

Klimaanalyse

Stadt Bergkamen

Essen, März 2022



Klimaanalyse

Stadt Bergkamen

Im Auftrag von:

Stadt Bergkamen

Sachgebiet Stadtplanung und Klimaschutz

Rathausplatz 1

59192 Bergkamen

Erstellt durch:

Regionalverband Ruhr

Referat Klima und Umweltschutz

Team Klimaanpassung

Kronprinzenstraße 6

45128 Essen

Verfasst von:

Dipl.-Geogr. Astrid Snowdon

INHALT

0	ZUSAMMENFASSUNG	11
1	EINLEITUNG UND AUFGABENSTELLUNG	17
2	CHARAKTERISIERUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES	20
2.1	Naturräumliche und großklimatische Einordnung	21
2.2	Relief und Oberflächenrauigkeit	23
2.3	Flächennutzung	26
2.4	Regionale Klimatopkarte	28
2.4.1	Beschreibung der Klimatope	29
2.4.2	Gliederung der Stadt Bergkamen anhand der Regionalen Klimatopkarte	30
3	FLÄCHENHAFT E AUSPRÄGUNG AUSGEWÄHLTER KLIMAELEMENTE	32
3.1	Bodennahe Lufttemperatur und nächtliche Abkühlungsrate	33
3.2	Physiologische Äquivalenttemperatur (PET)	40
3.3	Hitzebelastung.....	45
3.4	Autochthones Windfeld.....	49
3.5	Kaltluftvolumenstrom	53
3.6	Kaltluftproduktionsrate	56
3.7	Luftaustauschrate.....	58
4	KLIMAANALYSEKARTE	60
4.1	Darstellungsebenen der Klimaanalysekarte.....	61
4.1.1	Klimatope	61
4.1.2	Spezifische Klimaeigenschaften.....	74
4.1.3	Luftaustausch	76
4.1.4	Lufthygiene.....	77

4.2	Gliederung der Stadt Bergkamen anhand der Klimaanalysekarte	77
5	KARTE DER KLIMAÖKOLOGISCHEN FUNKTIONEN	86
5.1	Darstellungsebenen der Karte der klimaökologischen Funktionen Fehler! Textmarke nicht definiert.	
5.1.1	Bioklimatische Verhältnisse (Klimatope)	86
5.1.2	Kaltluft	86
5.1.3	Belüftung	88
5.2	Gliederung der Stadt Bergkamen anhand der Karte der klimaökologischen Funktionen.....	88
6	DIE STADT BERGKAMEN IM ZEICHEN DES GLOBALEN KLIMAWANDELS	93
6.1	Globaler Klimawandel	93
6.2	Auswirkungen des globalen Klimawandels auf die Region Ruhr	99
6.3	Zukünftige Entwicklung klimatischer Kenntage in Bergkamen	103
6.4	Darstellung derzeitiger und zukünftiger Wärmeinselnbereiche	115
7	VULNERABILITÄTSANALYSE	117
7.1	Methodik zur Abgrenzung der Problemgebiete	117
7.2	Lokalisierung und Bewertung der Problemgebiete	124
8	PLANUNGSHINWEISE.....	128
8.1	Planungshinweiskarte.....	128
8.1.1	Darstellungsebenen der Planungshinweiskarte	128
8.1.2	Gliederung der Stadt Bergkamen anhand der Planungshinweiskarte.....	144
8.2	Planungshinweise auf Ebene der Stadtbezirke.....	148
8.2.1	Stadtbezirk Weddinghofen	148
8.2.2	Stadtbezirk Bergkamen-Mitte	161
8.2.3	Stadtbezirk Overberge.....	174
8.2.4	Stadtbezirk Heil.....	182
8.2.5	Stadtbezirk Rünthe	190
8.2.6	Stadtbezirk Oberaden.....	201
9	LITERATUR	211

10 ANHANG215

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2-1: Stadtbezirke von Bergkamen.	20
Abb. 2-2: Klimabezirke im Ruhrgebiet (Lüftner 1996)	22
Abb. 2-3: Naturräumliche Gliederung des Ruhrgebietes (Lüftner 1996).....	22
Abb. 2-4: Darstellung des Reliefs im Stadtgebiet von Bergkamen.	24
Abb. 2-5: Darstellung der Oberflächenrauigkeit im Stadtgebiet von Bergkamen	25
Abb. 2-6: Regionale Klimatopkarte des Ruhrgebiets (2012)	30
Abb. 3-1: Prinzip des Flurwindes	49
Abb. 4-1: Mergelkuhle in Bergkamen; © RVR, Bildflugjahr, dl-de/by-2-0.....	62
Abb. 4-2: Freilandbereich am Turmweg in Weddinghofen; © RVR, Bildflugjahr, dl-de/by-2-0.....	63
Abb. 4-3: Waldgebiet in Overberge, westlich der A1; © RVR, Bildflugjahr, dl-de/by-2-0	64
Abb. 4-4: Friedhof und Parkanlage in Bergkamen zwischen Landwehrstraße und Erich-Ollenhauer-Straße; © RVR, Bildflugjahr, dl-de/by-2-0.....	65
Abb. 4-5: Vorstadtklima in der Hüchtstraße, Bergkamen-Overberg; © RVR, Bildflugjahr, dl-de/by-2-0.....	67
Abb. 4-6: Stadtrandklima im Eibenweg/Eschenweg in Bergkamen-Weddinghofen; © RVR, Bildflugjahr, dl-de/by-2-0	68
Abb. 4-7: Stadtklima in der Goethestraße in Bergkamen-Weddinghofen; © RVR, Bildflugjahr, dl-de/by-2-0	69
Abb. 4-8: Innenstadtklima in der Louise-Schröder-Straße in Bergkamen-Weddinghofen; © RVR, Bildflugjahr, dl-de/by-2-0.....	70
Abb. 4-9: Gewerbegebiet in Rünthe (Marie-Curie-Straße); © RVR, Bildflugjahr, dl-de/by-2-0.....	72

Abb. 4-10: Gewerbepark Neu Monopol in Bergkamen; © RVR, Bildflugjahr, dl-de/by-2-0	73
Abb. 4-11: Flächenanteile der Klimatope und Verkehrsstrassen im Stadtgebiet von Bergkamen.	78
Abb. 6-1: Beobachtete globale mittlere kombinierte Land-Ozean- Oberflächentemperaturanomalie von 1850-2012 (verändert nach IPCC 2013a).....	93
Abb. 6-2: Räumliche Verteilung der beobachteten Veränderung der Erdoberflächentemperatur von 1901-2012 (IPCC 2013a).....	94
Abb. 6-3: Atmosphärische Konzentrationen der Treibhausgase Kohlendioxid (CO ₂), Methan (CH ₄) und Distickstoffmonoxid (N ₂ O) (verändert nach IPCC 2014)	95
Abb. 6-4: Multimodell-simulierte Änderung der mittleren globalen Erdoberflächentemperatur von 1950 bis 2100 (verändert nach IPCC 2013a).....	97
Abb. 6-5: Globale Verteilung der Veränderung der mittleren Erdoberflächentemperatur (a) und des mittleren Niederschlags (b), basierend auf Multimodell-Mittel-Projektionen für 2081- 2100 gegenüber 1986-2005 für die Szenarien RCP2.6 und RCP8.5 (IPCC 2013a).....	98
Abb. 6-6: Jährliche Niederschlagssummen und Jahresmitteltemperaturen (1912-2017) der Ludger-Mintrop-Stadtklima-Station (verändert nach Grudzielanek et al. 2011)	100
Abb. 6-7: Differenz der Jahresmitteltemperaturen (in K) in der Metropole Ruhr zwischen den Klimanormalperioden 1971-2000 und 2021-2050 basierend auf Ensemble-Rechnungen für die Szenarien RCP 4.5 und 8.5 (Eigene Darstellung auf Basis von EURO-Cordex-Projekt (Datengrundlage), DWD (Datenbearbeitung), LANUV NRW (Datenvermittler))	101
Abb. 6-8: Differenz der mittleren Niederschlagssummen (in %) in der Metropole Ruhr zwischen den Klimanormalperioden 1971-2000 und 2021-2050 basierend auf Ensemble- Rechnungen für die Szenarien RCP 4.5 und 8.5 (Eigene Darstellung auf Basis von EURO- Cordex-Projekt (Datengrundlage), DWD (Datenbearbeitung), LANUV NRW (Datenvermittler)) 102	
Abb. 6-9: Darstellung der Lufttemperaturen im Stadtgebiet von Bergkamen um 4:00 Uhr für eine windschwache Strahlungswetterlage (FITNAH-3D-Modellierung und RCP2.6-Szenario).	106

Abb. 6-10: Darstellung der Lufttemperaturen im Stadtgebiet von Bergkamen um 4:00 Uhr für eine windschwache Strahlungswetterlage (FITNAH-3D-Modellierung und RCP8.5-Szenario). 106

Abb. 6-11: Anzahl an Heißen Tagen im Stadtgebiet von Bergkamen für die Szenarien RCP 2.6 und 8.5. 109

Abb. 6-12: Anzahl an Tropennächten im Stadtgebiet von Bergkamen für die Szenarien RCP 2.6 und 8.5. 111

Abb. 6-13: Hitzebelastung in Bergkamen (ermittelt aus den Heißen Tagen und Tropennächten für die Szenarien RCP 2.6 und 8.5). 114

Abb. 6-14: Darstellung gegenwärtiger (2020) und zukünftiger (2100) Wärmeinselbereiche im Stadtgebiet von Bergkamen. 116

Kartenverzeichnis

Karte 3.1: Bodennahe Lufttemperatur (2 m ü. Grund) im Stadtgebiet von Bergkamen um 14 Uhr	37
Karte 3.2: Bodennahe Lufttemperatur (2 m ü. Grund) im Stadtgebiet von Bergkamen um 4 Uhr	38
Karte 3.3: Nächtliche Abkühlungsrate (20 – 4 Uhr) der Lufttemperatur im Stadtgebiet von Bergkamen.....	39
Karte 3.4: Physiologische Äquivalenttemperatur (PET) im Stadtgebiet von Bergkamen.	44
Karte 3.5: Hitzestress-Bewertung im Stadtgebiet von Bergkamen.....	48
<i>Karte 3.6: Autochthones Windfeld (2 m ü. Grund) im Stadtgebiet von Bergkamen um 4 Uhr</i>	<i>52</i>
<i>Karte 3.7: Kaltluftvolumenstrom im Stadtgebiet von Bergkamen um 4 Uhr</i>	<i>55</i>
<i>Karte 3.8: Kaltluftproduktionsrate im Stadtgebiet von Bergkamen um 4 Uhr</i>	<i>57</i>
<i>Karte 3.9: Luftaustauschrate um 4 Uhr im Stadtgebiet von Bergkamen bei allochthoner Wetterlage</i>	<i>59</i>
Karte 4.1 Klimaanalysekarte der Stadt Bergkamen	85
Karte 5.1: Karte der klimaökologischen Funktionen im Stadtgebiet von Bergkamen.....	92
Karte 7.1: Einwohnerdichte auf Baublockebene für die Wärmeinseln im Stadtgebiet von	
Bergkamen.....	121
Karte 7.2: Prozentualer Anteil der Bevölkerung über 65 Jahre auf Baublockebene für die Wärmeinseln im Stadtgebiet von Bergkamen.	124
Karte 7.3: Problemgebiete der Hitzebelastung im Stadtgebiet von Bergkamen.	126
Karte 7.4: Problemgebiete der Hitzebelastung im Stadtgebiet von Bergkamen.	127
Karte 8.1: Planungshinweiskarte der Stadt Bergkamen	147
Karte 8.2: Ausschnitt der Planungshinweiskarte der Stadt Bergkamen für den Stadtbezirk Weddinghofen.	160

Karte 8.3: Ausschnitt der Planungshinweiskarte der Stadt Bergkamen für den Stadtbezirk Bergkamen-Mitte.....173

Karte 8.4: Ausschnitt der Planungshinweiskarte der Stadt Berkamen für den Stadtbezirk Overberge.181

Karte 8.5: Ausschnitt der Planungshinweiskarte der Stadt Bergkamen für den Stadtbezirk Heil.189

Karte 8.6: Ausschnitt der Planungshinweiskarte der Stadt Bergkamen für den Stadtbezirk Rünthe.200

Karte 8.7: Ausschnitt der Planungshinweiskarte der Stadt Bergkamen für den Stadtbezirk Oberaden.210

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Ausgewählte Klimaindikatoren für den Zeitraum 1981-2010 (LANUV NRW 2021)	22
Tabelle 3-1: PET-Klassen, verändert nach Matzarakis und Mayer (1996) und Held und Krüger (2011).....	45
Tabelle 3-2: Temperatur-Klasse, geändert nach LANUV 2021	46
Tabelle 3-3: Gesamtbewertung der Hitzebelastung, die sich aus der der nächtlichen Temperatur und dem PET-Wert ergibt.....	46

Verzeichnis Anhang

Tabelle A 1: Fläche, Einwohnerzahl und Bevölkerungsdichte in den Stadtbezirken (Stadt Bergkamen 2021; GIS-Auswertung).....	215
Karte A 1: Einwohnerdichte auf Baublockebene im Stadtgebiet von Bergkamen.....	216
Karte A 2: Prozentualer Anteil der Bevölkerung über 65 Jahre auf Baublockebene im Stadtgebiet von Bergkamen.	217

0 Zusammenfassung

Die vorliegende Klimaanalyse stellt eine Aktualisierung und Ergänzung des aus dem Jahre 1987 stammenden Gutachtens dar. Ziel der Untersuchung ist die Analyse und Bewertung der klimatischen Situation innerhalb des Stadtgebietes von Bergkamen sowie die Ausweisung von Planungshinweisen, die vor dem Hintergrund der prognostizierten klimatischen Veränderungen im Laufe des 21. Jahrhunderts eine klimawandelgerechte Stadtentwicklung gewährleisten sollen.

Die gesamtstädtische Analyse von 1987 basierte neben einer Infrarot-Befliegung auf einem aufwändigen Messprogramm, wobei aus stationären Messungen (punktuell) und Messfahrten (linienhaft) anhand von Analogieschlüssen nur grobe flächendeckende Aussagen getroffen werden konnten. Die vorliegende Untersuchung hingegen bezieht sich u.a. auf die Ergebnisse einer für die gesamte Metropolregion durchgeführten Modellierung mit Hilfe des Simulationsmodells FITNAH-3D. Dieses Verfahren liefert, im Gegensatz zu lokal begrenzten Messungen, räumlich hochauflösende und flächendeckende Ergebnisse zu einer Vielzahl klimatischer Parameter.

Hinsichtlich der stadtklimatischen Verhältnisse ist die Situation in Bergkamen in weiten Teilen aufgrund der aufgelockerten Siedlungsstruktur mit einem allgemein hohen Anteil an innerstädtischen Grünzügen und großzügigen, z.T. zusammenhängenden Gartenflächen, als noch günstig einzustufen. Positiv ist insbesondere zu bewerten, dass innerhalb des Siedlungsraums – außerhalb der großen Gewerbegebiete (v.a. Gewerbepark Neu Monopol und Gewerbepark Rünthe) - nur kleine Wärmeinselbereiche vorhanden sind, die durch vielfältige Grünflächen unterbrochen werden, so dass keine großflächigen Überwärmungen innerhalb der Wohngebiete auftreten.

Klimatisch ungünstiger hingegen ist die Situation in den großen Gewerbegebieten zu bewerten, wo auf großen Flächen hochversiegelte Gewerbehallen mit einer sehr geringen Grünausstattung vorhanden sind. Dementsprechend zeigt hier die mit FITNAH-3D simulierte flächenhafte Verteilung der bodennahen Lufttemperatur in 2 Metern über Grund für eine sommerliche austauscharme Strahlungswetterlage zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens die höchsten Lufttemperaturen auf. Hingegen existieren auf dem Stadtgebiet von Bergkamen einige Wälder sowie großflächige Freilandgebiete, die sich über die Stadtgrenze von Bergkamen hinaus ausdehnen und zum Teil regionalklimatisch von großer Bedeutung sind.

Reliefbedingt treten insbesondere entlang der südlichen Stadtgrenze von Bergkamen Kaltluftabflüsse auf, die entsprechend der Hangneigung in Richtung der Bebauung abfließen können. Eine hohe Kaltluftdynamik tritt zudem im Bereich der Halde Großes Holz auf. Mit vereinzelt über 1,5 m/s konnten die höchsten Fließgeschwindigkeiten in den Hangbereichen der Halde

sowie in den Freilandbereichen des Stadtbezirks Bergkamen-Mitte simuliert werden. Über einzelne innerstädtische Grünflächen können Kaltluftmassen zumindest in den Randbereichen der Bebauung zu einer Minderung der Hitzebelastung beitragen. Dies ist insbesondere im Umfeld der innerstädtischen Wärmeinseln von großer Bedeutung, wie z.B. östlich des Rathauses, wo über die Grünfläche zwischen Landwehrstraße und Am Wiehagen Kaltluftmassen in südliche Richtungen abfließen und in den Randbereichen der Bebauung zu einer Entlastung bei sommerlichen Hitzephasen beitragen können.

Andere Gebiete, insbesondere die großen Gewerbe- und Industriegebiete, werden nur in geringem Maße mit Kaltluft versorgt, wodurch die Ausprägung der städtischen Wärmeinsel dort nur in Bereichen geringer Rauigkeit (Park- und Lagerplätze) abgemildert wird.

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der FITNAH-Modellierung, der Flächennutzung, der Topographie und aktueller Luftbilder erfolgte die Erstellung einer Klimaanalysekarte nach den Vorgaben der VDI-Richtlinie 3787 Blatt 1 (VDI 2015). Die Klimaanalysekarte beinhaltet mit den Klimatopen, den spezifischen Klimaeigenschaften, den Informationen zu lufthygienischen Verhältnissen sowie dem Luftaustausch vier Darstellungsebenen.

Die Klimatope sind grundsätzlich sehr heterogen im Stadtgebiet von Bergkamen verteilt. Das Freilandklima nimmt mit einem Flächenanteil von knapp 42 % an der gesamten Stadtfläche den höchsten Wert aller Klimatoptypen ein, wobei die Freilandklimatope überwiegend in den Außenbezirken auftreten. Die ausgedehnten, meist landwirtschaftlich genutzten Freiflächen besitzen oftmals eine hohe klimatische Relevanz als Kaltluftentstehungsgebiete oder als Quellgebiete für Frischluft während allochthoner Wetterlagen. Darüber hinaus kann den Freiflächen teilweise aufgrund der Anbindung an klimatische Lasträume der Siedlungsbereiche sowie ihrer Vernetzung mit weiteren Grünflächen und der damit teils verbundenen Funktion als Belüftungsbahn (z.B. entlang der Töddinghäuser Straße, der Landwehrstraße, der Werner Straße, der Bahntrasse in Oberaden und entlang des Datteln-Hamm-Kanals) eine wichtige Bedeutung beigemessen werden. Aufgrund der starken Verkehrsbelastung einzelner Straßenzüge werden jedoch auch mit Luftschadstoffen angereicherte Luftmassen transportiert, was die Qualität der Luftleitbahnen negativ beeinflusst.

Ebenfalls teilweise große Flächen nehmen die Waldklimatope in Bergkamen ein, welche mit insgesamt fast 18 % den zweitgrößten Flächenanteil der Klimatope im Stadtgebiet darstellen. Den größeren Waldarealen ist aus regionalklimatischer Sicht eine wichtige Filterfunktion für Luftschadstoffe – insbesondere im Umfeld der Autobahn A1 - und somit auch als Frischluftlieferant zuzuschreiben. Lokalklimatisch kommt den Waldflächen eine besondere Bedeutung zu, da sie zum Teil als Frischluftlieferant für die angrenzenden Siedlungsbereiche fungieren, aber auch zur Kühlung auf den während sommerlicher Hochdruckwetterlagen aufgeheizten

Freilandflächen beitragen. Eine besondere Bedeutung ist in diesem Zusammenhang den bewaldeten Hangbereichen der Halde Großes Holz beizumessen, die in alle Himmelsrichtungen kühlere und frischere Luftmassen transportieren.

Zur Gruppe der Klimate innerstädtischer Grünflächen (Flächenanteil 7,0 %) zählen neben öffentlichen Parkflächen, Friedhöfen, Kleingarten- und Sportanlagen auch größere zusammenhängende Grünstrukturen innerhalb der Bebauung. Ein Mangel an (großen) Grünflächen herrscht nur vereinzelt in den höherverdichteten Bereichen (z.B. zwischen Schulstraße und Häupenweg). Große Park- und Grünanlagen, wie etwa die Grünfläche östlich des Rathauses und die nordöstlich anschließende Waldfläche zwischen dem Gewerbepark Neu Monopol und der Straße „Am Wiehagen“ besitzen einerseits aufgrund ihrer Nähe zu thermischen Lasträumen, andererseits aufgrund ihrer Vernetzung zu den Freilandbereichen, eine besondere klimatische Relevanz.

Aber auch die Kleingartenanlagen oder begrünte Sportanlagen können die Hitzebelastung in der Stadt abmildern. Dies trifft vor allem dann zu, wenn die Flächen zu einem Grünverbundsystem vernetzt werden. Kleine und wohnungsnahe Ausgleichsräume, wie etwa begrünte Innenhöfe, besitzen zwar keine Fernwirkung, stellen allerdings wertvolle Klimaoasen für die Nachbarschaft dar.

Die Gewässer-/Seenklimatope nehmen mit 2,4 % einen sehr geringen Flächenanteil im Stadtgebiet ein und beinhalten im Wesentlichen die beiden großen Stillgewässer Beversee und Mergelkuhle, den Datteln-Hamm-Kanal und die Lippe. Während große Wasserflächen eine klimatische Fernwirkung entwickeln können und durch einen gedämpften Tagesgang der Temperatur und eine gute Durchlüftung charakterisiert werden, beschränken sich die Eigenheiten des Gewässerklimas bei kleinen Seen und Teichen auf die Fläche selbst und den direkt angrenzenden Uferbereich. Linienhafte Strukturen (wie etwa der Datteln-Hamm-Kanal) können aufgrund ihrer geringen Rauigkeit als Luftleitbahn in Erscheinung treten.

Aufgrund der in weiten Teilen des Stadtgebietes vorherrschenden aufgelockerten und durchgrüneten Bebauungsstruktur dominieren in Bergkamen flächenmäßig die Stadtrandklimatope (11,5 %). Wie auch im Bereich der Vorstadtklimatope (2,9 %) sind hier verhältnismäßig günstige bio- und immissionsklimatische Bedingungen anzutreffen. Aus bioklimatischer Sicht stärker belastete Räume stellen die Bereiche der Stadt- und Innenstadtklimatope dar, welche eine höhere Versiegelung und einen geringeren Grünflächenanteil aufweisen. Mit 4,4 % (Stadtklima) bzw. 0,4 % (Innenstadtklima) nehmen diese insgesamt einen geringeren Anteil an der gesamtstädtischen Fläche ein und umfassen überwiegend kleinere zusammenhängende Areale. Die räumliche Nähe zu den klimatisch ungünstigen Gewerbeklimatopen führt in Teilen jedoch zu einer Vergrößerung des klimatischen Belastungsraums, der jedoch stellenweise durch vorhandene Park- und Waldflächen unterbrochen wird.

Die Gewerbe- (4,7 %) und Industrieklimatope (1,5 %), die zusammen einen Flächenanteil von 6,2 % am Stadtgebiet einnehmen, sind aufgrund der i.d.R. sehr hohen Versiegelung, dem oftmals nahezu vollständigen Fehlen von Grünflächen sowie der Ansiedlung von Lärm-, Luftschadstoff- und/oder Abwärmeemittenten aus bioklimatischer Sicht als stark belastet zu bewerten. Die größten Flächen nehmen dabei die Gewerbeparks Neu Monopol und Rünthe ein.

In Kapitel 6 wird ein Überblick über den aktuellen wissenschaftlichen Stand zum Klimawandel, dessen Folgen und Auswirkungen sowie den projizierten globalen und regionalen Klimaveränderungen für das 21. Jahrhundert gegeben. Anschließend wird anhand der zeitlichen Entwicklung und räumlichen Verteilung klimatischer Kennwerte, also der Häufigkeit des Auftretens von thermischen Extremereignissen wie heißen Tagen oder Tropennächten, die thermische Belastungssituation in unterschiedlichen Bereichen des Stadtgebietes aufgezeigt.

Zusammenfassend verschärft sich die Hitzebelastung in Zukunft in Abhängigkeit von dem jeweilig betrachteten Szenario unterschiedlich stark. Insbesondere bei Annahme des Szenario RCP 8.5 ist bis 2100 mit einer erheblichen Zunahme an heißen Tagen und Tropennächten im Stadtgebiet zu rechnen, wobei eine deutliche Abhängigkeit vom Versiegelungsgrad, den thermischen Eigenschaften der Oberflächen, der Belüftung und der Anbindung an Ausgleichsflächen besteht. So ist z.B. mit bis zu 52 heißen Tagen und 17 Tropennächten im Bereich der großen Gewerbeparks im Jahr 2100 zu rechnen, wenn keine erheblichen Anstrengungen im Klimaschutz erfolgen. Günstigere Bedingungen ergeben sich beispielsweise im Freiland mit bis zu sieben Tropennächten und 28 heißen Tagen im Jahr 2100 unter Annahme der Bedingungen des RCP-Szenarios 8.5.

Die zu erwartenden Klimaveränderungen können negative Auswirkungen auf die Gesundheit des Menschen haben, von denen insbesondere kranke und ältere Personen sowie Kleinkinder oftmals stärker betroffen sind. Im Rahmen einer Vulnerabilitätsanalyse auf Baublockebene wurden Bereiche identifiziert, die aufgrund der klimatischen Situation, der Bevölkerungsdichte und der Altersstruktur eine besondere Sensibilität aufweisen. Dabei ist in den Stadt- und Innenstadtbereichen aufgrund der zumeist hochversiegelten Bebauung von einer generellen Hitzebelastung auszugehen. Mit zunehmender Bevölkerungsdichte erhöht sich die potenzielle Anfälligkeit eines Wohngebietes.

Die Problemgebiete in Bergkamen befinden sich entsprechend der räumlichen Verteilung der Innenstadt- und Stadtklimatope verteilt über das gesamte Stadtgebiet. Baublöcke, die sowohl eine sehr hohe Anfälligkeit aufgrund der Bevölkerungsdichte als auch einen überdurchschnittlich hohen Anteil an über 65-jähriger Wohnbevölkerung aufweisen, treten nur vereinzelt auf und sind beispielsweise zwischen Schulstraße und Schillerstraße im Stadtbezirk Weddinghofen zu finden. Dagegen ist das gehäufte Auftreten einer erhöhten Anfälligkeit bedingt durch die Bevölkerungszahl in Verbindung mit einem hohen Anteil an älterer

Wohnbevölkerung zu erkennen. Auffällig ist zudem, dass einige sensible Einrichtungen in den Problemgebieten der Hitzebelastung vorhanden sind. So befinden sich beispielsweise ein Seniorenheim und eine Kindertagesstätte in Bereichen mit einer generellen Anfälligkeit gegenüber Hitzebelastungen und mit einem besonders hohen Anteil älterer Wohnbevölkerung. Auch in Rünthe sind zwei Kindertagesstätten und eine Senioreneinrichtung innerhalb der Wärmeinselbereiche angesiedelt.

Abschließend wurden auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse für das Stadtgebiet von Bergkamen Planungsempfehlungen aus rein stadtklimatologischer Sicht abgeleitet (siehe Kapitel 8). Demnach ist ein großer Teil der Siedlungsbereiche von Bergkamen dem „Lastraum der überwiegend locker und offen bebauten Wohngebiete“ zuzuordnen. Hier sollten die offenen und begrünten Bebauungsstrukturen erhalten bleiben und v.a. im Bereich von Belüftungsbahnen und Grünvernetzungen kleinräumige Entsiegelungs- und Begrünungsmaßnahmen durchgeführt werden. In einigen Bereichen von Bergkamen konnten dennoch Bereiche ausgewiesen werden, bei denen aus rein stadtklimatologischer Sicht eine maßvolle Nachverdichtung oder die Ausweisung kleiner Neubaugebiete vertretbar ist (z.B. in einigen Bereichen von Oberaden und zwischen Töddinghauser Straße östlich der Freizeitstätte Im Häupen). Um einerseits eine weitere Verschärfung der Situation in den stärker verdichteten Bereichen zu vermeiden und andererseits die positiven klimatischen Verhältnisse innerhalb der aufgelockerten Wohngebiete zu wahren, sollte in weiten Teilen des restlichen Stadtgebietes keine weitere Verdichtung erfolgen. Zum Erhalt der Luftaustauschfunktionen und zum Schutz relevanter klimatischer Ausgleichsflächen ist zudem an den Siedlungsrändern in verschiedenen Bereichen das Festschreiben bzw. Anstreben von klimatischen Baugrenzen zu empfehlen.

In den klimatischen Lasträumen der „überwiegend dicht bebauten Wohn- und Mischbebauung“, der „hochverdichteten Innenstadt“ sowie der „Gewerbe- und Industrieflächen“ treten die negativen Ausprägungen des Stadtklimas am deutlichsten hervor. Insbesondere für die hochbelasteten Innenstadtbereiche ist die Förderung des Luftaustauschs über vorhandene Grünvernetzungsstrukturen zu forcieren. In hochverdichteten Bereichen, die keine direkte Anbindung an größere klimatische Ausgleichsflächen aufweisen und wo eine entsprechende Grünvernetzung aufgrund der Bestandsstrukturen nicht realisierbar ist, müssen verstärkt kleinräumige Entsiegelungs- und Begrünungsmaßnahmen zur Verbesserung der mikroklimatischen Verhältnisse ergriffen werden. Insbesondere die Schaffung von Verschattungsobjekten (Bäume, mobiles Grün, Sonnensegel, Pergolen, etc.) sowie verdunstungsaktiver Flächen und Strukturen kann für lokale Abmilderung thermischer Belastungen sorgen. Bei fehlenden Entsiegelungs- und Rückbaumöglichkeiten sollten als Alternative Dach- und Fassadenbegrünungen zur Steigerung des Grünflächenanteils in diesen Bereichen umgesetzt werden. Zudem kann in hochversiegelten Straßenräumen durch den Erhalt und die Anpflanzung von Bäumen in Folge von Verschattungs- und Verdunstungseffekten eine lokale Klimaverbesserung erzielt

werden. Hierbei ist darauf zu achten, dass sich in Straßenschluchten und bei hohem Verkehrsaufkommen keine geschlossenen Kronendächer entwickeln, die zu eingeschränkten Austauschverhältnissen und einer Schadstoffanreicherung führen können. Im Bereich von Kaltluftammelgebieten besteht die Gefahr der Schadstoffakkumulation, weshalb in diesen Gebieten die Ansiedlung bodennaher Emittenten vermieden werden sollte (z.B. Gelände des Kohlekraftwerks Bergkamen, geplante Wasserstadt Aden).

Die klimatischen Ausgleichsräume des Freilandes, der innerstädtischen Grün- und Parkanlagen sowie der Waldgebiete fungieren vielerorts als wichtige thermische Pufferzonen zwischen den Siedlungsbereichen, als lokale Kalt- und Frischluftproduzenten, als Belüftungsbahn und/oder als Filter für Luftschadstoffe und Lärm, weshalb sie grundsätzlich gesichert und von (weiterer) Bebauung freigehalten werden sollten. Von entscheidender Bedeutung für die Relevanz dieser Ausgleichsflächen ist die Vernetzung mit den klimatischen Lasträumen. Hierzu sind der Erhalt bestehender Belüftungsbahnen sowie die Schaffung neuer Schneisen durch eine Auflockerung und Beseitigung von Strömungshindernissen erforderlich.

1 Einleitung und Aufgabenstellung

Die klimatischen und lufthygienischen Verhältnisse eines städtischen Siedlungsraums zeichnen sich durch erhebliche Modifikationen gegenüber dem unbebauten Umland aus, man spricht von der Ausprägung eines „Stadtklimas“. Insbesondere erhöhte Temperaturen, geringere Luftfeuchtigkeit, eine eingeschränkte Belüftungssituation und eine stärkere Luftverschmutzung können im städtischen Lebensraum zu Einbußen bei der Umweltqualität führen, was gesundheitliche Beeinträchtigungen der Bewohner zur Folge haben kann. Die Ursachen der klimatischen Defizite einer Stadt liegen u.a. in einem hohen Versiegelungsgrad, einem geringen Grünflächenanteil, den thermischen Eigenschaften der urbanen Oberflächen und dreidimensionalen Baukörper sowie den erhöhten Emissionen an Luftschadstoffen begründet. Die Bebauungs- und Grünflächenstruktur einer Stadt nimmt somit eine zentrale Funktion bezüglich der lokalen klimatischen und lufthygienischen Verhältnisse ein (Kuttler 2009). Insbesondere mit Blick auf die prognostizierten klimatischen Veränderungen für das Ruhrgebiet, die sich bedingt durch den globalen Klimawandel im Laufe des 21. Jahrhunderts einstellen und zu einer Verschärfung des thermischen Stadt-Umland-Verhältnisses führen werden, kommt der Stadt- und Umweltplanung eine entscheidende Bedeutung zum Schutze der Stadtbevölkerung durch eine nachhaltige Anpassung der Städte an den Klimawandel zu (Kuttler 2010).

Die Belange der Umweltmeteorologie wurden daher rechtlich im Baugesetzbuch verankert. Gemäß § 1 (5) sollen „Bauleitpläne eine nachhaltige städtebauliche Entwicklung, die die sozialen, wirtschaftlichen und umweltschützenden Anforderungen auch in Verantwortung gegenüber künftigen Generationen miteinander in Einklang bringt, und eine dem Wohl der Allgemeinheit dienende sozialgerechte Bodennutzung gewährleisten. Sie sollen dazu beitragen, eine menschenwürdige Umwelt zu sichern, die natürlichen Lebensgrundlagen zu schützen und zu entwickeln sowie den Klimaschutz und die Klimaanpassung, insbesondere auch in der Stadtentwicklung, zu fördern ...“. § 1(6) Ziffer 7 besagt hierbei, dass insbesondere „... die Belange des Umweltschutzes, einschließlich des Naturschutzes und der Landschaftspflege, insbesondere die Auswirkungen auf Tiere, Pflanzen, Boden, Wasser, Luft, Klima und das Wirkungsgefüge zwischen ihnen sowie die Landschaft und die biologische Vielfalt,...“ zu berücksichtigen sind (BauGB 2017).

Um den Anforderungen einer klimawandelgerechten Stadtentwicklung zu entsprechen, sind genaue Kenntnisse der aktuellen und zukünftig zu erwartenden lokalklimatischen Verhältnisse unabdingbar. Gesamtstädtische Klimauntersuchungen gewinnen daher für eine qualifizierte Flächennutzungs- und Bebauungsplanung in städtischen Agglomerationsräumen zunehmend an Bedeutung.

Die vorliegende Klimaanalyse für die Stadt Bergkamen stellt eine Aktualisierung und Ergänzung des stadtklimatologischen Gutachtens aus dem Jahr 1987 dar. Die gesamtstädtische Analyse von 1987 basierte neben der Auswertung einer Infrarot-Befliegung auf einem aufwändigen Messprogramm, wobei aus stationären Messungen (punktuell) und Messfahrten (linienhaft) anhand von Analogieschlüssen nur grobe flächendeckende Aussagen getroffen werden konnten. Als eine der ersten Klimaanalysen des Regionalverbands Ruhr wurde eine Synthetische Klimafunktionskarte (Anm.: entspricht der heutigen Klimaanalysekarte) erstellt, diese liegt jedoch in sehr geringer Detailschärfe vor und ist mittlerweile aufgrund der Veränderungen durch Bautätigkeiten der vergangenen Jahrzehnte nicht mehr anwendbar. Zudem entspricht sie nicht den technischen und wissenschaftlichen Anforderungen, die heute gefordert werden. Aus diesem Grund ist eine Neuauflage mit aktuellen Datengrundlagen und neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen erforderlich, damit die Ergebnisse als Grundlage für die zukünftige Stadt- und Bauleitplanung genutzt werden können.

Die vorliegende Untersuchung bezieht sich u.a. auf die Ergebnisse einer für die gesamte Metropolregion durchgeführten Modellierung mit Hilfe des Simulationsmodells FITNAH-3D. Dieses Verfahren liefert, im Gegensatz zu den lokal begrenzten Messungen, umfassende, räumlich hochauflösende und vor allem flächendeckende Ergebnisse zu einer Vielzahl relevanter klimatischer Parameter. Die FITNAH-Modellierung ist aufgrund ihrer Auflösung von 25 m x 25 m auf die Ebene der Flächennutzungs- und Bebauungsplanung ausgerichtet. Bei einer kleinräumigen Betrachtung auf Baublockebene können in Abhängigkeit von der Fragestellung jedoch weitergehende Untersuchungen (z.B. Messungen oder mikroskalige Simulationen) erforderlich sein, um die klimatischen Auswirkungen baulicher Flächennutzungsänderungen von Einzelflächen detailliert bewerten zu können.

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist die Analyse und Bewertung der klimatischen Situation des Bergkamener Stadtgebietes sowie die Ausweisung von Planungshinweisen. Zu diesem Zweck wird im ersten Schritt zur Charakterisierung der klimatischen Situation im Untersuchungsgebiet eine Analyse der wichtigsten Klimafaktoren und Klimatelemente (Ergebnisse der FITNAH-Modellierung) vorgenommen. Die Ergebnisse münden in einer „Karte der klimaökologischen Funktionen“ zur Darstellung der bioklimatischen Verhältnisse auf Basis der Bebauungstypen sowie der städtischen Belüftungssituation und des Kaltluftliefervermögens unbebauter Flächen. Des Weiteren werden die zu erwartenden Auswirkungen des globalen Klimawandels auf das Stadtgebiet von Bergkamen beschrieben, die derzeitigen und zukünftigen Wärmeinselbereiche dargestellt sowie eine Vulnerabilitätsanalyse durchgeführt. Im Fokus der vorliegenden Arbeit stehen die Erstellung einer Klimaanalysekarte und die Ausweisung von Planungshinweisen.

Die Klimaanalysekarte gliedert das Stadtgebiet in Klimatope, die durch ähnliche mikroklimatische Ausprägungen gekennzeichnet sind. Dynamische Faktoren werden in Form von spezifischen Klimaeigenschaften dargestellt und beschrieben. Die Klimaanalysekarte wird zur Ableitung des Planungs- und Handlungsbedarfs mit dem Ziel, bestehende Belastungspotentiale zu senken bzw. abzubauen sowie die Lebens- und Wohnqualität zu sichern und zu schützen, genutzt. Neben der Darstellung großräumiger Planungshinweise für die gesamtstädtische Siedlungsstruktur werden für die einzelnen Stadtbezirke lokale Planungshinweise in textlicher und tabellarischer Form aufgeführt. Die Erstellung der Klimaanalyse- sowie Planungshinweiskarte erfolgte nach den Vorgaben der VDI-Richtlinie 3787 Blatt 1 (VDI 1997/2003; VDI 2015).

Durch die vorliegende Arbeit wird der Stadtverwaltung ein umfangreiches Hilfsmittel zur Verfügung gestellt, durch dessen Umsetzung der Maßnahmenempfehlungen zur Klimaanpassung eine nachhaltige und klimawandelgerechte Stadtentwicklung in Bergkamen gesichert werden kann.

2 Charakterisierung des Untersuchungsgebietes

Die Stadt Bergkamen ist dem Landkreis Unna zuzuordnen und liegt am Rand des östlichen Ruhrgebiets. Dabei grenzt der Nordwesten des Stadtgebiets an die Stadt Werne, der Nordosten an die Stadt Hamm, der Südosten an die Stadt Kamen und der Südwesten an die Stadt Lünen.

Das Stadtgebiet umfasst 44,8 km² bei einer Maximalausdehnung von 8,4 km in Ost-West-Richtung und von 6,4 km in Nord-Süd-Richtung (Stadt Bergkamen 2021).

Bei einer Einwohnerzahl von 50.438 und einer Fläche von 44,8 km² beträgt die Bevölkerungsdichte von Bergkamen 1.125,8 Einw./km² (Stand: 31.12.2020, Stadt Bergkamen, IT NRW 2020) und liegt damit etwas über der Einwohnerdichte der ebenfalls dem Gemeindetyp „Kleine Mittelstadt“ zugeordneten, angrenzenden Stadt Kamen (1.050,6 Einw./km²), aber unter der Einwohnerdichte der großen Mittelstadt Lünen (1.453,9 Einw./km²). Die durchschnittliche Einwohnerdichte der im Kreisgebiet Unna liegenden Städte beträgt 727 Einw./km² (Stand 31.12.2019; siehe Kreis Unna 2021). Damit liegt die Stadt Bergkamen hinsichtlich der Einwohnerdichte deutlich über dem Durchschnitt.

Bedingt durch unterschiedliche Bebauungsstrukturen zeigt die Bevölkerungsdichte in Bergkamen eine stark heterogene Verteilung über die sechs Stadtbezirke (siehe Abb. 2-1), die das Stadtgebiet unterteilen.



Abb. 2-1: Stadtbezirke von Bergkamen.

Während die Stadtbezirke Bergkamen (2175 Einw./km²), Oberaden (1620 Einw./km²), Rünthe (1043 Einw./km²) und Weddinghofen (1271 Einw./km²) relativ dicht besiedelt sind, besitzen die

Bezirke Heil (80 Einw./km²) und Overberge (442 Einw./km²) eine deutlich geringere Bevölkerungsdichte (siehe auch Tab. A 1 im Anhang; Stadt Bergkamen 2021).

Die unterschiedliche Bebauungsdichte bzw. die Flächennutzung hat neben weiteren Faktoren, wie dem Relief oder der Oberflächenrauigkeit, einen großen Einfluss auf die lokalklimatischen Ausprägungen einer Stadt. Daher werden im Folgenden zunächst die charakteristischen Merkmale dieser Klimafaktoren im Stadtgebiet von Bergkamen beschrieben. Zudem erfolgt eine Einordnung der klimatischen Verhältnisse anhand der regionalen Klimatopkarte des Regionalverbandes Ruhr. Diese ermöglicht eine erste Abgrenzung von Räumen mit ähnlichen mikroklimatischen Eigenschaften (Klimatope). Zu Beginn steht jedoch eine naturräumliche und großklimatische Einordnung des Untersuchungsgebietes.

2.1 Naturräumliche und großklimatische Einordnung

Das Stadtgebiet von Bergkamen liegt naturräumlich betrachtet im Bereich der Großeinheit „Westfälische Tieflandsbucht“ und lässt sich hier in die naturräumliche Untereinheit Hellwegbörden (Ordnungszahl 542) einordnen.

Makroklimatisch wird die Stadt Bergkamen dem Klimabereich „Nordwest-Deutschland“ zugeordnet, welcher sich von der Nordseeküste bis zu den Südseiten von Eifel und Westerwald sowie zur Ostseite des Sauerlandes erstreckt (vgl. Abb. 2-3). Durch die Lage im Westwindgürtel und die relative Nähe zum Atlantik ist das Klima in diesem Teil Deutschlands maritim beeinflusst, was sich im Allgemeinen durch kühle Sommer und milde Winter äußert. Gelegentlich setzt sich jedoch auch ein kontinentalklimatischer Einfluss mit längeren Hochdruckphasen durch. Dann kann es im Sommer zu höheren Temperaturen und trockenem sommerlichem Wetter bei schwachen östlichen bis südöstlichen Winden kommen. Im Winter sind kontinental geprägte Wetterlagen hingegen häufig mit anhaltenden Kälteperioden verbunden. Grundsätzlich dominieren im nordwestdeutschen Klimabereich jedoch südwestliche Windrichtungen, welche die vorherrschenden Luftdruckverhältnisse mit einem Hoch über Süd- und Mitteleuropa und einem Tief über dem Europäischen Nordmeer widerspiegeln. Regionalklimatisch liegt das Bergkamener Stadtgebiet im Klimabezirk „Münsterland (MURL 1989).

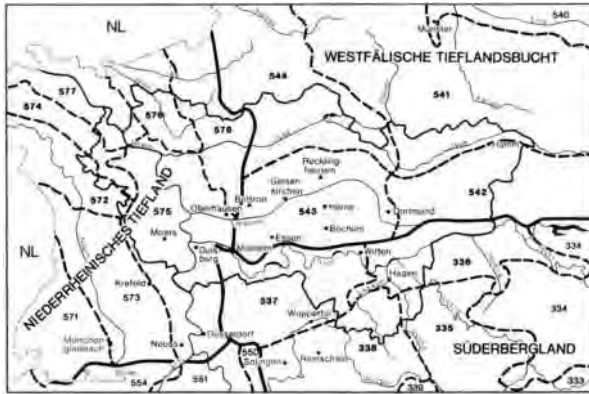


Abb. 2-3: Naturräumliche Gliederung des Ruhrgebietes (Lüftner 1996)



Abb. 2-2: Klimabezirke im Ruhrgebiet (Lüftner 1996)

Eine Zusammenstellung ausgewählter Klimadaten für Bergkamen enthält Tabelle 2-1. Die dargestellten Werte zeigen die mittleren klimatischen Bedingungen im Zeitraum 1981-2010. Durch den prognostizierten Klimawandel werden sich die Klimaverhältnisse im Laufe des 21. Jahrhunderts verändern (vgl. Kapitel 6). Zudem können die groß- und regionalklimatischen Charakteristika der Klimabezirke auf der lokalen Ebene in erheblichem Maße durch natürliche Faktoren (z.B. Relief) sowie anthropogene Einflüsse (z.B. Flächennutzung, Versiegelungsgrad, Emission von Luftschadstoffen, etc.) überprägt werden.

Tabelle 2-1: Ausgewählte Klimaindikatoren für den Zeitraum 1981-2010 (LANUV NRW 2021)

Klimaindikator	Wert
Mittleres Tagesmittel der Lufttemperatur (°C) im Jahr	10 - 11
Mittleres Tagesmittel der Lufttemperatur (°C) im Frühling	9 - 10
Mittleres Tagesmittel der Lufttemperatur (°C) im Sommer	17 - 18
Mittleres Tagesmittel der Lufttemperatur (°C) im Herbst	10 - 11
Mittleres Tagesmittel der Lufttemperatur (°C) im Winter	2 - 3
Mittlere Anzahl der Sommertage ($T_{\max} \geq 25 \text{ °C}$) pro Jahr	35 - 36
Mittlere Anzahl der heißen Tage ($T_{\max} \geq 30 \text{ °C}$) pro Jahr	7 - 8
Mittlere Anzahl der Frosttage ($T_{\min} < 0 \text{ °C}$) pro Jahr	53 - 55
Mittlere Anzahl der Eistage ($T_{\max} < 0 \text{ °C}$) pro Jahr	8 - 9
Mittlere Niederschlagshöhe im Jahr (mm)	798 - 837

2.2 Relief und Oberflächenrauigkeit

Eine ausgeprägte Reliefstruktur kann einen großen Einfluss auf die Belüftung einer Stadt ausüben, sei es in Form einer Tallage mit dadurch bedingter Ablenkung der Hauptwindrichtung oder in Form einer insgesamt schlechten Belüftungssituation im Falle einer Kessellage. Daneben spielt das Relief für die Entstehung von Kaltluftabflüssen eine große Rolle. Kalte Luftmassen fließen bei geeigneten Wetterlagen hangabwärts, dem stärksten Gefälle folgend und sammeln sich in Senken und Tälern an. Dringt die kalte Luft infolge ausreichenden Gefälles bis in Siedlungsgebiete vor, kann sie dort zur Abkühlung überhitzter Bereiche beitragen.

Hinsichtlich der Reliefausprägung kann das Stadtgebiet von Bergkamen in drei Teilgebiete untergliedert werden. Während sich der Norden im Niederungsbereich der Lippe durch geringe Geländehöhen zwischen durchschnittlich 50 – 60 m ü.NN (niedrigster Punkt im Bereich der Lippewiesen im Stadtteil Heil mit 49,6 m ü. NN) auszeichnet, steigt das Relief südlich der Ost-West verlaufenden Bahntrasse bis auf Höhen von 148,5 m ü. NN im Bereich der künstlich aufgeschütteten Adener Höhe auf. Die Adener Höhe ist die größte Erhebung im Südwesten der Halde Großes Holz und ragt ca. 87 m über ihre Umgebung hinaus. Mit einer Fläche von fast 200 ha ist die Halde Großes Holz nach dem Landschaftspark Hoheward die zweitgrößte Haldenlandschaft im Ruhrgebiet. Sie liegt zwischen dem Vorort Oberaden und dem Datteln-Hamm-Kanal und verläuft nördlich und östlich der Adener Höhe als eine Art Hochebene („Korridorpark“). Während südlich und westlich der Halde Großes Holz das Relief nur vereinzelt Höhen von ca. 60 – 70 m ü. NN aufweist, im Durchschnitt jedoch durch vergleichbare Höhenlagen wie im Bereich der Lippeaue charakterisiert ist, steigt das Relief südöstlich der Halde Großes Holz deutlich an und erreicht zum Teil Höhen von über 90 m ü. NN (Hellmann 2021; Stadt Bergkamen 2021).

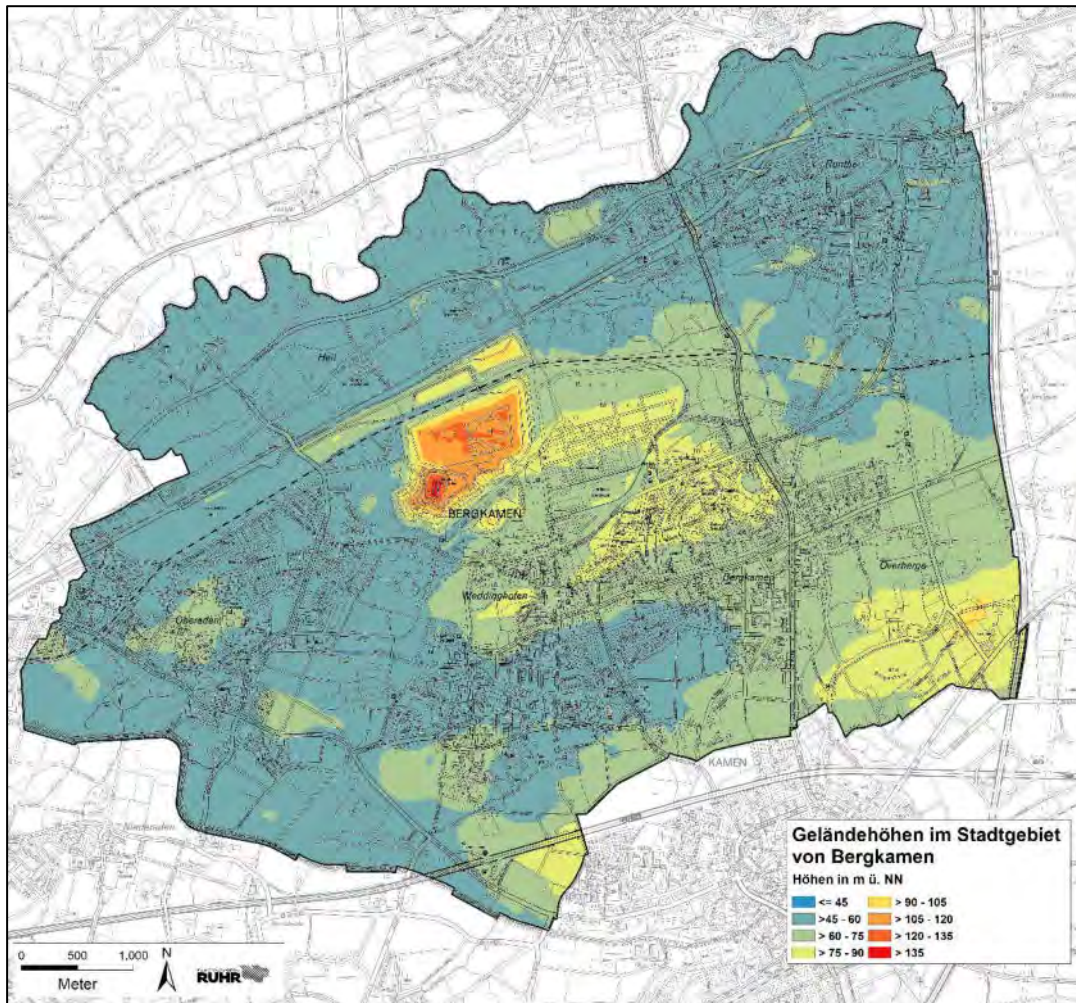


Abb. 2-4: Darstellung des Reliefs im Stadtgebiet von Bergkamen.

Neben dem Relief nimmt auch die Oberflächenrauigkeit, welche aus der Flächennutzung abgeleitet werden kann, eine bedeutende Rolle für die Belüftungssituation eines Standortes ein. Die in Karte 2-3 dargestellten Ergebnisse der Rauigkeitsklassen im Bergkamener Stadtgebiet zeigen geringe Oberflächenrauigkeiten im Bereich der landwirtschaftlich genutzten Flächen insbesondere im südlichen, nördlichen und östlichen Stadtrandbereich. Höhere Rauigkeitswerte ergeben sich infolge der Bebauung in den Siedlungs- und Gewerbe- bzw. Industriegebieten. Zudem zeichnen sich auch Wälder durch eine erhöhte Oberflächenrauigkeit aus. Erhöhte Werte bedingen in der Regel eine Verringerung der Windgeschwindigkeit gegenüber dem unbebauten und unbewaldeten Umland und können somit negative Auswirkungen auf die Durchlüftung zur Folge haben. Insgesamt zeichnet sich das Stadtgebiet von Bergkamen in weiten Teilen durch eine relativ geringe Reliefenergie und dadurch wenig stark ausgeprägte geomorphologische Strukturen aus. Die Oberflächenrauigkeit zeigt eine stark heterogene Ausprägung im Stadtgebiet mit erhöhter Rauigkeit zwischen dem Siedlungsbereich der Stadt und dem Datteln-Hamm-Kanal, bedingt durch das Vorhandensein großflächiger Waldgebiete und

dem Gewerbepark Neu Monopol. Vereinzelt existieren im Osten der Stadt aufgrund großflächiger Waldgebiete ebenfalls Bereiche mit erhöhter Oberflächenrauigkeit.

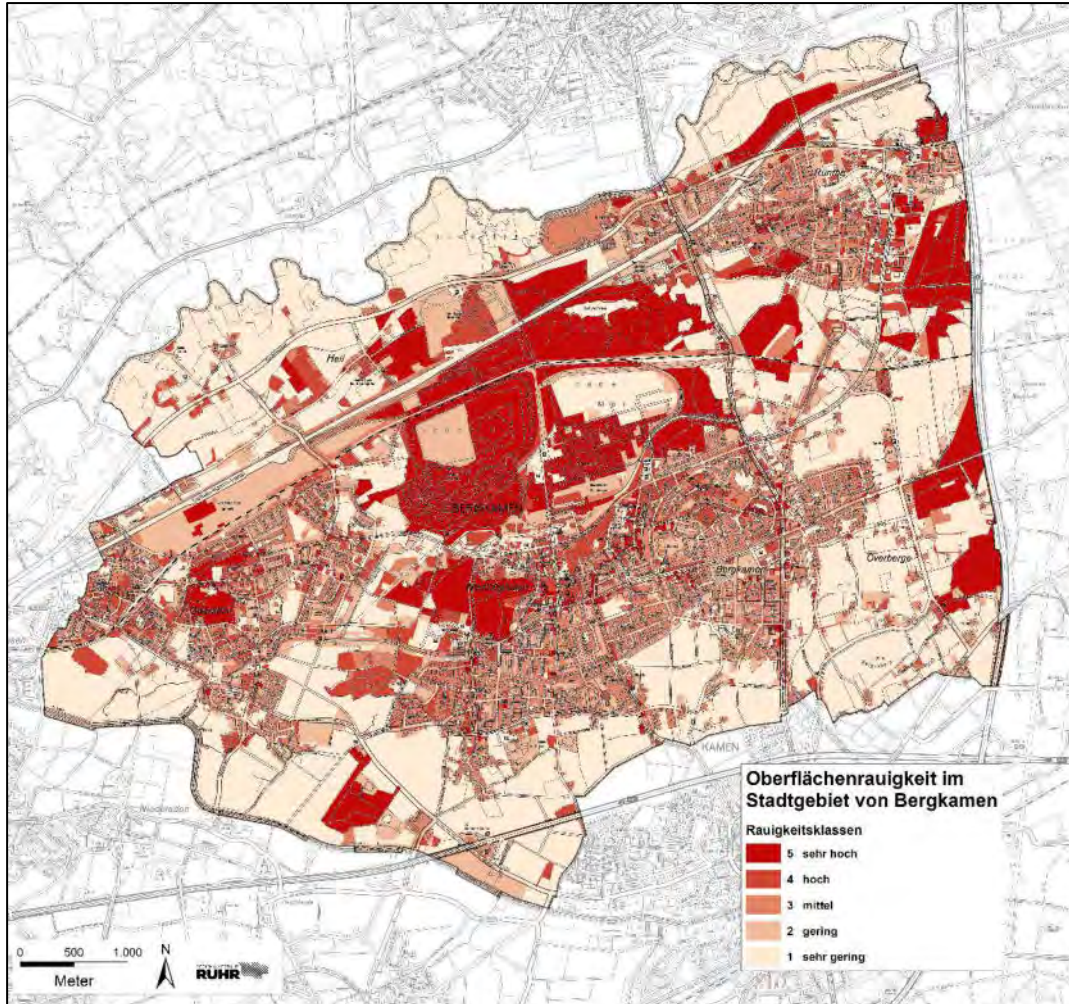


Abb. 2-5: Darstellung der Oberflächenrauigkeit im Stadtgebiet von Bergkamen

2.3 Flächennutzung

Da den Wechselwirkungen zwischen einer Oberfläche und der atmosphärischen Grenzschicht die beherrschende Rolle bei der Ausprägung von lokalklimatischen Verhältnissen zukommt, nimmt die Flächennutzung eine entscheidende stadtklimatische Bedeutung ein (Baumüller et al. 1999).

Tabelle 2-2 zeigt die prozentualen Anteile der Nutzungsarten an der Gesamtfläche des Stadtgebietes von Bergkamen sowie deren Flächengrößen (Stand 31.12.2020). Dabei wird deutlich, dass 31,8% des Stadtgebietes durch bebaute Flächen oder Verkehrsflächen überprägt sind. Während landwirtschaftliche Flächen einen Anteil von 32,9 % an der Gesamtfläche ausmachen, weisen Wald (17,7 %), Erholungs- (7,8 %) und Wasserflächen (2,5 %) geringere Flächenanteile auf (IT.NRW 2019).

Beim Vergleich der Flächenanteile von Bergkamen mit den Flächenanteilen in Gemeinden gleichen Typs (Durchschnittswerte) wird deutlich, dass die bebaute Fläche in Bergkamen 14,8 % höher und die landwirtschaftlich genutzte Fläche 17,2 % niedriger liegt. Waldflächen sind in Bergkamen mit 8,2 % weniger Fläche als in Gemeinden gleichen Typs anzutreffen, während 5,6 % mehr Fläche in Bergkamen als Erholungsfläche zur Verfügung steht (IT.NRW 2020).

Tabelle 2-1: Anteile der Nutzungsarten an der Gesamtfläche des Stadtgebietes von Bergkamen sowie deren Flächengröße (Stand: 31.12.2019; IT.NRW 2020)

Nutzungsart	Fläche in ha	Anteil in %
Bebaute Fläche	1.059	23,6
Erholungsfläche*	348	7,8
Verkehrsfläche	366	8,2
Landwirtschaftliche Fläche	1.477	32,9
Waldfläche	795	17,7
Wasserfläche	114	2,5
Sonstige Flächen	331	7,4
insgesamt	4.490	100,0

Die räumliche Aufteilung der unterschiedlichen Flächennutzungstypen im Stadtgebiet weist grundsätzlich eine heterogene Verteilung der Frei- und Siedlungsflächen auf. Allerdings ist ein relativ großer, geschlossener überbauter Bereich in den Stadtteilen Weddinghofen, Bergkamen und Overberg (Teilfläche) erkennbar. Zwei weitere große Siedlungsbereiche befinden sich in Rünthe und Oberaden. Hier weist insbesondere der Siedlungsraum von Oberaden – im

Gegensatz zum Stadtkernbereich von Bergkamen – eine engere Verzahnung mit dem landwirtschaftlich genutzten Umland auf. Dies wird ersichtlich an einer Vielzahl an größeren und kleineren unbebauten Arealen und Grünflächen (z.B. Wieckenbusch), die zum Teil einen direkten Übergang in die Freilandbereiche aufweisen. In Rünthe sind die Bebauungsstrukturen dagegen dichter und durch einen geringeren Grünflächenanteil geprägt. Zudem befindet sich im östlichen Rünthe der große Gewerbepark Rünthe mit einem hohen Versiegelungsgrad. Klimatisch günstiger ist hingegen der südlich der Faustel- und der Gewerbestraße befindliche Landwehrpark, der den Siedlungsbereich von Rünthe in Ost-West-Richtung durchzieht.

Die bebauten Bereiche im Stadtkern von Bergkamen werden von einigen Grünflächen wie dem Wasserpark, dem Stadtpark, dem Kurt-Schumacher-Platz und der Mergelkuhle aufgelockert. Die klimameliorierende Wirkung ist zwar oftmals auf die Flächen selbst begrenzt („Oaseneffekt“), kann in Abhängigkeit von der Größe, der Struktur, der Reliefsituation sowie von der Vernetzung mit der angrenzenden Bebauung aber auch eine Fernwirkung ausüben. In diesem Zusammenhang sind auch die entlang des Kuhbachs befindlichen Grünflächen, die sich durch das gesamte Stadtgebiet in Ost-West-Richtung erstrecken, zu nennen.

Das Stadtgebiet von Bergkamen weist mit knapp 18 % der Gesamtfläche zwar einen vergleichsweise geringen Anteil an Waldflächen auf, gleichzeitig konzentrieren sich diese Waldgebiete auf großflächige Areale nördlich der Innenstadt in den Stadtteilen Bergkamen und Weddinghofen. Weitere Waldgebiete liegen entlang der östlichen Stadtgrenze und bilden hier – gemeinsam mit den landwirtschaftlich genutzten Flächen – eine klimatisch wichtige Pufferzone zur benachbarten Stadt Hamm.

Kleinere Waldgebiete befinden sich innerhalb des Siedlungsbereiches von Oberaden sowie in den angrenzenden ländlichen Freiflächen. Auch entlang des Datteln-Hamm-Kanals sowie im südlichen Stadtgebiet existieren einzelne, kleinere Waldgebiete.

Hervorzuheben ist ferner die besondere Situation in den nördlichen Abschnitten der Stadtteile Bergkamen und Weddinghofen, wo sich der Gewerbepark Neu Monopol auf einer Fläche von über 90 ha erstreckt. Der zum Teil als Industriefläche genutzte Bereich weist einen hohen Versiegelungsgrad auf, wird aber dennoch durch einzelne Brach- und kleinere Grünflächen sowie Baum- und Strauchstrukturen durchzogen. Wohnbebauung existiert in diesem Bereich nicht.

Weitere größere Industrie- und Gewerbeflächen befinden sich im östlichen Abschnitt des Stadtteils Rünthe sowie entlang des Datteln-Hamm-Kanals (Kohlekraftwerk Bergkamen) sowie im südlichen Stadtrandbereich im Übergang zur Nachbarstadt Kamen. Kleinere Gewerbegebiete sind in den Stadtteilen Bergkamen und Weddinghofen angesiedelt.

Im Norden des Stadtgebiets verlaufen der Wesel-Datteln-Kanal sowie die Lippe. Kleinere Bachläufe durchziehen Teile des Stadtgebiets und werden meist von mehr oder weniger großen Grünflächen begleitet, die sich durch weite Teile des Siedlungsraumes erstrecken (z.B. Kuhbach) und somit eine Verbindung zu den großen landwirtschaftlichen Flächen und Wäldern außerhalb der Stadt schaffen.

Bergkamen wird weiterhin von einigen wichtigen Verkehrsverbindungen mit überregionaler Funktion durchzogen, die Einfluss auf die lufthygienische Situation haben. So liegt die Stadt am Kamener Kreuz und ist über zwei Autobahnen und zwei Bundesstraßen an das deutsche Fernstraßennetz angebunden. Während entlang der östlichen Stadtgrenze die A 1 verläuft, befindet sich entlang der südlichen Stadtgrenze die A 2. Darüber hinaus quert im östlichen Abschnitt des Stadtteils Bergkamen die Bundesstraße 233 das Stadtgebiet in Nord-Süd-Richtung, und im westlichen Stadtgebiet verläuft die Bundesstraße 61.

Somit sind insbesondere der östliche Siedlungsbereich von Bergkamen sowie der äußerste Westen und Süden von vielbefahrenen Autobahnen bzw. Bundesstraßen durchzogen.

2.4 Regionale Klimatopkarte

Im Rahmen der Erstellung des Fachbeitrags „Klimaanpassung“ zum Regionalplan Ruhr im Jahr 2013 wurde durch den Regionalverband Ruhr eine regionale Klimatopkarte für die gesamte Metropole Ruhr erstellt. Klimatope beschreiben Gebiete, die aufgrund identischer Flächennutzung ähnliche mikroklimatische Ausprägungen aufweisen. Als Grundlage für die Klimatopkarte diente daher u.a. die Flächennutzungskartierung.

Die Regionale Klimatopkarte wurde auf die Ebene der Regionalplanung ausgerichtet und verschafft daher an dieser Stelle lediglich einen ersten Überblick über die Verteilung der Klimatope im Stadtgebiet. Eine detaillierte Ausweisung und Auswertung der räumlichen Verteilung der Klimatope in Bergkamen erfolgt anhand der Klimaanalysekarte in Kapitel 4.

Im Folgenden werden die einzelnen Klimatope kurz beschrieben und eine regionale Einordnung der Stadt Bergkamen anhand der Klimatopkarte für die Metropole Ruhr gegeben.

2.4.1 Beschreibung der Klimatope

Freilandklima

Das Freilandklima entwickelt sich über landwirtschaftlich genutzten Flächen. Es zeichnet sich durch gute Austauschverhältnisse und stark ausgeprägte Tagesgänge der Lufttemperatur mit deutlich niedrigeren nächtlichen Lufttemperaturen aus. Dadurch stellen diese Fläche potenzielle Ausgleichsräume dar, die bei entsprechenden Wetterlagen eine klimatisch entlastende Funktion für die Siedlungsräume einnehmen können.

Waldklima

Das Waldklima ist durch eine Verlagerung der Strahlungsumsätze auf das Kronendachniveau und einer daraus folgenden Dämpfung aller Klimaelemente im Stammraum (Bestandsklima) gekennzeichnet. Aufgrund der Filterfunktion stellen Wälder bedeutende Frischluftentstehungsgebiete dar.

Parkklima

Größere innerstädtische Frei- und Grünflächen (z.B. öffentliche Parks, Friedhöfe, etc.) können (ähnlich wie das Freiland) aufgrund der im Vergleich zur umliegenden Bebauung geringeren Temperaturen eine ausgleichende Funktion innehaben. Die Reichweite dieser klimameliorierende Wirkung auf die angrenzenden Siedlungsflächen ist dabei von der Flächengröße der Grünfläche sowie der Beschaffenheit der Randbebauung abhängig.

Gewässerlima

Das Gewässerlima ist aufgrund der thermischen und hygrischen Eigenschaften von Wasserkörpern durch einen gedämpften Tagesgang der Lufttemperatur gekennzeichnet. Diese positive klimatische Wirkung bleibt bei kleineren innerstädtischen Wasserflächen jedoch zumeist auf die unmittelbare Umgebung begrenzt.

Klima der bebauten Flächen

Das Stadtklima wird mit zunehmender Bebauungsdichte und Versiegelung bei abnehmender Vegetationsdurchdringung in die **Klimatope Stadtrand, Stadt und Innenstadt** unterteilt. Vom Stadtrand in Richtung Innenstadt erfolgen eine Zunahme der Temperatur, eine Veränderung der relativen Feuchte und ein zunehmender Einfluss auf das Windfeld. Die positive Wirkung der Vegetation nimmt immer weiter ab.

Gewerbe- und Industrieklima

Gewerbe und vor allem Industrieflächen sind aufgrund der Abwärmeproduktion, des meist hohen Versiegelungsgrades und der dichten Bebauung durch Überwärmung gekennzeichnet. Je nach Baukörper kann das Windfeld stark beeinflusst werden. Negative Auswirkungen auf das Umfeld ergeben sich ebenfalls durch Lärm- und Schadstoffemissionen.

gänge der Bebauungsflächen über die Stadtgrenzen hinweg und der zum Teil fehlenden Ausgleichsräume kann es von Duisburg bis Dortmund bei sommerlichen Strahlungswetterlagen zu signifikanten klimatischen Unterschieden zwischen den Innenstädten und dem unbebauten Umland kommen.

Die Stadt Bergkamen ist regional dem östlichen Ruhrgebiet zuzuordnen. Vom eigentlichen Siedlungskernbereich des Ruhrgebiets ist Bergkamen durch große, zusammenhängende Flächen des Freilandklimas getrennt.

Die Ausprägung eines Innenstadtklimas erstreckt sich über verschiedene Bereiche der Bezirke Bergkamen und Weddinghofen und ist meist von Gebieten umgeben, die dem Stadtklimatop und dem Gewerbeklimatop zugeordnet werden können. Der überwiegende Teil der Siedlungsfläche ist aufgrund der weitestgehend lockeren Bebauungsstruktur dem Stadtrandklima zugehörig.

Anhand der Klimatopverteilung wird deutlich, dass die Stadt Bergkamen inmitten einer ländlichen, durch große Freiland- und Waldflächen geprägten Landschaft liegt, innerhalb des Siedlungsbereichs in einigen Teilen jedoch nur relativ wenig durch Grün- und Parkanlagen aufgelockert ist. Darüber hinaus wird die räumliche Verteilung der Industrie- und Gewerbegebiete im Stadtgebiet deutlich.

3 Flächenhafte Ausprägung ausgewählter Klimaelemente

Die Verteilung lokalklimatisch relevanter Größen (z.B. Wind, Temperatur, etc.) kann mit Hilfe von Messungen ermittelt werden. Aufgrund der großen räumlichen und zeitlichen Variabilität der meteorologischen Parameter sind Messungen allerdings immer nur punktuell repräsentativ und eine Übertragung in benachbarte Räume zumeist nicht möglich. Daher nehmen kleinräumige Simulationsmodelle für umweltmeteorologische Zusammenhänge im Rahmen von stadt- und landschaftsplanerischen Fragestellungen eine immer größere Bedeutung ein. Mesoskalige Modelle können physikalisch fundiert die räumlichen und/oder zeitlichen Lücken zwischen Messungen schließen, weitere meteorologische Größen berechnen sowie Wind- und Temperaturfelder in ihrer raumfüllenden Struktur ermitteln und darstellen (RVR 2013).

Für den Fachbeitrag „Klimaanpassung“ zum Regionalplan Ruhr wurden die klimatischen Verhältnisse bereits im Jahr 2012 flächendeckend für die gesamte Metropole Ruhr mit Hilfe des Simulationsmodells FITNAH-3D berechnet. Aufgrund der zwischenzeitlich stark veränderten baulichen Strukturen in vielen Bereichen der Metropole Ruhr wurde die Modellierung mit Hilfe neuester Datengrundlagen aktualisiert und hinsichtlich der Auflösung verbessert. Darüber hinaus wurde die neue Modellrechnung um zusätzliche Parameter sowie die Darstellung des Klimawandels anhand von thermischen Kenntagen ergänzt.

Die Modellierung der meteorologischen Parameter erfolgte dabei in einem Raster mit einer Zellengröße von jeweils 25 m x 25 m. Da bei dieser Auflösung Einzelgebäude nicht explizit aufgelöst werden können, sind diese entsprechend parametrisiert über die Definition von Flächennutzungsklassen in die Modellierung eingegangen. Die für die Simulation notwendigen orographischen Eingangsparameter wurden auf Grundlage eines digitalen Geländehöhenmodells mit einer Auflösung von 10 m abgeleitet. Zur Aufbereitung der Nutzungsstrukturen für die Modellrechnung wurde die Flächennutzungskartierung des RVR verwendet (Bearbeitungsstand: Mai 2020). Im Zuge des eingesetzten geostatistischen Verfahrens wurden kleinere Nutzungseinheiten, die aufgrund der Maßstabsbeschränkung in der Flächengeometrie nicht enthalten sind (z.B. Straßenräume, Plätze, kleinere Baumgruppen) den einzelnen Rasterzellen mittels umfangreichem Abgleich auf Basis von Luftbildern zugeordnet. Aus der Verknüpfung der unterschiedlichen Quellen ist somit eine Informationsebene zur Realnutzung, Strukturhöhe und Oberflächenversiegelung aufgebaut worden (RVR 2013).

Die Simulation erfolgte für eine autochthone Wetterlage. Hierbei handelte es sich um eine austauscharme sommerliche Hochdruckwetterlage mit wolkenlosem Himmel, hohen solaren Einstrahlungswerten und einem nur sehr schwachen überlagernden synoptischen Wind. Unter diesen Bedingungen können sich lokalklimatische Besonderheiten unterschiedlicher Nutzungsstrukturen besonders stark ausprägen. Häufig geht dies mit einer überdurchschnittlich hohen Wärmebelastung sowie lufthygienischen Belastungen in Siedlungsräumen einher. Die

meteorologischen Eingangsdaten der Simulation stellen insofern eine „Worst Case“-Betrachtung dar. Unter diesen Rahmenbedingungen können nächtliche Kalt- und Frischluftströmungen aus innerstädtischen Grün- und Brachflächen sowie dem unbebauten Umland zum Abbau einer Wärmebelastung in den Siedlungsbereichen beitragen. (RVR 2013).

Im Folgenden werden die Ergebnisse der FITNAH-Modellierung (2020) zu verschiedenen meteorologischen Parametern für das Stadtgebiet von Bergkamen erläutert.

