

Klimaanpassungskonzept für die Stadt Neuss



Klimaanpassungskonzept für die Stadt Neuss

Förderprojekt

Die Erstellung des Klimaschutzteilkonzeptes „Anpassung an den Klimawandel“ für die Stadt Neuss ist im Rahmen der Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), vertreten durch den Projektträger Jülich, gefördert worden.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Dr. Monika Steinrück

Geographisches Institut der
Ruhr-Universität Bochum

unter Mitarbeit von

Dr. Ulrich Eimer, EPC

Vera Bartolović, EPC

Dr. Götz Loos, RUB

Denis Ahlemann, RUB

Steffen Schrödter, RUB

Jörg Eggenstein, RUB

Bochum

2016

Inhalt

1.	Einführung in das kommunale Handlungsfeld „Klimaanpassung“	1
1.1	„Klima“ als Thema in der Neusser Stadtplanung	2
1.2	Identifizierung und Priorisierung von kommunalen Handlungsfeldern zum Klima in der Stadt Neuss	3
2.	Bestandsaufnahme zur klimatischen Situation in Neuss	8
2.1	Aktualisierung und Darstellung des Neusser Klimas	8
2.1.1	Überarbeitung der Lufttemperaturkarte von Neuss	9
2.1.2	Aktualisierung der Thermalkarten Tag/Nacht	10
2.1.3	Die digitale Klimatopkarte von Neuss	12
2.2	Projektionen für die zukünftige Entwicklung des Klimas in Neuss	17
2.2.1	Zukünftige Entwicklung der Lufttemperaturen und der Wärmebelastungen	18
2.2.2	Zukünftige Entwicklung der Niederschlagsverteilung	19
2.2.3	Die zukünftige Klimatopkarte von Neuss auf Grundlage der Klimawandel-Projektionen	21
3.	Kommunale Gesamtstrategie zur Anpassung an den Klimawandel	23
3.1	Abstufung von Belastungsgebieten unter dem Aspekt „Hitze“	23
3.1.1	Bevölkerungsdichte als Kriterium der Betroffenheit	24
3.1.2	Ausweitung der Hitzebelastung im Zukunftsszenario	26
3.2	Abstufung von Belastungsgebieten unter dem Aspekt „Extremniederschläge“	28
3.2.1	Gesamtstädtische Fließwegkarte als Folge von Extremniederschlägen	28
3.2.2	Potenzielle Überflutungsbereiche durch Flusshochwässer als Folge von Extremniederschlägen	30
3.3	Festsetzung der Handlungsfelder für die Stadt Neuss am Beispiel der Fallstudien	32
3.3.1	Fallstudie Barbaraviertel in Neuss – Belüftung vs. Straßenbäume	33
3.3.1.1	Eingangsdaten	33

3.3.1.2	Ist-Zustand von Lufttemperaturen, Windfeld und Bioklima	34
3.3.1.3	Auswirkung der Neuanpflanzung von Straßenbäumen auf das Lokalklima und die Belüftungssituation im Quartier	41
3.3.2	Fallstudie Jostensbusch/ Kruchensbusch: Relevanz für die Biodiversität	52
3.3.2.1	Fallstudie Jostensbusch	52
3.3.2.2	Fallstudie Kruchensbusch	54
3.3.3	Fallstudie Neuss-Allerheiligen – Fließwegeanalyse	56
3.3.3.1	Bestimmung der Fließwege	56
3.3.3.2	Überflutungsgefahren bei Extremniederschlägen	57
3.4	Leitfaden zur Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen in der kommunalen Planung	60
3.4.1	Ablaufschema zur Berücksichtigung von Klimaanpassungsfragen bei allen zukünftigen Planungsvorhaben	60
3.4.1.1	Bausteine des verwaltungsinternen Vorlaufs	63
3.4.1.2	Elemente des formellen Aufstellungsverfahrens für B-Pläne	64
3.4.2	Darstellungs- und Festsetzungsmöglichkeiten von Klimaanpassungsmaßnahmen in FN-Plänen und in B-Plänen	66
3.4.3	Hemmnisse und Lösungsansätze	69
3.5	Die „Handlungskarte Klimaanpassung“ für die Stadt Neuss	71
3.5.1	Konfliktpotentiale	72
3.5.2	Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel	76
4.	Maßnahmenkatalog zur Anpassung an den Klimawandel	84
4.1	Anpassungsmaßnahmen auf verschiedenen Maßstabsebenen	85
4.2	Maßnahmenplan für die Biotopverbund- und Grünplanung	86
4.2.1	Ergebnisse aus den Fallstudien	88
4.2.2	Kommentierte Liste der Neusser Zukunfts-Straßenbäume	89
5.	Evaluation der Maßnahmen und Controllingkonzept	93
5.1	Aktualisierung der Grundlageninformationen	93
5.1.1	Überwachung der Entwicklung der städtischen Wärmeinsel (permanent)	93
5.1.2	Aktualisierung der Zukunftsprojektionen (alle 2-5 Jahre)	93
5.1.3	Aktualisierung der Klimatopkarte und Fließwegekarte (alle 5-10 Jahre)	94

5.2	Checkliste für Planungsvorhaben	94
5.2.1	Überprüfung von Bauvorhaben auf notwendige Anpassungsmaßnahmen	94
5.2.2	Aktualisierung des Maßnahmenkatalogs zur Anpassung an den Klimawandel	95
5.2.3	Aktualisierung der Belastungsgebiete in der „Handlungskarte Klimaanpassung Neuss“	95
5.3	Evaluierung der Ziele / Anpassungsmaßnahmen	95
5.3.1	Evaluation von Maßnahmen durch mikroskalige Modellierungen	95
5.3.2	Überprüfung / Aktualisierung von städtischen Zielen	96
7.3.3	Evaluation von Maßnahmen durch Messungen	96
6.	Strategie für die langfristige, nachhaltige Einbeziehung lokaler Akteure in die Klimaanpassung der Stadt Neuss	98
6.1	Ergebnisse aus der Projektlaufphase des Klimaanpassungskonzeptes für Neuss	98
6.1.1	Akteursworkshop am 22.09.2014	100
6.1.2	Akteursinterviews: Ablauf und Ergebnisse	104
6.2	Idealtypisches Vorgehen: Partizipation und Öffentlichkeitsarbeit	106
6.2.1	Status Quo Analyse	106
6.2.2	Öffentlichkeitsarbeit und Partizipationsprozesse	109
6.2.3	Methoden der Öffentlichkeitsarbeit und bei Partizipationsprozessen	110
6.3	Praktische Handlungsempfehlungen für die Stadt Neuss	112
6.3.1	Informieren und Überzeugen	112
6.3.2	Beraten	114
6.3.3	Beteiligen und Kooperieren	116
6.3.4	Weitere Maßnahmen	121
	Literaturverzeichnis	122

Anlagen:

