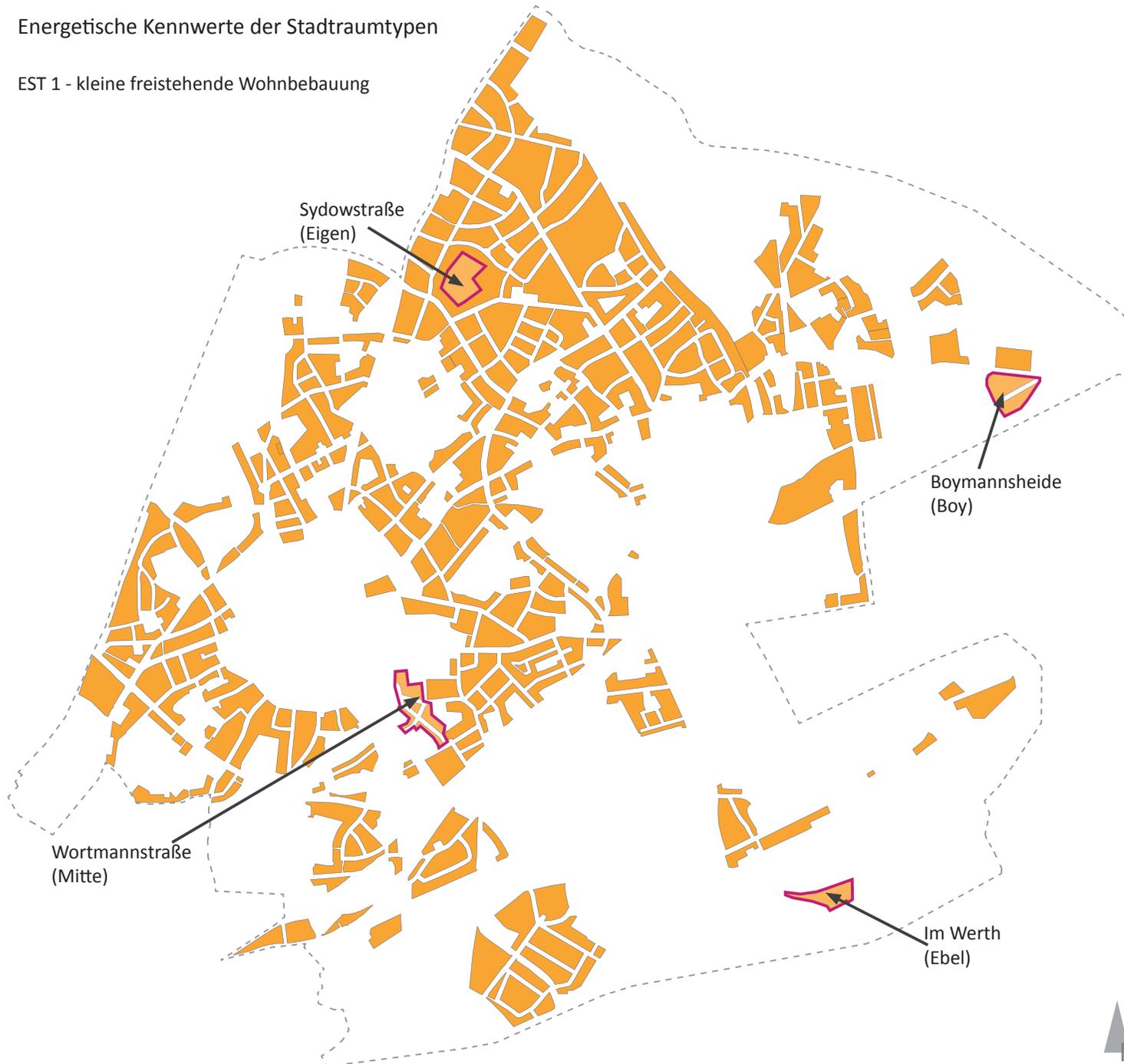
Energetische Stadtraumtypen im Gebiet der  
'InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop'

Energetische Stadtraumtypen im Pilotgebiet  
der 'InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop'\*



# Energetische Kennwerte der Stadtraumtypen

## EST 1 - kleine freistehende Wohnbebauung



Kennwerte pro Hektar Nettobauland (NBL) nach URN

### Baustrukturelle Kennwerte

GRZ: 0,18	Vollgeschosse: 1,5
Gebäude: 14	Hüllfläche: 7056 m <sup>2</sup> /ha <sub>NBL</sub>
Einwohner: 42	Dachfläche: 2100 m <sup>2</sup> /ha <sub>NBL</sub>
	Wohnfläche: 1.842 m <sup>2</sup> /ha <sub>NBL</sub>

### Energetische Bedarfe

Heizwärmebedarf: 131 bis 564 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a
Trinkwarmwasserwärmebedarf: 21 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a
Strombedarf: 78 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a

### Energetische Potenziale

Geothermie: 1.558 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a
Solarthermie: 440 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a
Photovoltaik: 126 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a
Abwasserwärme: 5,4 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a
Biomasse: 1 bis 17 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a

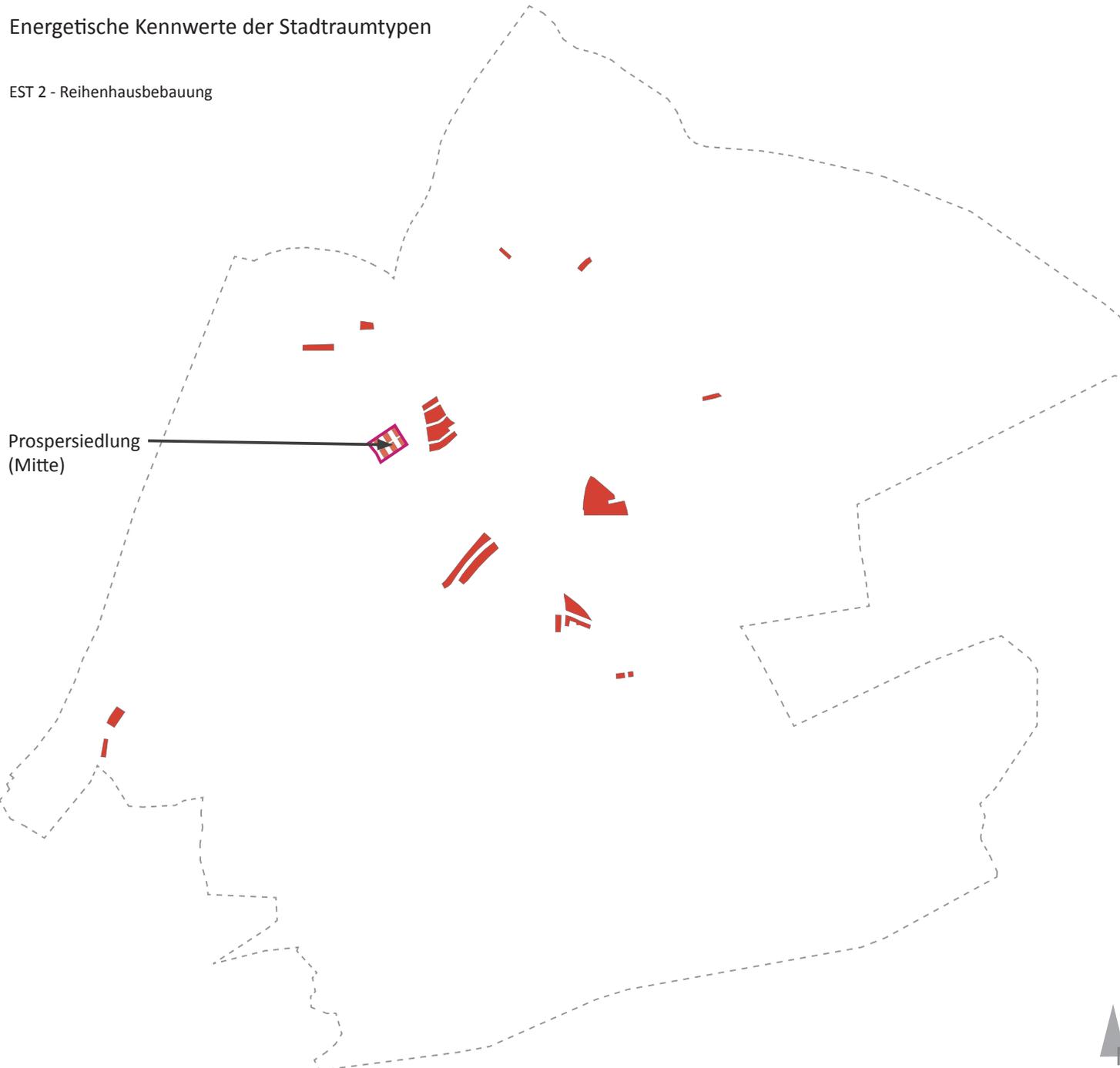
- EST 1 - kleine freistehende Wohnbebauung
- Modellsiedlungen der M1
- Pilotgebiet der 'InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop'



0 250 500 750 1000 Meter

# Energetische Kennwerte der Stadtraumtypen

EST 2 - Reihenhausbebauung



Kennwerte pro Hektar Nettobauland (NBL) nach URN

## Baustrukturelle Kennwerte

GRZ: 0,3	Vollgeschosse: 2,5
Gebäude: 45	Hüllfläche: 12.060 m <sup>2</sup> /ha <sub>NBL</sub>
Einwohner: 90	Dachfläche: 3.300 m <sup>2</sup> /ha <sub>NBL</sub>
	Wohnfläche: 7.790 m <sup>2</sup> /ha <sub>NBL</sub>

## Energetische Bedarfe

Heizwärmebedarf: 257 bis 1.101 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a
Trinkwarmwasserwärmebedarf: 45 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a
Strombedarf: 116 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a

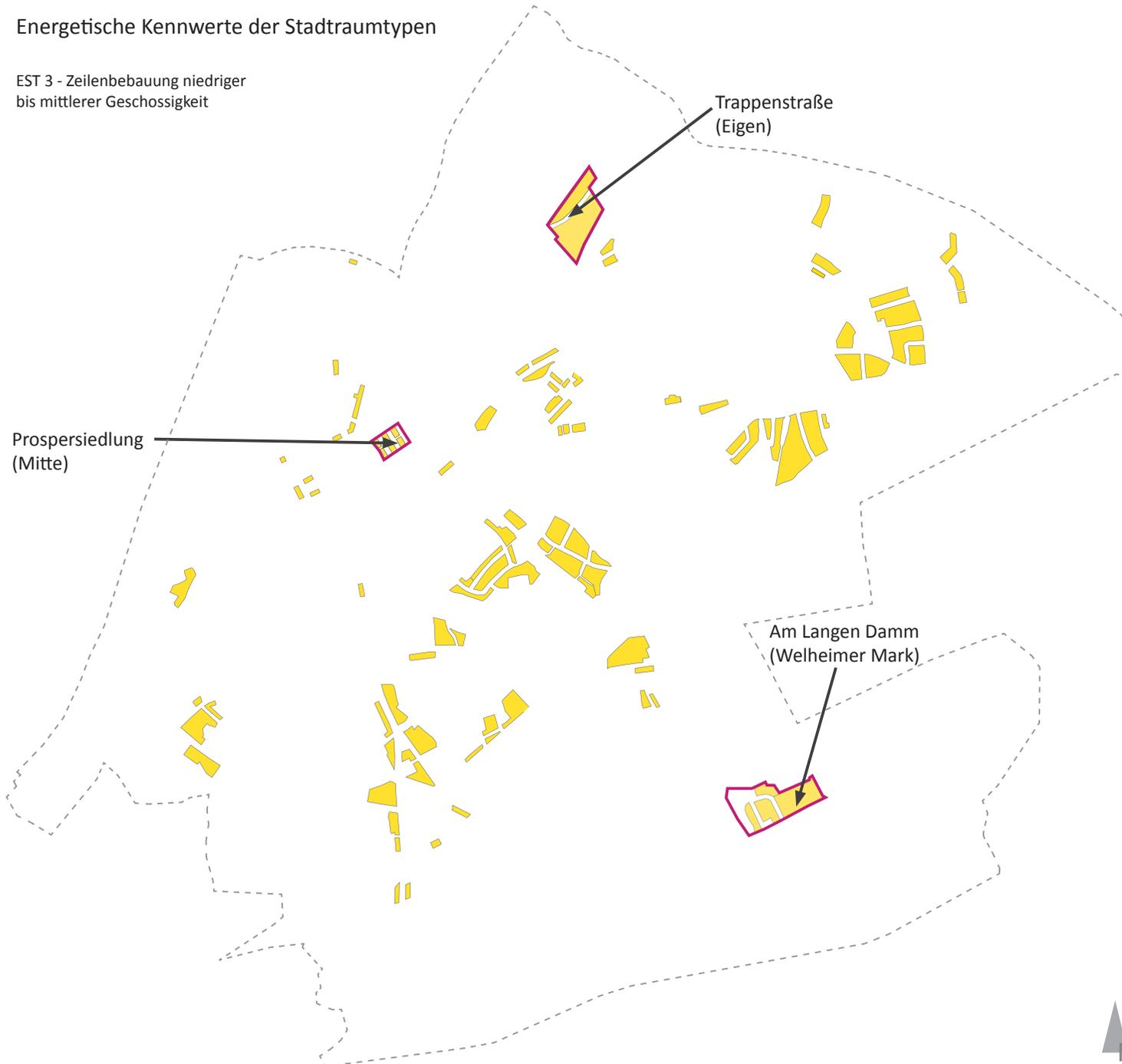
## Energetische Potenziale

Geothermie: 691 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a
Solarthermie: 1.151 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a
Photovoltaik: 329 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a
Abwasserwärme: 11,7 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a
Biomasse: 2,3 bis 13,6 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a

-  EST 2 - Reihenhausbebauung
-  Modellsiedlungen der M1
-  Pilotgebiet der `InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop`

## Energetische Kennwerte der Stadtraumtypen

EST 3 - Zeilenbebauung niedriger bis mittlerer Geschossigkeit



Kennwerte pro Hektar Nettobauland (NBL) nach URN

### Baustrukturale Kennwerte

GRZ: 0,27	Vollgeschosse: 4
Gebäude: 17	Hüllfläche: 14.100 m <sup>2</sup> /ha <sub>NBL</sub>
Einwohner: 188	Dachfläche: 3.008 m <sup>2</sup> /ha <sub>NBL</sub>
	Wohnfläche: 4.484 m <sup>2</sup> /ha <sub>NBL</sub>

### Energetische Bedarfe

Heizwärmebedarf: 379 bis 2.282 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a
Trinkwarmwasserwärmebedarf: 94 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a
Strombedarf: 268 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a

### Energetische Potenziale

Geothermie: 1.762 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a
Solarthermie: 2.365 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a
Photovoltaik: 676 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a
Abwasserwärme: 24,4 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a
Biomasse: 5 bis 17 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a

 EST 3 Zeilen niedriger Geschossigkeit

 Modellsiedlungen der M1

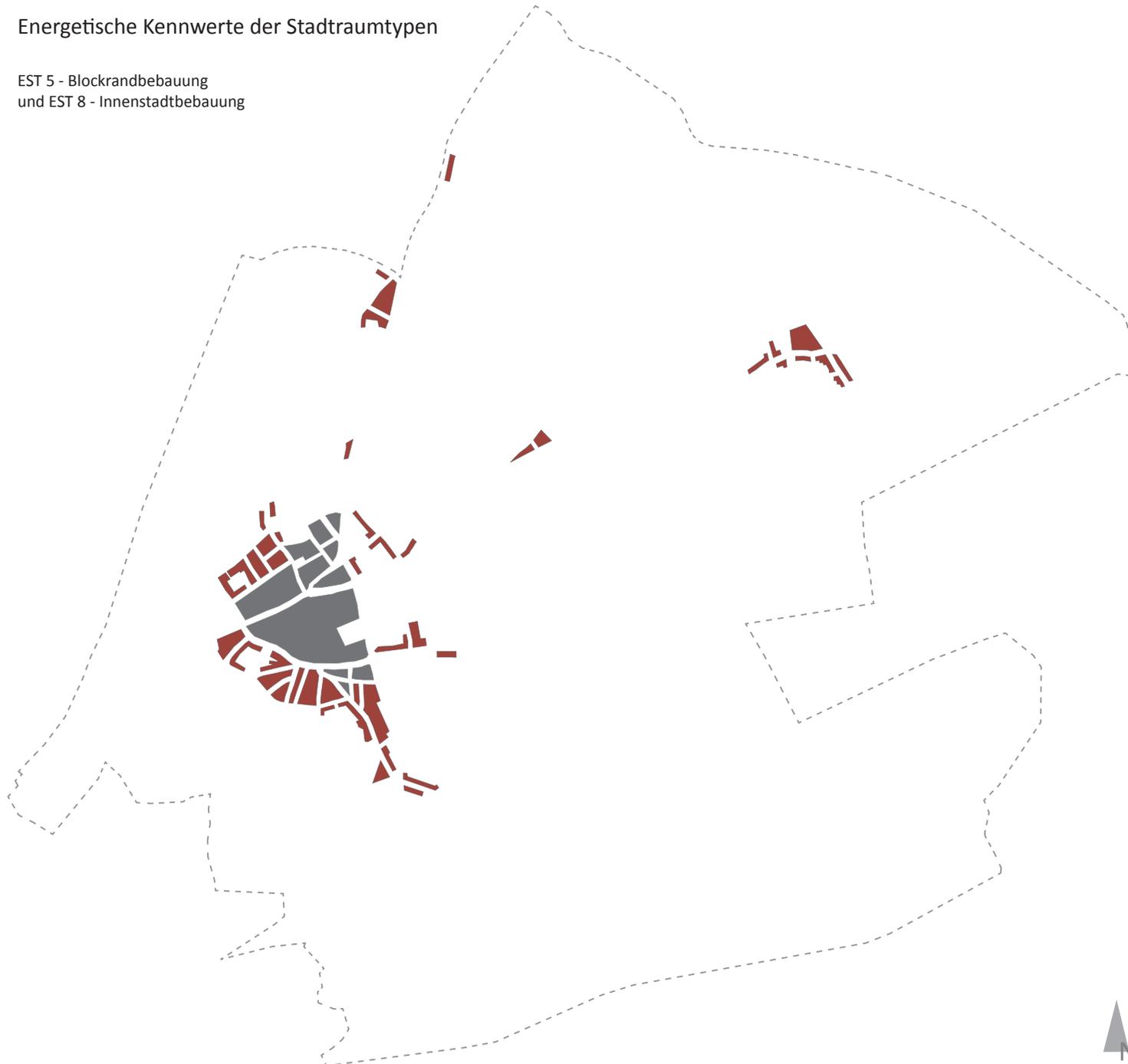
 Pilotgebiet der 'InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop'



0 250 500 750 1000 Meter

## Energetische Kennwerte der Stadtraumtypen

EST 5 - Blockrandbebauung  
und EST 8 - Innenstadtbebauung



Kennwerte pro Hektar Nettobauland (NBL) nach URN

### Baustrukturelle Kennwerte (EST8 - Innenstadt)

GRZ: 0,92	Vollgeschosse: 4
Gebäude: 32	Hüllfläche: 32.980 m <sup>2</sup> /ha <sub>NBL</sub>
Einwohner: 485	Dachfläche: 9.200 m <sup>2</sup> /ha <sub>NBL</sub>
	Wohnfläche: 20.147 m <sup>2</sup> /ha <sub>NBL</sub>

### Energetische Bedarfe (EST 8 - Innenstadt)

Heizwärmebedarf: 1.822 bis 7.587 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a
Trinkwarmwasserwärmebedarf: 285 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a
Strombedarf: 1.114 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a

### Energetische Potenziale (EST 8 - Innenstadt)

Geothermie: 116 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a
Solarthermie: 2870 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a
Photovoltaik: 820 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a
Abwasserwärme: 63 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a
Biomasse: 0,1 bis 12,9 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a

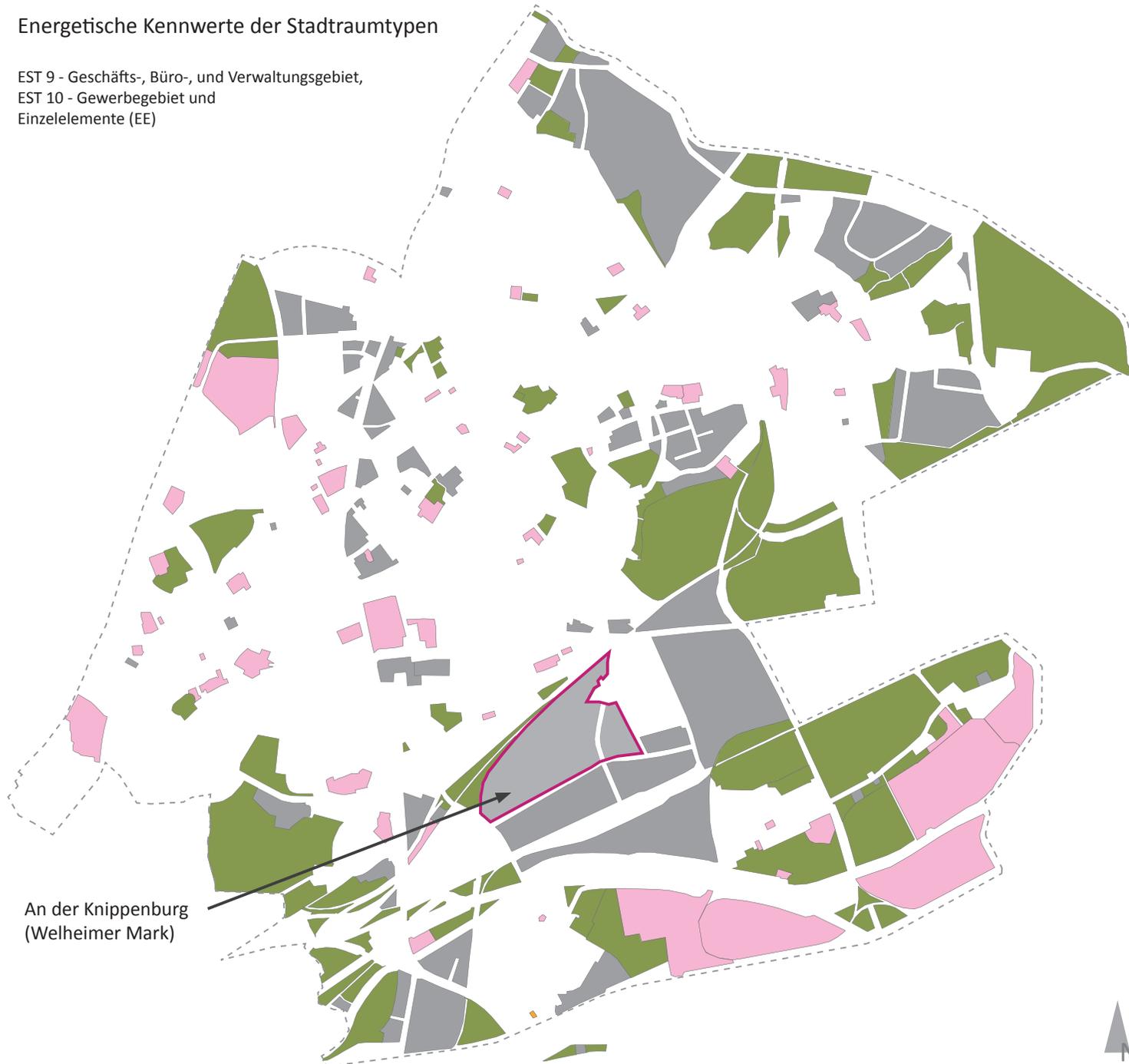
- EST 8 - Innenstadtbebauung
- EST 5 - Blockrandrandbebauung
- Modellsiedlungen der M1
- Pilotgebiet der `InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop`



0 250 500 750 1000 Meter

## Energetische Kennwerte der Stadtraumtypen

EST 9 - Geschäfts-, Büro-, und Verwaltungsgebiet,  
EST 10 - Gewerbegebiet und  
Einzelelemente (EE)



An der Knippenburg  
(Welheimer Mark)

Kennwerte pro Hektar Nettobauland (NBL) nach URN

### Baustrukturelle Kennwerte (EST 10 - GHD)

GRZ: 0,36

Vollgeschosse: 1 bis 3

Hüllfläche: 1.242 m<sup>2</sup>/ha<sub>NBL</sub>

Dachfläche: 3.633 m<sup>2</sup>/ha<sub>NBL</sub>

### Energetische Bedarfe (EST 10 - GHD)

Heizwärmebedarf: spezifisch

Trinkwarmwasserwärmebedarf: spezifisch

Strombedarf: spezifisch

### Energetische Potenziale (EST 10 - GHD)

Geothermie: 2.138 MWh/ha<sub>NBL</sub> \*a

Solarthermie: 1.450 MWh/ha<sub>NBL</sub> \*a

Photovoltaik: 414 MWh/ha<sub>NBL</sub> \*a

Abwasserwärme: spezifisch

Biomasse: 3,2 bis 6,7 MWh/ha<sub>NBL</sub> \*a

EST 9 bis 10 - Büro, Handel, Produktion

Einzel-Elemente (Gebäude)

Einzel-Elemente (Freiraum)

Modellsiedlungen der M1

Pilotgebiet der 'InnovationCity Ruhr |  
Modellstadt Bottrop'



0 250 500 750 1000 Meter

## Energetische Kennwerte der Stadtraumtypen

EST 11 - Öffentliche Parkanlagen,  
 EST 12 - Friedhofsanlagen und  
 EST 13 - Kleingartenanlagen



Kennwerte pro Hektar Nettobauland (NBL) nach URN

### Baustrukturelle Kennwerte (EST 11 - Park)

GRZ: 0,03

Freifläche: 90 %	davon
	Wasserfläche: 4 %
	verdichtete Fläche: 19 %
	versiegelte Fläche: 7 %
	Vegetationsfläche: 70 %
	davon
	Rasenfläche: 92 %
	Gehölzfläche: 8 %

### Energetische Potenziale (EST 11 - Park)

Geothermie: 597 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a
Solarthermie: 345 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a
Photovoltaik: 99 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a
Abwasserwärme: 0 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a
Biomasse: 0,8 bis 22 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a

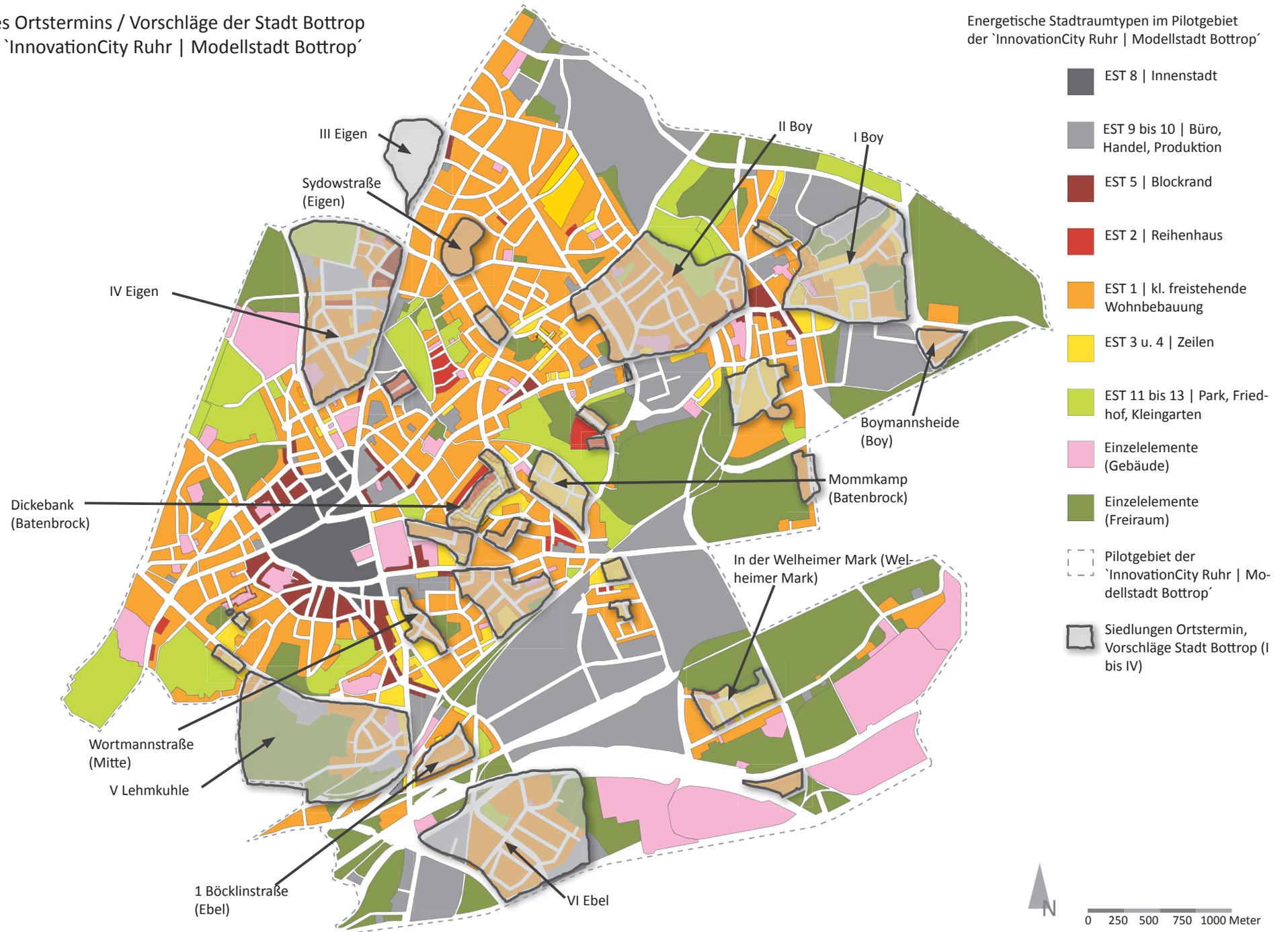
- EST 11 bis 13 - Parkanlage, Friedhof, Kleingarten
- Modellsiedlungen der M1
- Pilotgebiet der 'InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop'



0 250 500 750 1000 Meter

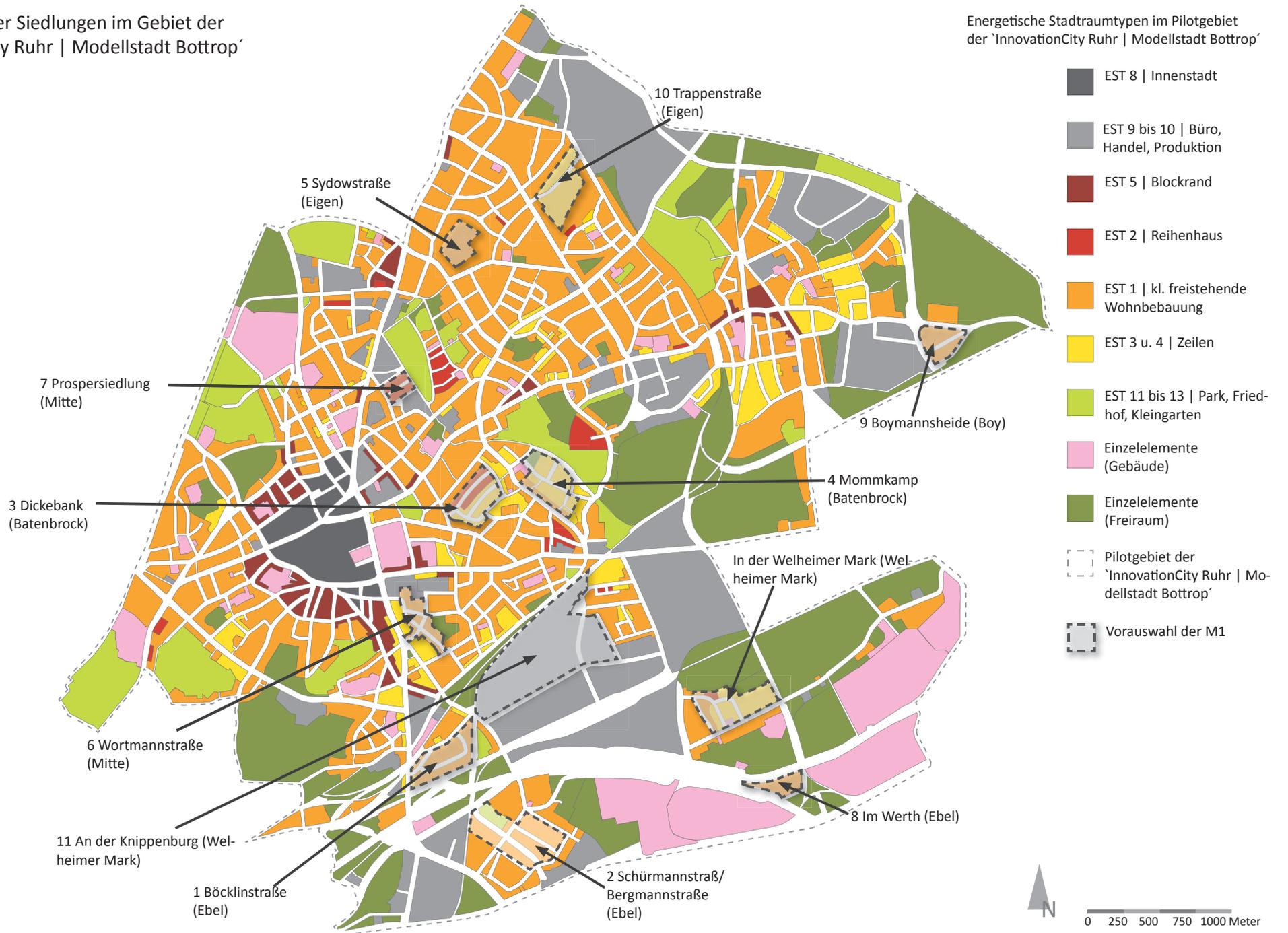
Siedlungen des Ortstermins / Vorschläge der Stadt Bottrop  
im Gebiet der `InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop`

Energetische Stadtraumtypen im Pilotgebiet  
der `InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop`



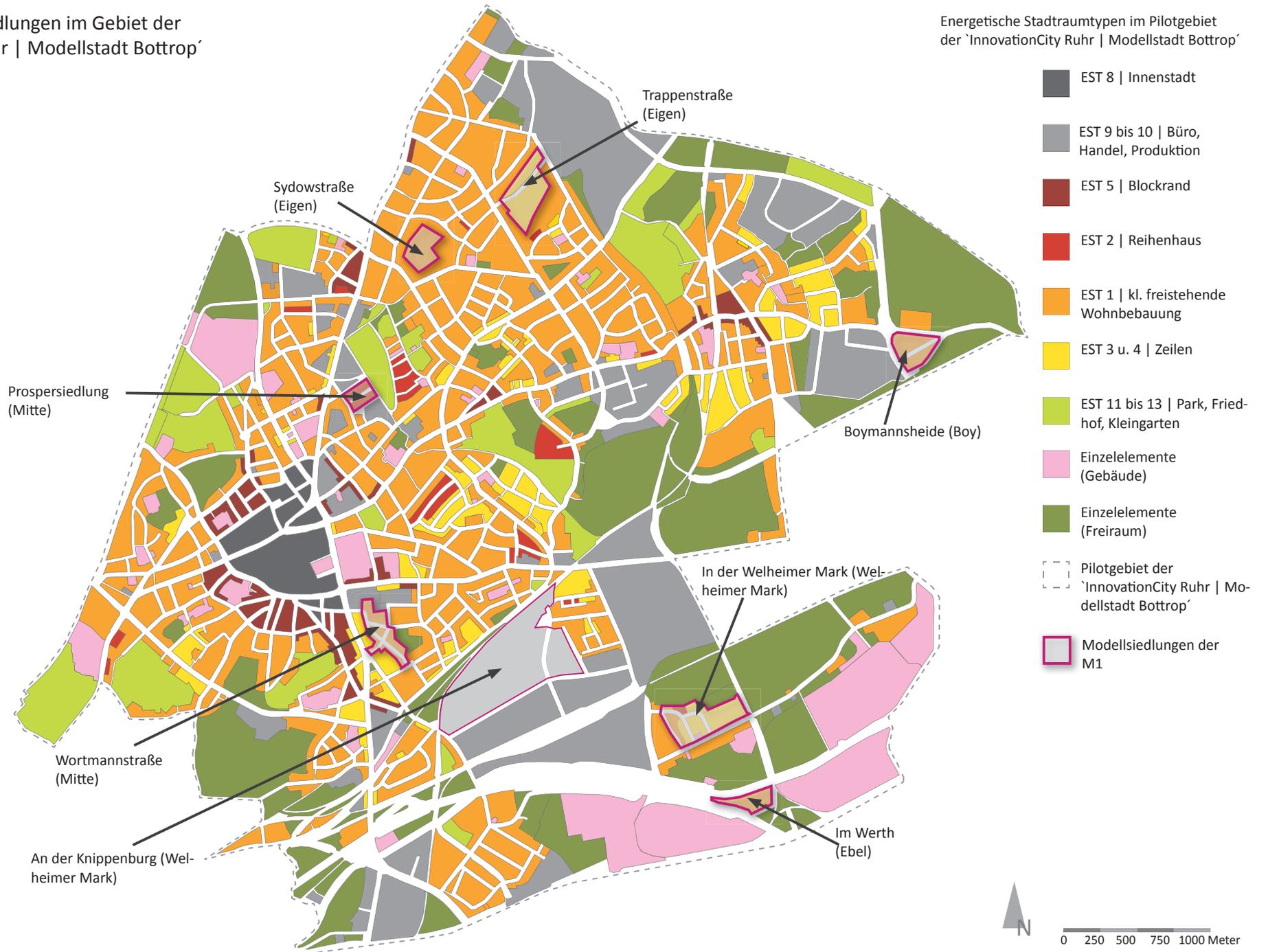
Vorauswahl der Siedlungen im Gebiet der  
'InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop'

Energetische Stadtraumtypen im Pilotgebiet  
der 'InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop'

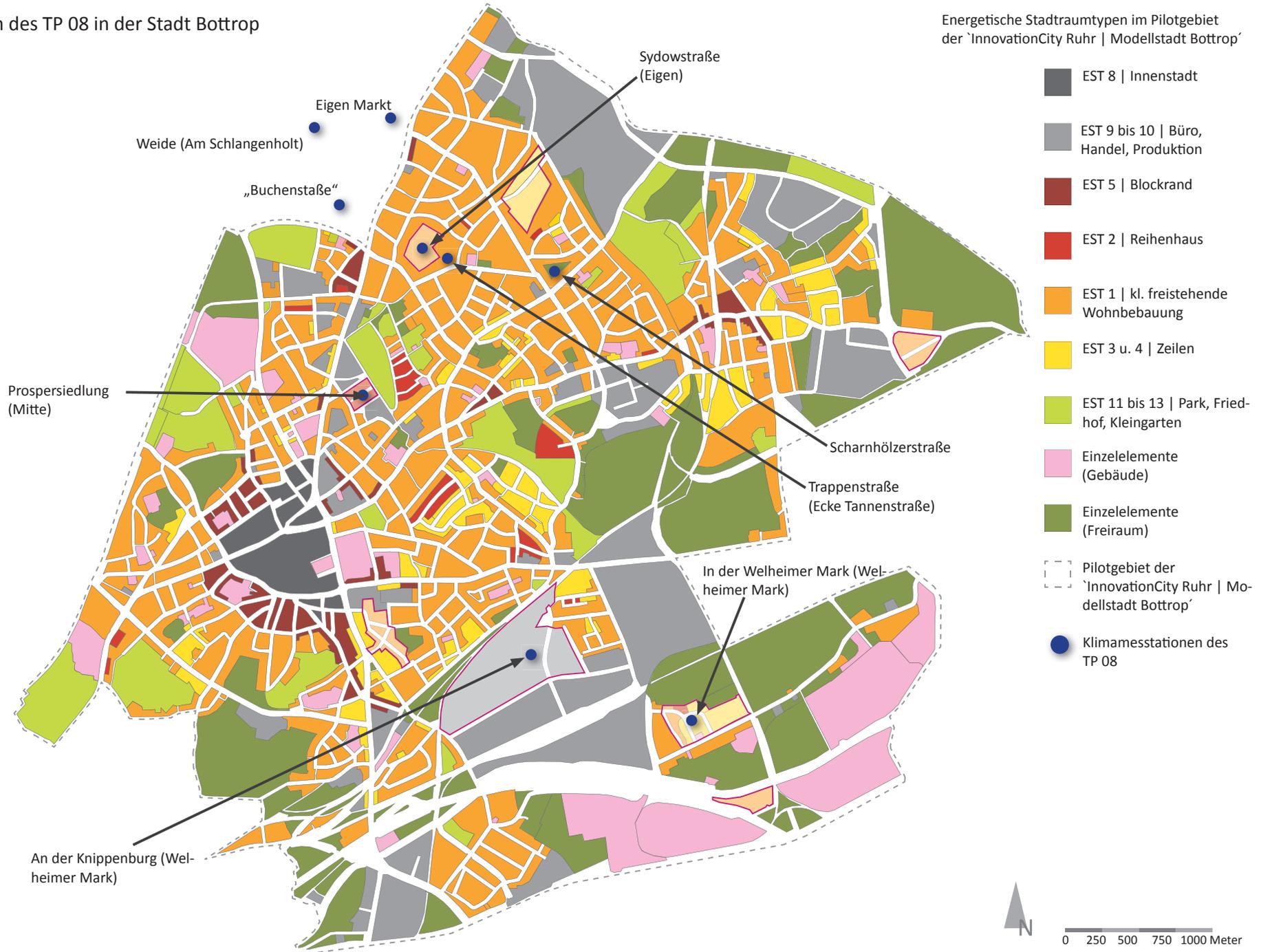


Auswahl Modellsiedlungen im Gebiet der  
'InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop'

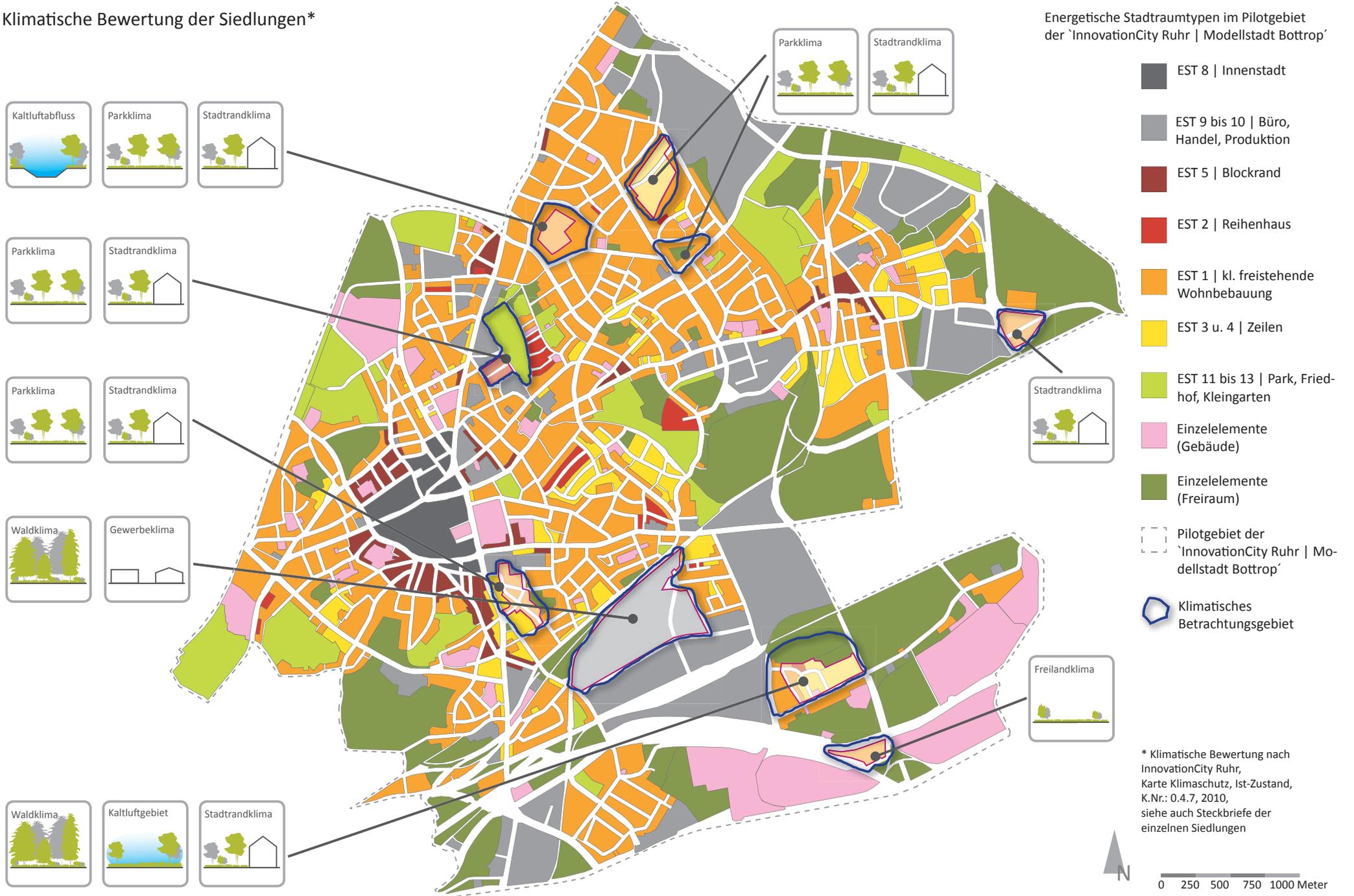
Energetische Stadtraumtypen im Pilotgebiet  
der 'InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop'



# Klimamessstationen des TP 08 in der Stadt Bottrop

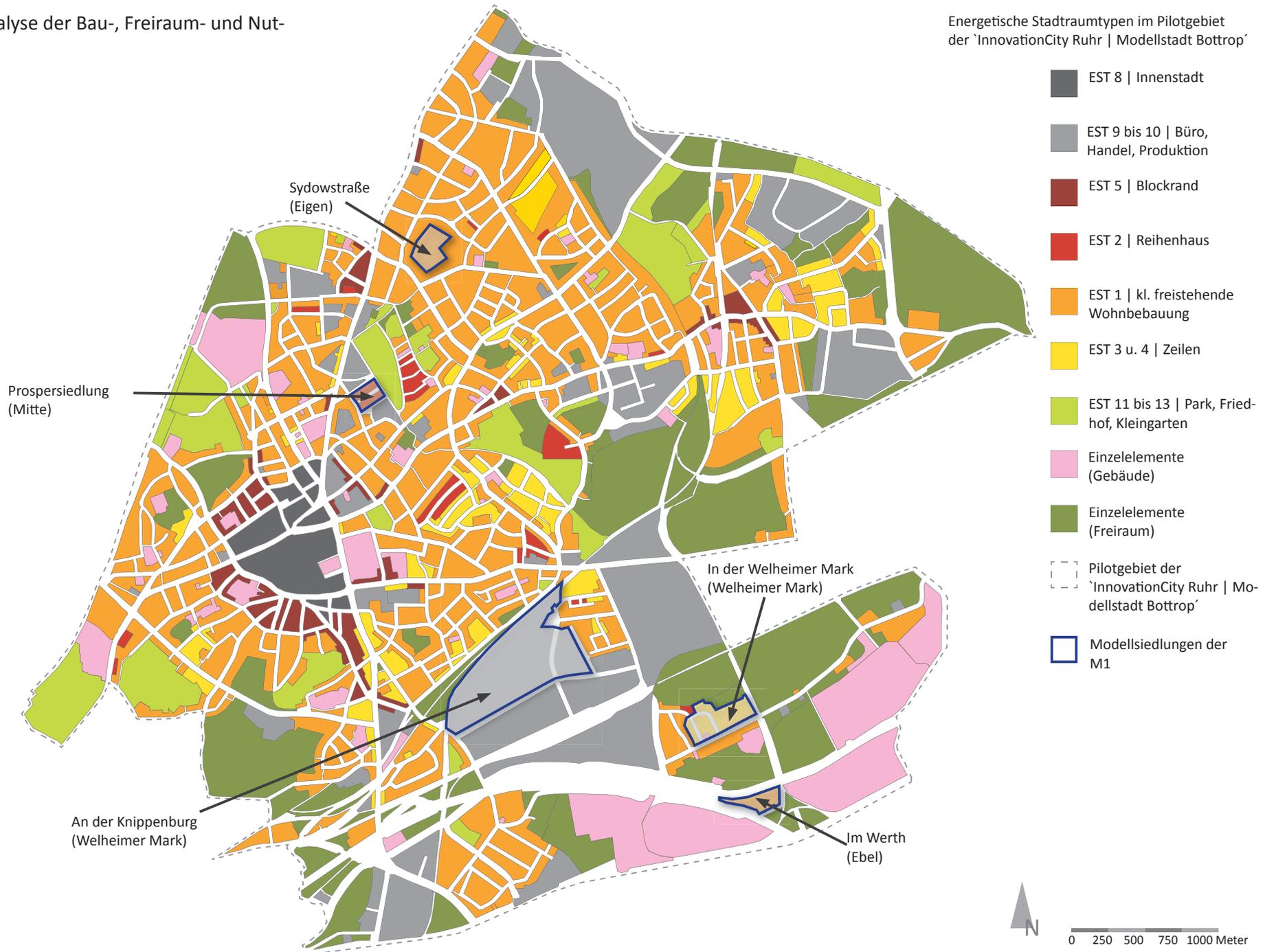


# Klimatische Bewertung der Siedlungen\*

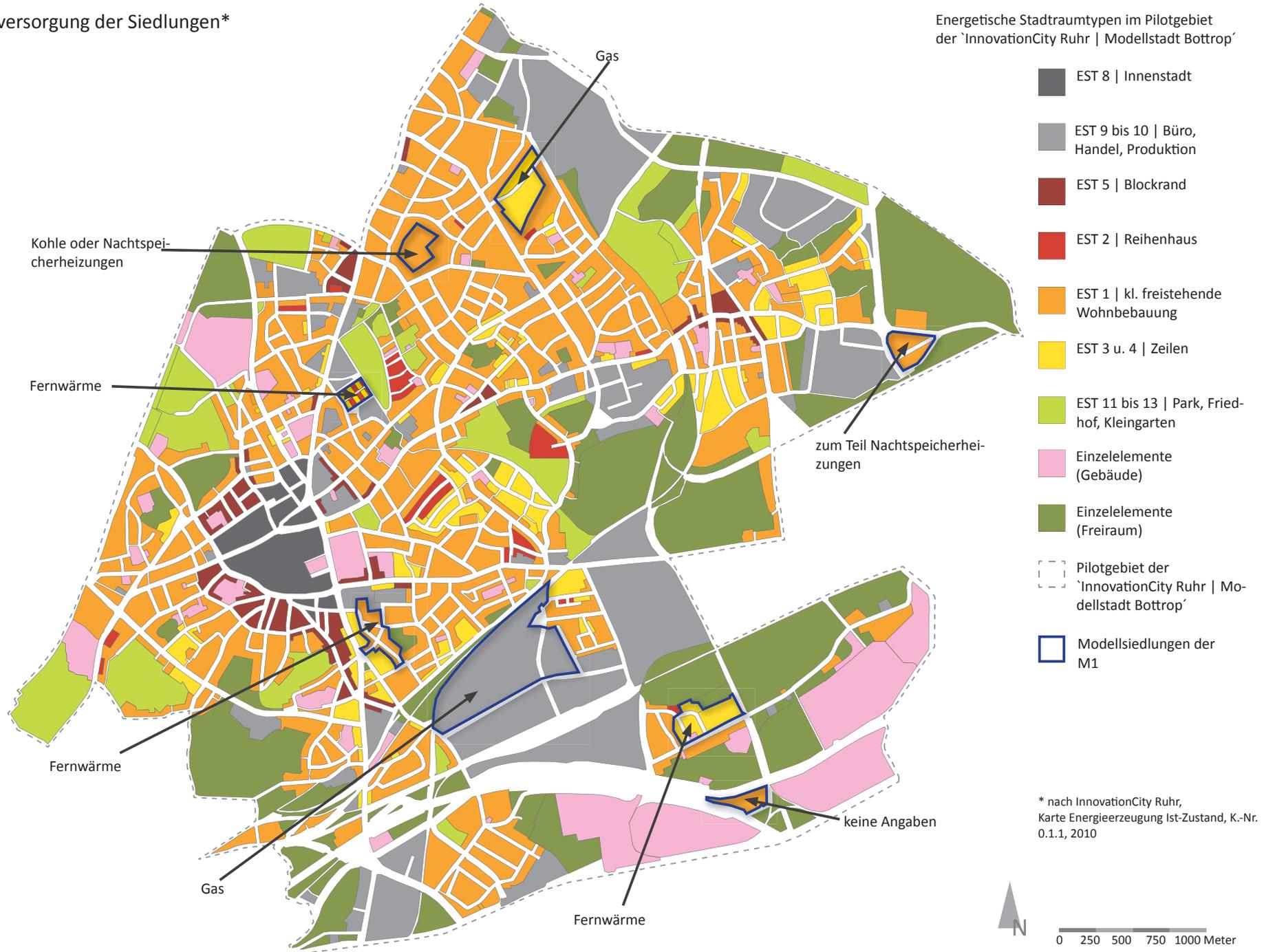


Siedlungen mit Analyse der Bau-, Freiraum- und Nutzungsstruktur

Energetische Stadtraumtypen im Pilotgebiet der 'InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop'



## Bestehende Energieversorgung der Siedlungen\*



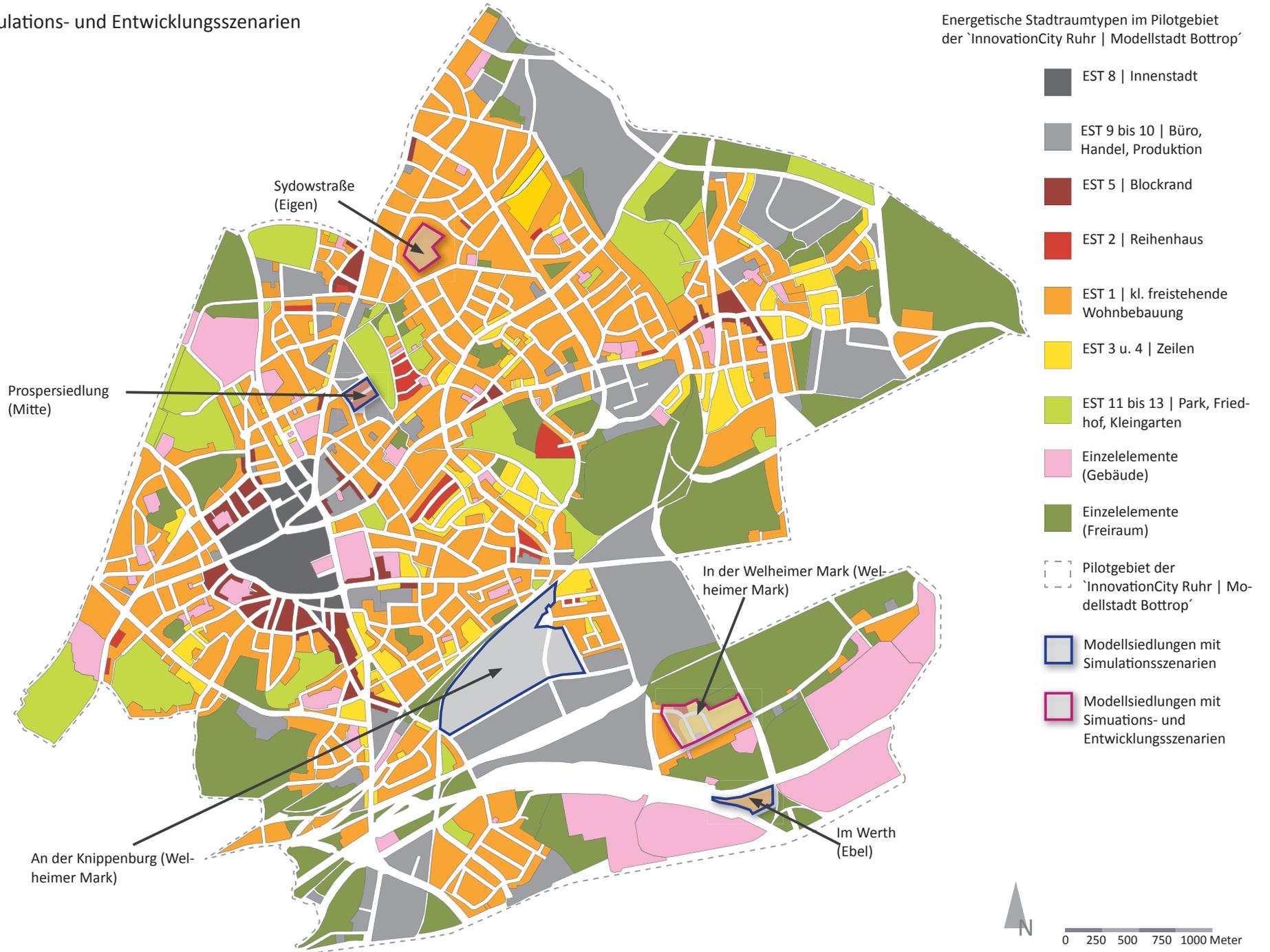
## Vergleich – prognostizierte\* Bedarfe und tatsächlicher Verbrauch

Energetische Stadtraumtypen im Pilotgebiet der 'InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop'

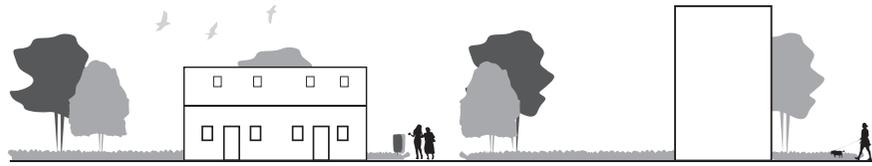


# Siedlungen mit Simulations- und Entwicklungsszenarien

Energetische Stadtraumtypen im Pilotgebiet der 'InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop'



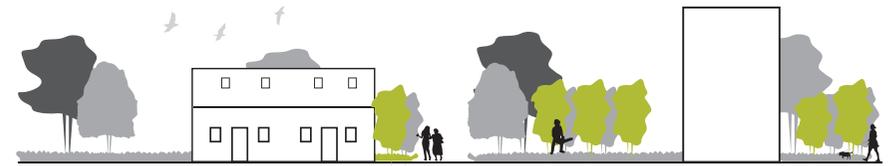
Bausteine der Simulationsszenarien und Entwicklungsszenarien  
(passive, vegetationsbezogene Maßnahmen)



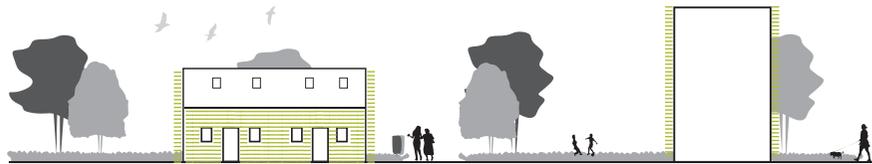
Ausgangssituation



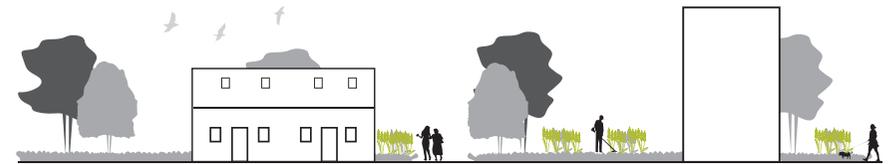
Baustein Dachbegrünung



Baustein holzige Biomasse Anbau



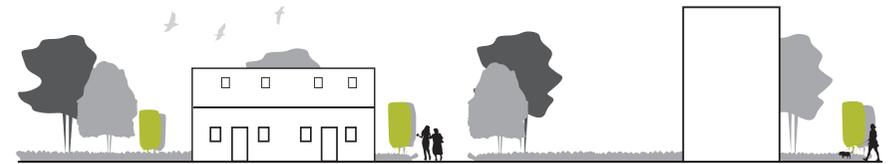
Baustein Fassadenbegrünung



Baustein krautige Biomasse Anbau



Baustein holzige Biomasse Pflege



Baustein Heckenstrukturen

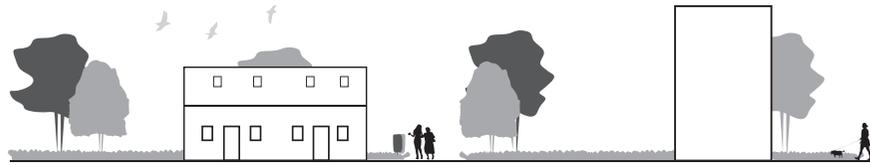


Baustein krautige Biomasse Pflege



Baustein dezentrales Wassermanagement (in den Karten nicht berücksichtigt)

## Bausteine der Simulationsszenarien und Entwicklungsszenarien (aktive, technikbezogene Maßnahmen)



Ausgangssituation



Baustein Photovoltaik



Baustein Solarthermie



Baustein Oberflächennahe Geothermie (Erdwärmesonden)



Baustein Sanierung der Gebäudehülle

Für die betrachteten Modellsiedlungen wurden acht passive, vegetationsbezogene (zur Umgestaltung der Freiflächen hinsichtlich Biomassennutzung, Windschutz oder Gebäudebegrünung) und vier aktive technikbezogene Maßnahmen (Bausteine) zur Verbesserung der Energieeffizienz der Siedlungen entworfen.

Vegetationsbezogene Maßnahmen:

- Dachbegrünung
- Fassadenbegrünung
- Holzige Biomasse (Pflege)
- Krautige Biomasse (Pflege)
- Holzige Biomasse (Anbau)
- Krautige Biomasse (Anbau)
- Hecken
- Dezentrales Wassermanagement (in den Karten nicht berücksichtigt)

Technikbezogene Maßnahmen:

- Photovoltaik
- Solarthermie
- Oberflächennahe Geothermie
- Sanierung der Gebäudehülle

In den Simulationsszenarien wurden diese Bausteine flächig, ohne Berücksichtigung der bestehenden Nutzungs- und Vegetationsstrukturen in den Siedlungen angewandt um ihre Auswirkungen auf die energetischen Potenziale, das Mikroklima, den Pflegebedarf und die Nutzbarkeit durch die Bewohner zu analysieren (siehe nachfolgende Tabellen).

Für zwei Siedlungen („Sydowstraße“ und „In der Welheimer Mark“) wurden aus den Simulationsszenarien Entwicklungsszenarien abgeleitet, die sich hinsichtlich ihrer freiräumlichen, mikroklimatischen und energetischen Potenziale unterscheiden. Die vegetationsbezogenen Maßnahmen können frei mit den vier oben genannten technikbezogenen Maßnahmen kombiniert werden.

Vegetationsbezogenen Entwicklungsszenarien für die Siedlung „Sydowstraße“ sind:

- Krautige Biomasse Pflege (Rasen Bestand)
- Hecke (erneuerter/erweiterter Bestand)
- Hecke (erneuerter/erweiterter Bestand) + Fassadenbegrünung
- Fassadenbegrünung + Krautige Biomasse Anbau (Blühstreifen)
- Fassadenbegrünung + Holzige Biomasse Pflege (Baumbestand verdichtet/erweitert) und Energieholzhecke (selbe Fläche wie Krautige Biomasse Anbau)

Vegetationsbezogenen Entwicklungsszenarien für die Siedlung „In der Welheimer Mark“ sind:

- Fassadenbegrünung + Krautige Biomasse Pflege (Rasen Bestand)
- Hecke (erneuerter/erweiterter Bestand)
- Fassadenbegrünung + Krautige Biomasse Anbau (Blühstreifen linear)
- Fassadenbegrünung + Krautige Biomasse Anbau (Blühstreifen flächig)
- Fassadenbegrünung + Holzige Biomasse Pflege (Baumbestand verdichtet/erweitert) und Krautige Biomasse Anbau (Blühstreifen linear)

Die Simulations- und Entwicklungsszenarien werden in den Steckbriefen der jeweiligen Modellsiedlungen dargestellt.

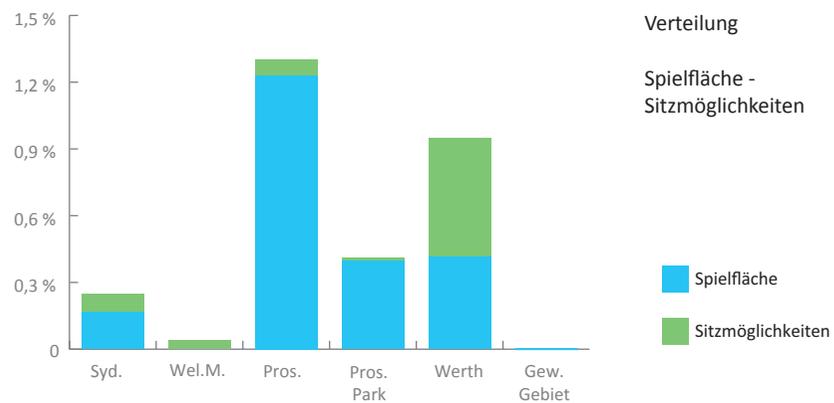
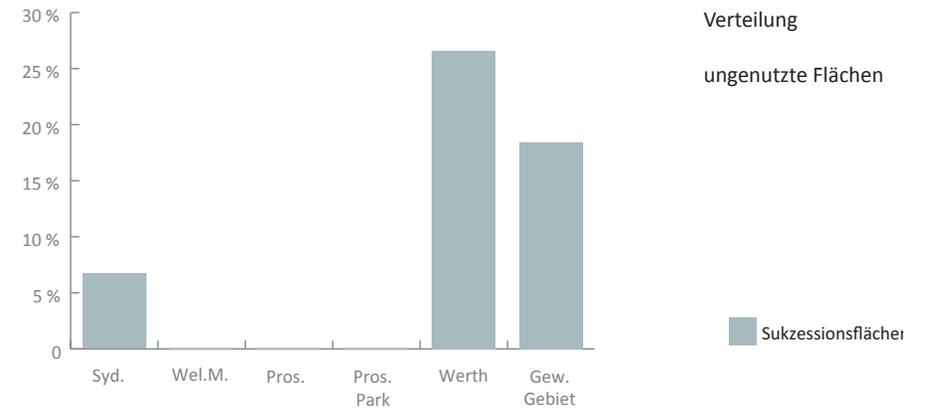
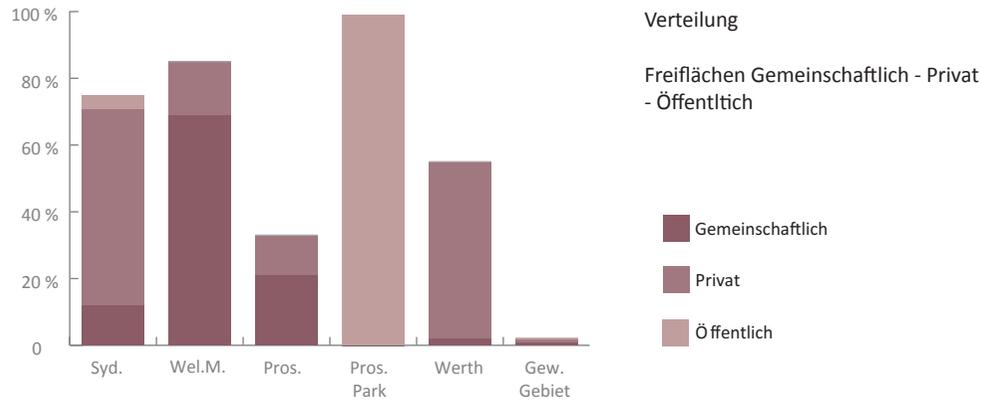
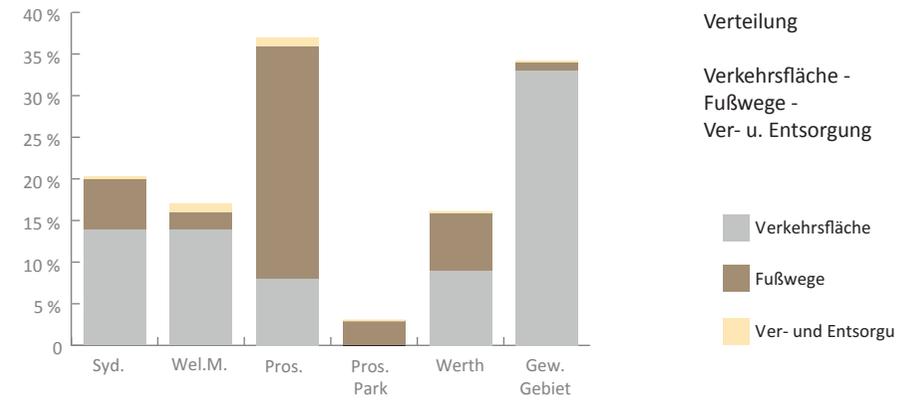
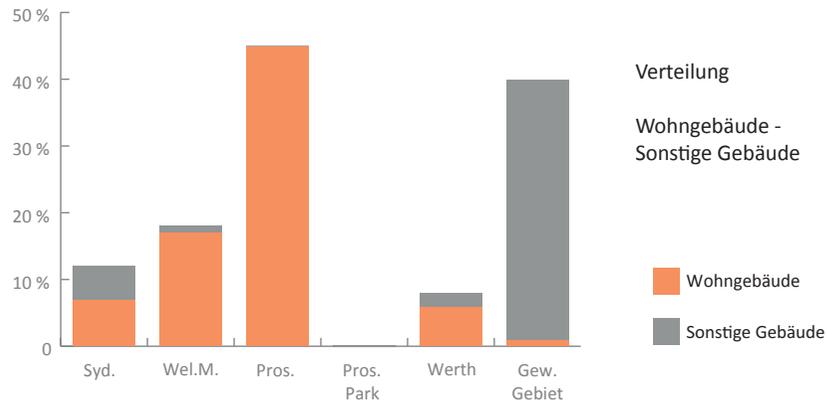
---

## 2. Analyse Vegetations- und Nutzungsstrukturen

## Nutzungen - Vergleich Modellsiedlungen

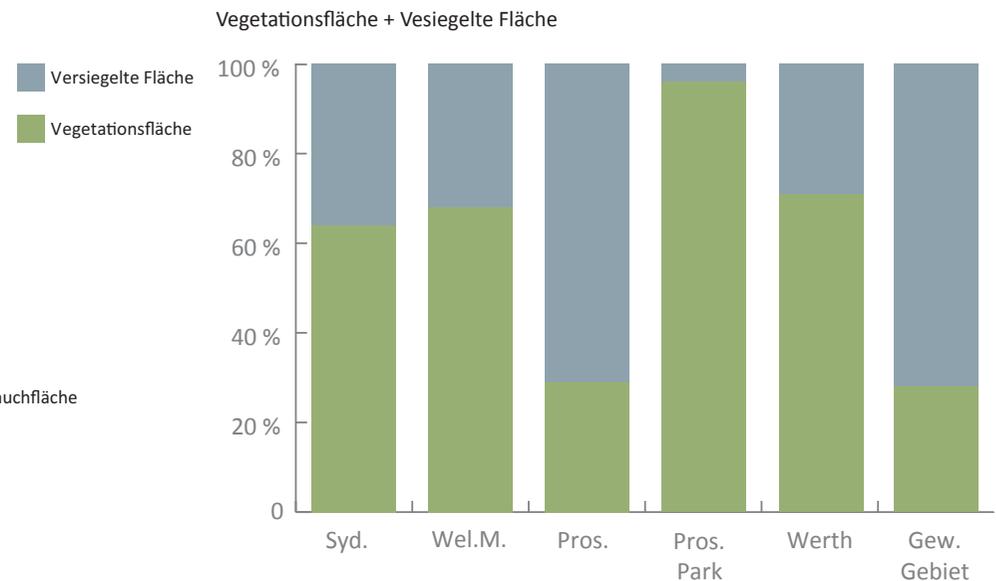
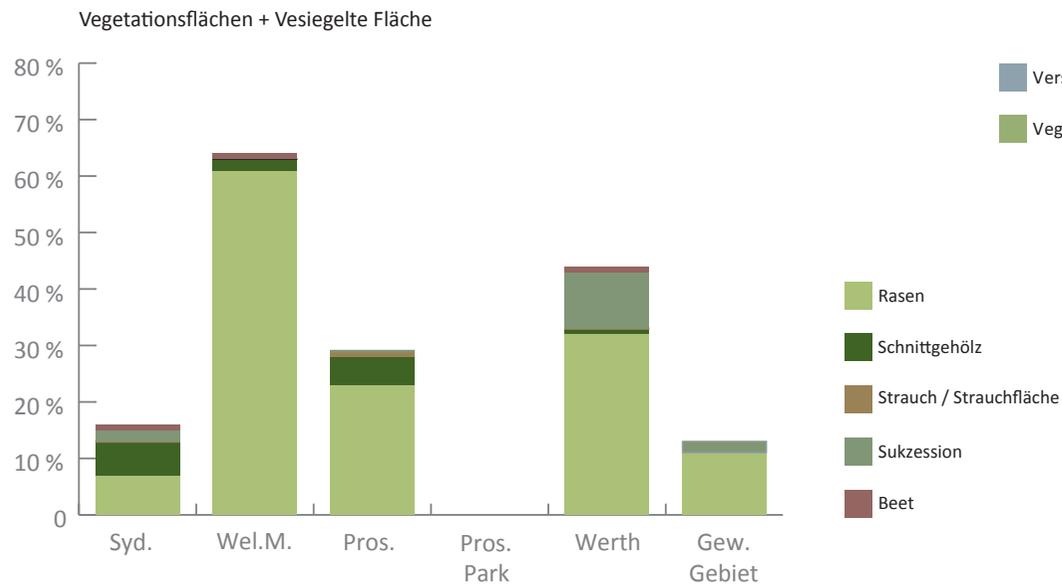
Bestehende Nutzung	Einheit	Sydowstraße	In der Welheimer Mark	Prospersiedlung	Prosperpark	Im Weth	Gewerbegebiet 'An der Knippenburg'
Größe der Modellsiedlung	[m <sup>2</sup> ]	49.670	73.490	28.870	99.360	18.900	438.840
Größe Nettobauland (Parzellen)	[m <sup>2</sup> ]	47.180	67.000	27.550	99.360	18.900	401.690
Wohngebäude	[m <sup>2</sup> ]	3.510	11.500	12.450	0	1.160	4.350
Sonstige Gebäude (ohne Garagen)	[m <sup>2</sup> ]	2.230	1.000	0	0	380	157.170
Freifläche gemeinschaftlich	[m <sup>2</sup> ]	5.580	46.510	5.720	0	420	5.690
Freifläche privat		28.040	10.850	3.170	0	9.990	3.450
Freifläche öffentlich	[m <sup>2</sup> ]	1.720	0	0	96.840	0	0
Spielfläche	[m <sup>2</sup> ]	80	0	340	390	80	0
Sitzmöglichkeiten	[m <sup>2</sup> ]	40	30	20	10	100	0
Ungenutzte u./o. Sukzessionsfläche	[m <sup>2</sup> ]	3.170	0	0	0	5.030	73.970
Verkehrsfläche (Parzelle, inkl. Garagen)	[m <sup>2</sup> ]	6.670	9.600	2.170	0	1.710	132.280
Fußwege (Parzelle)	[m <sup>2</sup> ]	3.010	1.660	7.820	3.150	1.260	4.700
Ver- und Entsorgung	[m <sup>2</sup> ]	160	160	370	0	40	40
Regenwasserversickerung	[m <sup>2</sup> ]	0	240	0	0	0	0
Lager- und Gewerbefläche	[m <sup>2</sup> ]	0	0	0	0	0	36.420
Außenanlage / Abstandsgrün Gewerbe	[m <sup>2</sup> ]	0	0	0	0	0	42.130

## Nutzungen - Vergleich Modellsiedlungen

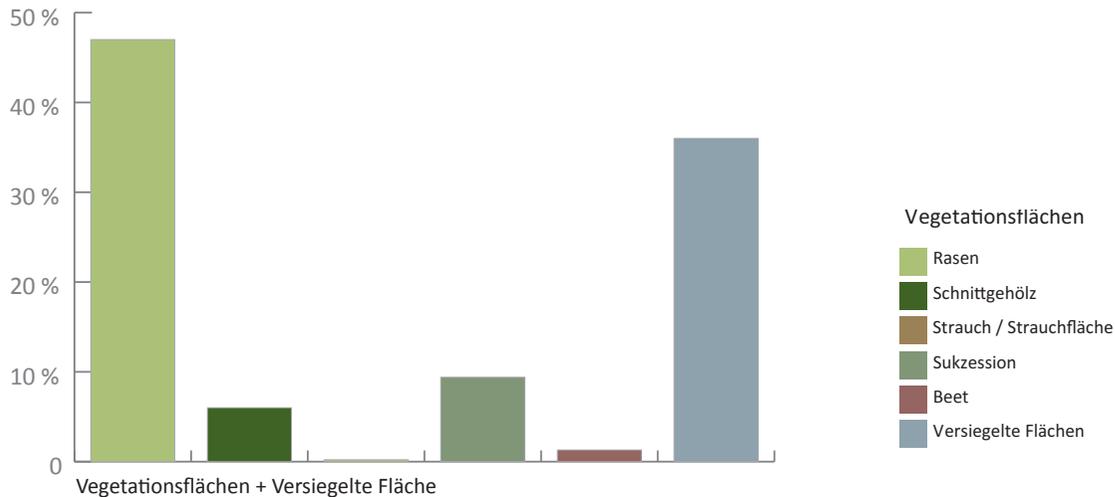
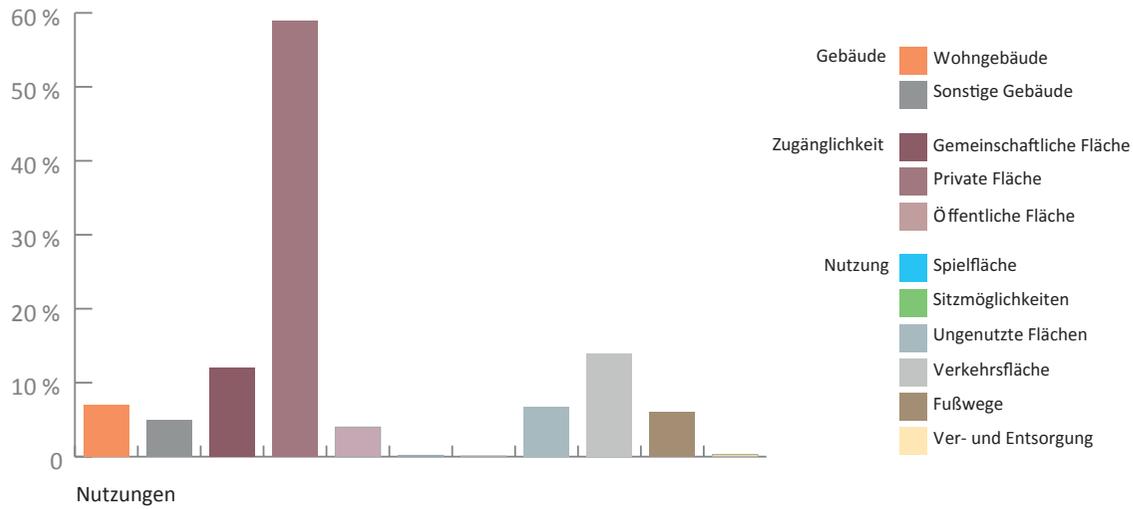


## Vegetationsflächen - Vergleich Modellsiedlungen

Bestehende Nutzung	Einheit	Sydowstraße	In der Welheimer Mark	Prospersiedlung	Prosperpark	Im Weth	Gewerbegebiet 'An der Knippenburg'
Größe der Modellsiedlung	[m <sup>2</sup> ]	49.670	73.490	28.870	99.360	18.900	438.840
Größe Nettobauland (Parzellen)	[m <sup>2</sup> ]	47.180	67.000	27.550	99.360	18.900	401.690
Wohngebäude	[m <sup>2</sup> ]	3.510	11.500	12.450	0	1.160	4.350
Sonstige Gebäude (ohne Garagen)	[m <sup>2</sup> ]	2.230	1.000	0	0	380	157.170
Rasenflächen	[m <sup>2</sup> ]	22.380	40.640	6.440	nicht erfasst	6.020	43.450
Schnittgehölze		2.890	1.040	1.410	nicht erfasst	160	940
Strauchflächen	[m <sup>2</sup> ]	100	0	170	nicht erfasst	0	0
Sukzession (zweijährig)	[m <sup>2</sup> ]	960	0	0	nicht erfasst	1.920	7.360
Beetflächen	[m <sup>2</sup> ]	610	680	30	nicht erfasst	140	120
Versiegelte Flächen (inkl. Gebäude)		16.820	21.640	5.420	3.960	5.420	290.200



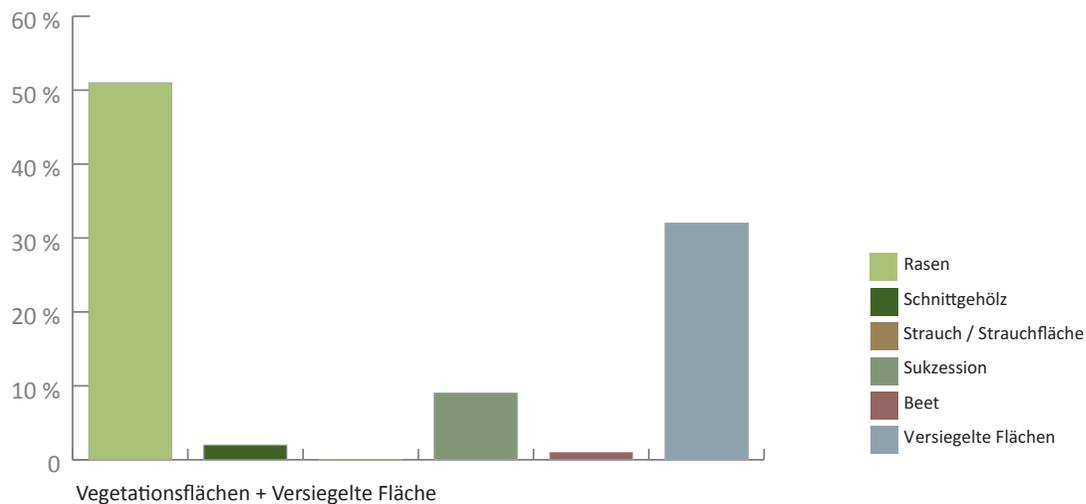
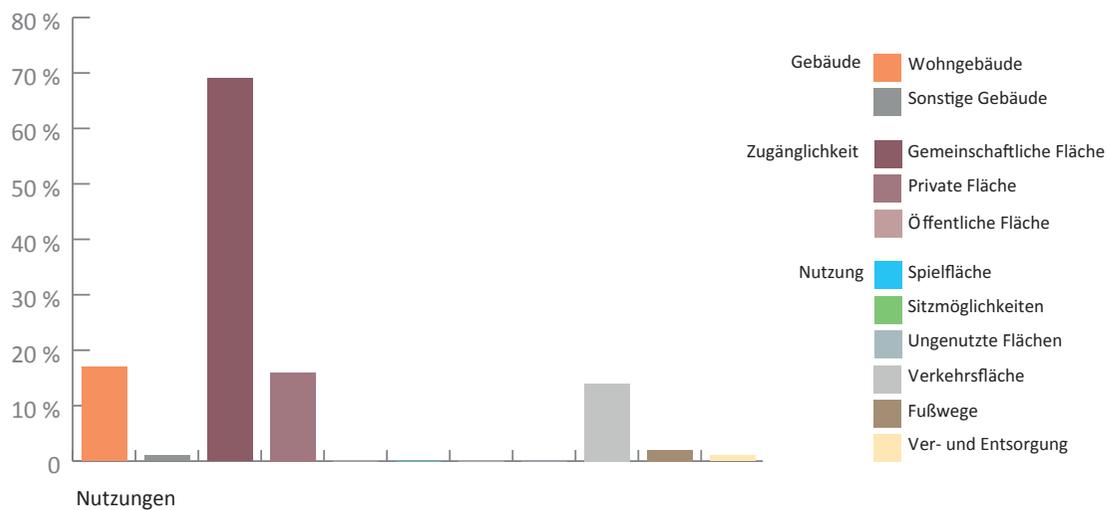
Vegetations- und Nutzungsstrukturen - Sydowstraße



Verteilung bestehende Nutzungen		Fläche	
Einheit	[m <sup>2</sup> ]	[%]	
Wohngebäude	3.510	7	
Sonstige Gebäude (ohne Garagen)	2.230	5	
Freifläche gemeinschaftlich	5.580	12	
Freifläche privat	28.040	59	
Freifläche öffentlich	1.720	4	
Spielfläche	80	0,17	
Sitzmöglichkeiten	40	0,08	
Ungenutzte u./o. Sukzessionsfläche	3.170	6,72	
Verkehrsfläche (inkl. Garagen)	6.670	14	
Fußwege	3.010	6	
Ver- und Entsorgung	160	0,3	

Verteilung Vegetationsflächen		Fläche	
Einheit	[m <sup>2</sup> ]	[%]	
Wohngebäude	3.510	7	
Sonstige Gebäude (ohne Garagen)	2.230	5	
Rasenflächen	22.380	47	
Schnittgehölze	2.890	6	
Strauchflächen	100	0,21	
Sukzession (zweijährig)	960	9,4	
Beetflächen	610	1,3	
Versiegelte Flächen	16.820	36	

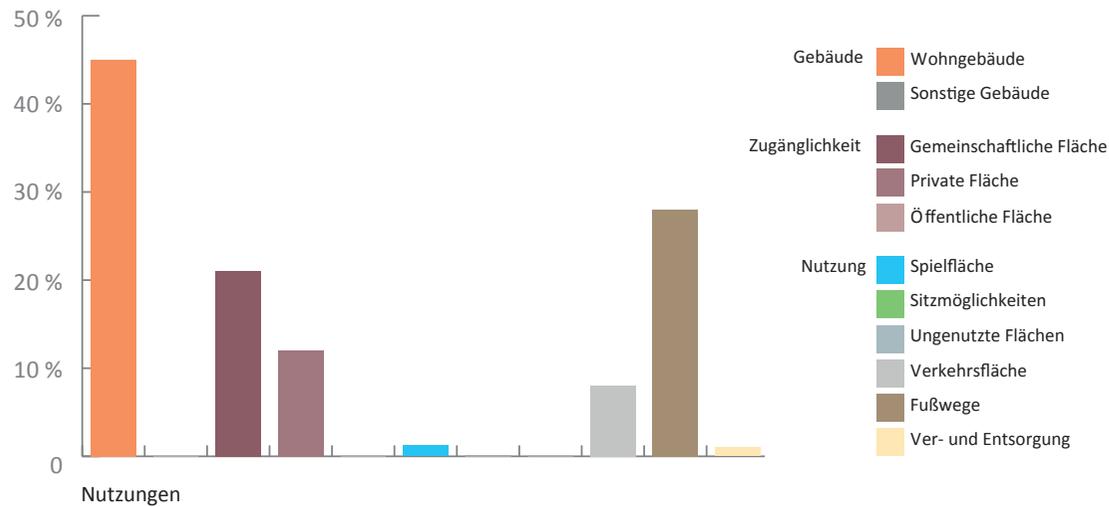
Vegetations- und Nutzungsstrukturen - In der Welheimer Mark



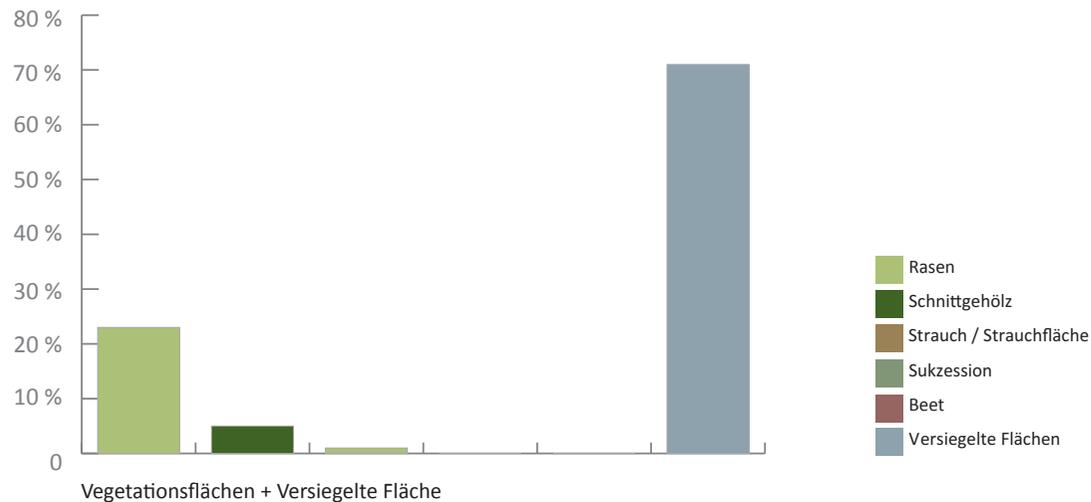
Verteilung bestehende Nutzungen		Fläche	
Einheit	[m <sup>2</sup> ]	[%]	
Wohngebäude	11.500	17	
Sonstige Gebäude (ohne Garagen)	1.000	1	
Freifläche gemeinschaftlich	46.510	69	
Freifläche privat	10.850	16	
Freifläche öffentlich	0	0	
Spielfläche	0	0,0	
Sitzmöglichkeiten	30	0,04	
Ungenutzte u./o. Sukzessionsfläche	0	0	
Verkehrsfläche (inkl. Garagen)	9.600	14	
Fußwege	1.660	2	
Ver- und Entsorgung	160	1	

Verteilung Vegetationsflächen		Fläche	
Einheit	[m <sup>2</sup> ]	[%]	
Wohngebäude	11.500	17	
Sonstige Gebäude (ohne Garagen)	1.000	1	
Rasenflächen	40.640	51	
Schnittgehölze	1.040	2	
Strauchflächen	0	0	
Sukzession (zweijährig)	0	9	
Beetflächen	680	1	
Versiegelte Flächen	21.640	32	

Vegetations- und Nutzungsstrukturen - Prospersiedlung

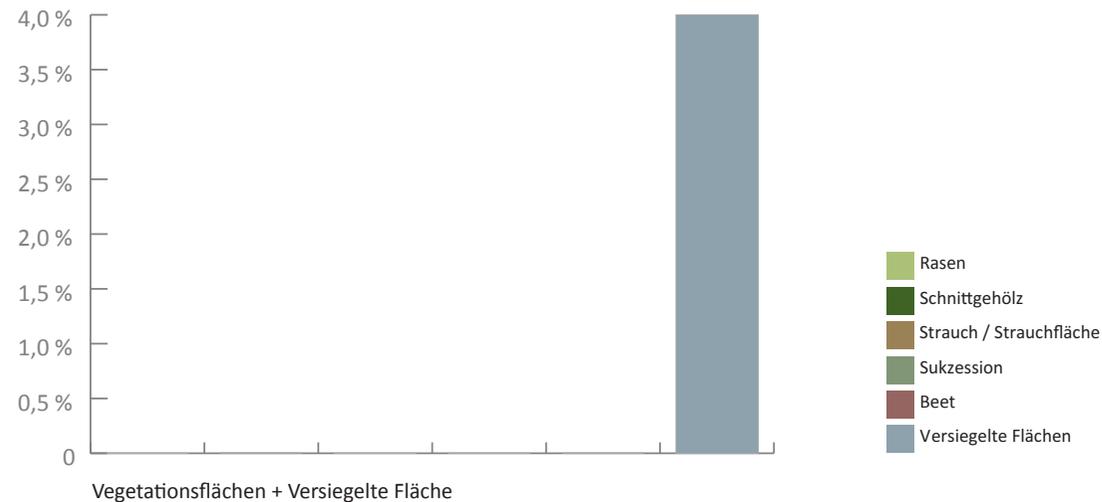
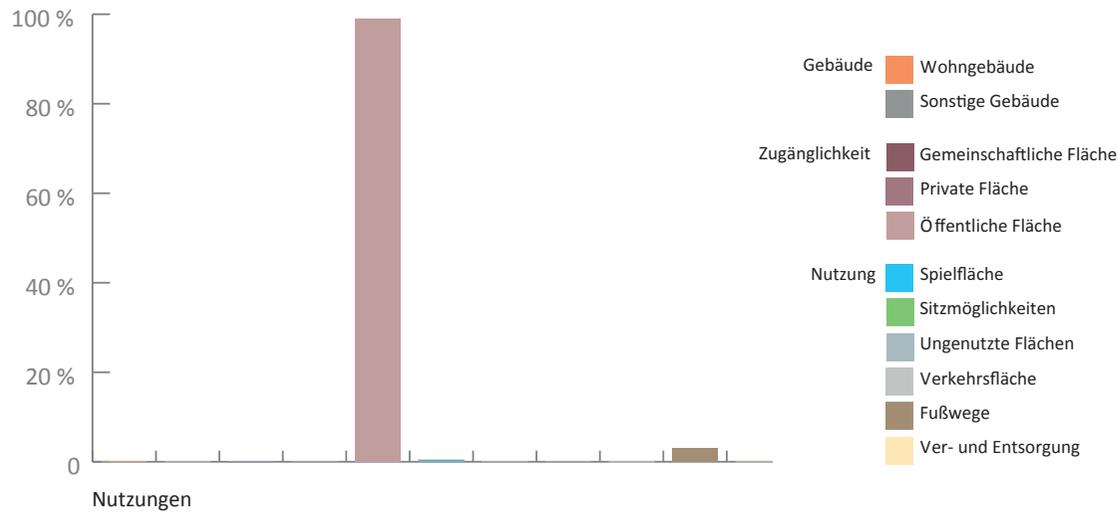


Verteilung bestehende Nutzungen		Fläche	
Einheit	[m <sup>2</sup> ]	[%]	
Wohngebäude	12.450	45	
Sonstige Gebäude (ohne Garagen)	0	0	
Freifläche gemeinschaftlich	5.720	21	
Freifläche privat	3.170	12	
Freifläche öffentlich	0	0	
Spielfläche	340	1,23	
Sitzmöglichkeiten	20	0,07	
Ungenutzte u./o. Sukzessionsfläche	0	0	
Verkehrsfläche (inkl. Garagen)	2.170	8	
Fußwege	7.820	28	
Ver- und Entsorgung	370	1	



Verteilung Vegetationsflächen		Fläche	
Einheit	[m <sup>2</sup> ]	[%]	
Wohngebäude	12.450	45	
Sonstige Gebäude (ohne Garagen)	0	0	
Rasenflächen	6.440	23	
Schnittgehölze	1.410	5	
Strauchflächen	170	1	
Sukzession (zweijährig)	0	0	
Beetflächen	30	0	
Versiegelte Flächen	5.420	71	

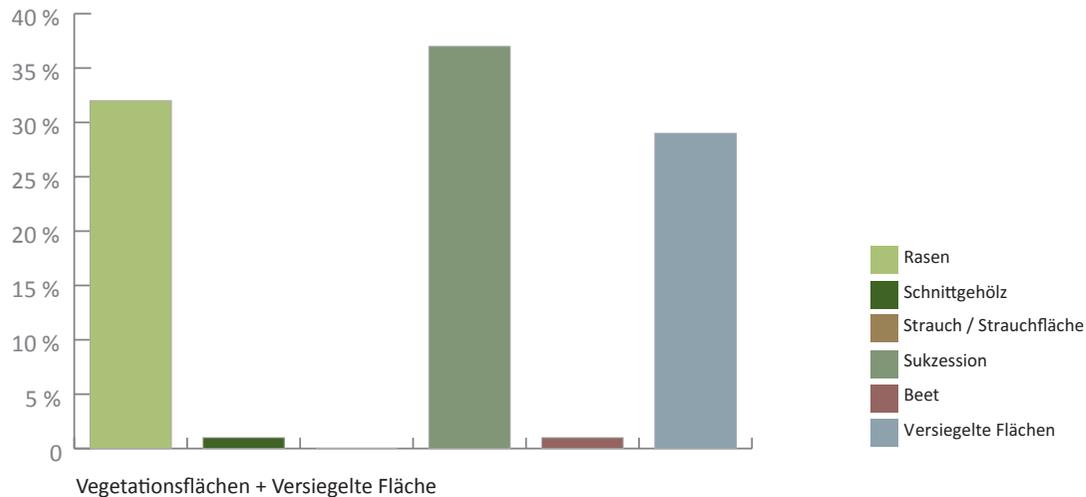
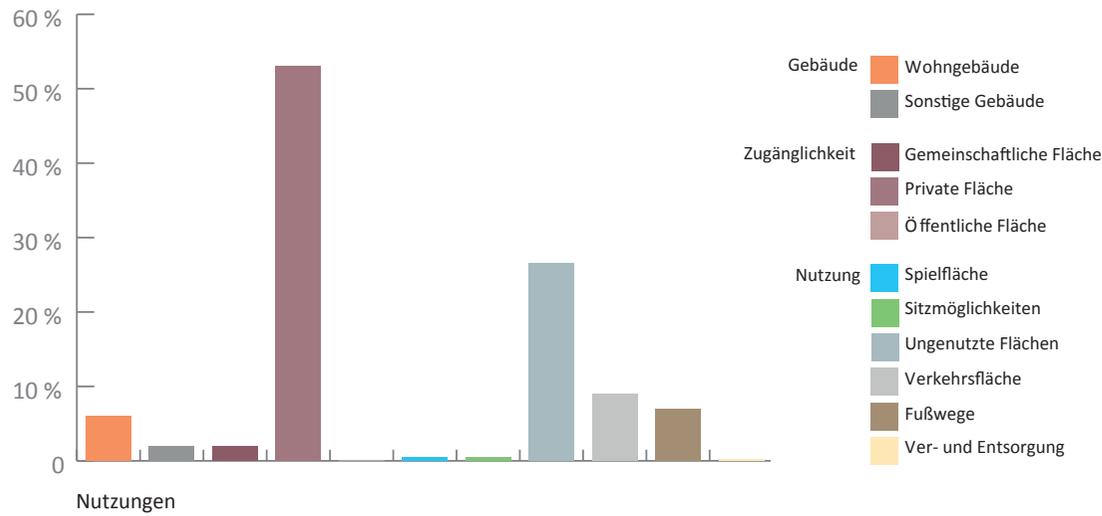
Vegetations- und Nutzungsstrukturen - Prosperpark



Verteilung bestehende Nutzungen	Fläche	
Einheit	[m <sup>2</sup> ]	[%]
Wohngebäude	0	0
Sonstige Gebäude (ohne Garagen)	0	0
Freifläche gemeinschaftlich	0	0
Freifläche privat	0	0
Freifläche öffentlich	96.840	99
Spielfläche	390	0,40
Sitzmöglichkeiten	10	0,01
Ungenutzte u./o. Sukzessionsfläche	0	0
Verkehrsfläche (inkl. Garagen)	0	0
Fußwege	3.150	3
Ver- und Entsorgung	0	0

Verteilung Vegetationsflächen	Fläche	
Einheit	[m <sup>2</sup> ]	[%]
Wohngebäude	0	0
Sonstige Gebäude (ohne Garagen)	0	0
Rasenflächen	n.e.	n.e.
Schnittgehölze	n.e.	n.e.
Strauchflächen	n.e.	n.e.
Sukzession (zweijährig)	n.e.	n.e.
Beetflächen	n.e.	n.e.
Versiegelte Flächen	3.960	4,1

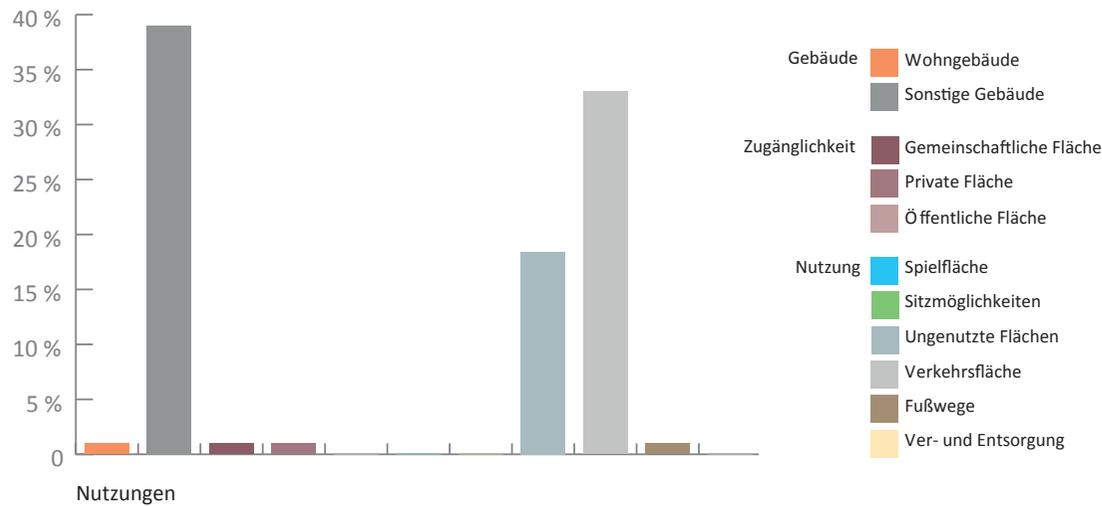
Vegetations- und Nutzungsstrukturen - Im Werth



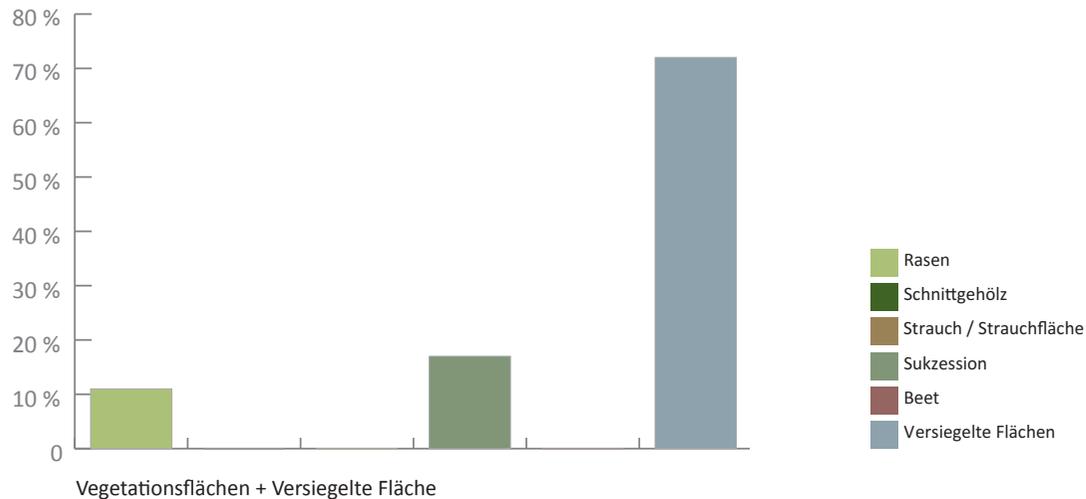
Verteilung bestehende Nutzungen		Fläche	
Einheit	[m <sup>2</sup> ]	[%]	
Wohngebäude	1.160	6	
Sonstige Gebäude (ohne Garagen)	380	2	
Freifläche gemeinschaftlich	420	2	
Freifläche privat	9.990	53	
Freifläche öffentlich	0	0	
Spielfläche	80	0,42	
Sitzmöglichkeiten	100	0,53	
Ungenutzte u./o. Sukzessionsfläche	5.030	26,61	
Verkehrsfläche (inkl. Garagen)	1.710	9	
Fußwege	1.260	7	
Ver- und Entsorgung	40	0,21	

Verteilung Vegetationsflächen		Fläche	
Einheit	[m <sup>2</sup> ]	[%]	
Wohngebäude	1.160	7	
Sonstige Gebäude (ohne Garagen)	380	5	
Rasenflächen	6.020	32	
Schnittgehölze	160	1	
Strauchflächen	0	0	
Sukzession (zweijährig)	1.920	37	
Beetflächen	140	1	
Versiegelte Flächen	5.420	29	

Vegetations- und Nutzungsstrukturen - An der Knippenburg (Gewerbegebiet)



Verteilung bestehende Nutzungen		Fläche	
Einheit	[m <sup>2</sup> ]	[%]	
Wohngebäude	4.350	1	
Sonstige Gebäude (ohne Garagen)	157.170	39	
Freifläche gemeinschaftlich	5.690	1	
Freifläche privat	3.450	1	
Freifläche öffentlich	0	0	
Spielfläche	0	0	
Sitzmöglichkeiten	0	0	
Ungenutzte u./o. Sukzessionsfläche	73.970	18,41	
Verkehrsfläche (inkl. Garagen)	132.280	33	
Fußwege	4.700	1	
Ver- und Entsorgung	40	0,01	



Verteilung Vegetationsflächen		Fläche	
Einheit	[m <sup>2</sup> ]	[%]	
Wohngebäude	4.350	1	
Sonstige Gebäude (ohne Garagen)	157.170	39	
Rasenflächen	43.450	11	
Schnittgehölze	940	0	
Strauchflächen	0	0	
Sukzession (zweijährig)	7.360	17	
Beetflächen	120	0	
Versiegelte Flächen	290.200	72	

---

### 3. Klimatische Bewertung

## Klimatische Bewertung der Siedlungen (Ist-Zustand)

Stadt Bottrop  
115.779 Einwohner

Lage über NN 26 bis 78 m ü. NN

Nördliche Breite 51° 34' 24"  
Östliche Länge (von Greenwich) 6° 55' 20"  
Ausdehnung Nord-Süd 17 km  
Ausdehnung Ost-West 9 km

Jahresdurchschnittstemperatur 9,6 °C  
Jahresniederschlag 822 mm

Messstation Essen, für die Jahre 1961 - 1990

Modellsiedlung	Versiegelungsgrad*	Lage im Stadtgebiet	Besonderheiten	Klimatische Bewertung (nach InnovationCity Ruhr, Karte Klimaschutz, Ist-Zustand, K.Nr.: 0.4.7, 2010)
Sydowstraße (Eigen)	ca. 30 %	Peripherie	Kleines Fließgewässer westlich angrenzend	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stadtrandklima: Die überwiegend locker bebauten und gut durchgrünten Wohnsiedlungen bewirken schwache Wärmeinseln, ausreichenden Luftaustausch und meist gute Bioklimate</li> <li>• Tallagen: Kaltluftsammlergebiet und abflussbereiche abhängig vom Gefälle und vom Talquerschnitt. Kaltluft der Täler und Siepen.</li> </ul>
EST 1 - Kleine freistehende Wohnbebauung (EFH und MFH)				
Prospersiedlung (Mitte)	ca. 30 %	Innenstadt-Rand	Prosperpark nordöstlich angrenzend	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stadtrandklima: Die überwiegend locker bebauten und gut durchgrünten Wohnsiedlungen bewirken schwache Wärmeinseln, ausreichenden Luftaustausch und meist gute Bioklimate</li> <li>• Angrenzend an Parkklima: Je nach Bewuchs werden die Temperatur- und Strahlungsamplituden mehr oder weniger stark gedämpft. Meist bioklimatisch wertvolle Stadtoasen ohne bedeutende Fernwirkung</li> <li>• Park und Grünfläche: Lokale Klimaausgleichsräume. Größere zusammenhängende Grünflächen bilden Frischluftschneisen</li> </ul>
EST 3 - Zeilenbebauung überwiegend niedriger bis mittlerer Geschossigkeit				
Wortmannstraße (Mitte)	ca. 30 %	Innenstadt-Rand	Keine	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stadtrandklima: Die überwiegend locker bebauten und gut durchgrünten Wohnsiedlungen bewirken schwache Wärmeinseln, ausreichenden Luftaustausch und meist gute Bioklimate</li> <li>• Angrenzend an Parkklima: Je nach Bewuchs werden die Temperatur- und Strahlungsamplituden mehr oder weniger stark gedämpft. Meist bioklimatisch wertvolle Stadtoasen ohne bedeutende Fernwirkung</li> <li>• Angrenzend an Hauptverkehrsstraßen: Bei hohem Verkehrsaufkommen lineare Emissionen von Abgasen (Stickoxide, Kohlendioxid, Kohlenwasserstoff und Ruß), Lärmemissionen.</li> </ul>
EST 1 - Kleine freistehende Wohnbebauung (EFH und MFH)				
Trappenstraße (Ebel)	ca. 30 %	Peripherie	Brachfläche östlich / Gewerbegebiet nordöstlich angrenzend	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stadtrandklima: Die überwiegend locker bebauten und gut durchgrünten Wohnsiedlungen bewirken schwache Wärmeinseln, ausreichenden Luftaustausch und meist gute Bioklimate</li> <li>• Angrenzend an Parkklima: Je nach Bewuchs werden die Temperatur- und Strahlungsamplituden mehr oder weniger stark gedämpft. Meist bioklimatisch wertvolle Stadtoasen ohne bedeutende Fernwirkung</li> </ul>
EST 3 - Zeilenbebauung überwiegend niedriger bis mittlerer Geschossigkeit				
Boymannsheide (Boy)	ca. 30 %	Peripherie	Hauptverkehrsstraße westlich / Brachfläche nordöstlich und Vorwald südöstlich angrenzend	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stadtrandklima: Die überwiegend locker bebauten und gut durchgrünten Wohnsiedlungen bewirken schwache Wärmeinseln, ausreichenden Luftaustausch und meist gute Bioklimate</li> <li>• Angrenzend an Parkklima: Je nach Bewuchs werden die Temperatur- und Strahlungsamplituden mehr oder weniger stark gedämpft. Meist bioklimatisch wertvolle Stadtoasen ohne bedeutende Fernwirkung</li> <li>• Angrenzend an Waldklima: Im Vergleich zu offenen Landschaft werden die Strahlungs- und Temperaturschwankungen im Stammraum gedämpft, die Luftfeuchtigkeit ist erhöht, im Stammraum herrscht Windruhe und eine größere Luftreinheit.</li> <li>• Angrenzend an Hauptverkehrsstraßen: Bei hohem Verkehrsaufkommen lineare Emissionen von Abgasen (Stickoxide, Kohlendioxid, Kohlenwasserstoff und Ruß), Lärmemissionen.</li> </ul>
EST 1 - Kleine freistehende Wohnbebauung (EFH und MFH)				

In der Welheimer Mark (Welheimer Mark)	ca. 30 %	Peripherie	Gewerbegebiet westlich/ Brachflächen, Ackerflächen und Vorwald nördlich, östlich und südlich angrenzend; Fließgewässer südlich	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stadtrandklima: Die überwiegend locker bebauten und gut durchgrüneten Wohnsiedlungen bewirken schwache Wärmeinseln, ausreichenden Luftaustausch und meist gute Bioklimate</li> <li>• Angrenzend an Freilandklima: Ungestörter Temperatur-/Feuchteverlauf, windoffen, normale Strahlung, keine Quellen für Luftverunreinigungen, Frischluftgebiet für die Stadt.</li> <li>• Angrenzend an Waldklima: Im Vergleich zu offenen Landschaft werden die Strahlungs- und Temperaturschwankungen im Stammraum gedämpft, die Luftfeuchtigkeit ist erhöht, im Stammraum herrscht Windruhe und eine größere Luftreinheit.</li> <li>• Kaltluftammelgebiet und Niederungsbereich: Bildung von nächtlichen Bodeninversionen und erhöhte Bodennebelgefahr. Luftleitbahn.</li> <li>• Angrenzend an Gewerbeklima: Bei hoher Versiegelung starke sommerliche Aufheizung, relativ trocken, starke Veränderung des Windfeldes, Emission von Lärm und Schadstoffen.</li> <li>• Angrenzend an Hauptverkehrsstraßen: Bei hohem Verkehrsaufkommen lineare Emissionen von Abgasen (Stickoxide, Kohlendioxid, Kohlenwasserstoff und Ruß), Lärmemissionen.</li> </ul>
EST 3 - Zeilenbebauung überwiegend niedriger bis mittlerer Geschossigkeit				
Im Werth (Welheimer Mark)	ca. 30 %	Peripherie	Kohlehalden, Brachen und Vorwald rundherum; Fließgewässer nördlich und südlich / Hauptverkehrsstraßen östlich und südlich angrenzend	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Freilandklima: Ungestörter Temperatur-/Feuchteverlauf, windoffen, normale Strahlung, kleine Quellen für Luftverunreinigungen, Frischluftgebiet für die Stadt.</li> <li>• Angrenzend an Gewerbeklima: Bei hoher Versiegelung starke sommerliche Aufheizung, relativ trocken, starke Veränderung des Windfeldes, Emission von Lärm und Schadstoffen.</li> <li>• Angrenzend an Industrieklima: Gebiete mit erhöhter Schadstoff-/ und Abwärmelastung, Flächenversiegelung führt zu Aufheizungen, das Windfeld wird verändert, z.T. belastendes Mikroklima.</li> <li>• Kaltluftammelgebiet und Niederungsbereich: Bildung von nächtlichen Bodeninversionen und erhöhte Bodennebelgefahr. Luftleitbahn.</li> </ul>
EST 1 - Kleine freistehende Wohnbebauung (EFH und MFH)				
An der Knippenburg (Batenbock / Welh. Mark)	ca. 80 %	Innenstadt-Rand	Bahntrasse nördlich und südlich angrenzend; Fließgewässersüdlich angrenzend, Zeche Prosper II mit Umgrenzungsmauer und Kohlehalden östlich angrenzend	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gewerbeklima: Bei hoher Versiegelung starke sommerliche Aufheizung, relativ trocken, starke Veränderung des Windfeldes, Emission von Lärm und Schadstoffen.</li> <li>• In Teilen Waldklima: Im Vergleich zu offenen Landschaft werden die Strahlungs- und Temperaturschwankungen im Stammraum gedämpft, die Luftfeuchtigkeit ist erhöht, im Stammraum herrscht Windruhe und eine größere Luftreinheit.</li> <li>• Angrenzend an Bahnanlagen: Große Tag-/Nachtunterschiede bei den Oberflächentemperaturen, die geringe Rauigkeit begünstigt den Luftaustausch.</li> <li>• Kaltluftammelgebiet und Niederungsbereich: Bildung von nächtlichen Bodeninversionen und erhöhte Bodennebelgefahr. Luftleitbahn.</li> </ul>
EST 10 - Gewerbegebiet				

\* Gesamtversiegelung (Gebäude + Freiraum) nach UrbanReNet

## Klimatische Kennwerte der Messstationen Essen\*

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
<b>Lufttemp.</b>													
1961 - 1990	1,9	2,5	5,1	8,5	12,9	15,7	17,4	17,2	14,4	10,7	5,7	2,9	9,6
1971 - 2000	2,4	2,8	5,8	8,7	13,3	15,7	17,9	17,8	14,3	10,3	5,8	3,6	9,9
1981 - 2010	2,5	2,8	6	9,5	13,6	16	18,4	18	14,6	10,7	6,3	3,2	10,1
<b>Niederschlag</b>													
1961 - 1990	70	50	65	58	68	84	79	70	64	62	73	79	822
1971 - 2000	73	51	67	56	67	84	77	70	67	64	40	41	416
1981 - 2010	81	59	69	49	62	75	79	76	71	73	56	60	619
<b>Heiße Tage</b>													
1961 - 1990	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	3
1971 - 2000	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	4
1981 - 2010	0	0	0	0	0	1	3	2	0	0	0	0	5
<b>Eistage</b>													
1961 - 1990	5	4	1	0	0	0	0	0	0	0	1	4	14
1971 - 2000	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	11
1981 - 2010	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	12
<b>Sommertage</b>													
1961 - 1990	0	0	0	0	2	4	7	7	2	0	0	0	22
1971 - 2000	0	0	0	0	3	5	9	8	2	0	0	0	25
1981 - 2010	0	0	0	0	3	5	10	8	2	0	0	0	29
<b>Frosttage</b>													
1961 - 1990	14	13	8	2	0	0	0	0	0	0	5	12	54
1971 - 2000	12	12	6	2	0	0	0	0	0	0	5	10	47
1981 - 2010	13	13	7	2	0	0	0	0	0	1	5	12	50

\* Daten des Deutschen Wetterdienstes, für die Stadt Bottrop selbst liegen keine Daten des Deutschen Wetterdienstes vor, vgl.: Internetseite des Deutschen Wetterdienstes, [http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?\\_nfpb=true&\\_pageLabel=\\_dwdw-ww\\_klima\\_umwelt\\_klimadaten\\_deutschland&T82002gsbDocumentPath=Navigation%2FOeffentlichkeit%2FKlima\\_\\_Umwelt%2FKlimadaten%2Fkldaten\\_\\_kostenfrei%2Fkldat\\_\\_D\\_\\_mittelwerte\\_\\_node.html%3F\\_\\_nnn%3Dtrue](http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?_nfpb=true&_pageLabel=_dwdw-ww_klima_umwelt_klimadaten_deutschland&T82002gsbDocumentPath=Navigation%2FOeffentlichkeit%2FKlima__Umwelt%2FKlimadaten%2Fkldaten__kostenfrei%2Fkldat__D__mittelwerte__node.html%3F__nnn%3Dtrue) (aufgerufen 13.06.2014)

## Abschätzung der klimatischen Wirkung von Vegetationselementen

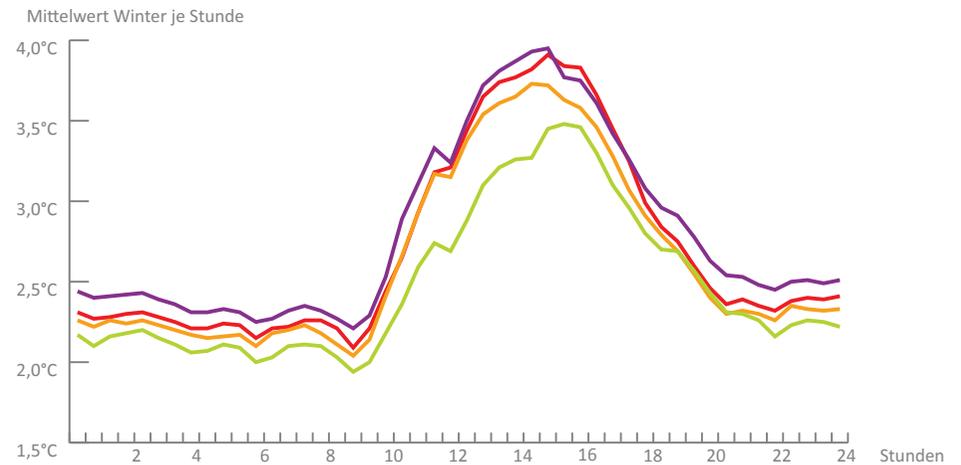
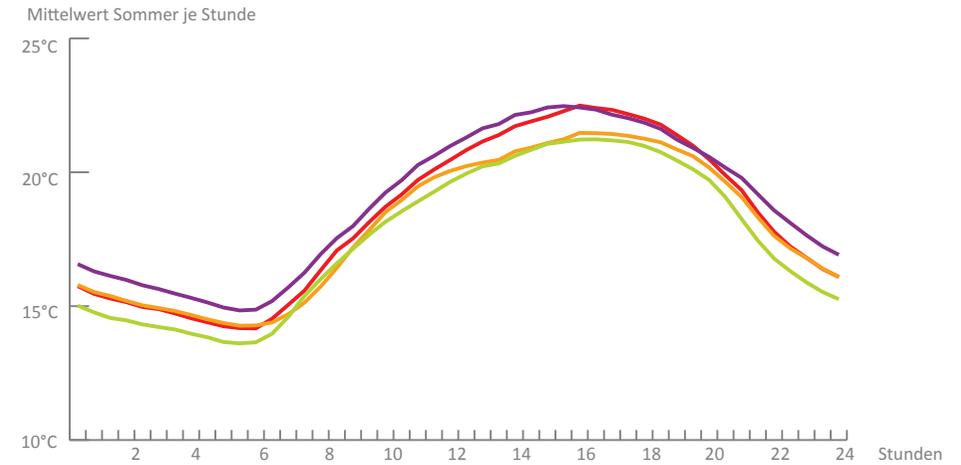
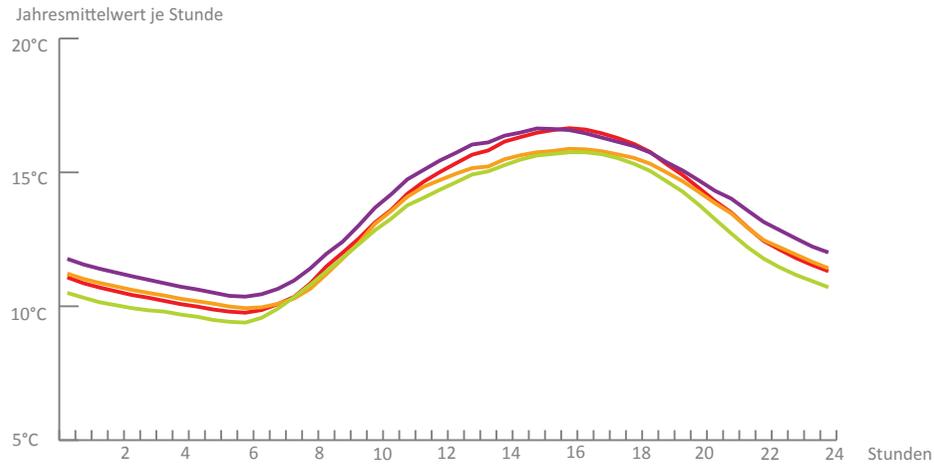
Darstellung in der Vegetationsflächenkategorierung			Vegetationskategorien nach DIN 276 (Kostenermittlung im Bauwesen)		Wirkung Ebene Grundstück				Wirkung Ebene Siedlung		Wirkung Ebene Stadt				
Darstellung als Einzelobjekt (O) oder Fläche (F)	nicht vorkommend (n.v.)	Zusatz-information	Code DIN 276/06	Objektarten	Besonnung	Beschattung	Luftaustausch nah	Windstärke nah	Wärmeisoleffekt	Auskühleffekte	Frischluftransport	Kaltlufttransport	Frischlufentstehung	Kaltluftentstehung	Windstärke Stadt
			570000	Pflanz- und Saatflächen											
			574010	Gehölze (Laub-, Nadel- Mischgehölze)											
L/N		O	574011	Strassen- und wegebegleitende Bäume (Laub/-Nadelgehölz)	-	+	-	-	o	o	o	o			
L/N		O	574012	Einzelbaum	-	+	o	o	o	o	o	o			
L/N/M		F/O	574031	Baumgruppe ohne Unterpflanzung (Laub-, Misch-, Nadelwald)	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-
L/N/M		F	574033	Feldgehölze (Gruppe)	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	
			574020	Schnittgehölze											
		O	574021	Formgehölz	-	+	o	o	o	o	o	o			
		O	574024	Kopfbaum	-	+	-	-	o	o	o	o			
H		F	574025	Formhecken unbewehrt ≤ 1,60 m Höhe (ohne Sacheln oder Dornen)	o	o	-	-	o	o	o	o			
H		F	574027	Formhecken unbewehrt ≥ 1,60 m Höhe (ohne Sacheln oder Dornen)	o	o	-	-	o	-	o	o			
H		F	574028	Formhecken bewehrt ≥ 1,60 m Höhe (mit Sacheln oder Dornen)	o	o	-	-	o	-	o	o			
H		F	574026	Formhecken bewehrt ≤ 1,60 m Höhe (mit Sacheln oder Dornen)	o	o	-	-	o	o	o	o			
				Sträucher											
L/N		O	574015	Solitärsträucher (hoch/niedrig)	- / +	+ / -	o	o	o	o	o	o			
L/N		F/O	574034	dichte Strauchpflanzung, Bodendecker < 1 m	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	
L/N		F/O	574035	Zier- und Decksträucher > 1 m	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	
L/N		F/O	574036	raumbildende Strauchpflanzung < 2 m	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	
L/N		F/O	574037	raumbildende Strauchpflanzung > 2 m	-	+	-	-	-	-	?	?	+	+	
L/N		O	574038	freiwachsende Hecken < 2 m	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	
L/N		O	574039	freiwachsende Hecken > 2 m	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	
K		O	574051	Kletterpflanze an Rankgerüst	-	+	o	o	o	o	o	o			
K		O	574052	Kletterpflanze in anderer Pflanze	o	o	o	o	o	o	o	o			
K		O	574053	Selbstklimmer an Fassaden von Gebäuden	-	+	o	o	o	o	o	o			
K		O	574054	Selbstklimmer an sonstigen Bauwerken und Flächen	-	+	o	o	o	o	o	o			

		574070	Stauden / Beete											
	F/O	574071	Stauden intensiv	+	-	o	o	o	o	+	+			
	F/O	574072	Stauden extensiv	+	-	o	o	o	o	+	+			
	F	574073	Wechselbepflanzung	+	-	o	o	o	o	+	+			
n.v.	F	574074	Beetrosen	+	-	o	o	o	o	+	+			
	F		Blumen											
		574080	Sukzessionsflächen (innerstädtisch, gelenkt, zweijährig)											
n.v.	F	574081	Pioniergehölze mit Hochstauden	-	+	-	-	-	-	?	?	+	+	o
	F	574082	Hochstaudenflur	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	o
	F	574083	Pioniervegetation auf Extremstandorten	+	-	+	+	-	-	?	?	?	?	o
n.v.	F	574084	landwirtschaftliche Brachfläche	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+
n.v.	F	574085	forstwirtschaftliche Brachfläche (also ohne Bäume)	+	-	+	+	-	-	?	?	+	+	o
	F	574086	Schlagflur (Bewuchs nach Waldrodung)	+	-	+	+	-	-	?	?	+	+	o
	F	574087	gärtnerische Brachfläche	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	o
n.v.	F	574088	Sukzession Haldenbegrünung	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	o
n.v.	F	574089	Sukzession Verkehrsbegleitgrün	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	o
n.v.	F		Sukzession, gelenkt, einjährig											
		575010	Rasenflächen (in der Stadt)											
	F	575011	repräsentativer Zierrasen	+	-	+	+	-	-	+	+	o	+	
n.v.	F	575014	Sportrasen	+	-	+	+	-	-	+	+	o	+	
	F	575015	Rasen für regelmäßiges Lagern und Spielen (Gebrauchsrasen)	+	-	+	+	-	-	+	+	o	+	
	F	574123	extensive Dachbegrünung	-	+	o	o	-	-					
	F	575019	ruderales Wiesen / Grasfluren	+	-	+	+	-	-	+	+	o	+	
	F	575020	Rasenfläche zwischen Gehölzen (Landschaftsrasen)	+	-	+	+	-	-	+	+	o	+	
		575030	Wiesen, Weiden und Raine (Stadttrand / außerhalb)											
n.v.	F	575031	Wiesenfläche als ästhetisches Bild / zur Produktion (einschürig)	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+
n.v.	F	575032	Feuchtwiesenfläche (einschürig)	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+
n.v.	F	575033	Feuchtwiedeland	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+
n.v.	F	575018	Trockenrasen	+	-	+	+	-	-	+	+	o	+	
n.v.	F	575019	ruderales Wiesen / Grasfluren	+	-	+	+	-	-	+	+	o	+	

+ Bewirkt Zunahme  
 o Wirkung gleichbleibend  
 - Bewirkt Abnahme  
 kein Symbol Wirkung trifft auf dieser Ebene nicht zu

Anmerkungen:  
 Wirkung Ebene Siedlung Wirkung bezieht sich auf die ganze Siedlung / den Stadtraumtyp, es gibt eine nennenswerte Fernwirkung über die unmittelbare Umgebung hinaus  
 Wirkung Ebene Stadt Wirkung bezieht sich auf die ganze Stadt, einzelne Siedlungen / EST können unterschiedlich stark betroffen sein und / oder sich gegenseitig beeinflussen

## Ergebnisse der Messreihe des TP 08 (Ist-Zustand, Lufttemperatur in 1,80 m Höhe)



Mittlere Temperatur je Stunde für Jahr, Sommerhalbjahr und Winterhalbjahr,  
 Messzeitraum: Frühjahr 2012 bis Frühjahr 2013  
 Erstellt auf der Basis der Klimamessreihen der TU Braunschweig, KuLaRuhr, TP 08, 2013

## Simulation der Siedlung mit ENVI-met durch TP 08 – Modell und Ist-Zustand

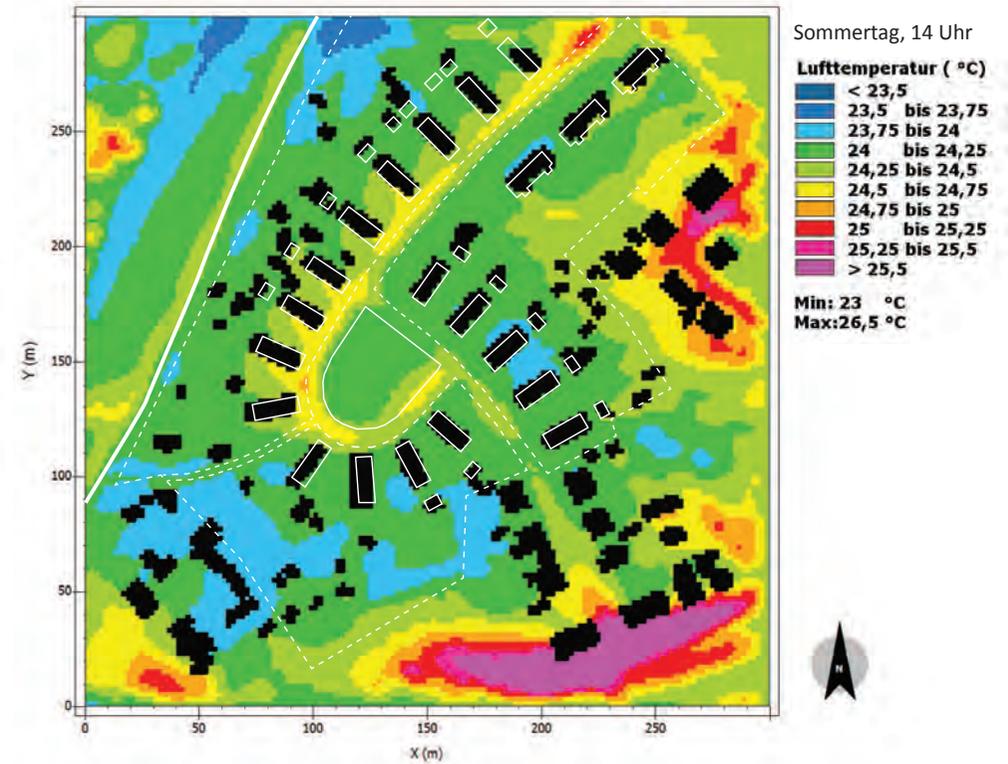
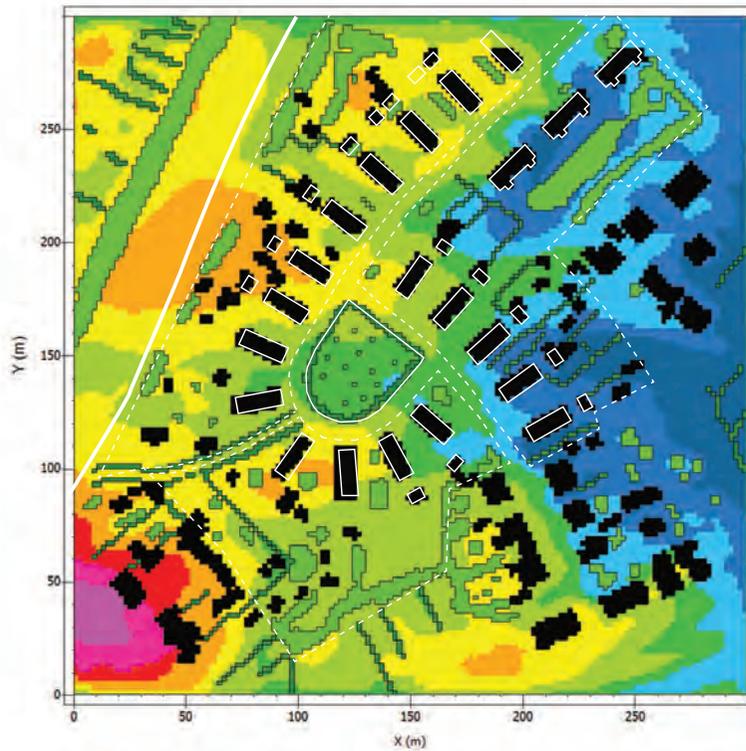


Räumliches Modell der Sydowstraße in ENVI-met

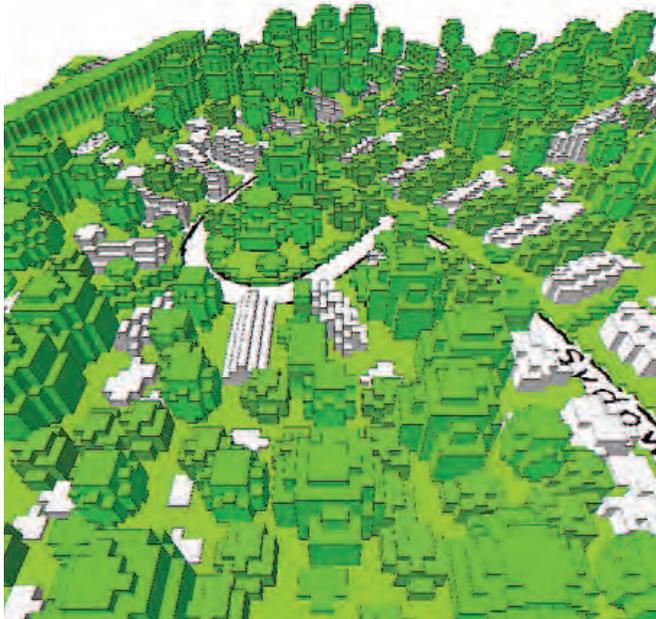
- grau: Baustruktur
- grün: höhenwirksame Vegetation
- blau: mögliche Flächen für eine dezentrale Regenwasserversickerung (Szenario)

Die Simulation des Ist-Zustandes für 14 Uhr in 1,8 Meter Höhe zeigt eine deutliche Aufheizung im Bereich der Straßen (24,75 bis über 25,5°C, gelb bis magenta). Die unversiegelten Freiflächen sind mit 24,25 bis 23,5°C kühler.