3.1 Bodennahe Lufttemperatur und nächtliche Abkühlungsrate

Der Tagesgang der bodennahen Lufttemperatur ist direkt an die Strahlungsbilanz eines Standortes gekoppelt. Die in Städten gegenüber dem unbebauten Umland modifizierten Temperaturverhältnisse lassen sich dabei im Wesentlichen auf die erhöhte Wärmekapazität und -leitfähigkeit der urbanen Böden und Oberflächen sowie die durch die Geometrie der städtischen Baukörper vergrößerte strahlungsabsorbierende Oberfläche zurückführen. Zudem bedingt die höhere Konzentration von Gasen und Aerosolen der Stadtluft eine Veränderung der Strahlungsbilanz zugunsten eines langwelligen Strahlungsgewinns (lokaler Treibhauseffekt). Des Weiteren leisten eine herabgesetzte Verdunstung infolge der geringeren Grünflächenanteile und der direkten Einleitung des Niederschlagswassers in die Kanalisation, die Wirkung der Stadt als Strömungshindernis und damit verbundener Beeinträchtigung der Durchlüftung und des Luftaustausches mit dem Umland sowie die erhöhte anthropogen bedingte Wärmeproduktion einen Beitrag zur Überwärmung bzw. geringeren nächtlichen Abkühlung der Siedlungsbereiche. Die nächtliche Temperaturdifferenz zwischen Stadt und Umland kann dabei mehr als 8 Kelvin (K) betragen, wobei das Ausmaß von der Größe der Stadt und der Dichte der Bebauung abhängig ist.

Auch die Luftvolumina über grüngerprägten Flächen weisen untereinander keinen einheitlichen Temperaturzustand auf. Die Abkühlungsrate von natürlichen Oberflächen wird insbesondere von ihren thermischen Bodeneigenschaften (u.a. Wärmeleitfähigkeit und -kapazität) sowie von der Oberflächenbedeckung (Bewuchs, Laubstreu usw.) bestimmt. Das Relief, die Lage im Mosaik der Nutzungen sowie die dynamischen Luftaustauschprozesse üben einen weiteren Einfluss aus.

Eine Sonderstellung nehmen Wald- und Gewässerflächen ein. Der gedämpfte Tagesgang der Lufttemperatur im Wald beruht auf dem zweischichtigen Strahlungsumsatz zwischen Atmosphäre und Kronendach sowie zwischen Kronendach und Stammraum. Größere Waldgebiete stellen wichtige Frischluftproduktionsgebiete dar. Während tagsüber durch Verschattung und Verdunstung relativ niedrige Temperaturen bei hoher Luftfeuchtigkeit im

Stammraum vorherrschen, treten nachts vergleichsweise milde Temperaturen auf. Stadtnahe Wälder können daher auch am Tage Kaltluft zugunsten des Siedlungsraumes erzeugen.

Die Ermittlung des bodennahen Temperaturfeldes ermöglicht es, Bereiche mit potenziellen bioklimatischen Belastungen abzugrenzen, Aussagen zum Auftreten thermisch und/oder orographisch induzierter Ausgleichsströmungen zu treffen und die räumliche Ausprägung und Wirksamkeit von Kalt- bzw. Frischluftströmungen abzuschätzen.

In Karte 3-1 ist die mit FITNAH-3D simulierte Verteilung der bodennahen Lufttemperatur in 2 Meter über Grund für eine sommerliche austauscharme Strahlungswetterlage zum Zeitpunkt 14 Uhr dargestellt. Die mittlere Lufttemperatur liegt bei 31,4 °C. Das Temperaturminimum beträgt 20,1 °C und das Maximum der simulierten Temperaturen liegt bei 35,0 °C. Damit wird eine Temperaturdifferenz im Stadtgebiet von bis zu 14,9 K erreicht. Die höchsten Temperaturen sind in den großen Gewerbe- und Industriegebieten (Kohlekraftwerk Bergkamen, Gewerbepark Neu Monopol, Gewerbepark Rünthe und Gewerbegebiet südöstlich der Anschlussstelle Kamen/Bergkamen) ermittelt worden, was auf die großflächige Ausdehnung der hoch versiegelten Bereiche mit nur geringen Grünflächenanteilen zurückzuführen ist.

Der Siedlungsraum von Bergkamen ist mit ca. 33 - 34 °C ebenfalls durch sehr hohe Lufttemperaturen während der Tagstunden gekennzeichnet. Dabei konnten die höchsten Temperaturen innerhalb der kleineren Gewerbeflächen sowie dicht bebauten Innenstadtbereiche ermittelt werden. Die landwirtschaftlichen Flächen südlich und westlich des Siedlungsraums zeigen eine nur unwesentlich günstigere Situation mit Lufttemperaturen über 32°C an. Dass die Temperaturen zwischen dicht bebauten Innenstadtbereichen und unversiegeltem Freiland sich zur Mittags- bzw. frühen Nachmittagszeit kaum unterscheiden, wird durch zahlreiche Untersuchungen für alle Monate des Jahres belegt. Insbesondere im Juli kann es sogar zu einer Umkehr der Temperaturunterschiede zwischen Stadt und Land kommen. Diese Situation tritt insbesondere während starker Einstrahlung auf und ist mit dem Schattenwurf der Gebäude in den Siedlungsräumen, die Verlagerung der maßgeblichen Strahlungsreferenzflächen auf das Niveau der Gebäudedächer und die Ableitung der Wärme in die Baumaterialien zu erklären (KUTTLER 2009).

Mit Temperaturen von 27 - 29 °C sind innerhalb der Wälder deutlich günstigere Bedingungen während der Tagstunden festzustellen. Grund für die geringere Aufheizung ist die Abschirmung des Kronendachs vor der Sonnenstrahlung sowie die Verdunstungskühlung durch die Vegetation.

Die Wasserflächen stellen sich am Tage aufgrund der hohen spezifischen Wärmekapazität (Maß für diejenige Energie, die benötigt wird, um 1kg eines Stoffes um 1K zu erwärmen) als die kühleren Bereiche mit Temperaturen um 21 °C dar. Die leicht kühlende Wirkung ist noch in Teilen der Niederungsbereiche der Lippe sowie im Nahbereich des Datteln-Hamm-

Kanals mit Temperaturen zwischen 27 °C und 29 °C nachzuweisen. Auch innerhalb des Siedlungsraums führen die dort vorhandenen Wasserflächen zu einer Abkühlung der angrenzenden Freilandflächen, die bis zu einer Entfernung von maximal 300 m nachweisbar ist (z.B. Wasserfläche der Mergelkuhle).

Karte 3-2 zeigt die mit FITNAH-3D simulierte flächenhafte Verteilung der bodennahen Lufttemperatur in 2 Meter über Grund für eine sommerliche austauscharme Strahlungswetterlage zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens. Die mittlere Temperatur im Stadtgebiet von Bergkamen liegt bei 16,2 °C. Dabei umfasst das sich nächtlich einstellende Temperaturfeld Werte zwischen 14,1°C und 21,0 °C und weist somit eine Stadt-Umland-Differenz von 6,9 K auf.

Bei Betrachtung der Karte der bodennahen Lufttemperatur fällt auf, dass die höchsten Temperaturen im Stadtgebiet im Bereich der großen Gewerbe- und Industriegebiete auftreten, die bereits während der Tagstunden als die am wärmsten ermittelten Bereiche identifiziert wurden (s.o.). In den Nachtstunden sinken die Temperaturen hier während der simulierten Wetterlage nicht unter 20 °C, so dass die Bedingungen einer Tropennacht erfüllt sind.

Sowohl die flächenhaft große Ausdehnung als auch der hohe Versiegelungsgrad und der geringe Grünflächenanteil sind ausschlaggebend dafür, dass die Flächen nachts nur sehr langsam abkühlen. Zusätzlich wird in einigen Bereichen durch die Produktionsprozesse Wärme freigesetzt, woraus eine zusätzliche Erwärmung der Luftmassen resultiert.

Innerhalb kleinerer Gewerbeflächen liegen die Lufttemperaturen ebenfalls zum Teil über 20°C oder nur leicht darunter, während die Werte in einigen Stadtteilzentren und verdichteten Wohngebieten zwischen 17 °C bis 19°C betragen. Weite Teile der zumeist aufgelockerten Stadtrandbebauung weisen mit knapp über 17 °C bis 18 °C ein etwas geringeres Temperaturniveau auf, was auf den vergleichsweise geringen Überbauungsgrad, einen höheren Grünflächenanteil sowie die räumliche Nähe zum unbebauten Umland zurückzuführen ist. Die niedrigsten Temperaturen sind über den landwirtschaftlich genutzten Arealen in den äußeren Bereichen des Stadtgebiets zu verzeichnen, was in ihrer starken langwelligen Ausstrahlung nach Sonnenuntergang begründet liegt.

Zusätzlich können durch reliefbedingte Faktoren, wie Tallagen, Kaltluftbewegungen zum Erliegen kommen und somit Kaltluftsammlgebiete entstehen, wodurch die niedrigen Temperaturen über den landwirtschaftlichen Flächen mit knapp 14 °C bis ca. 16 °C begünstigt werden. In den Waldgebieten sind vergleichsweise hohe Temperaturen zu verzeichnen. Hier dämpft das Kronendach die nächtliche Ausstrahlung und damit auch ein stärkeres Absinken der bodennahen Lufttemperatur im Stammraum.

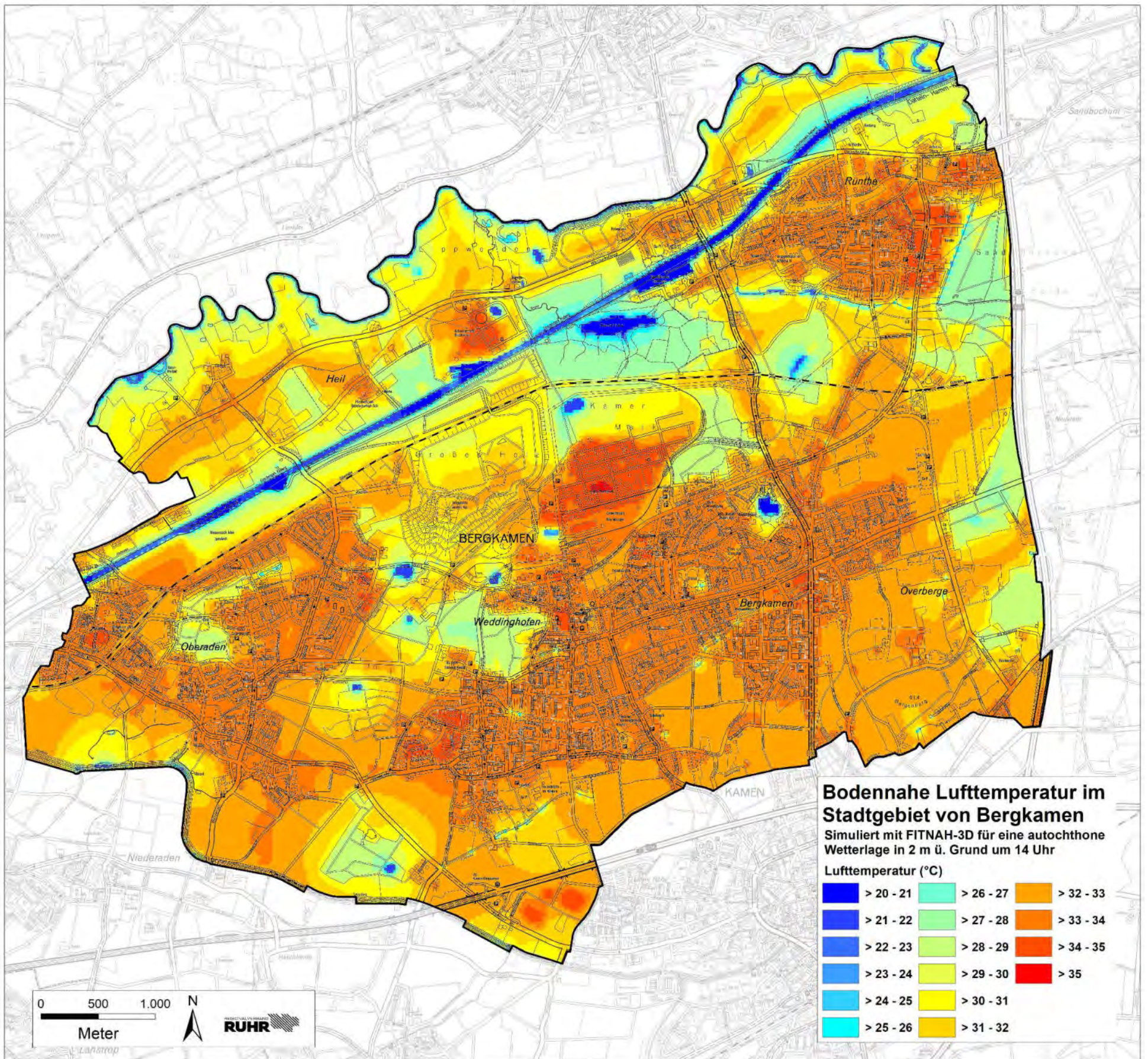
Verglichen mit den weitläufigen Freiräumen des Umlandes weisen die innerstädtischen Grünflächen, abhängig von ihrer Größe und Form, höhere Werte auf, welche zumeist zwischen 15 °C und 17 °C liegen. Hier wird deutlich, dass diese Flächen in eine insgesamt wärmere

Umgebung eingebettet sind und daher die geringen Temperaturen des Umlandes nicht mehr erreicht werden. Dazu zählen die Grünzüge entlang des Kuhbachs sowie die Grünflächen des Wasserparks, des Stadtparks, des Kurt-Schumacher-Platzes und der Mergelkuhle sowie die größeren, zusammenhängenden Grünflächen innerhalb der Wohngebiete.

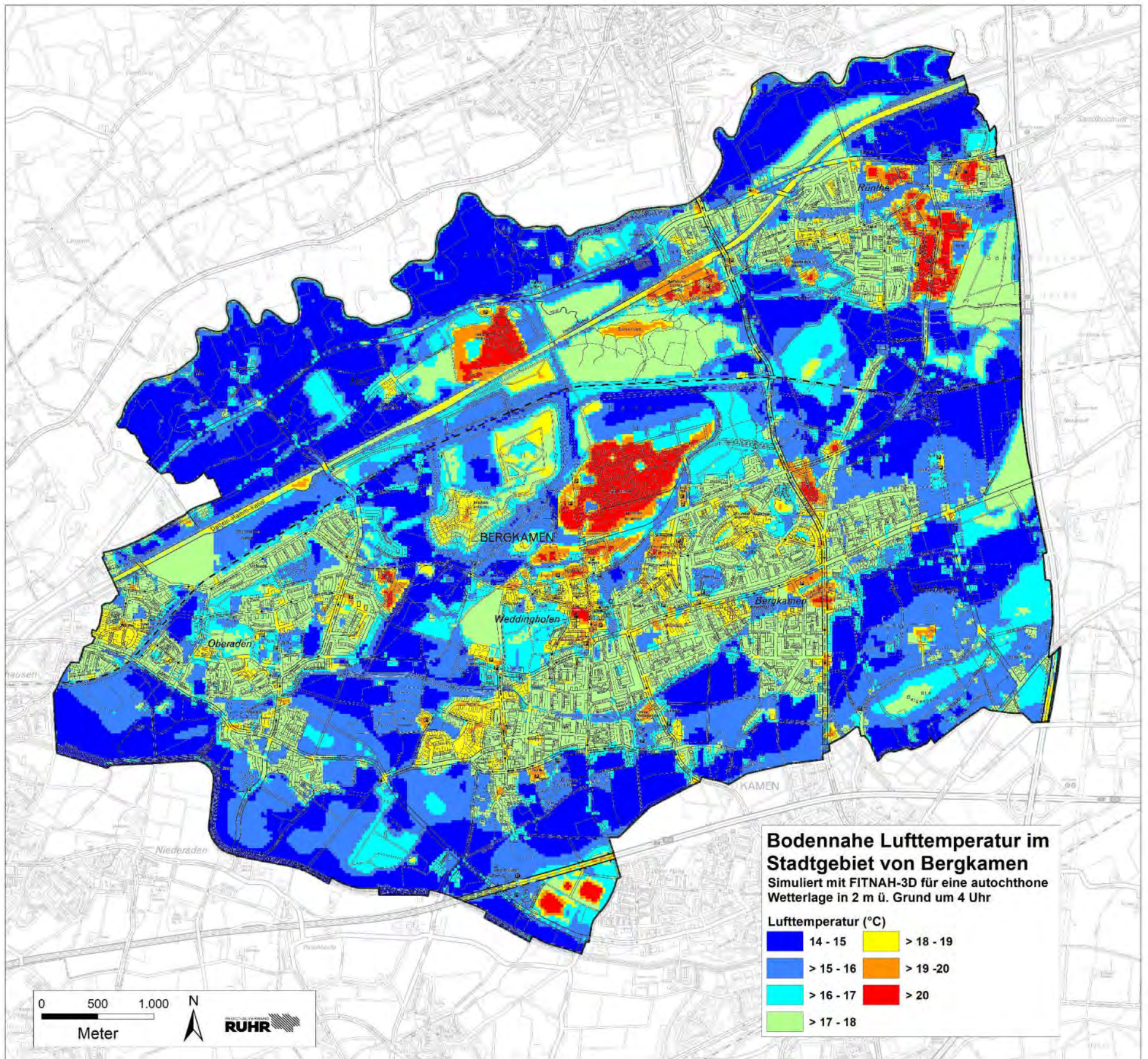
Die Temperaturen der innerstädtischen Wasserflächen liegen aufgrund der hohen Wärmekapazität bei 18 °C bis 20 °C.

Die oben beschriebenen Zusammenhänge werden zudem in der nächtlichen Abkühlungsrate deutlich. Den Rückgang der bodennahen Lufttemperatur von 20 Uhr abends bis 4 Uhr morgens zeigt Karte 3-2. Während die Lufttemperatur im Bereich der großen Gewerbe- und Industriegebiete nur um maximal 4 K zurückgeht, ist die Abkühlungsrate über den landwirtschaftlich genutzten Flächen mit bis zu fast 8 K am höchsten. Die Abkühlung der Waldflächen kann dagegen weniger als 3 K betragen, was auf den gedämpften Tagesgang der Lufttemperatur im Stammraum zurückzuführen ist.

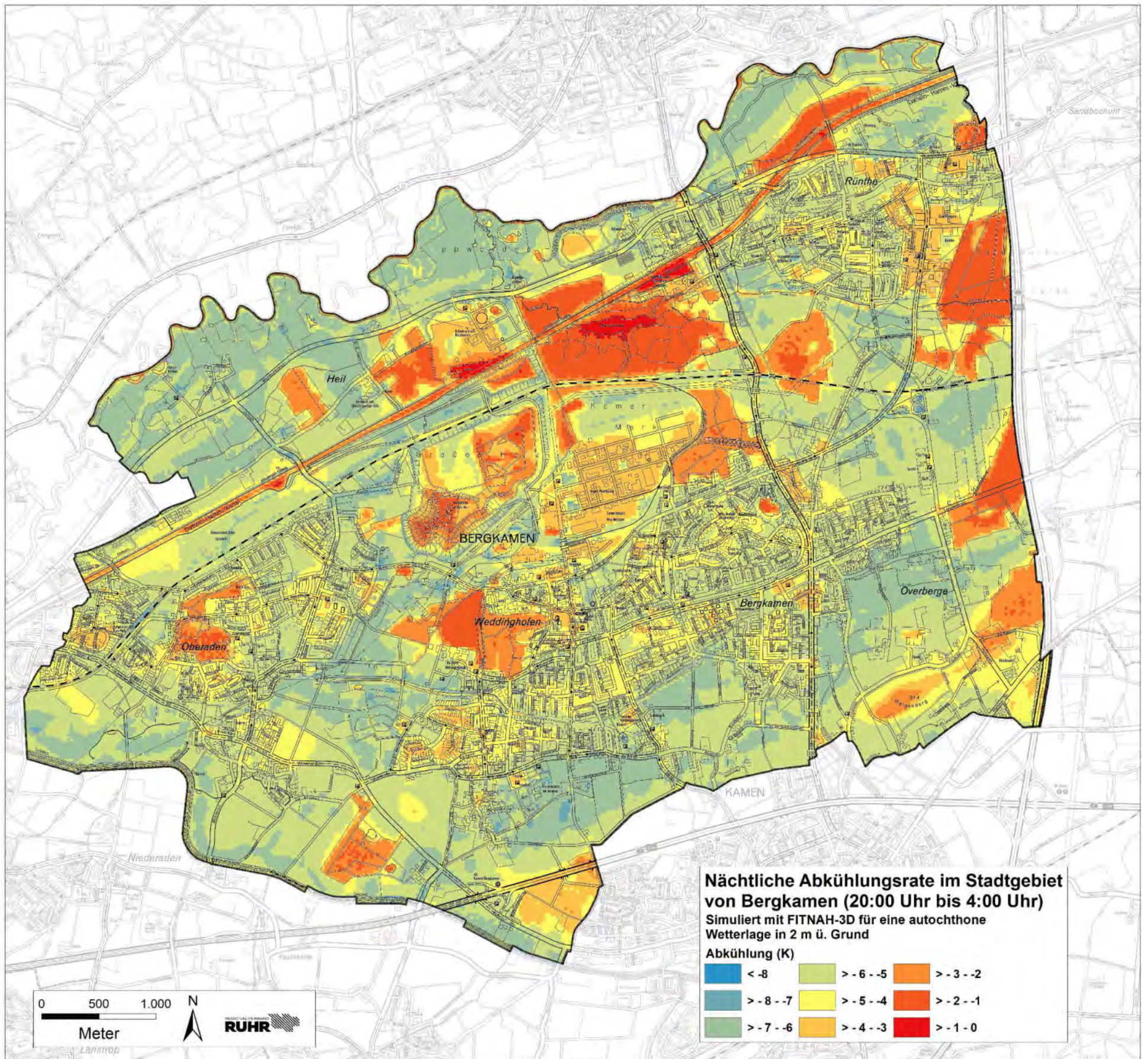
Karte 3.1: Bodennahe Lufttemperatur (2 m ü. Grund) im Stadtgebiet von Bergkamen um 14 Uhr



Karte 3.2: Bodennahe Lufttemperatur (2 m ü. Grund) im Stadtgebiet von Bergkamen um 4 Uhr



Karte 3.3: Nächtliche Abkühlungsrate (20 – 4 Uhr) der Lufttemperatur im Stadtgebiet von Bergkamen



3.2 Physiologische Äquivalenttemperatur (PET)

Biometeorologische Indizes, wie die Physiologisch Äquivalente Temperatur, stellen eine sehr relevante Größe zur Beurteilung der thermischen Belastung eines Menschen dar und sollten in Planungsprozessen zur Bewertung von Klimaanpassungsmaßnahmen eine entscheidende Berücksichtigung finden. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass diese Indizes insbesondere bei Betrachtung von sommerlichem Hitzestress entscheidend von den Strahlungsbedingungen abhängig sind und dadurch eine sehr hohe räumliche Variabilität innerhalb der Siedlungsstrukturen aufweisen, die maßgeblich vom Schattenwurf der Gebäude und Bäume beeinflusst wird. Diese kleinräumige Variabilität kann mit einem mesoskaligen Modell wie FITNAH-3D, welches die Gebäude und Vegetation nicht explizit aufgelöst, sondern parametrisiert berücksichtigt, nicht dargestellt werden. Die Darstellung der Modellierung der Physiologisch Äquivalenten Temperatur mit FITNAH-3D kann daher lediglich eine erste Einordnung liefern, wie sich unterschiedliche Stadt- bzw. Flächennutzungsstrukturen grundsätzlich auf das thermische Empfinden eines Menschen auswirken.

Das physiologische Wärmeempfinden des Menschen wird nicht nur von der Lufttemperatur, sondern von weiteren Faktoren bestimmt. Dazu zählen neben der Windgeschwindigkeit und der Luftfeuchtigkeit auch die jeweiligen Einstrahlungsbedingungen (Sonneneinstrahlung, Schattenwurf und langwellige Wärmeabstrahlung von Gebäuden). Somit ist die Lufttemperatur nicht immer als maßgeblicher Faktor für das Wärmeempfinden zu betrachten. Je nach Situation und Tageszeit können auch die Strahlungs- und Windverhältnisse dominierend sein (Matzarakis 2013).

Aus diesem Grund ist eine kombinierte Bewertung aller relevanten Faktoren notwendig. Da hier alle den Wärmehaushalt des Menschen direkt beeinflussenden Klimaelemente eine Rolle spielen, spricht man vom thermischen Wirkungskomplex.

Unter Berücksichtigung entsprechender Bekleidung und meteorologischer Größen kann der Wärmehaushalt berechnet werden und durch Vergleich mit Kenngrößen zur Behaglichkeit eine Beurteilung vorgenommen werden. Die auf diese Weise bestimmten PET-Werte können einem thermischen Empfinden und einer Belastungsstufe zugeordnet werden (s. Tabelle 3). Damit ist die Physiologische Äquivalenttemperatur (PET) als biometeorologischer Index geeignet, den aktuellen meteorologischen Atmosphärenzustand in thermischer Hinsicht für den Menschen bewertbar zu machen.

So kann beispielsweise das Anhalten der Überwärmung in der Nacht bei geringer Windgeschwindigkeit dazu führen, dass der Schlaf nachteilig beeinflusst wird. Aber auch am Tage kann die Überwärmung vor allem in Kombination mit höherer Luftfeuchtigkeit und intensiver Sonneneinstrahlung zu einer hohen Belastungssituation führen.

Zur Bewertung der thermischen Behaglichkeit wurde der PET aus dem Energiebilanzmodell des menschlichen Körpers (Münchener Energiebilanz-Modell für Individuen, MEMI) abgeleitet. PET ist

Flächenhafte Ausprägung ausgewählter Klimaelemente

definiert als die Lufttemperatur, bei der in einer typischen Innenraumsituation die Energiebilanz des menschlichen Körpers, mit denselben Werten der Kern- und Hauttemperatur wie bei den Bedingungen im Freiraum, ausgeglichen ist (VDI 1989).

Die dem Modell zugrunde gelegte Gleichung lautet:

$$M + W + R_n + Q_H + Q_L + Q_{Sw} + Q_{Re} = 0 \text{ (W)}$$

mit: M: Metabolische Rate = Gesamtenergieumsatz des Menschen

W: Energieumsatz infolge mechanischer Leistung R_n: Strahlungsbilanz

Q_H: Fluss fühlbarer Wärme Q_L: Fluss latenter Wärme durch Wasserdampfdiffusion

Q_{Sw}: Fluss latenter Wärme durch Verdunstung von Schweiß

Q_{Re}: Energieumsatz infolge von Erwärmung und Wasserdampfsättigung der Atemluft

Die Standardperson (Klima-Michel) für den die PET-Berechnung aufgestellt wurde, erfüllt dabei folgende Voraussetzungen:

Geschlecht: männlich

Alter: 35 Jahre

Gewicht: 75 kg

Größe: 1,75 m

Körperoberfläche: 1,9 m²

metabolische Rate: 80 W (leichte Tätigkeit, sitzend)

Kleidungsfaktor: 0,9 clo

Die Adaption für den Innenraum erfolgt unter den folgenden meteorologischen Annahmen:

Windgeschwindigkeit: 0,1 m/s

Wasserdampfdruck: 12 hPa

Annahme, dass die mittlere Strahlungstemperatur T_{mrt} der Lufttemperatur T_a entspricht (T_{mrt} = T_a)

Für einen ruhig sitzenden Menschen mit üblicher Innenraumbekleidung stellt sich üblicherweise bei einer PET von etwa 20 °C eine optimale Behaglichkeit ein (Held und Krüger 2011).

Tabelle 3 verdeutlicht die sechs PET-Klassen in aufsteigender Reihenfolge von Kältestress über Behaglichkeit bis zu den Stufen des Hitzestresses.

Tabelle 3: Einteilung der PET-Klassen, verändert nach Matzarakis und Mayer (1996) und Held und Krüger (2011)

PET-Intervall (°C)	Klasse	Thermisches Empfinden	Grad des physiologischen Stress'
0 - 18	1	Leicht kühl und kälter	Kältestress
> 18 - 23	2	Behaglich	Kein thermischer Stress
> 23 - 29	3	Leicht warm	Leichter Hitzestress
> 29 - 35	4	Warm	Moderater Hitzestress
> 35 - 41	5	Heiß	Starker Hitzestress
> 41	6	Sehr heiß	Extremer Hitzestress

Die PET ist auch Bestandteil der VDI-Richtlinie 3787, Blatt 2 (Verein Deutscher Ingenieure) (VDI 1998).

Die thermische Belastung am Tage wird anhand des PET-Wertes in Karte 3.4 für das Stadtgebiet von Bergkamen dargestellt.

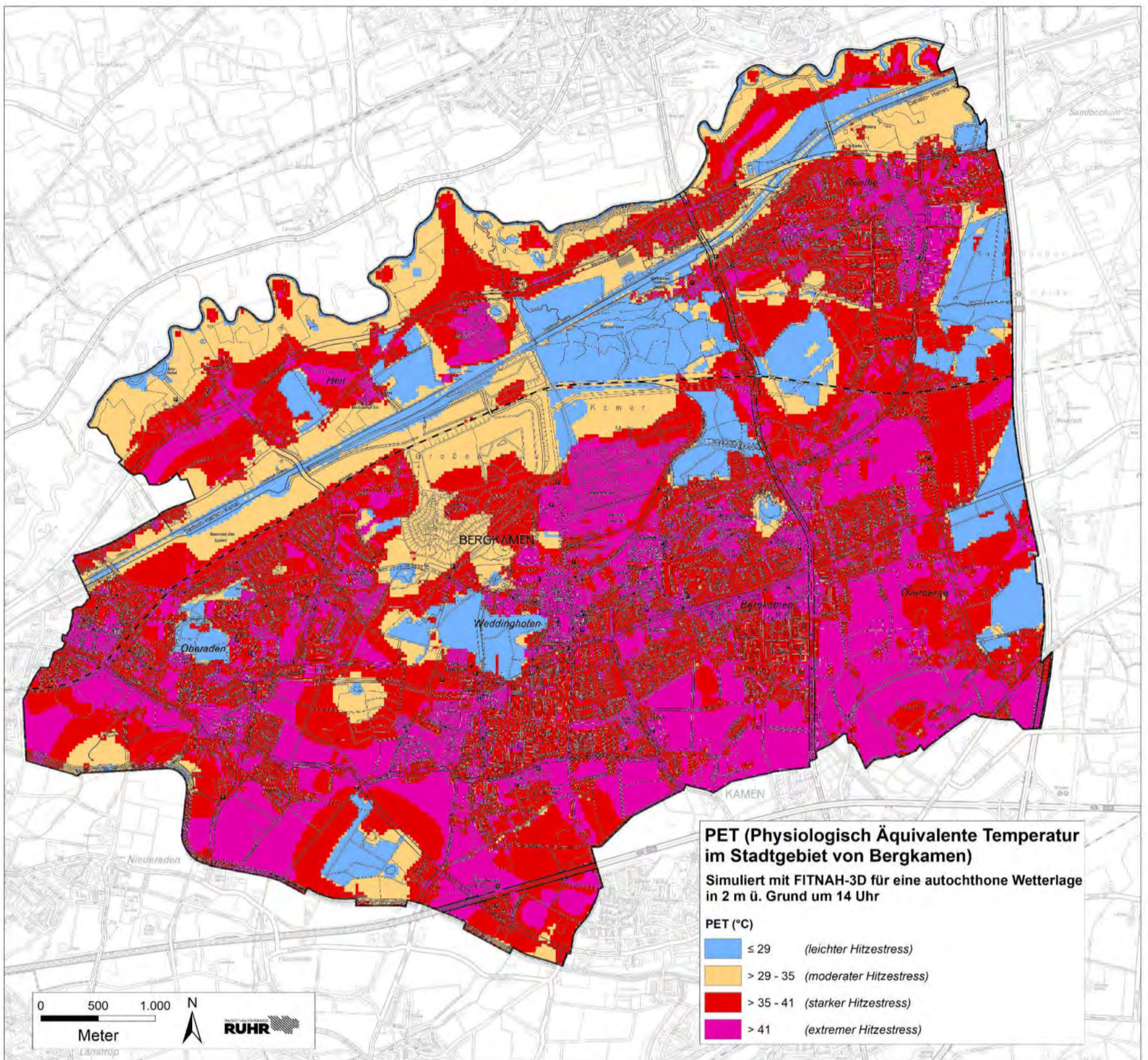
Die Abbildung verdeutlicht, dass die Unterschiede zwischen stark verdichteten innerstädtischen Quartieren und lockerer bebauten Siedlungsräumen nicht sehr stark ausgeprägt sind. Während in den am dichtesten bebauten Bereichen der Innenstadt und den Gewerbe-/Industriegebieten das thermische Empfinden als „sehr heiß“ bewertet wird und somit ein extremer Hitzestress auftritt, ist in den lockerer bebauten Siedlungsflächen das thermische Empfinden mit „heiß“ definiert, was einem starken Hitzestress entspricht. Auffällig ist ebenfalls, dass im Außenbereich, in dem ein hoher Anteil großflächiger landwirtschaftlich genutzter Flächen mit wenig abwechslungsreicher Vegetationsstruktur charakteristisch ist, ebenfalls ein extremer Hitzestress auftritt. Die starke thermische Belastung der Freiräume ist mit der fehlenden Beschattung durch höhere Vegetationsbestände zu erklären.

Eine deutliche Reduktion der thermischen Belastung innerhalb der verdichteten Siedlungsräume tritt durch das Vorhandensein von verdunstungsaktiven Flächen auf. Dies wird am deutlichsten am Beispiel der Wasserfläche der Mergelkuhle im Stadtbezirk Bergkamen-Mitte. Die Reichweite des Gewässereinflusses beträgt dabei ca. 50 – 150 m und führt dazu, dass der Grad des physiologischen Stresses im Nahbereich der Wasserflächen um mindestens eine Stufe abgesenkt wird.

Bei der Bewertung des Freiraums zeigt sich für die Waldflächen im Vergleich zu den Acker- und Wiesenflächen eine relativ geringe Wärmebelastung, die als leichter Hitzestress definiert wird. Somit ist das thermische Empfinden in den Waldflächen als leicht warm zu bezeichnen. Bei Betrachtung der Simulationsergebnisse fällt ebenfalls auf, dass die kühlende Wirkung der Waldflächen das thermische Empfinden in einem schmalen Band von 50 – 150 m Breite um die Waldflächen herum positiv begünstigt und hier der Grad des physiologischen Stresses um eine Stufe abgesenkt wird.

Insgesamt wird deutlich, dass tagsüber die thermische Belastung am stärksten durch größere Waldflächen reduziert wird, da diese im Gegensatz zu weiteren Vegetationsformen die höchste Verdunstungsaktivität aufweisen. Die Verbesserung der human-biometeorologischen Situation kann in der Stadt aber ebenso durch Wasserflächen erreicht werden. Hierbei sorgen geringe Windgeschwindigkeiten für den Transport des Wassers in die nähere Umgebung, so dass eine Kühlungswirkung über die Wasserfläche hinaus entsteht (KUTTLER, W. et al. 2012).

Karte 3.4: Physiologische Äquivalenttemperatur (PET) im Stadtgebiet von Bergkamen.



3.3 Hitzebelastung

In den vorangegangenen Kapiteln wurden die Hitzebelastung während der Nachtstunden anhand der nächtlichen Lufttemperaturen (Kapitel 3.1) sowie die Hitzebelastung während der Tagstunden mittels Darstellung der physiologischen Äquivalenttemperatur (PET; Kapitel 3.2) für das Stadtgebiet räumlich dargestellt und erläutert.

Beim Vergleich der Ergebnisse für die Tag- und die Nachtsituation fällt auf, dass innerhalb des Stadtgebietes Bereiche existieren, die entweder nur während einer Tageshälfte oder ganztägig hohe bzw. moderate oder niedrige bioklimatische Belastungssituationen aufweisen. Die Hitzebelastung kann in Abhängigkeit von der Flächennutzung und dem Einfluss ihrer Umgebung also entweder am Tage bzw. in der Nacht oder während des gesamten Tagesverlaufs auftreten. Um die bioklimatischen Bedingungen im Stadtgebiet für einen gesamten Tagesverlauf im Mittel beurteilen zu können, reichen die Darstellungen in den vorangegangenen Kapiteln daher nicht aus.

Aus diesem Grund wurde im nächsten Schritt eine Gesamtbetrachtung der Hitzebelastung, die sich aus den gemittelten Ergebnissen für die Tag- und Nachtstunden ergibt, vorgenommen. Ziel war dabei, eine qualitative Einordnung der Hitzebelastung für einen gesamten Tagesverlauf vorzunehmen und räumlich darzustellen.

Um die simulierten FITNAH-Ergebnisse für die Physiologische Äquivalenttemperatur und die nächtlichen Temperaturen qualitativ einzuordnen, wurden im Falle der PET-Werte die Klassifizierung nach Matzarakis und Meyer (1996) sowie nach Held und Krüger (2011) und im Falle der nächtlichen Lufttemperaturen die Methodik der Klimaanalyse für NRW (LANUV 2021) herangezogen.

Die Ergebnisse der qualitativen Einordnung sind den Tabelle 3-1 und 3-3 zu entnehmen. Zur besseren Vergleichbarkeit der bioklimatischen Hitzebelastung während der Tag- und Nachtstunden wurde zusätzlich jeweils eine Spalte „PET-Klasse“ und „Temperatur-Klasse“ ergänzt. Im letzten Schritt wurden beide Bewertungsklassen gemittelt, woraus sich insgesamt acht neue Hitzebelastungs-Klassen ergeben (s. Tabelle 3-3).

Tabelle 3-1: PET-Klassen, verändert nach Matzarakis und Mayer (1996) und Held und Krüger (2011)

PET (°C)	Qualitative Einordnung PET	PET-Klasse
< = 23*	Kein Hitzestress	0
>23 - 29	Leichter Hitzestress	1
>29 - 35	Moderater Hitzestress	2
>35 - 41	Starker Hitzestress	3
>41	Extremer Hitzestress	4

Flächenhafte Ausprägung ausgewählter Klimaelemente

*Werte unterhalb von 18°C traten für den Betrachtungszeitraum der Simulation im Ruhrgebiet nicht auf, so dass im Vergleich zu Tabelle 3 (Kapitel 3.2) eine Klasse entfällt; die Klasseneinteilung wurde zur besseren Vergleichbarkeit mit der nächtlichen Temperatur entsprechend angepasst.

Tabelle 3-2: Temperatur-Klasse, geändert nach LANUV 2021

Temperatur (°C)	Qualitative Einordnung Temperatur	Temperatur-Klasse
≤ 17	Keine nächtl. Überwärmung	0
>17 - 18,5	Schwache nächtl. Überwärmung	1
>18,5 - <20	Mäßige nächtl. Überwärmung	2
≥20*	Starke nächtl. Überwärmung	3

*nächtliche Temperaturen über 21,5 °C konnten anhand der FITNAH-Modellierung für das Untersuchungsgebiet der Metropole Ruhr nicht ermittelt werden, so dass keine zusätzliche Temperatur-Klasse „4“ ausgewiesen werden konnte

Tabelle 3-3: Gesamtbewertung der Hitzebelastung, die sich aus der der nächtlichen Temperatur und dem PET-Wert ergibt.

Hitzebelastungs-Klasse	Qualitative Einordnung gesamt (Tag und Nacht gemittelt)
0	Kein Hitzestress
0,5	Sehr leichter Hitzestress
1	Leichter Hitzestress
1,5	Leichter bis mäßiger Hitzestress
2	Mäßiger Hitzestress
2,5	Mäßiger bis starker Hitzestress
3	Starker Hitzestress
3,5	Starker bis extremer Hitzestress

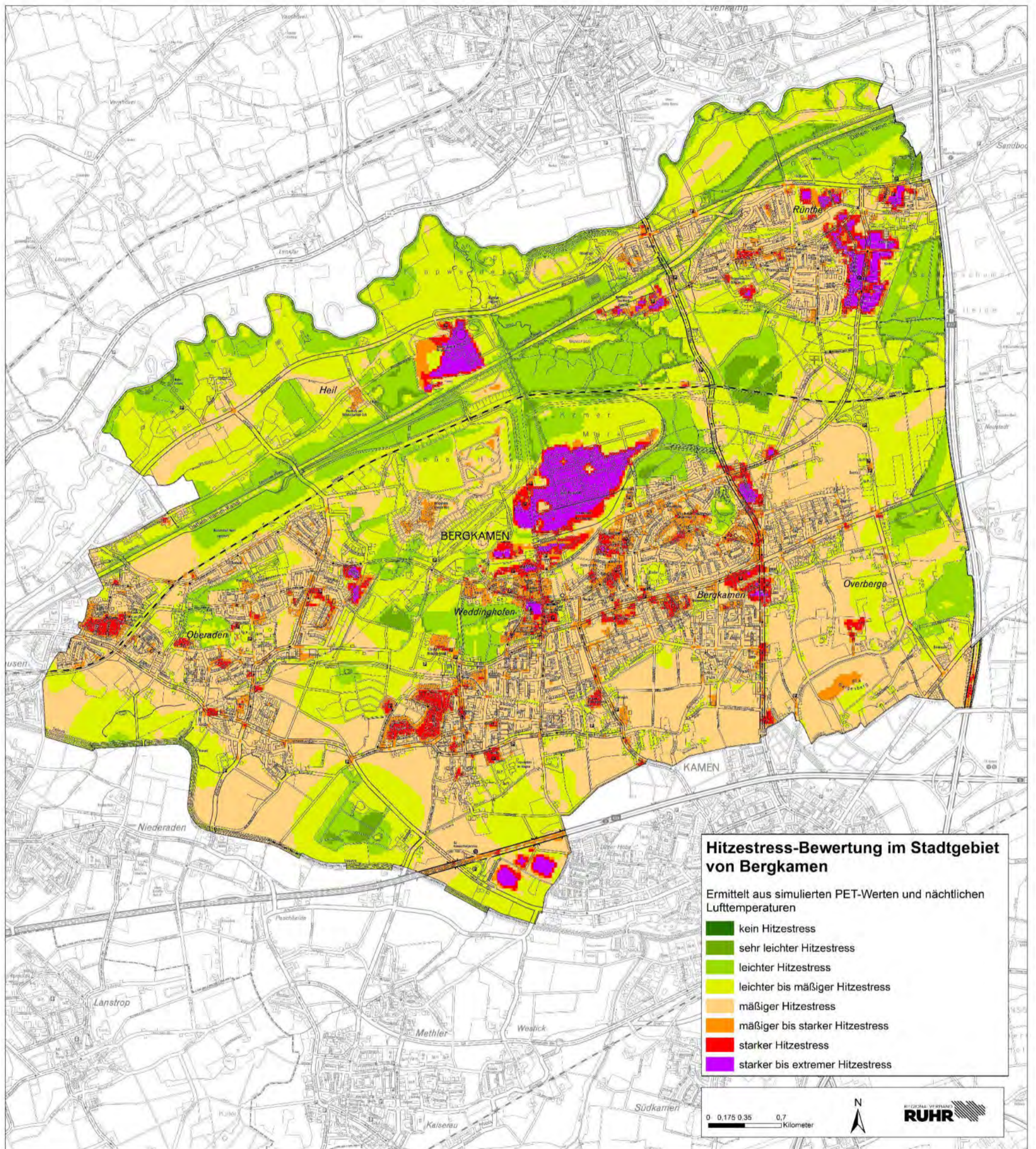
Bei der Betrachtung der ländlichen Bereiche in der Hitzestress-Bewertungskarte fällt auf, dass sich insbesondere größere Waldgebiete meist durch einen nur leichten (in einzelnen Abschnitten sogar durch einen nur sehr leichten) Hitzestress auszeichnen und sich dieser z.T. weit in das Umfeld hinein positiv auswirkt. Dies bedeutet, dass der geringe Hitzestress der Waldgebiete zu einer Abmilderung der Belastungssituation im direkten Umfeld führt, was sich dort durch die Absenkung um eine halbe Belastungs-Klasse nach unten bemerkbar macht (von mäßig nach leicht bis mäßig). Dabei ist der Einfluss des Waldes außerhalb der zusammenhängenden Bebauung zwischen ca. 70m und 400m in das Umfeld hinein noch nachweisbar. Nur bei sehr kleinen Waldparzellen und Waldgebieten, die unmittelbar an dicht bebaute Wohnsiedlungen angrenzen, kann dieser Effekt nicht festgestellt werden.

Günstige Bedingungen können zudem in größeren innerstädtischen Park- und Grünanlagen mit einem leichten bis mäßigen Hitzestress (z.B. Nordberg-Stadion, Sportplatz am Römerberg-Stadion, Wieckenbusch) bzw. leichten Hitzestress (Mergelkuhle) nachgewiesen werden.

Ausgehend vom Gewerbepark Neu Monopol, der großflächig einen starken bis extremen Hitzestress während sommerlicher Strahlungswetterlagen aufweisen kann, befinden sich im südlichen Anschluss weitere, kleinere Gewerbegebiete und höher versiegelte Wohn- und Mischgebiete, denen ein hohes Belastungspotenzial zuzusprechen ist. Dieses drückt sich ebenfalls in einem mäßigen bis extremen Hitzestress aus. Dementsprechend sind hier sowohl tagsüber als auch in den Nachtstunden sehr hohe Hitzebelastungen zu erwarten.

Innerhalb der zusammenhängenden Bebauung sind darüber hinaus weitere, jedoch in der Regel kleinere Bereiche mit einem starken bis extremen Hitzestress festzustellen. Günstig ist in diesem Zusammenhang, dass diese immer wieder durch Flächen mit geringerem Hitzestress unterbrochen werden, so dass großflächige extreme Hitzestress-Belastungen vermieden werden.

Karte 3.5: Hitzestress-Bewertung im Stadtgebiet von Bergkamen.



3.4 Autochthones Windfeld

Während allochthoner, also austauschstarker, Wetterlagen zeichnet sich das städtische Windfeld im Allgemeinen insbesondere aufgrund des erhöhten aerodynamischen Widerstandes der Bebauung gegenüber dem flachen Umland durch eine im Mittel geringere Windgeschwindigkeit sowie eine höhere Anzahl an Schwachwindstunden und Windstillen (Calmen) aus. Allerdings können bedingt durch thermische Turbulenzen oder infolge einer Kanalisierung in Straßenschluchten (Düseneffekt) und Umlenkungseffekten an Gebäudekanten lokal erhöhte Windgeschwindigkeiten und Böigkeit auftreten (Hupfer u. Kuttler 2006).

Bei sommerlicher autochthoner Strahlungswetterlage und somit nur sehr schwachem übergeordneten Windfeld, kann die in Kapitel 3.1 beschriebene bodennahe Lufttemperaturverteilung bzw. die dadurch bedingten horizontalen und vertikalen Luftdruckunterschiede lokale thermische Windsysteme auslösen. Die wichtigsten nächtlichen Luftströmungen dieser Art sind zum einen die gravitationsbedingten Berg- und Hangabwinde, zum anderen die als direkte Ausgleichsströmungen vom hohen zum tiefen Luftdruck aufzufassenden Flurwinde.

Bereits ab einer Geländeneigung von ein bis zwei Grad setzen nach Sonnenuntergang über natürlichen Oberflächen abwärts gerichtete Strömungen ein. Da hangnahe Luftmassen durch die nächtliche Ausstrahlung der Oberflächen stärker abkühlen als die freie Luft in gleicher Höhe und somit eine höhere Dichte aufweisen, fließt die kühlere bodennahe Luft hangabwärts. Die Ausprägung dieses kleinräumigen Phänomens wird in erster Linie durch das Temperaturdefizit zur umgebenden Luft und durch die Neigung des Geländes bestimmt (Mosimann et al. 1999).

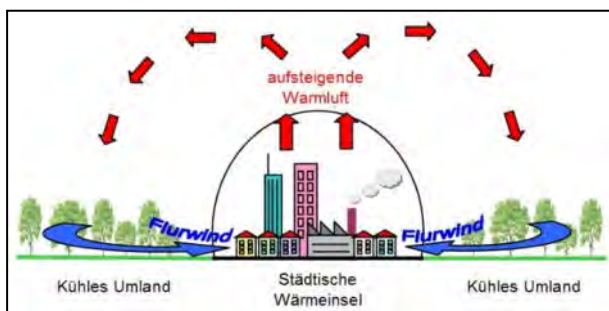


Abb. 3-1: Prinzip des Flurwindes

Neben diesen durch das Relief beeinflussten Strömungen bilden sich in ebenen Lagen unter günstigen Bedingungen sogenannte Flurwinde aus. Flurwinde entstehen, wenn sich infolge der Überwärmung von überbauten oder versiegelten Gebieten – und dem damit verbundenen konvektiven Aufstieg der betroffenen Luftmassen – gegenüber dem Um-

land ein lokales thermisches Tief im städtischen Bereich entwickelt. Der resultierende Druckgradient kann daraufhin durch einströmende kühlere Luftmassen aus dem Umland ausgeglichen werden (vgl. Abb. 3-1). Flurwinde sind oftmals nur schwach ausgeprägt, lediglich wenige Meter mächtig und dringen im Idealfall radial in die Stadt ein (Hupfer u. Kuttler 2006).

Hangab- und Flurwinden kommt eine besondere stadtplanerische Bedeutung zu: Größere Siedlungen wirken aufgrund ihrer hohen aerodynamischen Rauigkeit als Strömungshinder-

nis. Aus diesem Grund sind die Durchlüftung der Stadtkörper und der Luftaustausch mit dem Umland generell herabgesetzt. Die Abfuhr von schadstoffbelasteten und überwärmten Luftmassen in den Straßenschluchten kann in Abhängigkeit von der Bebauungsart und -dichte deutlich eingeschränkt sein. Speziell bei austauscharmen Wetterlagen wirken sich diese Faktoren bioklimatisch zumeist ungünstig aus. Daher können die genannten Strömungssysteme durch die Zufuhr frischer und kühlerer Luft eine bedeutende klima- und immissionsökologische Ausgleichsleistung für die Belastungsräume erbringen.

Karte 3-3 zeigt das bodennahe (2 m ü. Grund) autochthone Windfeld im Stadtgebiet von Bergkamen für eine sommerliche Strahlungswetterlage zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens. Die Strömungsgeschwindigkeiten innerhalb des Stadtgebiets reichen von vollkommener Windstille bis zu Maximalwerten von knapp 1,7 m/s, was aus der unterschiedlichen Reliefenergie des Untersuchungsgebiets sowie einer heterogenen Verteilung von Frei- und Siedlungsflächen resultiert. Windgeschwindigkeiten von mehr als 1,0 m/s treten nur sehr vereinzelt nördlich der Halde Großes Holz auf. Aufgrund der ausgeprägten Hangneigung treten hier sowie im Süden und Südosten des Stadtgebiets erhöhte Strömungsgeschwindigkeiten auf, wobei die kühleren Luftmassen bis in die angrenzenden Siedlungsbereiche vordringen. In weiten Teilen der Siedlungsräume, die sich durch ein weniger stark ausgeprägtes Relief auszeichnen, wie im äußersten Nordosten und im Westen des Stadtgebiets, lassen sich Strömungsgeschwindigkeiten unter 0,1 m/s feststellen. In Bergkamen existieren keine ausgeprägten Luftleitbahnen, über die Frischluftmassen bis in die verdichtete Innenstadtbebauung transportiert werden können. Lediglich im südlichen Bereich des Stadtbezirks Bergkamen-Mitte lässt sich eine Frischluftzufuhr über die Kleingartenanlage Immergrün e.V. anhand der Modellrechnung nachweisen. Die kühlere Luft fließt nordwestlich der Kleingartenanlage weiter entlang der hier befindlichen langgestreckten Grünzüge bis Weddinghofen. Darüber hinaus sind etwas höhere Windgeschwindigkeiten (bis 0,6 m/s) im Bereich der Grünfläche zwischen Landwehr und Erich-Ollenhauer-Straße festzustellen, die in weiter abgeschwächter Form bis über die südlich der Grünfläche gelegene Lentstraße nachzuweisen sind.

In Oberaden folgen die Strömungsvektoren den Wald- und Grünflächen westlich des Sportplatzes am Römberg-Stadion in Richtung Norden und dann weiter nach Osten bis zum Wieckenbusch. Mit maximal 0,35 m/s handelt es sich jedoch um sehr schwache Strömungen. Etwas höher sind diese im Bereich des Sportplatzes selbst sowie von dort in östliche Richtungen (bis zu knapp 0,6 m/s).

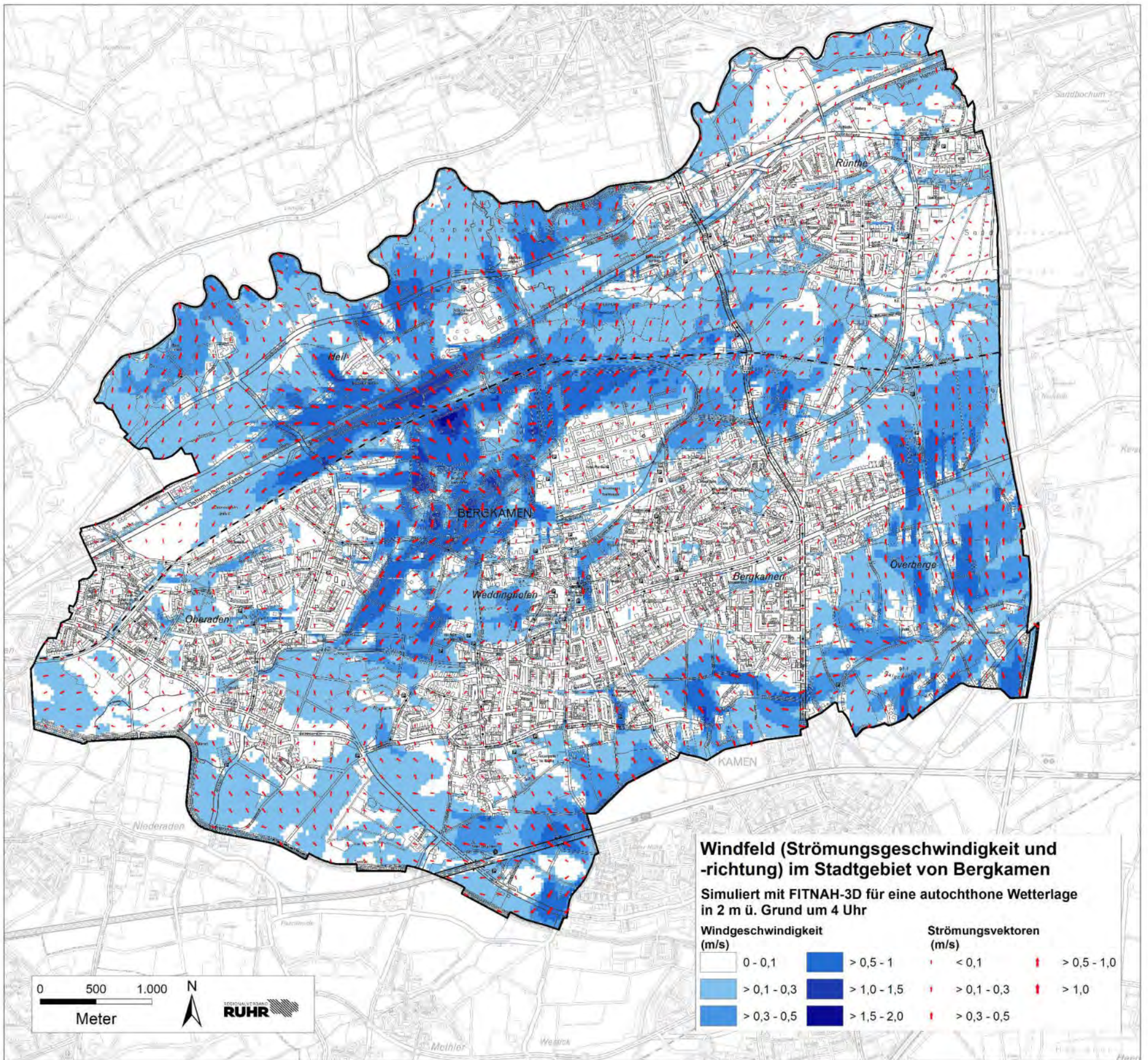
Als Frisch- und Kaltluftlieferanten ist ebenfalls die Halde Großes Holz hervorzuheben. Mit knapp 1,7 m/s konnten hier die höchsten Windgeschwindigkeiten im Stadtgebiet ermittelt werden. Dabei fließen die Luftmassen von der Halde in alle Richtungen ab und führen vor allem im unbebauten Umland zu einer Zufuhr frischerer Luftmassen. Dort, wo die Luftmassen in bebaute Areale fließen, reduziert sich die Windgeschwindigkeit rasch. Im südlichen Abschnitt

des Gewerbeparks Neu Monopol lassen sich die kühleren Luftmassen aus dem Haldenbereich noch nachweisen, ebenso in Teilen der Siedlungen südöstlich der Halde bis zur Landwehrstraße.

Die Kuppenlagen in Overberge führen auch hier zu erhöhten Windgeschwindigkeiten (unter 1,0 m/s), die nach Norden in überwiegend unbebaute Bereiche abfließen.

Aufgrund der größtenteils nur sehr geringen Windgeschwindigkeiten in der Bergkamener Innenstadt von unter 0,1 m/s kommt den Luftaustauschbereichen eine besondere stadtplanerische Bedeutung zu, da sie Kaltluftentstehungsgebiete und Belastungsbereiche miteinander verbinden. Als geeignete Oberflächenstrukturen, die ein Eindringen von Kaltluft in die Bebauung erleichtern, dienen vegetationsgeprägte Freiflächen, Kleingärten und Friedhöfe sowie Gleisareale und breite Straßenräume.

Karte 3.6: Autochthones Windfeld (2 m ü. Grund) im Stadtgebiet von Bergkamen um 4 Uhr



3.5 Kaltluftvolumenstrom

Die potenzielle Ausgleichsleistung einer Grün- bzw. Freifläche bezüglich der Wärme- und Schadstoffbelastungen in Siedlungsbereichen ist nicht allein von der Geschwindigkeit der Kaltluftströmung (autochthones Windfeld) abhängig, sondern wird zu einem wesentlichen Teil durch ihre Mächtigkeit (d.h. durch die Höhe der Kaltluftschicht) mitbestimmt. Daher wird zur Bewertung der Grün- und Freiflächen auch der Kaltluftvolumenstrom herangezogen. Unter diesem Begriff versteht man, vereinfacht ausgedrückt, das Produkt aus der Fließgeschwindigkeit der Kaltluft, ihrer vertikalen Ausdehnung (Schichthöhe) und der horizontalen Ausdehnung des durchflossenen Querschnitts (Durchflussbreite). Er beschreibt somit diejenige Menge an Kaltluft in der Einheit m^3 , die in jeder Sekunde durch den Querschnitt beispielsweise eines Hanges oder einer Luftleitbahn fließt. Der Volumenstrom ist damit ein Maß für den Zustrom von Kaltluft und bestimmt, neben der Strömungsgeschwindigkeit, die Größenordnung des Durchlüftungspotenzials.

Karte 3-4 zeigt die flächenhafte Verteilung des Kaltluftvolumenstroms im Stadtgebiet von Bergkamen um 4 Uhr morgens. Die Klassifizierung des Volumenstroms orientiert sich dabei am auftretenden Wertespektrum innerhalb des Untersuchungsgebietes. Analog zur Strömungsgeschwindigkeit treten die höchsten Werte im Umfeld der Halde Großes Holz auf. Dabei sind Werte bis $25 \text{ m}^2/\text{m/s}$ vor allem im südöstlichen Hangbereich der Halde nachzuweisen.

Darüber hinaus treten relativ hohe Werte im Bereich der Freiflächen in Overberg sowie im südlichen Abschnitt des Stadtbezirks Bergkamen und im nördlichen Abschnitt des Stadtbezirks Heil auf.

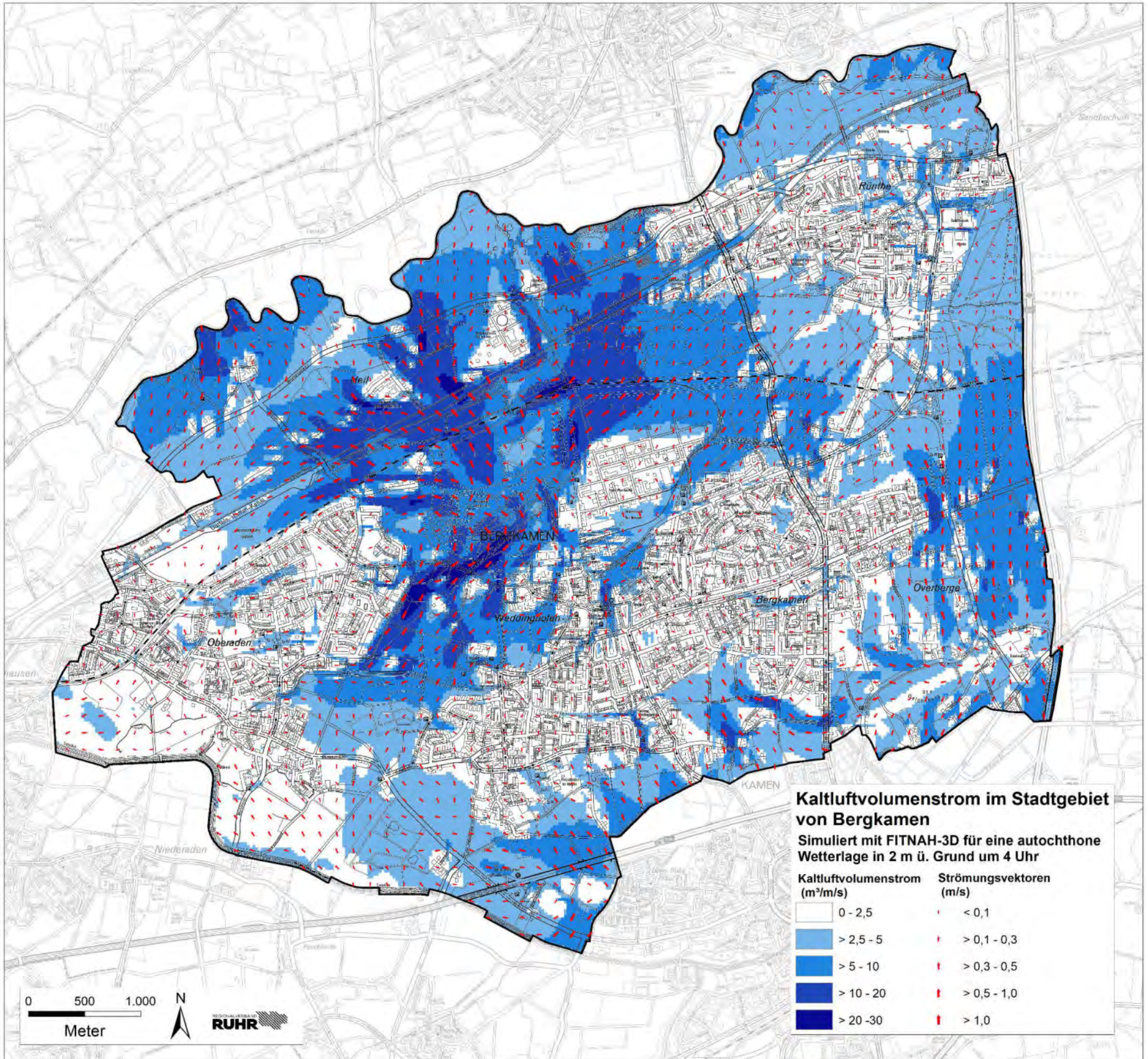
Deutlich wird die Relevanz von innerstädtischen Grünflächen und deren Vernetzung mit Frei- oder Waldflächen des Umlandes zur Versorgung der überwärmten Siedlungsbereiche mit Kaltluft am Beispiel des Waldgebietes südöstlich des Gewerbeparks Neu Monopol und dessen Vernetzung mit den südlich anschließenden Wald- und Grünflächen zwischen den Straßen Am Wiehagen und der Erich-Ollenhauer-Str. sowie zwischen der Landwehrstraße und der Erich-Ollenhauer-Str.

Die Eindringtiefe von Kaltluft in bebautes Gebiet hängt wesentlich von der Siedlungsgröße, der Bebauungsdichte, der Gebäudeausrichtung, der anthropogenen Wärmefreisetzung (die zu einer Erwärmung der eindringenden kühlen Luftmassen führt) sowie von der Menge und Geschwindigkeit der einströmenden Kaltluft ab. In Bergkamen gibt es nur wenige Grünflächen, die eine Verbindung zu den außerhalb des Siedlungsraums gelegenen Freilandflächen aufweisen. Insbesondere die bereits oben genannten Grün- und Waldflächen tragen dazu bei, dass kühlere Luftmassen randlich in die Siedlungsräume eindringen können. Dabei strömen die Luftmassen bis in das Umfeld des Busbahnhofs und den Platz der Partnerstädte vor. Auch weite Bereiche des Gewerbeparks Neu Monopol werden –vor allem im Süden, Osten und

Flächenhafte Ausprägung ausgewählter Klimaelemente

Westen - mit kühleren Luftmassen versorgt. Auch die Gewerbeflächen in Rünthe profitieren – zumindest in einzelnen Bereichen – von der Kaltluftzufuhr angrenzender Freilandflächen.

Karte 3.7: Kaltluftvolumenstrom im Stadtgebiet von Bergkamen um 4 Uhr



3.6 Kaltluftproduktionsrate

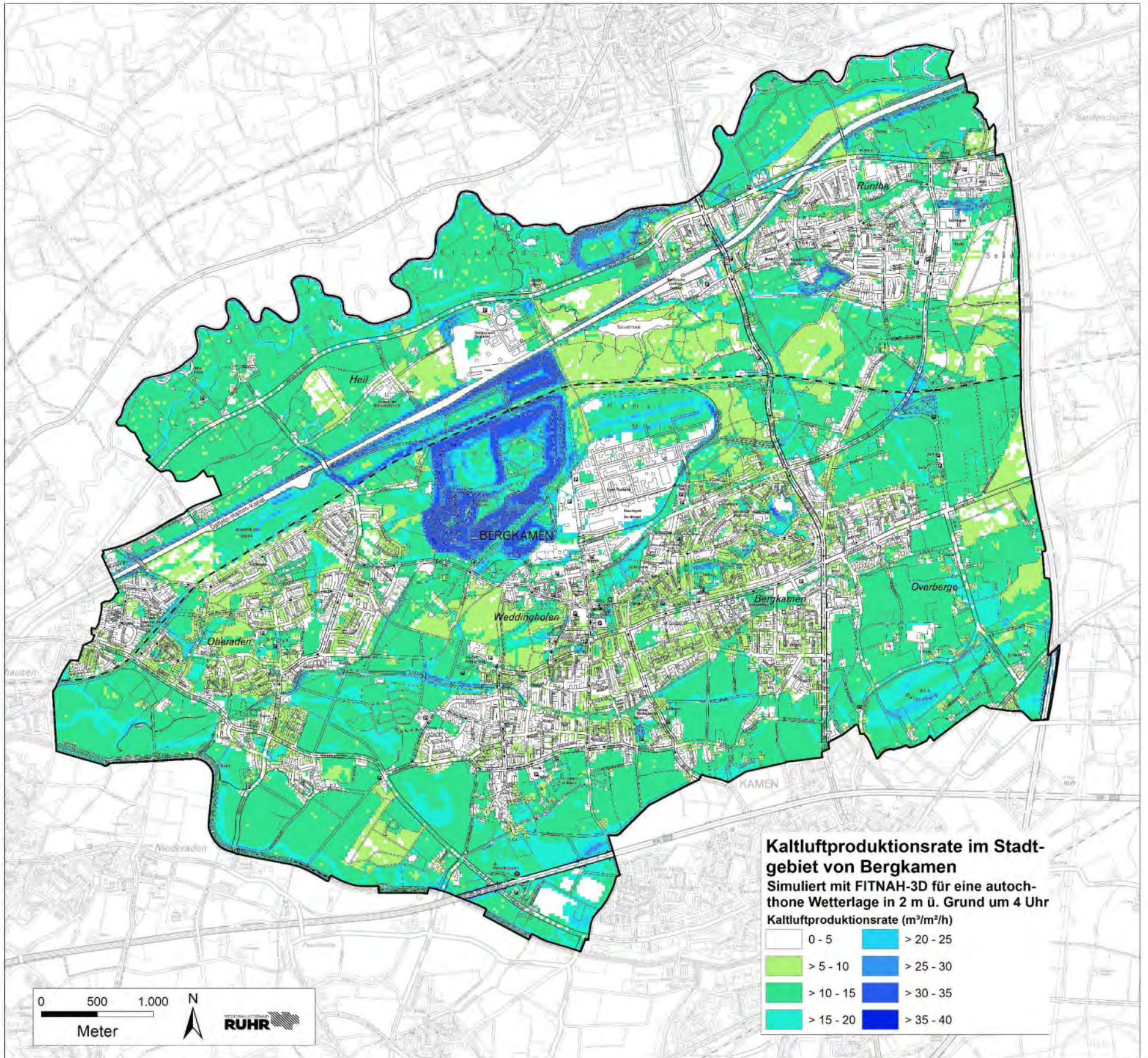
Neben der Geschwindigkeit und der Mächtigkeit von Kaltluftmassen stellt die Kaltluftproduktivität einer Fläche eine wichtige Größe dar. Die Kaltluftproduktionsrate beschreibt die Menge der sich innerhalb einer Stunde pro Quadratmeter relativ zu ihrer Umgebung abkühlenden Luft über einer Fläche. Einige landnutzungstypische Charakteristika der Kaltluftentstehung wurden bereits in den vorangestellten Kapiteln erläutert. Im Allgemeinen hängt die Rate der Kaltluftentstehung über einer Freifläche von meteorologischen Größen (v.a. der Einstrahlung), dem Relief (Exposition, Geländeneigung) sowie von der Lage des betreffenden Kaltluftentstehungsgebietes im thermisch differenzierten Mosaik angrenzender Flächen ab. Entscheidend sind allerdings die Eigenschaften des Untergrundes, wie etwa die thermischen Bodeneigenschaften (Wärmeleitfähigkeit und –kapazität), die Farbe der Oberfläche, die Dichte des Bodensubstrates, der Luft- und Wassergehalt, das Porenvolumen sowie die Bodenbedeckung (Vegetation) (Hupfer u. Kuttler 2006).

Die Bestimmung der Kaltluftproduktionsrate kann mit Ungenauigkeiten behaftet sein, was sowohl für die modellhafte Berechnung als auch für Geländemessungen gilt. Für die Modellierung größerer Untersuchungsgebiete liegen i.d.R. nicht alle relevanten, zum Teil sehr heterogenen Variablen vor oder können aus den Eingangsdaten in hinreichender Differenziertheit parametrisiert werden. Daher ist bei der Angabe von Kaltluftproduktionsraten mit entsprechenden Unsicherheiten zu rechnen (VDI 2003).

Die Ergebnisse der FITNAH-Analyse umfassen für das Stadtgebiet von Bergkamen ein Wertespektrum von 0 bis $> 35 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$. Die in Karte 3-5 dargestellte Kaltluftproduktivität spiegelt die Verteilung der Grün- bzw. Freiflächen und der Siedlungsbereiche wider. Über einigen innerstädtischen Grünanlagen (z.B. Nordberg-Stadion, Grünflächen zwischen Wiehagen und Erich-Ollenhauer-Str.) werden Kaltluftproduktionsraten von 10 bis über $20 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ erreicht. Über landwirtschaftlichen Flächen und Frei- bzw. Brachflächen können 10 bis $15 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ an Kaltluft produziert werden. Höhere Werte über $30 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ sind vornehmlich über der Halde „Großes Holz“ zu finden, sowie auf einigen kleineren Flächen wie z.B. im westlichen Abschnitt der Mergelkuhle.

In den bebauten Gebieten können lediglich bei stark aufgelockerter Bebauungsstruktur und hohem Grünflächenanteil vereinzelt Werte von 10 bis $15 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ auftreten (z.B. im Altenwohndorf südlich der Landwehrstraße). Wasserflächen sorgen aufgrund ihrer thermischen Trägheit zwar tagsüber für vergleichsweise kühlere Umgebungstemperaturen, dienen nachts allerdings nicht als Kaltluftproduzenten. Im Gegenteil: Wasserkörper können aufgrund ihrer höheren Wärmekapazität auf das thermische Verhalten überströmender Kaltluft einwirken und zu einer Erwärmung beitragen (Hupfer u. Kuttler 2006).