- Handlungskarte Klimaanpassung Neuss
- Steckbriefe Klimaanpassungsmaßnahmen

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1	Übersicht über die bisherigen Klimagutachten von Teilgebieten der Stadt Neuss	2
Abb. 1.2	Sinnvolle Zusammensetzung der Berücksichtigung von Pflanzensippen im Rahmen von Klimaanpassungskonzepten für städtische Räume	7
Abb. 2.1	Nutzungskarte der Stadt Neuss	9
Abb. 2.2	Aktualisierte Lufttemperaturverteilungskarte der Stadt Neuss (relative nächtliche Lufttemperaturen in 2 m Höhe bei Strahlungswetterlagen)	10
Abb. 2.3	Klassifizierte Thermalkarte für das Neusser Stadtgebiet (Datengrundlage: Aktualisierte Thermalscannerkarten, Tag- und Nachtsituation)	11
Abb. 2.4	Ablauf zur Berechnung der Klimatope im Stadtgebiet von Neuss	13
Abb. 2.5	Digitale Klimatopkarte der Stadt Neuss	14
Abb. 2.6	Änderungen der Erdoberflächentemperatur für das frühe und späte 21. Jahrhundert im Vergleich zum Zeitraum 1980–1999 als Ergebnis von Multimodell-Mittel-Projektionen für das A1B-Szenario, gemittelt über die Jahrzehnte 2020–2029 und 2090–2099 (aus IPCC 2007)	17
Abb. 2.7	Zukünftige Entwicklung der Lufttemperaturverteilung (Hupfer 2006)	18
Abb. 2.8	Zukünftige Entwicklung der Stark- und Extremniederschlagsereignisse (Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft an der RWTH Aachen (FiW e.V.))	20
Abb. 2.9	Ausweitung der Stadt- und Innenstadtklimatope in Neuss in den Zukunftsszenarien 1 und 2	22
Abb. 3.1	Areale mit einer potentiellen Hitzebelastung im IST-Zustand	24
Abb. 3.2	Bevölkerungsstruktur in den Gebieten mit einer potentiellen Hitzebelastung in Neuss im IST-Zustand	25
Abb. 3.3	Bevölkerungsstruktur in den Gebieten mit einer potentiellen Hitzebelastung in Neuss im IST-Zustand und im Zukunftsszenario	27
Abb. 3.4	Karte der Oberflächenfließwege und der abflusslosen Senken der Stadt Neuss	30
Abb. 3.5	Karte der potentiellen Überflutungsbereiche bei Flusshochwasser auf dem Gebiet der Stadt Neuss	31
Abb. 3.6	Lage der Fallstudiengebiete „Barbaraviertel“, „Jostensbusch/Kruchensbusch“ und „Allerheiligen“	32
Abb. 3.7	ENVI-met Modell für den Ist-Zustand „Barbaraviertel“ mit Bebauung und Vegetation	33
Abb. 3.8	ENVI-met berechnete Lufttemperaturen in 2 m Höhe für die 15 Uhr IST-Situation im Barbaraviertel	35
Abb. 3.9	ENVI-met berechnete Lufttemperaturen in 2 m Höhe für die 0 Uhr IST-Situation im Barbaraviertel	36
Abb. 3.10	ENVI-met berechnete Oberflächentemperaturen für die 15 Uhr IST-Situation im Barbaraviertel	37
Abb. 3.11	ENVI-met berechnete Windgeschwindigkeiten in 6 m Höhe für die 15 Uhr IST-Situation im Barbaraviertel	38
Abb. 3.12	ENVI-met berechnete Windgeschwindigkeiten in 6 m Höhe für die 15 Uhr IST-Situation im Barbaraviertel	39

Abb. 3.13	PMV Skala für die Bewertung der thermischen Behaglichkeit	39
Abb. 3.14	ENVI-met berechnete PMV-Werte für die 15 Uhr IST-Situation im Barbaraviertel	40
Abb. 3.15	Festgelegte Wuchsorte im Barbaraviertel für die Szenarien Z1 und Z2 mit modellierten Bäumen in ENVI-met	41
Abb. 3.16	Veränderte Windgeschwindigkeiten für Szenario Z1 in 6 m Höhe im Barbaraviertel	43
Abb. 3.17	Prozentuale Abweichung der Windgeschwindigkeiten für Szenario Z1 in 6 m Höhe im Barbaraviertel	44
Abb. 3.18	Prozentuale Abweichung der Windgeschwindigkeiten für Szenario Z2 in 6 m Höhe im Barbaraviertel	45
Abb. 3.19	Vergleich der Szenarien - Veränderungen der Oberflächentemperaturen zum Ist-Zustand (15 Uhr MEZ) im Nordteil des Barbaraviertels	46
Abb. 3.20	Vergleich der Szenarien - Veränderungen der Oberflächentemperaturen zum Ist-Zustand (15 Uhr MEZ) im Südteil des Barbaraviertels	47
Abb. 3.21	Reichweite der veränderten PMV-Werte in 2 m Höhe (15 Uhr MEZ) im Bereich Yorkstraße: Szenario Z1/ Z2 im Vergleich zum IST-Zustand	48
Abb. 3.22	Reichweite der veränderten PMV-Werte in 2 m Höhe (15 Uhr MEZ) im Bereich Gneisenaustraße/ Heerdter Str.: Szenario Z1/ Z2 im Vergleich zum IST-Zustand	49
Abb. 3.23	Reichweite der Veränderten PMV-Werte in 2 m Höhe (15 Uhr MEZ) im Bereich Blücherstraße/ Dyckhofstraße: Szenario Z1/ Z2 im Vergleich zum IST-Zustand	50
Abb. 3.24	Oberflächen-Fließwege und potentiell überfluteter Senkenbereich bei einem 40 mm –Starkregen	57
Abb. 3.25	Oberflächen-Fließwege und potentiell überfluteter Senkenbereich bei einem 100 mm –Extremniederschlagsereignis	58
Abb. 3.26	Oberflächen-Fließwege und potentiell überfluteter Senkenbereich bei einem 200 mm – Extremniederschlagsereignis	59
Abb. 3.27	Ablaufschema zur Integration der „Handlungskarte Klimaanpassung“ in die Planungsprozesse der Stadt Neuss	61
Abb. 3.28	Grünflächenkarte zum Klimaanpassungskonzept der Stadt Neuss	80
Abb. 5.1	Controllingkonzept für die Integration von Klimaanpassungsmaßnahmen in Planungsprozesse der Stadt Neuss	97
Abb. 6.1	Ablaufplan der Öffentlichkeitsarbeit und Akteursbeteiligung	99
Abb. 6.2	Handlungsrahmen der Öffentlichkeitsarbeit und Akteursbeteiligung	100
Abb. 6.3	Akteursworkshop im Neusser Ratssaal	101
Abb. 6.4	Akteursworkshop: Gruppenarbeit (oben) und Ergebnispräsentation (unten)	103
Abb. 6.5	Hauptarbeitsschritte zur weiteren Öffentlichkeitsarbeit und Akteurseinbindung	107
Abb. 6.6	Zielgruppenübersicht (aus DiFU (Hrsg., 2010), Abb. modifiziert durch EPC)	108
Abb. 6.7	Vernetzung der Ämter und Bereiche innerhalb der Stadtverwaltung	109
Abb. 6.8	Einbindungsintensität im Partizipationsprozess (aus DiFU (Hrsg., 2010), Abb. modifiziert durch EPC)	110
Abb. 6.9	Umsetzung von Maßnahmen zur Öffentlichkeitsarbeit und Partizipation	121

Tabellenverzeichnis

Tab. 3.1	Meteorologische Startparameter für die ENVI-met Berechnung Barbaraviertel	34
Tab. 3.2	Darstellungs- und Festsetzungsmöglichkeiten von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel in Flächennutzungs- und Bauleitplänen	67
Tab. 4.1	Aufbau der Steckbriefe zur Klimaanpassung	84
Tab. 6.1	Liste der Interview-Partner	104
Tab. 6.2	Checkliste – Status Quo Analyse	107
Tab. 6.3	Methoden der Öffentlichkeitsarbeit (aus DiFU (Hrsg., 2010), Abb. modifiziert durch EPC)	111

1. Einführung in das kommunale Handlungsfeld „Klimaanpassung“

Während der Klimaschutz seit vielen Jahren fester Bestandteil der Kommunalpolitik in Nordrhein-Westfalen ist und zahlreiche Städte und Gemeinden eigene Klimaschutzziele und Klimaschutzstrategien haben, beginnt man auf der kommunalen Ebene erst langsam damit, sich auf die nicht mehr abwendbaren Folgen des Klimawandels einzustellen. Anpassung an den Klimawandel ist bisher oft nur ein Randthema. Allerdings kann die Notwendigkeit der Klimawandelanpassung bereits heute aus dem kommunalen Alltag nicht mehr ausgeblendet werden. Die den Lebensalltag beeinflussenden Veränderungen des Klimas gehen mit erheblichen Belastungen und Risiken einher. Insbesondere ältere Menschen, die aufgrund des demographischen Wandels bald einen großen Teil der Gesamtbevölkerung ausmachen werden, aber auch Säuglinge, Kleinkinder und Kranke leiden verstärkt unter langen Hitzeperioden oder größeren Temperaturschwankungen. Überschwemmungen infolge von Starkregen bedrohen zudem die Infrastruktur wie beispielsweise die Kanalisation, Straßen und Versorgungsleitungen und können in kurzer Zeit zu katastrophalen Situationen führen.

Dort, wo Menschen eng zusammenleben und eine funktionierende Infrastruktur sehr wichtig ist, steigt die Anfälligkeit für Störungen durch Wetterereignisse, die Risiken und Gefährdungen sind dort besonders ausgeprägt. Daher kommt insbesondere in den Städten und Stadtregionen der vorsorgenden Planung und der Durchführung von präventiven Maßnahmen eine große Bedeutung zu. Im Mittelpunkt steht dabei, die zu erwartenden Folgen des Klimawandels in ihren Wirkungen abzumildern.