Simulation der Siedlung „Sydowstraße“ mit ENVI-met (Modell und Ist-Zustand), TU Braunschweig, KuLaRuhr, TP 08, 2013



Simulation der Siedlung mit ENVI-met durch TP 08 – Modell Sommertag, 12 Uhr



Simulation der Siedlung „Sydowstraße“ mit ENVI-met (Ist-Zustand + Simulationsszenarien), TU Braunschweig, KuLaRuhr, TP 08, 2014

**Szenarien der Simulation**

- A Ist-Zustand der Siedlung
- B Krautige Biomasse und Regenwasserversickerungsfläche
- C Ausweitung der Gehölzflächen - Holzige Biomasse aus Pflege
- D Anbau von holziger Biomasse - Kurzumtriebsplantage (KUP)\*

**Vergleich der Lufttemperatur in 1,80 m Höhe um 12 Uhr**

Szenario	Minimum	Maximum	Mittel
Szenario A	27,3	29,1	27,8
Szenario B	27,2	28,4	27,6
Szenario C	25,9	27,5	26,6
Szenario D	26,3	27,4	26,7

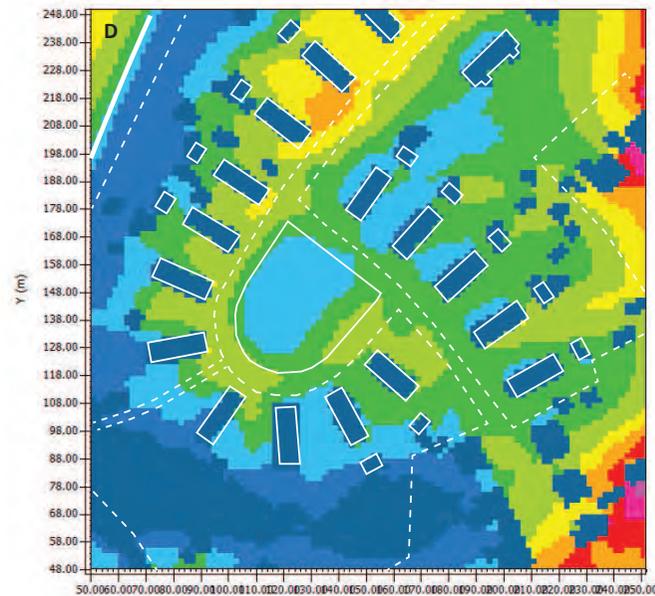
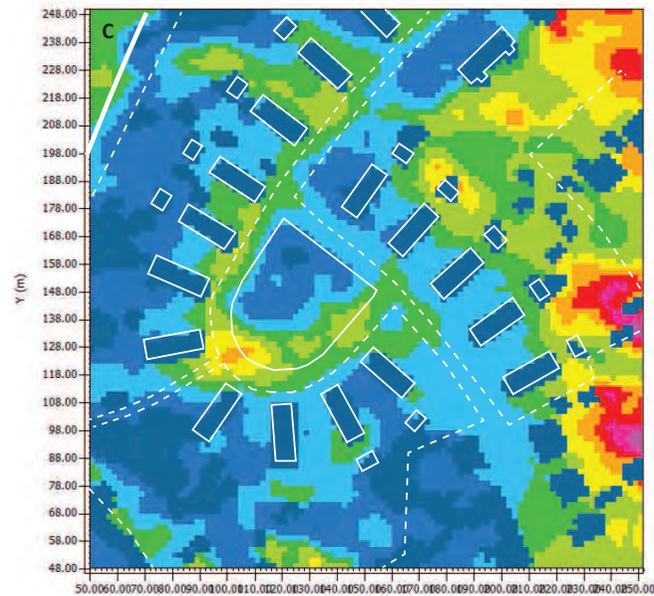
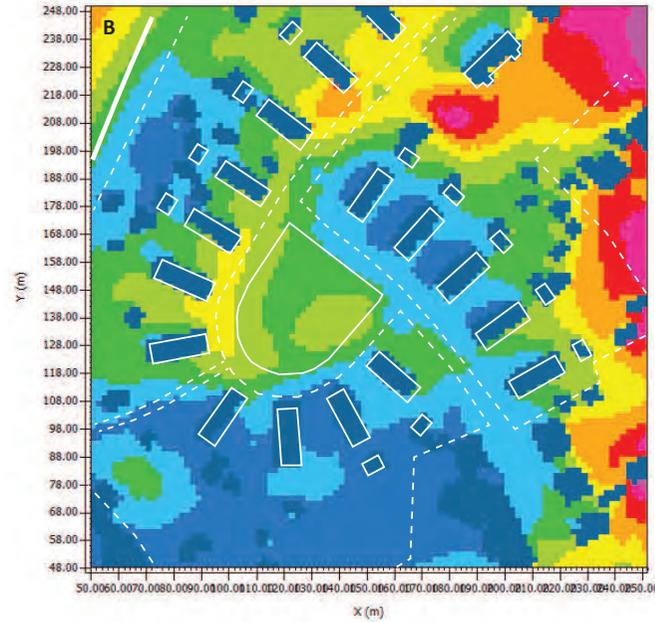
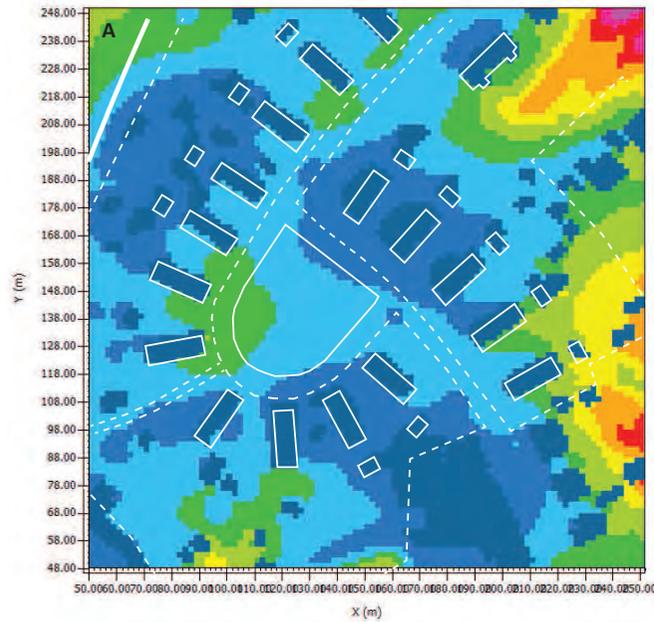
**Vergleich der Lufttemperatur in 1,80 m Höhe um 5 Uhr**

Szenario	Minimum	Maximum	Mittel
Szenario A	16,01	17,95	17,11
Szenario B	16,02	17,89	17,08
Szenario C	16,36	17,76	17,14
Szenario D	16,34	18,02	17,30

- Gebäude
- Vegetation unter 0,5 Meter
- Vegetation 0,5 - 1,0 Meter
- Vegetation 1,0 - 1,5 Meter
- Vegetation 1,5 - 2,0 Meter
- Vegetation über 2,0 Meter

\* Reihen in Ost - West Ausrichtung

# Simulation der Siedlung mit ENVI-met durch TP 08 – Simulation Sommertag, 12 Uhr

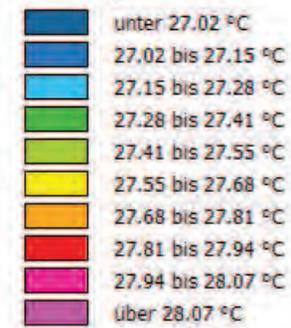


## Szenarien der Simulation

- A Ist-Zustand der Siedlung
- B Krautige Biomasse und Regenwasserversickerungsfläche
- C Ausweitung der Gehölzflächen - Holzige Biomasse aus Pflege
- D Anbau von holziger Biomasse - Kurzumtriebsplantage (KUP)\*

## Vergleich der Lufttemperatur in 1,80 m Höhe um 12 Uhr

Szenario	Minimum	Maximum	Mittel
Szenario A	27,3	29,1	27,8
Szenario B	27,2	28,4	27,6
Szenario C	25,9	27,5	26,6
Szenario D	26,3	27,4	26,7

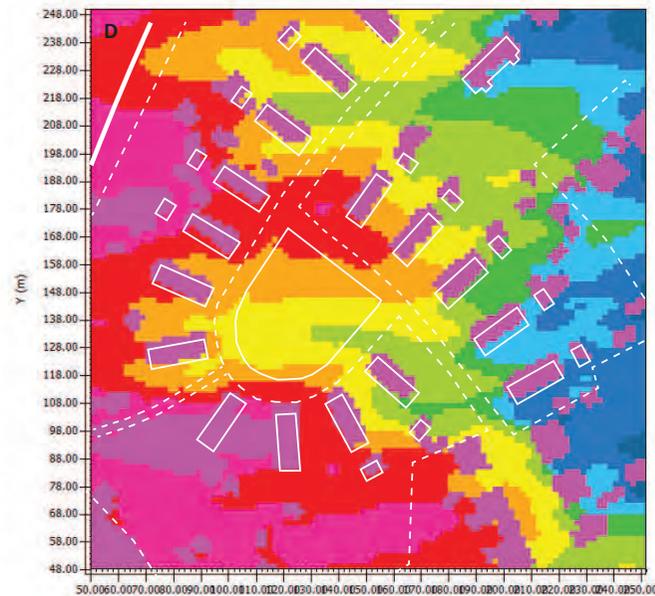
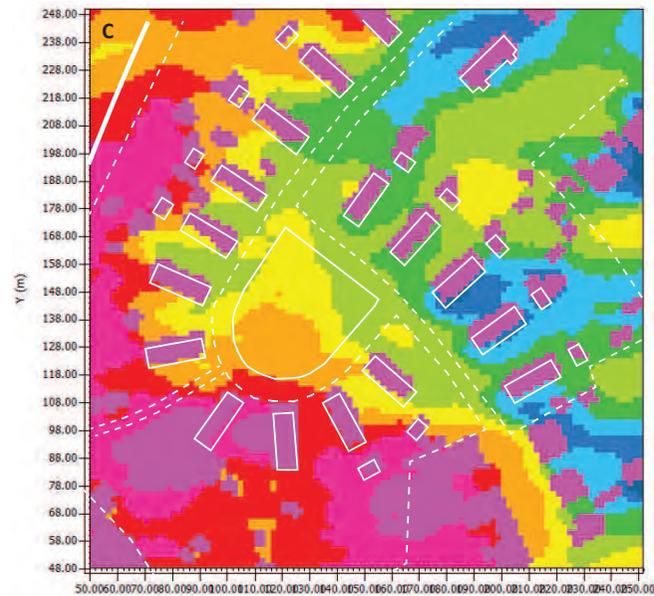
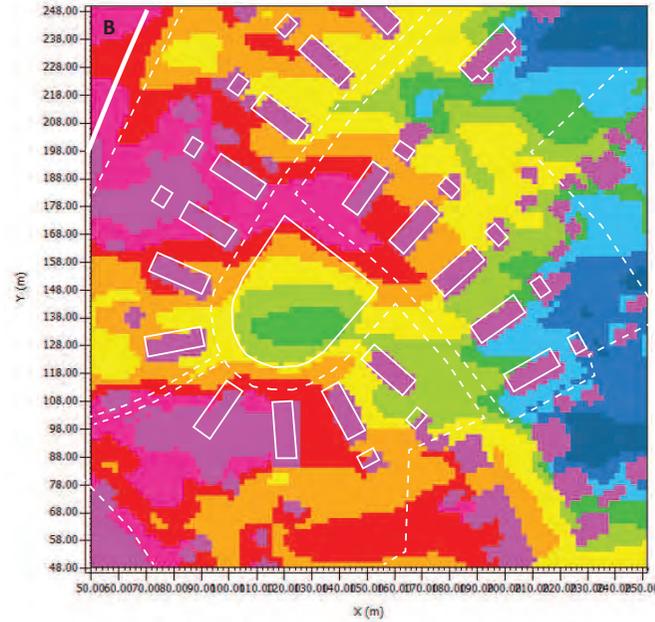
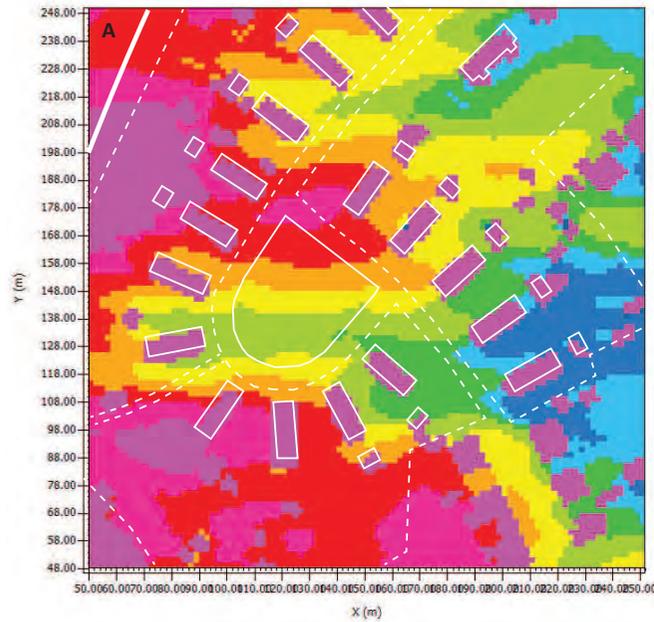


Min: 26.89 °C  
Max: 28.21 °C

Simulation der Siedlung „Sydowstraße“ mit ENVI-met, Temperaturverteilung (Ist-Zustand + Simulationsszenarien), TU Braunschweig, KuLaRuhr, TP 08, 2014

\* Reihen in Ost - West Ausrichtung

# Simulation der Siedlung mit ENVI-met durch TP 08 – Simulation Sommertag, 5 Uhr

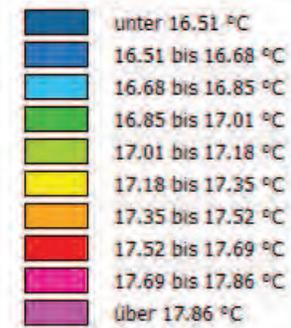


## Szenarien der Simulation

- A Ist-Zustand der Siedlung
- B Krautige Biomasse und Regenwasserversickerungsfläche
- C Ausweitung der Gehölzflächen - Holzige Biomasse aus Pflege
- D Anbau von holziger Biomasse - Kurzumtriebsplantage (KUP)\*

## Vergleich der Lufttemperatur in 1,80 m Höhe um 5 Uhr

Szenario	Minimum	Maximum	Mittel
Szenario A	16,01	17,95	17,11
Szenario B	16,02	17,89	17,08
Szenario C	16,36	17,76	17,14
Szenario D	16,34	18,02	17,3



Min: 16.34 °C  
Max: 18.03 °C

Simulation der Siedlung „Sydowstraße“ mit ENVI-met, Temperaturverteilung (Ist-Zustand + Simulationsszenarien), TU Braunschweig, KuLaRuhr, TP 08, 2014

\* Reihen in Ost - West Ausrichtung

---

## 4. Bewertung Szenarien

## Auswirkungen der Entwicklungsszenarien auf Energieeffizienz, Mikroklima, Freiraum

Vegetationsbezogene Szenarien	Mögliche Auswirkung zur Steigerung der Energieeffizienz	Mögliche Auswirkungen auf die Freiraumgestaltung
Dachbegrünung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potenzielle Verbesserung des Mikroklimas bei Belegung aller Dachflächen mit Dachbegrünung, Pufferung der Temperaturamplitude</li> <li>• Sommer: Verbesserung (Kühlung) des Innenraumklimas durch Verdunstungseffekte und Verschattung, Reduktion des Kühlbedarfs</li> <li>• Winter: Dämmeffekte durch immergrüne Fassadenbegrünung, Steigerung/Beibehaltung der solaren Wärmegewinne durch sommergrüne Fassadenbegrünung, Reduktion des Heizwärmebedarfs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausweitung der Vegetationsflächen auf die Dachflächen</li> <li>• Potenzial zur Steigerung der Biodiversität</li> <li>• Meist nur bei niedrigen Gebäuden sichtbar, oder von Nachbargebäuden einsehbar</li> <li>• Pflegebedarf bei extensiver Dachbegrünung gering (z.B. Entsorgung abgestorbener Pflanzenteile, Rückschnitt)</li> </ul>
Fassadenbegrünung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potenzielle Verbesserung des Mikroklimas in der Siedlung bei Belegung aller Fassadenflächen mit Fassadenbegrünung, Pufferung der Temperaturamplitude</li> <li>• Sommer: Verbesserung (Kühlung) des Innenraumklimas durch Verdunstungseffekte, Reduktion des Kühlbedarfs</li> <li>• Winter: Dämmeffekte durch Dachbegrünung, Reduktion des Heizwärmebedarfs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausweitung der Vegetationsflächen auf die Fassaden</li> <li>• Verbindung von Gebäude und Freifläche</li> <li>• Potenzial zur Steigerung der Biodiversität</li> <li>• Pflegebedarf bei bodegebundenen Fassadenbegrünung gering bis mittel (z.B. Auslichtungsschnitt, Rückschnitt, Formschnitt)</li> </ul>
Holzige Biomasse (Pflege)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potenzielle Verbesserung des Mikroklimas bei Ausweitung der bestehenden Vegetationsflächen mit hoher holziger Biomasse (Bäume und Sträucher)</li> <li>• Sommer: Tagsüber Verbesserung (Kühlung) des lokalen Klimas der Siedlung durch Verschattung und Verdunstungseffekte, Reduktion des Kühlbedarfs im Gebäude, nachts eventuell verminderte Nachtauskühlung (Kronendach hält die Temperatur, kühlt nachts nicht so stark aus)</li> <li>• Winter: Bei sommergrünen Gehölzen kein nennenswerter Effekt, bei immergrünen Gehölzen Verbesserung des lokalen Klimas der Siedlung durch Windreduktion (mögliche Reduktion des Heizwärmebedarfs durch verminderte Auskühleffekte)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verkleinerung der bestehenden Rasenflächen</li> <li>• Schaffung neuer Gestaltungselemente</li> <li>• Potenzial zur Steigerung der Biodiversität</li> <li>• Pflegebedarf: gering (z.B. gelegentlicher Auslichtungsschnitt, eventuell Prüfung der Standicherheit)</li> </ul>
Holzige Biomasse (Anbau)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potenzielle Verbesserung des Mikroklimas bei Belegung ausgewählter Teilflächen in den Vegetationsflächen mit hoher holziger Biomasse, z.B. Kurzumtriebsplantagen (flächiges Element) oder in Form von Energieholzhecken (lineares Element)</li> <li>• Sommer: siehe Holzige Biomasse (Pflege), eventuell auch zunehmende Wärme- und Schwülebelastung durch Windreduktion</li> <li>• Winter: Bei sommergrünen Gehölzen kein nennenswerter Effekt, eventuell leichte Windreduktion durch die dichte Reihenpflanzung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verkleinerung der bestehenden Rasenflächen um max. 50%, daher nur für Zeilenbebauung geeignet (zusammenhängende Rasenflächen, einheitliche Besitzstruktur)</li> <li>• Schaffung neuer Gestaltungselemente</li> <li>• Im gebäudenahen Bereich aufgrund der Höhe eventuell problematisch (ungewollte Verschattung der Innenräume, fehlende Einsehbarkeit)</li> <li>• Potenzial zur Steigerung der Biodiversität</li> <li>• Pflegebedarf: gering bis mittel (z.B. Ernte/Rückschnitt alle fünf bis 10 Jahre, je nach Gehölzauswahl, bei Flächen unter 1 Hektar auch motor-manuell mit Motorsäge oder Freischneider)</li> </ul>
Krautige Biomasse (Pflege)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potenzielle Verbesserung des Mikroklimas bei Ausweitung der bestehenden Vegetationsflächen mit niedriger krautiger Biomasse, z.B. Rasen</li> <li>• Sommer: Tagsüber größere Aufheizung als verschattete Gehölzflächen, aber nachts größere Auskühlung, wichtiger Beitrag zur nächtlichen Abkühlung, Reduktion des nächtlichen Kühlbedarfs im Gebäude</li> <li>• Winter: Kein nennenswerter Effekt, eventuell Zunahme der Windbelastung bei fehlender Randbepflanzung mit dichtem Gehölzbestand</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verkleinerung bestehender Gehölzflächen</li> <li>• Eventuell Schaffung weiterer funktionsfreier Bereiche</li> <li>• Pflegebedarf: mittel (regelmäßiges Mähen in der Vegetationsperiode)</li> </ul>

Krautige Biomasse (Anbau)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potenzielle Verbesserung des Mikroklimas bei Belegung ausgewählter Teilflächen in den Vegetationsflächen mit hoher krautiger Biomasse, z.B. Miscanthus</li> <li>• Sommer: siehe Krautige Biomasse (Pflege)</li> <li>• Winter: siehe krautige Biomasse (Pflege)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verkleinerung der bestehenden Rasenflächen um max. 50%, am besten für Zeilenbebauung geeignet (zusammenhängende Rasenflächen, einheitliche Besitzstruktur)</li> <li>• Schaffung neuer Gestaltungselemente</li> <li>• Pflegebedarf: gering bis mittel (z.B. Ernte/Rückschnitt einmal jährlich im Sommer, bei kleinteiligen Fläche Wahl des Erntegerätes offen: z.B. Freischneider, Traktor)</li> </ul>
Hecken	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potenzielle Verbesserung des Mikroklimas bei Ausweitung der vorhandenen Heckenstrukturen</li> <li>• Sommer: kein nennenswerter Effekt, eventuell auch zunehmende Wärme- und Schwülebelastung durch Windreduktion</li> <li>• Winter: Bei dichten oder immergrünen Gehölzen Verbesserung des lokalen Klimas der Siedlung durch Windreduktion (mögliche Reduktion des Heizwärmebedarfs durch verminderte Auskühleffekte)</li> <li>• Positiver Effekt auch in der Übergangszeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gliederung des Freiraums durch Heckenstrukturen</li> <li>• Schaffung neuer Gestaltungselemente</li> <li>• Potenzial zur Steigerung der Biodiversität</li> <li>• Pflegebedarf: gering bis mittel (z.B. Auslichtungsschnitt oder Rückschnitt alle 5 bis 10 Jahre bei freiwachsenden Hecken, Formschnitt ein bis zweimal im Jahr bei Formgehölzen)</li> </ul>
Dezentrales Wassermanagement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potenzielle Verbesserung des Mikroklimas bei Integration von Mulden, Rigolen oder offenen Sickerbecken in geeignete Teilflächen</li> <li>• Sommer: eventuell leichte Abkühleffekte, durch Verdunstung auch mögliche Schwülebelastung bei stehenden Wasserflächen</li> <li>• Winter: kein nennenswerter Effekt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gliederung des Freiraums durch bewegte Topografie oder Wasserflächen</li> <li>• Schaffung neuer Gestaltungselemente</li> <li>• Potenzial zur Steigerung der Biodiversität</li> <li>• Pflegebedarf: gering bis mittel (z.B. Mähen bei Mulden mit Raseneinsaat, säubern stehender Gewässer)</li> </ul>
<b>Technikbezogene Szenarien</b>	<b>Mögliche Auswirkung zur Steigerung der Energieeffizienz</b>	<b>Mögliche Auswirkungen auf die Freiraumgestaltung</b>
Photovoltaik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduktion des fossilen Stromanteils bei gleichbleibendem Strombedarf</li> <li>• Potenzielle Veränderung des Mikroklimas bei Installation von Photovoltaik-Modulen auf Dachflächen und Integration von solarer Kleinarchitektur in die Freiflächen</li> <li>• Sommer: eventuell zusätzliche Aufheizung im Umfeld von solarer Kleinarchitektur oder auch Verschattungseffekte und damit Kühleffekte durch solarer Kleinarchitektur</li> <li>• Winter: keine nennenswerten Effekte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schaffung neuer Gestaltungselemente in Form solarer Kleinarchitektur wie Carports oder Pergolen z.B. über bestehenden Wegeverbindungen</li> <li>• notwendige Anpassung der Gestaltung: Abstand von Bäumen oder Großsträuchern zu PV-Anlagen zur Vermeidung von Verschattung</li> <li>• Pflegebedarf: gering bis mittel (z.B. Wartungsarbeiten, eventuell Gefahr des Vandalismus/Diebstahls bei solarer Kleinarchitektur)</li> </ul>
Solarthermie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduktion des fossilen Trinkwasser- oder Heizwärmebedarfs bei gleichbleibendem Wärmebedarf</li> <li>• Siehe Photovoltaik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Photovoltaik</li> </ul>
Geothermie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduktion des fossilen Heizwärmebedarfs bei gleichbleibendem Wärmebedarf</li> <li>• Keine Auswirkungen auf das Mikroklima der Siedlung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keine schichtbaren Elemente im Freiraum, aber notwendige Anpassung der Gestaltung: Keine Bäume oder Großsträucher über Erdkollektoren oder Erdwärmesonden</li> <li>• Pflegebedarf: gering bis mittel (z.B. Wartungsarbeiten)</li> </ul>
Sanierung der Gebäudehülle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduktion des fossilen und/oder regenerativen Heizwärmebedarfs durch energetische Ertüchtigung der Gebäudehülle</li> <li>• Keine Auswirkungen auf das Mikroklima der Siedlung, eventuell leichter Rückgang des Wärmeeintrags durch Wärmeverluste des Gebäudes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Probleme bei der Kombination mit Fassadenbegrünung</li> <li>• Eventuell Auswaschung von Algiziden und Fungiziden in die Vegetationsflächen/den Boden</li> <li>• Pflegebedarf: gering bis mittel (z.B. Ausbessern entstandener Schadstellen)</li> </ul>

## Auswirkungen der Entwicklungsszenarien auf bestehende Nutzungen

	Entwicklungsszenarien									
	'Dachbegrünung'	'Fassadenbegrünung'	'Ausweitung der Rasenflächen'	'Ausweitung des Gehölzbestandes'	'Stärkung der Heckenstruktur'	'Anbau krautiger Biomasse'	'Anbau holziger Biomasse'	'örtliche Regenwasserversickerung'	'Photovoltaik und Solarthermie'	'Geothermienutzung im Freiraum'
<b>Bestehende Nutzungen</b>										
Wohnen	+	+						+	+	+
- Schrägdach	-									
- Flachdach	+									
Freifläche gemeinschaftlich	o/+	o/+	o	o	+	+	o/+	+	o/+	o/-
Freifläche privat	o/+	o/+	o	o	+	+	o/+	o	o/+	o/-
Freifläche öffentlich	o/+	o/+	o	o	+	+	o/+	+	o/+	o
Spielfläche	o/+	o/+	o	o	+	o/+	o/+	+	o/+	o
Sitzmöglichkeiten	o/+	o/+	o	o	+	o/+	o/+	o/+	o/+	o
Ungenutzte u./o. Sukzessionsfläche			o	o/-		o/+	o/+	o	o/+	o/+
Verkehrsfläche (Parzelle, inkl. Garagen)	o/+	o/+	o	o	o/+	o	o	o	o	o
Fußwege (Parzelle)	o/+	o/+	o	o	o/+	o	o	o	o	o
Ver- und Entsorgung			o	o	o/+	o	o	o	o	o
Regenwasserversickerung	o/+	o/+	o/+	o/+	o/+	o/+	o/+	o/+	o/+	o/+
Lager- und Gewerbefläche	o/+	o/+	o/+	o/+		o/+	o/+	o/+	o/+	o/+
Außenanlage / Abstandsgrün Gewerbe	o/+	o/+	o/+	o/+		+	+	+	o/+	o/+

Anmerkung:

Während die Simulationsszenarien zur einfacheren Abschätzung der klimatischen Wirkung flächig über bestehende Nutzungen gelegt wurden, sollen die Entwicklungsszenarien bestehende Freiraumnutzungen weiter ermöglichen. Notwendige Zuwegungen, Spielflächen oder Sitzplätze könnten gegebenenfalls räumlich neu verortet werden, sollen aber nicht entfallen.

Von der Beibehaltung bestehender oder notwendiger Nutzungen wird auch bei der Bewertung der Entwicklungsszenarien ausgegangen.

Bei der Nutzung von Photovoltaik wird sowohl von einer Nutzung der Dachflächen wie auch von einer Nutzung im Freiraum in Form von Solarpergolen oder Solarcarports ausgegangen.

+ positiver Einfluss  
o neutrale oder indifferente Wirkung  
- negativer Einfluss  
kein Symbol Wirkung trifft auf dieser Ebene nicht zu

## Nachhaltigkeitskriterien für Freiflächen an Wohngebäuden\*

Themenfelder	Mögliche Ziele	Nutzungsbeispiele
Lebenswerte Umgebung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Angemessene Freiraum-Ausstattung</li> <li>• Vielfältige Freiraum-Ausstattung</li> <li>• Qualitätvolle Freiraum-Ausstattung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sitzplätze</li> <li>• Liegewiese</li> <li>• Siehe auch andere Punkte</li> <li>• ...</li> </ul>
Gesundheitsvorsorge	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zugang zu Spiel-, Sport- und Freizeitflächen</li> <li>• Anbindung an Rad- und Wanderwege (inkl. Beschilderung)</li> <li>• Schutz vor Schadstoffen (Luft / Boden / Wasser)</li> <li>• Schutz vor Überhitzung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spielplätze / Kinderspiel</li> <li>• Pflanzstreifen gegen Emissionen</li> <li>• Baumpflanzung</li> <li>• Verschattungselemente</li> <li>• ...</li> </ul>
Partizipation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Möglichkeit der Mitentscheidung</li> <li>• Möglichkeit der Mitarbeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mietergärten</li> <li>• Mieterbefragung</li> <li>• ...</li> </ul>
Orts- und Landschaftsbild	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhalt und Weiterentwicklung Quartiersprägender Elemente</li> <li>• Vorbildwirkung Erneuerbare Energien inklusive Biomasse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stärkung quartiersprägender Vegetationsstruktur oder Ausstattungselemente</li> <li>• Einbindung von regenerativen Energietechniken oder Biomasse in die Gestaltung</li> <li>• ...</li> </ul>
Kleinklima und Klimaschutz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nutzung Erneuerbarer Energien (CO2-Einsparung)</li> <li>• Reduktion des fossilen Energieträgereinsatzes(CO2-Einsparung)</li> <li>• Reduktion des Energieverbrauchs / Effizientere Energienutzung (CO2-Einsparung)</li> <li>• Angenehmes Kleinklima (ausreichend Besonnung / Beschattung / Windschutz)</li> <li>• Erhalt / Schaffung von Frisch- und Kaltluftentstehungsgebieten und Luftleitbahnen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einbindung von regenerativen Energietechniken oder Biomasse in die Gestaltung</li> <li>• Einsatz effizienterer Technik bei der Belege</li> <li>• Effiziente Beleuchtung</li> <li>• Besonnung</li> <li>• Beschattung</li> <li>• Durchlüftung</li> <li>• Windschutz</li> <li>• ...</li> </ul>
Bodenschutz, Flächeninanspruchnahme und Flächenversiegelung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geringe Versiegelung / Neuversiegelung</li> <li>• Erosionsschutz</li> <li>• Vermeidung von Schadstoffeinträgen (z.B. durch Dämmstoffe oder Fassadenfarben)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhalt oder Umnutzung bestehender Gebäude</li> <li>• Entsiegelung</li> <li>• Versickerungsfähige Beläge</li> <li>• Geschlossene Vegetationsdecke</li> <li>• Schadstoffarme Fassadenelemente</li> <li>• ...</li> </ul>
Regenwassermanagement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dezentrales Wassermanagement</li> <li>• Entsiegelung</li> <li>• Entlastung und Schutz des Abwassersystems</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Retentionsflächen</li> <li>• Sickermulden/ Rigolen</li> <li>• Zisternen</li> <li>• Wasserbecken/Teiche</li> <li>• Dachbegrünung</li> <li>• ...</li> </ul>

Recycling	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiederverwendung von Baustoffen</li> <li>• Wiederverwendbarkeit der Baustoffe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> <li>•</li> </ul>
Biodiversität	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beitrag zur Artenvielfalt (Flora / Fauna)</li> <li>• Keine Verbreitung invasiver Arten</li> <li>• Strukturvielfalt und Habitat-Verbund</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> <li>•</li> <li>•</li> </ul>
Wirtschaftliche Belange des Anwesens	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Angemessene Unterhaltungskosten</li> <li>• Angemessene Baukosten</li> <li>• Gewährleistung von Ver- und Entsorgung</li> <li>• Zuwegung</li> <li>• Verkehrssicherheit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zuwegung fußläufig</li> <li>• Zuwegung automobil</li> <li>• Zufahrt Feuerwehr</li> <li>• Zufahrt Müllfahrzeuge</li> <li>• Müllsammelplatz Beleuchtung</li> <li>• ...</li> </ul>

\* die Nachhaltigkeitskriterien orientieren sich an den Indikatoren, die in der „Gestaltungsfibel Nachhaltiger Schulhof“ und im Forschungsprojekt „Energiegarten der FH Erfurt“ (Schumacher et al. 2010) erarbeitet wurden. Mit diesen Indikatoren sollten die Elemente und Ziele einer nachhaltigen Freiraumgestaltung konkretisiert werden. Die Themenfelder oder Indikatoren sind für jeden Freiraumtyp anwendbar, die Ziele und Nutzungsbeispiele variieren je nach Freiraumtyp. Auf eine Zuordnung zu den drei `Säulen` der Nachhaltigkeit (Ökologie, Soziales, Ökonomie) wird bei diesem Ansatz bewusst verzichtet, da jeder Indikator einen Bezug zu einer oder allen drei Säulen haben kann bzw. haben sollte. Als nachhaltig könnte eine Gestaltung angesehen werden, die bei der Umsetzung der Themenfelder in die Gestaltung zu einem ausgeglichenen Verhältnis ökologischer, ökonomischer und sozialer Belange kommt.

## Auswirkungen der Entwicklungsszenarien auf die Nachhaltigkeitskriterien (bezogen auf Freiflächen an Wohngebäuden)

	Entwicklungsszenarien									
	'Dachbegrünung'	'Fassadenbegrünung'	'Ausweitung der Rasenflächen'	'Ausweitung des Gehölzbestandes'	'Stärkung der Heckenstruktur'	'Anbau krautiger Biomasse'	'Anbau holziger Biomasse'	'örtliche Regenwasserversickerung'	'Photovoltaik und Solarthermie'	'Geothermienutzung im Freiraum'
<b>Themenfelder und Ziele</b>										
Lebenswerte Umgebung										
Angemessene Freiraum-Ausstattung			o/-	o/-	+	o/+	o/+	o/+	o/+	o
Vielfältige Freiraum-Ausstattung			o/-	o/-	+	o/+	o/+	o/+	o/+	o
Qualitätvolle Freiraum-Ausstattung			o/-	o/-	+	o/+	o/+	o/+	o/+	o
<b>Gesundheitsvorsorge</b>										
Zugang zu Spiel-, Sport- und Freizeittflächen										
Anbindung an Rad- und Wanderwege										
Schutz vor Schadstoffen (Luft / Boden / Wasser)	o/+	o/+	o/+	o/+	o/+	o/+	o/-	o		
Schutz vor Überhitzung	o/+	o/+	o/+	o/+	o/-	o/+	o/-	o	o/+	
<b>Partizipation</b>										
Möglichkeit der Mitentscheidung	o/+	o/+	o/+	o/+	o/+	o/+	o/+	o/+	o/+	o/+
Möglichkeit der Mitarbeit	o/+	o/+	o/+	o/+	o/+	o/+	o/+	o/+	o/+	
<b>Orts- und Landschaftsbild</b>										
Erhalt u. Entwicklung quartiersprägender Elemente	+	+	o	o	+	+	+	+	+	o
Vorbildwirkung Erneuerbare Energien/Biomasse	o/+	o/+	o	o	o/+	+	+	+	+	o
<b>Kleinklima und Klimaschutz</b>										
Nutzung Erneuerbarer Energien (CO <sub>2</sub> -Einsparung)			+	+	+	+	+		+	+

Anmerkung:

Während die Simulationsszenarien zur einfacheren Abschätzung der klimatischen Wirkung flächig über bestehende Nutzungen gelegt wurden, sollen die Entwicklungsszenarien bestehende Freiraumnutzungen weiter ermöglichen. Notwendige Zuwegungen, Spielflächen oder Sitzplätze könnten gegebenenfalls räumlich neu verortet werden, sollen aber nicht entfallen.

Von der Beibehaltung bestehender oder notwendiger Nutzungen wird auch bei der Bewertung der Entwicklungsszenarien ausgegangen.

Bei der Nutzung von Photovoltaik wird sowohl von einer Nutzung der Dachflächen wie auch von einer Nutzung im Freiraum in Form von Solarpergolen oder Solarcarports ausgegangen.

Die Auswirkungen der Entwicklungsszenarien werden hier nur pauschal für alle Siedlungen eingeschätzt. Bei einer Bewertung der einzelnen Siedlungen könnte es zu kleineren Abweichungen kommen.

+ positiver Einfluss  
o neutrale oder indifferente Wirkung  
- negativer Einfluss  
kein Symbol Wirkung trifft auf dieser Ebene nicht zu

<b>Reduktion des fossilen Energieträgereinsatzes</b>	+	+	+	+	+	+	+		+	+
Effizientere Energienutzung	+	+								
Angenehmes Kleinklima	+	+		o/+	o/+	o/+	o/+	o/+	o/+	
Erhalt / Schaffung von Frischluftentstehungsgebieten	o/+	o/+	o/+	o/+		o/+	o/+	o/+		
Erhalt / Schaffung von Kaltluftentstehungsgebieten	o/+	o/+	o/+	o/+		o/+	o/+	o/+		
Erhalt / Schaffung von Luftleitbahnen	o/+	o/+	o/+	o/-	o/-	o	o/-	o/+		
<b>Bodenschutz, Flächeninanspruchnahme und Flächenversiegelung</b>										
Geringe Versiegelung / Neuversiegelung			+	+	+	+	+	+	o	o
Erosionsschutz			o/+	+	+	+	+	+		
Vermeidung von Schadstoffeinträgen	+	+	o/+	o/+	o/+	o/+	o/+	o/+		
<b>Regenwassermanagement</b>										
Dezentrales Wassermanagement	+	+	+	+	+	+	+	+		
Entsiegelung			o/+	o/+	o/+	o/+	o/+	o/+		
Entlastung und Schutz des Abwassersystems	+							+		
<b>Recycling</b>										
Wiederverwendung von Baustoffen	o	o						o	?	?
Wiederverwendbarkeit der Baustoffe	o	o						o	?	?
<b>Biodiversität</b>										
Beitrag zur Artenvielfalt (Flora / Fauna)	o/+	o/+	o	o	o/+	o	o	o/+		
Keine Verbreitung invasiver Arten	o/+									
Strukturvielfalt und Habitat-Verbund	o/+		o/-							
<b>Wirtschaftliche Belange des Anwesens</b>										
Angemessene Unterhaltungskosten	o/+	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Angemessene Baukosten	o	o	+	+	o	o	o	o	o	o
Gewährleistung von Ver- und Entsorgung		+	+	+	+	+	+	o		
Zuwegung		+	+	+	+	+	+	o		
Verkehrssicherheit				o		o	o	o	o	o

+ Bewirkt Zunahme  
 o Wirkung gleichbleibend  
 - Bewirkt Abnahme  
 kein Symbol Wirkung trifft auf dieser Ebene nicht zu  
 ? noch ungeklärt

## Verträglichkeit der Entwicklungsszenarien untereinander

Entwicklungsszenarien										
Szenarien	‘Dachbegrünung’	‘Fassadenbegrünung’	‘Ausweitung der Rasenflächen’	‘Ausweitung des Gehölzbestandes’	‘Stärkung der Heckenstruktur’	‘Anbau krautiger Biomasse’	‘Anbau holziger Biomasse’	‘örtliche Regenwasserversickerung’	‘Photovoltaik und Solarthermie’	‘Geothermienutzung im Freiraum’
‘Dachbegrünung’		+	+	+	+	+	+	+	+	+
‘Fassadenbegrünung’	+		+	+	+	+	+	+	+	+
‘Ausweitung der Rasenflächen’	+	+		-	+	-	-	+	+	+
‘Ausweitung des Gehölzbestandes’	+	+	-		+	-	-	+	-	-
‘Stärkung der Heckenstruktur’	+	+	+	+		+	+	+	+	+
‘Anbau krautiger Biomasse’	+	+	-	-	+		-	+	+	+
‘Anbau holziger Biomasse’	+	+	-	-	+	-		+	-	-
‘örtliche Regenwasserversickerung’	+	+	+	+	+	+	+		+	+
‘Photovoltaik und Solarthermie’	+	-	+	-	+	+	-	+		+
‘Geothermienutzung im Freiraum’	+	+	+	+	+	+	+	+	+	

Anmerkung:

Während die Simulationsszenarien zur einfacheren Abschätzung der klimatischen Wirkung flächig über bestehende Nutzungen gelegt wurden, sollen die Entwicklungsszenarien bestehende Freiraumnutzungen weiter ermöglichen. Notwendige Zuwegungen, Spielflächen oder Sitzplätze könnten gegebenenfalls räumlich neu verortet werden, sollen aber nicht entfallen.

Von der Beibehaltung bestehender oder notwendiger Nutzungen wird auch bei der Bewertung der Entwicklungsszenarien ausgegangen.

Bei der Nutzung von Photovoltaik wird sowohl von einer Nutzung der Dachflächen wie auch von einer Nutzung im Freiraum in Form von Solarpergolen oder Solarcarports ausgegangen.

+ möglich  
- nicht möglich

---

## 5. Energetische Bewertung

Energetische Bewertung - Ist-Zustand Sydowstraße

Sydowstraße - Bestehende Flächenpotenziale		
Eigentümer	überwiegend Viva-West	
Stadttraumtyp	EST 1 - kleine freistehende Wohnbebauung	
Größe	4,7 Hektar NBL	
Sanierungsstand	unsaniert	
Baualtersklasse	BAK 2 - 1919-1948	
Art der Heizung	Einzelstättenfeuerung	
GRZ (bebaut)	[-]	0,08
Vollgeschosse	[-]	1,5
Dachfläche (ohne Neigung)	m <sup>2</sup>	3.840
Vegetationsfläche	m <sup>2</sup>	30.360
davon Rasenfläche	m <sup>2</sup>	22.380
davon Gehölzfläche	m <sup>2</sup>	12.770
Versiegelte Fläche	m <sup>2</sup>	16.820
Solares Freiflächenpotenzial	m <sup>2</sup>	2.100
Potenzial Geothermiesonden	Stück	177



Heizwärmebedarf	Einheit	
Unsaniert	MWh/a	1.357
Teilsaniert (EnEV 2009)	MWh/a	805
Saniert (EnEV 2009)	MWh/a	356
Passivhausstandard	MWh/a	144
nach BAK und Standort	MWh/a	1.073

Warmwasserbedarf	Einheit	
Trinkwarmwasserwärme	MWh/a	51

Strombedarf (Haushaltsstrom)	Einheit	
Strombedarf	MWh/a	190

Einsparpotenzial Heizwärme	Einheit	
Teilsaniert nach EnEV 2009	MWh/a	552
Saniert nach EnEV 2009	MWh/a	1.001
Saniert nach Passivhausstandard	MWh/a	1.214

Bedarfe nach Monaten	Einheit	Wärme	Strom
Januar	MWh/mth	213	19
Februar	MWh/mth	155	17
März	MWh/mth	142	18
April	MWh/mth	78	16
Mai	MWh/mth	25	15
Juni	MWh/mth	4	13
Juli	MWh/mth	3	13
August	MWh/mth	4	14
September	MWh/mth	17	14
Oktober	MWh/mth	83	16
November	MWh/mth	148	16
Dezember	MWh/mth	201	19
Summe Jahr	MWh/a	1.073	189

Verfügbare Flächenpotenziale und ihr max. möglicher energetischer Ertrag

Nutzbare Dachfläche	Solarthermie	Dach S	Dach O	Dach W	Dach N	Dach	Freiraum	Fassade
	m <sup>2</sup>	1.070	1.070	1.070	[-]	3.210	2.100	[-]
Energetischer Ertrag								
Wärmeenergie	Solarthermie	Süd	Ost	West	Nord	Gesamt	Gesamt	Gesamt
Januar	MWh/mth	13	9	9	[-]	30	17	[-]
Februar	MWh/mth	25	17	18	[-]	60	35	[-]
März	MWh/mth	35	27	28	[-]	90	57	[-]
April	MWh/mth	49	42	42	[-]	132	86	[-]
Mai	MWh/mth	57	52	52	[-]	161	109	[-]
Juni	MWh/mth	56	53	53	[-]	163	112	[-]
Juli	MWh/mth	60	55	56	[-]	172	117	[-]
August	MWh/mth	53	47	46	[-]	147	98	[-]
September	MWh/mth	43	34	35	[-]	112	71	[-]
Oktober	MWh/mth	28	19	21	[-]	68	41	[-]
November	MWh/mth	15	10	10	[-]	36	21	[-]
Dezember	MWh/mth	9	6	6	[-]	21	12	[-]
Jahr	MWh/a	451	377	380	[-]	1.208	789	[-]

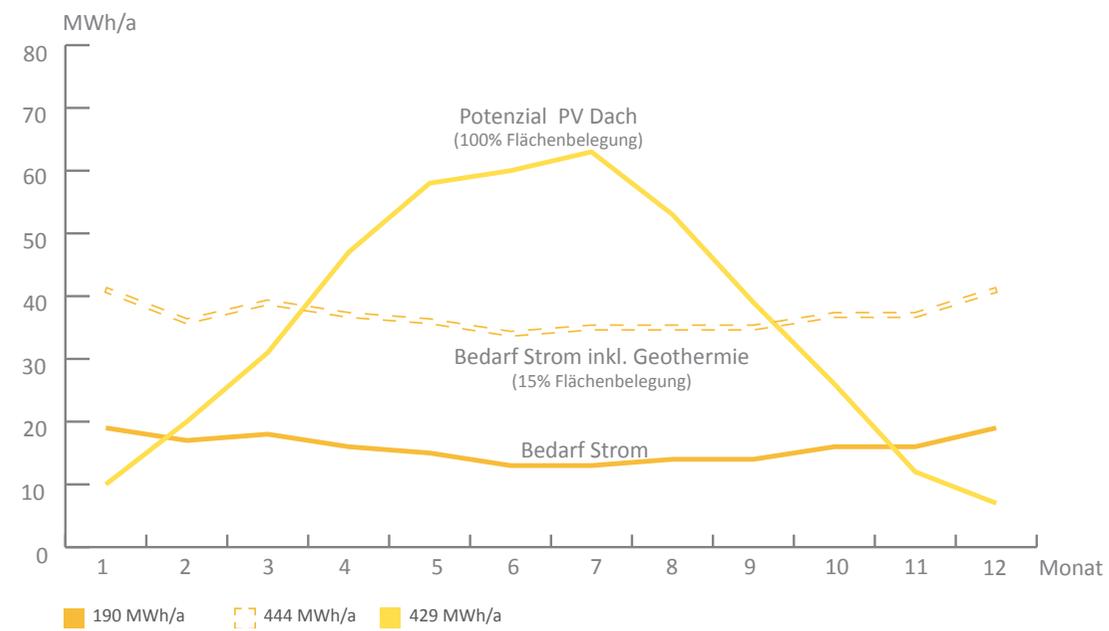
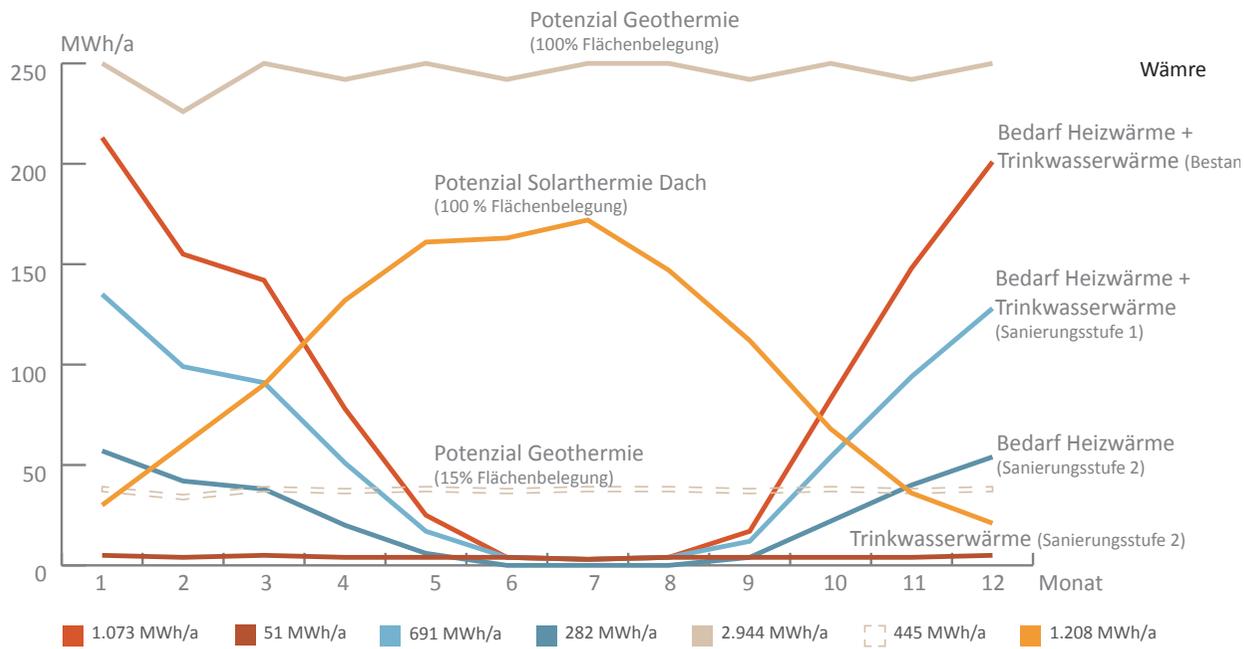
Nutzbare Dachfläche	Photovoltaik	Dach S	Dach O	Dach W	Dach N	Dach	Freiraum	Fassade
	m <sup>2</sup>	1.070	1.070	1.070	1.070	4.280	2.100	[-]
Energetischer Ertrag								
Wärmeenergie	Photovoltaik	Süd	Ost	West	Nord	Gesamt	Gesamt	Gesamt
Januar	MWh/mth	4	2	2	2	10	5	[-]
Februar	MWh/mth	7	5	5	3	20	10	[-]
März	MWh/mth	10	8	8	5	31	16	[-]
April	MWh/mth	14	12	12	9	47	25	[-]
Mai	MWh/mth	16	15	15	12	58	31	[-]
Juni	MWh/mth	16	15	15	14	60	32	[-]
Juli	MWh/mth	17	16	16	14	63	34	[-]
August	MWh/mth	15	13	13	11	53	28	[-]
September	MWh/mth	12	10	10	7	39	20	[-]
Oktober	MWh/mth	8	6	6	6	26	12	[-]
November	MWh/mth	4	3	3	2	12	6	[-]
Dezember	MWh/mth	3	2	2	1	7	3	[-]
Jahr	MWh/a	129	108	109	84	429	226	[-]

Flächen Geothermie		
Sonden gesamt	ngs/ha <sub>ges.</sub>	177
Entzugsenergie	MWh/a	2.103
Hilfsenergie WP	MWh/a	841
Wärmeenergie	MWh/a	2.944

Flächen Biomasse Pflege			
Gehölzpflege	m <sup>2</sup>	12.770	
Rasenpflege	m <sup>2</sup>	22.380	
		Gehölz	Rasen
Masseertrag	t/a	6	45
Biogasertrag	m <sup>3</sup> /a	[-]	8.281
Heizwert	MWh/a	12	50

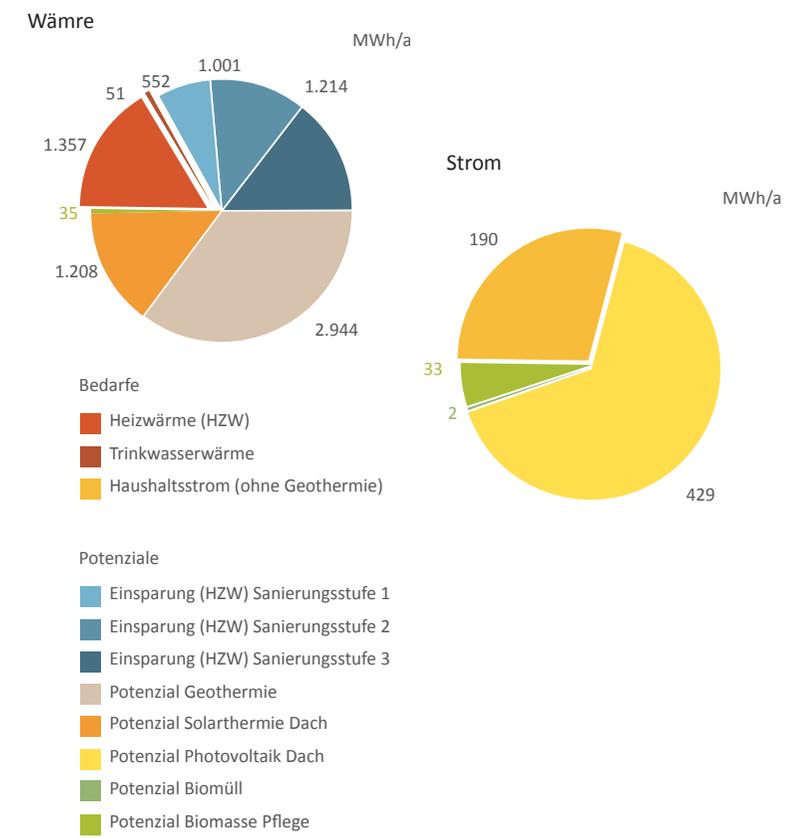
Flächen Biomasse Anbau				
Anbaufläche	m <sup>2</sup>	11.190		
		holzig	halmgut.	krautig
Masseertrag	t/a	10	19	18
Biogasertrag	m <sup>3</sup> /a			
Heizwert	MWh/a	35	74	52

Bioabfälle		
Masseertrag	t/a	5
Biogasertrag	m <sup>3</sup> /a	523
Heizwert	MWh/a	3



### Verfügbare Flächenpotenziale und ihr max. möglicher energetischer Ertrag

Monatswerte für Wärme und Strom (links)  
 Jahreswerte für Wärme und Strom (unten)



Energetische Bewertung - Entwicklungsszenarien Sydowstraße

Flächen Biomasse Pflege						
		ohne Gfl.	mit Gfl.	Blüh.	Blüh. II	EnH
Gehölzpflege	m²	12.770	16.000	[-]	[-]	[-]
Rasenpflege	m²	22.380	19.150	18.870	[-]	18.870
Gehölz						
Masseertrag	t/a	6	7	[-]	[-]	[-]
Biogasertrag	m³/a	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
Heizwert	MWh/a	12	15	[-]	[-]	[-]
Rasen						
Masseertrag	t/a	45	38	38	[-]	38
Biogasertrag	m³/a	8.281	7.086	6.982	[-]	6.982
Heizwert	MWh/a	50	43	42	[-]	42
Flächen Biomasse Anbau						
		EnH	Blüh.	Blüh. II		
Anbaufläche	m²	2.014	3.510	[-]		
Gehölz						
		holzige	halmgut	krautig		
Masseertrag	t/a	1,8	6	5,6	[-]	
Biogasertrag	m³/a	[-]	[-]	102	[-]	
Heizwert	MWh/a	11,1	23,3	16,3	[-]	



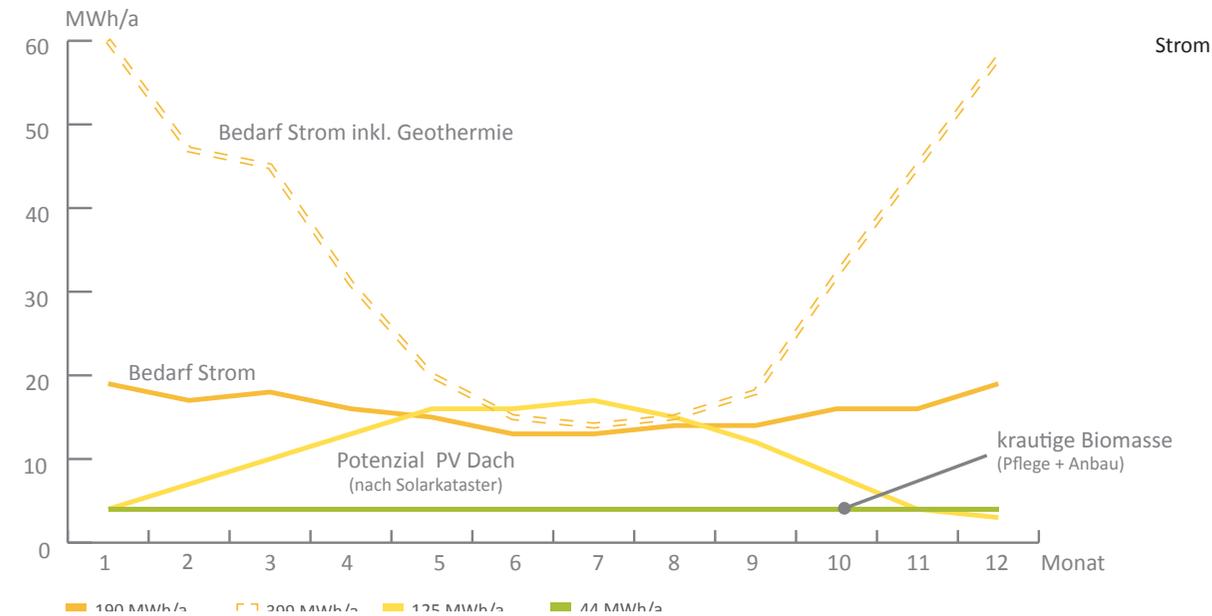
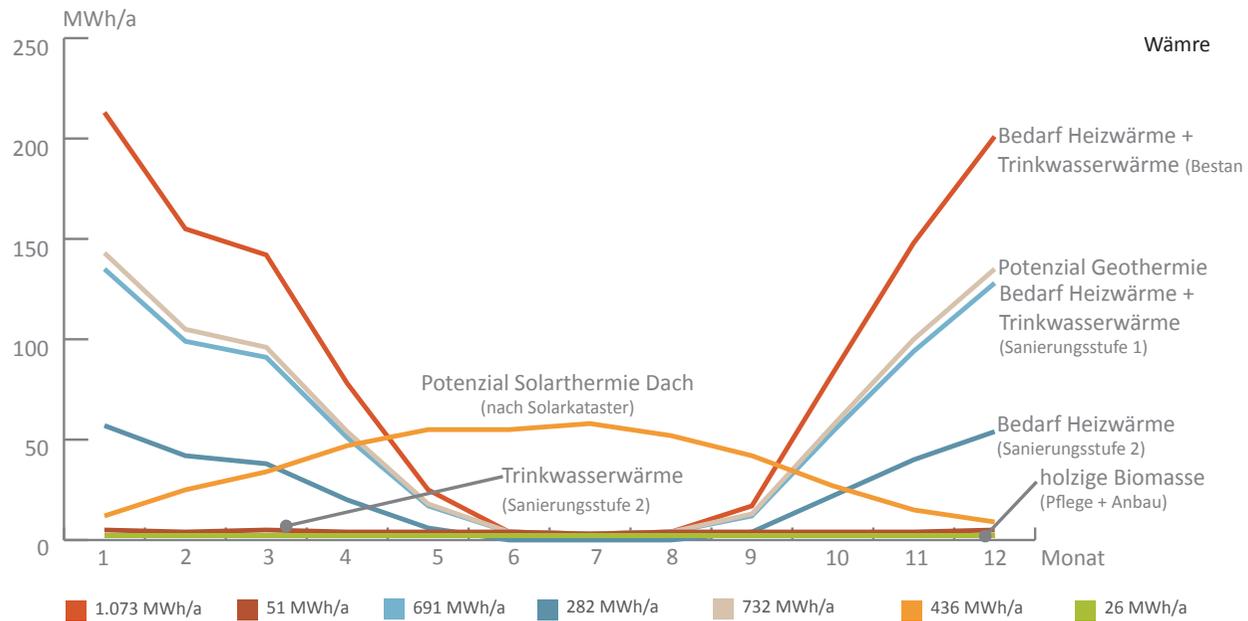
Flächen Geothermie		
Sonden gesamt	ngs/ha <sub>ges.</sub>	44
Entzugsenergie	MWh/a	523
Hilfsenergie WP	MWh/a	209
Wärmeenergie	MWh/a	732

Bioabfälle		
Masseertrag	t/a	5
Biogasertrag	m³/a	523
Heizwert	MWh/a	3

Nutzbare Dachfläche (gesamt)			
	m²	1.036	1.036
Energetischer Ertrag			
Wärmeenergie		Solarthermie	Photovoltaik
Januar	MWh/mth	12	4
Februar	MWh/mth	25	7
März	MWh/mth	34	10
April	MWh/mth	47	13
Mai	MWh/mth	55	16
Juni	MWh/mth	55	16
Juli	MWh/mth	58	17
August	MWh/mth	52	15
September	MWh/mth	42	12
Oktober	MWh/mth	27	8
November	MWh/mth	15	4
Dezember	MWh/mth	9	3
Jahr	MWh/a	436	125

Legende Biomasse

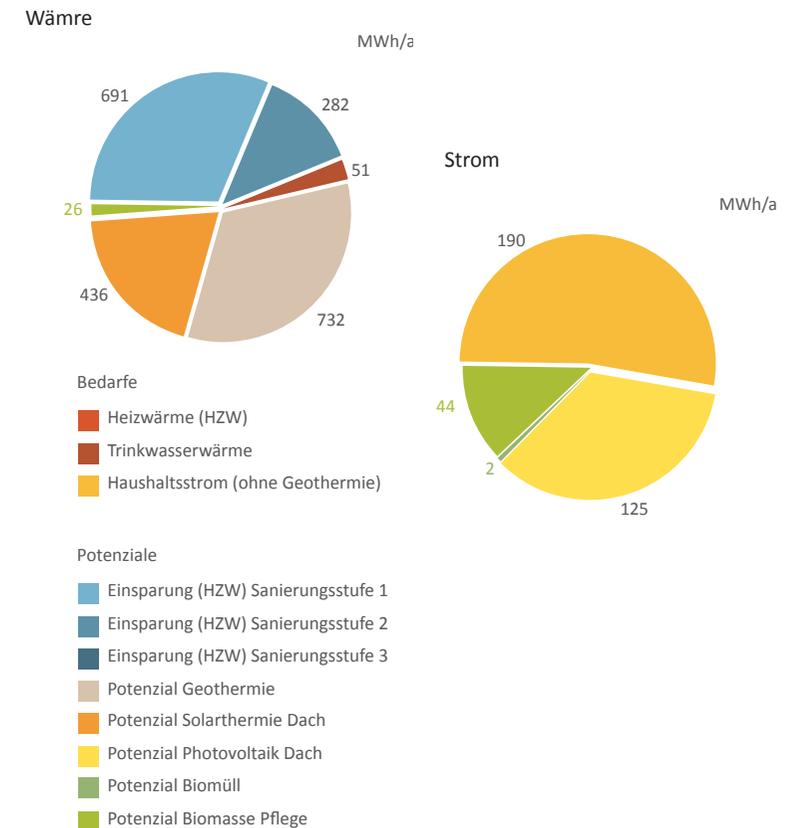
ohne Gfl.: ohne Erweiterung der Gehölzflächen (holzige Biomasse Pflege Bestand)  
 mit Gfl.: mit Erweiterung der Gehölzflächen (holzige Biomasse Pflege Erweiterung)  
 Blüh.: lineare Blühstreifen (krautige oder auch halmgutartige Biomasse Anbau)  
 Blüh. II: kammförmige Blühstreifen (krautige oder auch halmgutartige Biomasse Anbau)  
 EnH.: Energieholzhecke (holzige Biomasse Anbau)



### Verfügbare Flächenpotenziale und ihr max. möglicher energetischer Ertrag

Monatswerte für Wärme und Strom (links)

Jahreswerte für Wärme und Strom (unten)



Energetische Bewertung - Ist-Zustand In der Welheimer Mark

In der Welheimer Mark - Bestehende Flächenpotenziale		
Eigentümer	Viva-West	
Stadttraumtyp	EST 3 - Zeilen niedriger Dichte	
Größe	6,7 Hektar NBL	
Sanierungsstand	teilsaniert bis saniert (2005)	
Baualtersklasse	BAK 4 - 1958-1968	
Art der Heizung	Fernwärme	
GRZ (bebaut)	[-]	0,21
Vollgeschosse	[-]	2
Dachfläche (ohne Neigung)	m <sup>2</sup>	13.970
Vegetationsfläche	m <sup>2</sup>	45.360
davon Rasenfläche	m <sup>2</sup>	34.500
davon Gehölzfläche	m <sup>2</sup>	13.680
Versiegelte Fläche	m <sup>2</sup>	21.640
Solares Freiflächenpotenzial	m <sup>2</sup>	1.580
Potenzial Geothermiesonden	Stück	293



\* hier wurde mit dem URN-Tool gerechnet, das als niedrige GRZ 0,17 und als mittlere 0,27 vorgibt

Heizwärmebedarf	Einheit	
Unsanier	MWh/a	4.457
Teilsaniert (EnEV 2009)	MWh/a	2.647
Saniert (EnEV 2009)	MWh/a	1.351
Passivhausstandard	MWh/a	540
nach BAK und Standort (teils.)	MWh/a	1.972

Warmwasserbedarf	Einheit	
Trinkwarmwasserwärme	MWh/a	278

Strombedarf (Haushaltsstrom)	Einheit	
Strombedarf	MWh/a	639

Einsparpotenzial Heizwärme	Einheit	
Teilsaniert nach EnEV 2009	MWh/a	[-]
Saniert nach EnEV 2009	MWh/a	1.297
Saniert nach Passivhausstandard	MWh/a	810 - 2.107

Bedarfe nach Monaten	Einheit	Wärme*	Strom*
Januar	MWh/mth	377	65
Februar	MWh/mth	277	57
März	MWh/mth	256	59
April	MWh/mth	145	53
Mai	MWh/mth	54	50
Juni	MWh/mth	17	45
Juli	MWh/mth	14	45
August	MWh/mth	17	46
September	MWh/mth	39	47
Oktober	MWh/mth	153	53
November	MWh/mth	265	55
Dezember	MWh/mth	357	64
Summe Jahr	MWh/a	1.972	639

Verfügbare Flächenpotenziale und ihr max. möglicher energetischer Ertrag

Nutzbare Dachfläche	Solarthermie	Dach S	Dach O	Dach W	Dach N	Dach	Freiraum	Fassade
	m <sup>2</sup>	0	6.952	6.952	[-]	13.904	1.580	13.929
Energetischer Ertrag								
Wärmeenergie	Solarthermie	Süd	Ost	West	Nord	Gesamt	Gesamt	Gesamt
Januar	MWh/mth	0	56	56	[-]	112	13	100
Februar	MWh/mth	0	112	114	[-]	226	27	204
März	MWh/mth	0	173	182	[-]	356	43	294
April	MWh/mth	0	270	270	[-]	540	65	419
Mai	MWh/mth	0	340	335	[-]	674	82	498
Juni	MWh/mth	0	343	347	[-]	690	84	501
Juli	MWh/mth	0	359	364	[-]	724	88	528
August	MWh/mth	0	305	301	[-]	606	74	462
September	MWh/mth	0	219	224	[-]	443	53	354
Oktober	MWh/mth	0	126	135	[-]	261	31	224
November	MWh/mth	0	65	67	[-]	131	16	118
Dezember	MWh/mth	0	39	39	[-]	77	9	68
Jahr	MWh/mth	0	2.448	2.470	[-]	4.918	594	3.825

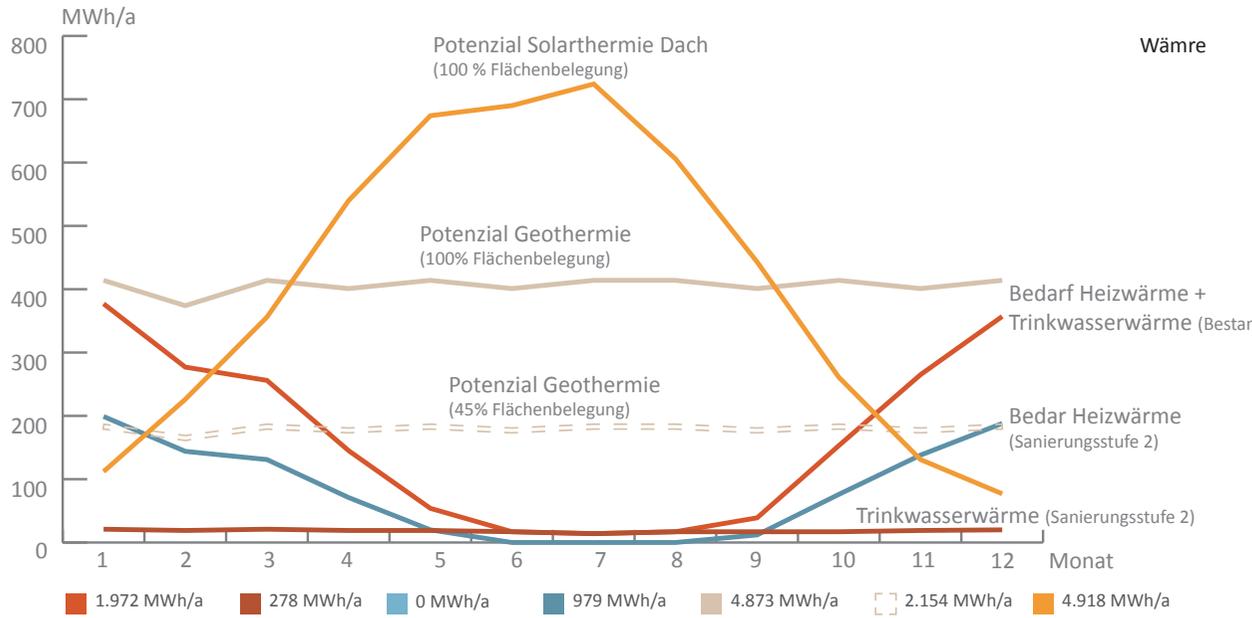
Nutzbare Dachfläche	Photovoltaik	Dach S	Dach O	Dach W	Dach N	Dach	Freiraum	Fassade
	m <sup>2</sup>	0	6.952	6.952	0	13.904	1.580	15.196
Energetischer Ertrag								
Wärmeenergie	Photovoltaik	Süd	Ost	West	Nord	Gesamt	Gesamt	Gesamt
Januar	MWh/mth	0	16	16	0	32	4	30
Februar	MWh/mth	0	31	33	0	64	8	61
März	MWh/mth	0	50	52	0	102	12	89
April	MWh/mth	0	77	77	0	154	19	126
Mai	MWh/mth	0	97	96	0	193	23	151
Juni	MWh/mth	0	98	99	0	197	24	152
Juli	MWh/mth	0	103	104	0	207	25	160
August	MWh/mth	0	87	86	0	173	21	140
September	MWh/mth	0	63	64	0	127	15	106
Oktober	MWh/mth	0	36	39	0	75	9	67
November	MWh/mth	0	19	19	0	38	4	36
Dezember	MWh/mth	0	11	11	0	22	3	21
Jahr	MWh/a	0	699	706	0	1.405	170	1.155

Flächen Geothermie		
Sonden gesamt	ngs/ha <sub>ges.</sub>	293
Entzugsenergie	MWh/a	3.481
Hilfsenergie WP	MWh/a	1.392
Wärmeenergie	MWh/a	4.873

Flächen Biomasse Pflege			
Gehölzpflege	m <sup>2</sup>	13.680	
Rasenpflege	m <sup>2</sup>	34.500	
		Gehölz	Rasen
Masseertrag	t/a	6	81
Biogasenertrag	m <sup>3</sup> /a	[-]	15.037
Heizwert	MWh/a	13	90

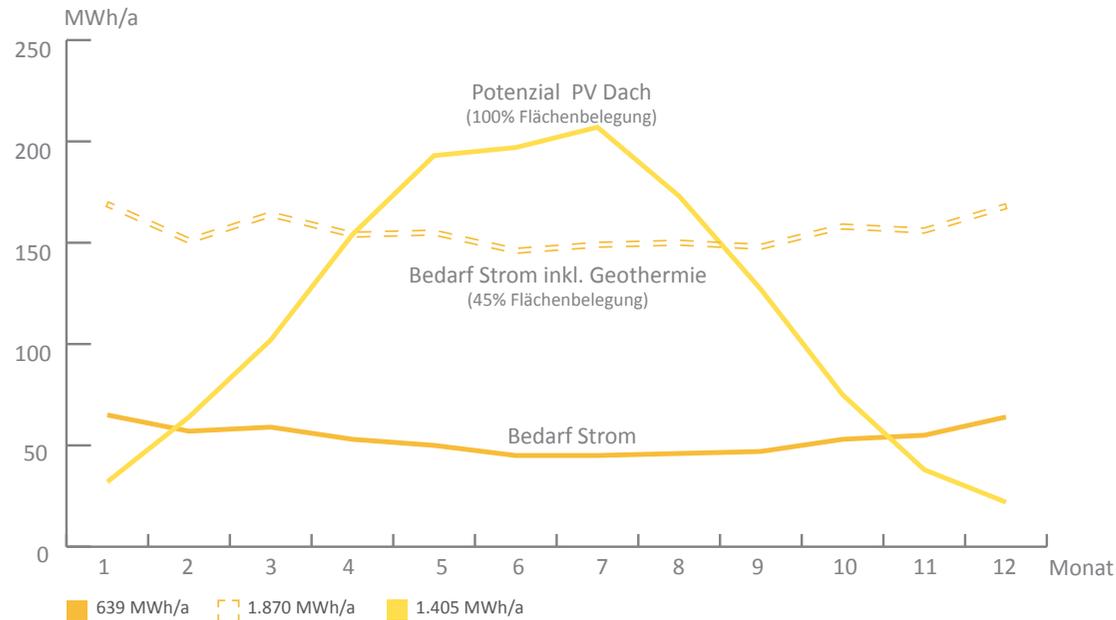
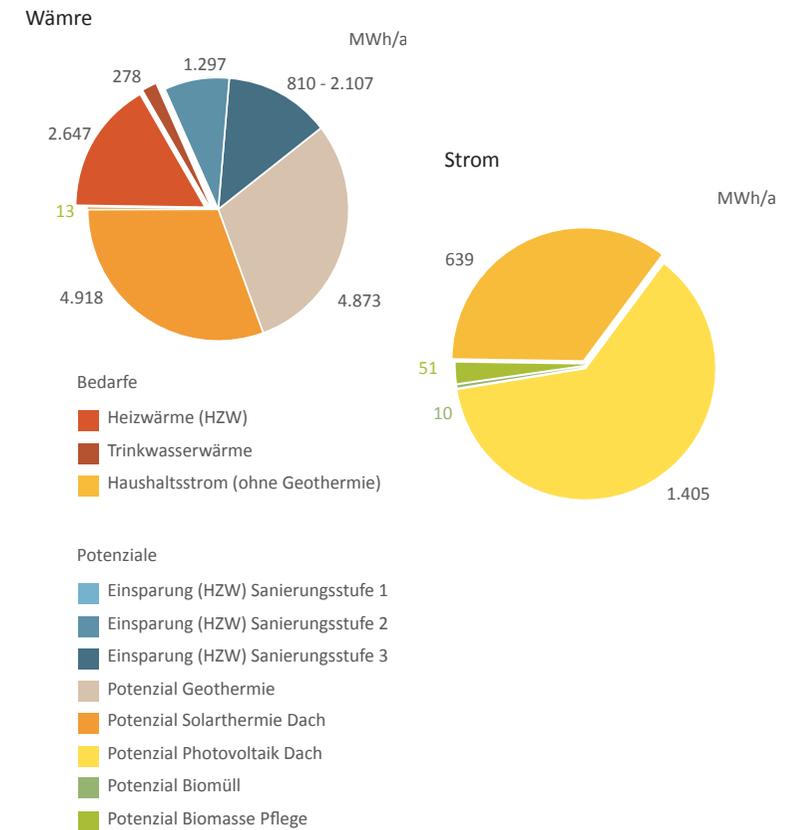
Flächen Biomasse Anbau				
Anbaufläche	m <sup>2</sup>	20.320		
		holzig	halmgut.	krautig
Masseertrag	t/a	18	35	33
Biogasenertrag	m <sup>3</sup> /a	0	0	589
Heizwert	MWh/a	64	135	94

Bioabfälle		
Masseertrag	t/a	28
Biogasenertrag	m <sup>3</sup> /a	2.835
Heizwert	MWh/a	17



### Verfügbare Flächenpotenziale und ihr max. möglicher energetischer Ertrag

Monatswerte für Wärme und Strom (links)  
 Jahreswerte für Wärme und Strom (unten)



Energetische Bewertung - Entwicklungsszenarien In der Welheimer Mark

Flächen Biomasse Pflege						
		ohne Gfl.	mit Gfl.	Blüh.	Blüh. II	EnH
Gehölzpflege	m <sup>2</sup>	13.680	16.555	[-]	[-]	[-]
Rasenpflege	m <sup>2</sup>	34.500	31.625	28.753	[-]	28.753
Gehölz						
Masseertrag	t/a	6	7	[-]	[-]	[-]
Biogasertrag	m <sup>3</sup> /a	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
Heizwert	MWh/a	13	15	[-]	[-]	[-]
Rasen						
Masseertrag	t/a	69	63	58	49	58
Biogasertrag	m <sup>3</sup> /a	12.765	11.701	10.639	9.132	10.639
Heizwert	MWh/a	77	70	64	55	64
Flächen Biomasse Anbau						
		EnH	Blüh.	Blüh. II		
Anbaufläche	m <sup>2</sup>	5.308	5.747	9.820		
Gehölz						
		holzig	halmgut	krautig	halmgut	krautig
Masseertrag	t/a	5	10	9	17	16
Biogasertrag	m <sup>3</sup> /a	[-]	[-]	167	[-]	285
Heizwert	MWh/a	18	38	27	65	46



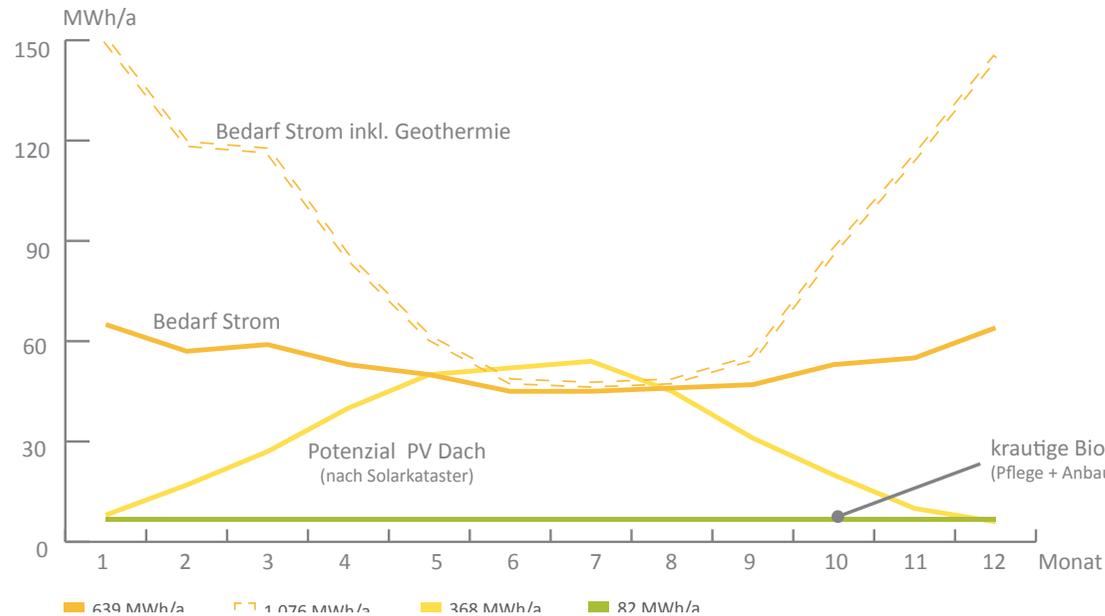
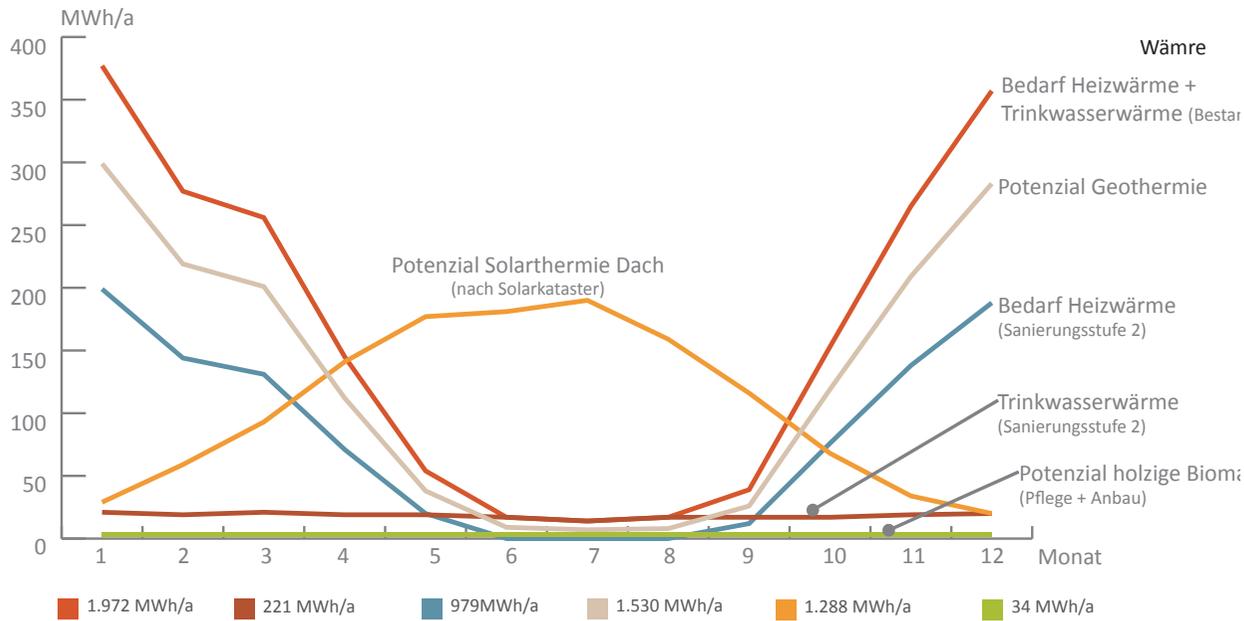
Flächen Geothermie		
Sonden gesamt	ngs/ha <sub>ges.</sub>	92
Entzugsenergie	MWh/a	1.093
Hilfsenergie WP	MWh/a	437
Wärmeenergie	MWh/a	1.530

Bioabfälle		
Masseertrag	t/a	28
Biogasertrag	m <sup>3</sup> /a	2.835
Heizwert	MWh/a	17

Nutzbare Dachfläche (gesamt)			
	m <sup>2</sup>	3.643	3.643
Energetischer Ertrag			
Wärmeenergie		Solarthermie	Photovoltaik
Januar	MWh/mth	29	8
Februar	MWh/mth	59	17
März	MWh/mth	93	27
April	MWh/mth	141	40
Mai	MWh/mth	177	50
Juni	MWh/mth	181	52
Juli	MWh/mth	190	54
August	MWh/mth	159	45
September	MWh/mth	116	31
Oktober	MWh/mth	68	20
November	MWh/mth	34	10
Dezember	MWh/mth	20	6
Jahr	MWh/a	1288	368

Legende Biomasse

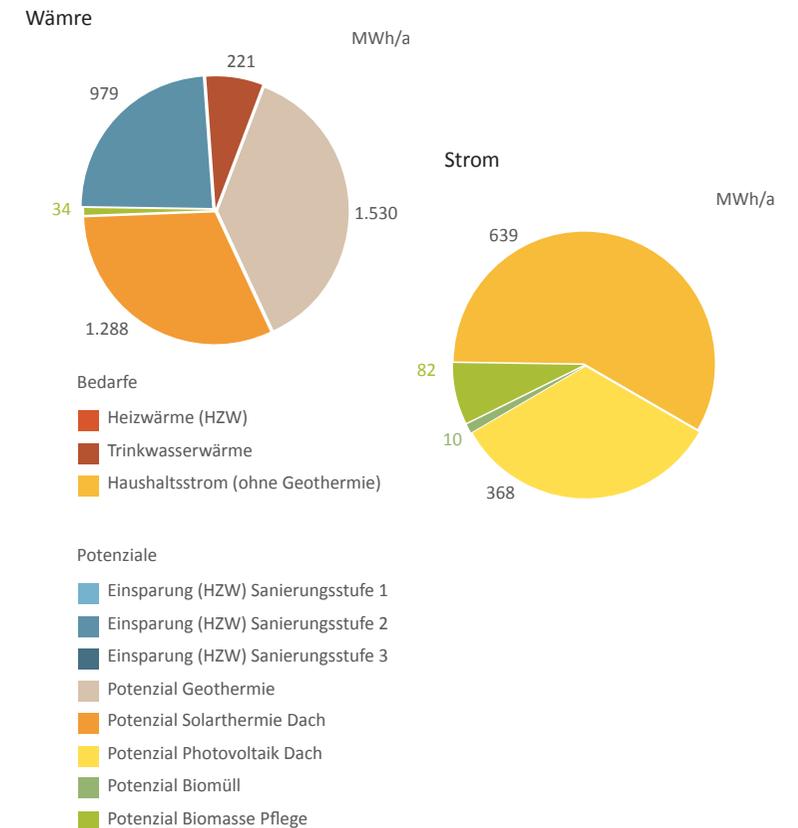
ohne Gfl.: ohne Erweiterung der Gehölzflächen (holzige Biomasse Pflege Bestand)  
 mit Gfl.: mit Erweiterung der Gehölzflächen (holzige Biomasse Pflege Erweiterung)  
 Blüh.: lineare Blühstreifen (krautige oder auch halmgutartige Biomasse Anbau)  
 Blüh. II: kammförmige Blühstreifen (krautige oder auch halmgutartige Biomasse Anbau)  
 EnH.: Energieholzhecke (holzige Biomasse Anbau)



### Verfügbare Flächenpotenziale und ihr max. möglicher energetischer Ertrag

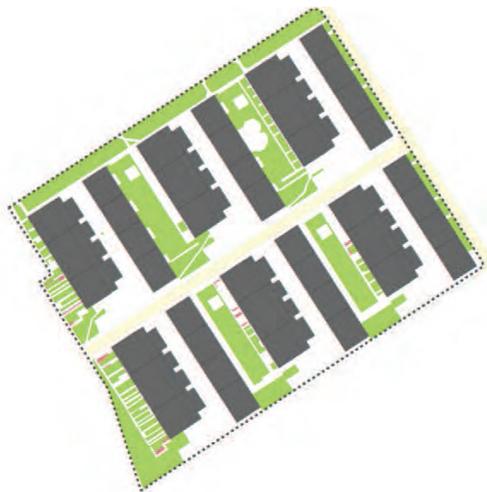
Monatswerte für Wärme und Strom (links)

Jahreswerte für Wärme und Strom (unten)



Energetische Bewertung - Ist-Zustand Prospersiedlung

Prospersiedlung - Bestehende Flächenpotenziale		
Eigentümer	Anningtion und Viva-West	
Stadttraumtyp	EST 3 - Zeilen niedriger Dichte	
Größe	2,8 Hektar NBL	
Sanierungsstand	Niedrigenergiebauweise	
Baualtersklasse	BAK 7 - 1984-1994	
Art der Heizung	Fernwärme	
GRZ (bebaut)	[-]	0,5
Vollgeschosse	[-]	3
Dachfläche (ohne Neigung)	m <sup>2</sup>	13.880
Vegetationsfläche	m <sup>2</sup>	8.100
davon Rasenfläche	m <sup>2</sup>	6.440
davon Gehölzfläche	m <sup>2</sup>	4.920
Versiegelte Fläche	m <sup>2</sup>	19.450
Solares Freiflächenpotenzial	m <sup>2</sup>	0
Potenzial Geothermiesonden	Stück	92



Heizwärmebedarf	Einheit	
Unsanier	MWh/a	3.251
Teilsaniert (EnEV 2009)	MWh/a	2.168
Saniert (EnEV 2009)	MWh/a	1.693
Passivhausstandard	MWh/a	677
nach BAK und Standort (saniert)	MWh/a	1.790

Warmwasserbedarf	Einheit	
Trinkwarmwasserwärme	MWh/a	342

Strombedarf (Haushaltsstrom)	Einheit	
Strombedarf	MWh/a	990

Einsparpotenzial Heizwärme	Einheit	
Teilsaniert nach EnEV 2009	MWh/a	[-]
Saniert nach EnEV 2009	MWh/a	[-]
Saniert nach Passivhausstandard	MWh/a	1.016

Bedarfe nach Monaten	Einheit	Wärme*	Strom*
Januar	MWh/mth	364	101
Februar	MWh/mth	264	88
März	MWh/mth	240	92
April	MWh/mth	130	82
Mai	MWh/mth	36	77
Juni	MWh/mth	0	70
Juli	MWh/mth	0	69
August	MWh/mth	0	71
September	MWh/mth	22	73
Oktober	MWh/mth	139	83
November	MWh/mth	252	86
Dezember	MWh/mth	344	99
Summe Jahr	MWh/a	1.790	990

Verfügbare Flächenpotenziale und ihr max. möglicher energetischer Ertrag

Nutzbare Dachfläche	Solarthermie	Dach S	Dach O	Dach W	Dach N	Dach	Freiraum	Fassade
	m <sup>2</sup>	0	6.907	6.907	[-]	13.814	[-]	[-]
Energetischer Ertrag								
Wärmeenergie	Solarthermie	Süd	Ost	West	Nord	Gesamt	Gesamt	Gesamt
Januar	MWh/mth	0	56	56	[-]	111	[-]	[-]
Februar	MWh/mth	0	111	113	[-]	225	[-]	[-]
März	MWh/mth	0	172	181	[-]	353	[-]	[-]
April	MWh/mth	0	268	268	[-]	536	[-]	[-]
Mai	MWh/mth	0	338	332	[-]	670	[-]	[-]
Juni	MWh/mth	0	341	345	[-]	686	[-]	[-]
Juli	MWh/mth	0	357	362	[-]	719	[-]	[-]
August	MWh/mth	0	303	299	[-]	602	[-]	[-]
September	MWh/mth	0	218	223	[-]	440	[-]	[-]
Oktober	MWh/mth	0	125	134	[-]	259	[-]	[-]
November	MWh/mth	0	64	66	[-]	131	[-]	[-]
Dezember	MWh/mth	0	38	38	[-]	77	[-]	[-]
Jahr	MWh/a	0	2.432	2.454	[-]	4.886	[-]	[-]

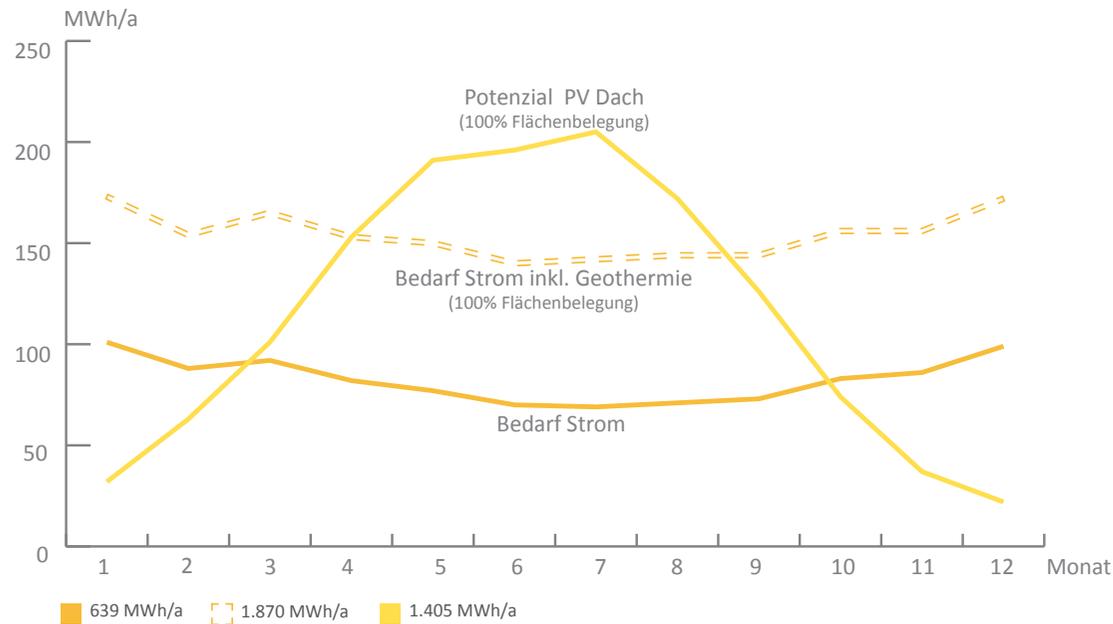
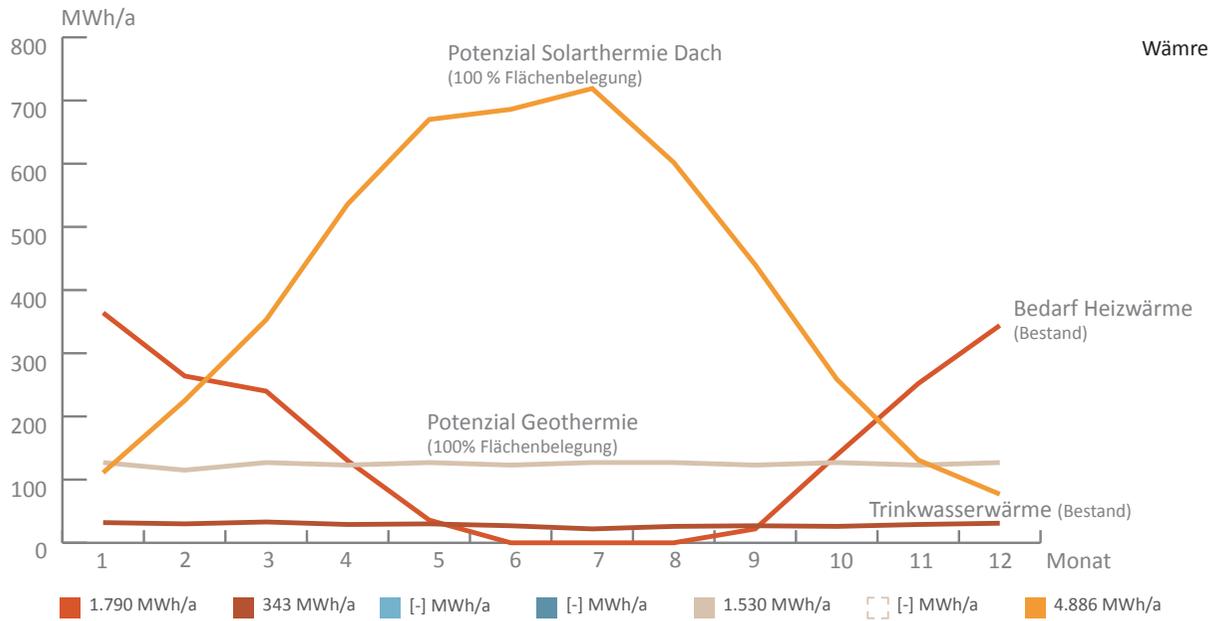
Nutzbare Dachfläche	Photovoltaik	Dach S	Dach O	Dach W	Dach N	Dach	Freiraum	Fassade
	m <sup>2</sup>	0	6.907	6.907	0	13.814	[-]	[-]
Energetischer Ertrag								
Wärmeenergie	Photovoltaik	Süd	Ost	West	Nord	Gesamt	Gesamt	Gesamt
Januar	MWh/mth	0	16	16	0	32	[-]	[-]
Februar	MWh/mth	0	31	32	0	63	[-]	[-]
März	MWh/mth	0	49	52	0	101	[-]	[-]
April	MWh/mth	0	77	77	0	153	[-]	[-]
Mai	MWh/mth	0	96	95	0	191	[-]	[-]
Juni	MWh/mth	0	97	98	0	196	[-]	[-]
Juli	MWh/mth	0	102	103	0	205	[-]	[-]
August	MWh/mth	0	87	86	0	172	[-]	[-]
September	MWh/mth	0	62	64	0	126	[-]	[-]
Oktober	MWh/mth	0	36	38	0	74	[-]	[-]
November	MWh/mth	0	18	19	0	37	[-]	[-]
Dezember	MWh/mth	0	11	11	0	22	[-]	[-]
Jahr	MWh/a	0	695	701	0	1.396	[-]	[-]

Flächen Geothermie		
Sonden gesamt	ngs/ha <sub>ges.</sub>	92
Entzugsenergie	MWh/a	1.093
Hilfsenergie WP	MWh/a	437
Wärmeenergie	MWh/a	1.530

Flächen Biomasse Pflege			
Gehölzpflege	m <sup>2</sup>	6.440	
Rasenpflege	m <sup>2</sup>	4.920	
		Gehölz	Rasen
Masseertrag	t/a	2	13
Biogasertrag	m <sup>3</sup> /a	[-]	2.383
Heizwert	MWh/a	5	14

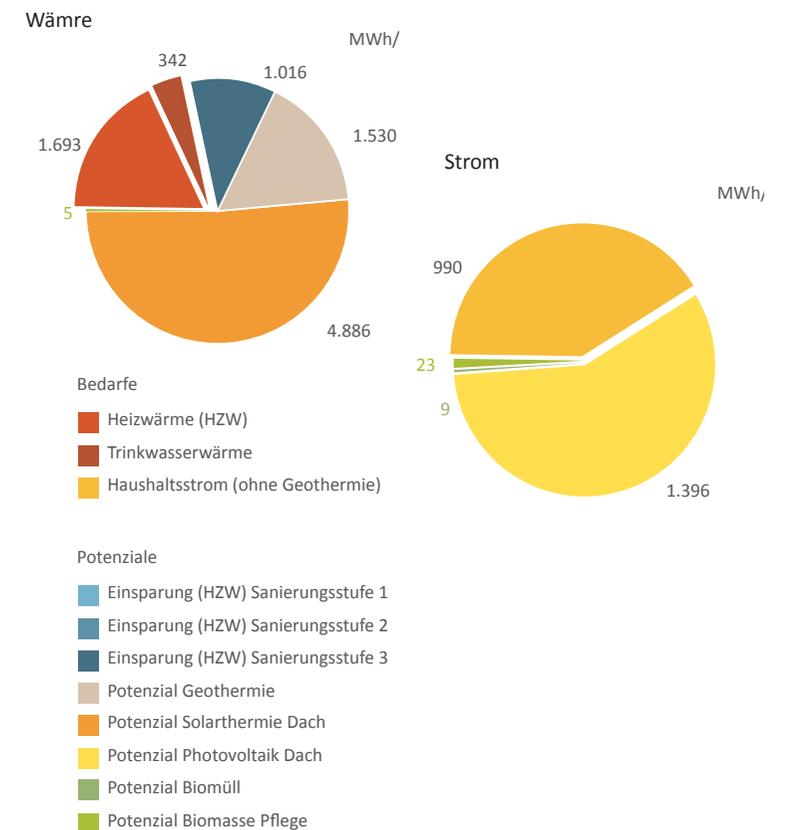
Flächen Biomasse Anbau				
Anbaufläche	m <sup>2</sup>	[-]		
		holzig	halmgut.	krautig
Masseertrag	t/a	[-]	[-]	[-]
Biogasertrag	m <sup>3</sup> /a	[-]	[-]	[-]
Heizwert	MWh/a	[-]	[-]	[-]

Bioabfälle		
Masseertrag	t/a	56
Biogasertrag	m <sup>3</sup> /a	5.642
Heizwert	MWh/a	34



Verfügbare Flächenpotenziale und ihr max. möglicher energetischer Ertrag

Monatswerte für Wärme und Strom (links)  
Jahreswerte für Wärme und Strom (unten)



Energetische Bewertung - Ist-Zustand Prosperpark

Prosperpark - Bestehende Flächenpotenziale		
Eigentümer	Stadt Bottrop	
Stadtraumtyp	EST11 - Parkanlage	
Größe	9,7 Hektar NBL	
Sanierungsstand	[-]	
Baualtersklasse	[-]	
Art der Heizung	[-]	
GRZ (bebaut)	[-]	[-]
Vollgeschosse	[-]	[-]
Dachfläche (ohne Neigung)	m <sup>2</sup>	[-]
Vegetationsfläche	m <sup>2</sup>	93.810
davon Rasenfläche	m <sup>2</sup>	93.810
davon Gehölzfläche	m <sup>2</sup>	18.532
Versiegelte Fläche	m <sup>2</sup>	3.960
Solares Freiflächenpotenzial	m <sup>2</sup>	16.160
Potenzial Geothermiesonden	Stück	150

Kraftstoffbedarf Pflege	Einheit	
Unsaniert	MWh/a	[-]
Teilsaniert (EnEV 2009)	MWh/a	[-]
Saniert (EnEV 2009)	MWh/a	[-]
Passivhausstandard	MWh/a	[-]
nach BAK und Standort	MWh/a	[-]
Warmwasserbedarf	Einheit	
Trinkwarmwasserwärme	MWh/a	[-]
Strombedarf (Beleuchtung)	Einheit	
Strombedarf	MWh/a	[-]
Einsparpotenzial Heizwärme	Einheit	
Teilsaniert nach EnEV 2009	MWh/a	[-]
Saniert nach EnEV 2009	MWh/a	[-]
Saniert nach Passivhausstandard	MWh/a	[-]

Verfügbare Flächenpotenziale und ihr max. möglicher energetischer Ertrag

Nutzbare Dachfläche	Solarthermie	Dach S	Dach O	Dach W	Dach N	Dach	Freiraum	Fassade
	m <sup>2</sup>	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	6.075	[-]
Energetischer Ertrag								
Wärmeenergie	Solarthermie	Süd	Ost	West	Nord	Gesamt	Gesamt	Gesamt
Januar	MWh/mth	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	134	[-]
Februar	MWh/mth	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	273	[-]
März	MWh/mth	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	436	[-]
April	MWh/mth	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	664	[-]
Mai	MWh/mth	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	839	[-]
Juni	MWh/mth	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	863	[-]
Juli	MWh/mth	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	904	[-]
August	MWh/mth	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	753	[-]
September	MWh/mth	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	546	[-]
Oktober	MWh/mth	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	314	[-]
November	MWh/mth	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	159	[-]
Dezember	MWh/mth	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	94	[-]
Jahr	MWh/a	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	6.075	[-]

Nutzbare Dachfläche	Photovoltaik	Dach S	Dach O	Dach W	Dach N	Dach	Freiraum	Fassade
	m <sup>2</sup>	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	6.075	[-]
Energetischer Ertrag								
Wärmeenergie	Photovoltaik	Süd	Ost	West	Nord	Gesamt	Gesamt	Gesamt
Januar	MWh/mth	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	38	[-]
Februar	MWh/mth	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	78	[-]
März	MWh/mth	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	124	[-]
April	MWh/mth	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	190	[-]
Mai	MWh/mth	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	240	[-]
Juni	MWh/mth	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	247	[-]
Juli	MWh/mth	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	258	[-]
August	MWh/mth	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	215	[-]
September	MWh/mth	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	156	[-]
Oktober	MWh/mth	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	90	[-]
November	MWh/mth	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	45	[-]
Dezember	MWh/mth	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	27	[-]
Jahr	MWh/a	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	1.736	[-]

Flächen Geothermie		
Sonden gesamt	ngs/ha <sub>ges.</sub>	150
Entzugsenergie	MWh/a	372
Hilfsenergie WP	MWh/a	149
Wärmeenergie	MWh/a	521

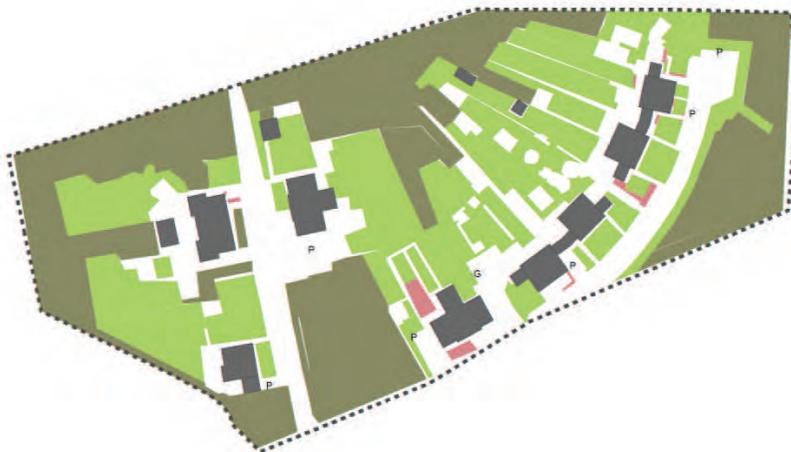
Flächen Biomasse Pflege			
Gehölzpflege	m <sup>2</sup>	18.532	
Rasenpflege	m <sup>2</sup>	93.810	
		Gehölz	Rasen
Masseertrag	t/a	8	188
Biogasertrag	m <sup>3</sup> /a	[-]	32.834
Heizwert	MWh/a	17	197

Flächen Biomasse Anbau				
Anbaufläche	m <sup>2</sup>	46.905		
		holzig	halmgut.	krautig
Masseertrag	t/a	41	75	75
Biogasertrag	m <sup>3</sup> /a	[-]	[-]	43.528
Heizwert	MWh/a	148	311	218

Bioabfälle		
Masseertrag	t/a	[-]
Biogasertrag	m <sup>3</sup> /a	[-]
Heizwert	MWh/a	[-]

Energetische Bewertung - Ist-Zustand Im Werth

Im Werth - Bestehende Flächenpotenziale		
Eigentümer	Anningtion	
Stadtraumtyp	EST 1 - kleine freistehende Wohnbebauung	
Größe	1,9 Hektar NBL	
Sanierungsstand	unsaniert	
Baualtersklasse	BAK 1 - vor 1919	
Art der Heizung	Einzelstättenfeuerung	
GRZ (bebaut)	[-]	0,08
Vollgeschosse	[-]	1,5
Dachfläche (ohne Neigung)	m <sup>2</sup>	1.560
Vegetationsfläche	m <sup>2</sup>	13.480
davon Rasenfläche	m <sup>2</sup>	6.020
davon Gehölzfläche	m <sup>2</sup>	9.220
Versiegelte Fläche	m <sup>2</sup>	5.420
Solares Freiflächenpotenzial	m <sup>2</sup>	620
Potenzial Geothermiesonden	Stück	37



Heizwärmebedarf	Einheit	
Unsaniert	MWh/a	721
Teilsaniert (EnEV 2009)	MWh/a	370
Saniert (EnEV 2009)	MWh/a	143
Passivhausstandard	MWh/a	55
nach BAK und Standort	MWh/a	519

Warmwasserbedarf	Einheit	
Trinkwarmwasserwärme	MWh/a	21

Strombedarf (Haushaltsstrom)	Einheit	
Strombedarf	MWh/a	77

Einsparpotenzial Heizwärme	Einheit	
Teilsaniert nach EnEV 2009	MWh/a	351
Saniert nach EnEV 2009	MWh/a	577
Saniert nach Passivhausstandard	MWh/a	666

Bedarfe nach Monaten	Einheit	Wärme	Strom
Januar	MWh/mth	103	8
Februar	MWh/mth	75	7
März	MWh/mth	69	7
April	MWh/mth	38	6
Mai	MWh/mth	12	6
Juni	MWh/mth	2	5
Juli	MWh/mth	1	5
August	MWh/mth	2	5
September	MWh/mth	8	6
Oktober	MWh/mth	40	6
November	MWh/mth	72	7
Dezember	MWh/mth	98	8
Summe Jahr	MWh/a	519	77

Verfügbare Flächenpotenziale und ihr max. möglicher energetischer Ertrag

Nutzbare Dachfläche	Solarthermie	Dach S	Dach O	Dach W	Dach N	Dach	Freiraum	Fassade
	m <sup>2</sup>	435	435	435	[-]	1.304	620	[-]
Energetischer Ertrag								
Wärmeenergie	Solarthermie	Süd	Ost	West	Nord	Gesamt	Gesamt	Gesamt
Januar	MWh/mth	5	4	4	[-]	12	5	[-]
Februar	MWh/mth	10	7	7	[-]	24	10	[-]
März	MWh/mth	14	11	11	[-]	36	17	[-]
April	MWh/mth	20	17	17	[-]	53	25	[-]
Mai	MWh/mth	23	21	21	[-]	65	32	[-]
Juni	MWh/mth	23	21	22	[-]	66	33	[-]
Juli	MWh/mth	25	22	23	[-]	70	35	[-]
August	MWh/mth	22	19	19	[-]	60	29	[-]
September	MWh/mth	18	14	14	[-]	45	21	[-]
Oktober	MWh/mth	11	8	8	[-]	28	12	[-]
November	MWh/mth	6	4	4	[-]	14	6	[-]
Dezember	MWh/mth	4	2	2	[-]	9	4	[-]
Jahr	MWh/a	183	153	154	[-]	491	233	[-]

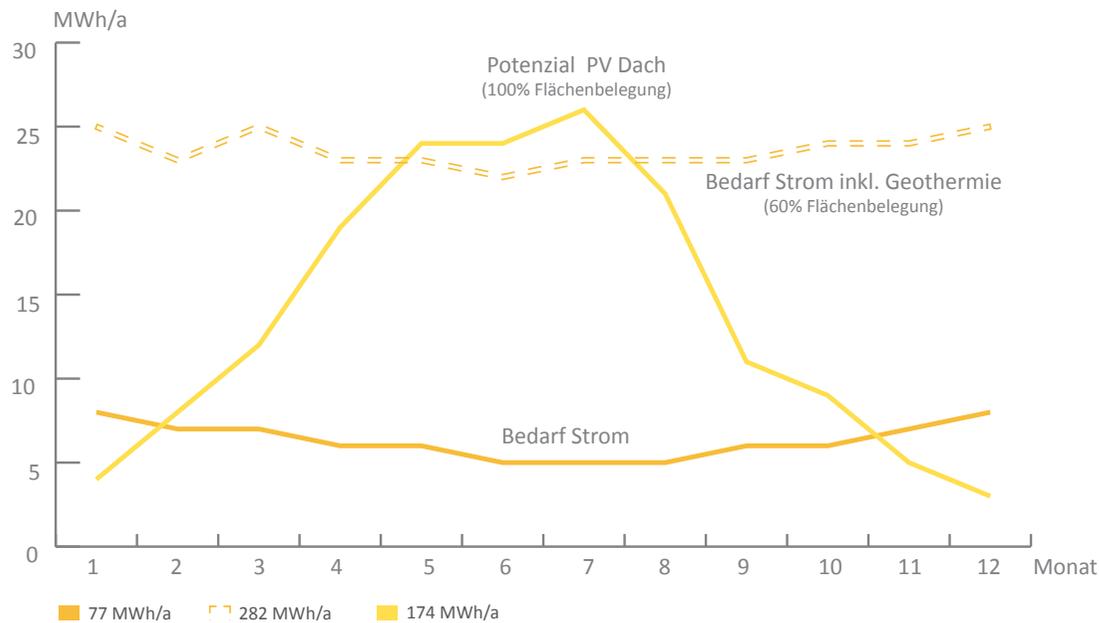
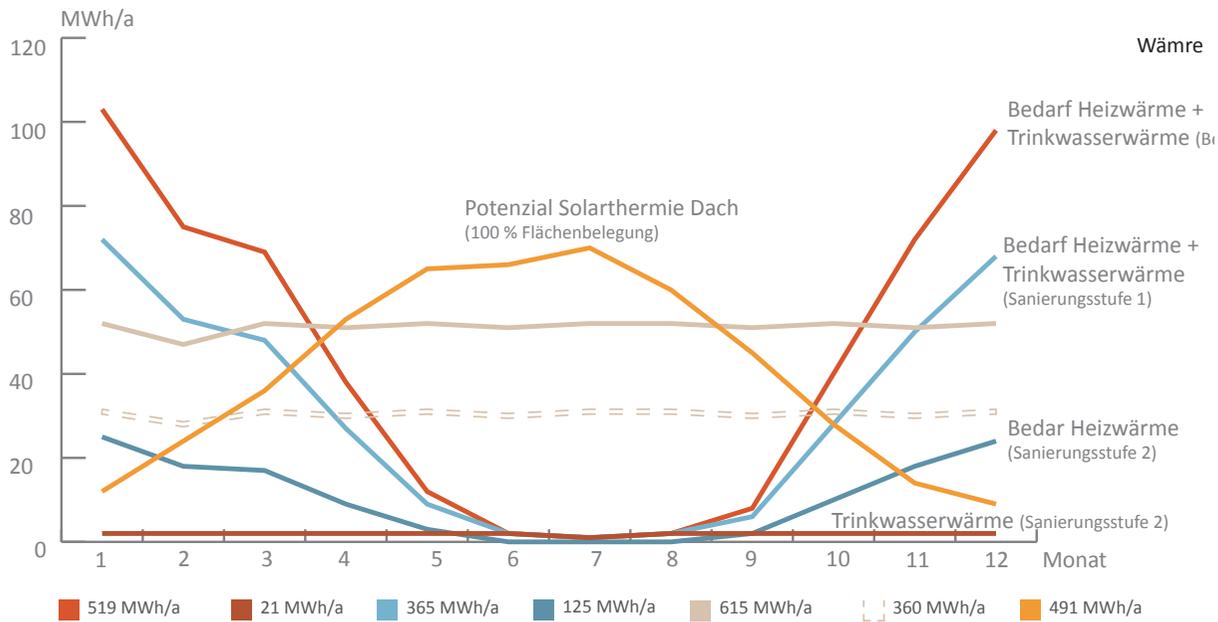
Nutzbare Dachfläche	Photovoltaik	Dach S	Dach O	Dach W	Dach N	Dach	Freiraum	Fassade
	m <sup>2</sup>	435	435	435	435	1.739	620	[-]
Energetischer Ertrag								
Wärmeenergie	Photovoltaik	Süd	Ost	West	Nord	Gesamt	Gesamt	Gesamt
Januar	MWh/mth	1	1	1	1	4	1	[-]
Februar	MWh/mth	3	2	2	1	8	3	[-]
März	MWh/mth	4	3	3	2	12	5	[-]
April	MWh/mth	6	5	5	4	19	7	[-]
Mai	MWh/mth	7	6	6	5	24	9	[-]
Juni	MWh/mth	7	6	6	6	24	9	[-]
Juli	MWh/mth	7	6	7	6	26	10	[-]
August	MWh/mth	6	5	5	4	21	8	[-]
September	MWh/mth	3	4	2	1	11	6	[-]
Oktober	MWh/mth	3	2	2	1	9	3	[-]
November	MWh/mth	2	1	1	1	5	2	[-]
Dezember	MWh/mth	1	1	1	1	3	1	[-]
Jahr	MWh/a	52	44	44	34	174	67	[-]

Flächen Geothermie		
Sonden gesamt	ngs/ha <sub>ges.</sub>	37
Entzugsenergie	MWh/a	440
Hilfsenergie WP	MWh/a	176
Wärmeenergie	MWh/a	615

Flächen Biomasse Pflege			
Gehölzpflege	m <sup>2</sup>	6.020	
Rasenpflege	m <sup>2</sup>	9.220	
		Gehölz	Rasen
Masseertrag	t/a	4	12
Biogasertrag	m <sup>3</sup> /a	[-]	2.227
Heizwert	MWh/a	9	13

Flächen Biomasse Anbau				
Anbaufläche	m <sup>2</sup>	3.010	[-]	[-]
		holzig	halmgut.	krautig
Masseertrag	t/a	2,6	5	5
Biogasertrag	m <sup>3</sup> /a	[-]	[-]	87
Heizwert	MWh/a	10	20	14

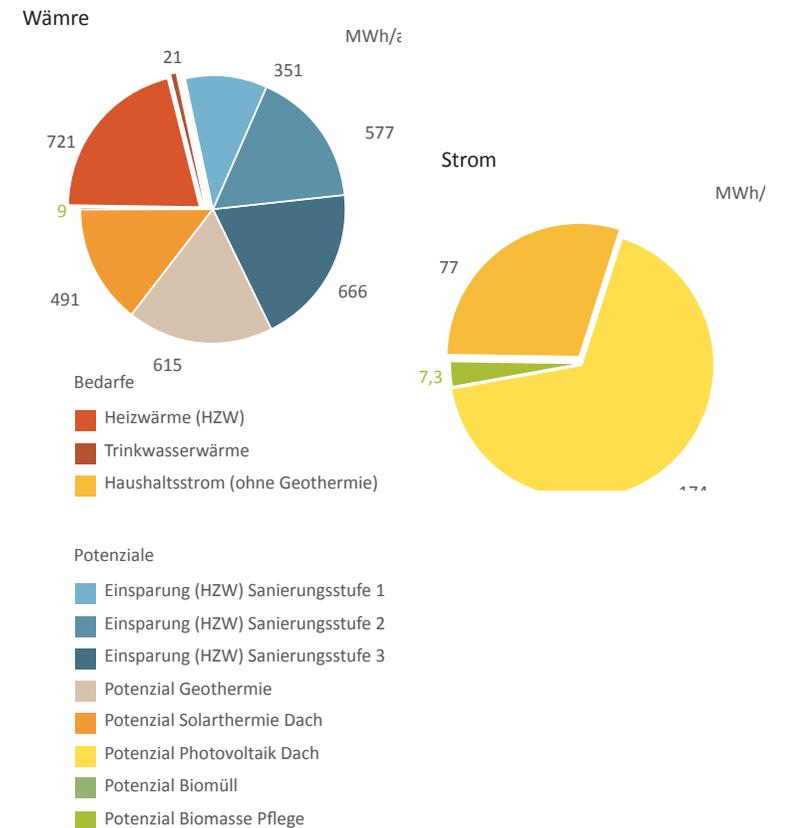
Bioabfälle		
Masseertrag	t/a	2
Biogasertrag	m <sup>3</sup> /a	211
Heizwert	MWh/a	1



### Verfügbare Flächenpotenziale und ihr max. möglicher energetischer Ertrag

Monatswerte für Wärme und Strom (links)

Jahreswerte für Wärme und Strom (unten)



## Übersicht der baustrukturellen und energetischen Kennwerte der Modellsiedlungen

Die baustrukturellen und energetischen Kennwerte basieren auf den Steckbriefen der energetischen Stadtraumtypen des Forschungsprojektes EnEff:Stadt UrbanReNet\*.

Alle energetische Kennwerte sind in Megawattstunden je Jahr und Gesamtgebiet (Nettobauland, ohne Straßen) angegeben.

Im Gegensatz zum Softwaretool des Projekts UrbanReNet werden die Heizwärmebedarfe hier ohne Zuweisung des Referenzstandortes ermittelt. Außerdem wurden die Heizwärmebedarfe im Projekt UrbanReNet noch einmal überarbeitet, so dass die Werte nicht vergleichbar sind.

Bei den potenzialen wird immer von der maximal möglichen Fläche ausgegangen. Nicht nutzbare Flächen wie Verschattungsflächen (u.a. bei der PV) oder Grenzabstände (wie bei der Geothermie) werden bei diesem Ansatz bereits berücksichtigt. Nicht berücksichtigt wird die Verschattung durch Nachbargebäude.