Karte 3.8: Kaltluftproduktionsrate im Stadtgebiet von Bergkamen um 4 Uhr



3.7 Luftaustauschrate

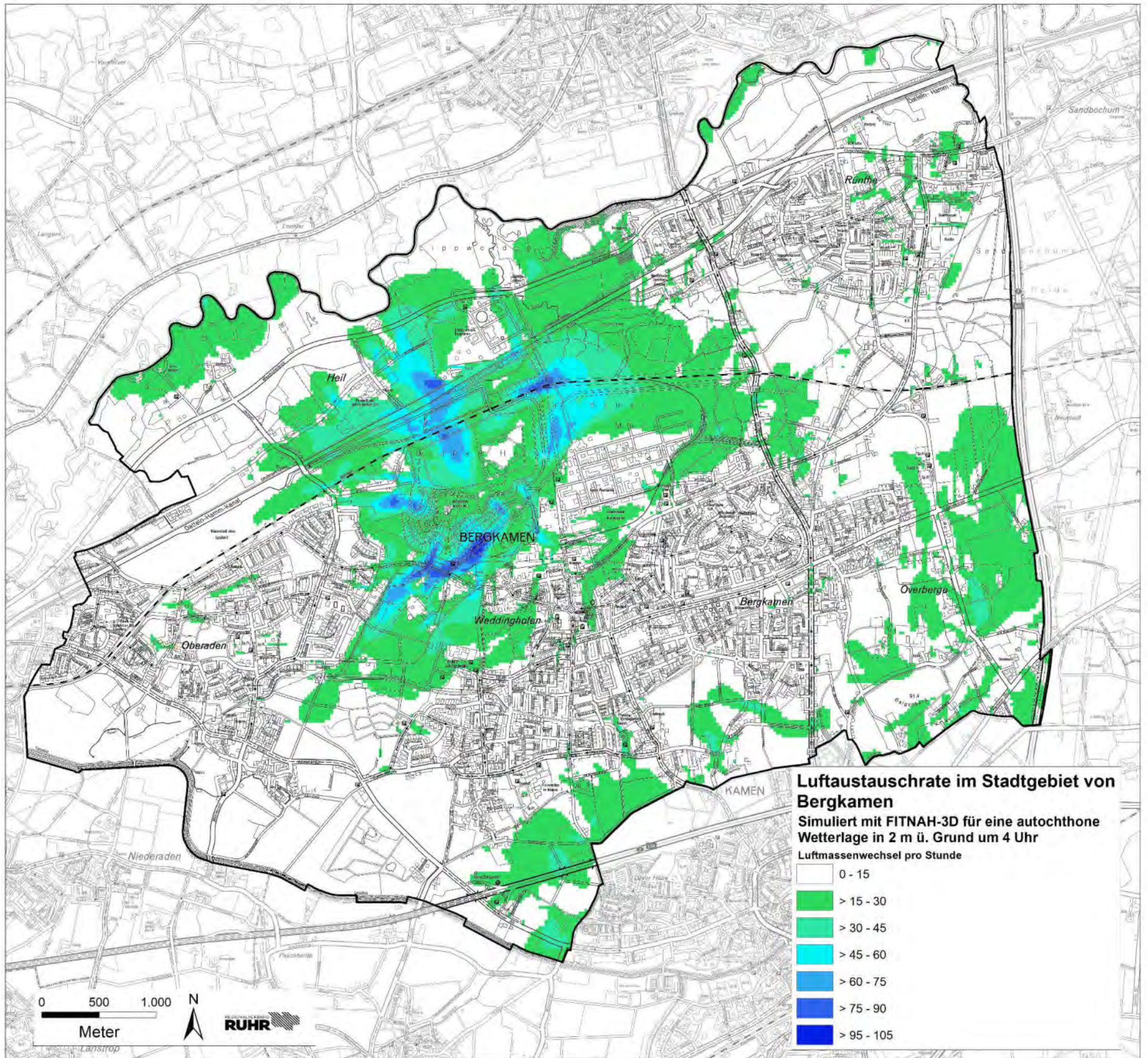
Die Luftaustauschrate ist eine Kennzahl für die Häufigkeit der vollständigen Erneuerung eines Luftvolumens an einem Standort. In urbanen Bereichen ist diese von Bedeutung, da ein Zusammenhang zwischen der Luftaustauschrate und der lufthygienischen Situation sowie der thermischen Belastung besteht. Sie wird abgeleitet aus der berechneten, dreidimensionalen Struktur und der zeitlichen Entwicklung des Windfeldes. Die Luftaustauschrate gibt an, wie oft pro (Nacht-) Stunde das bodennahe Luftvolumen (bis 30 m Höhe) in jeder Rasterzelle ausgetauscht wird.

Die höchsten Werte der Luftaustauschrate (bis ca. 100-mal pro Stunde) sind im Bereich der Kaltluftabflüsse von der Halde Großes Holz zu verzeichnen und treten vor allem im unmittelbaren Hangbereich im Norden und Süden des Haldenkörpers auf.

Weite Bereiche des unbebauten Umlandes (landwirtschaftliche Flächen und Wälder) weisen Werte zwischen 15 und 30 Austauschvorgängen auf.

In den Siedlungsflächen der dicht bebauten Innenstadt und in größeren Stadtteilzentren geht hingegen die Luftaustauschrate aufgrund der abbremsenden Wirkung der Oberflächenstrukturen sowie der allmählichen Erwärmung der Kaltluft überwiegend auf deutlich weniger als 10 Vorgänge pro Stunde zurück.

Karte 3.9: Luftaustauschrate um 4 Uhr im Stadtgebiet von Bergkamen bei allochthoner Wetterlage



4 Klimaanalysekarte

Die Klimaanalysekarte stellt eine flächenhafte Bewertung der klimatischen und lufthygienischen Verhältnisse im Stadtgebiet von Bergkamen dar. Im Vergleich zur klassischen Darstellung der räumlichen Verteilung einzelner Klimaelemente in Klimaatlantenn werden in der Klimaanalysekarte komplexe Struktur-, Beziehungs- und Funktionszusammenhänge vereinigt und kartographisch dargestellt.

Unter Berücksichtigung der aktuellen Flächennutzungskartierung des Regionalverbandes Ruhr, der Topographie des Untersuchungsgebietes, der in Kapitel 3 vorgestellten FITNAH-Modellierung, aktueller Luftbilder sowie weiterer vorliegender Untersuchungen zum Stadt- und Regionalklima erfolgte die Erstellung der Klimaanalysekarte nach den Vorgaben der VDI-Richtlinie 3787 Blatt 1 (VDI 2015).

Die Klimaanalysekarte beinhaltet mit den Klimatopen, den spezifischen Klimaeigenschaften und den Informationen zu lufthygienischen Verhältnissen sowie dem Luftaustausch vier Darstellungsebenen, die im Kapitel 4.1 näher erläutert werden.

Zur Ausweisung der Klimatope wurde ein vom Regionalverband Ruhr entwickeltes teilautomatisiertes Verfahren angewendet, welches gegenüber der herkömmlichen manuellen Abgrenzung der Klimatope eine deutlich feinere Auflösung aufweist. Aufgrund des angewendeten Verfahrens und der unterschiedlichen Betrachtungs- bzw. Maßstabsebenen unterscheiden sich die Klimatopeinteilung der Klimaanalysekarte und die Ausweisung in der Regionalen Klimatopkarte (vgl. Kapitel 2.4). Während die Regionale Klimatopkarte einer regionalen Einordnung und groben Übersicht der Klimatopverteilung im Stadtgebiet dient, weist die Klimaanalysekarte eine detaillierte Einteilung auf.

Im Gegensatz zu lufthygienischen Parametern existieren für klimatische Kenngrößen keine rechtsverbindlichen Grenz- oder Richtwerte. Daher soll anhand der Klimaanalysekarte eine stadtklimatologische Bewertung formuliert werden, die als Grundlage für die Ausweisung von Planungshinweisen (siehe Kapitel 8) zur Erhaltung und Förderung günstiger klimatischer Verhältnisse auf der Ebene des gesamten Stadtgebietes sowie für einzelne Stadtbezirke dient. Nachfolgend werden zunächst die unterschiedlichen Darstellungsebenen sowie deren einzelne in der Klimaanalysekarte abgebildete Elemente erläutert und anschließend die Gliederung des Stadtgebietes anhand der Klimaanalysekarte beschrieben.

4.1 Darstellungsebenen der Klimaanalysekarte

Die **erste Darstellungsebene** beinhaltet die flächenhafte klimatische Differenzierung des Stadtgebietes von Bergkamen anhand von Klimatopen. Klimatope bezeichnen räumliche Einheiten, die aufgrund vergleichbarer Eigenschaften bezüglich der Flächennutzung, der Bebauungsdichte, dem Versiegelungsgrad, der Rauigkeit und dem Vegetationsbestand ähnliche mikroklimatische Bedingungen aufweisen. Hinsichtlich der Abgrenzung der Klimatope ist anzumerken, dass sich klimatische Prozesse nicht linienscharf an Bebauungs- und Nutzungsgrenzen anpassen, sondern fließende Übergänge zu benachbarten Flächen aufweisen. Daher dürfen die Abgrenzungen der Klimatope innerhalb der Klimaanalysekarte nicht als flächenscharfe Grenzziehungen aufgefasst werden.

In einer **zweiten Darstellungsebene** werden die spezifischen Klimaeigenschaften ausgewiesen, welche Modifikationen der Klimatopeigenschaften beschreiben. Diese können beispielsweise durch lokale Reliefstrukturen hervorgerufen werden und entweder zusätzliche Funktionen oder eine besonders starke Ausprägung bzw. Bedeutung bestimmter Klimatopeigenschaften darstellen.

Die **dritte Darstellungsebene** liefert Informationen zu den Luftaustauschverhältnissen im Stadtgebiet und zeigt das Auftreten von Bereichen der Frischluftzufuhr, der Kaltluftabflüsse und Flurwinde.

Die lufthygienischen Verhältnisse werden anhand der Ausweisung von Straßen mit erhöhtem Verkehrsaufkommen sowie industriellen und gewerblichen Emittenten von Luftschadstoffen in einer **vierten Darstellungsebene** beschrieben.

4.1.1 Klimatope

Im Folgenden werden die typischen Charakteristika der unterschiedlichen in der Klimaanalysekarte in Anlehnung an die VDI 3787 Blatt 1 (VDI 2015) ausgewiesenen Klimatope im Einzelnen näher erläutert:

Gewässerklima



Abb. 4-1: Mergelkuhle in Bergkamen; © RVR, Bildflugjahr, dl-de/by-2-0

Wasserkörper zeichnen sich aufgrund ihrer hohen Wärmekapazität und der damit verbundenen thermischen Trägheit durch ausgeglichene klimatische Verhältnisse mit gedämpftem Tagesgang der Lufttemperatur und einer erhöhten Luftfeuchtigkeit infolge der gesteigerten Verdunstung aus. Dadurch werden Wasserflächen am Tage als relativ kühl und nachts als relativ warm empfunden. Die tagsüber kühlende Wirkung bleibt insbesondere bei kleineren Gewässern zumeist auf den Wasserkörper sowie die unmittelbare Umgebung beschränkt. Ein zusätzlich positiver Effekt für die klimatische Situation wird durch die geringe Rauigkeit von Gewässerflächen bewirkt, wodurch Austausch- und Ventilationsverhältnisse begünstigt werden und linienhafte Gewässerstrukturen die Funktion als Luftleitbahn einnehmen können.

Gewässerklima	
klimatische Gunstfaktoren	klimatische Ungunstfaktoren
<ul style="list-style-type: none"> ☺ geringe Oberflächenrauigkeit ☺ igkeit begünstigt die Belüftungsfunktion ☺ reduzierte Erwärmung am Tage bei gleichzeitig erhöhter Verdunstung ☺ geringe thermische und bioklimatische Belastung im Uferbereich 	<ul style="list-style-type: none"> ☹ hohe Wärmekapazität der Wasserkörper bedingt eine nur geringe nächtliche Abkühlung ☹ nächtliche Kaltluftmassen können beim Überströmen von Wasserflächen erwärmt werden ☹ bioklimatisch günstige Situation ist auf den Ufersaum beschränkt

Freilandklima



Abb. 4-2: Freilandbereich am Turmweg in Weddinghofen; © RVR, Bildflugjahr, dl-de/by-2-0

Dieser Klimatyp stellt sich über landwirtschaftlichen Nutzflächen, Wiesen sowie Weiden und Brachflächen (Versiegelungsgrad < 10 %) ein und zeichnet sich durch ungestörte Tagesgänge von Lufttemperatur und -feuchte aus. Zudem sind in diesen Bereichen meist keine Emittenten angesiedelt, weshalb es sich um bedeutsame Frischluftgebiete handeln kann. Des Weiteren ist diesen Flächen bei geeigneten Wetterlagen aus klimatischer Sicht ein hoher Stellenwert als Kaltluftproduktionsgebiet zuzuschreiben. Da die Freilandflächen darüber hinaus eine rauigkeitsarme Struktur aufweisen, können die kühleren und unbelasteten Luftmassen bei geeigneten Windrichtungen oder Reliefausprägungen in die aus bio- und immissionsklimatischer Sicht stärker belasteten Gebiete transportiert werden und eine hohe Ausgleichswirkung einnehmen. Die Kaltluftproduktivität einer Freifläche hängt dabei entscheidend von den Eigenschaften des Untergrundes, wie etwa den thermischen Bodeneigenschaften (Wärmeleitfähigkeit und -kapazität), der Farbe der Oberfläche, der Dichte des Bodensubstrates, dem Luft- und Wassergehalt, dem Porenvolumen sowie der Bodenbedeckung (Vegetation) ab.

Freilandklima	
klimatische Gunstfaktoren	klimatische Ungunstfaktoren
<ul style="list-style-type: none"> ☺ geringe Schwüle- und Wärmebelastung und hoher bioklimatischer Stellenwert als Erholungsraum ☺ geringe Veränderungen des Windfeldes ☺ wertvolle Frischluft Räume ☺ i.d.R. keine Emissionen ☺ hohe Kaltluftproduktion (starke Abkühlung in den Nachtstunden) ☺ klimaökologische Ausgleichsräume für angrenzende Bebauungsstrukturen 	<ul style="list-style-type: none"> ☹ Winddiskomfort bedingt durch geringe Rauigkeit möglich ☹ Bodeninversionen während autochthoner Strahlungsnächte fördern das Immissionspotential

Waldklima



Abb. 4-3: Waldgebiet in Overberge, westlich der A1; © RVR, Bildflugjahr, dl-de/by-2-0

Typische Ausprägungen des Waldklimas sind stark gedämpfte Tagesgänge der Lufttemperatur und –feuchte. Man spricht hier von einem Bestandsklima, welches sich infolge der verminderte Ein- und Ausstrahlung im Stammraum einstellt. Die Hauptumsatzfläche für energetische Prozesse ist in Waldbeständen im oberen Kronenraum anzutreffen, wo sich bei wind-schwachen Strahlungswetterlagen auch Kaltluftmassen bilden können, die bei ausreichender Reliefneigung eine hohe Relevanz für angrenzende Lasträume haben. Bei zumeist geringen oder fehlenden Emissionen sind Waldflächen darüber hinaus Frischluftentstehungsgebiete, die jedoch aufgrund der hohen Rauigkeit im Gegensatz zu den unbewaldeten Freiflächen keine Luftleitfunktion innehaben. Daher zeichnen sie sich auch durch niedrige Windgeschwindigkeiten im Stammraum aus. Grundsätzlich stellen Waldflächen aufgrund der sehr geringen thermischen und bioklimatischen Belastungen wertvolle Regenerations- und Erholungsräume

dar. Hervorzuheben ist weiterhin die Filterkapazität der Waldflächen gegenüber atmosphärischen Luftschadstoffen.

Waldklima	
klimatische Gunstfaktoren	klimatische Ungunstfaktoren
<ul style="list-style-type: none">☺ ausgeglichenes Stammraumklima aufgrund des gedämpften Tagesgangs der Lufttemperaturen bei allgemein kühleren Temperaturen☺ sehr geringe thermische und bioklimatische Belastung☺ Luftruhe im Stammraum wirkt Kälte- und Winddiskomfort entgegen☺ keine Emissionen☺ Frischluftentstehungsgebiete☺ Kaltluftentstehung im oberen Kronenraum☺ Filterfunktion für gas- und staubförmige Luftschadstoffe☺ wertvolle Regenerations- und Erholungsräume	<ul style="list-style-type: none">☹ aufgrund hoher Oberflächenrauigkeit keine Luftleitfunktion; Barrierewirkung für Luftmassentransporte möglich☹ Kaltluftabfluss nur bei ausreichend hoher Reliefneigung möglich

Klima innerstädtischer Grünflächen



Abb. 4-4: Friedhof und Parkanlage in Bergkamen zwischen Landwehrstraße und Erich-Ollenhauer-Straße; © RVR, Bildflugjahr, dl-de/by-2-0

Größere innerstädtische Parks, Friedhöfe und Kleingartenanlagen sind aufgrund der aufgelockerten Vegetationsstrukturen mit Rasenflächen (Versiegelungsgrad < 20 %) durch stärker

ausgeprägte Tagesgänge der Lufttemperatur und –feuchte gegenüber der umliegenden Bebauung gekennzeichnet. Sowohl tagsüber als auch in der Nacht treten die Park- und Grünanlagen als Kälteinseln hervor und können somit als Kaltluftproduktionsflächen fungieren. Die klimameliorierende Wirkung ist zwar zumeist auf die Flächen selbst begrenzt („Oaseneffekt“), kann in Abhängigkeit von der Größe, der Struktur, der Reliefsituation sowie von der Vernetzung mit der angrenzenden Bebauung aber auch eine Fernwirkung ausüben. Die Kaltluftproduktion innerstädtischer Grünflächen kann daher der Entstehung großflächiger Wärmeinseln entgegenwirken. Diese Wirkung ist bereits bei kleineren Grünflächen nachzuweisen, insbesondere wenn diese innerhalb des Stadtgebietes vernetzt sind.

Klima innerstädtischer Grünflächen	
klimate Günstfaktoren	klimate Ungünstfaktoren
<ul style="list-style-type: none">☺ gedämpfter Tagesgang der Lufttemperatur und der Windgeschwindigkeit☺ lokale Abkühlungseffekte durch Schattenzonen und erhöhte Verdunstungsraten☺ geringe thermische und bioklimatische Belastung☺ größere parkartige Grünflächen erweisen sich als innerstädtische Kaltluftproduzenten☺ keine Emissionen☺ Filterfunktion für gas- und staubförmige Luftschadstoffe☺ wertvolle Regenerations- und Erholungsräume	<ul style="list-style-type: none">☹ das günstige Bioklima begrenzt sich häufig auf die Fläche selbst (bei kleinen Flächen, „Oaseneffekt“)☹ oftmals geringe Fernwirkung (≤ 200 m)

Vorstadtklima



Abb. 4-5: Vorstadtklima in der Hüchtstraße, Bergkamen-Overberg; © RVR, Bildflugjahr, dl-de/by-2-0

Das Vorstadtklima bildet den Übergangsbereich zwischen den Klimaten der bebauten Flächen und den Klimaten des Freilandes. Charakteristisch für Flächen, die dem Vorstadtklima zugeordnet werden, sind in erster Linie eine Bebauungsstruktur mit Einzel- und Doppelhäusern von geringer Bauhöhe (ein- bis dreigeschossig) sowie ein geringer Versiegelungsgrad (i.d.R. 20-30 %) bzw. eine hohe Durchgrünung mit Wiesen, Baum- und Strauchvegetation. Dieser Klimatotyp ist charakteristisch für Vorstadtsiedlungen, Gartenstädte und Ortsränder, die im unmittelbaren Einflussbereich des Freilandes stehen und dadurch günstige bioklimatische Verhältnisse aufweisen. Das Klima in den Vorstadtsiedlungen zeichnet sich durch eine leichte Dämpfung der Klimaelemente Temperatur, Feuchte, Wind und Strahlung aus. Die Windgeschwindigkeit ist dabei niedriger als im Freiland, aber höher als in der Innenstadt.

Vorstadtklima	
klimatische Gunstfaktoren	klimatische Ungunstfaktoren
<ul style="list-style-type: none"> ☺ die Nähe zu klimatischen Ausgleichsflächen begünstigt die Zufuhr kühlerer und frischerer Luftmassen ☺ eine starke Abkühlung in der Nacht wirkt der Ausbildung „heißer Nächte“ entgegen, so dass ein optimales Wohn- und Schlafklima resultiert ☺ hohe Variabilität der Mikroklimata durch das Nebeneinander unterschiedlich stark verdichteter Wohngebiete (Einfamilienhäuser, lockere Reihenhausbauung, offene Bebauungsstrukturen) sowie Park- und Grünflächen 	<ul style="list-style-type: none"> ☹ Mulden und Senken können lokal zur Erhöhung des bioklimatischen Belastungspotentials beitragen ☹ Wärmebelastungen am Tage können durch fehlende Verschattungsstrukturen erhöht sein ☹ eingeschränkte vertikale Austauschverhältnisse während windschwacher Strahlungswetterlagen können bedingt durch lokale bodennahe Emittenten das Immissionsrisiko erhöhen

Stadtrandklima



Abb. 4-6: Stadtrandklima im Eibenweg/Eschenweg in Bergkamen-Weddinghofen; © RVR, Bildflugjahr, dl-de/by-2-0

Das Stadtrandklima unterscheidet sich vom Vorstadtklima durch eine etwas dichtere Bebauung und einen geringeren Grünflächenanteil. Dennoch ist die Bebauungsstruktur, die von Einzelhäusern über Wohnblocks bis hin zu Blockbebauung reicht, dabei aber durch niedrige Bauhöhen (im Allgemeinen dreigeschossig, vereinzelt jedoch bis zu fünfgeschossig möglich) und noch relativ geringe Versiegelungsgrade (30-50 %) gekennzeichnet ist, als aufgelockert und durchgrünt zu bezeichnen. Durch die relative Nähe zu klimatischen Ausgleichsräumen ist eine Frisch- und Kaltluftzufuhr weitgehend auch während gradientschwacher Wetterlagen gewährleistet. Hieraus resultieren eine nur schwache Ausprägung von Wärmeinseln und ein zumeist ausreichender Luftaustausch infolge nur geringer Windfeldveränderungen, was in der Regel gute bioklimatische Bedingungen in diesen Stadtbezirken gewährleistet. Vereinzelt können allerdings Straßenschluchten vorhanden sein, in denen bei erhöhtem Verkehrsaufkommen (z.B. entlang von Ein- und Ausfallstraßen) und gleichzeitig geschlossenem Kronendach der Straßenbäume erhöhte Immissionen auftreten können.

Stadtrandklima	
klimatische Gunstfaktoren	klimatische Ungunstfaktoren
☺ die relative Nähe zu klimatischen Ausgleichsflächen begünstigt die Zufuhr kühlerer und frischerer Luftmassen	☹ Mulden und Senken können lokal zur Erhöhung des bioklimatischen Belastungspotentials beitragen

Klimaanalysekarte

☺ gutes Wohn- und Schlafklima durch eine ausreichende nächtliche Abkühlung im Sommer	☹ Wärmebelastungen am Tage können durch fehlende Verschattungsstrukturen erhöht sein
☺ lokale und regionale Grünzonen sind häufig noch fußläufig erreichbar	☹ eingeschränkte vertikale Austauschverhältnisse während windschwacher Strahlungswetterlagen können bedingt durch lokale bodennahe Emittenten das Immissionsrisiko erhöhen
☺ hohe Variabilität der Mikroklimata durch das Nebeneinander unterschiedlich stark verdichteter Wohngebiete (Einfamilienhäuser, lockere Reihenhausbebauung, offene Bebauungsstrukturen) und Grünflächen	☹ punktuell erhöhte Immissionen in Straßenschluchten möglich

Stadtklima



Abb. 4-7: Stadtklima in der Goethestraße in Bergkamen-Weddinghofen; © RVR, Bildflugjahr, dl-de/by-2-0

Kennzeichnend für das Stadtklima ist eine überwiegend dichte, geschlossene Zeilen- und Blockbebauung mit meist hohen Baukörpern (i.d.R. bis fünfgeschossig, vereinzelt auch höher) und engen Straßen mit vermehrt schluchtartigem Charakter. Während austauscharmer Strahlungsnächte kommt es bedingt durch den hohen Versiegelungsgrad (50-70 %), die hohen Oberflächenrauigkeiten und geringen Grünflächenanteile zu einer Zunahme der Überwärmung. Die dichte städtische Bebauung verursacht somit ausgeprägte Wärmeinseln mit eingeschränkten Austauschbedingungen, die z.T. mit ungünstigen bioklimatischen Verhältnissen und hoher Luftbelastung verbunden sind. Durch die Ausbildung von Wärmeinseln in den Nachtstunden wird ein konvektiver Durchmischungsraum aufrechterhalten, sodass seltener

Bodeninversionen auftreten als in den Freilandbereichen und den lockerer bebauten Siedlungsflächen. Neben den Verkehrsemissionen spielt der Hausbrand in den Wintermonaten eine entscheidende Rolle für die lufthygienische Situation.

Stadtklima	
klimatische Gunstfaktoren	klimatische Ungunstfaktoren
<ul style="list-style-type: none">☺ Kältestress und Winddiskomfort werden durch die Bebauungsstrukturen reduziert☺ während Inversionswetterlagen trägt der Wärmeinseleffekt zu einer Aufrechterhaltung eines bodennahen Durchmischungsraumes bei, wodurch bodennahe Luftschadstoffe verdünnt werden☺ großkronige Bäume senken die Wärmebelastung innerhalb der Wohngebiete	<ul style="list-style-type: none">☹ eingeschränkte Austauschverhältnisse sowie Wärmestau durch direkte Sonneneinstrahlung in engen Straßenzügen☹ erhöhtes Schwülepotential in engen austauscharmen Straßenschluchten☹ fehlende Verschattungsstrukturen durch verdunstungsaktive Baumkronen fördern die Hitze- und Wärmebelastung☹ erhöhtes Immissionspotential im Einflussbereich bodennaher Schadstoffemittenten (v.a. Kfz-Verkehr) infolge eingeschränkter horizontaler Austauschverhältnisse☹ lang anhaltende nächtliche Überwärmungsphasen können sich im Sommer negativ auf das Innenraumklima auswirken

Innenstadtklima



Abb. 4-8: Innenstadtklima in der Louise-Schröder-Straße in Bergkamen-Weddinghofen; © RVR, Bildflugjahr, dl-de/by-2-0

Kennzeichnend für das Innenstadtklimatop sind ein sehr hoher Versiegelungsgrad (> 70 %) sowie ein geringer Grünflächenanteil, der lediglich durch Einzelbäume im Straßenraum sowie kleine Rasenflächen, z.T. mit Strauchvegetation als Straßenbegleitgrün, charakterisiert ist. Die Bebauungsstruktur weist vorwiegend mehrgeschossige Baublöcke mit Verwaltungs-, Geschäfts- und Wohngebäuden auf, die sich zumeist als geschlossene Blockbebauung mit vereinzelt auftretenden Hochhäusern darstellt. Das Innenstadtklima weist dadurch die stärksten Veränderungen im Stadtgebiet auf. Hierzu zählen vor allem ein sehr stark ausgeprägter Wärmeineffekt, bedingt durch die Wärmespeicherfähigkeit der städtischen Oberflächen, und starke Windfeldveränderungen, die sich in einer straßenparallelen Be- und Entlüftungssituationen widerspiegeln. Am Tage kann in den Bereichen der Innenstadt ein erhöhtes Belastungspotential durch Hitzestress und Schwüle entstehen, welches durch eingeschränkte Austauschverhältnisse und geringe Verdunstungskühlung aufgrund fehlender Vegetation hervorgerufen wird. Hitze und Schwülebelastungen im Sommer, erhöhte Luft-schadstoff- und Lärmbelastungen durch den Kfz-Verkehr sowie Winddiskomfort durch Böigkeit und Windturbulenzen im Bereich von Straßenschluchten und offenen Plätzen führen zu einer hohen bioklimatischen Belastung.

Innenstadtklima	
klimatische Gunstfaktoren	klimatische Ungunstfaktoren
<ul style="list-style-type: none"> ☺ durch geringe Abkühlung in den Abendstunden wird die Aufenthaltsdauer im Stadtzentrum verlängert, wodurch die Attraktivität der Innenstadt als kulturelles Zentrum erhöht wird ☺ nächtlich anhaltende thermische Turbulenz vergrößert den bodennahen Durchmischungsraum (Schadstoffverdünnung) ☺ geringer Anteil stagnerender Luftaustauschsituationen 	<ul style="list-style-type: none"> ☹ tagsüber erhöhtes Belastungspotential durch Hitzestress und Schwüle möglich ☹ fehlende Verschattungsstrukturen durch verdunstungsaktive Baumkronen fördern die Hitze- und Wärmebelastung ☹ Winddiskomfort durch erhöhte Böigkeit und Turbulenzen im Bereich von Straßenschluchten und offenen Plätzen ☹ Ein- und Ausfallstraßen erweisen sich als belastete Luftleitbahnen ☹ eingeschränkte Austauschverhältnisse sowie Wärmestau durch direkte Sonneneinstrahlung in engen Straßenzüge ☹ erhöhtes Immissionspotential im Einflussbereich bodennaher Schadstoffemittenten (v.a. Kfz-Verkehr) infolge eingeschränkter horizontaler Austauschverhältnisse ☹ lang anhaltende nächtliche Überwärmungsphasen können sich im Sommer negativ auf das Innenraumklima auswirken

Gewerbeklima



Abb. 4-9: Gewerbegebiet in Rünthe (Marie-Curie-Straße); © RVR, Bildflugjahr, dl-de/by-2-0

In diesem Klimatoptyp prägen Gewerbegebiete mit den dazugehörigen Produktions-, Lager- und Umschlagstätten, die sich durch einen hohen Versiegelungsgrad und geringen Grünflächenanteil auszeichnen, das Mikroklima. Die Emissionsstruktur, deren Hauptquellen Feuerungsanlagen sowie produktionsbedingte Anlagen und der Schwerlastverkehr darstellen können, ist stark abhängig von der Art der gewerblichen Nutzung. In Kombination kann dies verstärkt zu immissionsklimatischen und bioklimatischen Belastungssituationen führen.

Gewerbeklima	
klimatische Gunstfaktoren	klimatische Ungunstfaktoren
<ul style="list-style-type: none"> ☺ nächtlich anhaltende thermische Turbulenz vergrößert den bodennahen Durchmischungsraum (Schadstoffverdünnung) ☺ relativ günstige bodennahe Austauschverhältnisse 	<ul style="list-style-type: none"> ☹ lufthygienischer Lastraum, lokale Schadstoffemissionen ☹ lang anhaltende nächtliche Wärmebelastungen ☹ tagsüber erhöhtes Belastungspotential durch Hitzestress und Schwüle möglich ☹ fehlende Verschattungsstrukturen durch verdunstungsaktive Baumkronen fördern die Hitze- und Wärmebelastung

Industrieklima



Abb. 4-10: Gewerbepark Neu Monopol in Bergkamen; © RVR, Bildflugjahr, dl-de/by-2-0

Das Klima in Industriegebieten wird durch einen sehr hohen Versiegelungsgrad, einen sehr geringen Grünflächenanteil und eine erhöhte Freisetzung von industrieller Abwärme sowie gas- und partikelförmiger Spurenstoffe geprägt. Die lufthygienische Belastung steht ebenfalls in starker Abhängigkeit zur Art der industriellen Nutzung und somit zur Emissionsstruktur. Industrie- und Kraftwerksschornsteine, Produktionsanlagen und der Schwerlastverkehr können die Hauptemissionsquellen darstellen und in Kombination mit einer starken Überwärmung im Sommer zu immissionsklimatischen und bioklimatischen Belastungssituationen beitragen.

Industrieklima	
klimatische Gunstfaktoren	klimatische Ungunstfaktoren
<ul style="list-style-type: none"> ☺ nächtlich anhaltende thermische Turbulenz vergrößert den bodennahen Durchmischungsraum (Schadstoffverdünnung) ☺ relativ günstige bodennahe Austauschverhältnisse 	<ul style="list-style-type: none"> ☹ lufthygienischer Lastraum, lokale Schadstoffemissionen, häufig auch mit Fernwirkung ☹ langanhaltende nächtliche Wärmebelastungen ☹ tagsüber erhöhtes Belastungspotential durch Hitzestress und Schwüle möglich ☹ fehlende Verschattungsstrukturen durch verdunstungsaktive Baumkronen fördern die Hitze- und Wärmebelastung

4.1.2 Spezifische Klimaeigenschaften

Die Eigenschaften der Klimatope werden in einigen Bereichen durch natürliche und anthropogene Faktoren modifiziert. Hier spricht man von spezifischen Klimaeigenschaften, die beispielsweise aufgrund der lokalen Reliefsituation innerhalb eines Klimatops oder auch klimatopübergreifend örtliche Klimaveränderungen darstellen. Diese spezifischen Eigenschaften werden in der Klimaanalysekarte als flächenhafte Schraffuren und Punktsignaturen ausgewiesen. Klimatische Funktionen, die zwar schon im Zusammenhang mit der Klimatopbeschreibung erwähnt wurden, innerhalb einiger Klimatope jedoch besonders stark ausgeprägt sind, werden als Piktogramme dargestellt. Die Ausprägung der spezifischen Klimaeigenschaften ist zumeist eng an bestimmte Wetterlagen gekoppelt, wobei die windschwachen Strahlungswetterlagen im Vordergrund stehen. Im Folgenden werden die Charakteristika der spezifischen Klimaeigenschaften beschrieben.

Kaltluftsammlgebiet

Eine hohe Kaltluftproduktion, fehlende Kaltluftdynamik oder Stausituationen an Strömungshindernissen (z.B. große Gebäudekomplexe, Dämme und Waldriegel) sowie bestimmte Reliefformen (z.B. Mulden und Senken) können zur Akkumulation lokal gebildeter Kaltluft führen. Diese Gebiete weisen während der Nacht niedrigere Temperaturen, eine erhöhte Inversionshäufigkeit und verstärkte Nebelbildung auf. Zudem können bodennahe Emissionen, wie etwa durch den Verkehr, bei entsprechender Wetterlage zur Anreicherung von Luftschadstoffen in diesen Bereichen führen.

Warme Kuppennonen

Warme Kuppennonen zeichnen sich dadurch aus, dass sie lange Zeit aus den nächtlichen Bodeninversionen der tieferen Lagen herausragen. Durch das hangabwärts gerichtete Abfließen kalter Luftmassen bleiben die Kuppennonen relativ warm. Sie erreichen eine den dichten Bebauungsstrukturen analoge Überwärmung durch eine natürliche Temperaturzunahme mit der Höhe während nächtlicher Inversionswetterlagen. Darüber hinaus ist den Kuppennonen ein hoher Durchlüftungsgrad zuzusprechen.

Bahnanlagen

Größere Bahn- bzw. Gleisanlagen weisen einen sehr ausgeprägten Tagesgang der Lufttemperatur auf, da sich die Oberflächen bei hoher Sonneneinstrahlung tagsüber sehr stark erwärmen und nachts eine starke Abkühlung erfahren. Da die Trassen in der Regel eine geringe Oberflächenrauigkeit aufweisen, verfügen diese Bereiche über einen guten Luftaustausch und können bei entsprechender Vernetzung als Luftleitbahn dienen, um kühlere, unbelastete

Luftmassen von Freilandbereichen bzw. Grün- und Waldflächen in belastete Siedlungsbereiche zu transportieren. Teilweise können Bahntrassen sogar eine Relevanz zur Belüftung von Stadtzentren haben.

Bodennebel

Aufgrund eines hohen Wasserangebotes und bedingt durch die topographische Lage besteht eine erhöhte Nebelhäufigkeit. Betroffen sind überwiegend Tallagen, Freiflächen in der Nähe von Wasserkörpern und große Freilandbereiche, die eine gute Grundwasserversorgung aufweisen.

Kaltluftbarriere

Größere Bauwerke, Barrieren (wie z.B. Dämme von Bahn- und Autobahntrassen), aber auch Wälder können einen hangabwärts gerichteten Kaltluftabfluss behindern oder gar zum Erliegen bringen. Dies kann zur Bildung eines Kaltluftammelgebietes (s.o.) führen

Filterfunktion des Waldes

Größere Waldflächen haben die Eigenschaft, einerseits durch trockene Deposition im Stammraum und am Blatt- bzw. Nadelwerk, andererseits durch nasse Deposition im Erdreich und Wurzelraum des Waldes eine Filterfunktion auf Luftschadstoffe auszuüben. Während nächtlicher Strahlungswetterlagen wird diese Filterleistung erhöht, wenn die Luftmassen am Blattwerk abkühlen, in den Stammraum absinken und durch wärmere Luft aus größerer Höhe ersetzt werden, wodurch ein kontinuierlicher Luftdurchsatz gewährleistet wird.

Bioklimatischer Belastungsraum

Bioklimatische Belastungsräume weisen bedingt durch einen hohen Versiegelungsgrad eine starke Erwärmung am Tage und infolge eingeschränkter Auskühlung eine ausgeprägte nächtliche Wärmeinsel auf. Dies kann in den Sommermonaten Hitze- und Schwülebelastungen hervorrufen, wodurch eine starke bioklimatische Belastung für den Menschen entsteht. Zusätzlich wird bei windschwachen Wetterlagen eine Situationsverschlechterung durch lokal emittierte Schadstoffe hervorgerufen. Starke bioklimatische Belastungen in Verbindung mit einer starken Luftverschmutzung durch Feinstäube und Stickoxide treten im Umfeld hochfrequentierter Straßen auf, insbesondere, wenn diese aufgrund der Bebauungsstruktur einen schluchtartigen Charakter haben und somit eingeschränkte Belüftungsverhältnisse vorherrschen.

Windfeldveränderungen

Das Windfeld in der Stadt wird durch Kanalisierung im Straßenraum oder durch Düsen- und Kanteneffekte stark modifiziert. Beim Auftreten unterschiedlicher Bauformen sowie stark unterschiedlicher Höhen der Gebäude in Verbindung mit einem Nebeneinander von bebauten und unbebauten Flächen tritt eine starke Turbulenz des Windfeldes auf. Dadurch erhöht sich die Zugigkeit und Böigkeit im Straßenraum, was eine stark reduzierte Aufenthaltsqualität im

Freien zur Folge haben kann (Winddiskomfort). Starke Windfeldveränderungen sind daher häufig in Stadtzentren vorzufinden, können jedoch auch im Bereich großflächiger Hochhausbebauung an Stadträndern oder im Umfeld von großen Industriebauten und Halden auftreten.

Vertikalaustausch

Durch den anthropogenen Wärmeineffekt werden die Luftmassen in zentralen Stadtbereichen labilisiert. Daraus resultieren eine nächtliche Vergrößerung des Durchmischungsraumes und eine starke thermische Konvektion am Tag. Die Bodeninversionshäufigkeit wird im Vergleich zu den Freilandgebieten stark herabgesetzt.

4.1.3 Luftaustausch

Einen hohen Stellenwert in der Stadtklimatologie besitzt der Luftaustausch zwischen klimatischen Last- und Entlastungsräumen einer Stadt. Für die Belüftungssituation relevant sind neben den Luftleitbahnen und der Frischluftzufuhr insbesondere Bereiche, die während sommerlicher Strahlungsnächte durch Kaltluftabflüsse und Flurwinde einer Reduzierung der städtischen Überwärmung zuträglich sind. Diese Elemente des Luftaustausches werden in der Klimafunktionskarte durch unterschiedliche Pfeilsignaturen dargestellt und im Folgenden näher erläutert.

Frischluftzufuhr

Bei entsprechenden Windrichtungen können frische Luftmassen aus den Freilandarealen in die Lasträume der Städte transportiert werden und dort durch die Vermischung mit belasteten Luftmassen bzw. einem Luftmassenaustausch zu einer Verbesserung der Luftqualität beitragen. Die Eindringtiefe der zugeführten Frischluft ist unter anderem von der Oberflächenrauigkeit (Bebauungs- und Vegetationsstruktur), dem Relief und der Windgeschwindigkeit abhängig. Eine Vernetzung der Frischluftentstehungsgebiete im Umland mit rauigkeitsarmen, innerstädtischen Grünflächen kann die Fernwirkung in die belasteten Stadtzentren begünstigen.

Kaltluft- und Flurwinddynamik

Der Kaltluftabfluss ist ein thermisches und reliefbedingtes, während der Nacht einsetzendes Windsystem (Hangabwind). Bereits ab einer Geländeneigung von ein bis zwei Grad setzen nach Sonnenuntergang über natürlichen, rauigkeitsarmen Oberflächen bodennahe, abwärts gerichtete Strömungen lokaler Kaltluftmassen ein. Die Ausprägung dieses kleinräumigen Phänomens wird in erster Linie durch einen schwachen Gradientwind oder die Geländeneigung sowie die Kaltluftproduktivität der Flächen bestimmt. Flurwinde sind nicht reliefbedingt, sondern entstehen durch Temperatur- und Luftdruckunterschiede zwischen den nächtlich über-

wärmten Siedlungsbereichen und dem kühleren Umland. Kaltluftabflüsse und Flurwinde können insbesondere während sommerlicher Strahlungsnächte zur Abkühlung überwärmter Siedlungsbereiche beitragen und somit den Wärmeinseleffekt reduzieren.

4.1.4 Lufthygiene

Die lufthygienischen Verhältnisse werden anhand der Ausweisung von Straßen mit erhöhtem Verkehrsaufkommen (linienhafte Punktsignaturen) sowie industriellen und gewerblichen Emittenten von Luftschadstoffen und Abwärme (Piktogramme) beschrieben.

Hauptverkehrsstraßen

Straßenzüge mit erhöhtem Verkehrsaufkommen stellen lineare Emissionsbänder für Luftschadstoffe (wie Stickoxide, Kohlendioxid, Kohlenmonoxid und Feinstäube) mit zusätzlich erhöhten Lärmemissionen dar. Eine hohe Verkehrsbelastung wird für alle Straßen mit einem durchschnittlichen täglichen Verkehrsaufkommen (DTV) von mehr 20.000 Kfz ausgewiesen. Bei geradlinigem, breitem Verlauf und geringer Rauigkeit können Straßen eine Funktion als belastete Luftleitbahn einnehmen.

Abwärmeemissionen

Hohe Emissionen industrieller Abwärme aus der Schwerindustrie und dem produzierenden Gewerbe können zur Verstärkung der urbanen Überwärmung beitragen und sind zumeist auch mit Emissionen von Luftschadstoffen verbunden.

Emittent mit lokaler und regionaler Bedeutung

Bei den Emittenten mit lokaler und regionaler Bedeutung handelt es sich um genehmigungspflichtige Anlagen mit NO₂-Emissionen ab 10 t/Jahr und PM₁₀-Emissionen ab 1 t/Jahr. Durch niedrige und hohe Emissionsquellen können sowohl lokale Immissionsbelastungen als auch Auswirkungen auf entfernte Gebiete entstehen

4.2 Gliederung der Stadt Bergkamen anhand der Klimaanalysekarte

Karte 4.1 zeigt die Klimaanalysekarte für das Stadtgebiet von Bergkamen und Abb. 4-11 die unterschiedlichen Flächenanteile der Klimatope sowie der Verkehrsstraßen. Die Klimatope weisen grundsätzlich eine sehr heterogene Verteilung im Stadtgebiet auf.

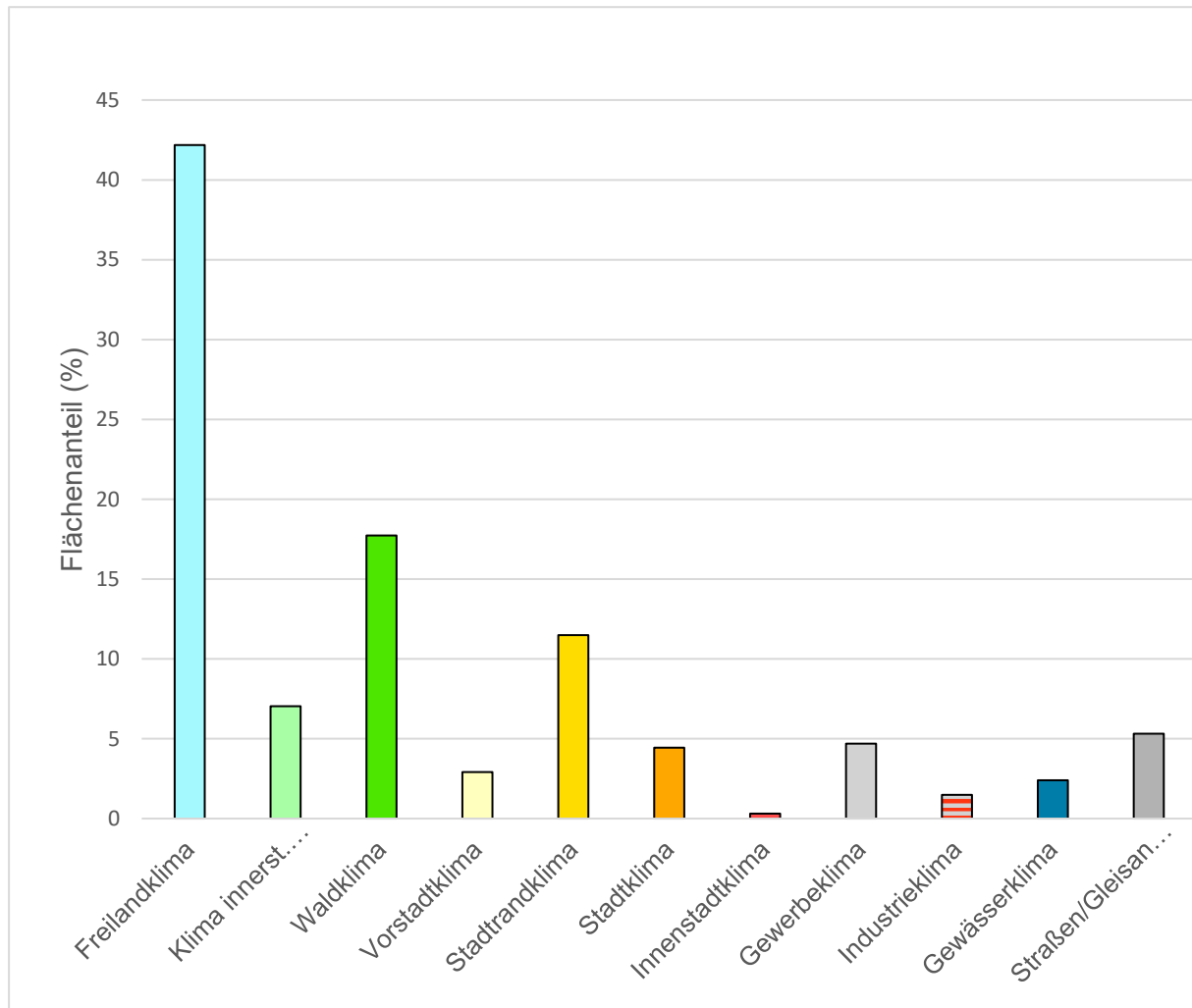


Abb. 4-11: Flächenanteile der Klimatope und Verkehrsstrassen im Stadtgebiet von Bergkamen.

Dabei wird deutlich, dass die Freilandklimatope mit einem Flächenanteil von über 42 % an der gesamten Stadtfläche den höchsten Wert aller Klimatoptypen einnehmen. Freilandklimatope, zu denen im Wesentlichen landwirtschaftlich genutzte Flächen zählen, sind aus stadtklimatologischer Sicht von besonderer Relevanz, da sie während sommerlicher, austauscharmer Strahlungsnächte wertvolle Produzenten von Kaltluftmassen sind und somit wichtige klimatische Ausgleichsflächen für überwärmte Siedlungsbereiche darstellen. Neben einem ausreichend hohen Vorkommen von klimatisch günstigen Freilandklimatopen ist jedoch die Lage bzw. Verteilung dieser Flächen im Stadtgebiet sowie deren Vernetzung mit den klimatisch stärker belasteten Klimatoptypen von entscheidender Bedeutung, wobei insbesondere das Relief eine wichtige Rolle spielt. Im Stadtgebiet von Bergkamen sind Freilandklimatope vor allem in den Außenbezirken zu finden, nur in den Stadtbezirken Rünthe und Oberaden konnten auch innerhalb der Bebauung Bereiche als Freilandklimatope ausgewiesen werden. Viele der ausgedehnten Flächen weisen eine direkte Anbindung an die Siedlungsbereiche und Stadtteilzentren der verschiedenen Bezirke auf. Der in klimatischer und lufthygienischer Hinsicht belastete

Innenstadtkern von Bergkamen profitiert aufgrund der geringen Reliefenergie und der ungünstigen Anbindung an die Freilandflächen kaum von deren positiven Eigenschaften. Aufgrund der Nähe zu zahlreichen, z.T. größeren Grün- und Waldflächen (v.a. Wald zwischen Am Wiehagen und Erich-Ollenhauer-Str.) sind Bereiche mit günstigen bioklimatischen Verhältnissen jedoch fußläufig sehr schnell erreichbar.

Für das Stadtgebiet von Bergkamen ist, wie für den gesamten westlichen Teil der Bundesrepublik Deutschland, aufgrund der vorherrschenden Großwetterlagen die Hauptwindrichtung Südwest charakteristisch. Lediglich während Schwachwindsituationen (autochthone Wetterlagen) treten vermehrt nordöstliche Windrichtungen auf (RVR 2006). Bei einem übergeordneten Windfeld mit typischer Anströmung aus südwestlicher Richtung werden demnach vor allem Siedlungsbereiche mit Frischluft versorgt, die nordöstlich von großen Freiflächen liegen.

Weitläufige Waldgebiete sind vor allem im Umfeld des Beversees und der Halde Großes Holz anzutreffen. Waldklimatope nehmen in Bergkamen mit fast 18 % den zweitgrößten Flächenanteil ein. Insbesondere Waldbereichen im direkten Umfeld größerer Emittenten von Luftschadstoffen (z.B. Gewerbe-/Industriegebiete oder Hauptverkehrsstraßen) und/oder im (fußläufigen) Einzugsbereich der Wohnbebauung kommt aus lufthygienischer sowie bioklimatischer Sicht eine besondere Bedeutung zu, da diese Wälder einerseits eine Filterfunktion gegenüber Luftschadstoffen ausüben und andererseits aufgrund der reduzierten Lufttemperaturen an heißen Sommertagen als wichtige Regenerations- und Erholungsräume für die Bevölkerung dienen. Im Stadtgebiet von Bergkamen befinden sich große Flächen, die den Waldklimatopen zuzuordnen sind im mittleren und nördlichen Bezirk Weddinghofen sowie im nördlichen Stadtbezirk Bergkamen. Aber auch im östlichen Bereich des Stadtbezirks Heil und im östlichen Stadtrandbereich entlang der A1 existieren einige größere Waldgebiete. In einigen Teilen (v.a. im Bereich der Halde Großes Holz) nehmen diese Waldgebiete insbesondere eine (über)regionale Funktion als Freizeit- und Erholungsgebiet ein und dienen auch als kühle klimatische Zufluchtsorte an heißen Tagen. Zudem ist diesen Waldarealen aus regionalklimatischer Sicht eine wichtige Filterfunktion für Luftschadstoffe und somit auch als Frischluftlieferanten zuzuschreiben. Neben der Größe spielt allerdings auch bei den Waldklimatopen die Lage im Stadtgebiet eine wichtige Rolle. Hervorzuheben sind hierbei zum Beispiel die den Gewerbepark Neu Monopol umgebenden Waldgebiete, welche einen Puffer zwischen den gewerblich-industriellen Lasträumen und den angrenzenden Wohngebieten bilden und somit einerseits zur Filterung von Luftschadstoffen beitragen, aber gleichzeitig auch den städtischen Hitzestress mildern.

In der vorliegenden Analyse nehmen neben öffentlichen Parkflächen, Friedhöfen, Kleingarten- und Sportanlagen auch größere zusammenhängende Grünstrukturen innerhalb der Bebauung eine wichtige klimatische Ausgleichsfunktion ein. Insgesamt nehmen die innerstädtischen

Grünflächen einen Flächenanteil von knapp 7 % ein. Während beispielsweise der Siedlungsbereich im Stadtbezirk Oberaden durch großflächige Grün- und Freiflächen gegliedert ist, besteht ein Mangel an innerstädtischen Grünflächen in einigen Bereichen im Stadtbezirk Weddinghofen (z.B. zwischen Pfalzstraße und Töddinghauser Str.), im Bezirk Bergkamen (zwischen Bamberger Straße und Heinrichstraße) sowie zwischen Kamer Heide und Landwehrstraße im Stadtbezirk Overberge.

Trotz des hohen Versiegelungsgrades und der dichten Bauweise innerhalb der Kernbereiche der Bergkamener Innenstadt erstrecken sich die Bereiche mit erhöhten bioklimatischen Belastungen auf einer verhältnismäßig kleinen Fläche. Dabei ist die unmittelbare Nähe zu angrenzenden, z.T. relativ großen Grün- und Waldgebieten als sehr positiv zu bewerten. Hierdurch wird ein ausgedehnter Wärmeinselbereich überwiegend vermieden und die Anwohner und Besucher der Innenstadt haben die Möglichkeit, in kurzer Entfernung die klimatisch günstigen Bereiche aufzusuchen. Nur westlich der Töddinghauser Straße erfolgt der Übergang von der dichten Innenstadtbauung über die nördlich anschließende Stadtbauung bis in die Gewerbeflächen nahezu fließend, wodurch der Wärmeinselbereich vergrößert wird.

Größere Park- oder parkähnliche Strukturen mit besonderer klimatischer Relevanz stellen zum Beispiel die Parkanlage zwischen Landwehrstraße und Erich-Ollenhauer-Str., der Wasserpark und der Wald zwischen der Straße Am Wiehagen und der Erich-Ollenhauer-Str. sowie das Waldgebiet westlich und östlich des Kleiwegs dar. Aber auch große Grünflächen im Wohnumfeld sowie die Grünflächen des Nordberg-Stadions sowie kleine Grünanlagen (z.B. der Kurt-Schumacher-Platz) entfalten beachtenswerte klimatische Wohlfahrtswirkungen. Dies gilt insbesondere dann, wenn sie Teil einer Grünvernetzung sind und über weite Strecken eine Verbindung zwischen dem unbebauten Umland und dem klimatisch belasteten Siedlungsraum bilden (z.B. die Grün- und Waldflächen im Bereich der Erich-Ollenhauer-Str. und die Grünflächen entlang des Kuhbachs). Weitere innerstädtische Grünflächen, von denen aufgrund ihrer Größe und Ausstattung sowie ihres Zusammenhangs positive klimatische Effekte für die zumindest unmittelbar umliegende Bebauung zu erwarten sind, liegen über die verschiedenen Bezirke verteilt im gesamten Stadtgebiet vor (z.B. Kleingartenanlage Immergrün e.V.). Des Weiteren fällt die deutliche Auflockerung und Durchmischung von bebauten Klimatopen und innerstädtischen Grünflächen innerhalb der Bauungsstruktur in verschiedenen Siedlungsbereichen auf. Dies trifft beispielsweise für die Siedlungen im westlichen Weddinghofen zu, aber auch auf die Siedlungen entlang der Landwehrstraße im Stadtbezirk Bergkamen-Mitte, wo im Umfeld massiver Gebäudeblocks viele Grünflächen existieren. Die teils großen zusammenhängenden Gartenareale innerhalb der Bebauung stellen wohnnahe Klimaoasen dar und können thermische Belastungen mindern.

Die Gewässer-/Seenklimatope nehmen mit ca. 2,4 % einen sehr geringen Flächenanteil im Stadtgebiet ein und beinhalten im Wesentlichen die beiden Stillgewässer Mergelkuhle und Beversee sowie den Datteln-Hamm-Kanal und die Lippe. Die klimatische Wirkung von Gewässern hängt sehr stark mit der jeweiligen Größe und der Lage im Stadtgebiet zusammen. Bei einer isolierten Lage (z.B. der von Wald umgebene Beversee) sowie bei einer geringen Größe sind die positiven klimatischen Effekte der Wasserflächen zumeist lediglich auf die unmittelbare Umgebung beschränkt. Die linearen Strukturen von Fließgewässern können eine regional-klimatisch relevante Funktion als rauigkeitsarme Luftleitbahn während windschwacher Strahlungstage einnehmen. Hier sind insbesondere der Datteln-Hamm-Kanal und der Kuhbach zu nennen. Hierbei sind die klimatischen Auswirkungen, die direkt vom Wasserkörper des Kuhbachs ausgehen, aufgrund der geringen Größe der Wasserflächen zu vernachlässigen. Eine klimatische Relevanz erlangt der Kuhbach dennoch, da entlang des Bachlaufs Grünflächen angrenzen, die teilweise klimatische Lasträume der Siedlungsbereiche durchziehen.

Zusammen nehmen die Klimatope der klimatischen Ausgleichsräume (Freiland- und Waldklima und Klima innerstädtischer Grünflächen sowie Gewässerklima) 65,5 % des Stadtgebietes ein. Während über 5 % der Gesamtfläche Bergkamens durch Straßen- und Gleisanlagen nahezu vollversiegelt sind, entfallen 25,3 % auf die unterschiedlich stark versiegelten bebauten Klimatope (Vorstadt-, Stadtrand-, Stadt-, Innenstadt-, Gewerbe- und Industrieklima).

Das Vorstadtklima nimmt mit 2,9 % an der gesamten Stadtfläche etwa ein Achtel der Fläche der bebauten Klimatope ein. Zu finden ist dieser Klimatoptyp in erster Linie im Außenbereich. Hierzu zählen v.a. viele Einzelhöfe oder Splittersiedlungen, v.a. in den Stadtbezirken Heil und Overberg. Bezogen auf die geschlossenen Siedlungskörper sind die Vorstadtklimatope zumeist an den Siedlungsrändern im Übergangsbereich zu angrenzenden klimatischen Ausgleichsräumen wie den landwirtschaftlichen Freiflächen der Stadtbezirke Bergkamen und Weddinghofen zu finden. In der Regel geht das Vorstadtklima mit zunehmender Entfernung zum angrenzenden Ausgleichsraum in Richtung Siedlungskern schnell in ein Stadtrand- oder bei starker baulicher Verdichtung, auch direkt in ein Stadtklimatop über. In einigen Bereichen grenzen Siedlungen des Stadtklimatops direkt an die Freilandbereiche an (z.B. Döblin-Str./Carl-Zuckmayer-Str. im Stadtbezirk Bergkamen).

Das Stadtrandklimatop umfasst den größten Anteil (11,5 %) an den bebauten Klimatopen im Stadtgebiet. Insbesondere in den Außenbezirken sind weite Teile der Wohn- und Mischbebauung dem Stadtrandklima, welches grundsätzlich mit noch verhältnismäßig günstigen bio- und immissionsklimatischen Bedingungen charakterisiert werden kann, zuzuordnen, aber auch in weiten Teilen der Innenstadt kommt dieser Klimatoptyp, z.T. direkt an die Innenstadtklimatope angrenzend, vor (z.B. nördlich der Hubert-Biernat-Str.).

Aus bioklimatischer Sicht stärker belastete Räume stellen die Bereiche der Stadt- und Innenstadtklimatope dar, welche u.a. eine hohe Versiegelung und einen geringen Grünflächenanteil aufweisen. Zwar nehmen Sie mit 4,4 % (Stadtklima) bzw. 0,3 % (Innenstadtklima) einen relativ geringen Anteil an der gesamtstädtischen Fläche ein, allerdings bilden die Innenstadtklimatope in den Stadtteilen Weddinghofen und Bergkamen-Mitte zusammen mit den angrenzenden, ebenfalls klimatisch ungünstigen Stadt- und Gewerbeklimatopen, einen größeren klimatischen Belastungsraum. Günstig ist wiederum die Nähe zu den angrenzenden und z.T. größeren Wald- und Grünflächen, denen eine wichtige lokalklimatische Ausgleichsfunktion zuzusprechen ist. Innenstadtklimatope kommen in Bergkamen nur in den beiden zuvor genannten Stadtbezirken vor. Bereiche, die als Stadtklimatope klassifiziert werden, existieren in fast allen Stadtbezirken (mit Ausnahme des Stadtbezirks Heil und nur auf wenigen kleinen Flächen in Overberge).

Die starke Überbauung und die dadurch erhöhte Oberflächenrauigkeit in den dicht bebauten Bereichen können starke Modifikationen des Windfeldes hervorrufen. Dies kann einerseits durch eine erhöhte Turbulenz und Böigkeit sowie Kanalisierungseffekte im Straßenraum zu Winddiskomfort führen, andererseits kann durch eine insgesamt eingeschränkte Durchlüftungssituation (vgl. Karte 3-6 in Kapitel 3.4) eine Schadstoffakkumulation erfolgen. Zudem können der hohe Versiegelungsgrad und der Mangel an verdunstungsaktiven Grün- und Wasserflächen in einzelnen Bereichen während austauscharmer Wetterlagen im Sommer zu Schwüle- und Hitzebelastungen der Bevölkerung in diesen Bereichen führen.

Die Gewerbe- (4,7 %) und Industrieklimatope (1,5 %), die zusammen einen Flächenanteil von 6,2 % am Stadtgebiet einnehmen, sind aufgrund der i.d.R. sehr hohen Versiegelung, dem zum Teil nahezu vollständigen Fehlen von Grünflächen sowie der Ansiedlung von Lärm-, Luftschadstoff- und/oder Abwärmeemittenten aus bioklimatischer Sicht als stark belastet zu bewerten. Das größte Gewerbe- und Industrieareal in Bergkamen befindet sich nördlich der Innenstadt, erstreckt sich auf einer Fläche von fast einem Quadratkilometer und grenzt im Norden an die Freiflächen der Kamer Mark und im Westen an die Waldflächen der Halde Großes Holz. Weitere größere Gewerbe- und Industriestandorte befinden sich im östlichen Rünthe sowie im Stadtbezirk Heil (Kohlekraftwerk Bergkamen).

Aus immissions- und bioklimatischer Sicht sind (auch kleinere) Gewerbeflächen insbesondere dann als kritisch zu bewerten, wenn sie im direkten Umfeld zur Wohnbebauung angesiedelt sind und/oder an klimatisch ohnehin stark belastete Bereiche angrenzen.

Insbesondere entlang eines (reliefbedingt zum Teil unterbrochenen) breiten Streifens entlang der nördlichen Stadtgrenze von Bergkamen (im Umfeld der Lippe und des Datteln-Hamm-

Kanals) sind in der Klimaanalysekarte Flächen als Kaltluftsammlgebiete hervorgehoben, welche durch eine erhöhte Inversionshäufigkeit in Verbindung mit Nebelbildung charakterisiert werden. Während Inversionswetterlagen kann es in diesen Bereichen zu einer Akkumulation von Luftschadstoffen kommen, was aufgrund der Gewerbe- und Industrieansiedlungen des Kohlekraftwerks Bergkamen aus immissionsklimatischer Sicht als ungünstig zu bewerten ist.

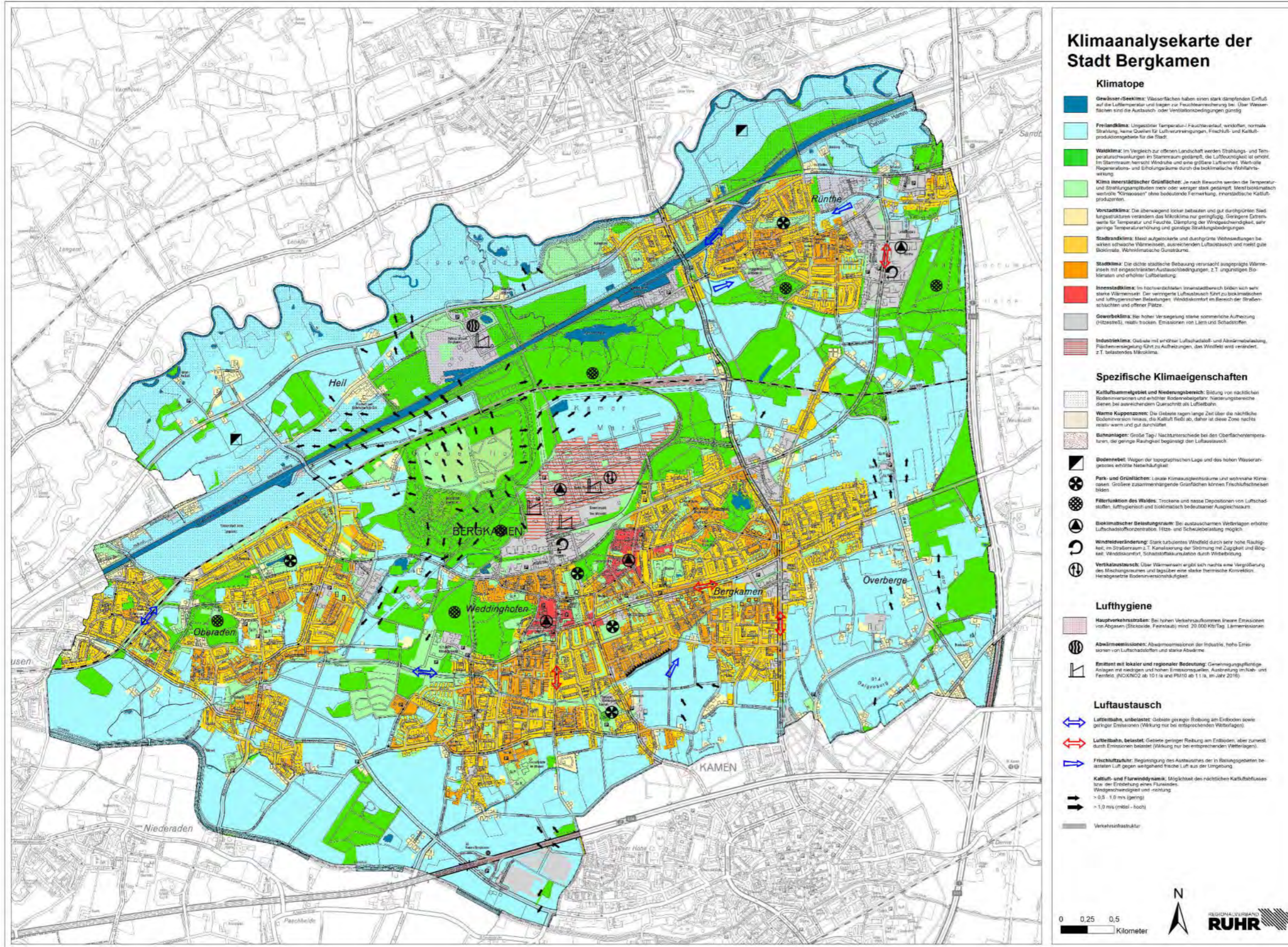
Die sogenannten warmen Kuppelzonen hingegen zeichnen sich dadurch aus, dass sie lange Zeit aus den nächtlichen Bodeninversionen herausragen. Insbesondere bei einer Freiland- oder Grünflächennutzung und in eingeschränktem Maße auch bei einer Waldnutzung kann aus diesen Gebieten ein zumeist radialer nächtlicher Kaltluftabfluss erfolgen, wodurch die Bereiche selber vergleichsweise warm bleiben. Insbesondere für angrenzende überwärmte Stadtgebiete stellen die warmen Kuppelzonen als nächtliche Kaltluftlieferanten daher klimatisch relevante geomorphologische Strukturen im Stadtgebiet dar. Als warme Kuppelzonen konnten im Stadtgebiet von Bergkamen lediglich zwei Bereiche auf der Halde Großes Holz identifiziert werden.

Neben dem genannten Bereich der warmen Kuppelzone, für die auch die FITNAH-Modellierung einen Kaltluftabfluss simuliert hat, sind im Stadtgebiet keine weiteren relevanten Kaltluftmassentransporte zu verzeichnen. Lediglich im südlichen Stadtrandbereich zwischen den Stadtbezirken Weddinghofen, Bergkamen-Mitte und Overberge existieren kleinere Kuppen, von denen schwache Kaltluftabflüsse modelliert wurden. Da die von dort abfließenden Kaltluftmassen jedoch maximal an die randlichen Siedlungsbereiche der Stadtbezirke Weddinghofen und Bergkamen-Mitte heranreichen bzw. wie im Falle des Stadtbezirks Overberge überwiegend am Rand der Siedlung vorbeifließen, ist ihnen in vielen Fällen keine sehr hohe Bedeutung als Frisch- und Kaltluftlieferanten zuzusprechen.

Neben den Kaltluftflüssen, die bei autochthonen Wetterlagen eine hohe Bedeutung für das Stadtklima besitzen, sind bei allochthonen Bedingungen Frischluft- und Luftleitbahnen von großer Wichtigkeit. Je nach übergeordneter Windrichtung können über diese raugkeitsarmen Gebiete Luftmassen in die Ballungsbereiche der Stadt vordringen und dort die thermische Belastung mindern und (im Falle von unbelasteten Luftleitbahnen) für die Zufuhr von sauberer Luft sorgen. Als Luftleitbahnen in Bergkamen fungieren beispielsweise Gleisanlagen, wie sie z.B. in Oberaden zu finden sind, und der Datteln-Hamm-Kanal, der insbesondere den umgebenden Siedlungsbereichen von Rünthe Frischluft aus den angrenzenden Freilandbereichen liefert. Insbesondere in hochverdichteten Innenstadtbereichen nehmen auch vermehrt Straßen die Rolle von Luftleitbahnen ein. Diese besitzen zwar in der Regel eine für Luftleitbahnen eher geringe Breite, können jedoch bei entsprechenden Windrichtungen trotzdem kühlere Luftmassen heranführen und zu einer Verstärkung der Luftbewegung führen. Im Falle von stark befahrenen Straßen ist die Luft jedoch häufig mit Schadstoffen belastet. Beispiele hierfür sind

etwa die Landwehrstraße, die Werner Straße, die Töddinghauser Straße sowie die Industriestraße in Rünthe.

Insgesamt wird anhand der Klimaanalysekarte hinsichtlich der bioklimatischen und immissionsklimatischen Verhältnisse im Stadtgebiet von Bergkamen deutlich, dass zwar vor allem in den nördlichen Siedlungsbereichen der Stadtbezirke Weddinghofen und Bergkamen-Mitte sowie im östlichen Bereich von Rünthe einige, z.T. großflächige, Lasträume vorliegen, diese jedoch überwiegend an zahlreiche größere und kleinere Wald- und Grünflächen bzw. direkt an den Freilandbereich angrenzen, wodurch das Bioklima begünstigt wird. Ersichtlich wird auch, dass das Relief bezüglich der Belüftungsverhältnisse während autochthoner Wetterlagen eine untergeordnete Rolle einnimmt. Deutliche Kaltluftabflüsse treten lediglich im Bereich der Halde Großes Holz auf. Dabei sind insbesondere die Kaltluftabflüsse in Richtung des Gewerbeparks Neu Monopol hervorzuheben, da diese in einigen Teilen des Gewerbe-/Industriegebietes zu einer Zufuhr kühlerer und frischerer Luftmassen beitragen.



Karte 4.1 Klimaanalysekarte der Stadt Bergkamen

5 Karte der klimaökologischen Funktionen

Neben der Klimaanalysekarte (siehe Kapitel 4), die eine klimatische Einordnung aller Nutzungsstrukturen darstellt, liefert die Karte der klimaökologischen Funktionen eine weitere wichtige Grundlage für die Flächenbewertung. Im Unterschied zur Klimaanalysekarte liegt der Schwerpunkt der Darstellung in der Einstufung der klimaökologischen Funktionen der unbebauten Freiräume. Diese Einstufung basiert auf den in Kapitel 3 vorgestellten Ergebnissen der FITNAH-Modellierung. Im Folgenden werden zunächst die Darstellungsebenen der klimaökologischen Funktionen erläutert, bevor eine Gliederung des Bergkamener Stadtgebietes erfolgt.

5.1 Darstellungsebenen der Karte der klimaökologischen Funktionen

Die Karte der klimaökologischen Funktionen (siehe Karte 5.1) umfasst drei Darstellungsebenen. Zunächst werden die bebauten Bereiche anhand der Klimatopausbreitung hinsichtlich ihrer bioklimatischen Belastungssituation beurteilt. Des Weiteren werden die Freiräume insgesamt hinsichtlich ihres potenziellen Kaltluftliefervermögens bewertet, Bereiche mit einer hohen Kaltluftproduktionsrate gesondert ausgewiesen und die Eindringtiefe der Kaltluft in die Bebauung beschrieben. Zudem erfolgt eine Darstellung der Luftaustauschbeziehungen im Stadtgebiet von Bergkamen, differenziert in Frischluftzufuhrbereiche sowie reliefbedingte Kaltluftabflüsse und nutzungsbedingte Ausgleichsströmungen (Flurwinde).

5.1.1 Bioklimatische Verhältnisse (Klimatope)

In der Karte der klimaökologischen Funktionen werden die Siedlungsbereiche hinsichtlich ihrer bioklimatischen Verhältnisse unter Berücksichtigung der Klimatopausweisung in der Klimaanalysekarte (siehe Kapitel 4) in vier Beurteilungskriterien (sehr günstig bis sehr ungünstig) eingeteilt. Sehr ungünstige bioklimatische Verhältnisse ergeben sich für die Gewerbe-/Industrieklimatope sowie die Innenstadtklimatope, während die als Stadtklimatope ausgewiesenen Flächen ungünstig und die Stadtrandklimatope als günstig einzustufen sind. Die Siedlungsbereiche der Vorstadtklimatope werden als sehr günstig hinsichtlich der bioklimatischen Verhältnisse bewertet.

5.1.2 Kaltluft

Die Grundlage zur Einstufung der Grün- und Freiflächen hinsichtlich ihres Kaltluftliefervermögens bilden die modellierten Ergebnisse zum Kaltluftvolumenstrom (vgl. Kapitel 3.5). Zur Bewertung des Kaltluftvolumenstroms wurde mangels geeigneter absoluter Schwellen- oder Grenzwerten eine z-Transformation entsprechend der VDI-Richtlinie 3785, Blatt 1 durchgeführt. Dadurch wird eine Bewertung erreicht, die auf dem Gebietsmittelwert der gesamten Metropole Ruhr basiert. Um eine differenziertere Beurteilung zu ermöglichen, wird entgegen der

in der Richtlinie vorgegebenen Vorgehensweise die halbe Standardabweichung zur Klasseneinteilung herangezogen. Dementsprechend sind positive Abweichungen vom Mittelwert der Metropole Ruhr mit einer hohen Mächtigkeit und negative entsprechend mit einer geringen bis mittleren Mächtigkeit bewertet.

Damit wird gewährleistet, dass eine Vergleichbarkeit von Flächen über die Ebene der stadtweiten Betrachtung hinaus möglich ist und eine einheitliche Bewertung klimaökologisch relevanter Flächen in der gesamten Metropole Ruhr vorgenommen werden kann.

Anhand des Kaltluftvolumenstroms lässt sich zudem der Einfluss von Kaltluftmassen, die in Siedlungsräume vordringen, darstellen. In diesen Bereichen, welche durch die Punktsignatur „Kaltlufteinwirkbereich“ gesondert hervorgehoben sind, ergibt sich durch die Zufuhr von kühleren Luftmassen und die damit einhergehende klimaökologische Ausgleichsleistung eine Aufwertung der bioklimatischen Belastungssituation für diese Lasträume. Als Kaltlufteinwirkbereich wurden dabei Siedlungsbereiche definiert, in denen der nächtliche Kaltluftvolumenstrom (KVS) während einer sommerlichen Strahlungswetterlage größer ist als der mittlere KVS des RVR-Gebietes und gleichzeitig die Windgeschwindigkeit $\geq 0,1$ m/s beträgt.