Die kommunalen Handlungsfelder zur Klimaanpassung umfassen neben organisatorischen vor allem planerische und bauliche Maßnahmen insbesondere für folgende Problemkreise:

- **Überhitzung in verdichteten Stadtteilen**
- **Überflutungsgefahr durch Starkregenereignisse**

Der Klimawandel betrifft auch Neuss. Nicht der mittlere globale Temperaturanstieg von rund 2 bis 4 Kelvin (Temperaturänderungen werden in Kelvin angegeben, Schrittweite entspricht der °C-Skala) in den nächsten 50 bis 100 Jahren ist von Bedeutung für Klimaanpassungsmaßnahmen, sondern die aus der Verschiebung der Temperaturverteilung resultierende zunehmende Hitzebelastung in den Innenstädten. Neben einem starken Anstieg der Anzahl der Sommertage ($T \geq 25 \text{ °C}$) und der Tropennächte, in denen die Temperaturen nicht unter 20 °C sinken, fällt der extrem hohe Anstieg der Anzahl der heißen Tage mit Lufttemperaturen über 30 °C ins Gewicht. Während in den vergangenen 100 Jahren die Anzahl schon um 150 % angestiegen ist, kommt in den nächsten 50 Jahren nochmal ein Anstieg von über 200 % dazu. Damit kann im Zukunftsszenario 2051-2060 während sommerlicher Hitzeperioden der heute schon bis zu 13 Kelvin betragende Temperaturunterschied zwischen dem Freiland und den hoch versiegelten Stadtgebieten nochmal um 4 oder mehr Kelvin zunehmen.

Bei einer nur geringen Erhöhung der Gesamtniederschläge ist seit über 100 Jahren eine Zunahme an Tagen mit Starkregen ab 20 mm zu erkennen. Dies wird sich laut der Klimaprojektionen für die nächsten 50 bis 100 Jahre noch verstärken.

1.1 „Klima“ als Thema in der Neusser Stadtplanung

Die Stadt Neuss engagiert sich gemeinsam mit zahlreichen Akteuren seit längerem im Bereich Stadtklima und im allgemeinen Klimaschutz. Die Ausbildung von Hitzeinseln zeigte sich schon bei den von der Stadt Neuss in den Jahren 1991 und 1994 durchgeführten TIR-Befliegungen des Stadtgebietes. Auf der Grundlage dieser Thermalinfrarotbefliegungen sowie zahlreicher Klimamessfahrten, stationärer Messungen und phänologischer Untersuchungen wurden im Zeitraum 1995 bis 2012 eine „Synthetische Klimafunktionskarte“ und eine „Planungshinweiskarte aus klimatologischer Sicht“ erstellt und aktualisiert. Die Karten berücksichtigten die baulichen Entwicklungen bis 12/2011. Die Klimafunktionskarte ermöglichte Rückschlüsse auf den klimatischen Belastungsgrad und das Entwicklungspotential von Flächen und bildete somit eine wichtige Beurteilungsgrundlage für die Bauleitplanung. Die Planungshinweiskarte enthält Festsetzungen zum Erhalt und zur Optimierung der klimatischen Verhältnisse im Stadtgebiet von Neuss.

Seinerzeit stand noch nicht der allgemeine Klimawandel mit seinen vielschichtigen Auswirkungen im Mittelpunkt, sondern es ging vorrangig um allein stadtklimatische Auswirkungen unter statischen Voraussetzungen.

Zur Berücksichtigung des Belanges „Klima“ bei einzelnen Bauprojekten wurde seitens der Stadt schon immer, falls notwendig, ein Teilraumgutachten zur Beurteilung der klimatischen Auswirkungen verlangt. Die Untersuchungsgebiete dieser Teilraumgutachten sind in der Abbildung 1.1 zusammengefasst.

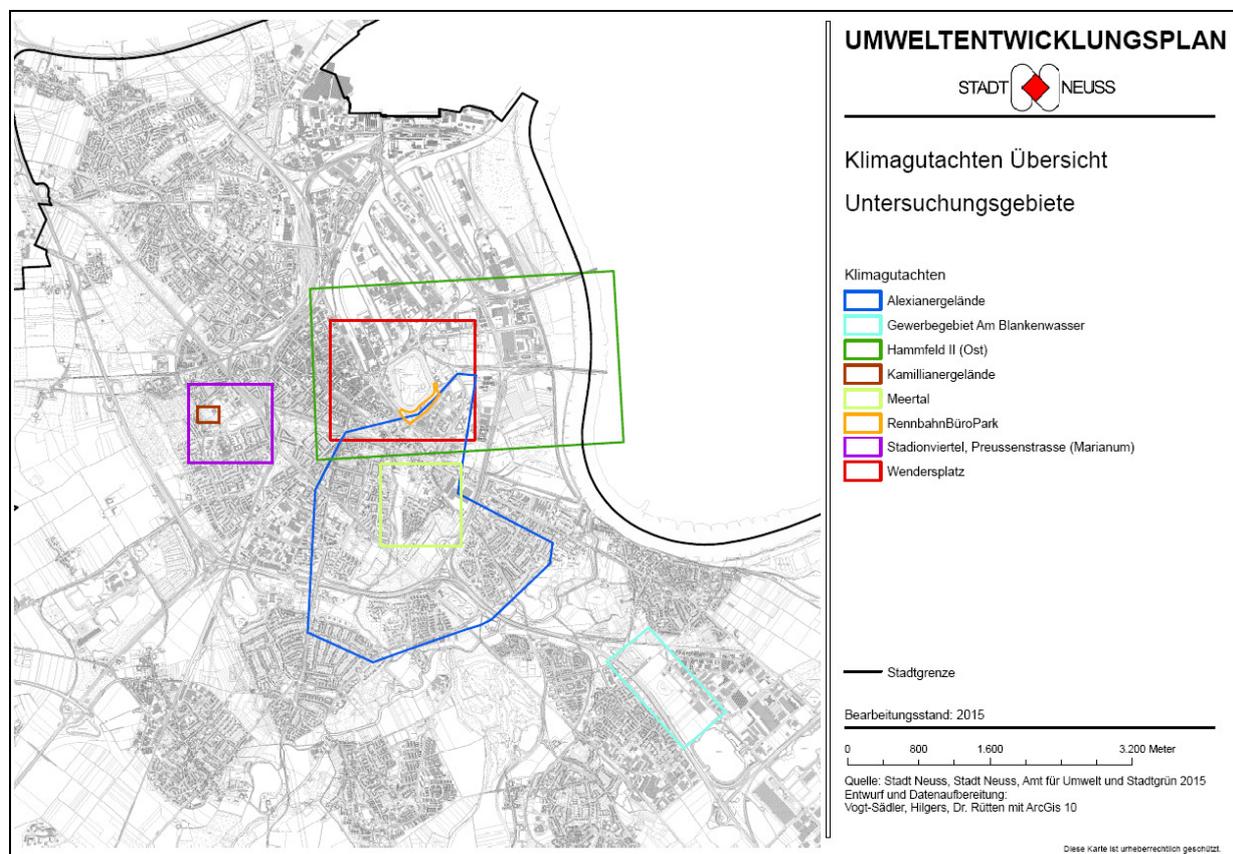


Abb. 1.1 Übersicht über die bisherigen Klimagutachten von Teilgebieten der Stadt Neuss

Aus diesen vorhandenen gesamtstädtischen Untersuchungen zusammen mit einigen räumlich begrenzten Teilvorhaben wurde der Blick auf die Gesamtstadt Neuss erweitert. All diese Vorarbeiten werden durch das Klimaanpassungskonzept aufgegriffen und auf ein breiteres analytisches Fundament gestellt. Das gesamte Stadtgebiet wurde analytisch erfasst, um auf dieser Basis Handlungsempfehlungen zu entwickeln.

Weiterführend wird zukünftig, aufbauend auf diesem Klimaanpassungskonzept, in Zusammenarbeit zwischen der Ruhr-Universität Bochum und der Stadt Neuss ein städtisches **Bodenkonzept** erstellt. Die empirische Erfassung der Zusammenhänge zwischen Bodenzustand, Wasserverfügbarkeit und Vegetationsbestand auf der einen Seite und Kaltluftbildungspotential (Kühlleistung) auf der anderen Seite sollen die Grundlage bilden für ein klimatisches Bodenkonzept und ein Bodenmanagementsystem. Diese sollen unter dem Thema der Anpassung an den Klimawandel in eine nachhaltige Stadtplanung integriert werden. Dieses Bodenkonzept mündet in eine Festsetzung von im Stadtgebiet ausgewiesenen Schutzzonen, in denen die gute Kühlleistung der vorhandenen Böden und Grüngestaltung erhalten werden muss, und von Sanierungszonen, in denen eine Verbesserung der Kühlleistung durch Veränderung der Bodeneigenschaften erreicht werden muss. Es soll als Grundlage für planerische und politische Entscheidungen dienen.