Allgemeine Daten	Einheiten	Sydow Straße	Prosper Siedlung	Wortmann Straße	Trappen Straße	Boymanns-heide	Welheimer Markt	Im Wert
Baualter	[-]	1922-1938	1985-1997	1908-1921	1954-1974	1908-1921	1954-1974	1908-1921
Sanierungszustand	[-]	unsaniert	unsaniert	saniert	heterogen	heterogen	heterogen	unsaniert
Denkmalschutz	[-]	Ja	Nein	Nein ?	Nein	z.T.	Nein	Nein
Eigentümer	[-]	Vivawest u. Einzel.	Vivawest u. Annington	Vivawest	Annington	Annington u. Einzel	Vivawest	Annington
Nettobauland (NBL)	ha	4,7	2,9	3,2	5,2	4,7	7,7	1,8
Geschossigkeit	[-]	1,5	4,0	1,5	3,0	1,5 u. 2,5	2,0	1,5
<b>Baustruktur</b>								
GRZ	[-]	0,14	0,27	0,14	0,27	0,14	0,27	0,14
GFZ	[-]	0,23	0,95	0,23	0,95	0,23	0,95	0,23
Anzahl Gebäude	$n_{GE}/ha$ ges.	65,8	49,0	44,8	88,0	65,8	131	25,2
Anzahl Wohneinheiten	$n_{WE}/ha$ ges.	98,7	302	67,2	405,6	98,7	400	37,8
Anzahl Einwohner	$n_{EW}/ha$ ges.	197,4	545	134,4	733,2	197,4	723,8	75,6
Wohnfläche	$m^2_{WFL}/ha$ ges.	8.657	22.591	5.894	40.508	8.657	59.983	3.316
Anzahl Vollgeschosse	[-]	1,5	4,0	1,5	4,0	1,50	2,0	1,5
Gebäudegrundfläche	$m^2$	92	155	92	155	92	155	92
Hüllfläche pro Einwohner	$m^2/EW$	168	75	168	75	168	75	168
Dachfläche pro Einwohner	$m^2/EW$	50	16	50	16	50	16	50
Parzellengröße	$m^2$	720	1.916	720	1.916	720	1.916	720
<b>Freiraumstruktur</b>								
Versiegelte Flächen	%	26	35	26	35	26	35	26
Versiegelt nicht überbaut	%	31	23	31	23	31	23	31
Versiegelt überbaut	%	69	77	69	77	69	77	69
überbaut beheizt	%	76	98	76	98	76	98	76
überbaut unbeheizt	%	24	2	24	2	24	2	24
Freiflächen	%	82	73	82	73	82	73	82
Anteilig versiegelt unbepflanzt	%	10	11	10	11	10	11	10
Anteilig unversiegelt	%	90	89	90	89	90	89	90
Anteilig Gehölze	%	17	8	17	8	17	8	17
Anteilig allg. Grün	%	83	92	83	92	83	92	83
<b>Bedarfe</b>								
Heizwärmebedarf Unsanierter	MWh/ha ges.*a	2.198	2.836	1.804	8.264	2.650	5.292	1.015
Heizwärmebedarf Teilsanierter (Dach, Keller, Fenster)	MWh/ha ges.*a	1.442	2.353	1.307	4.241	1.920	3.301	735
Heizwärmebedarf Sanierter (nach EnEV 2009)	MWh/ha ges.*a	633	1.641	475	2.170	698	1.844	267
Heizwärmebedarf Passivhausstandard	MWh/ha ges.*a	451	1.060	307	1.404	451	1.181	173
Warmwasserbedarf nach Personenanzahl (Wohnen)	MWh/ha ges.*a	98	272	67	366	98	361	38
Strombedarf (Wohnen)	MWh/ha ges.*a	365	777	248	1.045	365	1.032	140
<b>Potenziale Geothermie</b>								
Anzahl Geothermischer Sonden pro $m^2$ Freifläche	ngs/ $m^2$ FF	0,01	0,015	0,011	0,01	0,01	0,01	0,01
Anzahl Geothermischer Sonden	ngs/ha ges.	440	307	300	551	440	816	169
Geothermische Entzugsenergie	MWh/ha ges.L*a	5.229	3.649	3.560	6.544	5.229	9.690	2.003
zugeführte Energie durch WP	MWh/ha ges.*a	2.092	1.460	1.424	2.618	2.092	3.876	801
Wärmeenergie	MWh/ha ges.*a	7.321	5.109	4.984	9.161	7.321	13.566	2.804

\* vgl.: Hegger et al. 2013

Potenzielle Dachflächen Solar	Einheiten	Sydow Straße	Prosper Siedlung	Wortmann Straße	Trappen Straße	Boymannshöhe	Welheimer Markt	Im Wert
Solarthermie tatsächlich nutzbare Dachfläche 0-45° ges.	m²/ha ges.	5.499	7.795	3.744	13.978	5.499	20.698	2.106
Photovoltaik tatsächlich nutzbare Dachfläche 0-45° ges.	m²/ha ges.	7.335	7.795	4.994	13.978	7.335	20.698	2.809
Summe Wärmeenergie pro Jahr QWE <sub>j,a,a</sub>	MWh/ha ges.*a	2.068	2.756	1.409	4.942	2.069	7.318	792
Summe Elektrische Energie pro Jahr QEL <sub>j,a,a</sub>	MWh/ha ges.*a	735	787	501	1.412	735	2.091	282
<b>Potenzielle Fassanfläche Solar</b>								
Solarthermie nutzbare Fassanfläche 90° ges.	m²/ha ges.	/	15.503	/	18.533	/	13.721	/
Photovoltaik nutzbare Fassanfläche 90° ges.	m²/ha ges.	/	16.913	/	20.218	/	14.969	/
Summe Wärmeenergie pro Jahr QWE <sub>j,a,a</sub>	MWh/ha ges.*a	/	1.277,45	/	852	/	426	/
Summe Elektrische Energie pro Jahr QEL <sub>j,a,a</sub>	MWh/ha ges.*a	/	1.118,50	/	1.265	/	937	/
<b>Potenzielle Freifläche Solar</b>								
Solarthermie tatsächlich nutzbare Freifläche 0° ges.	m²/ha ges.	/	1.059	/	1.898	/	2.811	/
Photovoltaik tatsächlich nutzbare Freifläche 0° ges.	m²/ha ges.	/	1.059	/	1.898	/	2.811	/
Summe Wärmeenergie pro Jahr	MWh/ha ges.*a	/	398	/	713	/	1.056	/
Summe Elektrische Energie pro Jahr	MWh/ha ges.*a	/	114	/	204	/	302	/
<b>Potenzielle Abwasserwärme</b>								
Abwassermenge im Jahr	m³/ha ges.	8.609	23.838	5.862	32.114	8.609	31.702	3.297
Entzugsenergie Abwasser Qabw	MWh/ha ges.*a	19,2	53,1	13,1	71,6	19,2	70,6	7,3
zugeführte Energie durch WP Qwp	MWh/ha ges.*a	6,4	17,7	4,4	23,9	6,4	23,5	2,4
Wärmeenergie QWE <sub>uw,g+wp</sub>	MWh/ha ges.*a	25,6	70,8	17,4	95,4	25,6	94,2	9,8
<b>Potenzielle Bioabfall</b>								
absoluter Massenertrag pro ha ges. und Jahr	t/ha ges.*a	10,0	27,8	6,8	37,4	10,0	36,9	3,8
absoluter Biogasertag pro ha ges. und Jahr	m³/ha ges.	1.002	2.776	683	3.739	1.002	3.691	384
absoluter Heizwert pro ha ges. und Jahr	MWh/ha ges.*a	6,0	16,7	4,1	22,4	6,0	22,1	2,3
Wärmeenergie, VL 70°	MWh/ha ges.*a	5,1	14,2	3,5	19,1	5,1	18,8	2,0
KWK-Wirkungsgrad	[-]	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Elektrische Energie KWK pro Jahr	MWh/ha ges.*a	1,70	4,72	1,16	6,36	1,70	6,27	0,65
Wärmeenergie KWK pro Jahr	MWh/ha ges.*a	3,41	9,44	2,32	12,71	3,40	12,55	1,30
<b>Potenzielle Biomasse allgemeines Grün/Rasen</b>								
absoluter Massenertrag pro ha ges. und Jahr	t/ha ges.*a	57,7	35,0	39,3	62,7	57,7	92,8	22,1
absoluter Biogasertag pro ha ges. und Jahr	m³/ha ges.	10.669	6.468	7.264	11.598	10.669	17.174	4.086
absoluter Heizwert pro ha ges. und Jahr	MWh/ha ges.*a	64,0	13,4	43,6	69,6	64,0	103	24,5
Wärmeenergie, VL 70°	MWh/ha ges.*a	54,4	33,0	37,0	59,1	54,4	87,6	20,8
KWK-Wirkungsgrad	[-]	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Elektrische Energie KWK pro Jahr	MWh/ha ges.*a	18,14	3,79	12,35	19,72	18,14	29,19	6,95
Wärmeenergie KWK pro Jahr	MWh/ha ges.*a	36,27	7,58	24,70	39,43	36,27	58,39	12,89

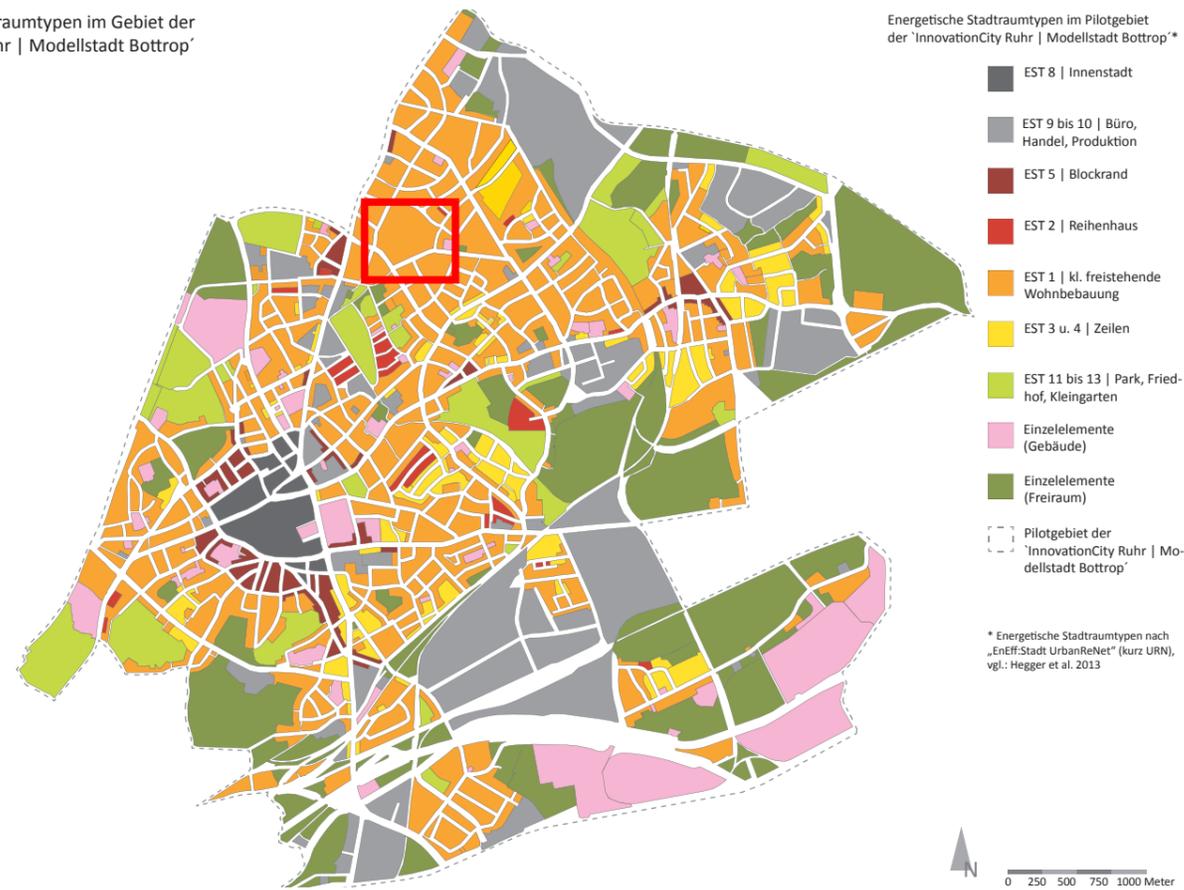
Potenzielle Biomasse Gehölz	Einheiten	Sydow Straße	Prosper Siedlung	Wortmann Straße	Trappen Straße	Boymannshöhe	Welheimer Markt	Im Wert
absoluter Massenertrag pro ha ges. und Jahr	t/ha ges.*a	2,60	0,70	1,80	1,25	2,60	1,85	1,00
absoluter Heizwert pro ha ges. und Jahr	MWh/ha ges.*a	5,50	1,47	3,80	2,63	5,50	3,89	2,10
Wärmeenergie, VL 70°	MWh/ha ges.*a	4,70	1,25	3,20	2,24	4,70	3,31	1,80
KWK-Wirkungsgrad	[-]	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Elektrische Energie KWK pro Jahr	MWh/ha ges.*a	1,56	0,42	1,06	0,75	1,56	1,10	0,60
Wärmeenergie KWK pro Jahr	MWh/ha ges.*a	3,13	0,83	2,13	1,49	3,13	2,20	1,20
<b>Potenzielle Biomasse aktiver Anbau nutzbare Fläche</b>								
Freifläche, grün, pro m² Freifläche	m²ag,ra/m²FF	0,75	2,39	0,75	4,29	0,75	6,36	0,75
Reduktionsfaktor licht/dicht (0,5=licht / 0,7=dicht)	[-]	0,50	1,45	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Freifläche, grün pro ha NBL	m²/ha ges.	14.417	8.740	9.816	15.673	14.417	23.207	5.522
<b>Potenzielle Biomasse aktiver Anbau Holz</b>								
absoluter Massenertrag pro ha ges. und Jahr	t/ha ges.*a	12,62	7,65	8,59	13,71	12,62	20,31	4,83
absoluter Heizwert pro ha ges. und Jahr	MWh/ha ges.*a	45,42	27,53	30,92	49,37	45,42	73,10	17,39
Wärmeenergie, VL 70°	MWh/ha ges.*a	38,60	23,40	26,28	41,96	38,60	62,14	14,78
KWK-Wirkungsgrad	[-]	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Elektrische Energie KWK pro Jahr	MWh/ha ges.*a	12,87	7,80	8,76	13,99	12,87	20,71	4,93
Wärmeenergie KWK pro Jahr	MWh/ha ges.*a	25,74	15,60	17,52	27,98	25,74	41,4	9,86
<b>Potenzielle Biomasse aktiver Anbau halmgutartig</b>								
absoluter Massenertrag pro ha ges. und Jahr	t/ha ges.*a	24,51	14,86	16,69	26,64	21,51	39,45	9,39
absoluter Heizwert pro ha ges. und Jahr	MWh/ha ges.*a	95,59	57,95	65,08	103,91	95,59	153,87	36,61
Wärmeenergie, VL 70°	MWh/ha ges.*a	81,25	49,26	55,32	88,32	81,25	131,00	31,12
KWK-Wirkungsgrad	[-]	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Elektrische Energie KWK pro Jahr	MWh/ha ges.*a	27,08	16,42	18,44	29,44	27,08	43,59	10,37
Wärmeenergie KWK pro Jahr	MWh/ha ges.*a	54,17	32,84	36,88	58,88	54,17	87,19	20,74
<b>Potenzielle Biomasse aktiver Anbau krautig</b>								
absoluter Massenertrag pro ha ges. und Jahr	t/ha ges.*a	23,07	13,98	15,71	25,08	23,07	37,13	8,83
absoluter Biogasertag pro ha ges. und Jahr	m³/ha ges.	418,11	253,47	284,67	454,50	418,11	673,02	160,13
absoluter Heizwert pro ha ges. und Jahr	MWh/ha ges.*a	66,90	40,56	45,55	72,72	66,90	107,68	25,62
Wärmeenergie, VL 70°	MWh/ha ges.*a	56,86	34,47	38,71	61,81	56,86	91,53	21,78
KWK-Wirkungsgrad	[-]	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Elektrische Energie KWK pro Jahr	MWh/ha ges.*a	18,95	11,49	12,90	20,60	18,95	30,51	7,26
Wärmeenergie KWK pro Jahr	MWh/ha ges.*a	37,91	22,98	25,81	41,20	37,91	61,02	14,52

## 6. Steckbriefe „Sydowstraße“



## Verortung

Energetische Stadtraumtypen im Gebiet der 'InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop'



Lage im ICR-Gebiet:

Stadtteil:

Energetischer Stadraumtyp:

Nutzung:

Größe:

Baujahr:

Geschossigkeit

Sanierungspotenzial

Eigentümer:

Denkmalschutz:

Angrenzende Freiflächen:

nord-westlich, Randlage

Eigen

EST 1 - kleine freistehende Wohnbebauung

Wohnen

ca. 5 Hektar

1922 - 1938

1,5

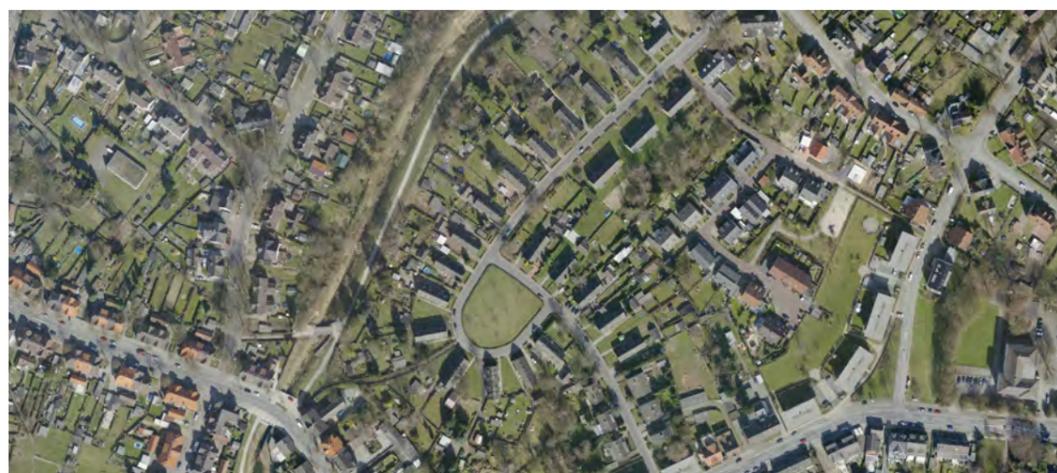
hoch

VivaWest und Einzeleigentümer

Baudenkmäler

Landwirtschaftliche Flächen im Westen,  
Gewässer im Westen

Lage im Innovation City Gebiet



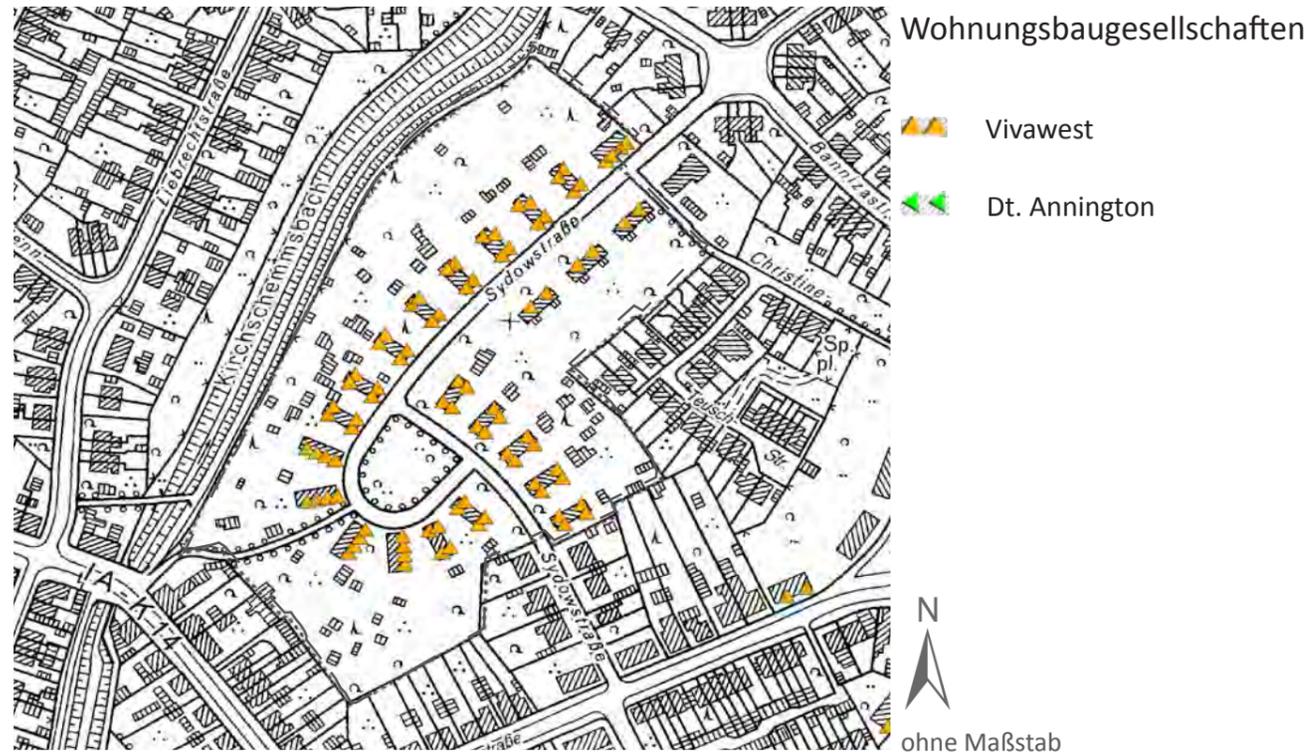
Luftbild des Betrachtungsraums (Stadt Bottrop)



Zentrale Freifläche und Blick in die Sydowstraße (J. Gienke 2012)



Siedlungsstruktur



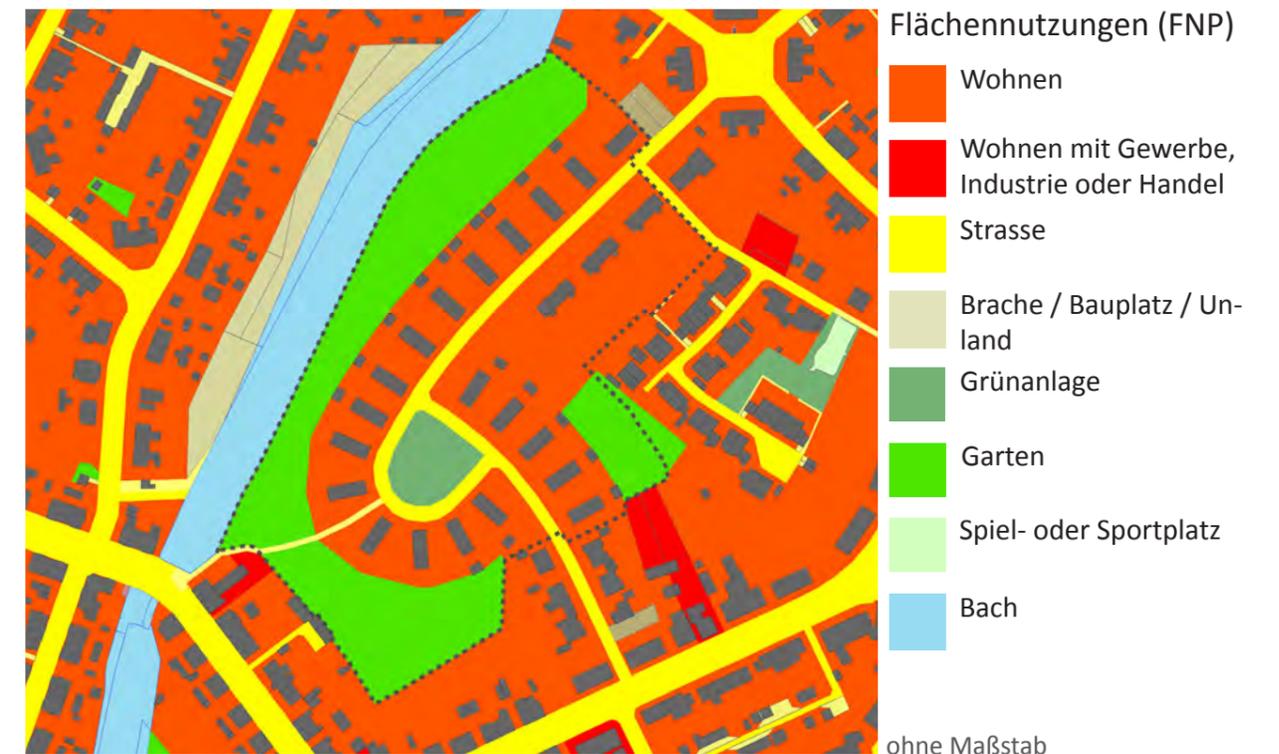
Eigentümerstruktur (Stadt Bottrop)



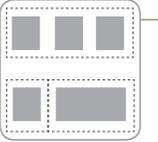
Innere und äußere Abgrenzung des Untersuchungsgebietes (J. Gienke 2014)



Baualterklassen und Denkmalschutz (Stadt Bottrop)



Ausschnitt aus dem Flächennutzungsplan (Stadt Bottrop)



## Siedlungsstruktur



### Flächenverwendung

■ Versiegelte Flächen

ohne Maßstab

Flächenverwendung Ist-Zustand (Stadt Bottrop)



### Klimatope

■ Kaltluftsammlbereich und Niedersungsbereich (Bildung von nächtlichen Bodeninversionen und erhöhte Bodennebelgefahr, Luftleitbahn)

■ Stadtrandklima (schwache Wärmeinseln in locker bebauten Gebieten, ausreichend Luftaustausch, meist gute Bioklimate)

■ Stadtklima (ausgeprägte Wärmeinseln in dichter bebauten Gebieten, eingeschränkter Luftaustausch, z.T. ungünstige Bioklimate und erhöhte Luftbelastung)

■ Parkklima (je nach Bewuchs gedämpfte Strahlungsamplituden, meist klimatisch wertvolle Stadtoasen ohne bedeutsame Fernwirkung)

ohne Maßstab

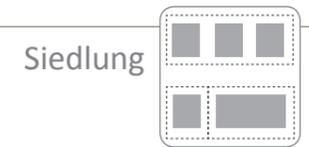
Klimakarte Ist-Zustand (Stadt Bottrop)



Freiflächenstruktur (J. Gienke 2012)

ohne Maßstab

Potenzialkataster



Potenzial für die PV-Nutzung (J. Gienke 2014)

Potenzial für Photovoltaik

- 0,1 - 700 kWh/qm \*a
- 700,1 - 900 kWh/qm \*a
- > 900 kWh/qm \*a

ohne  
Maßstab

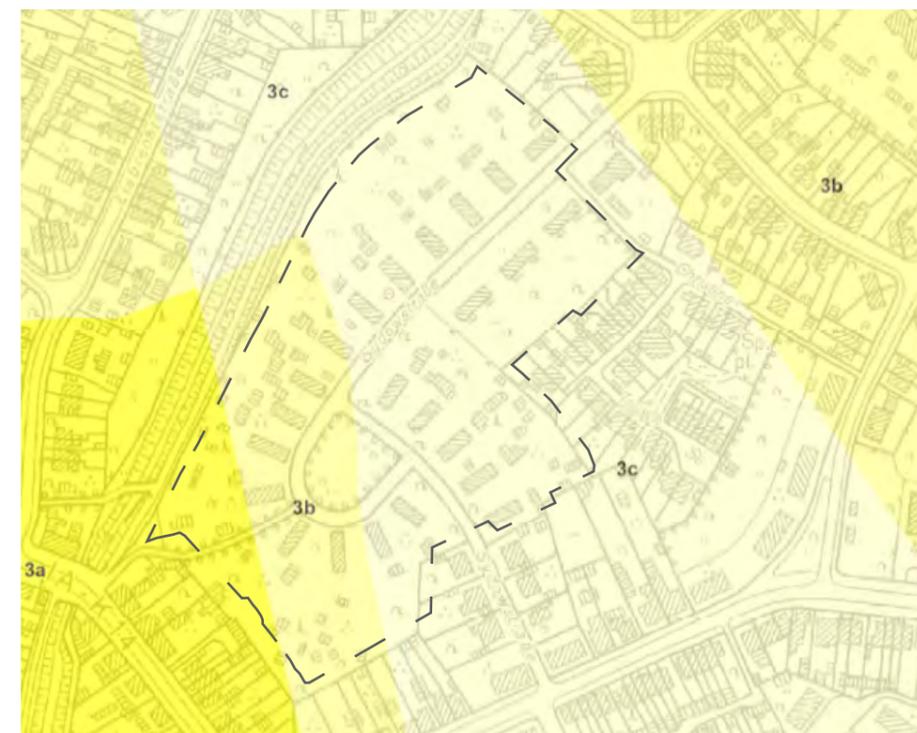


Geothermische Ergiebigkeit

- hoch
- mittel
- niedrig

ohne  
Maßstab

Geothermie: Eignung für Erdwärmekollektoren (www.geothermie.nrw.de)



Geothermische Ergiebigkeit bei 40 Metern Sondenlänge

- 3a mittel bis hoch
- 3b mittel
- 3c niedrig bis mittel
- 4a kritisch

ohne  
Maßstab

Ergiebigkeit bei einer Sondenlänge von 40 Metern (www.geothermie.nrw.de)



Maßstab: 1:1700  
15 12,5 0 25 Meter  
(Referenz: DIN A3)

Bodennahe Freiflächen



Maßstab: 1:1700  
15 12,5 0 25 Meter  
(Referenz: DIN A3)

Raubedeutsame Freiraumelemente

- Gebäude
- Beet
- Rasen
- Wiese
- Schnittgehölz
- Gelenkte Sukzession (1-jährig)
- Gelenkte Sukzession (2-jährig)
- Baum / stark bewaldete Fläche
- Strauch / Gestrüppfläche



Maßstab: 1:1700  
 15 12.5 0 25 Meter  
 (Referenz: DIN A3)

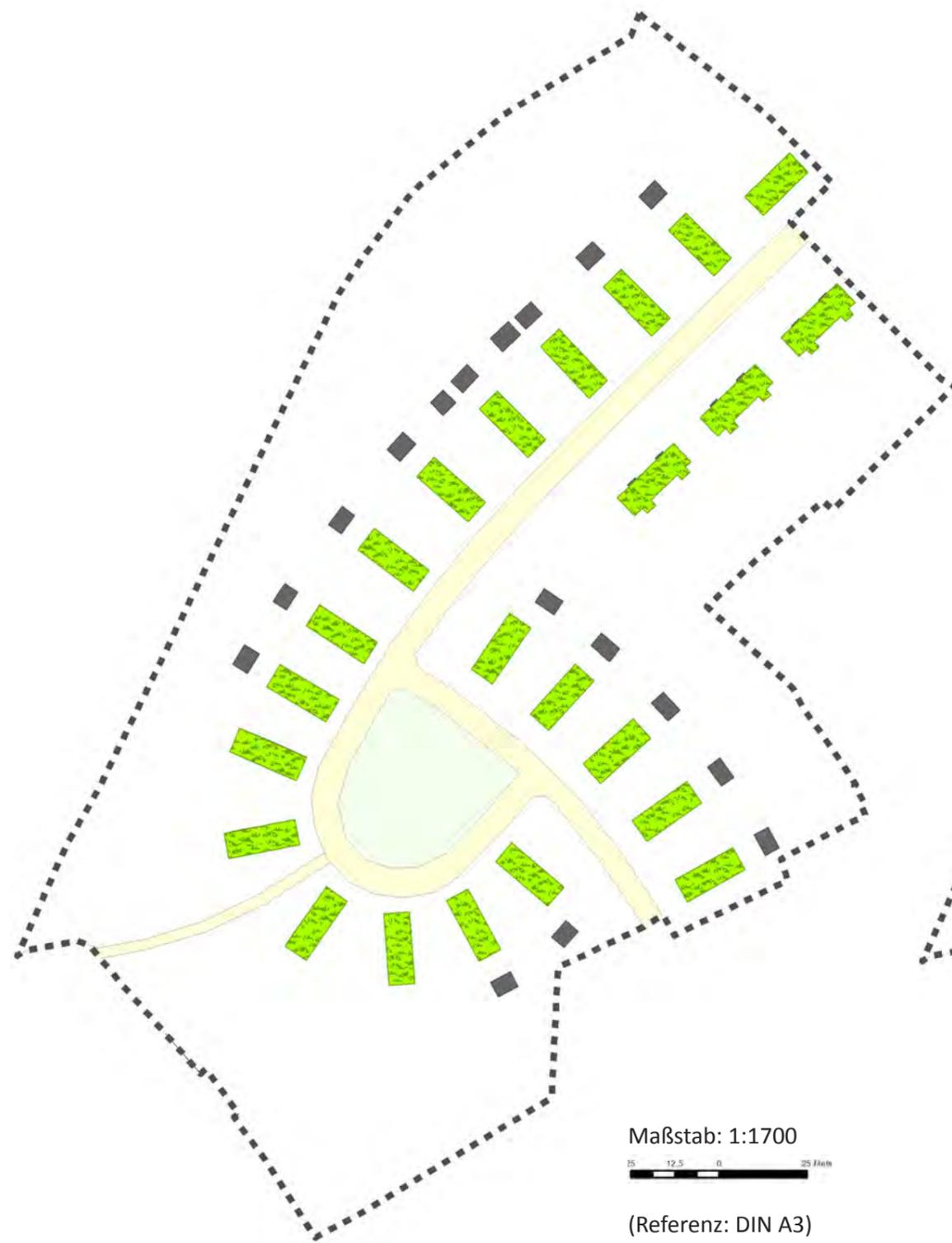
Nutzungen



Maßstab: 1:1700  
 15 12.5 0 25 Meter  
 (Referenz: DIN A3)

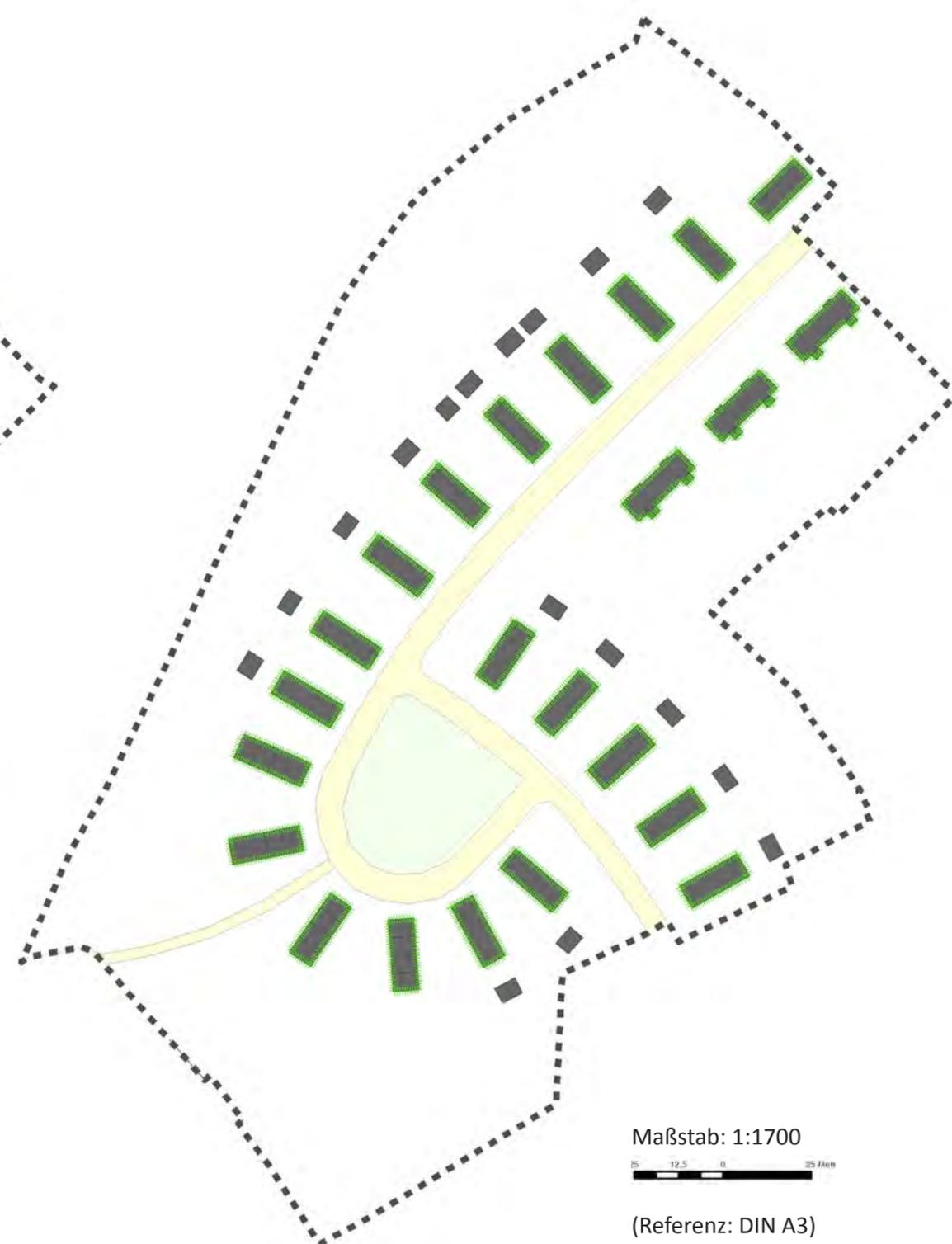
Nutzungen

-  Erholung und Freizeit gemeinschaftlich
-  Erholung und Freizeit öffentlich
-  Erholung und Freizeit privat
-  Grünfläche im Gewerbegebiet
-  Ungenutzte Fläche und /oder Wald
-  Versickerungsfläche
-  Ver- und Entsorgung
-  Kinderspiel
-  Sitzmöglichkeiten
-  Wohngebäude
-  Sonstige Gebäude
-  Verkehrsfläche
-  Fußwege
-  Lagerfläche
- P Parkplatz
- G Garage
- ↔ Zuwegungen



Maßstab: 1:1700  
(Referenz: DIN A3)

Szenario Dachbegrünung



Maßstab: 1:1700  
(Referenz: DIN A3)

Szenario Fassadenbegrünung

- Abgrenzung
- Bestand:
  - Sonstige (Neben)Gebäude
  - Öffentliche Verkehrsfläche
  - Öffentliche Grünfläche
- Potenzial:
  - Gebäude mit Dachbegrünung
  - Gebäude mit Fassadenbegrünung



Maßstab: 1:1700  
(Referenz: DIN A3)



Maßstab: 1:1700  
(Referenz: DIN A3)

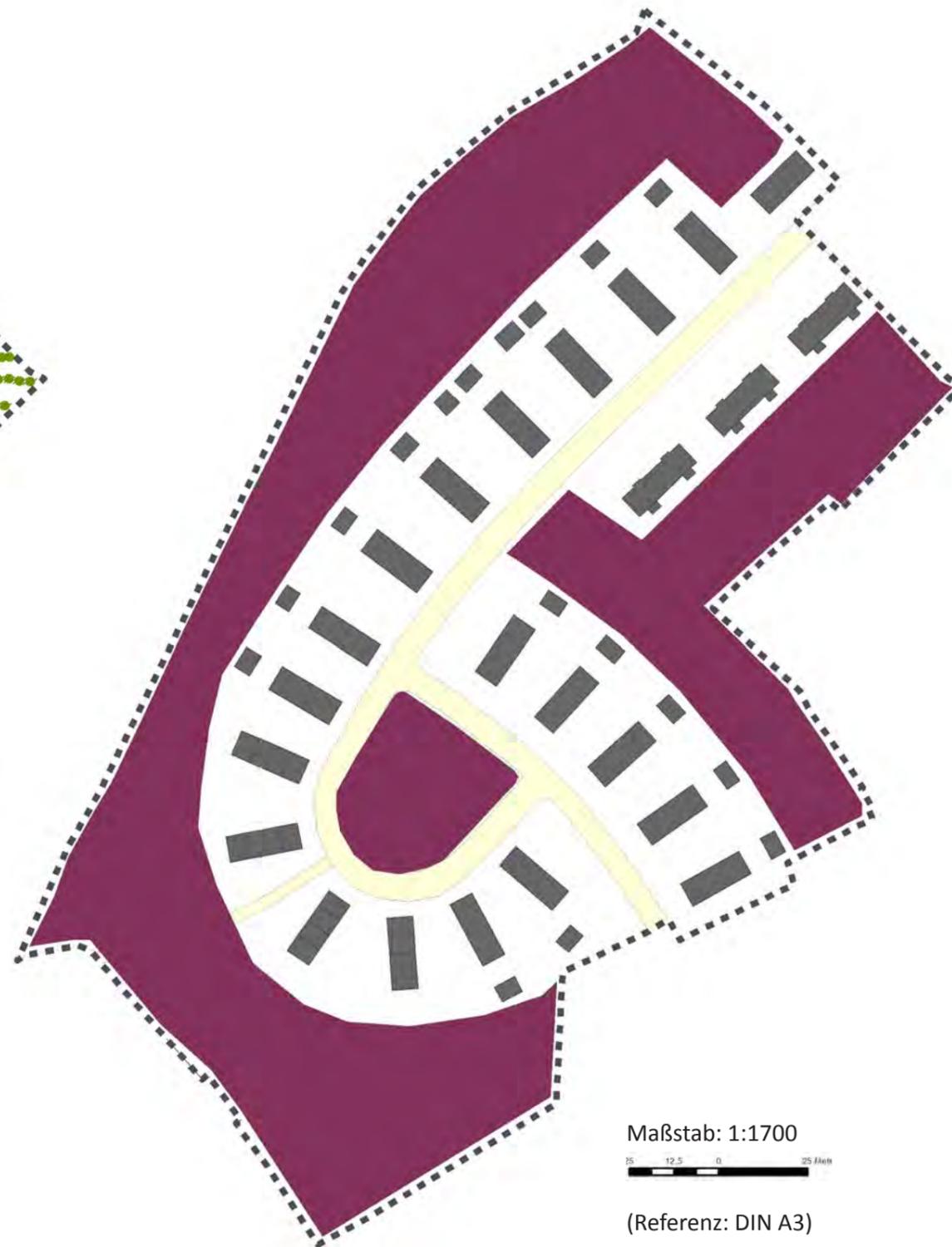
- Abgrenzung
- Bestand:
  - Gebäude
  - Öffentliche Verkehrsfläche
  - Öffentliche Grünfläche
- Erweiterter Bestand:
  - Bäume (in Pflege)
  - Krautige Biomasse (in Pflege)

Szenario holzige Biomasse (Pflege)

Szenario krautige Biomasse (Pflege)



Maßstab: 1:1700  
 15 12,5 0 25 Meter  
 (Referenz: DIN A3)

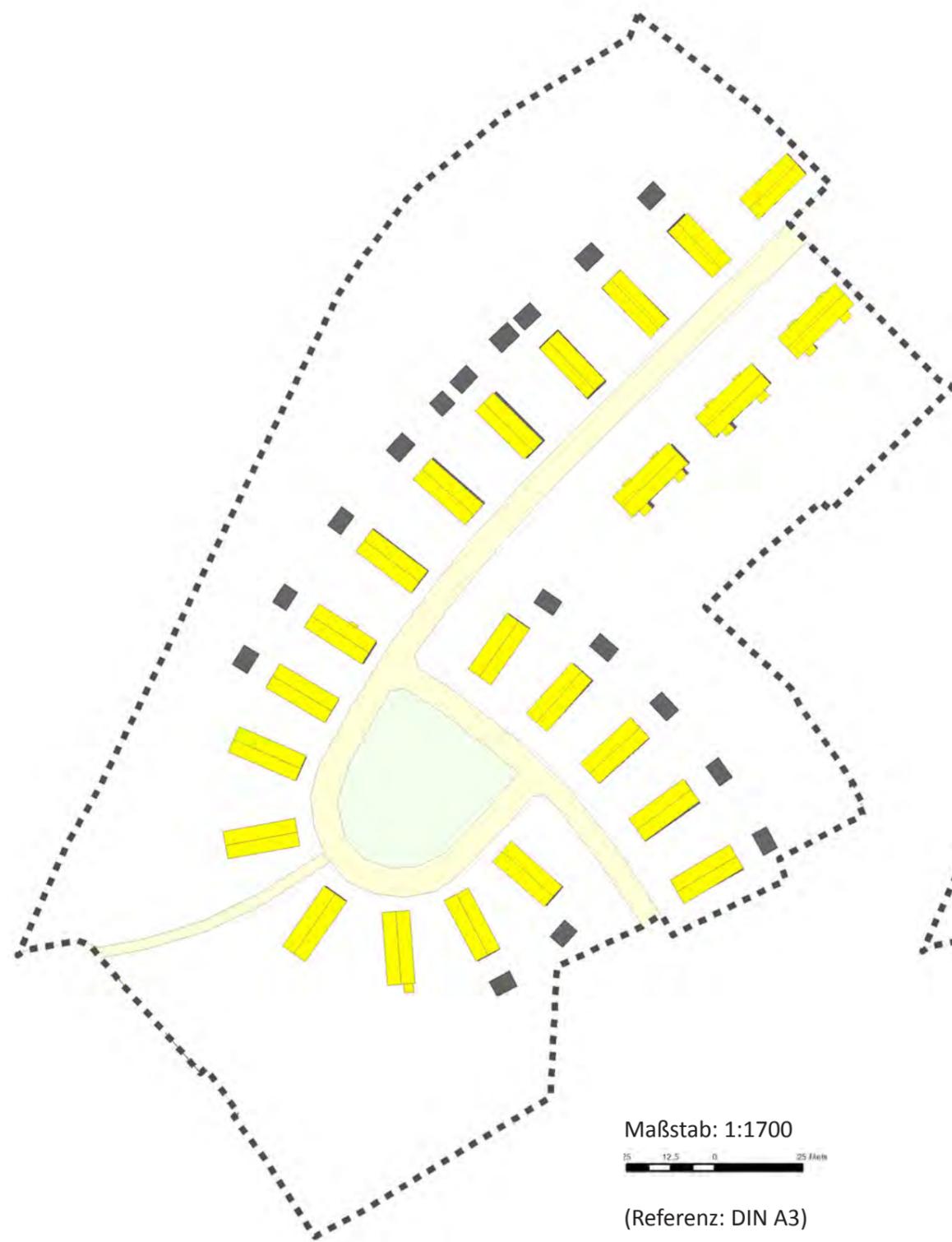


Maßstab: 1:1700  
 15 12,5 0 25 Meter  
 (Referenz: DIN A3)

- ▬▬▬ Abgrenzung
- Bestand:
  - Gebäude
  - Öffentliche Verkehrsfläche
  - Öffentliche Grünfläche
- Potenzial:
  - Baumreihen (im Anbau)
  - Krautige Biomasse

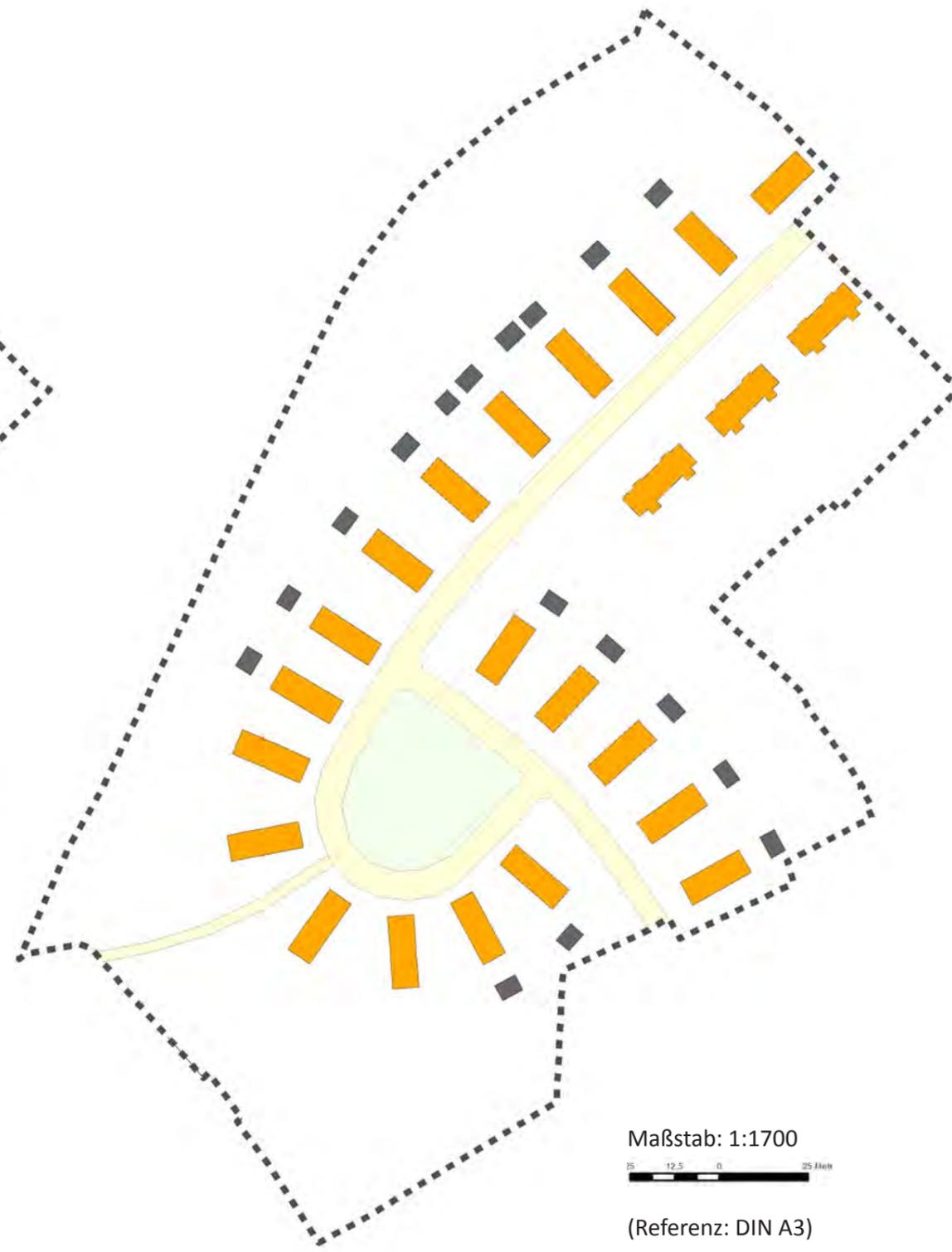
Szenario holzige Biomasse (Anbau)

Szenario krautige Biomasse (Anbau)



Maßstab: 1:1700  
15 12,5 0 25 Meter  
(Referenz: DIN A3)

Szenario Photovoltaik



Maßstab: 1:1700  
15 12,5 0 25 Meter  
(Referenz: DIN A3)

Szenario Solarthermie

- Abgrenzung
- Bestand:
  - Sonstige (Neben)gebäude
  - Öffentliche Verkehrsfläche
  - Öffentliche Grünfläche
- Potenzial:
  - Gebäudedächer mit PV-Anlagen
  - Gebäudedächer mit Solarthermie-Anlagen



Abgrenzung

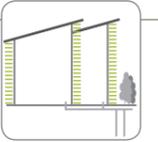
Bestand:

- Baum / stark bewaldete Fläche
- Strauch / Gestrüppfläche
- Gebäude
- Öffentliche Verkehrsfläche
- Öffentliche Grünfläche

Potenzial:

- Geothermiesonden

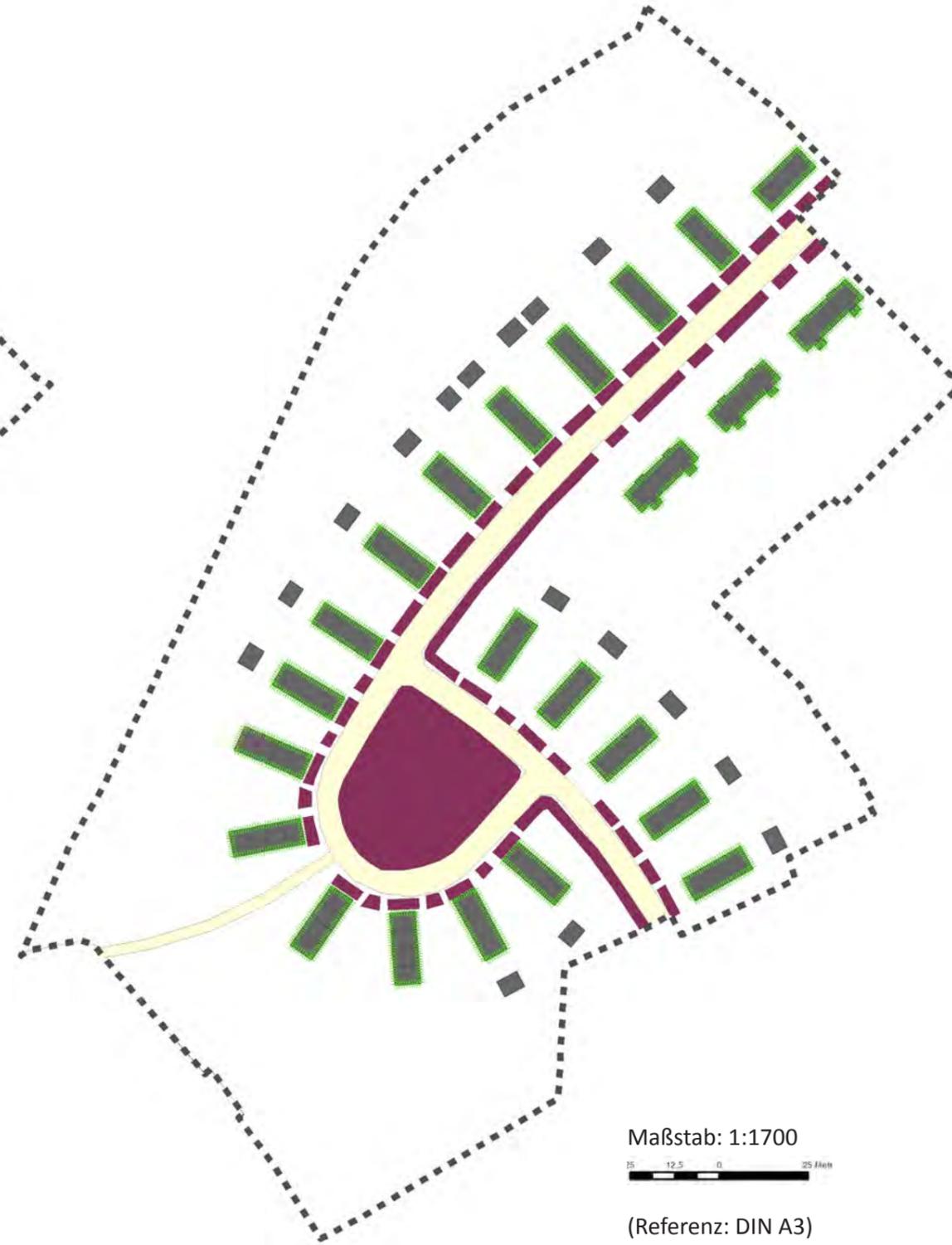
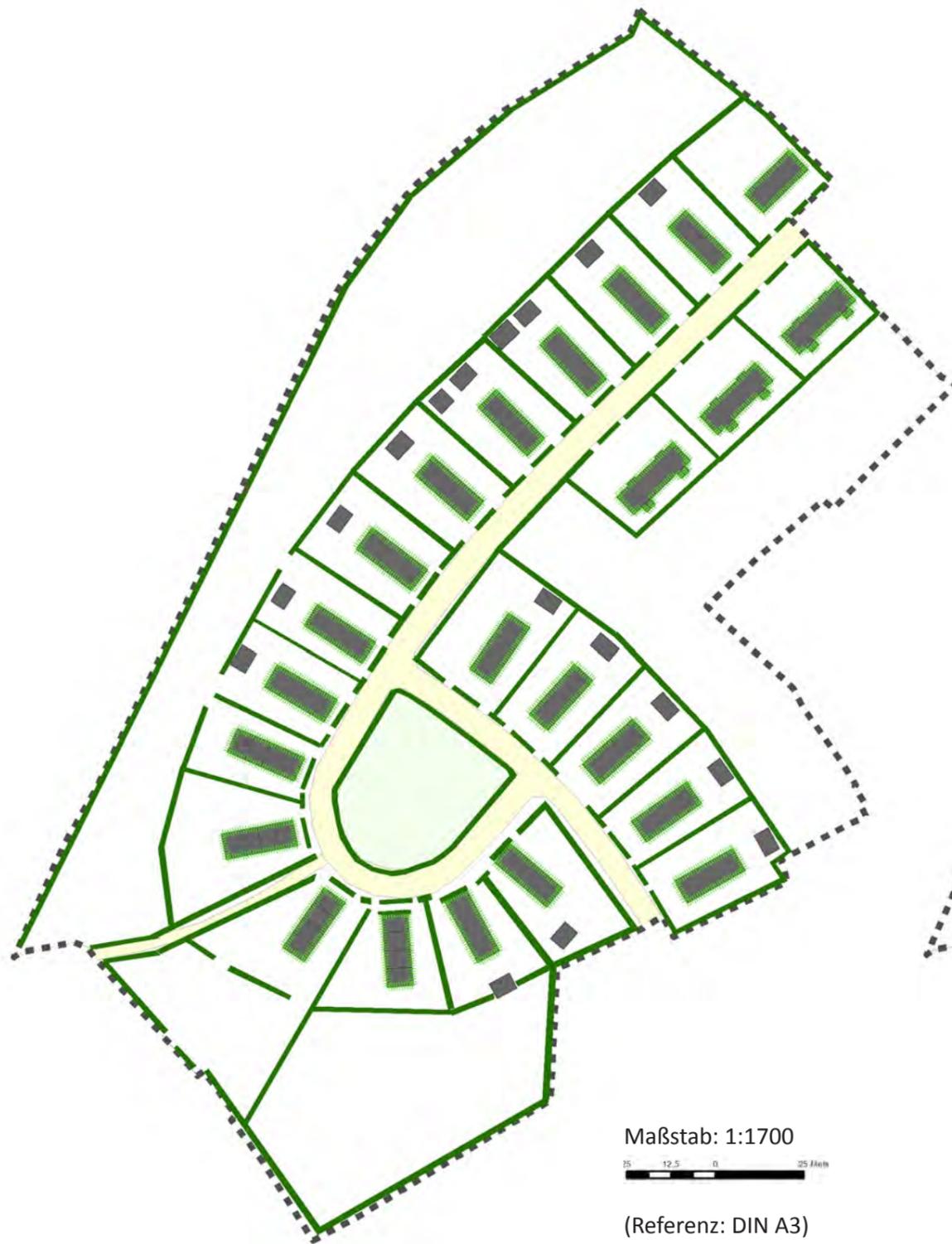
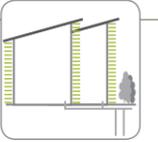
### Szenario Geothermie



- ⋯⋯⋯ Abgrenzung
- Bestand:
- Gebäude
- Sonstige Gebäude
- Öffentliche Verkehrsfläche
- Öffentliche Grünfläche
- Krautige Biomasse / Rasen (Pflege)
- Entwicklungsmöglichkeit:
- Hecken

Entwicklungsszenario „Krautige Biomasse im Bestand“

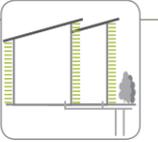
Entwicklungsszenario „Stärkung der Heckenstruktur“



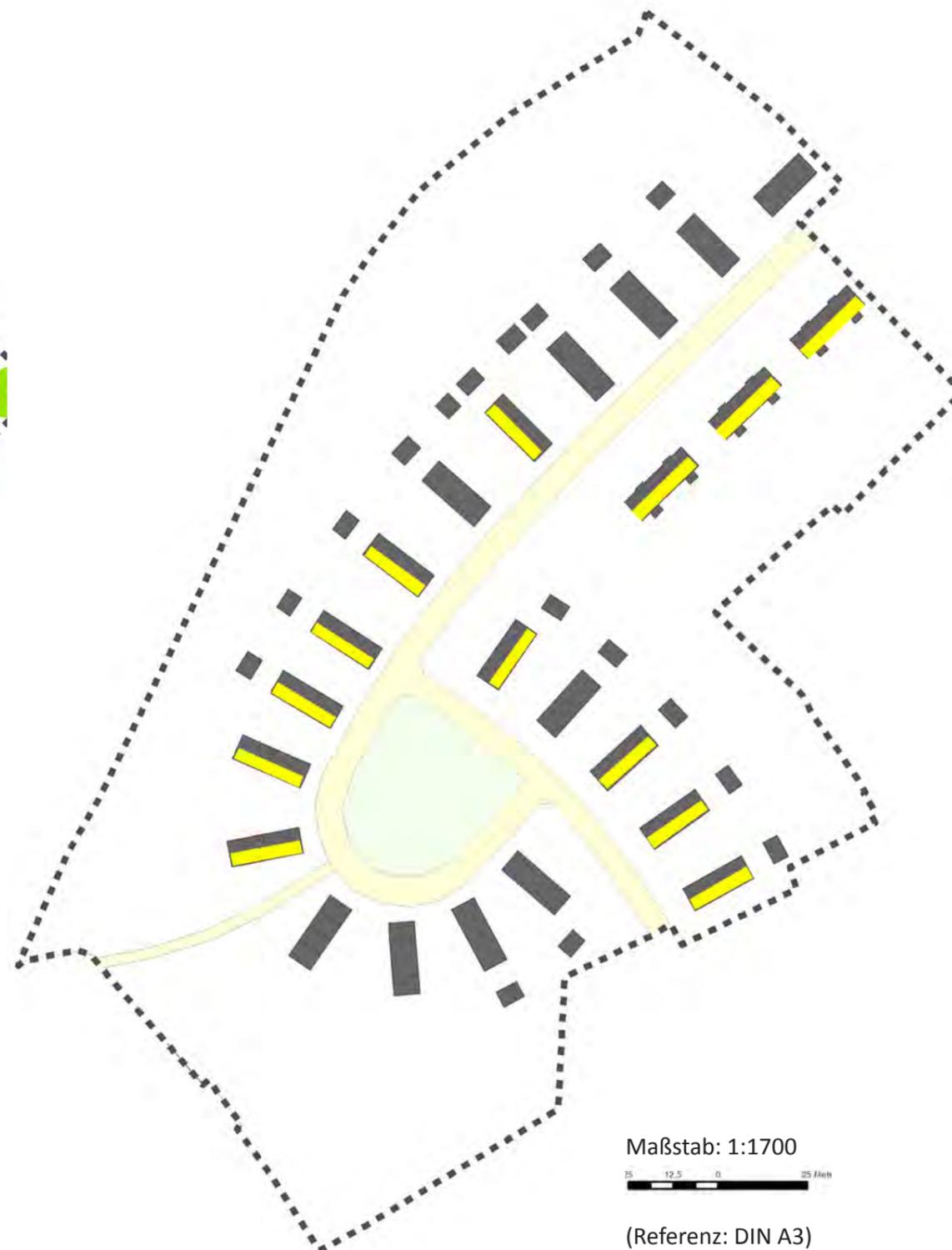
- Abgrenzung
- Bestand:
  - Gebäude
  - Sonstige Gebäude
  - Öffentliche Verkehrsfläche
  - Öffentliche Grünfläche
- Entwicklungsmöglichkeit:
  - Hecken
  - Gebäude mit Fassadenbegrünung
  - Krautige Biomasse

Entwicklungsszenario „Fassadenbegrünung + Stärkung der Heckenstruktur“

Entwicklungsszenario „Fassadenbegrünung + Anbau krautiger Biomasse“

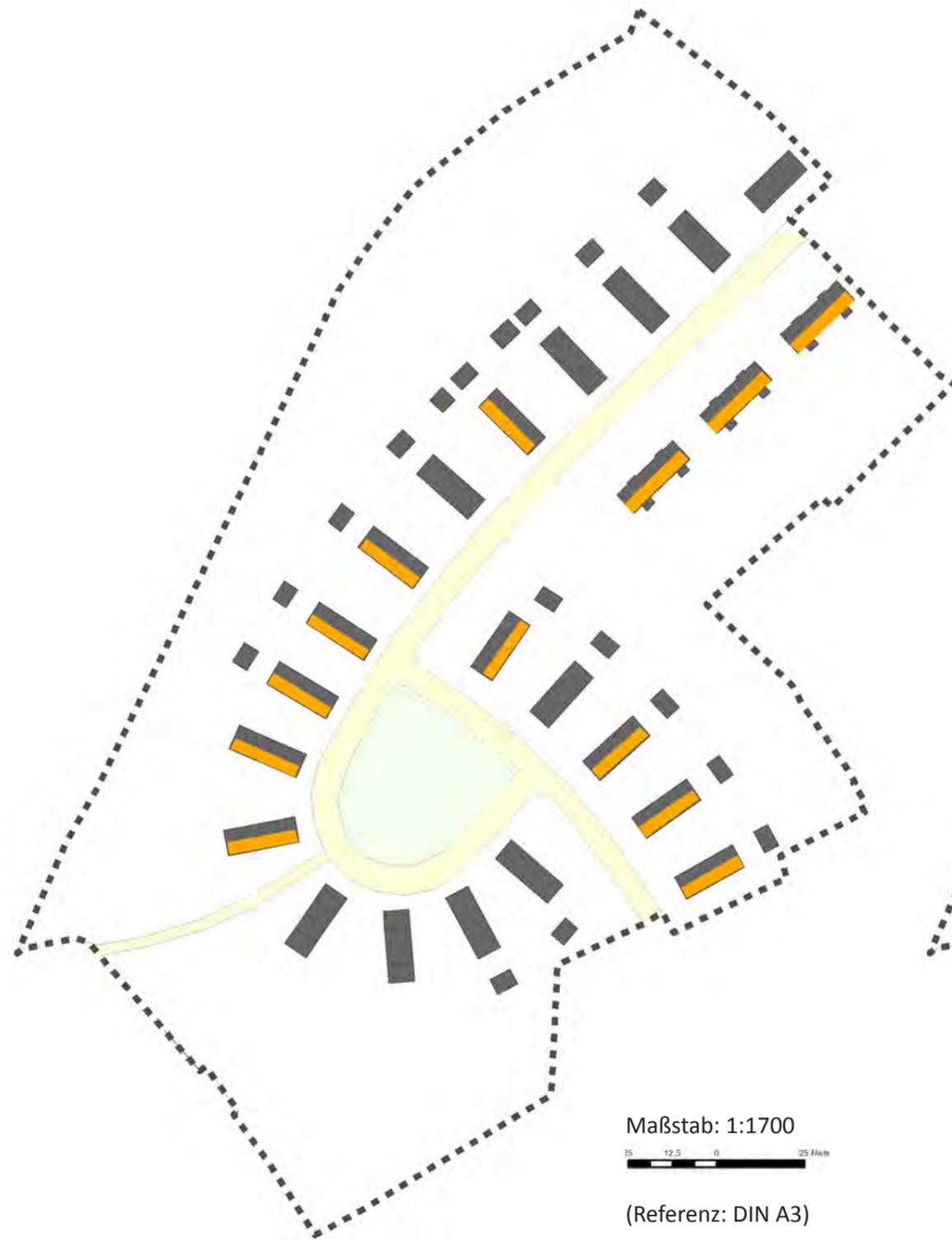
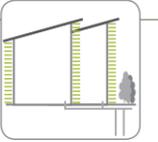


Entwicklungsszenario „Fassadenbegrünung + Energieholzhecke + holzige Biomasse“



Technologischer Baustein „PV-Anlagen“

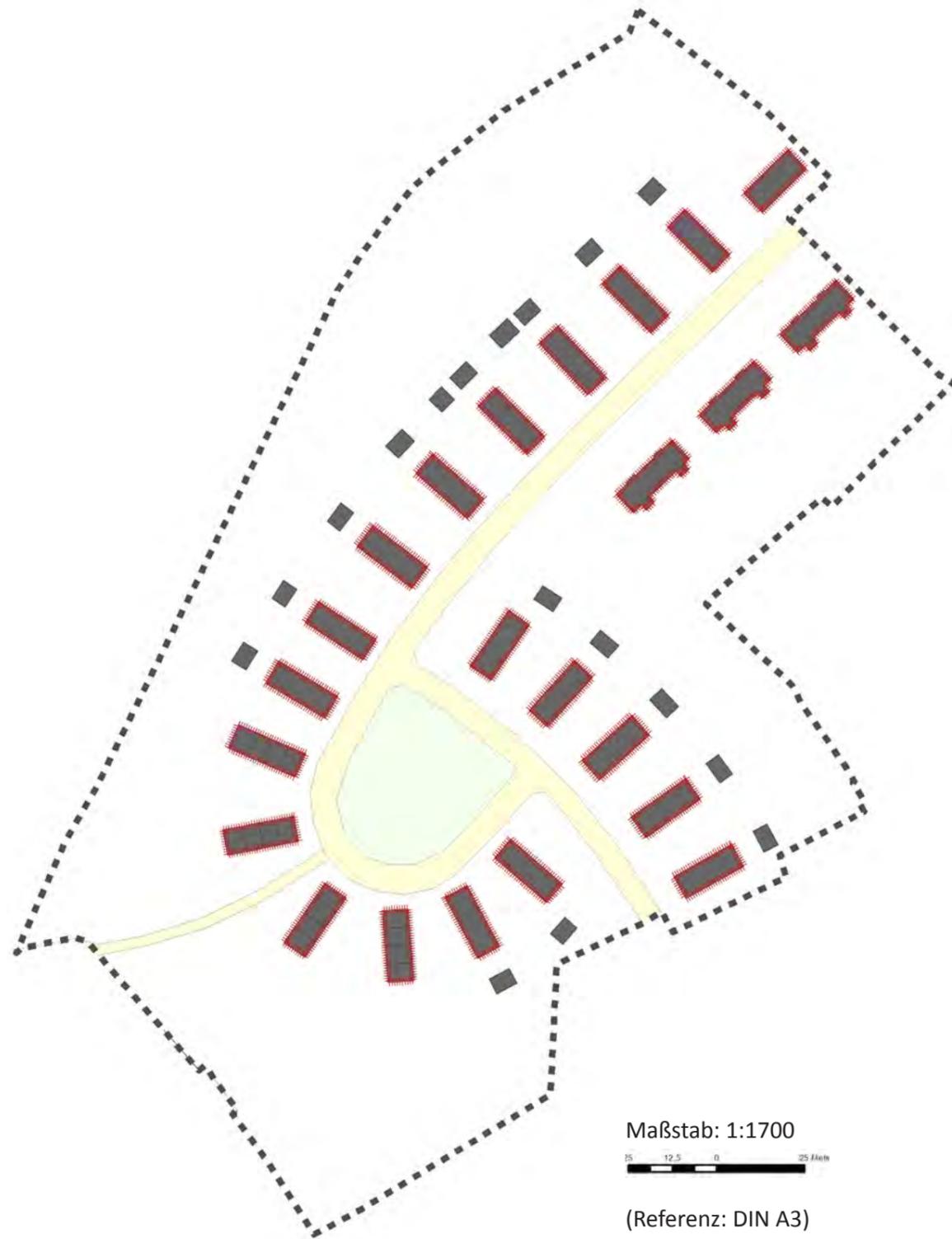
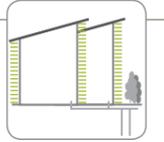
- ⋯⋯⋯ Abgrenzung
- Bestand:
  - Gebäude
  - Sonstige Gebäude
  - Öffentliche Verkehrsfläche
  - Öffentliche Grünfläche
- Entwicklungsmöglichkeit:
  - Erweiterter Baumbestand (Pflege)
  - Gebäude mit Fassadenbegrünung
  - Energieholzhecke
  - Gebäudedächer mit PV-Anlagen



- ⋯⋯⋯ Abgrenzung
- Bestand:
- Gebäude
- Sonstige Gebäude
- Baum / stark bewaldete Fläche
- Strauch / Gestrüppfläche
- Verkehrsfläche
- Fußwege
- Entwicklungsmöglichkeit:
- Solarthermie-Anlagen
- Geothermiesonden

Technologischer Baustein „Solarthermie-Anlagen“

Technologischer Baustein „oberflächennahe Geothermie-Sonden“



- Abgrenzung
- Bestand:
  - Gebäude
  - Sonstige Gebäude
  - Öffentliche Verkehrsfläche
  - Öffentliche Grünfläche
- Entwicklungsmöglichkeit:
  - Sanierte Gebäudehülle

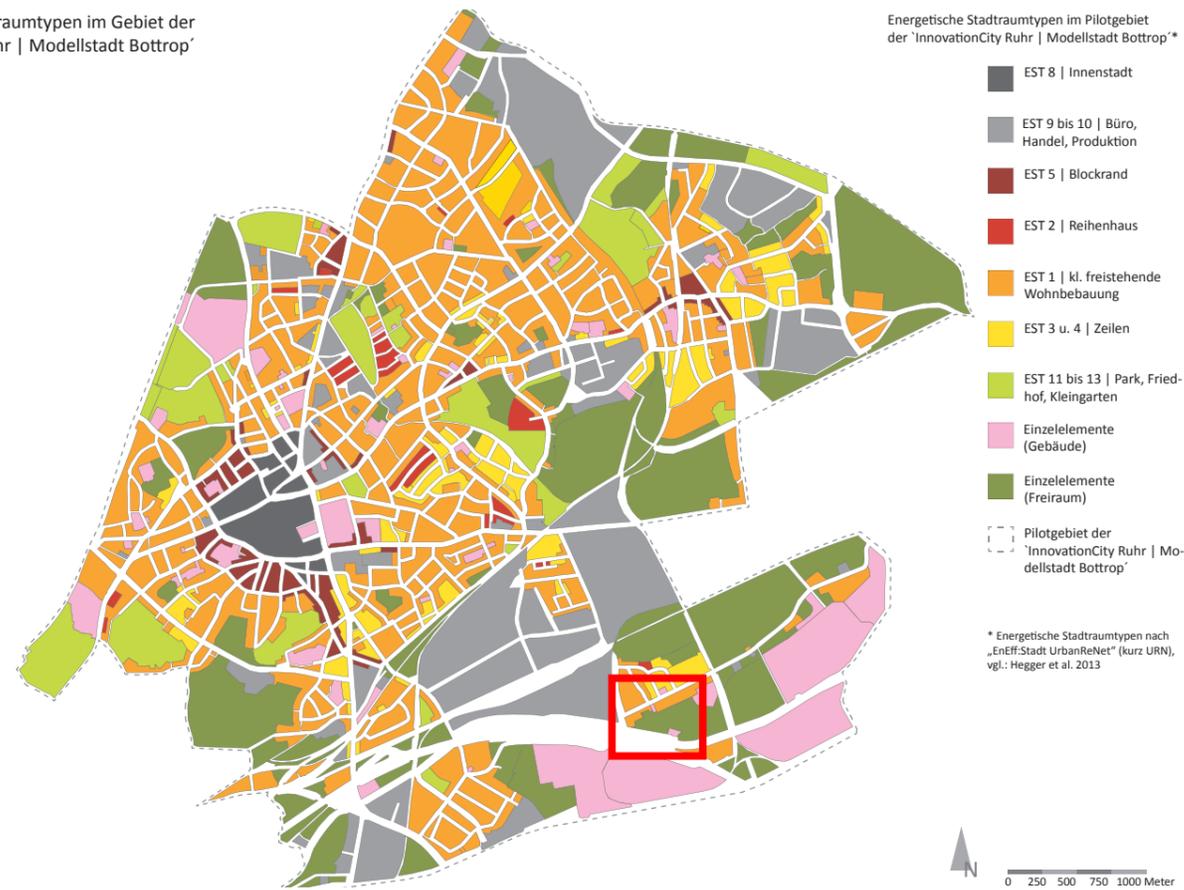
### Technologischer Baustein „Sanierung der Gebäudehülle“

## 7. Steckbriefe „In der Welheimer Mark“



## Verortung

Energetische Stadtraumtypen im Gebiet der 'InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop'



Lage im ICR-Gebiet:

süd-östlich

Stadtteil:

Welheimer Mark

Energetischer Stadraumtyp:

EST 3 - Zeilenbebauung niedriger

Dichte

Nutzung:

Wohnen

Größe:

ca. 8,4 Hektar

Netto-Grundstücksfläche:

ca. 7,7 Hektar

Baujahr:

1954 - 1974

Sanierungspotenzial

niedrig

Geschossigkeit

2,5

Eigentümer:

Vivawest

Denkmalschutz:

südl. angrenzende Schule unter Denkmalschutz

Angrenzende Freiflächen:

Halde, Sportfläche, Gehölz

Lage im Innovation City Gebiet



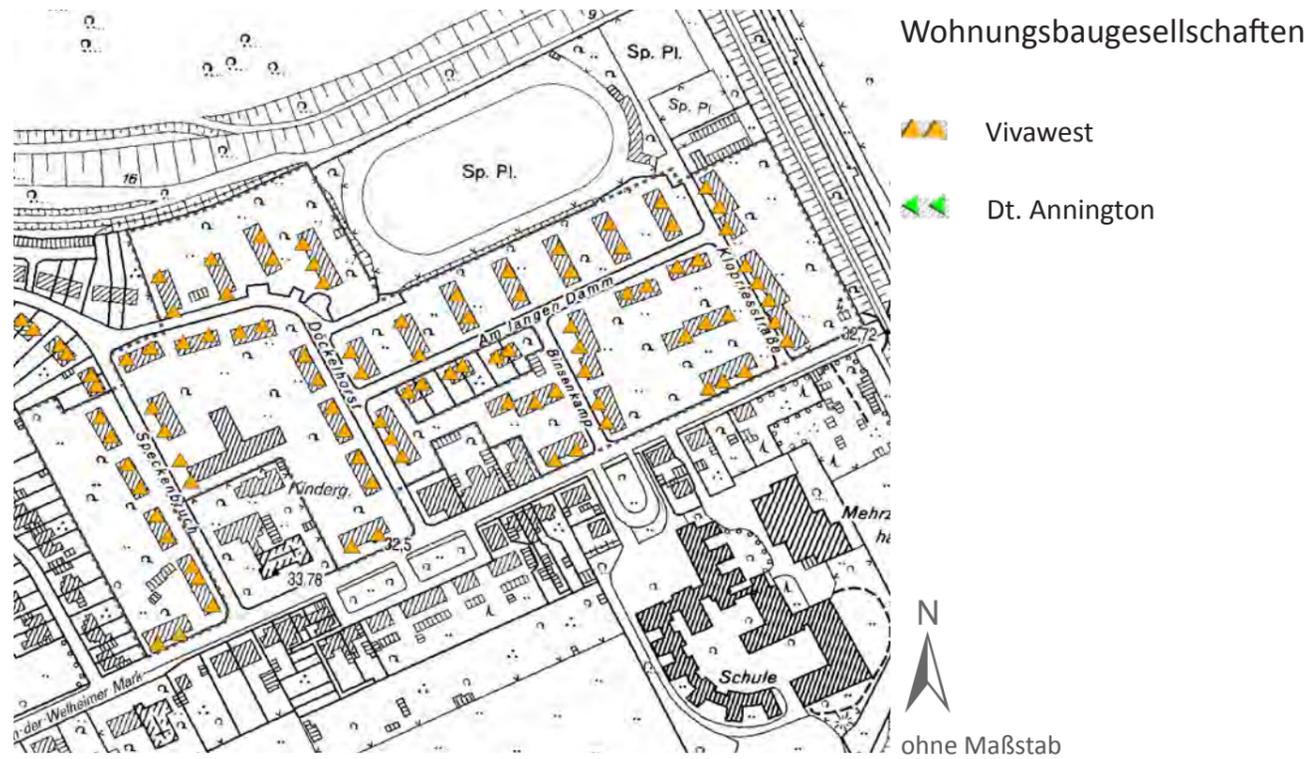
Luftbild des Betrachtungsraums (Stadt Bottrop)



Zentrale Freifläche und Blick in die Sydowstraße (J. Gienke 2012)



Siedlungsstruktur



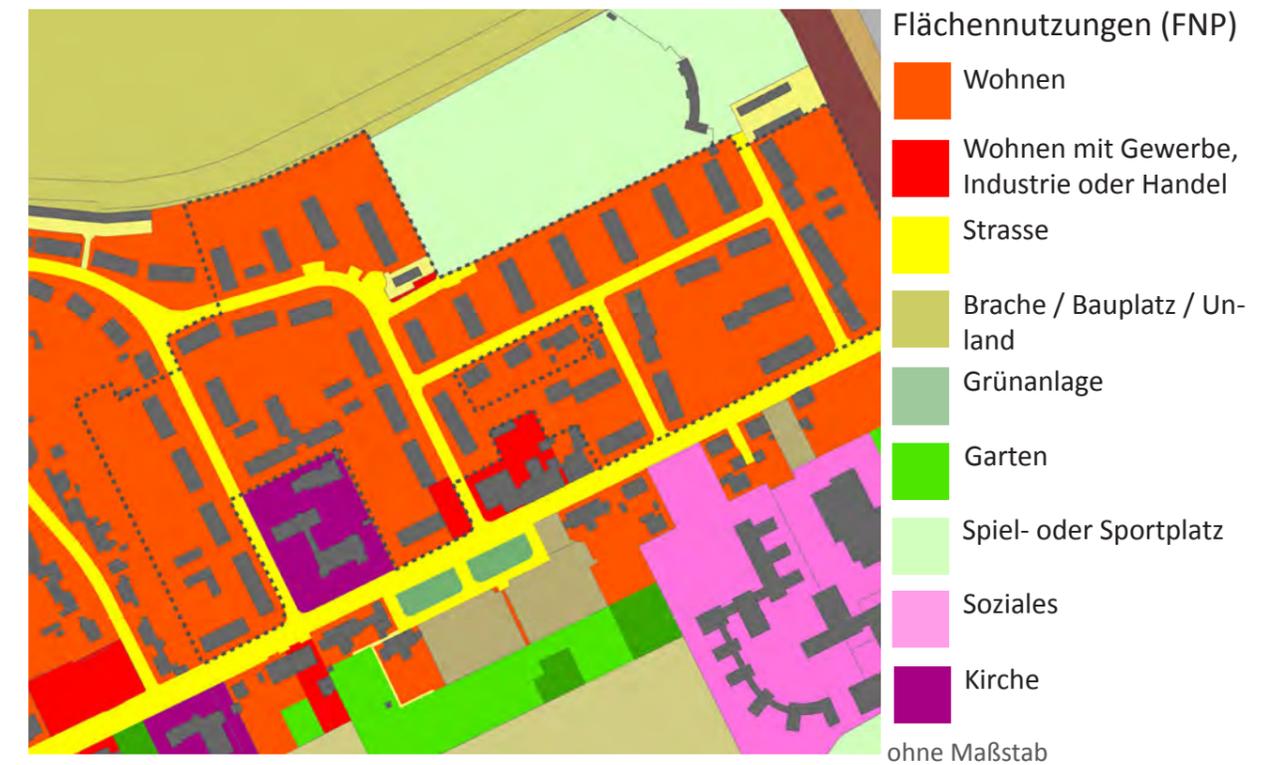
Eigentümerstruktur (Stadt Bottrop)



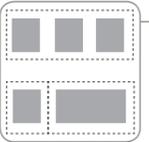
Innere und äußere Abgrenzung des Untersuchungsgebietes (J. Gienke 2014)



Baualtersklassen und Denkmalschutz (Stadt Bottrop)



Ausschnitt aus dem Flächennutzungsplan (Stadt Bottrop)



## Siedlungsstruktur



Flächenverwendung Ist-Zustand (Stadt Bottrop)

### Flächenverwendung

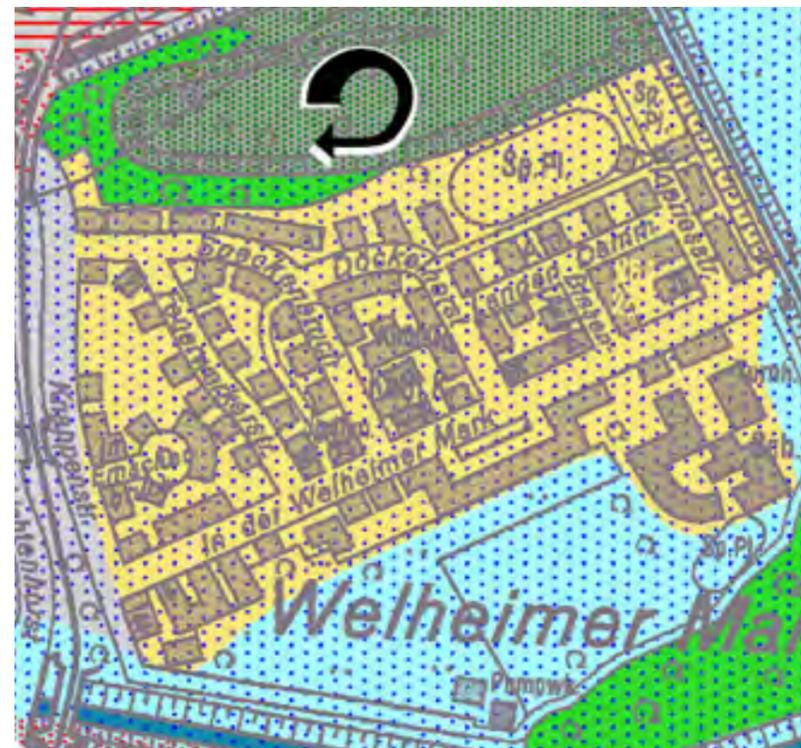
- Versiegelte Flächen

ohne Maßstab



Freiflächenstruktur (J. Gienke 2012)

ohne Maßstab



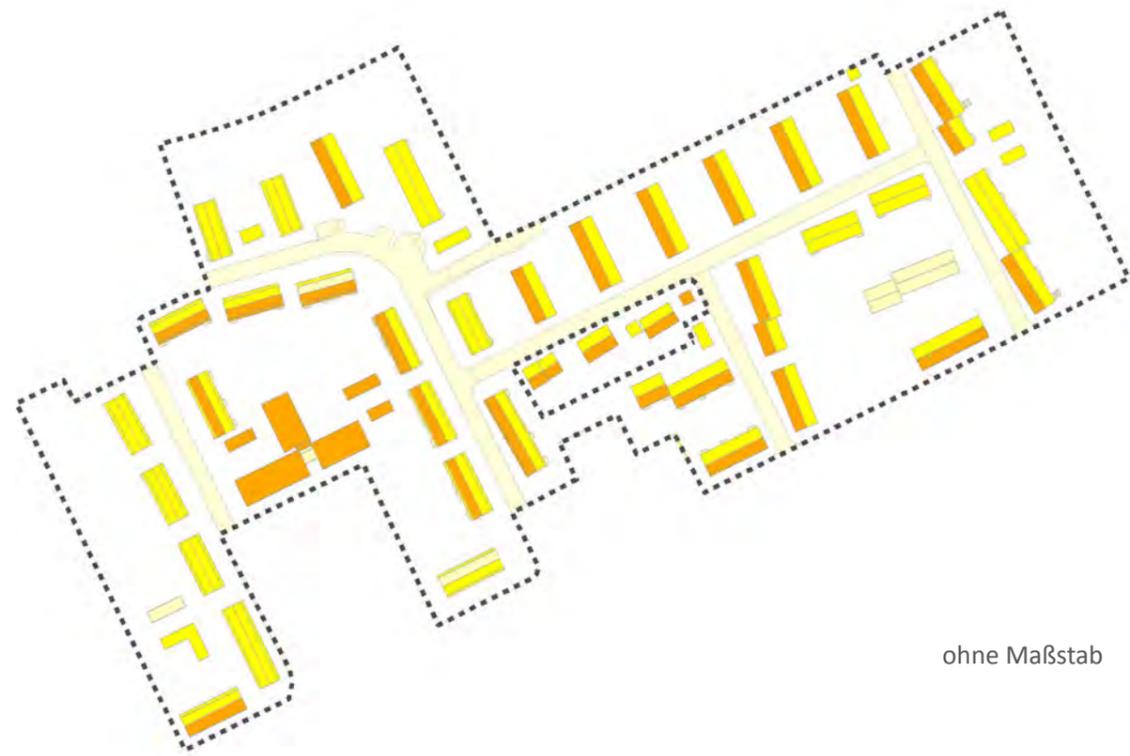
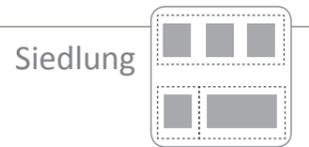
Klimakarte Ist-Zustand (Stadt Bottrop)

### Klimatope

- Kaltluftsammlbereich und Niedersungsbereich (Bildung von nächtlichen Bodeninversionen und erhöhte Bodennebelgefahr, Luftleitbahn)
- Vorstadtklima (im Einfluss des Freilandes, überwiegend günstiges Bioklima, leichte Dämpfung der Temperatur)
- Freilandklima (ungestörter Temperatur-/Feuchteverlauf, windoffen, normale Strahlung, Frischluft)
- Waldklima (gedämpfte Strahlungs- und Temperaturschwankungen, erhöhte Luftfeuchtigkeit, hohe Luftreinheit)
- Windfeldveränderung (stark turbulentes Windfeld)

ohne Maßstab

Potenzialkataster

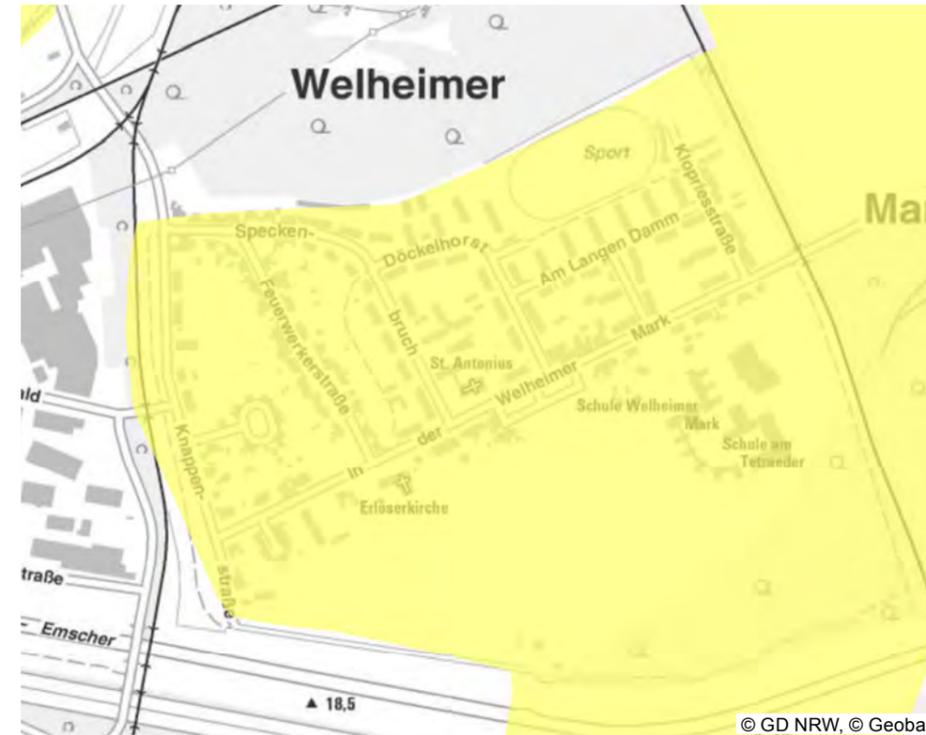


Potenzial für die PV-Nutzung (J. Gienke 2014)

Potenzial für Photovoltaik

- 0,1 - 700 kWh/qm \*a
- 700,1 - 900 kWh/qm \*a
- > 900 kWh/qm \*a

ohne Maßstab



Geothermische Ergiebigkeit

- hoch
- mittel
- niedrig

ohne Maßstab

Geothermie: Eignung für Erdwärmekollektoren (www.geothermie.nrw.de)



Geothermische Ergiebigkeit bei 40 Metern Sondenlänge

- 3a mittel bis hoch
- 3b mittel
- 3c niedrig bis mittel
- 4a kritisch

ohne Maßstab

Ergiebigkeit bei einer Sondenlänge von 40 Metern (www.geothermie.nrw.de)



Bodennahe Freiflächen



-  Gebäude
-  Beet
-  Rasen
-  Wiese
-  Schnittgehölz
-  Gelenkte Sukzession (1-jährig)
-  Gelenkte Sukzession (2-jährig)
-  Baum / stark bewaldete Fläche
-  Strauch / Gestrüppfläche

Raumbedeutsame Freiraumelemente



Maßstab: 1:2000



(Referenz: DIN A3)





Szenario Dachbegrünung





Szenario holzige Biomasse (Pflege)



Szenario krautige Biomasse (Pflege)



----- Abgrenzung

Bestand:

■ Gebäude

■ Öffentliche Verkehrsfläche

■ Öffentliche Grünfläche

Erweiterter Bestand:

● Bäume (in Pflege)

■ Krautige Biomasse (in Pflege)

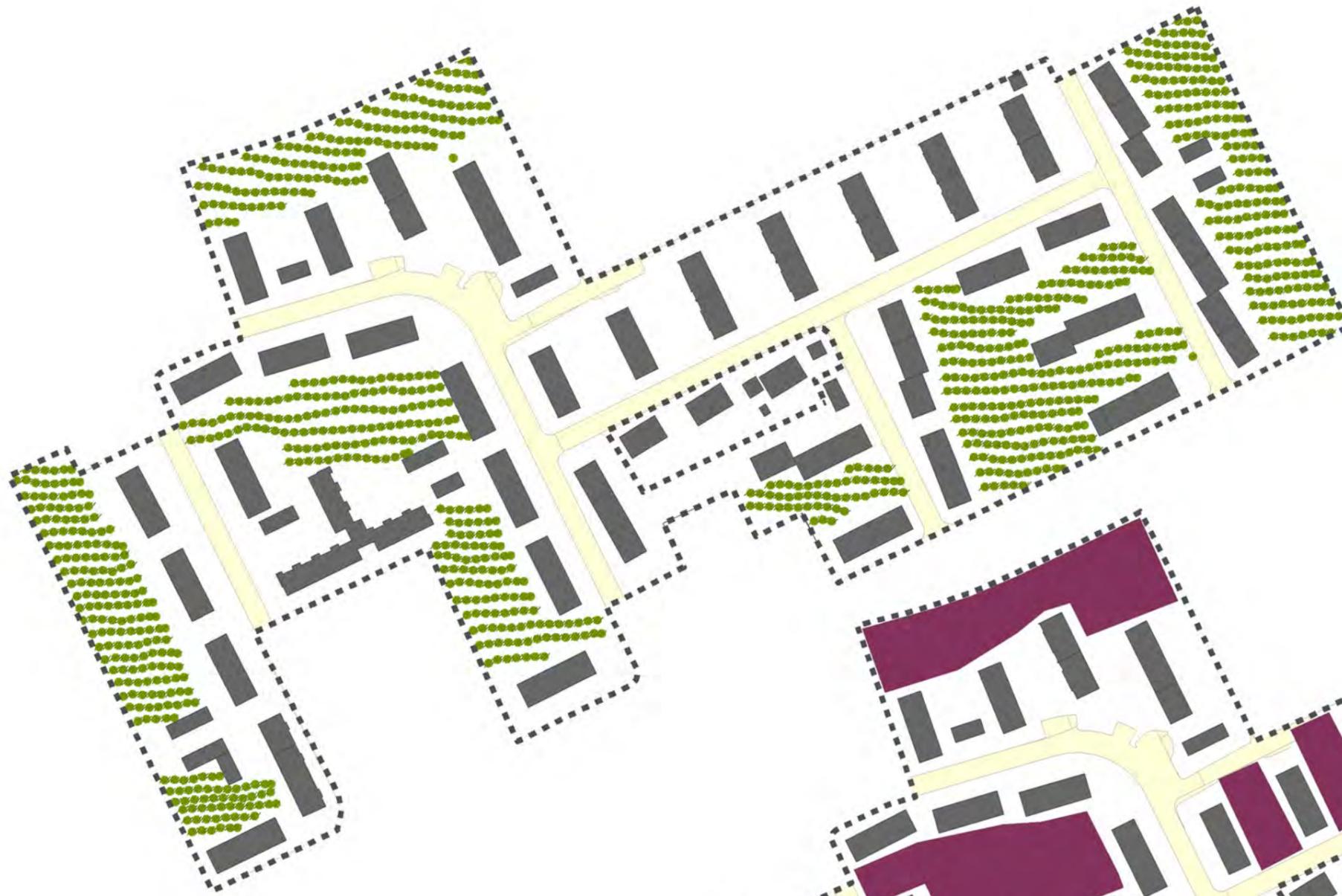
Maßstab: 1:2000



(Referenz: DIN A3)



Szenario holzige Biomasse (Anbau)



Szenario krautige Biomasse (Anbau)



----- Abgrenzung

Bestand:

- Gebäude
- Öffentliche Verkehrsfläche
- Öffentliche Grünfläche

Potenzial:

- Baumreihen (im Anbau)
- Krautige Biomasse

Maßstab: 1:2000



(Referenz: DIN A3)



Szenario Photovoltaik



Szenario Solarthermie

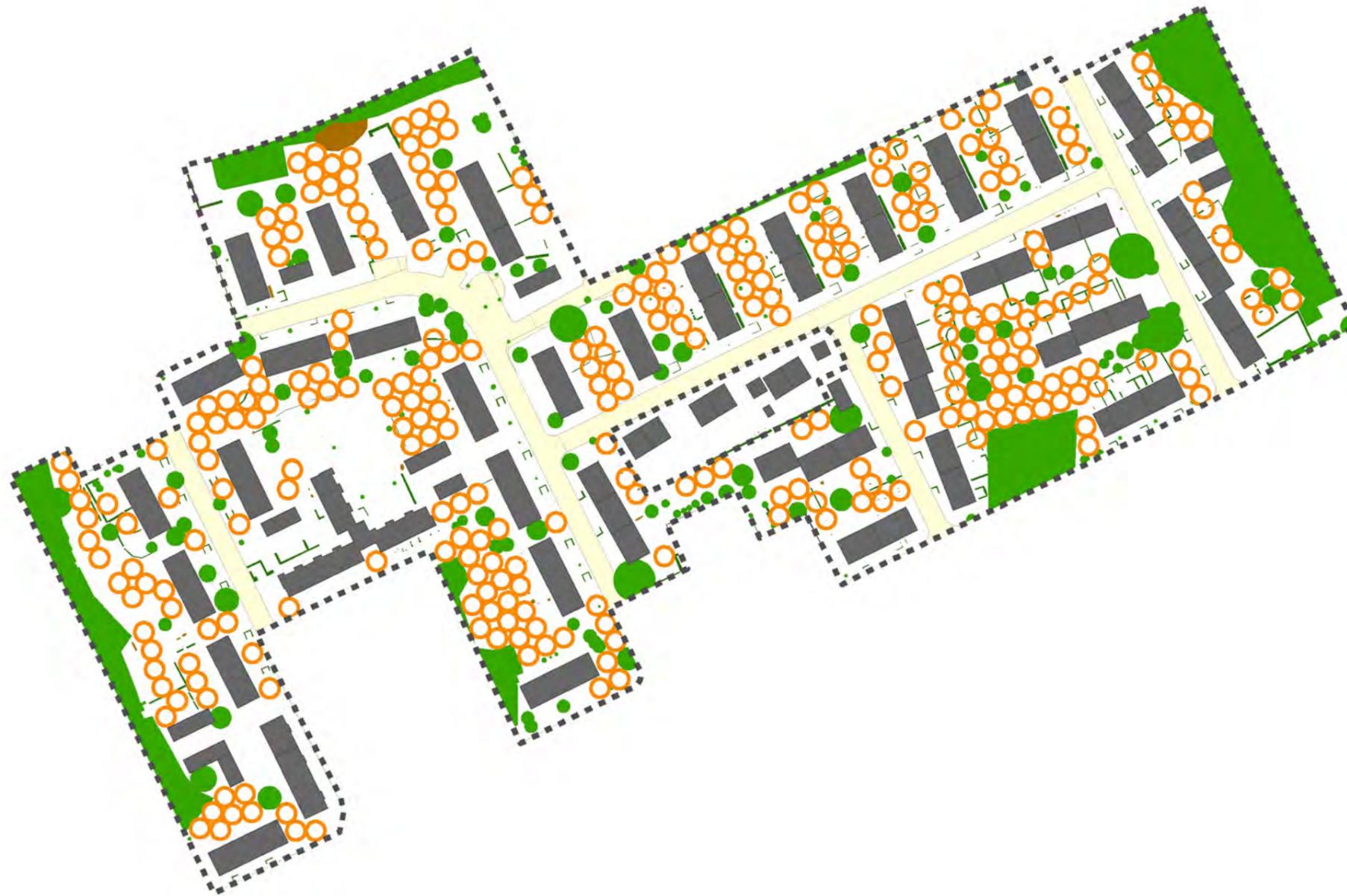
Maßstab: 1:2000



(Referenz: DIN A3)



### Szenario Geothermie



----- Abgrenzung

Bestand:

 Baum / stark bewaldete Fläche

 Strauch / Gestrüppfläche

 Gebäude

 Öffentliche Verkehrsfläche

 Öffentliche Grünfläche

Potenzial:

 Geothermiesonden

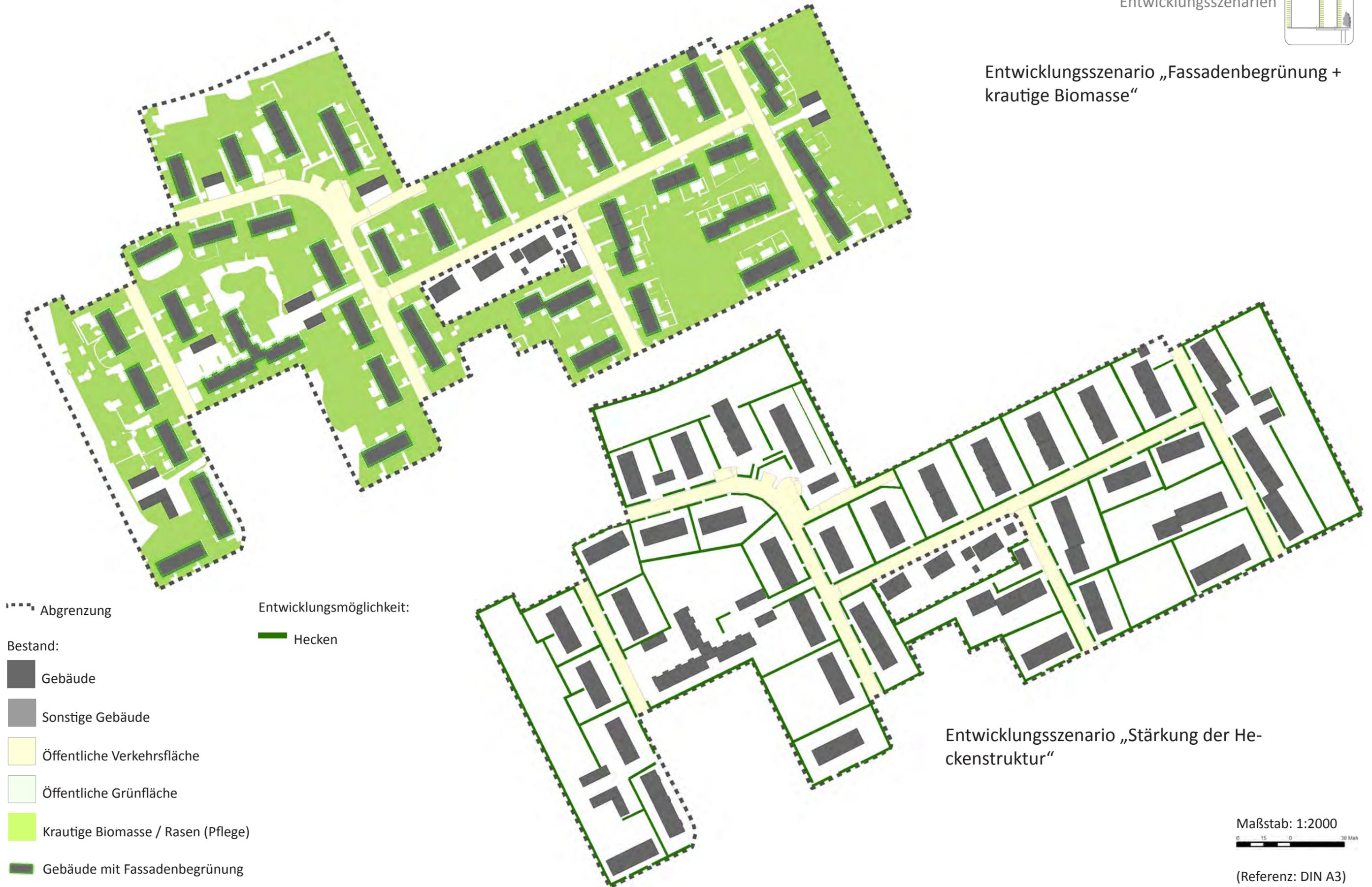
Maßstab: 1:2000



(Referenz: DIN A3)



Entwicklungsszenario „Fassadenbegrünung + krautige Biomasse“



----- Abgrenzung

Bestand:

■ Gebäude

■ Sonstige Gebäude

■ Öffentliche Verkehrsfläche

■ Öffentliche Grünfläche

■ Krautige Biomasse / Rasen (Pflege)

■ Gebäude mit Fassadenbegrünung

Entwicklungsmöglichkeit:

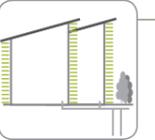
■ Hecken

Entwicklungsszenario „Stärkung der Heckenstruktur“

Maßstab: 1:2000

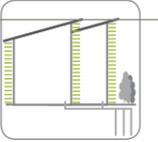


(Referenz: DIN A3)



Entwicklungsszenario „Fassadenbegrünung + Blühstreifen (linear)“





Entwicklungsszenario „Fassadenbegrünung +  
holzige und krautige Biomasse“





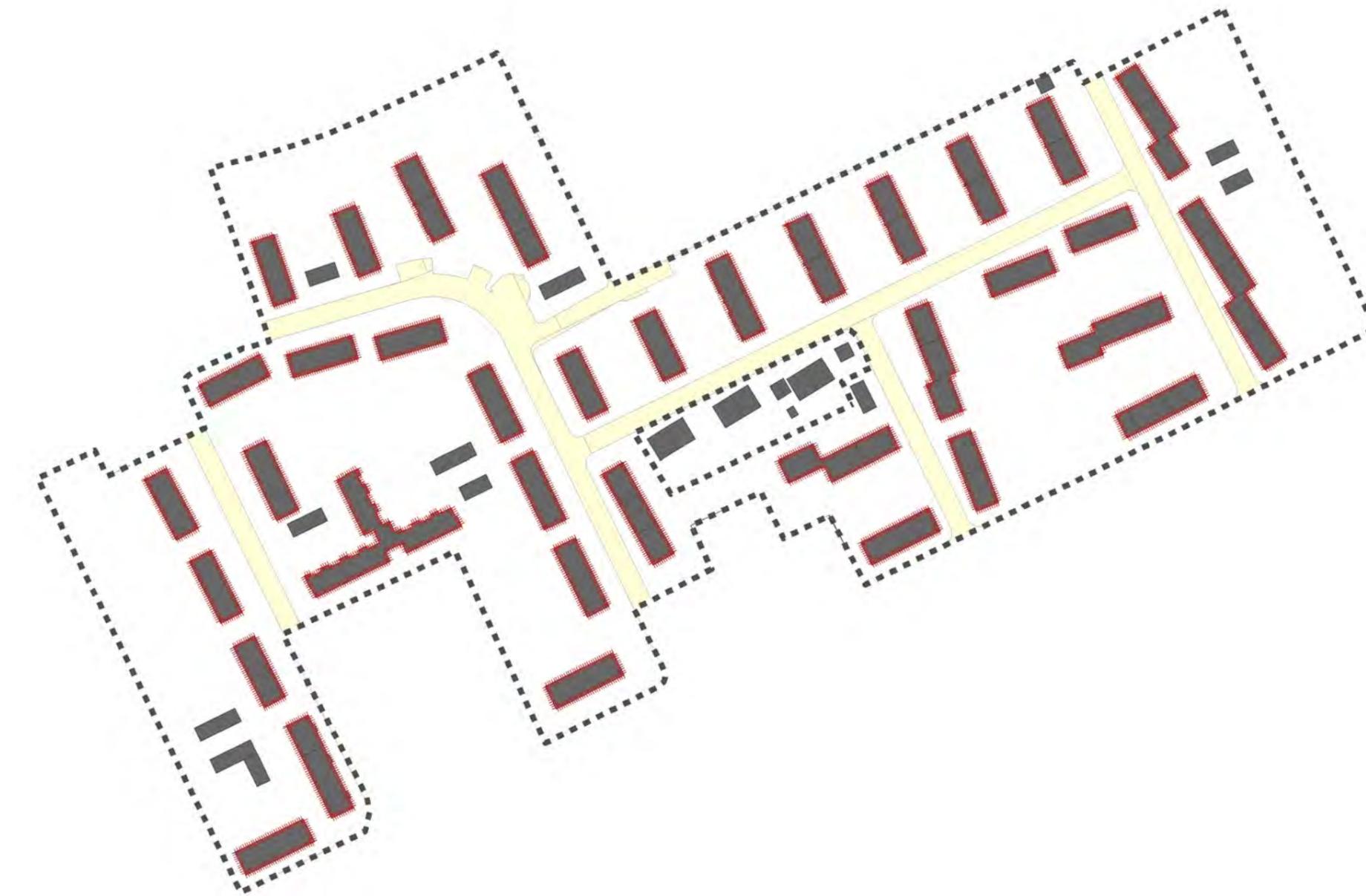
Technologischer Baustein „Solarthermie-Anlagen“



Technologischer Baustein „oberflächennahe Geothermie-Sonden“



### Technologischer Baustein „Sanierung der Gebäudehülle“



----- Abgrenzung

Bestand:

-  Gebäude
-  Sonstige Gebäude
-  Öffentliche Verkehrsfläche
-  Öffentliche Grünfläche

Entwicklungsmöglichkeit:

-  Sanierte Gebäudehülle

Maßstab: 1:2000



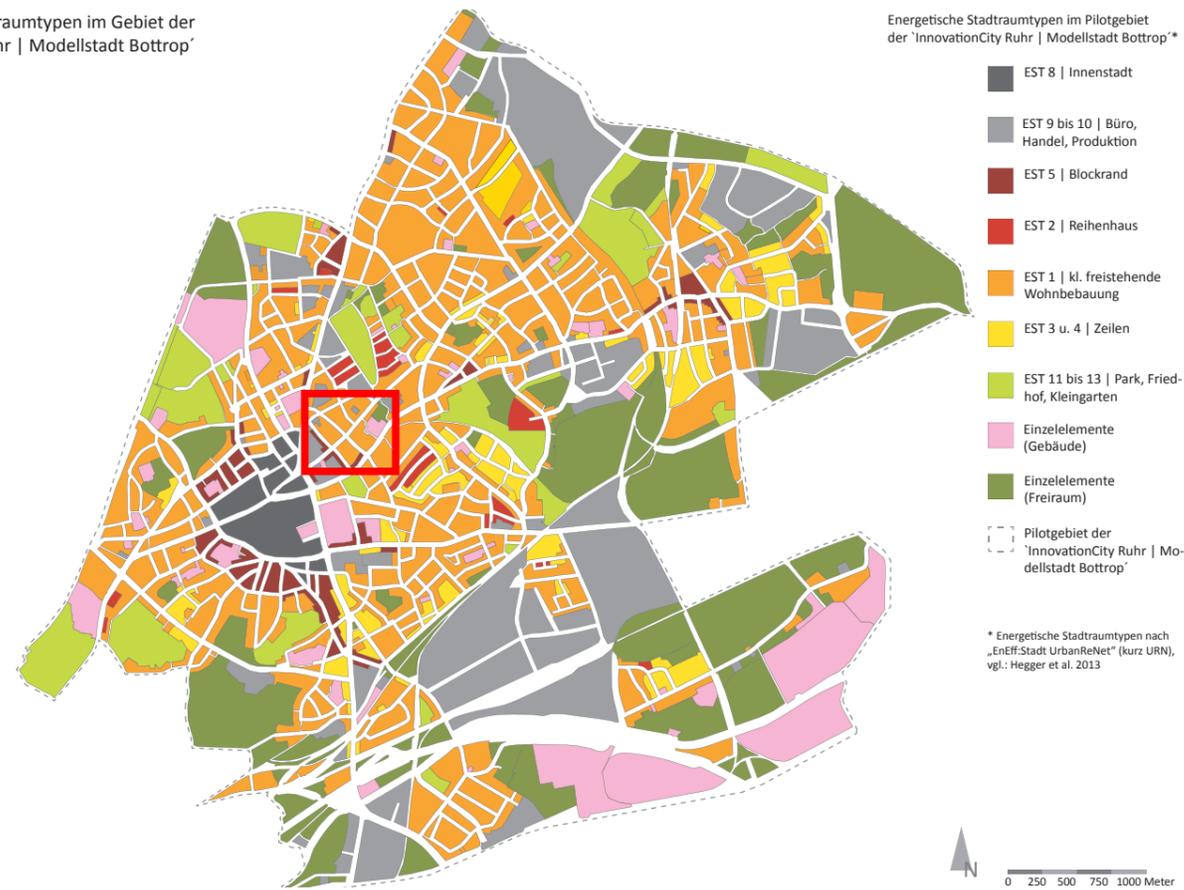
(Referenz: DIN A3)

## 8. Steckbriefe „Prospersiedlung“



## Verortung

Energetische Stadtraumtypen im Gebiet der 'InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop'



Lage im ICR-Gebiet:

Stadtteil:

Energetischer Stadtraumtyp:

Nutzung:

Größe:

Netto-Grundstücksfläche:

Baujahr:

Sanierungspotenzial

Geschossigkeit

Eigentümer:

Denkmalschutz:

Angrenzende Freiflächen:

nord-westlich, zentral

Stadtmitte

EST 3 - Zeilenbebauung niedriger Dichte

Wohnen

ca. 2,9 Hektar

ca. 2,8 Hektar

1985 - 1997

niedrig

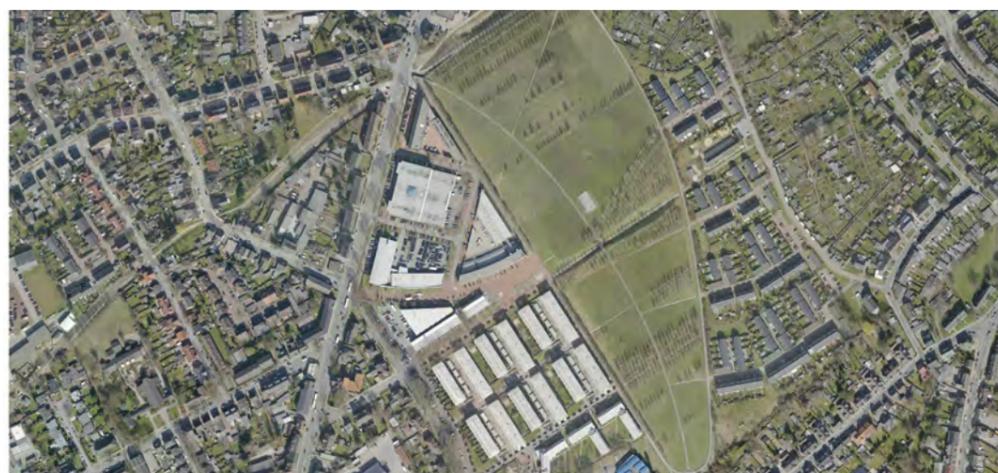
3 bis 4

Vivawest und Dt. Annington

keiner

öffentlicher Park

Lage im Innovation City Gebiet



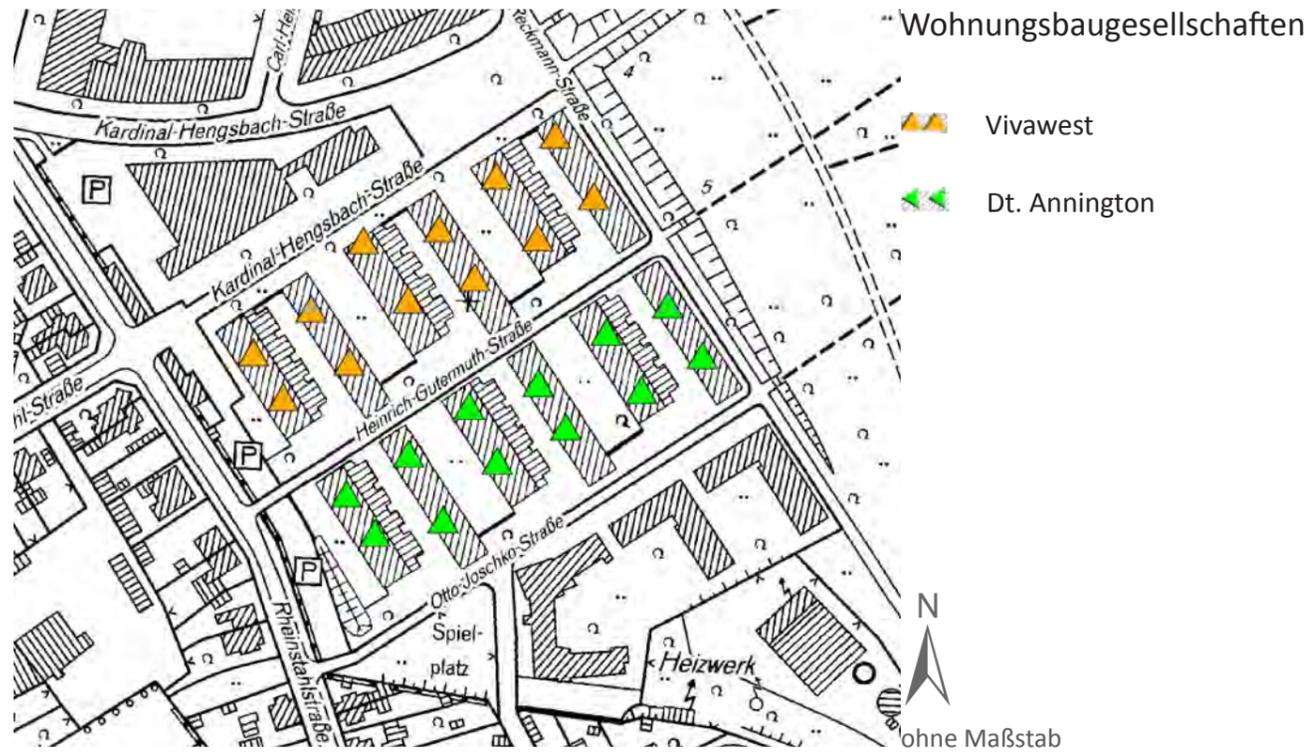
Luftbild des Betrachtungsraums (Stadt Bottrop)



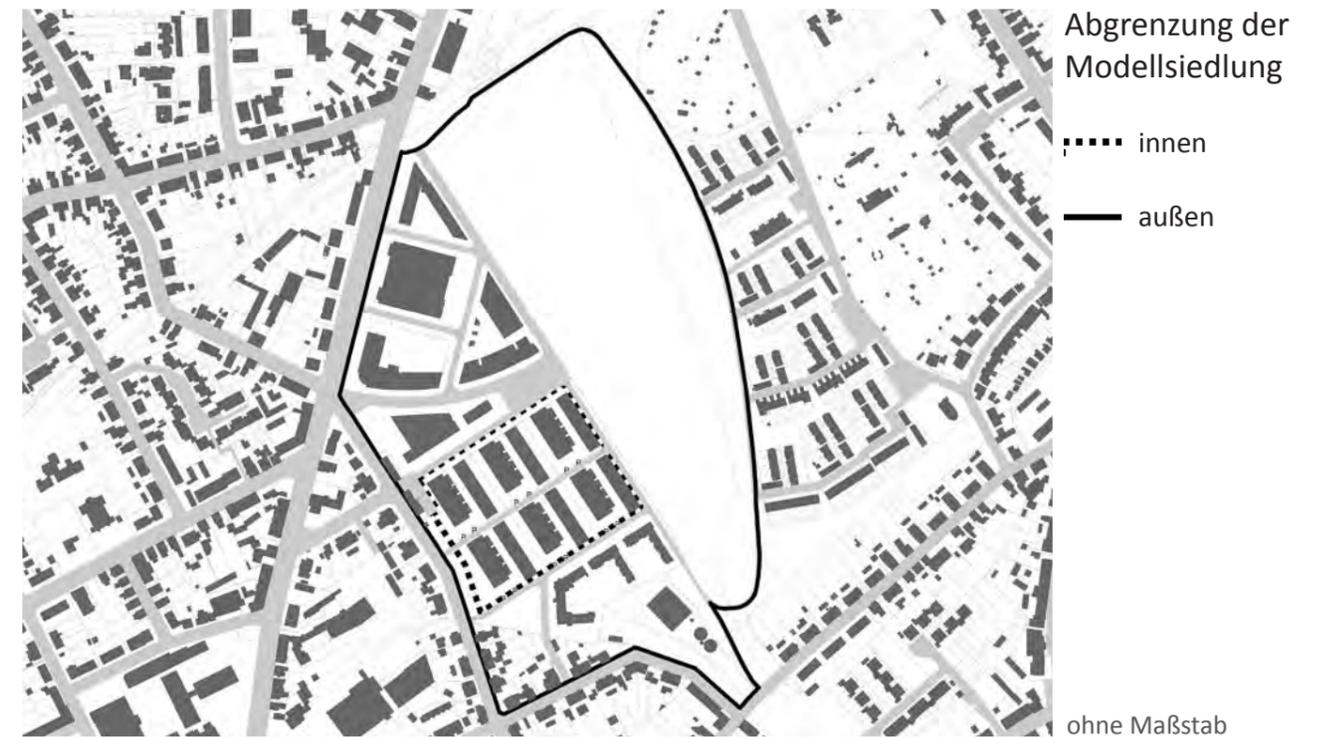
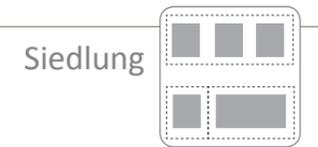
Zentrale Freifläche und Blick in die Sydowstraße (J. Gienke 2012)



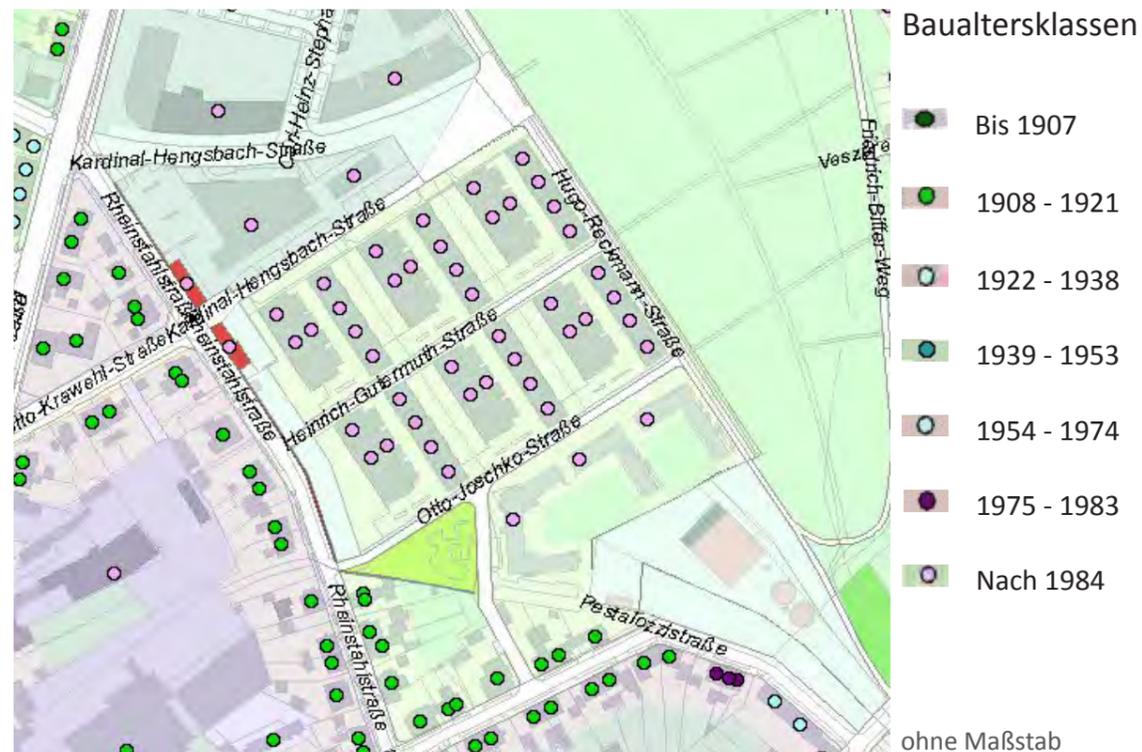
Siedlungsstruktur



Eigentümerstruktur (Stadt Bottrop)



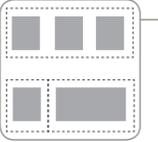
Innere und äußere Abgrenzung des Untersuchungsgebietes (J. Gienke 2014)



Baualterklassen und Denkmalschutz (Stadt Bottrop)



Ausschnitt aus dem Flächennutzungsplan (Stadt Bottrop)



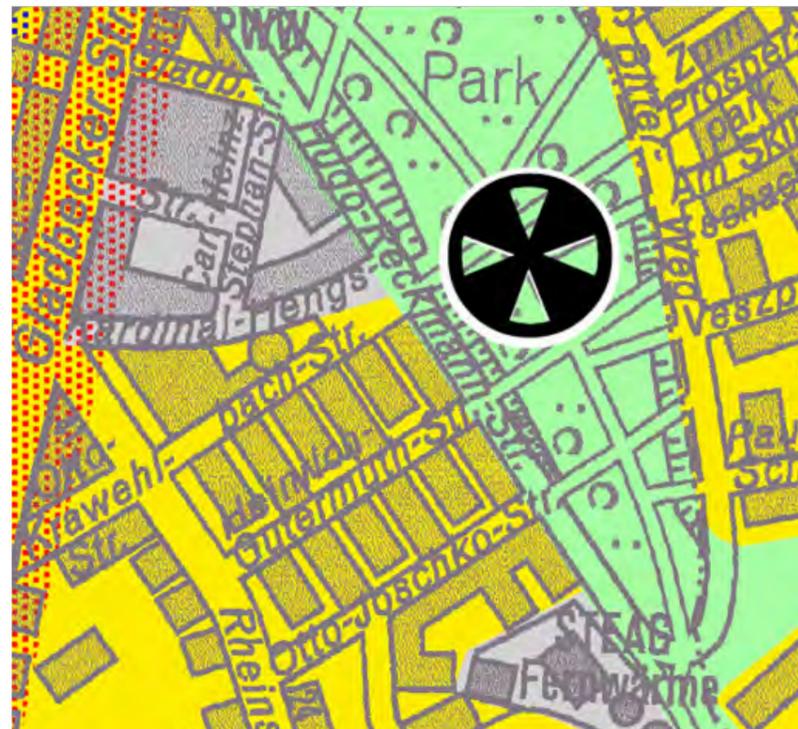
Siedlungsstruktur



Flächenverwendung  
 Versiegelte Flächen

ohne Maßstab

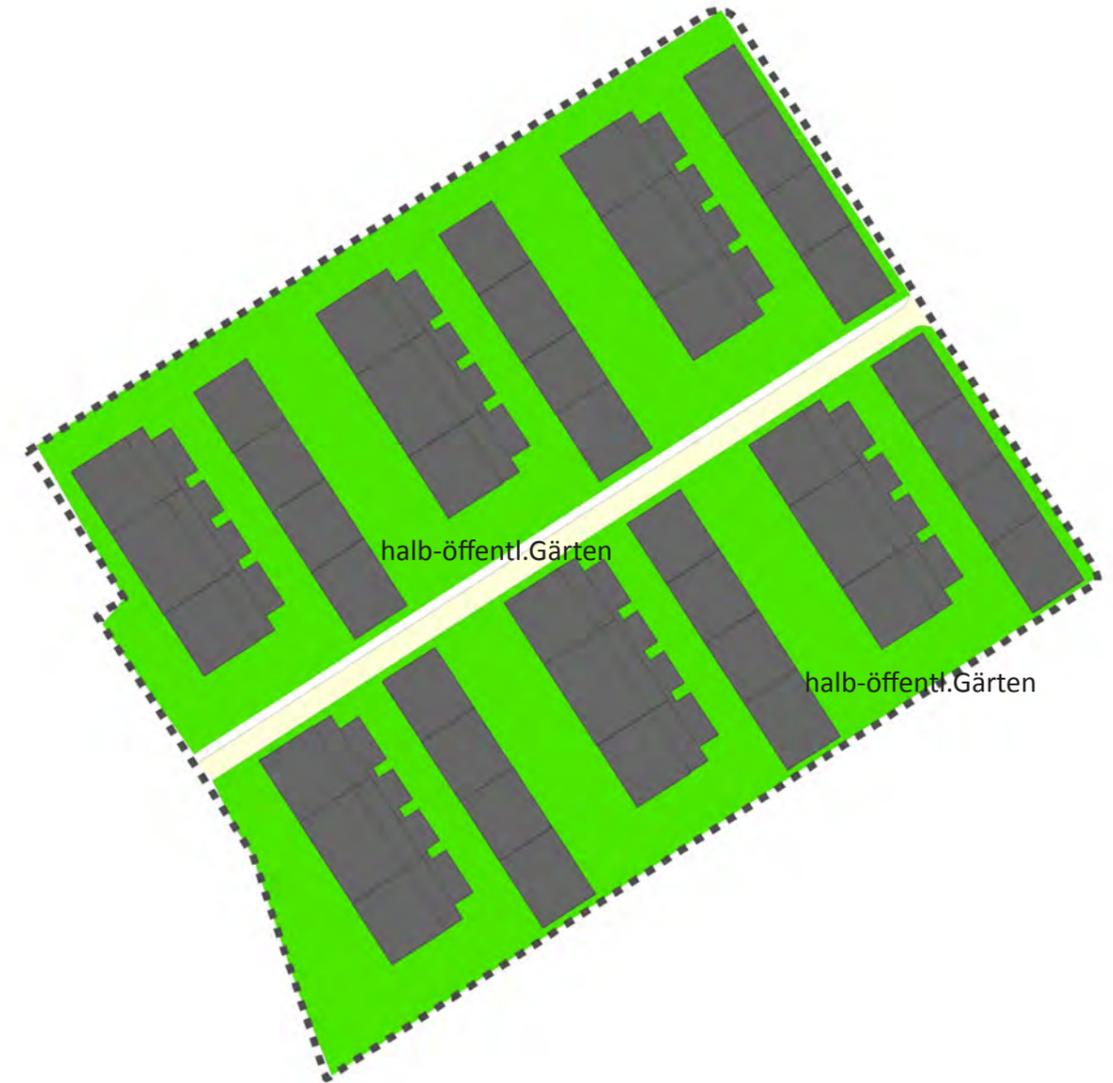
Flächenverwendung Ist-Zustand (Stadt Bottrop)