Des Weiteren ermöglicht die Darstellung von Flächen mit einer Kaltluftproduktionsrate von mindestens $16 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ eine grobe Lokalisierung potenziell besonders klimarelevanter Ausgleichsräume. Aus diesem Grund sind Flächen mit einer hohen Kaltluftproduktionsrate durch eine Schraffur ebenfalls gesondert hervorgehoben.

5.1.3 Belüftung

Die Luftaustauschbeziehungen im Stadtgebiet von Bergkamen, differenziert in Frischluftzufuhrbereiche sowie Flurwind- und Kaltluftdynamiken, werden in Form von Pfeilsignaturen dargestellt. Bezüglich der Flurwinde und Kaltluftabflüsse erfolgt generell eine bewertende Einteilung anhand der Strömungsgeschwindigkeit in sehr gering (0,3 – 0,5 m/s), gering (0,5 – 1,0 m/s) und mittel – hoch (> 1,0 m/s). Strömungsgeschwindigkeiten unterhalb von 0,3 m/s werden als unbedeutend eingestuft und daher nicht dargestellt.

5.2 Gliederung der Stadt Bergkamen anhand der Karte der klimaökologischen Funktionen

Da die bebauten Klimatope (Vorstadt-, Stadtrand-, Stadt-, Innenstadt-, sowie Gewerbe-/Industrieklima) hinsichtlich ihrer bioklimatischen Verhältnisse bewertend in die Kategorien „sehr günstig“ bis „sehr ungünstig“ eingeteilt wurden, entspricht die räumliche Verteilung im Stadtgebiet der in Kapitel 4.2 beschriebenen Klimatopausbreitung. Demnach ergeben sich in den Gewerbe- bzw. Industriebereichen, im Bergkamener Zentrum und in den Nebenzentren der dichter bebauten Stadtbezirke überwiegend sehr ungünstige bioklimatische Verhältnisse. In den angrenzenden Siedlungsbereichen kommen sowohl Bereiche mit ungünstigen bis günstigen bioklimatischen Bedingungen dicht nebeneinander vor und in den Siedlungsrandbereichen sowie in kleinen ländlichen Siedlungen bestehen überwiegend sehr günstige bioklimatische Verhältnisse.

Zur Beurteilung der klimaökologischen Ausgleichsfunktion der Frei-, Wald- und Parkflächen wurden der Kaltluftvolumenstrom, die Kaltluftproduktionsrate, die Flur- und Kaltluftdynamik (Strömungsrichtung und -geschwindigkeit) sowie der Kaltlufteinwirkungsbereich (Eindringtiefe der Kaltluftmassen in die angrenzende Bebauung) unter Berücksichtigung der in Kapitel 5.1.1 bis 5.1.3 aufgeführten Kriterien herangezogen. Folgende Erkenntnisse und Bewertungen resultieren aus der Karte der klimaökologischen Funktionen:

- Die landwirtschaftlich geprägten Freiflächen im Süden und Osten des Stadtgebietes besitzen in weiten Teilen eine mittlere oder sogar hohe bis sehr hohe Bedeutung im Hinblick auf den Kaltluftvolumenstrom. Dabei fließt insbesondere in den Stadtbezirken Overberge, Bergkamen und Weddinghofen die Kaltluft aus den höchst gelegenen Geländebereichen in nördliche bis nordwestliche Richtungen ab. Im Stadtbezirk Overberge begünstigen die kühleren Luftmassen aufgrund der orographischen Situation hier jedoch überwiegend Kleinstsiedlungen und Einzelhöfe, die sich im ländlichen

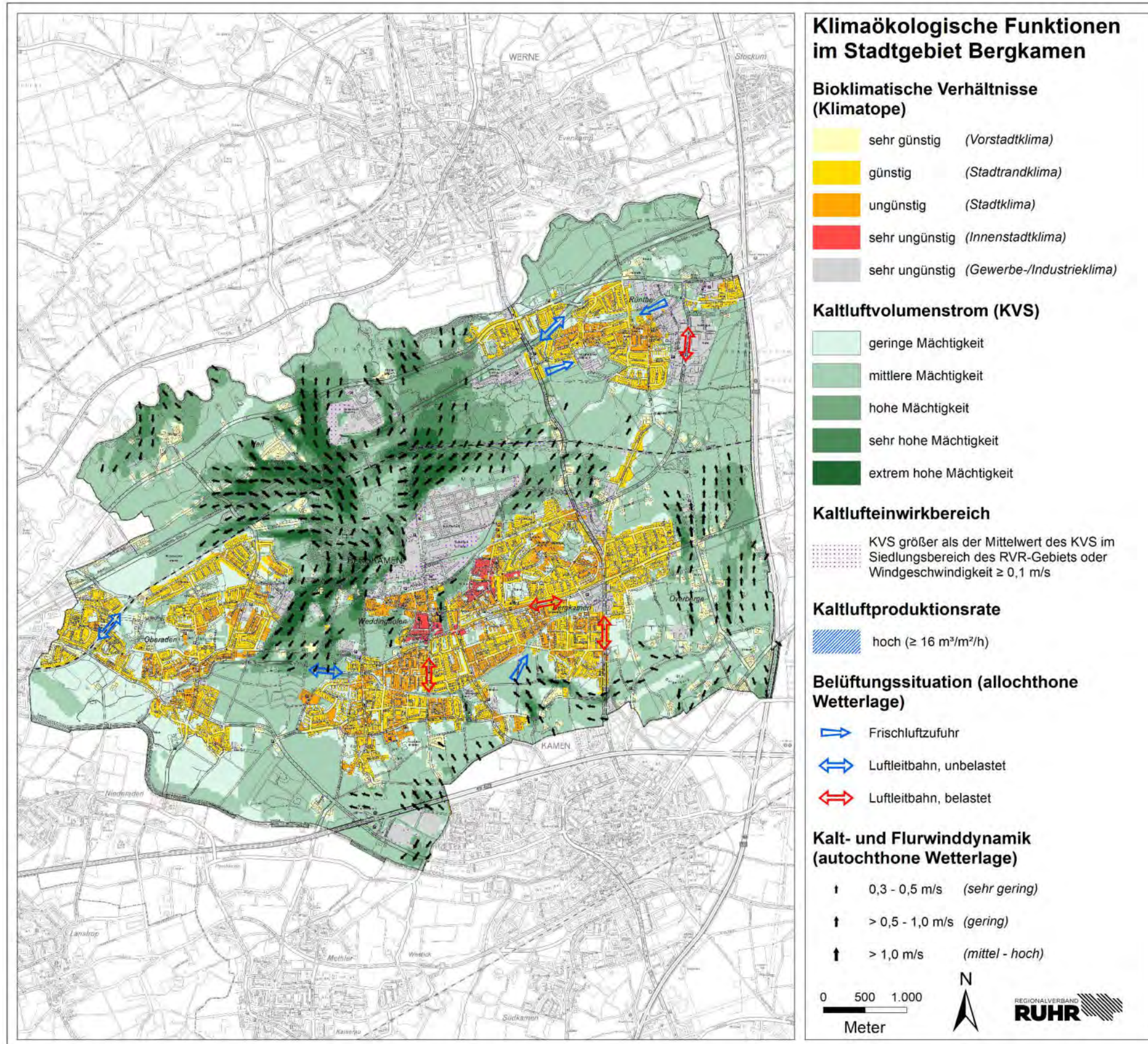
Raum befinden und aus bioklimatischer Sicht bereits hinsichtlich ihrer Bebauungsstruktur als „sehr günstig“ eingestuft sind. Hohe Werte des Kaltluftvolumenstroms finden sich auch östlich der Overberger Schule, wo die Kaltluft jedoch überwiegend am Siedlungsrand entlangfließt und kaum in die Bebauung eindringen kann. Auch nördlich des Gewerbegebietes Industriestraße/Werner Straße in Overberge bis zum weiter westlich gelegenen Gewerbepark Neu Monopol existieren Freiflächen, die sich bezüglich des Kaltluftvolumenstroms durch eine zum Teil hohe Mächtigkeit auszeichnen. Die hier gebildeten Kaltluftmassen fließen in die ländlich geprägten nordöstlichen Gebiete der Stadtbezirke Bergkamen-Mitte und Overberge ab, in denen überwiegend Einzelhöfe und Kleinstsiedlungen liegen.

- Der Siedlungsbereich des südlichen Stadtbezirks Bergkamen-Mitte wird durch die abfließende Kaltluft aus den südlichen Freilandbereichen nur randlich beeinflusst, da die Fließgeschwindigkeit der Kaltluftmassen in Richtung Siedlungsbereich abgeschwächt werden und die sowohl dichte Vegetation als auch dichte Bebauung ein weites Eindringen von Kaltluftmassen in die Bebauung hinein kaum zulässt. Dem Freilandbereich ist dennoch eine hohe Bedeutung als Ausgleichsraum zuzusprechen, da auch bei allochthonen Wetterlagen eine Zufuhr kühlerer Luftmassen in die Bebauung hinein möglich ist.
- Die Halde Großes Holz weist hinsichtlich des Reliefs ein deutliches Gefälle von der Kuppe bis in die umliegenden Flächen auf. Während die Haldenkuppe eine Höhe bis zu 148,5 m ü.NN erreicht, fällt das Gelände in nördliche bis westliche Richtung um fast 100 Meter und in südöstliche Richtungen um ca. 80 Meter ab. Die hohe Reliefenergie führt zu einer ausgeprägten Kaltluftdynamik und einem Abfließen der Luftmassen von den bewaldeten Hängen in Richtung des stärksten Gefälles. Innerhalb der Siedlungsflächen dringt die Kaltluft jedoch nur randlich in die bebauten Bereiche von Oberaden vor und kann somit während austauscharmer Wetterlagen einer Überwärmung nur geringfügig entgegenwirken. Hingegen beeinflussen die Kaltluftmassen die mikroklimatischen Verhältnisse in den äußersten Randbereichen sowie dem südlichen Abschnitt des Gewerbeparks Neu Monopol etwas stärker. Die dichte Randbebauung wirkt jedoch als Riegel für abfließende Kaltluftmassen und führt auch hier zu einer eingeschränkten Fernwirkung, so dass überwiegend Flächen mit geringer Oberflächenrauigkeit von den Kaltluftmassen profitieren (wie z.B. die Parkplätze an der Ernst-Schering-Straße und der Rathenaustraße).

- Die von der Halde in nördliche Richtungen abfließenden Kaltluftmassen umfließen das Gelände des Kohlekraftwerks weitgehend, können jedoch bis in die Bereiche mit geringer Oberflächenrauigkeit (Kohlelagerfläche, Parkplatz) vordringen und dort zu einer Kühlung beitragen.
- Aufgrund der verhältnismäßig geringen Größe und der aufgelockerten Bauweise mit sehr großen Grün- und Freiflächen innerhalb des Siedlungsraums in Oberaden sind die bioklimatischen Verhältnisse hier als noch überwiegend günstig einzustufen. Ungünstige Bedingungen liegen nur vereinzelt und auf verhältnismäßig kleinen Flächen vor, die jedoch meist am Siedlungsrand liegen und durch ihre Nähe zu kalt- und frischluftproduzierenden Freiflächen geprägt sind. Einen positiven Effekt haben dabei u.a. die von der Halde Großes Holz abfließenden Kaltluftmassen, die beispielsweise bis in das Gewerbegebiet zwischen Erich-Ollenhauer-Straße und Heideweg wirksam sind.
- Der Siedlungsraum von Rünthe liegt zum Teil im Niederungsbereich des Datteln-Hamm-Kanals und der Lippe, wodurch in weiten Bereichen gehäuft Bodeninversionen mit der Gefahr der Schadstoffanreicherung auftreten können. Während auch in Rünthe die Nähe der Siedlungsgebiete zu großen Ausgleichsräumen gegeben ist und keine großflächigen Wärmeinseln innerhalb der Wohn- und Mischgebiete auftreten, ist der Gewerbepark Rünthe durch einen hohen Versiegelungsgrad mit überwiegend dichter Bebauung und großer Flächenausdehnung gekennzeichnet. Die dadurch entstehenden bioklimatischen Belastungen werden insbesondere nördlich der Gewerbestraße durch die Lage im Niederungsbereich negativ beeinflusst.
- In weiten Bereichen des größtenteils zusammenhängen Siedlungskörpers von Bergkamen, welcher sich von Weddinghofen über Bergkamen-Mitte bis nach Overberge erstreckt, konnten innerhalb der Wohn-, Misch- und Gewerbegebiete keine Werte für den Kaltluftvolumenstrom mit einer hohen Mächtigkeit festgestellt werden. Lediglich in Bergkamen-Mitte existieren kleinere Flächen innerhalb der zum Teil dichtesten Bebauung des Stadtgebietes, die einen Kaltluftvolumenstrom mit hoher Bedeutung aufweisen. Dazu zählen die Grünfläche zwischen Landwehrstraße und Erich-Ollenhauer-Straße östlich des Rathauses, die weiter südlich befindliche Grünanlage des Kleingartenvereins Immergrün e.V. und die Grünfläche südwestlich des Gewerbegebiets Am Roggenkamp. Die beiden Bereiche im östlichen Abschnitt von Bergkamen-Mitte sind darüber hinaus durch eine hohe Kaltluftproduktionsrate und einen wirksamen Kaltluftabfluss entsprechend der jeweiligen Reliefsituation gekennzeichnet. Die Kaltluftzufuhr ist jedoch überwiegend in den angrenzenden Siedlungsflächen wirksam, lediglich im Bereich des Rathauses konnte die Frischluftzufuhr bis über die Parkplatzflächen mo-

delliert werden. Die Freilandflächen im östlichen Randbereich des Stadtbezirks Bergkamen-Mitte sind hingegen auch während allochthoner Wetterlagen (bei Winden aus südwestlichen Richtungen) als Frischluftlieferanten wirksam.

- Die Modellergebnisse zeigen, dass einige Bereiche des Stadtgebietes während sommerlicher Strahlungswetterlagen eine deutliche Unterversorgung nächtlicher Kaltluftzuflüsse aufweisen. Bezogen auf die lokalen klimaökologischen Verhältnisse ist dies jedoch differenziert zu bewerten. Während eine lockere, stark durchgrünte Bebauungsstruktur mit kleineren Ein- bis Mehrfamilienhäusern und teils großen zusammenhängenden Gartenflächen und die Nähe zu Parks- und Grünanlagen, wie etwa die Siedlungsgebiete im Umfeld der Mergelkuhle, zu insgesamt noch günstigen bioklimatischen Verhältnissen führt, was sich unter anderem in einer lediglich gering ausgeprägten Wärmeinselintensität widerspiegelt (vgl. Karte 3-1), führen die fehlenden Kaltluftzuflüsse in Kombination mit erhöhten Versiegelungsgraden und dem daraus resultierenden Fehlen verdunstungsaktiver Grünflächen sowie teils erhöhter Emissionen von Luftschadstoffen, Stäuben und Abwärme im Bereich der stärker verdichteten Bebauungsstrukturen, insbesondere in den Bereichen des Innenstadtklimas sowie in den größeren Gewerbe- und Industriegebieten (v.a. Neu Monopol und Rünthe) zu einer insgesamt stärkeren klimatischen Belastung und einer erhöhten Wärmeinselintensität.
- Einige innerstädtische Grünflächen weisen hohe Kaltluftproduktionsraten und z.T. Kaltluftvolumenströme hoher Mächtigkeit auf. Hierbei handelt es sich vor allem um die Grünflächen der Mergelkuhle und des Nordberg-Stadions. Bei beiden Bereichen handelt es sich um große, innerstädtische Freiflächen, die durch heterogene Nutzungsstrukturen mit Wiesenflächen, Waldgebieten und Wasserflächen (Mergelkuhle) geprägt sind. Dadurch können sich unterschiedliche Mikroklimata bilden, die z.T. bei sommerlichen Hitzetagen Entlastungen bringen können. Auch in den angrenzenden Bereichen existieren vielfach große Grünflächen mit altem Baumbestand, wodurch das Mikroklima günstig beeinflusst wird.



Karte 5.1: Karte der Klimaökologischen Funktionen im Stadtgebiet von Bergkamen.

6 Die Stadt Bergkamen im Zeichen des globalen Klimawandels

In diesem Kapitel werden die Auswirkungen des globalen Klimawandels auf das Stadtgebiet von Bergkamen erläutert. Zu diesem Zweck wird zunächst eine kurze Übersicht der beobachteten und der für die Zukunft projizierten globalen Klimaänderungen gegeben. Des Weiteren werden Untersuchungen und Modellergebnisse zu den Ausprägungen des weltweiten Klimawandels auf der regionalen Ebene in der Metropole Ruhr aufgezeigt. Anschließend zeigen die zukünftige Entwicklung klimatischer Kenntage sowie die Darstellung derzeitiger und zukünftiger Wärmeinselbereiche von Bergkamen, welche lokalen Auswirkungen der globale Klimawandel im Stadtgebiet hat.

6.1 Globaler Klimawandel

In der Erdgeschichte hat es bereits mehrfach erhebliche Klimaschwankungen gegeben, die auf natürliche Ursachen zurückzuführen sind. Hierzu zählen sowohl extraterrestrische Ursachen, wie Variationen der Sonnenaktivität und der Gezeitenkräfte sowie Meteoreinschläge, als auch terrestrische Ursachen, wie Kontinentalverschiebungen und Vulkanausbrüche, die für einen Wechsel zwischen den Warmklimaten und den Eiszeitaltern in der Geschichte unseres Planeten sorgten (Schönwiese 2003). Es gilt heute allerdings als erwiesen, dass die Klimaänderungen seit Mitte des 18. Jahrhunderts, welche sich u.a. in einem Anstieg der global gemittelten Oberflächentemperatur (vgl. Abb. 6-1) darstellt, hauptsächlich durch den Menschen hervorgerufen werden (IPCC 2013a).

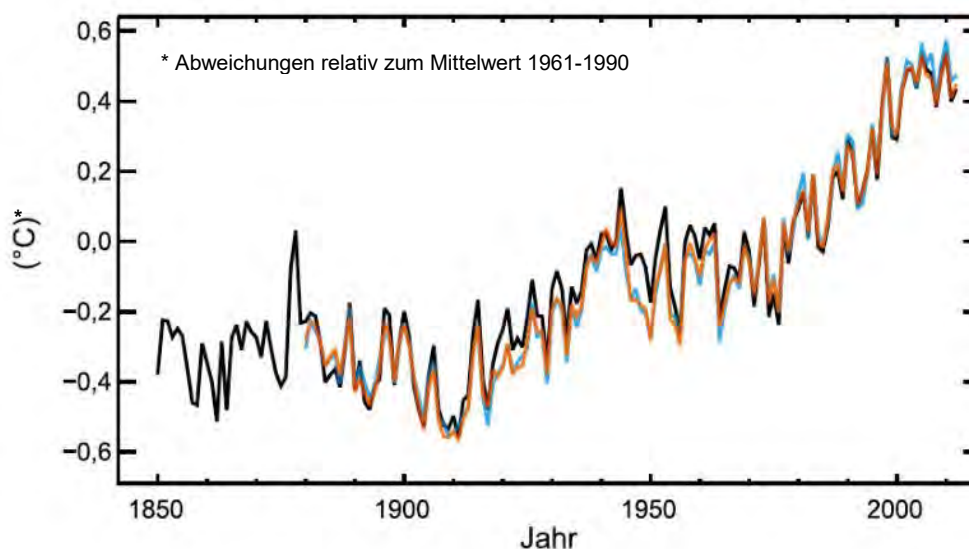


Abb. 6-1: Beobachtete globale mittlere kombinierte Land-Ozean-Oberflächentemperaturanomalie von 1850-2012 (verändert nach IPCC 2013a)

Im Zeitraum 1880-2012 ist die global gemittelte Land-Ozean-Oberflächentemperatur im linearen Trend um 0,85 °C angestiegen. Der Temperaturanstieg der Erdoberfläche weist dabei in Abhängigkeit der geographischen Lage, der Topographie sowie der Landnutzung regionale Unterschiede auf, wie Abb. 6-2 zeigt (IPCC 2013a).

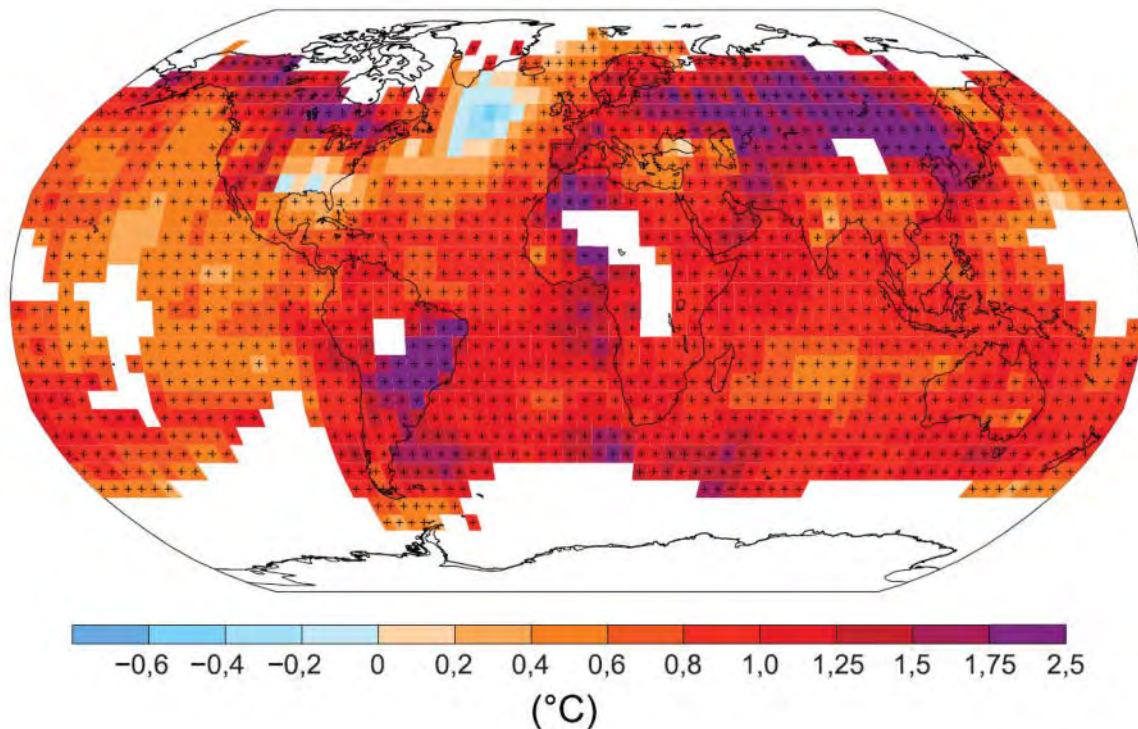


Abb. 6-2: Räumliche Verteilung der beobachteten Veränderung der Erdoberflächentemperatur von 1901-2012 (IPCC 2013a)

Auf den ersten Blick scheint der mittlere globale Temperaturanstieg allein nicht besonders Besorgnis erregend, jedoch wirkt sich dieser in vielfältiger Weise auf die verschiedenen Subsysteme der Erde und deren Wechselwirkungen aus. Beispielsweise konnten in den letzten Jahrzehnten ein Anstieg der Wassertemperatur des oberen Ozeans (0-700 m) sowie regionale Veränderungen der Salzgehalte des Meerwassers beobachtet werden. Die durchschnittliche Geschwindigkeit der Gletscherschmelze hat nahezu weltweit in den letzten Jahrzehnten zugenommen. Während die mittlere jährliche Ausdehnung des arktischen Meereises und die Ausdehnung der Schneebedeckung in der Nordhemisphäre abgenommen haben, steigen die Temperaturen der Permafrostböden in den meisten Regionen an. Der Temperaturanstieg des Ozeans sowie die Gletscherschmelze bedingen einen Anstieg des Meeresspiegels mit einer in den letzten Jahrzehnten zunehmenden Geschwindigkeit (IPCC 2013a).

Zudem äußert sich der globale Klimawandel nicht nur in einer Zunahme des mittleren globalen Temperaturniveaus, sondern auch durch Veränderungen im Auftreten von Extremwetterereignissen. So wird seit etwa 1950 beobachtet, dass die Anzahl warmer Tage und Nächte weltweit

zugewonnen hat, die Häufigkeit von Hitzewellen in Teilen Europas, Asiens und Australiens angestiegen ist und auch die Häufigkeit und Intensität von Starkregenereignissen insbesondere in Nordamerika und Europa zugenommen hat (IPCC 2013).

Als Hauptursache für diese beobachteten Klimaveränderungen gelten die anthropogenen Emissionen von Treibhausgasen (THG) durch die Verbrennung fossiler Energieträger, Landnutzungsänderungen (z. B. Waldrodungen) sowie der Ackerbau und die Viehzucht. Die THG-Emissionen sind infolge des weltweiten Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstums seit der vorindustriellen Zeit stark angestiegen, was heute zu den höchsten Konzentrationen in der Atmosphäre seit mindestens 800.000 Jahren führte. Abb. 6-3 zeigt die Entwicklung der atmosphärischen Konzentrationen der drei Treibhausgase Kohlendioxid (CO_2), Methan (CH_4) und Distickstoffmonoxid bzw. Lachgas (N_2O) zwischen 1850 und 2012 (IPCC 2014).

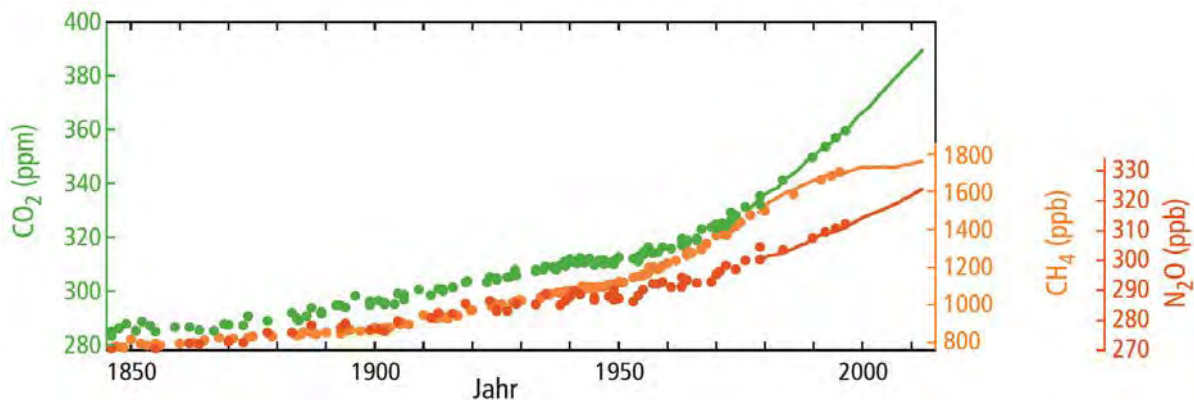


Abb. 6-3: Atmosphärische Konzentrationen der Treibhausgase Kohlendioxid (CO_2), Methan (CH_4) und Distickstoffmonoxid (N_2O) (verändert nach IPCC 2014)

Dabei haben sich schätzungsweise nur 40 % der seit 1750 anthropogen emittierten CO_2 -Emissionen in der Atmosphäre angereichert, während das restliche CO_2 der Atmosphäre durch die Aufnahme von Pflanzen, Böden und der Ozeane wieder entzogen wurde. Letztere haben allein 30 % des anthropogenen CO_2 aus der Atmosphäre gebunden, was eine Absenkung des pH-Wertes und somit eine einsetzende Versauerung der Ozeane mit weitreichenden Folgen für deren Ökosysteme verursacht hat. So sind bereits Veränderungen in den Populationsgrößen, Verbreitungsgebieten und jahreszeitlichen Aktivitäten vieler mariner Arten zu beobachten, die auf den Klimawandel zurückzuführen sind. Dies trifft zudem auch auf zahlreiche Süßwasserarten und Landlebewesen zu. Aber auch erste direkte Folgen des Klimawandels für den Menschen sind bereits spürbar. Beispielsweise wird in einigen Regionen bereits die Qualität und

Verfügbarkeit von Wasserressourcen beeinträchtigt und auch negative Auswirkungen auf Ernteerträge können dem Klimawandel zugeordnet werden, um nur einige wenige Folgen an dieser Stelle zu benennen (IPCC 2013a; IPCC 2014).

Um das zukünftige Ausmaß des globalen Klimawandels abschätzen und gezielte Mitigations- und Adaptationsmaßnahmen entwickeln zu können, lässt der Zwischenstaatliche Ausschuss für Klimaänderungen (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC) die zukünftige Klimaentwicklung mit einer Vielzahl von Klimamodellen unterschiedlicher Komplexität von mehreren unabhängigen Forschungsgruppen simulieren, deren Ergebnisse zu Multimodell- bzw. Ensembleergebnissen, den Repräsentativen Konzentrationspfaden (Representative Concentration Pathways - RCPs), zusammengefasst werden, um den wahrscheinlichsten Wertebereich zu erreichen. Dabei werden vier RCP-Szenarien verwendet, die von unterschiedlichen Änderungen des Strahlungsantriebes (in W/m^2) zum Ende des 21. Jahrhunderts ausgehen. Diese beschreiben unterschiedliche Pfade der THG-Emissionen und atmosphärischen THG-Konzentrationen, wodurch unterschiedliche Entwicklungen des Bevölkerungswachstums, der Energie- und Landnutzung, sowie der Einführung neuer Technologien und der Bedeutung der Klimapolitik repräsentiert werden. Alle vier RCPs gehen dabei von einer gegenüber der heutigen Situation höheren atmosphärischen CO_2 -Konzentration im Jahre 2100 aus, allerdings in unterschiedlichem Maße. Während das RCP2.6 ein konsequentes Minderungsszenario darstellt und davon ausgeht, dass die atmosphärische CO_2 -Konzentration ihren Höhepunkt im Jahr 2050 (443 ppm) erreicht und 2100 (421 ppm) nur leicht über den heutigen Werten liegen wird, beschreibt das Szenario RCP8.5 global weiterhin stark ansteigende Emissionen, die 2100 in einer sehr hohen CO_2 -Konzentration in der Atmosphäre von 936 ppm resultieren. RCP4.5 und RCP6.0 liegen in ihren Annahmen zwischen diesen beiden Extremen (IPCC 2013a; IPCC 2014; Meinshausen et al. 2011).

Laut der Klimaprojektionen führen die zu erwartenden anhaltenden Emissionen von Treibhausgasen zu einer weiteren globalen Erwärmung. Abb. 6-4 zeigt die simulierten Änderungen der mittleren globalen Erdoberflächentemperatur von 1950 bis 2100 bezogen auf den Referenzzeitraum 1986 bis 2005 für die unterschiedlichen Szenarien. Es wird projiziert, dass in Abhängigkeit vom Emissionsszenario die mittlere globale Erdoberflächentemperatur gegen Ende des 21. Jahrhunderts wahrscheinlich um $0,3\text{ °C}$ bis $1,7\text{ °C}$ (RCP2.6), $1,1\text{ °C}$ bis $2,6\text{ °C}$ (RCP4.5), $1,4\text{ °C}$ bis $3,1\text{ °C}$ (RCP6.0) bzw. $2,6\text{ °C}$ bis $4,8\text{ °C}$ ansteigen wird (IPCC 2013a; IPCC 2013b).

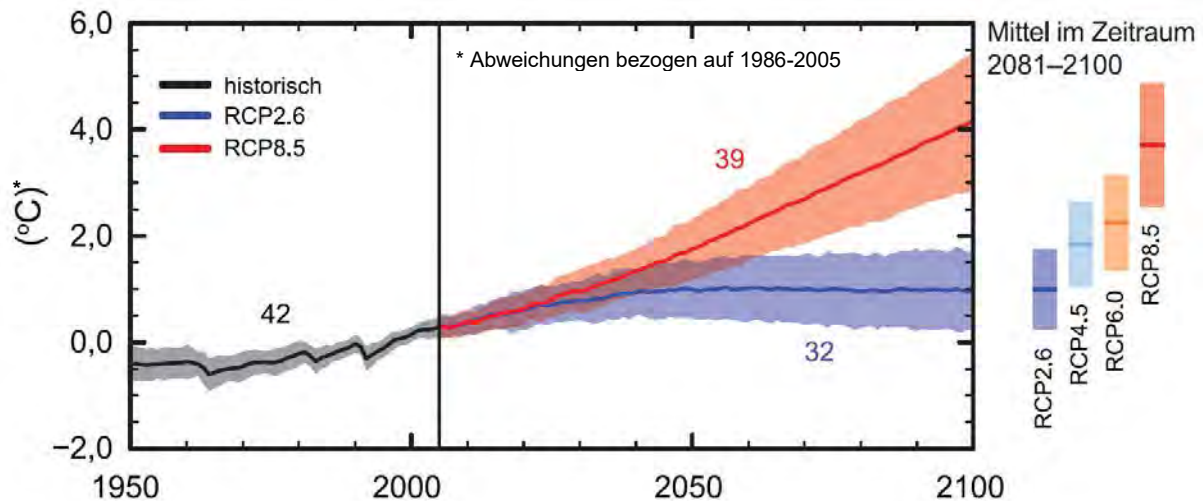


Abb. 6-4: Multimodell-simulierte Änderung der mittleren globalen Erdoberflächentemperatur von 1950 bis 2100 (verändert nach IPCC 2013a)

Entsprechend den beobachteten Temperaturentwicklungen der Vergangenheit weisen auch die projizierten globalen Erwärmungstrends für das 21. Jahrhundert deutliche regionale Unterschiede auf (vgl. Abb. 6-5). Dabei wird sich das Gebiet der Arktis am stärksten erwärmen und die Erwärmung insgesamt über den Kontinenten im Vergleich zu den Ozeanen höhere Werte einnehmen. Folglich werden sich über den meisten Landregionen warme Temperaturextreme und Hitzewellen mehren und an Intensität gewinnen, kalte Extreme hingegen an Auftrittshäufigkeit verlieren. Die global steigenden Temperaturen im Laufe des 21. Jahrhunderts sorgen zudem für regionale Änderungen im globalen Wasserkreislauf. Während die mittleren Jahresniederschläge in den hohen Breiten und in Äquatornähe über dem Pazifik deutliche Anstiege aufweisen, werden die Niederschläge in den Subtropen und vielen bereits heute trockenen Regionen der mittleren Breiten abnehmen. Auch bezüglich der Niederschläge ist davon auszugehen, dass sich Extremereignisse häufen und an Intensität gewinnen werden. Darüber hinaus wird ein weiterer Anstieg der Wassertemperatur des oberen Ozeans von 0,6 °C (RCP2.6) bis 2,0°C (RCP8.5) zum Ende dieses Jahrhunderts projiziert sowie ein anhaltender Rückgang der flächenhaften Schneebedeckung in der Nordhemisphäre (7 % unter RCP2.6 bzw. 25 % unter RCP8.5), des arktischen Meereises (43 % unter RCP2.6 bzw. 94 % unter RCP8.5 für den Monat September) und der weltweiten Gletschervolumen (15 bis 45 % unter RCP2.6 bzw. 25 bis 85% unter RCP8.5). Infolgedessen wird der mittlere globale Meeresspiegel weiterhin ansteigen und zwar schneller als bisher. Für den Zeitraum 2081-2100 wurde bezogen auf 1986-2005 ein Anstieg des Meeresspiegels zwischen 0,26 bis 0,55 m (RCP2.6) bzw. 0,45 bis 0,98 m (RCP8.5) simuliert (IPCC 2013a).

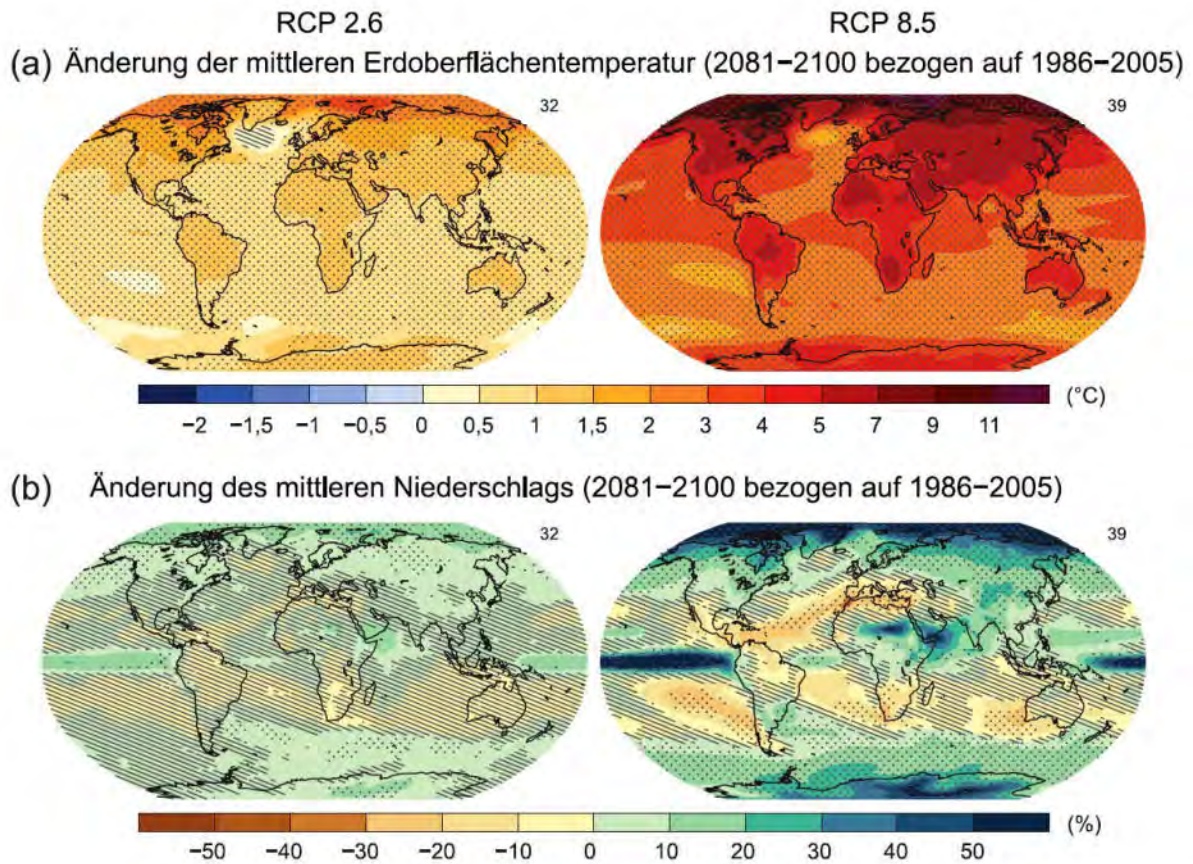


Abb. 6-5: Globale Verteilung der Veränderung der mittleren Erdoberflächentemperatur (a) und des mittleren Niederschlags (b), basierend auf Multimodell-Mittel-Projektionen für 2081-2100 gegenüber 1986-2005 für die Szenarien RCP2.6 und RCP8.5 (IPCC 2013a)

Die beschriebenen projizierten Klimaveränderungen im Laufe des 21. Jahrhunderts und deren Auswirkungen auf die verschiedenen Subsysteme unseres Planeten werden die bereits geschilderten Folgen auf Mensch und Natur weiter verschärfen. So werden durch den Klimawandel immer mehr biologische Arten vom Aussterben bedroht sein. Viele Pflanzenarten können ihre geographischen Verbreitungsgebiete nicht schnell genug verlagern. Meeresbewohner sind einer fortschreitenden Ozeanversauerung, geringeren Sauerstoffgehalten und höheren Wassertemperaturen ausgesetzt, was u.a. zu Veränderungen des Fischfangpotenzials führt. Auch auf Ernteerträge von Kulturpflanzen (z.B. Weizen, Mais, Reis) wirkt sich der Klimawandel in vielen Regionen negativ aus. Zudem führt eine Verringerung der Wasserressourcen in immer mehr Bereichen zu einem verstärkten Wettbewerb um dieses Gut. Insgesamt werden die Folgen des Klimawandels vor dem Hintergrund eines steigenden Nahrungsmittelbedarfs infolge des weiteren Wachstums der Weltbevölkerung die globale Ernährungssituation verschär-

fen. Die Ressourcenknappheit und auch der Anstieg des Meeresspiegels, wodurch einige Küstenregionen, Inseln und tiefliegenden Gebiete bedroht werden, können in klimawandelbedingten Migrationsbewegungen ganzer Bevölkerungsgruppen resultieren (IPCC 2014).

Selbst bei einem sofortigen weltweiten Stopp der anthropogenen THG-Emissionen würden sich viele der vorgenannten Aspekte des Klimawandels (z.B. Ozeanerwärmung und Meeresspiegelanstieg) aufgrund der Trägheit des Gesamtsystems wahrscheinlich noch über die kommenden Jahrhunderte hinweg auswirken (IPCC 2013a). Daher gilt es, sich auf die Ausprägungen und Folgen des Klimawandels einzustellen und Anpassungsstrategien zu entwickeln, die die räumliche Variabilität der projizierten Klimaänderungen berücksichtigt. Hierzu sind zunächst jedoch Kenntnisse der regionalen Ausprägung und Auswirkungen des Klimawandels erforderlich.

6.2 Auswirkungen des globalen Klimawandels auf die Region Ruhr

Dass der Klimawandel auch in der Metropolregion Ruhr bereits stattfindet, lässt sich am besten anhand einer über 100-jährigen Messdatenreihe der Ludger-Mintrop-Stadtklima-Station (LMSS) in der Bochumer Innenstadt verdeutlichen. Die Ludger-Mintrop-Stadtklima-Station zählt zu den ältesten Klimastationen in Deutschland. Ihre Datenreihen reichen bis in das Jahr 1888 (Niederschlag) bzw. 1912 (Temperatur, Luftfeuchte und Luftdruck) zurück und ermöglichen somit wertvolle Aussagen zum Klimawandel in der Region. Ehemaliger Betreiber der Station war die Westfälische Bergwerkschaftskasse zu Bochum (später die Deutsche Montan Technologie für Rohstoffe Energie Umwelt e.V.), die mit den Daten die Zusammenhänge zwischen Witterung außerhalb und innerhalb der Bergwerksstollen untersucht hat. Im Jahr 1994 wurde die Wetterstation von der Arbeitsgruppe Klimaforschung der Ruhr-Universität Bochum übernommen und seither betreut. Die Station liegt in einer Kleingartenanlage nahe des Deutschen Bergbaumuseums nördlich der Bochumer Innenstadt und registriert die stadtklimatischen Bedingungen. Mit Hilfe der langjährigen Datenreihe ist es möglich, eine Aussage zum Trend der Temperaturentwicklung in der Region zu treffen (Grudzielanek et al. 2011).

In Abb. 6-6 sind die Jahresniederschlagssummen und die Jahresmittelwerte der Lufttemperatur von 1912 bis 2017 der LMSS dargestellt. Der mittlere jährliche Niederschlag seit 2012 beträgt 822,4 mm, wobei die natürlichen Schwankungen einen Wertebereich zwischen 513,7 mm (1959) und 1.118,0 mm (1961) einnehmen. Bei einer Amplitude von 8,7 °C (1919) bis 12,2°C (2000) lag die mittlere Jahresdurchschnittstemperatur für den Zeitraum 1912 bis 2017 in Bochum bei 10,5 °C. Einen Anstieg der Jahresmitteltemperaturen zeigt der lineare Trend, wonach die Temperaturen in Bochum im Zeitraum von 1912 bis 2017 um 1,5 K zugenommen haben.

Die Stadt Bergkamen im Zeichen des globalen Klimawandels

Zu berücksichtigen ist jedoch, dass im Laufe der Jahrzehnte eine zunehmende Verstädterung Auswirkungen auf die thermischen Bedingungen an einem (Mess-)Standort haben kann, die nicht auf den Klimawandel zurückzuführen sind. Dieser Stadtklima- bzw. Verstädterungseffekt wurde für Bochum rechnerisch ermittelt und beträgt etwa 0,2 bis 0,5 K. Um diesen Wert bereinigt, liegt die klimawandelbedingte Temperaturzunahme im betrachteten Zeitraum bei 1,0 – 1,3 K. Die beobachtete Temperaturerhöhung an der LMSS liegt somit über dem globalen Mittel von 0,85 K (Bezugszeitraum: 1880-2012). Neben einer Erhöhung der Jahresmitteltemperaturen konnte anhand der 100-jährigen Datenreihe aus Bochum auch eine signifikante Zunahme der Häufigkeit von Sommertagen (Tages-Maximum der Lufttemperatur > 25 °C) um 26 % im linearen Trend für den Zeitraum 1912 – 2010 ermittelt werden. Eine Zunahme wurde weiterhin für die Häufigkeit von Hitzetagen (Tages-Maximum der Lufttemperatur > 30 °C) nachgewiesen, deren Verteilung im Jahresverlauf zudem durch ein tendenziell früheres Einsetzen und ein potenziell späteres Auftreten charakterisiert wird. Des Weiteren treten auch Hitzeperioden, also eine über mehrere Tage anhaltende Witterung mit hohen Maximaltemperaturen, häufiger auf als zu Beginn der Messaufzeichnungen. (vgl. Grudzielanek et al. 2011; Hüchelheim 2014).

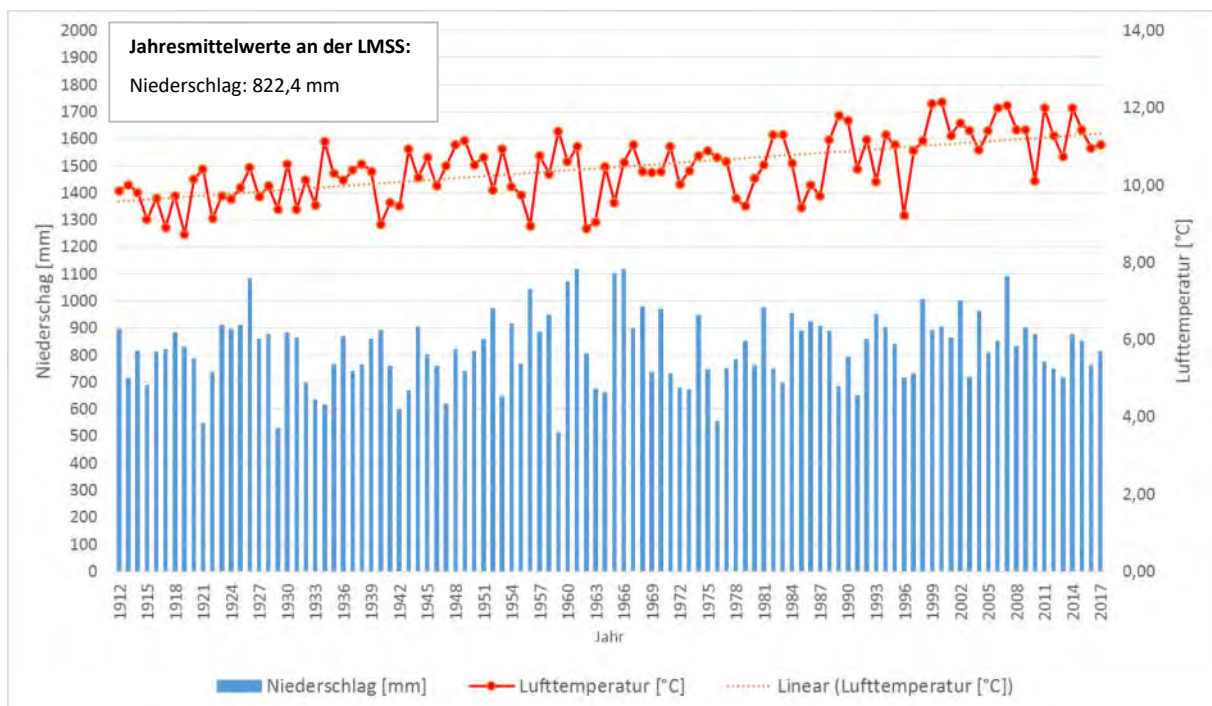


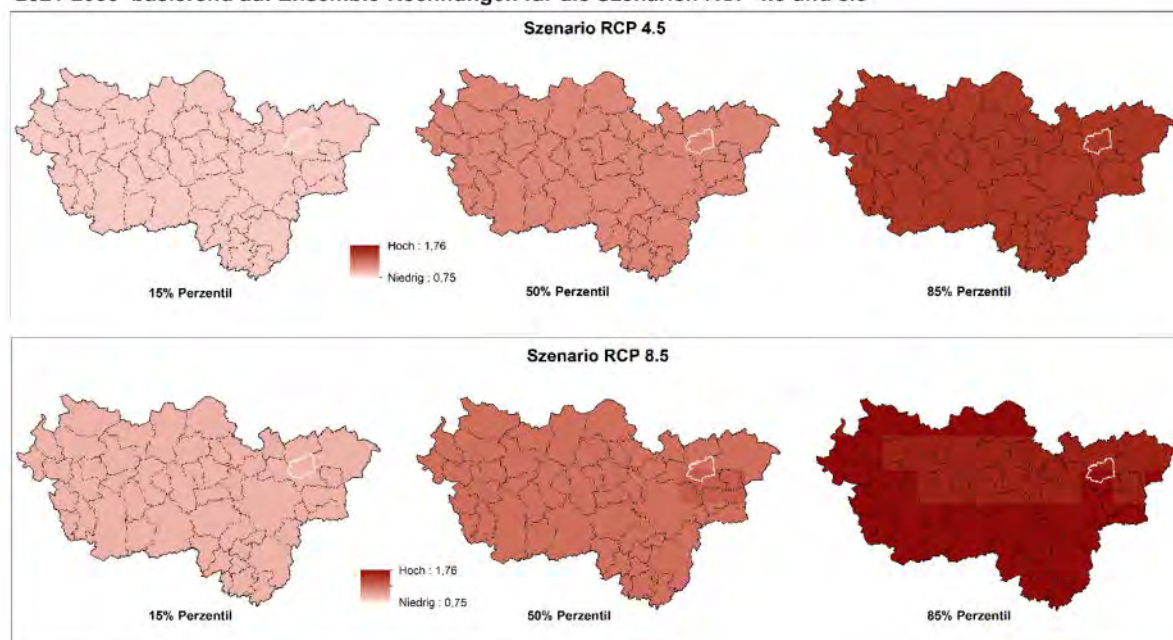
Abb. 6-6: Jährliche Niederschlagssummen und Jahresmitteltemperaturen (1912-2017) der Ludger-Mintrop-Stadtklima-Station (verändert nach Grudzielanek et al. 2011)

Um eine differenzierte Abschätzung über die zukünftige klimatische Entwicklung und deren Auswirkungen auf regionaler Ebene zu erhalten, sind die von den globalen Klimamodellen getroffenen Aussagen, welche auf einer räumlichen Auflösung von 100-200 km basieren, zu

verfeinern. Dabei werden die vom Deutschen Wetterdienst (DWD) bearbeiteten Darstellungen des EURO-Cordex-Projektes mit einer Rasterzellenauflösung von 12,5 km x 12,5 km betrachtet.

In Abb. 6-7 und Abb. 6-8 werden die flächenhaften Ausprägungen des Klimawandels im Ruhrgebiet auf die Jahresmitteltemperaturen und –niederschlagssummen anhand eines Vergleichs der Bezugszeiträume 1971-2000 und 2021-2050 für die Szenarien RCP 4.5 und RCP 8.5 dargestellt. Im Vergleich der beiden Szenarien werden Unterschiede in der Ausprägung der zu erwartenden Erwärmung deutlich. Beide Szenarien simulieren jedoch einen Anstieg der Jahresmitteltemperatur in der Metropole Ruhr bis Mitte des Jahrhunderts um 0,7 bis 1,8 K gegenüber dem Zeitraum 1971-2000. Bezüglich der Jahresniederschlagssummen zeigen beide Szenarien einen Anstieg um bis zu 14,5 Prozent.

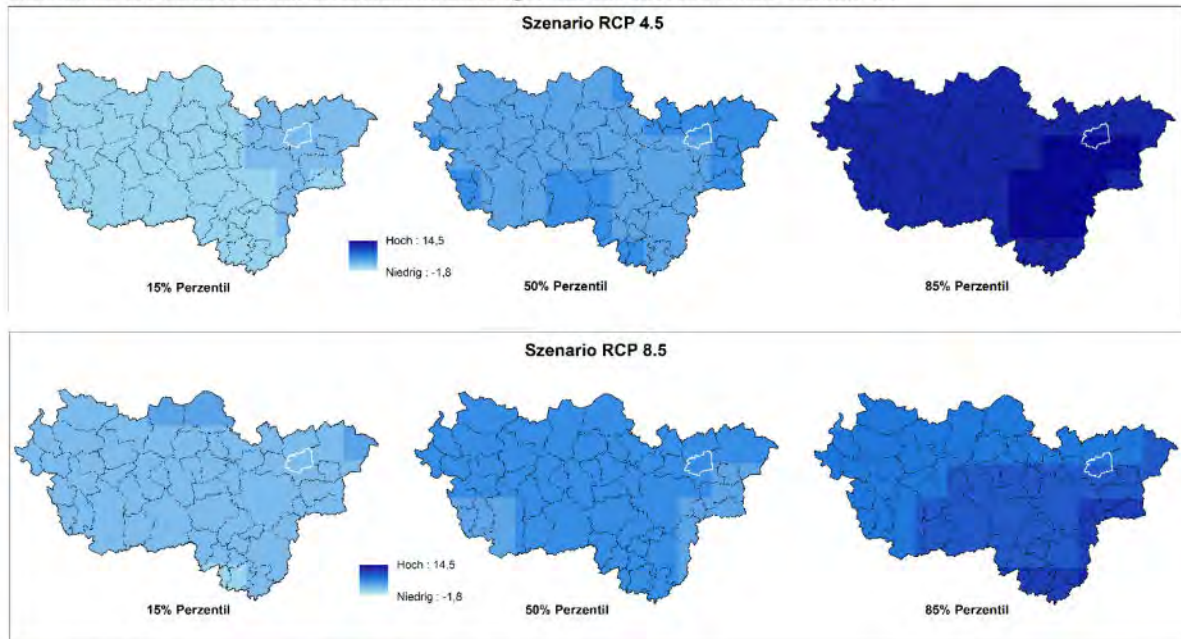
Differenz der Jahresmitteltemperaturen (K) in der Metropole Ruhr zwischen den Klimaperioden 1971-2000 und 2021-2050 basierend auf Ensemble-Rechnungen für die Szenarien RCP 4.5 und 8.5



Datenquelle: EURO-Cordex-Projekt (Datengrundlage), DWD (Datenbearbeitung) LANUV (Datenvermittler)
Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.lanuv.nrw.de>

Abb. 6-7: Differenz der Jahresmitteltemperaturen (in K) in der Metropole Ruhr zwischen den Klimanormalperioden 1971-2000 und 2021-2050 basierend auf Ensemble-Rechnungen für die Szenarien RCP 4.5 und 8.5 (Eigene Darstellung auf Basis von EURO-Cordex-Projekt (Datengrundlage), DWD (Datenbearbeitung), LANUV NRW (Datenvermittler))

Differenz der mittleren Niederschlagssumme (%) in der Metropole Ruhr zwischen den Klimaperioden 1971-2000 und 2021-2050 basierend auf Ensemble-Rechnungen für die Szenarien RCP 4.5 und 8.5



Datenquelle: EURO-Cordex-Projekt (Datengrundlage), DWD (Datenbearbeitung) LANUV (Datenvermittler)
Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.lanuv.nrw.de>

Abb. 6-8: Differenz der mittleren Niederschlagssummen (in %) in der Metropole Ruhr zwischen den Klimanormalperioden 1971-2000 und 2021-2050 basierend auf Ensemble-Rechnungen für die Szenarien RCP 4.5 und 8.5 (Eigene Darstellung auf Basis von EURO-Cordex-Projekt (Datengrundlage), DWD (Datenbearbeitung), LANUV NRW (Datenvermittler))

Neben einem Anstieg der mittleren Verhältnisse von Lufttemperatur und Niederschlag kann auch für das Ruhrgebiet davon ausgegangen werden, dass sich die Häufigkeit und Intensität von Extremwetterereignissen in Zukunft verändern werden. Hierzu zählen unter anderem häufigere Sommergewitter mit Starkregen sowie ein vermehrtes Auftreten von Hitzeperioden. Beispielsweise wird sich die Anzahl von Sommertagen ($T_{\max} > 25 \text{ °C}$) und heißen Tagen ($T_{\max} > 30 \text{ °C}$) nahezu verdoppeln. Letzteres liegt darin begründet, dass sich das Spektrum der Großwetterlagen in Mitteleuropa im Zuge des Klimawandels verändern wird. Die Häufigkeit von Hochdruckwetterlagen mit austauscharmen Witterungsverhältnissen wird in ganz Mitteleuropa zunehmen. Da sich die gegenüber dem unbebauten Umland negativen klimatischen Verhältnisse in Städten während dieser austauscharmen Wetterlagen am stärksten ausprägen, ist davon auszugehen, dass der Klimawandel zu einer Verschärfung der stadtklimatischen Verhältnisse im Ruhrgebiet führen wird. Dies wird sich beispielsweise in einer häufigeren, länger andauernden und intensiveren Ausprägung städtischer Wärmeinseln darstellen (Kuttler 2010).

Vor diesem Hintergrund wird in den folgenden Kapiteln 6.3 und 6.4 eine Abschätzung zur zukünftigen Entwicklung klimatischer Kenntage sowie der Wärmeinselbereiche im Stadtgebiet von Bergkamen gegeben.

6.3 Zukünftige Entwicklung klimatischer Kenntage in Bergkamen

Anhand der zeitlichen Entwicklung und räumlichen Verteilung klimatischer Kenntage, also der Häufigkeit des Auftretens von thermischen Extremereignissen wie besonders heißen Tagen oder Nächten, lässt sich die thermische Belastungssituation in unterschiedlich dicht bebauten Bereichen einer Stadt aufzeigen.

Zur Ermittlung der zeitlichen Entwicklung und räumlichen Verteilung klimatischer Parameter im Stadtgebiet von Bergkamen wurde für die Modellierung der meteorologischen Grundlagendaten zum Klimawandel für zwei Zeitschnitte das Methoden-Paket „ENVELOPE“ angewendet.

„...Das Paket koppelt das mesoskalige Stadtklimamodell FITNAH-3D mit den aktuellsten Ergebnissen regionaler Klimamodell-Ensemble Rechnungen und erlaubt auf diese Weise die numerische Simulation stadtklimatisch relevanter Parameter. Entsprechend des Projektansatzes werden sich die Modellanalysen auf den thermischen Wirkungskomplex beziehen und räumlich differenzierte Informationen zur zukünftigen Entwicklung der Auftrittshäufigkeit ausgewählter klimatologischer Kenntage bereitstellen.

Aus dem Vergleich mit den Daten für die aktuelle Klimanormalperiode 1961-1990 kann das zu erwartende Ausmaß des Stadtklimawandels im Gebiet des RVR räumlich hochaufgelöst analysiert werden. Die Modellrechnungen liefern Ergebnisse in einer einheitlichen horizontalen Auflösung für den gesamten Untersuchungsraum. Obwohl die Ergebnisse der Regionalen Klimamodelle auf einem, verglichen mit dem globalen Maßstab, sehr feinen Rechengitter vorliegen, werden für die Abschätzung von Klimafolgen in der Regel noch detailliertere Aussagen benötigt. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund notwendig, dass regionale Klimamodelle mit einer sehr guten räumlichen Auflösung von gegenwärtig bis zu 12,5 km dennoch nicht in der Lage sind, die relevanten lokalen Handlungsfelder wie fein strukturierte Wälder, unterschiedliche landwirtschaftliche Kulturen oder Städte aufzulösen und in den Klimaprojektionen ausreichend zu berücksichtigen.

Diese Aufgabe können mesoskalige und an den entsprechenden Raum angepasste Simulationsmodelle übernehmen. Sie sind aufgrund ihrer höheren räumlichen Auflösung in der Lage,

die Vielfalt und Heterogenität der naturräumlichen Gliederung einer Landschaft auf die Verteilung der meteorologischen Größen zu erfassen...

...Mesoskalige dreidimensionale Simulationen werden dabei nicht parallel zu einem regionalen Klimamodell ausgeführt, vielmehr erfolgt die Übertragung der regionalen Ergebnisse auf die lokale Ebene durch ein statistisch-dynamisches Verfahren.

Dabei werden die größerskaligen Ergebnisse statistisch ausgewertet und mit den Ergebnissen einer Vielzahl mesoskaliger Simulationen verknüpft. Es werden keine lokalen Klimaszenarienrechnungen für die nächsten Dekaden durchgeführt, sondern die Ergebnisse der regionalen Klimamodelle „intelligent“ auf kleinere Raumeinheiten interpoliert, wobei eine Berücksichtigung der lokalen Besonderheiten einer Landschaft mit unterschiedlicher Landnutzung und Relief erfolgt...“ (GEO-NET 2021).

In den Abb. 6-9 bis Abb. 6-10 sind die Lufttemperaturen für eine windschwache Strahlungswetterlage, die heißen Tage ($T_{\max} \geq 30 \text{ °C}$) und die Tropennächte ($T_{\min} \geq 20 \text{ °C}$ zwischen 19:00 und 7:00 Uhr MEZ) für das Stadtgebiet von Bergkamen anhand der oben beschriebenen Methodik dargestellt.

Die Aussagen bezüglich der Lufttemperaturen während einer windschwachen Strahlungswetterlage und der klimatischen Kenntage (Heiße Tage und Tropennächte) für das Stadtgebiet von Bergkamen beziehen sich dabei auf die beiden Zeiträume 2021-2050 und 2071-2100 und wurden für zwei Szenarien ermittelt. Das Szenario RCP2.6 entspricht dabei einem Szenario mit deutlichen Anstrengungen beim Klimaschutz, wozu auch Anstrengungen im Bereich „negativer“ Emissionen gehören, während das Szenario RCP8.5 einem „Weiter-so-wie-bisher“-Szenario entspricht (weitere Erläuterungen siehe oben).

Für die Lufttemperaturen werden zusätzlich zu den beiden Klimanormalperioden der Envelope-Berechnung die Ergebnisse der aktuellen FITNAH-Modellierung (Geodatenbestand 2020) dargestellt.

Bei Betrachtung der Ergebnisse für die Lufttemperaturen in den Abb. 6-9 und Abb. 6-10 wird deutlich, dass die Lufttemperaturen der Gegenwart (Bezugsjahr 2020) für die modellierte Wetterlage noch relativ moderat sind und höhere Belastungssituationen nur in den dicht bebauten Innenstadtbereichen sowie in den Gewerbe- und Industriegebieten auftreten. So wurden während der windschwachen Strahlungsnacht sowohl für den Gewerbepark Neu Monopol als auch für kleine Bereiche der Innenstadt Temperaturen über 20 °C simuliert, was – sofern die Über-

wärmung die ganze Nacht anhält und nicht unter 20°C sinkt – auf die Ausbildung von Tropennächten hindeutet. Eine leichte Verschärfung der Situation ist beim RCP-Szenario 2.6 für den Zeitraum 2021-2050 anhand der Temperaturzunahme in nahezu allen Bereichen von ca. 1 bis unter 1,5 K festzustellen, während im gleichen Zeitraum bei Annahme des „worst-case-Szenario“ (RCP-Szenario 8.5) die Temperaturen in einigen ländlichen Bereichen noch etwas stärker ansteigen. Für die ferne Zukunft ergeben sich für das RCP-Szenario 2.6 keine wesentlichen Veränderungen gegenüber der nahen Zukunft, wohingegen für das RCP-Szenario 8.5 eine weitere Zunahme der Temperaturen von zusätzlichen 2 bis knapp unter 3 K für den Zeitraum 2071-2100 simuliert wurde.

Die niedrigsten nächtlichen Temperaturen während der sommerlichen Strahlungswetterlage werden in allen Simulationen für die Freilandbereiche ermittelt. Während für das Jahr 2020 eine mittlere Lufttemperatur von ca. 14,5°C für den unbebauten Freiraum simuliert wurde und somit sehr günstige nächtliche Temperaturverhältnisse vorliegen, wurden für das RCP-Szenario 8.5 für die ferne Zukunft (2071-2100) Lufttemperaturen bis zu 19 °C für den Freiraum ermittelt. Die Temperaturen in den innerstädtischen Grünflächen liegen mit Werten von ca. 18 °C bis 19,5 °C zum Teil noch etwas höher, und in den Waldgebieten wurden Werte von bis zu 21,5 °C simuliert. Sollte das „Worst-case“- Szenario eintreten, muss davon ausgegangen werden, dass heiße Tage und Hitzewellen vermehrt auftreten und sich über längere Zeiträume erstrecken werden. Die Wirksamkeit von Klimaanpassungsmaßnahmen wird unter diesen Bedingungen erheblich reduziert.

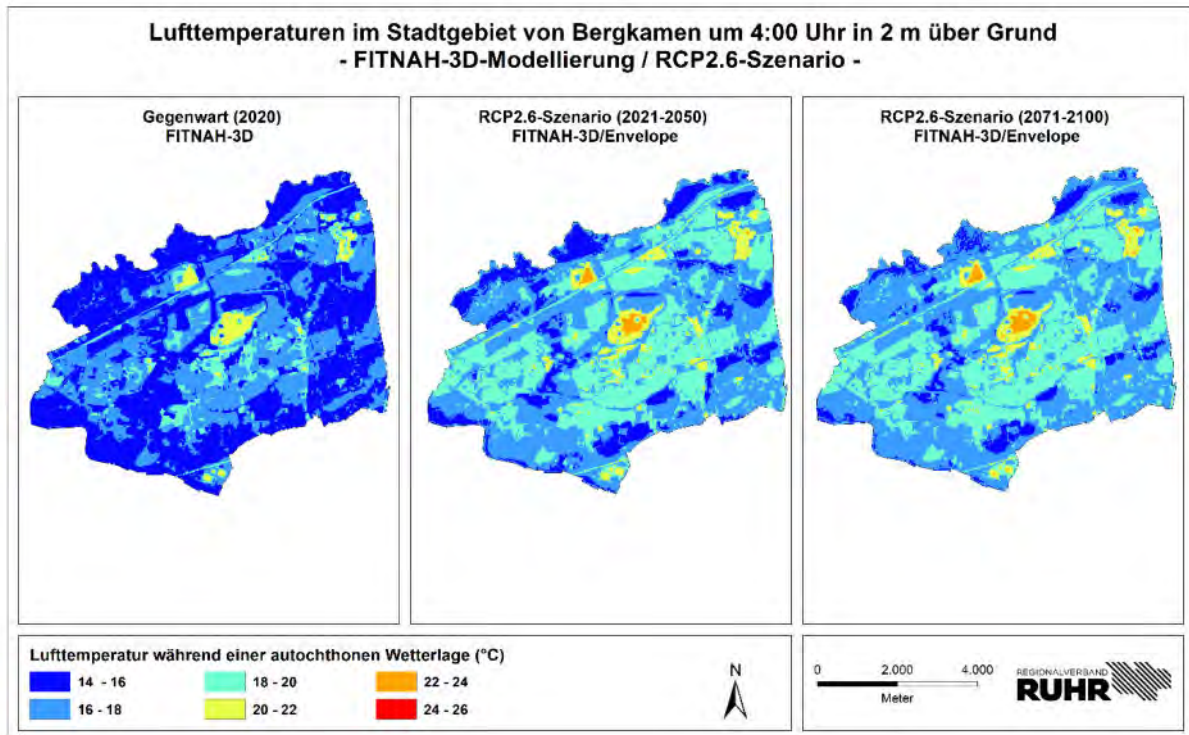


Abb. 6-9: Darstellung der Lufttemperaturen im Stadtgebiet von Bergkamen um 4:00 Uhr für eine windschwache Strahlungswetterlage (FITNAH-3D-Modellierung und RCP2.6-Szenario).

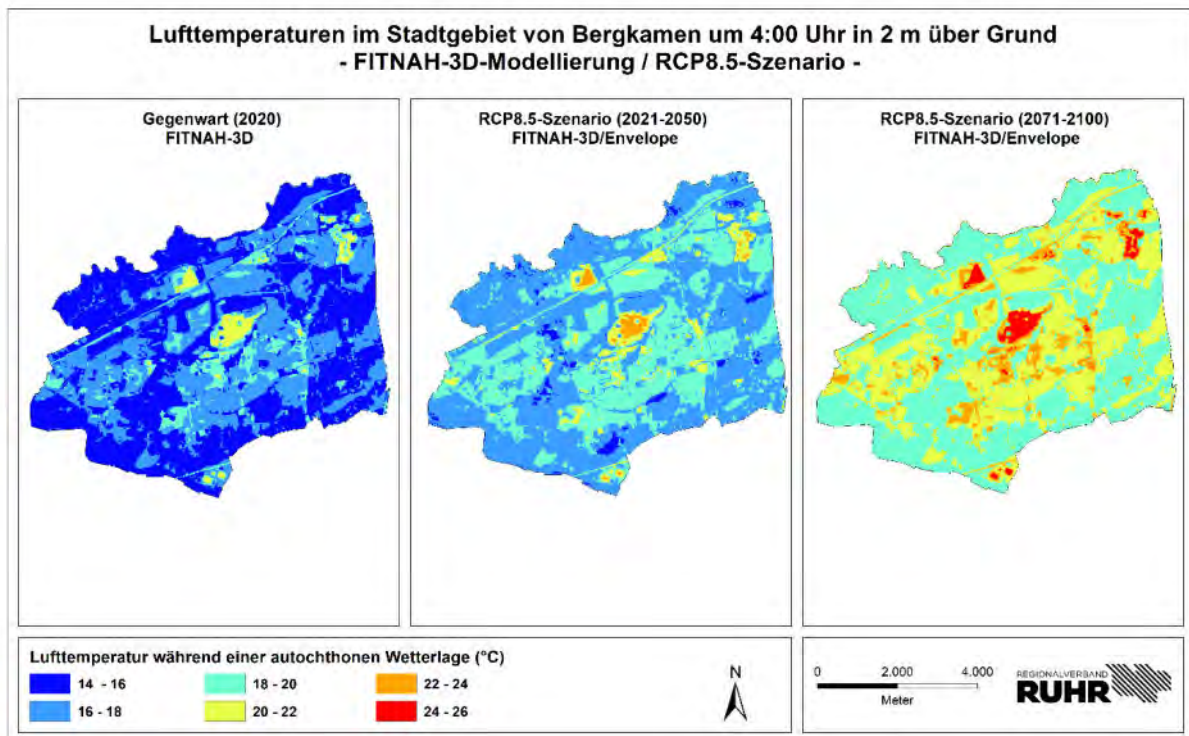


Abb. 6-10: Darstellung der Lufttemperaturen im Stadtgebiet von Bergkamen um 4:00 Uhr für eine windschwache Strahlungswetterlage (FITNAH-3D-Modellierung und RCP8.5-Szenario).

Die

Abb. 6-11 bis Abb. 6-13 zeigen auf Basis der oben beschriebenen Methodik, welche Veränderungen hinsichtlich der heißen Tage und der Tropennächte in der nahen Zukunft eintreten werden (Mittelwerte des Zeitraums 2021-2050) und welche in der fernen Zukunft (Mittelwert des Zeitraums 2071-2100) voraussichtlich zu erwarten sind.

Verdeutlicht wird zusätzlich die Entwicklung der Hitzebelastung anhand der Anzahl der heißen Tage ($T_{\max} > 30 \text{ °C}$) und Tropennächte ($T_{\min} > 20 \text{ °C}$), mit dem Ziel, die Hitzebelastung während des gesamten Verlaufs eines Tages (24 Stunden) beurteilen zu können.

Abb. 6-11 Abb. 6-11 ist die Anzahl der heißen Tage ($T_{\max} \geq 30 \text{ °C}$) für zwei Bezugsräume in jeweils zwei Szenarien (RCP 2.6 und RCP 8.5) dargestellt. Bei der Betrachtung der Ergebnisse für das Szenario RCP 2.6 wird sehr deutlich, dass nur geringe Unterschiede zwischen den Bezugszeiträumen 2021-2050 und 2071-2100 zu erwarten sind. So ist beispielsweise davon auszugehen, dass sich die mittlere Anzahl der heißen Tage für die Gewerbe/ Industriegebiete von ca. 25-26 Tagen in der Bezugsperiode 2021-2050 auf 26-27 heiße Tage im Zeitraum 2071-2100 erhöhen wird. Auch für die übrigen bebauten Flächen gilt jeweils eine Erhöhung der Anzahl an heißen Tagen pro Jahr um ca. einen Tag. Im Vergleich zu einer früheren Untersuchung zur Entwicklung der Kenntage in Zukunft kann anhand der hier beschriebenen Untersuchung nicht nachgewiesen werden, dass die Lasträume der Innenstadtbereiche sowohl in der Gegenwart und Zukunft, aufgrund der insgesamt dichten, hohen Bebauung und dadurch bedingter Verschattungseffekte, tagsüber eine geringere thermische Belastung aufweisen als die teils weniger dicht bebauten Bereiche der z.T. an die Innenstädte angrenzenden Stadtklimatope. Im Gegenteil wird im Rahmen der aktuellen Untersuchung ein deutlicher Unterschied zwischen den dicht bebauten Klimatopen der Innenstadt und der Stadt zugunsten der etwas lockerer bebauten Stadt ersichtlich. Hierbei gilt jedoch zu beachten, dass kleinräumige Variationen der Bebauungs- und Begrünungssituationen bereits zu deutlichen Unterschieden der Temperaturverhältnisse innerhalb eines Gebietes führen können. Aufgrund der Rastergröße von 25 x 25 m und der damit einhergehenden Parametrisierung von Einzelgebäuden können diese detaillierten Unterschiede jedoch nicht immer aufgelöst werden. Bei einer kleinräumigen Interpretation der Ergebnisse sind diese Erkenntnisse daher zu berücksichtigen.