Die Ausgestaltungen der stadtklimatisch relevanten Flächen mit einem Kühlungspotential werden durch ein zu entwickelndes **Bodenmanagementsystem** vorgegeben. Hier fließen die Erkenntnisse aus den Testfeldern mit Umsetzung verschiedener (Boden-) Verbesserungsmaßnahmen ein. Die Integration von Bodenverbesserungsmaßnahmen im Hinblick auf die Relevanz zur Klimaanpassung in planerische Prozesse (z. B. Bodenaufwertung als anerkannte Ausgleichsmaßnahme bei Bauprojekten) ist das Ziel des Bodenmanagementsystems.

1.2 Identifizierung und Priorisierung von kommunalen Handlungsfeldern zum Klima in der Stadt Neuss

Immer mehr Kommunen beginnen damit, sich mit Fragen der Klimawandelanpassung zu beschäftigen. Durch einen kontinuierlichen **Wissensaustausch** zwischen der Forschung und der Praxis sowie Politik und Bevölkerung muss das Risikobewusstsein gefördert und die Akzeptanz für Maßnahmen gesichert werden. (MUNLV 2010)

Heutiger **Naturschutz** muss den Klimawandel bei der Entwicklung von Anpassungskonzepten einbeziehen. Die Auswirkungen des Klimawandels auf Tiere, Pflanzen und Lebensräume lassen sich auch in NRW nachweisen. Beispielsweise beginnt die Blüte deutlich früher als noch vor 30 Jahren. Ebenso verändern Zugvögel ihr Verhalten. Es gibt Arten, die deutlich länger in unserer Region bleiben, andere ziehen früher weiter. Manche wärmeliebenden Pflanzen- und Tierarten wandern von Süden ein und stehen z. T. in Konkurrenz zu den bisher heimischen Arten. So können sich die Lebensräume von Pflanzen und Tieren durch den Klimawandel verändern, sowohl in Richtung Ausweitung wie auch zu einer Verkleinerung des Lebensbereichs. (MUNLV 2009)

Durch Anpassungsmaßnahmen sollten bestehende Lebensräume verbessert und erhalten bleiben. Eine angepasste **Landbewirtschaftung** sollte schädliche Nutzungseinflüsse vermeiden. Ein Anteil der Grünlandbewirtschaftung sollte extensiv betrieben werden. Im Stadtgebiet von Neuss dienen die landwirtschaftlich genutzten Flächen durch Produktion von frischer, kühler Luft auch der Abmilderung von stadtklimatischen Belastungen. Der Erhalt und die Vernetzung von Grünflächen spielt deshalb auch in kommunalen Anpassungskonzepten eine herausragende Rolle.

Der **Tourismus** in der Region Neuss muss als nicht klimasensibel angesehen werden und bedarf bei der Entwicklung von Anpassungskonzepten für Neuss keiner weiteren Beachtung.

Ganz anders sieht es für Neuss in den kommunalen Handlungsfeldern der **Stadtplanung, der kommunalen Infrastruktur, der Grünflächenentwicklung und der Gesundheit** aus. Insbesondere die großen Städte und Ballungszentren stehen vor großen Herausforderungen. Hier sind einige Folgen des Klimawandels deutlicher zu spüren als anderswo. In städtischen Gebieten mit hoher Bevölkerungs- und Bebauungsdichte liegen die durchschnittlichen Temperaturen bereits heute höher als im unbebauten Umland. Hier wird man in Zukunft damit rechnen müssen, stärker als andere Gebiete von steigenden Temperaturen betroffen zu sein. Auch sind die Auswirkungen von zunehmenden Starkregenereignissen in dicht bebauten Gebieten oftmals gravierender und die Schäden meist höher als außerhalb der Städte. Aus diesen Gründen müssen sich Städte und Ballungszentren zwangsläufig verstärkt auf die Anpassung an die Folgen des Klimawandels einstellen. (MUNLV 2010)

Auch der Städtebau der Zukunft kann nicht auf Baukörper, befestigte Straßen und Plätze verzichten. Da bei einem nachhaltigen Stadtumbau mit langwierigen Prozessen gerechnet werden muss, müssen rechtzeitig, das heißt jetzt Maßnahmen getroffen werden, um die Anfälligkeit von Mensch und Umwelt gegenüber den Folgen des Klimawandels zu verringern. Dabei wirken sich die Effekte von Anpassungsmaßnahmen unmittelbar „vor Ort“ positiv aus. (MUNLV 2010)

Die den Lebensalltag beeinflussenden Veränderungen des Klimas gehen mit erheblichen Belastungen und Risiken einher. Insbesondere ältere Menschen, die aufgrund des demographischen Wandels bald einen großen Teil der Gesamtbevölkerung ausmachen werden, leiden verstärkt unter langen Hitzeperioden oder größeren Temperaturschwankungen. Überschwemmungen infolge von Starkregen bedrohen zudem die Infrastruktur wie beispielsweise die Kanalisation, Straßen und Versorgungsleitungen und können in kurzer Zeit zu katastrophalen Situationen führen. Dort, wo Menschen eng zusammenleben und eine funktionierende Infrastruktur sehr wichtig ist, steigt die Anfälligkeit für Störungen durch Wetterereignisse - die Risiken und Gefährdungen sind dort besonders ausgeprägt. Daher kommt insbesondere in den Städten und Stadtregionen der vorsorgenden Planung und der Durchführung von präventiven Maßnahmen eine große Bedeutung zu. Im Mittelpunkt steht dabei, die zu erwartenden Folgen des Klimawandels in ihren Wirkungen abzumildern.

Bekannt in ihren wesentlichen Zügen sind inzwischen die Auswirkungen des globalen Klimawandels auf die Vielfalt der Organismenarten oder richtiger Organismensippen – im Folgenden meist kurz als **Biodiversität** bezeichnet, obwohl der Begriff im strengen Sinne weitere Aspekte umfasst, u.a. die Organvielfalt der Organismen (vgl. u.a. Secretariat of the Convention of Biological Diversity, CBD); eingeschlossen ist bei der hier verwendeten Umgrenzung

aber auch die genetische Vielfalt, also die innerartliche Variation bzw. genetische Variabilität der Arten, weshalb besser von Sippen als von Arten zu sprechen wäre. Der Umfang des prognostizierten Artenrückgangs hauptsächlich aufgrund von Biotopveränderungen unter schnellerer Temperaturzunahme als zuvor (bei natürlichen Erwärmungen) ist erschreckend, wenn auch genaue Prognosen ein Wagnis darstellen (vgl. Thomas & al. 2004, Moritz & Agudo 2013, Diffenbaugh & Field 2013, Urban 2015). Die Auswirkungen auf *sämtliche* Arten oder die innerartliche Variation im Einzelnen sind allerdings bei Weitem noch nicht untersucht. Dennoch zeichnen sich eindeutige Tendenzen im Arteninventar von Gebieten deutlich ab, so beispielsweise die Ausbreitung von wärmeliebenden (thermophilen) Organismen. Im Wesentlichen lassen sich hier folgende vornehmliche Problemfelder erkennen, auf die kommunale wie auch suprakommunale Institutionen reagieren sollten (Generelles und Umfassendes zur Gesamtproblematik und Lösungsmöglichkeiten siehe auch bei ICLEI & al. o. J.).

1. Arten bzw. Sippen, die auf den Klimawandel mit Rückgang o. Aussterben reagieren:

Hierbei handelt es sich in vielen Fällen um Organismen mit speziellen Anpassungen oder spezifischen Anforderungen an den Lebensraum, z. B. solche, die charakteristisch für klimatisch ozeanisch geprägte, Gebirgs- oder nordische (boreale) Lebensräume sind (z. B. Moor- und Heidearten). Hinzu treten grundsätzlich alle Biotope, die eine Wasserabhängigkeit beinhalten – entweder was das Grundwasser oder die Luftfeuchtigkeit der Lebensräume anbelangt. Neuere Studien zeigen allerdings auch, dass Artengruppen, von denen zumindest ein Teil als häufig und wenig anspruchsvoll gilt, vom Klimawandel stärker betroffen sind als bislang vermutet (so eine Studie von Kerr & al. 2015 über Hummeln). Welche Schutz- oder Anpassungsmaßnahmen für entsprechende Arten und Lebensräume getroffen werden können, ist hier ganz besonders stark vom Einzelfall abhängig und kann kaum generalisierend diskutiert werden. Grundsätzlich können spezielle Arten- und Biotopschutzpläne für die individuell betroffenen Arten und Biotope erarbeitet und umgesetzt werden, die sehr viel spezieller zugeschnitten sein sollten als Biotopmanagementpläne (vgl. u.a. Vedel et al. 2008).