Klimatope  
 Stadtrandklima (schwache Wärmeinseln in locker bebauten Gebieten, ausreichend Luftaustausch, meist gute Bioklimate)  
 Gewerbeklima (bei hoher Versiegelung starke sommerliche Aufheizung, relativ trocken, häufig viele Emissionen)  
 Parkklima (je nach Bewuchs gedämpfte Strahlungsamplituden, meist klimatisch wertvolle Stadtoasen ohne bedeutende Fernwirkung)  
 Park- und Grünflächen (lokale Klimaausgleichsräume)

ohne Maßstab

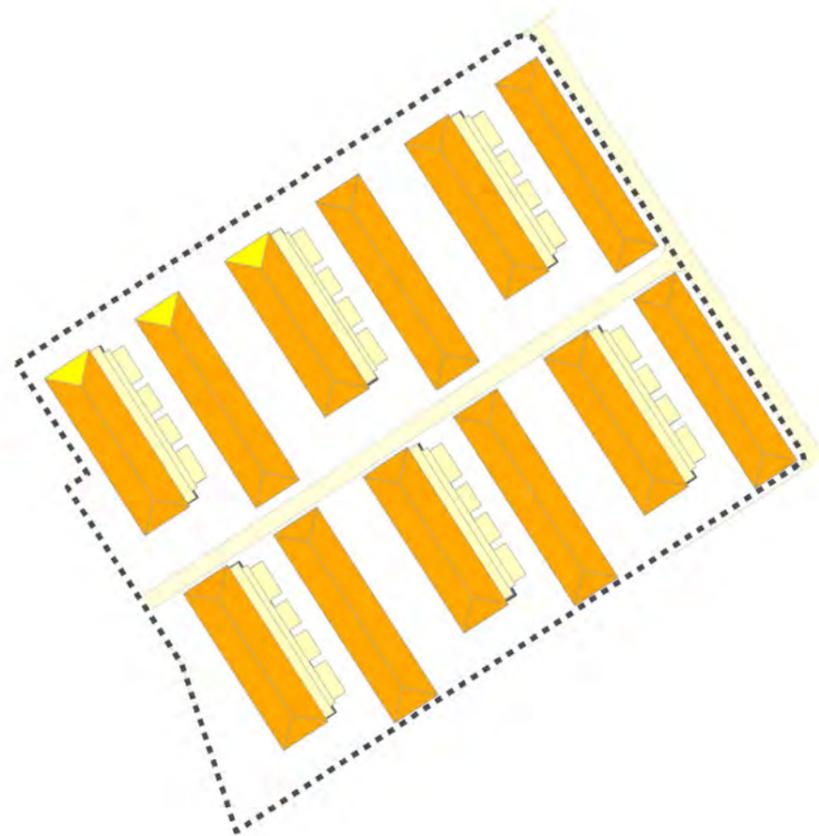
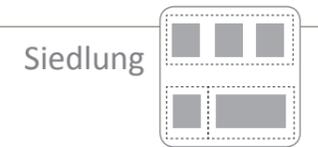
Klimakarte Ist-Zustand (Stadt Bottrop)



Freiflächenstruktur (J. Gienke 2012)

ohne Maßstab

Potenzialkataster



Potenzial für die PV-Nutzung (J. Gienke 2014)

Potenzial für Photovoltaik

- 0,1 - 700 kWh/qm \*a
- 700,1 - 900 kWh/qm \*a
- > 900 kWh/qm \*a

ohne Maßstab

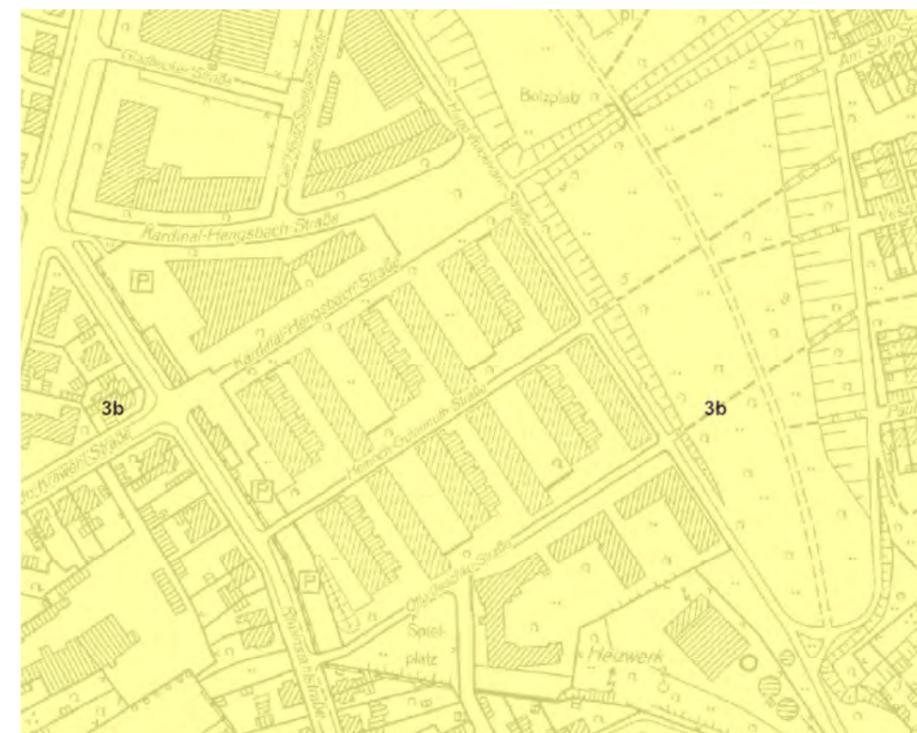


Geothermische Ergiebigkeit

- hoch
- mittel
- niedrig

ohne Maßstab

Geothermie: Eignung für Erdwärmekollektoren (www.geothermie.nrw.de)

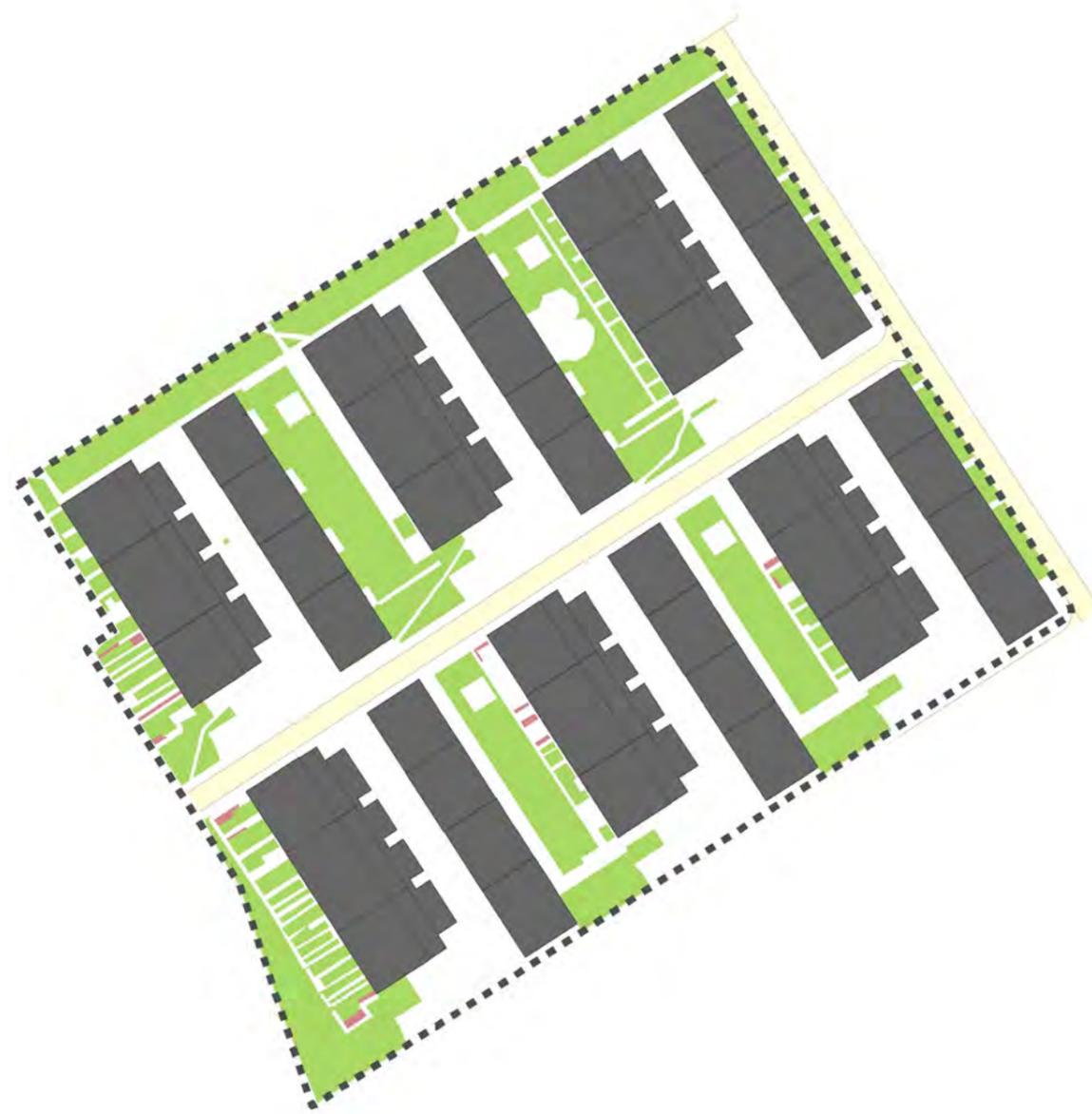


Geothermische Ergiebigkeit bei 40 Metern Sondenlänge

- 3a mittel bis hoch
- 3b mittel
- 3c niedrig bis mittel
- 4a kritisch

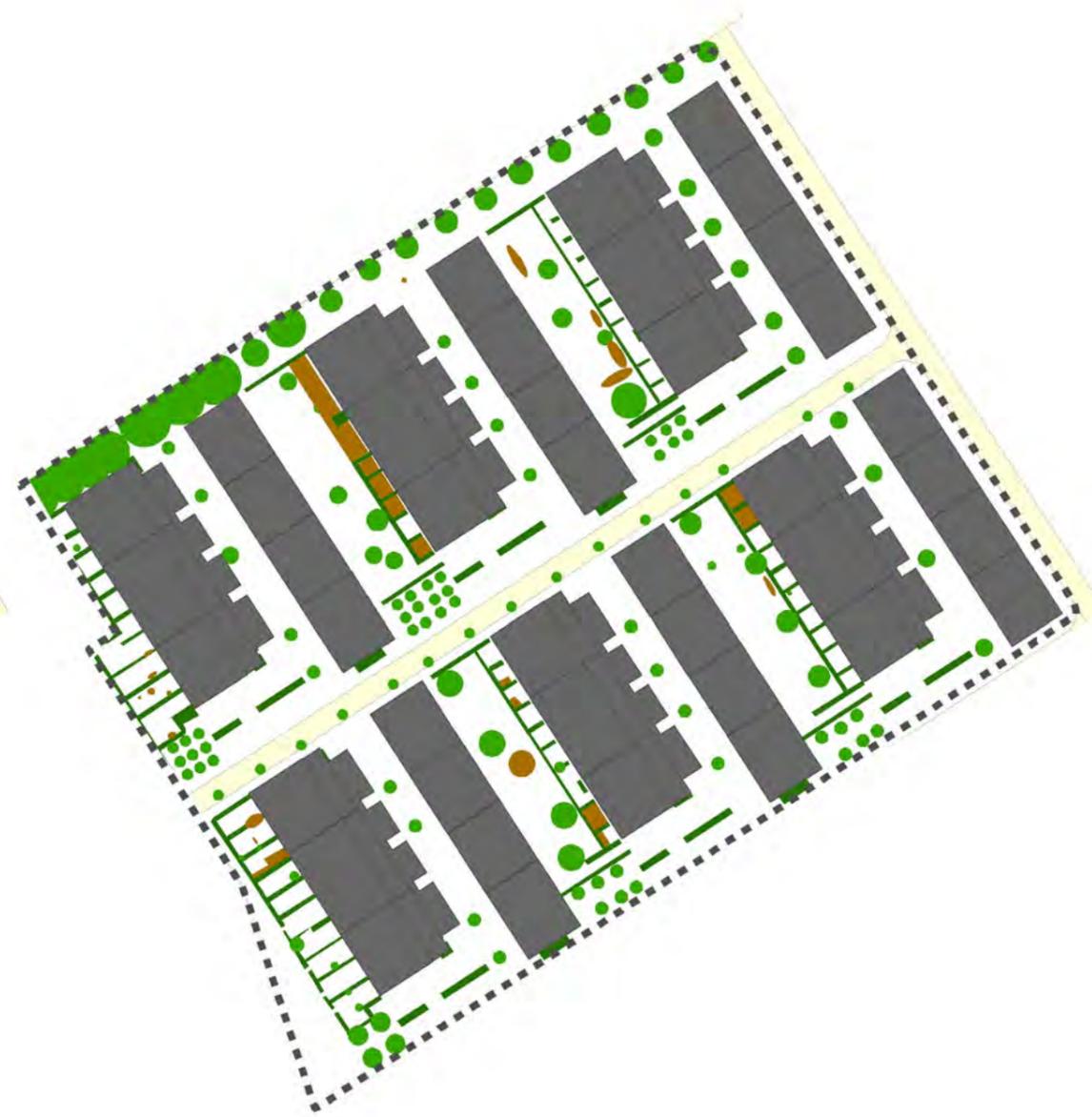
ohne Maßstab

Ergiebigkeit bei einer Sondenlänge von 40 Metern (www.geothermie.nrw.de)



Maßstab: 1:1500  
  
(Referenz: DIN A3)

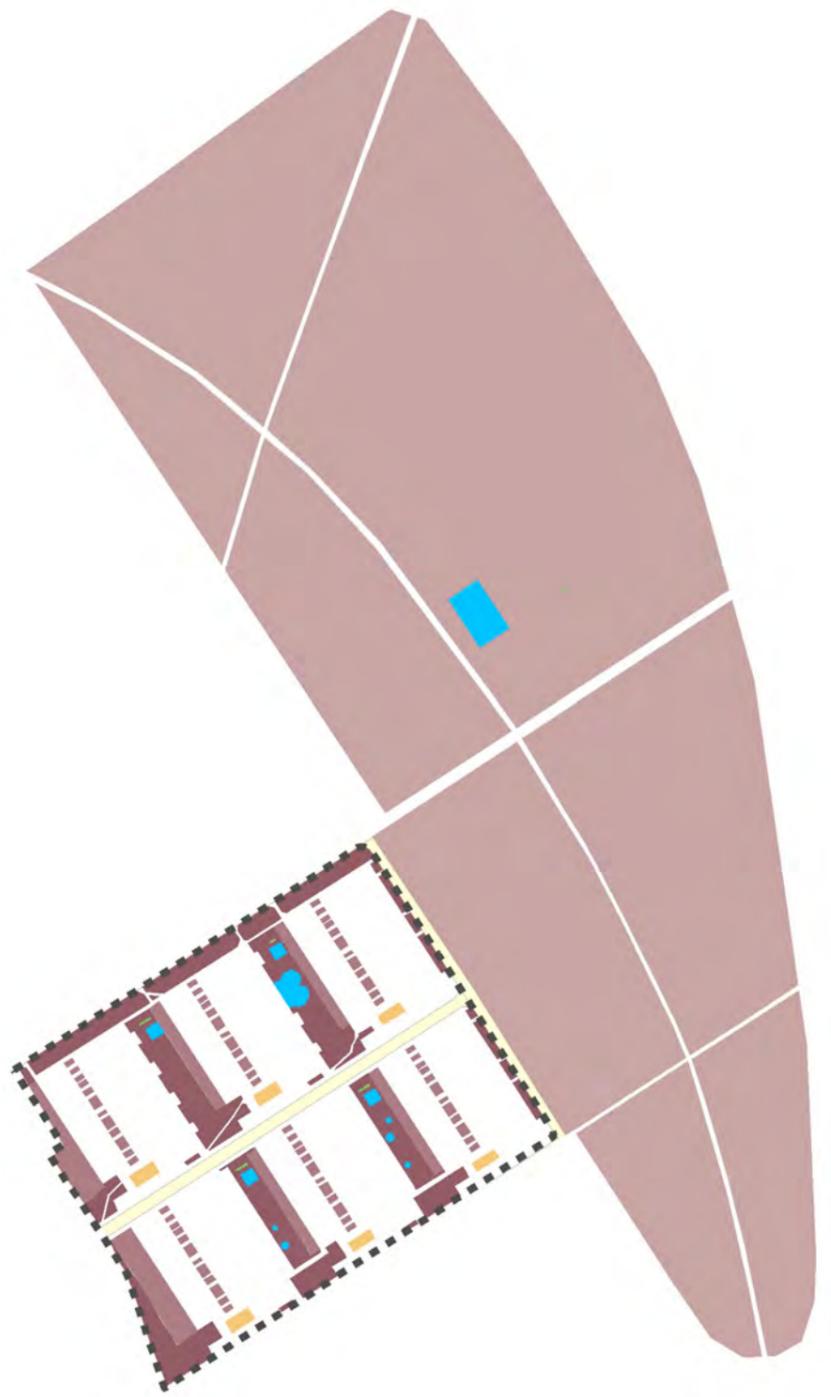
Bodennahe Freiflächen



Maßstab: 1:1500  
  
(Referenz: DIN A3)

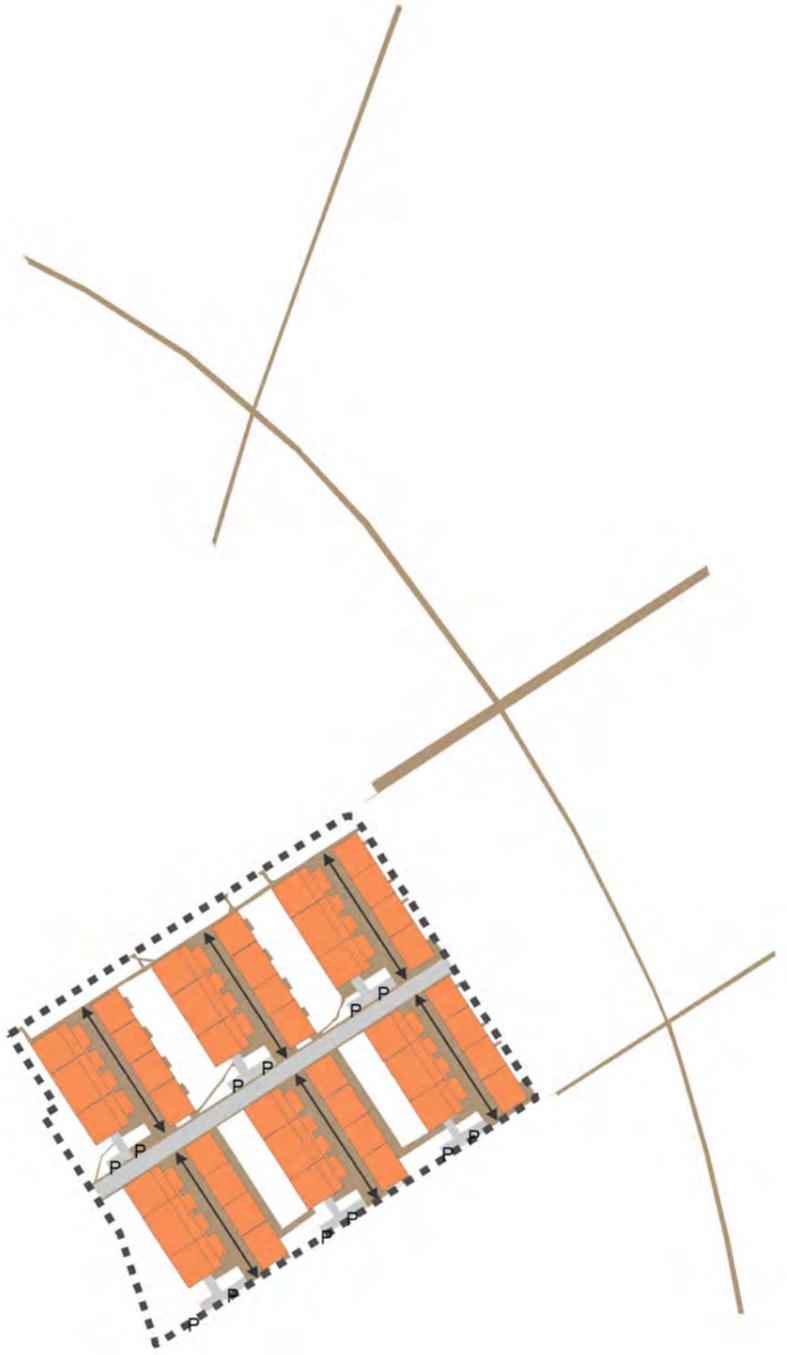
Raubedeutsame Freiraumelemente

-  Gebäude
-  Beet
-  Rasen
-  Wiese
-  Schnittgehölz
-  Gelenkte Sukzession (1-jährig)
-  Gelenkte Sukzession (2-jährig)
-  Baum / stark bewaldete Fläche
-  Strauch / Gestrüppfläche



Maßstab: 1:3000  
 (Referenz: DIN A3)

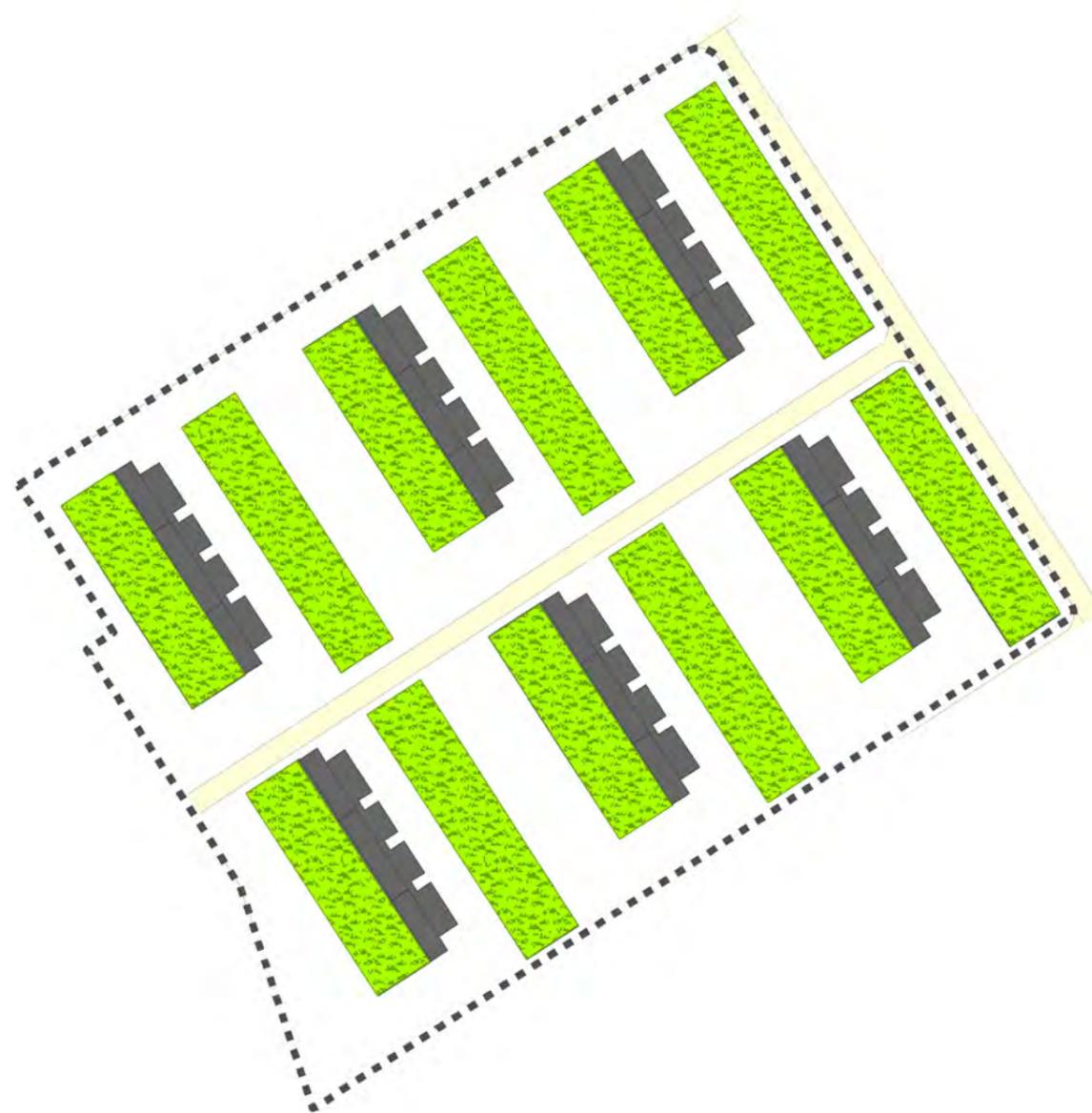
Nutzungen mit Prosperpark



Maßstab: 1:3000  
 (Referenz: DIN A3)

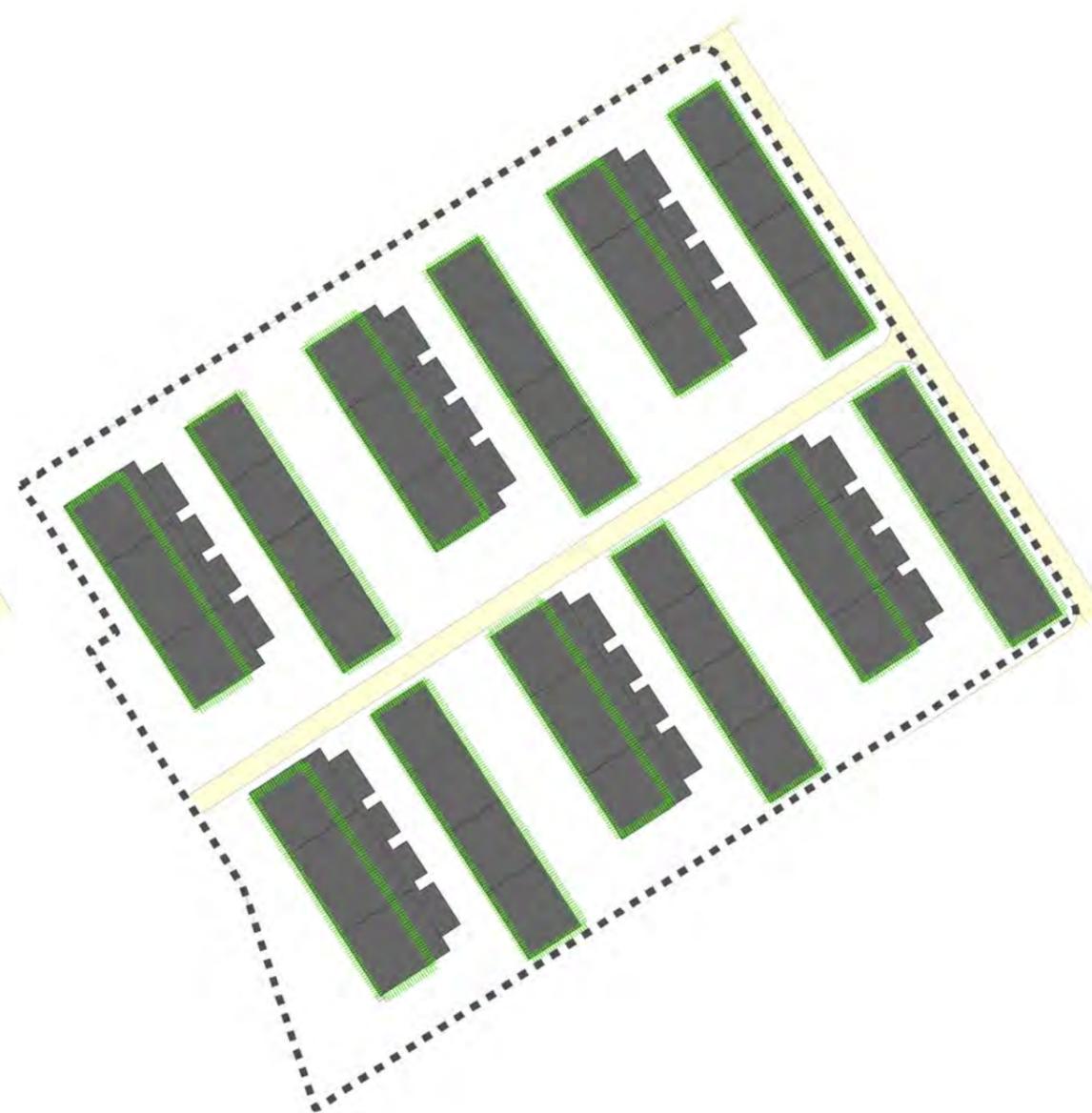
Nutzungen mit Prosperpark

- Erholung und Freizeit gemeinschaftlich
- Erholung und Freizeit öffentlich
- Erholung und Freizeit privat
- Grünfläche im Gewerbegebiet
- Ungenutzte Fläche und /oder Wald
- Versickerungsfläche
- Ver- und Entsorgung
- Kinderspiel
- Sitzmöglichkeiten
- Wohngebäude
- Sonstige Gebäude
- Verkehrsfläche
- Fußwege
- Lagerfläche
- P Parkplatz
- G Garage
- ↔ Zuwegungen



Maßstab: 1:1500  
  
(Referenz: DIN A3)

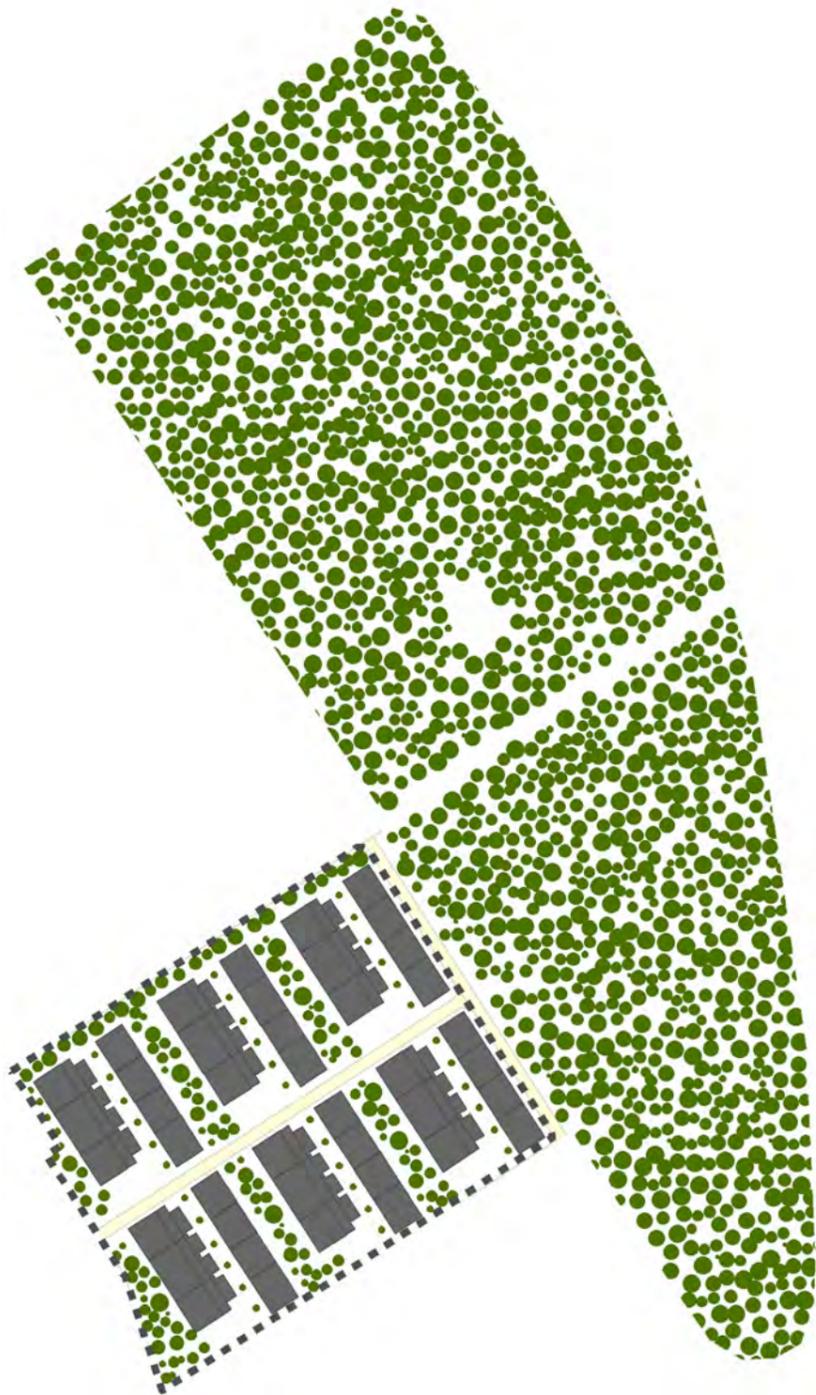
Szenario Dachbegrünung



Maßstab: 1:1500  
  
(Referenz: DIN A3)

Szenario Fassadenbegrünung

- Abgrenzung
- Bestand:
  - Sonstige (Neben)Gebäude
  - Öffentliche Verkehrsfläche
  - Öffentliche Grünfläche
- Potenzial:
  - Gebäude mit Dachbegrünung
  - Gebäude mit Fassadenbegrünung



Maßstab: 1:3000



(Referenz: DIN A3)



Maßstab: 1:3000



(Referenz: DIN A3)

--- Abgrenzung

Bestand:

■ Gebäude

■ Öffentliche Verkehrsfläche

■ Öffentliche Grünfläche

Erweiterter Bestand:

● Bäume (in Pflege)

Potenzial:

■ Baumreihen (im Anbau)

Szenario holzige Biomasse (Pflege) mit Prosperpark

Szenario holzige Biomasse (Anbau) mit Prosperpark



Abgrenzung

Bestand:



Gebäude



Öffentliche Verkehrsfläche



Öffentliche Grünfläche

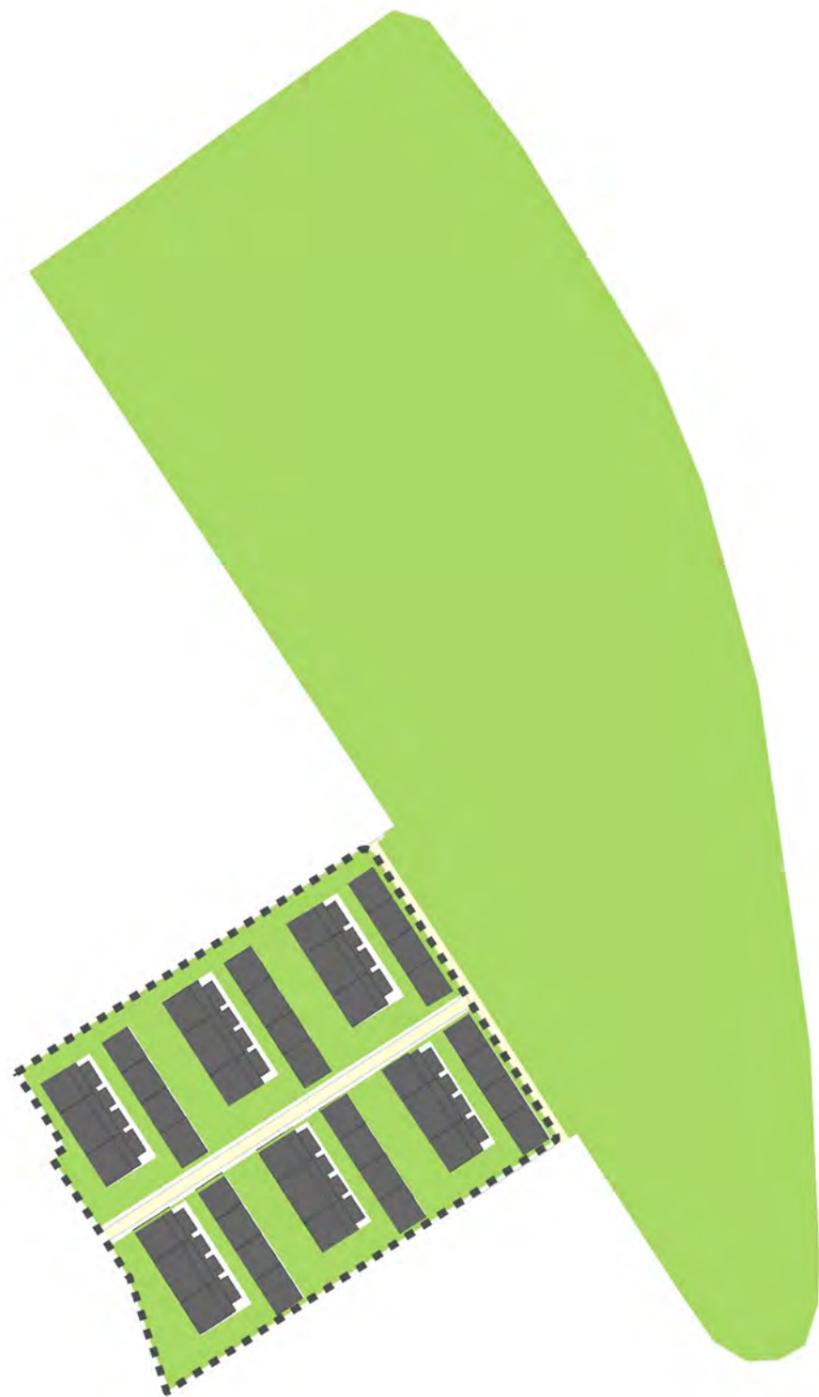
Potenzial:



Krautige Biomasse (in Pflege)



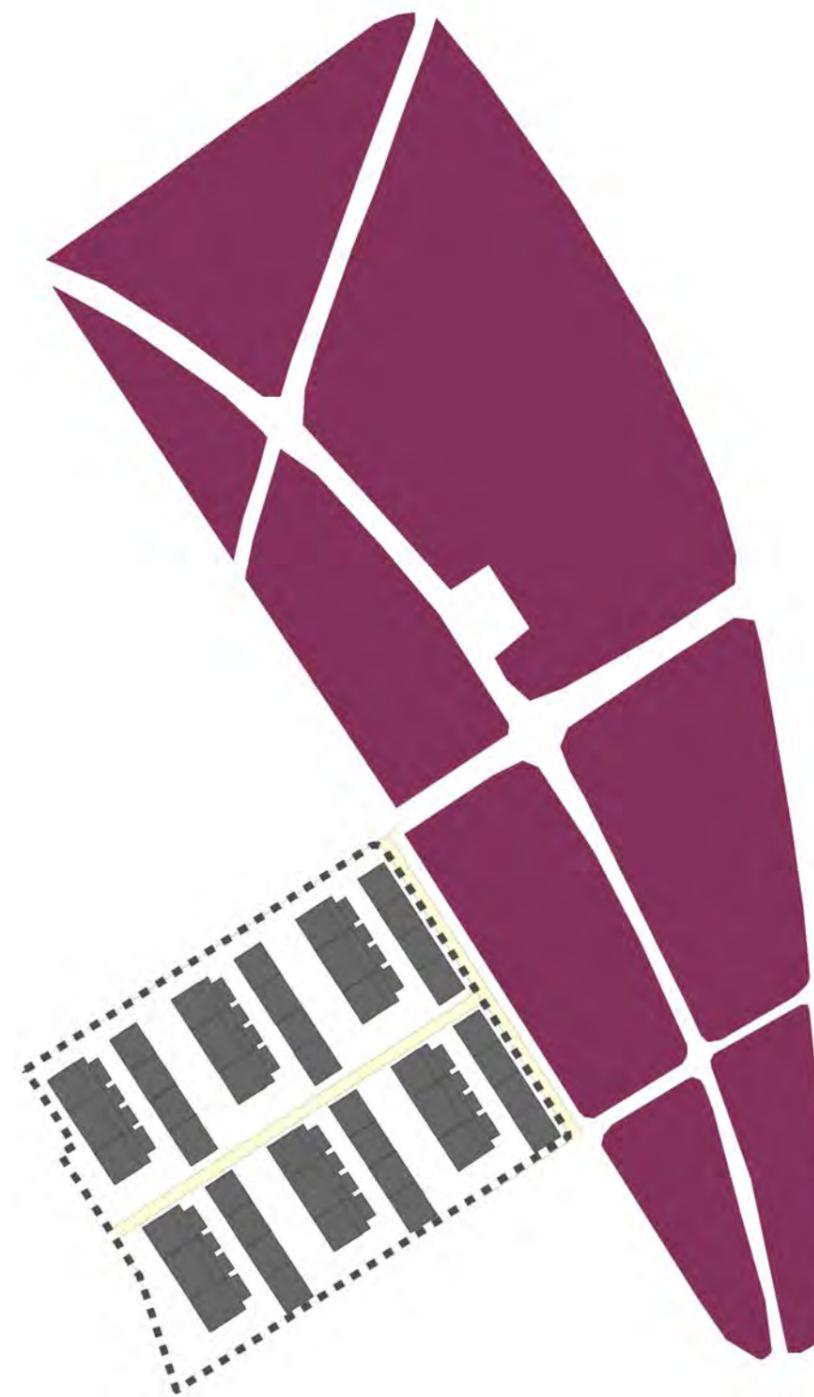
Krautige Biomasse



Maßstab: 1:3000



(Referenz: DIN A3)



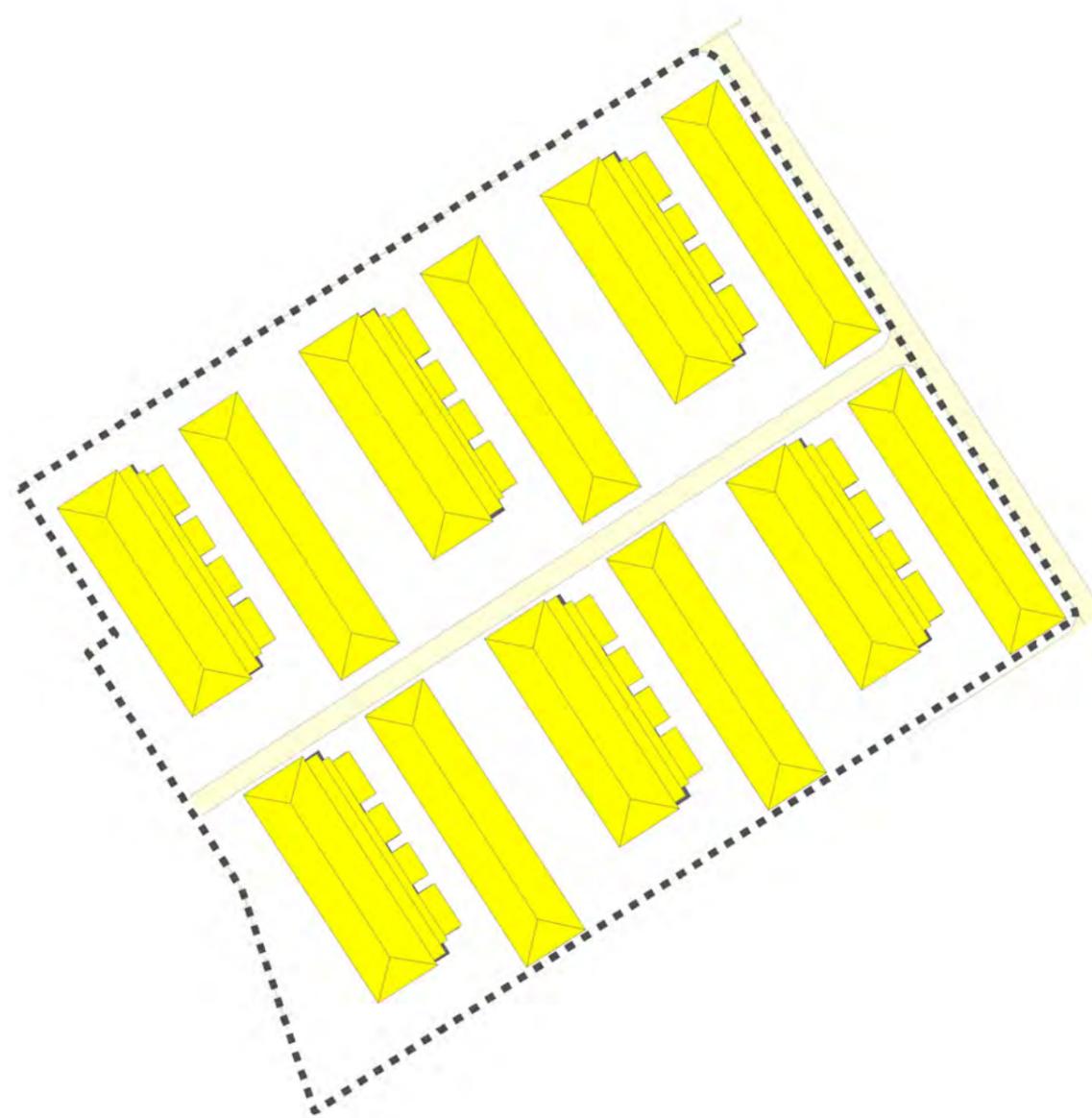
Maßstab: 1:3000



(Referenz: DIN A3)

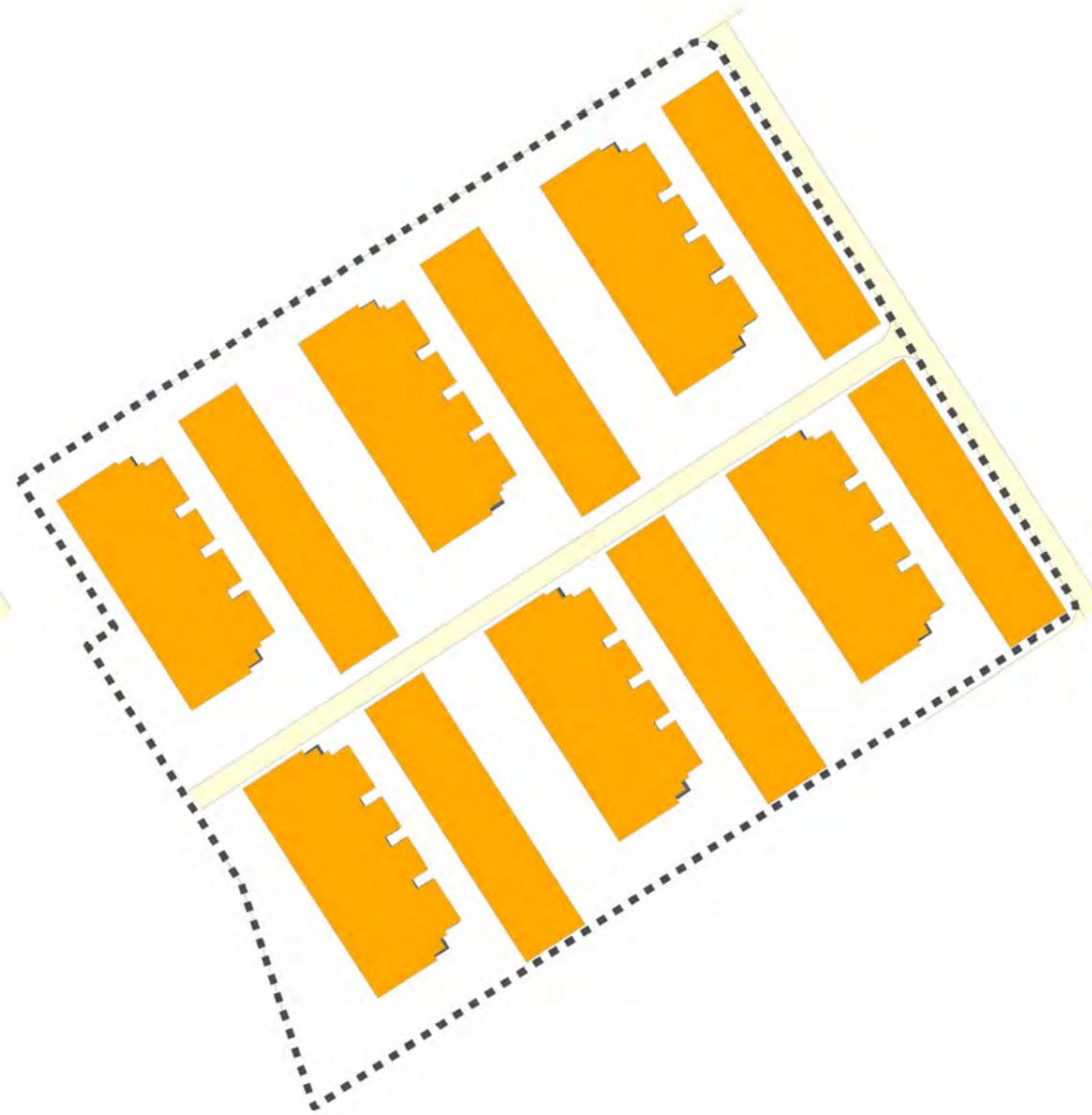
Szenario krautige Biomasse (Pflege) mit Prosperpark

Szenario krautige Biomasse (Anbau) mit Prosperpark



Maßstab: 1:1500  
  
(Referenz: DIN A3)

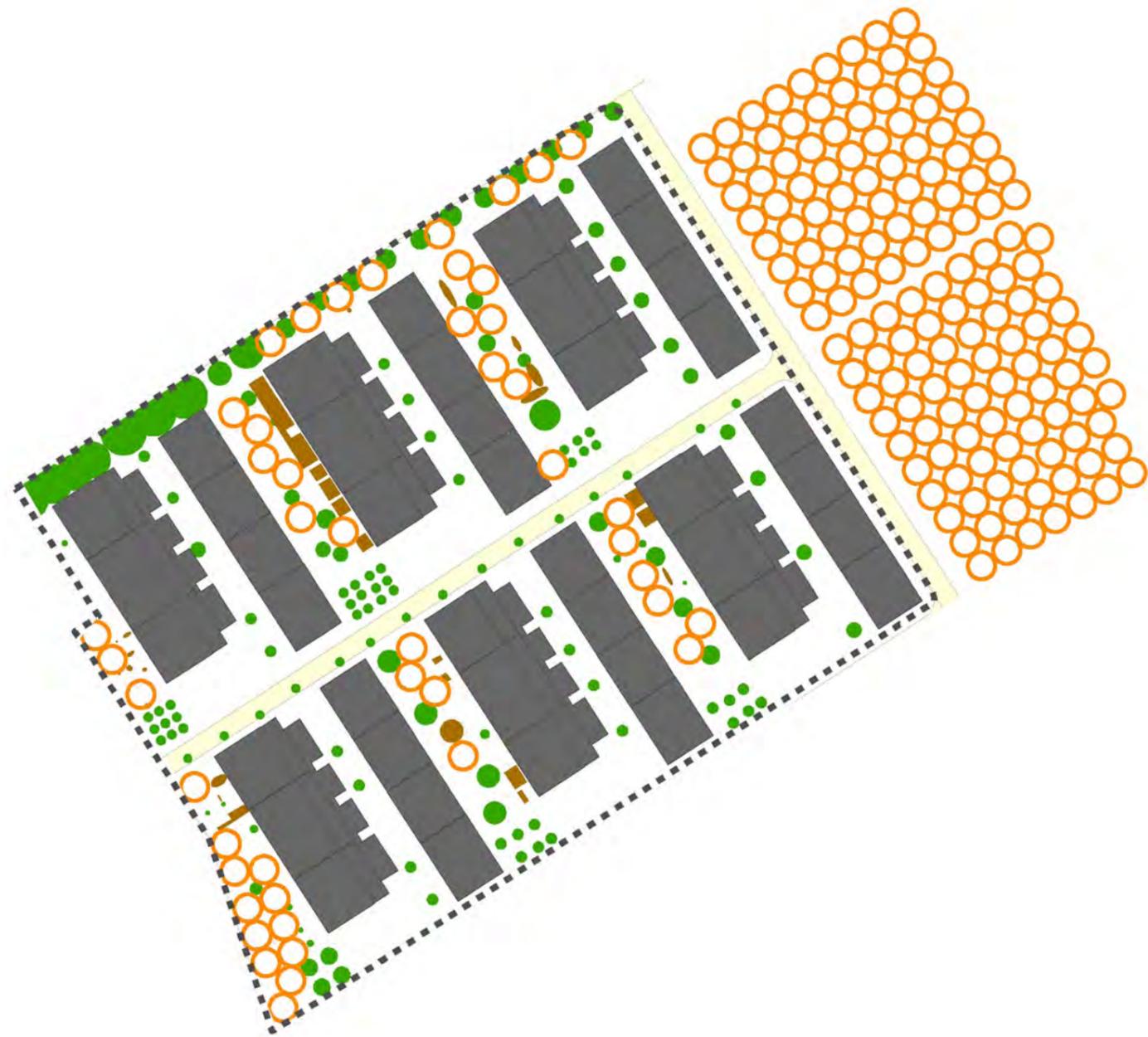
Szenario Photovoltaik



Maßstab: 1:1500  
  
(Referenz: DIN A3)

Szenario Solarthermie

- Abgrenzung
- Bestand:
-  Sonstige (Neben)gebäude
  -  Öffentliche Verkehrsfläche
  -  Öffentliche Grünfläche
- Potenzial:
-  Gebäudedächer mit PV-Anlagen
  -  Gebäudedächer mit Solarthermie-Anlagen



--- Abgrenzung

Bestand:

● Baum / stark bewaldete Fläche

● Strauch / Gestrüppfläche

■ Gebäude

■ Öffentliche Verkehrsfläche

■ Öffentliche Grünfläche

Potenzial:

○ Geothermiesonden, im Prosperpark ist die Nutzung noch zu prüfen (Bodenbelastung)

Maßstab: 1:1500



(Referenz: DIN A3)

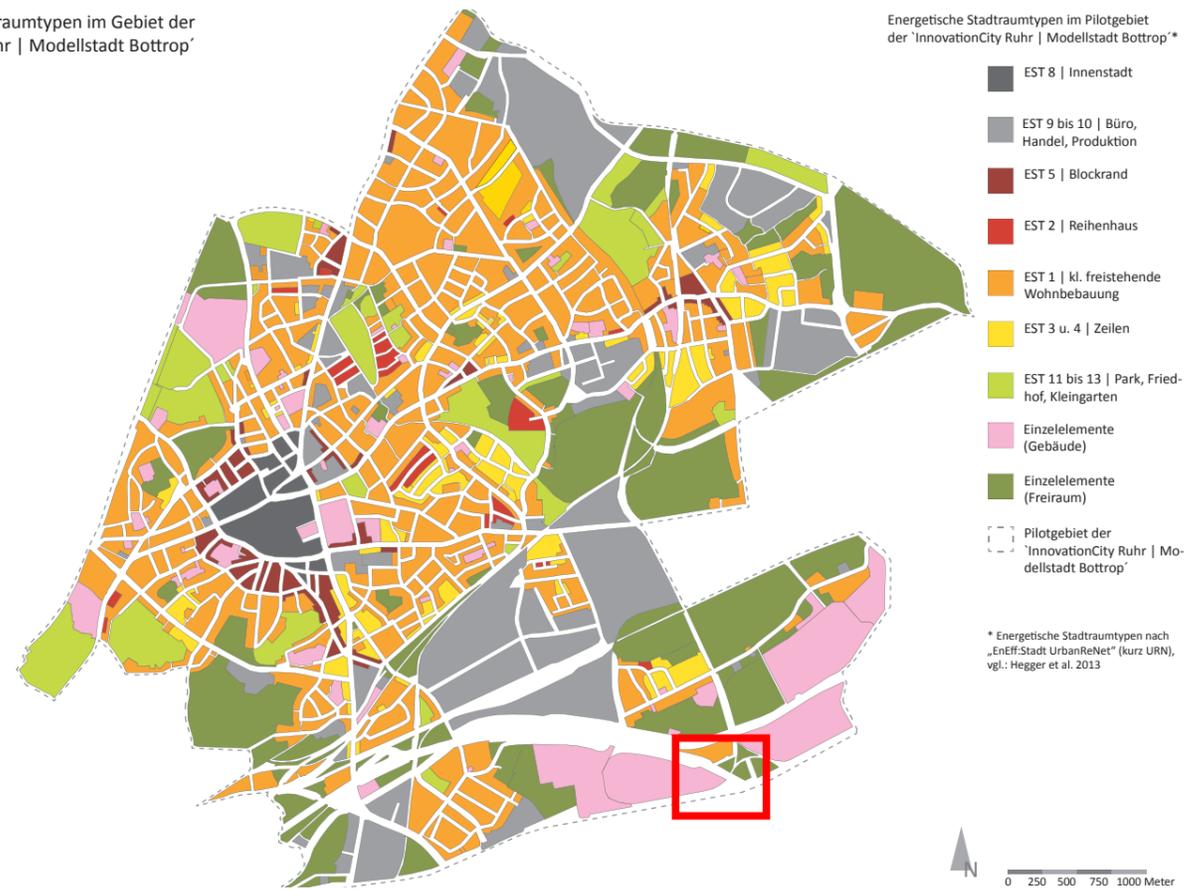
## Szenario Geothermie

## 9. Steckbriefe „Im Werth“



## Verortung

Energetische Stadtraumtypen im Gebiet der 'InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop'



Lage im ICR-Gebiet:

Stadtteil:

Energetischer Stadtraumtyp:

Nutzung:

Größe:

Netto-Grundstücksfläche:

Baujahr:

Sanierungspotenzial

Geschossigkeit

Eigentümer:

Denkmalschutz:

Angrenzende Freiflächen:

süd-östlich, Rand- und Insellage

Ebel / Welheim

EST 1 - freistehende Bebauung

Wohnen

ca. 1,9 Hektar

ca. 1,8 Hektar

1908 - 1921

hoch

1,5

Dt. Annington

keiner

Wald, Bahntrasse, Gewässer

Lage im Innovation City Gebiet



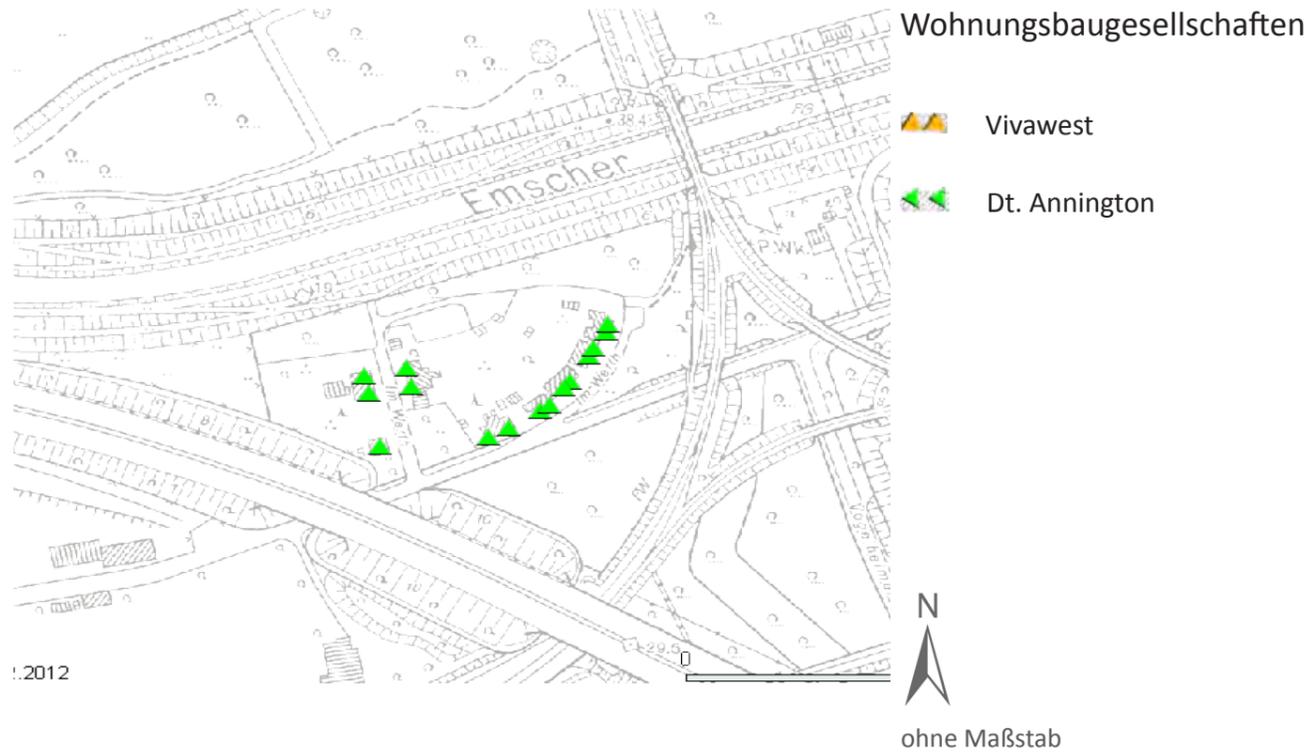
Luftbild des Betrachtungsraums (Stadt Bottrop)



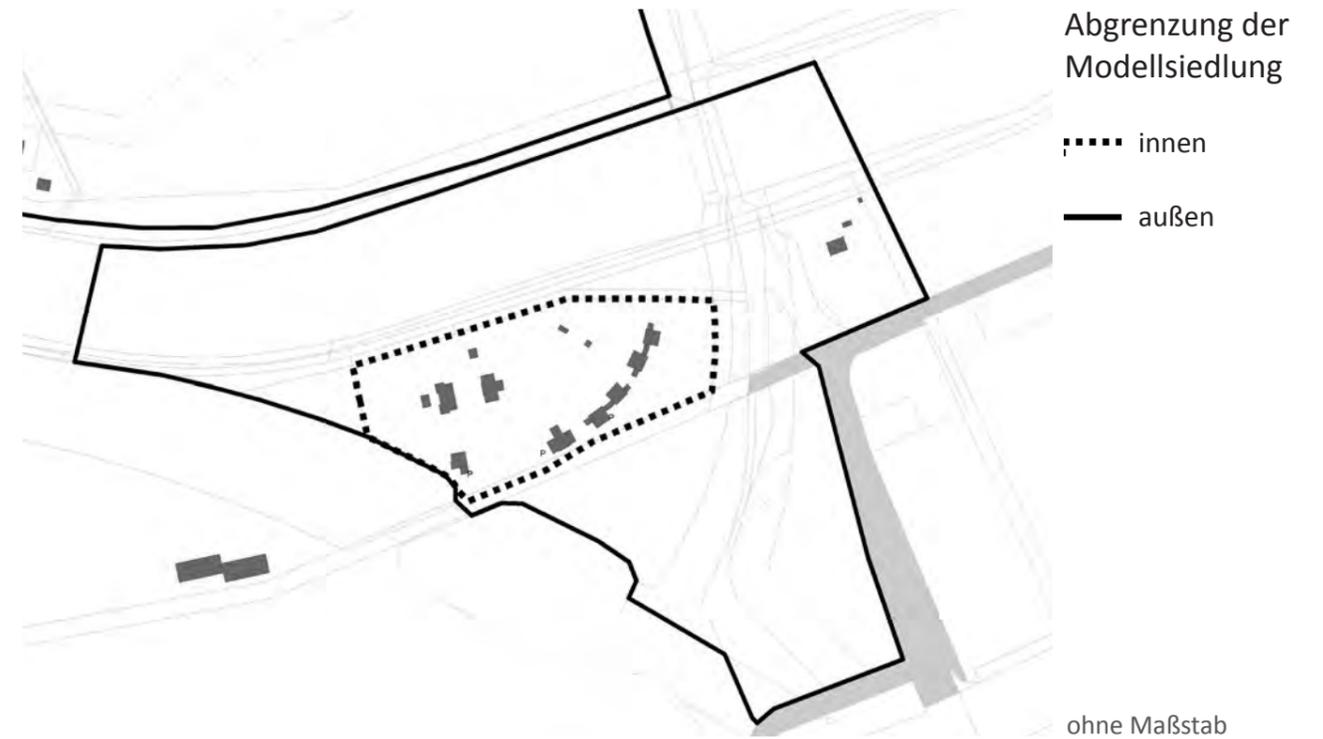
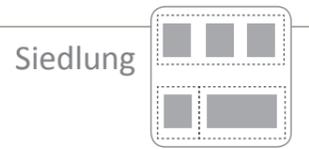
Zentrale Freifläche und Blick in die Sydowstraße (J. Gienke 2012)



Siedlungsstruktur



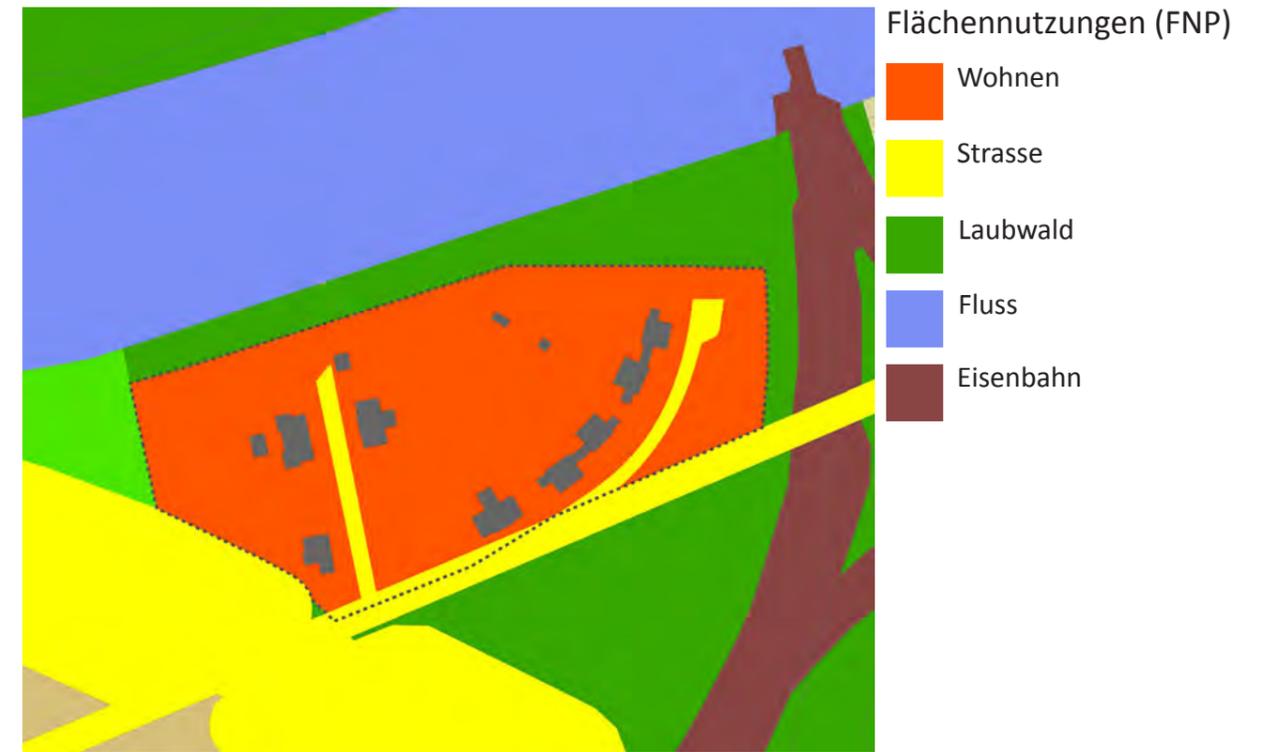
Eigentümerstruktur (Stadt Bottrop)



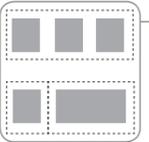
Innere und äußere Abgrenzung des Untersuchungsgebietes (J. Gienke 2014)



Baualterklassen und Denkmalschutz (Stadt Bottrop)



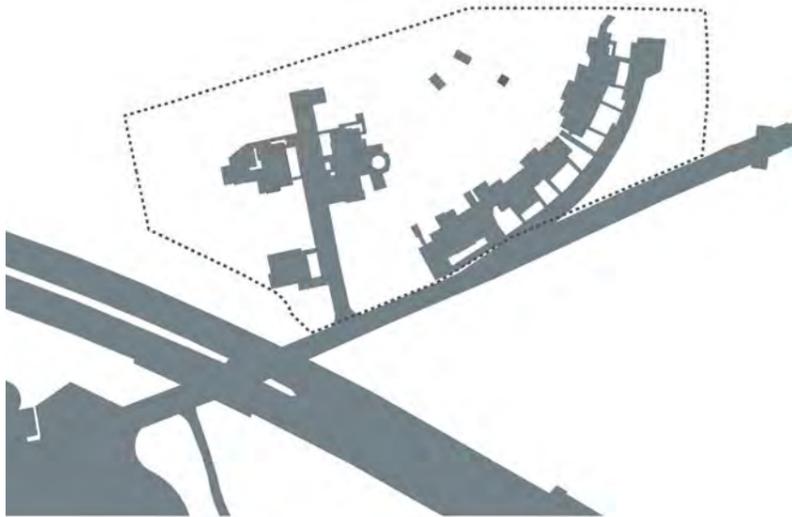
Ausschnitt aus dem Flächennutzungsplan (Stadt Bottrop)



## Siedlungsstruktur

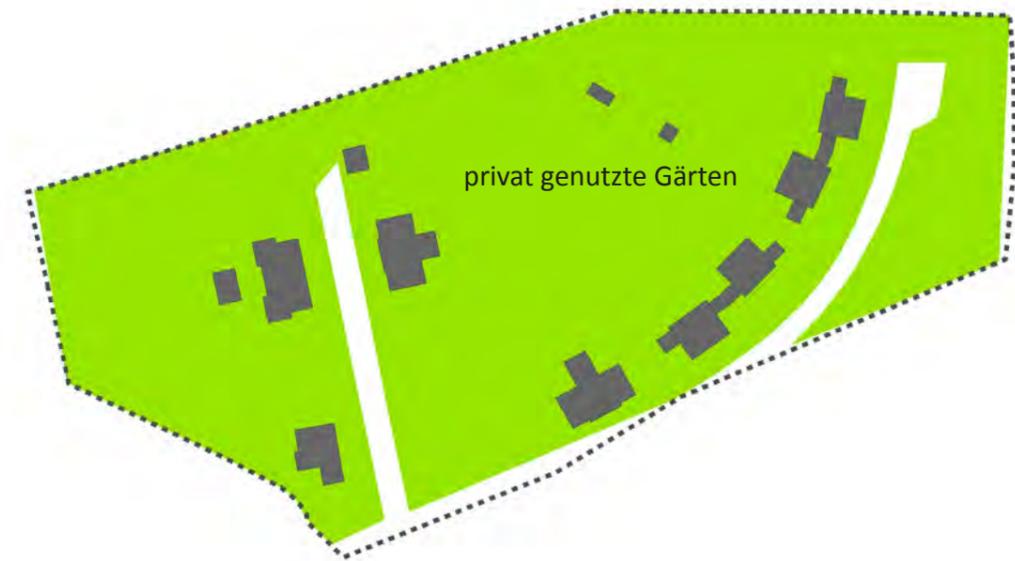
### Flächenverwendung

 Versiegelte Flächen



ohne Maßstab

Flächenverwendung Ist-Zustand (Stadt Bottrop)



Freiflächenstruktur (J. Gienke 2012)

### Klimatope

 Kaltluftsammlbereich und Niederungsbereich (Bildung von nächtlichen Bodeninversionen und erhöhte Bodennebelgefahr, Luftleitbahn)

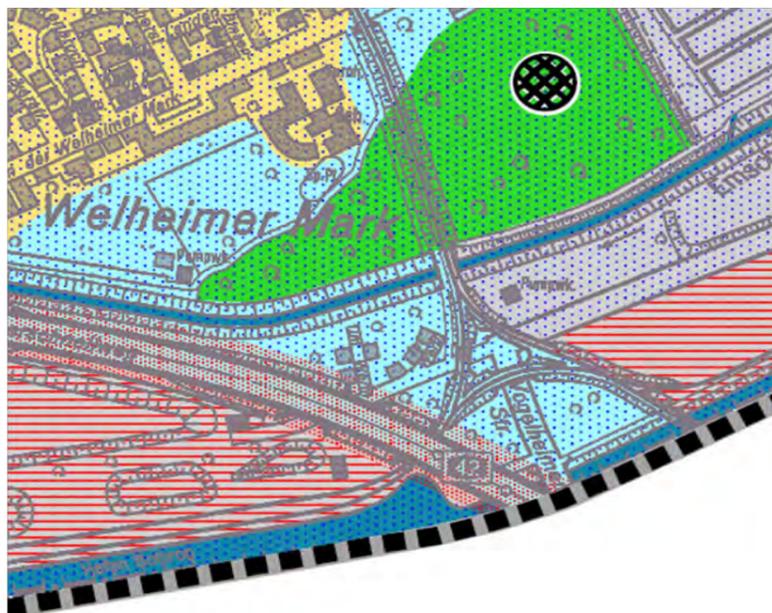
 Gewerbeklima (bei hoher Versiegelung starke sommerliche Aufheizung, relativ trocken, häufig viele Emissionen)

 Waldklima (gedämpfte Strahlungs- und Temperaturschwankungen, erhöhte Luftfeuchtigkeit, hohe Luftreinheit)

 Freilandklima (ungestörter Temperatur-/Feuchteverlauf, windoffen, normale Strahlung, Frischluft)

 Industrieklima (hohe Schadstoffbelastung, Aufheizungen wegen Flächenversiegelung)

 Filterfunktion des Waldes

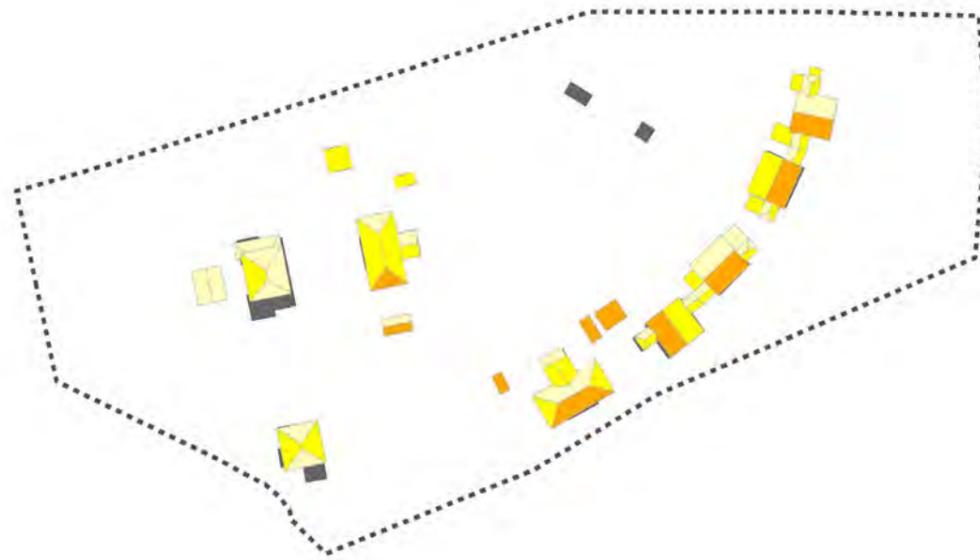
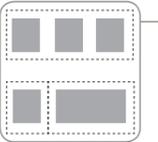


ohne Maßstab

Klimakarte Ist-Zustand (Stadt Bottrop)

Potenzialkataster

Siedlung

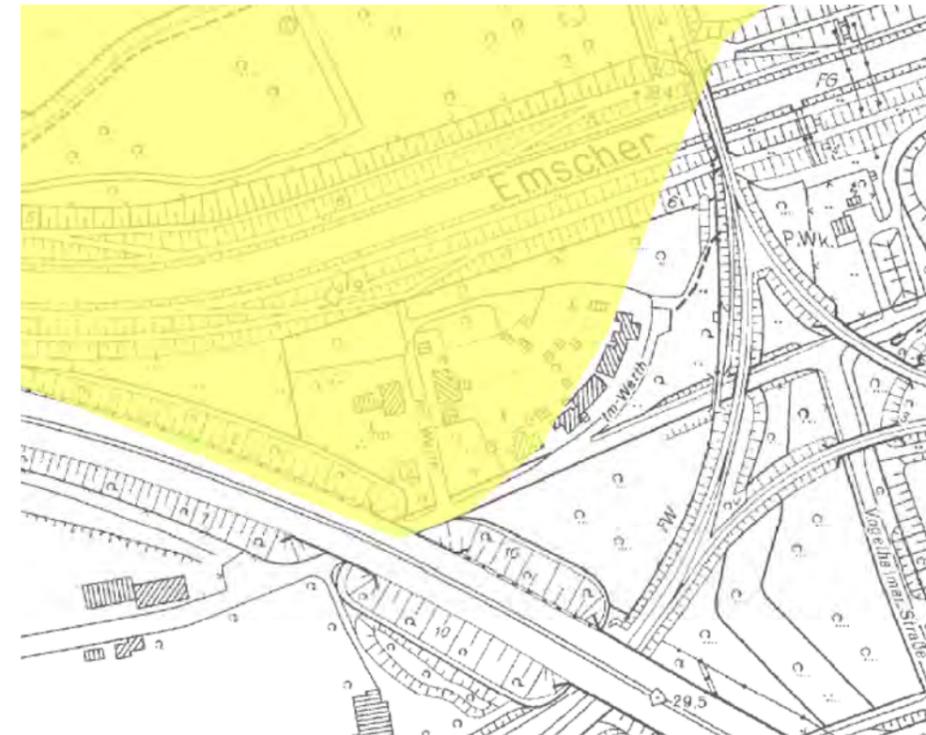


Potenzial für die PV-Nutzung (J. Gienke 2014)

Potenzial für Photovoltaik

- 0,1 - 700 kWh/qm \*a
- 700,1 - 900 kWh/qm \*a
- > 900 kWh/qm \*a

ohne  
Maßstab

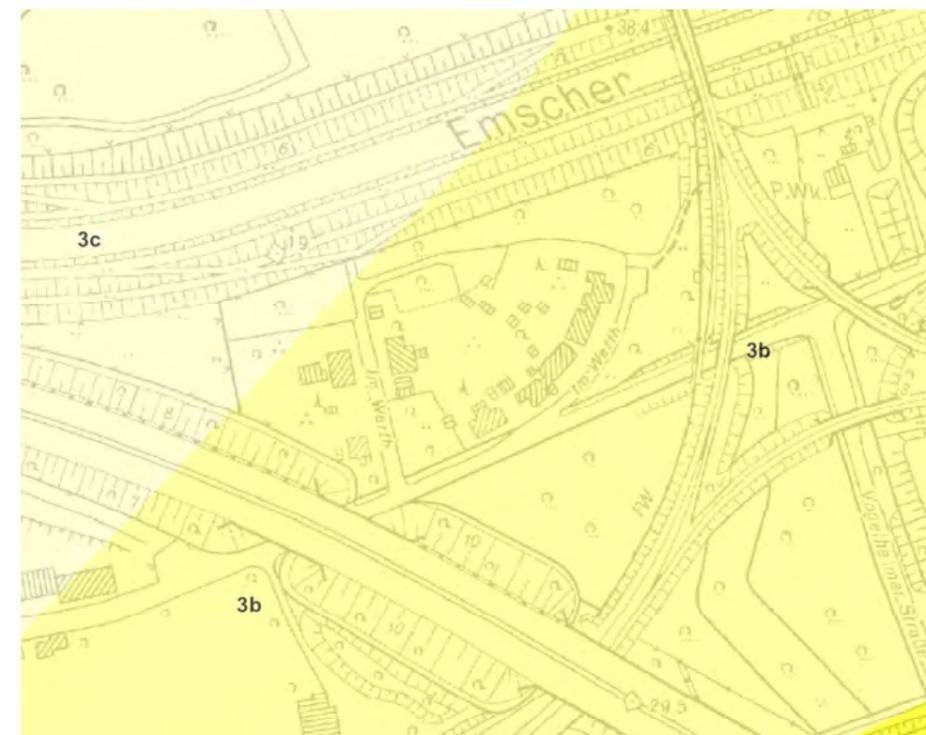


Geothermische Ergiebigkeit

- hoch
- mittel
- niedrig

ohne  
Maßstab

Geothermie: Eignung für Erdwärmekollektoren (www.geothermie.nrw.de)



Geothermische Ergiebigkeit bei  
40 Metern Sondenlänge

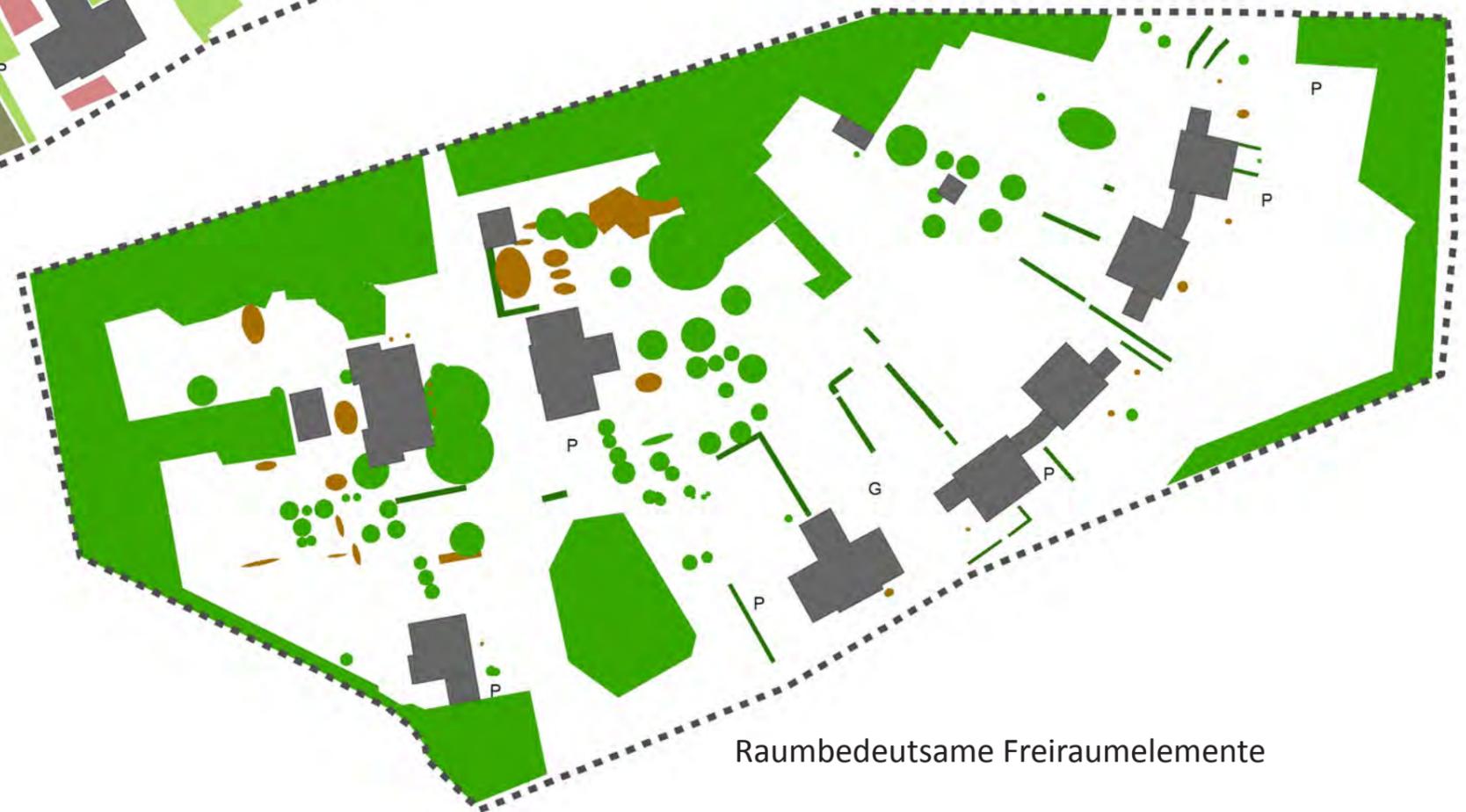
- 3a mittel bis hoch
- 3b mittel
- 3c niedrig bis mittel
- 4a kritisch

ohne  
Maßstab

Ergiebigkeit bei einer Sondenlänge von 40 Metern (www.geothermie.nrw.de)



Bodennahe Freiflächen



-  Gebäude
-  Beet
-  Rasen
-  Wiese
-  Schnittgehölz
-  Gelenkte Sukzession (1-jährig)
-  Gelenkte Sukzession (2-jährig)
-  Baum / stark bewaldete Fläche
-  Strauch / Gestrüppfläche

Raumbedeutsame Freiraumelemente

Maßstab: 1:1000

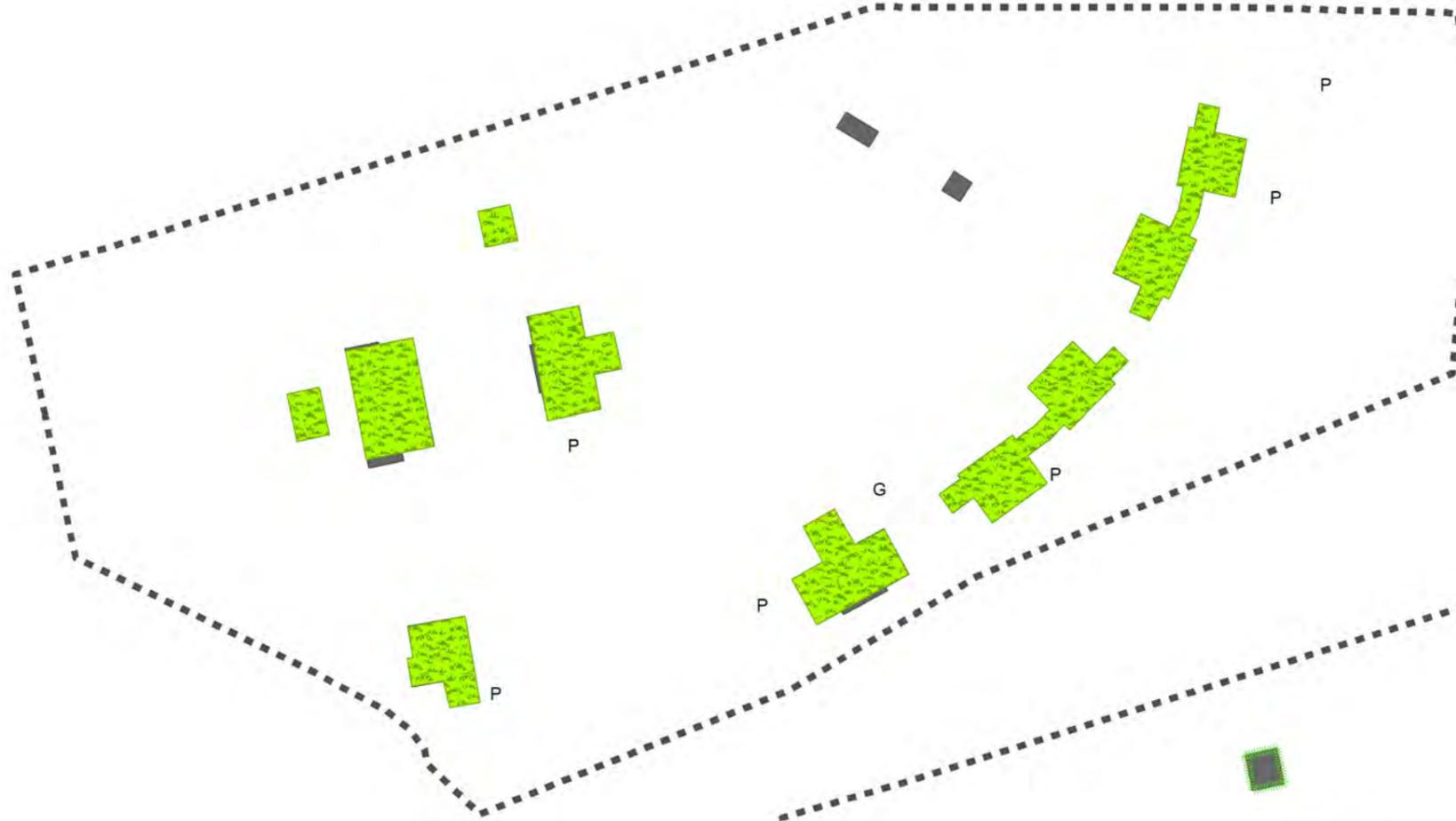


(Referenz: DIN A3)

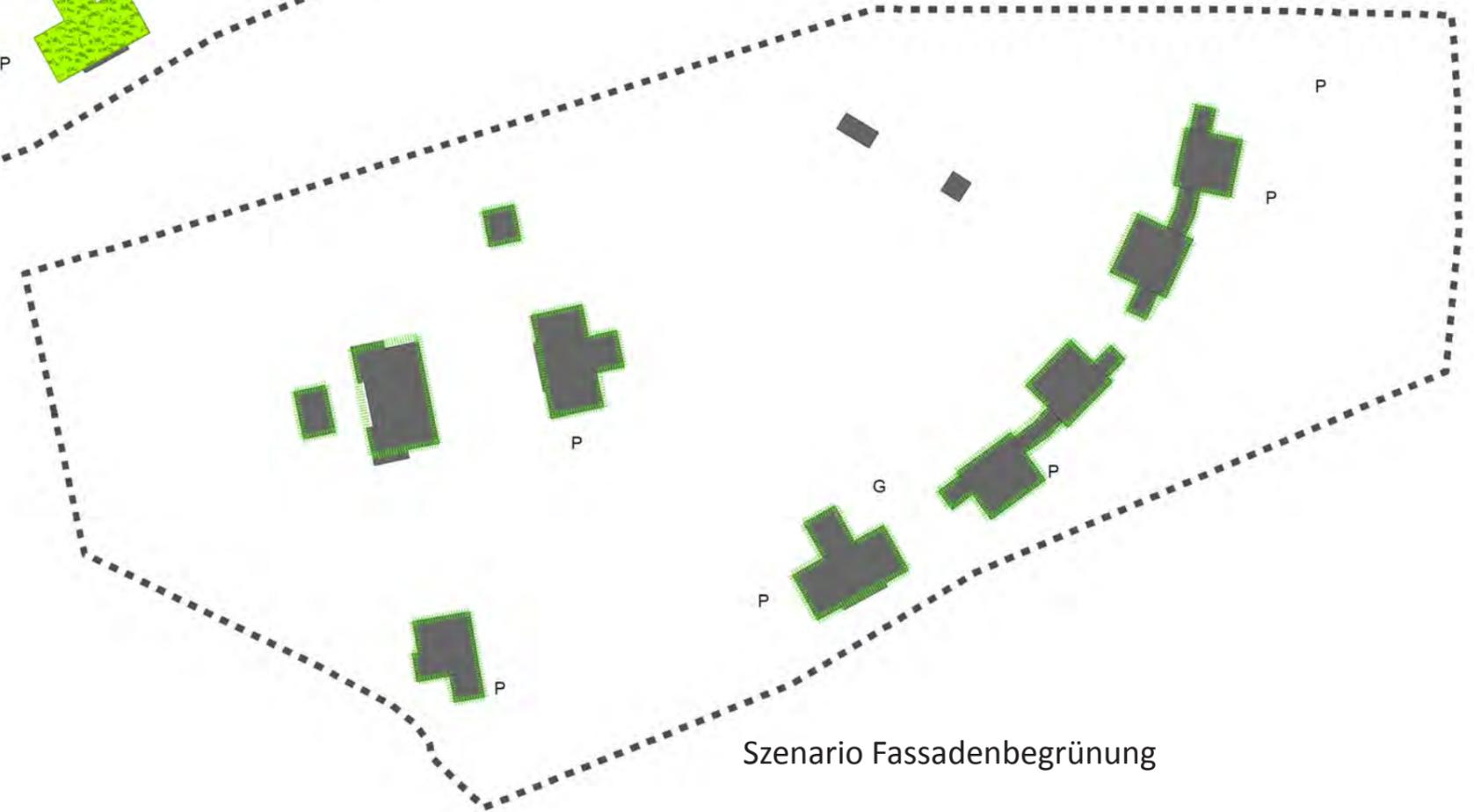




Szenario Dachbegrünung



Szenario Fassadenbegrünung



----- Abgrenzung

Bestand:

■ Sonstige (Neben)Gebäude

Potenzial:

■ Gebäude mit Dachbegrünung

■ Gebäude mit Fassadenbegrünung

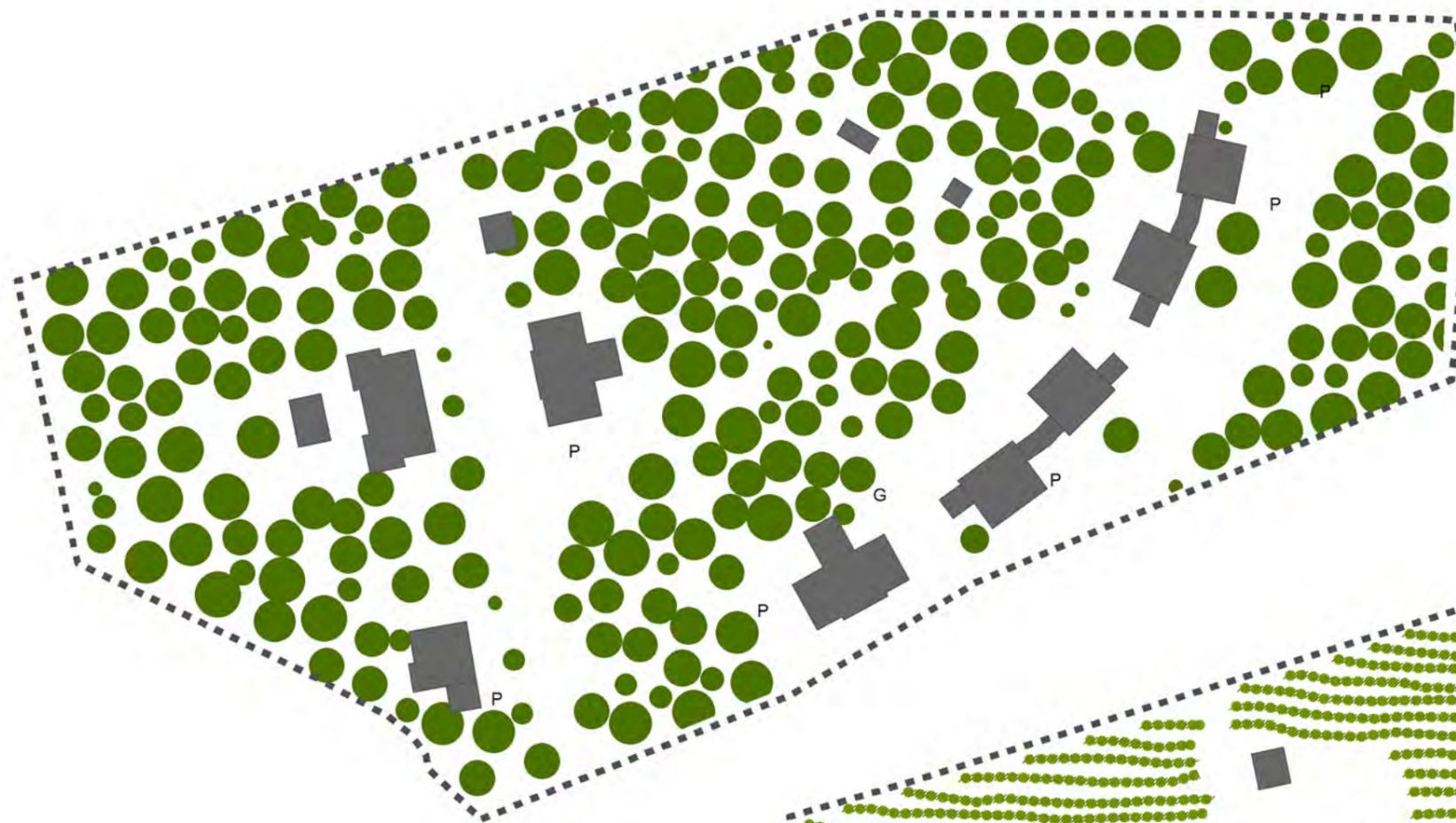
Maßstab: 1:1000



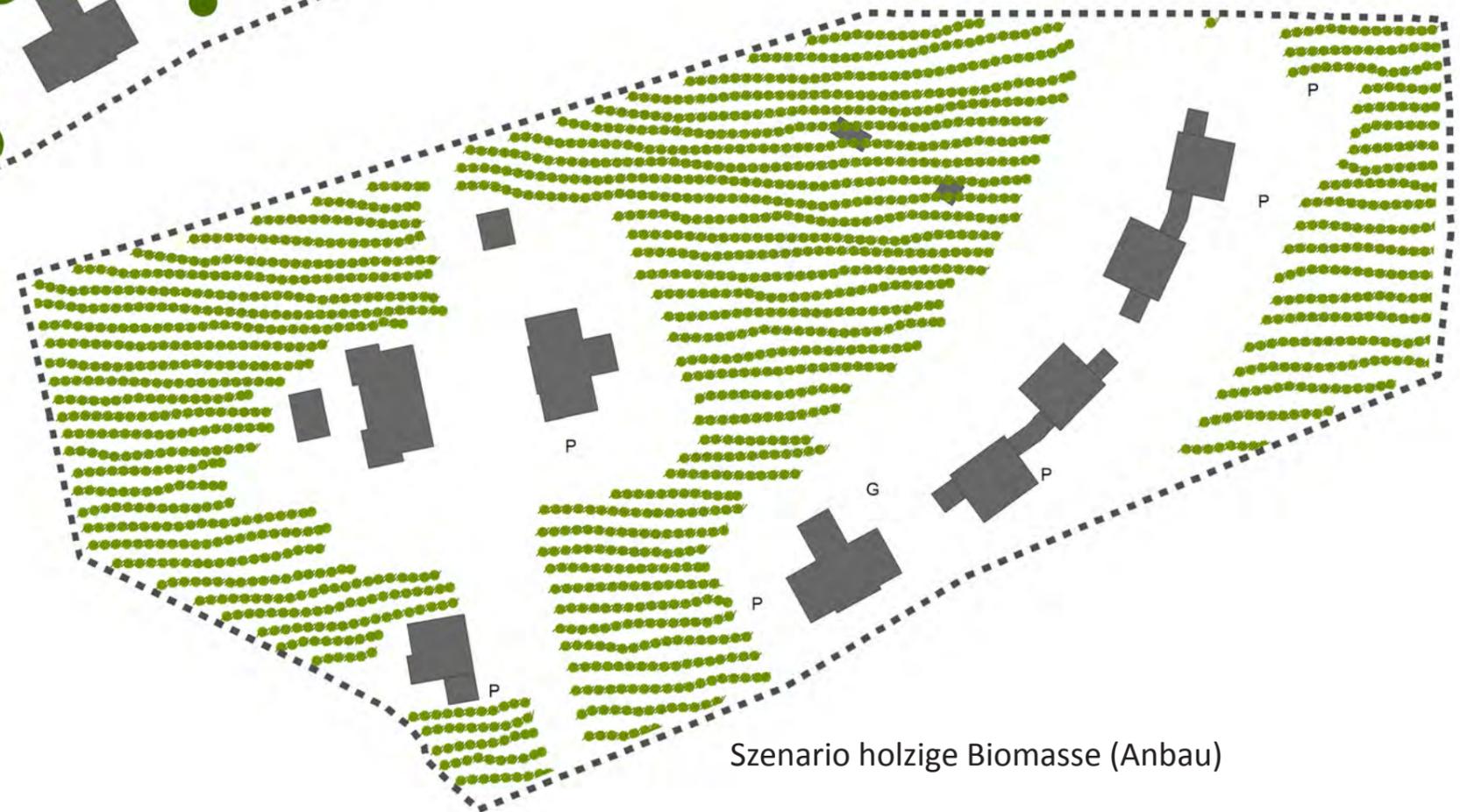
(Referenz: DIN A3)



Szenario holzige Biomasse (Pflege)



Szenario holzige Biomasse (Anbau)



----- Abgrenzung

Bestand:

■ Gebäude

Erweiterter Bestand:

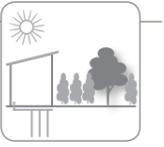
● Bäume (in Pflege)

■ Baumreihen (im Anbau)

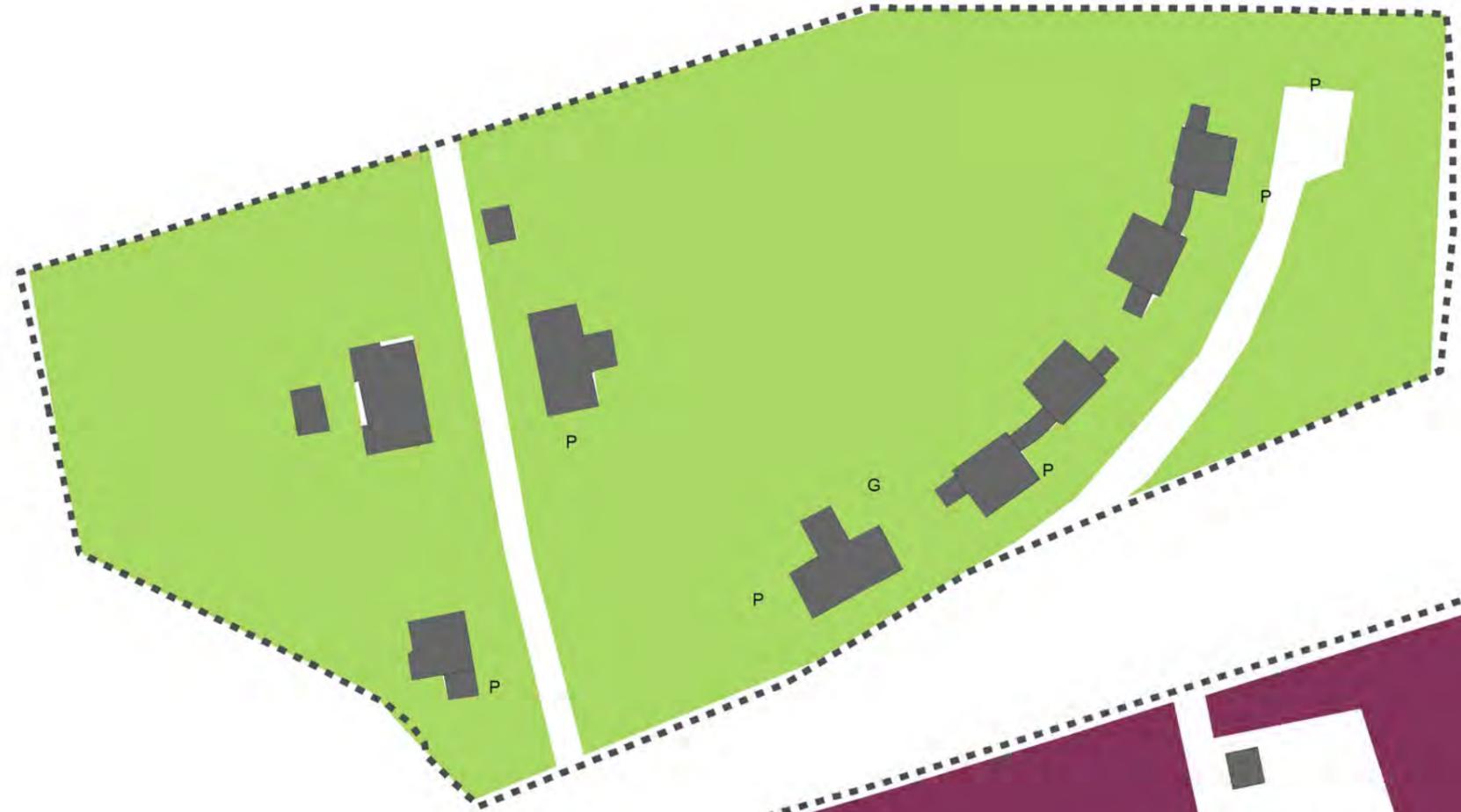
Maßstab: 1:1000



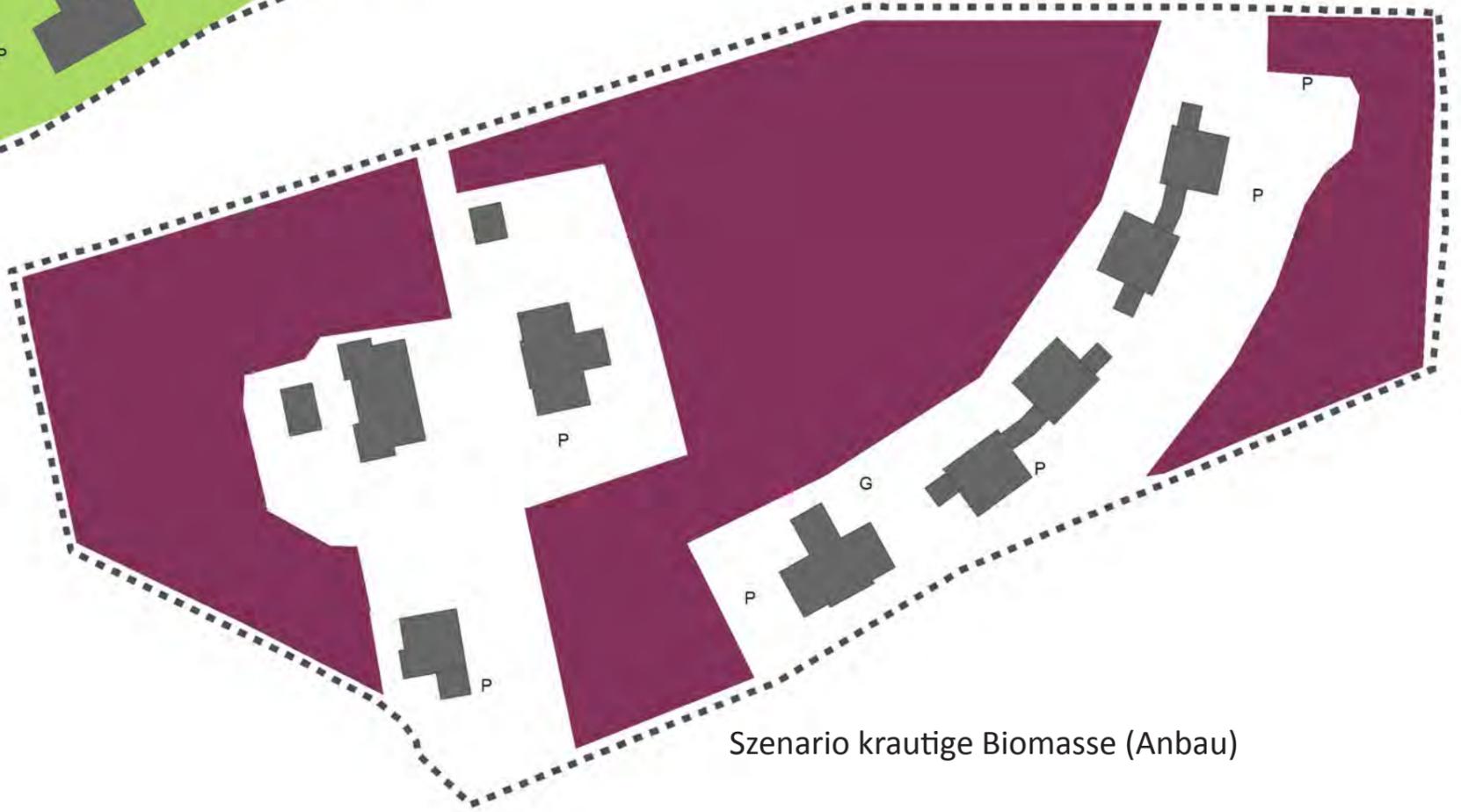
(Referenz: DIN A3)



Szenario krautige Biomasse (Pflege)



Szenario krautige Biomasse (Anbau)



----- Abgrenzung

Bestand:

■ Gebäude

Potenzial:

■ Krautige Biomasse (in Pflege)

■ Krautige Biomasse

Maßstab: 1:1000



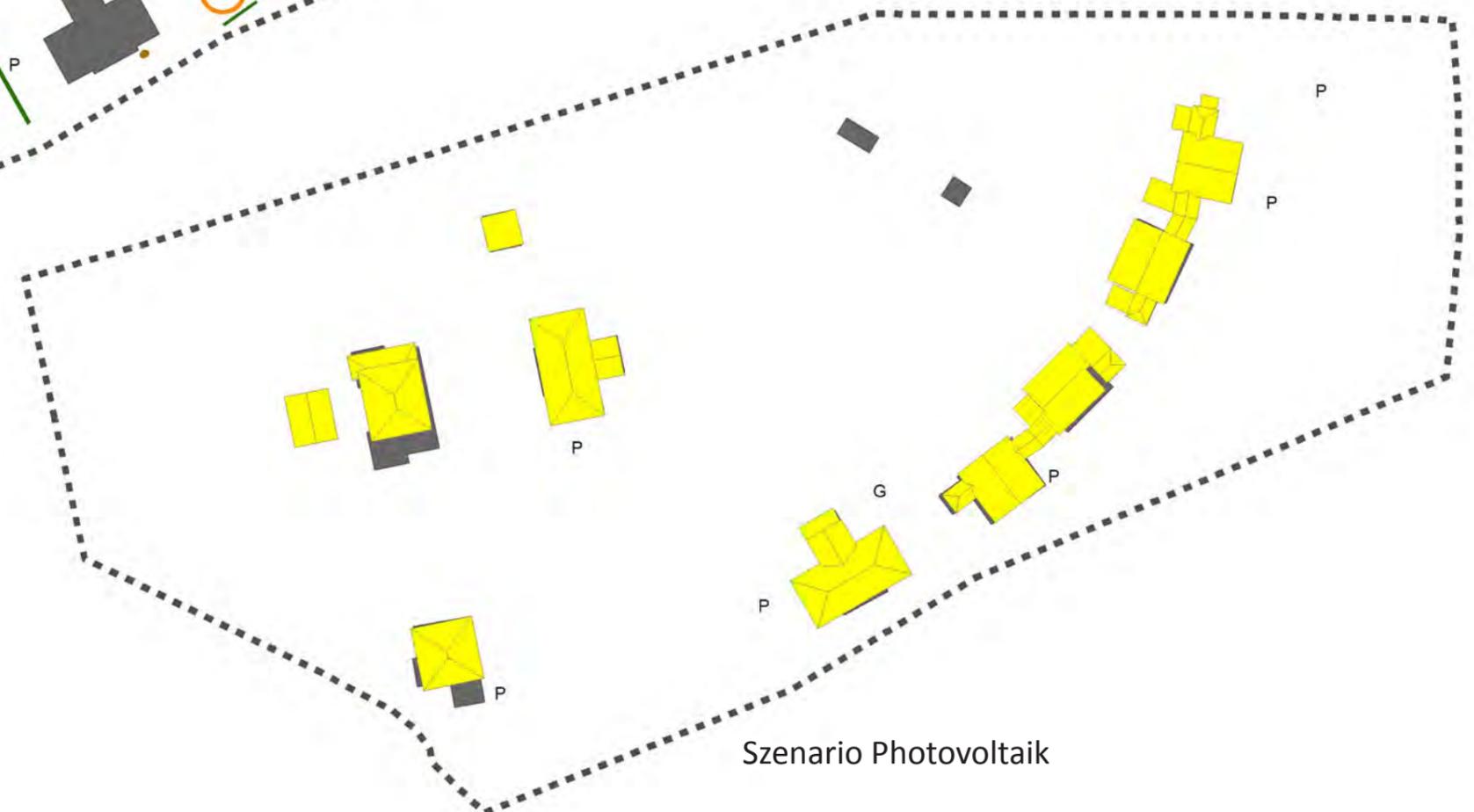
(Referenz: DIN A3)



Szenario Geothermie



Szenario Photovoltaik



----- Abgrenzung

Bestand:

● Baum / stark bewaldete Fläche

● Strauch / Gestrüppfläche

■ Gebäude

■ Sonstige (Neben)gebäude

Potenzial:

○ Geothermiesonden

■ Gebäudedächer mit PV-Anlagen

Maßstab: 1:1000



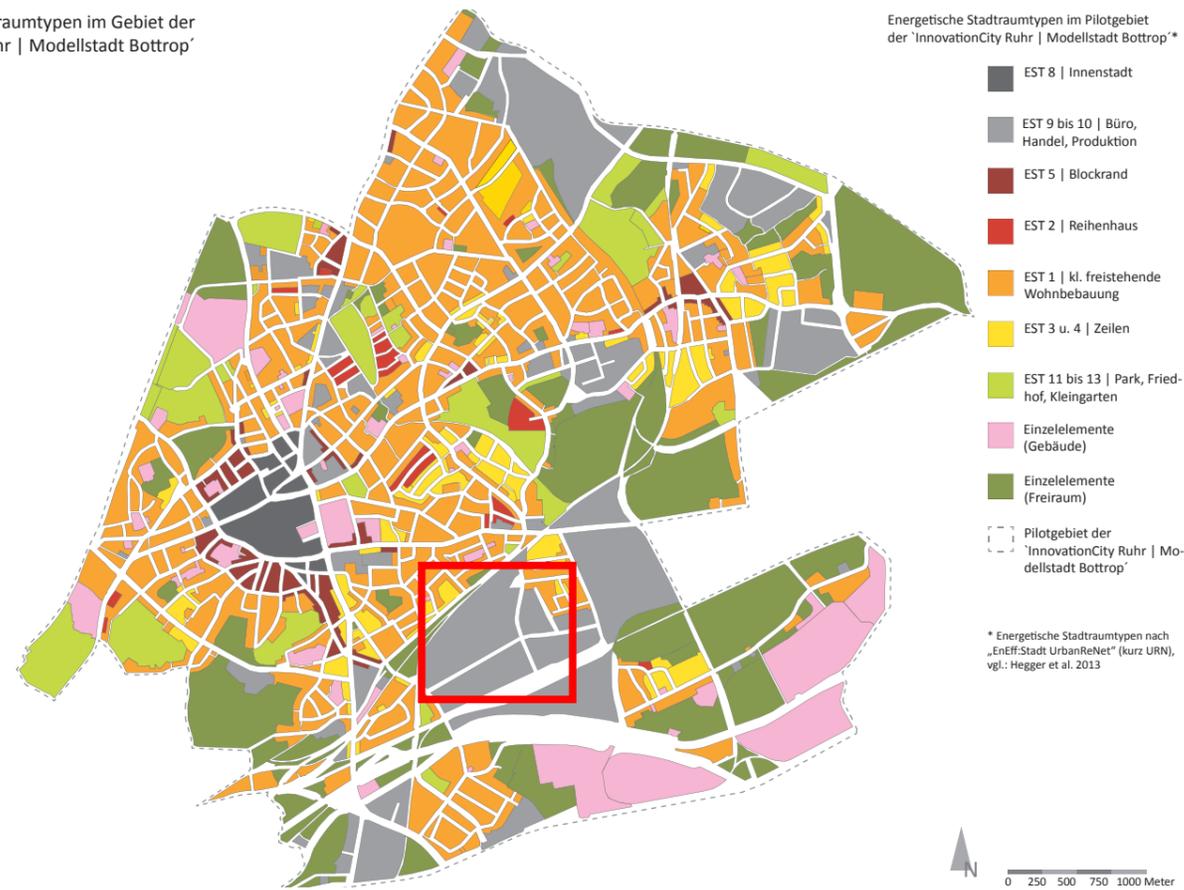
(Referenz: DIN A3)

## 10. Steckbriefe „An der Kippenburg“



## Verortung

Energetische Stadtraumtypen im Gebiet der 'InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop'



Lage im Innovation City Gebiet

Lage im ICR-Gebiet:

Stadtteil:

Energetischer Stadtraumtyp:

Nutzung:

Größe:

Netto-Grundstücksfläche:

Baujahr:

Sanierungspotenzial

Geschossigkeit

Eigentümer:

Denkmalschutz:

Angrenzende Freiflächen:

zentral

Ebel / Welheim

EST 10 - Gewerbe und Industrie

Gewerbe

ca. 44,5 Hektar

ca. 42,1 Hektar

nach 1975

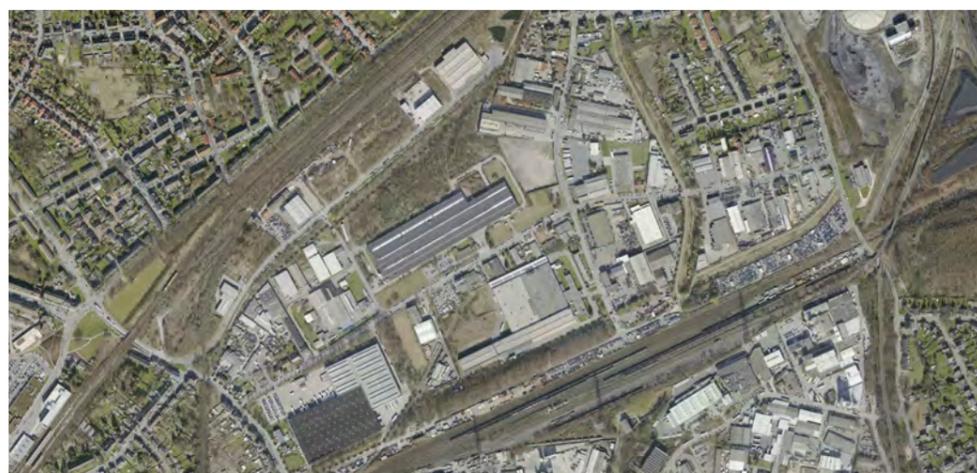
unterschiedlich

1 bis 2

einzelne Unternehmen

keiner

Grünflächen, bewaldete Fläche



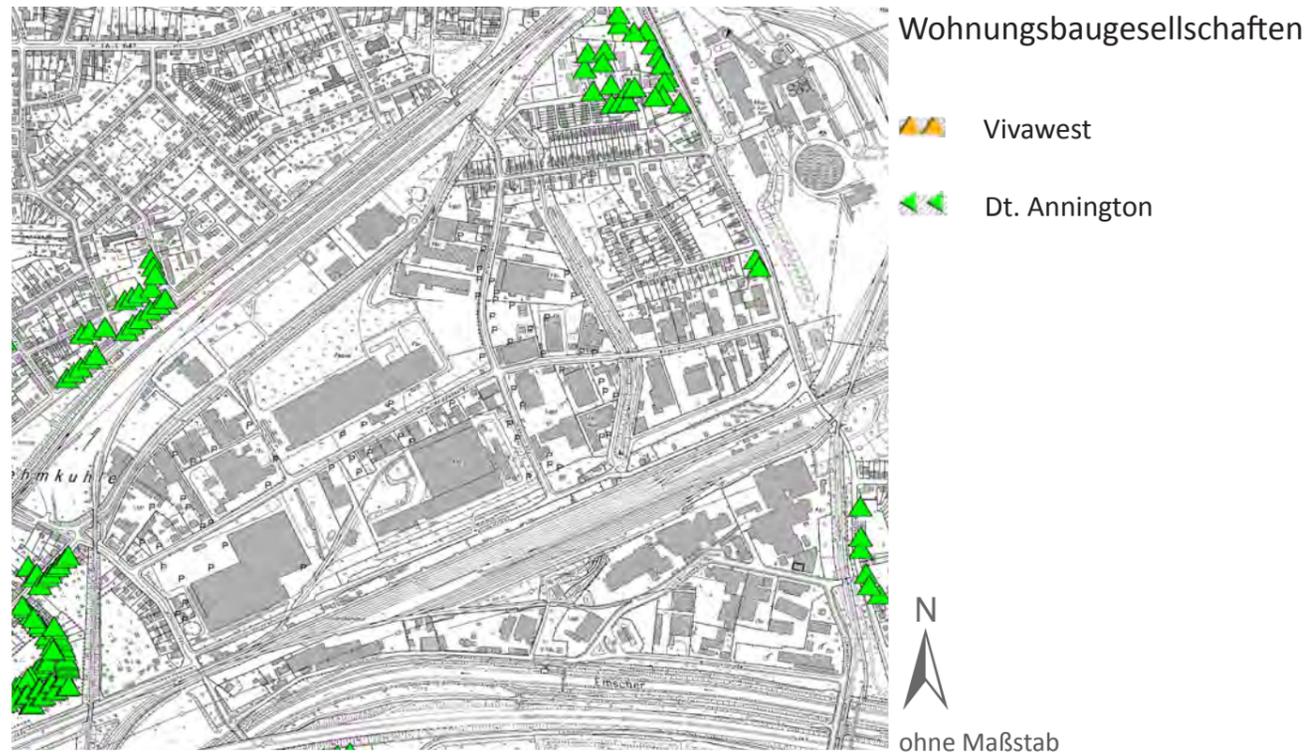
Luftbild des Betrachtungsraums (Stadt Bottrop)



Zentrale Freifläche und Blick in die Sydowstraße (J. Gienke 2012)



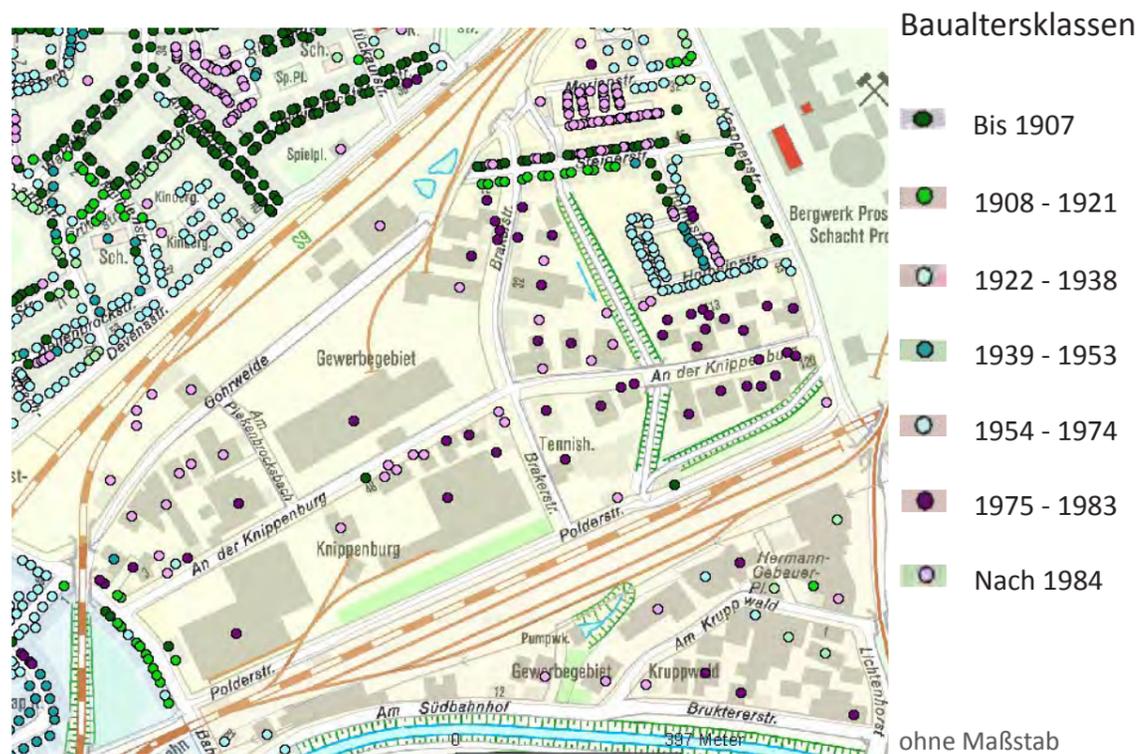
Siedlungsstruktur



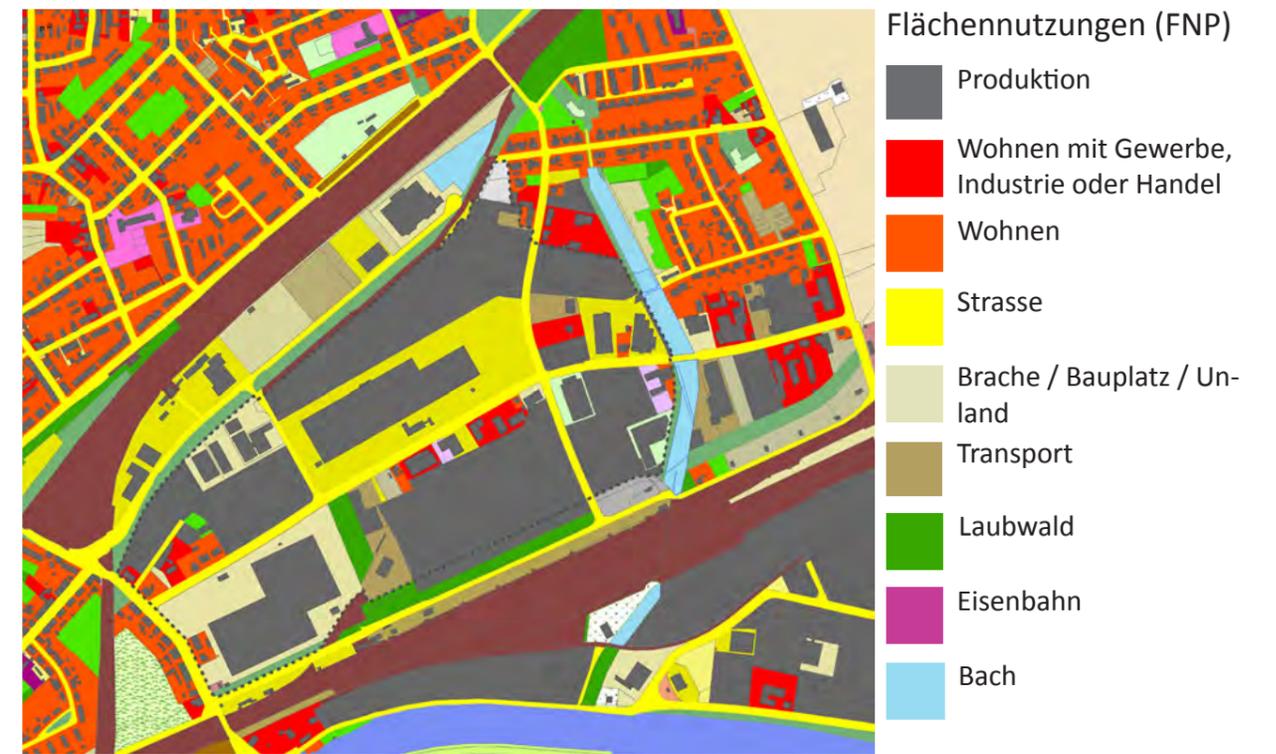
Eigentümerstruktur (Stadt Bottrop)