Während in den als Innenstadtklimatopen ausgewiesenen Bereichen zwischen 14 und 18 heiße Tage pro Jahr wahrscheinlich sind, ist in den Stadtklimatopen mit einer Anzahl an heißen Tagen von 13 bis 15 für den Bezugszeitraum 2021-2050 zu rechnen. In den lockerer bebauten Bereichen der Stadt, wozu die Stadtrand- und Vorstadtklimatope zählen, ist die Anzahl an

heißen Tagen weiter reduziert und beträgt in den von Freiland beeinflussten Siedlungsflächen lediglich 12 – 13 Tage. Für die Freilandflächen konnten zwischen 11 und 12 heiße Tage modelliert werden. Die geringste Anzahl an heißen Tagen ist mit 5 Tagen im Bereich der Gewässerflächen nachzuweisen. Es zeigt sich, dass trotz erheblicher Anstrengungen beim Klimaschutz auch in der fernen Zukunft noch mit einer Zunahme an Belastungssituationen zu rechnen ist, diese jedoch relativ moderat ist.

Bei Betrachtung des RCP-Szenario 8.5 im Vergleich zum RCP-Szenario 2.6 wird dagegen deutlich, dass die zukünftige Entwicklung bis zum Jahr 2100 bei RCP 8.5 wesentlich dramatischer verläuft als für RCP 2.6. Während für den Bezugszeitraum 2021-2050 die Anzahl der heißen Tage in etwa den Ergebnissen für die ferne Zukunft (2071-2100) aus dem Szenario RCP 2.6 entspricht und im Vergleich dazu nur leicht darunterliegt, zeigt sich für die ferne Zukunft des Szenario RCP 8.5 eine erhebliche Zunahme der heißen Tage. Mit bis zu 52 Tagen im Jahr ist die höchste Anzahl an heißen Tage in den Gewerbe-/ Industriegebieten zu erwarten. Besonders kritisch ist die Situation dann in großflächig versiegelten Flächen einzustufen, wie beispielsweise dem Gewerbepark Neu Monopol und dem Gewerbepark Rünthe. In kleineren Gewerbegebieten ist die Anzahl an heißen Tagen mit 39 – 51 zwar immer noch extrem hoch, jedoch etwas abgemildert. Auch in der Innenstadt ist mit 44 bis 47 heißen Tagen im Jahr zu rechnen. In lockerer bebauten Bereichen nimmt die Belastungssituation zwar ab, jedoch sind zukünftig nach diesem Szenario selbst im Freilandbereich bis zu 26 heiße Tage im Jahr zu erwarten. Die geringste Anzahl an heißen Tagen weisen die Gewässerflächen mit zehn Tagen und die Wälder mit maximal 26 Tagen auf. Somit kann festgehalten werden, dass in der fernen Zukunft mit etwa einer Verdoppelung der Anzahl an heißen Tagen gegenüber dem Zeitraum 2021-2050 zu rechnen ist, wenn keine Klimaschutzmaßnahmen ergriffen werden.

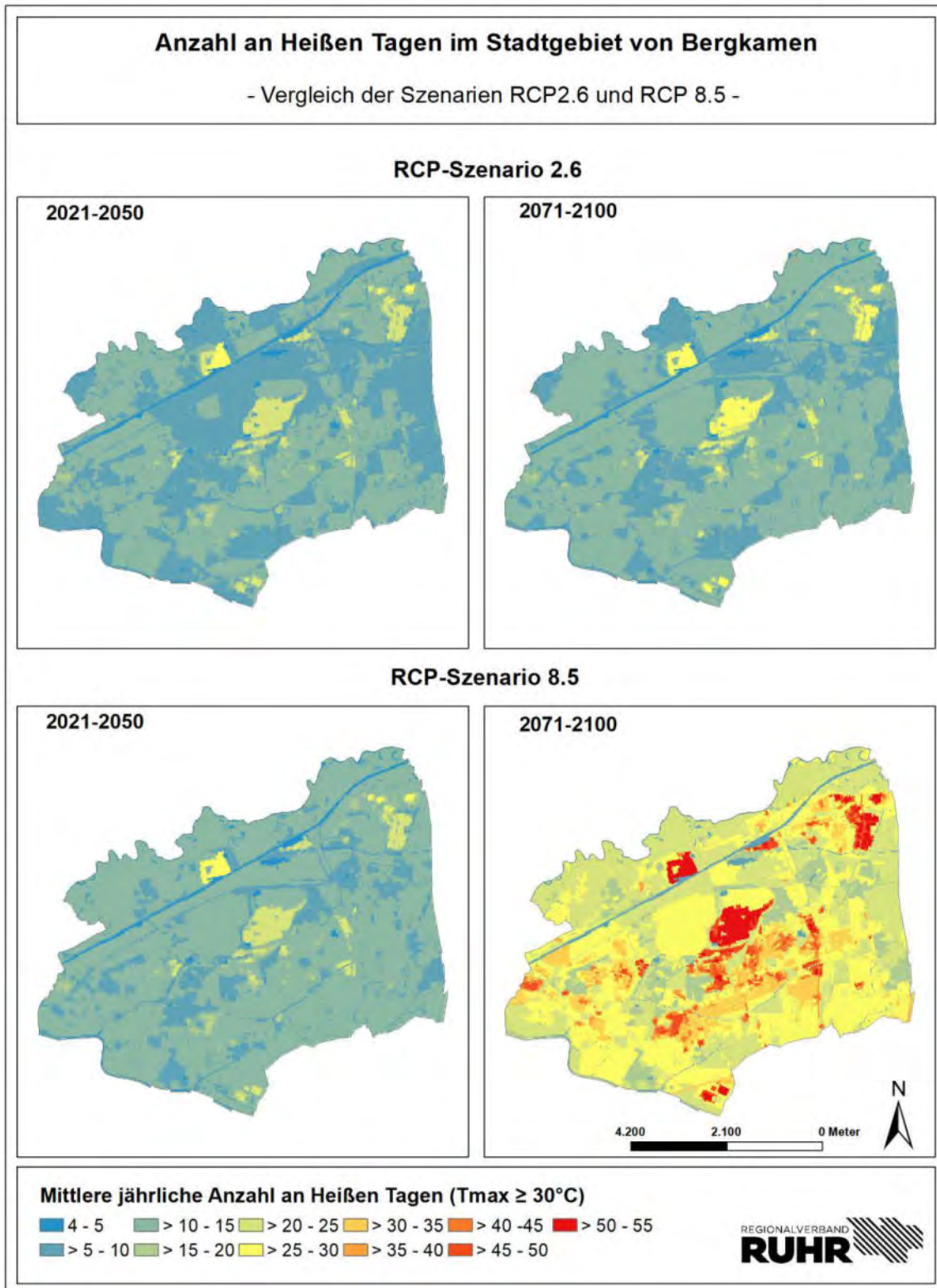


Abb. 6-11: Anzahl an Heißen Tagen im Stadtgebiet von Bergkamen für die Szenarien RCP 2.6 und 8.5.

Die Entwicklung der Tropennächte für die o.g. Szenarien und Zeiträume ist in Abb. 6-12 dargestellt. Aufgrund der sehr hohen Versiegelungsraten, der thermischen Eigenschaften der anthropogenen Oberflächen, der verminderten Belüftung und der oft fehlenden Anbindung an die kaltluftproduzierenden Flächen des unbebauten Umlandes weisen die Gewerbeflächen und dicht bebauten Innenstadtbereiche an Tagen mit hoher solarer Einstrahlung eine verzögerte und verminderte nächtliche Abkühlung auf. Daher treten Tropennächte, also Nächte, in denen die Lufttemperatur zwischen 19:00 und 7:00 Uhr Mitteleuropäischer Zeit nicht unter 20 °C sinkt, in den Gewerbegebieten und dicht bebauten Innenstädten relativ häufig auf. Bezüglich der Anzahl an Tropennächten ist in diesen Gebieten zudem künftig von einem sehr starken Anstieg auszugehen. Während beispielsweise in der Bezugsperiode 2021-2050 des Szenario 2.6 in den Gewerbegebieten lediglich 3 Nächte pro Jahr als Tropennacht ermittelt werden können, werden die nächtlichen Lufttemperaturen in der fernen Zukunft des Szenario 8.5 (Zeitraum 2071-2100) an bis zu 17 Nächten pro Jahr mindestens 20 °C betragen. In den dicht bebauten Innenstadtbereichen ist in der fernen Zukunft mit einer vergleichbar hohen Anzahl an Tropennächten zu rechnen (16 Nächte). Selbst im Freiland ist in der fernen Zukunft mit bis zu sechs Tropennächten zu rechnen, wogegen in der nahen Zukunft (2021-2050) von ein bis zwei Nächten auszugehen ist.

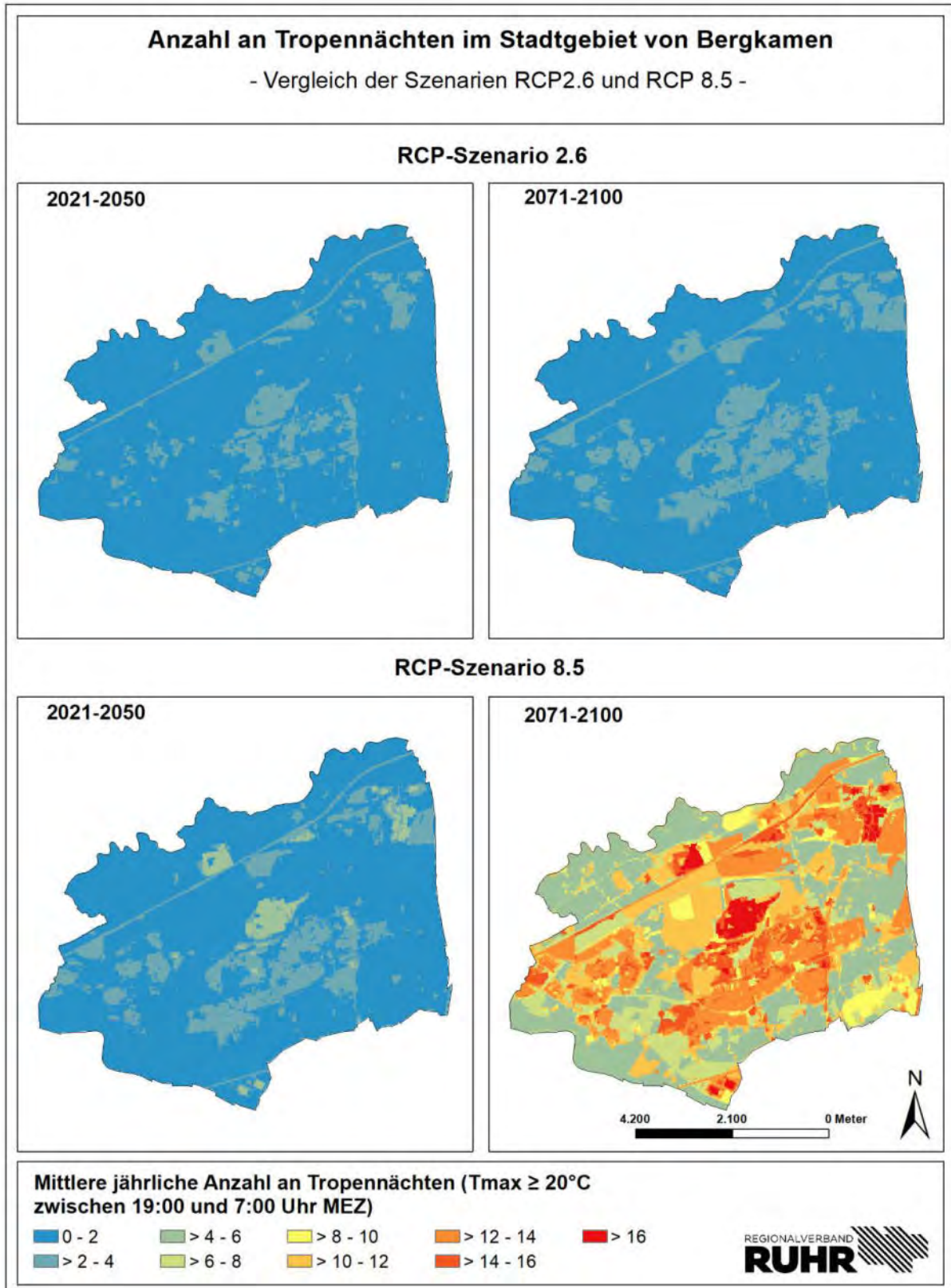


Abb. 6-12: Anzahl an Tropennächten im Stadtgebiet von Bergkamen für die Szenarien RCP 2.6 und 8.5.

Um eine mittlere Hitzebelastung innerhalb des Stadtgebietes von Bergkamen unter Berücksichtigung der Tag- und Nachtsituation (heiße Tage und Tropennächte) bestimmen zu können, wurden die Eingangsgrößen für die Tropennächte und die heißen Tage in einem nächsten Arbeitsschritt gewichtet normalisiert. Dabei wurde der Wertebereich beider Szenarien und beider Betrachtungszeiträume in die Berechnung einbezogen. Dies hat den Vorteil, dass beide Szenarien miteinander vergleichbar sind. Jedoch fällt anhand dieses Vorgehens die Bewertung der beiden Betrachtungszeiträume für das RCP-Szenario 2.6 sehr moderat aus, da die Anzahl an Tropennächten und heißen Tagen des RCP 8.5 in der fernen Zukunft die maximal mögliche Belastungssituation bestimmt.

In der Bewertung wurden die Nacht- als auch die Tagessituation als gleichwertig bedeutend betrachtet, indem die Eingangsgrößen für die Tropennächte und die heißen Tage gemittelt wurden. Das Ergebnis ist der Abb. 6-13 zu entnehmen.

Beim Vergleich der Szenarien wird deutlich, dass in beiden Bezugszeiträumen des Szenario 2.6 moderate bis erhöhte Hitzebelastungen auftreten, deren räumliche Verteilung sich nicht wesentlich unterscheiden. Dabei wird erneut ersichtlich, dass sich bei Umsetzung umfangreicher Klimaschutzmaßnahmen die Situation in Zukunft kaum verschärfen wird. Wie oben beschrieben, fällt zudem die Hitzebelastung beim Szenario 2.6 nicht sehr hoch aus, da es sich bei der Darstellung um eine mit dem Szenario 8.5 vergleichende Bewertung handelt. Würde sich die Normalisierung der Eingangsgrößen für die heißen Tage und Tropennächte nur auf das RCP-Szenario 2.6 beziehen, würde eine deutlichere Differenzierung der verschiedenen Nutzungsarten anhand einer größeren Anzahl an Bewertungsklassen auftreten.

Die Analyse zeigt darüber hinaus, dass in der nahen Zukunft beim RCP-Szenario 8.5 noch eine moderate bis erhöhte Hitzebelastung – ähnlich dem RCP-Szenario 2.6 in der fernen Zukunft - auftritt. In der fernen Zukunft hingegen sind beim RCP-Szenario 8.5 keine Bereiche mehr mit einer moderaten Hitzebelastung zu erwarten, und es wird eine stärkere Differenzierung der verschiedenen Nutzungsstrukturen ersichtlich. So sind nach diesem Szenario extrem hohe Belastungen in den Gewerbe- /Industriegebieten sowie in den Innenstadtbereichen wahrscheinlich. Aber auch in den Waldgebieten ist immer mit einer hohen bis sehr hohen Hitzebelastung zu rechnen, da diese sich in den Nachtstunden nur wenig abkühlen. Nur die Freilandbereiche sowie Parks fallen in die Bewertungskategorie „erhöhte Hitzebelastung“.

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass selbst erhebliche Anstrengungen beim Klimaschutz eine Verschlechterung der klimatischen Situation in der Stadt nicht aufhalten können und dass im Falle eines Szenario „weiter-so-wie-bisher“ (RCP-Szenario 8.5) von einer extremen Belastung

in weiten Bereichen der Stadt in Zukunft auszugehen ist. Anpassungsmaßnahmen an die zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels sind daher unumgänglich, um zukünftig noch lebenswerte Bedingungen in den Städten zu ermöglichen. Ohne konsequenten Klimaschutz nimmt der Anpassungsbedarf schließlich noch weiter zu. Im ungünstigsten Fall – bei Nichteinhaltung des 2°C-Ziels - sind jedoch kaum mehr wirksame Anpassungen möglich.

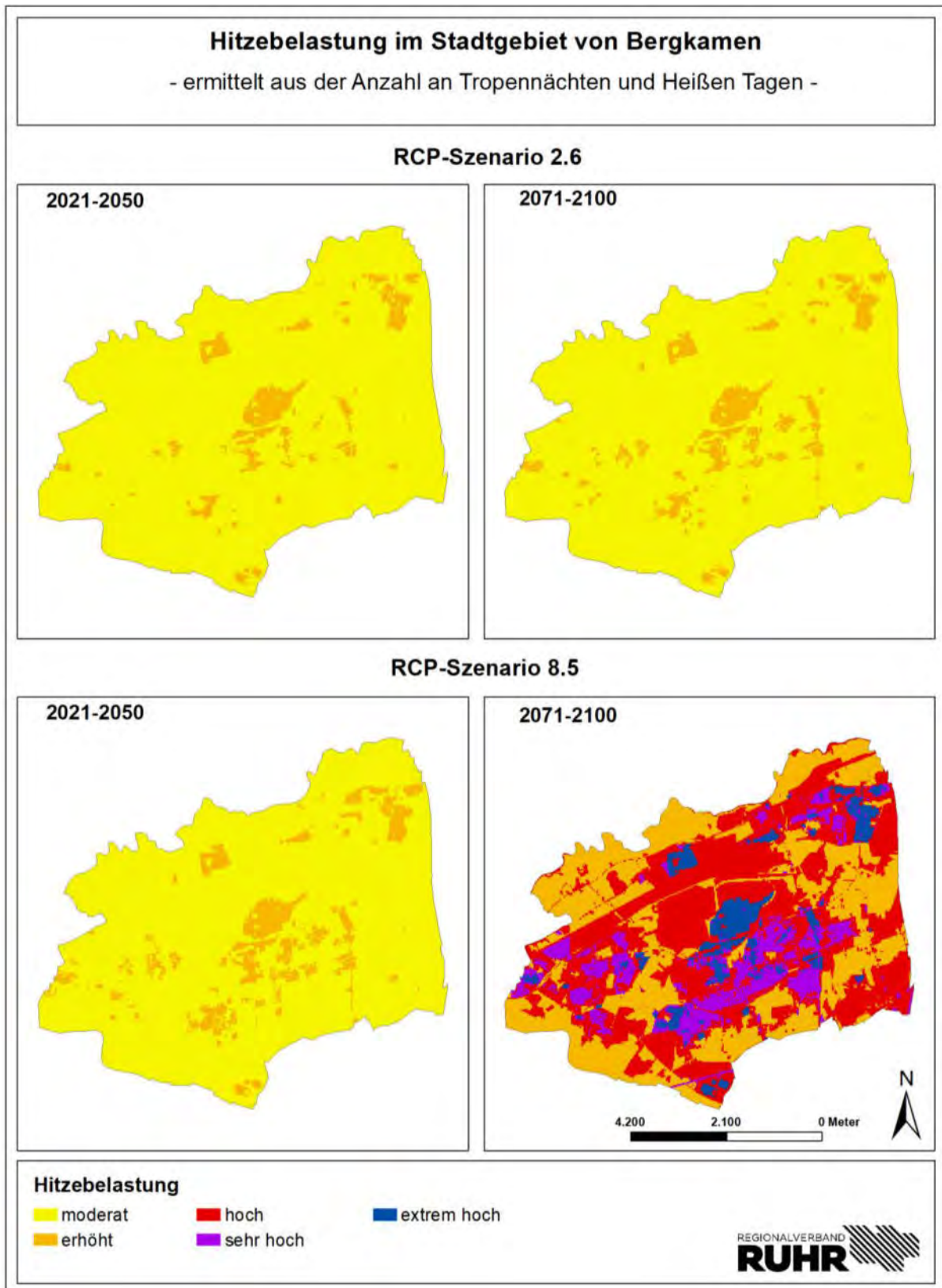


Abb. 6-13: Hitzebelastung in Bergkamen (ermittelt aus den Heißen Tagen und Tropennächten für die Szenarien RCP 2.6 und 8.5).

6.4 Darstellung derzeitiger und zukünftiger Wärmeinselsebiete

Anhand der FITNAH-Modellierung (s. Kapitel 3), der Klimaanalysekarte (s. Kapitel 4) und der klimaökologischen Funktionen (s. Kapitel 5) wurde die Ist-Situation der klimatischen Verhältnisse in Bergkamen dargestellt. Dabei wurde u.a. festgestellt, dass die städtische Überwärmung und damit die potenzielle Hitzebelastung in den dicht bebauten Stadtquartieren am größten ist. Diese Gebiete sind im Wesentlichen räumlich identisch mit den Innenstadt- und den Stadtklimatopen. Zudem konnte anhand der mittleren Häufigkeit hitzebedingter klimatologischer Kenntage (s. Kapitel 6.3) aufgezeigt werden, dass in Zukunft auch Bereiche, die heute aus klimatischer Sicht als noch moderat bis günstig einzustufen sind, häufiger Hitzebelastungen ausgesetzt sein werden. Neben den Innenstadtbereichen und den Stadtklimatopen treten daher in Zukunft während sommerlicher Strahlungsnächte auch die Stadtrandklimatope als thermisch stark belastete Bereiche auf. Diese Einschätzung basiert zudem auf der Tatsache, dass die mittleren Temperaturdifferenzen zwischen den heutigen Wärmeinselsebieten (Innenstadt-/Stadtklimatopen) und den Stadtrandklimatopen sich auf maximal 2 K belaufen, der zukünftig zu erwartenden mittlere Temperaturanstieg aber über 2 K betragen wird. Diese Herangehensweise zur Ausweisung von gegenwärtigen und zukünftigen Problemgebieten haben bereits Kuttler et al. (2013) im Rahmen des Projektes *dynaklim* für die Stadt Oberhausen gewählt.

Abb. 6-14 zeigt die gegenwärtigen (2020) und zukünftigen (2100) Wärmeinselsebiete im Stadtgebiet von Bergkamen. Dabei wurden für die gegenwärtige Situation die Innenstadtklimatope mit einer sehr hohen Intensität und die Stadtklimatope mit einer hohen Intensität als Wärmeinseln ausgewiesen. In Zukunft nehmen sowohl die Innenstadt- als auch die Stadtklimatope eine sehr hohe und die Stadtrandklimatope eine hohe Wärmeinselintensität ein. Demnach erweitern sich die Wärmeinselsebiete von derzeit etwa 4,1 % des Stadtgebietes zukünftig auf eine Fläche von über 7,3 km² und umfassen dann fast 16,3 % des Stadtgebietes.

In dieser Betrachtung und Ausweisung der Wärmeinselsebiete wurde der Fokus lediglich auf Gebiete der Wohn- und Mischbebauung begrenzt. Die Gewerbe- und Industriegebiete weisen zwar ebenfalls hohe (Gegenwart) bis sehr hohe (Zukunft) Überwärmungen auf, werden in dieser Darstellung allerdings nicht berücksichtigt. Die dargestellten Bereiche der Wärmeinseln werden als Problemgebiete hinsichtlich der thermischen Belastung der Wohnbevölkerung angesehen. Der vorrangige Handlungsbedarf sollte dahingehend ausgerichtet sein, diese Wärmeinselsebiete klimatisch aufzuwerten. Dabei sollten insbesondere Bereiche, in denen ein hoher Anteil der potenziell gegenüber Hitzebelastungen sensiblen Bevölkerungsgruppen (v.a.

Senioren, Kranke und Kleinkinder) anzutreffen ist, im Fokus der Anpassungsbemühungen stehen. Daher werden im folgenden Kapitel 7 die Ergebnisse einer Vulnerabilitätsanalyse zur Identifizierung der besonders betroffenen Bereiche im Stadtgebiet dargestellt.

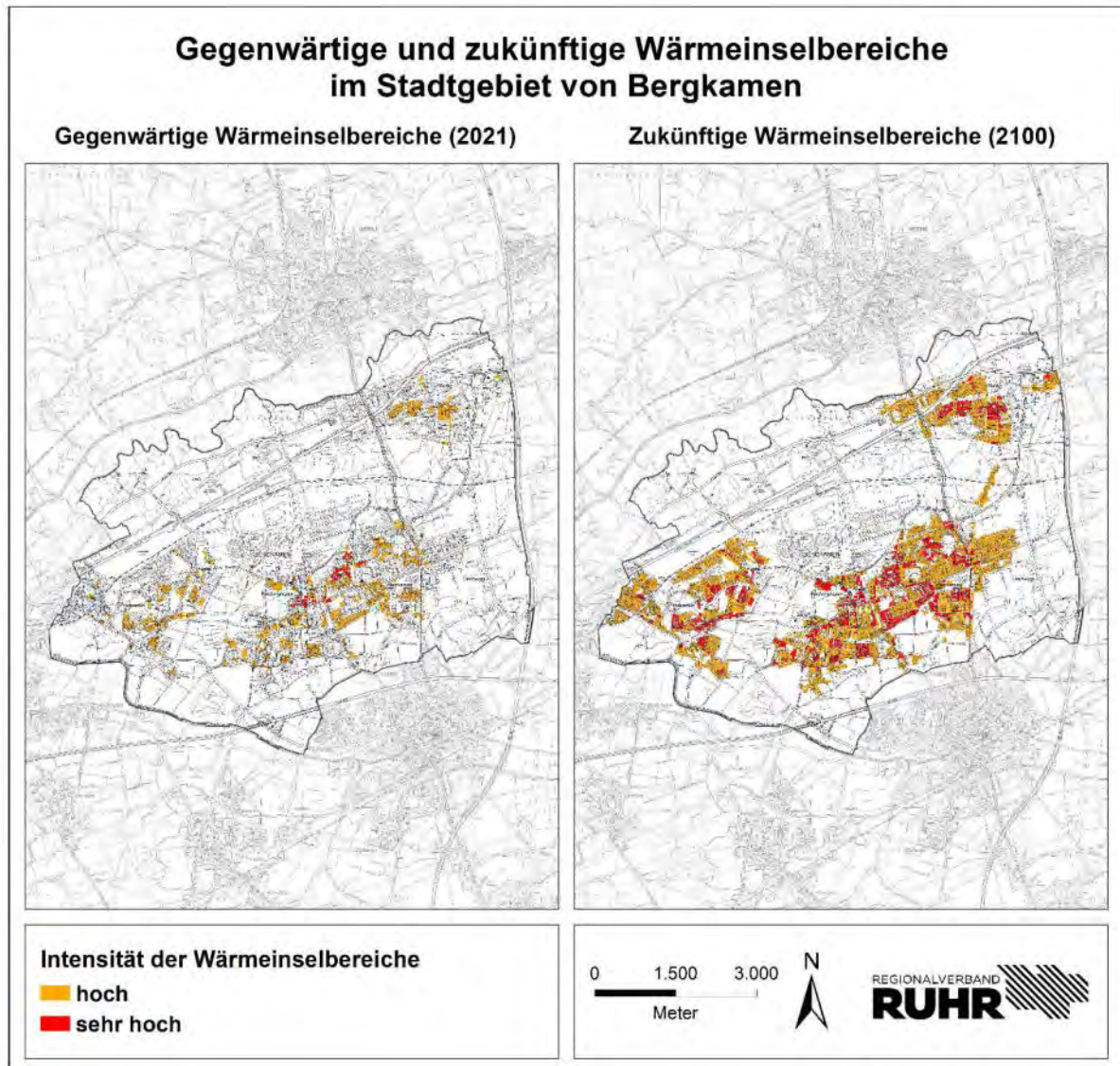


Abb. 6-14: Darstellung gegenwärtiger (2020) und zukünftiger (2100) Wärmeinselnbereiche im Stadtgebiet von Bergkamen.

7 Vulnerabilitätsanalyse

Die in Kapitel 6 beschriebenen zu erwartenden Klimaänderungen im Laufe des 21. Jahrhunderts, insbesondere der Anstieg der Häufigkeit und Intensität der extremen Wetterereignisse (z.B. Hitzewellen), können sich negativ auf die Gesundheit des Menschen auswirken. Aber nicht nur hohe Temperaturen, sondern auch eine Zunahme der Luftverschmutzung und der Luftallergene, ein Anstieg des bodennahen Ozons während Hitzeperioden sowie die Zunahme der UV-Strahlung durch eine Abnahme des stratosphärischen Ozons können klimawandelbedingte Gesundheitsrisiken darstellen. Das Ausmaß extremer Wetterereignisse wurde dabei bereits in der Vergangenheit deutlich, so hat der Hitzesommer 2003 europaweit etwa 55.000 zusätzliche hitzebedingte Sterbefälle (ca. 7.000 davon in Deutschland) verursacht. Neben einer Steigerung der Mortalitätsrate wirken sich derartige klimatische Belastungen ebenfalls nachteilig auf die Morbidität, die Leistungsfähigkeit und das allgemeine Wohlbefinden des Menschen aus. Insbesondere Personen mit Atemwegs- und Herz-Kreislaufvorerkrankungen, ältere Menschen und Kleinkinder sind betroffen. Zwar ist das Ausmaß der gesundheitlichen Auswirkungen des Klimawandels schwer abzuschätzen, jedoch ist grundsätzlich bei zukünftig häufiger auftretenden und intensiveren klimatischen Belastungen auch mit einer Zunahme der negativen gesundheitlichen Auswirkungen zu rechnen. Daher gilt es, durch eine gezielte Anpassungsstrategie im Rahmen einer nachhaltigen Stadtplanung gesunde Wohn-, Arbeits- und Aufenthaltsbedingungen zu schaffen bzw. sicherzustellen, um die klimawandelbedingten Gesundheitsrisiken für die städtische Bevölkerung zu minimieren (Jendritzky 2007).

Um entsprechende Anpassungsmaßnahmen gezielt zu entwickeln, sollen im Rahmen einer Vulnerabilitätsanalyse Gebiete bzw. Bereiche (im Folgenden als „Problemgebiete“ bezeichnet) innerhalb des Stadtgebietes von Bergkamen identifiziert werden, die eine besondere Sensitivität gegenüber den Folgen des Klimawandels aufweisen.

7.1 Methodik zur Abgrenzung der Problemgebiete

In der Fachliteratur bestehen bereits vielfältige Ansätze zur Bewertung der Vulnerabilität bzw. Betroffenheit einer städtischen Bevölkerung in unterschiedlichen Quartieren gegenüber den Folgen des Klimawandels. Häufig wird dabei die Altersstruktur der Bevölkerung als alleiniger Indikator für das Maß der Verwundbarkeit gegenüber Hitzebelastung herangezogen. Aktuelle sozialwissenschaftliche Studien zum Klimawandel zeigen, dass die subjektive Wahrnehmung der Hitzebelastung von vielfältigen gesellschaftlichen Einflüssen geprägt wird und von der individuellen Lebenssituation eines jeden Menschen abhängig ist (Großmann et al. 2012).

Für diese vielfältigen sozialen Parameter ist die Datenbasis oftmals nicht vorhanden oder unzureichend, um eine flächendeckende, stadtweite Bewertung durchzuführen. Auch im Rahmen der vorliegenden Untersuchung ist dies aufgrund der zur Verfügung stehenden Ressourcen nicht möglich.

Daher erfolgt die Vulnerabilitätsanalyse nach dem im Rahmen des „Handbuch Stadtklima“ (MUNLV 2010) entwickelten Ansatzes. Hierbei wird die Betroffenheit gegenüber Hitzebelastungen anhand der Bevölkerungsdichte und der Altersstruktur bezogen auf den Anteil der über 65-jährigen Wohnbevölkerung betrachtet. Die zugrunde gelegte Datenbasis wurde auf Ebene der Baublöcke von der Stadt Bergkamen zur Verfügung gestellt und bezieht sich auf den Zeitpunkt 31.10.2020.

Die Bewertung erfolgte anschließend mittels Verschneidung der Bevölkerungsdaten mit den Bereichen der städtischen Wärmeinseln, also den Innenstadt- und Stadtklimatopen. Zusätzlich zur Bewertung der Anfälligkeit gegenüber Hitzebelastung auf Basis der Bevölkerungsdichte und Altersstruktur werden sensible Einrichtungen (Seniorenheime bzw. -wohnanlagen, Kindertagesstätten bzw. -gärten, und Krankenhäuser) in den Problemgebieten verortet.

Bereiche der städtischen Wärmeinsel

Die städtischen Wärmeinselbereiche sind für die Gesundheit der Menschen bedeutsam, da in diesen Bereichen eines Stadtgebietes nachteilige gesundheitliche Effekte durch die erhöhte Exposition gegenüber thermischen Extrembedingungen verstärkt auftreten können. Diese Gebiete können daher grundsätzlich als anfällig gegenüber Hitzebelastungen charakterisiert werden (Jendritzky 2007; MUNLV 2010).

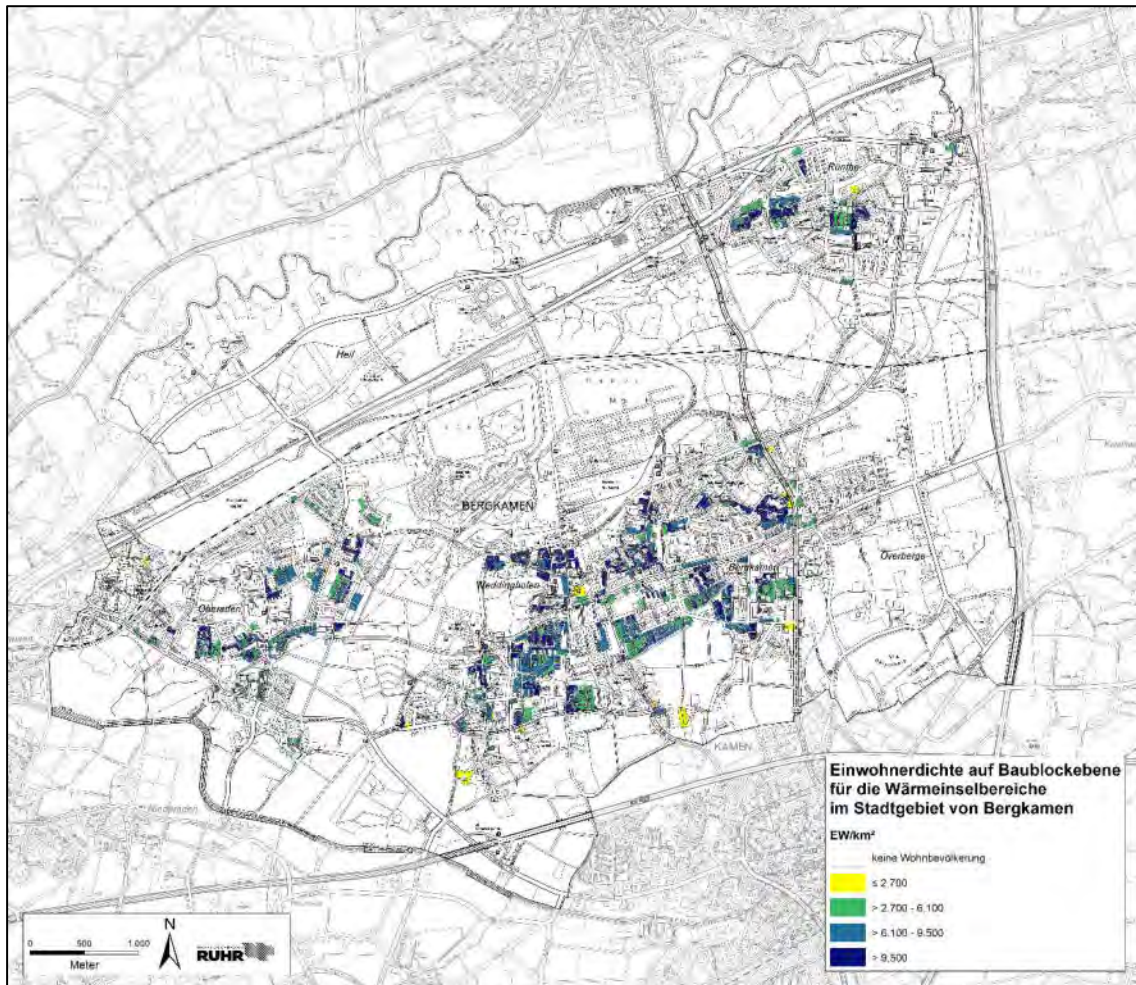
Die Daten der Bevölkerungsdichte und der Altersstruktur werden daher mit den gegenwärtigen Wärmeinseln (hier: die Innenstadt- und Stadtklimatope) verschnitten. Die räumliche Ausbreitung der Wärmeinselbereiche im Stadtgebiet von Bergkamen kann der [Karte 6-13](#) entnommen werden.

Bevölkerungsdichte

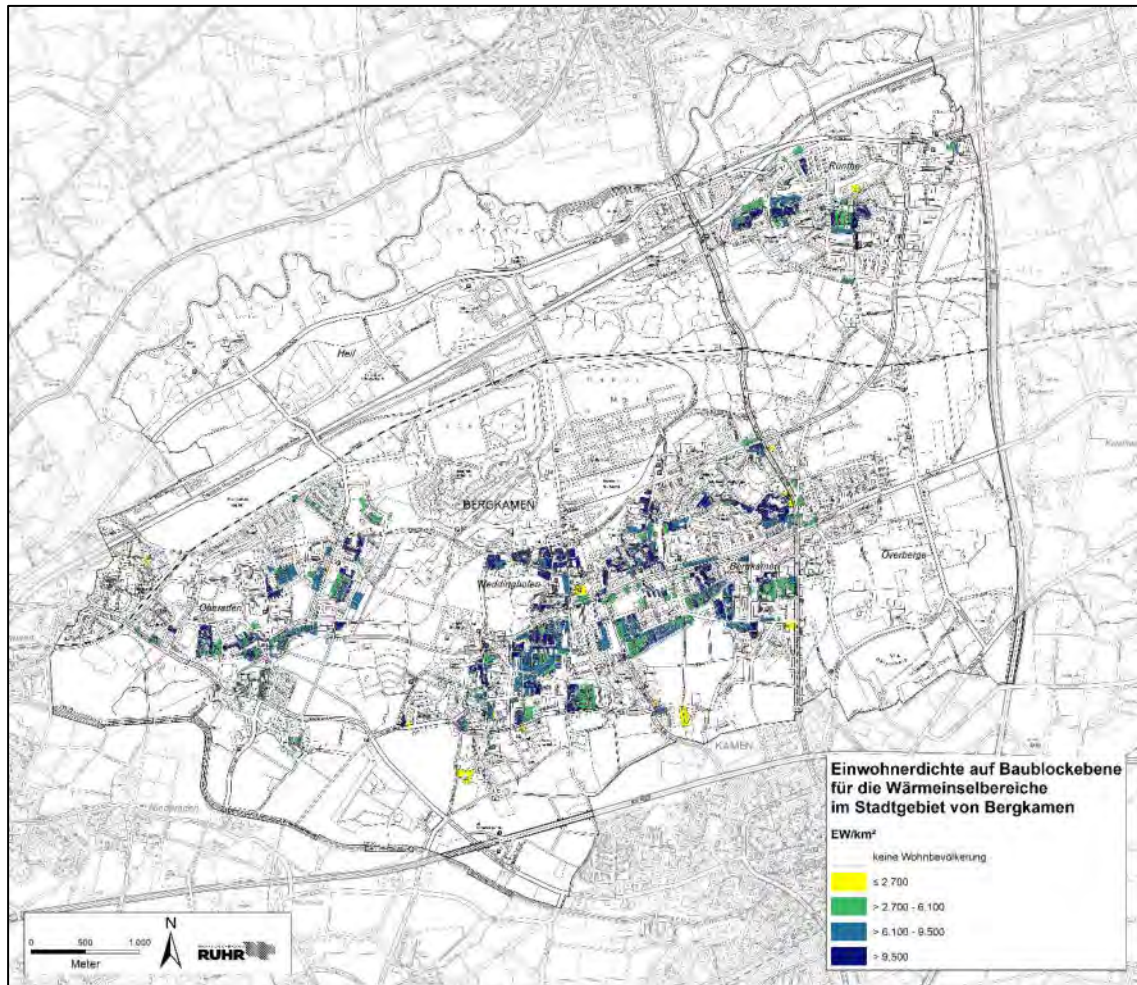
Ein wichtiger Indikator zur Beurteilung der Vulnerabilität gegenüber Hitzebelastungen in unterschiedlichen Stadtquartieren ist die Bevölkerungsdichte. Denn je größer die Einwohnerdichte ist, desto mehr Menschen sind potenziell einer Hitzebelastung ausgesetzt. Hierzu wurden die Bevölkerungsdaten auf Grundlage von Baublöcken im Stadtgebiet herangezogen. Dies hat den Nachteil, dass Bereiche mit reiner Dienstleistungsfunktion und somit ohne Wohnbevölke-

rung trotz potenziell hoher Hitzebelastung bei diesem Bewertungsverfahren nicht als Problemgebiete berücksichtigt werden. Innenstadtbereiche, die eine Mischnutzung aus Dienstleistung und Wohnen und somit einen relativ geringen Anteil an Wohnbevölkerung aufweisen, können dadurch als Problemgebiete mit geringerer Anfälligkeitsstufe bewertet werden.

Grundsätzlich ist hierbei zu bedenken, dass bei einem temporären Aufenthalt in Innenstädten oder Nebenzentren tagsüber einer Hitzebelastung durch den Wechsel des Standortes und die bewusste Vermeidung von stark sonnenexponierten Plätzen aktiv entgegengewirkt werden kann. Wogegen die Bevölkerung in ihren Wohnquartieren insbesondere nachts einer Hitzebelastung durch mangelnde Abkühlung nicht ausweichen kann. Karte A 1 (siehe Anhang) zeigt die Bevölkerungsdichte in Einwohner pro km² (Einw./km²) für das gesamte Stadtgebiet von Bergkamen. Um eine regionale Vergleichbarkeit und einheitliche Bewertungsmaßstäbe zu gewährleisten, wurden die Werte zur Klasseneinteilung aus der Analyse des „Handbuch Stadtklima“ übernommen. Diese beruhen auf der Auswertung der Bevölkerungszahlen auf Ebene der Wohnquartiere des gesamten Ruhrgebiets (Quelle: infas GEOdaten, Stand 2007). Bezogen ausschließlich auf die Gebiete der Stadt- und Innenstadtklimatope im gesamten Ruhrgebiet ergibt sich eine mittlere Bevölkerungsdichte von rund 2.700 Einw./km². Die weiteren Klassenobergrenzen (6.100 bzw. 9.500 Einw./km²) ergeben sich aus der Addition der mittleren Bevölkerungsdichte mit der einfachen bzw. doppelten Standardabweichung. Bei Flächen ohne eine farbliche Darstellung handelt es sich um statistisch ausgewiesene Baublöcke ohne jegliche Wohnbevölkerung. Dies können Wald-, Landwirtschafts- und innerstädtische Grünflächen, aber auch bebaute Bereiche mit rein industrieller, gewerblicher oder öffentlicher Nutzung sein.



Karte 7.1 zeigt die Einwohnerdichte auf Baublockebene ausschließlich für die Bereiche der Stadt- und Innenstadtklimatope (bzw. die Wärmeinselbereiche) im Stadtgebiet von Bergkamen. Erwartungsgemäß weist die Einwohnerdichte in diesen zumeist stark baulich überprägten Bereichen zum Großteil mit über 6.100 Einw./km² oder sogar über 9.500 Einw./km² sehr hohe Werte auf. Insbesondere im Stadtbezirk Bergkamen sind einige teils zusammenhängender Baublöcke der höchsten ausgewiesenen Kategorie vorzufinden. Lediglich vereinzelte, kleinere Baublöcke der Stadt- und Innenstadtklimatope von Bergkamen verzeichnen geringe Einwohnerdichten unterhalb von 2.700 Einw./km². Hierbei handelt es sich überwiegend um Baublöcke mit vorwiegend öffentlicher Nutzung und somit nur geringem Anteil an Wohnnutzung.



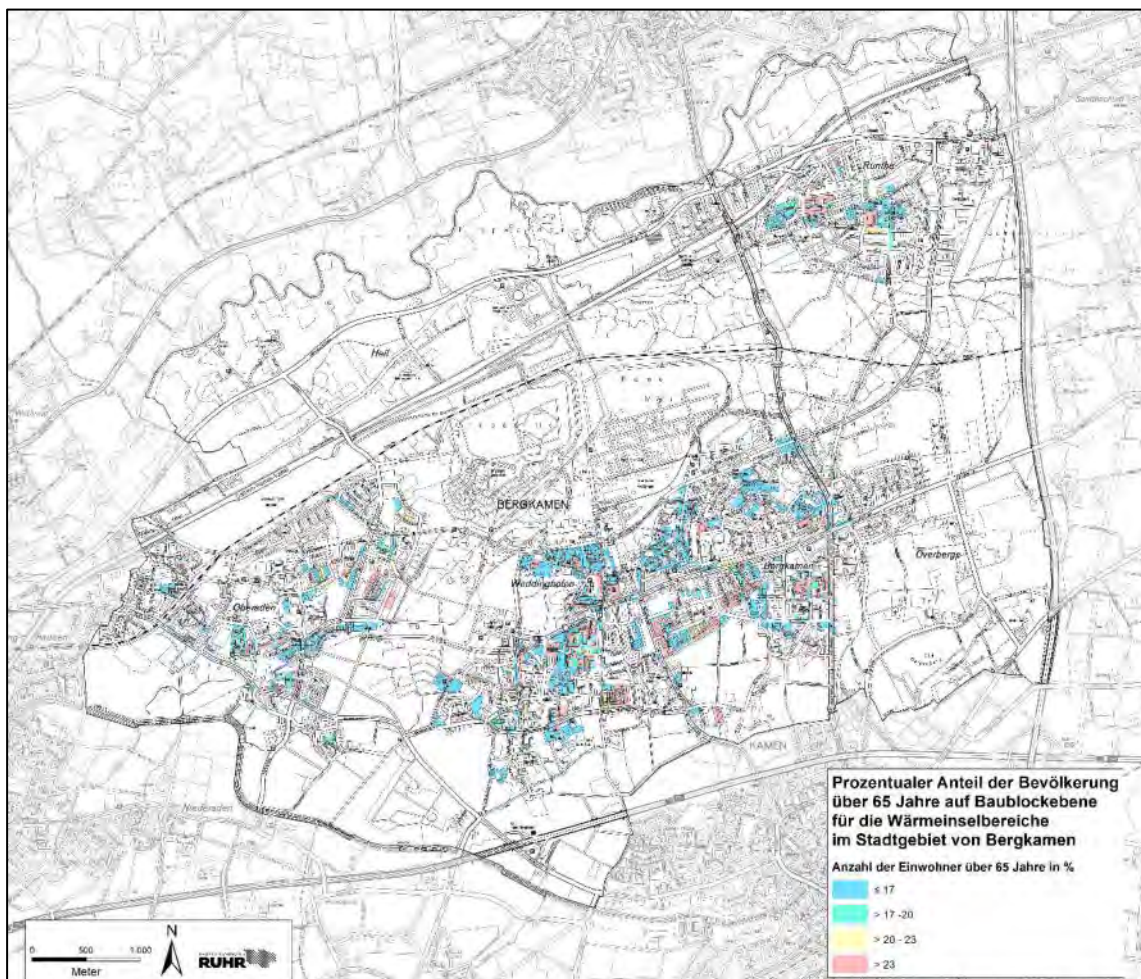
Karte 7.1: Einwohnerdichte auf Baublockebene für die Wärmeinselbereiche im Stadtgebiet von Bergkamen.

Altersstruktur

Für die Anfälligkeit eines Gebietes gegenüber einer klimatischen Belastung des Menschen spielen neben dem Hitzepotential und der Bevölkerungsdichte auch soziodemographische Faktoren wie die Altersstruktur der Bevölkerung eine Rolle. Ältere Menschen zeigen eine schlechtere Anpassung an extreme Hitze mit gesundheitlichen Folgen, die von Abgeschlagenheit bis hin zu Hitzschlag und Herzversagen reichen können. Gebiete mit einem hohen Anteil älterer Menschen können daher als anfälliger gegenüber Hitzestress charakterisiert werden. Aus diesem Grund wurde im „Handbuch Stadtklima“ (MUNLV 2010) analog zur Bevölkerungsdichte auch der Bevölkerungsanteil der über 65-Jährigen für die Wohnquartiere im gesamten Ruhrgebiet ermittelt. Im Ruhrgebiets-Mittel sind rund 20 % der Einwohner in den Gebieten der Stadt- und der Innenstadtklimatope über 65 Jahre alt (Standardabweichung 3 %).

Karte A2 (siehe Anhang) zeigt die prozentualen Anteile der Bevölkerung über 65 Jahre auf Baublockebene für das gesamte Stadtgebiet von Bergkamen. Analog zu Karte A 1 handelt es sich bei Flächen ohne eine farbliche Darstellung um statistisch ausgewiesene Baublöcke ohne jegliche Wohnbevölkerung (z.B. Wald-, Landwirtschafts- und innerstädtische Grünflächen; bebaute Bereiche mit rein industrieller, gewerblicher oder öffentlicher Nutzung) bzw. ohne Einwohner über 65 Jahre. Die Klasseneinteilung ergibt sich aus der Addition und Subtraktion der Standardabweichung (3 %) vom Mittelwert (20 %) bezogen auf das gesamte Ruhrgebiet. Somit werden Flächen bzw. Baublöcke mit Anteilen der über 65-Jährigen an der Wohnbevölkerung von unter 17 % und 17-20 % als unterdurchschnittlich und von 20-23 % und über 23 % als überdurchschnittlich gewertet.

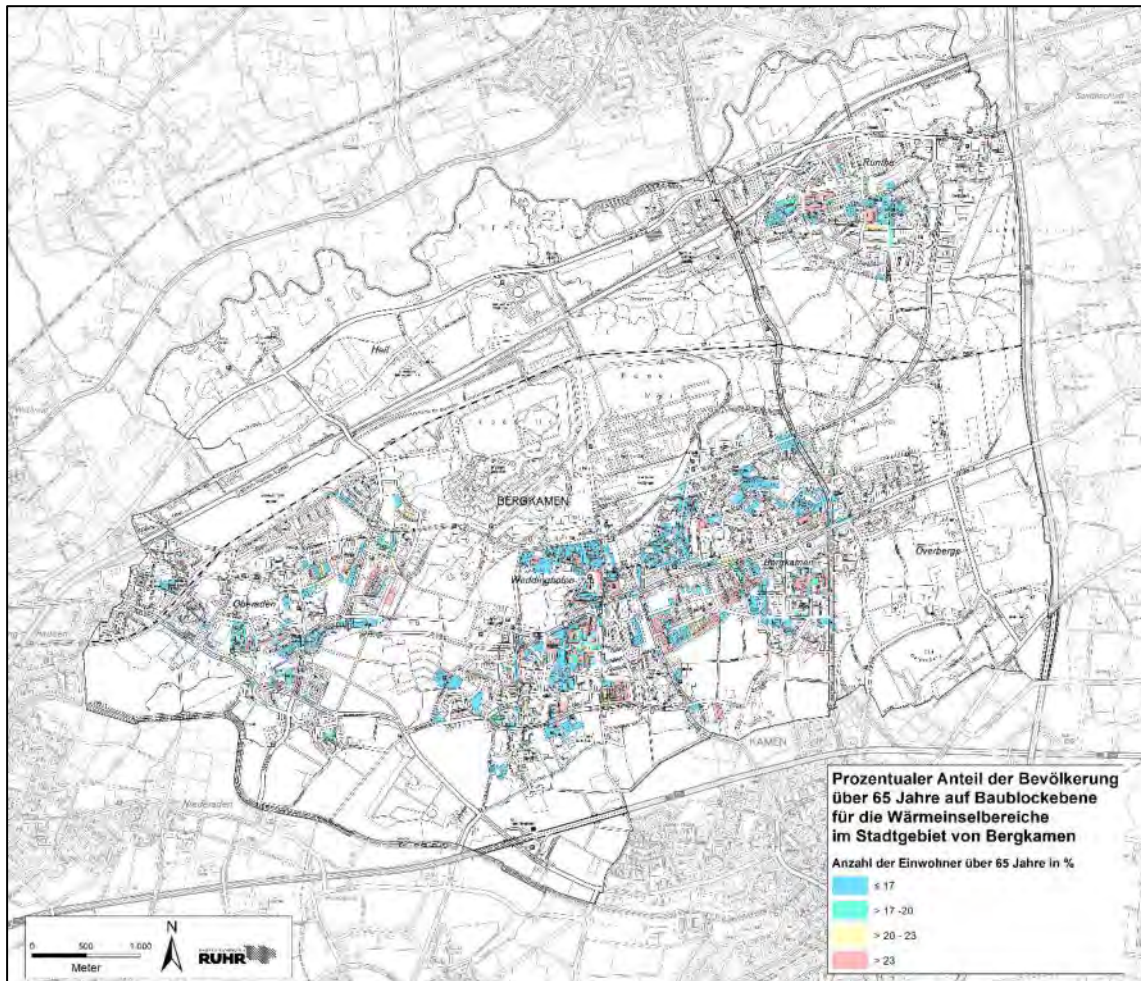
Bezogen auf die Gesamtbevölkerung der Stadt Bergkamen liegt der Anteil der über 65-jährigen Einwohner bei 17,5 % und liegt somit etwas unter dem Ruhrgebiets-Mittel.



Karte 7.2 zeigt die prozentualen Anteile der Einwohner über 65 Jahre auf Baublockebene ausschließlich für die Stadt- und Innenstadtklimatope (bzw. Wärmeinselbereiche) im Stadtgebiet

von Bergkamen. Es wird deutlich, dass in diesen Bereichen Baublöcke mit einem überdurchschnittlichen Anteil (> 20 %) an Wohnbevölkerung über 65 Jahre in den meisten Stadtbezirken vorkommen. Dabei konzentrieren sich diese Gebiete vor allem auf die Stadtbezirke Oberaden, Weddinghofen, Bergkamen und Rünthe, während in Heil und Overberge nur sehr wenige, kleine Wärmeinseln vorzufinden sind und dementsprechend auch nur wenige Bereiche mit einem Anteil an älterer Wohnbevölkerung ausgewiesen werden konnte.

Zu bedenken ist, dass aufgrund der zukünftigen demographischen Entwicklung der Anteil der über 65-Jährigen in Bergkamen voraussichtlich um fast 40 % bis zum Jahr 2040 (gegenüber 2018) ansteigen wird, obwohl im gleichen Zeitraum ein Bevölkerungsrückgang von ca. 3,1 % prognostiziert wird (IT.NRW 2020).



Karte 7.2: Prozentualer Anteil der Bevölkerung über 65 Jahre auf Baublockebene für die Wärmeinselbereiche im Stadtgebiet von Bergkamen.

7.2 Lokalisierung und Bewertung der Problemgebiete

Aus der Verschneidung der Bereiche städtischer Wärmeinseln (bzw. Stadt- und Innenstadtklimatope) mit den Daten der Bevölkerungsdichte und des prozentualen Anteils der über 65-Jährigen lassen sich Problemgebiete mit einer abgestuften Anfälligkeit gegenüber einer klimatischen Belastung des Menschen abgrenzen und bewerten.

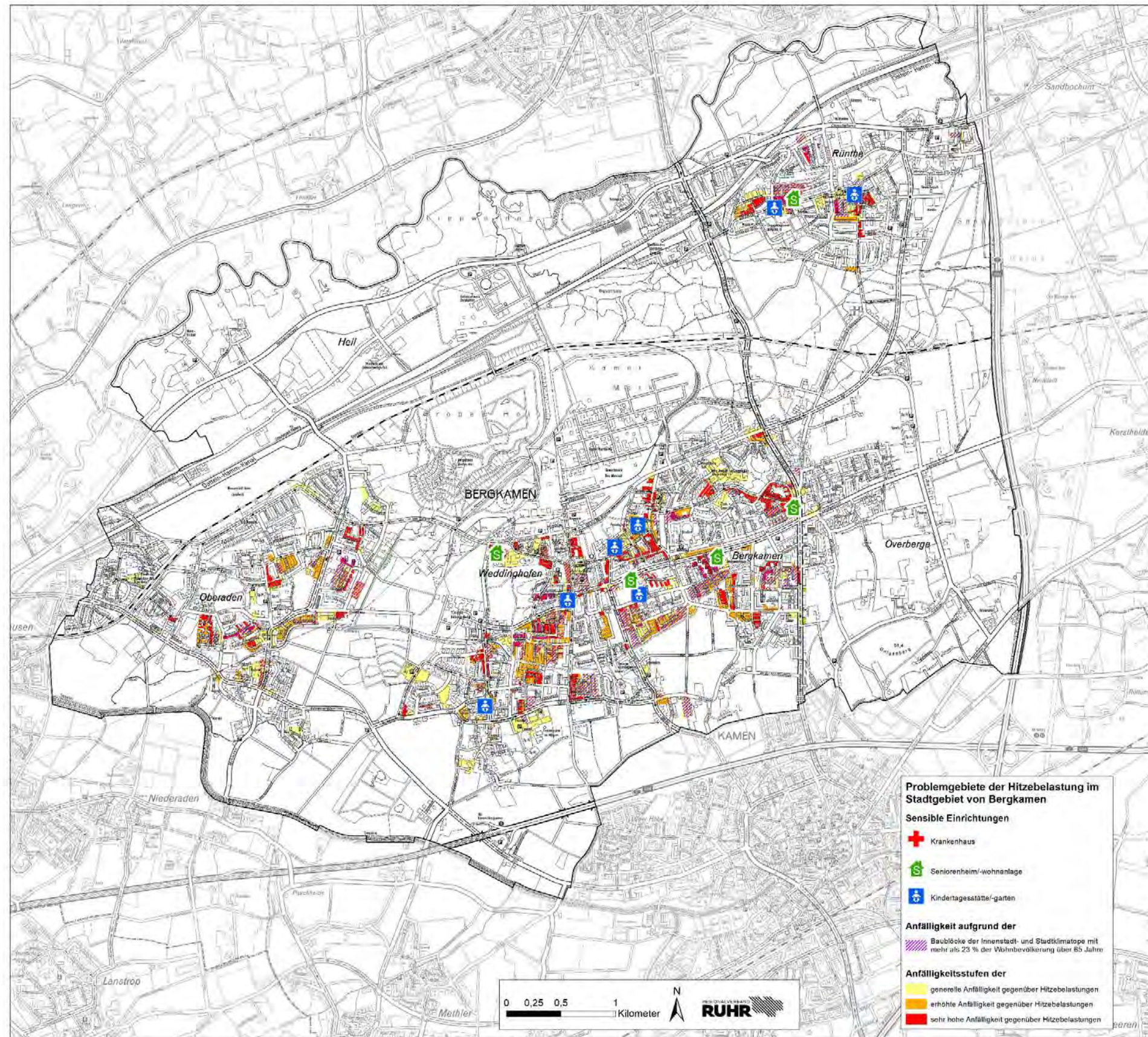
Grundsätzlich ist in den Stadt- und Innenstadtbereichen aufgrund der zumeist hochversiegelten Bebauungsstruktur von einer generellen Hitzebelastung der Wohnbevölkerung auszugehen. Mit zunehmender Bevölkerungsdichte erhöht sich die potenzielle Anfälligkeit eines Wohngebietes. Auf Basis der Bevölkerungsdichte werden drei Stufen der Anfälligkeit gegenüber Hitzebelastungen unterschieden. Während Baublöcken mit einer Einwohnerdichte unterhalb von 6.100 Einw./km² eine generelle Anfälligkeit zugeordnet wird, weisen Bereiche mit einer Bevölkerungsdichte von 6.100 bis 9.500 Einw./km² eine erhöhte Anfälligkeit auf. Bei mehr als

9.500 Einw./km² kann von einer sehr hohen Anfälligkeit ausgegangen werden. Überlagert werden diese drei Klassen von Bereichen mit einem überdurchschnittlichen Bevölkerungsanteil (mehr als 23 %) der über 65-Jährigen. Diesen Quartieren wird unabhängig von der Gesamtbevölkerungsdichte eine besondere Anfälligkeit gegenüber Hitzebelastungen zugesprochen, da sie ein hohes Hitzepotential zusammen mit einem hohen Anteil der älteren Bevölkerungsgruppe aufweisen.

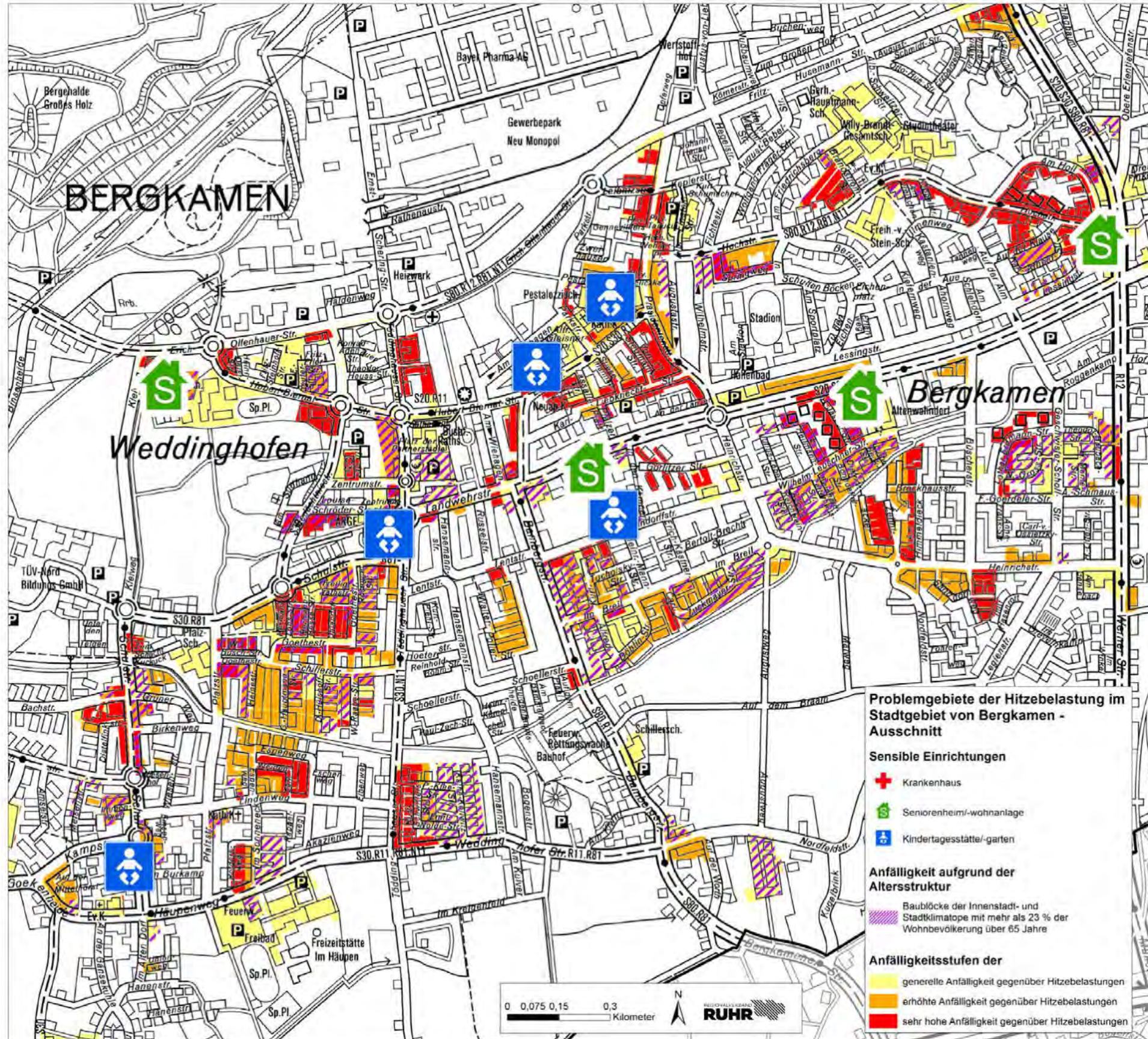
Zusätzlich zur Bewertung der Anfälligkeit auf Baublockebene anhand der Indikatoren Bevölkerungsdichte und Anteil der über 65-jährigen Wohnbevölkerung werden Seniorenheime bzw. -wohnanlagen, Kindertagesstätten bzw. -gärten und Krankenhäuser in den potenziell hitzebelasteten Innenstadt- und Stadtklimatopen verortet. In diesen sogenannten (hitze-)sensiblen Einrichtungen hält sich dauerhaft oder temporär konzentriert an einem Standort eine größere Anzahl an Personen auf, die den besonders gegenüber thermischen Belastungen anfälligen Bevölkerungsgruppen der Senioren, Kranken und Kleinkindern zuzuordnen sind.

In Karte 7.3 ist das Auftreten der Problemgebiete mit Hitzebelastung im Stadtgebiet von Bergkamen zu entnehmen. Die Problemgebiete befinden sich entsprechend der räumlichen Verteilung der Innenstadt- und Stadtklimatope verteilt über das gesamte Stadtgebiet (siehe auch Abb. 6-14). Baublöcke, die sowohl eine sehr hohe Anfälligkeit aufgrund der Bevölkerungsdichte als auch einen überdurchschnittlich hohen Anteil an über 65-jähriger Wohnbevölkerung aufweisen, treten nur sehr vereinzelt auf (Beispiel: Springweg im Stadtbezirk Bergkamen), häufiger ist dagegen das Auftreten einer erhöhten Anfälligkeit bedingt durch die Bevölkerungszahl in Verbindung mit einem hohen Anteil an älterer Wohnbevölkerung zu erkennen. Bezogen auf die Flächengröße und den Zusammenhang von Problemgebieten ist für Bergkamen festzuhalten, dass es sich oft um vergleichsweise kleinere Flächen, die von günstigeren Bereichen unterbrochen werden, handelt. Auffällig ist jedoch, dass insgesamt mehrere sensible Einrichtungen in den Problemgebieten der Hitzebelastung – insbesondere Kindertagesstätten bzw. Kindergärten - angesiedelt sind. Insbesondere in diesen Bereichen sollten vordringlich Maßnahmen zur Reduzierung der sommerlichen Hitzebelastung fokussiert werden.

Karte 7.3: Problemgebiete der Hitzebelastung im Stadtgebiet von Bergkamen.



Karte 7.4: Problemgebiete der Hitzebelastung im Stadtgebiet von Bergkamen - Ausschnitt



8 Planungshinweise

Auf Basis der Klimaanalysekarte, der Topographie, der Flächennutzung, aktueller Luftbilder sowie den Erkenntnissen aus der FITNAH-Simulation werden im Folgenden für das Stadtgebiet von Bergkamen Planungsempfehlungen aus stadtklimatologischer Sicht abgeleitet. Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass lediglich die Umweltaspekte Klima und Lufthygiene zur Ausweisung der Planungshinweise herangezogen wurden. Eine Abwägung mit weiteren ökologischen Belangen oder der Raumentwicklung dienenden Vorgaben ist nicht erfolgt und daher bei allen Vorhaben zu prüfen.

Insbesondere mit Blick auf die prognostizierten klimatischen Veränderungen, die sich bedingt durch den globalen Klimawandel im Laufe des 21. Jahrhunderts in der Region einstellen und zu einer Verschärfung der thermischen Stadt-Umland-Verhältnisse führen werden, soll durch die Beachtung und Umsetzung der Maßnahmenempfehlungen eine klimawandelgerechte Stadtentwicklung in Bergkamen gesichert werden. Die ausgewiesenen Planungsempfehlungen sind dabei als Rahmenvorgaben anzusehen, die der Bauleitplanung als Orientierung für eine nachhaltige Anpassung der Stadt an den Klimawandel dienen sollen. Das Ziel ist der Erhalt klimatisch positiver Raumstrukturen sowie die Aufwertung der aus klimaökologischer Sicht belasteten Siedlungsbereiche zum Wohle der städtischen Bevölkerung.

Zu diesem Zweck wird im Folgenden zunächst die gesamtstädtische Planungshinweiskarte dargestellt und beschrieben, bevor anschließend eine Konkretisierung der Planungsempfehlungen auf Ebene der Stadtbezirke erfolgt. Die Erstellung der Planungshinweiskarte und die Ausweisung der Maßnahmenempfehlungen basieren auf den Vorgaben der VDI-Richtlinie 3787 Blatt 1 (VDI 1997/2003).

8.1 Planungshinweiskarte

Die Planungshinweiskarte (siehe Karte 9.1) beinhaltet mit den Ausgleichs- und Lasträumen, den raumspezifischen Hinweisen, den lokalen Hinweisen sowie den Informationen zum Luftaustausch vier Darstellungsebenen, die im Folgenden zunächst näher erläutert werden.

8.1.1 Darstellungsebenen der Planungshinweiskarte

Die **erste Darstellungsebene** beinhaltet die flächenhafte Differenzierung des Stadtgebietes von Bergkamen anhand von klimatischen Ausgleichs- und Lasträumen. Diese werden auf Basis der Klimatope abgeleitet und stellen räumliche Einheiten mit vergleichbaren Eigenschaften bezüglich der Flächennutzung, der Bebauungsdichte, dem Versiegelungsgrad, der Rauigkeit

und dem Vegetationsbestand dar. Somit können für diese Bereiche flächenhaft gültige Planungsempfehlungen ausgesprochen werden, für die anhand der weiteren Darstellungsebenen lokale Konkretisierungen erfolgen können.

In der **zweiten Darstellungsebene** werden raumspezifische Hinweise ausgewiesen. Hierzu zählen linienhafte Strukturen der Hauptverkehrsstraßen und Bahnanlagen sowie flächenhafte Hinweise für die Bereiche der Kaltluftsammlgebiete und zur Vernetzung von Grünflächen.

Die **dritte Darstellungsebene** liefert lokale (Planungs-)Hinweise. Neben der Identifizierung von Bereichen, die sich aus klimatischer Sicht für eine weitere maßvolle Verdichtung oder Neubebauung eignen, werden Gebiete lokalisiert, in denen auf eine weitere Verdichtung verzichtet werden sollte. Zudem werden u.a. an bestimmten Siedlungsrändern Empfehlungen zur Festsetzung von Bebauungsgrenzen ausgesprochen, die dem Schutze bzw. Erhalt der klima-ökologischen Funktionen der angrenzenden Grün- und Freiflächen dienen sollen.

Die Planungsempfehlungen bezüglich der Luftaustauschverhältnisse im Stadtgebiet werden in einer **vierten Darstellungsebene** beschrieben. Neben Luftleitbahnen und Bereichen der Frischluftzufuhr werden die nächtlichen Kaltluftabflüsse dargestellt und Flächen aufgezeigt, bei denen der Luftaustausch gefördert oder erhalten bleiben sollte.

8.1.1.1 Ausgleichs- und Lasträume

Im Stadtgebiet von Bergkamen nehmen diverse Flächen eine lokale Ausgleichsfunktion zu klimatischen bzw. lufthygienischen Belastungen ein. Die Ausgleichsräume können in die vier Flächentypen Gewässer, Freiland, Wald sowie Park- und Grünanlagen eingeteilt werden. Neben den Ausgleichsräumen wird das Stadtgebiet durch Lasträume geprägt. Hierbei kann in Abhängigkeit vom Versiegelungsgrad, der Bebauungsdichte und der Höhe der Gebäude zwischen unterschiedlich stark ausgeprägten Lasträumen unterschieden werden. Im Folgenden werden die unterschiedlichen Arten der Ausgleichs- und Lasträume charakterisiert, indem ihre Wirkungen auf das Stadtklima beschrieben sowie raum- und nutzungsbezogene Planungsempfehlungen aufgezeigt werden.

Bioklimatischer Ausgleichsraum Gewässer

Gewässer zeichnen sich durch ausgeglichene klimatische Verhältnisse mit gedämpftem Tagesgang der Lufttemperatur und einer erhöhten Luftfeuchtigkeit aus. Die tagsüber kühlende Wirkung bleibt insbesondere bei kleineren Gewässern zumeist auf den Wasserkörper sowie die unmittelbare Umgebung beschränkt. Die geringe Rauigkeit von Gewässerflächen begünstigt die Austausch- und Ventilationsverhältnisse, wodurch linienhafte Gewässerstrukturen die Funktion als Luftleitbahn einnehmen können.

Daher ist bei Gewässern eine Sicherung bzw. Förderung der Belüftungsfunktion für angrenzende Bebauungsstrukturen anzustreben. Zu diesem Zweck sollten die Uferbereiche sowie die Übergangszonen zwischen Gewässern und Siedlungskörpern von riegelförmiger Bebauung und Bepflanzung freigehalten werden. Gewässer und angrenzende Grünflächen stellen zudem wertvolle Zonen für die Naherholung dar und sollten als solche erhalten und gestaltet werden.

Regional bedeutsamer Ausgleichsraum Freiland

Die zumeist geringen Emissionen im Freiland werden großflächig verteilt und die Windgeschwindigkeiten durch geringe Bodenrauigkeiten erhöht. Durch die nächtliche Produktion von Kaltluftmassen können Kaltluftabflüsse begünstigt sowie bodennahe Flurwindssysteme bei einem starken Temperatur- bzw. Druckgefälle zur überwärmten Innenstadt angetrieben werden. Die ausgleichenden Funktionen können sich jedoch erst bei einer ausreichend großen Freilandfläche, einer geringen Emittentenzahl und im Falle von Kaltluftabflüssen durch eine ausreichende Reliefdynamik einstellen. Besonders günstige Durchlüftungsverhältnisse ergeben sich für Freilandbereiche in Kuppen- oder Hanglagen. In ebener Lage werden dagegen nächtlich produzierte Kaltluftmassen nur schlecht transportiert und Muldenlagen stellen sich als Kaltluftsammelgebiete dar. Die Ansammlung von Kaltluftmassen ist mit der Gefahr der Schadstoffanreicherung verbunden und führt zudem dazu, dass die Kaltluftmassen keine Wirkung in der Umgebung erzielen können.