2. Arten bzw. Sippen, die auf den Klimawandel mit Ausbreitung reagieren:

Hierbei handelt es sich im Wesentlichen um wärmeliebende Arten (oder innerartliche Sippen), die derzeit eine Ausbreitung erfahren; bei Insekten lässt eine deutliche Zunahme von mediterranen (mittelmeerischen) Arten in den klimatisch gemäßigten Gebieten konstatieren, bei Blütenpflanzen fällt die Zunahme von generell subtropisch bis tropisch verbreiteten Arten auf, die zusätzlich noch durch die Zunahme bestimmter Anbauformen (vor allem von Mais als Energieträger) und die anhaltende Versiegelung von Flächen (in Siedlungsbereichen) gefördert werden. Bei starker Ausbreitung kann von Bioinvasionen gesprochen werden, wobei das Schadpotenzial solcher Arten auf Ökosysteme, altansässige bzw. heimische Organismenarten (vor allem durch Konkurrenz bzw. Verdrängungseffekte) und die menschliche Gesundheit sowie Bau- und Unterhaltungstechnik im Auge behalten werden muss. Invasive Arten werden nach § 7 (2) Nr. 9 BNatSchG als solche definiert, bei denen solche schädigenden Auswirkungen auftreten. Wissenschaftlich ist eine solche Festlegung umstritten, denn zwischen großflächiger Ausbreitung und Schädigungen muss ein solcher ökologischer Sprung von entsprechenden Arten zunächst bewältigt werden, es sollte folglich besser explizit bei schädigenden Organismen von „invasiven Schadarten“ (bzw. „invasiven Schadsippen“) gesprochen werden (Loos, in Vorbereitung). Meist wird zudem betont, dass es sich um „gebietsfremde invasive

Arten“ (international: IAS = „invasive alien species“) handelt. Dabei wird übersehen, dass auch heimische Arten aufgrund veränderter Umweltbedingungen zu invasiven Ausbreitungen neigen können. Zu letzteren zählen z.B. die Große Brennnessel, *Urtica dioica*, infolge der Überdüngung der Landschaft oder – zumindest örtlich – das Jakobs-Greiskraut, *Jacobaea vulgaris* (syn. *Senecio jacobaea*) wegen anbautechnischer Veränderungen in der Landwirtschaft; letztgenannte Art birgt wegen ihrer giftigen Inhaltsstoffe (Pyrrolizidine) zudem eine besondere Brisanz, ist also klar als Schadart besonders auch für den Menschen und seine Nutztiere einzustufen. Grundsätzlich breiten sich aber auch heimische Arten mit tendenziell wärmeliebender Verbreitung aus: Hierbei sind vor allem zahlreiche einjährige Blütenpflanzenarten (Therophyten) in den Siedlungsräumen zu nennen, die vorwiegend in Pflasterfugen vermehrt auftreten und natürlicherweise in Trockenbiotopen wie Felsrasen, Sandfluren, Schotterbänken u.ä. vorkommen.

3. Arten bzw. Sippen, die durch den Klimawandel individuell geschädigt werden:

Prinzipiell handelt es sich hierbei vielfach um eine Vorstufe des unter 1. erläuterten Problemfeldes. Allerdings überleben viele Arten, insbesondere Pflanzen, die klimatischen Veränderungen vermutlich doch, aber in herabgesetzter Vitalität, d.h. mit Wuchseinbußen oder Schädigungen (z.B. Absterben von Teilen der Individuen). Es können sich zudem Anpassungen auf evolutionärer Ebene ergeben, so dass nur bestimmte Typen innerhalb der Variabilität der Arten den Klimawandel in vitaler Form überstehen, während andere kränkeln oder ganz verschwinden. Grundsätzlich ist dieses Problemfeld in Siedlungsräumen von erheblicher Bedeutung, weil subvitale, in Teilen absterbende Pflanzen durchaus ein Sicherheitsrisiko für Bevölkerung und Infrastrukturen darstellen können, z.B. durch herabfallende abgestorbene Äste oder Stammpartien bei Bäumen.

4. Abhängigkeit des menschlichen Wohlbefindens und seiner Gesunderhaltung von Biodiversitätsänderungen durch den Klimawandel:

Gemeint sind hier nicht die Auswirkungen von invasiven Schadarten, wie sie unter 2. genannt wurden oder die unter 3. erwähnten möglichen Risiken, sondern die Wirkungen, die durch entsprechende Arten bzw. Sippen (Pflanzen) als Schattenspender und Luftkühler (im Hinblick auf die *thermische Komponente* des Klimas nach Mayer 1992), Schadstoff- und Staubfänger bzw. -filter (hinsichtlich der *lufthygienischen Komponente* des Klimas nach Mayer 1992) sowie belebende Elemente erzielt werden (eine Gesamtübersicht der Eigenschaften städtischen Grüns siehe bei Matzarakis 2008). Dieser Aspekt spielt besonders in Siedlungsräumen eine vorrangige Rolle, wo eine besonders starke (weitere) Aufwärmung erwartet werden kann. Eine Zusammenstellung nahezu aller bedeutenden Effekte der städtischen Wärmeinsel auf die Biodiversität findet sich bei Kowarik (2011). Die betreffenden Biodiversitätselemente (fast stets Gehölze) sind in der Regel nicht natürlich, sondern durch Pflanzung eingebracht worden und haben sich aus klimatischer Hinsicht aufgrund der bisherigen Bedingungen (meist) bewährt, müssen aber vor dem Hintergrund des Klimawandels auf den Prüfstand gestellt werden. Neben der Erwärmung kommen weitere Aspekte hinzu, die mit dem Klimawandel einher gehen, so vor allem ein höheres Potenzial an Stürmen und zeitlich begrenzten, aber sehr ausgeprägten Starkniederschlägen, eventuell auch eine größere Amplitude an Temperaturschwankungen über den Jahresverlauf. Das Spektrum an solchen Arten und innerartlichen Sippen, die bei Begrünungsmaßnahmen in den Siedlungen verwendet wurde, umfasst ein

breit gefächertes Inventar, das von heimischen Waldbäumen und Heckensträuchern bis hin zu gärtnerisch generierten Sorten gebietsfremder bis geradezu exotischer Gehölzarten reicht. Aufgrund der sich ändernden klimatischen Rahmenbedingungen kann nun der Biotop- und Artenschutz bei Begrünungen eine eminentere Position einnehmen, nicht zuletzt, weil die Bedeutung von Siedlungsgebieten für diesen mittlerweile erkannt wurde und die Artenvielfalt insgesamt schon jetzt oftmals von der Vielfalt an urbanen Biotopen profitiert. Hingegen ist außerhalb durch die hochgradig intensivierte Landwirtschaft bisweilen keine Überlebensebene für viele Arten gegeben. Freilich muss der Mensch bei diesem Problemfeld im Zentrum der Betrachtung bleiben und es müssen Möglichkeiten gefunden werden, zusätzlich dem Biodiversitätsschutz in gewissem Umfang gerecht zu werden. Über die konkrete lufthygienische Wirksamkeit von Pflanzensippen auf spezifischer Ebene im städtischen Raum sind erst sehr rudimentäre Kenntnisse vorhanden, wenn auch an diesem Themenfeld intensiver gearbeitet wird (siehe u.a. zur Feinstaubbindung die Arbeit von Weber & al. 2014).