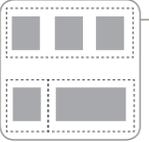
Innere und äußere Abgrenzung des Untersuchungsgebietes (J. Gienke 2014)



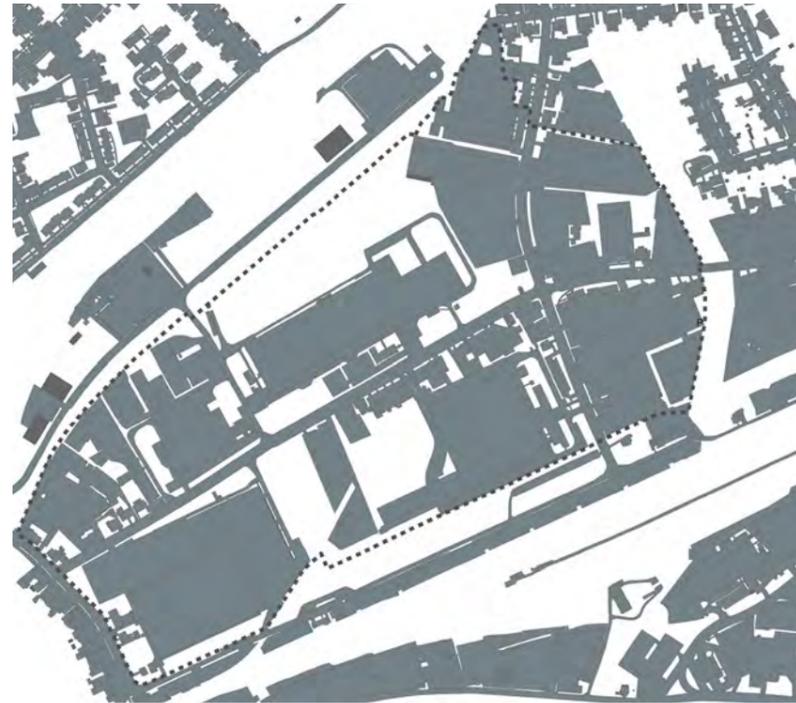
Baualtersklassen und Denkmalschutz (Stadt Bottrop)



Ausschnitt aus dem Flächennutzungsplan (Stadt Bottrop)



## Siedlungsstruktur

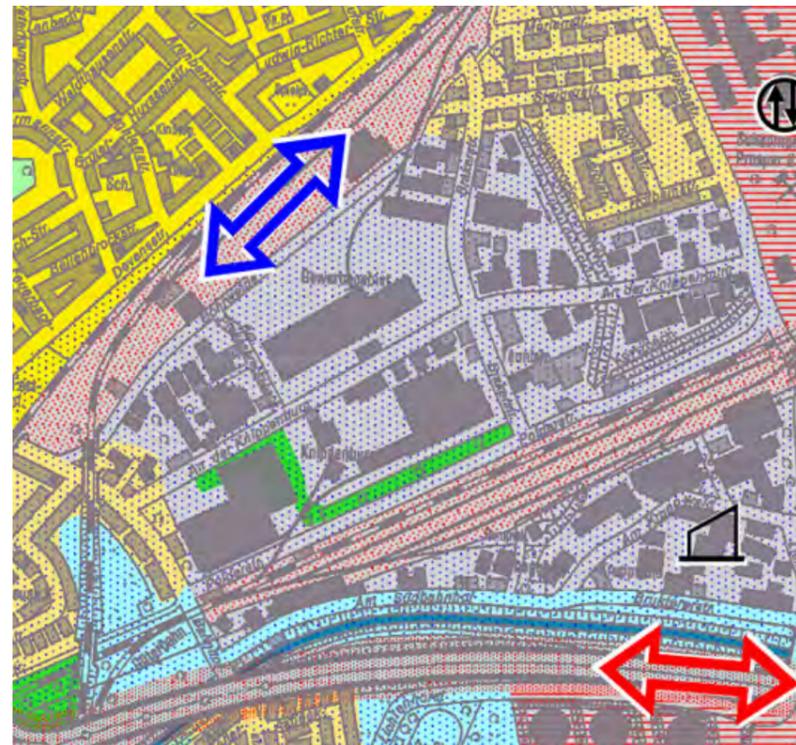


### Flächenverwendung

 Versiegelte Flächen

ohne Maßstab

Flächenverwendung Ist-Zustand (Stadt Bottrop)



### Klimatope

 Kaltluftsammlbereich und Niederungsbereich (Bildung von nächtlichen Bodeninversionen und erhöhte Bodennebelgefahr, Luftleitbahn)

 Gewerbeklima (bei hoher Versiegelung starke sommerliche Aufheizung, relativ trocken, häufig viele Emissionen)

 Waldklima (gedämpfte Strahlungs- und Temperaturschwankungen, erhöhte Luftfeuchtigkeit, hohe Luftreinheit)

 Freilandklima (ungestörter Temperatur-/Feuchteverlauf, windoffen, normale Strahlung, Frischluft)

 Industrieklima (hohe Schadstoffbelastung, Aufheizungen wegen Flächenversiegelung)

 mittelt mit lokaler Bedeutung

Klimakarte Ist-Zustand (Stadt Bottrop)

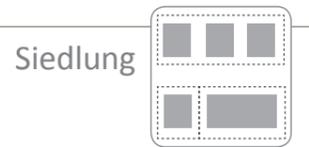
ohne Maßstab



ohne Maßstab

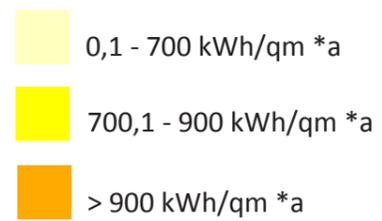
Freiflächenstruktur (J. Gienke 2012)

Potenzialkataster

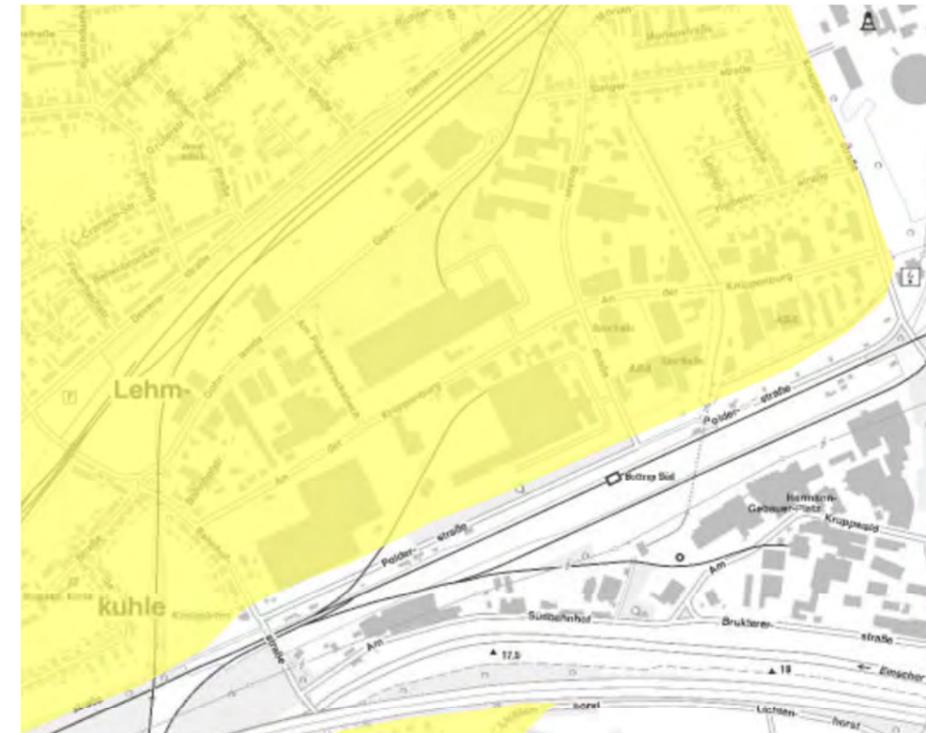


Potenzial für die PV-Nutzung (J. Gienke 2014)

Potenzial für Photovoltaik



ohne Maßstab

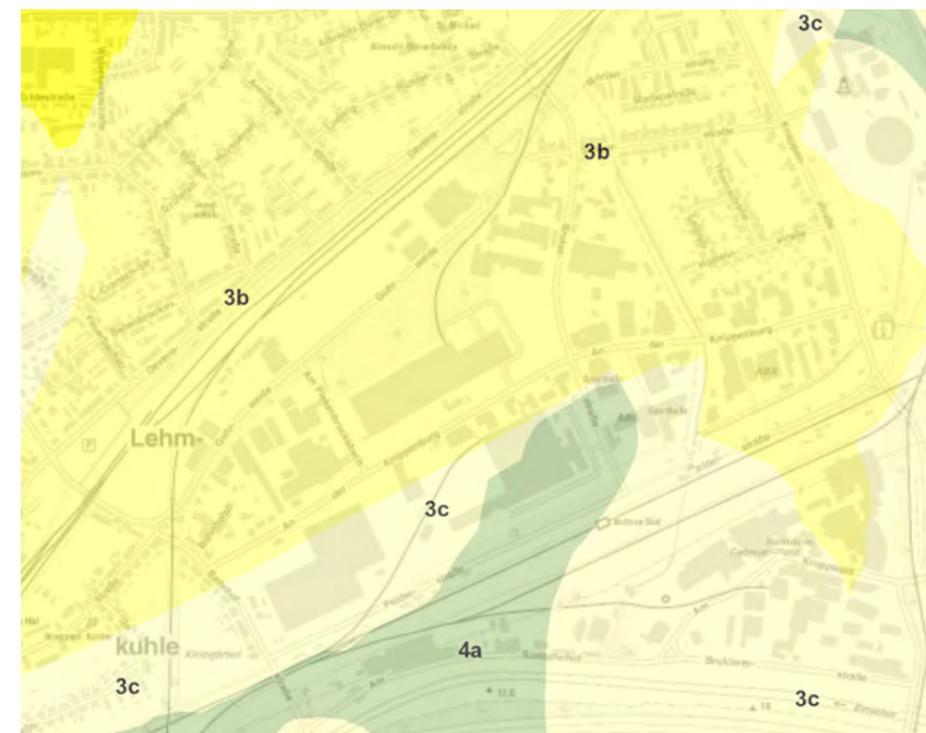


Geothermische Ergiebigkeit



Geothermie: Eignung für Erdwärmekollektoren (www.geothermie.nrw.de)

ohne Maßstab



Geothermische Ergiebigkeit bei 40 Metern Sondenlänge



Ergiebigkeit bei einer Sondenlänge von 40 Metern (www.geothermie.nrw.de)

ohne Maßstab



-  Gebäude
-  Beet
-  Rasen
-  Wiese
-  Schnittgehölz
-  Gelenkte Sukzession (1-jährig)
-  Gelenkte Sukzession (2-jährig)
-  Baum / stark bewaldete Fläche
-  Strauch / Gestrüppfläche

Maßstab: 1:5000



(Referenz: DIN A3)

Maßstab: 1:5000



(Referenz: DIN A3)

Bodennahe Freiflächen

Raubedeutsame Freiraumelemente



- Erholung und Freizeit gemeinschaftlich
- Erholung und Freizeit öffentlich
- Erholung und Freizeit privat
- Grünfläche im Gewerbegebiet
- Ungenutzte Fläche und /oder Wald
- Versickerungsfläche
- Ver- und Entsorgung
- Kinderspiel
- Sitzmöglichkeiten
- Wohngebäude
- Sonstige Gebäude
- Verkehrsfläche
- Fußwege
- Lagerfläche
- P Parkplatz
- G Garage
- ↔ Zuwegungen

Maßstab: 1:5000  
  
 (Referenz: DIN A3)

Maßstab: 1:5000  
  
 (Referenz: DIN A3)

Nutzungen

Nutzungen



----- Abgrenzung

Bestand:

- Sonstige (Neben)Gebäude
- Öffentliche Verkehrsfläche
- Öffentliche Grünfläche

Potenzial:

- Gebäude mit Dachbegrünung
- Gebäude mit Fassadenbegrünung

Maßstab: 1:5000



(Referenz: DIN A3)

Maßstab: 1:5000



(Referenz: DIN A3)

Szenario Dachbegrünung

Szenario Fassadenbegrünung



- Abgrenzung
- Bestand:
  - Gebäude
  - Öffentliche Verkehrsfläche
  - Öffentliche Grünfläche
- Erweiterter Bestand:
  - Bäume (in Pflege)
- Potenzial:
  - Baumreihen (im Anbau)

Maßstab: 1:5000  
0 40 80 Meter  
(Referenz: DIN A3)

Maßstab: 1:5000  
0 40 80 Meter  
(Referenz: DIN A3)

Szenario holzige Biomasse (Pflege)

Szenario holzige Biomasse (Anbau)



- Abgrenzung
- Bestand:
  - Gebäude
  - Öffentliche Verkehrsfläche
  - Öffentliche Grünfläche
- Potenzial:
  - Krautige Biomasse (in Pflege)
  - Krautige Biomasse

Szenario krautige Biomasse (Pflege)

Szenario krautige Biomasse (Anbau)



Abgrenzung

Bestand:

● Baum / stark bewaldete Fläche

● Strauch / Gestrüppfläche

■ Gebäude

■ Öffentliche Verkehrsfläche

■ Öffentliche Grünfläche

Potenzial:

○ Geothermiesonden

Potenzial:

■ Gebäudedächer mit PV-Anlagen

Maßstab: 1:5000



(Referenz: DIN A3)

Maßstab: 1:5000



(Referenz: DIN A3)

Szenario Geothermie

Szenario Photovoltaik



--- Abgrenzung

Bestand:

-  Sonstige (Neben)gebäude
-  Öffentliche Verkehrsfläche
-  Öffentliche Grünfläche

Potenzial:

-  Gebäudedächer mit Solarthermie-Anlagen

Maßstab: 1:5000



(Referenz: DIN A3)

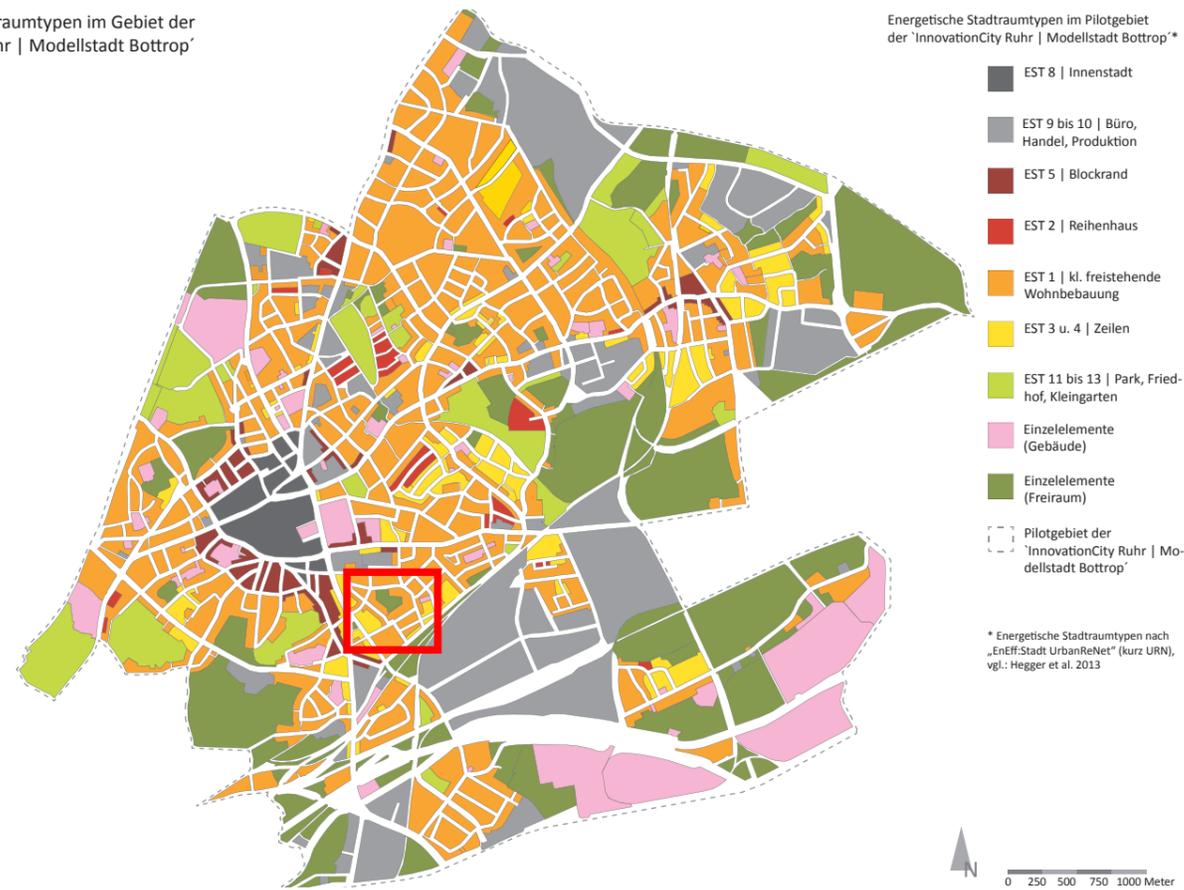
## Szenario Solarthermie

## 11. Steckbriefe „Wortmannstraße“



## Verortung

Energetische Stadtraumtypen im Gebiet der 'InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop'



Lage im IC Gebiet:

süd-östlich, zentral

Stadtteil:

Stadtmitte

Energetischer Stadtraumtyp:

EST 1 - freistehende Wohnbebauung

Nutzung:

Wohnen

Größe:

ca. 3,7 Hektar

Netto-Grundstücksfläche:

ca. 3,2 Hektar

Baujahr:

1908 - 1921

Sanierungspotenzial

niedrig

Geschossigkeit

1,5

Eigentümer:

Vivawest

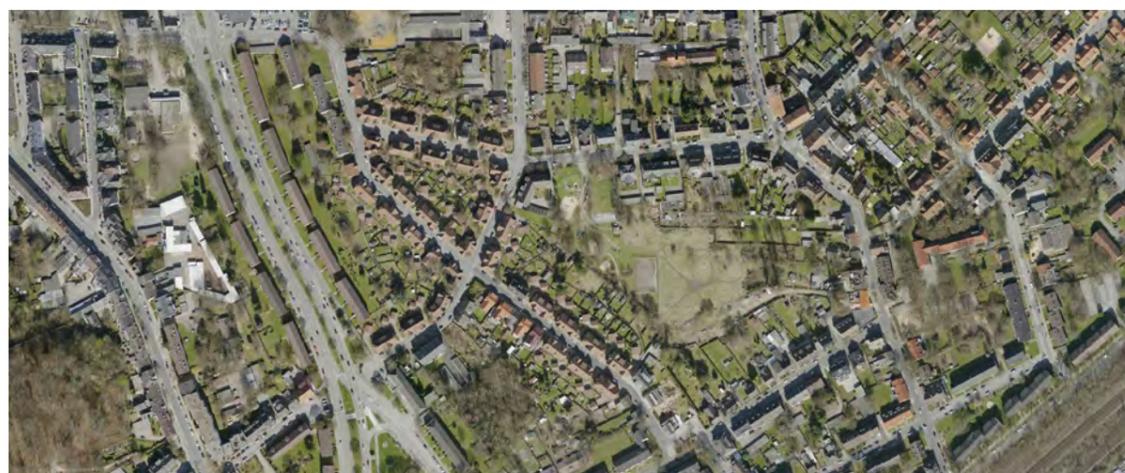
Denkmalschutz:

keiner

Angrenzende Freiflächen:

Bewaldete Flächen, Park, Sportanlage

Lage im Innovation City Gebiet



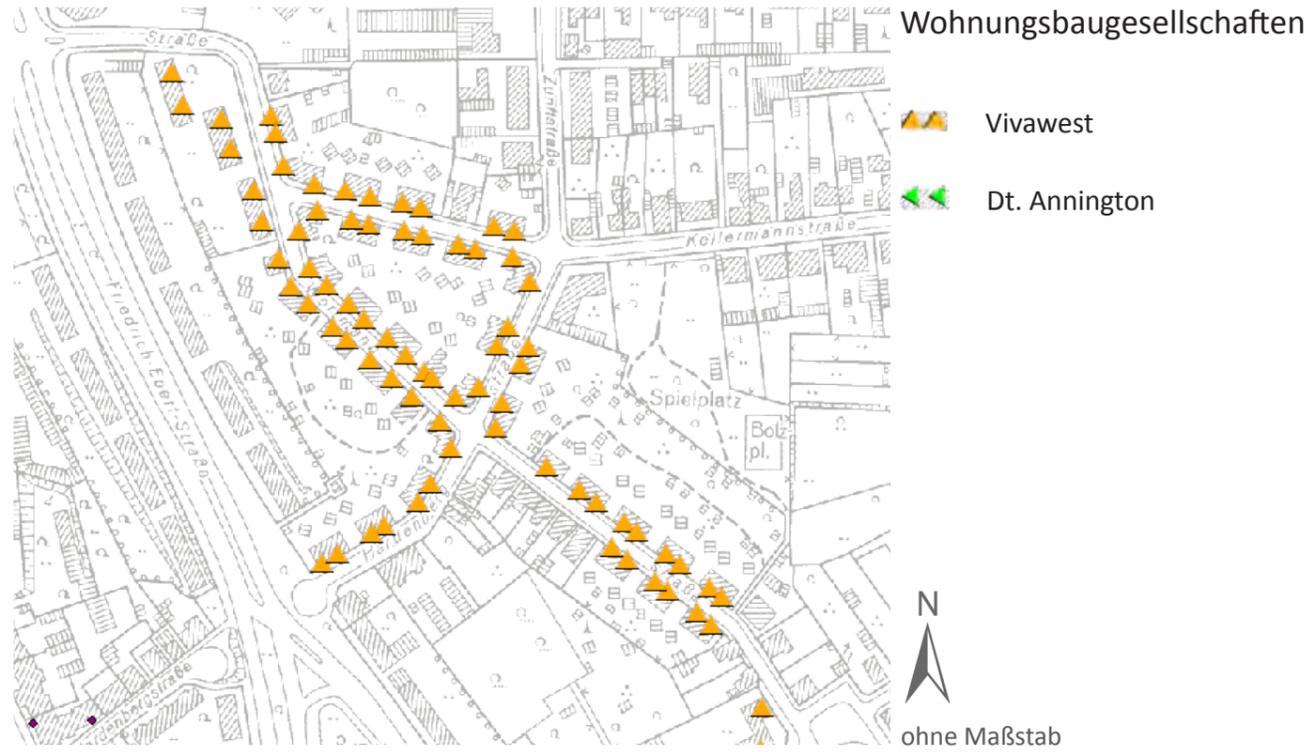
Luftbild des Betrachtungsraums (Stadt Bottrop)



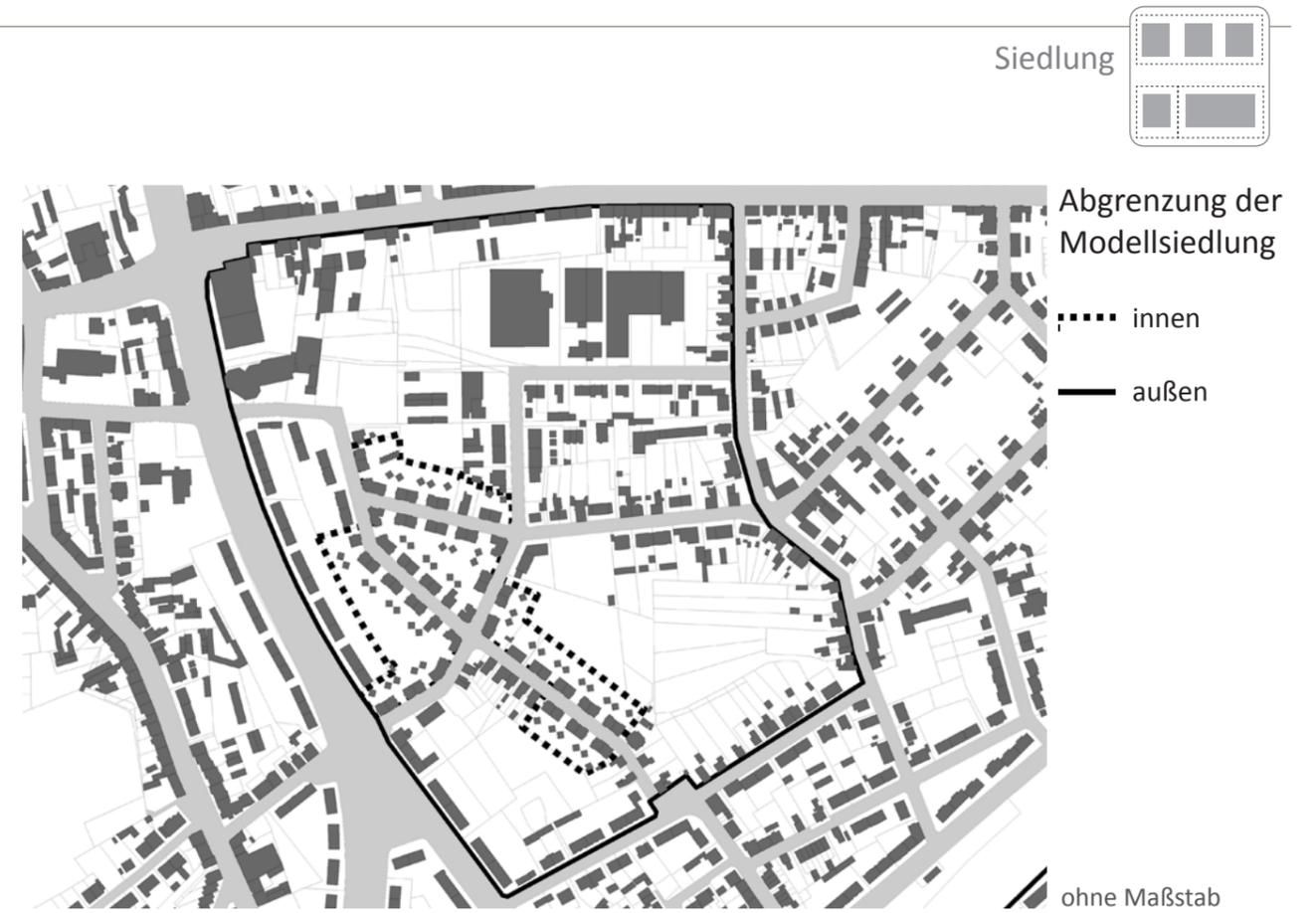
Zentrale Freifläche und Blick in die Sydowstraße (J. Gienke 2012)



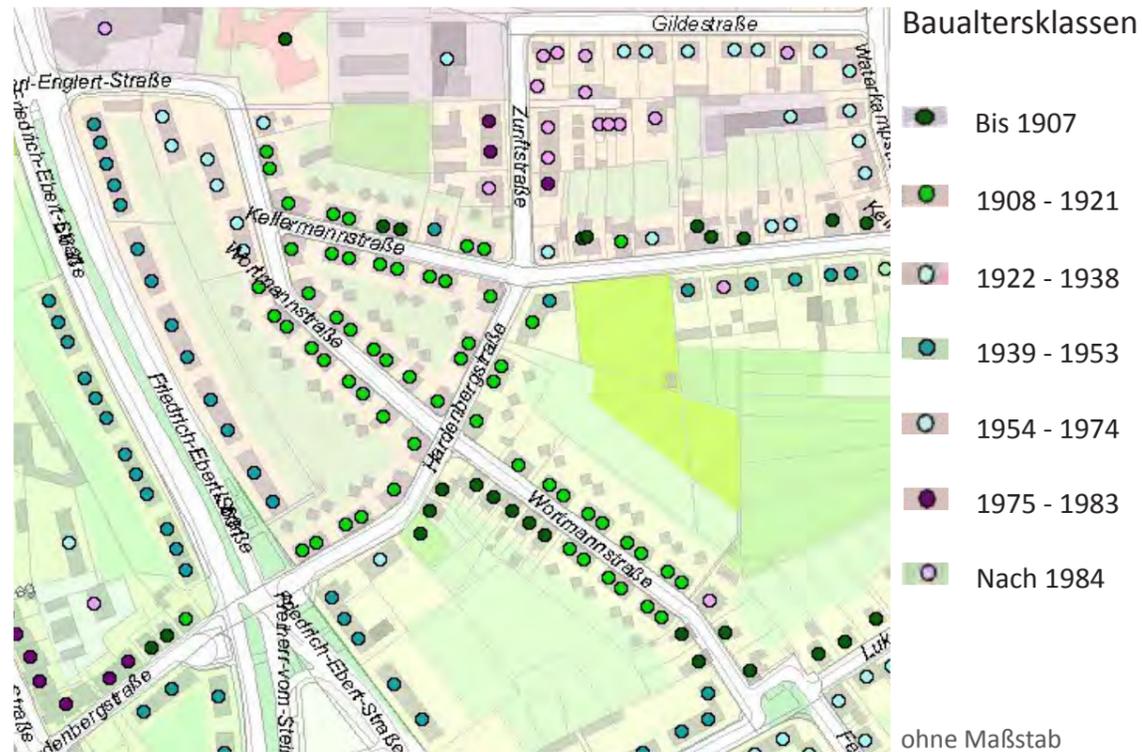
Siedlungsstruktur



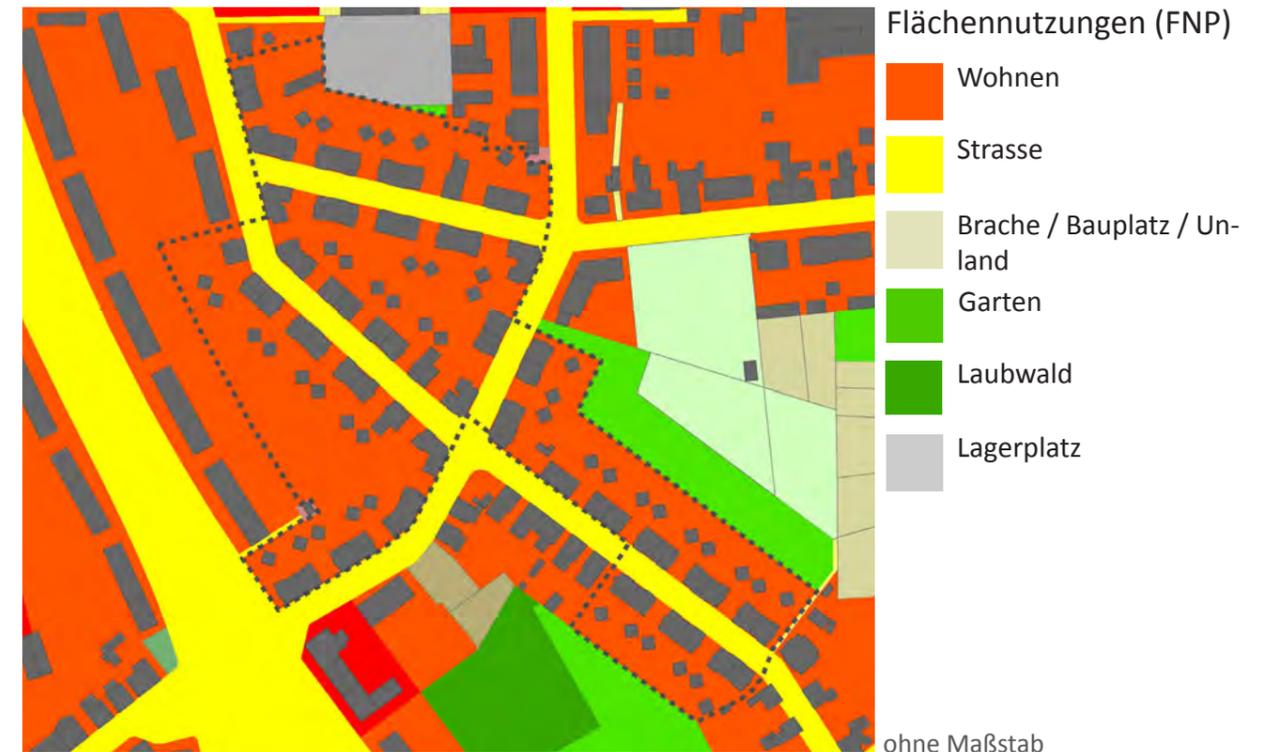
Eigentümerstruktur (Stadt Bottrop)



Innere und äußere Abgrenzung des Untersuchungsgebietes (J. Gienke 2014)



Baualtersklassen und Denkmalschutz (Stadt Bottrop)

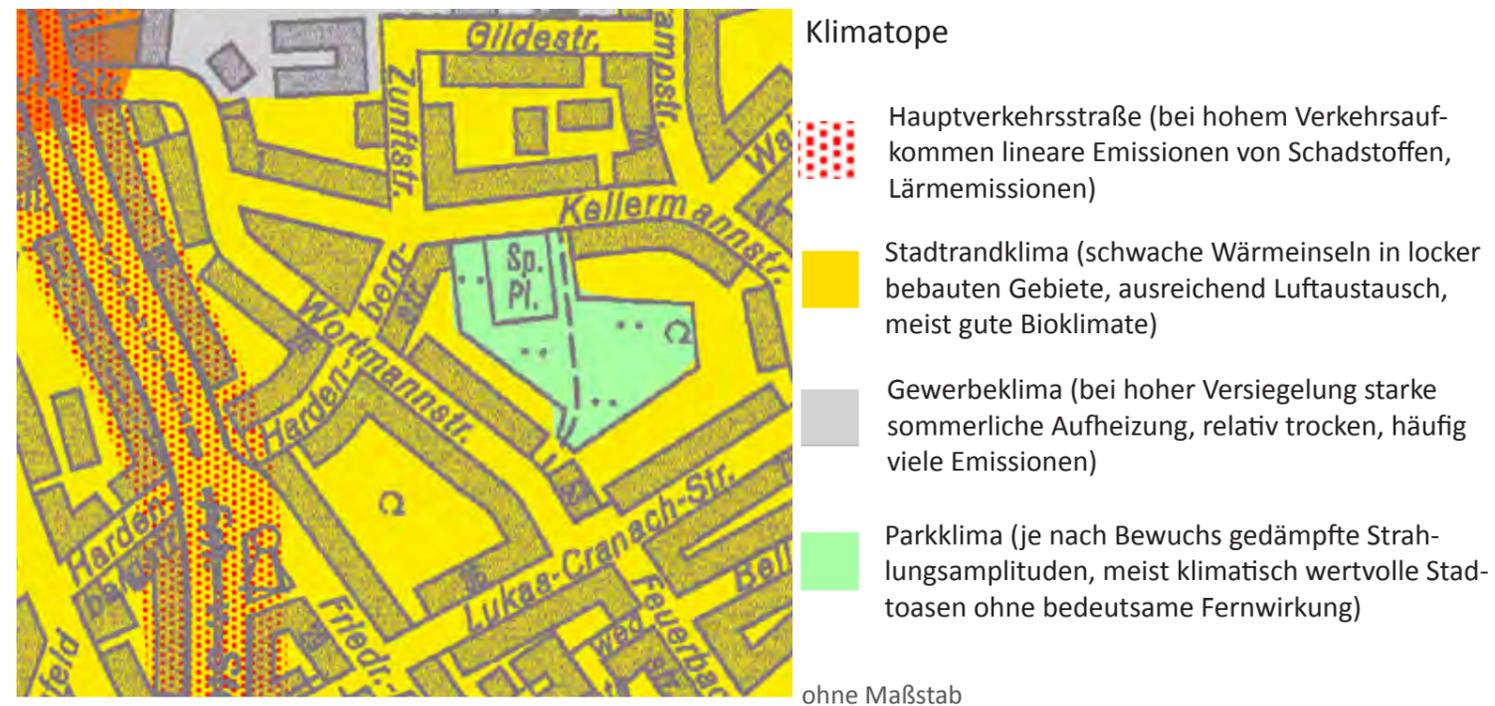


Ausschnitt aus dem Flächennutzungsplan (Stadt Bottrop)

### Siedlungsstruktur



Flächenverwendung Ist-Zustand (Stadt Bottrop)

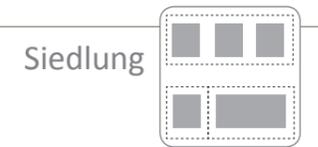


Klimakarte Ist-Zustand (Stadt Bottrop)



Freiflächenstruktur (J. Gienke 2012)

Potenzialkataster



Potenzial für die PV-Nutzung (J. Gienke 2014)

Potenzial für Photovoltaik

- 0,1 - 700 kWh/qm \*a
- 700,1 - 900 kWh/qm \*a
- > 900 kWh/qm \*a

ohne Maßstab

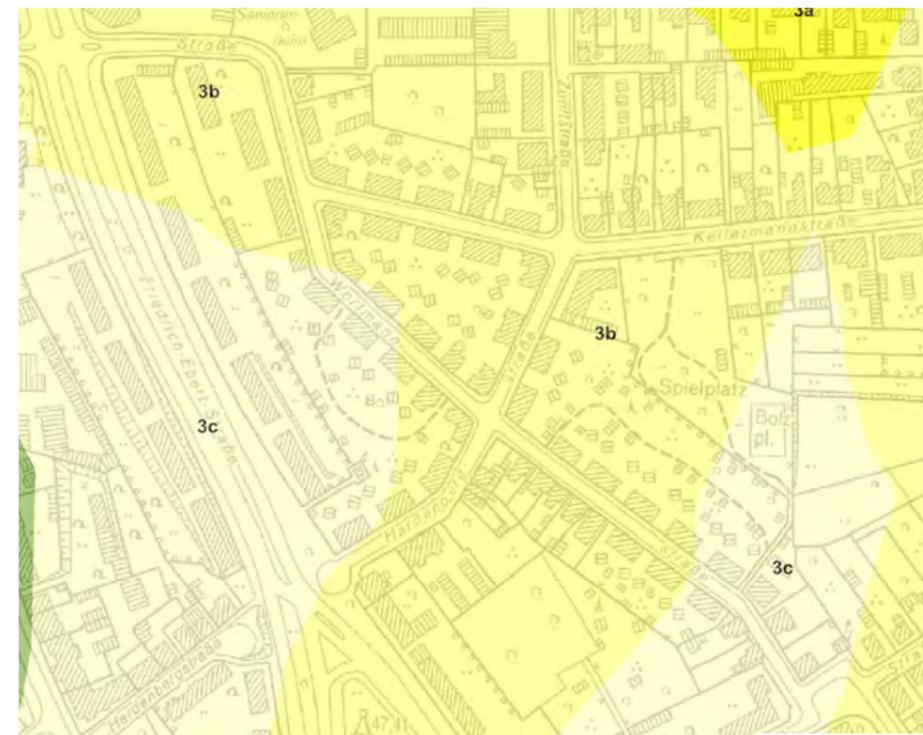


Geothermische Ergiebigkeit

- hoch
- mittel
- niedrig

ohne Maßstab

Geothermie: Eignung für Erdwärmekollektoren (www.geothermie.nrw.de)



Geothermische Ergiebigkeit bei 40 Metern Sondenlänge

- 3a mittel bis hoch
- 3b mittel
- 3c niedrig bis mittel
- 4a kritisch

ohne Maßstab

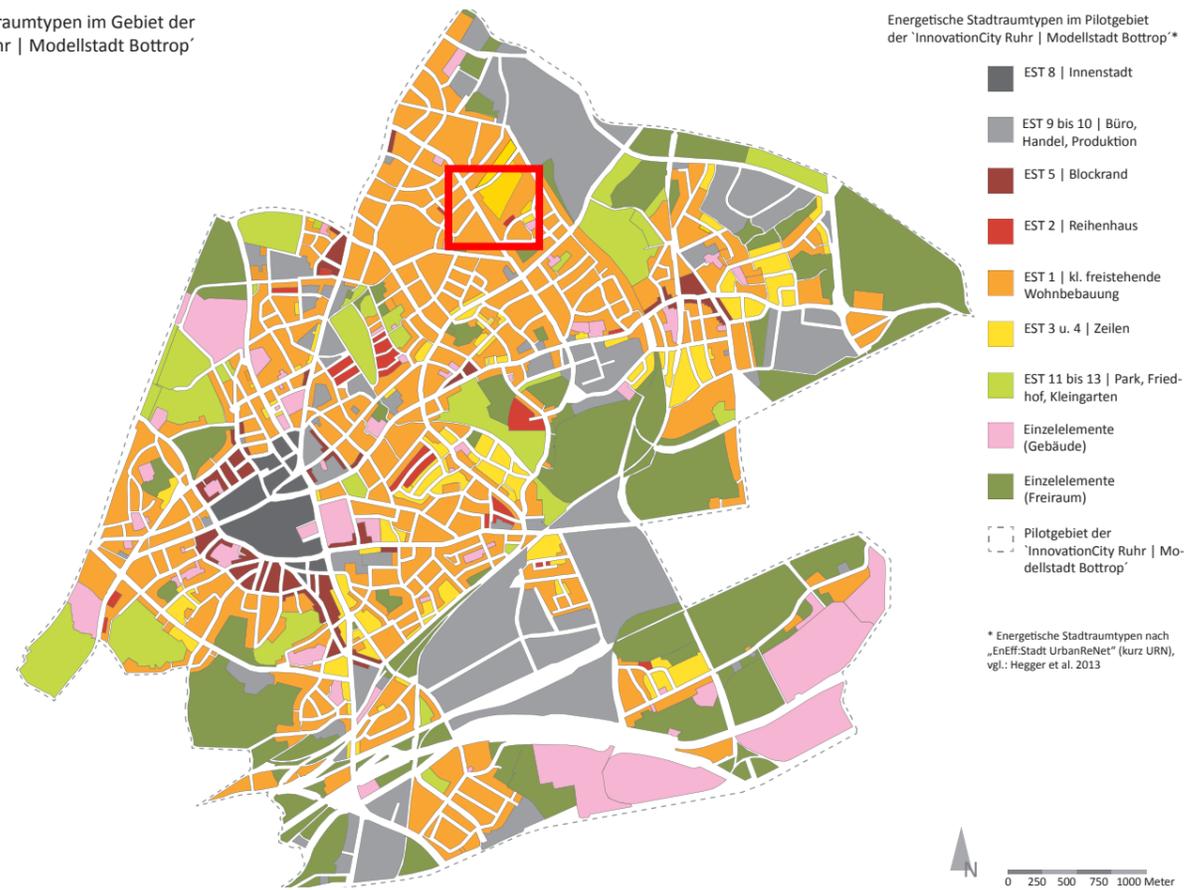
Ergiebigkeit bei einer Sondenlänge von 40 Metern (www.geothermie.nrw.de)

## 12. Steckbriefe „Trappenstraße“



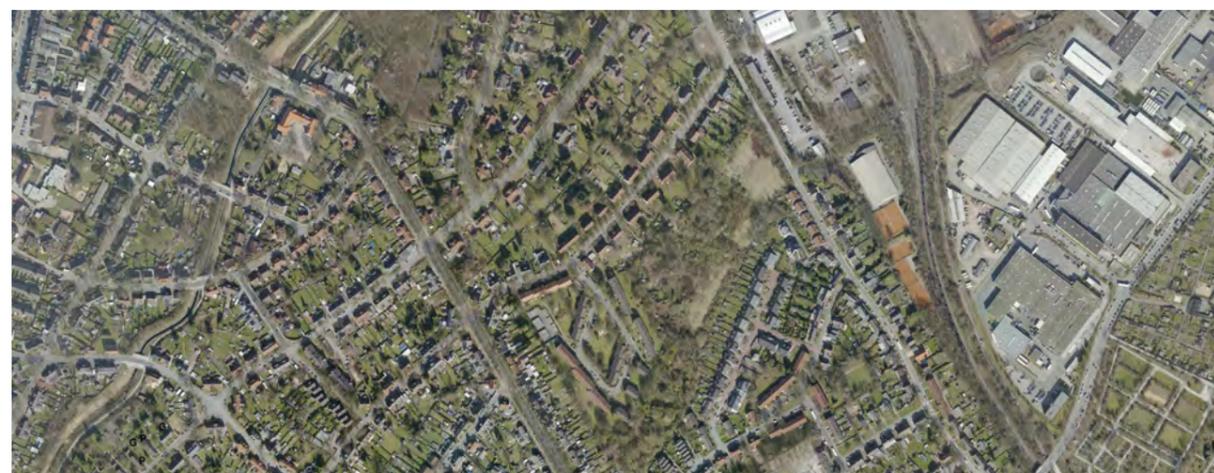
Verortung

Energetische Stadtraumtypen im Gebiet der 'InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop'



Lage im Innovation City Gebiet

Lage im ICR-Gebiet:	nördlich
Stadtteil:	Eigen
Energetischer Stadraumtyp:	EST 3 - Zeilenbebauung niedriger Dichte
Nutzung:	Wohnen
Größe:	ca. 5,8 Hektar
Netto-Grundstücksfläche:	ca. 5,2 Hektar
Baujahr:	1954 - 1974
Sanierungspotenzial	unterschiedlich
Geschossigkeit	2,5 bis 3,5
Eigentümer:	Dt. Annington
Denkmalschutz:	keiner
Angrenzende Freiflächen:	Grünflächen, bewaldete Fläche



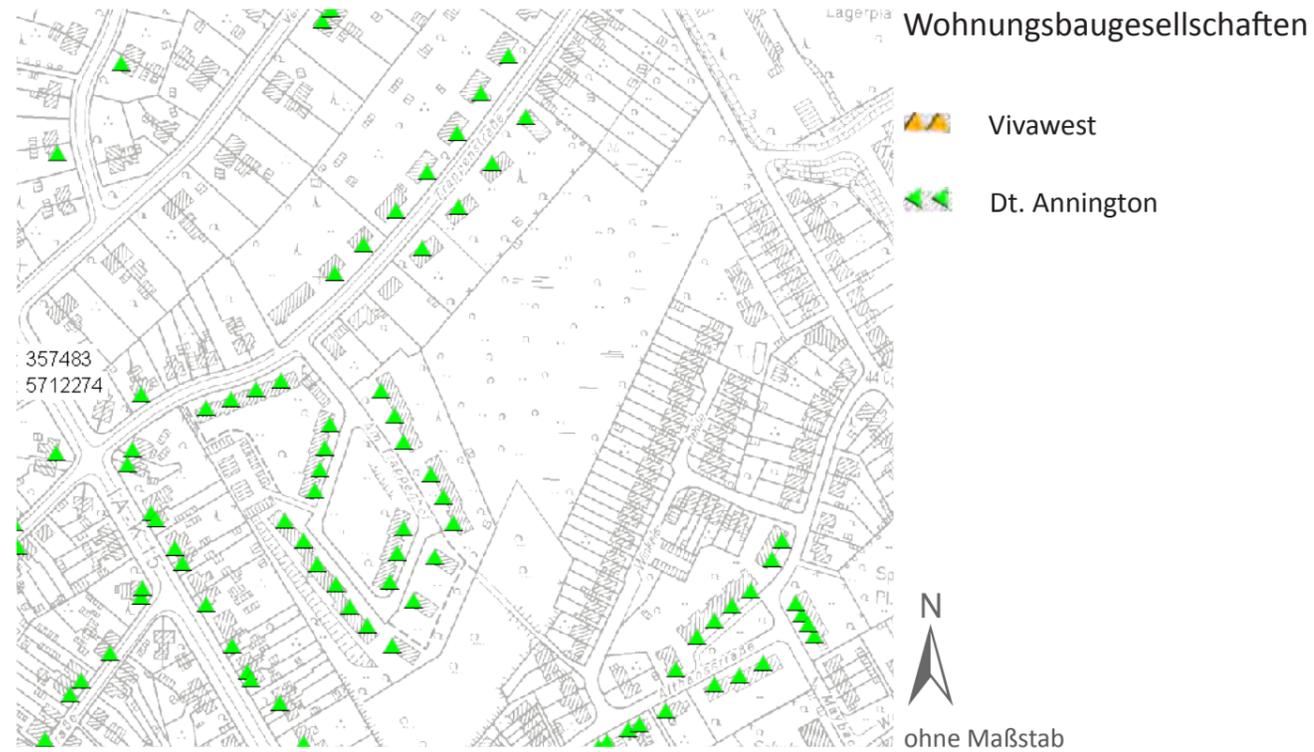
Luftbild des Betrachtungsraums (Stadt Bottrop)



Zentrale Freifläche und Blick in die Sydowstraße (J. Gienke 2012)



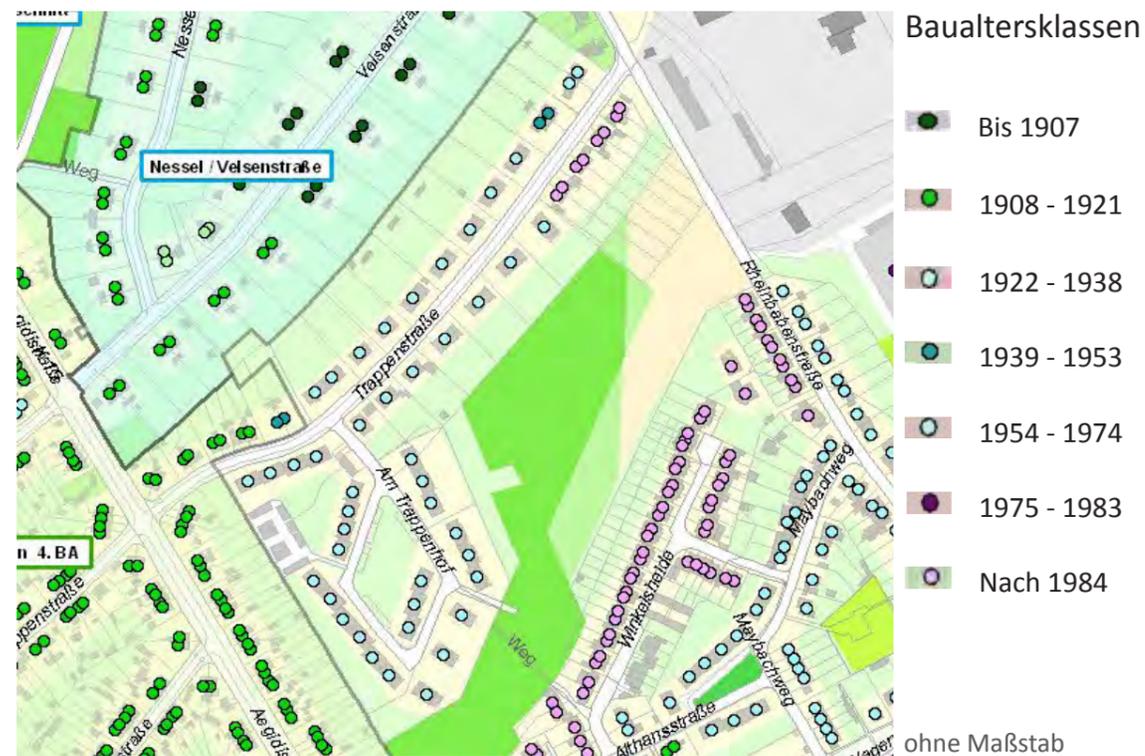
Siedlungsstruktur



Eigentümerstruktur (Stadt Bottrop)



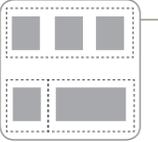
Innere und äußere Abgrenzung des Untersuchungsgebietes (J. Gienke 2014)



Baualtersklassen und Denkmalschutz (Stadt Bottrop)



Ausschnitt aus dem Flächennutzungsplan (Stadt Bottrop)



## Siedlungsstruktur



### Flächenverwendung

Versiegelte Flächen

ohne Maßstab

Flächenverwendung Ist-Zustand (Stadt Bottrop)



### Klimatope

Stadtrandklima (schwache Wärmeinseln in locker bebauten Gebiete, ausreichend Luftaustausch, meist gute Bioklimate)

Gewerbeklima (bei hoher Versiegelung starke sommerliche Aufheizung, relativ trocken, häufig viele Emissionen)

Waldklima (gedämpfte Strahlungs- und Temperaturschwankungen, erhöhte Luftfeuchtigkeit, hohe Luftreinheit)

Parkklima (je nach Bewuchs gedämpfte Strahlungsamplituden, meist klimatisch wertvolle Stadtoasen ohne bedeutsame Fernwirkung)

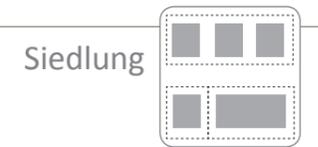
ohne Maßstab

Klimakarte Ist-Zustand (Stadt Bottrop)



Freiflächenstruktur (J. Gienke 2012)

Potenzialkataster



Potenzial für die PV-Nutzung (J. Gienke 2014)

Potenzial für Photovoltaik

- 0,1 - 700 kWh/qm \*a
- 700,1 - 900 kWh/qm \*a
- > 900 kWh/qm \*a

ohne Maßstab



Geothermische Ergiebigkeit

- hoch
- mittel
- niedrig

ohne Maßstab

Geothermie: Eignung für Erdwärmekollektoren (www.geothermie.nrw.de)



Geothermische Ergiebigkeit bei 40 Metern Sondenlänge

- 3a mittel bis hoch
- 3b mittel
- 3c niedrig bis mittel
- 4a kritisch

ohne Maßstab

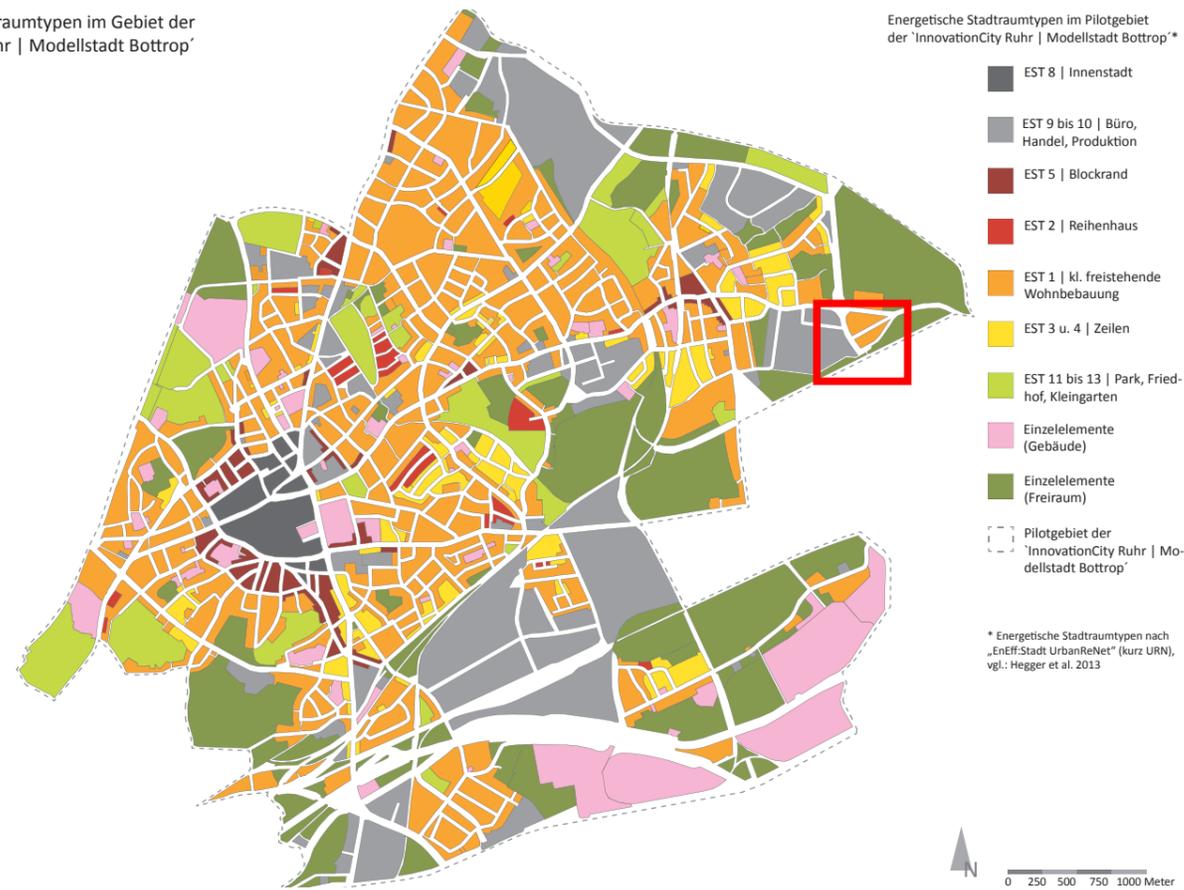
Ergiebigkeit bei einer Sondenlänge von 40 Metern (www.geothermie.nrw.de)

## 13. Steckbriefe „In Boymannsheide“



## Verortung

Energetische Stadtraumtypen im Gebiet der 'InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop'



Lage im IC Gebiet:

nord-östlich, Randlage

Stadtteil:

Boy

Energetischer Stadraumtyp:

EST 1 - freistehende Bebauung

EST 3 - Zeilenbebauung niedriger Dichte

Nutzung:

Wohnen

Größe:

ca. 5 Hektar

Netto-Grundstücksfläche:

ca. 4,7 Hektar

Baujahr:

1908 - 1921

Sanierungspotenzial

unterschiedlich

Geschossigkeit

1,5 bis 2,5

Eigentümer:

Einzeleigentümer und Dt. Annington

Denkmalschutz:

z.T. Denkmalbereich

Angrenzende Freiflächen:

Wald, Landwirtschaft

Lage im Innovation City Gebiet



Luftbild des Betrachtungsraums (Stadt Bottrop)



Zentrale Freifläche und Blick in die Sydowstraße (J. Gienke 2012)



Siedlungsstruktur



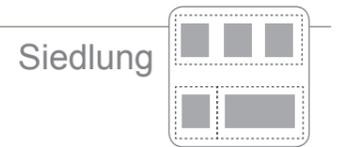
Wohnungsbaugesellschaften

-  Vivawest
-  Dt. Annington

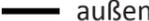


ohne Maßstab

Eigentümerstruktur (Stadt Bottrop)



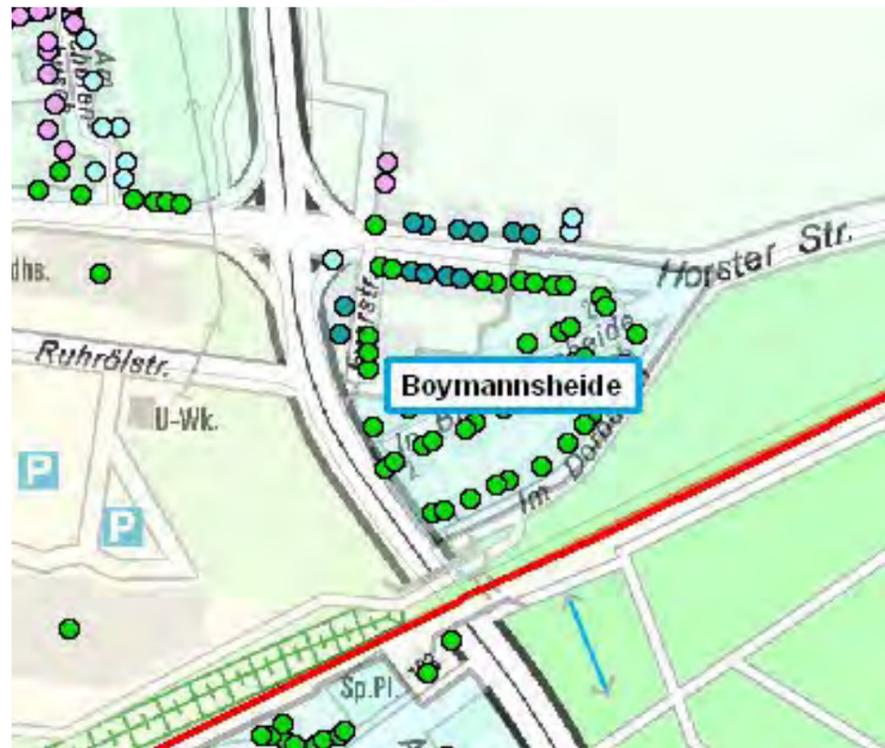
Abgrenzung der Modellsiedlung

-  innen
-  außen



Innere und äußere Abgrenzung des Untersuchungsgebietes (J. Gienke 2014)

ohne Maßstab



Baualtersklassen

-  Bis 1907
-  1908 - 1921
-  1922 - 1938
-  1939 - 1953
-  1954 - 1974
-  1975 - 1983
-  Nach 1984

ohne Maßstab

Baualtersklassen und Denkmalschutz (Stadt Bottrop)

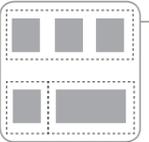


Flächennutzungen (FNP)

-  Wohnen
-  Wohnen mit Gewerbe, Industrie oder Handel
-  Strasse
-  Brache / Bauplatz / Unland
-  Garten
-  Laubwald
-  Grünanlage
-  Eisenbahn
-  Bach

ohne Maßstab

Ausschnitt aus dem Flächennutzungsplan (Stadt Bottrop)



## Siedlungsstruktur



Flächenverwendung Ist-Zustand (Stadt Bottrop)

### Flächenverwendung

Versiegelte Flächen

ohne Maßstab



Klimakarte Ist-Zustand (Stadt Bottrop)

### Klimatope

Hauptverkehrsstraße (bei hohem Verkehrsaufkommen lineare Emissionen von Schadstoffen, Lärmemissionen)

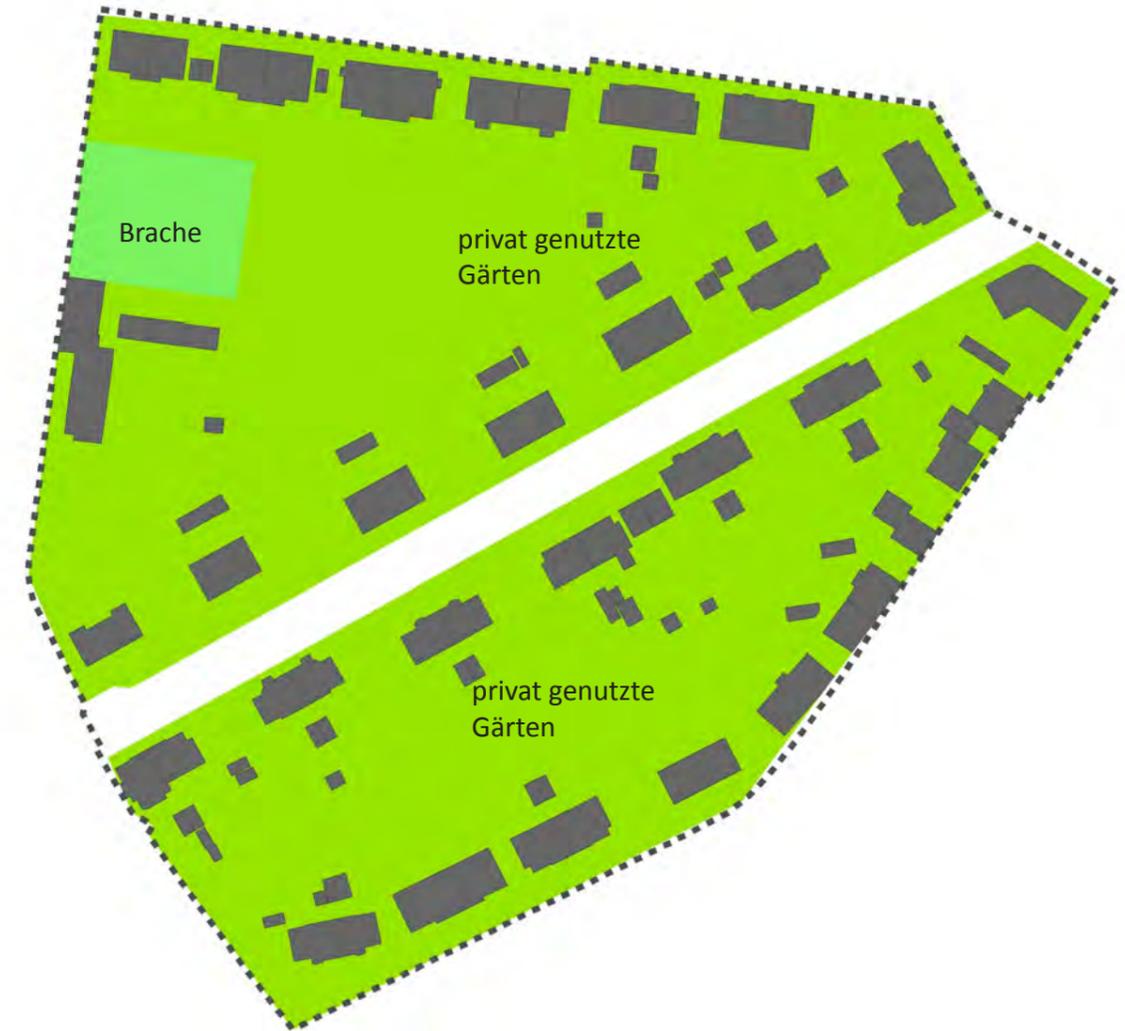
Stadtrandklima (schwache Wärmeinseln in locker bebauten Gebieten, ausreichend Luftaustausch, meist gute Bioklimate)

Waldklima (gedämpfte Strahlungs- und Temperaturschwankungen, erhöhte Luftfeuchtigkeit, hohe Luftreinheit)

Parkklima (je nach Bewuchs gedämpfte Strahlungsamplituden, meist klimatisch wertvolle Stadtoasen ohne bedeutsame Fernwirkung)

Freilandklima (ungestörter Temperatur-/Feuchteverlauf, windoffen, normale Strahlung, Frischluft)

ohne Maßstab

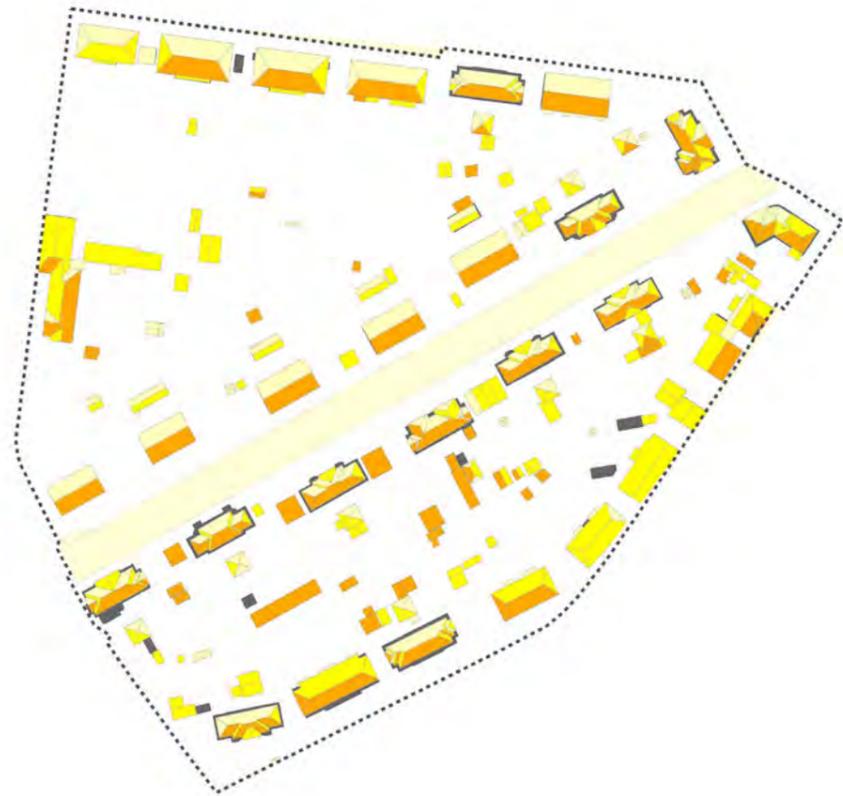
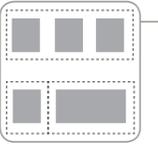


Freiflächenstruktur (J. Gienke 2012)

ohne Maßstab

Potenzialkataster

Siedlung



Potenzial für die PV-Nutzung (J. Gienke 2014)

Potenzial für Photovoltaik

- 0,1 - 700 kWh/qm \*a
- 700,1 - 900 kWh/qm \*a
- > 900 kWh/qm \*a

ohne Maßstab



Geothermische Ergiebigkeit

- hoch
- mittel
- niedrig

ohne Maßstab

Geothermie: Eignung für Erdwärmekollektoren (www.geothermie.nrw.de)



Geothermische Ergiebigkeit bei 40 Metern Sondenlänge

- 3a mittel bis hoch
- 3b mittel
- 3c niedrig bis mittel
- 4a kritisch

ohne Maßstab

Ergiebigkeit bei einer Sondenlänge von 40 Metern (www.geothermie.nrw.de)

---

## Quellen

### Literatur- und Kartengrundlagen

- Geothermie in NRW – Standortcheck, Internetseite, [www.geothermie.nrw.de](http://www.geothermie.nrw.de) (zuletzt aufgerufen 15.10.2014)
- Hegger M., Dettmar J., Martin A., Meinberg T., Boczek B., ; Drebes C., Greiner M., Hesse U., Kern T., Mahlke D., Al-Najjar A., Schoch C., Schulze J., Sieber S., Stute V., Sylla O., Wurzbacher S., Zelmer A., (2013) UrbanReNet I EnEff:Stadt – Verbundprojekt Netzoptimierung – Teilprojekt: Vernetzte regenerative Energiekonzepte im Siedlungs- und Landschaftsraum.
- InnovationCity Ruhr und Stadt Bottrop (Amt 68/1), Karte Klimaschutz, Ist-Zustand, K.-Nr.: 0.4.7, 2010
- InnovationCity Ruhr und Stadt Bottrop (Amt 68/1), Karte Energieerzeugung Ist-Zustand, K.-Nr.: 0.1.1, 2010
- Schumacher H., Sieber S., Weber K., Burmeister B. (2010) Quo Vadis 4: Energiegarten® der FH Erfurt – Eine Modellanlage für renewables at University of Applied Sciences und für eine Ästhetik der Nachhaltigkeit.
- Stadt Bottrop, siehe auch Internetseite der Stadt Bottrop, Link „Geodaten, Karten & Pläne“, „Themenkarten“, <http://www.bottrop.de/misc/geodaten/themenkarten/index.php> (zuletzt aufgerufen 15.10.2014) und Internetseite „Geodaten Bottrop“, [http://geodaten1-pub.bottrop.de/Stadtplan\\_POI/viewer.htm](http://geodaten1-pub.bottrop.de/Stadtplan_POI/viewer.htm) (zuletzt aufgerufen 15.10.2014)

### Abbildungen

Wenn nicht anders genannt, wurden die Karten, Diagramme und Tabellen im Rahmen des BMBF-Verbundvorhabens KuLaRuhr, Teilprojekt01, Maßnahme 1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP°01, M1 - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2014) erstellt.





Verbundvorhaben KuLaRuhr  
Nachhaltige urbane Kulturlandschaft  
in der Metropole Ruhr

## **Endbericht Teilvorhaben B: Energieeffizienz bei Siedlungen sowie Biomassestrategie (TU Darmstadt)**

### **Anhang B – Leitfaden „Energie und Freiraum“**

Maßnahme 1: Optimierung der Energieeffizienz bestehender Wohnsiedlungen durch eine integrierte Betrachtung von Gebäuden und Freiflächen

(FKZ 033L020B Laufzeit 01.05.2011 bis 31.10.2014)

[www.kularuhr.de](http://www.kularuhr.de)

Anhang B – Leitfaden „Energie und Freiraum“

**Verbundvorhaben KuLaRuhr**  
**Nachhaltige urbane Kulturlandschaft in der Metropole Ruhr**

**Endbericht Teilvorhaben B: Energieeffizienz bei Siedlungen sowie Biomassestrategie**

**Maßnahme 1: Optimierung der Energieeffizienz bestehender Wohnsiedlungen durch eine integrierte Betrachtung von Gebäuden und Freiflächen**

**Forschungsvorhaben an der Technischen Universität Darmstadt**

Das diesem Buch zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung im Förderschwerpunkt Nachhaltiges Landmanagement unter dem Förderkennzeichen FKZ 033L020B gefördert.

Die Verantwortung für den Inhalt dieses Buches liegt bei den Autoren.

Oktober 2014

Prof. Dr. Jörg Dettmar  
Dipl.-Ing. Jana Gienke  
Dipl.-Ing. (FH )Sandra Sieber

Anna Koutsas (Studentische Hilfskraft)

# Inhaltsverzeichnis

Einleitung - Energie und Freiraum	5
Zusammenfassung - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen	7
Das BMBF Verbundprojekt KuLaRuhr	9
Das Teilprojekt „Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen“	10
Energetische Stadtraumtypen und local climate zones	11
Die InnovationCity Ruhr   Modellstadt Bottrop	12
Kapitel I - Stadtklimatische Potenziale	15
Stadtklima	17
Freiraum und Stadtklima	18
Luftqualität und Emissionsschutz	19
Aufenthaltsqualität und thermischer Komfort	20
Regenwassermanagement	21
Kapitel I - Klimatische Potenziale der Stadtraumtypen	23
Kleine, freistehende Wohnbebauung niedriger bis mittlerer Geschossigkeit	24
Reihenhausbebauung	25
Zeilenbebauung mit niedriger bis mittlerer Geschossigkeit	26
Großmaßstäbliche Wohnbebauung hoher Geschossigkeit	27
Blockrandbebauung	28
Dörfliche Bebauung	29
Historische Altstadtbebauung	30
Innenstadtbebauung	31
Geschäfts-, Büro-, und Verwaltungsgebiete	32
Gewerbegebiet	33
Parkanlagen und andere Grünflächen	34
Kapitel II - Energetische Potenziale	35
Stadtstruktur	37
Energie und Gebäude	38
Regenerative Energiepotenziale	39
Kapitel II - Energetische Potenziale der Stadtraumtypen	43
Kleine freistehende Wohnbebauung niedriger bis mittlerer Geschossigkeit	44
Reihenhausbebauung	45
Zeilenbebauung niedriger bis mittlerer Geschossigkeit	46
Großmaßstäbliche Wohnbebauung hoher Geschossigkeit	47
Blockrandbebauung	48
Dörfliche Bebauung	49
Historische Altstadtbebauung	50
Innenstadtbebauung	51
Geschäfts-, Büro-, und Verwaltungsgebiet	52
Gewerbegebiet	53
Parkanlagen und andere Grünflächen	54
Kapitel III - Optimierung der Energieeffizienz   Beispiel Bottrop	55
Modellsiedlungen im Gebiet der InnovationCity Ruhr   Modellstadt Bottrop	57
Die Modellsiedlungen	62
Die Szenarien und ihre Bausteine	66
Modellsiedlung „Sydowstraße“, Bottrop-Eigen	68
Auswirkungen der Bausteine und Entwicklungsszenarien “Sydowstraße“	75
Modellsiedlung „In der Welheimer Mark“, Bottrop Welheimer Mark	78
Auswirkungen der Bausteine und Entwicklungsszenarien “In der Welheimer Mark“	85
Fazit	86
Anhang	87
Übersicht der baustrukturellen und energetischen Kennwerte der Modellsiedlungen	88
Nachweis der mikroklimatischen Kennwerte	91
Literaturverzeichnis	92
Abbildungsverzeichnis	95



## Einleitung - Energie und Freiraum



## Zusammenfassung - Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen

Gebäude und Gebäudeumfeld stehen in einer engen Wechselwirkung. Topografie, Art der Bebauung und die Gestaltung des Siedlungsfreiraums beeinflussen die Wohnqualität und den Energiebedarf eines Gebäudes. Bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts mussten Gebäudeform, Siedlungsstruktur und Vegetationsbestand optimal auf das örtliche Klima angepasst sein, um wertvolle Brennstoffe nicht zu vergeuden und dennoch akzeptable Wohnverhältnisse zu ermöglichen.

Heute führen die Problematik des Klimawandels und die Endlichkeit fossiler Energien wieder zu einem effizienteren Umgang mit Ressourcen. Energiesparende Dämm- und Gebäudetechnik reduziert den Energieverbrauch von Gebäuden und damit auch ihre CO<sub>2</sub>-Emissionen. Die Ressourcen des Gebäudeumfeldes und der städtischen Freiflächen liegen vor allem in der Reduktion der sommerlichen Wärmelasten und der winterlichen Auskühleffekte. Hier kann durch die Gestaltung des Kleinklima im Gebäudeumfeld sowie im gesamtstädtischen Umfeld beeinflusst werden, um die energetischen Bedarfe des Gebäudes positiv zu beeinflussen. Neben der möglichen Effizienzsteigerung im Siedlungsverbund, ist es vor allem die Notwendigkeit einer Anpassung an die Folgen des Klimawandels im urbanen Raum, die den Fokus auf die städtischen Freiflächen lenkt.

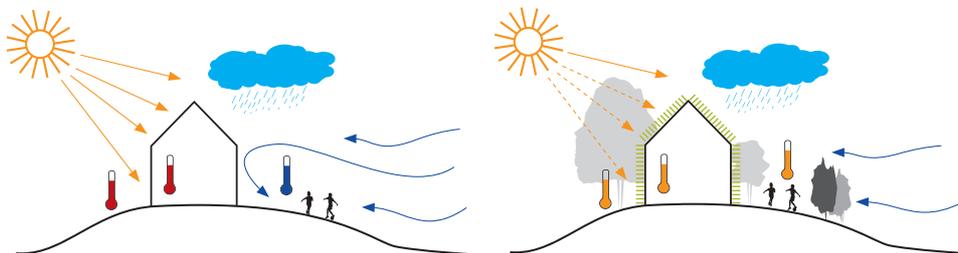


Abb. 1: Vegetationsstrukturen und ihr Einfluss auf des Gebäudeumfeld und den thermischen Komfort

Mit der Energieeffizienz von grünbestimmten Siedlungsfreiräumen und ihrer Rolle im Stadtklimawandel befasste sich das Forschungsprojekt „Optimierung der Energieeffizienz bestehender Wohnsiedlungen durch eine integrierte Betrachtung von Gebäuden und Freiflächen“, im Teilvorhaben B der TU Darmstadt innerhalb des Verbundvorhaben „KuLaRuhr – Nachhaltige urbane Kulturlandschaft in der Metropole Ruhr“. Das Verbundvorhaben wurde von 2011 bis 2014 vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.

In dieser Zusammenfassung werden die Ergebnisse des Projekts zu den Zusammenhängen von Siedlungstyp, Stadtklima und energetischen Bedarfe und Potenzialen in Form von Klima- und Energiesteckbriefen dargestellt und ihre Anwendung anhand von Modellsiedlungen im Gebiet der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop beschrieben.



## Das BMBF Verbundprojekt KuLaRuhr

Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Verbundvorhaben „KuLaRuhr – Nachhaltige urbane Kulturlandschaft in der Metropole Ruhr“ setzt sich auf unterschiedlichen räumlichen Ebenen mit Fragen der nachhaltigen Entwicklung in der Metropole Ruhr auseinander. Das Spektrum der Forschungsfragen reicht von der Schadstoffauswaschung bei Wärmeverbundsystemen an Fassaden bis zur Reintegration monofunktionaler Infrastrukturelemente wie z.B. Autobahnen. Die zwölf beteiligten Partner, darunter fünf Universitäten<sup>1</sup>, der Regionalverband Ruhr (RVR), die Landwirtschaftskammer NRW, die Emschergenossenschaft/Lippeverband (EG/LV), die Stadt Bottrop, das Ruhr-Institut e.V. sowie die Rechtsanwaltskanzlei Heinemann & Partner, arbeiten in diesem Verbundvorhaben in vier „Clustern“ zusammen. Der erste Bereich, Cluster I („Großflächige Projekte“), umfasst die Ebene von Städtebau und Landschaftsplanung. Cluster II („Fallbeispiele“) befasst sich mit dem nachhaltigen Umgang mit Wasser und Energie aus technischer, planerischer, ökologischer und rechtlicher Sicht. Durch Cluster III („Bewertung“) erfolgt eine nachhaltigkeitsbezogene Bewertung von Arbeiten und Ergebnisse aus den ersten beiden Clustern. Der vierte Bereich (Cluster IV) schließlich ist für die Verbundkoordination, die Datenhaltung sowie Kommunikation und Außerdarstellung des Vorhabens verantwortlich<sup>2</sup>. Als gemeinsame Betrachtungsräume der Partner wurden ein Untersuchungsraum im eher urbanen westlichen Ruhrgebiet zwischen Gladbeck, Bottrop und Essen festgelegt sowie ein zweiter Betrachtungsraum im östlichen Ruhrgebiet zwischen Waltrop, Castrop-Rauxel und Dortmund, der auch große Teile mit land- und forstwirtschaftlicher Nutzung aufweist.



Abb. 2: Projektpartner im Verbundvorhaben KuLaRuhr (KuLaRuhr, Koordination, 2014)

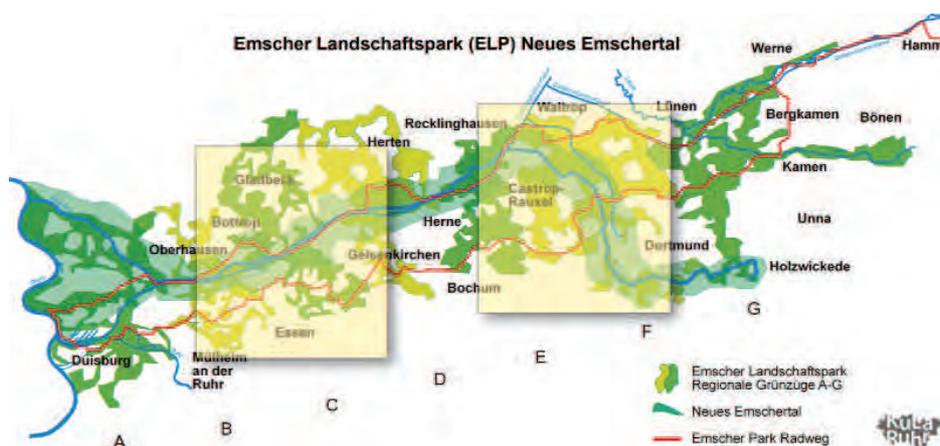


Abb. 3: Betrachtungsräume der beteiligten Projekte im Verbundvorhaben KuLaRuhr (KuLaRuhr, Koordination, 2014)

Die TU Darmstadt, Fachbereich Architektur, Fachgebiet „Entwerfen und Freiraumplanung“ (Prof. Dr. Jörg Dettmar), ist mit dem Teilvorhaben „Energieeffizienz bei Siedlungen sowie Biomassestrategie“ mit seinen vier Maßnahmen<sup>3</sup> am Verbundprojekt KuLaRuhr beteiligt. In der „Maßnahme 1 - Optimierung der Energieeffizienz bestehender Wohnsiedlungen durch eine integrierte Betrachtung von Gebäuden und Freiflächen“ werden die Potenziale von Freiflächen für die Energieeffizienz kleiner Siedlungseinheiten untersucht. Der Potenzialbegriff umfasst die Möglichkeiten zur Nutzung erneuerbarer Energien am Gebäude und in den Freiflächen, sowie die stadtklimatischen Wirkungen der Siedlungsfreiflächen. Die Maßnahme 1 wird in Kooperation mit der „InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop“ ([www.icruhr.de](http://www.icruhr.de)) und dem Teilprojekt 08 der „Arbeitsgruppe Klimatologie und Umweltmeteorologie“ der TU Braunschweig im Verbundvorhaben KuLaRuhr durchgeführt.

<sup>1</sup> Duisburg-Essen, Darmstadt, Bochum, Kassel und Braunschweig

<sup>2</sup> vgl.: Internetseite KuLaRuhr, Link `Projekte, [www.kularuhr.de/index.php/projekt.html](http://www.kularuhr.de/index.php/projekt.html) (abgerufen 17.07.2014)

<sup>3</sup> „Maßnahme 1: Optimierung der Energieeffizienz bestehender Wohnsiedlungen durch eine integrierte Betrachtung von Gebäuden und Freiflächen“, „Maßnahme 2: Entwicklung einer regionalen Biomassestrategie mit den Kernbausteinen Biomassennutzung und -produktion im Emscher Landschaftspark, inklusive einer Verwendung des Grünschnitts aus der Parkpflege“, „Maßnahme 3: Integration von langfristig geplanten Gewerbeflächen auf Bergbaufolgestandorten in die Kulturlandschaft der Metropole Ruhr“ und „Maßnahme 4: Reintegration monofunktionaler Infrastrukturen in die urbane Kulturlandschaft durch eine Bewirtschaftung der sie tangierenden Flächen“

**Das Teilprojekt „Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen“**

Die grundlegende Fragestellung des Teilprojektes „Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen“ ist der mögliche Beitrag von Freiflächen zur Verbesserung der Energieeffizienz in den Siedlungen. Mit Hilfe von aktiven und passiven Maßnahmen soll der Bedarf an fossilen Energien gesenkt und der Anteil regenerativer Energien bei der Bedarfsdeckung gesteigert werden.

Bei der klassischen energetischen Sanierung kommen in erster Linie aktive, technische Maßnahmen wie die Dämmung des Gebäudes, die Erneuerung der Heiztechnik oder der Einsatz regenerativer Energien in Form von Photovoltaik, Solarthermie oder Geothermie zum Zuge. Passive Maßnahmen wie die Verschattung durch sommergrüne Fassadenbegrünung zur Verringerung der sommerlichen Kühllasten oder die Reduktion des Heizwärmebedarfs durch die Minderung von Auskühleffekten (beispielsweise durch Heckenstrukturen) gehören in den Bereich der Freiraumplanung.

Abb. 4: Passive, vegetationsbezogene Maßnahmen zur Verbesserung der energieeffizienz in Siedlungen

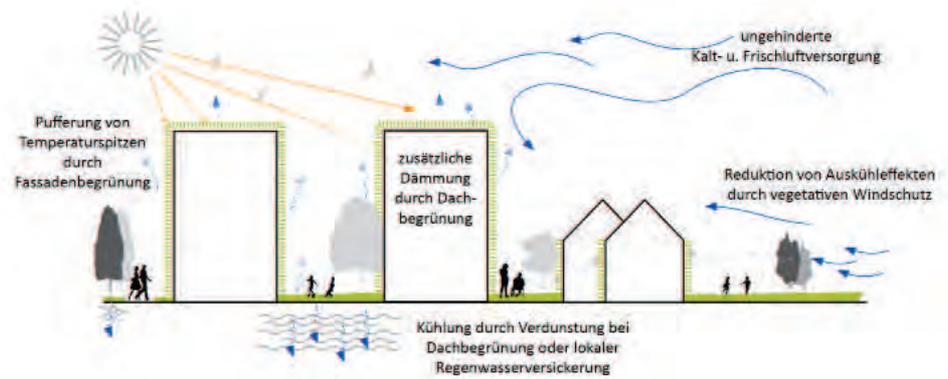
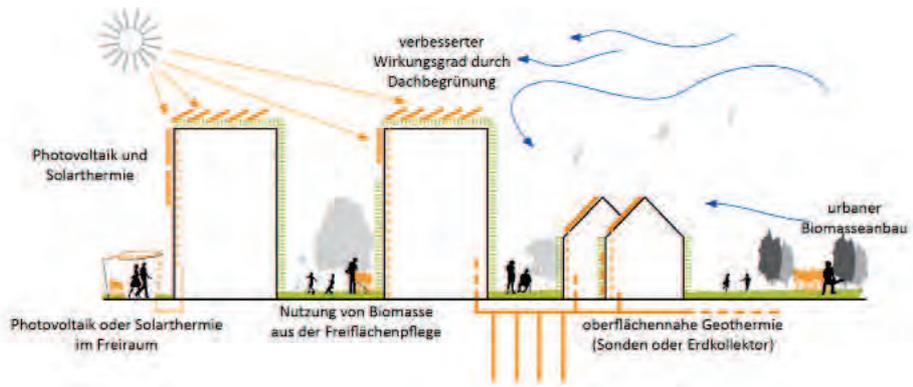


Abb. 5: Aktive, technikbezogene Maßnahmen zur Verbesserung der energieeffizienz in Siedlungen



In den nachfolgenden Kapiteln wird die Eignung verschiedener Stadtraumtypen wie Einfamilienhaus-, Reihenhaus- oder Zeilenbebauung für die passiven freiraumbezogenen und die aktiven technikbezogenen Maßnahmen zusammengefasst. Abschließend werden die Untersuchungsgebiete (‘Modellsiedlungen’) des Teilprojektes „Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen“ im Pilotgebiet der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop betrachtet. Hier wurden die energetischen Bedarfe und Potenziale prognostiziert und in Kooperation mit der „Arbeitsgruppe Klimatologie und Umweltmeteorologie“ der TU Braunschweig (TP 08) der klimatische Ist-Zustand einer Siedlung sowie die Auswirkung mehrere Entwicklungsszenarien simuliert.

Zusammen geben die Kapitel einen Überblick über die energetische und stadtklimatische Eignung typischer Siedlungsstrukturen. Sie zeigen Probleme und Lösungen für die einzelnen Siedlungsstrukturen auf und veranschaulichen anhand realer Beispiele deren konkrete Anwendung.

### Energetische Stadtraumtypen und local climate zones

Zur Ermittlung der energetischen Bedarfe und Potenziale der Siedlungsstruktur wurden die „energetischen Stadtraumtypen“ des Forschungsprojekts „EnEff:Stadt UrbanReNet“<sup>1</sup> herangezogen. Das Projekt hat eine Typologie zur Erfassung bestehender oder geplanter Stadtstrukturen entwickelt. Die Typen sind mit energetischen und baustrukturellen Kennwerten hinterlegt und ermöglichen durch die Zuordnung der Typen, der vorliegenden Baualterklassen und des Sanierungszustandes eine erste Einschätzung der energetischen Bedarfe und der maximal möglichen regenerativen Potenziale. Die Typologie<sup>2</sup> umfasst folgende Siedlungsstrukturen:

#### EST mit überwiegender Wohnnutzung

- EST 1: kleine, freist. Wohnbebauung niedriger bis mittlerer Geschossigkeit
- EST 2: Reihenhausbauung
- EST 3: Zeilenbauung niedriger bis mittlerer Geschossigkeit
- EST 4: Großmaßstäbliche Wohnbebauung hoher Geschossigkeit
- EST 5: Blockrandbauung

#### EST mit überwiegender Mischnutzung

- EST 6: Dörfliche Bauung
- EST 7: Historische Altstadtbebauung
- EST 8: Innenstadtbebauung

#### EST mit überwiegender Gewerbenutzung

- EST 9: Geschäfts-, Büro-, und Verwaltungsgebiet
- EST 10: Gewerbegebiet

#### EST mit überwiegender Freiraumnutzung

- EST 11: Öffentliche Parkanlagen
- EST 12: Friedhofsanlagen
- EST 13: Kleingartenanlagen

Ergänzt wird die Typologie von UrbanReNet durch „Einzelelemente“ wie Schulen oder Krankenhäuser, die nur punktuell im Siedlungsverbund vorkommen. Für sie wurden in vereinfachter Form Bedarfe und Potenziale ermittelt.

Da sich die „energetischen Stadtraumtypen“ durchaus auf das Konzept der „local climate zones“<sup>3</sup> übertragen lassen, werden sie hier auch zur stadtklimatischen Beschreibung der Siedlungsstruktur herangezogen. Die „local climate zones“ teilen das Stadtgebiet in Zonen mit unterschiedlich ausgeprägtem Stadtklimaeffekt ein. Sie nutzen Faktoren wie die Lage im Stadtgebiet, die bauliche Dichte bzw. den Versiegelungsgrad oder den „Sky view factor“ (Anteil des sichtbaren Horizonts) um Siedlungsstrukturen klimatische Eigenschaften zuzuweisen. Übertragen auf die Stadtraumtypen werden in den Klimateckbriefen stadtklimatische Probleme – inklusive der Ausprägung des Stadtklimaeffekts – benannt und freiraumplanerische Lösungen für die jeweiligen Typen dargestellt. So wird das System der „Energetischen Stadtraumtypen“ um den Aspekt der „Klimatischen Stadtraumtypen“ ergänzt.

<sup>1</sup> Forschungsprojekt EnEff:Stadt UrbanReNet - Vernetzte regenerative Energiekonzepte im Siedlungs- und Landschaftsraum, Phase 1 und Phase 2, TU Darmstadt, Fachbereich Architektur, Fachgebiet „Entwerfen und Energieeffizientes Bauen“, Prof. Dipl.-Ing. M. Sc. Econ. Manfred Hegger und Fachgebiet „Entwerfen und Freiraumplanung“, Prof. Dr.-Ing. Jörg Dettmar, gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) im Rahmen der Förderinitiative EnEff:Stadt, Laufzeit 2009 bis 2015, vgl.: Hegger et al. 2013 a

<sup>2</sup> Beschreibung der Stadtraumtypen vgl.: Hegger et al. 2013 a, S 29 ff und Hegger et al. 2013 a, Anlage II, EST-Steckbriefe

<sup>3</sup> vgl. u.a.: Stewart and Oke 2012



Abb. 6: Stadtgebiet und Stadtteile von Bottrop mit dem Pilotgebiet der InnovationCity Ruhr. Ziel der Initiative ist es bis zum Jahr 2020 50% der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Pilotgebieten einzusparen und damit übertragbare Lösungen für andere Städte aufzuzeigen.

### Die InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop

Im Frühjahr 2010 startete der Initiativkreis Ruhr einen Wettbewerb im Ruhrgebiet. Gesucht wurde die 'Klimastadt der Zukunft', die als Vorreiter eine Vorbildfunktion beim klimagerechten Stadtumbau zur „Erneuerung des gesamten Ruhrgebiets“<sup>1</sup> übernehmen sollte. Die Wahl fiel auf die Stadt Bottrop, die mit ihrem Netzwerk aus Politik, Verwaltung, Wirtschaft und Bürgern überzeugen konnte.<sup>2</sup> Ziel der Initiative ist es, bis zum Jahr 2020 die CO<sub>2</sub>-Emissionen in einem ausgewählten Pilotgebiet um 50 % zu reduzieren. Mit dem Pilotgebiet sollen in Form einer Publik-Privat-Partnership übertragbare Strategien erprobt werden, mit denen es möglich ist, das gesamte Ruhrgebiet langfristig energieeffizienter und damit attraktiver und lebenswerter zu gestalten.

Das Pilotgebiet im Zentrum von Bottrop umfasst ca. 2.500 Hektar mit rund 70.000 Einwohnern.<sup>3</sup> Es beinhaltet die Stadtteile Batenbrock, Boy, Lehmkühle, Ebel, Wehlheimer Mark, Teile von Wehlheim und das Gebiet der Innenstadt. Damit vereint es von der Wohnbebauung bis zum Sektor Gewerbe-Handel-Dienstleistung alle typischen Stadtstrukturen des Ruhrgebietes.<sup>4</sup> Die möglichen Maßnahmen zur Umsetzung des Ziels werden in fünf Handlungsfeldern (Wohnen, Arbeiten, Mobilität, Energie und Stadt) zusammengefasst und gegliedert. Komplettiert werden die Handlungsfelder durch den Part 'Aktivierung', mit dem die Projekte im Bereich der Öffentlichkeitsarbeit, Bildung und Beratung gebündelt werden. Im Verlauf des Projekts wurden in allen Handlungsfeldern bislang fast ein Dutzend Einzelprojekte injiziert und zum Teil auch bereits abgeschlossen. Federführend bei der Projektentwicklung ist die Innovation City Management GmbH.

Zu den geplanten oder z.T. bereits realisierten Projekten gehören beispielsweise Konzepte zur energetischen Sanierung verschiedener Gebäudetypen, die Energieberatung für private Hausbesitzer, der Testbetrieb von Mikro-KWK-Anlagen in Ein-, Zwei- und kleineren Mehrfamilienhäusern, die Initiierung einer Bürger-Photovoltaik Genossenschaft, eine Potenzialstudie zur energetischen Nutzung städtischer Biomasse oder auch der kostenlose Test eines Elektroautos und der Verleih von Elektrofahrzeugen<sup>5</sup>.

Die Strategien zur Umsetzung bündelt der im Frühjahr 2014 fertiggestellte Masterplan.<sup>6</sup> Er wurde von Planungsbüros in enger Zusammenarbeit mit der Innovation City Management GmbH, Bürgern und Partnern aus Wirtschaft, Wissenschaft, Verwaltung und Politik erstellt. Neben der Realisierung der gesetzten Klimaschutzziele soll der Masterplan den Bottroper Bürgern auch sichtbare Verbesserungen in allen Alltagsbereichen bringen: „Mehr Grün und Treffpunkte draußen, sauberere Luft, ein schöneres Stadtbild mit erneuerten Fassaden, weniger Energiekosten, ein angenehmeres Raumklima zuhause und lebendige Stadtteilzentren.“<sup>7</sup>

1 vgl.: Internetseite der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop, Link 'Über uns', [www.icruhr.de/index.php?id=28](http://www.icruhr.de/index.php?id=28) und 'Hintergrund zum Wettbewerb', [www.icruhr.de/index.php?id=132](http://www.icruhr.de/index.php?id=132) (beide aufgerufen 18.07.2014)

2 vgl.: Internetseite der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop, Link 'Über uns', [www.icruhr.de/index.php?id=28](http://www.icruhr.de/index.php?id=28) und 'Hintergrund zum Wettbewerb', [www.icruhr.de/index.php?id=132](http://www.icruhr.de/index.php?id=132) (beide aufgerufen 18.07.2014)

3 Internetseite der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop, Präsentation zur Einbringung des Masterplans in den Rat der Stadt Bottrop Stand 18.02.2014, S. 10, [www.icruhr.de/fileadmin/media/downloads/PPT\\_Einbringung\\_Rat\\_Stadt\\_Bottrop.pdf](http://www.icruhr.de/fileadmin/media/downloads/PPT_Einbringung_Rat_Stadt_Bottrop.pdf) (aufgerufen 18.07.2014)

4 Internetseite der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop, Link 'Über uns', [www.icruhr.de/index.php?id=28](http://www.icruhr.de/index.php?id=28) (aufgerufen 18.07.2014)

5 vgl.: Internetseite der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop, Link 'Projekte', [www.icruhr.de/index.php?id=29&L=1%27](http://www.icruhr.de/index.php?id=29&L=1%27) (aufgerufen 18.07.2014)

6 Internetseite der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop, [www.icruhr.de/index.php?id=413](http://www.icruhr.de/index.php?id=413) (aufgerufen 18.07.2014)

7 Internetseite der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop, Link 'Über uns', [www.icruhr.de/index.php?id=277](http://www.icruhr.de/index.php?id=277) (aufgerufen 18.07.2014)

## Einzelprojekte der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop:

### Wohnen

- Wohnen am Trapez
- Energetische Erneuerung Einfamilienhausgebiete 50er bis 70er
- Stadtquartier Batenbrock-Nord (KfW-Programm)
- Energetische Sanierung Kirchhellener Straße 68
- Energetische Sanierung Blumenstraße 13-15 (GBB)
- RWE Zukunftshaus (Einfamilienhaus)
- VIVAWEST Zukunftshaus (Mehrfamilienhaus)
- ECB Zukunftshaus (Geschäftshaus)
- Wettbewerb Zukunftshäuser
- SusLab - Wohnlabor
- GBB Plus-Energie-Haus

### Energie

- KWK-Modellkommune 2012 - 2017: Bottrop
- Gaswärmepumpe Einfamilienhaus
- Gaswärmepumpe Astrid-Lindgren-Schule
- Vertikal-Windraddanlage im Gewerbegebiet Am Kruppwald
- Planspiel zu lastvariablen Tarifen
- Dual Demand Side Management
- Kläranlage als „Hybrid“-Kraftwerk
- Energieatlas
- Betrieb von 10 HomePower Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen
- Betrieb von 100 Mikro-Kraft-Wärmekopplungsanlagen
- Förderung Fernwärmeanschluss
- Ausbau des bestehenden Fernwärmenetzes
- Grubengas liefert Fernwärme
- Energetische Verwertung der städtischen Biomasse
- Solaratlas
- PV-Anlagen BEST
- Photovoltaik-Kraftwerk am Quellenbusch

### Stadt

- NOx-Umwandlung durch Photokatalyse
- Integrierte Stadtentwicklung Welheimer Mark
- Energie- und Technologiepark Welheimer Mark: Machbarkeits- und Potenzialanalyse
- Forschungsprojekt energieeffiziente Siedlung
- Heimannstraße - Deutsche Reihenhäuser
- Blau-Gelb wird grün
- Future Cities - Städtenetzwerke stellen sich dem Klimawandel
- Potenzialanalyse Klimaanpassung Innenstadt
- Naturierung von Fassadenflächen
- Bessere Luft durch grüne Dächer und Fassaden
- Regenwasserbewirtschaftung BEST
- LED-Straßenbeleuchtung-Test
- LED-Straßenbeleuchtung-Photovoltaik
- LED-Straßenbeleuchtung-Sanierung
- LED-Straßenbeleuchtung-Contracting
- LED-Straßenbeleuchtung-Telemangement

### Arbeiten

- Geschäftshaus Hochstraße 33 - 41
- Redox Flow Batteriespeichersystem
- EnEff Stadt - Effizienzquartier Kruppwald Knippenburg / Welheimer Mark
- Neubau Sozial-/Verwaltungsgebäude BEST
- Arche Noah - Neubau Gemeinschaftsräume
- Energy Campus Lab - Der Innovationscampus
- Unternehmerkreis Klimaschutz
- Sanierung Tankstelle
- Sonne schweißt Stahl
- Ökoprotit 2013/2014

### Mobilität

- Verleih Renault Twizy
- Verleih von Elektrofahrrädern und Elektrorollern
- Mobilitätsmanagement
- City Logistik
- Klimaschutzteilkonzept Mobilität
- Ausbau der Ladesäuleninfrastruktur
- Qualitätsmanagement im ÖPNV
- Stadtverträgliches Lkw-Routing
- Ruhrauto e

### Aktivierung

- Covenant of Mayors
- European Energy Award
- Klimaschutz im Kindergarten
- Deutscher Nachhaltigkeitspreis
- Beratung
- Marktplatz Klimaschutz
- Partnernetzwerk
- Infocontainer am Pferdemarkt
- Kampagne „Schule der Zukunft“ - Bottroper Schulen machen mit
- Wir in der InnovationCity
- ZukunftswerkStadt - Elektromobilität wird real
- Kampagnen
- Erstberatung durch Energieberater
- Erstellung von Energiegutachten
- Haus-zu-Haus-Beratung
- Thermographische Gebäudeaufnahmen

Abb. 7: Übersicht der laufenden und abgeschlossenen Projekte der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop (Internetseite der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop, Link Projekte, [www.icruhr.de/index.php?id=29](http://www.icruhr.de/index.php?id=29) (aufgerufen 18.07.2014))



## Kapitel I - Stadtklimatische Potenziale



## Stadtklima

Das Klima einer Stadt wird durch makro-, meso- und mikroskalige Einflussgrößen bestimmt. Zu den makroskaligen Einflüssen gehören der Breitengrad und die Klimazone, Ausprägungen des Reliefs und die Nähe zu großen Wasserkörpern. Zu den meso- und mikroskaligen Faktoren zählen die Stadtgröße, der Versiegelungsgrad, die topografischen Verhältnisse in Stadt und Umland, die Rauigkeit (dreidimensionale Struktur) des Stadtkörpers, sowie die Luft-Emissionen und der anthropogener Wärmestrom. Aus den meso- und mikroskaligen Einflüssen resultiert die Veränderung des Stadtklimas (Wärmeinselleffekt) gegenüber dem Umlandklima. Städte sind tendenziell wärmer als ihr Umland, Wind und Verdunstung sind reduziert. Dafür kommt es häufiger zu Bewölkung, Niederschlägen, Nebel und Smog<sup>1</sup>. Besonders problematisch sind Inversionswetterlagen<sup>2</sup>, die im Winter in Tälern und Becken zur Ansammlung von Luftschadstoffen führen können. Im Sommer reduzieren windschwache Hochdruck-Wetterlagen die nächtliche Auskühlung. Bei diesen austauscharmen Wetterlagen sind Städte im Sommer auf ihre Frisch- und Kaltluftschneisen angewiesen, durch die unbelastete kühle Luft aus dem Umland einströmen kann. Bei günstiger Topographie (Hanglagen) können Flächen mit starker nächtlicher Abkühlung (Wiesen, Felder, aber auch Gärten) lokale Windsysteme bilden, die es ermöglichen, dass Kaltluft nachts in das Stadtgebiet `einfließt`<sup>3</sup>. Tagsüber kann die durch Verschattung kühlere Luft aus Wäldern und forstwirtschaftlichen Flächen zu einer Abkühlung der überwärmten Stadtluft beitragen.

Die sommerliche Überwärmung mit fehlender nächtlicher Auskühlung stellt für die Stadtbewohner meist die größte Belastung durch Stadtklimaeffekte dar. Derzeit wird im Kontext des Klimawandels davon ausgegangen, dass bis zum Jahr 2050 die Zahl der Sommertage (über 25°C) und heißen Tage (über 30°C) in Kombination mit Tropennächten (über 20°C) vielen in Städten deutlich zunehmen wird. Für Nordrhein-Westfalen wird mit einer Zunahme der Sommertage von 26 auf 44 und der heißen Tage von 4 auf bis zu 15 bis zum Jahr 2050 gerechnet. Für die Stadt Frankfurt hat der Deutsche Wetterdienst eine Zunahme der Sommertage um bis zu 31 Tagen prognostiziert, bei schon jetzt über 50 Sommertagen pro Jahr<sup>4</sup>.

Die Ausprägung des städtischen Wärmeinselleffekts ist nicht in allen Stadtgebieten gleichmäßig ausgebildet<sup>5</sup>. Randlagen sind durch die Nähe zum Umland weniger betroffen. Auch Stadtraumtypen mit niedriger Versiegelung wie `Einfamilienhausgebiete` haben keinen ausgeprägten Wärmeinselleffekt. Besonders betroffen sind die Innenstadtgebiete mit ihrem Versiegelungsgrad von 90 % bis nahezu 100 %. Ihnen fehlt außerdem meist die Verbindung zu Frisch- und Kaltluftschneisen. Bei Siedlungen in Zeilenbauweise entscheiden ihre Lage im Stadtgebiet und die Stellung der Baukörper über die Ausprägung des Stadtklimaeffekts.

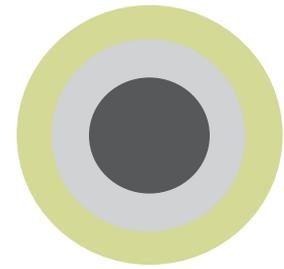
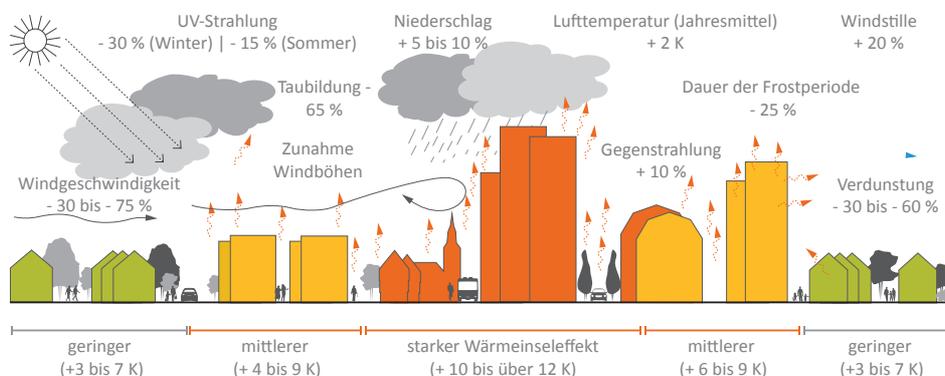


Abb. 8: Schematischer Stadtaufbau mit unterschiedlich stark verdichteten und versiegelten Zonen

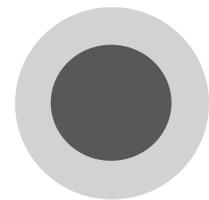


Abb. 9: Stark versiegeltes Zentrum und die angrenzenden Siedlungsbereiche

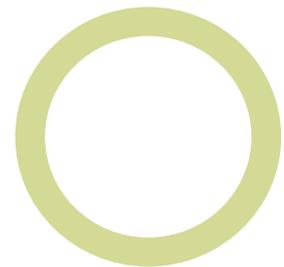


Abb. 10: Siedlungsbereiche mit abnehmender Versiegelung und Verdichtung

Abb. 11: Charakteristik des Stadtklimas (stärkste Ausprägung des Wärmeinselleffekts in austauscharmen Abend- und Nachtstunden, maximaler Temperaturunterschied zum Umland ca. +10 K), zusammengestellt nach Franke 1977, S. 22 und Sukopp und Wittig 1998, S. 125 bis 153

<sup>1</sup> vgl.: Franke 1977, S. 22 und Sukopp und Wittig 1998, S. 125 bis 153

<sup>2</sup> Umkehr des Temperaturverlaufs, der normalerweise mit der Höhe abnimmt. Bei Inversion befindet sich die kalte Luftschicht unter der wärmeren Luftschicht, ein Austausch beider Luftschichten findet nicht statt.

<sup>3</sup> Vgl.: Städtebauliche Klimafibel 2007, Kapitel 2.7 und 6.2, sowie Franke E. 1977, S. 133 bis 125

<sup>4</sup> Vgl.: Kuttler 2009, S. 214 und Berichte des Deutschen Wetterdienstes 2011, S. 42 ff und 55 ff

<sup>5</sup> Die Ableitung des Wärmeinselleffekts je Stadtraumtyp erfolgt auf der Basis der local climate zones vgl.: Sukopp und Wittig 1998, S. 141



Abb. 12: Mögliche Formen urbaner Grünsysteme: Radialförmige Grünsysteme reichen von der Peripherie bis ins Zentrum der Stadt; Ringförmige Grünsysteme spiegeln oft die Stadterweiterungsphasen einer Stadt; Bandförmige Grünsysteme folgen meist dem Verlauf von Flüssen oder der Topographie.

### Freiraum und Stadtklima

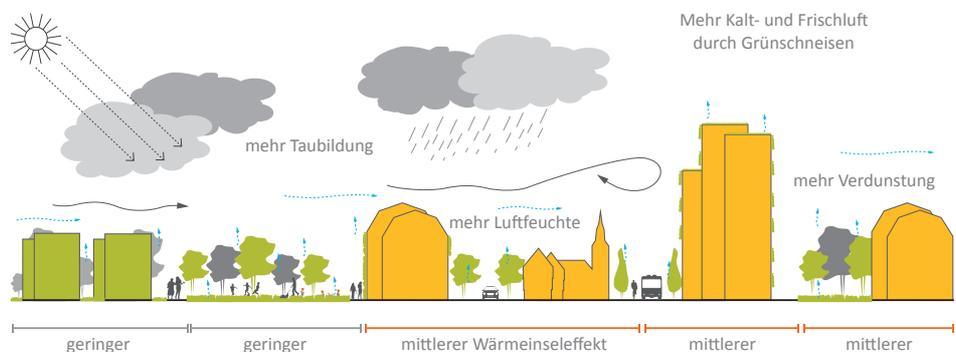
Die Bedeutung grünbestimmter Freiräume lässt sich an der unterschiedlichen Ausprägung des Wärmeinseleffekts in den versiegelten/verdichteten und den weniger versiegelten/verdichteten Stadtraumtypen ablesen. Mit Zunahme der Versiegelung, der Bebauungsdichte und des anthropogenen Wärmeeintrags nimmt auch die Ausprägung des Wärmeinseleffekts zu.

Zur Versorgung verdichteter und versiegelter Stadtgebiete mit Frisch- und Kaltluft sind unverbaute und unbelastete Luftleitbahnen unerlässlich. Land- und forstwirtschaftliche Flächen, Naturschutzflächen, Parkanlagen und Gärten können als Teil eines städtischen Grünsystems als Luftleitbahnen bzw. Entstehungsgebiete für Kalt- und Frischluft fungieren. In ihnen können Frisch- und Kaltluft vom Umland in das Stadtgebiet 'einfließen'.<sup>1</sup> Dichte Gehölzpflanzungen, Gebäuderiegel oder Bahndämme wirken bereits als Barrieren in Luftleitbahnen. Straßen und versiegelte Flächen sorgen für einen Eintrag von Emissionen und Wärme, sie eignen sich daher nicht als Luftleitbahnen für Frisch- und Kaltluft.<sup>2</sup>

Unabhängig vom Umland können auch große Grünflächen (über 50 Hektar), wiesenartige Brachflächen oder zusammenhängende Gärten als Kaltluftentstehungsgebiete fungieren. Sie produzieren ca. 10 m<sup>3</sup> Kaltluft pro m<sup>2</sup> und Stunde<sup>3</sup>. Kleinere Grünflächen dienen als 'Klimainseln' im überwärmten Stadtgebiet zur wohnungsnahen Erholung. Ihre Wirkung reicht im Mittel nur 50 bis 100 Meter in das umliegende Stadtgebiet<sup>4</sup>. In der Summe sorgen alle unversiegelten Flächen durch die Transpiration der Pflanzen und die Evaporation von Bodenwasser und Wasserflächen für eine Umwandlung von latenter Wärmestrahlung in Verdunstungskühle. In den verdichteten und versiegelten Innenstadtbereichen könnten vor allem Dach- und Fassadenbegrünungen als 'flächenneutrale' Begrünung einen Beitrag zur Abkühlung der Innenstädte leisten. Klassische Maßnahmen wie Entsiegelung und Verschattung durch einzelne Bäume oder Baumpflanzungen sorgen in weniger verdichteten Stadtgebieten für eine Verbesserung der Strahlungsbilanz.

Vor dem Hintergrund einer Anpassung an den Klimawandel in Städten, gewinnen grünbestimmte Freiflächen zusätzlich an Bedeutung. Sie müssen als thermische Ausgleichszonen fungieren, sollen Teil eines Regen- und Hochwassermanagements sein, haben touristischen Wert und steigern die Wohnqualität der umliegenden Viertel. Sie fungieren auch als temporärer Kohlenstoffspeicher. Stadtbäume können im Laufe ihres Lebens je nach Alter und Größe ca. 1,5 Tonnen CO<sub>2</sub> in ihrer oberirdischen Biomasse binden. Auch Böden binden durch ihren Humusgehalt CO<sub>2</sub>. So kann eine Tonne Humus ca. 1,8 Tonnen CO<sub>2</sub> einlagern<sup>5</sup>. Dennoch sind auch städtische Freiflächen durch Zunahme von Trockenperioden oder Unwetter vom Klimawandel betroffen. Durch ein dezentrales Regenwassermanagement und die Anpassung der Bepflanzung können sie an einen Wandel des Klimas angepasst werden.

Abb. 13: Veränderung des Stadtklimas durch Grünsysteme und grünbestimmte Freiräume



1 vgl.: Städtebauliche Klimafibel 2007, Kapitel 6.2 sowie Weber und Kuttler 2003  
 2 vgl.: Franke 1977, S. 115 ff  
 3 Städtebauliche Klimafibel 2007, Kapitel 6.2.1  
 4 Bruse 2003, S. 68  
 5 Vgl.: Adler, Kändler, Kern 2001, S. 18 ff und Idel, Anita 2011 S. 31 und S. 33 f

### Luftqualität und Emissionsschutz

Stadtluft ist tendenziell wärmer, trockener und schadstoffbelasteter als die Luft des Umlandes. Emissionsquellen sind vor allem Verkehr, Industrie und die Gebäudeheizungen. Der Sektor Verkehr ist für rund 40 % der in der BRD ausgestoßenen Kohlenstoffmonoxide und Stickoxide verantwortlich. Sein Anteil am CO<sub>2</sub>-Ausstoß liegt bei rund 20 %, der Anteil an Staub- und Feinstaubemissionen bei rund 10 %<sup>1</sup>. Problematisch für die Luftqualität in der Stadt sind vor allem die austauscharmen Wetterlagen. Hier können sich im Winter (also der Heizperiode) Luftschadstoffe über Tage oder Wochen im Stadtgebiet ansammeln. Im Sommer kann die fehlende Durchlüftung bei Hochdruckwetterlagen zu einer massiven Hitzebelastung führen, besonders in 'Tropennächten', in denen die Temperatur nicht unter 20° C absinkt. Die Reduktion des Schadstoffausstoßes und die bessere Durchlüftung des Stadtgebietes sind die zwei Hauptsäulen zur Verbesserung der städtischen Luftqualität. Hier können Grünsysteme und Begrünungen einen Beitrag leisten.



Abb. 14: Überwärmung verdichteter Stadtgebiete ohne Kalt- und Frischluftversorgung durch Grünsysteme



Abb. 15: Grünsysteme und Fließgewässer als Luftschneisen

### Lüftungsschneisen

Grünbestimmte Freiflächen wie Parkanlagen, Gärten aber auch Brachflächen können zusammen mit land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen im Stadtgebiet als Luftleitbahnen oder Entstehungsgebiete für Frisch- und Kaltluft (Produktion von ca. 10 m<sup>3</sup> Kaltluft pro m<sup>2</sup> und Stunde) fungieren. Gebäuderiegel, Dämme oder dichte Gehölzpflanzungen können bereits als Barriere in Luftleitbahnen wirken. Straßen sind durch ihre Schadstoffemissionen und die Aufheizung als Luftleitbahnen ungeeignet. Flüsse und gegebenenfalls auch Bahnstrecken können ebenfalls als Luftleitbahn fungieren.



Abb. 16: Gärten als Teil der Grünsysteme und Luftschneisen

### Luftfilterung

Pflanzen können durch ihre Blätter Luftschadstoffe aufnehmen bzw. auffangen. Dazu bedarf es dichter Gehölzpflanzungen aus Laub- und Nadelgehölzen mit mehreren Metern Breite. In engen Straßen können Bäume durch ihr geschossenes Kronendach und ihre windbremsende Wirkung aber auch zu einer Anreicherung von Schadstoffen beitragen<sup>2</sup>. Hier sind vertikale Strukturen wie Fassadenbegrünungen die sinnvollere Alternative. Sie können in Einzelfällen bis zu 50 % des Feinstaub- und Stickoxidegehaltes in einer engen Straße reduzieren bzw. im Jahr ca. 6 g Staub pro m<sup>2</sup> Blattfläche ablagern<sup>3</sup>. Bei stark befahrenen Straßen kommt allerdings auch die Schadstofftoleranz mancher Pflanzen an ihre Grenzen.



Abb. 17: Abgas- und Lärmemission



Abb. 18: Luft- und Lärmfilterung durch Bäume und Sträucher im Straßenraum

### Lärmschutz

Die messbare Lärminderung von Vegetation ist gering. Eine dichte Hecke kann den Lärmpegel um rund 0,25 db je Meter Breite mindern. Um eine Lärminderung von 5 db zu erreichen, braucht es eine dichte Bepflanzung mit einer Breite von 20 Metern. Das entspricht der Wirkung eines innerstädtischen Tempolimits (Reduktion um 3 db). Eine geschlossene Blockrandbebauung kann dagegen den Lärmpegel um bis zu 30 db mindern<sup>4</sup>. Durch die optische Abschirmung wird die Wirkung einer Lärmschutzpflanzung allerdings weit höher eingeschätzt. Hier haben schon mehrere Meter dichtes Straßengeleitgrün oder die Randbepflanzung einer Parkanlage eine deutlich veränderte Wahrnehmung der Lärmemission zur Folge.<sup>5</sup>



Abb. 19: Luft- und Lärmfilterung durch Dach- und Fassadenbegrünung

### Ventilationswirksame Begrünung

Durch Begrünung kann die Durchlüftung in Höfen und an Gebäuden verbessert werden. Bäume beschatten im Sommer die Hoffläche, die Südfassade erwärmt sich, die warme Luft steigt nach oben und 'saugt' die kühle Luft aus dem Schattenbereich der Bäume und der unbesonnten Nordfassade an. In engen Höfen kann eine Fassadenbegrünung die Funktion des Baumdachs übernehmen. Durch sommergrüne Gehölze ist im Winter die Besonnung und Erwärmung der Fassaden und Hofflächen gewährleistet<sup>6</sup>.

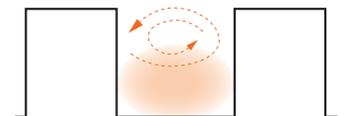


Abb. 20: Wärmestau bei fehlender Durchlüftung

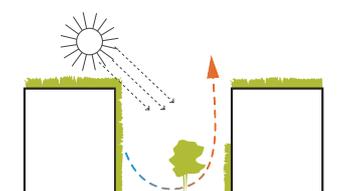


Abb. 21: Ventilationswirksame Fassade - an der Südseite steigt erwärmte Luft auf, gekühlte Luft aus verschatteten Bereichen kann nachfließen

1 Städtebauliche Klimafibel 2007, Kap. 2.8.1

2 Bruse 2003, S. 68

3 Gebäude Begrünung Energie, S. 177

4 Vgl.: Städtebauliche Lärmfibel 2005, Kap. 6.

5 ebd.

6 Loidl und Kiefer 1988, S. 45

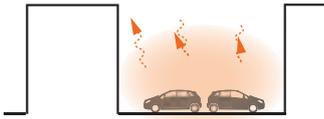


Abb. 22: Aufheizung und Wärmespeicherung versiegelter Flächen

Abb. 23: Übersicht der Oberflächentemperatur, des Albedowerts und der spezifischen Wärmekapazität verschiedener Oberflächen, zusammengestellt nach Sukopp und Wittig 1998, S. 128, S. 133 und Franke E. 1977, S. 11

### Aufenthaltsqualität und thermischer Komfort

Geschlossene Räume werden als behaglich empfunden, wenn die Temperatur zwischen 18°C und 24°C und die Luftfeuchte bei 40 % bis 70 % liegt<sup>1</sup>. Bei einer niedrigen Luftfeuchte, werden auch Temperaturen bis 28°C noch als behaglich empfunden. Versiegelte Flächen oder Bitumendächer können im Sommer aber schnell 50°C bis 90°C warm werden. Das Gebäudeumfeld heizt sich stark auf, es kommt zu einer verstärkten thermischen Belastung im Freiraum und im Gebäudeinneren. Im Winter sind solare Wärmegewinne erwünscht. Besonnung und Windschutz können hier die Aufenthaltsqualität fühlbar verbessern.

Material	Oberflächentemperatur (Sommertag, Mittags)	Albedowert	Spezifische Wärmekapazität [kJ/kg/K]
Asphalt	50°	0,05 - 0,20	0,92
Teer-Dach/Bitumen-Dach	90°	0,08 - 0,18	/
Ziegel-Dach	/	0,10 - 0,35	/
Gründach	30°	/	/
trockener Sandboden	35°	0,25 - 0,45	0,71
Wiese/Gras	30°	0,15 - 0,25	/
Wald	25°	0,15 - 0,20	/
Wasserfläche/Wasser	20° (25°)	0,03 - 0,10	4,19



Abb. 24: Kühlung durch Verdunstung von Bodenwasser und durch Pflanzen

### Adiabate Kühlung / Evapotranspiration

Als adiabate Kühlung wird die Kühlung durch Verdunstung bezeichnet. Durch den Übergang vom flüssigen in den gasförmigen Zustand entzieht das verdunstende Wasser seiner Umgebung Energie (fühlbare Wärme), es kommt zur Abkühlung der Umgebung. Auch Pflanzen und Boden verdunsten Wasser, hier spricht man von Transpiration (Pflanzen) und Evaporation (Bodenwasser/Oberflächenwasser), zusammengefasst als Evapotranspiration. Durch vorgelagerte Rasen- oder Wasserflächen kann man diesen Kühlungseffekt auch im Gebäude nutzbar machen. Hier ist eine Abkühlung um 1 bis 2°C bei einschaligen Fassaden oder bis zu 5°C bei zweischaligen Fassaden möglich (Strömungsweg min. 10 bis 50 Meter)<sup>2</sup>. Auf einem Gründach wird durch adiabate Kühlung an Sommertagen die Abstrahlung fühlbarer Wärme um ca. die Hälfte reduziert<sup>3</sup>. Die stark verminderte Verdunstung im Stadtgebiet wird als eine der Ursachen des Wärmeinseleffektes genannt.<sup>4</sup> Auch im Wasserkreislauf aus Niederschlag, Verdunstung und Kondensation ist die Verdunstung ein unentbehrlicher Faktor<sup>5</sup>.



Abb. 25: Bäume oder Fassadenbegrünung als vegetativer Sonnenschutz

### Adiabate Gebäudekühlung

Das Prinzip der adiabaten Kühlung wird auch zur Gebäudeklimatisierung eingesetzt. Bei der Abluftkühlung wird Wasser in die Abluft versprüht, diese kühlt ab und konditioniert über Wärmetauscher die Zuluft, ohne dass deren Luftfeuchte erhöht wird. Die Energieeinsparung gegenüber anderen Kühltechniken wird an sehr heißen Tagen (über 35°C) mit bis zu 70 % angegeben. Zudem wird keine Abwärme an die Umgebung abgegeben<sup>6</sup>.

### Vegetativer Sonnenschutz

Neben der Kühlung durch Verdunstung ist die Verschattung durch sommergrüne Pflanzen eine weitere Möglichkeit zur Reduzierung der thermischen Belastung im Freiraum und im gebäudenahen Bereich. Eine Fassadenbegrünung kann 40 % bis 80 % der Sonneneinstrahlung reflektieren und absorbieren<sup>7</sup>. Ein Baum reduziert durch Verschattung die Temperatur unter dem Kronendach um z.B. um bis zu 2°C.<sup>8</sup> Bei Bäumen wird reicht die Intensität der Verschattung von Tiefschattenbäumen bis Halblichtbäumen. Zu den Tiefschattenbäumen zählen u.a. Rosskastanie, Buch, Linde und die meisten Nadelbäu-



Abb. 26: Gärten zur Naherholung und als 'Klimainsel' zur thermischen Entlastung im überwärmten Stadtgebiet

<sup>1</sup> Krüger 2009, Folie 10

<sup>2</sup> Daniels 1998, S. 66

<sup>3</sup> Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin 2010, S. 16 und S. 17

<sup>4</sup> a.o.O., S. 11

<sup>5</sup> a.o.O., S. 15

<sup>6</sup> a.o.O., S. 55

<sup>7</sup> Städtebauliche Klimafibel 2007, Kap. 6.1.5

<sup>8</sup> Bruse 2003, S. 70

me, sie lassen nur 1 % bis 2,5 % des Lichtes durch. Zu den Halblichtbäumen werden Birke, Eschenahorn oder Robine gezählt, sie lassen 20 % bis 40 % des Lichtes durch<sup>1</sup>. Neben den gestalterischen Aspekten hat die Lichtdurchlässigkeit auch eine Wirkung auf die Verschattungsleistung. Was im Freiraum gewünscht sein kann, führt bei Bäumen vor Fassaden zu einer ungewollten Verschattung der Innenräume.