In Muldenlagen und Niederungsbereichen sollte daher auf die Ansiedlung von Emittenten (insbesondere mit geringer Emissionshöhe) verzichtet werden. Die stadtnahen Freiflächen sind grundsätzlich als Ausgleichsräume zu sichern und somit von Bebauung freizuhalten. Zudem ist eine Grünflächenvernetzung in die Siedlungsbereiche hinein anzustreben und von einer riegelförmigen Bebauungsstruktur an den Siedlungsrändern abzusehen. An Hängen, die als Kaltluftabflussbahnen fungieren, sind hangparallele Zeilenbebauung sowie dichte Bepflanzungen mit Riegelwirkung zu vermeiden. Neben der Größe einer Freifläche wirken sich auch die Art der Nutzung und die thermischen Eigenschaften des Bodens sowie der bodenbedeckenden Vegetation auf die Wirksamkeit von kalt- und frischluftproduzierenden Flächen aus. So produzieren beispielsweise gut wasserversorgte Feld- und Wiesenflächen mehr Kaltluft als Waldgebiete. Durch die Art der Nutzung und Vegetationswahl können diese Ausgleichsräume daher aus klimatischer Sicht aufgewertet werden.

Lokal bedeutsamer Ausgleichsraum Park- und Grünanlagen

Park- und Grünanlagen stellen grundsätzlich bioklimatisch wertvolle innerstädtische Ausgleichsräume dar. Dabei ist die Reichweite der klimatischen Ausgleichswirkung von ihrer Flächengröße, ihrer Ausgestaltung, ihrer Anbindung an die Bebauung sowie der Reliefsituation

abhängig. Während eine dichte Randbebauung auch bei großen Grünflächen eine Fernwirkung unterbinden kann, kann die Wirkung kleinerer Flächen in Kuppenlage aufgrund reliefbedingter Kaltluftabflüsse über die Fläche selbst hinausreichen. Voraussetzung hierfür ist das Vorhandensein ausreichend breiter, rauhigkeitsarmer Belüftungsbahnen, entlang derer die kühleren Luftmassen abfließen können. Eine besondere Funktion kommt den Grünzügen als Trennungselement zwischen Wohngebieten und emittierenden Industrie- und Gewerbegebieten oder stark befahrenen Straßen zu. Hier erfüllen sie einerseits eine Abstandsfunktion, andererseits bewirken sie eine Verdünnung und Filterung von Luftschadstoffen. Darüber hinaus fördern Grünzüge durch die Entstehung kleinräumiger Luftaustauschprozesse eine Unterbrechung von Wärmeinseln. Bei einer engen Vernetzung und einer stadträumlich sinnvollen Anordnung tragen daher auch kleinere Grünflächen zur Abmilderung des Wärmeinseleffekts bei. Zudem zeigen kleine, isoliert liegende Grünflächen, wie z.B. begrünte Innenhöfe, zwar keine über die Fläche hinausreichende Wirkung, stellen aber als „Klimaoasen“ gerade in den dicht bebauten Innenstädten wichtige lokale Freizeit- und Erholungsräume für die Bevölkerung dar.

Innerstädtische Park- und Grünanlagen sollten daher von Bebauung oder Versiegelung freigehalten werden. Vorhandene Vegetationsstrukturen sollten erhalten, ausgebaut und miteinander vernetzt werden. Bei der Gestaltung von Park- und Grünanlagen ist den zukünftigen klimatischen Bedingungen bereits heute Rechnung zu tragen. Zunehmende Sommerhitze und damit verbundene längere Trockenperioden erfordern eine gezielte Auswahl von geeigneten Pflanzen. Zudem sollte ein vermehrter Einsatz bodenbedeckender Vegetation erfolgen, um ein Austrocknen der Stadtböden im Sommer zu vermeiden, da dies bei Starkregenereignissen mit einer verminderten Versickerung und somit erhöhtem Überschwemmungsrisiko einhergeht. Um die positiven klimatischen Effekte der Park- und Grünanlagen zu erhalten, kann künftig während sommerlicher Trockenperioden auch eine vermehrte Bewässerung der urbanen Vegetation erforderlich werden. Zu diesem Zwecke sind Anlagen zur Sammlung des Niederschlagswassers der umliegenden Bebauung ratsam. Grundsätzlich ist bei Park- und Grünanlagen durch eine vielgestaltige Vegetationsstruktur die Schaffung differenzierter Mikroklimata zu erzielen. Die Vernetzung mit den direkt angrenzenden Siedlungsräumen ist insbesondere bei größeren Parks anzustreben, während kleinere Grünflächen zu den Rändern geschlossen werden sollten, um eine lokale „Oasenfunktion“ herzustellen.

Bioklimatischer Ausgleichsraum Wald

Waldflächen innerhalb eines Stadtgebietes sind grundsätzlich als klimatisch wertvolle Ausgleichsräume einzustufen. Die positiven klimatischen Eigenschaften liegen insbesondere in der Fähigkeit, durch Schadstoffadsorption und -diffusion die Luftqualität zu verbessern. Dort, wo hoch belastete Areale an sensible Wohnbereiche aneinandergrenzen, können Wälder eine bedeutsame Puffer- oder Trennfunktion der unterschiedlichen Nutzungsansprüche erfüllen.

Zudem stellen Wälder aufgrund der gedämpften Strahlungs-, Temperatur- und Windverhältnisse während sommerlicher Hitzeperioden wichtige Regenerationsräume zur Naherholung für die städtische Bevölkerung dar. Vorhandene Waldflächen sollten daher erhalten und nach Möglichkeit ausgeweitet werden. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass vorhandene Ventilations- und Kaltluftabflussbahnen zu erhalten und von dichter und hoher Bepflanzung freizuhalten sind, da der Wald die Oberflächenrauigkeit erhöht und somit den Luftaustausch einschränkt.

Ferner sind auch die Wälder dem Klimawandel anzupassen. Ein erhöhtes Temperaturniveau, ausgedehnte Trockenphasen, längere Vegetationsperioden, Veränderungen im Wasserhaushalt, häufigere Starkregen- und Sturmereignisse sowie die Ausbreitung neuer Baumkrankheiten stellen nur einige klimawandelbedingte Herausforderungen für das Ökosystem Wald dar. Reine Nadelwälder sind durch den Klimawandel besonders bedroht, während artenreiche Wälder anpassungsfähiger und stabiler gegenüber den Klimaveränderungen sind. Daher gilt es, baumartenreiche Mischwälder zu etablieren, in denen heimische Laubbaumarten (z.B. Buche, Traubeneiche) vertreten sind und mit fremdländischen Baumarten durchmischt werden, die an die künftigen Klimabedingungen angepasst und nicht krankheitsanfällig sind sowie idealerweise zu einer Verbesserung der Bodeneigenschaften beitragen (MKULNV 2012).

Lastraum der überwiegend locker und offen bebauten Wohngebiete

Die Flächen, die dem „Lastraum der überwiegend locker und offen bebauten Wohngebiete“ zugeordnet sind, entsprechen in ihrer Ausdehnung den Flächen der Vorstadt- und Stadtrandklimatope in der Klimaanalysekarte. Kennzeichnend für diese Flächen ist die aufgelockerte und offene Bauweise mit einer hohen Durchgrünung. Dadurch ist in diesen Bereichen von einer nur geringen bis mäßigen Änderung der Klimaelemente auszugehen, weshalb die lufthygienischen und bioklimatischen Verhältnisse grundsätzlich positiv zu bewerten sind.

Um die günstige klimatische Situation in diesem Lastraum zu sichern, sollten die Bebauungsstrukturen in weiten Teilen erhalten bleiben und nicht weiter verdichtet werden. Dies gilt insbesondere für locker bebaute Wohngebiete, die an höher versiegelte Bereiche der weiteren Lasträume angrenzen. Damit eine Ausdehnung der überwärmten Bereiche im Zuge des Klimawandels zukünftig vermieden werden kann, sollte die Grünausstattung erhalten und aufgewertet werden. Zudem sollte die Sicherung und Anlage von Grünflächen zur Verbesserung bzw. zum Erhalt der Belüftungssituation sowie eine Vernetzung der Grün- und Freiflächen mit den stärker belasteten Räumen angestrebt werden. Punktuell sind Entsiegelungs- bzw. Rückbaumaßnahmen an (überdimensionierten) Erschließungs- und Stellplatzflächen ratsam. Zur

nachhaltigen Sicherung der insgesamt positiven lufthygienischen Verhältnisse in diesem Lastraum ist eine Reduzierung der Emissionen durch Hausbrand und den Verkehr, v.a. entlang der Einfallstraßen, anzustreben.

Lastraum der überwiegend dicht bebauten Wohn- und Mischgebiete

Der Lastraum der überwiegend dicht bebauten Wohn- und Mischgebiete entspricht hinsichtlich seiner räumlichen Ausdehnung dem Klimatotyp Stadtklima in der Klimaanalysekarte. Neben der bioklimatischen Belastung in diesem Bereich herrscht ebenfalls ein höheres lufthygienisches Belastungspotential.

Im Vergleich zur hochverdichteten Innenstadt ist die Bebauung in diesen Bereichen zwar etwas weniger stark verdichtet, führt aber dennoch zu einer deutlichen Veränderung der mikroklimatischen Verhältnisse gegenüber dem unbebauten Umland. Hierzu zählen insbesondere eine erhöhte thermische und zugleich bioklimatische Belastung sowie eingeschränkte Luftaustauschbedingungen. Besonders problematische Verhältnisse entstehen dort, wo bodennahe Emittenten (v.a. Kfz-Verkehr) zu einer Schadstoffanreicherung führen.

Als Maßnahme zur Verbesserung der klimatischen und lufthygienischen Situation in den überwiegend dicht bebauten Wohn- und Mischgebieten sollten generell Park- und Grünflächen erhalten, neu geschaffen und miteinander vernetzt werden, um die negativen mikroklimatischen Verhältnisse abzumildern bzw. zu verbessern. Zudem sind die Vermeidung von weiteren Verdichtungsmaßnahmen sowie die Auflockerung der vorhandenen Bebauungsstrukturen zu nennen. Dies kann in Form von Entsiegelungs- und Rückbaumaßnahmen sowie durch Begrünungsmaßnahmen erfolgen. Beispielsweise durch die Entkernung und Begrünung von hochversiegelten Innenhöfen, wo bei ausreichender Größe zur Verbesserung des Mikroklimas locker stehende Baumbestände angelegt werden können. Dach- und Fassadenbegrünungen sind weitere Möglichkeiten, um in den Hinterhofbereichen eine Verbesserung der stadtklimatischen Bedingungen zu erzielen. Zusätzlich sind Begrünungsmaßnahmen mit dem Schwerpunkt der Anpflanzung höherer Vegetation und großkroniger Bäume umzusetzen. Eine Ausnahme bilden Straßenzüge mit schluchtartigem Charakter und hohem Aufkommen bodennahe Emittenten, da ein geschlossenes Kronendach in diesen Bereichen den Luftaustausch einschränken und somit zur Schadstoffanreicherung führen kann.

Die Begrenzung des Versiegelungsgrades sowie die Festsetzung von Bepflanzungsmaßnahmen ist in den rechtlichen Grundlagen der Gestaltungssatzung nach § 9 (1) BauO NRW und dem § 9 (1) BauGB geregelt. Weitere wichtige Umsetzungsinstrumente sind Förderprogramme zur Blockinnenhofbegrünung und Wohnumfeldverbesserung. Über Baumschutzsatzungen so-

wie die Überprüfung bauordnungsrechtlicher Nebenbestimmungen sind Möglichkeiten gegeben, Maßnahmen umzusetzen und schützenswerte Elemente zu erhalten. Geschwindigkeitsbeschränkungen (Einrichtung von Tempo 30-Zonen), die Ausweisung von Wohnstraßen sowie die Reduzierung von Kfz-Stellplätzen bieten Möglichkeiten, verkehrsbedingte Emissionen erheblich zu reduzieren.

Lastraum der hochverdichteten Innenstadt

Der Lastraum der hochverdichteten Innenstadt ist durch eine dichte Bebauungsstruktur mit z.T. hohen Gebäuden, einen hohen Versiegelungsgrad und einen sehr geringen Grünflächenanteil geprägt. Ein weiteres charakteristisches Merkmal ist die Ausbildung von Straßenschluchten, d.h. die Gebäudehöhe übertrifft deutlich die Straßenbreite. Typisch ist auch ein hohes Verkehrsaufkommen. Diese Eigenschaften zusammen bewirken die stärkste Ausprägung des Stadtklimas, was sich durch erhöhte Lufttemperaturen insbesondere in den Sommermonaten bemerkbar macht. Verschlechterte Belüftungsverhältnisse sowie hohe lufthygienische Belastungen sind ebenso die Folge der starken anthropogenen Überformung. Besonders nachteilig in klimatischer und lufthygienischer Hinsicht wirkt sich die geringe Anzahl an Grünanlagen aus. Daher ist es wichtig, dort kleinräumige Grünareale zu schaffen, um auf eine Milderung des Stadtklimas hinzuwirken.

Begrünungsmaßnahmen können in der Planung und Baugenehmigung über eine Gestaltungsatzung nach Pflanzgeboten gemäß § 9 (1) 25 a und 25 b BauGB in Verbindung mit § 178 BauGB umgesetzt werden. Zur Begrenzung der Neuversiegelung und zum Erhalt von Freiflächen sind Festsetzungen im Bebauungsplan zur Gestaltung u.a. von Stellplätzen nach § 9 (1) BauGB und § 9 (1) BauO NRW heranzuziehen. Die Begrenzung der Stellplatzzahl ist nach § 9 (1) Nr. 4 BauGB in Verbindung mit § 12 (6) BauNVO festzusetzen.

Insbesondere Rückbaumaßnahmen (z.B. innerstädtischer Gewerbeflächen) sind als Chance zur Integration von mehr Grün in die hochverdichtete Bebauung zu ergreifen. Nach Möglichkeit ist eine erneute Versiegelung zu vermeiden und anstelle dessen Park- und Grünanlagen anzulegen. Bei unumgänglicher Neubebauung ist auf einen möglichst geringen Versiegelungsgrad und umfangreiche Begrünungsmaßnahmen hinzuwirken. Dies können die Anpflanzung großkroniger Laubbäume im Straßenraum, die Grüngestaltung eines Innenhofes sowie die Begrünung von Tiefgaragen, Dächern und Fassaden sein. Dachbegrünungen sind vor allem dort effektiv, wo niedrige Flachdächer klimatisch auf umstehende, höhere Gebäude wirken können (etwa in bebauten Innenhöfen). Bei ausreichender Größe der angelegten Dachbegrünung kann so der Wärme- und Feuchtehaushalt spürbar verbessert werden. Des Weiteren

kann einer Überwärmung im Innenstadtbereich auch durch die Wahl geeigneter Baumaterialien und die Farbgestaltung von Hausfassaden und -dächern, die Integration von Verschattungselementen sowie einer optimierten Gebäudeausrichtung entgegen gewirkt werden.

Zur Verbesserung des Mikroklimas hochversiegelter Aufenthaltsbereiche im Außenraum (z.B. Fußgängerzone und öffentliche Plätze) sollten Schattenelemente installiert, großkronige Bäume angepflanzt sowie offene, bewegte Wasserelemente (z.B. Springbrunnen) geschaffen werden.

Lasträum der Gewerbe- und Industrieflächen

Diese Gebiete sind zumeist durch einen sehr hohen Versiegelungsgrad, einen entsprechend geringen Grünflächenanteil sowie (in Abhängigkeit von der Art der angesiedelten Unternehmen) erhöhte Emissionen von Lärm und Luftschadstoffen gekennzeichnet. Zu den stadtklimatischen Auswirkungen der Industrie- und Gewerbeflächen zählen demnach eine hohe thermische, bioklimatische und lufthygienische Belastung sowie eine eingeschränkte Belüftungssituation.

Zu den Entwicklungszielen für die Industrie- und Gewerbeflächen zählen neben der Reduzierung nachteiliger Wirkungen auf die umliegenden Gebiete die Optimierung der lufthygienischen Situation sowie die Vermeidung großflächiger Wärmeinseln. Weiterhin ist die Entwicklung von akzeptablen Aufenthaltsqualitäten im Gewerbeumfeld tagsüber anzustreben.

Maßnahmen, die zu einer Verbesserung der Situation in den Lasträumen der Gewerbe- und Industriegebiete führen, bestehen in erster Linie in der Entsiegelung und dem Erhalt sowie der Erweiterung von Grün- und Brachflächen. Eine weitere sinnvolle Maßnahme ist die Begrünung von Fassaden und Dächern. Die hoch verdichteten Bauflächen sowie Lager- und Freiflächen sollten durch die Anlegung breiter Pflanzstreifen gegliedert werden. Darüber hinaus bieten sich Stellplatzanlagen und das Umfeld von Verwaltungsgebäuden für Begrünungsmaßnahmen an. Um den Kern der Gewerbebezonen herum sollte ein bepflanzter Freiraum als Puffer (Immissionsschutzpflanzung) zu angrenzenden (Wohn-)Flächen eingerichtet werden.

Bei Neuplanungen von Gewerbe- und Industriegebieten ist darauf zu achten, in den jeweiligen Planungsstufen die Belange von Klima und Lufthygiene zu berücksichtigen. Dies gilt insbesondere für die Rahmenplanung, das Bebauungsplanverfahren, die Vorhaben- und Erschließungsplanung sowie das Baugenehmigungsverfahren.

Klimawirksame Maßnahmen lassen sich im Bebauungsplan für neue, aber auch für bereits bestehende und zu erweiternde Standorte durchführen. So ist im Rahmen der Eingriffsrege-

lung - soweit möglich - darauf zu achten, zumindest einen Teil der Kompensationsmaßnahmen auf dem Gelände selbst durchzuführen, nicht nur um eine Einbindung in das Landschaftsbild zu erwirken, sondern auch um zu einer Verbesserung der klimatischen und lufthygienischen Bedingungen vor Ort beizutragen. Mit Hilfe geeigneter Festsetzungen ist eine Begrenzung der Flächeninanspruchnahme sowie eine ausreichende Grünausstattung vorzugeben. Weiterhin ist durch eine geeignete Baukörperanordnung und die Einschränkung bestimmter Bauhöhen eine optimale Durchlüftung zu gewährleisten.

8.1.1.2 Raumspezifische Hinweise

Raumspezifische Hinweise beziehen sich auf Planungsempfehlungen, die sich nicht in Last- oder Ausgleichsräume einordnen lassen, aber von hoher klimatischer und lufthygienischer Relevanz sind.

Grünvernetzung

Durch zusätzliche Begrünungsmaßnahmen können bereits existierende Wald-, Frei- und Grünflächen miteinander vernetzt werden, was zur Verbesserung der bioklimatischen und lufthygienischen Situation beiträgt. Darüber hinaus werden so wichtige Pufferräume geschaffen und stadtklimatische Belastungen abgemildert.

Unter Grünvernetzung sind der Erhalt und Ausbau vorhandener Grün- und Freiflächen sowie die Einbeziehung von Grünflächen im hausnahen Bereich und von Straßengrün in umfangreiche Begrünungsmaßnahmen zu verstehen. Auch Dach- und Fassadenbegrünungen können in diesem Zusammenhang einen wichtigen Beitrag leisten. Bei allen Bebauungsmaßnahmen in diesen Bereichen sollte in Zukunft sorgfältig abgewogen werden, inwieweit sie erforderlich und klimatisch verträglich sind.

Innerhalb der ausgewiesenen Bereiche zur Grünvernetzung sind zum Teil Gewerbegebiete angesiedelt, die durch intensive Dach- und Fassadenbegrünungen sowie die Begrünung von Lagerflächen und Parkplätzen eingebunden werden sollten.

Hauptverkehrsstraßen

Breite Straßenbänder erweisen sich sowohl tagsüber als auch in der Nacht durch eine starke Überwärmung als klimatisch belastet. Aufgrund ihrer geringen Oberflächenrauigkeit können sie die Funktion von Belüftungsschneisen erfüllen, die jedoch hohe Emissions- und Immissionsbelastungen aufweisen und darüber hinaus hohe Lärmbelastungen im Straßenraum und der angrenzenden Umgebung.

Dabei wurden alle Straßenabschnitte mit mindestens 20.000 Kfz/Tag (DTV-Werte) als Hauptverkehrsstraßen definiert. Wo Lärmschutzwände existieren, konzentrieren sich die Schadstoffe weitgehend auf den Straßenquerschnitt und nehmen im angrenzenden Raum rasch ab. Bei freier Lage allerdings können die Emissionen bis zu mehrere hundert Meter in die Umgebung eindringen. Zusätzlich führen hohe Lärmemissionen zu starken Umweltbelastungen in den angrenzenden Bereichen. Wesentliches Planungsziel sollte daher sein, Lärm- und Schadstoffbelastungen langfristig abzubauen. Neben Maßnahmen zur Verkehrsreduzierung sollten aktive und passive Lärmschutzmaßnahmen sowie Grünpuffer und Abstandszonen zu angrenzender Wohnbebauung eingerichtet werden.

Bahnanlagen

Ähnlich wie Straßen können auch Bahntrassen als Belüftungsbahnen wirksam sein. Obwohl sich die Luftmassen tagsüber über den Bahnanlagen stark erwärmen, kühlen sie nachts auch wieder rasch ab. Da es sich um Bereiche mit geringen Emissionen handelt, zählen Bahnanlagen zu den Entlastungsräumen in einem Stadtgebiet.

Frische und kühlere Luftmassen aus den Ausgleichsräumen können über diese rauheitsarmen Flächen bis in die Randbereiche des Stadtzentrums gelangen und dort die bioklimatische Situation begünstigen. Erhöhte Bahndämme sowie dichte Bepflanzung entlang der Trassen können im Bereich von Freiflächen lokale Kaltluftabflüsse an Hängen behindern. Das Ziel sollte den Schutz und Erhalt der Belüftungs- und Kaltluftbahnen darstellen.

Kaltluftsammelgebiete

In Niederungsbereichen und durch die Barrierewirkung von Dämmen (etwa von Straßen oder Gleisanlagen) können Kaltluftbewegungen zum Erliegen kommen, wodurch Kaltluftsammelgebiete entstehen. In diesen Bereichen können nächtliche Bodeninversionen gekoppelt mit einer erhöhten Nebelbildung auftreten. Die hierdurch eingeschränkten Belüftungsverhältnisse können zu einer verstärkten Anreicherung von Luftschadstoffen führen, wenn entsprechende bodennahe Emittenten vorhanden sind. In diesen Bereichen sollte möglichst keine Bebauung erfolgen bzw. die vorhandene Bebauung keine weitere Verdichtung erfahren. Insbesondere eine Ansiedlung von bodennahen Emittenten sollte vermieden werden oder – falls unvermeidbar – ist darauf zu achten, dass die Emissionen in größerer Höhe freigesetzt werden. Zudem sollten auch Maßnahmen zur Reduzierung der Verkehrsemissionen in diesen Bereichen angestrebt werden. Um eine Verbesserung der lufthygienischen Situation in Kaltluftsammelgebieten mit angesiedelten Emittenten zu erzielen, sollten Belüftungsbahnen geöffnet werden.

8.1.1.3 Lokale Hinweise

Zusätzlich zu den allgemeinen Empfehlungen für die Ausgleichs- und Lasträume liefern die lokalen Hinweise konkrete Planungsempfehlungen für bestimmte Bereiche. Sie gelten teilweise Flächenscharf oder schließen deren unmittelbares Umfeld ein. Die Hinweise „Weitere Bebauung möglich“, „Keine weitere Verdichtung“, „Begrünung Gewerbe und Industrie“ sowie „Begrünung im Wohnbereich“ beziehen sich dagegen auf größere Areale der Quartiersebene.

Die Hinweise haben immer auch einen exemplarischen Charakter. Empfehlungen, die für eine bestimmte Fläche gegeben werden, können und sollen daher auch auf Bereiche mit vergleichbaren Voraussetzungen übertragen werden.

Weitere Bebauung möglich

Bereiche, in denen eine weitere Bebauung keine zusätzlichen oder nur vertretbare nachteilige Auswirkungen auf die Ausprägung der klimatischen Bedingungen hätte, sind in der Planungshinweiskarte durch das Symbol „Weitere Bebauung möglich“ hervorgehoben. Bei der Bebauung oder Schließung einzelner Baulücken in diesen Gebieten ist zu berücksichtigen, dass die vorhandene Bebauungsstruktur umliegender Wohngebiete weitgehend aufgegriffen und eine zu hohe Verdichtung vermieden werden sollte. Bei einer Bebauung am Siedlungsrand ist durch die Gebäudeausrichtung (keine Riegelbebauung zum Umland) die Belüftungssituation zu erhalten.

Keine weitere Verdichtung

Bereiche, die aufgrund weiterer Bautätigkeiten und Nachverdichtungen nachteilige klimatische Veränderungen erfahren würden, sind durch das Symbol „Keine weitere Verdichtung“ in der Planungshinweiskarte gekennzeichnet.

Diese Empfehlung wird vor allem für hochverdichtete Innenstadtbereiche, aber auch für locker bebaute Wohngebiete, die daran angrenzen, ausgesprochen. Bautätigkeiten im Bereich dieser Flächen würden eine Verschlechterung der klimatischen Situation im Umfeld bewirken und so zu einer Intensivierung und Ausdehnung überwärmter Gebiete führen.

Teilweise wird auch für Quartiere, die aufgrund ihrer aufgelockerten Bebauungsstruktur und ihres hohen bis sehr hohen Grünflächenanteils eine wichtige Funktion als Regenerationsraum einnehmen, empfohlen, eine weitere Verdichtung zu vermeiden. Aufgrund ihrer Vernetzungsfunktion zwischen angrenzenden Frei- und Grünflächen kann diesen Bereichen eine besonders hohe klimatische Bedeutung beigemessen werden und eine weitere Verdichtung könnte die Regenerations- und Ausgleichsfunktion dieser Flächen einschränken.

Klimatische Baugrenzen

Um klimatisch wertvolle Räume zu schützen und eine Zersiedelung des Stadtgebietes zu verhindern, wurde an besonders wichtigen Stellen das Liniensymbol „Klimatische Baugrenzen“ gesetzt. Das Ziel ist, eine über die Begrenzung hinausgehende Bebauung zu vermeiden, um die klimatischen Ausgleichsfunktionen der angrenzenden Grün- und Freiflächen zu erhalten. Insbesondere Kalt- und Frischluftproduktionsflächen, Belüftungsbahnen und Grünflächenvernetzungen sollen durch Baugrenzen nicht weiter eingeschränkt werden.

Anstreben klimatischer Baugrenzen

Im Gegensatz zu klimatischen Baugrenzen, die eine Vermeidung der Bautätigkeit jenseits der Grenze empfehlen, ist durch das Symbol „Anstreben klimatischer Baugrenzen“ eine möglichst weitgehende Zurückhaltung bei Bautätigkeiten über die Grenzen hinaus anzustreben. Einzelne Gebäude können durchaus die Grenze überschreiten, größere zusammenhängende Baugebiete sollten jedoch nicht in den Außenraum vordringen.

Begrünung im Wohnbereich

Neben größeren Parks und Grünanlagen können auch kleinere begrünte Flächen in bebauten Gebieten eine bioklimatische Entlastung der Bevölkerung begünstigen. Gegenüber den größeren Flächen beschränken sich bei diesen kleinen Grünflächen die klimatischen Auswirkungen in der Regel auf die Flächen selbst (Oaseneffekt). Eine positive Wirkung wird also vor allem erzielt, wenn die Flächen als Aufenthaltsraum aufgesucht werden und die Bevölkerung somit während klimatisch belastender Wetterlagen von den kleinräumigen bioklimatischen und lufthygienischen Vorteilen profitieren kann.

Zu den Begrünungsmaßnahmen in Wohnbereichen zählen u.a. die Bepflanzung und Begrünung von Fußgängerzonen, öffentlichen Plätzen, Straßenräumen und größeren Innenhöfen. Für die Bevölkerung werden durch diese Maßnahmen wichtige Klimaoasen zur Regeneration geschaffen. Neben Entsiegelungsmaßnahmen und der Anpflanzung schattenspendender großkroniger Bäume können auch Fassaden- und Dachbegrünungen eine verminderte Erwärmung in den Sommermonaten erwirken.

Die Begrünung im Wohnbereich wurde als Planungsempfehlung in erster Linie in Bereichen mit ungünstigen bioklimatischen und lufthygienischen Bedingungen ausgesprochen. Diese Bereiche zeichnen sich in der Regel durch ein hohen Versiegelungsgrad und einen geringen Grünflächenanteil aus.

Begrünung Gewerbe und Industrie

In den Gewerbe- und Industriegebiete mit dem Symbol „Begrünung Gewerbe und Industrie“ sollte nach Möglichkeit durch gezielte Entsiegelungs- und Begrünungsmaßnahmen eine klimatische Aufwertung angestrebt werden. So können Begrünungsmaßnahmen im Bereich großer Abstands-, Lager- oder Reserveflächen innerhalb der gewerblich und industriell genutzten Areale die mikroklimatischen Bedingungen verbessern. Dabei sollte in erster Linie die Anpflanzung von Gehölzen, großkroniger Bäume (z.B. auf Parkplätzen) und die Installation von Dachbegrünung forciert werden.

Hinweise zur Begrünung von Gewerbe- und Industriegebieten sind in nahezu allen größeren Gewerbe- und Industriegebieten in der Karte der Planungshinweise zu finden. Hier sind ausreichend große Frei- bzw. Dachflächen vorhanden, durch deren Begrünung eine Verbesserung der lokalklimatischen Bedingungen erzielt werden kann.

Begrünung im Straßenraum

Zusätzlich zu den lufthygienischen Belastungen und den Lärmemissionen durch den Kfz-Verkehr sind auch die bioklimatischen Verhältnisse aufgrund hoher Temperaturen und ungehinderter solarer Einstrahlung innerhalb einzelner Straßenräume oft sehr ungünstig. Durch eine Begrünung dieser Straßenzüge mit Bäumen und Sträuchern kann durch den Schattenwurf der Vegetation sowie die Verdunstung und Transpiration der Pflanzen eine Aufheizung der zu meist hochversiegelten Flächen vermindert werden.

Die Begrünung im Straßenraum sollte in erster Linie durch den Erhalt vorhandener großkroniger Laubbäume oder durch deren Anpflanzung erreicht werden. Gekennzeichnet sind diejenigen Straßen, in denen aus stadtklimatologischer Sicht ein besonderer Bedarf an Straßenbäumen gesehen wird. Dies schließt nicht aus, dass auch die Anpflanzungen von Bäumen in weiteren Straßenzügen klimatisch günstige Auswirkungen haben und zu begrüßen sind.

In Straßen mit schluchtartigem Charakter und hohem Verkehrsaufkommen ist eine zu dichte Anpflanzung großkroniger Bäume, die ein geschlossenes Kronendach über dem Straßenraum ausprägen, zu vermeiden. Hierdurch können die vertikalen Austauschverhältnisse eingeschränkt werden, was eine Akkumulation von Luftschadstoffen zur Folge haben kann. In solchen Straßenzügen wird daher empfohlen, möglichst kleinkronige Bäume mit ausreichendem Abstand anzupflanzen. Auf die Anlage von Alleen sollte insbesondere bei starken bodennahen Emissionen verzichtet werden. Derartige Einschränkungen zur Begrünung mit Bäumen gelten natürlich nur dort, wo sich unterhalb der Baumkrone signifikante Emissionsquellen befinden. Wenig befahrene Straßenabschnitte, öffentliche Plätze und Fußgängerzonen können durch eine Begrünung mit großkronigen Bäumen lokalklimatisch aufgewertet werden.

Bei der Auswahl von geeigneten Baumarten für die Begrünung im innerstädtischen Raum - dies gilt für eine Begrünung von Straßenzügen ebenso wie bei Parkbäumen - sind aus stadtklimatischer Sicht zwei Dinge zu beachten: Zum einen emittieren verschiedene Baumarten unterschiedlich große Mengen an flüchtigen organischen Stoffen, die zur Bildung von Ozon führen. Diese Bäume können so zu einer Erhöhung der Ozonbelastung beitragen und sind nicht zur Stadtbegrünung geeignet. Zum anderen müssen sich Stadtbäume auf veränderte, durch den Klimawandel verursachte Bedingungen einstellen. Insbesondere die zunehmende Sommerhitze in den Städten und damit verbundene sommerliche Trockenperioden fordern eine gezielte Auswahl von geeigneten Stadtbäumen für die Zukunft. Eine Liste geeigneter Straßenbäume mit fachlichen Empfehlungen wird vom Arbeitskreis Stadtbäume der Grünflächenamtsleiterkonferenz (GALK) herausgegeben und fortlaufend aktualisiert.

Immissionsschutzpflanzungen

In Bereichen mit bodennahen Emissionen können Immissionsschutzpflanzungen eine deutliche Verringerung der Immissionsbelastung bewirken. Um eine möglichst effektive Wirkung zu erzielen, sollte eine dichte und tiefe Gehölzanzpflanzung angelegt werden. Besonders geeignet sind solche Anpflanzungen dort, wo Wohnbebauung unmittelbar an Gewerbe- oder Industriegebiete sowie an stark befahrene Straßen angrenzt.

Park- und Grünanlagen

Größere Park- und Grünanlagen sind in der Lage, das Bioklima positiv zu beeinflussen. Sie können ein eigenständiges Mikroklima ausbilden und sind – je nach ihrer Ausstattung und der Umgebungsstruktur – fähig, einen positiven Einfluss auf die Umgebung zu erzielen. Darüber hinaus sind sie aufgrund weitgehend fehlender Emittenten in der Regel Frisch- und Reinluftgebiete und können bei geeigneter Ausstattung eine Filterfunktion für Luftschadstoffe ausüben. Zudem werden sie zur Naherholung von der städtischen Bevölkerung genutzt. Um möglichst differenzierte Mikroklimata zu erhalten, sollte eine abwechslungsreiche Pflanzstruktur mit Bäumen, Sträuchern und Wiesen angestrebt werden.

Waldflächen

Die positive Wirkung von Waldflächen wurde bereits unter dem Stichwort „Ausgleichsräume“ (s. oben) angesprochen. Größere zusammenhängende Wälder insbesondere im Nahbereich von Emittenten weisen neben einem günstigen Lokalklima auch eine Filterwirkung für Luftschadstoffe auf. Besonders effektiv ist die Filterwirkung bei Stäuben, aber auch gasförmige Luftbeimengungen können verdünnt und gebunden werden. Gerade in einem Ballungsraum wie dem Ruhrgebiet mit zahlreichen Emittenten spielen Waldflächen damit als Pufferraum eine wesentliche Rolle. Die vorhandenen Strukturen sollten daher erhalten bleiben und ausgebaut werden.

8.1.1.4 Luftaustausch

Der Luftaustausch trägt wesentlich zur Qualität des Mikroklimas bei. Überwärmte und mit Schadstoffen angereicherte Luftmassen können aus dem Stadtgebiet abgeführt und durch kühlere, immissionsärmere Luft aus dem Umland ersetzt werden. Neben Bereichen der Frischluftzufuhr und der Kaltluftabflüsse, deren Bahnen möglichst von weiterer Bebauung freigehalten werden sollten, werden in der Planungshinweiskarte Bereiche benannt, in denen Maßnahmen zur Förderung des Luftaustauschs ergriffen werden sollten, um die klimatische Situation in den angrenzenden Siedlungsbereichen zu erhalten bzw. zu verbessern.

Luftleitbahn

Besonders gut geeignet als Luftleitbahnen sind Flächen, die eine Mindestbreite von 50 m aufweisen, möglichst hindernisarm sind und eine ausreichend geradlinige Ausrichtung besitzen. Nur dann sind sie in der Lage, Luftmassen über längere Entfernungen ohne stärkere Verwirbelungen und Strömungswiderstände zu transportieren. Bei entsprechend geringer Oberflächenrauigkeit bzw. geringem Strömungswiderstand und geeigneter Ausrichtung können Luftleitbahnen zu einer wirkungsvollen Stadtbelüftung beitragen.

Zum Erhalt bzw. zur Aufwertung dieser Belüftungsbahnen sollten dort keine weiteren bodennahen Emittenten angesiedelt bzw. vorhandene Emissionen reduziert werden. Zudem ist im Bereich der Luftleitbahnen von einer weiteren Bautätigkeit abzusehen. Zur Unterstützung der Belüpfungsfunktion wird die Anlage rauigkeitsarmer Grünzonen im Umfeld der Belüftungsbahnen empfohlen. Zudem sollten Vernetzungsstrukturen in angrenzende klimatisch belastete Räume geschaffen und die Ränder der Luftleitbahnen in diesen Übergangsbereichen geöffnet werden.

Frischluftzufuhr

Große Freilandbereiche und Waldflächen sind für die Frischluftproduktion von großer Bedeutung. Bei geeigneten Windrichtungen können frische Luftmassen aus diesen Bereichen in die belasteten Stadtgebiete geführt werden und dort durch die Vermischung mit belasteten Luftmassen bzw. einen Luftmassenaustausch zu einer Verbesserung der Luftqualität beitragen.

Die Übergangsbereiche dieser Freiland- und Waldareale in die Bebauung sollten eine aufgelockerte, durchgrünte Bebauungsstruktur mit einheitlich geringen Gebäudehöhen aufweisen, um ein weites Vordringen der Frischluftmassen in die belasteten Stadtbereiche hinein zu ermöglichen. Zudem sollten die potentiellen Frischluftschneisen unbedingt von weiterer Bebauung, insbesondere von der Ansiedlung von Emittenten, freigehalten werden.

Kaltluftabfluss

Kaltluftabflüsse können insbesondere während sommerlicher Strahlungsnächte zur Abkühlung überwärmter Siedlungsbereiche beitragen und somit den Wärmeinseleffekt reduzieren. Die grundsätzlich dem Relief folgenden Abflussbahnen sind von Bebauung, Dammlagen und dichter Bepflanzung freizuhalten. Bei unvermeidbaren Bauungsvorhaben sollten offene und aufgelockerte Strukturen angestrebt und hangparallele Riegelbauungen unbedingt vermieden werden. Auf eine Ansiedlung von Emittenten im Bereich der Kaltluftabflussbahnen sollte ebenfalls verzichtet werden. Um die positiven klimatischen Effekte der kalten Luftmassen zu nutzen, sollten die Belüftungsbahnen mit den Siedlungsbereichen vernetzt werden.

Luftaustausch fördern und erhalten

Durch kleinräumige Verflechtungen größerer Frei- und Grünflächen mit angrenzenden lockeren bzw. durchgrünter Bauungsstrukturen können Kaltluftabflüsse und schwächere Ausgleichsströmungen in die Siedlungsgebiete eindringen, wodurch ein guter Luftaustausch und eine nächtliche Abkühlung der überwärmten Stadtbereiche gewährleistet werden kann. Abfallende Geländesituationen können die Frisch- und Kaltluftzufuhr in die angrenzenden Siedlungen begünstigen.

Um einen Luftaustausch zwischen den Flächen wirksam zu fördern, sollten die Frei- und Grünflächen an ihren Rändern offen gestaltet werden. Weiterhin können die Wirkungen durch Grünverbände zwischen Parkanlagen und umliegender Bebauung in Form von Straßenbäumen, begrünten Hausgärten oder zu den Grünflächen hin geöffneten Innenhöfen verstärkt werden. Eine riegelförmige und dichte Bebauung im Übergangsbereich zu den Grün- und Freiflächen ist zu vermeiden.

8.1.2 Gliederung der Stadt Bergkamen anhand der Planungshinweiskarte

Ein großer Teil der Siedlungsbereiche im Stadtgebiet von Bergkamen ist dem „Lastraum der überwiegend locker und offen bebauten Wohngebiete“ zuzuordnen. Einige Wohnsiedlungen sowie die Stadtteilzentren sind hier den klimatisch stärker belasteten Planräumen „Lastraum der überwiegend dicht bebauten Wohn- und Mischgebiete“ zugehörig. In den Stadtbezirken Weddinghofen und Bergkamen-Mitte existieren darüber hinaus Gebiete, die dem „Lastraum der hochverdichteten Innenstadt“ zuzuordnen sind. Hier dominieren (hoch-)verdichtete Lasträume, die sich jedoch insgesamt auf wenige und meist verhältnismäßig kleine Fläche erstrecken sowie in direkter Nachbarschaft zu locker bebauten Siedlungen oder sogar Grünflächen liegen – wie z.B. die Fußgängerzone in der Präsidentenstraße, die sich nahe des Waldgebietes zwischen der Straße „Am Wiehhagen“ und der Erich-Ollenhauer-Straße befindet. Nur westlich der Töddinghäuser Straße findet ein direkter Übergang von der innerstädtischen Bebauung über die Lasträume der überwiegend dicht bebauten Wohn- und Mischgebiete bis in die nördlich anschließenden großen Gewerbeflächen statt, so dass ein größerer Wärmeinselbereich resultiert. Um einer zu starken Aufheizung bei windschwachen, sommerlichen Strahlungstagen und einer hohen lufthygienischen Belastung in den Wohnbereichen entgegenzuwirken, sind die vorhandenen Grünflächen hier zu erhalten und weiter auszubauen. Dies betrifft insbesondere den Bereich zwischen der Wohnsiedlung südlich und dem Gewerbegebiet nördlich der Erich-Ollenhauer-Straße. Begrünungsmaßnahmen z.B. in Form von Immissionschutzpflanzung können hier eine Entlastung bringen.

Die Siedlungsbereiche im Stadtgebiet von Bergkamen sind durch eine starke Verflechtung unterschiedlich dicht bebauter Bereiche mit zahlreichen Grünanlagen und Freiflächen charakterisiert. Eine typische Abfolge von Lasträumen, wie sie in vielen Kommunen der Metropole Ruhr zu finden ist und die sich durch das Vorhandensein einer hochverdichteten Innenstadt im Zentrum mit nach außen immer stärker aufgelockerter Bebauung auszeichnet, existiert in Bergkamen nicht. Vielmehr sind in Bergkamen mehrere flächenmäßig kleine hochverdichtete Innenstadtbereiche mit einem raschen Übergang in zum Teil sehr stark durchgrünte Wohnsiedlungen und größere Grünanlagen und Waldgebiete typisch. Aus stadtklimatischer Sicht ist die geringe Größe der hochverdichteten Lasträume und die Nähe zu zahlreichen aufgelockerten, begrüneten Bereichen als sehr positiv zu beurteilen, da somit die Ausbildung sehr großer, überwärmter Bereiche weitgehend vermieden wird. Aus diesem Grund sollte in Zukunft darauf geachtet werden, die insgesamt aufgelockerte Bauweise möglichst zu erhalten. Auch die Zufuhr von Frischluft aus den umliegenden Freilandbereichen sollte zur Aufrechterhaltung eines günstigen Stadtklimas weiterhin ermöglicht werden. Daher sollte darauf geachtet werden, Luftleitbahnen zu erhalten bzw. hinsichtlich ihrer Luftqualität zu verbessern und Frischluftzufuhrbereiche nicht zu bebauen.

Die bioklimatischen Verhältnisse in den Bereichen des „Lastraums der überwiegend locker und offen bebauten Wohngebiete“ sind grundsätzlich als positiv zu bewerten. Um die günstigen klimatischen Eigenschaften vor dem Hintergrund des globalen Klimawandels langfristig zu sichern, sollten die offenen und begrünten Bebauungsstrukturen erhalten bleiben und insbesondere im Bereich von Belüftungsbahnen und/oder Grünnetzungen kleinräumige Entsiegelungs- und Begrünungsmaßnahmen durchgeführt und gefördert werden.

Insbesondere in den Randbereichen der Stadt Bergkamen konnten dennoch Bereiche ausgewiesen werden, bei denen aus rein stadtklimatologischer Sicht eine maßvolle Nachverdichtung, die punktuelle Schließung von Baulücken oder die Ausweisung kleiner Neubaugebiete unter Beachtung der vorherrschenden lockeren Bebauungsstruktur und entsprechend hohem Grünflächenanteil vertretbar ist. Um einerseits eine weitere Verschärfung der Situation in den stärker verdichteten Bereichen zu vermeiden und andererseits die positiven klimatischen Verhältnisse innerhalb der aufgelockerten Wohngebiete zu wahren, sollte in weiten Teilen des restlichen Stadtgebietes keine weitere Verdichtung erfolgen. Insbesondere bei Bauvorhaben an den Siedlungsrändern ist zum Erhalt der Austauschfunktionen zwischen den Last- und Ausgleichsräumen eine Riegelbebauung zu vermeiden.

Die klimatischen Ausgleichsräume des Freilandes, der innerstädtischen Grün- und Parkanlagen sowie der Waldgebiete fungieren vielerorts als wichtige thermische Pufferzonen zwischen den Siedlungsbereichen, als lokale Kalt- und Frischluftproduzenten, als Belüftungsbahn und/oder als Filter für Luftschadstoffe und Lärm, weshalb sie grundsätzlich gesichert und von weiterer Bebauung freigehalten werden sollten. Von entscheidender Bedeutung für die Relevanz dieser Ausgleichsflächen ist die Vernetzung mit den klimatischen Lasträumen. Hierzu ist der Erhalt bestehender Belüftungsbahnen erforderlich.

In den klimatischen Lasträumen der „überwiegend dicht bebauten Wohn- und Mischbebauung“, der „hochverdichteten Innenstadt“ sowie der Gewerbe- und Industrieflächen treten die negativen Ausprägungen des Stadtklimas am deutlichsten hervor. Insbesondere für die großflächigen Gewerbeparks Neu Monopol und Rünthe ist eine klimatische Verbesserung durch Begrünung von Dächern und Fassaden und - wo möglich - ungenutzten Freiflächen und Parkplätzen anzustreben.

Des Weiteren ist der Erhalt und die Förderung des Luftaustausches mit kaltluftproduzierenden und -transportierenden Freiflächen eine wichtige Maßnahme, um insbesondere die dicht bebauten Lasträume zu entlasten und an die Folgen des Klimawandels anzupassen. In den hochverdichteten Bereichen der großflächigen Gewerbegebiete, wie den Gewerbeparks Rünthe und Neu Monopol, müssen zudem verstärkt kleinräumige Entsiegelungs- und Begrünungsmaßnahmen zur Verbesserung der mikroklimatischen Verhältnisse ergriffen werden.

Insbesondere die Schaffung verdunstungsaktiver Flächen und Strukturen kann für eine lokale Abmilderung thermischer Belastungen sorgen. Bei fehlenden Entsiegelungs- und Rückbaumöglichkeiten können als Alternative Dach- und Fassadenbegrünungen zur Steigerung des Grünflächenanteils in diesen Bereichen umgesetzt werden. Zudem kann in hochversiegelten Straßenräumen durch den Erhalt und die Anpflanzung von Bäumen in Folge von Verschattungs- und Verdunstungseffekten eine lokale Klimaverbesserung erzielt werden. Hierbei ist darauf zu achten, dass sich in Straßenschluchten und bei hohem Verkehrsaufkommen keine geschlossenen Kronendächer entwickeln, die zu einer Schadstoffanreicherung führen können. Bei der Auswahl von geeigneten Baumarten für die Begrünung im innerstädtischen Raum - dies gilt für eine Begrünung von Straßenzügen ebenso wie bei Parkbäumen - sind aus stadtklimatischer Sicht ebenfalls zwei weitere Aspekte zu beachten: Zum einen emittieren verschiedene Baumarten unterschiedlich große Mengen an flüchtigen organischen Stoffen, die zur Bildung von Ozon führen. Diese Bäume können so zu einer Erhöhung der Ozonbelastung beitragen und sind nicht zur Stadtbegrünung geeignet. Zum anderen müssen sich Stadtbäume auf veränderte, durch den Klimawandel verursachte Bedingungen einstellen. Insbesondere die zunehmende Sommerhitze in den Städten und damit verbundene sommerliche Trockenperioden fordern eine gezielte Auswahl von geeigneten Stadtbäumen für die Zukunft. Eine Liste geeigneter Straßenbäume mit fachlichen Empfehlungen wird vom Arbeitskreis Stadtbäume der Grünflächenamtsleiterkonferenz (GALK) herausgegeben und fortlaufend aktualisiert.

Relevante Kaltluftmassentransporte im Stadtgebiet von Bergkamen erfolgen vor allem auf den stärker geneigten Freiflächen im Süden sowie von der Halde Großes Holz. Diese kühlen Luftmassen können während autochthoner Strahlungsnächte teilweise in angrenzende Lasträume vordringen und dort eine Abmilderung des Wärmeinseleffektes bedingen, weshalb die Bereiche der Kaltluftabflussbahnen von weiterer Bebauung und dichter, riegelförmiger Bepflanzung freizuhalten sind.

Insbesondere im Niederungsbereich des Datteln-Hamm-Kanals kann sich bei fehlendem Strömungsantrieb ein Kaltluftsammlgebiet bilden. Hier besteht die Gefahr der Schadstoffakkumulation, weshalb in diesen Bereichen die Ansiedlung bodennaher Emittenten vermieden werden sollte.

Eine detailliertere Beschreibung der Planungshinweise für das Stadtgebiet von Bergkamen wird im folgenden Kapitel 9.2 auf der Ebene der Stadtbezirke gegeben.

8.2 Planungshinweise auf Ebene der Stadtbezirke

Im Folgenden werden die raum- und nutzungsbezogenen Empfehlungen aus der Planungshinweiskarte auf der Ebene der Stadtbezirke von Bergkamen konkretisiert. Neben einer ausführlichen textlichen Beschreibung erfolgt eine tabellarische Aufbereitung für die jeweiligen Last- und Ausgleichsräume in diesen Bereichen. Dabei werden eine Kurzcharakterisierung der vorherrschenden Nutzung und deren Funktion sowie eine Auflistung prägender anthropogener und natürlicher Einflussfaktoren auf das vorherrschende Stadtklima gegeben. Darüber hinaus werden Gunst- und Ungunstfaktoren der bioklimatischen und immissionsklimatischen Situation aufgeführt und neben allgemeinen Empfehlungen auch lokale, für die Ortsteile bedeutsame Planungshinweise benannt, die aber nicht auf die jeweilige Fläche begrenzt sind, sondern auch auf Bereiche mit vergleichbaren Bedingungen übertragen werden können und sollen.

Nimmt ein Last- oder Ausgleichsraum in einem Betrachtungsraum nur einen sehr geringen Flächenanteil ein und ist für diese Flächen kein besonderer lokal-relevanter Planungshinweis ausgewiesen, so wurde auf die tabellarische Aufbereitung verzichtet und es gelten die allgemeinen Planungsempfehlungen für den jeweiligen Last- bzw. Ausgleichsraum.

8.2.1 Stadtbezirk Weddinghofen



Der Stadtbezirk Weddinghofen kann hinsichtlich seiner klimatischen Ausprägung in drei unterschiedliche Raumeinheiten gegliedert werden. Während im Norden die zum Teil bewaldete Halde Großes Holz aufgrund der Reliefsituation und Nutzungsstruktur eine sehr hohe Kaltluftproduktionsrate aufweist und von dort in alle Richtungen Kaltluftabflüsse mit Strömungsgeschwindigkeiten meist unter 1

m/s auftreten, ist die Mitte des Stadtbezirks durch den westlichen Abschnitt des Gewerbeparks Neu Monopol und die südlich anschließende Wohnbebauung mit Stadtteilzentrum geprägt.

Der Süden des Stadtbezirks weist überwiegend ländliche Strukturen mit großen, zusammenhängenden Acker- und Grünlandflächen auf, die sich außerhalb des Stadtgebietes von Bergkamen nach Süden fortsetzen. Nur im äußersten Süden erstrecken sich größere Gewerbeflächen, die in östliche Richtungen in die Siedlungsräume der Stadt Kamen übergehen. Die Gewerbeflächen liegen dabei etwas erhöht, wobei sich die Kuppe der Hochfläche etwas weiter im Osten befindet. Von dort fließen Kaltluftmassen in südwestliche und nordwestliche bzw. westliche Richtungen ab. Dabei werden zwar nur insgesamt schwache Kaltluftströmungen unter 1,0 m/s erreicht, jedoch fließen diese zum Teil in Richtung Freibad und Eissporthalle ab, wo sie mit weiter abgeschwächter Stärke bis etwa Häupenweg gelangen und dort zumindest teilweise zu einer leichten Entlastung bei Hitzephasen beitragen können. Der überwiegende Teil der gebildeten Kaltluftmassen fließt jedoch in Bereiche ab, die einen sehr ländlichen Charakter aufweisen und nur durch einzelne, sehr kleine Splittersiedlungen bzw. Einzelhöfe geprägt ist.

Der Siedlungsbereich von Weddinghofen erstreckt sich etwa vom Spulbach im Süden bis zum Gelände des TÜV-Nord am Kleiweg. Von dort erfolgt in nördliche Richtungen – mit Ausnahme des östlichen Stadtbezirksbereichs – der Übergang in unbebaute, überwiegend bewaldete Areale. Diese verlaufen bis zur Halde Großes Holz und werden nur teilweise von kleineren Freilandflächen oder Grünanlagen unterbrochen. Die Waldgebiete haben eine wichtige Freizeit- und Erholungsfunktion mit (über)regionaler Bedeutung. Bei gedämpften Tagesgängen der Lufttemperatur und der Windgeschwindigkeit mit insgesamt relativ geringen Werten verfügen die Wälder über ein ausgeglichenes Klima im Stammraum und weisen daher nur sehr geringe bioklimatische Belastungen auf. Zudem sind die Wälder auch Kaltluftproduzenten, allerdings können die kühleren Luftmassen aufgrund der hohen Rauigkeit nur bei einer höheren Reliefneigung abfließen. Kaltluftabflüsse treten daher nur im Bereich der Halde Großes Holz auf, wo sie in alle Himmelsrichtungen abfließen und insbesondere im Osten teilweise zur Kühlung der Gewerbeareale beitragen können. Das Waldgebiet in der Mitte des Stadtbezirks hingegen weist reliefbedingt keine Kaltluftabflüsse auf, weshalb sich die kühlende Wirkung auf die Waldflächen selbst und ihre unmittelbar angrenzende Umgebung beschränkt. Unter Umständen können die direkt an den Siedlungskörper von Weddinghofen angrenzenden Waldflächen die Belüftung bei westlichen bis nordwestlichen Richtungen aufgrund der erhöhten Rauigkeit aber sogar verringern. Die Waldgebiete stellen durch ihre Filterfunktion bezüglich gas- und partikelgebundener Luftschadstoffe wichtige (über)regionale Frischluftproduzenten dar. Insgesamt sind die Waldflächen daher aufgrund ihrer positiven klimatischen Eigenschaften grundsätzlich zu erhalten.

Belüftungsrelevante Bereiche, denen bei einem übergeordneten Wind eine wichtige Bedeutung beigemessen werden können, sind die Grünflächen entlang des Kuhbachs, die sich durch

den gesamten Siedlungsbereich in Ost-West-Richtung erstrecken und über die bei geeigneten Windrichtungen (aus westlichen Richtungen) ein Luftmassentransport gewährleistet ist mit der Funktion der Frischluftzufuhr und dem Abbau von Hitzebelastungen. Aus diesen Gründen ist die Funktion der Grünflächen zu erhalten und durch Schaffung von weiteren Begrünungsmaßnahmen der angrenzenden Bebauung weiter auszubauen und zu vernetzen. Der Übergang zu den nördlich und südlich an den Kuhbach anschließenden Siedlungsräumen ist möglichst offen zu gestalten, so dass die Kaltluftmassen in die Bebauung einfließen können. Neben der Vernetzung der Grünflächen entlang des Kuhbachs und die daran anschließende Bebauung sind die zwischen TÜV-Nord und Freilandbereich im Süden (Goekenheide) vorhandenen Grünflächen innerhalb der aufgelockerten Siedlungsbereiche zu erhalten und miteinander zu vernetzen.

Zu den belüftungsrelevanten Bereichen zählt auch die Luftleitbahn der Töddinghauser Straße, die am östlichen Randbereich des Stadtbezirks in Nord-Süd-Richtung verläuft, hier jedoch aufgrund der hohen Verkehrsbelastung mit Luftschadstoffen angereicherte Luftmassen transportiert.

Der Freilandbereich im südlichen Drittel des Stadtbezirks weist überwiegend Einzelhausbebauung sowie landwirtschaftliche Hofstellen im ländlichen Raum, aber auch einige dichter bebaute Bereiche (Feuerwehrgelände südlich des Häpenwegs) auf. Entsprechend ist die Bebauung nur in sehr geringem bis geringem Maße stadtklimatisch belastet, sondern überwiegend durch das Klima der Freilandbereiche charakterisiert. Innerhalb der Wohnbebauungen und versiegelten Bereiche sind daher lediglich geringe Änderungen der Klimaelemente gegenüber dem Freiland festzustellen, weshalb dort insgesamt positive klimatische Verhältnisse vorherrschen. Um die günstigen Verhältnisse zu erhalten und eine Zersiedelung zu vermeiden, ist die Liniensignatur „Anstreben klimatischer Baugrenzen“ südlich der Bebauung entlang der Goekenheide sowie westlich der Straße „Am Hauptfriedhof“ zu beachten. Dies bedeutet, dass bis zu den Grenzen eine maßvolle Nachverdichtung keine negativen klimatischen Veränderungen bewirken würde, vereinzelte, kleinere Bauvorhaben außerhalb der Grenzen zulässig sind, jedoch eine massive Bauweise über die Grenzen hinaus unbedingt vermieden werden sollte. Nur so kann die Funktion und Bedeutung des Freiraums als Puffer- und Abstandsfläche zwischen belasteten Räumen aufrechterhalten werden. Aus stadtklimatischer Sicht ist eine weitere Bebauung hingegen östlich des Feuerwehrgeländes vertretbar, sofern eine lockere Bauweise angestrebt wird und nicht über die südliche Ausdehnung der vorhandenen westlich anschließenden Bebauung versiegelt wird.

Die Siedlungsbereiche im Süden des Stadtbezirk Weddinghofen (bis zur Waldfläche) sind im westlichen Abschnitt hauptsächlich dem Lastraum der überwiegend locker und offen bebauten

Wohngebiete zugeordnet, während im östlichen Abschnitt der Anteil der Lasträume der überwiegend dicht bebauten Wohn- und Mischgebiete zunimmt. Die Bebauung zeichnet sich weitestgehend durch eine geringe Geschossanzahl und einen geringen bis mittleren Versiegelungsgrad aus. Durch die teils geringe Entfernung zu klimatischen Ausgleichsräumen des umliegenden Freilandes sowie die teils gut durchgrünte Struktur mit Gärten bzw. Grünflächen im hausnahen Bereich und kleineren innerstädtischen Grün- und Parkanlagen (Grünflächen entlang des Kuhbachs), welche als kleinräumige Klimaoasen innerhalb der Bebauung dienen und lokale Abkühlungseffekte durch Schattenzonen und Verdunstungseffekte ausüben, ist der Wärmeinseleffekt in diesen Bereichen lediglich gering bis mittelstark ausgeprägt. Zudem herrschen teils noch günstige Belüftungsverhältnisse vor, die von der relativ geringen Rauigkeit der Bebauung begünstigt werden. Insgesamt sind die bioklimatischen Verhältnisse in den überwiegend locker und offen bebauten Wohngebieten daher als positiv zu bewerten. Allerdings wurden in Weddinghofen südlich des Kuhbachs auch mehrere Siedlungsbereiche dem Lastraum der überwiegend dicht bebauten Wohn- und Mischgebiete zugeordnet. Diese Bereiche sind durch eine dichtere Bauweise mit einem geringeren Grünflächenanteil (wie z.B. die Siedlung im Umfeld des Espenwegs) geprägt.

In einigen Straßenzügen südlich des Kuhbachs bietet es sich an, durch die Anpflanzung von Bäumen eine lokalklimatische Verbesserung durch die Schaffung von Schattenbereichen herzustellen (z.B. Pfalzstraße, Lindenweg, Schulstraße).

Größere, zusammenhängende Flächen, die dem Lastraumtyp der überwiegend dicht bebauten Wohn- und Mischgebiete zugewiesen werden, erstrecken sich über einen Großteil des Siedlungsbereichs nördlich des Kuhbachs. Weite Bereiche sind dort durch eine Wohnbebauung aus Reihen- und Mehrfamilienhäusern mit zweieinhalb- bis vier Geschossen und z.T. hochversiegelten Parkplätzen geprägt. In diesem Bereich sind nur wenige größere Grünflächen vorhanden. Viele kleinere Hausgärten sind stark versiegelt durch eine Vielzahl an Anbauten und Gartenhäusern und weisen nur wenig abwechslungsreiche Grünstrukturen auf, was sich auf die mikroklimatischen Verhältnisse auswirkt. Nur zwischen Goethe- und Schillerstraße befinden sich größere Grünanlagen mit Baumbestand. Um dort die günstigeren mikroklimatischen Bedingungen zu erhalten, sollte auf eine weitere Bebauung möglichst verzichtet werden.

Im Umfeld der Zentrumstraße ist die Bebauung stellenweise sehr dicht, mit großen, versiegelten Parkplätzen und bis zu achtgeschossigen Hochhäusern, so dass diese Bereiche dem Lastraum der hochverdichten Innenstadt zugewiesen wurden. Lokale Verbesserungsmöglichkeiten der mikroklimatischen Verhältnisse ergeben sich hier durch die Begrünung von Parkplätzen und Fassaden. Während einerseits die erhöhten Wärmeinseleffekte sich lediglich über

verhältnismäßig kleine Flächen erstrecken sowie teilweise lokale Verbesserungen des Mikroklimas durch Grünflächen im nahen Umfeld und/oder die Nähe zu klimatischen Ausgleichsräumen erfolgen können, sind andererseits insbesondere im Bereich hochversiegelter und unverschatteter Flächen sommerlicher Hitzestress und Schwülebelastungen möglich.

Nördlich der Zentrumstraße ist die Fläche der ehemaligen Turmarkaden ebenfalls dem Lastraum der hochverdichteten Innenstadt zugewiesen. Derzeit dominiert in diesem Bereich eine große Brachfläche den Abschnitt der Töddinghauser Straße zwischen Hubert-Biernat- und Zentrumstraße. Zukünftig sollen hier mehrstöckige Wohn- und Geschäftshäuser sowie Grünflächen entstehen. Hinzu kommen Gastronomieflächen und kleine Einzelhandelslokale für die Nahversorgung der neuen Anwohner. Eine große Fläche ist zudem für betreutes Wohnen vorgesehen. Es wird empfohlen, eine gute Durchmischung von Wohn- und Grünflächen vorzusehen und Straßen sowie Plätze mit ausreichend Schattenzonen durch die Anpflanzung von Bäumen zu versehen. Auch die Begrünung von Dächern und Fassaden ist anzustreben. In Abhängigkeit von der Art der geplanten Bebauung und dem realisierten Begrünungsanteil kann die Fläche später möglicherweise in eine günstigere Klimatopkategorie einsortiert werden.

Nördlich der Erich-Ollenhauer-Straße befindet sich der westliche Abschnitt des Gewerbeparks Neu Monopol. Bei ausreichend Flächenangebot ist zu prüfen, ob eine Immissionschutzpflanzung entlang der Erich-Ollenhauer-Straße angelegt werden kann, um in den angrenzenden Wohnsiedlungen die Lärm- und Luftschadstoffsituation zu verbessern.

Zur Optimierung der mikroklimatischen Verhältnisse im Gewerbegebiet ist ferner zu prüfen, ob die Dachflächen großer Hallen und Gebäude begrünt werden können. Weitere Maßnahmen der Begrünung (Fassadenbegrünung und Anpflanzung von Bäumen auf Parkplätzen) sind anzustreben.

Insgesamt sind die klimatischen Bedingungen von Weddinghofen als überwiegend günstig einzustufen. Insbesondere die Nähe zu großen Freiland- und Waldarealen ist sehr positiv zu bewerten, ebenso die zum Teil gute Durchgrünung der Siedlungsbereiche. Stärkere bioklimatische Belastungen treten überwiegend im östlichen Abschnitt des Stadtbezirks auf.

Lastraum der überwiegend locker und offen bebauten Wohngebiete	
Allg. Beschreibung	
Funktionen/Nutzungstyp	Klimarelevante Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> - hauptsächlich aufgelockerte Bebauung mit geringer Geschossanzahl (i.d.R. max. 3 Geschosse) - kleinere Streu- bzw. Splittersiedlungen im ländlichen Raum - zumeist große Gärten bzw. Grünflächen im hausnahen Bereich sowie direkt angrenzend an landwirtschaftliche Frei-, Grün- oder Waldflächen 	<ul style="list-style-type: none"> - geringer bis mittlerer Versiegelungsgrad - hoher Grünflächenanteil - Nähe zu großen klimatischen Ausgleichsräumen - relativ geringe Rauigkeit durch geringe Geschosshöhen
Bioklima/Immissionsklima	
Gunstfaktoren	Ungunstfaktoren
<ul style="list-style-type: none"> ☀ durch die aufgelockerte Bauweise und die klimatische Ausgleichswirkung der umliegenden landwirtschaftlichen Freiflächen nur geringe Änderungen der Klimatelemente in den Randbereichen und den Streu-/Splittersiedlungen ☀ relevante Kaltluftzuflüsse insbesondere im Süden des Siedlungsrandes ☀ insgesamt positive bioklimatische Verhältnisse 	<ul style="list-style-type: none"> ☀ punktuell kann die Wärmebelastung tagsüber im Sommer durch fehlende Verschattungselemente erhöht sein ☀ keine relevanten Kaltluftzuflüsse in weiten Teilen von Weddinghofen
Klimaökologische Relevanz	
Klimaschutzzone / Flächen mit klimaökol. Relevanz	Sanierungszone / Flächen mit Handlungsbedarf
<ul style="list-style-type: none"> - klimatische Baugrenzen entlang der Straßen „Am Hauptfriedhof“ und „Goekenheide“ 	<ul style="list-style-type: none"> - Begrünung im Straßenraum, z.B. entlang der Schulstraße, der Pfalzstraße und des Lindenwegs
Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ aufgelockerte und durchgrünte Bebauungsstruktur erhalten; Grünflächen vernetzen ➤ kleinräumige Entsiegelungs- und Begrünungsmaßnahmen anstreben ➤ Anstreben einer klimatischen Baugrenze entlang der Straßen „Am Hauptfriedhof“ und „Goekenheide“ zum Schutz des Ausgleichsraums und um ein Zusammenwachsen mit Oberaden zu vermeiden ➤ weitere Baumpflanzungen in privaten Gärten zur Schaffung von Schattenzonen anregen bzw. fördern 	

Lastraum der überwiegend dicht bebauten Wohn- und Mischgebiete	
Allg. Beschreibung	
Funktionen/Nutzungstyp	Klimarelevante Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> - Wohn- und Mischbebauung mit bis zu 4-geschos- siger Bebauung sowie öffentliche Einrichtungen (z.B. Schule, Kirchen, Feuerwehr) - dicht bebaute Wohngebiete (überwiegend Reihen- und Doppelhäuser) mit geringem Grünflächenan- teil und sehr hohem Versiegelungsgrad durch An- bauten, Garagen, Plätze 	<ul style="list-style-type: none"> - punktuell relativ hoher Versiegelungsgrad mit ent- sprechend geringem Grünflächenanteil - Gebäudehöhe und -ausrichtung - umliegende Nutzung
Bioklima/Immissionsklima	
Gunstfaktoren	Ungunstfaktoren
<ul style="list-style-type: none"> ☀ leicht erhöhte Wärmeineffekte erstrecken sich lediglich über verhältnismäßig kleine Flächen ☀ teilweise lokale Verbesserung des Mikroklimas durch Gärten, Grünflächen im hausnahen Bereich und/oder die Nähe zu klimatischen Ausgleichsräu- men (Wald, Grünflächen, Freiland) 	<ul style="list-style-type: none"> ☔ im Sommer Überwärmung der bodennahen Lufttem- peraturen im Bereich hochversiegelter und unver- schatteter Flächen, daher Hitzestress und Schwüle- belastungen möglich ☔ insgesamt schlechtere Durchlüftungssituation durch herabgesetzte Windgeschwindigkeiten infolge er- höhter Rauigkeit
Klimaökologische Relevanz	
Klimaschutzzone / Flächen mit klimaökol. Relevanz	Sanierungszone / Flächen mit Handlungs- bedarf
<ul style="list-style-type: none"> - keine weitere Bebauung zwischen Goethe- und Schillerstraße (Schutz der Grünflächen und des Baumbestandes) 	<ul style="list-style-type: none"> - Einbeziehung dicht bebauter Bereich entlang der Grünzüge am Kuhbach durch Begrünung im Sied- lungsraum (Grünvernetzung)
Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Erhöhung des Grünflächenanteils durch kleinräumige Entsiegelungs- und Begrünungsmaßnahmen an- streben, z.B. Entsiegelung und Begrünung von Parkplätzen, Dachbegrünungen bei größeren Flachdä- chern und Garagen ➤ Erhalt der Grünflächen und des Baumbestands zwischen Goethe- und Schillerstraße zum Schutz lokalkli- matisch bedeutsamer Ausgleichsräume ➤ Luftaustausch gewährleisten zwischen Bebauung und angrenzenden Grünflächen (Berliner Straße, Kuh- bach) 	

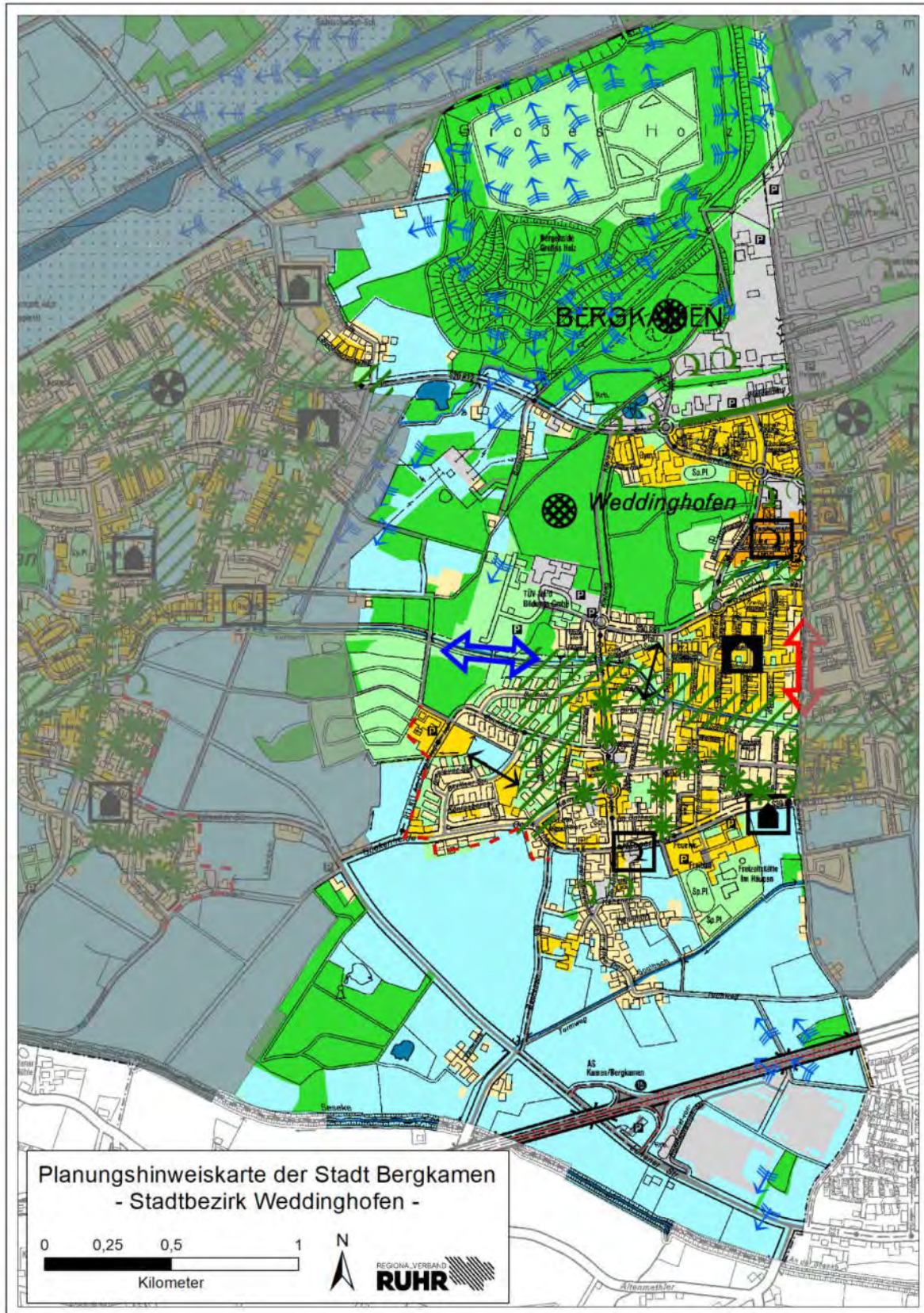
Lastraum der hochverdichteten Innenstadt	
Allg. Beschreibung	
Funktionen/Nutzungstyp	Klimarelevante Faktoren
- Bebauung am Zentrumsplatz mit Parkplätzen und ARGE-Gebäude	<ul style="list-style-type: none"> - Zum Teil hoher Versiegelungsgrad - Stellenweise geringer Baumbestand - Gebäudehöhe und -ausrichtung - umliegende Nutzung - Nähe zu klimatischen Ausgleichsräumen
Bioklima/Immissionsklima	
Gunstfaktoren	Ungunstfaktoren
<ul style="list-style-type: none"> ☀ Potenzial zur lokalen Verbesserung des Mikroklimas durch unmittelbare Nähe zu größeren klimatischen Ausgleichsräumen (Park und Waldflächen westlich der Straße „Am Südhang“) ☀ erhöhter Wärmeinseleffekt erstreckt sich lediglich über eine verhältnismäßig kleine Fläche (Parkplätze, versiegelte Flächen) 	<ul style="list-style-type: none"> ☁ im Sommer starke Überwärmung der bodennahen Lufttemperaturen im Bereich hochversiegelter und unverschatteter Flächen, daher Hitzestress und Schwülebelastungen möglich ☁ zum Teil schlechtere Durchlüftungssituation durch herabgesetzte Windgeschwindigkeiten infolge erhöhter Rauigkeit
Klimaökologische Relevanz	
Klimaschutzzone / Flächen mit klimaökol. Relevanz	Sanierungszone / Flächen mit Handlungsbedarf
-	- Begrünung großer Parkplätze.; Begrünung von Flachdächern
Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Erhöhung des Grünflächenanteils durch kleinräumige Entsiegelungs- und Begrünungsmaßnahmen anstreben, wie der Anpflanzungen schattenspendender Bäumen auf den Parkplätzen zwischen Zentrumstraße und ARGE-Gebäude ➤ Einsatz von Fassaden- und Dachbegrünungen 	

Lastraum der Gewerbe- und Industrieflächen	
Allg. Beschreibung	
Funktionen/Nutzungstyp	Klimarelevante Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> - Großes Gewerbegebiet nördlich der Erich-Ollenhauer-Straße und östlich der Halde Großes Holz - Größere Gewerbeansiedlung im ländlichen Raum südlich der A2 (Gewerbegebiet Ostfeld) - zusätzlich vereinzelte, kleinere Gewerbeflächen unterschiedlicher Nutzungsarten innerhalb des Stadtbezirks verteilt 	<ul style="list-style-type: none"> - (sehr) hoher Versiegelungsgrad - In einigen Bereichen Vegetation auf den Flächen vorhanden - Nähe zu großen klimatischen Ausgleichsräumen (Lage zumeist im ländlichen Raum oder im Siedlungsrandbereich) - Größe und Art der Nutzung - Emissionen von Luftschadstoffen, Abwärme und Lärm möglich
Bioklima/Immissionsklima	
Gunstfaktoren	Ungunstfaktoren
<ul style="list-style-type: none"> ☀ Potenzial zur lokalen Verbesserung des Mikroklimas durch die unmittelbare Nähe zu größeren klimatischen Ausgleichsräumen ☀ teilweise relativ günstige Belüftungssituation aufgrund der Nähe zu Ausgleichsräumen 	<ul style="list-style-type: none"> ☔ tagsüber Belastung durch Hitzestress und Schwüle möglich ☔ erhöhte Immissionen von Luftschadstoffen und Lärm möglich
Klimaökologische Relevanz	
Klimaschutzzone / Flächen mit klimaökol. Relevanz	Sanierungszone / Flächen mit Handlungsbedarf
<ul style="list-style-type: none"> - Erhalt der Grünflächen innerhalb der Gewerbegebiete nördlich der Erich-Ollenhauer-Straße 	<ul style="list-style-type: none"> - Begrünung der Gewerbehallendächer südlich der A2
Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Entsiegelung, Begrünung und Erhöhung des Anteils großkroniger Bäume auf Hof-, Lager- und Parkplatzflächen ➤ Begrünung von Dächern und Fassaden ➤ Bei der Umgestaltung der Brachfläche nördlich der Zentrumstraße ausreichend Grünstrukturen einplanen zur Verbesserung lokalklimatischer Verhältnisse ➤ keine weitere Ansiedlung bodennaher Emittenten ➤ Immissionsschutzpflanzung entlang der Erich-Ollenhauer-Straße prüfen 	

Regional bedeutsamer Ausgleichsraum Freiland	
Allg. Beschreibung	
Funktionen/Nutzungstyp	Klimarelevante Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> - Acker- und Grünlandflächen - Kalt- und Frischluftentstehungsgebiete - Kaltluftabflussbereiche - Erholungsfunktion 	<ul style="list-style-type: none"> - geringe Rauigkeit - Nutzung - Relief - Größe - Umgebung
Bioklima/Immissionsklima	
Gunstfaktoren	Ungunstfaktoren
<ul style="list-style-type: none"> ☀ ausgeprägter Tagesgang der Lufttemperaturen mit geringer Neigung zur Wärmebelastung zur Mittagzeit und relativ hoher nächtlicher Abkühlung ☀ höhere Windgeschwindigkeiten können geringere bioklimatische Belastungen durch Hitze und Schwüle begünstigen ☀ gute Kaltluftproduktion ☀ günstige Durchlüftungs- bzw. Austauschverhältnisse ☀ kaum Emissionen ☀ Frischlufttransport in Richtung südlicher Siedlungsbereiche 	<ul style="list-style-type: none"> ☁ die lokal produzierten Kaltluftmassen der Freiflächen können nur bedingt in die angrenzenden Siedlungsbereiche eindringen ☁ erhöhte Immissionen von Luftschadstoffen im Umfeld der Autobahnen A2, die teilweise mit den Kaltluftabflüssen in nördliche Richtungen transportiert werden können
Klimaökologische Relevanz	
Klimaschutzzone / Flächen mit klimaökol. Relevanz	Sanierungszone / Flächen mit Handlungsbedarf
<ul style="list-style-type: none"> - Freilandflächen im Süden als Kaltluftabflussbereiche und Pufferraum zur benachbarten Stadt Kamen 	-
Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ die großflächigen zusammenhängenden Acker- und Grünlandareale sollten aufgrund der Kalt- und Frischluftbildungspotenziale als klimatische Ausgleichsräume erhalten werden; eine weitere Zersiedelung der Landschaft ist aus klimaökologischer Sicht zu vermeiden; klimatische Baugrenzen anstreben! ➤ keine weitere Ansiedlung bodennaher Emittenten 	

Bioklimatischer Ausgleichsraum Wald	
Allg. Beschreibung	
Funktionen/Nutzungstyp	Klimarelevante Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> - Waldgebiete der Halde großes Holz sowie beidseitig des Kleiwegs und Waldgebiet im südwestlichen Rand des Stadtbezirks - mehrere kleinere Waldflächen im Süden und Westen des Stadtbezirks - Filterfunktion für Luftschadstoffe - Frischluftproduzenten - teils Naherholungsfunktion 	<ul style="list-style-type: none"> - Größe und Lage des Waldgebietes - angrenzende Nutzungen - Relief
Bioklima/Immissionsklima	
Gunstfaktoren	Ungunstfaktoren
<ul style="list-style-type: none"> ☀ gedämpfter Tagesgang der Lufttemperatur bei allgemein relativ geringeren Temperaturen führt zu einem milden, ausgeglichenen Stammraumklima ☀ sehr geringe bioklimatische Belastungen ☀ Luftruhe im Stammraum wirkt Kälte- und Winddiscomfort entgegen ☀ Filterfunktion durch Ad- und Absorption gas- und partikelgebundener Luftschadstoffe ☀ keine Emissionen ☀ teils Frischluftproduzenten 	<ul style="list-style-type: none"> ☀ die positiven klimatischen Eigenschaften der kleineren Baumbestände sind im Wesentlichen auf die Fläche selbst beschränkt
Klimaökologische Relevanz	
Klimaschutzzone / Flächen mit klimaökol. Relevanz	Sanierungszone / Flächen mit Handlungsbedarf
<ul style="list-style-type: none"> - Waldgebiet entlang des Kleiwegs als wohnnahe Erholungsflächen 	
Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ die Waldflächen sind grundsätzlich als wertvolle Frischluftproduzenten sowie aufgrund ihrer z.T. hohen Bedeutung als Naherholungs- und Regenerationsräume zu erhalten 	

Lokal bedeutsamer Ausgleichsraum Park- und Grünanlagen	
Allg. Beschreibung	
Funktionen/Nutzungstyp	Klimarelevante Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> - Parks, Sportanlagen, Friedhöfe und Grünanlagen - Klimaoasen mit wohnnaher Freizeit- und Erholungsfunktion - Abwechslungsreiche Strukturen mit offenen Grünflächen und dichter Bepflanzung 	<ul style="list-style-type: none"> - Größe und Ausstattung der Grün- und Parkanlage - Vernetzung der Flächen untereinander sowie die räumlich-funktionale Anbindung an umliegende Flächennutzungen
Bioklima/Immissionsklima	
Gunstfaktoren	Ungunstfaktoren
<ul style="list-style-type: none"> ☀ lokale Abkühlungseffekte durch Schattenzonen und Verdunstungseffekte ☀ gedämpfter Tagesgang der Lufttemperatur und Windgeschwindigkeit ☀ Abmilderung des Wärmeinseleffektes in den Siedlungsbereichen ☀ günstige bioklimatische Verhältnisse auch bei kleineren Grün- und Parkanlagen ☀ keine Emissionen ☀ lokale Frischluftproduzenten 	<ul style="list-style-type: none"> ☂ positive Effekte bei kleineren Grünflächen zumeist lokal begrenzt
Klimaökologische Relevanz	
Klimaschutzzone / Flächen mit klimaökol. Relevanz	Sanierungszone / Flächen mit Handlungsbedarf
<ul style="list-style-type: none"> - vernetzte Grünflächen zwischen Bachstraße und Goekenheide 	<ul style="list-style-type: none"> - Vernetzung der Grünflächen entlang des Kuhbachs verbessern
Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Erhalt und Sicherung der vorhandenen Grünflächen ➤ die Übergangsbereiche zwischen großen Grün- sowie Parkanlagen und der angrenzenden Bebauung sind offen zu halten (Vernetzung schaffen); bei kleineren Grün- und Parkanlagen sind die Ränder zu schließen (Klimaoasen schaffen) ➤ keine Ansiedlung von Emittenten im Umfeld von Park- und Grünanlagen ➤ die Grünflächen entlang des Kuhbachs sollten unter Einbeziehung der angrenzenden Bebauung miteinander vernetzt werden 	



Karte 8.2: Ausschnitt der Planungshinweiskarte der Stadt Bergkamen für den Stadtbezirke Weddinghofen.