Die Problemräume, an dem Kommunen in erster Linie – direkt im öffentlichen Raum, indirekt durch Einwirkung auf private Räume – ansetzen können, sind folglich die Siedlungen, weil sie bei extremen Witterungsverhältnissen die Rückzugsgebiete für den Menschen darstellen und ihm grundsätzlich günstige Lebensbedingungen bieten müssen. Sie sollen daher im Zentrum der vorliegenden Betrachtung stehen. Entsprechend ist die Begrünung der ausschlaggebende Faktor für die Biodiversität im Klimaanpassungskonzept. Dabei muss die ökologische Anpassung an den Ist-Zustand und gleichzeitig an die anzustrebende Klimaanpassung erfolgen; beide sind bei der Auswahl der Biodiversitätselemente bzw. Pflanzensippen gleichermaßen zu berücksichtigen. Ein wichtiges Element zum Erkennen von dem, was machbar erscheint, ist das Lernen von dem, was da ist. Dies bedeutet, dass zunächst zu erfassen ist, was an potentiellen Begrünungselementen bereits durch eigenständige (natürliche) Ansiedlung und Ausbreitung aus Pflanzungen heraus (Verwilderungen) vorhanden ist und für die Klimaanpassung dienlich sein könnte. Dabei ist auch vor Neophyten und als invasiv eingestuften Arten nicht Abstand zu nehmen, da sie Arten sind, die sich autonom ausbreiten und somit anzeigen, dass sie zumindest mit den derzeitigen klimatischen Bedingungen zurecht kommen. Grundsätzlich sind es vier Statuskategorien von Sippen, die bei einem Klimaanpassungskonzept berücksichtigt werden können (siehe Abb. 1.2).

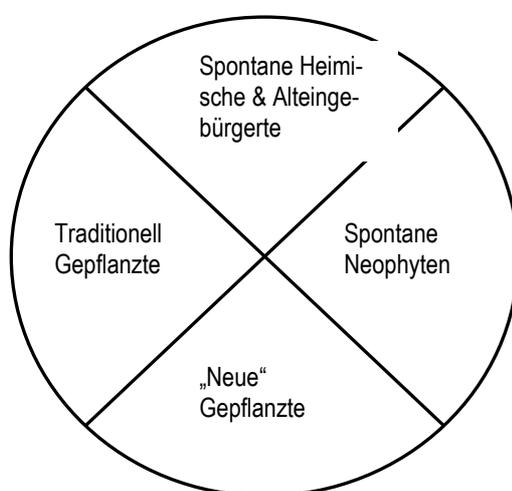


Abb. 1.2 Sinnvolle Zusammensetzung der Berücksichtigung von Pflanzensippen im Rahmen von Klimaanpassungskonzepten für städtische Räume

2. Bestandsaufnahme zur klimatischen Situation in Neuss

Die vielfältigen vorhandenen Klimauntersuchungen und Ergebniskarten zum Neusser Stadtklima werden im Folgenden ausgewertet und aktualisiert, um alle erforderlichen Grundlagendaten für ein Klimaanpassungskonzept zusammenstellen zu können.

2.1 Aktualisierung und Darstellung des Neusser Klimas

Die Handlungskarte zur Klimaanpassung beruht auf den Ergebniskarten aller klimatischen Untersuchungen des Stadtgebietes. Die aktuelle Analyse im Zusammenhang mit dem Klimaanpassungskonzept hat eine digitale Klimatopkarte zum Ergebnis. Unter dem Begriff Klimatop werden Stadtbereiche mit gleicher Struktur und klimatischer Ausprägung zusammengefasst. Bestimmend für die Einteilung des Stadtgebietes in Klimatope ist die dominierende Nutzungsart sowie die thermale Situation an dem jeweiligen Ort. Entsprechend dienen als Grundlage für die Berechnung der Klimatopkarte die **Karte der Nutzungsstruktur**, die **Karte der Lufttemperaturverteilung** während einer sommerlichen Strahlungsnacht sowie eine **klassifizierte Thermalkarte**, die sich aus den Tages- und Nachtwerten der Oberflächentemperaturen berechnet. Die im Folgenden erläuterte rechnergestützte Modellierung der Auswirkung anthropogener Beeinflussung des Klimas im städtischen Raum in Form einer Klimatopkarte bietet einige Vorteile. Die erfassten Daten bleiben in einer konsistenten Form gespeichert und erleichtern damit eine Fortführung des Kartenmaterials. Durch die Festlegung eines einheitlichen Analyseansatzes und eine nachvollziehbare Gewichtung können subjektive Einflüsse reduziert bzw. verifiziert werden. Im Ergebnis präsentiert sich eine berechnete Klimatopkarte deutlich detaillierter und räumlich höher aufgelöst als die üblicherweise manuell erstellten Karten dieser Art. Diese wiesen bisher starre Grenzen zwischen den Klimatopen auf, die die Interpretation eines Übergangsbereichs erforderten. Die digitale Klimatopkarte weist diesen Übergangsbereich durch eine Verzahnung von Klimatopen aus. Hierdurch wird eine Darstellung erreicht, welche die Stadtstrukturen im klimatischen Sinne realitätsnäher abbilden kann.

Bestimmend für die Einteilung des Stadtgebietes in Klimatope sind die dominierende Nutzungsart sowie die thermale Situation an dem jeweiligen Ort. Abbildung 2.1 zeigt die **Realnutzungskarte der Stadt Neuss** entsprechend dem von der Stadt zur Verfügung gestellten Nutzungsschlüssel, die mit den zum Stand Ende 2015 im Bau befindlichen Vorhaben in Neuss aktualisiert wurde.