**Naherholung**

Durch Verschattung, Verdunstung und die Abwesenheit von Schadstoff- oder Lärmemittenten haben grünbestimmte Freiflächen ein günstiges Kleinklima für die wohnungsnahe Erholung. Diese Erholungsfunktion können in verdichteten Innenstädten auch kleinere oder isolierte Grünflächen übernehmen. Während bei privat genutzten Hausgärten und öffentlichen Grünflächen klar ablesbar ist, wer sie zur Naherholung 'nutzen darf', hängt die Aneignung bei den halböffentlichen Außenanlagen z.B. der Zeilenbebauung stark von deren Gestaltung/Ausstattung und der Nachbarschaftskultur der Siedlung ab.

**Windschutz**

Windhäufigkeit und Windgeschwindigkeit sind in der Stadt stark reduziert. Bei freistehenden Einfamilienhäusern am Stadtrand kann es im Winter aber zu Auskühleffekten durch Wind kommen, die sich bei ungedämmten Gebäuden auch auf deren Energieverbrauch auswirken (Verdopplung der Wärmeverluste, Erhöhung des Wärmebedarfs um ca. 10 %<sup>2</sup>). Durch Windschutzstreifen kann der Wind im Nahbereich (ca. dem 2- bis 4-fachen der Höhe) um bis zu 60% abgemindert werden. Die Wirkung ist bei einer zwei Meter hohen Hecke noch in einem Abstand von 8 bis 16 Metern messbar und nimmt mit zunehmendem Abstand immer weiter ab.<sup>3</sup> Bestehende Untersuchungen weisen diese Wirkung sowohl für kleinere Strukturen wie für mehrere Meter breite Baumstreifen nach<sup>4</sup>. Im Nahbereich von Zeilenbebauungen, Wohnbebauung hoher Geschossigkeit oder Hochhäusern kann es zu Düseneffekten mit verstärkten Windlasten kommen. Diesen Effekten kann zum Teil mit Windschutzpflanzungen entgegengewirkt werden<sup>5</sup>.

**Regenwassermanagement**

Die Verdunstung im Stadtgebiet ist um ca. 30 bis 60 % geringer als im Umland. Diese geringe Verdunstung wird mitverantwortlich gemacht für den städtischen Wärmeinselleffekt<sup>6</sup>. Auch die Grundwasserneubildung kann durch die Ableitung von Regenwasser in die Kanalisation beeinträchtigt sein. Auf versiegelten Flächen fließen ca. 90 % des Regenwassers in die Kanalisation ab (Abflussbeiwert  $\Psi = 0,9$ ).

Material	Abflussbeiwert $\Psi$	Material	Abflussbeiwert $\Psi$
Dächer Neigung > 15°	1	Asphalt- u. Betonflächen	0,9
Kiesdächer	0,5	Pflasterfläche	0,75
Dachgärten	0,3	fester Kiesfläche	0,6
Dachbegrünung extensiv	0,5 - 0,4	Schotterrasen	0,3
Dachbegrünung intensiv	0,4 - 0,1	Rasengittersteine	0,15
Retentionsdach	0,17 - 0,01	Gärten und Wiesen	0 - 0,1

Bei Zunahme von Extremwetterereignissen wie Starkregen hat das dezentrale Regenwassermanagement eine große Bedeutung. Mit ihm können Niederschlagsspitzen abgepuffert werden und die Überlastung der Kanalisation vermieden. Im Zuge des Umbaus des Emschersystems hat das dezentrale Regenwassermanagement im Ruhrgebiet eine besondere Stellung<sup>7</sup>. Wo Regenwasser ganz oder teilweise vor Ort versickert oder verdunstet, muss das Kanalnetz nicht auf Starkregeneignisse ausgelegt werden.



Abb. 27: Windbelastung im Freiraum bei exponierter Bebauung, erhöhter Heizwärmebedarf (+ 10 %) bei ungedämmten Gebäuden

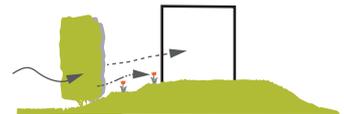


Abb. 28: Windschutz durch Hecken und Gehölzpflanzungen



Abb. 29: Ungenügender Windschutz durch Mauern (Verwirbelungen im Leebereich der Mauer)

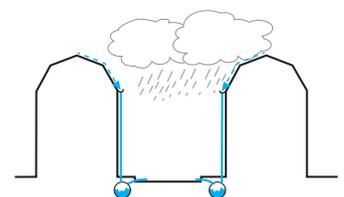


Abb. 30: Gestörter Wasserkreislauf ohne Versickerung oder Verdunstung

Abb. 31: Übersicht des Abflussbeiwerts verschiedener Oberflächen nach Sukopp und Wittig 1998, S. 134



Abb. 32: Versickerungsfähige Beläge

1 Solarfibel 2007, S. 52

2 Städtebauliche Klimafibel 2007, Kap. 6.2.4

3 Illner und Gandert 1956, S. 26 f

4 hier Schilffrohrrwand mit ca. 0,5 bis 8 m Höhe, die wahrscheinlich mit Hecken im Hausgartenbereich vergleichbar sind und Laubholzstreifen mit 12 bis 15 m Breite und 3 bis 18 m Höhe, vgl.: Illner und Gandert 1956, S. 26 f

5 vgl.: Franke 1977, S. 110

6 Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin 2010, S. 11

7 vgl.: Emschergenossenschaft 2006, Kap B 2.2.2 oder Leitthemen der IBA Emscher Park, www.ruhrgebiet-regionalkunde.de/vertiefungsseiten/leitthemen\_iba.php (aufgerufen 22.10.2014)



Abb. 33: Versickerung in der Fläche oder in Regenwassersammelbecken

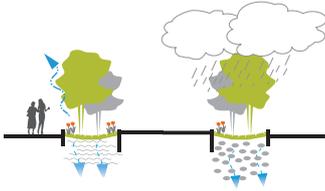


Abb. 34: Versickerung in Mulden- oder Rigolen (mit Kiesschüttung im Boden)

Abb. 35: Übersicht des Platzbedarfs für die dezentrale Versickerung nach Sieker 2006, Tab. III 7-20, S. 195

Auch das Wasserhaushaltsgesetz (Fassung 2010) setzt im § 5 auf die ortsnahe Versickerung, anstelle der Einleitung in Misch- oder Trennsysteme, sofern weder wasserrechtliche noch andere öffentlich-rechtliche Vorschriften dagegen sprechen.

#### Regenrückhalt in wenig verdichteten Stadtgebieten

Bei der Flächenversickerung muss die Sickerfläche genauso groß sein, wie die angeschlossenen versiegelten Flächen und Dachflächen<sup>1</sup>. Bei der Muldenversickerung beträgt der Platzbedarf nur noch gut 15 % der angeschlossenen Fläche, bei der Kombination von Mulden und Rigolen (meist eine Kiesschüttung im Boden) nur 10 %<sup>2</sup>. Bei einem Haus mit 200 m<sup>2</sup> Dach- und Hoffläche braucht es also eine Mulde von 1,5 x 13 Metern. Wo der Platz vorhanden ist und die Bodenverhältnisse es erlauben, können Sickermulden und Sickerflächen problemlos in die Gestaltung von Außenanlagen oder Neubausiedlungen integriert werden. Vom 'Trockenwadi' bis zu streng architektonischen Gestaltungen ist alles möglich.

Art der Versickerung	Anschlussverhältnis	Flächenbedarf pro 1 Hektar Anschlussfläche
Flächenversickerung	1 : 1	10.000 m <sup>2</sup>
Muldenversickerung	7,5 : 1	1.300 m <sup>2</sup>
Mulden-Rigolen-Element	10 : 1	1.000 m <sup>2</sup>
Mulden-Rigolen-System	12 : 1	800 m <sup>2</sup>

#### Regenrückhalt im verdichteten Innenstadtbereich

Wo die Fläche zur Versickerung fehlt oder der Boden ungeeignet ist, können Gründächer je nach Aufbau und Substratstärke bis 50 bis 70 % des Niederschlags zurückhalten<sup>3</sup>. Spezielle Substataufbauten ermöglichen einen Rückhalt von über 80 %<sup>4</sup>. Durch die Kombination von Dachbegrünung, Zisternen und offenen Wasserbecken in den Außenanlagen können auch große innerstädtische Bauprojekte wie am Potsdamer Platz (Berlin) mit einem dezentralen Regenwassermanagement arbeiten.

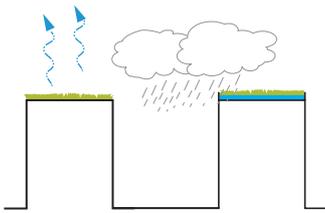


Abb. 36: Regenrückhalt durch Dachbegrünung oder Retentionsdach

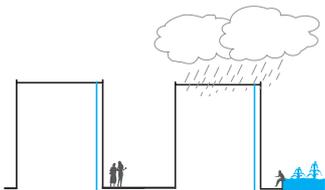


Abb. 37: Regenrückhalt durch Zisternen oder Wasserbecken

Die Rentabilität einer Zisterne zur Nutzung im Gebäude hängt von der Höhe des Jahresniederschlags, der Größe der angeschlossenen Fläche und dem Wasserbedarf ab. In Regionen mit weniger als 600 mm Jahresniederschlag ist die Abwasseraufbereitung eine Alternative. Auch mit ihr können je nach Höhe des Grauwasseraufkommens mindestens 30% des Trinkwasserbedarfs bzw. 3 m<sup>3</sup> je Tag eingespart und die Abwasserkosten durch Wiederverwendung reduziert werden. Auch die hausinterne Nutzung der Abwasserwärme ist im Rahmen einer Abwasseraufbereitung möglich, die Wärmerückgewinnung liegt bei ca. 12,5 kWh/ m<sup>3</sup> Grauwasser<sup>5</sup>.

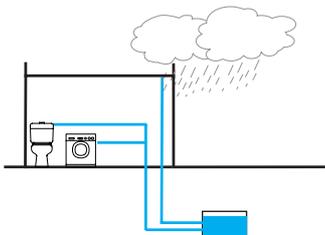


Abb. 38: Einsparung von Trinkwasser durch Regenwassernutzung oder Grauwasserrecycling

<sup>1</sup> Sieker 2006, Tab. III 7-20, S. 195

<sup>2</sup> ebd.

<sup>3</sup> siehe Tabelle vorherige Seite

<sup>4</sup> Vgl.: exemplarisch Herstellerangaben von Optigrün, www.optigruen.de (aufgerufen 15.04.2014)

<sup>5</sup> Schriftenreihe fbr 16, 2013, S. 133 bis 145 (Pilotprojekt Arminplatz, Nolde und Partner)

## Kapitel I - Klimatische Potenziale der Stadtraumtypen

## Kleine, freistehende Wohnbebauung niedriger bis mittlerer Geschossigkeit

### Mikroklimatische Bewertung

Der Stadtraumtyp wird umgangssprachlich meist als Einfamilienhausgebiet bezeichnet. Durch seinen hohen Anteil begrünter Gärten und den niedrigen Versiegelungsgrad (ca. 25 %) hat er keinen ausgeprägten Wärmeinseleffekt (ca. +3 bis +7 K)<sup>1</sup>. Eine spürbare thermische Belastung kann punktuell oder temporär auftreten, z.B. im Straßenraum. Aufgrund der geringen baulichen Speichermassen der Einfamilienhäuser und des hohen Anteils nicht versiegelter Freiflächen ist das Potenzial zur Transpiration und Kühlung gegeben. Mit Zunahme der baulichen Dichte und des Versiegelungsgrades durch Nachverdichtung oder bauliche Vorgaben nimmt allerdings auch die thermische Belastung zu.

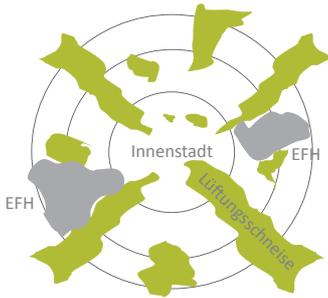


Abb. 39: Lage des Stadraumtyps im Stadtgebiet

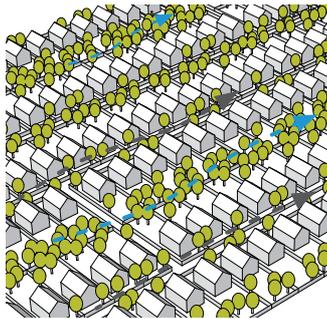


Abb. 40: Begrünte Gärten als Teil von Frisch- und Kaltluftschneisen zur Frischluftversorgung und nächtlichen Abkühlung des Stadtgebietes.

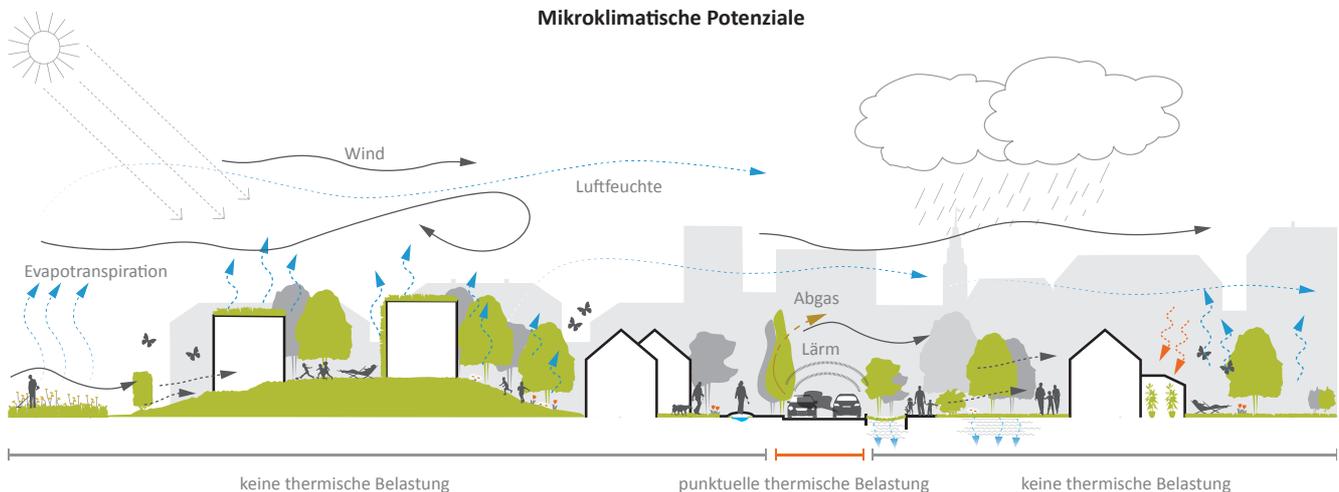
Durch die aufgelockerte Bebauung und Lage am äußeren Rand des Stadtgebietes können Kalt- und Frischluft meist ungehindert einfließen. Sie werden durch den Stadtraumtyp kaum belastet und können ihn gegebenenfalls durchfließen und so zur Abkühlung innerstädtischer Quartiere beitragen. Die geringe bauliche Dichte und das schlechte A/V-Verhältnis führt aber auch zu Auskühlereffekten durch Wind und nächtliche Kaltluft, die sich im Winter in erhöhten Heizwärmebedarfen (+10 %) äußern<sup>2</sup>.

Die zusammenhängenden Gärten älterer Einfamilienhausgebiete können durch Nebengebäude, heimische Vegetation und den alten Baumbestand einen wichtigen Beitrag zur städtischen Biodiversität (biologische Vielfalt) leisten<sup>3</sup>. Mit Abnahme der Grundstücksgröße und der Strukturvielfalt sinkt besonders bei neueren Einfamilienhausgebieten der Beitrag zur Vielfalt der Arten und Lebensräume deutlich. Die Hausgärten dienen der wohnungsnahen Erholung und machen den Stadtraumtyp zur beliebtesten Wohnform.

1 vgl. auch für die folgenden Stadtraumtypen: Hegger 2013 a, Anlage II (EST-Steckbriefe) sowie Sukopp und Wittig 1998, S. 141, K = Kelvin (1 K = 1°C)

2 vgl.: Städtebauliche Klimafibel 2007, Kap. 6.2.4

3 vgl. auch für die folgenden Stadtraumtypen: ERR Raumplaner et al. 2003, S. 39 bis 103



#### Dachbegrünung

- zur Verzögerung des Regenwasserabflusses
- zur Verdunstung von Niederschlägen
- Wasserrückhalt um 50-70%
- als Wärme- und Kältepuffer
- Dämmeffekt ca. 2 bis 10 %

#### Fassadenbegrünung

- als Verschattungseffekt 40-80%
- als Wärme- und Kältepuffer
- Dämmeffekt ca. 6 %

#### Begrünung

- Gärten mit vielfältiger Vegetation als Teil der urbanen Biodiversität

#### Lokaler Regenrückhalt

- durch Sickerflächen, Mulden oder Rigolen
- als Teil der Quartiersgestaltung
- Nutzung des Regenwassers im Garten und im Gebäude

#### Windreduktion

- durch Hecken und Windschutzstreifen max. 60 %
- gegen Auskühlung vom Gebäude und Freiraum

#### Lärmschutz

- durch Erdwälle und Lärmschutzpflanzung um 0,05 bis 0,3 dB je Meter Breite

#### Emmissionsschutz (Luftschadstoffe)

- durch Blattmassen von Bäumen und Sträuchern

#### Kühlung

- durch Verdunstung von Pflanzen, Bodenwasser und oberflächen Wasser (Evapotranspiration) in den Gärten

Abb. 41: Schnitt Kleine, freistehende Wohnbebauung

## Reihenhausbebauung

### Mikroklimatische Bewertung

Auch Reihenhausgebiete haben einen hohen Anteil begrünter Gärten, ihr Versiegelungsgrad (ca. 30 %) ist trotz der höheren Bebauungsdichte mit dem der freistehenden Wohnbebauung vergleichbar. Eine spürbare thermische Belastung tritt im Sommer nur punktuell bzw. temporär im Bereich versiegelter Flächen auf. Aufgrund der geringen baulichen Speichermassen der Reihenhäuser und des hohen Anteils unversiegelter Freiflächen, ist auch hier das Potenzial zur Transpiration und Kühlung gegeben. Mit Zunahme der baulichen Dichte und des Versiegelungsgrades nimmt auch die thermische Belastung in den Reihenhausgebieten zu.

Durch die Lage am Rand und im mittleren Bereich des Stadtgebietes können Kalt- und Frischluft noch gut in den Stadtraumtyp einfließen. Frisch- und Kaltluftschneisen werden nicht belastet, sie können den Stadtraumtyp je nach Exposition der Bebauung durchfließen und so zur Abkühlung innerstädtischer Quartiere beitragen. Die Bebauung in Reihen kann bei Anpassung an die örtlichen Windverhältnisse zu einer Verminderung (winterlicher) Auskühleffekte führen, auch das Verhältnis von Gebäudehülle zu Gebäudevolumen (A/V-Verhältnis) ist hier besser als bei der freistehenden Bebauung. Beides trägt auf baustruktureller Ebene zur energetischen Effizienz des Stadtraumtyps bei.

Die Gärten der Reihenhausbebauung sind meist kleiner als die der freistehenden Bebauung und weisen eine geringe Strukturvielfalt auf. Dennoch haben die zusammenhängenden Gartenparzellen ein Potenzial zur Steigerung der urbanen Biodiversität<sup>1</sup>. Die rückwärtigen Gärten dienen der wohnungsnahen Erholung, die Vorgärten prägen das Bild des Stadtraumtyps.

<sup>1</sup> Loidl-Reisch 1992, S. 124 f

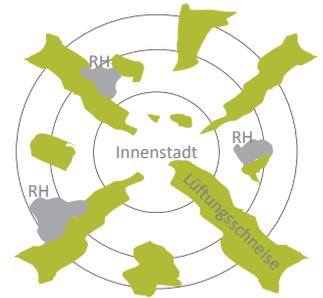


Abb. 42: Lage im Stadtgebiet des Stadraumtyps

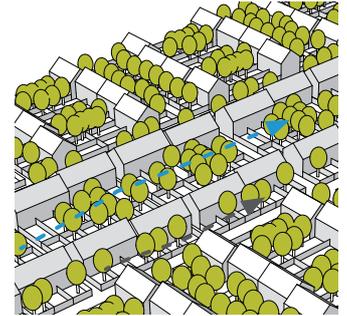
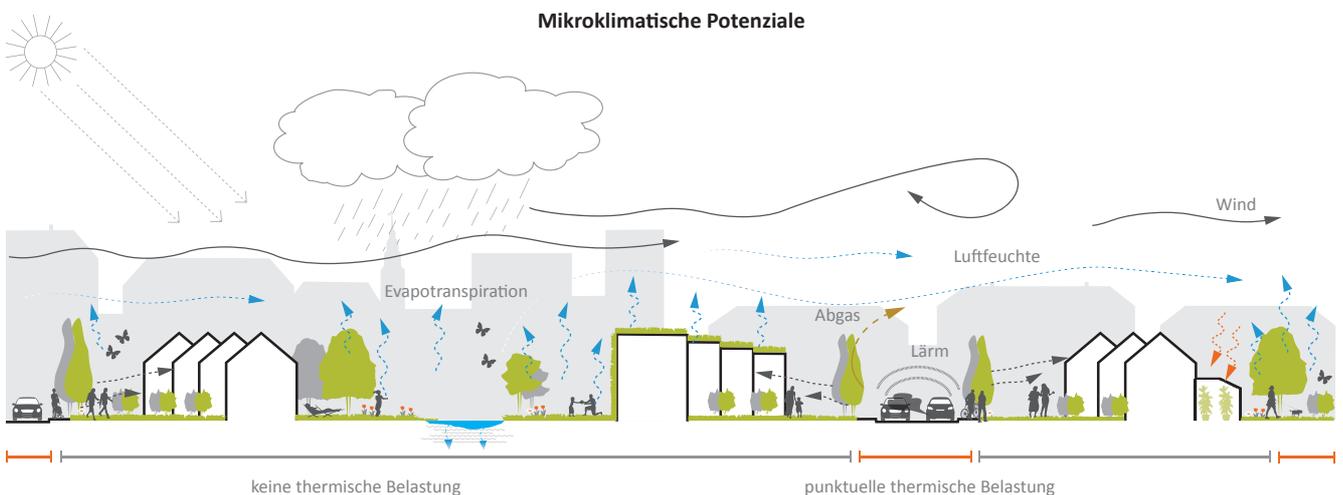


Abb. 43: Begrünte Gärten als Teil von Frisch- und Kaltluftschneisen zur Frischluftversorgung und nächtlichen Abkühlung des Stadtgebietes.



#### Dachbegrünung

- zur Verzögerung des Regenwasserabflusses
- zur Verdunstung von Niederschlägen
- Wasserrückhalt um 50-70 %
- als Wärme- und Kältepuffer
- Dämmeffekt ca. 2 bis 10 %

#### Fassadenbegrünung

- als Verschattungseffekt 40-80 %
- als Wärme- und Kältepuffer
- Dämmeffekt ca. 6 %

#### Begrünung

- Gärten mit vielfältiger Vegetation als Teil der urbanen Biodiversität

#### Lokaler Regenrückhalt

- durch Sickerflächen, Mulden oder Rigolen
- als Teil der Quartiersgestaltung
- Nutzung des Regenwassers im Garten und im Gebäude

#### Windreduktion

- durch Hecken und Windschutzstreifen max. 60 %
- gegen Auskühlung vom Gebäude und Freiraum

#### Lärmschutz

- durch Erdwälle und Lärmschutzpflanzung um 0,05 bis 0,3 dB je Meter Breite

#### Emmissionsschutz (Luftschadstoffe)

- durch Blattmassen von Bäumen und Sträuchern

#### Kühlung

- durch Verdunstung von Pflanzen, Bodenwasser und oberflächen Wasser (Evapotranspiration) in den Gärten

Abb. 44: Schnitt Reihenhausbebauung

## Zeilenbebauung mit niedriger bis mittlerer Geschossigkeit



Abb. 45: Lage des Stadraumtyps im Stadtgebiet

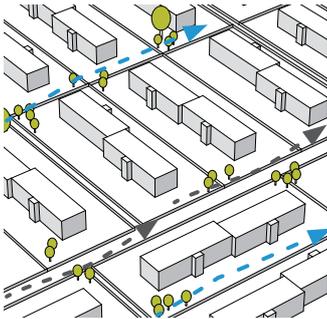


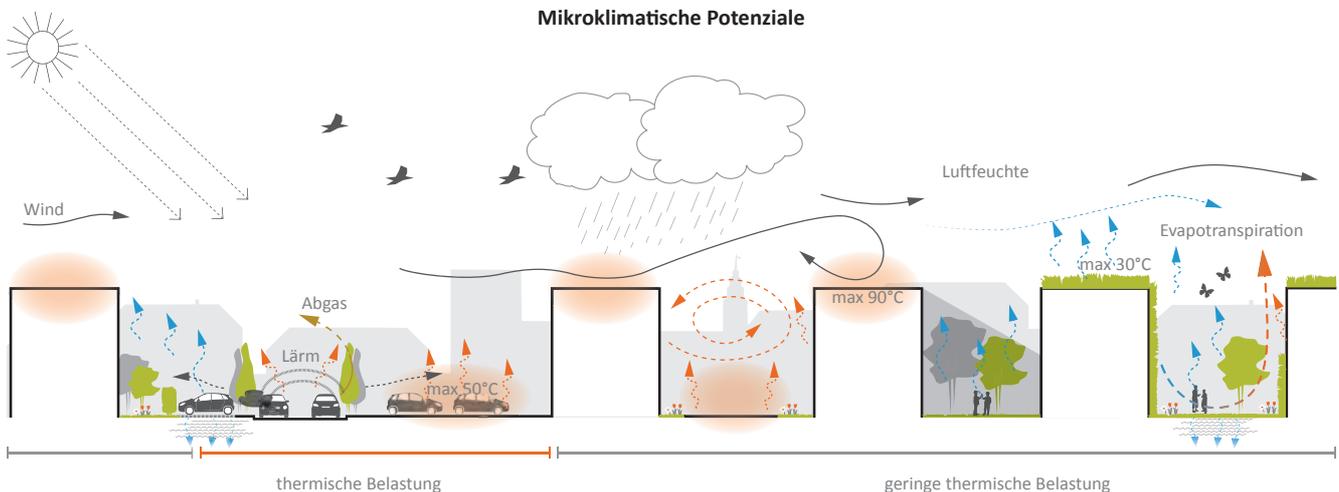
Abb. 46: Vermeidung von Barrieren durch Bebauung, Bäumen oder Wällen zum Erhalt der Luftschneisen.

### Mikroklimatische Bewertung

Zeilenbebauungen haben einen ähnlichen Versiegelungsgrad (ca. 35 %) wie die freistehende Wohnbebauung und die Reihenhausbebauung. Große verdichtete Parkplatzflächen, ein geringerer Baumbestand und ein höheres Baumassenvolumen tragen hier zu einer stärkeren Ausprägung des Wärmeinseleffektes bei (ca. +4 bis +9 K, je nach Dichte und Lage im Stadtgebiet). Die großen, zusammenhängenden Außenanlagen können zur nächtlichen Auskühlung beitragen, den ausgedehnten Rasenflächen fehlt allerdings gerade im Sommer oft die notwendige Feuchtigkeit zur Transpiration und damit zur Kühlung.

Zeilenbebauungen im äußeren oder mittleren Bereich der Stadt profitieren von unverbauten bzw. unbelasteten Kalt- und Frischluftschneisen. Frisch- und Kaltluft werden durch den Stadraumtyp kaum belastet und können ihn je nach Anordnung der Baukörper durchfließen und so zur Abkühlung innerstädtischer Quartiere beitragen. Je nach Exposition der Zeilen kann es punktuell zu einer Verstärkung der Windlast kommen. Baukörper am Rand der Zeilenbebauung wirken als Lärm- und Windschutz für dahinter liegende Zeilen. Bei Rückbaumaßnahmen kann es zur Verstärkung bzw. Verlagerung der Lärmbelastung und einer Veränderung des Windfeldes innerhalb der Siedlung kommen.

Die zusammenhängenden Außenanlagen sind geprägt durch große, gelegentlich auch monotone Rasenflächen oder 'Abstandflächen', einen eingewachsenen Gehölzbestand und Rabatten im gebäudenahen Bereich. Je nach Pflegezustand leisten auch sie einen Beitrag zur urbanen Biodiversität. Als halböffentliche und gut einsehbare Außenanlagen eignen sie sich meist nicht für eine freie Nutzung durch die Bewohner.



#### Dachbegrünung

- zur Verzögerung des Regenwasserabflusses
- zur Verdunstung von Niederschlägen
- Wasserrückhalt um 50-70 %

#### Fassadenbegrünung

- als Verschattungseffekt 40-80 %
- als Wärme- und Kältepuffer

#### Begrünung

- Außenanlagen mit vielfältiger Vegetation als Teil der urbanen Biodiversität

#### Lokaler Regenrückhalt

- durch Entsiegelung
- durch versickerungsfähige Beläge
- durch Mulden, Rigolen
- als Teil der Gestaltung der Außenanlagen
- Nutzung des Regenwassers in Außenanlagen oder im Gebäude

#### Windreduktion

- durch Hecken und Windschutzstreifen max. 60%
- gegen Auskühlung vom Gebäude und Freiraum

#### Lärmschutz

- durch Erdwällen und Lärmschutzpflanzung um 0,05 bis 0,3 dB je Meter Breite
- durch geschlossene Blockrandbebauung um bis zu 30 dB

#### Emmissionsschutz (Luftschadstoffe)

- durch Blattmassen von Bäumen und Sträuchern

#### Kühlung

- durch Evapotranspiration in den Außenanlagen
- durch Ventilationswirksame Begrünung
- durch Stellung der Bäume und Gebäude zur wechselnden Besonnung und Beschattung im Bereich der Innenhöfe

Abb. 47: Schnitt Zeilenbebauung

## Großmaßstäbliche Wohnbebauung hoher Geschossigkeit

### Mikroklimatische Bewertung

Die großmaßstäbliche Wohnbebauung hat einen ähnlichen Versiegelungsgrad wie die Zeilenbebauung (ca. 30 %). Der Wärmeinseleffekt ist durch die größeren Baumassen und die großen Parkplatzflächen im Straßenraum stärker ausgeprägter (ca. +6 bis +9 K). Die höchste thermische Belastung tritt daher im Bereich der Erschließungsstraßen und der Parkplatzflächen auf. Hier können Entsiegelungsmaßnahmen oder die Verschattung durch Bäume entgegenwirken. Durch die ausgedehnten Rasenflächen besteht Potenzial zur nächtlichen Auskühlung, temperatursenkende Flächen können kleinräumig wirksam werden.

Wenn der Stadtraumtyp am Stadtrand oder als Trabantensiedlungen außerhalb des Stadtgebiets liegt, können Kalt- und Frischluft bei unverbauten und unbelasteten Luftbahnen einfließen. Frisch- und Kaltluftschneisen werden bei punktueller Bebauung (Punkthochhäuser) durch den Stadtraumtyp kaum belastet und können ihn durchströmen. Durch die nächtliche Wärmeabstrahlung sind die Straßen des Stadtraumtyps als Luftleitbahnen ungeeignet, sie können zu einer Aufheizung der Kaltluft führen. Eine zeilen- oder blockförmige Stellung der Baukörper kann zur massiven Barriere werden. Je nach Exposition der Bebauung kommt es zu einer Verstärkung der Windlast im Gebäudeumfeld.

Die Außenanlagen sind geprägt von großen Rasenflächen mit Gehölzbestand. Die Gebäude sind punktuell in die Außenanlagen eingegliedert oder umschließen diese blockartig. Je nach Pflegeszustand und Artenvielfalt leisten auch sie einen Beitrag zur urbanen Biodiversität. Als halböffentliche Freifläche werden sie meist nur im Bereich von Spiel- und Sitzplätzen von den Bewohnern genutzt.



Abb. 48: Lage des Stadtraumtyps im Stadtgebiet

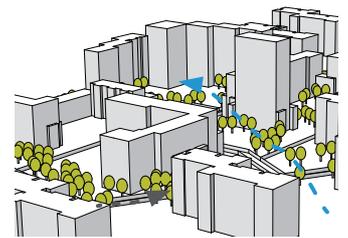
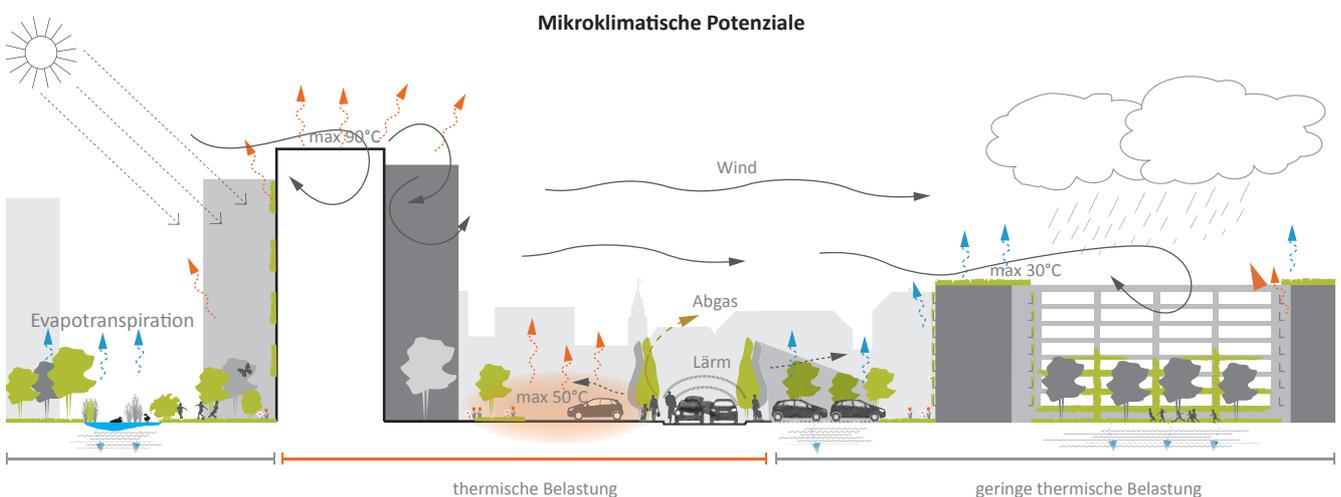


Abb. 49: Vermeidung von Barrieren durch Bebauung, Wälle oder Bäume zum Erhalt von Luftschneisen.



### Mikroklimatische Potenziale

#### Dachbegrünung

- zur Verzögerung des Regenwasserabflusses
- zur Verdunstung von Niederschlägen
- Wasserrückhalt um 50-70 %

#### Fassadenbegrünung

- als Wärme- und Kältepuffer
- als Verschattungseffekt 40-80 %

#### Begrünung

- Außenanlagen mit vielfältiger Vegetation als Teil der urbanen Biodiversität

#### Lokaler Regenrückhalt

- durch Entsiegelung
- durch versickerungsfähige Beläge
- durch Teiche, Retentionsflächen oder Sickermulden
- als Teil der Gestaltung der Außenanlagen
- Nutzung des Regenwassers im Gebäude und in den Außenanlagen

#### Windreduktion

- durch Gehölze oder Stellung der Baukörper
- zur Vermeidung von Windturbulenzen im Gebäudeumfeld

#### Lärmschutz

- durch Erdwälle und Lärmschutzpflanzung um 0,05 bis 0,3 dB je Meter Breite
- durch Gebäude um bis zu 30 dB

#### Emmissionsschutz (Luftschadstoffe)

- durch Blattmassen von Bäumen und Sträuchern

#### Kühlung

- durch Evapotranspiration in den Außenanlagen
- durch Ventilationswirksame Begrünung
- durch Bäume um 2 bis 5°C
- durch Stellung der Bäume und Gebäude zur wechselnden Besonnung und Beschattung im Bereich der Innenhöfe

Abb. 50: Schnitt Großmaßstäbliche Wohnbebauung

## Blockrandbebauung

### Mikroklimatische Bewertung

In Bezug auf die Versiegelung (im Mittel ca. 75 %) hat die Blockrandbebauung eine Spannweite von stark verdichteten und versiegelten Blockstrukturen bis hin zu Blöcken mit großen Gartenhöfen und niedriger baulicher Dichte. Trotz Verschattung durch Gebäude hat der Stadtraumtyp große Speichermassen für Wärme (Gebäude, Straßen, Höfe). Dies begünstigt zusammen mit dem fehlenden Luftaustausch innerhalb der Blöcke den Wärmeineffekt (ca. +6 bis +9 K) und reduziert die nächtliche Abkühlung in den Sommermonaten. Temperatursenkende Strukturen (Gärten, Fassadenbegrünung) sind punktuell wirksam, können die Wohnqualität aber deutlich erhöhen.

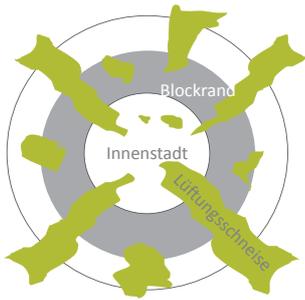


Abb. 51: Lage des Stadraumtyps im Stadtgebiet

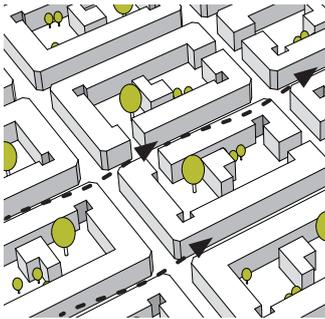
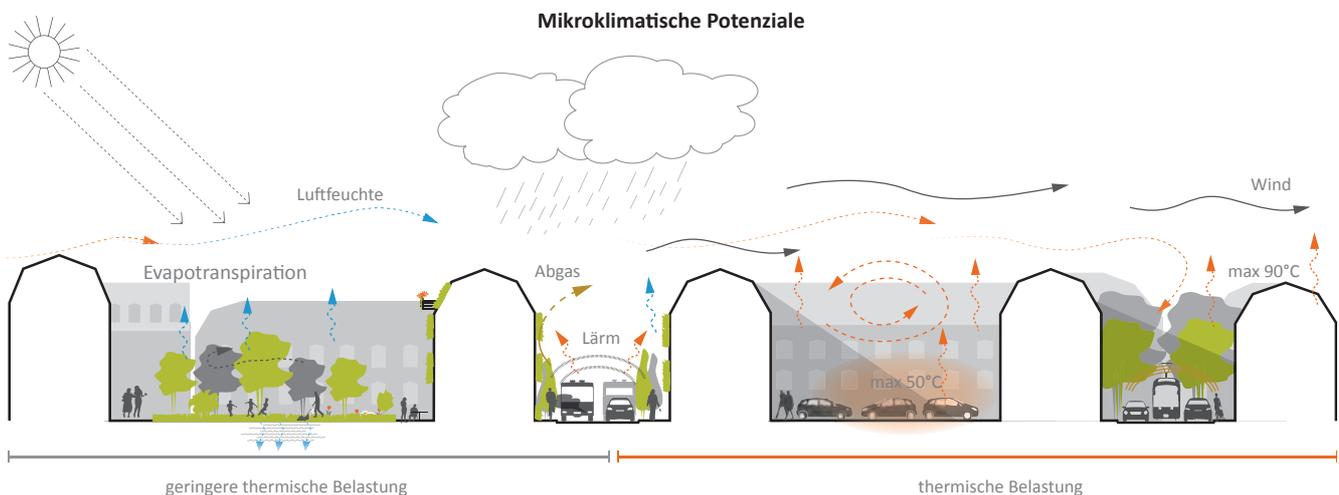


Abb. 52: Grünflächen als Teil von Frisch- und Kaltluftschneisen zur Frischluftversorgung und nächtlichen Abkühlung in verdichteten Stadtraumtypen.

Durch die zentrumsnahe Lage ist die Distanz zu den Kalt- und Frischluftentstehungsgebieten am größten, die Blockrandbebauung kann meist kaum noch davon profitieren, da Luftbahnen durch Barrieren versperrt oder belastet sind (u.a. Gebäude, breite Straßen, Bahndämme). Durch die großen Speichermassen trägt der Stadtraumtyp zum urbanen Wärmeineffekt bei und kann die Innenstadt von Luftschneisen abschneiden. Eine angepasste Begrünung der Innenhöfe und das Freihalten von Luftschneisen innerhalb der Quartiere mindern den Wärmeineffekt. Zu dichte Bepflanzung kann den Luftaustausch in den Blöcken weiter reduzieren, Wasserflächen können im Sommer zur Schwülebildung führen<sup>1</sup>.

Begrünte Innenhöfe mit eingewachsenem Baumbestand sind wertvolle Lebensräume im verdichteten Stadtgebiet. In dichteten Blockstrukturen mit kleinen Innenhöfen sind Fassaden- und Dachbegrünungen wichtige Grünstrukturen. Die Nutzbarkeit der Innenhöfe durch die Bewohner ist stark von den Eigentumsverhältnissen und der Nutzung in den Gebäuden (Wohnnutzung oder Gewerbenutzung) abhängig.

<sup>1</sup> vgl.: Horbert 2000, S. 154



#### Dachbegrünung

- zur Verzögerung des Regenwasserabflusses
- zur Verdunstung von Niederschlägen
- Wasserrückhalt um 50-70 %, durch spezielle Retentionsdächer auch über 80 %
- Fernwirkung ca. 100 Meter

#### Fassadenbegrünung

- als Wärme- und Kältepuffer
- als Verschattungseffekt 40-80 %
- zur Verdunstung (Höhe 20 m) ca. 10 bis 15 Liter je m<sup>2</sup> Pflanzfläche

#### Begrünung

- in Vorgärten und Innenhöfen mit vielfältiger Vegetation als Teil der urbanen Biodiversität

#### Lokaler Regenrückhalt

- durch Entsiegelung
- durch versickerungsfähige Beläge
- durch Rigolen oder Zisternen
- als Teil der Gestaltung der Innenhöfe
- Nutzung des Regenwassers im Gebäude und in den Außenanlagen

#### Lärmschutz

- durch Blattmassen von Bäumen und Sträuchern
- durch Lärmschutzpflanzung um 0,05 bis 0,3 dB je Meter Breite
- durch geschlossene Blockrandbebauung um bis zu 30 dB

#### Emissionsschutz (Luftschadstoffe)

- durch Blattmassen von Bäumen und Sträuchern
- durch Fassadenbegrünung in engen Straßen gegen Ansammlung von Schadstoffen

#### Kühlung

- durch Begrünung im Innenhof bis zu 20 K im Sommer
- durch Evapotranspiration in den Außenanlagen, und Dachbegrünung
- durch Evapotranspiration und Verschattung bei Fassadenbegrünung um ca. 30°C
- als Ventilationswirksame Begrünung
- durch Stellung der Bäume und Gebäude zur wechselnden Besonnung und Beschattung im Bereich der Innenhöfe

Abb. 53: Schnitt Blockrandbebauung

## Dörfliche Bebauung

### Mikroklimatische Bewertung

Die dörfliche Bebauung hat aufgrund ihrer geringen Größe (unter 10.000 Einwohner) trotz des hohen Versiegelungsgrades (ca. 65 %) im Dorfkern keinen ausgeprägten Wärmeinseleffekt. Nur im Bereich von Straßen und Platzflächen kann es punktuell zu einer thermischen Belastung kommen.

Die umliegenden land- und forstwirtschaftlichen Flächen fungieren als Frisch- und Kaltluftentstehungsgebiete. Besonders Wiesen heizen sich bei Tag auf und kühlen nachts stark aus. Wiesen, Felder, vegetationsbestandene Brachflächen oder Gärten können so durch nächtliche Auskühlung bis zu 12 m<sup>3</sup> Kaltluft pro Quadratmeter und Stunde 'produzieren'. Wälder sind durch die Verschattung tagsüber kühler als das Umland und können so auch am Tag zur Abkühlung der Umgebung beitragen

Durch die Nähe zu diesen Frisch- und Kaltluftentstehungsgebieten und die geringe Ausdehnung des Stadtraumtyps können Frisch- und Kaltluft bis in den dichten Dorfkern einströmen und zur nächtlichen Abkühlung beitragen. Ist die dörfliche Bebauung Teil des Stadtgebietes kann es zum Abschneiden der Luftleitbahnen oder zur thermischen Belastung durch angrenzende Stadtteile kommen. Durch Windschutzpflanzungen und kompakte Anordnung der Baukörper kann die winterliche Auskühlung vermindert werden und der Bedarf an Heizwärme gesenkt werden.

Wenn noch vorhanden, bieten die vielfältigen Biotopstrukturen wie Hecken, Knicks, Feldraine, Gärten und Streuobstwiesen Habitate für diverse Arten. Aber auch Schuppen und Nebengebäude können z.B. als Fledermausquartiere, Unterschlupf oder Überwinterungsmöglichkeit dienen.

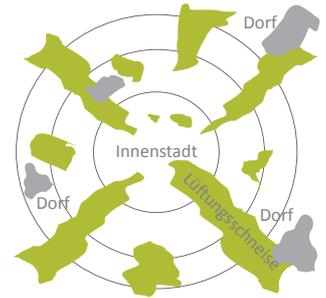


Abb. 54: Lage des Stadtraumtyps im Stadtgebiet

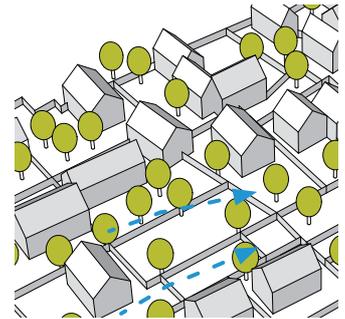
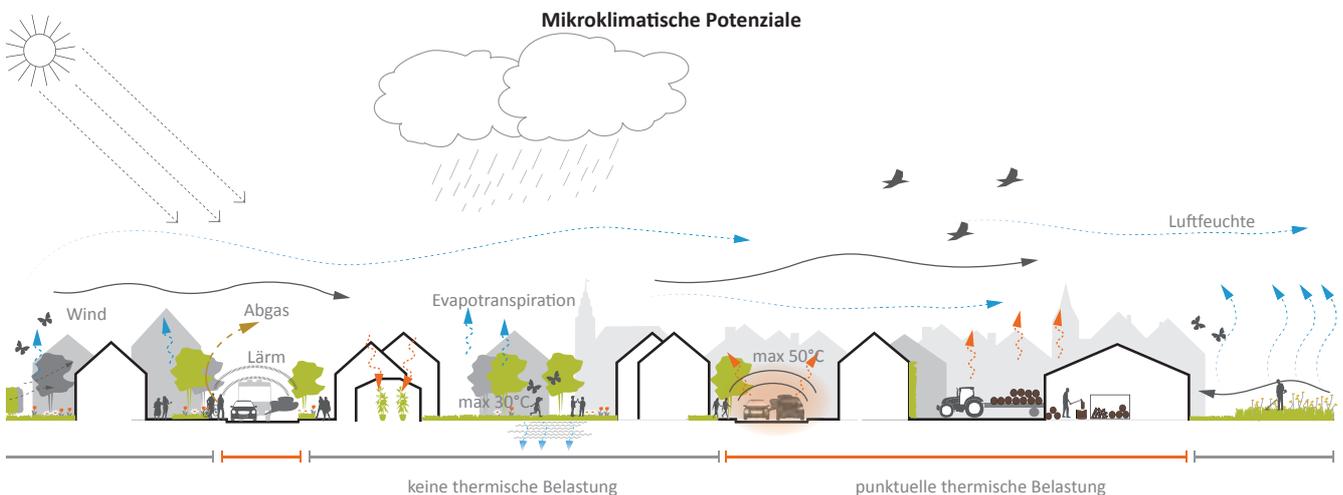


Abb. 55: Begrünte Gärten als Teil von Frisch- und Kaltluftschneisen zur Frischluftversorgung und nächtlichen Abkühlung.



#### Dachbegrünung

- zur Verzögerung des Regenwasserabflusses
- zur Verdunstung von Niederschlägen
- Wasserrückhalt um 50-70 %
- als Wärme- und Kältepuffer
- Dämmeffekt ca. 2 bis 10 %

#### Fassadenbegrünung

- als Verschattungseffekt 40-80 %
- als Wärme- und Kältepuffer
- Dämmeffekt ca. 6 %

#### Begrünung

- Gärten mit vielfältiger Vegetation als Teil der suburbaner Biodiversität

#### Lokaler Regenrückhalt

- durch Mulden, Rigolen oder Zisternen
- als Teil der Ortsgestaltung
- Nutzung des Regenwassers im Garten und im Gebäude

#### Windreduktion

- durch Hecken und Windschutzstreifen max. 60%
- gegen Auskühlung im Gebäude und Freiraum

#### Lärmschutz

- durch Erdwälle und Lärmschutzpflanzung um 0,05 bis 0,3 dB je Meter Breite

#### Emmissionsschutz (Luftschadstoffe)

- durch Blattmassen von Bäumen und Sträuchern

#### Kühlung

- durch Evapotranspiration in den Gärten und angrenzenden landwirtschaftlichen Flächen

Abb. 56: Schnitt Dörfliche Bebauung

## Historische Altstadtbebauung

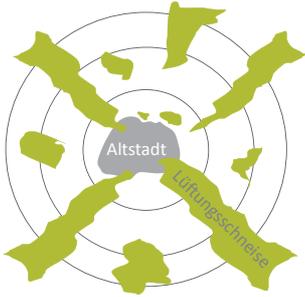


Abb. 57: Lage des Stadtraumtyps im Stadtgebiet

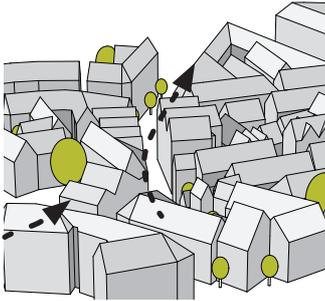


Abb. 58: Öffentliche Grünflächen und Fließgewässer als Teil von Frisch- und Kaltluftschneisen zur Frischluftversorgung und nächtlichen Abkühlung der verdichteten Innenstadt

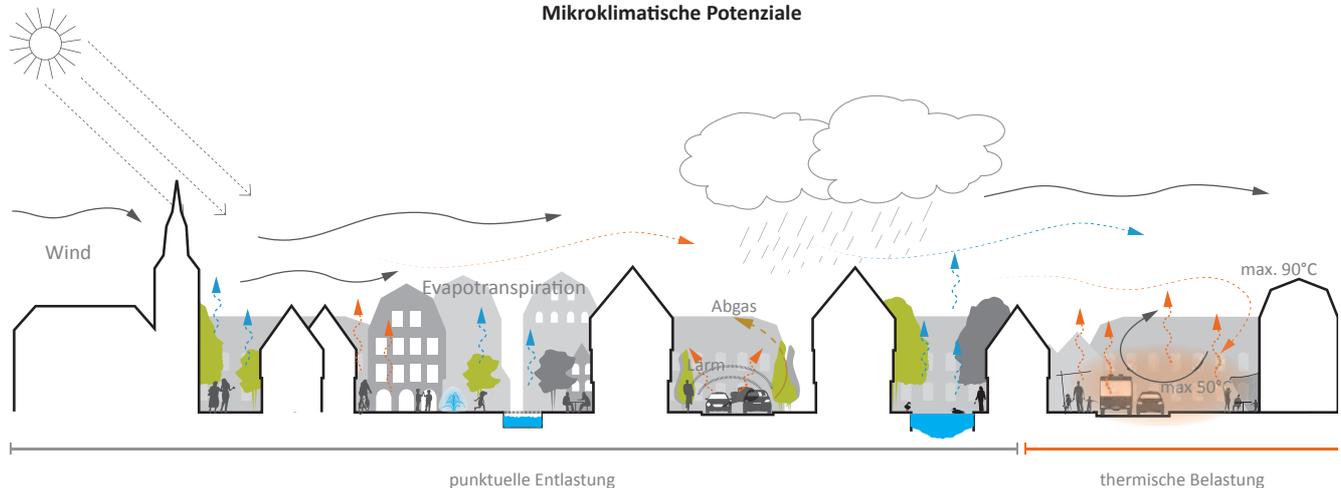
### Mikroklimatische Bewertung

Die stark verdichtet und versiegelte (ca. 90 %) Bebauung der historischen Altstadt hat einen stark ausgeprägten Wärmeinseleffekt (ca. +10 bis +12 K). Trotz Verschattung durch Gebäude hat der Stadtraumtyp große Speichermassen (Gebäude, Straßen, versiegelte Höfe) für Wärme, was die nächtliche Abkühlung im Sommer stark vermindert. Die Begrünung von Fassaden oder Dachflächen bei Neubauten, sowie Bäume auf Platzflächen und Innenhöfe ermöglichen die Doppelnutzung bestehender Flächen, um durch Verschattung und Verdunstung zur Temperatursenkung beizutragen.

Durch die Lage im Zentrum des Stadtgebietes ist die Distanz zu den Kalt- und Frischluftentstehungsgebieten am größten. Der Stadtraumtyp kann kaum noch davon profitieren, da Luftbahnen durch Barrieren (Gebäude, Bahndämme u.ä.) versperrt oder durch Emissionen (u.a. Straßenverkehr) verunreinigt sind. Durch die hohe Versiegelung und die großen Speichermassen trägt der Stadtraumtyp selbst zum urbanen Wärmeinseleffekt bei. Fließgewässer und große angrenzende Vegetationsflächen als Teil städtischer Grünsysteme sind zur Frisch- und Kaltluftversorgung unerlässlich. Zu dichte Bepflanzung in engen Innenhöfen oder Straßen kann den Luftaustausch allerdings weiter reduzieren.

Begrünte Innenhöfe mit eingewachsenem Baumbestand oder einzelne Begrünungen an der Fassade (Kletterrose) sind wertvolle Lebensräume im verdichteten Stadtgebiet. Sie haben auch für Bewohner oder gastronomische Nutzungen eine hohen Aufenthaltsqualität. Fassadenbegrünungen oder Dachbegrünung bei Neubauten schaffen weitere Lebensräume zur Entwicklung der urbanen Biodiversität.

### Mikroklimatische Potenziale



#### Fassadenbegrünung

- als Verschattungseffekt 40-80%
- zur Verdunstung (Höhe 20 m) ca. 10 bis 15 Liter je m<sup>2</sup> Pflanzfläche

#### Begrünung

- Einzelne Bäume und begrünte Höfe und Fassadenbegrünung als Teil der urbanen Biodiversität

#### Lokaler Regenrückhalt

- durch Speicherbecken und Zisternen
- als Teil der Quartiersgestaltung
- Nutzung des Regenwassers im Garten und im Gebäude

#### Windreduktion

- durch Hecken und Windschutzstreifen max. 60%
- gegen Auskühlung vom Gebäude und Freiraum

#### Lärmschutz

- durch Lärmschutzpflanzung um 0,05 bis 0,3 dB je Meter Breite
- durch geschlossene Blockrandbebauung um bis zu 30 dB

#### Emmissionsschutz (Luftschadstoffe)

- durch Straßenbegleitgrün in weiten Straßen
- durch Fassadenbegrünung in engen Straßen gegen Ansammlung von Schadstoffen

#### Kühlung

- durch Evapotranspiration in den Außenanlagen, und Dachbegrünung
- durch Evapotranspiration und Verschattung bei Fassadenbegrünung um ca. 30°C
- durch Bäume um 2 bis 5°C
- durch bewegte Wasserelemente (punktuell)
- durch Fließgewässer als Frisch- und Kaltluftschneisen

Abb. 59: Schnitt Historische Altstadtbebauung

## Innenstadtbebauung

### Mikroklimatische Bewertung

Die in Großstädten hoch verdichtete und zu beinahe 100 % versiegelte Innenstadtbebauung hat eine sehr hohe thermische Belastung und einen stark ausgeprägten Wärmeinseleffekt (ca. +10 bis +12 K) zur Folge. Durch die großen Speichermassen (Gebäude, versiegelte Flächen) und den geringen Anteil an temperatursenkenden Flächen ist die nächtliche Abkühlung im Sommer stark reduziert (Problem der Tropennächte). Wie bei der Altstadtbebauung können auch hier bestehende Flächen, insbesondere Dach- und Fassadenflächen, durch Begrünungsmaßnahmen klimawirksam aktiviert und zur Verschattung und Verdunstung genutzt werden.

Durch Barrieren und Emissionen in den Luftschneisen (Gebäude, Bahndämme, Straßenverkehr etc.) ist der Stadtraumtyp von den Kalt- und Frischluftentstehungsgebieten abgeschnitten. Die Nutzung adiabater Kühltechniken reduzieren den Eintrag von Abwärme bei Gebäuden des GHD-Sektors (Kaufhäuser, Bürogebäude). Fließgewässer und angrenzende große Grünflächen als Teil des städtischen Grünsystems sind zur Frisch- und Kaltluftversorgung unerlässlich. In Klein- und Mittelstädten ist die Verdichtung und damit die thermische Belastung entsprechend geringer, auch der Zugang zu Luftleitbahnen ist hier eher gewährleistet.

Eingewachsener Baumbestand, begrünte Dächer und Fassaden sind notwendige Lebensräume im verdichteten Stadtgebiet. Im Sommer tragen Einzelbäume oder Baumreihen auf Platzflächen und in Einkaufsstraßen zur Aufenthaltsqualität bei. Auch Wechselflor und temporäre Bepflanzungen können bei entsprechender Artenwahl noch einen Beitrag zur urbanen Biodiversität leisten.

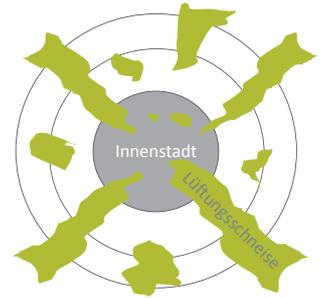


Abb. 60: Lage des Stadtraumtyps im Stadtgebiet

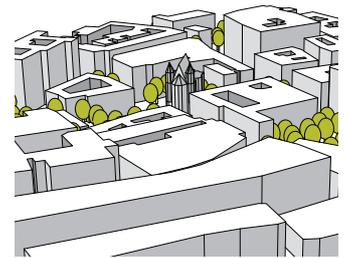
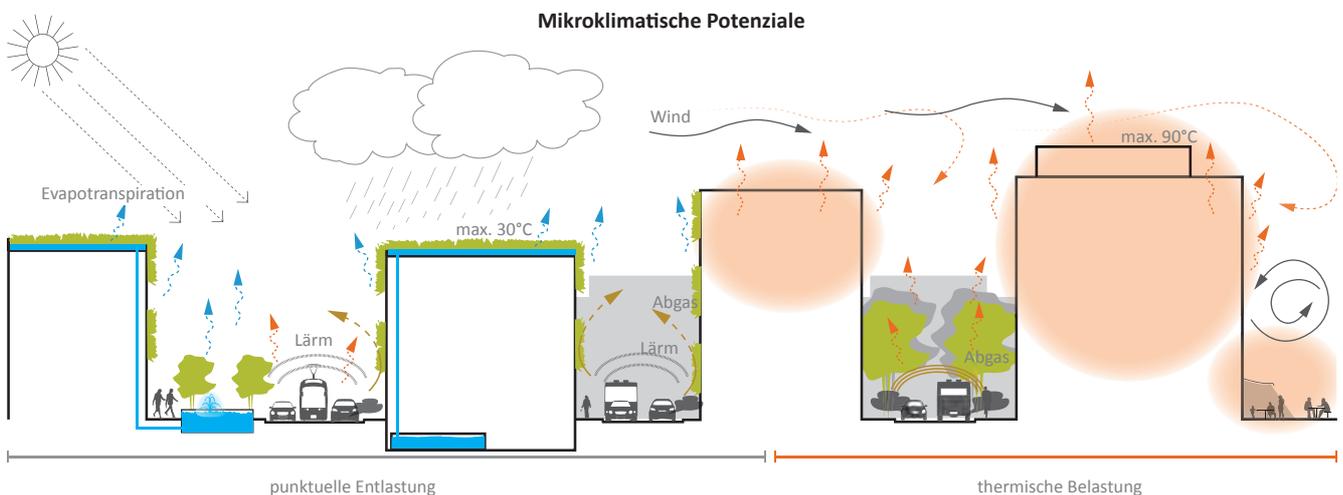


Abb. 61: Öffentliche Grünflächen und Fließgewässer als Teil von Frisch- und Kaltluftschneisen zur Frischluftversorgung und nächtlichen Abkühlung der verdichteten Innenstadt



### Dachbegrünung

- zur Verzögerung des Regenwasserabflusses
- zur Verdunstung von Niederschlägen
- Wasserrückhalt um 50-70 %, durch spezielle Retentionsdächer auch über 80 %
- Fernwirkung ca. 100 Meter

### Fassadenbegrünung

- zur Temperaturpufferung
- als Verschattungseffekt 40-80 %
- zur Verdunstung (Höhe 20 m) ca. 10 bis 15 Liter je m<sup>2</sup> Pflanzfläche

### Begrünung

- Einzelne Bäume, begrünte Höfe, Dach- u. Fassadenbegrünung als Teil der urbanen Biodiversität

### Lokaler Regenrückhalt

- durch versickerungsfähige Beläge
- durch Zisternen, Speicherbecken und Dachbegrünung

### Lärmschutz

- durch Lärmschutzpflanzung um 0,05 bis 0,3 dB je Meter Breite
- durch geschlossene Blockrandbebauung um bis zu 30 dB
- durch Gründach ca. 3 dB

### Emmissionsschutz (Luftschadstoffe)

- durch Straßenbegleitgrün in weiten Straßen
- durch Fassadenbegrünung in engen Straßen gegen Ansammlung von Schadstoffen
- durch Dachbegrünung

### Kühlung

- durch Begrünung im Innenhof bis zu 20 K im Sommer
- durch Evapotranspiration in den Außenanlagen, und Dachbegrünung
- durch Evapotranspiration und Verschattung bei Fassadenbegrünung um ca. 30°C
- durch bewegte Wasserelemente (punktuell)
- durch Gründach, bei Dachterasse bis zu 5 K / Innenraum 2 K kühler
- durch vegetativen Sonnenschutz bei Fassadenbegrünung

Abb. 62: Schnitt Innenstadtbebauung

## Geschäfts-, Büro-, und Verwaltungsgebiete

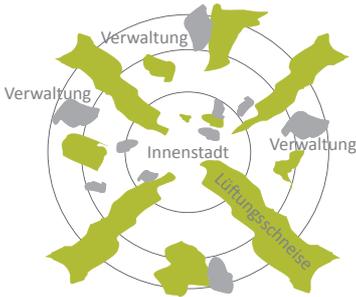


Abb. 63: Lage des Stadtraumtyps im Stadtgebiet

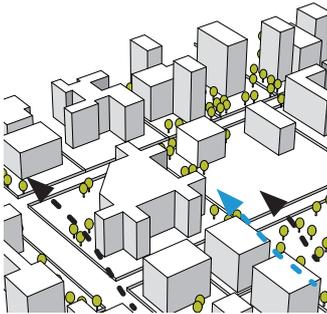


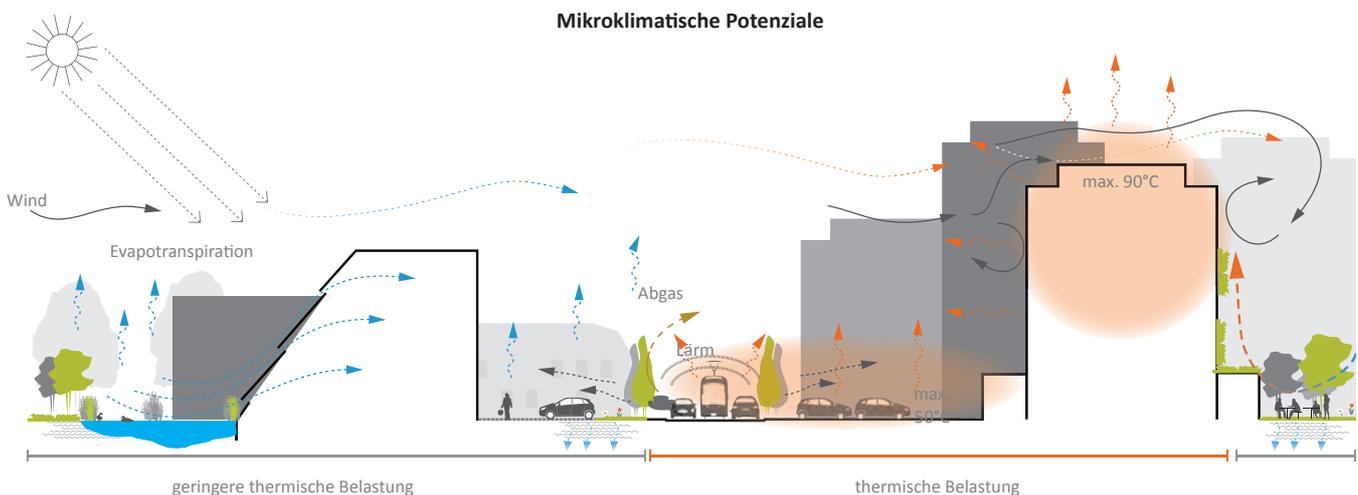
Abb. 64: unverbauten Grünflächen und Außenanlagen als Teil von Frisch- und Kaltluftschneisen zur Frischluftversorgung und nächtlichen Abkühlung des Stadtgebietes

### Mikroklimatische Bewertung

Typisch für Geschäfts-, Büro-, und Verwaltungsgebiete am Stadtrand sind große Baukörper mit Gebäudetiefen von bis zu 20 Metern und große versiegelte Parkplatze für die Mitarbeiter und Kunden. Die Parzellengröße beträgt im Mittel 6.000 m<sup>2</sup>, der Versiegelungsgrad liegt bei bis zu 90 %. Eine Ausnahme ist das Konzept der 'Bürostadt im Grünen' mit parkartiger Gestaltung und einem Versiegelungsgrad von unter 70 %. Bei stark versiegelten Geschäfts-, Büro- und Verwaltungsgebieten wird durch die Aufheizung der Baumassen und versiegelten Flächen der sommerliche Kühlbedarf erhöht und die nächtliche Abkühlung der Innenräume erschwert.

Durch die Lage im äußeren Stadtgebiet kann Kalt- und Frischluft einfließen, Bebauung und Wärmequellen behindern oder belasten aber den weiteren Abfluss. Der Stadtraumtyp hat einen ausgeprägten Wärmeinseleffekt (bis ca. +4 K) und trägt dadurch selbst zum Wärmeinseleffekt im Stadtgebiet bei. Maßnahmen zur Verschattung oder Erhöhung der Verdunstungsrate und die Nutzung adiabater Kühltechniken reduzieren die Wärmelast im Stadtraumtyp und in den angrenzenden Stadtteilen. Die Speicherung von Regenwasser in offenen Wasserbecken kann zusätzlich zur Gebäudekühlung beitragen (Abkühlereffekt 1 bis 2 K).

Bei hoher Versiegelung, monotonem Abstandsgrün, Rasenflächen oder kleinen repräsentativen Außenanlagen tragen Geschäfts-, Büro- und Verwaltungsgebiete kaum zur urbanen Biodiversität bei. Brachflächen, Fachdächer mit Dachbegrünung oder die Wahl autochthoner Pflanzen erhöhen die Biodiversität im Stadtraumtyp. Raumwirksame, schattenspendende Gehölze können die Aufenthaltsqualität für fußläufige Besucher verbessern.



#### Dachbegrünung

- zur Verzögerung des Regenwasserabflusses
- zur Verdunstung von Niederschlägen
- Wasserrückhalt um 50-70 %, durch spezielle Retentionsdächer auch über 80 %
- Fernwirkung ca. 100 Meter

#### Fassadenbegrünung

- zur Temperaturpufferung
- als Verschattungseffekt 40-80 %
- zur Verdunstung (Höhe 20 m) ca. 10 bis 15 Liter je m<sup>2</sup> Pflanzfläche

#### Begrünung

- Einzelne Bäume und vielfältige Vegetationsstrukturen als Teil der urbanen Biodiversität

#### Lokaler Regenrückhalt

- durch Entsiegelung
- durch versickerungsfähige Beläge
- durch Mulden, Rigolen, Dachbegrünung oder Zisternen

#### Windreduktion

- durch Gehölze oder Stellung der Baukörper

#### Lärmschutz

- durch Lärmschutzpflanzung um 0,05 bis 0,3 dB je Meter Breite
- durch geschlossene Blockrandbebauung um bis zu 30 dB

#### Emmissionsschutz (Luftschadstoffe)

- durch Straßenbegleitgrün in weiten Straßen

- durch Fassadenbegrünung in engen Straßen gegen Ansammlung von Schadstoffen
- durch Dachbegrünung

#### Kühlung

- durch Evapotranspiration in den Außenanlagen, und Dachbegrünung
- durch Evapotranspiration und Verschattung bei Fassadenbegrünung um ca. 30°C
- durch Freihalten der Frisch- und Kaltluftschneisen
- von stark versiegelter GHD- oder Industriean siedlung
- durch Vegetations- oder Wasserflächen um ca. 1 bis 2 K bzw. bis zu 5 K (zweischalige Fassade)
- durch vegetativen Sonnenschutz bei Fassadenbegrünung

Abb. 65: Schnitt Geschäfts-, Büro-, und Verwaltungsgebiet

## Gewerbegebiet

### Mikroklimatische Bewertung

Auch Gewerbegebiete sind von großen Baukörpern mit Parkplatz- Lager- und Zuwegungsflächen geprägt. Die Parzellengröße liegt im Mittel bei 2.000 m<sup>2</sup>, können aber auch mehrere Hektar betragen. Hallen haben im Mittel Geschosshöhen von 7 m. Der Versiegelungsgrad liegt bei 80 %. Auch hier gibt es Konzepte wie den 'Gewerbepark' mit höherem Freiflächenanteil. Dezentrale Entwässerung im Gebiet kann gleichzeitig die Versiegelung reduzieren und die Verdunstung erhöhen. So wird der Wärmeinseleffekt im Stadtraumtyp (im Bestand ca. +4 K) und sein Beitrag zum städtischen Wärmeinseleffekt reduziert.

Kalt- und Frischluft können durch die Lage im äußeren Stadtgebiet einfließen, werden aber durch die Bebauung und Versiegelung der Gewerbegebiete behindert oder belastet. Wie die Innenstadtbauung und die Verwaltungsgebiete tragen auch die Gewerbegebiete zum Wärmeinseleffekt im Stadtgebiet bei. Durch Aufheizung und nächtliche Wärmeabgabe der versiegelten Flächen kann es zu erhöhten Kühlbedarfen kommen. Maßnahmen zur Verschattung oder Erhöhung der Verdunstungsrate und die Nutzung adiabater Kühltechniken reduzieren die Wärmelast im Stadtraumtyp und in den angrenzenden Stadtteilen.

Bei einem geringen Anteil an unversiegelten Flächen und dem hohen Anteil an monotonem Abstandsgrün tragen Gewerbegebiete kaum zur urbanen Biodiversität bei. Ältere Gewerbegebiete und insbesondere Brachflächen bieten hingegen vielfältige Lebensräume. Durch autochthone Pflanzen und vielfältigere Vegetationsstrukturen, Entsiegelung und dezentrales Wassermanagement kann die Biodiversität auch in neueren Gewerbegebieten erhöht werden.



Abb. 66: Lage im Stadtgebiet

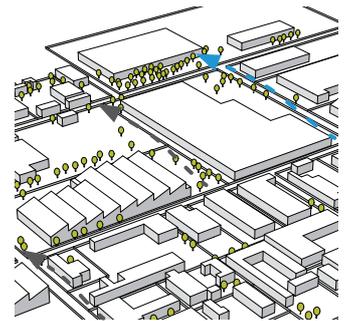
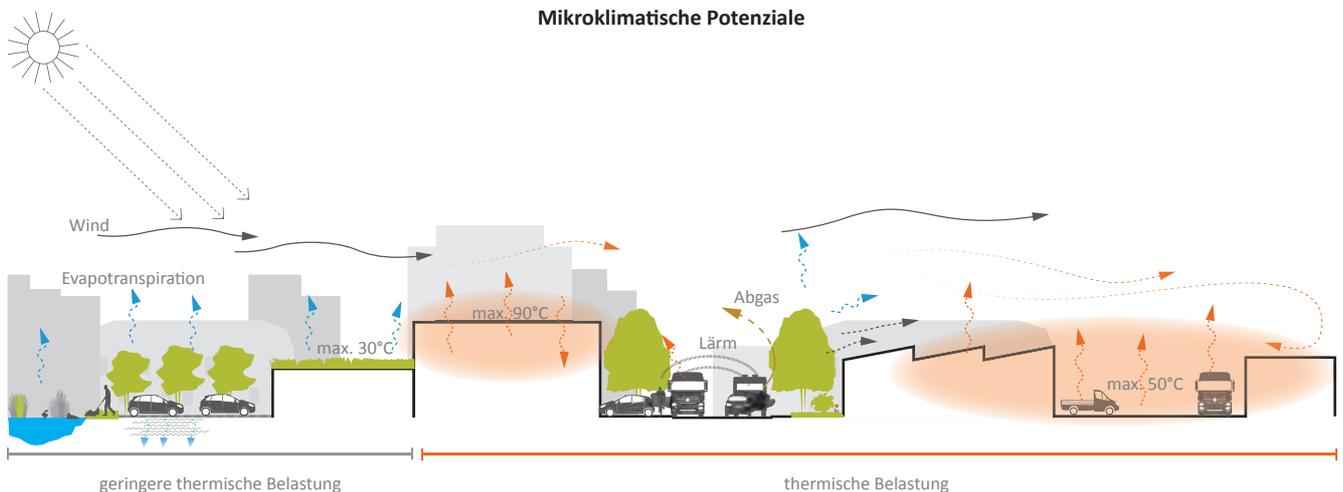


Abb. 67: unverbaute Grünflächen und Außenanlagen als Teil von Frisch- und Kaltluftschneisen zur Frischluftversorgung und nächtlichen Abkühlung des Stadtgebietes



#### Dachbegrünung

- zur Verzögerung des Regenwasserabflusses
- zur Verdunstung von Niederschlägen
- Wasserrückhalt um 50-70 %

#### Fassadenbegrünung

- als Verschattungseffekt 40-80 %
- zur Verdunstung (Höhe 20 m) ca. 10 bis 15 Liter je m<sup>2</sup> Pflanzfläche

#### Begrünung

- Einzelne Bäume und vielfältige Vegetationsstrukturen als Teil der urbanen Biodiversität

#### Lokaler Regenrückhalt

- durch Entsiegelung
- durch versickerungsfähige Beläge
- durch Mulden, Rigolen, Dachbegrünung oder Zisternen

#### Windreduktion

- durch Gehölze oder Stellung der Baukörper

#### Lärmschutz

- durch Lärmschutzpflanzung um 0,05 bis 0,3 dB je Meter Breite
- durch geschlossene Blockrandbebauung um bis zu 30 dB

#### Emmissionsschutz (Luftschadstoffe)

- durch Straßenbegleitgrün in weiten Straßen
- durch Fassadenbegrünung in engen Straßen gegen Ansammlung von Schadstoffen
- durch Dachbegrünung

#### Kühlung

- durch Evapotranspiration in den Außenanlagen, und Dachbegrünung
- durch Evapotranspiration und Verschattung bei Fassadenbegrünung um ca. 30°C
- durch Freihalten der Frisch- und Kaltluftschneisen von stark versiegelter GHD- oder Industrieansiedlung
- durch vegetativen Sonnenschutz bei Fassadenbegrünung
- durch Bäume um 2 bis 5°C

Abb. 68: Schnitt Gewerbegebiet

## Parkanlagen und andere Grünflächen

### Mikroklimatische Bewertung

Grünflächen wie Parkanlagen, Friedhöfe und Kleingartenanlagen haben einen geringen Versiegelungsgrad von unter 10 %. Sie bilden zusammen mit land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen im Stadtgebiet das Netz städtischer Grünsysteme (Grüngürtel/Grünzüge). Zusammen mit Fließgewässern dienen sie als Frisch- und Kaltluftschneiden und tragen so besonders im Sommer zur Abkühlung der überhitzten Stadtgebiete bei. Ab einer Größe von ca. 50 Hektar weisen Grünflächen auch eine klimatische Fernwirkung auf.<sup>1</sup> Wiesen- und Rasenflächen mit einzelnen, durchstömbaren Bäumen oder Baumgruppen eignen sich am besten als Luftbahn.

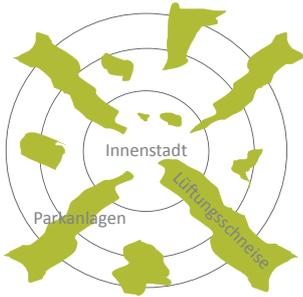


Abb. 69: Lage des Stadtraumtyps im Stadtgebiet

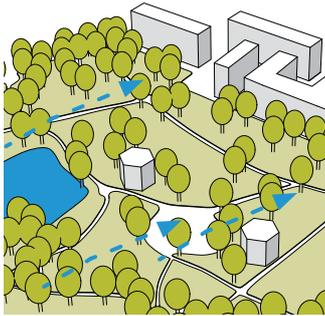
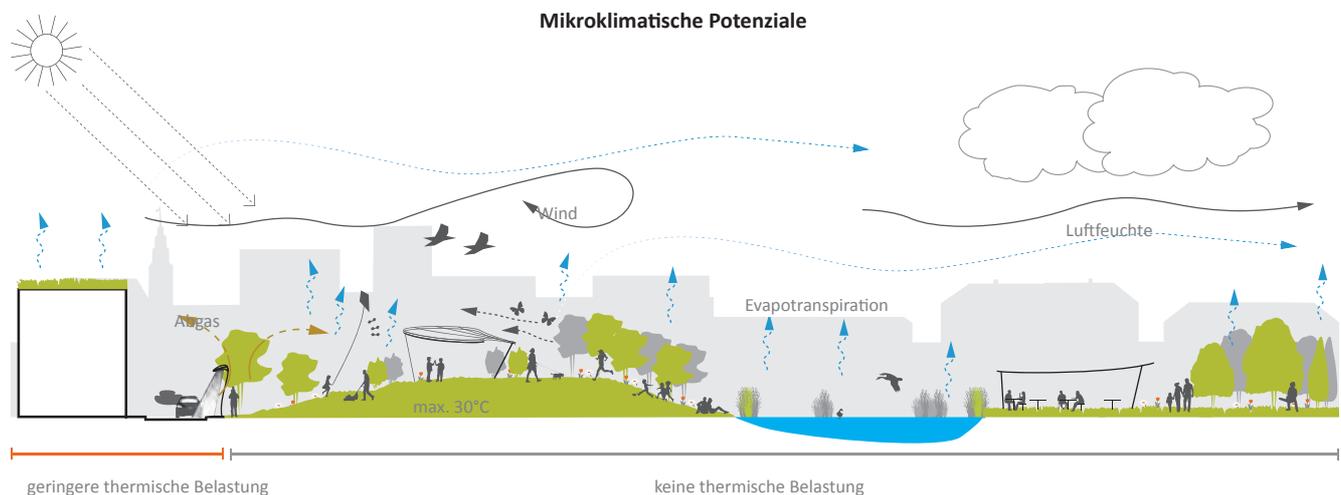


Abb. 70: Barrierewirkung

Einzelne Parkanlagen im Stadtgebiet haben eine räumlich begrenzte Wirkung von 50 bis 100 Metern. Die Temperaturdifferenz einer Parkanlage zu ihrer Umgebung resultiert aus ihrer Größe und ihrer Gestaltung. Hier sind der Baumbestand und die Bodenbelägen wichtige Einflussgrößen. Beton- und Asphaltflächen erhitzen sich im Sommer auf bis zu 40 °C bzw. 50 °C, Rasenflächen nur auf ca. 20 °C bis 30 °C. Bei Rasenflächen hängt die Erwärmung bzw. nächtliche Abkühlung stark vom Feuchtegehalt des Bodens ab. Mit einem Wechsel aus Bäumen und Rasen- bzw. Pflanzflächen sind auch kleinere Parkanlagen im Sommer wichtige Erholungsorte und 'Klimainseln' im überhitzten Stadtgebiet. Im Winter und in der Übergangszeit sind windgeschützte Bereiche oder besonnte Sitzplätze im Schutz von Mauern geeignete Aufenthaltsorte.

Grünflächen sind wichtige Lebensräume für Flora und Fauna im Stadtgebiet. Zunehmende Trockenperioden oder Unwetterereignisse haben negative Auswirkungen auf die Biodiversität und erfordern daher eine Anpassung von Gestaltung und Vegetation.<sup>2</sup>

1 vgl.: Städtebauliche Klimafibel 2007, Kap. 6.1.3  
2 vgl.: BBSR 2009, S. 35 ff



### Begrünung

- sommergrüne Bäume, Laubgänge oder solaraktive Elemente zur Verschattung und Temperaturpufferung
- Parkanlagen als innerstädtische Erholungsgebiete und Klimainseln zur thermischen Entlastung

### Lokaler Regenrückhalt

- durch Versickerung in Vegetationsflächen, Regenrückhaltebecken, Retentionsflächen oder Sickermulden als Teil eines dezentralen Regenwassermanagements im Quartiersverbund
- Einsparung von Trinkwasser durch Regenwassernutzung (Zisternen) oder die Anpassung der Parkgestaltung an zunehmende Trockenperioden

### Windreduktion

- durch Hecken und Windschutzstreifen max. 60 %

### Lärmschutz

- durch Erdwällen und Lärmschutzpflanzung um 0,05 bis 0,3 dB je Meter Breite

### Emmissionsschutz (Luftschadstoffe)

- durch Blattmassen von Bäumen und Sträuchern

### Kühlung

- durch Evapotranspiration in den Vegetationsflächen, insbesondere Rasen und Wiesen
- durch Grünsysteme als unbelastete Frischluftschneisen und unverbaute Kaltluftbahnen im Stadtgebiet
- mittlere Reichweite der Kühlwirkung von Grünflächen ca. 50 bis 100 m
- durch Bäume um 2 bis 5 °C

Abb. 71: Schnitt Parkanlage



## Kapitel II - Energetische Potenziale



← Energetische Potenziale



## Stadtstruktur

Gebäude und Verkehrsflächen nehmen in Deutschland nur rund die Hälfte eines Stadtgebietes ein<sup>1</sup>. Auf städtische Grünflächen wie Parkanlagen, Friedhöfe, Kleingartenanlagen oder Sportplätze entfallen weitere 10 % des Stadtgebietes. Die restlichen Flächen sind u.a. Stadtwälder, landwirtschaftliche Flächen oder Flächen des Naturschutzes, die formal zum Gebiet einer Stadt oder Gemeinde gehören. Idealtypisch besteht die europäische Stadt aus einem historischen Stadtkern, gefolgt von Stadterweiterungen aus verschiedenen Epochen wie z.B. den Gründerzeitquartieren des 19. Jahrhunderts. Prägend für die Suburbanisierung sind dagegen die Einfamilienhausgebieten und Siedlungen in Zeilenbauweise als prägende Siedlungsformen des 20. Jahrhunderts.

Bezogen auf den Gebäudebestand in Deutschland entfallen etwa 60 % auf die Wohnbebauung und 40 % auf Nicht-Wohngebäude.<sup>2</sup> Das statistische Bundesamt beziffert die Anzahl der Haushalte (Alleinlebende, Paare, Familien) in Deutschland auf rund 40 Millionen, davon leben 33 % in Einfamilienhäusern (13,2 Mio.), 11 % in Zweifamilienhäusern (4,4 Mio.) und 54 % in Mehrfamilienhäusern (21,6 Mio.). Während Familien bzw. Haushalte mit mehr als zwei Personen überwiegend in Ein- und Zweifamilienhäusern wohnen, leben in Mehrfamilienhäusern vor allem Haushalte mit 1 bis 2 Personen.<sup>3</sup>

Von den 40 Millionen Haushalten verfügen 43 % (17,2 Mio.) über Wohneigentum. Während die Art der Beschäftigung (Angestellte, Beamte, Arbeiter, Selbstständige) keine deutliche Auswirkung auf die Eigenheimquote hat, zeichnet sich beim Einkommen eine deutliche Verteilung ab: Je höher das Einkommen, umso höher die Eigenheimquote, bzw. je geringer das Einkommen, desto höher der Anteil an Haushalten, die zur Miete wohnen. Das Einfamilienhaus ist mit 66 % immer noch unangefochtener Favorit beim Wohneigentum. Die Wohngebäude verteilen sich relativ gleichmäßig über die Baualterklassen. Zusammengefasst wurden etwa 22 % der Wohngebäude vor 1949 gebaut, 57 % stammen aus der Zeit von 1949 bis 1990, 14 % wurden 1991 bis 2000 gebaut und rund 8 % zwischen 2001 und 2013<sup>4</sup>.

Bezogen auf den Energieverbrauch entfallen auf den Sektor Wohnen 27 % des Energieverbrauchs, je 29 % auf die Sektoren Verkehr und Industrie und 16 % auf den Sektor Gewerbe-Handel-Dienstleistung (GHD).<sup>5</sup> Damit hat der Sektor Verkehr eine gleich hohe Bedeutung wie die Sektoren Industrie und Wohnen wenn es um Energieeinsparung und CO<sub>2</sub>-Minderung geht. Bezogen auf den persönlichen 'CO<sub>2</sub>-Fußabdruck' bedeutet das: die Art unserer Mobilität und die Transportwege unserer Konsumgüter haben einen genauso großen Einfluss auf unseren Fußabdruck, wie der Energieverbrauch des Gebäudes, in dem wir wohnen.



Abb. 72: Gebäudenutzungen in Deutschland

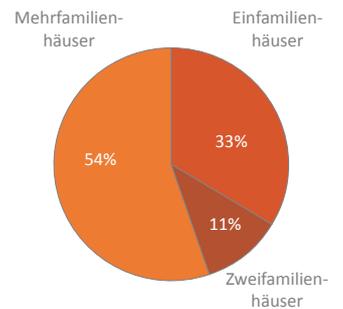


Abb. 73: Gebäudetypen in Deutschland

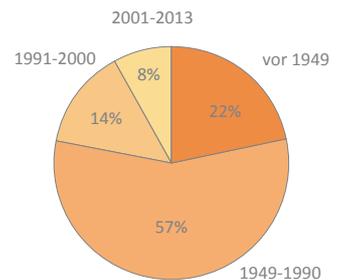


Abb. 74: Baualterklassen in Deutschland

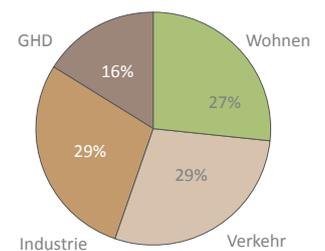


Abb. 75: Energie Bedarf nach Sektoren in Deutschland

Abb. 76: Flächennutzungen im Stadtgebiet: Für die Metropole Ruhr werden 39 % Siedlungsfläche angegeben, 40 % Landwirtschaftliche Flächen und 18 % Waldflächen (vgl.: [www.metropoleruhr.de/fileadmin/user\\_upload/metropoleruhr.de/Bilder/Daten\\_\\_\\_Fakten/Regionalstatistik\\_PDF/Flaeche/Flaeche\\_11\\_Graf.pdf](http://www.metropoleruhr.de/fileadmin/user_upload/metropoleruhr.de/Bilder/Daten___Fakten/Regionalstatistik_PDF/Flaeche/Flaeche_11_Graf.pdf) (aufgerufen 04.06.2014))

<sup>1</sup> basierend auf den Angaben der Städte Hamburg, Frankfurt und Berlin, vgl.: [www.hamburg.de/contentblob/2991064/data/eu-brochure-hamburg-deutsch.pdf](http://www.hamburg.de/contentblob/2991064/data/eu-brochure-hamburg-deutsch.pdf), [www.frankfurt-green-city.de/umwelt-frankfurt/frankfurt-die-gruene-stadt](http://www.frankfurt-green-city.de/umwelt-frankfurt/frankfurt-die-gruene-stadt) und [www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/stadtgruen/gruenanlagen/de/daten\\_fakten/downloads/ausw\\_5.pdf](http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/stadtgruen/gruenanlagen/de/daten_fakten/downloads/ausw_5.pdf) (aufgerufen 04.06.2014).

<sup>2</sup> Vgl.: Institut Wohnen und Umwelt (IWU), Energieeffizienz von Nichtwohngebäuden im Bestand, vgl.: [www.iwu.de/downloads/fachtagungen/energieeffizienz-nichtwohngebäude](http://www.iwu.de/downloads/fachtagungen/energieeffizienz-nichtwohngebäude) (aufgerufen 15.05.2014)

<sup>3</sup> Vgl.: Statistisches Bundesamt 2013, S. 14

<sup>4</sup> Vgl.: dena-Gebäudereport, vgl.: <http://www.dena.de/projekte/gebäude/dena-gebäudereport.html> (aufgerufen am 20.05.2014)

<sup>5</sup> Vgl.: BMWi 2014, S. 5



## Energie und Gebäude

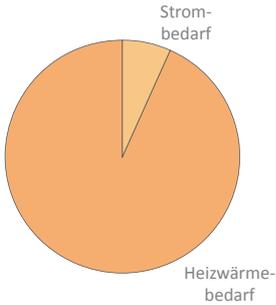


Abb. 77: Verhältnis von Strombedarf zu Heizwärmebedarf im unsanierten Wohngebäude

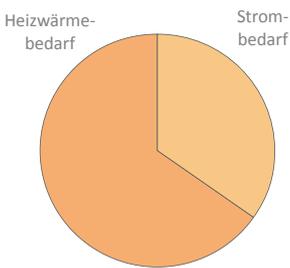


Abb. 78: Verhältnis von Strombedarf zu Heizwärmebedarf im sanierten Wohngebäude

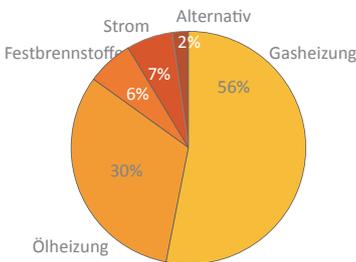


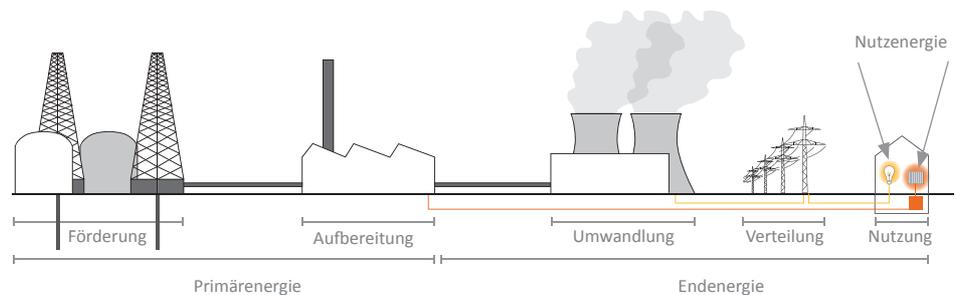
Abb. 79: Heizungsarten im Wohngebäudebestand

Der Energiebedarf eines Wohngebäudes setzt sich zusammen aus dem Heizwärmebedarf, dem Strombedarf und dem Trinkwasserwärmebedarf (Warmwasser in Küche und Bad). Während der Strombedarf und der Trinkwasserwärmebedarf unabhängig von der Baualtersklasse nahezu gleich bleiben, verändert sich der Heizwärmebedarf mit der Baualtersklasse (die Zeit, in der das Gebäude gebaut wurde, z.B. vor 1918) und dem Sanierungsstand (Umfang und Zeit der Sanierung, z.B. Dämmen des Dachs in den 1990er Jahren). Heute schreibt die Energieeinsparverordnung<sup>1</sup> (EnEV) vor, wann und in welchem Umfang ein Gebäude bei Renovierungsarbeiten auch energetisch saniert werden muss. Während bei älteren, ungedämmten Wohngebäuden der Heizwärmebedarf fast das zehnfache des Strombedarfs betragen kann, macht er bei neuen oder sanierten Wohnhäusern nur noch etwa das zweifache des Strombedarfs aus.

Nachfolgend wird zwischen unsanierten, teilsanierten und sanierten Gebäuden unterschieden. Unsaniert bedeutet das Gebäude im Ursprungszustand, kein Gebäudeteil wurde energetisch ertüchtigt. Bei der Teilsanierung wurden Kellerdecke, Fenster und Dach energetisch saniert (nach EnEV 2009). Die eigentliche Sanierung schließt alle Gebäudeteile mit ein, also Kellerdecke, Fenster, Dach und Gebäudehülle (ebenfalls bezogen auf die EnEV 2009). Sanierungen oder Teilsanierungen nach einem früheren Stand der Technik werden hier nicht abgebildet. Nicht berücksichtigt wurde eine Sanierung, die dem Passivhausstandard<sup>2</sup> entspricht, mit ihr könnte der Heizwärmebedarf noch einmal deutlich gesenkt werden im Vergleich zu einer Sanierung nach EnEff 2009. Die angegebenen Heizwärmebedarfe für die Baualtersklassen und Sanierungsstufen werden hier immer in Nutzenergie angegeben, also die Energie, die tatsächlich zur Beheizung aufgewendet wird. Je nach verwendeter Heizungsart kommen zur Nutzenergie noch Verluste bei der Energieerzeugung, der Speicherung oder Verteilung. Der Bedarf an Nutzenergie plus die typischen Verluste der Heizungsart wird als Endenergiebedarf bezeichnet. Bei der Heizung wären das bezogene Gas, Heizöl oder die Menge an Holz bzw. Pellets der Endenergiebedarf. Kommen noch die Verluste der Förderung, Verarbeitung und des Transports z.B. von Rohöl oder Kohle hinzu, spricht man von Primärenergie.

Der Heizwärmebedarf wird bei den Wohngebäuden in Deutschland derzeit etwa zur Hälfte durch Gasheizungen gedeckt. Circa 30 % der Haushalte verfügen über eine Ölheizung. Festbrennstoffe wie Kohle, Stückholz und Pellets dienen in 6 % der Haushalte zur Beheizung. Mit Strom wird noch in 6 % der Haushalte geheizt. Sonstige oder alternative Techniken wie Erdwärme werden derzeit nur in 2 % der Haushalte genutzt. Während Öl und Gas unabhängig vom Einkommen als Energieträger zur Beheizung genutzt werden, ist die Heizung mit Strom eher bei den unteren Einkommen vertreten, während Festbrennstoffe und sonstige Heizungsarten wie Erdwärme eher in den höheren Einkommensklassen vertreten sind.<sup>3</sup>

Abb. 80: Von der Primärenergie zur Nutzenergie (vgl. u.a. Kaltschmitt, Martin et al. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Springer-Verlag, Berlin - Heidelberg 2013, S. 3)



<sup>1</sup> Vgl.: EnEV - Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden, Onlineausgabe, [www.gesetze-im-internet.de/enev\\_2007/index.html](http://www.gesetze-im-internet.de/enev_2007/index.html) (aufgerufen 20.05.2014)

<sup>2</sup> Hier wird vom Passivhaus im Bestand ausgegangen, mit 25 kWh/m<sup>2</sup>\*a bezogen auf die Energiebezugsfläche, vgl: Passivhaus Institut, EnerPHit und EnerPHit+, [www.passiv.de/downloads/03\\_zertifizierungskriterien\\_enerphit\\_de.pdf](http://www.passiv.de/downloads/03_zertifizierungskriterien_enerphit_de.pdf) (aufgerufen 04.06.2014)

<sup>3</sup> Vgl.: Statistisches Bundesamt 2013, S. 16 und S. 33



## Regenerative Energiepotenziale

Durch den Einsatz regenerativer Energietechniken können Gebäude heute einen Teil ihres Energiebedarfs selbst decken. Wie bei der energetischen Sanierung sind auch hier die Kosten der Maßnahmen meist der begrenzende Faktor, technisch ist auch eine rein regenerative Strom- und Wärmeversorgung auf Gebäudeebene oder im Quartiersmaßstab durchaus möglich<sup>1</sup>. Für den städtischen Raum sind oberflächennahe Geothermie, Luftwärmepumpen, Solarthermie und Photovoltaik inzwischen gängige Techniken. Stellenweise findet auch die Nutzung von Abwasserwärme (im Gebäude oder in Abwassersammelkanälen) Anwendung<sup>2</sup>. Für Kleinwindkraftanlagen fehlt im Stadtgebiet oft die notwendige Windgeschwindigkeit (meist über 4 m pro Sekunde). Bei einer Höhe unter 50 Metern fällt ihre Genehmigung unter die jeweilige Landesbauordnung, teilweise sind Kleinstwindkraftanlagen unter 10 Metern Höhe auch genehmigungsfrei<sup>3</sup>. Die Nutzung von Biomasse, die im Stadtgebiet anfällt, z.B. als Biomüll oder Grünschnitt aus der Garten und Grünflächenpflege, wird in einigen Kommunen bereits energetisch verwertet. Der Anbau von Biomasse im Stadtgebiet wurde zwar immer wieder diskutiert, hat aber bislang keine praktische Relevanz.

Nachfolgend werden für unterschiedliche Stadtraumtypen die regenerativen Potenziale im Quartiersmaßstab, bezogen auf einen Hektar Nettobauland (NBL), beschrieben. Die Zahlen basieren auf Erhebungen und Berechnungen des Forschungsprojekts EnEff:Stadt UrbanReNet<sup>4</sup>, angegeben werden die Potenziale für oberflächennahe Geothermie, Solarthermie, Photovoltaik und Biomasse. Die Potenziale werden in Megawattstunden je Hektar Nettobauland und Jahr angegeben ( $\text{MWh/ha}_{\text{NBL}} \cdot \text{a}$ ) und betrachten damit den Maßstab des Quartiers und nicht den des Einzelgebäudes. Die hinterlegten baustrukturellen Kennwerte wurden im Forschungsprojekt UrbanReNet anhand realer Gebiete ermittelt. Durch die Angabe pro Hektar NBL können die genannten Bedarfe und Potenziale auf andere Gebiete übertragen werden. Dadurch wird eine erste und schnelle Einschätzung der energetischen Eigenschaften eines Quartiers möglich. Auf diese Weise wurden die energetischen Potenziale und Bedarfe der Modellsiedlungen im Gebiet der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop ermittelt. Vergleiche mit den realen Heizwärmebedarfen und den real verfügbaren Flächenpotenzialen zeigten eine hinreichende Genauigkeit der prognostizierten Werte.

### Geothermie

Die hier beschriebenen Potenziale der Geothermie beziehen sich auf oberflächennahe geothermische Sonden (Erdwärmesonden). Oberflächennah bedeutet in diesem Fall eine Tiefe von bis zu 400 Metern, danach spricht man von Tiefengeothermie. Während die obersten 10 Meter des Erdreichs noch durch jahreszeitliche Schwankungen beeinflusst werden, herrscht ab etwa 15 bis 20 Metern Tiefe bis zu einer Tiefe von 100 Metern eine jahreszeitlich konstante Temperatur von 8 bis 12 °C. Bei einer Tiefe von 400 Metern können im Durchschnitt Temperaturen von 20 bis 25 °C erreicht werden<sup>5</sup>. Diese Temperaturen werden durch Wärmepumpen auf ein für die Raumheizung geeignetes Niveau (33 bis 55 °C) 'gehoben'. Erdsonden werden in Deutschland aus Gründen der Genehmigung üblicherweise in einer Tiefe von 20 bis 99 Metern eingesetzt.

Die Entzugsleistung der Sonden wird durch die Beschaffenheit des Erdreichs bzw. des Ausgangsgesteins bestimmt. Sie reicht von unter 20 Watt je Meter bei trockenem Kies oder Sand bis über 80 Watt je Meter bei Kies oder Sand mit starkem Grundwasserfluss. Im Mittel wird von einer Entzugsleistung von 40 bis 50 Watt je Meter ausgegangen<sup>6</sup>.

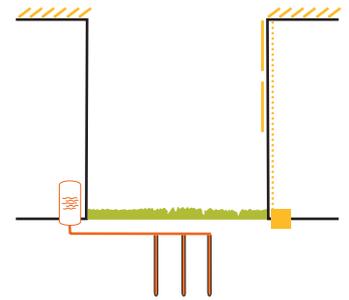


Abb. 81: regenerative Energien am Gebäude und im Gebäudeumfeld



Abb. 82: Kleinwindkraftanlage

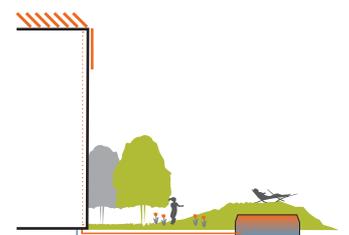


Abb. 83: saisonaler Wärmespeicher für größere Einheiten



Abb. 84: oberflächennahe Geothermie, Erdkollektor



Abb. 85: oberflächennahe Geothermie, Erdsonde

1 Vgl.: „Aktivhaus - Das Grundlagenwerk“, Hegger et al. 2013 b

2 Vgl.: Pilotprojekte der Emschergenossenschaft, [www.evgl.de/wasserportal/ueber-uns/kooperationen-und-projekte/abwasserwaermenutzung.html](http://www.evgl.de/wasserportal/ueber-uns/kooperationen-und-projekte/abwasserwaermenutzung.html) (aufgerufen 03.04.2014) oder Siedlungswerk Stuttgart, Projekt 'Seelberg Wohnen', [www.siedlungswerk.de/files/page/7-9792-siedlungswerk\\_seelberg\\_web.pdf](http://www.siedlungswerk.de/files/page/7-9792-siedlungswerk_seelberg_web.pdf) (aufgerufen 05.06.2014)

3 Vgl.: [www.klein-windkraftanlagen.com/basisinfo/genehmigung-rechtliche-grundlagen](http://www.klein-windkraftanlagen.com/basisinfo/genehmigung-rechtliche-grundlagen) (aufgerufen 10.04.2014)

4 Vgl.: Schlussbericht UrbanReNet, Hegger et al. 2013 a

5 Vgl.: Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz 2005, S. 2

6 Vgl.: a.o.O. S. 11

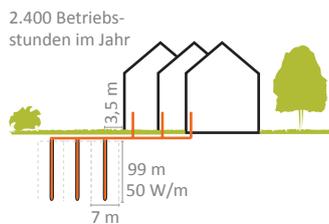


Abb. 86: Annahmen zur Berechnung der oberflächennahen Geothermie (Erdwärmesonden)



Abb. 87: Schäden am oder durch Wurzelwerk bei Erdkollektoren, Rasenflächen sind unproblematisch



Abb. 88: Solarthermie am Gebäude



Abb. 89: Photovoltaik am Gebäude



Abb. 90: Problem der Verschattung

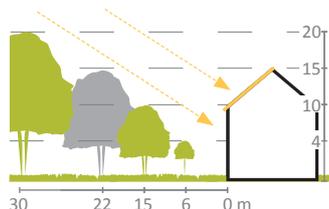


Abb. 91: Abstände von Bäumen zur Südfassade nach Solarfibel 2007, S. 48



Abb. 92: Photovoltaik an Carports oder zur Beleuchtung

Zur Ermittlung der Potenziale wurde hier von folgenden Werten ausgegangen:

- 50 Watt je Meter Entzugsleistung
- 99 Metern Sondenlänge/Bohrlochtiefe
- 3,5 Arbeitszahl der Wärmepumpe
- 2.400 Jahresbetriebsstunden
- 7 Meter Abstand der Sonden zueinander
- 3,5 Meter Abstand zu angrenzenden Grundstücken

Die Entzugswärme, die zugeführte elektrische Energie und die nutzbare Heizwärme wurden wie folgt ermittelt:

- Entzugswärme = Entzugsleistung \* Bohrtiefe \* Jahresbetriebsstunden \* Anzahl der Sonden pro Hektar<sub>NBL</sub>
- Zugeführte elektrische Energie für die Wärmepumpe = Entzugswärme / (Arbeitszahl Wärmepumpe - 1)
- Nutzbare Heizwärme = Zugeführte elektrische Energie + Entzugswärme

Die maximale Anzahl der Sonden pro Hektar Nettobauland resultiert aus der verfügbaren unbebauten Fläche im jeweiligen Stadraumtyp. Je kleiner diese Fläche ist, umso kleiner ist auch die Anzahl der möglichen Sonden und damit des erreichbaren Heizwärmepotenzials. Die zugeführte elektrische Energie bei der Wärmepumpe beträgt etwa ein Drittel der nutzbaren Heizwärme.

Preisgünstiger in der Installation sind Erdkollektoren und Luft-Wasser-Wärmepumpen. Erdkollektoren werden in einer frostfreien Tiefe von 1 bis 1,5 Metern verlegt. Hier wird in etwa das Doppelte der zu beheizenden Fläche als Kollektorfläche bzw. 15 bis 30 m<sup>2</sup> pro 1 kW Heizleistung veranschlagt<sup>1</sup>. Durch den hohen Aufwand beim Verlegen sind Erdkollektoren eher für Neubauten geeignet. Bäume und Großsträucher sollten nicht über die Erdkollektoren gepflanzt werden, um Schäden am oder durch das Wurzelwerk zu vermeiden. Luft-Wasser-Wärmepumpen sind mit ca. 65 % Marktanteil<sup>2</sup> derzeit am weitesten verbreitet, sie können einfach aufgestellt werden und nutzen das Temperaturniveau der Außenluft.

### Solarthermie und Photovoltaik

Die genannten Potenziale der Solarthermie und Photovoltaik orientieren sich nicht wie üblich am Bedarf der Bewohner. Sie sind reine Flächenpotenziale, die entstehende Restflächen bei der Belegung und die Verschattung durch Dachaufbauten wie Gauben bereits berücksichtigen. Nicht näher betrachtet wurde die Verschattung durch Bäume oder angrenzende Gebäude. Diese fließen nur qualitativ bei der Auswahl der Stadraumtypen ein, die für eine Nutzung der Fassadenflächen für Photovoltaik und Solarthermie in Frage kommen. Den Dachflächen wurde je nach Stadraumtyp eine bestimmte Dachneigung und eine Orientierung zugeordnet.

Bei der Solarthermie wurden im Gegensatz zur Photovoltaik die Norddächer und Fassaden ausgelassen. Während die Photovoltaik je nach Modultyp auch mit der Diffusstrahlung an Nordflächen nutzbar bleibt, bedarf die Solarthermie der Direktstrahlung. Der Wirkungsgrad der Solarthermie wurde mit 35 % angenommen, der Wirkungsgrad der Photovoltaik mit 10 %.

Stadraumtyp	Neigungswinkel	Orientierung	Fassadennutzung
kleine freistehende Wohnbebauung	30°	N/O/S/W	Nein
Reihenhausbebauung	30°	O/W	Nein
Zeilenbebauung niedriger Geschossigkeit	15°	O/W	Ja
Großmaßstäbliche Bebauung	0°	horizontal	Ja
Blockrandbebauung	45°	N/O/S/W	Nein
Dörfliche Bebauung	30°	N/O/S/W	Nein

1 Vgl.: Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, 2005, S. 5  
 2 Vgl.: Wesselak et al. 2009, S. 399



Altstadtbebauung	45°	N/O/S/W	Nein
Innenstadtbebauung	0°	horizontal	Nein
Geschäfts- Büro- und Verwaltungsgebiet	0°	horizontal	unter Vorbehalt
Gewerbegebiet	0°	horizontal	unter Vorbehalt

Zur Ermittlung der Potenziale an Strom und Wärme werden die verfügbaren Dachflächen (abhängig von Orientierung und Dachneigung) mit der Globalstrahlung (aus der DIN 4108)<sup>1</sup> und dem jeweiligen Wirkungsgrad (35 bzw. 10 %) multipliziert. Die angegebene Globalstrahlung bezieht sich auf den Standort Würzburg. Neben des Jahreswertes wurden für die Modellsiedlungen in Bottrop auch die Monatswerte angegeben.

In der Praxis wird zur Erwärmung des Trinkwassers mit Hilfe von Solarthermie von ca. 1 bis 1,5 m<sup>2</sup> Modulfläche (Flachkollektor) je Person im Haushalt und einem Speichervolumen von 50 Liter je m<sup>2</sup> ausgegangen. Beim Einsatz von Solarthermie zur Heizungsunterstützung wird das 1,8 bis 2,5-fache der Modulfläche des Trinkwarmwasserbedarf veranschlagt. Die Speichergröße beträgt hier ca. 70 Liter je m<sup>2</sup> Modulfläche<sup>2</sup>. Bei der Photovoltaik entscheiden in der Praxis meist die verfügbare Dachfläche und das Investitionsvolumen über die Größe der PV-Anlage. Grundsätzlich können PV-Anlagen auch in Kombination mit einer Dachbegrünung installiert werden. Hierzu gibt es bereits vorgefertigte Systeme. Der Wirkungsgrad der Photovoltaik kann durch die Kühlleistung des Gründachs um ca. 2,4 - 4 % je nach Modultyp gesteigert werden<sup>3</sup>. Weitere Möglichkeiten zur Installation von Photovoltaik bieten Carports oder Pergolen, mit denen die Photovoltaik auch unabhängig von der Dachfläche des Hauses als Gestaltungselement in Garten und Außenanlage eingesetzt werden kann.

### Urbane Biomasse

Als Potenziale der Biomasse wurden hier drei Gruppen erfasst:

- Biomasse aus der Sammlung von Haushaltsabfällen (Biotonne)
- Biomasse die bei der Pflege von Gärten, Außenanlagen oder Grünflächen anfällt
- Biomasse die zumindest theoretisch im Siedlungsbereich angebaut werden könnte

Sowohl die Biomasse aus der Pflege wie auch aus Anbau können als überwiegend holzige (ligninhaltig) oder als überwiegend krautige (unverholzte) Biomasse anfallen. Während holzige Biomasse eher für die thermische Nutzung (Verfeuerung als Stückholz, Holzhackschnitzel oder Pellet im Einzelgebäude oder in einem Blockheizkraftwerk) geeignet ist, wird krautige Biomasse zur Vergärung in Biogasanlagen eingesetzt. Einige Städte unterhalten sogenannte Trockenfermentationsanlagen, in denen Biomüll und krautige Biomasse aus der Freiflächenpflege zur Biogaserzeugung genutzt werden können.<sup>4</sup>

Die Trockenfermentation ist eine Alternative zur Nassvergärung, die in der Landwirtschaft angewendet wird, da sie sich verfahrenstechnisch besser zur Verwertung von Bioabfällen und inhomogenem Grünschnitt eignet. Bestehende Anlagen haben eine Kapazität von rund 20.000 Tonnen Bioabfall pro Jahr. Der Bioabfall wird beim Batch-Verfahren mit einem Radlader in Fermenterboxen deponiert, mit Prozessflüssigkeit (Perkolat) geimpft und verweilt ca. 4 bis 5 Wochen im Fermenter. Da es keine mechanischen Rührwerke etc. gibt, kann es nicht zu Verstopfungen oder zum Aufschwimmen des Substrates kommen.

Das Biomüllaufkommen pro Person liegt in Deutschland bei durchschnittlich 110 kg pro Person und Jahr, davon entfallen ca. 54 kg auf Abfälle der Biotonne und 59 kg auf Garten- und Parkabfälle. Je nach Bundesland variiert das Gesamtaufkommen zwischen 37 und 151 kg pro Person<sup>5</sup>. Die Biogasausbeute liegt bei ca. 90 - 120 m<sup>3</sup> pro Tonne Bioabfall<sup>6</sup>.

<sup>1</sup> DIN 4108 - Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden

<sup>2</sup> Vgl.: Bundesindustrieverband Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik e.V 2011, S. 5 und S. 7

<sup>3</sup> Vgl.: Gebäude Begrünung Energie 2014, S. 125

<sup>4</sup> z.B. die Stadt Erfurt, vgl.: [www.stadtwerke-erfurt.de/pb/site/swegruppe/node/19546/Lde/index.html](http://www.stadtwerke-erfurt.de/pb/site/swegruppe/node/19546/Lde/index.html), die Stadt Hamburg, [www.srh.de/srhh/opencms/ueberuns/presse/archiv/index.html?id=516](http://www.srh.de/srhh/opencms/ueberuns/presse/archiv/index.html?id=516) oder die Stadt München, [www.awm-muenchen.de/wir-ueber-uns/hier-finden-sie-uns/trockenfermentationsanlage.html](http://www.awm-muenchen.de/wir-ueber-uns/hier-finden-sie-uns/trockenfermentationsanlage.html) (aufgerufen jeweils 27.10.2014)

<sup>5</sup> Vgl.: Statistisches Bundesamt 2014, S. 3

<sup>6</sup> Informationsdienst Humuswirtschaft & KomPost (ohne Datum), S. 6

Abb. 93: Übersicht der Rahmenbedingungen für die solaraktiven Flächen nach UrbanReNet



Abb. 94: Photovoltaik im Freiraum



Abb. 95: Photovoltaik und Dachbegrünung



Abb. 96: Krautige Biomasse aus Pflege, z.B. Rasen- oder Wiesenschnitt



Abb. 97: Holzige Biomasse aus Pflege, z.B. Gehölzschnitt aus der Baumpflege

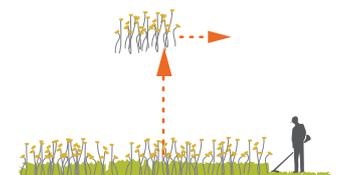


Abb. 98: Krautige Biomasse aus Anbau, derzeit keine etablierte Praxis im urbanen Raum

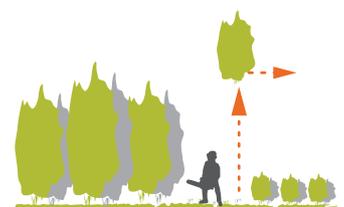


Abb. 99: Holzige Biomasse aus Anbau z.B. aus Kurzumtriebsplantagen (KUP)

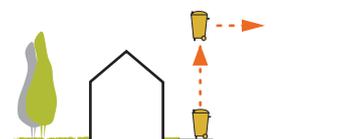


Abb. 100: Biotonne zur Sammlung von Bioabfall im Haushalt

Durchschnittliche können ca. 200 kWh Strom pro Tonne Bioabfall erzeugt werden. Die Gärreste werden zu Kompost weiterverarbeitet. Die Kovergärung von krautiger Biomasse aus Pflege oder Anbau ist prinzipiell möglich. Bei der Dimensionierung einer solchen Anlage muss eine kontinuierliche Auslastung über das ganze Jahr hinweg gewährleistet sein. Die konsequente Sammlung und energetische Nutzung von Biomasse aus der Vegetationsflächenpflege (z.B. Rasenschnitt) könnte das Potenzial der Bioenergie in den Städten schon jetzt erhöhen. Perspektivisch könnte auch die Integration von Energiepflanzen in die Gestaltung geeigneter Außenanlagen, Grünflächen oder auch Brachflächen eine Option zur Steigerung des urbanen Biomasseaufkommens sein.

Abb. 101: Kennwerte verschiedener Biomassefraktionen nach UrbanReNet, vgl. Hegger et al. 2013, S. 185 f

Biomasse	t/ha*a	MWh/ha*a
Grünschnitt Park	1,8 - 7 (Frischmasse)	4 - 16
Grünschnitt Friedhof	4,5 - 13 (Frischmasse)	10 - 30
Rasenschnitt Park	ca. 20 (Frischmasse)	23
Feuchtwiese	10 - 23 (Frischmasse)	12 - 27
Trockene Magerwiese	ca. 3 (Trockenmasse)	13
Hecken / Knicks	ca. 5 (Trockenmasse)	23

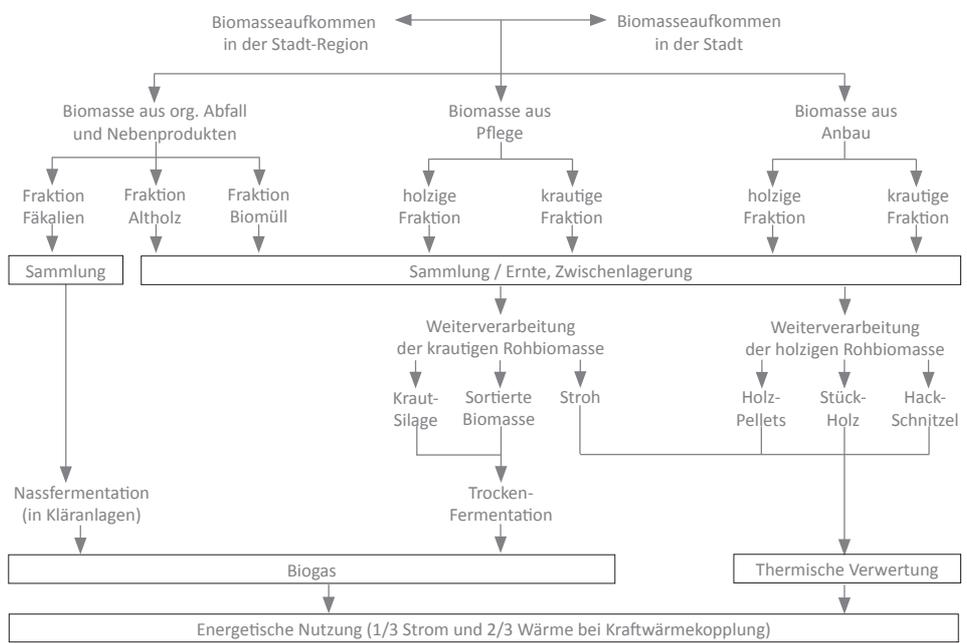
Auch wenn die Energiedichte von Biomasse weit geringer ist, als die der anderen regenerativen Energieträger hat die Biomasse im urbanen Kontext mehrere Vorteile:

- geringe Gesteungskosten durch Nutzung von Reststoffen
- Reduktion von Flächenkonkurrenzen wie derzeit beim Anbau von Biomasse auf Ackerflächen
- Aufbau lokaler Holzvorräte zur Entlastung der bestehenden Waldholznutzung
- Verbesserung des Wohnumfeldes und Werterhalt des Immobilienbestandes durch gestaltete Brach- oder Freiflächen, besonders in schrumpfenden Städten
- Verbesserung der stadtoökologischen Funktionen, der Biodiversität und des Biotopverbundes

Die Gewinnung und Nutzung von Biomasse im urbanen Raum wurde vertieft von der „Maßnahme 2 - Entwicklung einer regionalen Biomassestrategie mit den Kernbausteinen Biomassenutzung und -produktion im Emscher Landschaftspark, inklusive einer Verwendung des Grünschnitts aus der Parkpflege“ im Forschungsprojekt KuLaRuhr befasst.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Vgl.: Schlussbericht der Maßnahme 2, Verbundvorhaben KuLaRuhr – Nachhaltige urbane Kulturlandschaft in der Metropole Ruhr, Teilvorhaben B: Energieeffizienz bei Siedlungen sowie Biomassestrategie (TU Darmstadt, Fachbereich Architektur, FG Entwerfen und Freiraumpflanzung, Prof. Dr. Jörg Dettmar)

Abb. 102: Biomassefraktionen und ihre Verwertungswege nach UrbanReNet





## Kapitel II - Energetische Potenziale der Stadtraumtypen



### Kleine freistehende Wohnbebauung niedriger bis mittlerer Geschossigkeit

#### Energetische Bewertung<sup>1</sup>

Bei der kleinen freistehenden Wohnbebauung sind im Mittel gut 15 % des Grundstücks bebaut, die Spannweite reicht von 8 % bis 25 %. Die Anzahl der Geschosse liegt bei 1,5 bis 2,5. Die Wohnfläche pro Gebäude liegt bei ca. 67 m<sup>2</sup> bis 352 m<sup>2</sup> (Median 148 m<sup>2</sup>), da neben Ein- und Zweifamilienhäusern auch kleine Mehrfamilienhäuser zu diesem Typ gezählt werden. Auf einem Hektar Nettobauland stehen ca. 11 bis 19 Gebäude mit insgesamt 12 bis 49 Wohneinheiten, 24 bis 96 Einwohnern und einer gesamten Wohnfläche von 1.041 m<sup>2</sup> bis 4.245 m<sup>2</sup>. Durch ihre im Verhältnis zum Gebäudevolumen große Gebäudehülle hat die freistehende Wohnbebauung ein schlechtes A/V-Verhältnis (0,87). Dadurch ist bei ungedämmten Gebäuden der Heizwärmebedarf größer als bei Reihenhausbebauungen oder Mehrfamilienhäusern.

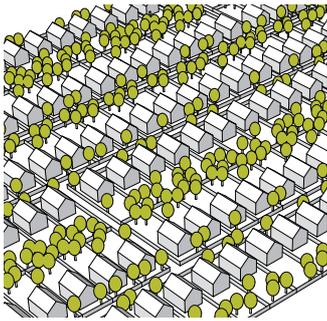


Abb. 103: Schema der Baustruktur

GRZ	0,14	[-]
GFZ	0,23	[-]
Geschosse	1,5	[-]
Gebäude	14	[Ge/ha]
Wohneinheiten	21	[We/ha]
Einwohner	42	[Ew/ha]
Wohnfläche	1.842	[m <sup>2</sup> Wfl/ha]
Hüllfläche	168	[m <sup>2</sup> /Ew]
Dachfläche	50	[m <sup>2</sup> /Ew]

Abb. 104: Baustrukturelle Kennwerte (Median) nach UrbanReNet

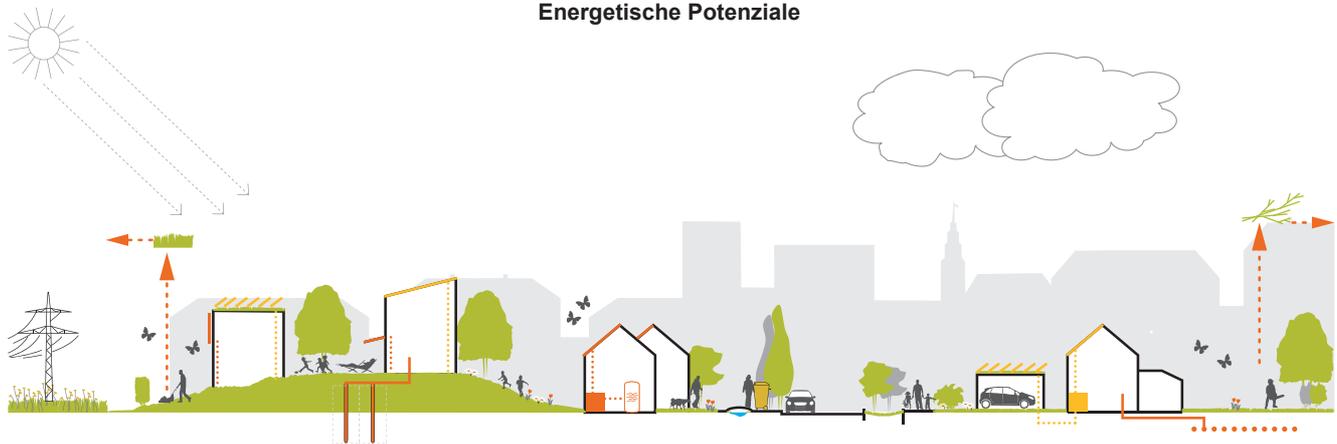
Abb. 105: Spannweite der Heizwärmebedarfe pro Hektar Nettobauland nach UrbanReNet

Der Heizwärmebedarf korrespondiert mit der Baualtersklasse und dem Sanierungsstand des Gebäudes. Pro Hektar Nettobauland hat die kleine freistehende Wohnbebauung einen Heizwärmebedarf von 727 MWh/ha<sub>NBL</sub>\*a (gebaut vor 1918) bis 191 MWh/ha<sub>NBL</sub>\*a (gebaut ab 2005). Durch Sanierung kann er in allen Baualtersklassen auf etwa 145 MWh/ha<sub>NBL</sub>\*a gesenkt werden. Der Strombedarf liegt bei allen Baualtersklassen bei 78 MWh/ha<sub>NBL</sub>\*a, der Bedarf für die Trinkwassererwärmung bei 21 MWh/ha<sub>NBL</sub>\*a.

Sanierungsstand	Einheit	Baualtersklasse			
		vor 1949	1949 bis 1994	1995 bis 2004	2005 bis 2013
unsaniert	MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	727 - 553	553 - 298	277	191
	kWh/m <sup>2</sup> <sub>WFl</sub> *a	395 - 300	289 - 162	123	104
teilsaniert (EnEV 2009)	MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	373 - 328	314 - 194	185	162
	kWh/m <sup>2</sup> <sub>WFl</sub> *a	202 - 178	170 - 105	100	88
saniert (EnEV 2009)	MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	145	144 - 142	147	144
	kWh/m <sup>2</sup> <sub>WFl</sub> *a	79	78 - 77	80	78

<sup>1</sup> Die baustrukturellen und energetischen Kennwerte der nachfolgend aufgeführten Stadtraumtypen basieren auf den Arbeiten des Forschungsprojektes UrbanReNet, vgl. Hegger 2013 a, Anlage II - EST-Steckbriefe

### Energetische Potenziale



#### Oberflächennahe Geothermie

- 94 Geothermiesonden je ha<sub>NBL</sub>
- 1.558 MWh Wärme niedriges Niveau je ha<sub>NBL</sub> und Jahr
- davon 1.113 MWh Entzugsenergie und 445 MWh Hilfsstrom)

#### Photovoltaik

- 1.561 m<sup>2</sup> verfügbare Dachfläche für PV je ha<sub>NBL</sub>
- 156 MWh PV-Strom je ha<sub>NBL</sub> und Jahr

#### Solarthermie

- 1.170 m<sup>2</sup> verfügbare Dachfläche für Solarthermie je ha<sub>NBL</sub>
- 440 MWh Wärme hohes Niveau je ha<sub>NBL</sub> und Jahr

#### Biomasse

- 6.135 m<sup>2</sup> Anteil Rasen-fläche an Gärten je ha<sub>NBL</sub>
- 13,6 MWh Heizwert krautige Biomasse je ha<sub>NBL</sub> und Jahr
- 1.266 m<sup>2</sup> Anteil Gehölzfläche an Gärten je ha<sub>NBL</sub>
- 1,2 MWh Heizwert holzige Biomasse je ha<sub>NBL</sub> und Jahr
- 2,1 Tonnen Bioabfall je ha<sub>NBL</sub>
- 1,3 MWh Heizwert Bioabfall je ha<sub>NBL</sub>

Abb. 106: Energetische Potenziale der kleinen freistehenden Wohnbebauung (bei maximaler Flächenausnutzung, bezogen auf einen Hektar Nettobauland und Jahr) nach UrbanReNet



## Reihenhausbebauung

### Energetische Bewertung

Bei der Reihenhausbebauung sind etwa 30 % der Grundstücksfläche bebaut, die Spannweite reicht hier von 18 % bis 39 %. Die Anzahl der Geschosse beträgt 1,5 bis 2,5. Die Wohnfläche liegt bei 112 m<sup>2</sup> bis 174 m<sup>2</sup> pro Gebäude (Median 165 m<sup>2</sup>). Pro Hektar Nettobauland stehen ca. 23 bis 57 Einzelgebäude mit insgesamt 22 bis 51 Wohneinheiten und einer Wohnfläche von zusammen 2.812 m<sup>2</sup> bis 6.460 m<sup>2</sup>. Die Einwohnerdichte liegt bei 56 bis 129 Einwohner. Damit ist die Reihenhausbebauung insgesamt dichter bebaut und bewohnt als die kleine freistehende Wohnbebauung. Durch die Bebauung in Reihen haben die Gebäude ein besseres Verhältnis von Gebäudevolumen zu Gebäudehülle (A/V-Verhältnis 0,56). Dadurch sind die Heizwärmebedarfe pro Gebäude geringer als bei der kleinen freistehenden Wohnbebauung, da es bei ungedämmten Gebäuden weniger Energieverluste durch die Gebäudehülle gibt.

Der Heizwärmebedarf pro Hektar Nettobauland liegt bei der Reihenhausbebauung zwischen 1.580 MWh/ha<sub>NBL</sub>\*a (vor 1918) und 419 MWh/ha<sub>NBL</sub>\*a (ab 2005). Bei Sanierung kann der Bedarf in allen Baualtersklassen auf etwa 71 MWh/ha<sub>NBL</sub>\*a reduziert werden. Der Strombedarf beträgt ca. 116 MWh/ha<sub>NBL</sub>\*a, der Trinkwasserwärmebedarf liegt bei 45 MWh/ha<sub>NBL</sub>\*a.