8.2.2 Stadtbezirk Bergkamen-Mitte



Der Stadtbezirk Bergkamen-Mitte zeichnet sich trotz einiger großer Gebäudekomplexe mit einem hohen Versiegelungsgrad zwischen Zweihausen und Leibnitzstraße und dem großflächigen Gewerbepark Neu Monopol durch eine insgesamt aufgelockerte Bebauungsstruktur mit einem allgemein hohen Grünflächenanteil aus. Das Gewerbegebiet Neu Monopol liegt westlich und nördlich des Nordberg

Centers auf dem Gelände der ehemaligen Schachanlage Grimberg I/II Monopol und der Bayer Schering Pharma AG. Ehemals befanden sich auf diesem Gelände das Bergwerk und die Chemischen Werke Bergkamen; mittlerweile haben sich dort zehn Betriebe mit den Schwerpunkten Recycling, Handwerk und Dienstleistungen angesiedelt. Die Fläche ist stellenweise sehr hoch versiegelt und stark verdichtet und bietet nur wenige kleine Grünflächen und wenig Baumbestand. Bei den unbebauten Flächen handelt es sich zum Teil um Lagerflächen, zum Teil um wenig strukturierte Grünflächen. Somit ist die bioklimatische Belastungssituation insbesondere bei sommerlichen Hochdruckwetterlagen durch starke Hitze- und Schwülebelastungen gekennzeichnet (s. hierzu Kapitel 3 „Flächenhafte Ausprägung ausgewählter Klimatelemente“). Sowohl die höchsten nächtlichen Temperaturen als auch die höchste Belastungssituation während der Tagstunden im Stadtgebiet können daher u.a. auf dem Gelände des Gewerbeparks Neu Monopol nachgewiesen werden. Die Intensität des Wärmeinseleffektes auf der Fläche ist dabei nicht nur vom Versiegelungsgrad, der Gebäudehöhe und dem Grünflächenanteil abhängig, sondern ebenfalls von der Größe der zusammenhängenden Fläche. Daneben spielen die emittierten Luftschadstoffe sowie industrielle Wärmequellen eine nicht unerhebliche Rolle. Der Gewerbepark ist innerhalb des Stadtbezirks Bergkamen-Mitte von Freiflächen im Norden und Waldgebieten im Osten und zum Teil im Süden umgeben. Nur im äußersten Westen geht die Gewerbefläche in die südlich angrenzende Wohn- und Mischbebauung über. Die von der Halde Großes Holz abfließenden Kaltluftmassen werden entlang des westlichen Randbereichs des Gewerbegebietes aufgrund der Gebäudekomplexe überwiegend in südliche Richtungen abgelenkt, so dass nur ein kleiner Anteil der Kaltluftmassen zu einer leichten bioklimatischen Verbesserung auf dem westlichen Geländeabschnitt beitragen kann. Die großen Lagerflächen

südlich der Bayer Pharma AG hingegen werden von den Kaltluftmassen, die südöstlich der Gewerbeansiedlung gebildet werden, positiv beeinflusst. Insgesamt bleibt festzuhalten, dass die Nähe des Gewerbeparks zu Freiland- und Waldflächen zwar einerseits positiv zu bewerten ist, andererseits aber der Einfluss des Umlandes innerhalb der Flächen nur in den Randbereichen bzw. auf den Flächen mit geringer Oberflächenrauigkeit (Lagerflächen, versiegelte Flächen) eine Wirkung entfalten kann und zu einer leichten Minderung der Belastungssituation beiträgt. Um eine wirkungsvollere Verbesserung lokalklimatischer Verhältnisse zu schaffen, sind zusätzliche Maßnahmen der Begrünung umzusetzen. So bietet es sich beispielsweise an – sofern noch nicht geschehen - die vorhandenen Rasenflächen mit Baumpflanzungen zu verschatten sowie die Möglichkeiten von Dach- und Fassadenbegrünung zu prüfen. Dabei ist es auch möglich, Photovoltaikanlagen mit einer Dachbegrünung zu verbinden. Vorteil dieser Kombination ist, dass ein begrüntes Dach für wesentlich niedrigere Umgebungstemperaturen als vergleichbare Kies- oder unbegrünte Dächer sorgt, was sich wiederum günstig auf die Wirksamkeit der Photovoltaikanlage auswirkt.

Das Stadtzentrum von Bergkamen-Mitte liegt zwischen Leibnizstraße/Keplerstraße und „Am Wiehagen“ und ist durch eine Vielzahl an Einzelhandelsgeschäften, Cafés, Restaurants sowie öffentlichen Gebäuden und zwei- bis viergeschossigen Wohngebäuden geprägt.

Aufgrund des erhöhten Versiegelungsgrades mit teilweise entsprechend geringerem Grünflächenanteil bzw. aufgrund der dichten Bebauung wurde der Bereich dem Lastraum der „überwiegend dicht bebauten Wohn- und Mischgebiete“ zugeordnet. Dieser Bereich ist teilweise durch zeilenartige Gebäudekomplexe geprägt, wodurch die Belüftungssituation während alllochthoner Wetterlagen zum Teil eingeschränkt ist. Zusätzlich treten aufgrund versiegelter und unverschatteter Flächen im Sommer punktuell starke Überwärmungen der bodennahen Luftschicht auf, wodurch Hitzestress und Schwülebelastungen entstehen können. Insgesamt positiv wirkt sich hingegen die Nähe der Lasträume zu größeren und kleineren Grünflächen aus, die während sommerlicher Hitzeperioden von der angrenzenden Wohnbevölkerung aufgesucht werden können. Zum Schutz lokal bedeutsamer Ausgleichsflächen sind die vorhandenen Grünflächen (z.B. zwischen Pestalozzistraße und Zweihausen) daher zu erhalten, und auf eine weitere Verdichtung ist zu verzichten. Weitere Maßnahmen, die zu einer lokalklimatischen Verbesserung beitragen können, sind die Begrünung von Plätzen (beispielsweise „Am Stadmarkt“ und dem Parkplatz am Nordberg Center) und die Vernetzung vorhandener Grünflächen durch die Einbindung von Privatgärten sowie die Anlage von Dach- und Fassadenbegrünung und die Anpflanzung von Straßenbäumen. Hierzu eignet sich der nahezu durchgängige Grünzug, der sich von den Waldgebieten zwischen Wertstoffhof im Osten und Gewerbepark Neu Monopol im Westen über die Wald- und Parkflächen südlich der Erich-Ollenhauer-Straße zieht und von dort entlang der Grünflächen bis südlich des Busbahnhofs am Rathaus verläuft. Von

dort setzt sich der Grünzug über größere Grünflächen der Wohnsiedlungen bis zu den Grünanlagen im Umfeld des Baubetriebshofs fort und mündet dann in den südlichen Freilandbereichen des Stadtbezirks. Somit existiert ein nahezu durchgängiges Band von Grünflächen, das sich durch den gesamten Siedlungsraum in Nord-Süd-Richtung erstreckt und ein Zusammenwachsen der beiden Wärmeinseln (Nordberg Center und Cityzentrum im Umfeld des Rathauses) verhindert. Um auch in Zukunft die Entstehung einer großflächigen Wärmeinsel zu vermeiden, ist der Erhalt und die weitere Vernetzung der Grünflächen eine wichtige Maßnahme.

Eine Vernetzung vorhandener Grünflächen ist ebenfalls von der Mergelkuhle im östlichen Stadtbezirksrand über die Grünflächen im Bereich der Straße „Am Friedrichsberg“ bis zum Nordberg-Stadion möglich. Von dort ausgehend wiederum kann durch die Einbeziehung größerer, zusammenhängender Grünflächen im Umfeld von Wohnsiedlungen eine Anbindung an die Nord-Süd-verlaufende Grünachse gelingen.

Bei entsprechenden Wetterlagen mit südwestlicher Strömungsrichtung ist die Zufuhr von Frischluftmassen aus den südlich gelegenen Freilandflächen (zwischen Nordfeldstraße und Carl-Zuckmayer-Straße) in nordöstliche Richtungen bis zum Gewerbegebiet „Am Roggenkamp“ und darüber hinaus bis zum Freilandbereich (Hüchtstraße) im Stadtbezirk Overberge möglich. Voraussetzung für die Zufuhr von Frischluft aus dem Umland ist eine möglichst geringe Oberflächenrauigkeit mit einem hohen Grünflächenanteil. Daher sollte einerseits auf eine weitere Bebauung und Versiegelung in diesem Bereich verzichtet werden, um die vorhandenen Grünflächen zu schützen, andererseits sollten zusätzliche Entsiegelungs- und Begrünungsmaßnahmen zur Optimierung der Frischluftzufuhr realisiert werden. Im Bereich des Gewerbegebiets Am Roggenpohl bietet es sich zusätzlich an, die mikroklimatischen Verhältnisse durch die Begrünung des Flachdachs zu optimieren.

Im Stadtgebiet Bergkamen-Mitte existieren drei Luftleitbahnen, über die Luftmassentransporte möglich sind. Die Luftleitbahnen sind dadurch charakterisiert, dass sie eine geringe Oberflächenrauigkeit aufweisen und überwiegend geradlinig verlaufen. Drei Bereiche, auf die diese Kriterien zutreffen, sind dabei hervorzuheben: die Luftleitbahn entlang der Landwehrstraße, die bei Windrichtungen aus Westen und Osten relevant ist und die Luftleitbahnen entlang der Töddinghauser Straße und der Werner Straße, die bei Windrichtungen aus Norden oder Süden relevant sind. Allen Luftleitbahnen gemeinsam ist, dass über sie theoretisch zwar ein Transport kühlerer Luftmassen aus dem Umland möglich ist, jedoch aufgrund der Verkehrsemissionen im Bereich der Straßenzüge ebenfalls Luftschadstoffe transportiert werden können. Eine Verbesserung der lufthygienischen Situation ist daher anzustreben.

Da die Freilandfläche nicht nur bei allochthonen Wetterlagen mit südwestlicher Anströmrichtung Frischluft liefern kann, sondern auch bei autochthonen Wetterlagen Kaltluftabflüsse ermöglicht, ist dem Schutz des Freilandes als Frisch- und Kaltluftlieferant eine besonders hohe Bedeutung beizumessen. Aus diesem Grund sollten über die dargestellten klimatischen Baumgrenzen hinaus (entlang der Nordfeldstraße, der Kuhbachtrasse und östlich der Schillerschule) möglichst keine weiteren Bautätigkeiten stattfinden.

Insgesamt stellen die großen Grünland- und Waldflächen im Norden und Süden des Stadtbezirks wichtige klimatische Ausgleichsräume dar, die eine Vielzahl klimatisch relevanter Funktionen einnehmen. Die Freilandflächen im Süden sind als Kaltluftentstehungsgebiete relevant und weisen zum Teil hohe Kaltluftproduktionsraten und -volumenströme auf. Allerdings können die lokal gebildeten Kaltluftmassen dieser Bereiche relief- und bebauungsbedingt nur in eingeschränktem Maße in die angrenzende Bebauung - so z.B. östlich der Bambergstraße und der Nordfeldstraße - vordringen. In nördliche Richtungen (entlang der Kuhbachtrasse) stellen die vorhandenen Doppel- und Reihenhäuser aufgrund der dichten Bauweise eine Barriere für nach Norden vordringende Kaltluftströme dar.

Die Waldgebiete im Umfeld des Beversees sowie östlich des Gewerbeparks Neu Monopol und das Waldgebiet der Mergelkuhle prägen einen großen Teil des östlichen Stadtbezirks Bergkamen-Mitte. Die Waldgebiete im Norden werden überwiegend durch einige Wiesenflächen unterbrochen und haben eine wichtige Freizeit- und Erholungsfunktion mit (über)regionaler Bedeutung. Bei gedämpften Tagesgängen der Lufttemperatur und der Windgeschwindigkeit mit insgesamt relativ geringen Werten verfügen die Wälder über ein ausgeglichenes Klima im Stammraum und weisen daher nur sehr geringe bioklimatische Belastungen auf. Zudem sind die Wälder auch Kaltluftproduzenten, allerdings können die kühleren Luftmassen aufgrund der hohen Rauigkeit nur bei einer höheren Reliefneigung abfließen. Aus den Waldgebieten in Bergkamen-Mitte sind daher reliefbedingt keine Kaltluftabflüsse zu verzeichnen, weshalb sich die kühlende Wirkung auf die Waldflächen selbst und ihre unmittelbar angrenzende Umgebung beschränkt. Unter Umständen können die direkt an den Siedlungskörper angrenzenden Waldflächen die Belüftung bei nördlichen bis nordöstlichen Richtungen aufgrund der erhöhten Rauigkeit aber auch verringern. Die Waldgebiete stellen durch ihre Filterfunktion bezüglich gas- und partikelgebundener Luftschadstoffe wichtige (über)regionale Frischluftproduzenten dar. Insgesamt sind die Waldflächen daher aufgrund ihrer positiven klimatischen Eigenschaften grundsätzlich zu erhalten.

Im Stadtgebiet Bergkamen-Mitte existiert nur eine relevante, größere Wasserfläche, die Mergelkuhle. Diese ist insbesondere während der Tagstunden als wichtiger bioklimatischer Entlastungsraum zu erhalten. Zwar wirken sich die Effekte eher lokal aus und sind nicht weit im

Umfeld der Wasserfläche wirksam, jedoch kann die Wasserfläche das Klima im Nahbereich positiv beeinflussen, da die Lufttemperatur über der Wasserfläche vergleichsweise niedrig bleibt und durch Luftaustausch zur Kühlung der bebauten Umgebung beiträgt. In den Nachtstunden kann die Wasserfläche aufgrund der hohen Wärmekapazität jedoch zu einer Überwärmung der umgebenden Luftmassen beitragen (s. FITNAH-Simulation, Temperatur um 4:00 Uhr). Aufgrund der geringen Größe und des begrünten Umfeldes wirkt sich die Überwärmung jedoch nur im direkten Nahbereich aus und ist nicht als nachteilig einzustufen.

Die Siedlungsbereiche außerhalb der dichter bebauten Innenstadt sind eher heterogen und zeichnen sich einerseits durch eine offene, lockere und gut durchgrünte Bebauungsstruktur mit zum Teil großen zusammenhängenden Gartenarealen und geringer Geschossanzahl aus, andererseits sind aufgrund einer dichteren Bauweise mit geringerem Grünflächenanteil auch Bereiche mit erhöhten bioklimatischen Belastungen zu verzeichnen. Letztere befinden sich z.B. nördlich der Kuhbachtrasse und sind überwiegend durch eine Reihen-, und Doppelhausbebauung mit erhöhtem Versiegelungsgrad charakterisiert. Um die überwiegend günstigen mikroklimatischen Verhältnisse zu erhalten und zu optimieren bzw. lokale Klimaverbesserungen im Straßenraum durch Verschattungs- und Verdunstungseffekte zu erwirken, bieten sich Neupflanzungen von Straßenbäumen entlang zahlreicher Straßenzüge an (z.B. Im Brell, Wilhelm-Leuschner-Straße, Ebertstraße, Büscherstraße, Heinrichstraße).

Zur Wahrung der in großen Teilen noch positiven klimatischen Bedingungen sollte die aufgelockerte, durchgrünte Bebauungsstruktur erhalten bleiben und im gesamten Stadtteil auf eine weitere Versiegelung und Nachverdichtung möglichst verzichtet werden. Insbesondere im Bereich der empfohlenen Grünvernetzungsmaßnahmen sollte zukünftig keine zusätzliche Versiegelung vorgenommen und die vorhandenen Siedlungsbereiche durch zusätzliche Begrünungsmaßnahmen eingebunden werden.

Aus stadtklimatischer Sicht ist eine weitere Bebauung nur im Bereich der Straße „Zum Großen Holz“ vertretbar, sofern eine lockere Bauweise angestrebt wird und die vorhandenen Bebauungsstrukturen aufgegriffen werden.

Lastraum der überwiegend locker und offen bebauten Wohngebiete	
Allg. Beschreibung	
Funktionen/Nutzungstyp	Klimarelevante Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> - hauptsächlich aufgelockerte Bebauung mit geringer Geschossanzahl (i.d.R. max. 3 Geschosse) - vereinzelt Einzelhausbebauung, kleinere Streu- bzw. Splittersiedlungen im ländlichen Raum - zumeist große Gärten bzw. Grünflächen im hausnahen Bereich sowie direkt angrenzend an landwirtschaftliche Freiflächen 	<ul style="list-style-type: none"> - geringer bis mittlerer Versiegelungsgrad - hoher Grünflächenanteil - Nähe zu großen klimatischen Ausgleichsräumen - relativ geringe Rauigkeit durch geringe Geschosshöhen
Bioklima/Immissionsklima	
Gunstfaktoren	Ungunstfaktoren
<ul style="list-style-type: none"> ☀ durch die aufgelockerte Bauweise und die klimatische Ausgleichswirkung der z.T. angrenzenden Grün-, Wald- und Freiflächen nur geringe Änderungen der Klimaelemente ☀ Frischluftzufuhr durch Kaltluftabflüsse östlich der Bambergstraße ☀ insgesamt positive bioklimatische Verhältnisse 	<ul style="list-style-type: none"> ☂ punktuell kann die Wärmebelastung tagsüber im Sommer durch fehlende Verschattungselemente erhöht sein ☂ keine relevanten Kaltluftzuflüsse aufgrund der Reliefsituation und die zum Teil an die Bebauung angrenzenden Waldflächen
Klimaökologische Relevanz	
Klimaschutzzone / Flächen mit klimaökol. Relevanz	Sanierungszone / Flächen mit Handlungsbedarf
<ul style="list-style-type: none"> - lockere Wohnbebauung südlich der Straße „Zwei-häuser“ 	<ul style="list-style-type: none"> - Verbesserung der lufthygienischen Situation im Bereich der belasteten Luftleitbahnen
Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ aufgelockerte und durchgrünte Bebauungsstruktur erhalten ➤ kleinräumige Entsiegelungs- und Begrünungsmaßnahmen anstreben ➤ Festschreiben einer klimatischen Baugrenze entlang der Nordfeldstraße ➤ weitere Baumpflanzungen in privaten Gärten und in einzelnen Straßenzügen zur Schaffung von Schattenzonen anregen bzw. fördern ➤ maßvolle Nachverdichtung unter Berücksichtigung der umliegenden Bebauungsstruktur im Bereich der Straße „Zum Großen Holz“ möglich 	

Lastraum der überwiegend dicht bebauten Wohn- und Mischgebiete	
Allg. Beschreibung	
Funktionen/Nutzungstyp	Klimarelevante Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> - Wohn- und Mischbebauung mit überwiegend 3-4 geschossiger Bebauung sowie öffentliche Einrichtungen (z.B. Kirchen, Einzelhandel) - vereinzelt hochversiegelte Innen- bzw. Hinterhöfe mit Anbauten und/oder Garagen und Parkplätze 	<ul style="list-style-type: none"> - punktuell relativ hoher Versiegelungsgrad mit entsprechend geringem Grünflächenanteil - Gebäudehöhe und -ausrichtung - umliegende Nutzung
Bioklima/Immissionsklima	
Gunstfaktoren	Ungunstfaktoren
<ul style="list-style-type: none"> ☀ leicht erhöhte Wärmeinseleffekte erstrecken sich lediglich über verhältnismäßig kleine Flächen ☀ teilweise lokale Verbesserung des Mikroklimas durch Gärten, Grünflächen im hausnahen Bereich und/oder die Nähe zu klimatischen Ausgleichsräumen 	<ul style="list-style-type: none"> ☁ im Sommer Überwärmung der bodennahen Lufttemperaturen im Bereich hochversiegelter und unverschatteter Flächen, daher Hitzestress und Schwülebelastungen möglich ☁ insgesamt schlechtere Durchlüftungssituation durch herabgesetzte Windgeschwindigkeiten infolge erhöhter Rauigkeit
Klimaökologische Relevanz	
Klimaschutzzone / Flächen mit klimaökol. Relevanz	Sanierungszone / Flächen mit Handlungsbedarf
<ul style="list-style-type: none"> - hoher Grünflächenanteil im Umfeld von Wohnblocks (z.B. Görlitzer Straße) 	<ul style="list-style-type: none"> - keine weitere Verdichtung entlang des Grünverbundes zwischen Freilandbereich im Norden und Gewerbegebiet „Am Roggenkamp“
Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Erhöhung des Grünflächenanteils durch kleinräumige Entsiegelungs- und Begrünungsmaßnahmen anstreben, z.B. Entsiegelung und Begrünung von Hinterhöfen, Dachbegrünungen bei größeren Flachdächern und Garagenanlagen ➤ Baumpflanzungen entlang verschiedener Straßenzüge (z.B. „Im Breil“) fördern ➤ Möglichst keine weitere Bebauung im südlichen Freilandbereich, vor allem südlich der Kuhbachtrasse zum Schutz des klimatischen Ausgleichsraums 	

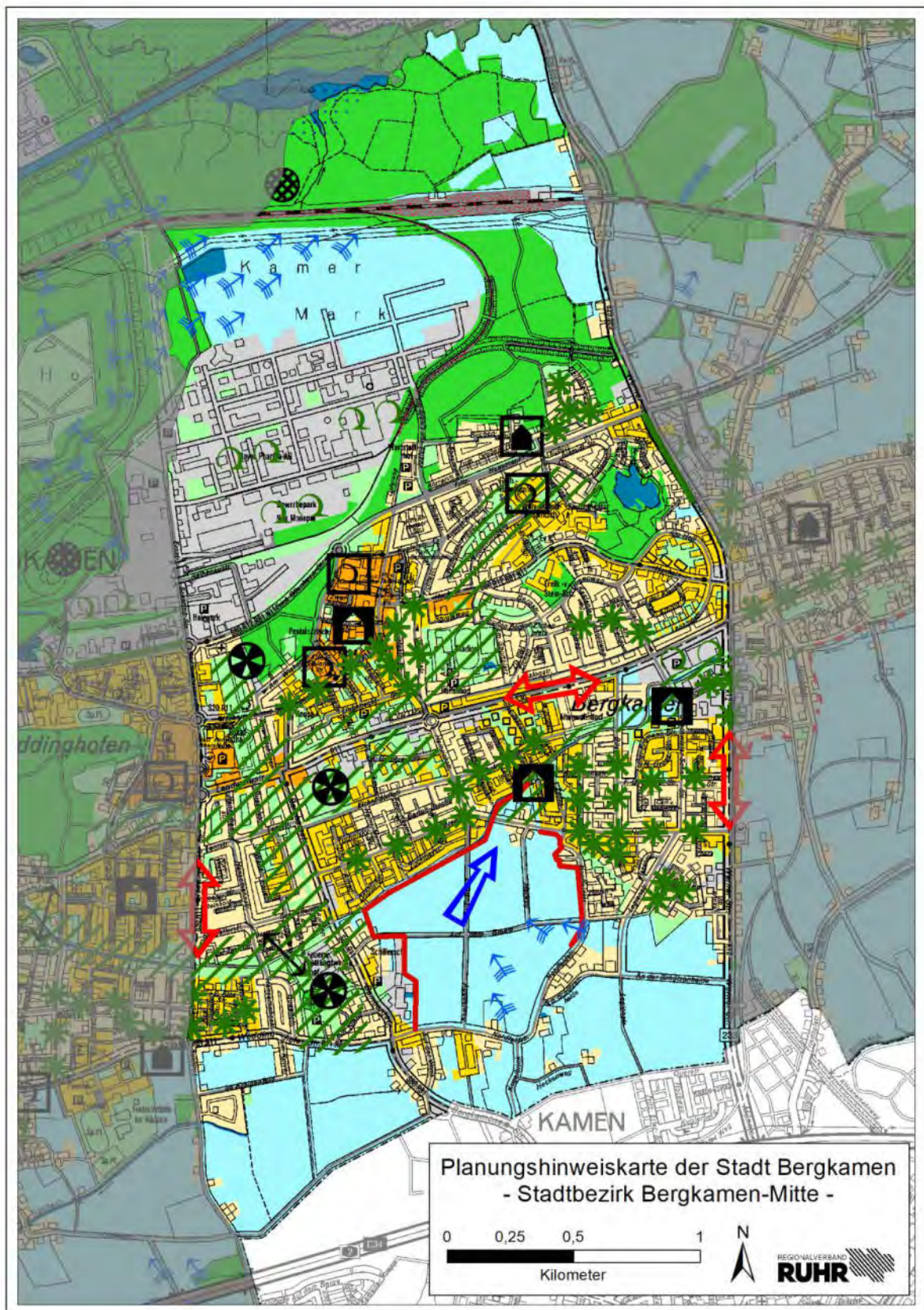
Lastraum der hochverdichteten Innenstadt	
Allg. Beschreibung	
Funktionen/Nutzungstyp	Klimarelevante Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> - Bebauung zwischen Leibnizstraße und „Am Wiehagen“ sowie nördlich der Landwehrstraße 	<ul style="list-style-type: none"> - hoher Versiegelungsgrad - mäßiger Baumbestand und Grünflächenanteil - Gebäudehöhe und -ausrichtung - umliegende Nutzung - Nähe zu klimatischen Ausgleichsräumen - Flächengröße
Bioklima/Immissionsklima	
Gunstfaktoren	Ungunstfaktoren
<ul style="list-style-type: none"> ☀ Potenzial zur lokalen Verbesserung des Mikroklimas durch unmittelbare Nähe zu klimatischen Ausgleichsräumen ☀ erhöhter Wärmeinseleffekt erstreckt sich lediglich über verhältnismäßig kleine Flächen 	<ul style="list-style-type: none"> ☔ im Sommer starke Überwärmung der bodennahen Lufttemperaturen im Bereich hochversiegelter und unverschatteter Flächen, daher Hitzestress und Schwübelastungen möglich ☔ insgesamt schlechtere Durchlüftungssituation durch herabgesetzte Windgeschwindigkeiten infolge erhöhter Rauigkeit ☔ teilweise erhöhte Immissionen von Luftschadstoffen und Lärm durch den Verkehr umliegender Straßen möglich, z.T. dichte Bebauung mit schlechter Belüftungsmöglichkeit
Klimaökologische Relevanz	
Klimaschutzzone / Flächen mit klimaökol. Relevanz	Sanierungszone / Flächen mit Handlungsbedarf
<ul style="list-style-type: none"> - Erhalt der angrenzenden Grün- und Waldgebiete 	
Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Erhöhung des Grünflächenanteils durch kleinräumige Entsiegelungs- und Begrünungsmaßnahmen anstreben, wie der Anpflanzungen schattenspendender Bäumen ➤ Einsatz von Fassaden- und Dachbegrünungen ➤ Anpflanzen weiterer Straßenbäume in der Ebertstraße 	

Lastraum der Gewerbe- und Industrieflächen	
Allg. Beschreibung	
Funktionen/Nutzungstyp	Klimarelevante Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> - Großflächige Gewerbeansiedlung im Gewerbepark Neu Monopol - zusätzlich vereinzelte, kleinere Gewerbeflächen unterschiedlicher Nutzungsarten 	<ul style="list-style-type: none"> - (sehr) hoher Versiegelungsgrad - Z.T. Vegetation auf den Flächen vorhanden - Nähe zu großen klimatischen Ausgleichsräumen - Größe und Art der Nutzung - Emissionen von Luftschadstoffen, Abwärme und Lärm möglich
Bioklima/Immissionsklima	
Gunstfaktoren	Ungunstfaktoren
<ul style="list-style-type: none"> ☀ Potenzial zur lokalen Verbesserung des Mikroklimas durch die unmittelbare Nähe zu größeren klimatischen Ausgleichsräumen ☀ teilweise relativ günstige Belüftungssituation aufgrund der Nähe zu Ausgleichsräumen ☀ Einzelne lokale Ausgleichsflächen innerhalb des Gewerbeparks Neu Monopol 	<ul style="list-style-type: none"> ☔ tagsüber Belastung durch Hitzestress und Schwüle möglich ☔ ungünstige Belüftungsverhältnisse aufgrund großer Gebäudekomplexe ☔ erhöhte Immissionen von Luftschadstoffen und Lärm möglich
Klimaökologische Relevanz	
Klimaschutzzone / Flächen mit klimaökol. Relevanz	Sanierungszone / Flächen mit Handlungsbedarf
<ul style="list-style-type: none"> - vorhandene Grünflächen und angrenzende Ausgleichsräume im Umfeld des Gewerbeparks Neu Monopol 	<ul style="list-style-type: none"> - Optimierung des Mikroklimas durch Schaffung von Schattenzonen
Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Entsiegelung, Begrünung und Erhöhung des Anteils großkroniger Bäume auf Hof-, Lager- und Parkplatz- und Rasenflächen ➤ Begrünung von Dächern und Fassaden ➤ Reduzierung der Emissionen von Luftschadstoffen 	

Regional bedeutsamer Ausgleichsraum Freiland	
Allg. Beschreibung	
Funktionen/Nutzungstyp	Klimarelevante Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> - Acker- und Grünlandflächen - Kalt- und Frischluftentstehungsgebiete - Erholungsfunktion 	<ul style="list-style-type: none"> - geringe Rauigkeit - Nutzung und Umgebung - Relief - Größe
Bioklima/Immissionsklima	
Gunstfaktoren	Ungunstfaktoren
<ul style="list-style-type: none"> ☀ ausgeprägter Tagesgang der Lufttemperaturen mit geringer Neigung zur Wärmebelastung zur Mittagzeit und relativ hoher nächtlicher Abkühlung ☀ höhere Windgeschwindigkeiten können geringere bioklimatische Belastungen durch Hitze und Schwüle begünstigen ☀ gute Kaltluftproduktion ☀ günstige Durchlüftungs- bzw. Austauschverhältnisse ☀ kaum Emissionen ☀ Frischlufttransport bei südwestlichen Windrichtungen in die südliche Bebauung 	<ul style="list-style-type: none"> ☂ aufgrund der geringen Reliefenergie finden Kaltluftmassenbewegungen nur eingeschränkt statt ☂ die lokal produzierten Kaltluftmassen der Freiflächen können nur bedingt in die angrenzenden Siedlungsbereiche eindringen
Klimaökologische Relevanz	
Klimaschutzzone / Flächen mit klimaökol. Relevanz	Sanierungszone / Flächen mit Handlungsbedarf
<ul style="list-style-type: none"> - Freiflächen im Süden und nördlich des Gewerkeparks Neu Monopol 	
Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ die Acker- und Grünlandareale sollten aufgrund der Kalt- und Frischluftbildungspotenziale als klimatische Ausgleichsräume erhalten werden; eine weitere Zersiedelung der Landschaft ist aus klimaökologischer Sicht zu vermeiden ➤ keine weitere Ansiedlung bodennaher Emittenten 	

Bioklimatischer Ausgleichsraum Wald	
Allg. Beschreibung	
Funktionen/Nutzungstyp	Klimarelevante Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> - Waldflächen bzw. Baumbestände im östlichen und nördlichen Stadtbezirksabschnitt, die z.T. direkt an die Bebauung angrenzen - Filterfunktion für Luftschadstoffe - Frischluftproduzenten - teils Naherholungsfunktion 	<ul style="list-style-type: none"> - Größe und Lage des Waldgebietes - angrenzende Nutzungen - Relief
Bioklima/Immissionsklima	
Gunstfaktoren	Ungunstfaktoren
<ul style="list-style-type: none"> ☀ gedämpfter Tagesgang der Lufttemperatur bei allgemein relativ geringeren Temperaturen führt zu einem milden, ausgeglichenen Stammraumklima ☀ sehr geringe bioklimatische Belastungen ☀ Luftruhe im Stammraum wirkt Kälte- und Winddis-komfort entgegen ☀ Filterfunktion durch Ad- und Absorption gas- und partikelgebundener Luftschadstoffe ☀ keine Emissionen ☀ teils Frischluftproduzenten 	<ul style="list-style-type: none"> ☂ aufgrund der Hangneigung erfolgt ein nächtliches Abfließen von Kaltluftmassen in nordöstliche Richtungen (Richtung Waldgebiet) ☂ Aufgrund der hohen Rauigkeit keine Luftleitfunktion
Klimaökologische Relevanz	
Klimaschutzzone / Flächen mit klimaökol. Relevanz	Sanierungszone / Flächen mit Handlungsbedarf
<ul style="list-style-type: none"> - Waldgebiet östlich des Gewerbeparks Neu Monopol 	
Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ die Waldflächen sind grundsätzlich als wertvolle Frischluftproduzenten sowie aufgrund ihrer z.T. hohen Bedeutung als Naherholungs- und Regenerationsräume zu erhalten 	

Lokal bedeutsamer Ausgleichsraum Park- und Grünanlagen	
Allg. Beschreibung	
Funktionen/Nutzungstyp	Klimarelevante Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> - Parks, Sport- und Grünanlagen - Klimaoasen mit wohnnaher Freizeit- und Erholungsfunktion - Abwechslungsreiche Strukturen mit offenen Grünflächen und dichter Bepflanzung 	<ul style="list-style-type: none"> - Größe und Ausstattung der Grün- und Parkanlage - Vernetzung der Flächen untereinander sowie die räumlich-funktionale Anbindung an umliegende Flächennutzungen
Bioklima/Immissionsklima	
Gunstfaktoren	Ungunstfaktoren
<ul style="list-style-type: none"> ☀ lokale Abkühlungseffekte durch Schattenzonen und Verdunstungseffekte ☀ gedämpfter Tagesgang der Lufttemperatur und Windgeschwindigkeit ☀ Abmilderung des Wärmeinseleffektes in den Siedlungsbereichen ☀ günstige bioklimatische Verhältnisse auch bei kleineren Grün- und Parkanlagen ☀ keine Emissionen ☀ lokale Frischluftproduzenten 	<ul style="list-style-type: none"> ☂ positive Effekte bei kleineren Grünflächen zumeist lokal begrenzt
Klimaökologische Relevanz	
Klimaschutzzone / Flächen mit klimaökol. Relevanz	Sanierungszone / Flächen mit Handlungsbedarf
<ul style="list-style-type: none"> - Grünvernetzungsstrukturen unter Einbezug von großen, zusammenhängenden Grünarealen im Umfeld der Wohnbebauung 	<ul style="list-style-type: none"> - Grünvernetzung ausbauen und optimieren
Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Erhalt und Sicherung der vorhandenen Grünflächen und Vernetzung der Grünflächen ➤ die Übergangsbereiche zwischen großen Grün- sowie Parkanlagen und der angrenzenden Bebauung sind offen zu halten (Vernetzung schaffen); bei kleineren Grün- und Parkanlagen oder angrenzend an Gewerbegebiete sind die Ränder zu schließen (Klimaoasen schaffen) ➤ keine Ansiedlung von Emittenten im Umfeld von Park- und Grünanlagen 	



Karte 8.3: Ausschnitt der Planungshinweiskarte der Stadt Bergkamen für den Stadtbezirk Bergkamen-Mitte..

8.2.3 Stadtbezirk Overberge



Der Stadtbezirk Overberge befindet sich im östlichen Randbereich der Stadt Bergkamen und grenzt im Osten an Hamm und im Süden an Kamen.

Der überwiegende Teil der Stadtbezirksfläche von Overberge wird von Freilandflächen eingenommen, die von zahlreichen

größeren und kleineren Waldgebieten durchzogen sind.

Unter den Bedingungen einer sommerlichen Strahlungswetterlage bilden sich in den Freilandbereichen und – in abgeschwächter Weise – in den Waldgebieten Kaltluftmassen, die bei ausreichendem Relief hangabwärts fließen. Dementsprechend fließen die Kaltluftmassen aus den höchsten Bereichen im Süden des Stadtbezirks (Galgenberg 91,4 m ü. NN) dem Gefälle entsprechend in alle Himmelsrichtungen ab.

Diese nächtlichen Kaltluftmassentransporte von den Freiflächen im südlichen Abschnitt des Stadtbezirks sind anhand der Modellrechnung mit Hilfe des Programms FITNAH-3D nachweisbar (s. hierzu Kapitel 3). Dabei wird die aus südlichen Richtungen abfließende Kaltluft teilweise entlang der südöstlichen Siedlungsgrenze in überwiegend östliche Richtungen umgelenkt, um dann entlang des Siedlungsrandes weiter zu fließen. Insgesamt wird so der Siedlungsbereich von der abfließenden Kaltluft nur in geringem Maße beeinflusst, da die in die Bebauung einfließenden Luftmassen durch die Gebäudestrukturen stark abgebremst werden. Begünstigt wird die Kaltluftzufuhr in Bereichen, in denen ein hoher Grünflächenanteil vorliegt (z.B. zwischen Lantermanteich und Hof Theiler). Um eine weitere Zersiedelung zu vermeiden, sollte dennoch die angegebene klimatische Baugrenze beachtet werden. Dabei sind einzelne, über die angegebene Grenze hinaus geplante Vorhaben aus klimatischer Sicht unkritisch, eine großflächige Bebauung sollte jedoch vermieden werden. Die kalt- und frischluftproduzierenden Ausgleichsräume der landwirtschaftlichen Freiflächen sollten daher insgesamt erhalten und weitestgehend von Bebauung freigehalten werden.

Die Bereiche der Wohnbebauung in Overberge sind weitestgehend durch eine offene, lockere und durchgrünte Bebauungsstruktur mit meist geringer Geschossanzahl charakterisiert. Dies und die Nähe zu klimatischen Ausgleichsräumen äußert sich in zum Teil nur geringen Änderungen der Klimaelemente gegenüber dem Umland und sorgt für eine insgesamt nur geringe Ausprägung des Wärmeinseleffektes. Daher können die bio- und immissionsklimatischen Verhältnisse in den Siedlungsbereichen als positiv bewertet werden, jedoch können punktuell im Bereich hochversiegelter und unverschatteter Flächen Hitzestress und Schwülebelastungen sowie im Umfeld der Gewerbeansiedlungen erhöhte Immissionen von Luftschadstoffen und Lärm auftreten. Abhilfe kann durch die Anpflanzung großkroniger Bäume, z.B. entlang der Landwehrstraße, geschaffen werden. Durch die Abschattung der Asphaltflächen können zumindest lokale Verbesserungen der bioklimatischen Verhältnisse durch Schattenwurf und erhöhte Verdunstung erzielt werden. Zudem sollten teilweise weitere Baumpflanzungen auf privaten Grundstücken zur Schaffung von Schattenzonen angeregt werden. Grundsätzlich sind maßvolle bauliche Nachverdichtungen im Bereich des geschlossenen Siedlungskörpers im Sinne der Schließung vereinzelt bestehender Baulücken aus stadtklimatischer Sicht möglich. Dabei sollte jedoch die aufgelockerte Bebauungsstruktur erhalten bleiben und eine weitere Zersiedelung der Landschaft vermieden werden. Darüber hinaus sollte keine weitere riegelförmige, dichte Bepflanzung oder Bebauung an den Siedlungsrändern erfolgen, um die Kalt- und Frischluftzufuhr der umliegenden Freilandflächen nicht zu unterbinden.

Im Bereich Werner Straße/Industriestraße befindet sich das größte Gewerbegebiet des Stadtbezirks Overberge. Das Gewerbegebiet ist hinsichtlich seiner Nutzungsstruktur als überwiegend homogen zu bezeichnen, da sich auf dem Gelände größtenteils Kfz-Dienstleistungen befinden. Ein in Teilen sehr hoher Versiegelungsgrad sowie geringer Vegetationsbestand sind in diesem Gebiet charakteristisch. Stellenweise jedoch existieren im nördlichen Abschnitt größere Wiesenflächen mit Baumbestand, so dass zumindest in einigen Bereichen kleine mikroklimatische Ausgleichsflächen vorhanden sind, die sich positiv auf die lokalklimatischen Verhältnisse auswirken. Teilweise werden die mikroklimatischen Verhältnisse zusätzlich durch die Nähe zu größeren Ausgleichsräumen (Acker- und Freilandflächen im Norden und Osten des Gewerbegebietes) begünstigt. Durch Entsiegelungs- und Begrünungsmaßnahmen (z.B. Dach- und Fassadenbegrünung auf und an den Gebäuden) sowie die Erhöhung des Anteils großkroniger Bäume auf Hof-, Lager- und Parkplatzflächen können die lokalklimatischen Verhältnisse innerhalb des Gewerbegebietes weiterhin verbessert werden. Auch die Begrünung im Straßenraum durch die Anpflanzung großkroniger Bäume kann in den Sommermonaten zu einer Reduzierung der Hitzebelastung beitragen (z.B. südlich des Gewerbegebietes entlang der

„Obere Erlentiefenstraße“). Um ein Zusammenwachsen mit der Gewerbefläche zwischen Königstraße und Industriestraße zu vermeiden, wird empfohlen, die angegebene klimatische Baugrenze entlang der östlichen Bebauung des Gewerbegebietes zu beachten.

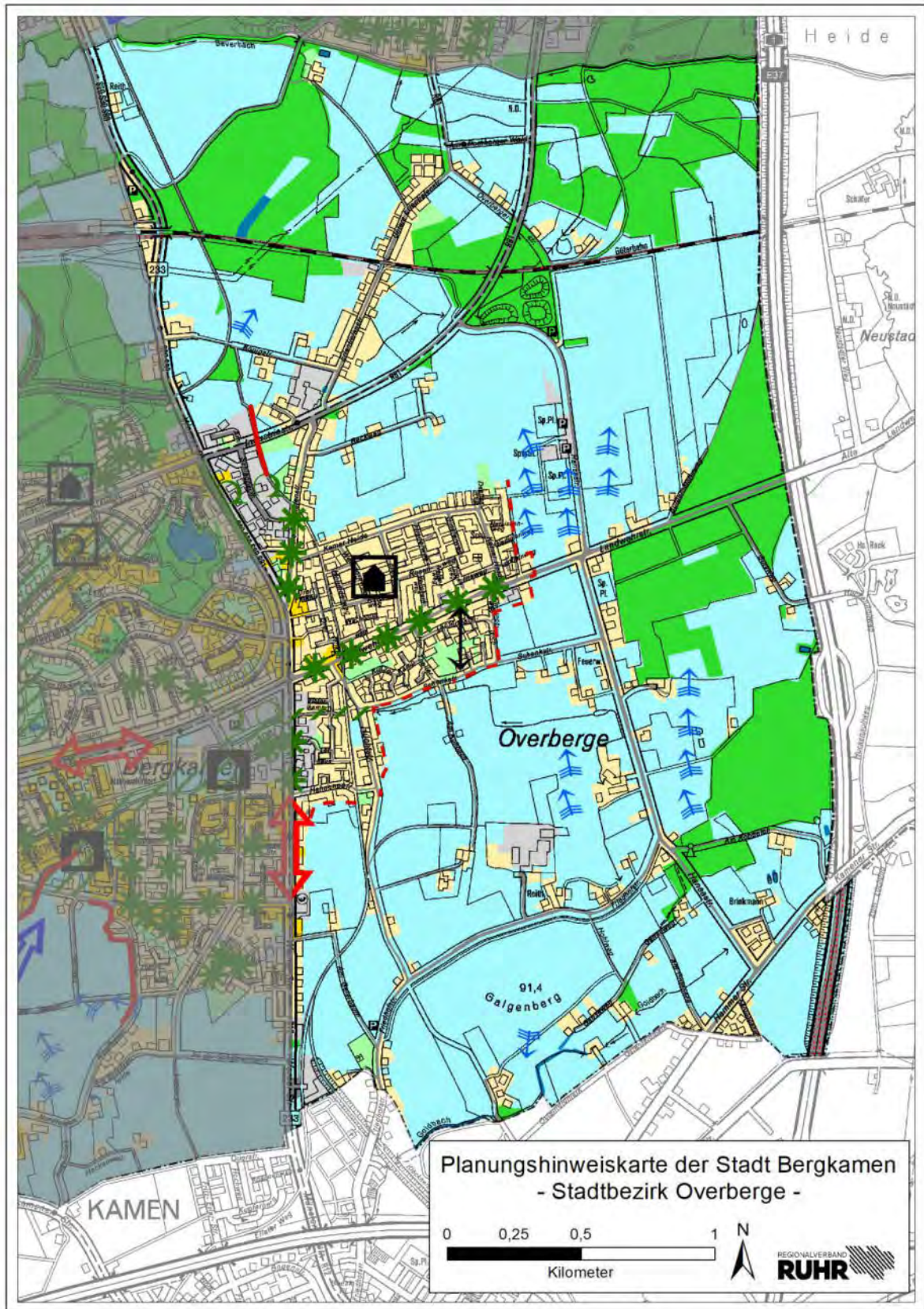
Die Waldgebiete im Stadtbezirk Overberge haben eine wichtige Freizeit- und Erholungsfunktion mit (über)regionaler Bedeutung. Bei gedämpften Tagesgängen der Lufttemperatur und der Windgeschwindigkeit mit insgesamt relativ geringen Werten verfügen die Wälder über ein ausgeglichenes Klima im Stammraum und weisen daher nur sehr geringe bioklimatische Belastungen auf. Zudem sind die Wälder auch Kaltluftproduzenten, allerdings können die kühleren Luftmassen aufgrund der hohen Rauigkeit nur bei einer höheren Reliefneigung abfließen. Die Waldgebiete stellen durch ihre Filterfunktion bezüglich gas- und partikelgebundener Luftschadstoffe wichtige (über)regionale Frischluftproduzenten dar. Dabei sind insbesondere die Waldgebiete im östlichen Stadtbezirksrand hervorzuheben, da diese eine wichtige Filterfunktion für Luftschadstoffe der A1 darstellen. Insgesamt sind die Waldflächen daher aufgrund ihrer positiven klimatischen Eigenschaften grundsätzlich zu erhalten.

Lastraum der überwiegend locker und offen bebauten Wohngebiete	
Allg. Beschreibung	
Funktionen/Nutzungstyp	Klimarelevante Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> - hauptsächlich aufgelockerte Bebauung mit geringer Geschossanzahl (i.d.R. 1,5 – 2,5 Geschosse) - Ein- und Mehrfamilienhäuser - zumeist große Gärten bzw. Grünflächen im hausnahen Bereich sowie direkt angrenzend an landwirtschaftliche Freiflächen 	<ul style="list-style-type: none"> - geringer bis mittlerer Versiegelungsgrad - hoher Grünflächenanteil - Nähe zu großen klimatischen Ausgleichsräumen - relativ geringe Rauigkeit durch geringe Geschosszahlen
Bioklima/Immissionsklima	
Gunstfaktoren	Ungunstfaktoren
<ul style="list-style-type: none"> ☀ durch die aufgelockerte Bauweise und die klimatische Ausgleichswirkung der nahen landwirtschaftlichen Freiflächen nur geringe Änderungen der Klimaelemente ☀ Kaltluftzufuhr aus südlichen Richtungen bei wind-schwachen Strahlungswetterlagen möglich ☀ insgesamt positive bioklimatische Verhältnisse 	<ul style="list-style-type: none"> ☂ punktuell kann die Wärmebelastung tagsüber im Sommer durch fehlende Verschattungselemente erhöht sein ☂ keine sehr effektiven Kaltluftzuflüsse
Klimaökologische Relevanz	
Klimaschutzzone / Flächen mit klimaökol. Relevanz	Sanierungszone / Flächen mit Handlungsbedarf
<ul style="list-style-type: none"> - keine Ausdehnung der Bebauung in den Freilandbereich 	
Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ aufgelockerte und durchgrünte Bebauungsstruktur erhalten ➤ kleinräumige Entsiegelungs- und Begrünungsmaßnahmen anstreben ➤ Anpflanzung von Straßenbäumen in der Landwehrstraße zur Verbesserung der bioklimatischen Verhältnisse durch Verdunstung und Beschattung ➤ weitere Baumpflanzungen in privaten Gärten zur Schaffung von Schattenzonen anregen bzw. fördern 	

Lastraum der Gewerbe- und Industrieflächen	
Allg. Beschreibung	
Funktionen/Nutzungstyp	Klimarelevante Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> - Gewerbegebiet Am Schlagbaum und zwischen Königstraße und Industriestraße - Kleinere Gewerbeflächen innerhalb der Siedlung und im Freilandbereich 	<ul style="list-style-type: none"> - hoher Versiegelungsgrad - kaum Vegetation auf den Flächen vorhanden - Nähe zu großen klimatischen Ausgleichsräumen - Größe und Art der Nutzung - Emissionen von Luftschadstoffen, Abwärme und Lärm möglich
Bioklima/Immissionsklima	
Gunstfaktoren	Ungunstfaktoren
<ul style="list-style-type: none"> ☀ Potenzial zur lokalen Verbesserung des Mikroklimas durch die unmittelbare Nähe zu größeren klimatischen Ausgleichsräumen ☀ teilweise relativ günstige Belüftungssituation aufgrund der Nähe zu Ausgleichsräumen 	<ul style="list-style-type: none"> ☔ tagsüber Belastung durch Hitzestress und Schwüle möglich ☔ erhöhte Immissionen von Luftschadstoffen und Lärm möglich
Klimaökologische Relevanz	
Klimaschutzzone / Flächen mit klimaökol. Relevanz	Sanierungszone / Flächen mit Handlungsbedarf
<ul style="list-style-type: none"> - Freilandbereich im Gewerbegebiet „Am Schlagbaum“ 	<ul style="list-style-type: none"> - Park-/Lagerplätze und Dachflächen
Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Entsiegelung, Begrünung und Erhöhung des Anteils großkroniger Bäume auf Hof-, Lager- und Parkplatzflächen ➤ Begrünung von Fassaden und Dächern (u.a. Kombination mit Photovoltaik) ➤ Festsetzen klimatischer Baugrenzen im Übergangsbereich zum Freiland (östlich des Gewerbegebietes „Am Schlagbaum“) 	

Bioklimatischer Ausgleichsraum Wald	
Allg. Beschreibung	
Funktionen/Nutzungstyp	Klimarelevante Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> - Große Waldgebiete im Osten und Norden des Stadtgebietes - Filterfunktion für Luftschadstoffe - Frischluftproduzenten - teils Naherholungsfunktion 	<ul style="list-style-type: none"> - Größe und Lage des Waldgebietes - angrenzende Nutzungen - Relief
Bioklima/Immissionsklima	
Gunstfaktoren	Ungunstfaktoren
<ul style="list-style-type: none"> ☀ gedämpfter Tagesgang der Lufttemperatur bei allgemein relativ geringeren Temperaturen führt zu einem milden, ausgeglichenen Stammraumklima ☀ sehr geringe bioklimatische Belastungen ☀ Luftruhe im Stammraum wirkt Kälte- und Winddiscomfort entgegen ☀ Filterfunktion durch Ad- und Absorption gas- und partikelgebundener Luftschadstoffe ☀ keine Emissionen ☀ teils Frischluftproduzenten 	<ul style="list-style-type: none"> ☂ positiven klimatischen Eigenschaften der Waldbestände im Wesentlichen auf die Fläche selbst beschränkt ☂ Aufgrund der hohen Rauigkeit keine Luftleitfunktion
Klimaökologische Relevanz	
Klimaschutzzone / Flächen mit klimaökol. Relevanz	Sanierungszone / Flächen mit Handlungsbedarf
<ul style="list-style-type: none"> - Alle Waldflächen, insbesondere am Ostrand des Stadtbezirks (Filterfunktion für Luftschadstoffe der A1) 	
Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ die Waldflächen sind grundsätzlich als wertvolle Frischluftproduzenten sowie aufgrund ihrer z.T. hohen Bedeutung als Naherholungs- und Regenerationsräume zu erhalten 	

Lokal bedeutsamer Ausgleichsraum Park- und Grünanlagen	
Allg. Beschreibung	
Funktionen/Nutzungstyp	Klimarelevante Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> - Grünanlagen und große, zusammenhängende Gärten im Wohnbereich - Klimaoasen mit wohnnaher Freizeit- und Erholungsfunktion - Abwechslungsreiche Strukturen mit offenen Grünflächen und dichter Bepflanzung 	<ul style="list-style-type: none"> - Größe und Ausstattung der Grün- und Parkanlage - räumlich-funktionale Anbindung an umliegende Flächennutzungen
Bioklima/Immissionsklima	
Gunstfaktoren	Ungunstfaktoren
<ul style="list-style-type: none"> ☀ lokale Abkühlungseffekte durch Schattenzonen und Verdunstungseffekte ☀ gedämpfter Tagesgang der Lufttemperatur und Windgeschwindigkeit ☀ Abmilderung des Wärmeinseleffektes in den Siedlungsbereichen ☀ günstige bioklimatische Verhältnisse auch bei kleineren Grün- und Parkanlagen ☀ keine Emissionen ☀ lokale Frischluftproduzenten 	<ul style="list-style-type: none"> ☂ positive Effekte bei kleineren Grünflächen zumeist lokal begrenzt
Klimaökologische Relevanz	
Klimaschutzzone / Flächen mit klimaökol. Relevanz	Sanierungszone / Flächen mit Handlungsbedarf
Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Erhalt und Sicherung der vorhandenen Grünflächen, Erhalt und Ausbau eines Grünverbundsystems ➤ die Übergangsbereiche zwischen großen Grün- sowie Parkanlagen und der angrenzenden Bebauung sind offen zu halten (Vernetzung schaffen); bei kleineren Grün- und Parkanlagen sind die Ränder zu schließen (Klimaoasen schaffen) ➤ keine Ansiedlung von Emittenten im Umfeld von Park- und Grünanlagen 	



Karte 8.4: Ausschnitt der Planungshinweiskarte der Stadt Bergkamen für den Stadtbezirk Overberge.

8.2.4 Stadtbezirk Heil



Der Stadtbezirk Heil liegt im Norden des Bergkamener Stadtgebiets und grenzt im Norden an die Stadt Werne und im Westen an die Stadt Lünen. Der überwiegende Flächenanteil des Stadtgebiets liegt im Niederungsbereich der naturnah fließenden Lippe am äußersten Nordrand der Stadt und dem geradlinig verlaufenden DattelIn-Hamm-Kanal im Süden des

Stadtbezirks. Innerhalb des Niederungsbereichs der beiden Fließgewässer befindet sich das Kohlekraftwerk Bergkamen mit direktem Anschluss an den Kanal. Das Kraftwerk befindet sich derzeit vom Frühjahr bis zum Herbst im „Saisonbetrieb“, was soviel bedeutet, dass es in dieser Jahreszeit nur hochgefahren wird, wenn es für die Netzstabilität erforderlich ist. Im Jahr 2022 soll der Betrieb des Kohlekraftwerks endgültig eingestellt werden. Die Zukunft der Kraftwerksfläche ist noch offen, wahrscheinlich ist eine Folgenutzung als Gewerbefläche.

Zum derzeitigen Zeitpunkt ist die Fläche nur zum Teil höher versiegelt und verdichtet; dies betrifft insbesondere den östlichen Abschnitt des Geländes. Im westlichen Bereich befinden sich große Kohlelagerflächen. Diese besitzen ein geringeres Reflexionsvermögen für solare Strahlung (Albedo) und können sich daher im Sommer um mehrere Grad stärker aufheizen als beispielsweise Grünflächen.

Aus den genannten Gründen können bioklimatische Belastungssituationen insbesondere bei sommerlichen Wetterlagen durch starke Hitze- und Schwülebelastungen entstehen (s. hierzu Kapitel 3 „Flächenhafte Ausprägung ausgewählter Klimatelemente“). Sowohl die höchsten nächtlichen Temperaturen, als auch die höchste Belastungssituation während der Tagstunden im Stadtgebiet wurden daher u.a. auf dem Gelände des Kohlekraftwerks simuliert. Die Intensität des Wärmeinseleffektes auf dem Gelände ist dabei nicht nur vom Versiegelungsgrad, der Gebäudehöhe und dem Grünflächenanteil abhängig, sondern ebenfalls von der Größe der zusammenhängenden Fläche. Daneben spielen die emittierten Luftschadstoffe sowie industriellen Wärmequellen eine nicht unerhebliche Rolle. Das Gelände ist aufgrund der Lage im Niederungsgebiet der Fließgewässer häufigen Bodeninversionen ausgesetzt. Dies bedeutet, dass in Bodennähe eine starke Abkühlung stattfindet und sich somit dort kältere Luft als in den darüberliegenden Schichten befindet. Ein Austausch

zwischen den Schichten kann daher erst in höheren Luftschichten oberhalb der Bodeninversion erfolgen. Dadurch wird das Immissionspotential im Niederungsbereich erhöht. Bei der zukünftigen Nutzung der Fläche ist dies zu berücksichtigen und daher auf die Ansiedlung von Emittenten weitestgehend zu verzichten. Um ein möglichst günstiges Mikroklima zu erzielen, sollten bei der zukünftigen Nutzung der Fläche ausreichend Grünflächen eingeplant werden. Dazu zählt u.a. die Schaffung von abwechslungsreichen Grünstrukturen mit Rasen- und Staudenflächen, Sträuchern und großkronigen Bäumen, sogenannte „Baumwiesen“ (s. hierzu Kuttler et al. 2013). Bei der Wahl der Bäume sollte auf trockenresistente Arten, die ein geringes Ozonbildungspotential aufweisen, geachtet werden.

Somit entstehen unterschiedliche Mikrokimate, die je nach Bedarf aufgesucht werden können. In den Sommermonaten wird eine starke Aufheizung der Flächen durch Verdunstungskühlung und Verschattung vermieden. Ferner bietet es sich an, auf Flachdächern Dachbegrünung anzulegen, um lokale Abkühlungseffekte zu erwirken. Auch die Begrünung von Fassaden lässt sich relativ einfach realisieren und kann ebenfalls wie die Dachbegrünung lokale Abkühlungseffekte – auch für den Innenbereich der Gebäude – bewirken. Sowohl Dach- als auch Fassadenbegrünung zählen zu den lokal wirkenden Maßnahmen. Bei einer Vielzahl an realisierten Begrüngungsmaßnahmen verstärkt sich jedoch deren Wirkung. Daher ist es ratsam, möglichst viele – auch kleinere Maßnahmen - umzusetzen.

Eine Zufuhr kühlerer Luftmassen aus den direkt angrenzenden Grün- und Waldflächen in das Gelände des Kohlekraftwerks hinein ist reliefbedingt zwar kaum möglich, jedoch ist insgesamt der verhältnismäßig hohe Grünflächenanteil des nahen Umfeldes aus bioklimatischer Sicht positiv zu beurteilen. Hingegen können abfließende Luftmassen von der Halde Großes Holz bis in die Randbereiche des Kohlkraftwerkgeländes gelangen.

Die von der Halde abfließenden Luftmassen sind für die kleinen Siedlungsbereiche im Stadtbezirk Heil hingegen wenig bedeutsam, da sie zum einen die Siedlungen überwiegend umfließen (beispielsweise die Siedlung an der Nördlichen Lippestraße mit Friedrich-von-Bodenschwingh-Schule) bzw. deren Reichweite zum anderen aufgrund der Entfernung zu den Siedlungen nicht ausreicht (z.B. Siedlungsgebiet an der Dorfstraße). Aufgrund der geringen Größe der Ansiedlungen und deren Lage inmitten von Wald- und Freiflächen weisen diese Bereiche grundsätzlich ein dem unbebauten Umfeld sehr ähnliches günstiges Mikroklima aus, so dass aus stadtklimatologischer Sicht keine weiteren Maßnahmen auf den Flächen erforderlich sind.

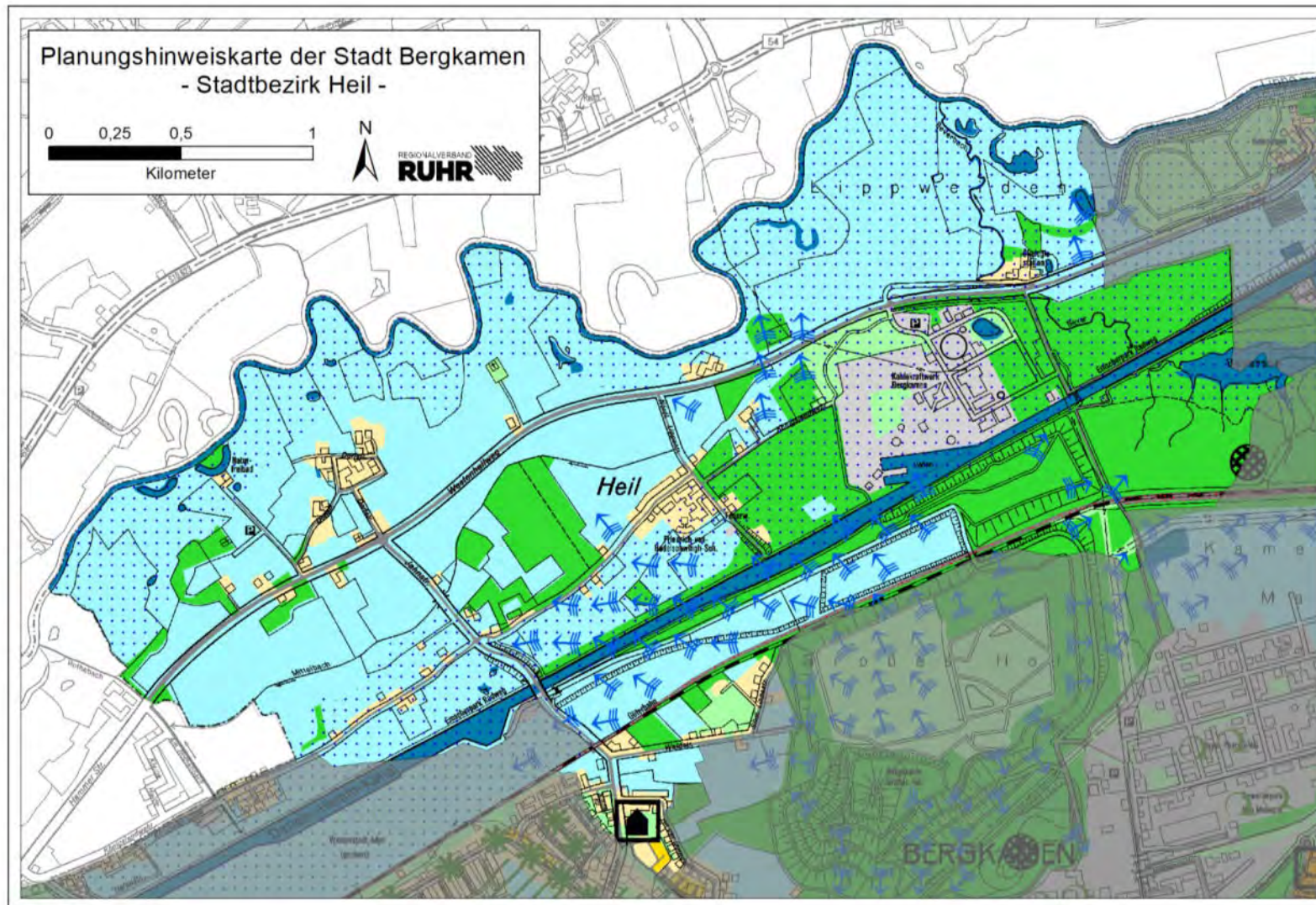
Die Siedlungsstruktur im Bereich der Straße „An der Dorndelle“ zeichnet sich durch eine Wohnbebauung mit einer überwiegend lockeren und offenen Gestalt mit geringer Geschosshöhe (i.d.R. max. 2 Geschosse) und teils größeren Gartenarealen sowie die Nähe zum unbebauten Freiland aus. Durch die aufgelockerte Bauweise und die vielfältigen Grünstrukturen innerhalb der Bebauung sowie der weitestgehend unmittelbaren Nähe zu großflächigen klimatischen Ausgleichsräumen sind auch hier nur geringe Änderungen der Klimaelemente gegenüber dem Freiland zu verzeichnen und es herrschen insgesamt günstige Belüftungssituationen sowie positive bioklimatische Verhältnisse vor. Aus diesem Grund ist eine maßvolle Nachverdichtung bei Berücksichtigung der umliegenden Bebauungsstrukturen aus stadtklimatischer Sicht zulässig. Hierbei sind vor allem vorhandene Baulücken zu schließen, während einer weiteren Zersiedelung des Freilandes hingegen entgegengewirkt werden sollte.