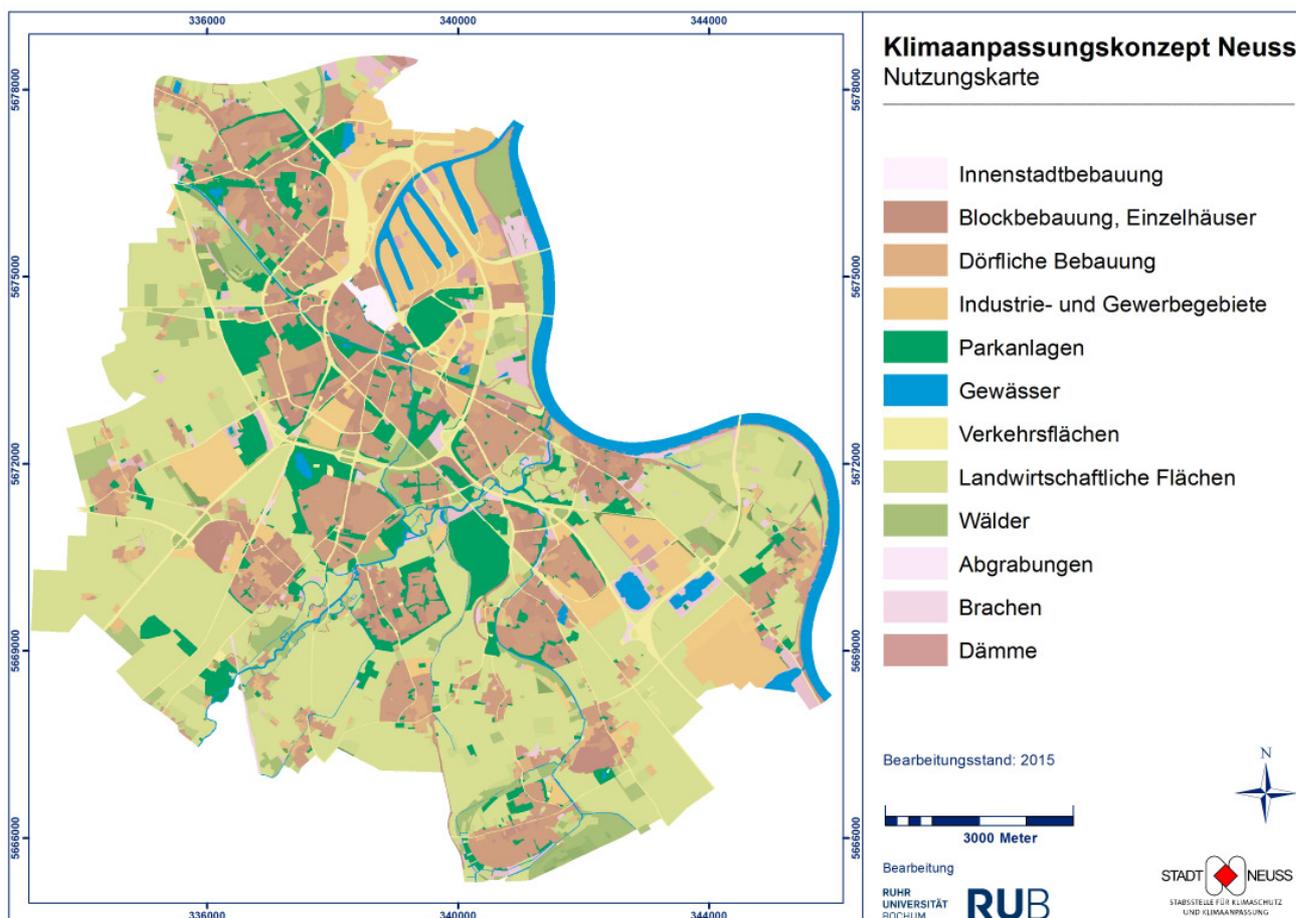


Abb. 2.1 Nutzungskarte der Stadt Neuss

2.1.1 Überarbeitung der Lufttemperaturkarte von Neuss

Aus den Karten der nächtlichen Lufttemperaturverteilungen (Sommersituation) in 2 m ü. G. aus der Klimaanalyse Neuss von 1995 (Kiese, O. et al 1996) zusammen mit eigenen Klimamessfahrten aus dem Sommer 2014 wurde eine aktualisierte **Lufttemperaturverteilungskarte der Stadt Neuss** (Abb. 2.2) erstellt. Dargestellt sind relative nächtliche Lufttemperaturen in der Messhöhe 2 m über Grund, wie sie bei Strahlungswetterlagen während wolkenloser Nächte auftreten können. Bei diesen Wetterlagen bilden sich die durch Flächennutzungen und Oberflächenformen verursachten Temperaturunterschiede am deutlichsten aus. Damit können die dargestellten Lufttemperaturunterschiede als Idealfall einer nur von den Standortunterschieden beeinflussten Temperaturverteilung angesehen werden. Bei anderen Wetterlagen schwächen sich die Unterschiede ab oder verschwinden völlig. Zwischen den Freilandgebieten, auf denen Kaltluftsammlung stattfindet, und den stark versiegelten Innenstadtbereichen können in windschwachen, wolkenfreien Sommernächten Temperaturunterschiede von bis zu 13 Kelvin auftreten. Dies kann bedeuten, dass es nachts im Innenstadtbereich nicht unter 20 °C abkühlt. Solche überwärmten Nächte gelten als gesundheitlich belastend, insbesondere wenn mehrere solcher „Tropennächte“ in Folge auftreten.

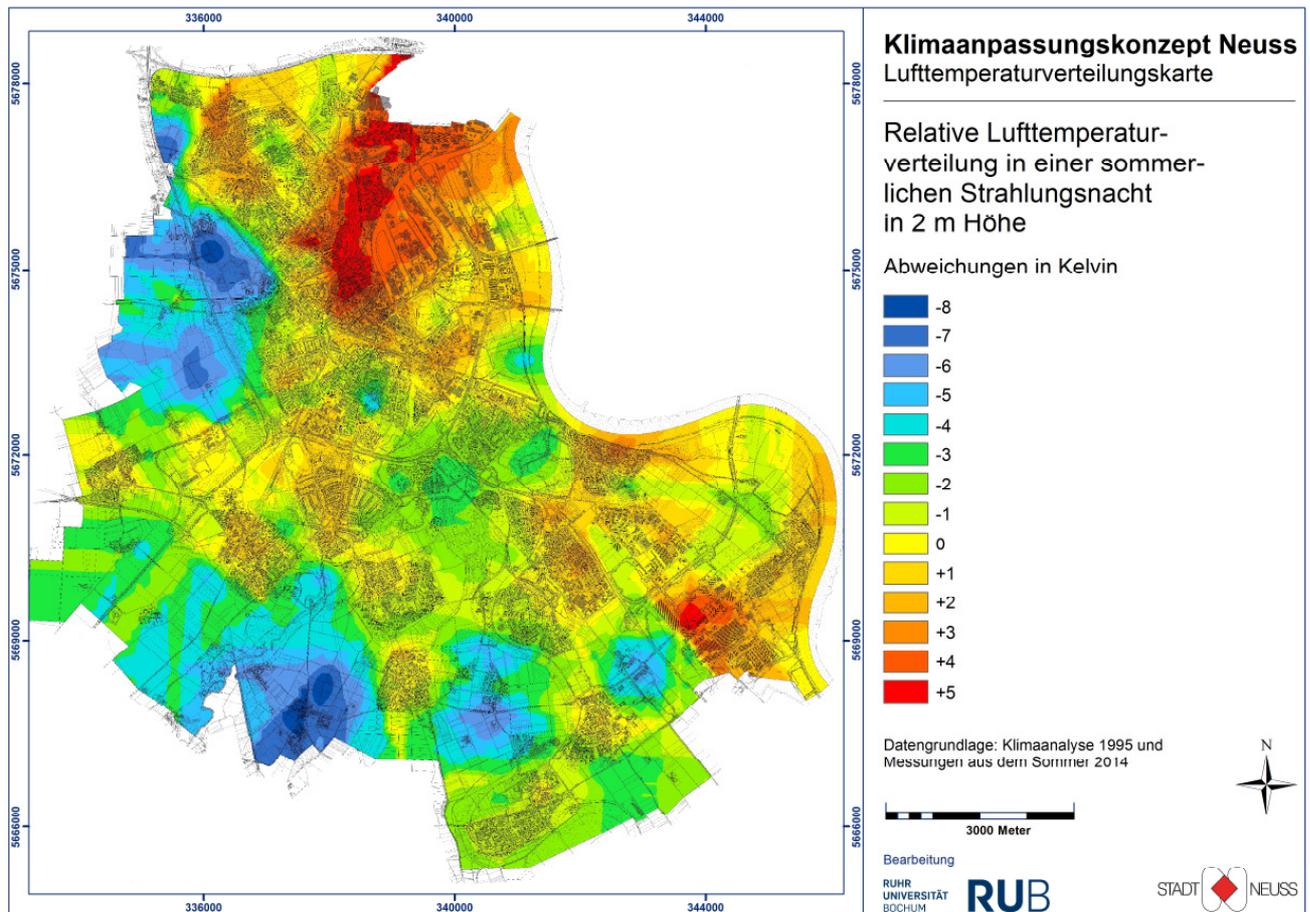


Abb. 2.2 Aktualisierte Lufttemperaturverteilungskarte der Stadt Neuss (relative nächtliche Lufttemperaturen in 2 m Höhe bei Strahlungswetterlagen)

2.1.2 Aktualisierung der Thermalkarten Tag/Nacht

Um die **klassifizierte Thermalkarte** (Abb. 2.3) als dritte Eingangsgröße zur Berechnung der Klimatopkarte zu erstellen, bedurfte es mehrerer Bearbeitungsschritte. Die von der Stadt zur Verfügung gestellten Datensätze einer multispektralen Thermalscannerbefliegung aus dem Jahr 1991 mussten auf den aktuellen Stand gebracht werden. Diese Aktualisierung erfolgte auf Grundlage der Thermalkarten aus dem Jahr 1991 (Tag- und Nachtsituation) sowie den seitdem erfolgten Nutzungsänderungen. Die Thermalkarte liefert in einer Auflösung eines 7,5 m Rasters die IR-Temperaturwerte der Oberflächen, d.h. sie ist ein Abbild der Oberflächeneigenschaften des Stadtgebietes. Da also die in einem bestimmten Gebiet vorhandenen Strukturen und Materialien der Oberfläche die thermischen Eigenschaften definieren, wird diese Information für die Aktualisierung benötigt. Es werden ausschließlich jene Flächen, welche eine Änderung der Flächennutzung zwischen den Jahren 1993 und 2013 aufweisen, mit den zur neuen Nutzung gehörenden IR-Mittelwerttemperaturen der bestehenden Thermalkarte überlagert.

Somit wird mit relativ geringem Aufwand ohne eine erneute Befliegung ein Abbild der aktuellen thermischen Oberflächeneigenschaften im Stadtgebiet von Neuss erzeugt. Ein weiterer

Vorteil gegenüber einer Neubefliegung liegt in der einfachen Fortführungsmöglichkeit nach eventuellen Änderungen in der Nutzungsstruktur in der Zukunft.