Sanierungsstand	Einheit	Baualtersklasse			
		vor 1949	1949 bis 1994	1995 bis 2004	2005 bis 2013
unsaniert	MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	1.580 - 1.184	1.121 - 697	498	419
	kWh/m <sup>2</sup> <sub>WFL</sub> *a	352 - 264	250 - 155	111	93
teilsaniert (EnEV 2009)	MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	719	589 - 391	374	346
	kWh/m <sup>2</sup> <sub>WFL</sub> *a	160	131 - 87	83	77
saniiert (EnEV 2009)	MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	317	317	317	317
	kWh/m <sup>2</sup> <sub>WFL</sub> *a	71	71	71	71

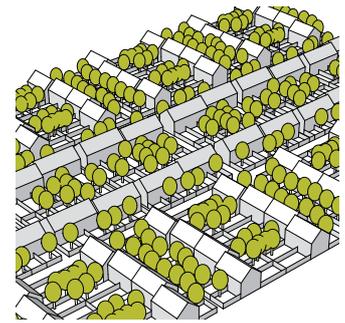
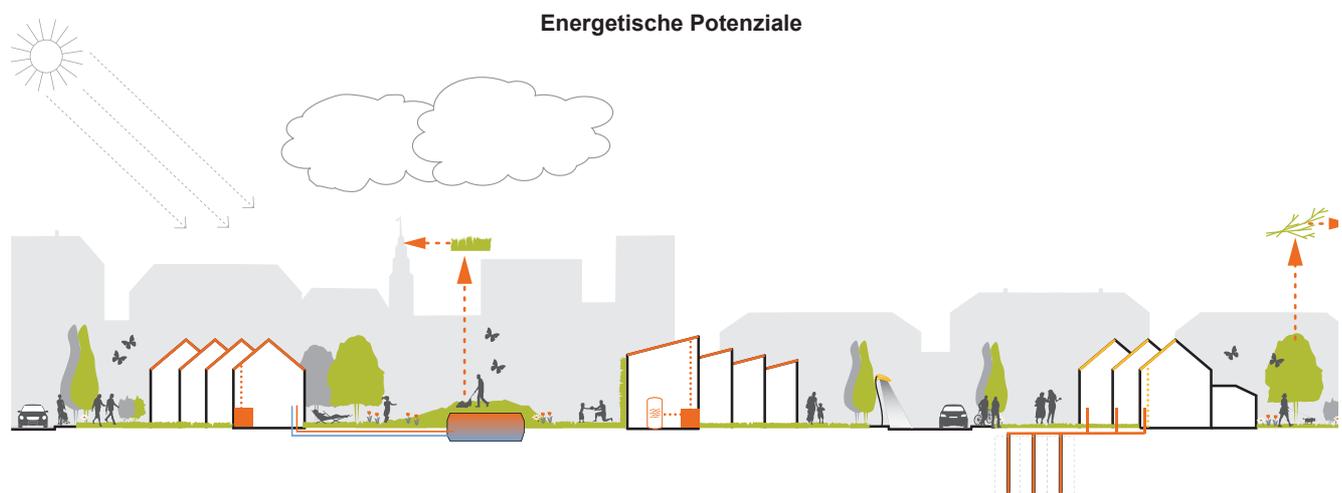


Abb. 107: Schema der Baustruktur

GRZ	0,30	[-]
GFZ	0,59	[-]
Geschosse	1,5	[-]
Gebäude	35	[Ge/ha]
Wohneinheiten	35	[We/ha]
Einwohner	90	[Ew/ha]
Wohnfläche	4.484	[m <sup>2</sup> Wfl/ha]
Hüllfläche	134	[m <sup>2</sup> /Ew]
Dachfläche	37	[m <sup>2</sup> /Ew]

Abb. 108: Baustrukturelle Kennwerte (Median) nach UrbanReNet

Abb. 109: Spannweite der Heizwärmebedarfe pro Hektar Nettobauland, nach UrbanReNet



#### Oberflächennahe Geothermie

- 42 Geothermiesonden je ha<sub>NBL</sub>
- 691 MWh Wärme niedriges Niveau je ha<sub>NBL</sub> und Jahr
- davon 493 MWh Entzugsenergie und 197 MWh Hilfsstrom)

#### Photovoltaik

- 3.254 m<sup>2</sup> verfügbare Dachfläche für PV je ha<sub>NBL</sub>
- 329 MWh PV-Strom je ha<sub>NBL</sub> und Jahr

#### Solarthermie

- 3.254 m<sup>2</sup> verfügbare Dachfläche für Solarthermie je ha<sub>NBL</sub>
- 1151 MWh Wärme hohes Niveau je ha<sub>NBL</sub> und Jahr

#### Biomasse

- 4.818 m<sup>2</sup> Anteil Rasenfläche an Gärten je ha<sub>NBL</sub>

- 10,7 MWh Heizwert krautige Biomasse je ha<sub>NBL</sub> und Jahr
- 1587 m<sup>2</sup> Anteil Gehölzfläche an Gärten je ha<sub>NBL</sub>
- 1,5 MWh Heizwert holzige Biomasse je ha<sub>NBL</sub> und Jahr
- 4,6 Tonnen Bioabfall je ha<sub>NBL</sub>
- 2,7 MWh Heizwert Bioabfall je ha<sub>NBL</sub>

Abb. 110: Energetische Potenziale der Reihenhausbebauung (bei maximaler Flächenausnutzung, bezogen auf einen Hektar Nettobauland und Jahr) nach UrbanReNet



## Zeilenbebauung niedriger bis mittlerer Geschossigkeit

### Energetische Bewertung

Die Siedlungen in Zeilenbauweise aus den 1950ern und 1960ern sind typische Vertreter der Zeilenbebauung. Hier sind ca. 27 % der Parzelle bebaut (Spannbreite 17 % bis 46 %). Damit ähnelt die Zeilenbebauung der Reihenhausbebauung, ist aber mit 3 bis 6 Geschossen deutlich höher. Auf 11 bis 27 Gebäude pro Hektar Nettobauland kommen 61 bis 162 Wohneinheiten mit insgesamt 111 bis 292 Einwohnern. Die Wohnfläche pro Hektar beträgt 4.592 m<sup>2</sup> bis 12.136 m<sup>2</sup>, die Wohnfläche pro Einzelgebäude 250 m<sup>2</sup> bis 1.552 m<sup>2</sup>. Das AV-Verhältnis liegt bei 0,41. Auch hier sind die Heizwärmebedarfe pro Quadratmeter niedriger als bei der kleinen freistehenden Wohnbebauung. Im Gegensatz zur Reihenhausbebauung haben Zeilen meist eine gemeinschaftlich genutzte Außenanlage, die kleinteilige Parzellierung des Freiraums entfällt.

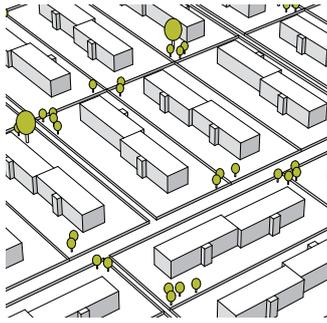


Abb. 111: Schema der Baustruktur

GRZ	0,27	[-]
GFZ	0,95	[-]
Geschosse	4	[-]
Gebäude	17	[Ge/ha]
Wohneinheiten	104	[We/ha]
Einwohner	188	[Ew/ha]
Wohnfläche	7.790	[m <sup>2</sup> Wfl/ha]
Hüllfläche	75	[m <sup>2</sup> /Ew]
Dachfläche	16	[m <sup>2</sup> /Ew]

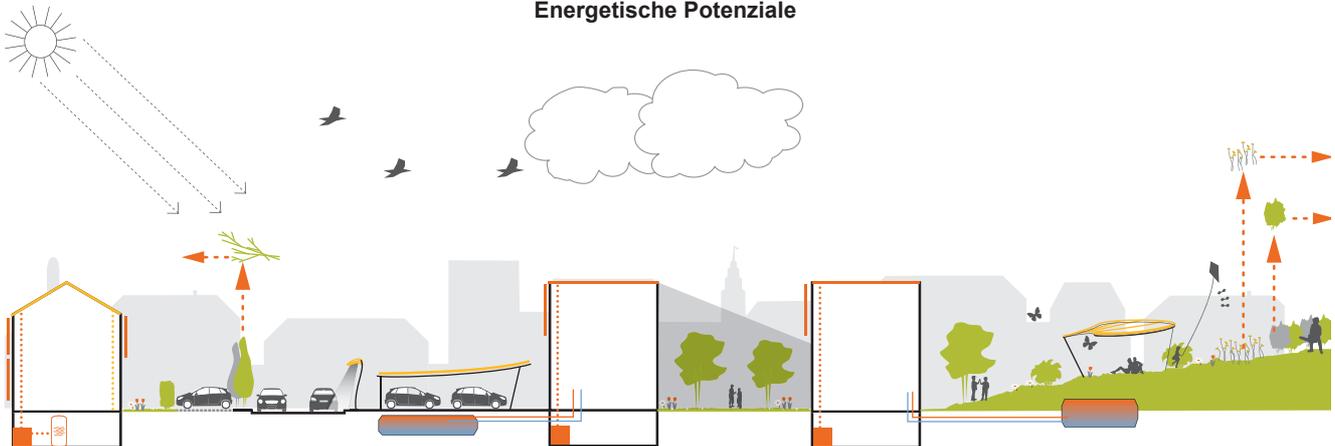
Abb. 112: Baustrukturelle Kennwerte (Median)

Abb. 113: Spannbreite der Heizwärmebedarfe pro Hektar Nettobauland nach UrbanReNet

Bei der Zeilenbebauung liegt der Heizwärmebedarf pro Hektar Nettobauland je nach Baualtersklasse bei etwa 2.107 MWh/ha<sub>NBL</sub>\*a (vor 1918) bis 575 MWh/ha<sub>NBL</sub>\*a (ab 2005). Durch Sanierung kann der Heizwärmebedarf auf etwa 59 MWh/ha<sub>NBL</sub>\*a gesenkt werden. Der Strombedarf liegt bei allen Baualtersklassen bei ca. 268 MWh/ha<sub>NBL</sub>\*a, der Bedarf für die Trinkwasserwärme beträgt bei etwa 93 MWh/ha<sub>NBL</sub>\*a.

Sanierungsstand	Einheit	Baualtersklasse			
		vor 1949	1949 bis 1994	1995 bis 2004	2005 bis 2013
unsaniert	MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	2.107 - 1.569	1.550 - 876	684	575
	kWh/m <sup>2</sup> <sub>WFl</sub> *a	207 - 201	199 - 112	88	74
teilsaniert (EnEV 2009)	MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	1.049 - 875	903 - 584	547	502
	kWh/m <sup>2</sup> <sub>WFl</sub> *a	135 - 110	116 - 75	70	64
saniert (EnEV 2009)	MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	456	456	456	456
	kWh/m <sup>2</sup> <sub>WFl</sub> *a	59	59	59	59

## Energetische Potenziale



### Oberflächennahe Geothermie

- 106 Geothermiesonden je ha<sub>NBL</sub>
- 1.762 MWh Wärme niedriges Niveau je ha<sub>NBL</sub> und Jahr
- davon 1.258 MWh Entzugsenergie und 503 MWh Hilfsstrom)

### Photovoltaik

- 2.687 m<sup>2</sup> verfügbare Dachfläche für PV je ha<sub>NBL</sub>
- 272 MWh PV-Strom je ha<sub>NBL</sub> und Jahr
- 5.832 m<sup>2</sup> verfügbare Fassade für PV je ha<sub>NBL</sub>
- 385 MWh PV-Strom je ha<sub>NBL</sub> und Jahr

### Solarthermie

- 2.687 m<sup>2</sup> verfügbare Dachfläche für Solarthermie je ha<sub>NBL</sub>
- 950 MWh Wärme hohes Niveau je ha<sub>NBL</sub> und Jahr
- 365 m<sup>2</sup> verfügbare Freifläche für PV je ha<sub>NBL</sub>
- 39 MWh PV-Strom je ha<sub>NBL</sub> und Jahr

### Biomasse

- 6.028 m<sup>2</sup> Anteil Rasenfläche an Gärten je ha<sub>NBL</sub>
- 13,4 MWh Heizwert krautige Biomasse je ha<sub>NBL</sub> und Jahr
- 545 m<sup>2</sup> Anteil Gehölzfläche an Gärten je ha<sub>NBL</sub>
- 0,5 MWh Heizwert holzige Biomasse je ha<sub>NBL</sub> und Jahr
- 9,6 Tonnen Bioabfall je ha<sub>NBL</sub>
- 5,7 MWh Heizwert Bioabfall je ha<sub>NBL</sub>
- 3.014 m<sup>2</sup> Anteil Anbaufläche an Gärten je ha<sub>NBL</sub>
- 9,5 bis 20 MWh Heizwert Biomasseanbau je ha<sub>NBL</sub> und Jahr

Abb. 114: Energetische Potenziale der Zeilenbebauung (bei maximaler Flächenausnutzung, bezogen auf einen Hektar Nettobauland und Jahr) nach UrbanReNet



## Großmaßstäbliche Wohnbebauung hoher Geschossigkeit

### Energetische Bewertung

Unter der großmaßstäblichen Bebauungen werden Zeilen hoher Geschossigkeit und Punkthochhäuser zusammengefasst. Diese Bebauung ist typisch für Stadterweiterungen der 1960er und 1970er Jahre. Der Bebauungsgrad ist mit 16 % (Spannbreite 13 % bis 24 %) niedriger als bei der Zeilenbebauung. Die Anzahl der Geschosse reicht von 8 bis 25 Geschosse. Die Wohnfläche pro Hektar Nettobauland liegt bei 8.610 m<sup>2</sup> bis 30.258 m<sup>2</sup>, verteilt auf 3 bis 6 Gebäude mit 125 bis 405 Wohneinheiten und 207 bis 729 Einwohnern. Die Wohnfläche pro Gebäude beträgt 2.139 m<sup>2</sup> bis 11.639 m<sup>2</sup>. Das A/V-Verhältnis ist mit 0,28 noch kompakter als die das der Zeilenbebauung niedriger Geschossigkeit. Die Zeilen hoher Geschossigkeit sind meist in Gebäudegruppen angeordnet, dadurch können innenhofartige Freiflächen entstehen. Die Punkthochhäuser sind frei in die Außenanlagen eingefügt oder prägen als Merkzeichen das Quartier.

Der Heizwärmebedarf pro Hektar Nettobauland liegt bei der großmaßstäblichen Bebauung zwischen 1.357 MWh/ha<sub>NBL</sub>\*a (ab 1959) und 591 MWh/ha<sub>NBL</sub>\*a (ab 2005). Bei Sanierung kann der Bedarf auf etwa 491 MWh/ha<sub>NBL</sub>\*a reduziert werden. Der Strombedarf beträgt ca. 395 MWh/ha<sub>NBL</sub>\*a, der Trinkwasserwärmebedarf liegt bei 138 MWh/ha<sub>NBL</sub>\*a.

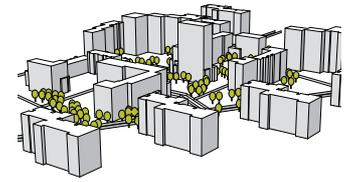


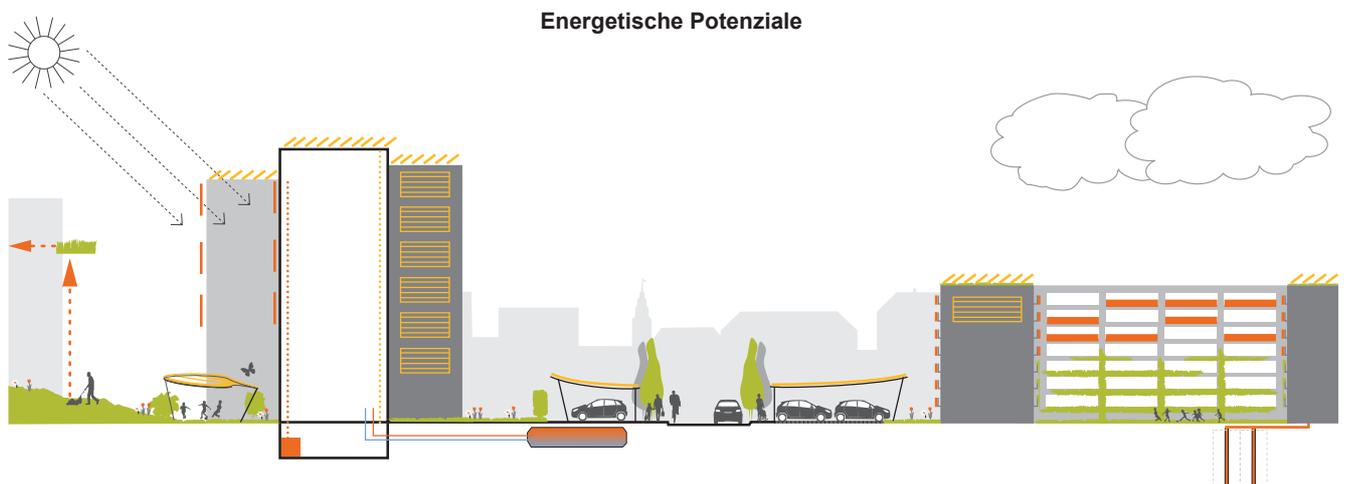
Abb. 115: Schema der Baustruktur

GRZ	0,16	[-]
GFZ	1,4	[-]
Geschosse	9	[-]
Gebäude	4	[Ge/ha]
Wohneinheiten	153	[We/ha]
Einwohner	277	[Ew/ha]
Wohnfläche	11.480	[m <sup>2</sup> Wfl/ha]
Hüllfläche	40	[m <sup>2</sup> /Ew]
Dachfläche	6	[m <sup>2</sup> /Ew]

Abb. 116: Baustrukturelle Kennwerte (Median) nach UrbanReNet

Sanierungsstand	Einheit	Baualtersklasse			
		vor 1959	1959 bis 1994	1995 bis 2004	2005 bis 2013
unsaniert	MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	/	1.357 - 894	692	591
	kWh/m <sup>2</sup> <sub>WFl</sub> *a	/	118 - 78	60	52
teilsaniert (EnEV 2009)	MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	/	921 - 618	578	531
	kWh/m <sup>2</sup> <sub>WFl</sub> *a	/	80 - 54	50	46
saniert (EnEV 2009)	MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	/	491	491	491
	kWh/m <sup>2</sup> <sub>WFl</sub> *a	/	43	43	43

Abb. 117: Spannbreite der Heizwärmebedarfe pro Hektar Nettobauland nach UrbanReNet



### Energetische Potenziale

#### Oberflächennahe Geothermie

- 142 Geothermiesonden je ha<sub>NBL</sub>
- 2.359 MWh Wärme niedriges Niveau je ha<sub>NBL</sub> und Jahr
- davon 1685 MWh Entzugsenergie und 674 MWh Hilfsstrom)

#### Photovoltaik

- 1.248 m<sup>2</sup> verfügbare Dachfläche für PV je ha<sub>NBL</sub>
- 134 MWh PV-Strom je ha<sub>NBL</sub> und Jahr
- 61.56 m<sup>2</sup> verfügbare Fassade für PV je ha<sub>NBL</sub>
- 407 MWh PV-Strom je ha<sub>NBL</sub> und Jahr

#### Solarthermie

- 1.248 m<sup>2</sup> verfügbare Dachfläche für Solarthermie je ha<sub>NBL</sub>
- 469 MWh Wärme hohes Niveau je ha<sub>NBL</sub> und Jahr
- 420 m<sup>2</sup> verfügbare Freifläche für PV je ha<sub>NBL</sub>
- 45 MWh PV-Strom je ha<sub>NBL</sub> und Jahr

#### Biomasse

- 6214 m<sup>2</sup> Anteil Rasenfläche an Gärten je ha<sub>NBL</sub>
- 13,8 MWh Heizwert krautige Biomasse je ha<sub>NBL</sub> und Jahr
- 723 m<sup>2</sup> Anteil Gehölzfläche an Gärten je ha<sub>NBL</sub>
- 0,7 MWh Heizwert holzige Biomasse je ha<sub>NBL</sub> und Jahr
- 14 Tonnen Bioabfall je ha<sub>NBL</sub>
- 8,5 MWh Heizwert Bioabfall je ha<sub>NBL</sub>
- 3.107 m<sup>2</sup> Anteil Anbaufläche an Gärten je ha<sub>NBL</sub>
- 9,8 bis 20,6 MWh Heizwert Biomasseanbau je ha<sub>NBL</sub> und Jahr

Abb. 118: Energetische Potenziale der Großmaßstäblichen Wohnbebauung (bei maximaler Flächenausnutzung, bezogen auf einen Hektar Nettobauland und Jahr) nach UrbanReNet



## Blockrandbebauung

### Energetische Bewertung

Die Gründerzeitquartiere des ausgehenden 19. Jahrhunderts sind typische Vertreter der Blockrandbebauung. Der Bebauungsgrad weist eine große Spannweite auf. Von locker bebauten Blöcken mit 33 % Bebauung bis zu dicht bebauten Blöcken mit 76 % (Median 54 %). Die Anzahl der Geschosse beträgt 3 bis 13, die Wohnfläche pro Gebäude liegt bei 258 m<sup>2</sup> bis 1.392 m<sup>2</sup> je Einzelgebäude. Pro Hektar Nettobauland finden sich 38 bis 125 Gebäude, mit 35 bis 160 Wohneinheiten und 69 bis 316 Einwohnern. Die Wohnfläche pro Hektar reicht von 10.086 m<sup>2</sup> bis 32.144 m<sup>2</sup>. Durch die Bebauung in geschlossenen Blöcken liegt das A/V-Verhältnis bei 0,39. Die Blockrandbebauung hat damit ähnliche Spannweiten in Bezug auf die Anzahl der Wohneinheiten, die Wohnfläche und die Einwohnerzahl wie die großmaßstäbliche Bebauung. Die Mediane der Spannweite liegen wie die Bebauungsdichte aber weit höher, was sich auch im Energiebedarf abzeichnet.

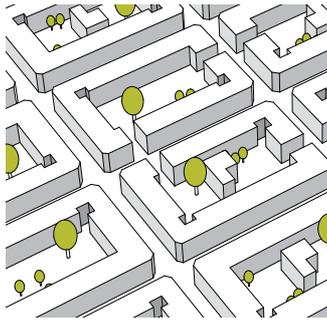


Abb. 119: Schema der Baustruktur

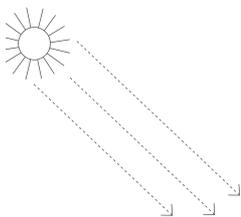
GRZ	0,54	[-]
GFZ	2,46	[-]
Geschosse	5	[-]
Gebäude	37	[Ge/ha]
Wohneinheiten	270	[We/ha]
Einwohner	486	[Ew/ha]
Wohnfläche	20.172	[m <sup>2</sup> Wfl/ha]
Hüllfläche	65	[m <sup>2</sup> /Ew]
Dachfläche	16	[m <sup>2</sup> /Ew]

Abb. 120: Baustrukturelle Kennwerte (Median) nach UrbanReNet

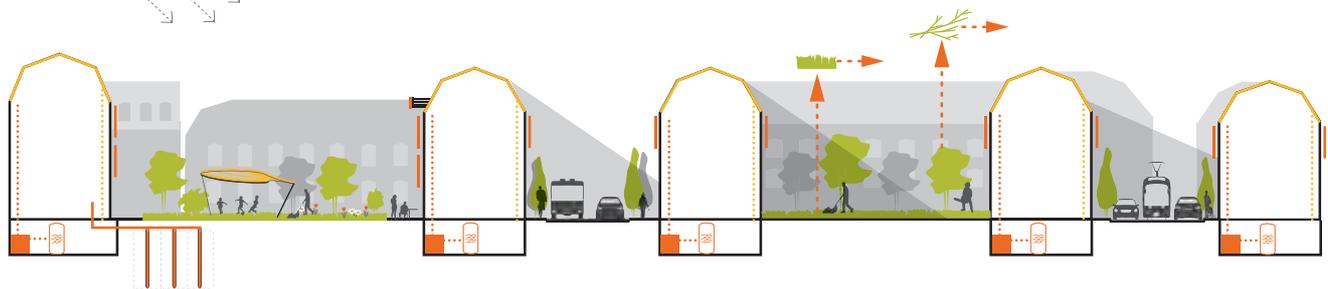
Abb. 121: Spannweite der Heizwärmebedarfe pro Hektar Nettobauland nach UrbanReNet

Der Heizwärmebedarf pro Hektar Nettobauland liegt bei der Blockrandbebauung zwischen 4.841 MWh/ha<sub>NBL</sub>\*a (vor 1918) und 1.393 MWh/ha<sub>NBL</sub>\*a (ab 2002). Bei Sanierung kann der Bedarf auf etwa 1.110 MWh/ha<sub>NBL</sub>\*a reduziert werden. Der Strombedarf beträgt ca. 694 MWh/ha<sub>NBL</sub>\*a, der Trinkwasserwärmebedarf liegt bei 243 MWh/ha<sub>NBL</sub>\*a.

Sanierungsstand	Einheit	Baualterklasse			
		vor 1949	1949 bis 1994	1995 bis 2004	2005 bis 2013
unsaniert	MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	4.841 - 3.590	3.519 - 2.055	1.582	1.393
	kWh/m <sup>2</sup> <sub>Wfl</sub> *a	293 - 252	272 - 126	75	57
teilsaniert (EnEV 2009)	MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	2.480 - 2.055	2.149 - 1417	1.322	1.204
	kWh/m <sup>2</sup> <sub>Wfl</sub> *a	194 - 162	140 - 104	71	54
saniert (EnEV 2009)	MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	1.110	1.110	1.086	1.110
	kWh/m <sup>2</sup> <sub>Wfl</sub> *a	72 - 68	71 - 73	71	49



## Energetische Potenziale



### Oberflächennahe Geothermie

- 17 Geothermiesonden je ha<sub>NBL</sub>
- 282 MWh Wärme niedriges Niveau je ha<sub>NBL</sub> und Jahr
- davon 202 MWh Entzugsenergie und 81 MWh Hilfsstrom)

### Photovoltaik

- 7.259 m<sup>2</sup> verfügbare Dachfläche für PV je ha<sub>NBL</sub>
- 728 MWh PV-Strom je ha<sub>NBL</sub> und Jahr

### Solarthermie

- 5.444 m<sup>2</sup> verfügbare Dachfläche für Solarthermie je ha<sub>NBL</sub>
- 2.048 MWh Wärme hohes Niveau je ha<sub>NBL</sub> und Jahr

### Biomasse

- 2.198 m<sup>2</sup> Anteil Rasenfläche an Gärten je ha<sub>NBL</sub>

- 4,9 MWh Heizwert krautige Biomasse je ha<sub>NBL</sub> und Jahr
- 771m<sup>2</sup> Anteil Gehölzfläche an Gärten je ha<sub>NBL</sub>
- 0,7MWh Heizwert holzige Biomasse je ha<sub>NBL</sub> und Jahr
- 24,8 Tonnen Bioabfall je ha<sub>NBL</sub>
- 14,9 MWh Heizwert Bioabfall je ha<sub>NBL</sub>

Abb. 122: Energetische Potenziale der Blockrandbebauung (bei maximaler Flächenausnutzung, bezogen auf einen Hektar Nettobauland und Jahr) nach UrbanReNet

## Dörfliche Bebauung

### Energetische Bewertung

Die dörfliche Bebauung beschreibt den dichteren Dorfkern. Hier ist der Bebauungsgrad mit 21 % bis 70 % (Median 38 %) doppelt so hoch wie bei der kleinen freistehenden Bebauung. Die Anzahl der Geschosse reicht von 1,5 bis 3,5, die Wohnfläche pro Einzelgebäude liegt bei 49 m<sup>2</sup> bis 352 m<sup>2</sup>. Pro Hektar Nettobauland stehen 38 bis 125 Gebäude mit 35 bis 160 Wohneinheiten, 69 bis 316 Einwohnern und einer Wohnfläche von 3.047 m<sup>2</sup> bis 13.870 m<sup>2</sup>. Das A/V-Verhältnis ist mit 0,7 etwas besser als das der kleinen freistehenden Bebauung. Die dörfliche Bebauung findet sich im Zentrum von Dörfern und Gemeinden aber auch als Teil von Stadtgebieten. Die Übergänge zur kleinen freistehenden Bebauung sind zum Teil fließend, Unterscheidungskriterien können die geschlossene Bebauung, die höhere Bebauungsdichte und das 'gewachsene' Straßennetz sein.

Der Heizwärmebedarf pro Hektar Nettobauland liegt bei der dörflichen Bebauung zwischen 2.580 MWh/ha<sub>NBL</sub>\*a (vor 1918) und 687 MWh/ha<sub>NBL</sub>\*a (ab 2005). Bei Sanierung kann der Bedarf auf etwa 530 MWh/ha<sub>NBL</sub>\*a reduziert werden.. Bei Sanierung kann der Bedarf auf etwa 420 MWh/ha<sub>NBL</sub>\*a reduziert werden. Der Strombedarf beträgt ca. 312 MWh/ha<sub>NBL</sub>\*a, der Trinkwasserwärmebedarf liegt bei 85 MWh/ha<sub>NBL</sub>\*a.

Sanierungsstand	Einheit	Baualtersklasse			
		vor 1949	1949 bis 1994	1995 bis 2004	2005 bis 2013
unsaniert	MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	2580 -1965	1895 - 1.057	818	687
	kWh/m <sup>2</sup> <sub>WFI</sub> *a	346 - 264	254 - 142	110	92
teilsaniert (EnEV 2009)	MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	1308 - 1167	1.108 - 704	658	593
	kWh/m <sup>2</sup> <sub>WFI</sub> *a	175 - 157	149 - 94	88	80
saniert (EnEV 2009)	MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	530 - 532	528	530	528
	kWh/m <sup>2</sup> <sub>WFI</sub> *a	71	71	71	71

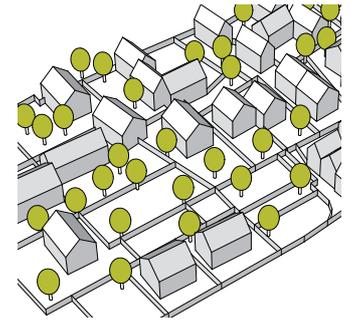
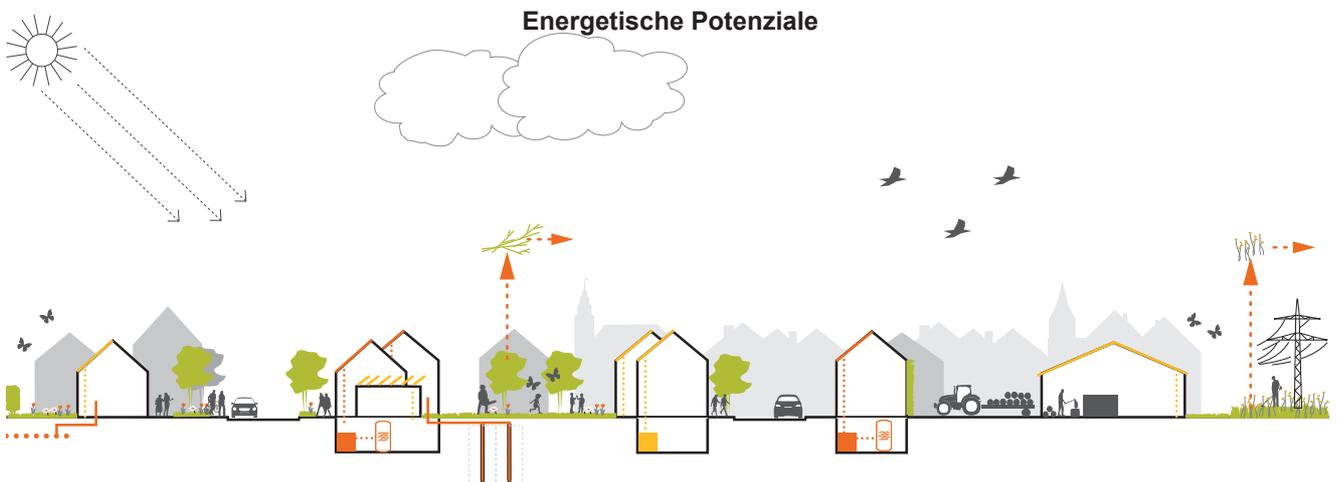


Abb. 123: Schema der Baustruktur

GRZ	0,38	[-]
GFZ	0,93	[-]
Geschosse	2	[-]
Gebäude	68	[Ge/ha]
Wohneinheiten	86	[We/ha]
Einwohner	170	[Ew/ha]
Wohnfläche	7.456	[m <sup>2</sup> Wfl/ha]
Hüllfläche	122	[m <sup>2</sup> /Ew]
Dachfläche	31	[m <sup>2</sup> /Ew]

Abb. 124: Baustrukturelle Kennwerte (Median) nach UrbanReNet

Abb. 125: Spannweite der Heizwärmebedarfe pro Hektar Nettobauland nach UrbanReNet



#### Oberflächennahe Geothermie

- 19 Geothermiesonden je ha<sub>NBL</sub>
- 219 MWh Wärme niedriges Niveau je ha<sub>NBL</sub> und Jahr
- davon 228 MWh Entzugsenergie und 91 MWh Hilfsstrom)

#### Photovoltaik

- 4.236 m<sup>2</sup> verfügbare Dachfläche für PV je ha<sub>NBL</sub>
- 425 MWh PV-Strom je ha<sub>NBL</sub> und Jahr

#### Solarthermie

- 3.177 m<sup>2</sup> verfügbare Dachfläche für Solarthermie je ha<sub>NBL</sub>
- 1.195 MWh Wärme hohes Niveau je ha<sub>NBL</sub> und Jahr

#### Biomasse

- 3.733 m<sup>2</sup> Anteil Rasenfläche an Gärten je ha<sub>NBL</sub>

- 8,3 MWh Heizwert krautige Biomasse je ha<sub>NBL</sub> und Jahr
- 770 m<sup>2</sup> Anteil Gehölzfläche an Gärten je ha<sub>NBL</sub>
- 0,7 MWh Heizwert holzige Biomasse je ha<sub>NBL</sub> und Jahr
- 8,6 Tonnen Bioabfall je ha<sub>NBL</sub>
- 5,2 MWh Heizwert Bioabfall je ha<sub>NBL</sub>

Abb. 126: Energetische Potenziale der dörflichen Bebauung (bei maximaler Flächenausnutzung, bezogen auf einen Hektar Nettobauland und Jahr) nach UrbanReNet



## Historische Altstadtbebauung

### Energetische Bewertung

Die historische Altstadtbebauung ähnelt baustrukturell der dörflichen Bebauung. Neben der Altstadtbebauung mit Fachwerkhäusern können auch Massivbauten der Renaissance, des Barock oder der Gründerzeit zu diesem Stadtraumtyp zählen. Die Bebauungsdichte hat mit 28 % bis nahezu 100% eine große Spannweite, der Median liegt bei 0,75 und damit höher als der Median der Blockrandbebauung. Die Anzahl der Geschosse beträgt 2,5 bis 6,5 Geschossen. Die Einzelgebäude haben eine Wohnfläche von 60 m<sup>2</sup> bis 672 m<sup>2</sup>. Pro Hektar Nettobauland liegt die Wohnfläche bei 7.242 m<sup>2</sup> bis 39.223 m<sup>2</sup>, verteilt auf 43 bis 154 Gebäude, 92 bis 363 Wohneinheiten und 171 bis 927 Einwohner. Das A/V-Verhältnis beträgt 0,49 und ist damit besser als das der dörflichen Bebauung. Typisch für die Altstadtbebauung ist das enge Netz aus Straßen und Gassen mit kleinen Plätzen, Hinterhöfen und umschlossenen Gärten.

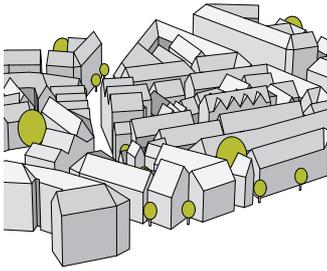


Abb. 127: Schema der Baustruktur

GRZ	0,74	[-]
GFZ	2,45	[-]
Geschosse	3,5	[-]
Gebäude	114	[Ge/ha]
Wohneinheiten	260	[We/ha]
Einwohner	481	[Ew/ha]
Wohnfläche	20.334	[m <sup>2</sup> Wfl/ha]
Hüllfläche	88	[m <sup>2</sup> /Ew]
Dachfläche	24	[m <sup>2</sup> /Ew]

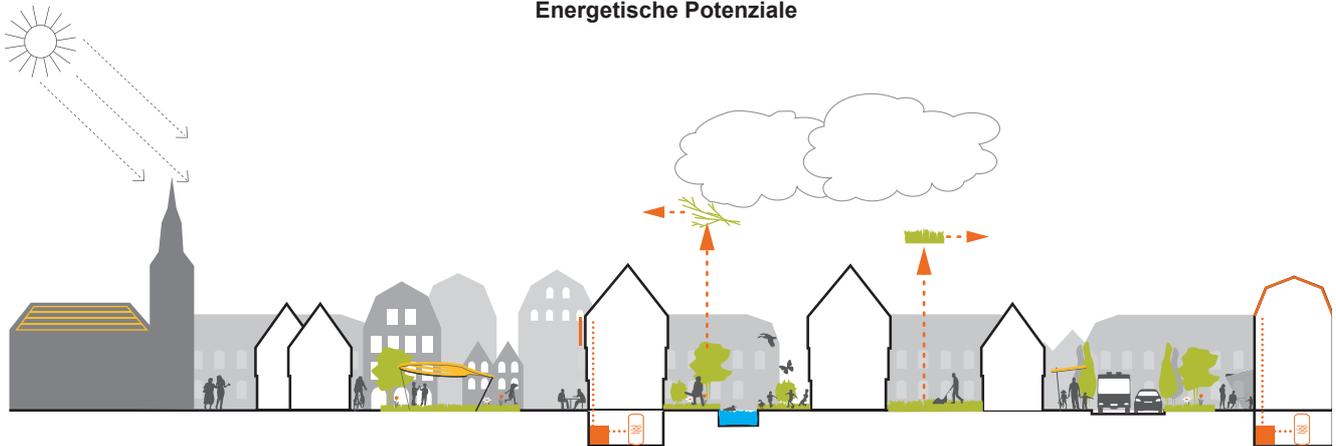
Abb. 128: Baustrukturelle Kennwerte (Median) nach UrbanReNet

Der Heizwärmebedarf pro Hektar Nettobauland bei reiner Wohnnutzung beträgt bei der Altstadtbebauung 4.675 MWh/ha<sub>NBL</sub>\*a (vor 1918) bis 1.334 MWh/ha<sub>NBL</sub>\*a (ab 2005). Bei Gewerbenutzung würde der Energieverbrauch höher liegen. Bei Sanierung kann der Bedarf auf etwa 1.057 MWh/ha<sub>NBL</sub>\*a reduziert werden. Der Strombedarf beträgt ca. 751 MWh/ha<sub>NBL</sub>\*a, der Trinkwasserwärmebedarf liegt bei 241 MWh/ha<sub>NBL</sub>\*a.

Sanierungsstand	Einheit	Baualterklasse			
		vor 1949	1949 bis 1994	1995 bis 2004	2005 bis 2013
unsaniert	MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	4.675 - 3.470	3.389 - 1.992	1.552	1.334
	kWh/m <sup>2</sup> <sub>WFl</sub> *a	230 - 171	167 - 98	75	66
teilsaniert (EnEV 2009)	MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	2.365 - 2.000	2.038 - 1.344	1.258	1.147
	kWh/m <sup>2</sup> <sub>WFl</sub> *a	116 - 98	100 - 66	62	56
saniert (EnEV 2009)	MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	1.057	1.057	1.037	1.057
	kWh/m <sup>2</sup> <sub>WFl</sub> *a	52	51 - 52	51	52

Abb. 129: Spannweite der Heizwärmebedarfe pro Hektar Nettobauland nach UrbanReNet

## Energetische Potenziale



### Oberflächennahe Geothermie

- 9 Geothermiesonden je ha<sub>NBL</sub>
- 158 MWh Wärme niedriges Niveau je ha<sub>NBL</sub> und Jahr
- davon 113 MWh Entzugsenergie und 45 MWh Hilfsstrom

### Photovoltaik

- 9.725 m<sup>2</sup> verfügbare Dachfläche für PV je ha<sub>NBL</sub>
- 975 MWh PV-Strom je ha<sub>NBL</sub> und Jahr

### Solarthermie

- 7.294 m<sup>2</sup> verfügbare Dachfläche für Solarthermie je ha<sub>NBL</sub>
- 2.743 MWh Wärme hohes Niveau je ha<sub>NBL</sub> und Jahr

### Biomasse

- 151 m<sup>2</sup> Anteil Rasenfläche an Gärten je ha<sub>NBL</sub>

- 0,3 MWh Heizwert krautige Biomasse je ha<sub>NBL</sub> und Jahr
- 161 m<sup>2</sup> Anteil Gehölz-läche an Gärten je ha<sub>NBL</sub>
- 0,1MWh Heizwert holzige Biomasse je ha<sub>NBL</sub> und Jahr
- 24,5 Tonnen Bioabfall je ha<sub>NBL</sub>
- 14,7 MWh Heizwert Bioabfall je ha<sub>NBL</sub>

Abb. 130: Energetische Potenziale der historischen Altstadtbebauung (bei maximaler Flächenausnutzung, bezogen auf einen Hektar Nettobauland und Jahr) nach UrbanReNet

## Innenstadtbebauung

### Energetische Bewertung

Die Innenstadtbebauung ist eine meist großmaßstäbliche Bebauung mit Gebäuden der Nachkriegszeit bis hin zu Neubauten der Gegenwart. Sie ist das kommerzielle Zentrum von Großstädten, mit Fußgängerzonen und großen Kaufhauskomplexen. Die Innenstädte von Klein- und Mittelstädten ähneln der dörflichen Bebauung bzw. der historischen Altstadt. Der Bebauungsgrad der Innenstadtbebauung (Großstadt) ist mit 58 % bis nahezu 100 % und einem Median von 92 % noch einmal höher als der Bebauungsgrad der historischen Altstadt. Damit ist die Innenstadtbebauung der am stärksten bebaute und versiegelte Stadtraumtyp. Die Wohn- und Gewerbefläche pro Gebäude beträgt hier 60 m<sup>2</sup> bis 3.955 m<sup>2</sup>. Pro Hektar Nettobauland stehen 6 bis 89 Gebäude, mit 181 bis 381 Wohneinheiten und 326 bis 687 Einwohnern. Die Wohnfläche pro Hektar beträgt 13.546 m<sup>2</sup> bis 28.528 m<sup>2</sup>, die Gewerbefläche 5.664 m<sup>2</sup> bis 11.928 m<sup>2</sup> bei einem Verhältnis von 70% Wohnen und 30% Gewerbe. Das A/V-Verhältnis ist 0,46.

Der Heizwärmebedarf der Innentadtbebauung pro Hektar Nettobauland beträgt ohne Gewerbeanteil (ca. 30 % der gesamten Geschossfläche) etwa 6.520 bis 5.270 MWh/ha<sub>NBL</sub>\*a. Der Strombedarf beträgt ca. 693 MWh/ha<sub>NBL</sub>\*a, der Trinkwasserwärmebedarf 243 MWh/ha<sub>NBL</sub>\*a.

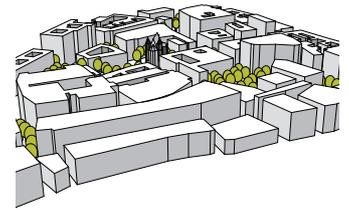


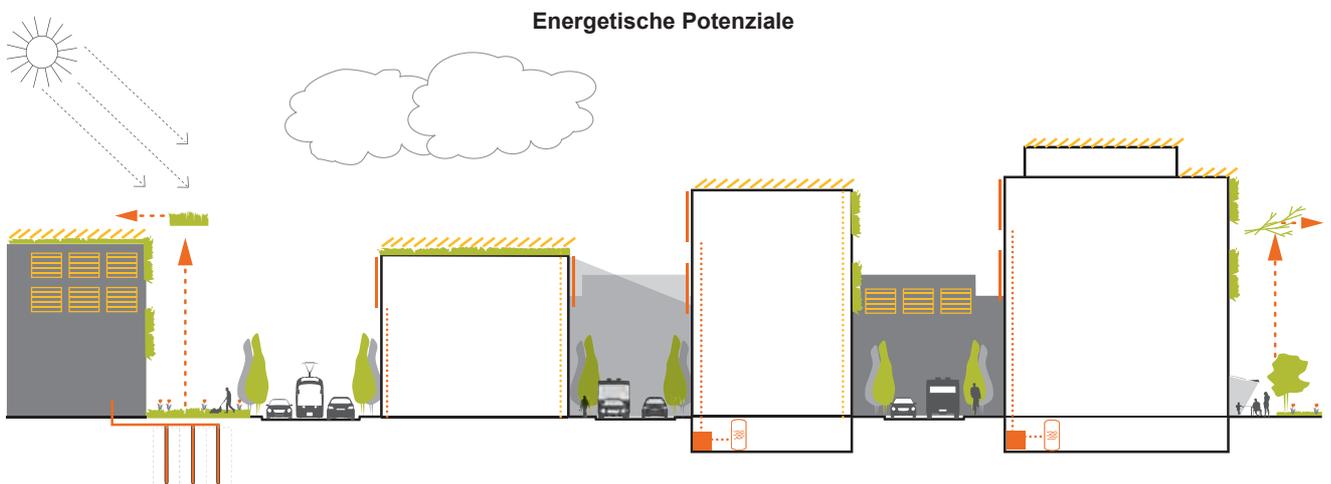
Abb. 131: Schema der Baustruktur

GRZ	0,98	[-]
GFZ	3,51	[-]
Geschosse	4	[-]
Gebäude	32	[Ge/ha]
Wohneinheiten	269	[We/ha]
Einwohner	485	[Ew/ha]
Wohnfläche	20.147	[m <sup>2</sup> Wfl/ha]
Hüllfläche	65	[m <sup>2</sup> /Ew]
Dachfläche	18	[m <sup>2</sup> /Ew]

Abb. 132: Baustrukturelle Kennwerte (Median) nach UrbanReNet

Sanierungsstand	Einheit	Baualtersklasse			
		vor 1949	1949 bis 1994	1995 bis 2004	2005 bis 2013
unsaniert	MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	6.520 - 5.270	5.199 - 3.737	3.265	3.076
	kWh/m <sup>2</sup> <sub>WFl</sub> *a	240 - 178	174 - 102	78	69
teilsaniert (EnEV 2009)	MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	3.740 - 3.316	3.410 - 2.679	2.584	2.467
	kWh/m <sup>2</sup> <sub>WFl</sub> *a	123 - 102	107 - 70	66	60
saniert (EnEV 2009)	MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	1.951	1.951	1.927	1.951
	kWh/m <sup>2</sup> <sub>WFl</sub> *a	55	55 - 54	54	55

Abb. 133: Spannweite der Heizwärmebedarfe pro Hektar Nettobauland nach UrbanReNet



### Energetische Potenziale

#### Oberflächennahe Geothermie

- 7 Geothermiesonden je ha<sub>NBL</sub>
- 116 MWh Wärme niedriges Niveau je ha<sub>NBL</sub> und Jahr
- davon 83 MWh Entzugsenergie und 33 MWh Hilfsstrom)

#### Photovoltaik

- 7.636 m<sup>2</sup> verfügbare Dachfläche für PV je ha<sub>NBL</sub>
- 820 MWh PV-Strom je ha<sub>NBL</sub> und Jahr

#### Solarthermie

- 7.636 m<sup>2</sup> verfügbare Dachfläche für Solarthermie je ha<sub>NBL</sub>
- 2.870 MWh Wärme hohes Niveau je ha<sub>NBL</sub> und Jahr

#### Biomasse

- 107 m<sup>2</sup> Anteil Rasenfläche an Gärten je ha<sub>NBL</sub>

- 0,2 MWh Heizwert krautige Biomasse je ha<sub>NBL</sub> und Jahr
- 90 m<sup>2</sup> Anteil Gehölzfläche an Gärten je ha<sub>NBL</sub>
- 0,1 MWh Heizwert holzige Biomasse je ha<sub>NBL</sub> und Jahr
- 24,8 Tonnen Bioabfall je ha<sub>NBL</sub>
- 12,6 MWh Heizwert Bioabfall je ha<sub>NBL</sub>

Abb. 134: Energetische Potenziale der Innenstadtbebauung (bei maximaler Flächenausnutzung, bezogen auf einen Hektar Nettobauland und Jahr) nach UrbanReNet



## Geschäfts-, Büro-, und Verwaltungsgebiet

### Energetische Bewertung

Geschäfts-, Büro-, und Verwaltungsgebiete finden sich sowohl im Innenstadtbereich von Städten wie auch am Stadtrand. Sie sind nicht immer räumlich klar von den Gewerbegebieten zu unterscheiden, oft gehen beide Typen ineinander über. Der Bebauungsgrad liegt nur bei 7 % bis 58 %, der Median bei 38 %. Durch die hohe Versiegelung im Freiraum liegt der Gesamtversiegelungsgrad allerdings auch bei fast 80 %. Die Gebäude haben je nach Nutzung 1 (Hallen) bis 7 (Büronutzung) Geschosse. Die Parzellengröße ist hier mit über 20.000 m<sup>2</sup> (2 Hektar) fast 10 mal zu groß wie bei der Innenstadtbauung, auch die Gebäude sind mit ihren Nutzflächen und Rauminhalten noch einmal deutlich größer. So liegt die Brutto-Grundfläche\* pro Einzelgebäude bei der Büronutzung bei 370 m<sup>2</sup> bis 43.933 m<sup>2</sup>, die Brutto-Grundfläche der Hallennutzung bei 979 m<sup>2</sup> bis 2.838 m<sup>2</sup> und die der sonstigen Gebäude bei 324 m<sup>2</sup> bis 9.144 m<sup>2</sup>. Der Bruttorauminhalt\* bei der Büronutzung liegt bei 9.598 m<sup>3</sup> bis 1.134.413 m<sup>3</sup>, der Bruttorauminhalt der Hallennutzung bei 6.851 m<sup>3</sup> bis 19.869 m<sup>3</sup> und die der sonstigen Gebäude bei 2.846 m<sup>3</sup> bis 82.878 m<sup>3</sup>. Damit treffen in diesem Stadtraumtyp große Baumassen auf eine hohe Versiegelung im Freiraum. Etwa ein Drittel der Freifläche liegt über Tiefgaragen, etwa 65 % des Freiraums sind versiegelt, davon entfallen etwa 20 % auf Parkplätze. Nur 35 % der Freifläche sind begrünt. Es gibt auch Ansätze wie die 'Bürostadt im Grünen' bei der immerhin 50% der Freiflächen unversiegelt bzw. begrünt sind.

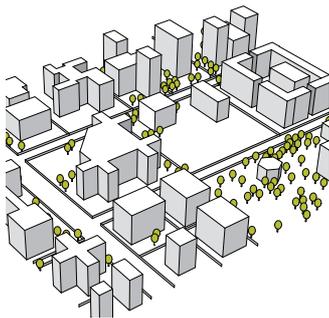
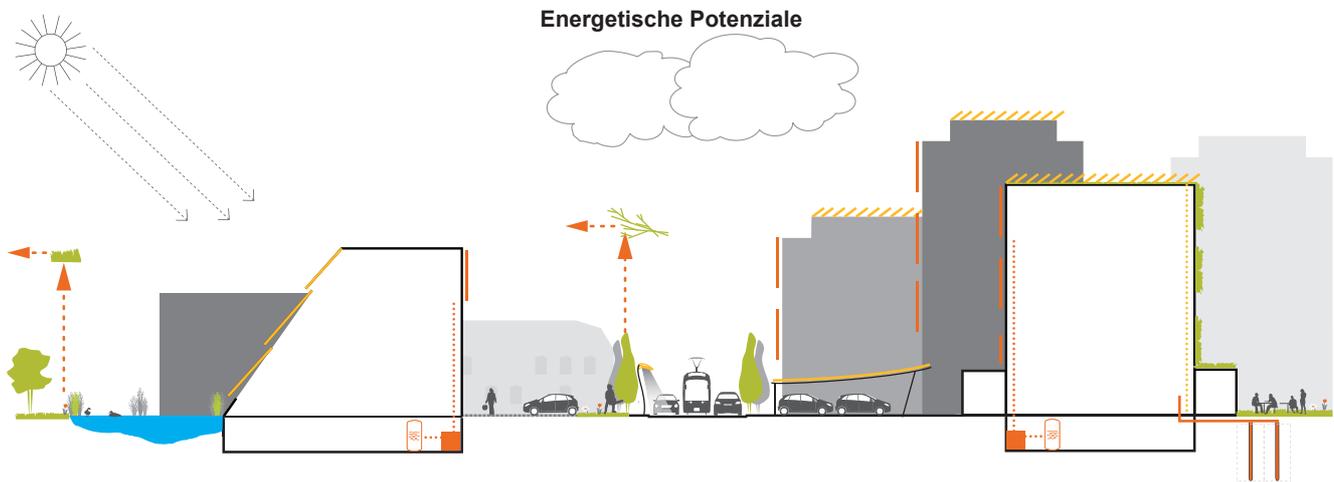


Abb. 135: Schema der Baustruktur

GRZ	0,35	[-]
GFZ	2,12	[-]
Geschosse Büro	7	[-]
Geschosse Halle	3	[-]
Geschosse Sonstige	1	[-]
Bürofläche	12.979	[m <sup>2</sup> /ha]
Fläche Halle	5.910	[m <sup>2</sup> /ha]
Fläche Sonstige	2.311	[m <sup>2</sup> /ha]

Abb. 136: Baustrukturelle Kennwerte (Median) nach UrbanReNet

Aufgrund der heterogenen Nutzung lassen sich für Geschäfts-, Büro-, und Verwaltungsgebiete nur schwer pauschale energetische Bedarfe ermitteln, daher werden auf der nachfolgenden Seite zusammenfassend für den GHD-Bereich (Gewerbe-Handel-Dienstleistung)einige Bedarfe genannt.



#### Oberflächennahe Geothermie

- 133 Geothermiesonden je ha<sub>NBL</sub>
- 1.576 MWh Wärme niedriges Niveau je ha<sub>NBL</sub> und Jahr
- davon 202 MWh Entzugsenergie und 630 MWh Hilfsstrom

#### Photovoltaik

- 2.730 m<sup>2</sup> verfügbare Dachfläche für PV je ha<sub>NBL</sub>
- 302 MWh PV-Strom je ha<sub>NBL</sub> und Jahr
- 8.787 m<sup>2</sup> bis 9.586 m<sup>2</sup> verfügbare Fassade für PV je ha<sub>NBL</sub>
- 634 MWh PV-Strom je ha<sub>NBL</sub> und Jahr
- 760 m<sup>2</sup> verfügbare Parkplatzfläche für PV je ha<sub>NBL</sub>
- 81 MWh PV-Strom je ha<sub>NBL</sub> und Jahr

- 2.100 m<sup>2</sup> Anteil Rasenfläche an Gärten je ha<sub>NBL</sub>
- 4,7 MWh Heizwert krautige Biomasse je ha<sub>NBL</sub> und Jahr
- 37 m<sup>2</sup> Anteil Gehölzfläche an Gärten je ha<sub>NBL</sub>
- 0,17 MWh Heizwert holzige Biomasse je ha<sub>NBL</sub> und Jahr
- 1.041 m<sup>2</sup> Anteil Anbaufläche an Gärten je ha<sub>NBL</sub>
- 3 bis 7 MWh Heizwert Biomasseanbau je ha<sub>NBL</sub> und Jahr

#### Solarthermie

- 2.730 m<sup>2</sup> verfügbare Dachfläche für Solarthermie je ha<sub>NBL</sub>
- 1.055 MWh Wärme hohes Niveau je ha<sub>NBL</sub> \*a

#### Biomasse

Abb. 137: Energetische Potenziale der Geschäfts-, Büro- u. Verwaltungsbebauung (bei maxi. Flächenausnutzung, bezogen auf einen Hektar Nettobauland und Jahr) nach UrbanReNet

**Gewerbegebiet**

**Energetische Bewertung**

Gewerbegebiete liegen ebenfalls am Rand des Stadtgebiets, die Übergänge zu Geschäfts-, Büro-, und Verwaltungsgebieten können fließend sein. Auch baustrukturell gleichen sich beide Stadtraumtypen. Der Baugegrad liegt bei 7 % bis 68 %, der Median bei 36 %. Der Gesamtversiegelungsgrad (Gebäudeanteil + Freiraumanteil) liegt allerdings bei über 80 %. Die Gebäude haben je nach Nutzung 1 (Hallen) bis 3 (Büronutzung) Geschosse. Die Parzellengröße ist hier mit über 10.000 m<sup>2</sup> (1 Hektar) immer noch fast 5 mal so groß wie bei der Innenstadtbebauung. Die Brutto-Grundfläche\* pro Einzelgebäude liegt hier bei der Büronutzung bei 123 m<sup>2</sup> bis 6.790 m<sup>2</sup>, die Brutto-Grundfläche der Hallennutzung bei 522 m<sup>2</sup> bis 1.472 m<sup>2</sup> und die der sonstigen Gebäude bei 106 m<sup>2</sup> bis 9.144 m<sup>2</sup>. Der Brutto-rauminhalt\* bei der Büronutzung liegt bei 1.291 m<sup>3</sup> bis 76.778 m<sup>3</sup>, der Brutto-rauminhalt der Hallennutzung bei 3.656 m<sup>3</sup> bis 78.895 m<sup>3</sup> und die der sonstigen Gebäude bei 801 m<sup>3</sup> bis 10.985 m<sup>3</sup>. Die Freiflächen sind hier zu etwa 73 % versiegelt, davon entfallen etwa 20 % auf Parkplätze. Nur 27 % der Freifläche sind begrünt. Wie bei den Geschäfts-, Büro-, und Verwaltungsgebieten gibt es auch hier Konzepte, die eine niedrigere Gesamtversiegelung vorsehen. Auch für die Gewerbegebiete lassen sich keine pauschalen energetische Bedarfe ermitteln. Daher wird an dieser Stelle zusammenfassend für beide Stadtraumtypen nur eine kleine Übersicht gegeben<sup>1</sup>.

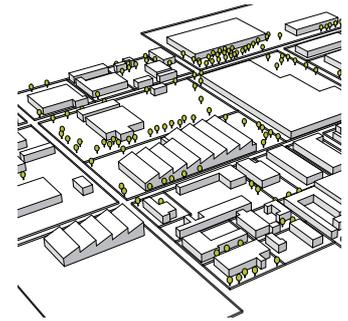


Abb. 138: Schema der Baustruktur

GRZ	0,36	[-]
GFZ	0,55	[-]
Geschosse Büro	3	[-]
Geschosse Halle	2	[-]
Geschosse Sonstige	1	[-]
Bürofläche	1.379	[m <sup>2</sup> /ha]
Fläche Halle	3.479	[m <sup>2</sup> /ha]
Sonstige Fläche	675	[m <sup>2</sup> /ha]

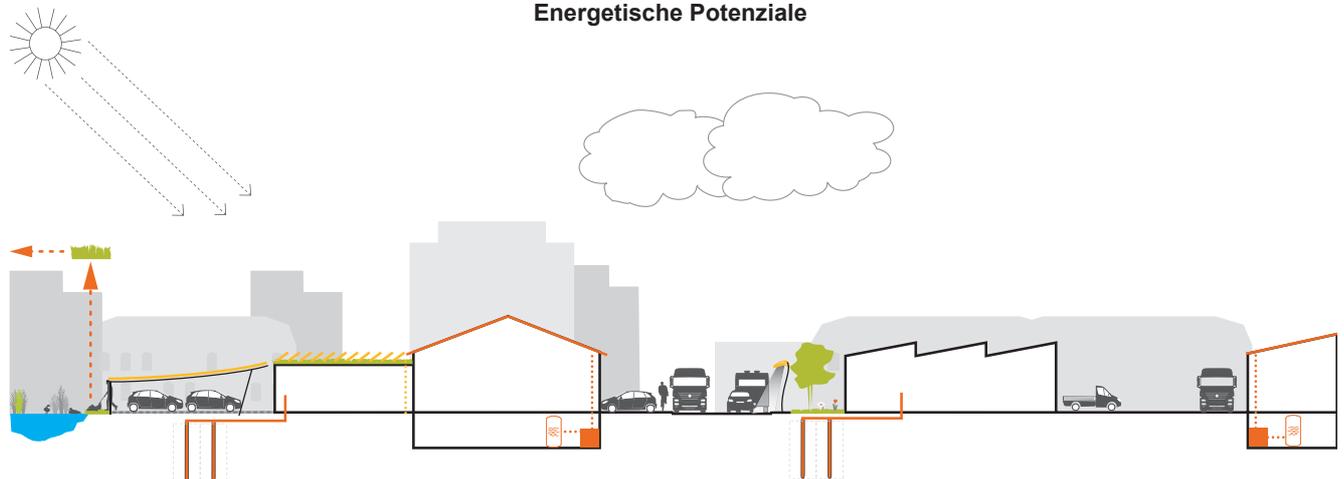
Abb. 139: Baustrukturelle Kennwerte (Median) nach UrbanReNet

Bedarfe Warmwasser, Heizwärme, Kälte		über Strom	über Brennstoffe
Büroähnliche Betriebe	kWh/m <sup>2</sup> *a	52	147
Herstellungsbetriebe	kWh/m <sup>2</sup> *a	46	73
Handel	kWh/m <sup>2</sup> *a	57	82
Rechenzentren	kWh/m <sup>2</sup> *a	659	159
Beherbergungsgewerbe	kWh/m <sup>2</sup> *a	74	160
Gaststättengewerbe	kWh/m <sup>2</sup> *a	112	222

Abb. 140: Spannweite der Heizwärmebedarfe pro Hektar Nettobauland nach UrbanReNet

<sup>1</sup> Die genannten Werte beziehen sich auf die energetischen Einzelelemente des Forschungsprojektes EnEff:Stadt UrbanReNet, vgl.: Hegger et. al. 2013 b, S. 164 bis 167. Siehe auch Ergebnisse der Studie „Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in Deutschland für die Jahre 2007 bis 2010“ (Fraunhofer ISI 2013).

**Energetische Potenziale**



**Oberflächennahe Geothermie**

- 129 Geothermiesonden je ha<sub>NBL</sub>
- 2.138 MWh Wärme niedriges Niveau je ha<sub>NBL</sub> und Jahr
- davon 1.479 MWh Entzugsenergie und 592 MWh Hilfsstrom)

**Photovoltaik**

- 2.834 m<sup>2</sup> verfügbare Dachfläche für PV je ha<sub>NBL</sub>
- 304 MWh PV-Strom je ha<sub>NBL</sub> und Jahr
- 2.589 m<sup>2</sup> verfügbare Fassade für PV je ha<sub>NBL</sub>
- 171 MWh PV-Strom je ha<sub>NBL</sub>
- 711 m<sup>2</sup> verfügbare Parkplatzfläche für PV je ha<sub>NBL</sub>
- 76 MWh PV-Strom je ha<sub>NBL</sub> und Jahr

**Solarthermie**

- 2.834 m<sup>2</sup> verfügbare Dachfläche für Solarthermie je ha<sub>NBL</sub>
- 1.065 MWh Wärme hohes Niveau je ha<sub>NBL</sub> und Jahr

**Biomasse**

- 2.388 m<sup>2</sup> Anteil Rasenfläche an Gärten je ha<sub>NBL</sub>

- 5,3 MWh Heizwert krautige Biomasse je ha<sub>NBL</sub> und Jahr
- 1.194 m<sup>2</sup> Anteil Anbaufläche an Gärten je ha<sub>NBL</sub>
- 3,8 bis 7,9 MWh Heizwert Biomasseanbau je ha<sub>NBL</sub> und Jahr

Abb. 141: Energetische Potenziale der Gewerbegebiete (bei maximaler Flächenausnutzung, bezogen auf einen Hektar Nettobauland und Jahr) nach UrbanRe-Net



## Parkanlagen und andere Grünflächen

### Energetische Bewertung

Parkanlagen und andere öffentliche Grünflächen wie Friedhöfe, Kleingartenanlagen oder Sportplätze haben eigene energetische Bedarfe, die aus der Nutzung und der Pflege resultieren. Parkanlagen haben einen Versiegelungsgrad von unter 10 %. Auf die reine Vegetationsfläche (ohne verdichtete Flächen und Gewässer) entfallen etwa 70 % der unversiegelten Freifläche. Das Verhältnis von Rasenflächen zu Gehölzflächen variiert mit der Nutzung und der Gestaltung. Die Spannweite reicht von 10 % bis 20 % Gehölzanteil bei Parkanlagen. Friedhöfe können einen Gehölzanteil von unter 10 % bis über 90 % haben, Kleingärten kommen auf ca. 10 % Gehölzanteil. Die energetischen Bedarfe entfallen vor allem auf die Pflege der Vegetationsflächen (Rasenmähen, Gehölzschnitt, Laub entsorgen) und die Beleuchtung der Wege. Wege reinigen, Schnee räumen und die Entsorgung von Abfällen verursachen ebenfalls energetische Bedarfe, genau wie die An- und Abfahrt der Pflegekräfte zur Parkanlage. Die Häufigkeit und die Ausführung der Pflegearbeiten haben auch Auswirkungen auf den Energiebedarf. Außer dem Strombedarf der Beleuchtung fallen vor allem Kraftstoffbedarfe an. Pflegegeräte und Fahrzeuge mit Elektroantrieb spielen in der kommerziellen Freiflächenpflege derzeit kaum eine Rolle. Gebäude im Park wie Gewächshäuser, Verwaltungsgebäude oder Gastronomie können als zusätzliche Verbraucher mit hinzukommen.

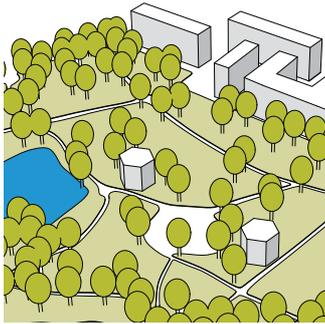


Abb. 142: Schema der Baustruktur

Abb. 143: Spannweite energetischer Bedarfe pro Hektar Nettobauland nach UrbanReNet. Wie bei den energetischen Kennwerten der Biomasse im urbanen Raum, lagen auch für die Kraftstoffbedarfe für die Pflege von Außenanlagen und Grünflächen nur wenige belastbare Daten vor.

Bedarfe Parkanlage		Strom	Kraftstoffe
Rasenmähen	MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	/	0,43 (Diesel)
Geschölzschnitt	MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	/	0,48 (Zweitaktmischung)
Laub entsorgen	MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	/	0,42 (Zweitaktmischung)
Strom Beleuchtung	MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	4,3	/
Gewächshäuser	kWh/m <sup>2</sup> *a	je nach Beleuchtung bis über 200	131 bis 619 (Heizwärmebedarf)

## Energetische Potenziale



### Oberflächennahe Geothermie

- 35 Geothermiesonden je ha<sub>NBL</sub>
- 597 MWh Wärme niedriges Niveau je ha<sub>NBL</sub> und Jahr
- davon 427 MWh Entzugsenergie und 149 MWh Hilfsstrom

### Photovoltaik

- 327 m<sup>2</sup> verfügbare Dachfläche für PV je ha<sub>NBL</sub>
- 35 MWh PV-Strom je ha<sub>NBL</sub> und Jahr
- 591 m<sup>2</sup> solar nutzbare Freifläche für je ha<sub>NBL</sub>
- 63 MWh PV-Strom je ha<sub>NBL</sub> und Jahr

### Solarthermie

- 327 m<sup>2</sup> verfügbare Dachfläche für PV je ha<sub>NBL</sub>
- 123 MWh Wärme hohes Niveau je ha<sub>NBL</sub> und Jahr
- 591 m<sup>2</sup> solar nutzbare Freifläche für je ha<sub>NBL</sub>
- 222 MWh Wärme hohes Niveau je ha<sub>NBL</sub> und Jahr

### Biomasse

- 5.798 m<sup>2</sup> Anteil Rasenfläche an Gärten je ha<sub>NBL</sub>
- 12,2 MWh Heizwert krautige Biomasse je ha<sub>NBL</sub> und Jahr
- 1.041 m<sup>2</sup> Anteil Gehölzfläche an Gärten je ha<sub>NBL</sub>
- 0,9 MWh Heizwert holzige Biomasse je ha<sub>NBL</sub> und Jahr
- 2.899 m<sup>2</sup> Anteil Anbaufläche an Gärten je ha<sub>NBL</sub>
- 9 bis 19 MWh Heizwert Biomasseanbau je ha<sub>NBL</sub> und Jahr

Abb. 144: Energetische Potenziale der Parkanlagen (bei maximaler Flächenausnutzung, bezogen auf einen Hektar Nettobauland und Jahr) nach UrbanReNet

## Kapitel III - Optimierung der Energieeffizienz | Beispiel Bottrop



## Modellsiedlungen im Gebiet der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop

Das Forschungsprojekt „Optimierung der Energieeffizienz bestehender Wohnsiedlungen durch eine integrierte Betrachtung von Gebäuden und Freiflächen“ ist eine Maßnahme im „Teilvorhaben B: Energieeffizienz bei Siedlungen sowie Biomassestrategie“ der TU Darmstadt innerhalb des Verbundvorhabens „KuLaRuhr – Nachhaltige urbane Kulturlandschaft in der Metropole Ruhr“<sup>1</sup>. Ziel des Teilprojekts ist die Untersuchung von aktiven und passiven Maßnahmen zur Verbesserung der energetischen Effizienz von Siedlungen im Zusammenspiel von Gebäude und Freiraum. Kooperationspartner des Teilprojekts sind die Initiative „InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop“ und die „Arbeitsgruppe Klimatologie und Umweltmeteorologie“ der TU Braunschweig, ebenfalls Partner im Verbundprojekt KuLaRuhr (TP 08).

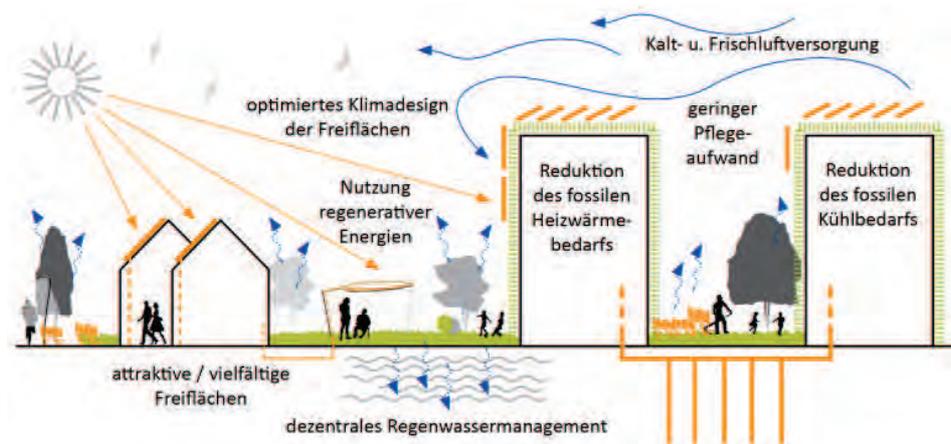


Abb. 145: Ziele des Forschungsprojekts „KuLaRuhr - TP1.1. Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen“

Um die Möglichkeiten zur Verbesserung der Energieeffizienz von Siedlungen untersuchen zu können, wurden mehrere, für das Ruhrgebiet typische und übertragbare, Modellsiedlungen im Pilotgebiet des Kooperationspartner InnovationCity | Modellstadt Bottrop ausgewählt. Das Pilotgebiet der InnovationCity Ruhr umfasst eine Fläche von ca. 2.400 Hektar mit ca. 67.000 Einwohnern im Kerngebiet von Bottrop. Ziel der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop ist es, die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Pilotgebiet bis zum Jahr 2020 um 50 % zu reduzieren (www.icruhr.de).<sup>2</sup> Auswahlkriterien für die Modellsiedlungen des KuLaRuhr-Teilprojekts im Pilotgebiet waren deren baulicher Zustand (sanierter/unsanierter), eine repräsentative Siedlungsform (Einfamilienhaus, Reihenhauser, Zeilenbebauung etc.) und die Eigentumsverhältnisse (Einzeleigentümer/Wohnungsbaugenossenschaft).

### Stadtraumtypen im Pilotgebiet der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop

Der erste Schritt des Teilprojekts bei der Auswahl der zu untersuchenden Modellsiedlungen war die Analyse des Pilotgebiets Bottrop und seine systematische Einteilung in energetische Stadtraumtypen. Dazu wurde die stadträumliche Typologie des Forschungsprojekts „EnEff:Stadt UrbanReNet“<sup>3</sup> verwendet. Sie teilt die Siedlungsstruktur einer Stadt in 13 'Energetische Stadtraumtypen' ergänzt durch Einzelelemente. Die Stadtraumtypen umfassen Typen mit reiner Wohnbebauung, Typen der Mischnutzung, des Gewerbes aber auch reine Freiraumtypen. Ihnen sind baustrukturelle Kennwerte sowie energetische Bedarfe und Potenziale zugeordnet, die es ermöglichen ein Stadtgebiet hinsichtlich seiner energetischen und strukturellen Eigenschaften zu bilanzieren. Die Einteilung des Pilotgebiets in energetische Stadtraumtypen erfolgte anhand von Luftbildanalysen, zur Vereinfachung wurden kleinere Straßen und abweichende Einzelgebäude nicht berücksichtigt.



Abb. 146: Stadtgebiet und Stadtteile von Bottrop mit dem Pilotgebiet der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop. Ziel der Initiative InnovationCity Ruhr ist es bis zum Jahr 2020 50% der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Pilotgebiet einzusparen und damit übertragbare Lösungen für andere Städte aufzuzeigen.

<sup>1</sup> siehe Einleitung

<sup>2</sup> siehe Einleitung

<sup>3</sup> TU Darmstadt, Fachbereich Architektur, Fachgebiet 'Entwerfen und Energieeffizientes Bauen', Prof. Hegger und 'Fachgebiet Entwerfen und Freiraumplanung', Prof. Dettmar, gefördert von Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) im Rahmen der Förderinitiative EnEff:Stadt, Laufzeit 2009 bis 2012 (Phase I) und 2012 bis 2014 (Phase II). Ziel des Projektes ist sein Softwaretool zur Simulation der energetischen und baustrukturellen Eigenschaften eines Stadtquartiers mit über 10 bis über 100 Einzelgebäuden.

Energetische Stadtraumtypen im Gebiet der 'InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop'

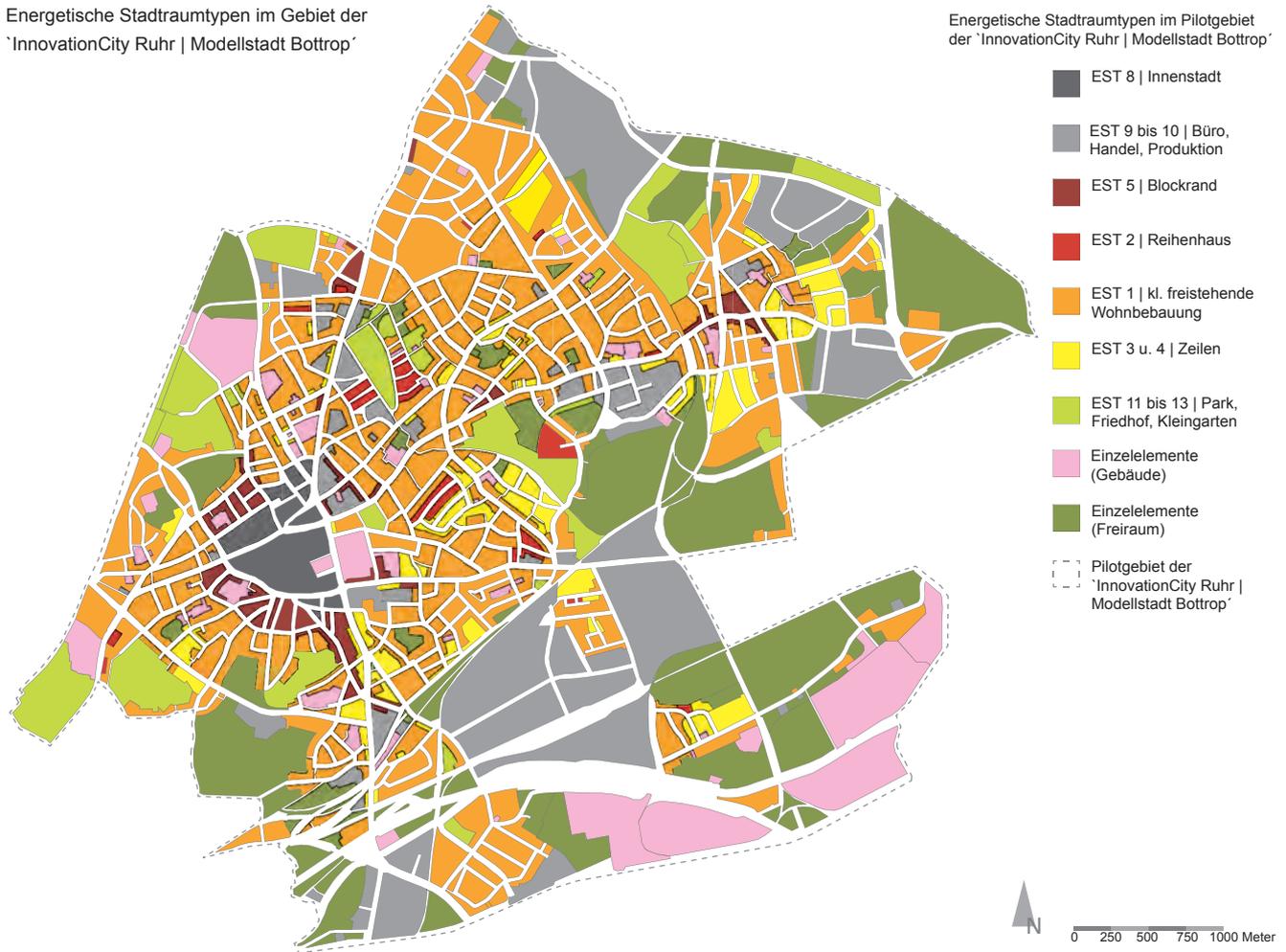


Abb. 147: Einteilung des Pilotgebiets der InnovationCity Ruhr | Modellstadt in 'energetische Stadtbausteine'

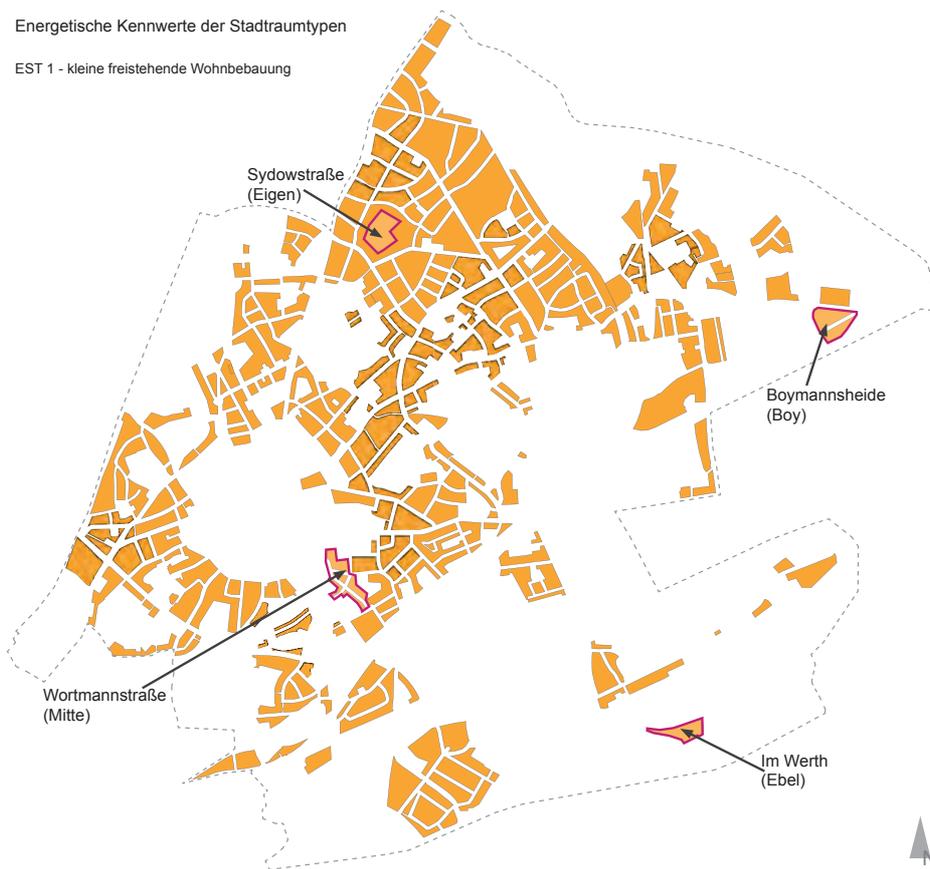
Die Einteilung des Pilotgebiets in energetische Stadtbausteine zeigt, dass große Bereiche dem Typ 'kleine freistehende Wohnbebauung' zuzuordnen sind. Zu diesem Typ zählen Einfamilienhäuser, aber auch kleine Mehrfamilienhäuser. Am zweithäufigsten im Bereich der Wohnbebauung ist der Typ der „Zeilenbebauung niedriger Geschossigkeit“ anzutreffen. Klassische Blockrandbebauungen sind in Bottrop dagegen kaum vertreten. Auch Reihenhäuserbauungen fielen bei der Luftbildanalyse kaum ins Gewicht. Auffällig ist der große Anteil an energetischen Einzelelementen im Bereich des Freiraums (siehe die dunkelgrünen Bereiche der Karte). Zu diesen zählen Halden, Brachflächen aber auch landwirtschaftlich genutzte Flächen. Die großen Einzelelemente im südwestlichen Pilotgebiet, die dem Bereich Gebäude zugeordnet wurden (rosa Bereiche) sind die u.a. die Kläranlage Bottrop der Emschergenossenschaft und die Kohlehalden der nationalen Kohlereserve.

Da die Analyse vereinfacht, das heißt ohne Ermittlung der Baualtersklasse und Geschossigkeit erfolgte, wurden auch keine Flächengrößen erhoben. Mit diesen Angaben (Baualtersklasse + Geschossigkeit + Flächengröße) hätten die energetischen Bedarfe und Potenziale für das gesamte, 2.400 Hektar umfassende Pilotgebiet prognostiziert werden können.

Die nachfolgenden Karten zeigen die energetischen und baustrukturellen Kennwerte ausgewählter Stadtraumtypen im Pilotgebiet.

Energetische Kennwerte der Stadtraumtypen

EST 1 - kleine freistehende Wohnbebauung



Kennwerte pro Hektar Nettobauland (NBL)

Baustrukturelle Kennwerte	
GRZ: 0,18	Vollgeschosse: 1,5
Gebäude: 14	Hüllfläche: 7056 m <sup>2</sup> /ha <sub>NBL</sub>
Einwohner: 42	Dachfläche: 2100 m <sup>2</sup> /ha <sub>NBL</sub>
Wohnfläche: 1.842 m <sup>2</sup> /ha <sub>NBL</sub>	

Energetische Bedarfe	
Heizwärmebedarf: 131 bis 564 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	
Trinkwarmwasserwärmebedarf: 21 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	
Strombedarf: 78 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	

Energetische Potenziale	
Geothermie: 1.558 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	
Solarthermie: 440 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	
Photovoltaik: 126 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	
Abwasserwärme: 5,4 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	
Biomasse: 1 bis 17 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	

- EST 1 - kleine freistehende Wohnbebauung
- Modellsiedlungen des TP 1.1
- Pilotgebiet der 'InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop'

0 250 500 750 1000 Meter

Abb. 148: Anteil des EST 1 - kleine, freistehende Wohnbebauung im Pilotgebiet Bottrop

Energetische Kennwerte der Stadtraumtypen

EST 2 - Reihenhausbebauung



Kennwerte pro Hektar Nettobauland (NBL)

Baustrukturelle Kennwerte	
GRZ: 0,3	Vollgeschosse: 2,5
Gebäude: 45	Hüllfläche: 12.060 m <sup>2</sup> /ha <sub>NBL</sub>
Einwohner: 90	Dachfläche: 3.300 m <sup>2</sup> /ha <sub>NBL</sub>
Wohnfläche: 7.790 m <sup>2</sup> /ha <sub>NBL</sub>	

Energetische Bedarfe	
Heizwärmebedarf: 257 bis 1.101 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	
Trinkwarmwasserwärmebedarf: 45 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	
Strombedarf: 116 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	

Energetische Potenziale	
Geothermie: 691 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	
Solarthermie: 1.151 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	
Photovoltaik: 329 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	
Abwasserwärme: 11,7 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	
Biomasse: 2,3 bis 13,6 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	

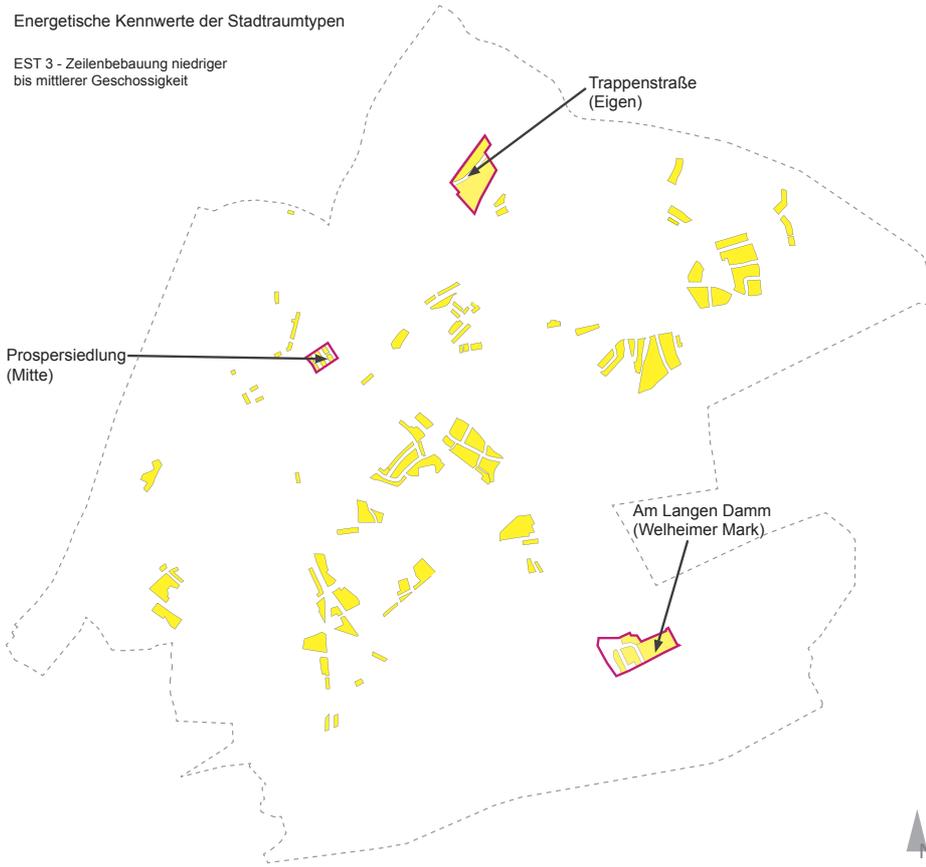
- EST 2 - Reihenhausbebauung
- Modellsiedlungen des TP 1.1
- Pilotgebiet der 'InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop'

0 250 500 750 1000 Meter

Abb. 149: Anteil des EST 2 - Reihenhausbebauung im Pilotgebiet Bottrop

Energetische Kennwerte der Stadraumtypen

EST 3 - Zeilenbebauung niedriger bis mittlerer Geschossigkeit



Kennwerte pro Hektar Nettobauland (NBL)

Baustrukturelle Kennwerte	
GRZ: 0,27	Vollgeschosse: 4
Gebäude: 17	Hüllfläche: 14.100 m <sup>2</sup> /ha <sub>NBL</sub>
Einwohner: 188	Dachfläche: 3.008 m <sup>2</sup> /ha <sub>NBL</sub>
Wohnfläche: 4.484 m <sup>2</sup> /ha <sub>NBL</sub>	

Energetische Bedarfe	
Heizwärmebedarf: 379 bis 2.282 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	
Trinkwarmwasserwärmebedarf: 94 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	
Strombedarf: 268 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	

Energetische Potenziale	
Geothermie: 1.762 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	
Solarthermie: 2.365 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	
Photovoltaik: 676 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	
Abwasserwärme: 24,4 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	
Biomasse: 5 bis 17 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	

- EST 3 Zeilen niedriger bis mittlerer Geschossigkeit und großmaßstäbliche Wohnbebauung
- Modellsiedlungen des TP 1.1
- Pilotgebiet der 'InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop'

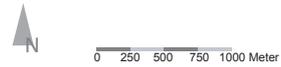


Abb. 150: Anteil der EST 3 - Zeilenbebauung niedriger bis mittlerer Geschossigkeit und des EST 4 - Großmaßstäbliche Wohnbebauung hoher Geschossigkeit

Energetische Kennwerte der Stadraumtypen

EST 5 - Blockrandbebauung und EST 8 - Innenstadtbebauung



Kennwerte pro Hektar Nettobauland (NBL)

Baustrukturelle Kennwerte (EST8 - Innenstadt)	
GRZ: 0,92	Vollgeschosse: 4
Gebäude: 32	Hüllfläche: 32.980 m <sup>2</sup> /ha <sub>NBL</sub>
Einwohner: 485	Dachfläche: 9.200 m <sup>2</sup> /ha <sub>NBL</sub>
Wohnfläche: 20.147 m <sup>2</sup> /ha <sub>NBL</sub>	

Energetische Bedarfe (EST 8 - Innenstadt)	
Heizwärmebedarf: 1.822 bis 7.587 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	
Trinkwarmwasserwärmebedarf: 285 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	
Strombedarf: 1.114 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	

Energetische Potenziale (EST 8 - Innenstadt)	
Geothermie: 116 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	
Solarthermie: 2870 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	
Photovoltaik: 820 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	
Abwasserwärme: 63 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	
Biomasse: 0,1 bis 12,9 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	

- EST 8 - Innenstadtbebauung
- EST 5 - Blockrandbebauung
- Modellsiedlungen des TP 1.1
- Pilotgebiet der 'InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop'

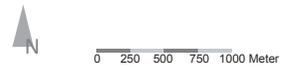


Abb. 151: Anteil des EST 5 - Blockrandbebauung und des EST 8 - Innenstadtbebauung

Energetische Kennwerte der Stadtraumtypen

EST 9 - Geschäfts-, Büro-, und Verwaltungsgebiet,  
EST 10 - Gewerbegebiet und  
Einzelelemente (EE)



Kennwerte pro Hektar Nettobauland (NBL)

Baustrukturelle Kennwerte (EST 10 - GHD)	
GRZ: 0,36	Vollgeschosse: 1 bis 3
	Hüllfläche: 1.242 m <sup>2</sup> /ha <sub>NBL</sub>
	Dachfläche: 3.633 m <sup>2</sup> /ha <sub>NBL</sub>

Energetische Bedarfe (EST 10 - GHD)	
Heizwärmebedarf: spezifisch	
Trinkwarmwasserwärmebedarf: spezifisch	
Strombedarf: spezifisch	

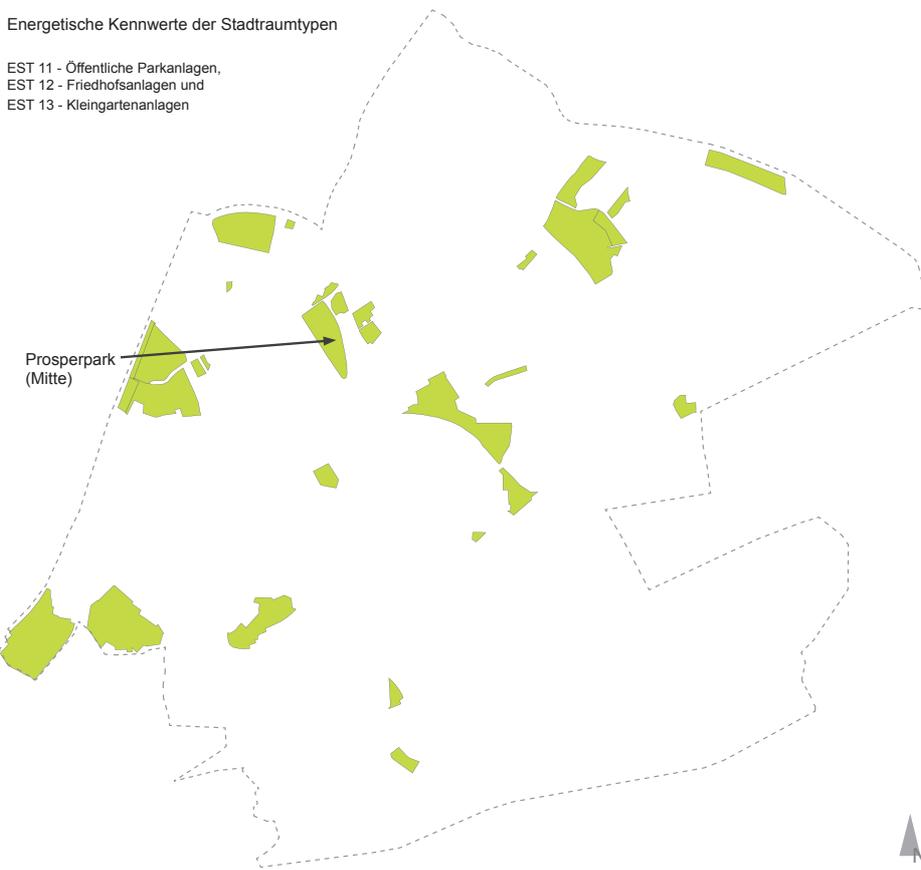
Energetische Potenziale (EST 10 - GHD)	
Geothermie: 2.138 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	
Solarthermie: 1.450 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	
Photovoltaik: 414 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	
Abwasserwärme: spezifisch	
Biomasse: 3,2 bis 6,7 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	

- EST 9 bis 10 - Büro, Handel, Produktion
- Einzel-Elemente (Gebäude)
- Einzel-Elemente (Freiraum)
- Modellsiedlungen des TP 1.1
- Pilotgebiet der 'InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop'

Abb. 152: Anteil der EST 9 - Geschäfts-, Büro- u. Verwaltungsgebiet, EST 10 - Gewerbegebiet und Einzelelemente im Pilotgebiet Bottrop

Energetische Kennwerte der Stadtraumtypen

EST 11 - Öffentliche Parkanlagen,  
EST 12 - Friedhofsanlagen und  
EST 13 - Kleingartenanlagen



Kennwerte pro Hektar Nettobauland (NBL)

Baustrukturelle Kennwerte (EST 11 - Park)	
GRZ: 0,03	
Freifläche: 90 %	davon
	Wasserfläche: 4 %
	verdichtete Fläche: 19 %
	versiegelte Fläche: 7 %
	Vegetationsfläche: 70 %
	davon
	Rasenfläche: 92 %
	Gehölzfläche: 8 %

Energetische Potenziale (EST 11 - Park)	
Geothermie: 597 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	
Solarthermie: 345 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	
Photovoltaik: 99 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	
Abwasserwärme: 0 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	
Biomasse: 0,8 bis 22 MWh/ha <sub>NBL</sub> *a	

- EST 11 bis 13 - Parkanlage, Friedhof, Kleingarten
- Modellsiedlungen des TP 1.1
- Pilotgebiet der 'InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop'

Abb. 153: Anteil der EST11 - öffentlich Parkanlagen, EST12 - Friedhofsanlagen und EST 13 - Kleingartenanlagen im Pilotgebiet Bottrop

### Die Modellsiedlungen

Im Pilotgebiet der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop wurden acht Modellsiedlungen mit unterschiedlichen Stadtraumtypen, Baualterklassen Sanierungsständen und Eigentümerstrukturen ausgewählt:

Abb. 154: Übersicht der Modellsiedlungen

Siedlung	Stadtraumtyp	Baualterklasse	Sanierungsstand	Eigentümer
Sydowstraße (Eigen)	EST 1	1922-1938	unsaniert	WBG
Prospersiedlung (Mitte)	EST 2   EST 3	1985-1997	unsaniert	WBG
Wortmannstraße (Mitte)	EST 1	1908-1921	teilsaniert	WBG
Boymannscheidung (Boy)	EST 1	1908-1921	unsaniert	Einzel   WBG
Trappenstraße (Eigen)	EST 3	1954-1974	unsaniert	WBG
In der Welheimer Mark	EST 3	1954-1974	saniert	WBG
Im Wert (Ebel)	EST 1	1908-1921	unsaniert	WBG
An der Knippenburg (Welheimer Mark)	EST 9   EST 10	[-]	[-]	Einzel

Prospersiedlung (EST 3)	
Bedarf nach URN	792 MWh
realer Verbrauch	772 MWh
Wortmannstraße (EST 1)	
Bedarf nach URN	1.804 MWh
realer Verbrauch	1.683 MWh
In der Welheimer Mark (EST 3)	
Bedarf nach URN	1.844 MWh
realer Verbrauch	1.859 MWh
Trappenstraße (EST 3)	
Bedarf nach URN	2.495 - 4.877 MWh
realer Verbrauch	3.013 MWh

Abb. 155: Vergleich der prognostizierten Heizwärmebedarfe (nach UrbanReNet-Typologie) und der realen Heizwärmeverbräuchen (Stand 2012)

Die Größen der Modellsiedlungen aus dem Bereich der Wohnbebauung liegen bei rund 3 bis 8 Hektar, das Gewerbegebiet hat eine Fläche von rund 44 Hektar. Die Auswahl wurde in Abstimmung mit der Stadt Bottrop, der InnovationCity Management GmbH und der „Arbeitsgruppe Klimatologie und Umweltmeteorologie“ der TU Braunschweig getroffen. Die Modellsiedlungen wurden in unterschiedlichen Detaillierungsgraden untersucht. Für alle Wohn- Siedlungen wurden die baustrukturellen Kennwerte sowie die energetischen Bedarfe und Potenziale mit Hilfe der energetischen Stadtraumtypen des Projekts EnEff:Stadt UrbanReNet ermittelt<sup>1</sup>. Die Bedarfe umfassen den Heizwärmebedarf, den Trinkwarmwasserbedarf und den Strombedarf. Zu den Potenzialen zählen die maximal verfügbaren Flächen für Photovoltaik, Solarthermie, Erdwärmesonden (oberflächen-nahe Geothermie) und das Aufkommen an Biomasse (aus dem Biomüllaufkommen, der Pflege der Vegetationsflächen aber auch aus Biomasseanbau). Die ermittelten Heizwärmebedarfe wurden (bis auf die Siedlungen ohne Gas- oder Fernwärmeanschluss) mit den realen Heizwärmeverbräuchen verglichen. Die Abweichungen lagen mit +/- 10 % in einem Bereich, der im städtebaulichen Maßstab vertretbar erscheint.

In fünf der Siedlungen<sup>2</sup> wurden die Freiflächenvegetation und die bestehenden Nutzungen anhand von Ortsbegehungen und Luftbildanalysen kartiert. Die Auswertung der Kartierung ergab, dass die Siedlungen (bis auf die sehr kompakt gebaute Prospersiedlung) eine deutlich geringere GRZ (Bebauungsgrad) aufweisen, als bei den energetischen Stadtraumtypen als gewichtetes Mittel (Median) angegeben. Dadurch ergaben sich auch Änderungen bei den Bedarfe und Potenzialen, die für diese Siedlungen noch einmal anhand der realen Flächengrößen ermittelt wurden. Die energetischen Bedarfe sind aufgrund der geringeren Bebauungsdichte niedriger als in der Prognose, die Potenzialflächen hingegen größer. Die Gegenüberstellung von Bedarfe und Potenzialen je Monat zeigt bei allen Siedlungen einen hohen Deckungsbeitrag der regenerativen Energietechniken.

Bei der Aufnahme der Vegetationsflächen wurde auf die Vegetationskategorien nach DIN 276 (Kostenermittlung im Bauwesen) zurückgegriffen, um eine Vergleichbarkeit mit den Vegetationskategorien des KuLaRuhr-Teilprojekt „Biomassestrategie“<sup>3</sup> zu gewährleisten. Im Vergleich der Vegetationsflächen haben die Siedlungen „Sydowstraße“, „In der Welheimer Mark“ und „Im Werth“ mit ca. 60 bis 70 % den höchsten Anteil unversiegelter Flächen.

1 siehe Tabelle im Anhang

2 in den Modellsiedlungen Sydowstraße, Prospersiedlung, In der Welheimer Mark, Im Wert und dem Gewerbegebiet An der Knippenburg

3 TU Darmstadt, 'Fachgebiet Entwerfen und Freiraumplanung', Prof. Dettmar und Hochschule Ostwestfalen-Lippe, Prof. Rohler

Auswahl Modellsiedlungen im Gebiet der 'InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop'

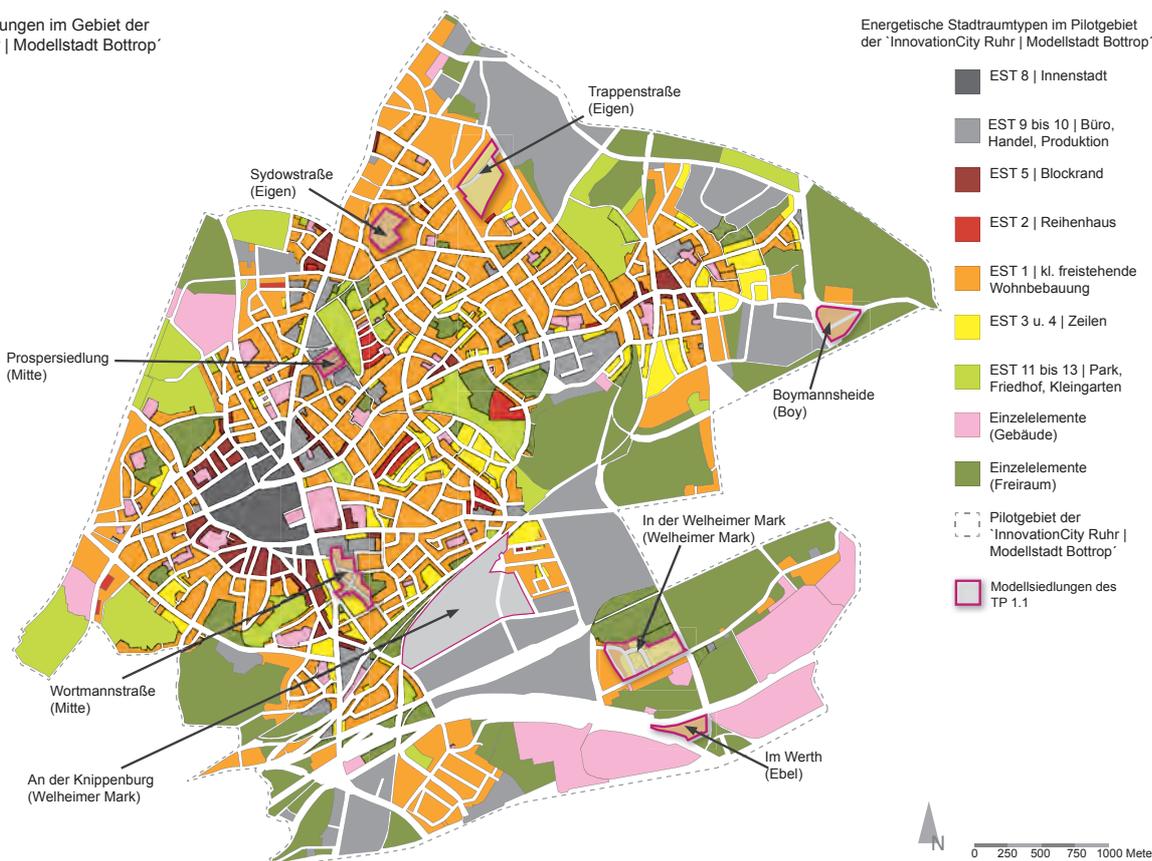


Abb. 156: Die Modellsiedlungen des KuLaRuhr-Teilprojekts „Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen“ im Pilotgebiet der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop

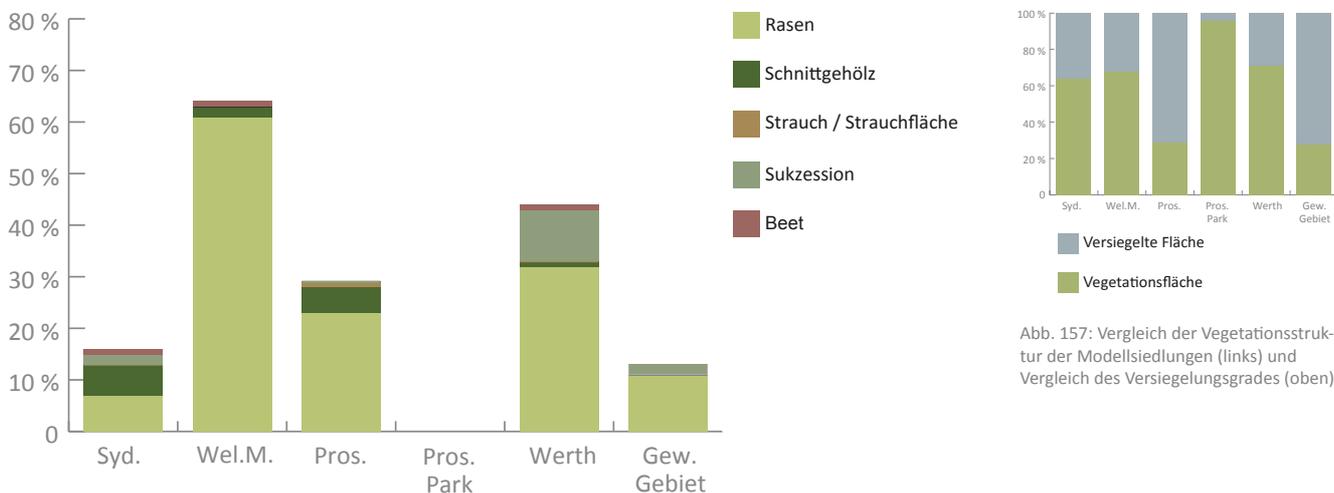
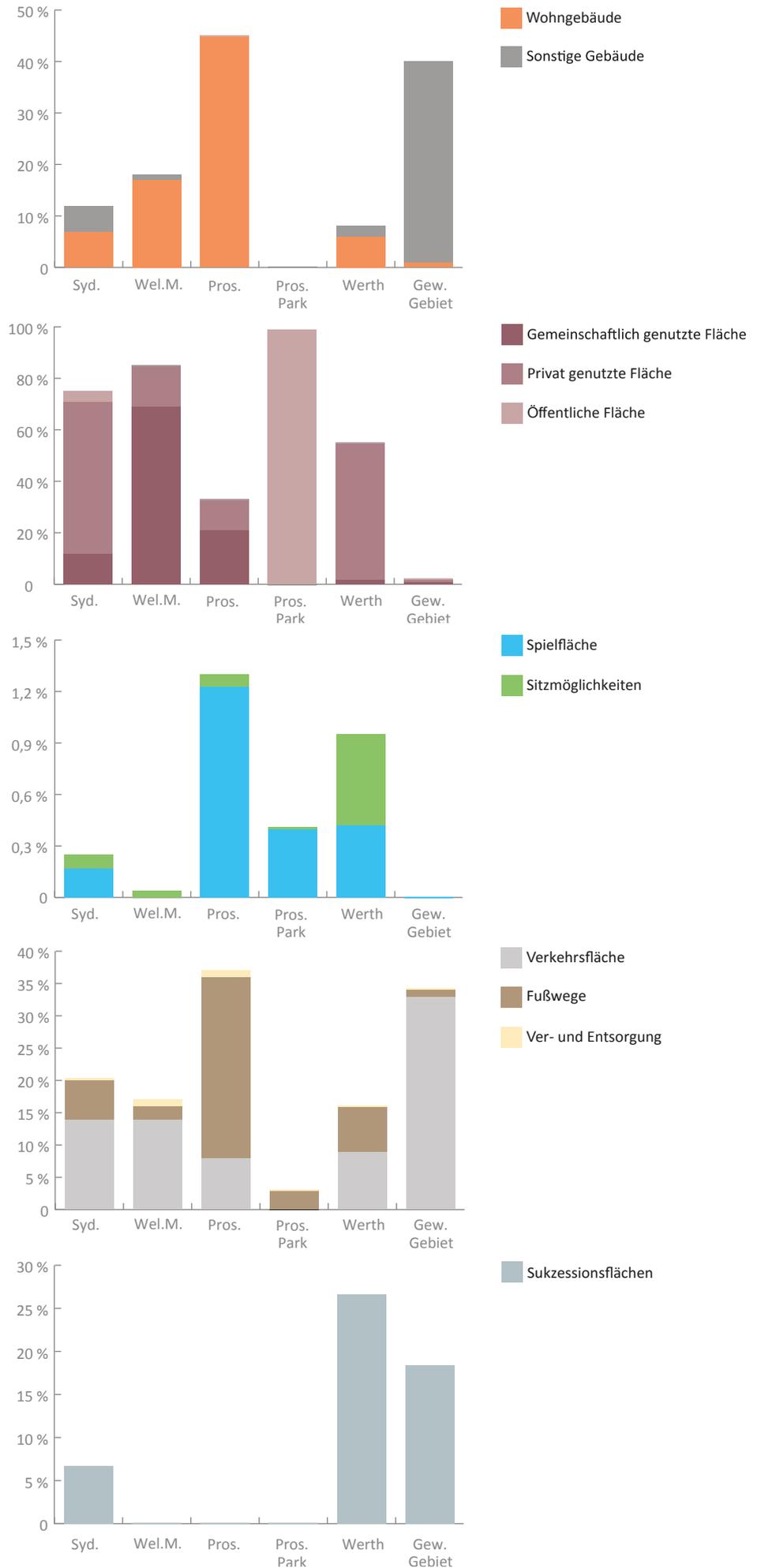


Abb. 157: Vergleich der Vegetationsstruktur der Modellsiedlungen (links) und Vergleich des Versiegelungsgrades (oben)

Den geringsten Anteil haben die „Prospersiedlung“ und das Gewerbegebiet mit etwa 30 %. Rasenflächen dominieren in allen Siedlungen, gefolgt von Gehölzen/Schnittgehölzen und Sukzessionsflächen.

Der Vergleich der Nutzungen zeigt, dass in der Siedlung „In der Welheimer Mark“ der Anteil an halböffentlich deklarierten Freiflächen mit rund 70 % am höchsten ist. Eine ablesbare Nutzung findet hier nicht statt. Selbst die Ausstattung mit Sitzmöglichkeiten bleibt hinter den anderen Siedlungen zurück. Aber immerhin werden gut 15 % der Freifläche von den Mietern als private Gärten genutzt. Umgedreht sind in den Siedlungen „Sydowstraße“ und „Im Werth“ privat genutzte Freiflächen vorherrschend. Ungenutzte Flächen bzw. Sukzessionsflächen finden sich ebenfalls in den Siedlungen „Sydowstraße“, „Im Werth“ und im Gewerbegebiet „An der Knippenburg“. Ihr Anteil reicht von ca. 5 bis 25 % in der Gesamtfläche des Gebietes.

Abb. 158: Vergleich verschiedener Nutzungsarten in den Modellsiedlungen



Klimatische Bewertung der Siedlungen und Messpunkte\*

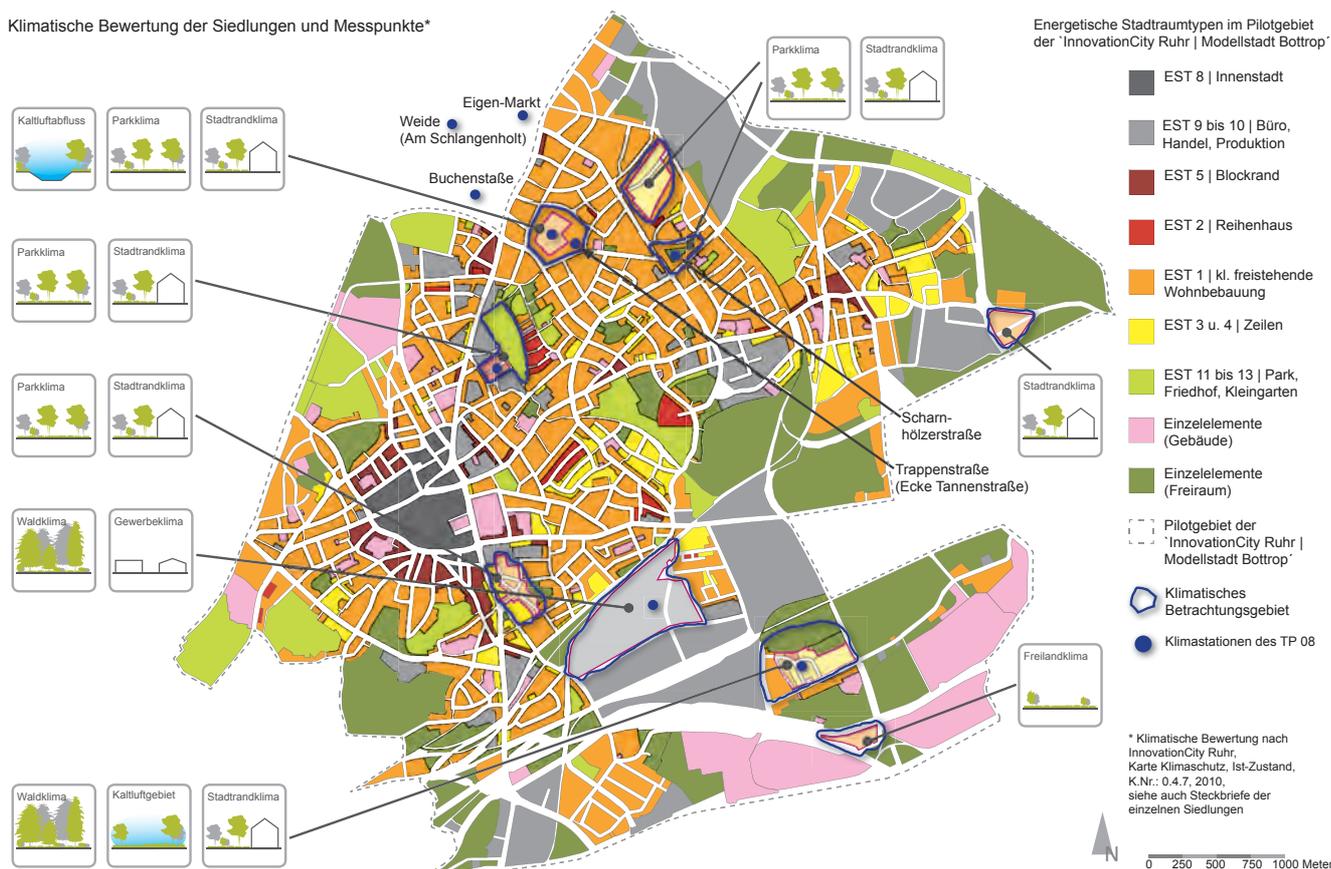


Abb. 159: Klimatische Bewertung der Modellsiedlungen anhand der Klimakarte der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop und Standorte der Klimamessstationen der „Arbeitsgruppe Klimatologie und Umweltmeteorologie“

Die Auswertung des Ist-Zustandes für die Messstationen „Sydowstraße“, „Eigen Markt“, die Weide „Am Schlangenholt“ und die „Scharnhölzerstraße“<sup>1</sup> zeigt, dass bei der mittleren Jahrestemperatur je Stunde alle Messstandorte einen Rückgang der Temperaturen zwischen 18 Uhr und 6 Uhr, sowie einen deutlichen Anstieg zwischen 6 Uhr und 18 Uhr aufweisen. Das Temperaturminimum liegt bei allen Siedlungen bei etwa 6 Uhr, das Maximum bei ca. 16 Uhr. Die Messstation „Sydowstraße“ weist bei den Jahresdurchschnittstemperaturen pro Stunde die höchsten Werte auf, die Messstation „Scharnhölzerstraße“ die niedrigsten. Die mittleren Temperaturen je Stunde für das Sommerhalbjahr weisen einen ähnlichen Temperaturverlauf auf. Hier ist jedoch die Messstation „Eigen Markt“ die wärmste Siedlung, zudem ist die Nachtauskühlung am geringsten. Die Messstation „Am Schlangenholt“ (Weide) hat die größte sommerliche Nachtauskühlung. Im Winterhalbjahr weist der Temperaturverlauf eine flachere Kurve mit zeitlich kürzerem Temperaturverlauf auf. Hier hat die Messstation „Am Schlangenholt“ die niedrigsten Werte im Tagesgang, die Messstation „Eigen Markt“ weist die höchsten Werte auf.

Parallel zu den Messungen der Arbeitsgruppe wurde der klimatische Ist-Zustand der Siedlungen anhand einer Klimakarte der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop ausgewertet. Die Klimakarte weist für alle Siedlungen ein „Stadtrandklima“ ohne besondere klimatische Belastungen und mit meist gutem Bioklima aus. Die Siedlung „Im Werth“ wurde sogar als „Freilandklima“ erfasst. Das Gewerbegebiet „An der Knippenburg“ wird als „Gewerbeklima“ geführt, mit sommerlicher Aufheizung, trockener Luft, Veränderung des Windfeldes sowie Emissionen wie Lärm und Schadstoffen. Für die Referenzperiode 1961 - 1990 beträgt die mittlere Jahrestemperatur 9,6°C und liegt damit über dem Durchschnitt der BRD, der Jahresniederschlag liegt im Mittel der Messstationen bei 822 mm.<sup>2</sup>

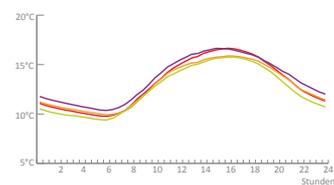


Abb. 160: Tagesgang der Lufttemperatur pro Stunde im Jahresmittel

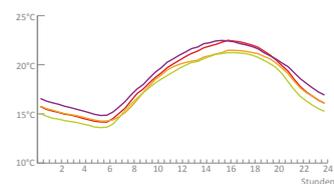


Abb. 161: Tagesgang der Lufttemperatur pro Stunde im Mittel des Sommerhalbjahres

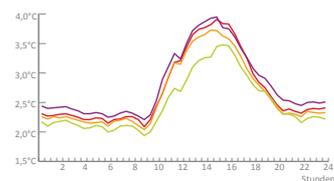


Abb. 162: Tagesgang der Lufttemperatur pro Stunde im Mittel des Winterhalbjahres (alle drei Diagramme: TU Braunschweig, KuLaRuhr, TP 08, 2014)

- Sydowstraße (Grünfläche/Verkehrinsel)
- Eigen Markt (Platz, versiegelt)
- Weide (Stadtrandlage)
- Scharnhölzerstraße (grünbestimmte Freifläche (Weide) innerhalb eines Blocks mit Einfamilienhausbebauung)

1 Nach Abschluss der Messreihe für diese Standorte, wurde eine weitere einjährige Messreihe an den Standorten „In der Welheimer Mark“, Prosperisiedlung“ und „An der Knippenburg“ begonnen, die jedoch aufgrund von Problemen bei der Datenauslese nicht verwendet werden konnte

2 Deutscher Wetterdienst 2014, Mittelwerte für den aktuellen Stationsstandort (2012), Messstandorte Essen für die Jahre 1961 - 1990

Für die Sydowstraße wurden nachfolgend mehrere Szenarien mit Biomasseanbau durch die „Arbeitsgruppe Klimatologie und Umweltmeteorologie“ der TU Braunschweig mithilfe des Programms „ENVI-met“ hinsichtlich der klimatischen Auswirkungen simuliert. Dazu wurden von der Arbeitsgruppe mehrere Klimamessstationen (siehe blaue Punkte in der Karte) vorherige Seite im Gebiet von Bottrop installiert und eine einjährige Messreihe durchgeführt.

**Die Szenarien und ihre Bausteine**

Nach der Erfassung der Bestandsituation hinsichtlich Vegetationsstruktur, Nutzungsstruktur und klimatischem Ist-Zustand wurden für fünf Siedlungen flächenhafte Szenarien (Simulationsszenarien) entwickelt. Die Szenarien beinhalten Maßnahmen am Gebäude und im Freiraum, die dazu beitragen können, regenerative Energien bereitzustellen (technikbezogene, aktive Potenziale) oder den Energiebedarf der Gebäude z.B. durch die Art der Freiflächengestaltung, Fassadenbegrünungen oder dezentrale Regenwasserversickerung zu senken (passive, vegetationsbezogene Potenziale). Die Szenarien sollen eine Abschätzung der mikroklimatischen Auswirkungen und der energetischen Potenziale ermöglichen. Auch die Auswirkungen auf bestehende Nutzungen sowie die Freiflächengestaltung und -pflege wurden bewertet. Die Szenarien umfassen acht passive, vegetationsbezogene Maßnahmen bzw. Bausteine:

- Dachbegrünung
- Fassadenbegrünung
- Holzige Biomasse (Pflege)
- Krautige Biomasse (Pflege)
- Holzige Biomasse (Anbau)
- Krautige Biomasse (Anbau)
- Hecken
- Dezentrales Wassermanagement (in den Karten nicht berücksichtigt)

Sie werden ergänzt durch vier aktive, technikbezogene Maßnahmen bzw. Bausteine:

- Photovoltaik
- Solarthermie
- Oberflächennahe Geothermie
- Sanierung der Gebäudehülle

Aus diesen Szenarien wurden dann für die Siedlungen „Sydowstraße“ und „In der Welheimer Mark“ Entwicklungsszenarien abgeleitet, die in unterschiedlichem Grad eine Verbesserung der energetischen Effizienz bedeuten und gleichzeitig die Nutzbarkeit und Qualität der Freiflächen weiter gewährleisten oder sogar verbessern. Sie werden auf den folgenden Seiten vorgestellt.

Abb. 163: Bausteine der Simulations- und Entwicklungsszenarien (passive, vegetationsbezogene Maßnahmen)



Baustein Dachbegrünung - z.B. zusätzliche Dämmwirkung der Dachbegrünung



Baustein Fassadenbegrünung - z.B. Kühlung durch Verdunstung und Verschattung



Baustein holzige Biomasse Pflege - z.B. Kühlwirkung durch Verschattung und Gewinnung von regenerativer Energie durch die Nutzung als Brennholz oder Holzhackschnitzel



Baustein krautige Biomasse Pflege - z.B. Kühlwirkung durch Verdunstung und Gewinnung von regenerativer Energie durch die energetische Verwertung des Rasenschnittguts



Baustein holzige Biomasse Anbau - z.B. Kühlwirkung durch Verschattung und Gewinnung von regenerativer Energie durch die Nutzung als Brennholz oder Holzhackschnitzel



Baustein krautige Biomasse Anbau - z.B. Kühlwirkung durch Verdunstung und Gewinnung von regenerativer Energie bzw. Biogas



Baustein Heckenstrukturen - z.B. Reduktion des Heizwärmebedarfs durch die windbremsende Wirkung der Gehölze



Baustein dezentrales Wassermanagement - z.B. Kühlwirkung durch Verdunstung (in den Karten nicht berücksichtigt)



Abb. 164: Die Modellsiedlung „Sydowstraße“

**Modellsiedlung „Sydowstraße“, Bottrop-Eigen**

Größe	4,7 Hektar
Stadtraumtyp	EST1 - kleine, freistehende Wohnbebauung
Sanierungszustand	unsaniert (S0)
Baualtersklasse	BAK 2 - 1919 bis 1948
Art der Heizung	Einzelstättenfeuerung
Eigentumsverhältnisse	Wohnungsbaugenossenschaft

Die Siedlung „Sydowstraße“ liegt im Nordwesten von Bottrop und gehört zum Stadtteil Eigen. Sie wird begrenzt vom Kirchschemmsbach. Das ausgewählte Gebiet umfasst 23 Wohngebäude mit je vier Wohneinheiten, die dem energetischen Stadtraumtyp 1 – kleine freistehende Wohnbebauung – zugeordnet werden können. Die Siedlung liegt mit einer GRZ von 0,08 unter dem Median der Steckbriefe. Die Gärten sind mit ca. 1.800 m<sup>2</sup> pro Gebäudegruppe fast dreimal so groß wie der Mittelwert der Steckbriefe. Sie dienten ursprünglich wohl zur Selbstversorgung der Bewohner. Da es sich um Mietergärten handelt, werden die Gärten teils privat, teils gemeinschaftlich genutzt.



Abb. 165: Grundstruktur der Siedlung „Sydowstraße“ (ohne die Bestandshecken)

**Vegetations- und Nutzungskartierung**

Bei den Vegetationsflächen (siehe Karte) haben die Rasenflächen in der Siedlung den größten Anteil, gefolgt von versiegelten Flächen und Flächen mit Baumbestand. Prägend für das Erscheinungsbild der Siedlung und für die Aufteilung der Freiflächen sind die 'U-förmige' Anordnung um die zentrale Grünfläche und die bestehende Heckenstruktur. Die Hecken begrenzen sowohl die Grünfläche wie auch die Gebäude von Straßenraum ab. Auch die Gärten werden mit Hecken unterteilt. Die Aufteilung lässt darauf schließen, das ursprünglich jede Familie über einen eigenen (Nutz-) Garten verfügte, also jedem Gebäude bis zu vier Gärten zugeordnet waren. Heute scheinen einige dieser Gärten nicht mehr genutzt zu werden. Sie wurden in der Vegetationsflächenkartierung als Sukzessionsflächen aufgenommen.

Bei der Nutzung dominieren die privat genutzten Freiflächen, eine klare Abgrenzung zwischen privat und öffentlich genutzten Bereichen war allerdings in den Bereichen zwischen den Gebäuden nicht immer eindeutig möglich. Auffallend bei der Nutzungskartierung sind die vielen Nebengebäude (Schuppen und Garagen) mit ihrer heterogenen Zuwegung.