Lastraum der überwiegend locker und offen bebauten Wohngebiete	
Allg. Beschreibung	
Funktionen/Nutzungstyp	Klimarelevante Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> - aufgelockerte Bebauung mit geringer Geschossanzahl (i.d.R. max. 2,5 Geschosse) - vereinzelt Einzelhausbebauung, kleinere Streu- bzw. Splittersiedlungen im ländlichen Raum - zumeist große Gärten bzw. Grünflächen im hausnahen Bereich sowie direkt angrenzend an landwirtschaftliche Frei- und Waldflächen 	<ul style="list-style-type: none"> - geringer bis mittlerer Versiegelungsgrad - hoher Grünflächenanteil - Nähe zu großen klimatischen Ausgleichsräumen - relativ geringe Rauigkeit durch geringe Geschosszahlen
Bioklima/Immissionsklima	
Gunstfaktoren	Ungunstfaktoren
<ul style="list-style-type: none"> ☀ durch die aufgelockerte Bauweise und die klimatische Ausgleichswirkung der umliegenden landwirtschaftlichen Freiflächen und Waldgebiete nur geringe Änderungen der Klimaelemente ☀ Kaltluftzuflüsse von der Halde Großes Holz ☀ insgesamt positive bioklimatische Verhältnisse 	<ul style="list-style-type: none"> ☂ punktuell kann die Wärmebelastung tagsüber im Sommer durch fehlende Verschattungselemente erhöht sein
Klimaökologische Relevanz	
Klimaschutzzone / Flächen mit klimaökol. Relevanz	Sanierungszone / Flächen mit Handlungsbedarf
Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ aufgelockerte und durchgrünte Bebauungsstruktur erhalten ➤ kleinräumige Entsiegelungs- und Begrünungsmaßnahmen anstreben ➤ weitere Bebauung unter Einhaltung der umliegenden Bebauungsstrukturen zwischen der Jahnstraße und „An der Dorndelle“ 	

Lastraum der Gewerbe- und Industrieflächen	
Allg. Beschreibung	
Funktionen/Nutzungstyp	Klimarelevante Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> - Kohlekraftwerk Bergkamen 	<ul style="list-style-type: none"> - hoher Versiegelungsgrad nur stellenweise - z.T. viel Vegetation auf den Flächen vorhanden - Nähe zu großen klimatischen Ausgleichsräumen - Größe und Art der Nutzung - Emissionen von Luftschadstoffen, Abwärme und Lärm
Bioklima/Immissionsklima	
Gunstfaktoren	Ungunstfaktoren
<ul style="list-style-type: none"> ☀ Potenzial zur lokalen Verbesserung des Mikroklimas durch die unmittelbare Nähe zu größeren klimatischen Ausgleichsräumen ☀ teilweise relativ günstige Belüftungssituation aufgrund der Nähe zu Ausgleichsräumen (zumindest im westlichen Abschnitt des Kohlkraftwerksgeländes) 	<ul style="list-style-type: none"> ☔ tagsüber Belastung durch Hitzestress und Schwüle möglich ☔ erhöhte Immissionen von Luftschadstoffen und Lärm möglich
Klimaökologische Relevanz	
Klimaschutzzone / Flächen mit klimaökol. Relevanz	Sanierungszone / Flächen mit Handlungsbedarf
<ul style="list-style-type: none"> - vorhandene Grünflächen bei der Umnutzung der Fläche erhalten 	
Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ ausreichend Grünzonen schaffen, u.a. Begrünung von Dächern und Fassaden ➤ im Niederungsbereich möglichst keine Emissionen freisetzen ➤ bei der Neugestaltung der Fläche mikroklimatische Aspekte berücksichtigen 	

Regional bedeutsamer Ausgleichsraum Freiland	
Allg. Beschreibung	
Funktionen/Nutzungstyp	Klimarelevante Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> - Acker- und Grünlandflächen - Kalt- und Frischluftentstehungsgebiete - Erholungsfunktion 	<ul style="list-style-type: none"> - geringe Rauigkeit - Nutzung - Relief - Größe - Umgebung
Bioklima/Immissionsklima	
Gunstfaktoren	Ungunstfaktoren
<ul style="list-style-type: none"> ☀ ausgeprägter Tagesgang der Lufttemperaturen mit geringer Neigung zur Wärmebelastung zur Mittagzeit und relativ hoher nächtlicher Abkühlung ☀ höhere Windgeschwindigkeiten können geringere bioklimatische Belastungen durch Hitze und Schwüle begünstigen ☀ gute Kaltluftproduktion ☀ günstige Durchlüftungs- bzw. Austauschverhältnisse ☀ kaum Emissionen ☀ Kaltluftabflüsse von der Halde Großes Holz in westliche bis nordwestliche Richtungen 	<ul style="list-style-type: none"> ☁ Die von der Halde Großes Holz abfließenden Kaltluftmassen können die Bodeninversion im Bereich des Datteln-Hamm-Kanals begünstigen
Klimaökologische Relevanz	
Klimaschutzzone / Flächen mit klimaökol. Relevanz	Sanierungszone / Flächen mit Handlungsbedarf
<ul style="list-style-type: none"> - keine weitere Bebauung im Niederungsbereich der Lippe und des Datteln-Hamm-Kanals 	
Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ die großflächigen zusammenhängenden Acker- und Grünlandareale sollten aufgrund der Kalt- und Frischluftbildungspotenziale als klimatische Ausgleichsräume erhalten werden; eine weitere Zersiedelung der Landschaft ist aus klimaökologischer Sicht zu vermeiden ➤ keine weitere Ansiedlung bodennaher Emittenten (vor allem im Bereich der Kaltluftsammelgebiete) 	

Bioklimatischer Ausgleichsraum Wald	
Allg. Beschreibung	
Funktionen/Nutzungstyp	Klimarelevante Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> - Waldgebiete im Umfeld des Kohlkraftwerks und kleinere Waldbestände zwischen Lippe und Dateln-Hamm-Kanal - Filterfunktion für Luftschadstoffe - Frischluftproduzenten - teils Naherholungsfunktion (Beversee) 	<ul style="list-style-type: none"> - Größe und Lage des Waldgebietes - angrenzende Nutzungen - Relief
Bioklima/Immissionsklima	
Gunstfaktoren	Ungunstfaktoren
<ul style="list-style-type: none"> ☀ gedämpfter Tagesgang der Lufttemperatur bei allgemein relativ geringeren Temperaturen führt zu einem milden, ausgeglichenen Stammraumklima ☀ sehr geringe bioklimatische Belastungen ☀ Luftruhe im Stammraum wirkt Kälte- und Winddis-Komfort entgegen ☀ Filterfunktion durch Ad- und Absorption gas- und partikelgebundener Luftschadstoffe ☀ keine Emissionen ☀ teils Frischluftproduzenten 	<ul style="list-style-type: none"> ☂ die positiven klimatischen Eigenschaften der kleineren Baumbestände sind im Wesentlichen auf die Flächen selbst beschränkt ☂ aufgrund der meist geringen Reliefenergie eingeschränktes nächtliches Abfließen von Kaltluftmassen (mit Ausnahme des südlich an das Kohlekraftwerk Waldgebietes) ☂ Aufgrund der hohen Rauigkeit keine Luftleitfunktion
Klimaökologische Relevanz	
Klimaschutzzone / Flächen mit klimaökol. Relevanz	Sanierungszone / Flächen mit Handlungsbedarf
<ul style="list-style-type: none"> - Waldgebiete im Umfeld des Kohlkraftwerks als Pufferraum und Immissionsschutz 	
Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ die Waldflächen sind grundsätzlich als wertvolle Frischluftproduzenten sowie aufgrund ihrer z.T. hohen Bedeutung als Naherholungs- und Regenerationsräume sowie als Pufferraum zum Kohlekraftwerk zu erhalten 	



Karte 8.5: Ausschnitt der Planungshinweiskarte der Stadt Bergkamen für den Stadtbezirk Heil.

8.2.5 Stadtbezirk Rünthe



Der Stadtbezirk Rünthe grenzt im Norden an Werne und im Osten an Hamm. Nach Süden schließen sich die Stadtbezirke Bergkamen-Mitte und Overberg und nach Westen der Stadtbezirk Heil an.

Die mikroklimatischen Verhältnisse in Rünthe sind aufgrund einer sehr heterogenen Bebauungsstruktur mit einerseits großflächigen Gewerbeansiedlungen

und dichter Wohnbebauung und andererseits lockerer, gut durchgrünter Wohnsiedlungen mit direktem Anschluss an Grün-, Wald- und Freilandflächen sehr unterschiedlich.

Nördlich des Datteln-Hamm-Kanals besteht die Bebauungsstruktur von Rünthe aus überwiegend locker und offen bebauten Wohngebieten mit Ein- und Mehrfamilienhausbebauung. In den rückwärtigen Bereichen der Wohnhäuser ist der Versiegelungsgrad in einigen Bereichen aufgrund einer Vielzahl an zusätzlichen Anbauten und Gartenhäusern erhöht, jedoch sind dort sehr große Grundstücke zu verzeichnen, die meist in die angrenzenden Grünflächen übergehen und dadurch ein günstiges Mikroklima aufweisen. Aufgrund der insgesamt sehr hohen Grünflächenanteile sowie der Nähe zu teilweise größeren klimatischen Ausgleichsräumen nehmen die Wärmeinseleffekte innerhalb der zuvor beschriebenen Bereiche nur geringe bis mittlere Werte an und die bioklimatischen Verhältnisse sind insgesamt als günstig zu bewerten. Unter Beibehaltung einer insgesamt aufgelockerten Bebauungsstruktur ist daher eine weitere Bautätigkeit auf den vorhandenen Freiflächen hier aus klimatischer Sicht vertretbar. In einigen Straßenzügen bietet sich die Anpflanzung von Straßenbäumen an, wie z.B. in der Stichstraße und im „Böggefeld“. Dadurch können Wärmebelastung während der Tagstunden durch den Schattenwurf der Bäume und das erhöhte Verdunstungspotenzial abgemildert werden.

Die gesamte Siedlung nördlich des Datteln-Hamm-Kanals liegt im Niederungsbereich der Fließgewässer (Lippe und Datteln-Hamm-Kanal). Dies bedeutet ein erhöhtes Risiko für die Anreicherung von Luftschadstoffen in Bodennähe aufgrund gehäuft auftretender Bodeninver-

sionen. Aus diesem Grund ist die Ansiedlung emittierender Gewerbeflächen zukünftig möglichst zu vermeiden. Auch weite Teile der Siedlung, die sich südlich des Kanals befinden, liegen noch innerhalb des Niederungsbereichs, so dass auch hier – insbesondere für die Gewerbegebiete (Westfälisches Sportbootzentrum Marina Rünthe und Gewerbegebiet zwischen Ostenhellweg und Gewerbestraße) – gilt, dass auf erhöhte Emissionen im bodennahen Bereich möglichst zu verzichten ist. Auf hochversiegelten Flächen mit großen Hallengebäuden ist hingegen zu prüfen, ob eine Entsiegelung und somit Bepflanzung mit großkronigen Bäumen bzw. die Anlage von Grünflächen ermöglicht werden kann. Auch die Anlage von Dach- und Fassadenbegrünung kann zur lokalen Abmilderung von Hitzebelastungen vor allem im Gebäudeinneren beitragen und sollte geprüft werden.

Im östlichen Abschnitt des Stadtbezirks befindet sich der Gewerbepark Rünthe. Dieser ist dem Lastraum der Gewerbe- und Industriegebiete zugeordnet und zeichnet sich – ebenso wie auch weitere Gewerbeflächen, die sich bis zum nördlich anschließenden Ostenhellweg erstrecken - durch einen hohen Versiegelungsgrad bei entsprechend geringem Grünflächenanteil aus. Dadurch ist die Gefahr von sommerlichen Hitzebelastungen deutlich erhöht. Auf den Gewerbeflächen sollten daher Entsiegelungs- und Begrünungsmaßnahmen, die Pflanzung weiterer großkroniger Bäume auf großräumigen Lager- und Parkplatzflächen sowie die Anlage von Dach- und Fassadenbegrünungen auf den großen Dächern der Gewerbehallen angestrebt werden. Zudem wird die Durchführung von Maßnahmen zur Reduzierung der Emissionen von Luftschadstoffen und Lärm empfohlen. Dies betrifft auch die lufthygienische Situation der Industriestraße, die als belastete Luftleitbahn bei entsprechenden Windrichtungen Luftschadstoffe transportiert. Hingegen sollten Frischluftzufuhrbereiche, die bei östlichen Windrichtungen die Zufuhr kühlerer und frischerer Luftmassen aus den Freilandbereichen bis in die Wohnsiedlungen ermöglichen, gesichert werden. Aus diesem Grund wird empfohlen, die Freiflächen zwischen Gewerbestraße und Rünther Straße nicht weiter zu bebauen. Gleiches gilt für die Freilandfläche südlich des „Schwarzer Weg“, aus der Frischluft bei südwestlichen Windrichtungen in Richtung Begegnungszentrum Schacht III gelangen kann.

Die Wohnsiedlungen südlich des Datteln-Hamm-Kanals sind im östlichen Stadtrandbereich durch eine offene und lockere Bebauungsstruktur mit einem hohen Grünflächenanteil, der sich überwiegend aus privaten Gartenbereichen zusammengesetzt, bestimmt. Aus diesem Grund und bedingt durch die angrenzenden Wald- und Freilandflächen besteht ein gegenüber dem Freiland nur wenig verändertes Mikroklima. Da das im Westen anschließende Gewerbegebiet einen hohen Versiegelungsgrad mit dem Potenzial der Entstehung erhöhter bioklimatischer Belastungen aufweist und zudem möglicherweise durch Lärm und Luftschadstoffe (aus dem Kfz-Verkehr) belastet ist, sollte eine Immissionsschutzpflanzung beide Bereiche voneinander

trennen. Die im Süden und Osten angrenzenden kleinen Waldgebiete erfüllen eine Pufferfunktion zu den Gewerbeflächen im Süden und der A1 im Osten und sind daher zu erhalten. Darüber hinaus sind die Waldgebiete als Frischluftlieferanten und als Schadstofffilter von Bedeutung. Weitere Maßnahmen der Begrünung (z.B. auf dem Parkplatz Am Römerlager und entlang der Heidestraße) können zusätzlich zu einer lokalen Reduzierung bei sommerlichen Hitzebelastungen beitragen.

Vorhandene Baum- und Strauchpflanzungen zwischen den Gewerbeflächen westlich der Industriestraße und den angrenzenden Wohngebieten sollte als Immissionsschutzpflanzungen und als Pufferzonen erhalten bleiben und weiter ausgebaut werden (z.B. zwischen Rünther Straße und Bertha-von-Suttner-Straße).

Der Siedlungsbereich südlich des Datteln-Hamm-Kanals und westlich der großen Industrieansiedlungen entlang der Industriestraße setzt sich aus sehr heterogenen Bebauungsstrukturen zusammen. Der überwiegende Anteil der Fläche ist dem Lastraum der überwiegend locker und offen bebauten Wohngebiete zugeordnet und ist einerseits durch größere Wohnblocks mit sehr hohem Grünflächenanteil und Baumbestand (z.B. in der Feldstraße) und andererseits durch zahlreiche Ein- und Zweifamilienhäuser mit großen Gartenarealen geprägt. Dadurch fallen die bioklimatischen Belastungen relativ moderat aus und extreme Belastungen – wie sie in den dichter bebauten umliegenden Bereichen vorkommen – treten seltener und in abgeschwächter Weise auf.

Ein Bereich, der dem Lastraum der überwiegend dicht bebauten Wohn- und Mischgebiete zugeordnet wurde, befindet sich zwischen Rünther Straße und Taubenstraße. Neben einer dichter bebauten Wohnsiedlung mit erhöhtem Versiegelungsgrad befinden sich vereinzelt öffentliche Gebäude innerhalb des Areals (Schulgebäude, Kirche). Bedingt durch die Bebauungsdichte und den zum Teil hohen Versiegelungsgrad können erhöhte Wärmeinseleffekte auftreten, die sich allerdings lediglich über eine verhältnismäßig kleine Fläche erstrecken. Als lokale Ausgleichsräume wirken sich die zwischen den Gebäuden der Freiherr-von-Ketteler-Schule und der Katholischen Kirche vorkommenden Grünflächen aus. Diese sind daher zu erhalten und wenn möglich, weiter auszubauen. Darüber hinaus kann durch Entsiegelungsmaßnahmen und die Begrünung von Dächern und Fassaden sowie die Anpflanzung von schattenspendenden Bäumen die Belastungssituation während sommerlicher Hitzephasen lokal abgemildert werden.

Darüber hinaus befinden sich entlang der Rünther Heide und der Straße „In der Dille“ weitere Bereiche, die dem Lastraum der überwiegend dicht bebauten Wohn- und Mischgebiete zuzuordnen sind. Auch hier erstrecken sich die Wärmeinseleffekte u.a. aufgrund der Nähe zu größeren Ausgleichsflächen (Grünflächen nördlich der Rünther Heide und südlich der Rünther

Straße) über eine verhältnismäßig kleine Fläche. Zudem wird die Wärmeinsel durch die aufgelockerte Bauweise mit hohem Grünanteil westlich der Kanalstraße unterbrochen. Um den Zusammenschluss beider Lasträume zu vermeiden, sollten möglichst weitere Versiegelungsvorhaben entlang der Kanalstraße auf Höhe der Rünther Heide und der Straße „In der Dille“ vermieden werden. Die Randbereiche der angrenzenden Grünflächen sollten möglichst offen gestaltet werden, damit die anliegende Bebauung von den günstigen bioklimatischen Verhältnissen profitieren kann (z.B. Grünflächen zwischen Rünther Straße und Begegnungszentrum Schacht III).

Des Weiteren stellen Baumpflanzungen auf hochversiegelten Parkplätzen, Schulhöfen und entlang von Straßenzügen infolge von Verschattungs- und Verdunstungseffekten geeignete kleinräumige Maßnahmen zur Verbesserung des Mikroklimas dar. Dies betrifft viele Straßenzüge sowohl innerhalb der Lasträume der überwiegend locker und offen bebauten Wohngebiete als auch in den Lasträumen der überwiegend dicht bebauten Wohn- und Mischgebiete. Dazu zählen u.a. die Rünther Straße, die Overberger Straße, die Kettelersiedlung und weitere kleinere Straßenzüge.

Insgesamt ist der Stadtbezirk durch eine aufgelockerte und durchgrünte Bebauungsstruktur geprägt, die es zu erhalten gilt. In einzelnen Bereichen der überwiegend dicht bebauten Wohn- und Mischgebiete sollte auf eine weitere Versiegelung verzichtet werden. Hingegen sollten kleinräumige Entsiegelungs- und Begrünungsmaßnahmen angestrebt werden. Auch der Einsatz von Dachbegrünungen auf Flachdächern und Garagenanlagen sollte gefördert werden. Zudem sollten teilweise weitere Baumpflanzungen auf privaten Grundstücken zur Schaffung von Schattenzonen angeregt werden. Grundsätzlich sind maßvolle bauliche Nachverdichtungen im Bereich des geschlossenen Siedlungskörpers im Sinne der Schließung vereinzelt bestehender Baulücken aus stadtklimatischer Sicht möglich (v.a. nördlich des Datteln-Hamm-Kanals). Dabei sollte jedoch die aufgelockerte Bebauungsstruktur erhalten bleiben und eine weitere Zersiedelung der Landschaft vermieden werden. Des Weiteren sollte keine weitere riegelförmige, dichte Bepflanzung oder Bebauung an den Siedlungsrändern erfolgen, um die Kalt- und Frischluftzufuhr der umliegenden Freilandflächen nicht weiter zu unterbinden.

Lastraum der überwiegend locker und offen bebauten Wohngebiete	
Allg. Beschreibung	
Funktionen/Nutzungstyp	Klimarelevante Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> - hauptsächlich aufgelockerte Bebauung mit geringer Geschossanzahl (i.d.R. 1,5 Geschosse) - zumeist große Gärten bzw. Grünflächen im hausnahen Bereich sowie direkt angrenzend an landwirtschaftliche Freiflächen oder Waldgebiete 	<ul style="list-style-type: none"> - geringer bis mittlerer Versiegelungsgrad - hoher Grünflächenanteil - Nähe zu großen klimatischen Ausgleichsräumen - relativ geringe Rauigkeit durch geringe Geschosszahlen
Bioklima/Immissionsklima	
Gunstfaktoren	Ungunstfaktoren
<ul style="list-style-type: none"> ☀ durch die aufgelockerte Bauweise und die klimatische Ausgleichswirkung der umliegenden landwirtschaftlichen Freiflächen und Waldgebiete nur geringe Änderungen der Klimatelemente ☀ insgesamt positive bioklimatische Verhältnisse 	<ul style="list-style-type: none"> ☂ punktuell kann die Wärmebelastung tagsüber im Sommer durch fehlende Verschattungselemente erhöht sein ☂ die Kaltluftzufuhr beschränkt sich auf die Randbereiche der Bebauung ☂ Lage im Niederungsbereich der Fließgewässer kann zu erhöhten Luftschadstoffanreicherungen führen
Klimaökologische Relevanz	
Klimaschutzzone / Flächen mit klimaökol. Relevanz	Sanierungszone / Flächen mit Handlungsbedarf
<ul style="list-style-type: none"> - Erhalt des Grünflächenanteils innerhalb der Bebauung 	
Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ aufgelockerte und durchgrünte Bebauungsstruktur erhalten ➤ kleinräumige Entsiegelungs- und Begrünungsmaßnahmen anstreben ➤ Anlage von Immissionsschutzpflanzungen im Übergangsbereich zum Gewerbepark Rünthe ➤ weitere Baumpflanzungen in privaten Gärten zur Schaffung von Schattenzonen anregen bzw. fördern 	

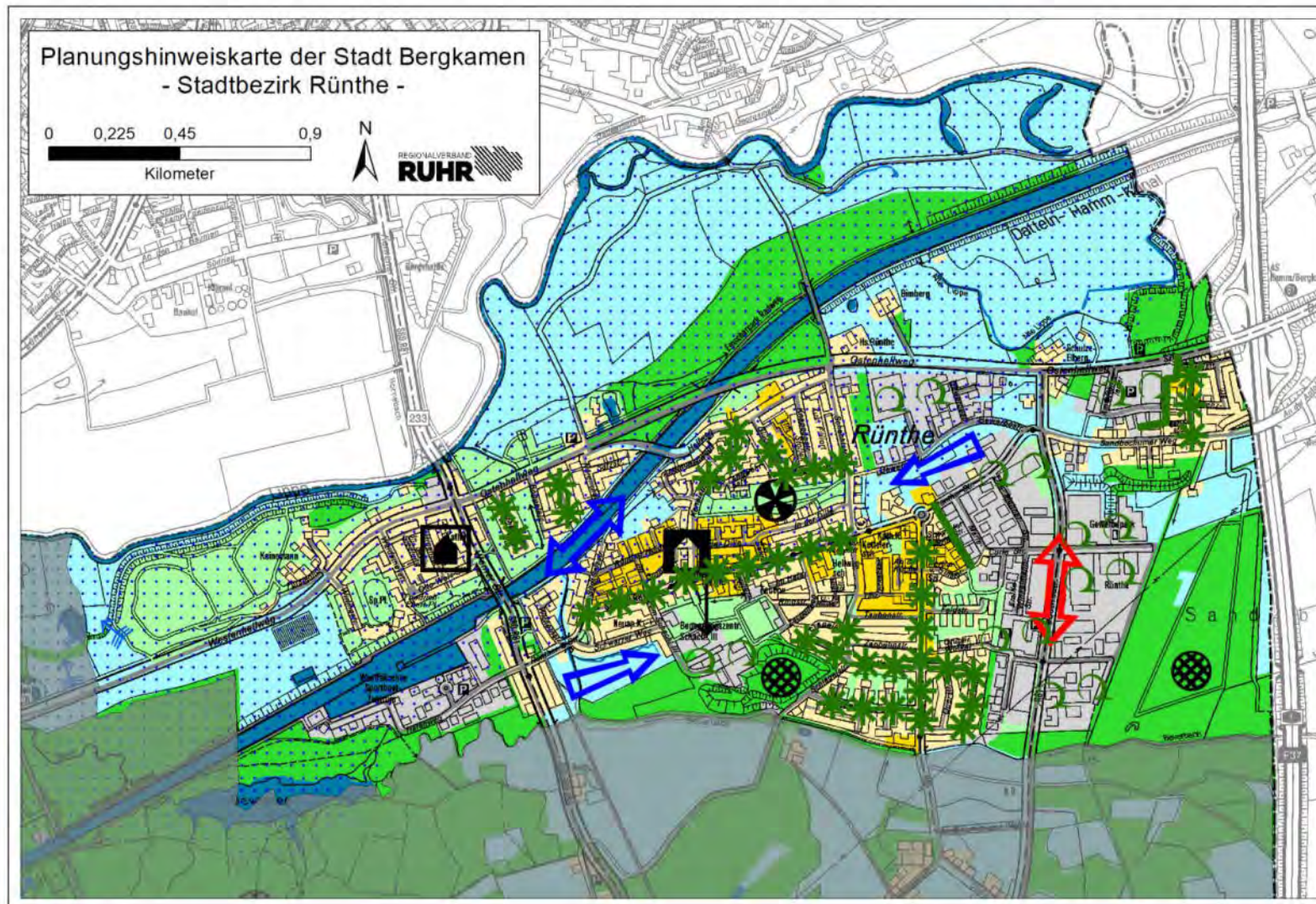
Lastraum der überwiegend dicht bebauten Wohn- und Mischgebiete	
Allg. Beschreibung	
Funktionen/Nutzungstyp	Klimarelevante Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> - Wohn- und Mischbebauung mit bis zu 3-4 geschossiger Bebauung sowie öffentliche Einrichtungen (z.B. Schulen, Kirchen, Einzelhandel) - teilweise hochversiegelte Parkplätze und Schulhöfe 	<ul style="list-style-type: none"> - punktuell relativ hoher Versiegelungsgrad mit entsprechend geringem Grünflächenanteil - Gebäudehöhe und -ausrichtung - umliegende Nutzung
Bioklima/Immissionsklima	
Gunstfaktoren	Ungunstfaktoren
<ul style="list-style-type: none"> ☀ leicht erhöhte Wärmeinseleffekte erstrecken sich lediglich über verhältnismäßig kleine Flächen ☀ teilweise lokale Verbesserung des Mikroklimas durch Gärten, Grünflächen im hausnahen Bereich und/oder die Nähe zu klimatischen Ausgleichsräumen 	<ul style="list-style-type: none"> ☁ im Sommer Überwärmung der bodennahen Lufttemperaturen im Bereich hochversiegelter und unverschatteter Flächen, daher Hitzestress und Schwülebelastungen möglich ☁ insgesamt schlechtere Durchlüftungssituation durch herabgesetzte Windgeschwindigkeiten infolge erhöhter Rauigkeit
Klimaökologische Relevanz	
Klimaschutzzone / Flächen mit klimaökol. Relevanz	Sanierungszone / Flächen mit Handlungsbedarf
<ul style="list-style-type: none"> - lockere Bebauungsstruktur im Bereich der Kanalarstraße als Pufferraum zwischen höherversiegelten Bereichen (Rünther Heide und In der Dille) 	
Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Erhöhung des Grünflächenanteils durch kleinräumige Entsiegelungs- und Begrünungsmaßnahmen anstreben, z.B. Entsiegelung und Begrünung von Parkplätzen und Höfen, Dachbegrünungen bei größeren Flachdächern und Garagenanlagen ➤ Baumpflanzungen entlang der Rünther Straße ➤ Schutz des vorhandenen Baumbestandes sowie Entsiegelung und weitere Begrünung des Schulhofes der Freiherr-von-Ketteler-Schule 	

Lastraum der Gewerbe- und Industrieflächen	
Allg. Beschreibung	
Funktionen/Nutzungstyp	Klimarelevante Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> - Gewerbefläche am Datteln-Hamm-Kanal (Westfälisches Sportboot-Zentrum Marina-Rünthe) - Großflächige Gewerbeansiedlung entlang der Industriestraße - Kleinere Gewerbegebiete im Stadtgebiet verteilt 	<ul style="list-style-type: none"> - sehr hoher Versiegelungsgrad - kaum Vegetation auf den Flächen vorhanden - Größe und Art der Nutzung - Emissionen von Luftschadstoffen und Lärm möglich
Bioklima/Immissionsklima	
Gunstfaktoren	Ungunstfaktoren
<ul style="list-style-type: none"> ☀ Geringe Größe einzelner Gewerbeflächen ☀ Nähe zu klimatischen Ausgleichsräumen ☀ Im Umfeld höher Grünflächenanteil durch aufgelockerte Bauweise 	<ul style="list-style-type: none"> ☔ tagsüber Belastung durch Hitzestress und Schwüle möglich (insbesondere entlang der Industriestraße, Gewerbepark Rünthe) ☔ erhöhte Immissionen von Luftschadstoffen und Lärm möglich
Klimaökologische Relevanz	
Klimaschutzzone / Flächen mit klimaökol. Relevanz	Sanierungszone / Flächen mit Handlungsbedarf
<ul style="list-style-type: none"> - Freifläche zwischen Gewerbestraße und Rünther Straße (Frischluftezufuhrbereich) 	<ul style="list-style-type: none"> - Entsiegelung und Begrünung im Bereich des Gewerbeparks Rünthe
Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Entsiegelung, Begrünung und Erhöhung des Anteils großkroniger Bäume auf den Parkplatzflächen ➤ Begrünung von Dächern und Fassaden, v.a. im Bereich des Gewerbeparks Rünthe 	

Regional bedeutsamer Ausgleichsraum Freiland	
Allg. Beschreibung	
Funktionen/Nutzungstyp	Klimarelevante Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> - Acker- und Grünlandflächen im Norden und Westen des Stadtbezirks - Kalt- und Frischluftentstehungsgebiete - Kaltluftabflussgebiete 	<ul style="list-style-type: none"> - geringe Rauigkeit - Nutzung - Relief - Größe - Umgebung (Flächen grenzen teilweise direkt an Siedlungsbereiche an)
Bioklima/Immissionsklima	
Gunstfaktoren	Ungunstfaktoren
<ul style="list-style-type: none"> ☀ ausgeprägter Tagesgang der Lufttemperaturen mit geringer Neigung zur Wärmebelastung zur Mittagzeit und relativ hoher nächtlicher Abkühlung ☀ höhere Windgeschwindigkeiten können geringere bioklimatische Belastungen durch Hitze und Schwüle begünstigen ☀ gute Kaltluftproduktion ☀ z.T. günstige Durchlüftungs- bzw. Austauschverhältnisse (Frischluftzufuhr und Luftleitbahn entlang des Datteln-Hamm-Kanals) ☀ kaum Emissionen 	<ul style="list-style-type: none"> ☁ die lokal produzierten Kaltluftmassen der Freiflächen können nur randlich in die angrenzenden Siedlungsbereiche eindringen ☁ vermehrte Häufung von Bodeninversionen kann zur Anreicherung von Luftschadstoffen führen (insbesondere aufgrund des Schiffverkehrs auf dem Datteln-Hamm-Kanal)
Klimaökologische Relevanz	
Klimaschutzzone / Flächen mit klimaökol. Relevanz	Sanierungszone / Flächen mit Handlungsbedarf
<ul style="list-style-type: none"> - Schutz der Freilandbereiche als Frisch- und Kaltluftlieferanten 	
Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ die großflächigen zusammenhängenden Acker- und Grünlandareale sollten aufgrund der Kalt- und Frischluftbildungspotenziale als klimatische Ausgleichsräume sowie als Abstandsflächen zu den benachbarten Städten Werne und Hamm erhalten werden 	

Bioklimatischer Ausgleichsraum Wald	
Allg. Beschreibung	
Funktionen/Nutzungstyp	Klimarelevante Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> - Waldgebiete entlang des Datteln-Hamm-Kanals, Waldgebiete im Süden und Osten des Stadtbezirks - Filterfunktion für Luftschadstoffe - Frischluftproduzenten - teils Naherholungsfunktion 	<ul style="list-style-type: none"> - Größe und Lage des Waldgebietes - angrenzende Nutzungen - Relief
Bioklima/Immissionsklima	
Gunstfaktoren	Ungunstfaktoren
<ul style="list-style-type: none"> ☀ gedämpfter Tagesgang der Lufttemperatur bei allgemein relativ geringeren Temperaturen führt zu einem milden, ausgeglichenen Stammraumklima ☀ sehr geringe bioklimatische Belastungen ☀ Luftruhe im Stammraum wirkt Kälte- und Winddis-Komfort entgegen ☀ Filterfunktion durch Ad- und Absorption gas- und partikelgebundener Luftschadstoffe (z.B. im Bereich des Gewerbeparks Rünthe sowie angrenzend an die A1) ☀ keine Emissionen ☀ teils Frischluftproduzenten 	<ul style="list-style-type: none"> ☂ die positiven klimatischen Eigenschaften der kleineren Baumbestände sind im Wesentlichen auf die Fläche selbst beschränkt ☂ aufgrund der geringen Reliefenergie erfolgt kaum nächtliches Abfließen von Kaltluftmassen ☂ Aufgrund der hohen Rauigkeit keine Luftleitfunktion
Klimaökologische Relevanz	
Klimaschutzzone / Flächen mit klimaökol. Relevanz	Sanierungszone / Flächen mit Handlungsbedarf
<ul style="list-style-type: none"> - Waldgebiete entlang der A1 sowie angrenzend an den Gewerbepark Rünthe mit Filterfunktion 	
Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ die Waldflächen sind grundsätzlich als wertvolle Frischluftproduzenten sowie aufgrund ihrer z.T. hohen Bedeutung als Naherholungs- und Regenerationsräume zu erhalten 	

Lokal bedeutsamer Ausgleichsraum Park- und Grünanlagen	
Allg. Beschreibung	
Funktionen/Nutzungstyp	Klimarelevante Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> - Parks, Sportanlagen, private Gärten und Grünanlagen - Klimaoasen mit wohnnaher Freizeit- und Erholungsfunktion - Abwechslungsreiche Strukturen mit offenen Grünflächen und dichter Bepflanzung 	<ul style="list-style-type: none"> - Größe und Ausstattung der Grün- und Parkanlage - Vernetzung der Flächen untereinander sowie die räumlich-funktionale Anbindung an umliegende Flächennutzungen
Bioklima/Immissionsklima	
Gunstfaktoren	Ungunstfaktoren
<ul style="list-style-type: none"> ☀ lokale Abkühlungseffekte durch Schattenzonen und Verdunstungseffekte ☀ gedämpfter Tagesgang der Lufttemperatur und Windgeschwindigkeit ☀ Abmilderung des Wärmeinseleffektes in den Siedlungsbereichen ☀ günstige bioklimatische Verhältnisse auch bei kleineren Grün- und Parkanlagen ☀ keine Emissionen ☀ lokale Frischluftproduzenten 	<ul style="list-style-type: none"> ☂ positive Effekte bei kleineren Grünflächen zumeist lokal begrenzt
Klimaökologische Relevanz	
Klimaschutzzone / Flächen mit klimaökol. Relevanz	Sanierungszone / Flächen mit Handlungsbedarf
	-
Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Erhalt und Sicherung der vorhandenen Grünflächen ➤ die Übergangsbereiche zwischen großen Grün- sowie Parkanlagen und der angrenzenden Bebauung sind offen zu halten (Vernetzung schaffen); bei kleineren Grün- und Parkanlagen sind die Ränder zu schließen (Klimaoasen schaffen) ➤ keine Ansiedlung von Emittenten im Umfeld von Park- und Grünanlagen 	



Karte 8.6: Ausschnitt der Planungshinweiskarte der Stadt Bergkamen für den Stadtbezirk Rünthe.

8.2.6 Stadtbezirk Oberaden



Der Stadtbezirk Oberaden grenzt östlich an den Stadtbezirk Weddinghofen und nördlich an den Stadtbezirk Heil. Im Westen erfolgt der Übergang in die Nachbarstadt Lünen, und im äußersten Süden schließt sich die Stadt Kamen an.

Der Stadtbezirk Oberaden im Westen des Stadtgebiets ist im Außenbereich zum Teil durch große zusammenhängende

Acker- und Grünlandflächen sowie einzelne kleinere Waldgebiete geprägt. Auch innerhalb des Siedlungsbereichs befindet sich eine Vielzahl an großen Wald- und Freilandarealen, die über einen Großteil des Stadtbezirks miteinander vernetzt sind bzw. deren Vernetzung ein weiteres stadtplanerisches Ziel sein sollte, um auch unter den zukünftigen klimatischen Bedingungen günstige Mikrokimate zu erhalten bzw. zu schaffen.

Für die Grünvernetzung bieten sich zahlreiche Flächen im Umfeld der Bebauung an. Dazu zählen unter anderem:

- Die Grün- und Waldflächen des Römerlagers Oberaden sowie die sich westlich und südlich anschließenden Freilandflächen, die ein durchgängiges grünes Band von den Freilandbereichen der geplanten Wasserstadt Aden bis zu den unbebauten Gebieten südlich der Lünener Straße bilden und sich über die Parkanlage nördlich der Jahnschule in östliche Richtungen weiter ausdehnen
- Die Park- und Freilandflächen am Wieckenbusch sowie die sich weiter östlich anschließenden Grünflächen, die eine Verbindung bis in den Freilandbereich An der Dorndelle ermöglichen und in westliche Richtungen in die Waldflächen des Römerlagers Oberaden übergehen
- Die große Freifläche östlich der Herrmann-Stehr-Straße, die in nördliche Richtungen über große wohnungsnahen Grünflächen bis in die Parkanlage Am Wieckenbusch übergehen

Hier bietet es sich an, die vorhandenen Strukturen aufzugreifen und die Grünvernetzung zwischen den landwirtschaftlich genutzten Flächen und den Grün- und Waldflächen weitgehend

zu erhalten und durch die Einbeziehung privater Hausgärten und die Begrünung von Dächern, Fassaden und Straßenzügen weiter zu verbessern. Auf diese Weise kann das Zusammenschmelzen von Siedlungsflächen und damit der Entstehung von größeren klimatischen Lasträumen weitgehend entgegengewirkt werden. Hingegen ist aus klimaökologischer Sicht eine maßvolle, weitere Bebauung im einigen Bereichen vertretbar. Auf den Flächen zwischen der Lünener Straße und der Straße „Auf der Lette“ würde eine maßvolle Nachverdichtung, ebenso wie in den Bereichen östlich des Römerberg-Stadions und nahe des Datteln-Hamm-Kanals am Heiler Kirchweg, keine nachteiligen klimaökologischen Folgen haben, sofern die Bauungsstrukturen des Umfeldes aufgegriffen und eine aufgelockerte Bauweise mit einem hohen Grünflächenanteil angestrebt werden.

Trotz der allgemein sehr günstigen bioklimatischen Verhältnisse im Stadtbezirk Oberaden, die zum einen durch die Nähe zum Freiland, aber auch den überwiegend hohen Grünflächenanteil in den Wohngebieten geprägt ist, existieren auch hier vereinzelt Bereiche, die dem Lastraum der überwiegend dicht bebauten Wohn- und Mischgebiete zugehörig sind. Dazu zählen Siedlungsbereiche mit einem höheren Anteil an versiegelten Flächen und einem geringeren Grünanteil. So existieren vor allem östlich und südlich des Römerlagers Oberaden größere, zusammenhängende Gebäudekomplexe, wie z.B. Schulgebäude und kleine Gewerbegebiete. Hier lassen sich durch kleinräumige Maßnahmen die klimaökologischen Verhältnisse lokal verbessern. Neben der Begrünung im Straßenraum bieten sich auch die Entsiegelung und Begrünung von Plätzen und die Anlage von Dach- und Fassadenbegrünungen an. Damit die aus den nahe gelegenen Grün- und Freiflächen gebildeten Frisch- und Kaltluftmassen in den dichter bebauten Bereichen ihre Wirkung entfalten können, sollte eine dichte Bebauung in den Übergangsbereichen vermieden werden.

Dort, wo dicht bebaute Gewerbeflächen an Wohnsiedlungen angrenzen, wie es zwischen Heideweg und Im Kattros der Fall ist, sollten vorhandene Grün- und Freiflächen erhalten und weiter ausgebaut werden. Auf eine weitere Verdichtung sollte möglichst in diesen Bereichen verzichtet werden, damit ein ausreichender Pufferraum zwischen dem Lastraum des Gewerbegebietes und der angrenzenden Wohnbebauung erhalten bleibt und der Vergrößerung der Wärmeinsel entgegengewirkt wird.

Um die bioklimatischen Verhältnisse auch in den bereits als günstig eingestuften Wohnsiedlungen weiter zu verbessern, sind Maßnahmen zur Begrünung zu prüfen. Hierzu zählen die Pflanzung von Straßenbäumen (z.B. entlang der Jahnstraße, der Helmstedter Straße, der Rotherbachstraße) sowie die Begrünung von Plätzen (z.B. Schulhof der Burgschule sowie der Realschule am Pantenweg).

Der Übergang von der Wohnbebauung im Südosten des Stadtbezirks in den Freilandbereich ist zu erhalten und die angegebene klimatische Baugrenze anzustreben. Einzelne, über die Baugrenze hinaus geplante Vorhaben sind als unkritisch einzustufen, jedoch sollte darauf geachtet werden, keine großflächigen Bauvorhaben zu realisieren. Grund ist der Schutz des angrenzenden Ausgleichsraums und die Vermeidung des Zusammenwachsens mit den Lasträumen des angrenzenden Stadtbezirks Weddinghofen.

Aufgrund der sehr hohen Kaltluftdynamik, die sich durch eine extrem hohe Mächtigkeit des Kaltluftvolumenstroms in weiten Teilen der Halde Großes Holz und erhöhte Fließgeschwindigkeiten der Kaltluft bis zu 1,0 m/s und vereinzelt noch höher ausdrückt, können kühlere und frischere Luftmassen bis in die Randbebauung von Oberaden vordringen. Die Eindringtiefe ist jedoch aufgrund der zum Teil dichten Vegetation und der Bebauung im Norden des Stadtbezirks begrenzt und die Strömungsgeschwindigkeit nimmt mit zunehmender Bebauung rasch ab. Dennoch können die abfließenden Kaltluftmassen einige Bereiche – wie beispielsweise das Gewerbegebiet entlang der Straße „Im Kattros“ - durchdringen und somit während sommerlicher Hochdruckwetterlagen zu einer Verbesserung der bioklimatischen Bedingungen beitragen.

Die weitläufigen Frei- und Grünlandbereiche, die sich im Umfeld der Wohnbebauung befinden, weisen mittlere bis hohe Kaltluftproduktionsraten auf (z.B. am Wieckenbusch, Freiflächen westlich des Römerlagers). Auch der Kaltluftvolumenstrom weist hier in Teilen eine mittlere Mächtigkeit auf, so dass im wohnnahen Umfeld zahlreiche, große Flächen mit einer wichtigen Ausgleichsfunktion vorhanden sind. Auf diese Weise wird der Entstehung großflächiger Wärmeinselbereiche entgegengewirkt und für die Wohnbevölkerung sind lokale Ausgleichsräume rasch erreichbar.

Insgesamt sind die klimatischen Verhältnisse in Oberaden als überwiegend günstig zu bezeichnen. Zwar können unter den Bedingungen einer sommerlichen Hochdruckwetterlage Bereiche mit starkem und sogar starkem bis extremem Hitzestress auftreten (wie im Gewerbegebiet „Im Kattros), jedoch erstrecken sich die Bereiche mit den höchsten Belastungen auf meist kleine Flächen, die durch große Wald-, Grün- und Freilandbereiche mit geringerer Belastung unterbrochen werden. Um die positiven klimatischen Wirkungen zu erhalten, sollten die Ausgleichsräume geschützt und weitestgehend von Bebauung freigehalten werden. Vereinzelt ist jedoch aus klimaökologischer Sicht auch das Schließen von Baulücken und die Errichtung kleinerer Baugebiete zulässig, da keine erheblichen Auswirkungen auf die bioklimatischen Verhältnisse zu erwarten sind, wenn im Zuge der Planung eine klimaangepasste Bauweise beachtet wird.

Lastraum der überwiegend locker und offen bebauten Wohngebiete	
Allg. Beschreibung	
Funktionen/Nutzungstyp	Klimarelevante Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> - hauptsächlich aufgelockerte Bebauung mit geringer Geschossanzahl (i.d.R. max. 2-4 Geschosse) - zumeist große Gärten bzw. Grün- und Waldflächen im hausnahen Bereich sowie direkt angrenzend an landwirtschaftliche Freiflächen 	<ul style="list-style-type: none"> - geringer bis mittlerer Versiegelungsgrad - hoher Grünflächenanteil - Nähe zu großen klimatischen Ausgleichsräumen - meist geringe Rauigkeit durch geringe Geschosszahlen
Bioklima/Immissionsklima	
Gunstfaktoren	Ungunstfaktoren
<ul style="list-style-type: none"> ☀ durch die aufgelockerte Bauweise und die klimatische Ausgleichswirkung der umliegenden landwirtschaftlichen Frei-, Grünflächen und Waldgebiete nur geringe Änderungen der Klimatelemente ☀ relevante Kaltluftzuflüsse von der Halde Großes Holz ☀ insgesamt positive bioklimatische Verhältnisse 	<ul style="list-style-type: none"> ☂ punktuell kann die Wärmebelastung tagsüber im Sommer durch fehlende Verschattungselemente erhöht sein ☂ die Frischluftzufuhr von der Halde Großes Holz wird durch die vorhandene Vegetation und die Bebauung umgelenkt bzw. hinsichtlich ihrer Fließgeschwindigkeit reduziert
Klimaökologische Relevanz	
Klimaschutzzone / Flächen mit klimaökol. Relevanz	Sanierungszone / Flächen mit Handlungsbedarf
<ul style="list-style-type: none"> - Klimatische Baugrenzen anstreben, um den Ausgleichsraum zwischen Oberaden und Weddinghofen zu erhalten - Gut durchgrünte Siedlungsstruktur erhalten 	
Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ aufgelockerte und durchgrünte Bebauungsstruktur erhalten ➤ kleinräumige Entsiegelungs- und Begrünungsmaßnahmen anstreben ➤ Anstreben einer klimatischen Baugrenze am südöstlichen Stadtrandbereich ➤ Grünvernetzung schaffen ➤ weitere Baumpflanzungen in privaten Gärten zur Schaffung von Schattenzonen anregen bzw. fördern 	

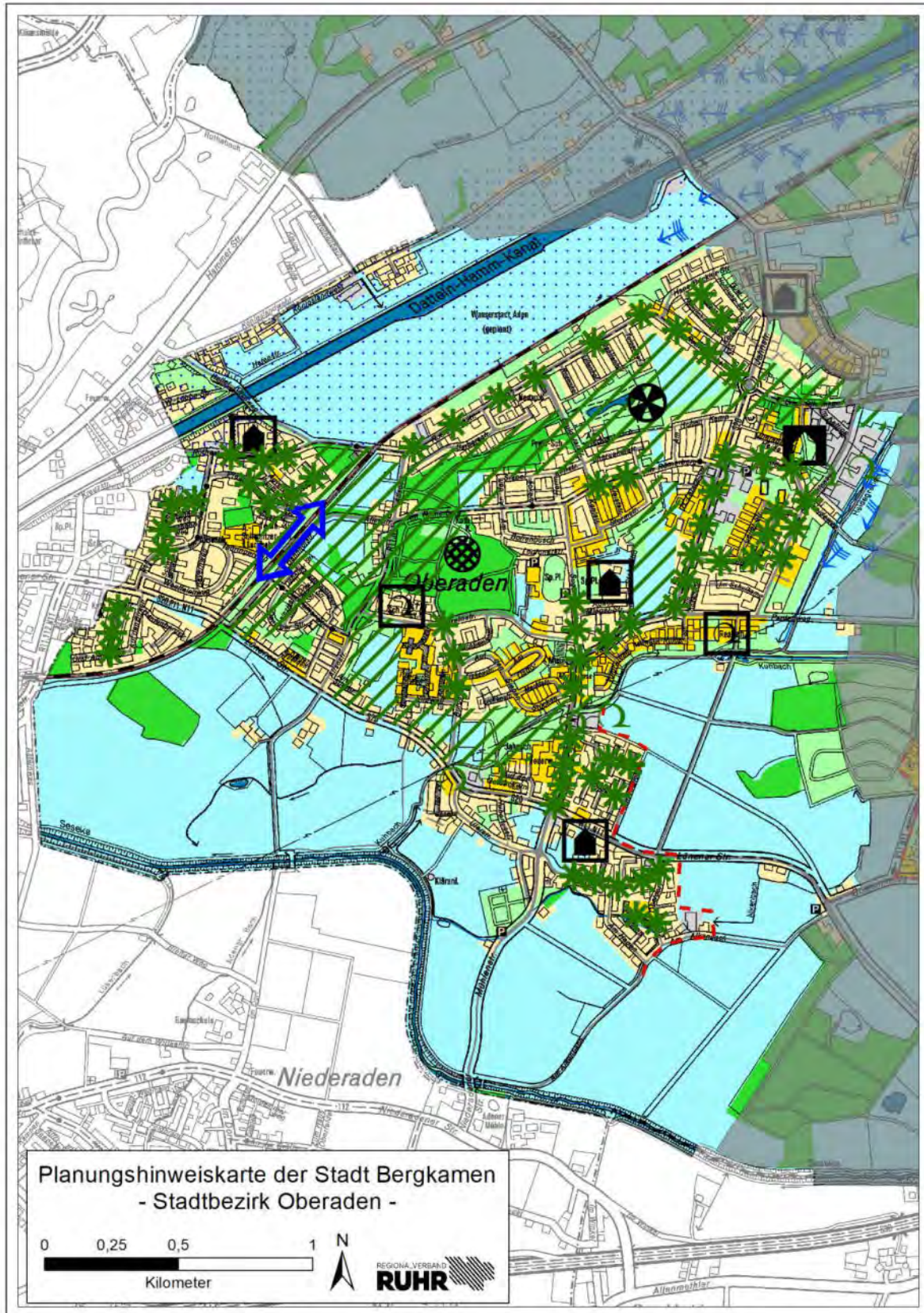
Lastraum der überwiegend dicht bebauten Wohn- und Mischgebiete	
Allg. Beschreibung	
Funktionen/Nutzungstyp	Klimarelevante Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> - Wohn- und Mischbebauung mit überwiegend 2,5-4 geschossiger Bebauung sowie öffentliche Einrichtungen (z.B. Schule, Museum, Feuerwehr) - teilweise hochversiegelte Hinterhöfe, z.T. Anbauten und/oder Garagen und Parkplätze im Wohnumfeld 	<ul style="list-style-type: none"> - punktuell relativ hoher Versiegelungsgrad mit entsprechend geringem Grünflächenanteil - Gebäudehöhe und -ausrichtung - umliegende Nutzung
Bioklima/Immissionsklima	
Gunstfaktoren	Ungunstfaktoren
<ul style="list-style-type: none"> ☀ leicht erhöhte Wärmeineffekte erstrecken sich lediglich über verhältnismäßig kleine Flächen ☀ teilweise lokale Verbesserung des Mikroklimas durch Gärten, Grünflächen im hausnahen Bereich und/oder die Nähe zu klimatischen Ausgleichsräumen 	<ul style="list-style-type: none"> ☔ im Sommer Überwärmung der bodennahen Lufttemperaturen im Bereich hochversiegelter und unverschatteter Flächen, daher Hitzestress und Schwülebelastungen möglich ☔ insgesamt schlechtere Durchlüftungssituation durch herabgesetzte Windgeschwindigkeiten infolge erhöhter Rauigkeit
Klimaökologische Relevanz	
Klimaschutzzone / Flächen mit klimaökol. Relevanz	Sanierungszone / Flächen mit Handlungsbedarf
<ul style="list-style-type: none"> - Grünflächen zwischen Wohngebiet an der Oberadener Heide und Gewerbegebiet „Im Kattros“ erhalten 	
Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Erhöhung des Grünflächenanteils durch kleinräumige Entsiegelungs- und Begrünungsmaßnahmen anstreben, z.B. Entsiegelung und Begrünung von Hinterhöfen, Dachbegrünungen bei größeren Flachdächern und Garagenanlagen 	

Lastraum der Gewerbe- und Industrieflächen	
Allg. Beschreibung	
Funktionen/Nutzungstyp	Klimarelevante Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> - Gewerbeansiedlung im Umfeld der Straße „Im Kattros“ und entlang der Jahnstraße - zusätzlich vereinzelte, kleinere Gewerbeflächen unterschiedlicher Nutzungsarten über den Stadtbezirk verteilt 	<ul style="list-style-type: none"> - (sehr) hoher Versiegelungsgrad - kaum Vegetation auf den Flächen vorhanden - Nähe zu großen klimatischen Ausgleichsräumen - Kaltluftzufuhr von der Halde Großes Holz - Größe und Art der Nutzung - Emissionen von Luftschadstoffen, Abwärme und Lärm möglich
Bioklima/Immissionsklima	
Gunstfaktoren	Ungunstfaktoren
<ul style="list-style-type: none"> ☀ Potenzial zur lokalen Verbesserung des Mikroklimas durch die unmittelbare Nähe zu größeren klimatischen Ausgleichsräumen ☀ teilweise relativ günstige Belüftungssituation aufgrund der Nähe zu Ausgleichsräumen; Kaltluftzufuhr von der Halde Großes Holz bis zum Gewerbegebiet „Im Kattros“ 	<ul style="list-style-type: none"> ☔ tagsüber Belastung durch Hitzestress und Schwüle möglich ☔ erhöhte Immissionen von Luftschadstoffen und Lärm möglich
Klimaökologische Relevanz	
Klimaschutzzone / Flächen mit klimaökol. Relevanz	Sanierungszone / Flächen mit Handlungsbedarf
Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Entsiegelung, Begrünung und Erhöhung des Anteils großkroniger Bäume auf Hof-, Lager- und Parkplatzflächen ➤ Begrünung von Dächern und Fassaden ➤ keine weitere Ansiedlung bodennaher Emittenten; insbesondere in den Kaltluftabflussbereichen ➤ Reduzierung der Emissionen von Luftschadstoffen 	

Regional bedeutsamer Ausgleichsraum Freiland	
Allg. Beschreibung	
Funktionen/Nutzungstyp	Klimarelevante Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> - Acker- und Grünlandflächen - Kalt- und Frischluftentstehungsgebiete - Erholungsfunktion - Bereiche mit Kaltluftabflüssen 	<ul style="list-style-type: none"> - geringe Rauigkeit - Nutzung - Relief - Größe - Umgebung (Flächen grenzen teilweise direkt an Siedlungsbereiche an)
Bioklima/Immissionsklima	
Gunstfaktoren	Ungunstfaktoren
<ul style="list-style-type: none"> ☀ ausgeprägter Tagesgang der Lufttemperaturen mit geringer Neigung zur Wärmebelastung zur Mittagzeit und relativ hoher nächtlicher Abkühlung ☀ höhere Windgeschwindigkeiten können geringere bioklimatische Belastungen durch Hitze und Schwüle begünstigen ☀ gute Kaltluftproduktion ☀ günstige Durchlüftungs- bzw. Austauschverhältnisse ☀ kaum Emissionen ☀ Kaltluftabflüsse und Frischlufttransport von der Halde Großes Holz in Richtung Nordosten des Stadtbezirks 	<ul style="list-style-type: none"> ☂ die lokal produzierten Kaltluftmassen der Freiflächen können nur bedingt in die angrenzenden Siedlungsbereiche eindringen
Klimaökologische Relevanz	
Klimaschutzzone / Flächen mit klimaökol. Relevanz	Sanierungszone / Flächen mit Handlungsbedarf
<ul style="list-style-type: none"> - Freilandflächen zwischen Oberaden und Weddinghofen 	
Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ die großflächigen zusammenhängenden Acker- und Grünlandareale sollten aufgrund der Kalt- und Frischluftbildungspotenziale als klimatische Ausgleichsräume erhalten werden; eine weitere Zersiedelung der Landschaft ist aus klimaökologischer Sicht zu vermeiden (klimatische Baugrenzen anstreben) 	

Bioklimatischer Ausgleichsraum Wald	
Allg. Beschreibung	
Funktionen/Nutzungstyp	Klimarelevante Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> - größeres Waldgebiet im Bereich des Römerlagers Oberaden und weitere kleinere Baumbestände innerhalb des Siedlungsbereichs sowie im Freiland - Filterfunktion für Luftschadstoffe - Frischluftproduzenten - teils Naherholungsfunktion 	<ul style="list-style-type: none"> - Größe und Lage des Waldgebietes - angrenzende Nutzungen - Relief
Bioklima/Immissionsklima	
Gunstfaktoren	Ungunstfaktoren
<ul style="list-style-type: none"> ☀ gedämpfter Tagesgang der Lufttemperatur bei allgemein relativ geringeren Temperaturen führt zu einem milden, ausgeglichenen Stammraumklima ☀ sehr geringe bioklimatische Belastungen ☀ Luftruhe im Stammraum wirkt Kälte- und Winddis-Komfort entgegen ☀ Filterfunktion durch Ad- und Absorption gas- und partikelgebundener Luftschadstoffe ☀ keine Emissionen ☀ teils Frischluftproduzenten 	<ul style="list-style-type: none"> ☂ die positiven klimatischen Eigenschaften der kleineren Baumbestände sind im Wesentlichen auf die Fläche selbst beschränkt ☂ aufgrund der geringen Reliefenergie erfolgt kaum nächtliches Abfließen von Kaltluftmassen ☂ Aufgrund der hohen Rauigkeit keine Luftleitfunktion
Klimaökologische Relevanz	
Klimaschutzzone / Flächen mit klimaökol. Relevanz	Sanierungszone / Flächen mit Handlungsbedarf
Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ die Waldflächen sind grundsätzlich als wertvolle Frischluftproduzenten sowie aufgrund ihrer z.T. hohen Bedeutung als Naherholungs- und Regenerationsräume zu erhalten und in das Grünverbundsystem innerhalb der Wohnsiedlungen einzubinden 	

Lokal bedeutsamer Ausgleichsraum Park- und Grünanlagen	
Allg. Beschreibung	
Funktionen/Nutzungstyp	Klimarelevante Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> - Parks, Sportanlagen, Friedhöfe und Grünanlagen - Klimaoasen mit wohnnaher Freizeit- und Erholungsfunktion - Abwechslungsreiche Strukturen mit offenen Grünflächen und dichter Bepflanzung 	<ul style="list-style-type: none"> - Größe und Ausstattung der Grün- und Parkanlage - Vernetzung der Flächen untereinander sowie die räumlich-funktionale Anbindung an umliegende Flächennutzungen
Bioklima/Immissionsklima	
Gunstfaktoren	Ungunstfaktoren
<ul style="list-style-type: none"> ☀ lokale Abkühlungseffekte durch Schattenzonen und Verdunstungseffekte ☀ gedämpfter Tagesgang der Lufttemperatur und Windgeschwindigkeit ☀ Abmilderung des Wärmeinseleffektes in den Siedlungsbereichen ☀ günstige bioklimatische Verhältnisse auch bei kleineren Grün- und Parkanlagen ☀ keine Emissionen ☀ lokale Frischluftproduzenten 	<ul style="list-style-type: none"> ☂ positive Effekte bei kleineren Grünflächen zumeist lokal begrenzt
Klimaökologische Relevanz	
Klimaschutzzone / Flächen mit klimaökol. Relevanz	Sanierungszone / Flächen mit Handlungsbedarf
<ul style="list-style-type: none"> - Grünflächen im Siedlungsraum 	
Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Erhalt und Sicherung der vorhandenen Grünflächen ➤ die Übergangsbereiche zwischen großen Grün- sowie Parkanlagen und der angrenzenden Bebauung sind offen zu halten (Vernetzung schaffen); bei kleineren Grün- und Parkanlagen sind die Ränder zu schließen (Klimaoasen schaffen) ➤ keine Ansiedlung von Emittenten im Umfeld von Park- und Grünanlagen ➤ die Grünflächen sollten unter Einbeziehung angrenzender Freilandbereiche, Waldgebiete und privater Flächen miteinander vernetzt werden 	



Karte 8.7: Ausschnitt der Planungshinweiskarte der Stadt Bergkamen für den Stadtbezirk Oberaden.

9 Literatur

- BAUMÜLLER, J.; HELBIG, A.; KERSCHGENS, M.J. (HRSG.) (1999):** Stadtklima und Luftreinhaltung. 2. Aufl., Springer-Verlag, Berlin & Heidelberg, 467 S.
- BauGB (2015):** Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. September 2004 (BGBl. I S. 2414), das zuletzt durch Artikel 6 des Gesetzes vom 20. Oktober 2015 (BGBl. I S. 1722) geändert worden ist
- BauNVO (2013):** Baunutzungsverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. Januar 1990 (BGBl. I S. 132), die zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 11. Juni 2013 (BGBl. 1548) geändert worden ist
- BauO NRW (2000):** Bauordnung für das Land Nordrhein-Westfalen – Landesbauordnung – (BauO NRW) in der Fassung der Bekanntmachung vom 1. März 2000
- DWD (2016A):** RCP-Szenarien. Deutscher Wetterdienst, Offenbach. Homepage. (http://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimawandel/klimaszenarien/rcp-szenarien_node.html [Zugriff: 20.06.2016])
- DWD (2016B):** SRES-Szenarien. Deutscher Wetterdienst, Offenbach. Homepage. (http://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimawandel/klimaszenarien/sres-szenarien_node.html [Zugriff: 20.06.2016])
- GEO-NET (2010):** Untersuchungen zum Klimawandel in Berlin. Dokumentation der im Rahmen des Stadtentwicklungsplan (StEP) Klima durchgeführten Modellrechnungen.
- GEO-NET (2017):** Konzept zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels der Stadt Osnabrück. Teil B: Klimaanpassungsstrategie.
- GROBMANN, K.; FRANK, U.; KRÜGER, M.; SCHLICK, U.; SCHWARZ, N. U. STARK, K. (2012):** Soziale Dimension von Hitzebelastung in Großstädten. *disP – The Planning Review*, 48:4, S. 56-68.
- GRUDZIELANEK, M.; BÜRGER, M.; EGGENSTEIN, J.; HOLMGREN, D.; AHLEMANN, D.; ZIMMERMANN, B. (2011):** Das Klima in Bochum. Über 100 Jahre stadtklimatologische Messungen. In: *GeoLoge 1-2011:34-42*
- HELD, F.; KRÜGER, T. (2011):** Stadtstrukturabhängige Ausweisung sensibler Siedlungsräume bei thermischen Belastungen als Grundlage für die künftige Stadtentwicklung – Darstellung sensibler Gebiete bei thermischen Belastungen – Anpassungsempfehlungen, REGKLAM-Ergebnisbericht.
- HELLMANN, S. (2021): HALDEN.Ruhr:** <https://www.halden.ruhr/halde-grosses-holz.html>
(Zugriff: 10.03.2021)
- HÖPPE, P. (1999):** The physiological equivalent temperature – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. In: *International Journal of Biometeorology* volume 43, S. 71–75
- HÜCKELHEIM, D. (2014):** Changes in temperature extremes in Bochum – Analysis of a 100-year time series. In: *GeoLoge 1-2014:4-18*

- HUPFER, P. U. KUTTLER W. (HRSG.) (2006):** Witterung und Klima – Eine Einführung in die Meteorologie und Klimatologie. 12. überarbeitete Auflage, B.G. Teubner Verlag, Wiesbaden, 554 S.
- IPCC (2007):** Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger. In: Klimaänderung 2007: Wissenschaftliche Grundlagen. Beitrag der Arbeitsgruppe I zum Fünften Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen [Salomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor und H.L. Miller (Hrsg.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Großbritannien und New York, NY, USA. Deutsche Übersetzung durch ProClim, Österreichisches Umweltbundesamt, deutsche IPCC-Koordinierungsstelle, Bonn/Wien/Bern 2007
- IPCC (2013A):** Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger. In: Klimaänderung 2013: Naturwissenschaftliche Grundlagen. Beitrag der Arbeitsgruppe I zum Fünften Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex und P.M. Midgley (Hrsg.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Großbritannien und New York, NY, USA. Deutsche Übersetzung durch IPCC-Koordinierungsstelle, Österreichisches Umweltbundesamt, ProClim, Bonn/Wien/Bern 2014.
- IPCC (2013B):** Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex und P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.
- IPCC (2014):** Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger. In: Klimaänderung 2014: Synthesebericht. Beitrag der Arbeitsgruppen I, II und III zum Fünften Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen [Hauptautoren, R.K. Pachauri und L.A. Meyer (Hrsg.)]. IPCC, Genf, Schweiz. Deutsche Übersetzung durch Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle, Bonn 2015
- IT.NRW (2020):** Kommunalprofil Bergkamen, Stadt. – Landesbetrieb für Information und Technik Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf. 27 S.
- JENDRITZKY, G. (2007):** Folgen des Klimawandels auf die Gesundheit. In: Endlicher, W.; Gers-tengarbe, F.W. (Hrsg.): Der Klimawandel. Einblicke, Rückblicke und Ausblicke, S. 108-118. Potsdam: PIK 2007.
- Kreis Unna (2021):** Bevölkerung/Einwohner: <https://www.kreis-unna.de/hauptnavigation/kreis-region/politik-verwaltung/statistik/l/bevoelkerung-einwohner/taedte-und-gemeinden-im-kreis-unna-bevoelkerung/> (Zugriff: 05.03.2021)
- KUTTLER, W. (2009):** Klimatologie. Verlag Ferdinand Schöningh, Paderborn, 260 S.
- KUTTLER, W. (2010):** Das Ruhrgebiet im Klimawandel - Bestandsaufnahme und Prognose. = Essener Unikate - Berichte aus der Forschung und Lehre, 38, Beiträge zur „Ruhr 2010“, S. 40-51
- KUTTLER, W. et al. (2012):** Prognose- und Diagnoseverfahren zur Verbesserung des Stadtklimas – Stadtklimatische Untersuchungen in Oberhausen und Simulation verschiedener Minderungsstrategien zur Reduktion der thermischen Belastung im Hinblick auf den Klimawandel. Dynaklim-Publikation, No.25

- KUTTLER, W.; DÜTEMEYER, D; BARLAG, A.-B. (2013):** Handlungsleitfaden – Steuerungswerkzeuge zur städtebaulichen Anpassung an thermische Belastungen im Klimawandel. *dynaklim*-Publikation Nr. 34, 50 S.
- LANUV NRW (2021):** Klimaatlas Nordrhein-Westfalen. Webdatenbank. – Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen. (<http://www.klimaatlas.nrw.de/karte-klimaatlas> [Zugriff: 05.03.2021])
- LÜFTNER, H. (1996):** Das Regionalklima im Ruhrgebiet – Entwicklung, Analyse und Darstellungsmöglichkeiten des Klimas in einem urban-industriellen Verdichtungsraum. Europäische Hochschulschriften 42, Ökologie, Umwelt und Landespflege; Bd. 19. Peter Lang. Frankfurt am Main. 276 S.
- MATZARAKIS A, MAYER H (1996):** Another kind of environmental stress: thermal stress. WHO Newsletter 18, S. 7–10
- MATZARAKIS, A. (2013):** Stadtklima vor dem Hintergrund des Klimawandels. In: Gefahrstoffe, Reinhaltung der Luft, S. 115-118.
- MEINSHAUSEN, M.; SMITH, S. J.; CALVIN, K.; DANIEL, J.S.; KAINUMA, M. L. T.; LAMARQUR, J.-F.; MATSUMOTO, K.; MONTZKA, S. A.; RAPER, S. C. B.; RIAHI, K.; THOMSON, A.; VELDERS G. J. M.; VAN VUUREN, D.P. P. (2011):** The RCP greenhouse gas concentrations and their extension from 1765 to 2300. In: Climatic Change (2011) 109:213-241
- MKULNV (Hrsg.) (2012):** Wald im Klimawandel – Auswirkungen des Klimawandels auf Wälder und Forstwirtschaft in Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf, 52 S.
- MOSIMANN, TH.; TRUTE, P.; FREY, TH. (1999):** Schutzgut Klima/Luft in der Landschaftsplanung. Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen, Heft 4/99, S. 202-275.
- MUNLV (HRSG.) (2010):** Handbuch Stadtklima – Maßnahmen und Handlungsempfehlungen für Städte und Ballungsräume zur Anpassung an den Klimawandel (Langfassung). Düsseldorf, 268 S.
- RVR (2013):** Fachbeitrag zum Regionalplan der Metropole Ruhr – „Klimaanpassung“. - Regionalverband Ruhr. unveröffentlichter Bericht. Essen. 129 S.
- SCHÖNWIESE, CH.-D. (2003):** Klimatologie. 2. neu bearbeitete und aktualisierte Auflage, Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co. KG, Stuttgart,
- SPEKAT, A. ; ENKE, W.; KREIENKAMP, F. (2007):** Neuentwicklung von regional hoch auflösenden Wetterlagen für Deutschland und Bereitstellung regionaler Klimaszenarios auf der Basis von globalen Klimasimulationen mit dem Regionalisierungsmodell WETTREG auf der Basis von globalen Klimasimulationen mit dem ECHAM5/MPI-OM T63L31 2010 bis 2100 für die SRES-Szenarios B1, A1B und A2. – Forschungsprojekt im Auftrag des Umweltbundesamtes FuE-Vorhaben Förderkennzeichen 204 41 138.
- Stadt Bergkamen (2021):** Zahlen & Fakten: <https://www.bergkamen.de/rat-verwaltung-finanzen-stadtinfos/zahlen-fakten/geographische-lage/> (Zugriff: 05.03.2021)

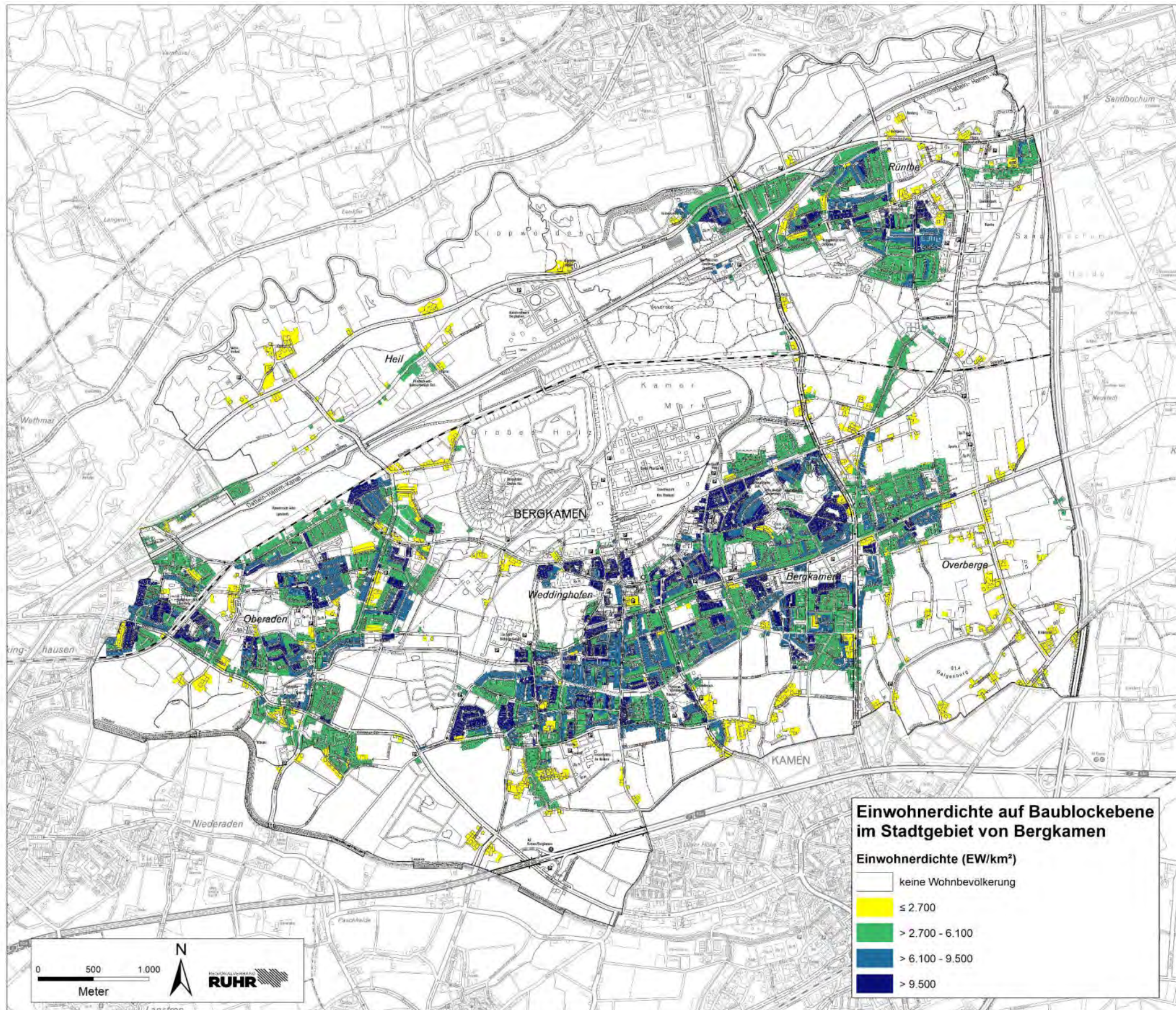
- UBA (2008):** Klimaauswirkungen und Anpassung in Deutschland – Phase 1: Erstellung regionaler Klimaszenarien für Deutschland. Forschungsbericht 204 41 138 UBA-FB 000969. Umweltbundesamt Dessau.
- VDI (1989):** Richtlinie VDI 3787, Blatt 2: Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung von Klima und Lufthygiene für die Stadt und Regionalplanung. Teil I: Klima.
- VDI (2003):** Richtlinie VDI 3787 Blatt 5 Umweltmeteorologie – Lokale Kaltluft. Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf.
- VDI (1997/2003):** VDI-Richtlinie 3787 Bl. 1: Umweltmeteorologie. Klima- und Lufthygienekarten für Städte und Regionen. Düsseldorf. 73 S.
- VDI (2008):** VDI-Richtlinie 3785 Blatt 1. Umweltmeteorologie – Methodik und Ergebnisdarstellung von Untersuchungen zum planungsrelevanten Stadtklima. Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf.
- WEMER, G.; KRESS, R.; MAI, H.; ROTH, D.; SCHULZ, V. (1979):** Regionale Luftaustauschprozesse und ihre Bedeutung für die räumliche Planung. In: Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau (Hrsg.) (1979): Raumordnung. Bonn, Heft 32, 116 S.
- WERNER, P.C. & GERSTENGARBE, F.W. (2007):** Welche Klimaänderungen sind in Deutschland zu erwarten) – In: Endlicher, W. & Gerstengarbe, F.W: (Hrsg.) (2007): Der Klimawandel – Einblicke, Rückblicke und Ausblicke. Potsdam Institut für Klimafolgenforschung, Potsdam, S. 56-5

10 Anhang

Tabelle A 1: Fläche, Einwohnerzahl und Bevölkerungsdichte in den Stadtbezirken (Stadt Bergkamen 2021; GIS-Auswertung)

Stadtbezirk	Fläche in km²	Einwohner	Einwohner/km²
Bergkamen	8,00	17.400	2174,69
Heil	6,73	536	79,70
Oberaden	7,52	12.185	1620,02
Overberge	8,17	3.607	441,50
Rünthe	6,42	6.694	1042,60
Weddinghofen	7,88	10.016	12,71,45
Bergkamen	44,72	50.438	1104,99

Karte A 1: Einwohnerdichte auf Baublockebene im Stadtgebiet von Bergkamen.



Karte A 2: Prozentualer Anteil der Bevölkerung über 65 Jahre auf Baublockebene im Stadtgebiet von Bergkamen.