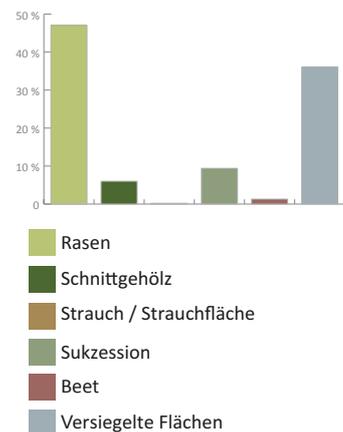


Abb. 166: Die nicht raumwirksamen Vegetationsflächen (links) und die raumwirksamen Vegetationsflächen (rechts) in der „Sydowstraße“



Abb. 167: Bestehende Nutzungen in der „Sydowstraße“



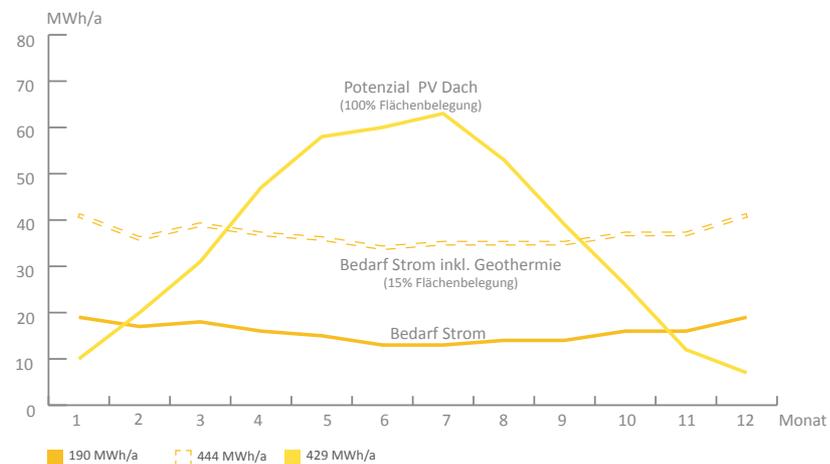
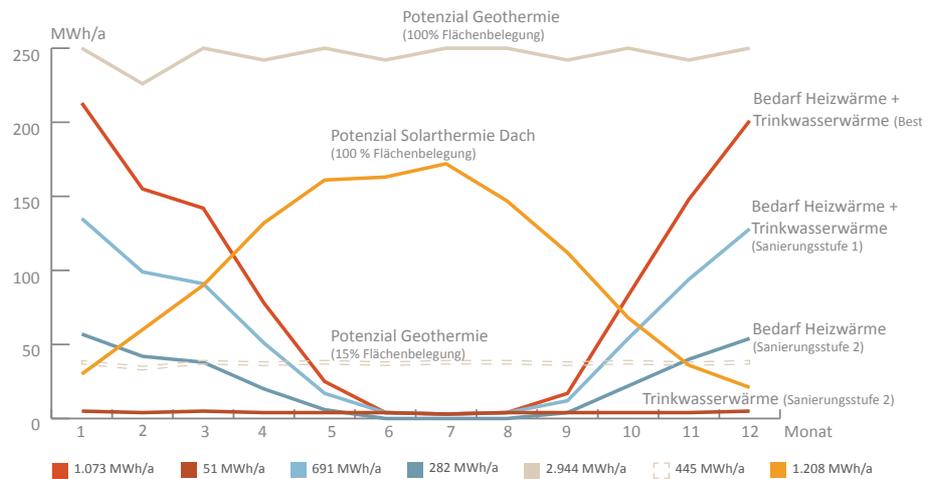
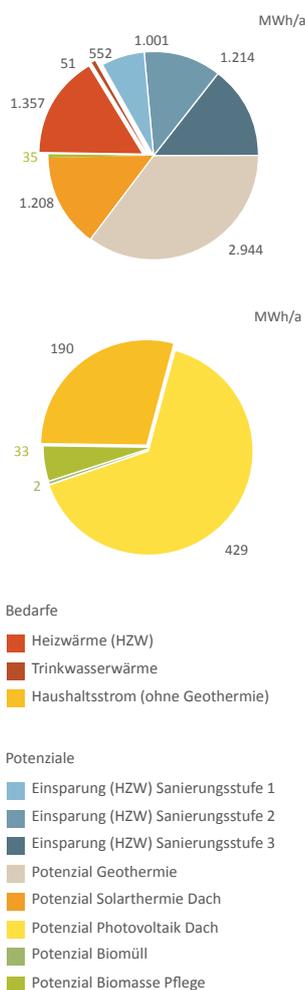
Abb. 168: Grundstruktur der Siedlung „Sydowstraße“ (ohne die Bestandshecken)

**Energetische Flächenpotenziale**

Auf der Grundlage der Flächenerfassung wurden für die Siedlung die energetischen Bedarfe und die maximal möglichen Flächen für die Nutzung regenerativer Energie mit Hilfe des Bilanzierungstools des Forschungsprojekts UrbanReNet ermittelt. Der Heizwärmebedarf der unsanierten Siedlung liegt danach bei ca. 1.100 MWh pro Jahr, der Trinkwasserwärmebedarf bei 51 MWh/a und der Strombedarf bei 190 MWh/a (jeweils Nutzenergie). Bei der Heizwärme wurde im Tool bereits die Referenzregionen berücksichtigt und der Bedarf an die klimatische Situation des Standorts angepasst. Bei den regenerativen wurde jeweils die maximal mögliche nutzbare Fläche mit ihrem energetischen Potenzialen ermittelt. Betrachtet wurden Photovoltaik, Solarthermie, Geothermie und mehrere Biomassefraktionen, dazu die Sanierung.

Ein großes Potenzial in der Siedlung wäre die Sanierung - je nach Umfang könnten hier fast 500 bis 1.000 MWh Heizwärme pro Jahr eingespart werden. Die drei angenommenen Sanierungsstufen umfassen die Dämmung von Dach und Kellerdecke, sowie den Austausch der Fenster (Sanierungsstufe 1) oder die Dämmung von Dach, Kellerdecke, Fassade und den Austausch der Fenster (Sanierungsstufe 2). Beide Sanierungsstufen beziehen sich auf die Vorgaben der Energieeinsparverordnung (EnEV) in der Fassung von 2009.<sup>1</sup> Auch die Potenziale für Photovoltaik und Solarthermie wären sehr hoch, da hier alle technisch möglichen Dachflächen belegt werden, die Verschattung durch Nachbargebäude oder Baumbestand jedoch nicht berücksichtigt werden<sup>2</sup>. Durch den hohen Freiflächenanteil liegt das prognostizierte Potenzial für Geothermie weit über dem Heizwärmebedarf der Siedlung. Hier wurde die Flächenbelegung angepasst.

Abb. 169: Übersicht der energetischen Bedarfe und aktiven Potenziale der „Sydowstraße“ pro Jahr (Kreisdiagramm) und pro Monat (Bakendiagramm) nach Ermittlung des UrbanReNet-Bilanzierungstools



1 vgl.: [www.gesetze-im-internet.de/enev\\_2007/index.html](http://www.gesetze-im-internet.de/enev_2007/index.html)  
 2 Eine bedarfsorientierte Prognose der benötigten Flächen für Photovoltaik und Solarthermie ist mit dem verwendeten Tool derzeit nicht möglich.

### Entwicklungsszenarien

Aus den flächenhaften Simulationsszenarien wurden unter Berücksichtigung der vorhandenen Nutzungsansprüche Bausteine formuliert, aus denen sich die möglichen Entwicklungsszenarien zusammensetzten. Die Entwicklungsszenarien gehen auf die bestehende Nutzungs- und Vegetationsstruktur ein, sie versuchen die klimatische Situation der Siedlung und damit auch ihre Energieeffizienz zu verbessern. Die passiven, vegetationsbezogenen Entwicklungsszenarien beziehen sich auf die Umgestaltung der Freiflächen durch folgende Elemente:

- Krautige Biomasse Pflege (Rasen Bestand)
- Hecke (erneuerter/erweiterter Bestand)
- Hecke (erneuerter/erweiterter Bestand) + Fassadenbegrünung
- Fassadenbegrünung + Krautige Biomasse Anbau (Blühstreifen)
- Fassadenbegrünung + Holzige Biomasse Pflege (Baumbestand verdichtet/erweitert) und Krautige Biomasse Anbau (Energieholzhecke)

Dazu kommen die aktiven, technikbezogenen Potenziale<sup>1</sup>, die in den Diagrammen auf dieser Seite dargestellt sind. Sie können frei mit den anderen Bausteinen kombiniert werden und werden daher in den Grafiken (diese und folgende Seite) nicht extra aufgeführt. Die Potenziale für Photovoltaik und Solarthermie sind bei den Entwicklungsszenarien geringer, da die Eignungsflächen des Bottroper Solarkatasters als Grundlage der Ermittlung verwendet wurden. Durch die Fokussierung der Biomasse, kommt es hier zu größeren Potenzialen. Gemessen am Bedarf der Siedlung sind sie aber immer noch gering<sup>2</sup>. Die Entwicklungsszenarien sind Diskussionsgrundlagen, deren Auswirkungen auf der folgenden Seite beschrieben werden. Darauf aufbauend wurden für die Siedlung „Sydowstraße“ noch `Visionen` formuliert, die Optionen für eine kurz- bis mittelfristige Entwicklung der Siedlung skizzieren.

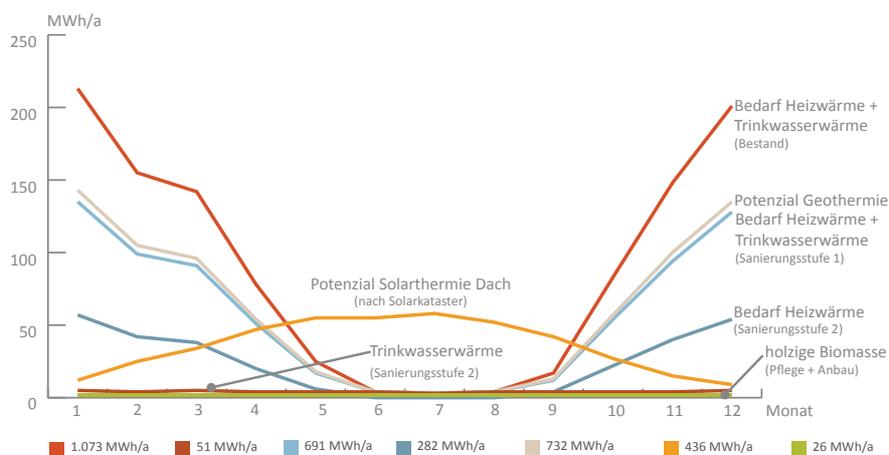
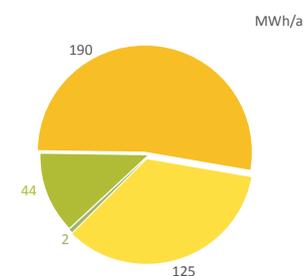
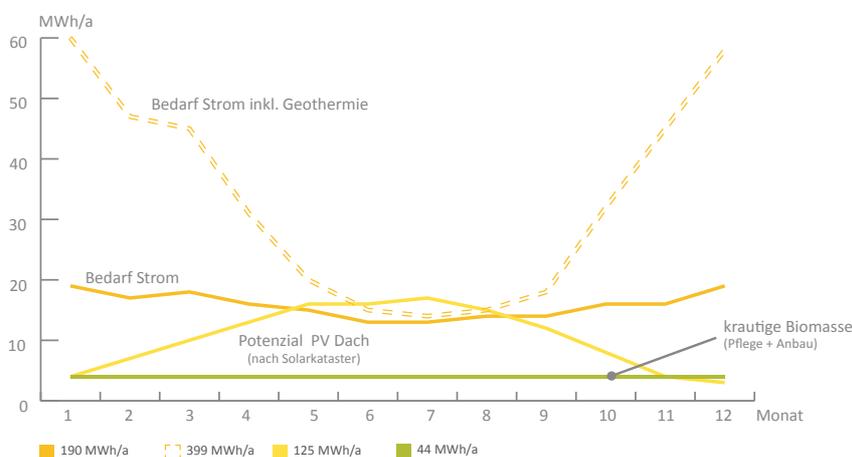
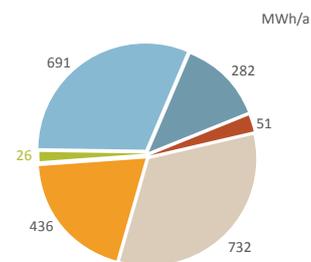


Abb. 170: Übersicht der energetischen Bedarfe und der aktiven Potenziale der Entwicklungsszenarien inklusive der Biomassepotenziale



- Bedarfe und Potenziale
- Bedarf Heizwärme Sanierungsstufe 1
  - Bedarf Heizwärme Sanierungsstufe 2
  - Bedarf Trinkwasserwärme (San. 2)
  - Bedarf Haushaltsstrom (ohne Geothermie)
  - Potenzial Geothermie
  - Potenzial Solarthermie Dach
  - Potenzial Photovoltaik Dach
  - Potenzial Biomüll
  - Potenzial Biomasse Pflege + Anbau

1 Photovoltaik, Solarthermie, Geothermie (Erdwärmesonden) und die Sanierung

2 Ein Hektar PV-Module kann ca. 1.000 MWh/ha\*a Strom generieren, ein Hektar Mais nach Angaben der Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe (FNR) nur ca.18,5 MWh/h\*a. (vgl.: Internetseite der FNR, Abbildung „Strom - natürlich aus Biogas“)

**Krautige Biomasse Pflege - Nutzung bestehender Rasenflächen**

Als Entwicklungsszenario bedeutet dieser Baustein die energetisch Nutzung bestehender Ressourcen. Die krautige Biomasse, die im Rahmen der Rasenpflege auch jetzt schon anfällt, müsste dazu abtransportiert und in einer entsprechenden Biogasanlage vergoren werden. Dazu müsste die jetzige Mulchmähd durch Mähen + Abtransport des Rasenschnitts (inklusive des Rasenschnitts der Bewohner) ersetzt werden, was die Rasenpflege verteuern würde.



Abb. 171: Entwicklungsszenario Krautige Biomasse Pflege in der Siedlung „Sydowstraße“

**Verdichtung und Erweiterung des Gehölzbestands zur energetischen Nutzung**

Dieser Baustein sieht eine Ausweitung des Gehölzbestandes im Bereich der Mietergärten vor. Die Siedlung wäre dann von einem dichten Gehölzgürtel umgeben. In der Klimasimulation des TP 08 ergab diese Veränderung eine Reduktion der Mittagstemperatur an einen Sommertag um 1,2°C. Im Rahmen der Gartenpflege (durch die Mieter) fällt bei Auslichtungs- und Rückschnitten holzige Biomasse an. Als Brennholz könnte sie vor Ort durch die Bewohner gewonnen und genutzt werden.



Abb. 172: Bausteine Verdichtung und Erweiterung des Gehölzbestands zur energetischen Nutzung in der Siedlung Sydowstraße



Abb. 173: Entwicklungsszenario Heckenstruktur in der Siedlung „Sydowstraße“

**Erneuerung und Erweiterung der Heckenstruktur**

Die bestehende Heckenstruktur gliedert die Siedlung und reduziert gleichzeitig die Windlast. Als Entwicklungsszenario wird sie erneuert und erweitert. Die 1,2 m hohen geschnittenen Hecken könnte im Leebereich (dem Wind abgewandt) in einer Entfernung von ca. 2,5 bis 5 Metern ihre größte Wirkung entfalten. Sie liefert – allerdings nur in geringen Mengen – leicht verholzte Biomasse, die in einer Trockenfermentationsanlage mitverwertet werden könnte. Die Biogasausbeute wäre hier vermutlich (aufgrund des Ligninanteils) geringer als bei Rasenschnitt. Auch hier wäre ein Abtransport des Schnittguts aus den öffentlichen und den privaten Bereichen notwendig.



### Fassadenbegrünung

Die Fassadenbegrünung ist Teil von drei Entwicklungsszenarien. Sie kann in der Heizperiode den Wärmeverlust eines Gebäudes um ca. 6 % reduzieren (immergrüne Fassadenbegrünung) und im Sommer ca. 40 % bis 80 % der eintreffenden Solarstrahlung reflektieren bzw. absorbieren und damit die Aufheizung des Gebäudes im Sommer mindern (vgl. Kap. I). Steht diese Funktion im Vordergrund ist eine sommergrüne Fassadenbegrünung sinnvoller.



### Krautige Biomasse Anbau – 'Blühstreifen'

Da der Anbau von Biomasse im Bereich der Mietergärten eine massive Einschränkung der bestehenden Nutzung bedeuten würde, wird die Option des Biomasseanbaus hier nur in Form von 'Blühstreifen' im Vorgartenbereich der Gebäude angedacht. Die Streifen öffnen die Siedlung zur Straße hin und ersetzen die bestehenden Schnitthecken. Die Höhe der Pflanzen kann je nach Art oder Artenmischung ein bis zwei Meter betragen. Etablierte Kulturen oder Anbauverfahren für diese Form des Biomasseanbaus gibt es bislang nicht. Die Pflanzen müssten (einmalig) gesetzt oder ausagesät werden. Die jährliche Ernte im Sommer könnte mit Freischneidern bzw. Motorsensen oder geeigneten Mähern erfolgen, das Mähgut müsste dann abtransportiert werden. Die energetische Verwertung geschieht in Form der Fermentierung in einer Biogasanlage (Trockenfermentationsanlage). Durch die geringe Fläche würde der Baustein nur eine relativ geringe Steigerung des Biomasseaufkommens in der Siedlung bedeuten. Dem gegenüber ständen die Kosten für Pflanzung, Mahd und Abtransport. Als Entwicklungsszenario wird dieser Baustein mit dem Baustein Fassadenbegrünung kombiniert.



Abb. 174: Baustein 'Blühstreifen' in der Siedlung „Sydowstraße“



**Holzige Biomasse Anbau – ‘Energieholzhecke’**

Wie die bestehende Heckenstruktur würde auch dieser Baustein die Siedlung gliedern und die Windlast reduzieren. Die Höhe der Energieholzhecke kann allerdings leicht zwei bis über vier Meter betragen, ihre Breite würde den gesamten Vorgartenbereich einnehmen. Dadurch entfaltet sie eine größere windbremsende Wirkung als die niedrige Schnitthecke. Die Energieholzhecke ist freiwachsend und kann abschnittsweise je nach Gehölzart ca. alle fünf Jahre ‘auf Stock gesetzt werden’ um das Holz thermisch zu verwerten. Ernte und Nutzung könnten die Bewohner in Eigenregie übernehmen. Nachteil der Hecke wäre eine starke Verschattung der Hausfronten und eventuell eine Beeinträchtigung des Luftaustausches im Sommer



Abb. 176: Baustein Energieholzhecke in der Siedlung „Sydowstraße“



**Fassadenbegrünung + Holzige Biomasse Pflege + Holzige Biomasse Anbau**

Dieses Entwicklungsszenario kombiniert die klimatische Pufferwirkung der Fassadenbegrünung mit der Energiegewinnung aus holziger Biomasse und der windbremsenden Wirkung der Hecke. Durch die Fassadenbegrünung könnte in der denkmalgeschützte Siedlung, in der eine Außendämmung problematisch werden würde, eine gewisse Pufferwirkung erreicht werden. Durch die Ausweitung und Nutzung der Gehölzbestände durch die Bewohner kann ein Teil der benötigten Heizenergie durch holzige Biomasse gedeckt werden. Die Energieholzhecke bietet einen zusätzlichen Schutz vor winterlicher Auskühlung und liefert abschnittsweise über die Jahre verteilt immer wieder zusätzliches Holz zur thermischen Verwertung.



Abb. 177: Entwicklungsszenario ‘Fassadenbegrünung + ‘Energieholzhecke’ in der Siedlung „Sydowstraße“

**Fassadenbegrünung + Krautige Biomasse Anbau**

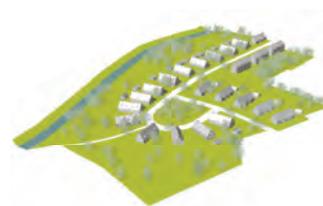
Dieses Entwicklungsszenario kombiniert die klimatische Pufferwirkung der Fassadenbegrünung mit dem Anbau krautiger Biomasse. Bei Ernte im Frühsommer besteht nur eine geringe Gefahr der Minderung des Luftaustauschs im Sommer. Allerdings könnte die energetische Verwertung nicht vor Ort durch die Bewohner erfolgen.



Abb. 178: Entwicklungsszenario ‘Fassadenbegrünung + Blühstreifen’ in der Siedlung „Sydowstraße“

## Auswirkungen der Bausteine und Entwicklungsszenarien "Sydowstraße"

Baustein Entwicklungsszenario	Nutzung bestehender Rasenflächen
Pflege	Umstellung von Mulchmäh auf Mähen + Abtransport des Schnittgutes (inkl. des privaten Rasenschnitts) zu einer geeigneten Biogasanlage, leichte Erhöhung der Pflegekosten
Arten	Bestehender Rasen
Mikroklimatische Wirkung	Abkühlung im Sommer durch Verdunstung und starke Nachtauskühlung im Bereich der Rasenflächen
Energetischer Ertrag	Ca. 45 Tonnen Rasenschnitt pro Jahr   ca. 50 MWh (= ca. 30 MWh Strom)



Baustein Entwicklungsszenario	Verdichtung und Erweiterung des Gehölzbestands
Pflege	Die Ausweitung des Baumbestandes würde die Bereiche hinter den Häusern, am Rand der Siedlung betreffen, die Bewohner könnten Ernte und Pflege selbst übernehmen, die Ausweitung selbst kann durch gelenkte Sukzession oder Anpflanzung geschehen
Arten	Heimische, für den Standort geeignete Gehölze mit Stockausschlagsvermögen wie Weide, Pappel, Esche, Hainbuche, Linde, Holunder und Hasel, bedingt auch Eiche, Birke und Ahornarten
Mikroklimatische Wirkung	Sommerliche Kühlwirkung um ca. 1°C für die Siedlung durch Verschattung und Verdunstung, kaum Veränderung bei der Nachtauskühlung, bei immergrünen Gehölzen auch Windschutz im Winter
Energetischer Ertrag	Ca. 7 Tonnen pro Jahr   ca. 15 MWh Heizwert



Baustein Entwicklungsszenario	Fassadenbegrünung
Pflege	Rück- oder Auslichtungsschnitt bei Bedarf
Arten	Selbstklimmer wie Efeu und Kletterspindelstrauch (immergrün) oder Wilder Wein, Trompetenblume und Kletterhortensie (sommergrün)
Mikroklimatische Wirkung	Leichte Dämmwirkung durch Verminderung der Wärmeverluste um ca. 6 % (immergrüne Fassadenbegrünung), Absorption und Reflexion von 40 % bis 80 % der eintreffenden Solarstrahlung, dadurch erwünschte sommerliche Kühlwirkung
Energetischer Ertrag	Geringe Schnittmenge bei Rück- oder Auslichtungsschnitt



Baustein Entwicklungsszenario	Heckenstruktur
Pflege	Ein bis zwei Formschnitte pro Jahr, Erhöhung des Pflegeaufwands für Firmen oder Bewohner bei Ausweitung der Heckenstrukturen
Arten	Wie Bestand, Liguster
Mikroklimatische Wirkung	Windreduktion im Leebereich um max. 60 % in einer Entfernung von 2,5 bis 5 Metern von der 1,2 Meter hohen Hecke, dadurch leichte Minderung der Auskühleffekte
Energetischer Ertrag	Leicht verholzte Biomasse bei jährlichem Rückschnitt



Baustein Entwicklungsszenario	Holzige Biomasse Anbau – Energieholzhecke <sup>1</sup>
Pflege	Rückschnitt zur Holzgewinnung ca. alle fünf Jahre, auch abschnittsweise möglich, Ernte mit Motorsäge, auch durch die Bewohner
Arten	Siehe Arten `Verdichtung und Erweiterung des Gehölzbestands`
Mikroklimatische Wirkung	Windreduktion im Leebereich um max. 60 % in einer Entfernung von 4 bis 16 Metern von der Hecke, dadurch deutlichere Minderung der Auskühleffekte in der Vegetationsperiode, im Winter geringere da sommergrüne Gehölze; im Sommer könnte es temporär zu einer Zunahme der Wärmebelastung kommen, da der Luftaustausch begrenzt wird
Energetischer Ertrag	ca. 2 Tonnen pro Jahr   ca. 11 MWh Heizwert



Baustein Entwicklungsszenario	Krautige Biomasse Anbau – Blühstreifen
Pflege	Rückschnitt je nach Art im Frühsommer oder Herbst, mit Mäher oder Motorsense/Freischneider, eventuell auch mit Mäher
Arten	z.B. Durchwachsene Silphie, Topinambur, Wildstaudenmischung, Miscanthus, siehe auch aktuelle Anbauempfehlungen der TLL
Mikroklimatische Wirkung	leichte Windreduktion in der Vegetationsperiode bis zur Ernte
Energetischer Ertrag	ca. 6 Tonnen pro Jahr   ca. 16 MWh (= ca. 11 MWh Strom)



<sup>1</sup> Genaue Beschreibung der Idee der Energieholzhecke siehe Schumacher 2010 (Forschungsbericht `Versuchs- und Demonstrationspflanzung „Biomassehecke“`)

Abb. 179: Vision 'Einfach Wohnen' – Hier wird das Haus zur WG und der Hof zum Wohnzimmer.



### Visionen

Ergänzend zu den Entwicklungsszenarien wurden für die Siedlung Sydowstraße drei 'Visionen' entwickelt, die Möglichkeiten einer kurz bis mittelfristigen Weiterentwicklung der Siedlung aufzeigen sollen. Die formulierten Visionen leiten sich von den Entwicklungsszenarien ab, gehen aber über diese hinaus und betrachten vor allem die Nutzung der Gebäude. Wie die Szenarien versuchen auch die Visionen, den Charakter der Siedlung zu bewahren und neue Perspektiven für deren Erhalt und Weiterentwicklung aufzuzeigen. Sie bilden so einen Spagat aus strukturell-architektonischer Aufwertung und dem Erhalt des denkmalgeschützten Siedlungscharakters.

Der U-förmige Grundriss und die klare Struktur der Siedlungen machen die Siedlung in der Sydowstraße unverkennbar. Sie ist ein Beispiel für den Arbeiterwohnungsbau der 1930er Jahre und wurde von der damaligen Treuhandstelle für Bergmannswohnstätten (THS) als Bergarbeitersiedlung errichtet. Sie steht daher heute unter Denkmalschutz. Mit den vier Wohnungen pro Gebäude und ca. 40 bis 50 m<sup>2</sup> Wohnfläche pro Wohnung entspricht sie nicht mehr heutigen Wohnansprüchen. Auch die großen Gärten, die einst der Selbstversorgung dienten, werden heute zum Teil nicht mehr genutzt.

Die Visionen sehen zwei kurz- bis mittelfristige Strategien für generationenübergreifendes, günstiges, grünes Wohnen ohne größere Maßnahmen im Bestand (Vision 'Einfach Wohnen' und Vision 'Einfach Grün') sowie eine mittel- bis langfristige Vision ('Weiter Wohnen') vor.

Die Vision 'Einfach Wohnen' greift das Potenzial der Sydowstraße – den U-förmigen Grundriss, die klare Hofstruktur und die großen Gärten – auf, um daraus eine auch zukünftig attraktive Wohnsiedlung zu entwickeln. Mit ihren kleinen Wohnflächen von nur 40 bis 50 m<sup>2</sup> pro Wohnung eignet sie sich die Siedlung besonders für Studenten, junge Familien aber auch ältere Bewohner. Der kleine Grundriss und Möglichkeit auch mit einem Ofen zu heizen (mit Holz aus dem eigenen Garten), erlauben günstige Mieten. Die großen Gärten bieten jede Menge Raum für entspannte Wochenenden oder erste Versuche im 'urban gardening'. Mit einem neuen Anstrich bekommt die Siedlung auch ohne größere Eingriffe gleich ein ganz anderes Gesicht.

Die Vision 'Einfach Grün' verzichtet auf einen neuen Anstrich und setzt stattdessen auf eine dauerhafte Begrünung der Fassaden. Bei immergrünen Pflanzen hat die Blatthülle ganzjährig eine temperaturpuffende Wirkung. Im Winter in Form einer leichten Dämmwirkung, im Sommer in Form von Verschattung und Verdunstung, die das Aufheizen des Gebäudes vermindern und so besonders die nächtliche Wärmeabstrahlung redu-



Abb. 180: Vision 'Einfach Grün' – Kein Geld für den neuen Anstrich? Kein Problem, es geht auch anders: Selbstklimmende Kletterpflanze kaufen, pflanzen und das Haus wird grün.



Abb. 181: Vision 'Weiter Wohnen' – Was tun wenn 40 m<sup>2</sup> nicht mehr ausreichen? Zwei Wohnung oder alle vier zusammenlegen, macht 80 bis 160 m<sup>2</sup> pro Wohnung bzw. pro Haus.

zieren. Bei intaktem Mauerwerk schädigen Kletterpflanzen dieses nicht, im Gegenteil: Immergrüne Fassadenbegrünung schützt das Mauerwerk vor Temperaturschwankungen und Witterungseinflüssen. Durch die geringe Gebäudehöhe können die Pflanzen leicht in Form gehalten werden (auch durch die Bewohner), bei Efeu ist sogar ein Formschnitt möglich. Damit wird 'grünes' Wohnen auch bei kleinem Budget machbar.

Die mittel- bis langfristige Vision 'Weiter Wohnen' setzt auf eine Etablierung neuer Bewohner, so das auch größere Sanierungsmaßnahmen für die Mieter tragbar sind. In dieser Vision werden mehre Wohnungen nach den Bedürfnissen der Mieter zusammengelegt, die Gebäude energetisch saniert und behutsam architektonisch aufwertet. Neben der kulinarischen Selbstversorgung, bieten die großen Gärten auch das Potenzial die sanierte Siedlung energetisch (zumindest in Teilen) selbst zu versorgen. Solare Wärmegewinne oder Geothermie, Brennholz aus dem Garten und Strom vom Dach eines Solarcarports machen es möglich. Auch Häuser mit separater 'Einliegerwohnung' sind möglich. Hier können drei Generationen unter einem Dach wohnen. Neue Fenster, Dämmung und vielleicht auch ein Wintergarten würden die Wohnqualität heutigen Massstäben anpassen. Mit dem Solarcarport und dem Holz aus dem eigenen Garten bleibt neben der Selbstversorgung aus dem Gemüsebeet auch die 'energetische Selbstversorgung' Teil der Siedlungsidentität.



Abb. 182: Modellsiedlung „In der Welheimer Mark“ mit dezentraler Regenwasserversickerung

**Modellsiedlung „In der Welheimer Mark“, Bottrop Welheimer Mark**

Größe	6,7 Hektar
Stadtraumtyp	EST 3 - Zeilenbebauung niedriger bis mittlerer Geschossigkeit
Sanierungszustand	teilsaniert bis saniert (2005)
Baualtersklasse	BAK 4 - 1958-1968
Art der Heizung	Fernwärme
Eigentumsverhältnisse	Wohnungsbaugesellschaft

Die Siedlung „In der Welheimer Mark“ ist eine Zeilensiedlung im Südwesten von Bottrop. Es liegt zwischen dem Gewerbegebiet „An der Knippenburg“ und dem geplanten „Energie- und Technologiepark Welheimer Mark“, der nordwestlich an die Emscher Kläranlage angrenzen soll. Das Betrachtungsgebiet umfasst 36 Gebäude bzw. Gebäudegruppen, die dem Stadtraumtyp 3 - Zeilenbebauung niedriger bis mittlerer Geschossigkeit zuzuordnen sind. Abweichende Gebäudetypen wurden bei der Betrachtung ausgeklammert. Die GRZ der Siedlung liegt bei 0,21 und damit leicht unter dem Median der Steckbriefe (GRZ 0,27). Auch die Anzahl der Geschosse ist mit zwei Vollgeschossen niedriger als der Median von vier Vollgeschossen. Die Siedlung wurde zwischen 1993 und 2007 saniert, die Dächer, Heizungsanlagen wurden erneuert und die Fassaden gedämmt. Auch ein Neubau für altersgerechtes Wohnen wurde in der Siedlung erreicht. Zur örtlichen Versickerung von Niederschlägen wurde 2009 ein Muldensystem in die Gestaltung der Außenanlagen integriert. Mit ca. 50 bis 100 m<sup>2</sup> Wohnflächen entsprechen die teils zusammengelegten Wohnungen im Gegensatz zur „Sydowstraße“ heute den Ansprüchen des Mietmarktes.

Abb. 183: Grundstruktur der Siedlung „In der Welheimer Mark“ (ohne dezentrale Regenwasserversickerung)



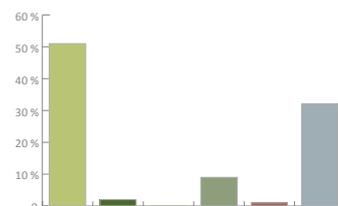
**Vegetations- und Nutzungskartierung**

Wie bei der „Sydowstraße“ wurden auch für die Siedlung „In der Welheimer Mark“ die Vegetationsflächen und die Nutzungen aufgenommen. Bei den nicht raumwirksamen Vegetationsflächen sind Rasenflächen vorherrschend, sie prägen das Bild der Zeilensiedlung. Der raumwirksame Gehölzbestand ist locker über die Siedlung verteilt. Am östlichen und westlichen Rand wird das Gebiet von dichtem Gehölzbestand mit Sukzessionsflächen begrenzt. Die privat genutzten Bereiche der Außenanlagen und die Außenanlage des Neubaus sind mit Beeten eingefasst.



Abb. 184: Konzept zur Abwasserentsorgung und zur dezentralen Versickerung in der Siedlung „In der Welheimer Mark“ ([www.boeckermann-fritze.de/schwerpunkte/wasser-und-umwelt/kanalsanierung/kanalsanierung-welheimer-mark-bottrop.html](http://www.boeckermann-fritze.de/schwerpunkte/wasser-und-umwelt/kanalsanierung/kanalsanierung-welheimer-mark-bottrop.html) (abgerufen 05.05.2014))

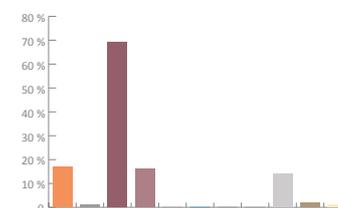
Die halböffentlichen Gemeinschaftsflächen machen fast 70 % der Flächen aus, weisen aber erkennbaren Nutzungen auf. Privat genutzte Gärten finden sich im Erdgeschoss der Zeilenbauten. Es gibt deutlich weniger Nebengebäude als in der „Sydowstraße“. Bei den Versickerungsflächen wurde nur die zentrale Sickermulde im Bereich des Neubaus aufgenommen, die Mulden ziehen sich aber durch die gesamte Siedlung.



- Rasen
- Schnittgehölz
- Strauch / Strauchfläche
- Sukzession
- Beet
- Versiegelte Flächen



Abb. 185: Nicht raumwirksame (links) und raumwirksame Vegetationsstrukturen (rechts)



- Wohngebäude
- Sonstige Gebäude
- Gemeinschaftlich
- Privat
- Öffentlich
- Spielfläche
- Sitzmöglichkeiten
- Ungenutzte Fläche
- Verkehrsfläche
- Fußwege
- Ver- und Entsorgung



Abb. 186: Bestehende Nutzungen in der Siedlung „In der Welheimer Mark“



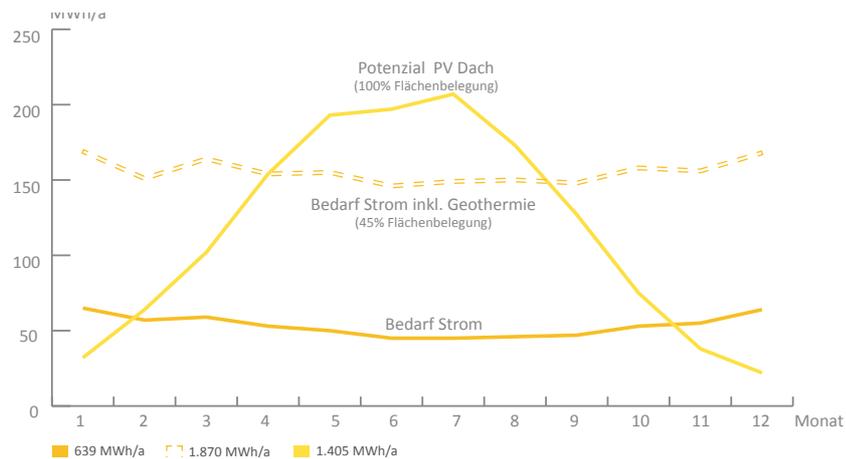
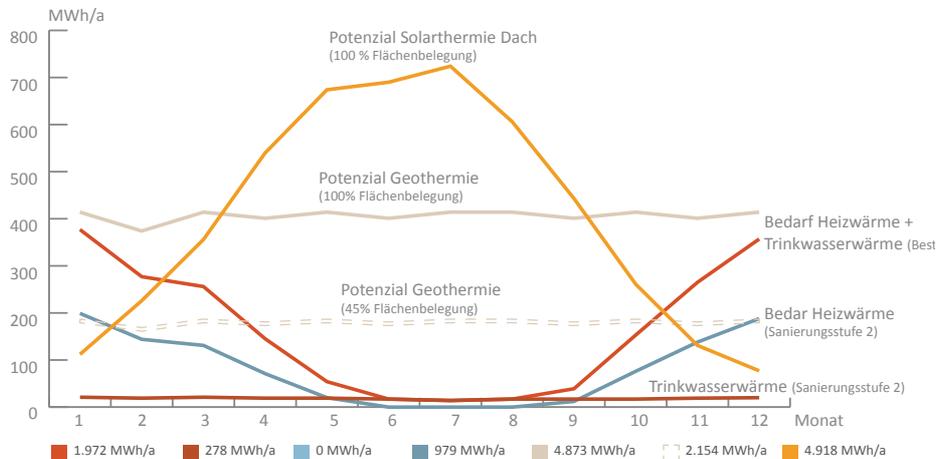
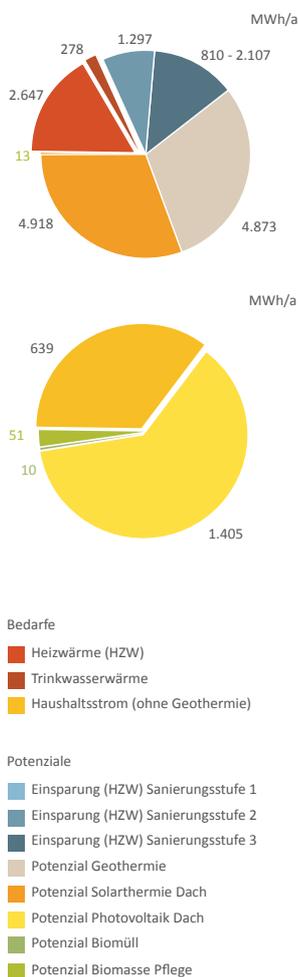
Abb. 187: Grundstruktur der Siedlung „In der Welheimer Mark“ (ohne dezentrale Regenwasserversickerung)

**Energetische Flächenpotenziale**

Basierend auf der Flächenkartierung des Bestands wurden die energetischen Bedarfe und Potenziale zur Nutzung regenerativer Energien mit dem UrbanReNet Tool ermittelt. Die Prognose geht von einem standortsangepassten Heizwärmebedarf der Siedlung von ca. 2.000 MWh pro Jahr aus. Problematisch war hier die Zuordnung der Sanierungsstufe, die zwar den Umfang der Sanierungsmaßnahmen definiert, aber immer vom geforderten energetischen Standard der EnEV 2009 ausgeht. Für die Siedlung wurde die Sanierungsstufe „Teilsaniert“ angenommen, die dem realen Heizwärmeverbrauch von ca. 1.859 MWh/a am nächsten kommt. Die Strombedarfe liegen nach Bilanzierung des Tools bei ca. 639 MWh/a und der Trinkwasserwärmebedarf bei 278 MWh/a (auch hier jeweils Nutzenergie). Als aktive Potenziale wurden wieder die maximal verfügbaren Flächen für Photovoltaik, Solarthermie, Geothermie und die verschiedenen Biomassearten ermittelt. Die Sanierung stellt hier aufgrund der 1993 bis 2007 durchgeführten Sanierungsmaßnahmen kein Potenzial dar. Eine theoretisch mögliche Sanierung nach Passivhausstandard würde nach Prognosen des Tools den Heizwärmebedarf auf ca. 540 MWh/a reduzieren.

Bei Belegung aller erfassten Dachflächen (Wohngebäude) ständen rund 15.000 m<sup>2</sup> für die Installation von Photovoltaik oder Solarthermie zur Verfügung. Damit könnte bei Belegung mit Photovoltaik ca. doppelt so viel Strom pro Jahr erzeugt werden, wie die Siedlung verbraucht, (Verschattung durch Gebäude und Baumbestand unberücksichtigt). Auch das Flächenpotenzial für Erdwärmesonden liegt weit über dem Bedarf an Heizwärme. Hier würde die Hälfte der Potenzialfläche ausreichen, um den Heizwärmebedarf zu decken. Trotz des hohen Vegetationsflächenanteils sind die Potenziale der Biomasse im Vergleich zum Bedarf noch immer gering.

Abb. 188: Übersicht der energetischen Bedarfe und aktiven Potenziale der „Sydowstraße“ pro Jahr (Kreisdiagramm) und pro Monat (Bakendiagramm) nach Ermittlung des UrbanReNet-Bilanzierungstools



### Entwicklungsszenarien

Die Entwicklungsszenarien für die Siedlung „In der Welheimer Mark“ bestehen aus den gleichen Grundbausteinen wie bei der Siedlung in der Sydowstraße. Als passive, vegetationsbezogene Entwicklungsszenarien werden hier Gebäudebegrünung und energetische Biomassennutzung in verschiedenen Formen ausprobiert:

- Fassadenbegrünung + Krautige Biomasse Pflege (Rasen Bestand)
- Hecke (erneuerter/erweiterter Bestand)
- Fassadenbegrünung + Krautige Biomasse Anbau (Blühstreifen linear)
- Fassadenbegrünung + Krautige Biomasse Anbau (Blühstreifen flächig)
- Fassadenbegrünung + Holzige Biomasse Pflege (Baumbestand verdichtet/erweitert) und Krautige Biomasse Anbau (Blühstreifen linear)

Auf die Energieholzhecke wurde in den diesem Szenarien verzichtet, um den weitläufigen Charakter der Siedlung zu erhalten. Durch die bestehende Energieversorgung mit Fernwärme ist auch die Nutzung von Holziger Biomasse vor Ort derzeit nicht möglich. Holzige und krautige Biomasse müssten außerhalb der Siedlung energetisch verwertet werden. Als aktive, technikbezogene Potenziale werden wieder die Photovoltaik und die Solarthermie, die Geothermie (Erdwärmesonden) betrachtet. Bei den Potenzialflächen für Photovoltaik und Solarthermie wurde wieder auf die Angaben des Bottroper Solarkatasters zurückgegriffen. Bei den Potenzialen der Biomasse wurden die halböffentlichen Flächen, die keine erkennbare Nutzung aufweisen, in einem Szenario als Anbauflächen ausgewiesen. Wie bei der Sydowstraße ließe sich mit diesen Flächen allein kein relevantes Biomasseaufkommen erzielen. Erst im Verbund mit anderen Siedlungen, öffentlichen Grünflächen und Bachflächen ließe sich durch Nutzung des Schnittgrüns aus der Vegetationsflächenpflege, der Biomüllsammlung und gegebenenfalls durch Anbau von Biomasse ein relevantes Biomasseaufkommen erzielen.

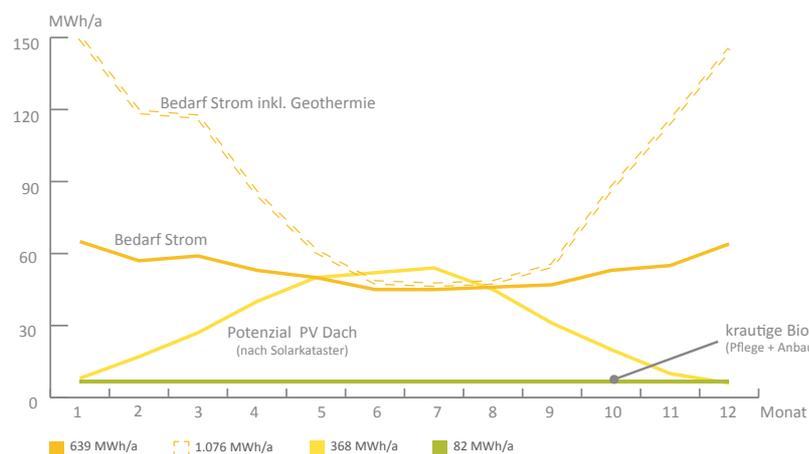
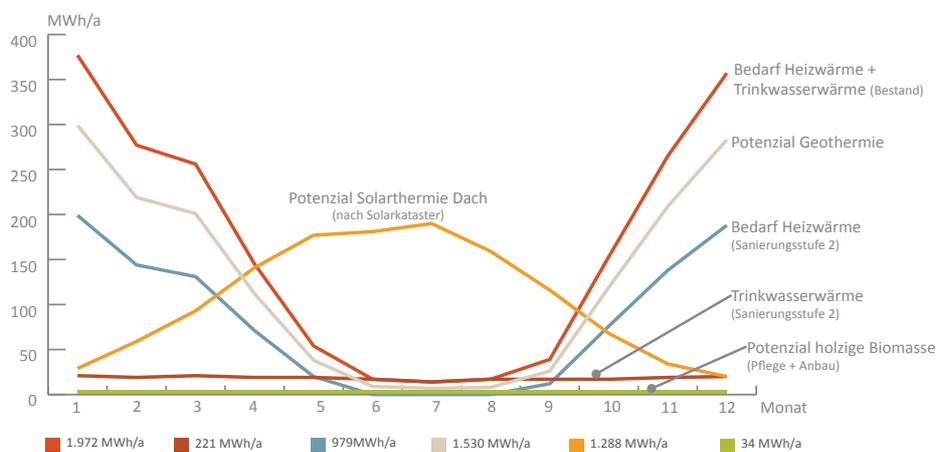
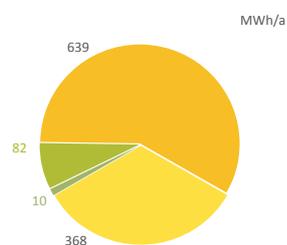
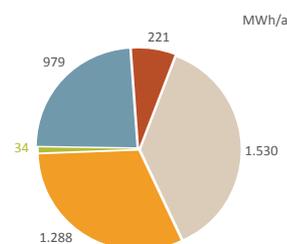


Abb. 189: Übersicht der energetischen Bedarfe und der aktiven Potenziale der Entwicklungsszenarien inklusive der Biomassepotenziale



#### Bedarfe und Potenziale

- Bedarf Heizwärme Sanierungsstufe 1
- Bedarf Heizwärme Sanierungsstufe 2
- Bedarf Trinkwasserwärme (San. 2)
- Bedarf Haushaltsstrom (ohne Geothermie)
- Potenzial Geothermie
- Potenzial Solarthermie Dach
- Potenzial Photovoltaik Dach
- Potenzial Biomüll
- Potenzial Biomasse Pflege + Anbau

**Krautige Biomasse Pflege - Nutzung bestehender Rasenflächen**

Dieser Baustein bildet zusammen mit dem Baustein Fassadenbegrünung das erste Entwicklungsszenario. Die bestehende Mulchmahd, bei der Rasenschnitt auf den Rasenflächen verbleibt muss dazu durch eine pflege mit Mähen + Abtransport des Rasenschnitts ersetzt werden. Dann kann die krautige Biomasse in einer entsprechenden Biogasanlage zu Biogas vergoren und energetisch genutzt werden. Der Abtransport verteuert allerdings die Pflegekosten.

Abb. 190: Bausteine der Entwicklungsszenarien für die Siedlung „In der Welheimer Mark“ – Verdichtung und Erweiterung des Gehölzbestands zur energetischen Nutzung (‘holzige Biomasse Pflege’)



**Verdichtung und Erweiterung des Gehölzbestands zur energetischen Nutzung**

Mit diesem Baustein wird auf eine sommerliche kühlwirkung durch Verschattung und auf die energetische Nutzung der holzigen Biomasse aus der Gehölzpflege gesetzt. Die holzige Biomasse müsste allerdings in einem Blockheizkraftwerk oder Heizkraftwerk verfeuert werden, da derzeit keine Möglichkeit zur direkten Nutzung in der Siedlung oder durch die Bewohner besteht. Dadurch wäre der Baustein in dieser Siedlung nicht so einfach zu realisieren wie in der Sydowstraße, in der die Gewinnung und Nutzung der holzigen Biomasse auch durch die Bewohner selbst erfolgen kann.

Abb. 191: Bausteine der Entwicklungsszenarien für die Siedlung „In der Welheimer Mark“ Nutzung der bestehenden Rasenflächen durch energetische Verwertung des Rasenschnitts



**Erneuerung und Erweiterung der Heckenstruktur**

Die Etablierung einer Heckenstruktur würde die Siedlung zum Straßenbereich hin fassen und damit stärker zwischen öffentlichen und nicht öffentlichen Bereichen trennen. Aufgrund der weitläufigen Struktur der Siedlung ist die windreduzierende Wirkung dieses Bausteins hier vermutlich geringer als in der Sydowstraße. Als Biomasse würden relativ geringe Mengen leicht verholzten Schnittgrüns anfallen, die in einer Trockenfermentationsanlage mitvergoren werden könnten.



Abb. 192: Baustein Heckenstruktur



### Fassadenbegrünung.

In der bereits sanierten und gedämmten Siedlung ist dieser Baustein Teil von vier Entwicklungsszenarien, denn er kann einen wichtigen Beitrag zur Reduktion der sommerlichen Überwärmung leisten. Bei den gedämmten Gebäuden kann allerdings keine selbstklimmende Fassadenbegrünung angebracht werden. Hier müssen Rankhilfen verwendet werden, die mit wärmebrückenmindernden Verankerungen die Außendämmung durchdringen. Sommergrüne Pflanzen reduzieren dann die sommerliche Aufheizung des Gebäudes durch Verschattung und Verdunstung.



Abb. 193: Baustein Fassadenbegrünung

### Krautige Biomasse Anbau - 'Blühstreifen'

Die Siedlung ist geprägt von großen zusammenhängenden Rasenflächen mit vereinzelten Bäumen oder Gehölzgruppen. Diese Gestaltung wurde auch nach der Sanierung der Siedlung beibehalten, da sie dem Bedürfnis der Bewohner nach Sicherheit entgegenkommt. Da die Rasenflächen keine weitere Nutzung aufweisen werden sie in Teilen durch den Anbau von Biomasse ersetzt (Anbau und Arten siehe Sydowstraße). Durch diesen Baustein wird die Siedlung in Form von 'Blühstreifen' zur Straße hin eingerahmt. Als kammartige Struktur kann der Biomasseanbau auch bis in die ungenutzten Rasenbereiche zwischen den Gebäuden greifen und damit einen höheren Biomasseertrag bringen. Die krautige Biomasse dient der Biogasgewinnung durch Fermentierung in einer geeigneten Biogasanlage. Die Höhe der Pflanzen kann ein bis zwei Meter betragen. Wie in der Siedlung Sydowstraße müssten die Pflanzen gesetzt oder ausgesät werden und wegen der Versickerungsmulden des dezentralen Regenwassermanagements mit Freischneidern bzw. Motorsensen geschnitten werden. Dazu kommt der Transport zur Biogasanlage. Durch den jährlichen Schnitt im Sommer ähneln die Blühstreifen eher einer Staudenrabatte, können aber im Maximum ein bis zwei Meter hoch werden. Durch ihren Rhythmus von Austrieb, Blüte, Schnitt, und Wiederaustrieb bringen sie eine jahreszeitliche Dynamik in die sonst eher gleichförmige Siedlung und sind daher Bestandteil von drei Entwicklungsszenarien.

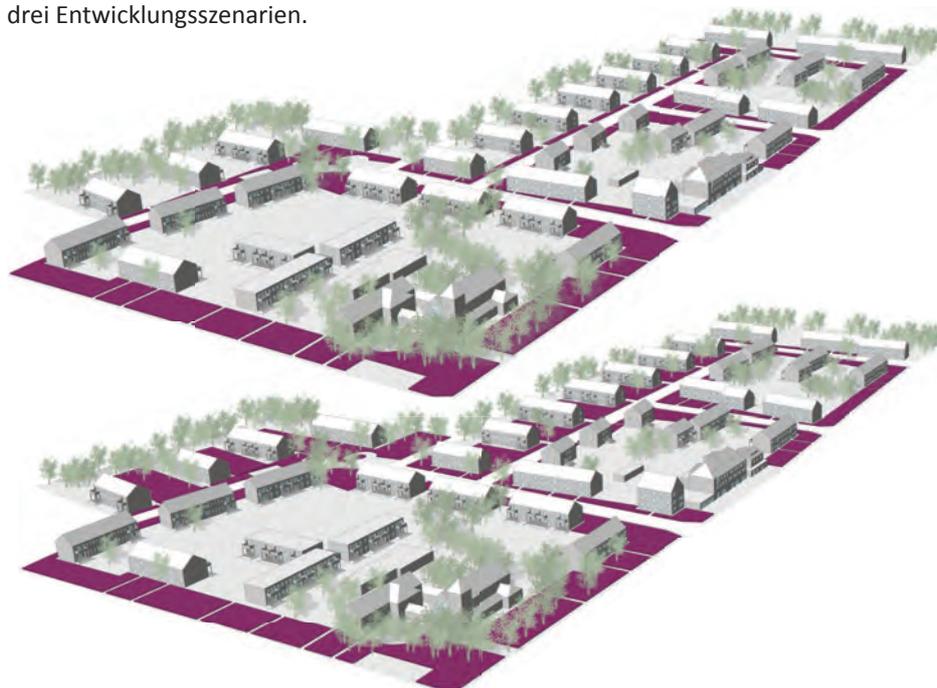


Abb. 194: Baustein 'Blühstreifen'



Abb. 195: Baustein Energieholzhecke

### Holzige Biomasse Anbau – ‘Energieholzhecke’

Der Baustein ‘Energieholzhecke’ dient dem Anbau holziger Biomasse. Die Hecke ist frei-wachsend, wird zwei bis vier Meter hoch und kann abschnittsweise je nach Gehölzart ca. alle fünf bis zehn Jahre ‘auf Stock gesetzt werden’, um das Holz einer thermischen Verwertung zuzuführen. Anbau und Nutzung in Eigenregie durch die Bewohner wären hier eher unwahrscheinlich, da die sanierten Wohnungen keine Möglichkeit zur Nutzung vor Ort bieten. Durch ihre Höhe und Breite ist die Windschutzwirkung der Energieholzhecke ausgeprägter als die der niedrigen Schnitthecke. Mit dem offenen Siedlungscharakter und dem Gestaltungsziel der guten Einsehbarkeit ist die Energieholzhecke allerdings nicht verträglich. Sie wird daher in dieser Siedlung in keinem Entwicklungsszenario verwendet.



Abb. 196: Entwicklungsszenario ‘Fassadenbegrünung + Blühstreifen’

### Fassadenbegrünung + Krautige Biomasse Pflege

Dieses Entwicklungsszenario kombiniert die verschattende und temperatursenkende Wirkung der sommergrünen Fassadenbegrünung mit der Nutzung des schon jetzt durch die Pflege anfallenden Rasenschnittguts. Damit werden bestehende Ressourcen genutzt und die Problematik der sommerlichen Überwärmung sowie der daraus eventuell resultierende Kühlbedarf reduziert.

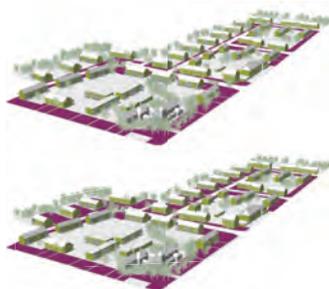


Abb. 197: Entwicklungsszenario ‘Fassadenbegrünung + Blühstreifen’

### Fassadenbegrünung + Krautige Biomasse Anbau

Bei diesem Entwicklungsszenario wird die Fassadenbegrünung und ihre Kühlwirkung mit dem Anbau krautiger Biomasse in Form der Blühstreifen (linear oder flächig) kombiniert. Damit steigt die Menge der anfallenden Biomasse. Der regelmäßige Rasenschnitt während der Vegetationsperiode wird im Bereich der krautigen Biomasse durch einen einmaligen Rückschnitt (Ernte) im Sommer ersetzt.

### Fassadenbegrünung + Holzige Biomasse Pflege + Krautige Biomasse Anbau

Mit der Kombination dieser drei Bausteine in einem Entwicklungsszenario kann neben krautiger Biomasse auch holzige Biomasse gewonnen werden. Dabei wird nur auf bestehende Ressourcen zurückgegriffen (die Biomasse, die bei der Pflege des Gehölzbestandes anfällt). Die holzige Biomasse müsste allerdings außerhalb der Siedlung thermisch verwertet werden, da in der Siedlung keine Möglichkeit zur Verwertung besteht.

## Auswirkungen der Bausteine und Entwicklungsszenarien "In der Welheimer Mark"

Baustein Entwicklungsszenario	Nutzung bestehender Rasenflächen
Pflege	Umstellung von Mulchmäh auf Mähen + Abtransport des Schnittgutes zu einer geeigneten Biogasanlage, leichte Erhöhung der Pflegekosten
Arten	Bestehender Rasen
Mikroklimatische Wirkung	Abkühlung im Sommer durch Verdunstung und starke Nachtauskühlung im Bereich der Rasenflächen
Energetischer Ertrag	Ca. 81 Tonnen Rasenschnitt pro Jahr   ca. 90 MWh (= ca. 60 MWh Strom)



Baustein Entwicklungsszenario	Verdichtung und Erweiterung des Gehölzbestands
Pflege	Die Ausweitung des Baumbestandes würde die Randbereiche Siedlung betreffen, die Ausweitung kann durch gelenkte Sukzession oder Anpflanzung geschehen, eine Ernte durch die Bewohner ist mangels örtlicher Verwertungsmöglichkeit unwahrscheinlich
Arten*	Heimische, für den Standort geeignete Gehölze mit Stockausschlagsvermögen wie Weide, Pappel, Esche, Hainbuche, Linde, Holunder und Hasel, bedingt auch Eiche, Birke und Ahornarten
Mikroklimatische Wirkung	Sommerliche Kühlwirkung durch Verschattung und Verdunstung, kaum Veränderung bei der Nachtauskühlung, bei immergrünen Gehölzen Windschutz im Winter der aber aufgrund der gedämmten Gebäude eher dem Freiraum zugutekommt
Energetischer Ertrag	Ca. 7 Tonnen pro Jahr   ca. 15 MWh Heizwert



Baustein Entwicklungsszenario	Fassadenbegrünung
Pflege	Rück- oder Auslichtungsschnitt bei Bedarf, Kontrolle der Rankhilfe
Arten <sup>2</sup>	Sommergrüne schlingende oder windende Gerüstkletterpflanzen wie z.B. Blauregen, Pfeifenwinde, Geißblatt, Knöterich, Akebia, (Flamingo-)Strahlengriffel oder rankende wie Clematis oder Rebe
Mikroklimatische Wirkung	Absorption und Reflexion von 40 % bis 80 % der eintreffenden Solarstrahlung, dadurch erwünschte sommerliche Kühlwirkung
Energetischer Ertrag	Geringe Schnittmenge bei Rück- oder Auslichtungsschnitt



Baustein Entwicklungsszenario	Heckenstruktur
Pflege	Ein bis zwei Formschnitte pro Jahr, Erhöhung des Pflegeaufwands für Firmen bei Ausweitung/Neuanlage von Heckenstrukturen
Arten	Wie Bestand, Liguster
Mikroklimatische Wirkung	Windreduktion im Leebereich um max. 60 % in einer Entfernung von 2,5 bis 5 Metern von der 1,2 Meter hohen Hecke, dadurch leichte Minderung der Auskühleffekte, bei den gedämmten Gebäuden eher im Freiraum wirksam
Energetischer Ertrag	Leicht verholzte Biomasse bei jährlichem Rückschnitt



Baustein Entwicklungsszenario	Energieholzhecke - holzige Biomasse Anbau
Pflege	Rückschnitt zur Holzgewinnung ca. alle fünf Jahre, auch abschnittsweise möglich, Ernte mit Motorsäge/geeigneter Motorsense + Abtransport und Häckseln
Arten	Siehe Arten `Verdichtung und Erweiterung des Gehölzbestands`
Mikroklimatische Wirkung	Windreduktion im Leebereich um max. 60 % in einer Entfernung von 4 bis 16 Metern von der Hecke, dadurch deutlichere Minderung der Auskühleffekte in der Vegetationsperiode, im Winter geringere da sommergrüne Gehölze; im Sommer könnte es temporär zu einer Zunahme der Wärmebelastung kommen, da der Luftaustausch begrenzt wird
Energetischer Ertrag	ca. 5 Tonnen pro Jahr   ca. 18 MWh Heizwert



Baustein Entwicklungsszenario	Blühstreifen - krautige Biomasse Anbau
Pflege	Rückschnitt je nach Art im Frühsommer oder Herbst, mit Mäher oder Motorsense/Freischneider, eventuell auch mit Mäher oder Traktor + Anbaugerät
Arten	z.B. Durchwachsene Silphie, Topinambur, Wildstaudenmischung, Miscanthus, siehe auch aktuelle Anbauempfehlungen der TLL
Mikroklimatische Wirkung	leichte Windreduktion in der Vegetationsperiode bis zur Ernte
Energetischer Ertrag	ca. 9 - 16 Tonnen pro Jahr   ca. 27 - 46 MWh (= ca. 18 - 31 MWh Strom)



2 Genaue Beschreibung der Arten und Sorten siehe Gebäude Begrünung Energie 2014, S. 270 bis 305

## Fazit

Mit der Maßnahme „Optimierung der Energieeffizienz bestehender Wohnsiedlungen durch eine integrierte Betrachtung von Gebäuden und Freiflächen“ sollten die Möglichkeiten eines Zusammenschaltens von aktiven und passiven Potenzialen bei der energetischen Sanierung von Siedlungen untersucht werden.

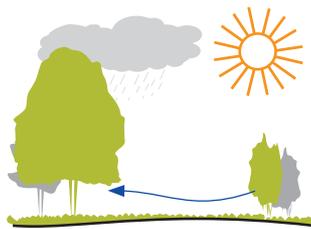
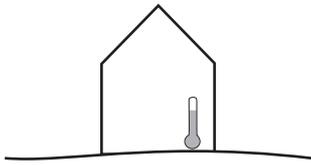


Abb. 198: Gebäude und Freiraum

Die Nutzung aktiver Potenziale, also der Einsatz von Techniken zur regenerativen Energiebereitstellung am und im Gebäude, ist inzwischen weitestgehend Stand der Technik. Die Nutzung bestimmter passiver, sich aus der Wechselwirkung von Vegetation, Freiflächengestaltung, Topografie und Bebauung ergebender Potenziale zur Beeinflussung des Siedlungsklimas und damit des Energiebedarfs, ist ein gleichermaßen altes wie neues Betrachtungsfeld.

Alt, denn das klimagerechte Bauen, das auf die örtlichen Klimabedingungen eingeht und Gebäude wie Siedlungen optimal an diese anpasst, war bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts unumgänglich. Neu, weil es noch wenige Erkenntnisse über die Interaktion angestrebter Sanierungen von Gebäuden und Freiraumgestaltung im Sinne einer energieeffizienten Siedlungsplanung gibt<sup>1</sup>.

Die vorliegende Arbeit versucht, die stadtklimatischen Potenziale und Probleme anhand unterschiedlicher Stadtraumtypen wie Einfamilienhaussiedlung, Zeilenbebauung oder Blockrandgebiete aufzuzeigen. Sie will für den jeweiligen Stadtraumtyp Lösungsvorschläge – tradierte wie innovative – aufzeigen und wo möglich auch Kennwerte nennen. Dabei besteht bei stadtklimatischen Effekten noch immer die Problematik, dass Auswirkungen nur in ihren Tendenzen benannt werden können, Messungen von Effekten aber immer aus lokalen Gegebenheiten resultieren, die sich nicht eins zu eins auf andere Standorte übertragen lassen. Die genannten Kennwerte erheben daher keinen Anspruch auf Vollständigkeit oder gar Allgemeingültigkeit. Sie sollen vielmehr eine Vorstellung von Auswirkungen und deren möglicher Intensität geben.

Für eine Übertragung in die Praxis stehen folgende Fragen im Vordergrund: Um welchen Stadtraumtyp handelt es sich und welche Wirkung soll erzielt werden? Geht es um die Reduktion der sommerliche Überwärmung oder die Minderung winterlicher Auskühl-effekte? Handelt es sich um einen dicht bebauten Stadtraumtyp im Stadtzentrum oder stark durchgrünter Stadtraumtyp in Stadtrandlage? Auf diese grundsätzliche Fragestellung wird in „Kapitel I – Stadtklimatische Potenziale“ mit den ‚Steckbriefen‘ der einzelnen Stadtraumtypen eingegangen. Parallel dazu werden in „Kapitel II – Energetische Potenziale“ die energetischen Bedarfe und die regenerativen Potenziale zur Bereitstellung von Energie aus Photovoltaik, Solarthermie, oberflächennaher Geothermie und Biomasse aufgeführt. Die genannten Werte basieren auf den Arbeiten des Forschungsprojektes „EnEff:Stadt UrbanReNet“<sup>2</sup>, die im vorliegenden Projekt erstmals angewendet und evaluiert wurden.

Mit der Biomassegewinnung im Siedlungsraum stand auch ein bislang noch wenig betrachtetes Potenzial im Fokus, das sowohl den aktiven wie den passiven Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz im Siedlungsraum zugeordnet werden kann. Die Gewinnung von Biomasse im Siedlungsraum wurde daher auch nicht unter dem Gesichtspunkt des ‚Maximalertrags‘ betrachtet, also der Gewinnung möglichst groß Biomasse- oder Bioenergiemengen, sondern unter dem Gesichtspunkt einer Mehrfachnutzung bestehender Ressourcen bzw. als Anpassung des Bestandes. Für die untersuchten Siedlungen im Gebiet der InnovationCity Ruhr | Modelstadt Bottrop ([www.icuhr.de](http://www.icuhr.de)) wurde die Vereinbarkeit der Zielstellungen ‚Verbesserung des Siedlungsklimas‘ und ‚Erhöhung des Biomasseaufkommens‘<sup>3</sup> mit den Anforderungen der Freiflächenpflege und der Nutzbarkeit der Freiflächen in Testentwürfen ausgelotet.

<sup>1</sup> Zum Thema Gebäudebegrünung und Energie vgl. Pfoser et al. 2014

<sup>2</sup> siehe Einleitung, vgl.: Hegger et al. 2013 a

<sup>3</sup> aus der Freiflächenpflege oder durch Anbau

Anhang

## Übersicht der baustrukturellen und energetischen Kennwerte der Modellsiedlungen

Alle energetische Kennwerte beziehen sich auf ein Jahr. Die Kennwerte (baustrukturell und energetisch) basieren auf den Steckbriefen energetischer Stadtraumtypen des Forschungsprojektes UrbanReNet (vgl. Hegger 2013)

Allgemeine Daten	Einheiten	Sydow Straße	Prosper Siedlung	Wortmann Straße	Trappen Straße	Boymanns-heide	Welheimer Markt	Im Wert
Baualter	[-]	1922-1938	1985-1997	1908-1921 ?	1954-1974	1908-1921?	1954-1974	1908-1921 ?
Sanierungszustand	[-]	unsaniert	unsaniert	saniert	unterschiedlich	unterschiedlich	unterschiedlich	unsaniert
Denkmalschutz	[-]	Ja	Nein	Nein ?	Nein	z.T.	Nein	Nein
Eigentümer	[-]	Vivawest u. Einzel.	Vivawest u. Annington	Vivawest	Annington	Annington u. Einzel	Vivawest	Annington
Nettobauland (NBL)	ha	4,7	2,9	3,2	5,2	4,7	7,7	1,8
Geschossigkeit	[-]	1,5	4,0	1,5	3,0	1,5 u. 2,5	2,0	1,5
<b>Baustruktur</b>								
GRZ	[-]	0,14	0,27	0,14	0,27	0,14	0,27	0,14
GFZ	[-]	0,23	0,95	0,23	0,95	0,23	0,95	0,23
Anzahl Gebäude	$n_{GE}/ha\ ges.$	65,8	49,0	44,8	88,0	65,8	131	25,2
Anzahl Wohneinheiten	$n_{WE}/ha\ ges.$	98,7	302	67,2	405,6	98,7	400	37,8
Anzahl Einwohner	$n_{EW}/ha\ ges.$	197,4	545	134,4	733,2	197,4	723,8	75,6
Wohnfläche	$m^2_{WFL}/ha\ ges.$	8.657	22.591	5.894	40.508	8.657	59.983	3.316
Anzahl Vollgeschosse	[-]	1,5	4,0	1,5	4,0	1,50	2,0	1,5
Gebäudegrundfläche	$m^2$	92	155	92	155	92	155	92
Hüllfläche pro Einwohner	$m^2/EW$	168	75	168	75	168	75	168
Dachfläche pro Einwohner	$m^2/EW$	50	16	50	16	50	16	50
Parzellengröße	$m^2$	720	1.916	720	1.916	720	1.916	720
<b>Freiraumstruktur</b>								
Versiegelte Flächen	%	26	35	26	35	26	35	26
Versiegelt nicht überbaut	%	31	23	31	23	31	23	31
Versiegelt überbaut	%	69	77	69	77	69	77	69
überbaut beheizt	%	76	98	76	98	76	98	76
überbaut unbeheizt	%	24	2	24	2	24	2	24
Freiflächen	%	82	73	82	73	82	73	82
Anteilig versiegelt unbebaut	%	10	11	10	11	10	11	10
Anteilig unversiegelt	%	90	89	90	89	90	89	90
Anteilig Gehölze	%	17	8	17	8	17	8	17
Anteilig allg. Grün	%	83	92	83	92	83	92	83
<b>Bedarfe</b>								
Heizwärmebedarf Unsanziert	MWh/ha ges.*a	2.198	2.836	1.804	8.264	2.650	5.292	1.015
Heizwärmebedarf Teilsaniert (Dach, Keller, Fenster)	MWh/ha ges.*a	1.442	2.353	1.307	4.241	1.920	3.301	735
Heizwärmebedarf Saniert (nach EnEV 2009)	MWh/ha ges.*a	633	1.641	475	2.170	698	1.844	267
Heizwärmebedarf Passivhausstandard	MWh/ha ges.*a	451	1.060	307	1.404	451	1.181	173
Warmwasserbedarf nach Personenanzahl (Wohnen)	MWh/ha ges.*a	98	272	67	366	98	361	38
Strombedarf (Wohnen)	MWh/ha ges.*a	365	777	248	1.045	365	1.032	140
<b>Potenziale Geothermie</b>								
Anzahl Geothermischer Sonden pro $m^2$ Freifläche	$ngs/m^2FF$	0,01	0,015	0,011	0,01	0,01	0,01	0,01
Anzahl Geothermischer Sonden $ngs$	$ngs/ha\ ges.$	440	307	300	551	440	816	169
Geothermische Entzugsenergie $Qu_{w,g}$	MWh/ha ges.L*a	5.229	3.649	3.560	6.544	5.229	9.690	2.003
zugeführte Energie durch WP $Q_{wp}$	MWh/ha ges.*a	2.092	1.460	1.424	2.618	2.092	3.876	801
Wärmeenergie $Q_{WE, uw,g+wp}$	MWh/ha ges.*a	7.321	5.109	4.984	9.161	7.321	13.566	2.804

<b>Potenzielle Dachflächen Solar</b>	<b>Einheiten</b>	<b>Sydow Straße</b>	<b>Prosper Siedlung</b>	<b>Wortmann Straße</b>	<b>Trappen Straße</b>	<b>Boymanns-heide</b>	<b>Welheimer Markt</b>	<b>Im Wert</b>
Solarthermie tatsächlich nutzbare Dachfläche 0-45° ges.	m²/ha ges.	5.499	7.795	3.744	13.978	5.499	20.698	2.106
Photovoltaik tatsächlich nutzbare Dachfläche 0-45° ges.	m²/ha ges.	7.335	7.795	4.994	13.978	7.335	20.698	2.809
Summe Wärmeenergie pro Jahr QWE,j,a,a,	MWh/ha ges.*a	2.068	2.756	1.409	4.942	2.069	7.318	792
Summe Elektrische Energie pro Jahr QEL,j,a,a,	MWh/ha ges.*a	735	787	501	1.412	735	2.091	282
<b>Potenzielle Fassanfläche Solar</b>								
Solarthermie tat. nutzbare Fassadenfläche 90° ges.	m²/ha ges.	/	15.503	/	18.533	/	13.721	/
Photovoltaik tatsächlich nutzbare Fassadenfläche 90° ges.	m²/ha ges.	/	16.913	/	20.218	/	14.969	/
Summe Wärmeenergie pro Jahr QWE,j,a,a,	MWh/ha ges.*a	/	1.277,45	/	852	/	426	/
Summe Elektrische Energie pro Jahr QEL,j,a,a,	MWh/ha ges.*a	/	1.118,50	/	1.265	/	937	/
<b>Potenzielle Freifläche Solar</b>								
Solarthermie tatsächlich nutzbare Freifläche 0° ges.	m²/ha ges.	/	1.059	/	1.898	/	2.811	/
Photovoltaik tatsächlich nutzbare Freifläche 0° ges.	m²/ha ges.	/	1.059	/	1.898	/	2.811	/
Summe Wärmeenergie pro Jahr	MWh/ha ges.*a	/	398	/	713	/	1.056	/
Summe Elektrische Energie pro Jahr	MWh/ha ges.*a	/	114	/	204	/	302	/
<b>Potenzielle Abwasserwärme</b>								
Abwassermenge im Jahr	m³/ha ges.	8.609	23.838	5.862	32.114	8.609	31.702	3.297
Entzugsenergie Abwasser Qabw	MWh/ha ges.*a	19,2	53,1	13,1	71,6	19,2	70,6	7,3
zugeführte Energie durch WP Qwp	MWh/ha ges.*a	6,4	17,7	4,4	23,9	6,4	23,5	2,4
Wärmeenergie QWE,uw,g+wp	MWh/ha ges.*a	25,6	70,8	17,4	95,4	25,6	94,2	9,8
<b>Potenzielle Bioabfall</b>								
absoluter Massenertrag pro ha ges. und Jahr	t/ha ges.*a	10,0	27,8	6,8	37,4	10,0	36,9	3,8
absoluter Biogasertrag pro ha ges. und Jahr	m³/ha ges.	1.002	2.776	683	3.739	1.002	3.691	384
absoluter Heizwert pro ha ges. und Jahr	MWh/ha ges.*a	6,0	16,7	4,1	22,4	6,0	22,1	2,3
Wärmeenergie, VL 70°	MWh/ha ges.*a	5,1	14,2	3,5	19,1	5,1	18,8	2,0
KWK-Wirkungsgrad	[-]	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Elektrische Energie KWK pro Jahr	MWh/ha ges.*a	1,70	4,72	1,16	6,36	1,70	6,27	0,65
Wärmeenergie KWK pro Jahr	MWh/ha ges.*a	3,41	9,44	2,32	12,71	3,40	12,55	1,30
<b>Potenzielle Biomasse allgemeines Grün/Rasen</b>								
absoluter Massenertrag pro ha ges. und Jahr	t/ha ges.*a	57,7	35,0	39,3	62,7	57,7	92,8	22,1
absoluter Biogasertrag pro ha ges. und Jahr	m³/ha ges.	10.669	6.468	7.264	11.598	10.669	17.174	4.086
absoluter Heizwert pro ha ges. und Jahr	MWh/ha ges.*a	64,0	13,4	43,6	69,6	64,0	103	24,5
Wärmeenergie, VL 70°	MWh/ha ges.*a	54,4	33,0	37,0	59,1	54,4	87,6	20,8
KWK-Wirkungsgrad	[-]	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Elektrische Energie KWK pro Jahr	MWh/ha ges.*a	18,14	3,79	12,35	19,72	18,14	29,19	6,95
Wärmeenergie KWK pro Jahr	MWh/ha ges.*a	36,27	7,58	24,70	39,43	36,27	58,39	12,89
<b>Potenzielle Biomasse Gehölz</b>								
absoluter Massenertrag pro ha ges. und Jahr	t/ha ges.*a	2,60	0,70	1,80	1,25	2,60	1,85	1,00

absoluter Heizwert pro ha ges. und Jahr	MWh/ha ges.*a	5,50	1,47	3,80	2,63	5,50	3,89	2,10
Wärmeenergie, VL 70°	MWh/ha ges.*a	4,70	1,25	3,20	2,24	4,70	3,31	1,80
KWK-Wirkungsgrad	[-]	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Elektrische Energie KWK pro Jahr	MWh/ha ges.*a	1,56	0,42	1,06	0,75	1,56	1,10	0,60
Wärmeenergie KWK pro Jahr	MWh/ha ges.*a	3,13	0,83	2,13	1,49	3,13	2,20	1,20
<b>Potenziale Biomasse aktiver Anbau nutzbare Fläche</b>								
Freifläche, grün, pro m² Freifläche	m²ag,ra/m²FF	0,75	2,39	0,75	4,29	0,75	6,36	0,75
Reduktionsfaktor licht/dicht (0,5=licht / 0,7=dicht)	[-]	0,50	1,45	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Freifläche, grün pro ha NBL	m²/ha ges.	14.417	8.740	9.816	15.673	14.417	23.207	5.522
<b>Potenziale Biomasse aktiver Anbau Holz</b>								
absoluter Massenertrag pro ha ges. und Jahr	t/ha ges.*a	12,62	7,65	8,59	13,71	12,62	20,31	4,83
absoluter Heizwert pro ha ges. und Jahr	MWh/ha ges.*a	45,42	27,53	30,92	49,37	45,42	73,10	17,39
Wärmeenergie, VL 70°	MWh/ha ges.*a	38,60	23,40	26,28	41,96	38,60	62,14	14,78
KWK-Wirkungsgrad	[-]	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Elektrische Energie KWK pro Jahr	MWh/ha ges.*a	12,87	7,80	8,76	13,99	12,87	20,71	4,93
Wärmeenergie KWK pro Jahr	MWh/ha ges.*a	25,74	15,60	17,52	27,98	25,74	41,4	9,86
<b>Potenziale Biomasse aktiver Anbau halmgutartig</b>								
absoluter Massenertrag pro ha ges. und Jahr	t/ha ges.*a	24,51	14,86	16,69	26,64	21,51	39,45	9,39
absoluter Heizwert pro ha ges. und Jahr	MWh/ha ges.*a	95,59	57,95	65,08	103,91	95,59	153,87	36,61
Wärmeenergie, VL 70°	MWh/ha ges.*a	81,25	49,26	55,32	88,32	81,25	131,00	31,12
KWK-Wirkungsgrad	[-]	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Elektrische Energie KWK pro Jahr	MWh/ha ges.*a	27,08	16,42	18,44	29,44	27,08	43,59	10,37
Wärmeenergie KWK pro Jahr	MWh/ha ges.*a	54,17	32,84	36,88	58,88	54,17	87,19	20,74
<b>Potenziale Biomasse aktiver Anbau krautig</b>								
absoluter Massenertrag pro ha ges. und Jahr	t/ha ges.*a	23,07	13,98	15,71	25,08	23,07	37,13	8,83
absoluter Biogasertrag pro ha ges. und Jahr	m³/ha ges.	418,11	253,47	284,67	454,50	418,11	673,02	160,13
absoluter Heizwert pro ha ges. und Jahr	MWh/ha ges.*a	66,90	40,56	45,55	72,72	66,90	107,68	25,62
Wärmeenergie, VL 70°	MWh/ha ges.*a	56,86	34,47	38,71	61,81	56,86	91,53	21,78
KWK-Wirkungsgrad	[-]	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Elektrische Energie KWK pro Jahr	MWh/ha ges.*a	18,95	11,49	12,90	20,60	18,95	30,51	7,26
Wärmeenergie KWK pro Jahr	MWh/ha ges.*a	37,91	22,98	25,81	41,20	37,91	61,02	14,52

## Nachweis der mikroklimatischen Kennwerte

Abflussbeiwerte ( $\Psi$ , auch C)	Sukopp und Wittig 1998, S. 133
Adiabate Gebäudekühlung	Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin 2010, S, 55
Adiabate Kühlwirkung von Gründächern	Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin 2010, S, 16 und S. 17
Albedowerte	Sukopp und Wittig 1998, S. 134
Anstieg Lufttemperatur durch Straßenverkehr	Franke, 1977, S. 34
Auskühleffekten durch Wind	Städtebauliche Klimafibel 2007, Kap. 6.2.4
Barrierewirkungen innerhalb von Luftleitbahnen	Städtebauliche Klimafibel 2007, Kap 6.2.2
Beitrag fehlender Verdunstung zum Wärmeinseleffekt	Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin 2010, S, 11
Biodiversität von Gärten	ERR Raumplaner 2003, S. 39 bis 103
Charakteristik des Stadtklimas	zusammengestellt nach Franke 1977. S. 22 und Sukopp und Wittig 1998, S. 125 bis 153
Dämmeffekt Dachbegrünung	Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin 2010, S. 31, Gebäude Begrünung Energie 2014, S. 104
Dämmeffekt immergrüne Fassadenbegrünung	Städtebauliche Klimafibel 2007, Kap. 6.1.5
Dämpfung Temperaturamplitude durch Fassadenbegrünung	Städtebauliche Klimafibel 2007, Kap. 6.1.5
Emissionsschutz (Luftschadstoffe)	Städtebauliche Klimafibel 2007, Kap. 6.3.3
Fernwirkung Gründach ca. 100 Meter	Horbert 2000, S. 141
Flächenbedarf Flächenversickerung, Mulde, Rigole	Sieker 2006, Tab. III 7-20, S. 195
Gebäudekühlung durch Vegetations- oder Wasserflächen	Daniels 1998, S. 66
Grauwasserecycling	Schriftenreihe fbr 16, 2013, S. 133 bis 145 (Pilotprojekt Arminplatz, Nolde und Partner)
Kaltluftentstehungsgebiete	Städtebauliche Klimafibel 2007, Kap. 6.3.3, Franke, 1977, S. 114 bis S. 118
Kaltluftproduktion von Wiesen u.ä.Vegetationsflächen	Städtebauliche Klimafibel 2007, Kapitel 6.2.1
Kohlenstoffspeicherfähigkeit von Böden	Idel, Anita 2011 S. 31 und S. 33 f
Kohlenstoffspeicherfähigkeit von Gehölzen	Adler, Kändler, Kern 2001, S. 18 ff
Kühlung durch Innenhofbegrünung	Horbert 2000, S. 153
Lärminderung durch Vegetation	Städtebauliche Lärmfibel 2005, Kap. 6.2.1.6
Latenter Wärmeentzug durch Verdunstung von Wasser	Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin 2010, S. 15 bis S. 17 und S. 35 f
Oberflächentemp. Asphalt, Bitumendach, Gras (Sommer)	Franke, 1977, S. 11 f
Oberflächentemperatur Gründach bis 30°C (Sommer)	Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin 2010, S. 30
Platzbedarf für dezentrale Versickerung	Sieker 2006, Tab. III 7-20, S. 195
Reduktion der Lufttemperatur durch Bäume	Bruse 2003, S. 70, Horbert 2000, S. 153
Reduktion Lufttemp. Dachterasse/Innenraum durch Gründach	Horbert 2000, S. 142
Reflektieren und absorbieren durch Fassadenbegrünung	Städtebauliche Klimafibel 2007, Kap. 6.1.5

Regenrückhaltevermögen von Gründächern	exemplarisch Herstellerangaben von Optigrün, <a href="http://www.optigruen.de">www.optigruen.de</a>
Sauerstoffproduktion durch Vegetationsflächen	Städtebauliche Klimafibel 2007, Kap. 2.4
Schadstoffanreicherung durch Bäume in Straßen	Bruse 2003, S. 68 f, Horbert 2000, S. 165 f
Schallminderung Gründach ca.	Horbert 2000, S. 142
Staubablagerung bei sommergrüner Fassadenbegrünung	Gebäude Begrünung Energie, S. 177
Temperaturunterschied Gartenhof/unbegrünter Innenhof	Horbert 2000, S. 153
Ventilationswirksame Begrünung	Loidl und Kiefer 1988, S. 45 f
Verdunstung durch Fassadenbegrünung	Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin 2010, S. 15 bis S. 17 und S. 35 f
Verschattung durch Fassadenbegrünung	Städtebauliche Klimafibel 2007, Kap. 6.1.5
Windschutz durch Hecken	Illner und Gandert 1956, S. 27
Wirkung von Vegetationsflächen in das umliegende Stadtgebiet	Bruse 2003, S. 68

## Literaturverzeichnis

### Einleitung

Hegger M., Dettmar J., Martin A., Meinberg T., Boczek B., Drebes C., Greiner M., Hesse U., Kern T., Mahlke D., Al-Najjar A., Schoch C., Schulze J., Sieber S., Stute V., Sylla O., Wurzbacher S., Zelmer A., (2013 a) UrbanReNet I EnEff:Stadt – Verbundprojekt Netzoptimierung – Teilprojekt: Vernetzte regenerative Energiekonzepte im Siedlungs- und Landschaftsraum.

#### Internetquellen

Stewart I.D. and Oke T.R. (2012) Local climate zones for urban temperature studies, erschienen in BAMS - Bulletin of the American Meteorological Society, Dezember 2012, S. 1879 bis 1900, <http://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/BAMS-D-11-00019.1> (aufgerufen 05.05.2014).

### Kapitel I

Adler, P., Kändler, G., Kern, H. (2011) Wie viel Kohlenstoff speichern Stadtbäume? Ergebnisse der Stadt Karlsruhe, Pro Baum 4/2011, Patzer Verlag, Berlin – Hannover.

Daniels, K. (1998) Low Tech - Light Tech - High Tech – Bauen in der Informationsgesellschaft, Birkhäuser Verlag, Basel, S. 66.

Emscher Genossenschaft (Hrsg) (2006): Masterplan Emscher-Zukunft, Essen, Kap B 2.2.2.

ERR Raumplaner, Eigenmann, T., Weiss, A. (2003): Handbuch Siedlungsökologie – Praxisorientierter Beitrag zur ökologischen Aufwertung des Siedlungsraums, vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, Zürich, S. 39 bis 103.

Fbr – Fachverband Betriebs- und Regenwassernutzung e.V. (Hrsg.) (2013) Energetische Nutzung von Regenwasser, Schriftenreihe fbr 16, zur Fachtagung Energetische Nutzung von Regenwasser, a. 28.02.2013 in Berlin, Darmstadt.

Franke, E. (Hrsg.) (1977) Stadtklima – Ergebnisse und Aspekte für die Stadtplanung, Veröffentlichung der Forschungsgemeinschaft Bauen und Wohnen, Nr. 108, Karl Krämer Verlag, Stuttgart.

Horbert, M. (2000) Klimatologische Aspekte der Stadt- und Landschaftsplanung, erschienen im Rahmen von Landschaftsentwicklung und Umweltforschung – Schriftenreihe im Fachbereich Umwelt und Gesellschaft, Nr. 113, Technische Universität Berlin, Berlin.

Idel, A. (2011) Die Kuh ist kein Klima-Killer! – Wie die Agrarindustrie die Erde verwüstet und was wir dagegen tun können, Herausgegeben von der Schweisfuth-Stiftung, Metropolis Verlag, Marburg.

Illner, K. und Gandert, K. D. (1956) Windschutzhecken – Anlage, Pflege, Nutzung, Deutscher Bauernverlag, Berlin.

Kuttler, W (2009) Klimatologie, UTB Schöningh Paderborn, S. 124.

- Loidl, H. und Kiefer G. (1988) Einheit oder Dualismus – Einige Bausteine zum Verhältnis von Gebäude und Freiraum in der Stadt, veröffentlicht in Garten + Landschaft, Ausgabe 10/88, S. 45.
- Loidl-Reisch, Cordula (1992) Der Hang zur Verwilderung: die Anziehungskraft der Verwilderung und ihre Bedeutung als Träger illusionistischer Freirauminszenierungen, 2., verb. Aufl., Picus Verlag, Wien, S. 124 f
- Pfoser N., Jenner N., Henrich J., Heusinger J., Weber S., (Hrsg.: FLL – Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V.) (2014) Gebäude Begrünung Energie FLL-Schriftenreihe „Forschungsvorhaben“, FV 2014/01.
- Sieker, F., Kaiser, M., Sieker, H. (2006) Dezentrale Regenwasserbewirtschaftung im privaten, gewerblichen und Kommunalen Bereich – Grundlagen und Ausführungsbeispiele, Frauenhofer IRB Verlag, Stuttgart, Tab. III 7-20, S. 195.
- Sukopp, H. und Wittig, R. (Hrsg.) (1998) Stadtökologie, Gustav Fischer Verlag, 2. Auflage, Stuttgart.
- Weber, Stephan und Kuttler, Wilhelm (2003) Analyse der nächtlichen Kaltluftdynamik und -qualität einer stadtklimarelevanten Luftleitbahn, erschienen in: Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft, Ausgabe 63, Nr. 9 - September, S. 381 bis 386.
- Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg (HRSG.) (2007) Solarfibel: Städtebauliche Maßnahmen: Energetische Wirkzusammenhänge und Anforderungen, 5. Auflage 2007, Stuttgart.

#### Internetquellen

- BBSR (Hrsg) (2011) Ursachen und Folgen des Klimawandels durch urbane Konzepte begegnen - Skizzierung einer klimawandelgerechten Stadtentwicklung, Online-Publikation, Nr. 22/2009, www.bbsr.bund.de/cdn\_032/nn\_21890/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BBSROnline/2009/ON222009.html (aufgerufen 22.10.2014).
- Berichte des Deutschen Wetterdienstes 237 (2011) Frankfurt am Main im Klimawandel –Eine Untersuchung zur städtischen Wärmebelastung, Deuter Wetterdienst, Autoren: Früh, Barbara ; Koßmann, Meinolf ; Roos, Marita, Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach am Main, <http://www.dwd.de/bvbw/generator/DWDWWW/Content/Oeffentlichkeit/PB/PBFB/Periodika/Berichte/Inhaltsverzeichnisse/237-gesamt.templateid=raw.property=publicationFile.pdf/237-gesamt.pdf> (aufgerufen am 02.07.2014).
- Bruse Michael (2003) Stadtgrün und Stadtklima – Wie sich Grünflächen auf das Mikroklima in Städten auswirken, veröffentlicht in: LÖBF-Mitteilungen, Ausgabe 1/03. [http://www.helix-pflanzensysteme.de/media/block\\_downloads/213/21-stadtgruen-und-stadtklima-bruse-loebf-mitteilungen-1-03.pdf](http://www.helix-pflanzensysteme.de/media/block_downloads/213/21-stadtgruen-und-stadtklima-bruse-loebf-mitteilungen-1-03.pdf) (aufgerufen 10.11.2014).
- IBA Emscher Park(2014) Leitthemen der IBA Emscher Park, [www.ruhrgebiet-regionalkunde.de/vertiefungsseiten/leitthemen\\_iba.php](http://www.ruhrgebiet-regionalkunde.de/vertiefungsseiten/leitthemen_iba.php) (aufgerufen 22.10.2014).
- Internetseite Optigrün, Internetseite (2014) Übersicht der Gründachsysteme: [www.optigruen.de/systemloesungen/](http://www.optigruen.de/systemloesungen/) (aufgerufen am 02.07.2014).
- Krüger, S. (2009) Prima Klima!? Behaglich arbeiten im Büro, Arbeitsschutz und Prävention, Unfallkasse des Bundes, Prima Klima 11/2009, [www.uk-bund.de/downloads/Seminare/Vortr%C3%A4ge%20Potsdam%202009/Kr%C3%BCger.pdf](http://www.uk-bund.de/downloads/Seminare/Vortr%C3%A4ge%20Potsdam%202009/Kr%C3%BCger.pdf) (aufgerufen am 15.04.2014).
- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin (2010) Konzepte der Regenwasserbewirtschaftung, Berlin, 2010, siehe auch [www.gebaeudekuehlung.de/SenStadt\\_Regenwasser\\_dt.pdf](http://www.gebaeudekuehlung.de/SenStadt_Regenwasser_dt.pdf) (aufgerufen 05.05.2014).
- Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg in Zusammenarbeit mit dem Amt für Umweltschutz Stuttgart (Hrsg.) (2007) Städtebauliche Klimafibel, Onlineausgabe 2007 (aufgerufen 13.01.2011), Neuauflage 2012 [www.staedtebauliche-klimafibel.de/?p=81](http://www.staedtebauliche-klimafibel.de/?p=81) (aufgerufen 20.03.2014).
- Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg in Zusammenarbeit mit dem Amt für Umweltschutz Stuttgart (2005) Städtebauliche Lärmfibel, Onlineausgabe 2005 (aufgerufen 15.12.2010), Neuauflage 2013 [www.staedtebauliche-laermfibel.de](http://www.staedtebauliche-laermfibel.de) (aufgerufen 20.03.2014).

## Kapitel II

- Hegger M., Dettmar J., Martin A., Meinberg T., Boczek B., Drebes C., Greiner M., Hesse U., Kern T., Mahlke D., Al-Najjar A., Schoch C., Schulze J., Sieber S., Stute V., Sylla O., Wurzbacher S., Zelmer A., (2013 a) UrbanReNet I EnEff:Stadt – Verbundprojekt Netzoptimierung – Teilprojekt: Vernetzte regenerative Energiekonzepte im Siedlungs- und Landschaftsraum.
- Hegger, M., Fafflok, C., Hegger, J., Passig, I. (2013 b) Aktivhaus - Das Grundlagenwerk: Vom Passivhaus zum Energieplushaus, 1. Auflage, Callwey, München.
- Pfoser N., Jenner N., Henrich J., Heusinger J., Weber S., (Hrsg.: FLL – Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V.) (2014) Gebäude Begrünung Energie FLL-Schriftenreihe „Forschungsvorhaben“, FV 2014/01. S. 125.
- Wesselak V., Schabbach, T., Link, T., Fischer, J. (2013) Regenerative Energietechnik, 2. erweiterte und vollständig neu bearbeitete Auflage, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg.

#### Internetquellen

- Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (StMUGV) (2005) Oberflächennahe Geothermie, heizen und kühlen aus dem Untergrund, Ein Überblick für Bauherren, Planer und Fachhandwerker in Bayern, München. [http://www.stmwi.bayern.de/fileadmin/user\\_upload/stmwivt/Themen/Energie\\_und\\_Rohstoffe/Dokumente\\_und\\_Cover/Geothermie.pdf](http://www.stmwi.bayern.de/fileadmin/user_upload/stmwivt/Themen/Energie_und_Rohstoffe/Dokumente_und_Cover/Geothermie.pdf) (aufgerufen am 20.05.2014).
- BMWi (2014) Zahlen und Fakten - Energiedaten, Struktur des Energieverbrauchs, 2014, [www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/energiedaten.html](http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/energiedaten.html) (aufgerufen am 20.05.2014).
- Bundesindustrieverband Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik e.V (BHD) (2011) Solare Heizungsunterstützung, Teil 2: Praxistipps zu Planung und Installation, Informationsblatt Nr. 27, 2011, [www.bdh-koeln.de/fileadmin/user\\_upload/informationsblaetter/Infoblatt\\_Nr\\_27\\_02\\_Maerz\\_2011.pdf](http://www.bdh-koeln.de/fileadmin/user_upload/informationsblaetter/Infoblatt_Nr_27_02_Maerz_2011.pdf) (aufgerufen 05.04.2014).
- Deutsche Energie-Agentur (dena) Internetseite (2014) dena-Gebäudereport, vgl: <http://www.dena.de/projekte/gebaeude/dena-gebaeudereport.html> (aufgerufen am 20.05.2014).
- Energieeinsparverordnung EnEV, Onlineausgabe in der aktuellen Fassung, [www.gesetze-im-internet.de/enev\\_2007/index.html](http://www.gesetze-im-internet.de/enev_2007/index.html), ältere Fassungen: [www.enev-online.com](http://www.enev-online.com) (beide aufgerufen 04.06.2014).
- Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (Fraunhofer ISI) (2011) Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in Deutschland für die Jahre 2007 bis 2010, Endbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Karlsruhe, München, Nürnberg 2011. [http://www.isi.fraunhofer.de/isi-wAssets/docs/e/de/publikationen/GHD-Erhebung\\_Bericht\\_Energieverbrauch\\_2006-2010.pdf](http://www.isi.fraunhofer.de/isi-wAssets/docs/e/de/publikationen/GHD-Erhebung_Bericht_Energieverbrauch_2006-2010.pdf) (aufgerufen 04.06.2014).

Informationsdienst Humuswirtschaft & KomPost (ohne Datum) Biogas- und Kompostierungsanlagen auf der Deponie in Erfurt-Schwerborn (BGK-Nr. 7007 und 7012), Serie: Vorstellung von Produktionsanlagen von Mitgliedern der Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V., [www.kompost.de/fileadmin/docs/Archiv/Anlagenbeschreibungen/Anlagenbeschreibung\\_Erfurt.pdf](http://www.kompost.de/fileadmin/docs/Archiv/Anlagenbeschreibungen/Anlagenbeschreibung_Erfurt.pdf) (aufgerufen 20.05.2014).

Institut Wohnen und Umwelt (IWU), Internetseite (2014) Energieeffizienz von Nichtwohngebäuden im Bestand, vgl.: [www.iwu.de/downloads/fachtagungen/energieeffizienz-nichtwohngebäude](http://www.iwu.de/downloads/fachtagungen/energieeffizienz-nichtwohngebäude) (aufgerufen 15.05.2014).

Metropole Ruhr, Internetseite (2014) [www.metropoleruhr.de/fileadmin/user\\_upload/metropoleruhr.de/Bilder/Daten\\_\\_\\_Fakten/Regionalstatistik\\_PDF/Flaeche/Flaeche\\_11\\_Graf.pdf](http://www.metropoleruhr.de/fileadmin/user_upload/metropoleruhr.de/Bilder/Daten___Fakten/Regionalstatistik_PDF/Flaeche/Flaeche_11_Graf.pdf) (aufgerufen 04.06.2014).

Passivhaus Institut (2014) EnerPHit und EnerPHit+, [www.passiv.de/downloads/03\\_zertifizierungskriterien\\_enerphit\\_de.pdf](http://www.passiv.de/downloads/03_zertifizierungskriterien_enerphit_de.pdf) (aufgerufen 04.06.2014).

Pilotprojekte der EmscherGenossenschaft, Internetseite (2014) [www.eglv.de/wasserportal/ueber-uns/kooperationen-und-projekte/abwasserwaermenutzung.html](http://www.eglv.de/wasserportal/ueber-uns/kooperationen-und-projekte/abwasserwaermenutzung.html) (aufgerufen 03.04.2014).

Portal für Klein-Windkraftanlagen, Internetseite (2014) [www.klein-windkraftanlagen.com/basisinfo/genuehmigung-rechtliche-grundlagen](http://www.klein-windkraftanlagen.com/basisinfo/genuehmigung-rechtliche-grundlagen) (aufgerufen 10.04.2014).

Siedlungswerk Stuttgart (2014) Broschüre 'Gelebte Nachbarschaft im Quartier', Stuttgart-Bad Cannstatt, Seelberg Wohnen, [www.siedlungswerk.de/files/page/7-9792-siedlungswerk\\_seelberg\\_web.pdf](http://www.siedlungswerk.de/files/page/7-9792-siedlungswerk_seelberg_web.pdf) (aufgerufen 05.06.2014).

Stadt Berlin, Internetseite (2014) [www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/stadtgruen/gruenanlagen/de/daten\\_fakten/downloads/ausw\\_5.pdf](http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/stadtgruen/gruenanlagen/de/daten_fakten/downloads/ausw_5.pdf) (aufgerufen 04.06.2014).

Stadt Frankfurt, Internetseite (2014) [www.frankfurt-greencity.de/umwelt-frankfurt/frankfurt-die-gruene-stad](http://www.frankfurt-greencity.de/umwelt-frankfurt/frankfurt-die-gruene-stad) (aufgerufen 04.06.2014).

Stadt Hamburg, Internetseite (2014) [www.hamburg.de/contentblob/2991064/data/eu-brochure-hamburg-deutsch.pdf](http://www.hamburg.de/contentblob/2991064/data/eu-brochure-hamburg-deutsch.pdf) (aufgerufen 04.06.2014).

Statistisches Bundesamt (2012) Umwelt, Erhebung über Haushaltsabfälle, Wiesbaden, [www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtwirtschaftUmwelt/Umwelt/UmweltstatistischeErhebungen/Abfallwirtschaft/Tabellen/ErgebnisberichtHaushaltsabfaelle.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtwirtschaftUmwelt/Umwelt/UmweltstatistischeErhebungen/Abfallwirtschaft/Tabellen/ErgebnisberichtHaushaltsabfaelle.pdf?__blob=publicationFile) (aufgerufen 04.06.2014).

Statistisches Bundesamt (2013) Wirtschaftsrechnungen, Einkommens- und Verbrauchsstichprobe, Wohnverhältnisse privater Haushalte, Wiesbaden 2013, [www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/EinkommenKonsumLebensbedingungen/EinkommenVerbrauch/EVS\\_HausGrundbesitzWohnverhaeltnisHaushalte2152591139004.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/EinkommenKonsumLebensbedingungen/EinkommenVerbrauch/EVS_HausGrundbesitzWohnverhaeltnisHaushalte2152591139004.pdf?__blob=publicationFile) (aufgerufen 04.06.2014).

## Kapitel III

### Internetquellen

Deutschen Wetterdienst, Internetseite (2014) Mittelwerte 30-jähriger Perioden, Tabelle B: Mittelwerte für den Bezugsstandort am Ende der Referenzperiode: [www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?\\_nfpb=true&\\_pageLabel=\\_dwdwww\\_klima\\_umwelt\\_klimadaten\\_deutschland&T82002gsbDocumentPath=Navigation%2FOeffentlichkeit%2FKlima\\_\\_Umwelt%2FKlimadaten%2Fkldaten\\_\\_kostenfrei%2Fkldat\\_\\_D\\_\\_mittelwerte\\_\\_node.html%3F\\_\\_nnn%3Dtrue](http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?_nfpb=true&_pageLabel=_dwdwww_klima_umwelt_klimadaten_deutschland&T82002gsbDocumentPath=Navigation%2FOeffentlichkeit%2FKlima__Umwelt%2FKlimadaten%2Fkldaten__kostenfrei%2Fkldat__D__mittelwerte__node.html%3F__nnn%3Dtrue) (aufgerufen 13.06.2014)

Deutschen Wetterdienst, Internetseite (2014) Zeitreihen von Gebietsmitteln: [www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?\\_nfpb=true&state=maximized&\\_windowLabel=T82002&T82002gsbDocumentPath=Navigation%2FOeffentlichkeit%2FKlima\\_\\_Umwelt%2FKlimadaten%2Fkldaten\\_\\_kostenfrei%2Fdaten\\_\\_gebietsmittel\\_\\_node.html%3F\\_\\_nnn%3Dtrue&\\_pageLabel=\\_dwdwww\\_klima\\_umwelt\\_klimadaten\\_deutschland&switchLang=de](http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?_nfpb=true&state=maximized&_windowLabel=T82002&T82002gsbDocumentPath=Navigation%2FOeffentlichkeit%2FKlima__Umwelt%2FKlimadaten%2Fkldaten__kostenfrei%2Fdaten__gebietsmittel__node.html%3F__nnn%3Dtrue&_pageLabel=_dwdwww_klima_umwelt_klimadaten_deutschland&switchLang=de) (aufgerufen 16.06.2014)

DIN 276-1:2008-12: Kosten im Bauwesen - Teil 1: Kosten im Hochbau, Beuth-Verlag, Berlin.

Energieeinsparverordnung EnEV, Onlineausgabe in der aktuellen Fassung, [www.gesetze-im-internet.de/enev\\_2007/index.html](http://www.gesetze-im-internet.de/enev_2007/index.html)

Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe FNR, Internetseite (2014) Abbildung „Strom - natürlich aus Biogas“, <http://mediathek.fnr.de/grafiken/daten-und-fakten/bioenergie/biogas/strom-natuerlich-aus-biogas.html> (aufgerufen 02.07.2014)

## Abbildungsverzeichnis

Wenn nicht anders genannt, wurden die Karten, Diagramme und Tabellen im Rahmen des BMBF-Verbundvorhabens KuLaRuhr, Teilprojekt 1.1 Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen (TU Darmstadt, KuLaRuhr, TP 1.1, Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen, 2014) erstellt.

### Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1: Vegetationsstrukturen und ihr Einfluss auf des Gebäudeumfeld und den thermischen Komfort  
 Abb. 2: Projektpartner im Verbundvorhaben KuLaRuhr (KuLaRuhr, Koordination, 2014)  
 Abb. 3: Betrachtungsräume der beteiligten Projekte im Verbundvorhaben KuLaRuhr KuLaRuhr, Koordination, 2014)  
 Abb. 4: Passive, vegetationsbezogene Maßnahmen zur Verbesserung der energieeffizienz in Siedlungen  
 Abb. 5: Aktive, technikbezogene Maßnahmen zur Verbesserung der energieeffizienz in Siedlungen  
 Abb. 6: Stadtgebiet und Stadtteile von Bottrop mit dem Pilotgebiet der InnovationCity Ruhr. Ziel der Initiative ist es bis zum Jahr 2020 50% der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Pilotgebieten einzusparen und damit übertragbare Lösungen für andere Städte aufzuzeigen.  
 Abb. 7: Übersicht der laufenden und abgeschlossenen Projekte der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop (Internetseite der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop, Link Projekte, [www.icruhr.de/index.php?id=29](http://www.icruhr.de/index.php?id=29) (aufgerufen 18.07.2014))  
 Abb. 8: Schematischer Stadtaufbau mit unterschiedlich stark verdichteten und versiegelten Zonen  
 Abb. 9: Stark versiegeltes Zentrum und die angrenzenden Siedlungsbereiche  
 Abb. 10: Siedlungsbereiche mit abnehmender Versiegelung und Verdichtung  
 Abb. 11: Charakteristik des Stadtklimas (stärkste Ausprägung des Wärmeinseleffekts in austauscharmen Abend- und Nachtstunden, maximaler Temperaturunterschied nach Umland ca. + 10 K), zusammengestellt nach Franke 1977, S. 22 und Sukopp und Wittig 1998, S. 125 bis 153  
 Abb. 12: Mögliche Formen urbaner Grünsysteme: Radialförmige Grünsysteme reichen von der Peripherie bis ins Zentrum der Stadt; Ringförmige Grünsysteme spiegeln oft die Stadterweiterungsphasen einer Stadt; Bandförmige Grünsysteme folgen meist dem Verlauf von Flüssen oder der Topographie.  
 Abb. 13: Veränderung des Stadtklimas durch Grünsysteme und grünbestimmte Freiräume  
 Abb. 14: Überwärmung verdichteter Stadtgebiete ohne Kalt- und Frischluftversorgung durch Grünsysteme  
 Abb. 15: Grünsysteme und Fließgewässer als Luftschneisen  
 Abb. 16: Gärten als Teil der Grünsysteme und Luftschneisen  
 Abb. 17: Abgas- und Lärmemission  
 Abb. 18: Luft- und Lärmfilterung durch Bäume und Sträucher im Straßenraum  
 Abb. 19: Luft- und Lärmfilterung durch Dach- und Fassadenbegrünung  
 Abb. 20: Wärmestau bei fehlender Durchlüftung  
 Abb. 21: Ventilationswirksame Fassade - an der Südseite steigt erwärme Luft auf, gekühlte Luft aus verschatteten Bereichen kann nachfließen  
 Abb. 22: Aufheizung und Wärmespeicherung versiegelter Flächen  
 Abb. 23: Übersicht der Oberflächentemperatur, des Albedowerts und der spezifischen Wärmekapazität verschiedener Oberflächen, zusammengestellt nach Sukopp und Wittig 1998, S. 128, S. 133 und Franke E. 1977, S. 11  
 Abb. 24: Kühlung durch Verdunstung von Bodenwasser und durch Pflanzen  
 Abb. 25: Bäume oder Fassadenbegrünung als vegetativer Sonnenschutz  
 Abb. 26: Gärten zur Naherholung und als 'Klimainsel' zur thermischen Entlastung im überwärmten Stadtgebiet  
 Abb. 27: Windbelastung im Freiraum bei exponierter Bebauung, erhöhter Heizwärmebedarf (+ 10 %) bei ungedämmten Gebäuden  
 Abb. 28: Windschutz durch Hecken und Gehölzpflanzungen  
 Abb. 29: Ungenügender Windschutz durch Mauern (Verwirbelungen im Leebereich der Mauer)  
 Abb. 30: Gestörter Wasserkreislauf ohne Versickerung oder Verdunstung  
 Abb. 31: Übersicht des Abflussbeiwerts verschiedener Oberflächen nach Sukopp und Wittig 1998, S. 134  
 Abb. 32: Versickerungsfähige Beläge  
 Abb. 33: Versickerung in der Fläche oder in Regenwassersammelbecken  
 Abb. 34: Versickerung in Mulden- oder Rigolen (mit Kiesschüttung im Boden)  
 Abb. 35: Übersicht des Platzbedarfs für die dezentrale Versickerung nach *Sieker 2006, Tab. III 7-20, S. 195*  
 Abb. 36: Regenrückhalt durch Dachbegrünung oder Retensionsdach  
 Abb. 37: Regenrückhalt durch Zisternen oder Wasserbecken  
 Abb. 38: Einsparung von Trinkwasser durch Regenwassernutzung oder Grauwasserrecycling  
 Abb. 39: Lage des Stadraumtyps im Stadtgebiet  
 Abb. 40: Begrünte Gärten als Teil von Frisch- und Kaltluftschneisen zur Frischluftversorgung und nächtlichen Abkühlung des Stadtgebietes.  
 Abb. 41: Schnitt Kleine, freistehende Wohnbebauung  
 Abb. 44: Schnitt Reihenhausbebauung  
 Abb. 42: Lage im Stadtgebiet des Stadraumtyps  
 Abb. 43: Begrünte Gärten als Teil von Frisch- und Kaltluftschneisen zur Frischluftversorgung und nächtlichen Abkühlung des Stadtgebietes.  
 Abb. 45: Lage des Stadraumtyps im Stadtgebiet  
 Abb. 46: Vermeidung von Barrieren durch Bebauung, Bäumen oder Wälle zum Erhalt der Luftschneisen.  
 Abb. 47: Schnitt Zeilenbebauung  
 Abb. 50: Schnitt Großmaßstäbliche Wohnbebauung  
 Abb. 48: Lage des Stadraumtyps im Stadtgebiet  
 Abb. 49: Vermeidung von Barrieren durch Bebauung, Wälle oder Bäume zum Erhalt von Luftschneisen.  
 Abb. 51: Lage des Stadraumtyps im Stadtgebiet  
 Abb. 52: Grünflächen als Teil von Frisch- und Kaltluftschneisen zur Frischluftversorgung und nächtlichen Abkühlung in verdichten Stadraumtypen.  
 Abb. 53: Schnitt Blockrandbebauung  
 Abb. 56: Schnitt Dörfliche Bebauung  
 Abb. 54: Lage des Stadraumtyps im Stadtgebiet  
 Abb. 55: Begrünte Gärten als Teil von Frisch- und Kaltluftschneisen zur Frischluftversorgung und nächtlichen Abkühlung.  
 Abb. 57: Lage des Stadraumtyps im Stadtgebiet  
 Abb. 58: Öffentliche Grünflächen und Fließgewässer als Teil von Frisch- und Kaltluftschneisen zur Frischluftversorgung und nächtlichen Abkühlung der verdichten Innenstadt  
 Abb. 59: Schnitt Historische Altstadtbebauung  
 Abb. 62: Schnitt Innenstadtbebauung  
 Abb. 60: Lage des Stadraumtyps im Stadtgebiet  
 Abb. 61: Öffentliche Grünflächen und Fließgewässer als Teil von Frisch- und Kaltluftschneisen zur Frischluftversorgung und nächtlichen Abkühlung der verdichten Innenstadt  
 Abb. 63: Lage des Stadraumtyps im Stadtgebiet  
 Abb. 64: unverbaute Grünflächen und Außenanlagen als Teil von Frisch- und Kaltluftschneisen zur Frischluftversorgung und nächtlichen Abkühlung des Stadtgebietes  
 Abb. 65: Schnitt Geschäfts-, Büro-, und Verwaltungsgebiet  
 Abb. 68: Schnitt Gewerbegebiet  
 Abb. 66: Lage im Stadtgebiet  
 Abb. 67: unverbaute Grünflächen und Außenanlagen als Teil von Frisch- und Kaltluftschneisen zur Frischluftversorgung und nächtlichen Abkühlung des Stadtgebietes  
 Abb. 69: Lage des Stadraumtyps im Stadtgebiet  
 Abb. 70: Barrierewirkung  
 Abb. 71: Schnitt Parkanlage

- Abb. 72: Gebäudenutzungen in Deutschland  
Abb. 73: Gebäudetypen in Deutschland  
Abb. 74: Baualtersklassen in Deutschland  
Abb. 75: Energie Bedarf nach Sektoren in Deutschland  
Abb. 76: Flächennutzungen im Stadtgebiet: *Für die Metropole Ruhr werden 39 % Siedlungsfläche angegeben, 40 % Landwirtschaftliche Flächen und 18 % Waldflächen (vgl.: [www.metropol Ruhr.de/fileadmin/user\\_upload/metropol Ruhr.de/Bilder/Daten\\_\\_\\_Fakten/Regionalstatistik\\_PDF/Flaeche/Flaeche\\_11\\_Graf.pdf](http://www.metropol Ruhr.de/fileadmin/user_upload/metropol Ruhr.de/Bilder/Daten___Fakten/Regionalstatistik_PDF/Flaeche/Flaeche_11_Graf.pdf) (aufgerufen 04.06.2014))*  
Abb. 77: Verhältnis von Strombedarf zu Heizwärmebedarf im unsanierten Wohngebäude  
Abb. 78: Verhältnis von Strombedarf zu Heizwärmebedarf im sanierten Wohngebäude  
Abb. 79: Heizungsarten im Wohngebäudebestand  
Abb. 80: Von der Primärenergie zur Nutzenergie (vgl. u.a. Kaltschmitt, Martin et al. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Springer-Verlag, Berlin - Heidelberg 2013, S. 3)  
Abb. 81: regenerative Energien am Gebäude und im Gebäudeumfeld  
Abb. 82: Keinwindkraftanlage  
Abb. 83: saisonaler Wärmespeicher für größere Einheiten  
Abb. 84: oberflächennahe Geothermie, Erdkollektor  
Abb. 85: oberflächennahe Geothermie, Erdsonde  
Abb. 86: Annahmen zur Berechnung der oberflächennahen Geothermie (Erdwärmesonden)  
Abb. 87: Schäden am oder durch Wurzelwerk bei Erdkollektoren, Rasenflächen sind unproblematisch  
Abb. 88: Solarthermie am Gebäude  
Abb. 89: Photovoltaik am Gebäude  
Abb. 90: Problem der Verschattung  
Abb. 91: Abstände von Bäumen zur Südfassade nach Solarfibel 2007, S. 48  
Abb. 92: Photovoltaik an Carports oder zur Beleuchtung  
Abb. 93: Übersicht der Rahmenbedingungen für die solaraktiven Flächen nach UrbanReNet  
Abb. 94: Photovoltaik im Freiraum  
Abb. 95: Photovoltaik und Dachbegrünung  
Abb. 96: Krautige Biomasse aus Pflege, z.B. Rasen- oder Wiesenschnitt  
Abb. 97: Holzige Biomasse aus Pflege, z.B. Gehölzschnitt aus der Baumpflege  
Abb. 98: Krautige Biomasse aus Anbau, derzeit keine etablierte Praxis im urbanen Raum  
Abb. 99: Holzige Biomasse aus Anbau z.B. aus Kurzumtriebsplantagen (KUP)  
Abb. 100: Biotonne zur Sammlung von Bioabfall im Haushalt  
Abb. 101: Kennwerte verschiedener Biomassefraktionen nach UrbanReNet, vgl. Hegger et al. 2013, S. 185 f  
Abb. 102: Biomassefraktionen und ihre Verwertungswege nach UrbanReNet  
Abb. 103: Schema der Baustruktur  
Abb. 104: Baustrukturelle Kennwerte (Median) nach UrbanReNet  
Abb. 105: Spannbreite der Heizwärmebedarfe pro Hektar Nettobauland nach UrbanReNet  
Abb. 106: Energetische Potenziale der kleinen freistehenden Wohnbebauung (bei maximaler Flächenausnutzung, bezogen auf einen Hektar Nettobauland und Jahr) nach UrbanReNet  
Abb. 110: Energetische Potenziale der Reihenhausbauung (bei maximaler Flächenausnutzung, bezogen auf einen Hektar Nettobauland und Jahr) nach UrbanReNet  
Abb. 107: Schema der Baustruktur  
Abb. 108: Baustrukturelle Kennwerte (Median) nach UrbanReNet  
Abb. 109: Spannbreite der Heizwärmebedarfe pro Hektar Nettobauland, nach UrbanReNet  
Abb. 111: Schema der Baustruktur  
Abb. 112: Baustrukturelle Kennwerte (Median)  
Abb. 113: Spannbreite der Heizwärmebedarfe pro Hektar Nettobauland nach UrbanReNet  
Abb. 114: Energetische Potenziale der Zeilenbauung (bei maximaler Flächenausnutzung, bezogen auf einen Hektar Nettobauland und Jahr) nach UrbanReNet  
Abb. 118: Energetische Potenziale der Großmaßstäblichen Wohnbebauung (bei maximaler Flächenausnutzung, bezogen auf einen Hektar Nettobauland und Jahr) nach UrbanReNet  
Abb. 115: Schema der Baustruktur  
Abb. 116: Baustrukturelle Kennwerte (Median) nach UrbanReNet  
Abb. 117: Spannbreite der Heizwärmebedarfe pro Hektar Nettobauland nach UrbanReNet  
Abb. 119: Schema der Baustruktur  
Abb. 120: Baustrukturelle Kennwerte (Median) nach UrbanReNet  
Abb. 121: Spannbreite der Heizwärmebedarfe pro Hektar Nettobauland nach UrbanReNet  
Abb. 122: Energetische Potenziale der Blockrandbauung (bei maximaler Flächenausnutzung, bezogen auf einen Hektar Nettobauland und Jahr) nach UrbanReNet  
Abb. 126: Energetische Potenziale der dörflichen Bauung (bei maximaler Flächenausnutzung, bezogen auf einen Hektar Nettobauland und Jahr) nach UrbanReNet  
Abb. 123: Schema der Baustruktur  
Abb. 124: Baustrukturelle Kennwerte (Median) nach UrbanReNet  
Abb. 125: Spannbreite der Heizwärmebedarfe pro Hektar Nettobauland nach UrbanReNet  
Abb. 127: Schema der Baustruktur  
Abb. 128: Baustrukturelle Kennwerte (Median) nach UrbanReNet  
Abb. 129: Spannbreite der Heizwärmebedarfe pro Hektar Nettobauland nach UrbanReNet  
Abb. 130: Energetische Potenziale der historischen Altstadtbebauung (bei maximaler Flächenausnutzung, bezogen auf einen Hektar Nettobauland und Jahr) nach UrbanReNet  
Abb. 134: Energetische Potenziale der Innenstadtbebauung (bei maximaler Flächenausnutzung, bezogen auf einen Hektar Nettobauland und Jahr) nach UrbanReNet  
Abb. 131: Schema der Baustruktur  
Abb. 132: Baustrukturelle Kennwerte (Median) nach UrbanReNet  
Abb. 133: Spannbreite der Heizwärmebedarfe pro Hektar Nettobauland nach UrbanReNet  
Abb. 135: Schema der Baustruktur  
Abb. 136: Baustrukturelle Kennwerte (Median) nach UrbanReNet  
Abb. 137: Energetische Potenziale der Geschäfts-, Büro- u. Verwaltungsbebauung (bei maxi. Flächenausnutzung, bezogen auf einen Hektar Nettobauland und Jahr) nach UrbanReNet  
Abb. 141: Energetische Potenziale der Gewerbegebiete (bei maximaler Flächenausnutzung, bezogen auf einen Hektar Nettobauland und Jahr) nach UrbanReNet  
Abb. 138: Schema der Baustruktur  
Abb. 139: Baustrukturelle Kennwerte (Median) nach UrbanReNet  
Abb. 140: Spannbreite der Heizwärmebedarfe pro Hektar Nettobauland nach UrbanReNet  
Abb. 142: Schema der Baustruktur  
Abb. 143: Spannbreite energetischer Bedarfe pro Hektar Nettobauland nach UrbanReNet. Wie bei den energetischen Kennwerten der Biomasse im urbanen Raum, lagen auch für die Kraftstoffbedarfe für die Pflege von Außenanlagen und Grünflächen nur wenige belastbare Daten vor.  
Abb. 144: Energetische Potenziale der Parkanlagen (bei maximaler Flächenausnutzung, bezogen auf einen Hektar Nettobauland und Jahr) nach UrbanReNet  
Abb. 145: Ziele des Forschungsprojekt „KuLaRuhr - TP1.1. Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen“

- Abb. 146: Stadtgebiet und Stadtteile von Bottrop mit dem Pilotgebiet der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop. Ziel der Initiative InnovationCity Ruhr ist es bis zum Jahr 2020 50% der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Pilotgebiet einzusparen und damit übertragbare Lösungen für andere Städte aufzuzeigen.
- Abb. 147: Einteilung des Pilotgebiets der InnovationCity Ruhr | Modellstadt in 'energetische Stadtbausteine'
- Abb. 148: Anteil des EST 1 - kleine, freistehende Wohnbebauung im Pilotgebiet Bottrop
- Abb. 149: Anteil des EST 2 - Reihenhausbebauung im Pilotgebiet Bottrop
- Abb. 150: Anteil der EST 3 - Zeilenbebauung niedriger bis mittlerer Geschossigkeit und des EST 4 - Großmaßstäbliche Wohnbebauung hoher Geschossigkeit
- Abb. 151: Anteil des EST 5 - Blockrandbebauung und des EST 8 - Innenstadtbebauung
- Abb. 152: Anteil der EST 9 - Geschäfts-, Büro- u. Verwaltungsgebiet, EST 10 - Gewerbegebiet und Einzellemente im Pilotgebiet Bottrop
- Abb. 153: Anteil der EST 11 - öffentlich Parkanlagen, EST 12 - Friedhofsanlagen und EST 13 - Kleingartenanlagen im Pilotgebiet Bottrop
- Abb. 154: Übersicht der Modellsiedlungen
- Abb. 155: Vergleich der prognostizierten Heizwärmebedarfe (nach UrbanReNet-Typologie) und der realen Heizwärmeverbräuchen (Stand 2012)
- Abb. 156: Die Modellsiedlungen des KuLaRuhr-Teilprojekts „Optimierung der Energieeffizienz von Siedlungen“ im Pilotgebiet der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop
- Abb. 157: Vergleich der Vegetationsstruktur der Modellsiedlungen (links) und Vergleich des Versiegelungsgrades (oben)
- Abb. 158: Vergleich verschiedener Nutzungsarten in den Modellsiedlungen
- Abb. 159: Klimatische Bewertung der Modellsiedlungen anhand der Klimakarte der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop und Standorte der Klimamessstationen der „Arbeitsgruppe Klimatologie und Umweltmeteorologie“
- Abb. 160: Tagesgang der Lufttemperatur pro Stunde im Jahresmittel
- Abb. 161: Tagesgang der Lufttemperatur pro Stunde im Mittel des Sommerhalbjahres
- Abb. 162: Tagesgang der Lufttemperatur pro Stunde im Mittel des Winterhalbjahres (alle drei Diagramme: TU Braunschweig, KuLaRuhr, TP 08, 2014)
- Abb. 163: Bausteine der Simulations- und Entwicklungsszenarien (passive, vegetationsbezogene Maßnahmen)
- Abb. 164: Die Modellsiedlung „Sydowstraße“
- Abb. 165: Grundstruktur der Siedlung „Sydowstraße“ (ohne die Bestandshecken)
- Abb. 166: Die nicht raumwirksamen Vegetationsflächen (links) und die raumwirksamen Vegetationsflächen (rechts) in der „Sydowstraße“
- Abb. 167: Bestehende Nutzungen in der „Sydowstraße“
- Abb. 168: Grundstruktur der Siedlung „Sydowstraße“ (ohne die Bestandshecken)
- Abb. 169: Übersicht der energetischen Bedarfe und aktiven Potenziale der „Sydowstraße“ pro Jahr (Kreisdiagramm) und pro Monat (Bakendiagramm) nach Ermittlung des UrbanReNet-Bilanzierungstools
- Abb. 170: Übersicht der energetischen Bedarfe und der aktiven Potenziale der Entwicklungsszenarien inklusive der Biomassepotenziale
- Abb. 171: Entwicklungsszenario Krautige Biomasse Pflege in der Siedlung „Sydowstraße“
- Abb. 172: Bausteine Verdichtung und Erweiterung des Gehölzbestands zur energetischen Nutzung in der Siedlung Sydowstraße
- Abb. 173: Entwicklungsszenario Heckenstruktur in der Siedlung „Sydowstraße“
- Abb. 174: Baustein 'Blühstreifen' in der Siedlung „Sydowstraße“
- Abb. 176: Baustein Energieholzhecke in der Siedlung „Sydowstraße“
- Abb. 177: Entwicklungsszenario 'Fassadenbegrünung + 'Energieholzhecke' in der Siedlung „Sydowstraße“
- Abb. 178: Entwicklungsszenario 'Fassadenbegrünung + Blühstreifen' in der Siedlung „Sydowstraße“
- Abb. 179: Vision 'Einfach Wohnen' – Hier wird das Haus zur WG und der Hof zum Wohnzimmer.
- Abb. 180: Vision 'Einfach Grün' – Kein Geld für den neuen Anstrich? Kein Problem, es geht auch anders: Selbstklimmende Kletterpflanze kaufen, pflanzen und das Haus wird grün.
- Abb. 181: Vision 'Weiter Wohnen' – Was tun wenn 40 m<sup>2</sup> nicht mehr ausreichen? Zwei Wohnung oder alle vier zusammenlegen, macht 80 bis 160 m<sup>2</sup> pro Wohnung bzw. pro Haus.
- Abb. 182: Modellsiedlung „In der Welheimer Mark“ mit dezentraler Regenwasserversickerung
- Abb. 183: Grundstruktur der Siedlung „In der Welheimer Mark“ (ohne dezentrale Regenwasserversickerung)
- Abb. 184: Konzept zur Abwasser-entsorgung und zur dezentralen Versickerung in der Siedlung „In der Welheimer Mark“ ([www.bockermann-fritze.de/schwerpunkte/wasser-und-umwelt/kanalsanierung/kanalsanierung-welheimer-mark-bottrop.html](http://www.bockermann-fritze.de/schwerpunkte/wasser-und-umwelt/kanalsanierung/kanalsanierung-welheimer-mark-bottrop.html)) (abgerufen 05.05.2014)
- Abb. 185: Nicht raumwirksame (links) und raumwirksame Vegetationsstrukturen (rechts)
- Abb. 186: Bestehende Nutzungen in der Siedlung „In der Welheimer Mark“
- Abb. 187: Grundstruktur der Siedlung „In der Welheimer Mark“ (ohne dezentrale Regenwasserversickerung)
- Abb. 188: Übersicht der energetischen Bedarfe und aktiven Potenziale der „Sydowstraße“ pro Jahr (Kreisdiagramm) und pro Monat (Bakendiagramm) nach Ermittlung des UrbanReNet-Bilanzierungstools
- Abb. 189: Übersicht der energetischen Bedarfe und der aktiven Potenziale der Entwicklungsszenarien inklusive der Biomassepotenziale
- Abb. 190: Bausteine der Entwicklungsszenarien für die Siedlung „In der Welheimer Mark“ – Verdichtung und Erweiterung des Gehölzbestands zur energetischen Nutzung ('holzige Biomasse Pflege')
- Abb. 191: Bausteine der Entwicklungsszenarien für die Siedlung „In der Welheimer Mark“ Nutzung der bestehenden Rasenflächen durch energetische Verwertung des Rasenschnitts
- Abb. 192: Baustein Heckenstruktur
- Abb. 193: Baustein Fassadenbegrünung
- Abb. 194: Baustein 'Blühstreifen'
- Abb. 195: Baustein Energieholzhecke
- Abb. 196: Entwicklungsszenario 'Fassadenbegrünung + Blühstreifen'
- Abb. 197: Entwicklungsszenario 'Fassadenbegrünung + Blühstreifen'
- Abb. 198: Gebäude und Freiraum