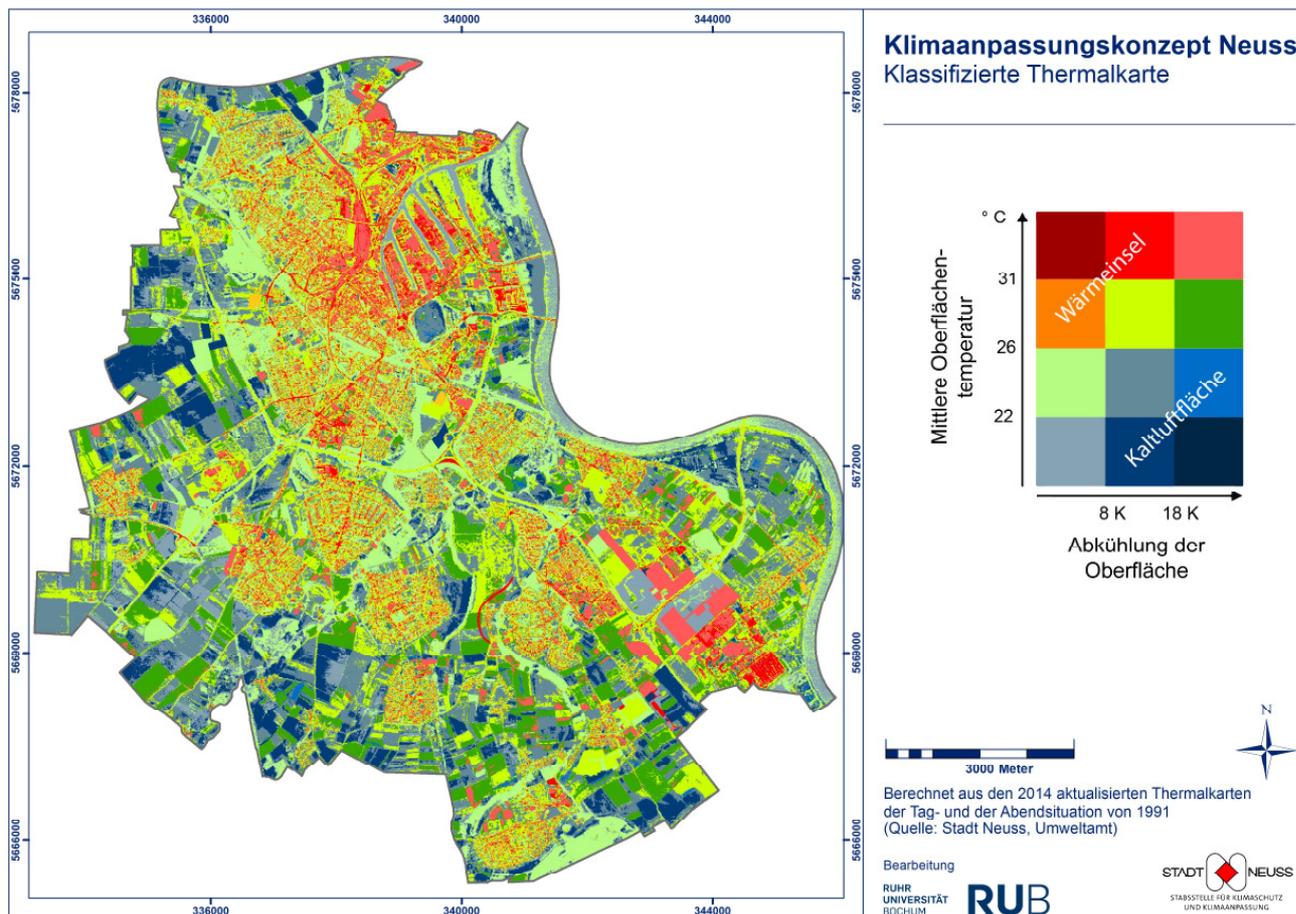


Abb. 2.3 Klassifizierte Thermalkarte für das Neusser Stadtgebiet (Datengrundlage: Aktualisierte Thermalscannerkarten, Tag- und Nachtsituation)

Thermalbilder sind in ihrer Eigenschaft der strikten Abbildung der Oberflächentemperaturen für die Beurteilung der stadtklimatischen Situation zunächst nur bedingt nutzbar. Eine höhere Aussagekraft lässt sich durch die Erstellung einer klassifizierten Thermalkarte erreichen. Zu diesem Zweck müssen zunächst die mittlere Oberflächentemperatur (Tag+Nacht/2) und die nächtliche Abkühlung (Nacht-Tag) auf Grundlage der aktualisierten Thermalbilder ermittelt werden. Dies geschieht mit Hilfe der Kartenalgebra in GIS. Die mittleren Oberflächentemperaturen werden in vier Klassen gegliedert. Diese Einteilung beschreibt Gebiete mit den Temperatureigenschaften von Kaltluftflächen bis hin zu Wärmeinseln. Für die nächtliche Abkühlung werden drei Klassenbereiche gebildet. Die Ergebnisse werden zu einer klassifizierten Thermalkarte zusammengefügt (siehe Abb. 2.3). Die Legende weist die ansteigenden Mittelwerttemperaturen und abnehmende nächtliche Abkühlung von Kaltluftflächen zu Wärmeinseln in den Farbstufen Blau, Grün, Gelb und Rot aus. Die Intensität der jeweiligen Temperaturpotenziale wird von schwacher zu starker Ausprägung über einen zunehmend dunkleren Farbton dargestellt.

Aus der Thermalkarte lassen sich Rückschlüsse auf die Lufttemperatur-Situation in einem Gebiet ziehen. Die Luft wird über den Oberflächen erwärmt oder abgekühlt, das heißt, dass sehr warme Oberflächen zu erhöhten Lufttemperaturen führen. Versiegelte Flächen und Bauungen speichern viel Energie und kühlen sich auch nachts nur langsam ab. In Verbindung mit einem geringen Luftaustausch in bebauten Stadtgebieten führt dies zur Ausprägung von Wärmeinseln. Freiflächen kühlen nachts sehr schnell ab und haben niedrige Oberflächentemperaturen. Diese kühlen die darüber liegenden Luftschichten und führen zu einer nächtlichen Kaltluftbildung auf den Flächen. Bei austauscharmen Wetterlagen mit geringen Windgeschwindigkeiten können die entsprechend der Geländeneigung abfließenden Kaltluftmassen einen erheblichen Betrag zur Belüftung und Kühlung von erwärmten Stadtgebieten leisten. Im Winter kann es dagegen im Bereich von Kaltluftbildungs-, Kaltluftabfluss- und Kaltluftsammlgebieten zu vermehrter Nebel- oder Frostbildung kommen.

2.1.3 Die digitale Klimatopkarte von Neuss

Unter dem Begriff Klimatop sind Flächen mit vergleichbaren mikroklimatischen Verhältnissen zu verstehen. Neben dem Relief sind die Flächennutzungsstrukturen wichtige Klimafaktoren, die für die Zuordnung eines Gebietes zu einem Klimatop entscheidend sind. So ist in der Regel von vergleichbaren mikroklimatischen Bedingungen auszugehen, wenn ähnliche oder gleiche Flächennutzungsstrukturen bei gleichen oder ähnlichen Geländeformen vorliegen.

Eine rechnergestützte Modellierung der Auswirkung anthropogener Beeinflussung des Klimas im städtischen Raum in Form einer Klimatopkarte bietet einige Vorteile. Die erfassten Daten bleiben in einer konsistenten Form gespeichert und erleichtern damit eine Fortführung des Kartenmaterials. Durch die Festlegung eines einheitlichen Analyseansatzes und eine nachvollziehbare Gewichtung können subjektive Einflüsse reduziert bzw. verifiziert werden. Im Ergebnis präsentiert sich eine berechnete Klimatopkarte deutlich detaillierter und räumlich höher aufgelöst als die üblicherweise manuell erstellten Karten dieser Art. Hierdurch wird eine Darstellung erreicht, welche die Stadtstrukturen im klimatischen Sinne realitätsnäher abbilden kann.

Freiland-, Wald-, Gewässer-, Park- sowie Gewerbe- und Industrieklimatope werden auf Grund ihrer inhaltlichen Definition ausschließlich mit Hilfe der Daten der Nutzungsstruktur abgegrenzt. Im GIS sind diese Flächen durch eine Reklassifikation oder Datenbankabfrage leicht darstellbar. Für Bereiche mit Wohnbebauung ist die Einteilung in Klimatope jedoch nicht so einfach durchführbar, da diese ausgesprochen heterogene Strukturen bilden. Um die Zuordnung zu einem der Vorstadt-, Siedlungs-, Stadt- oder Innenstadtklimatope zu klären, ist es notwendig, die thermische Situation des jeweiligen Ortes zu berücksichtigen. Informationen hierzu liefern zusätzlich zur Nutzungsstruktur (Abb. 2.1) die Lufttemperaturverteilungskarte (Abb. 2.2) und die klassifizierte Thermalkarte (Abb. 2.3). Die Nutzungs- und Lufttemperaturkarten fließen mit einem Gewichtungsanteil von jeweils 35 %, die klassifizierte Thermalkarte mit 30 % in die Berechnung ein.

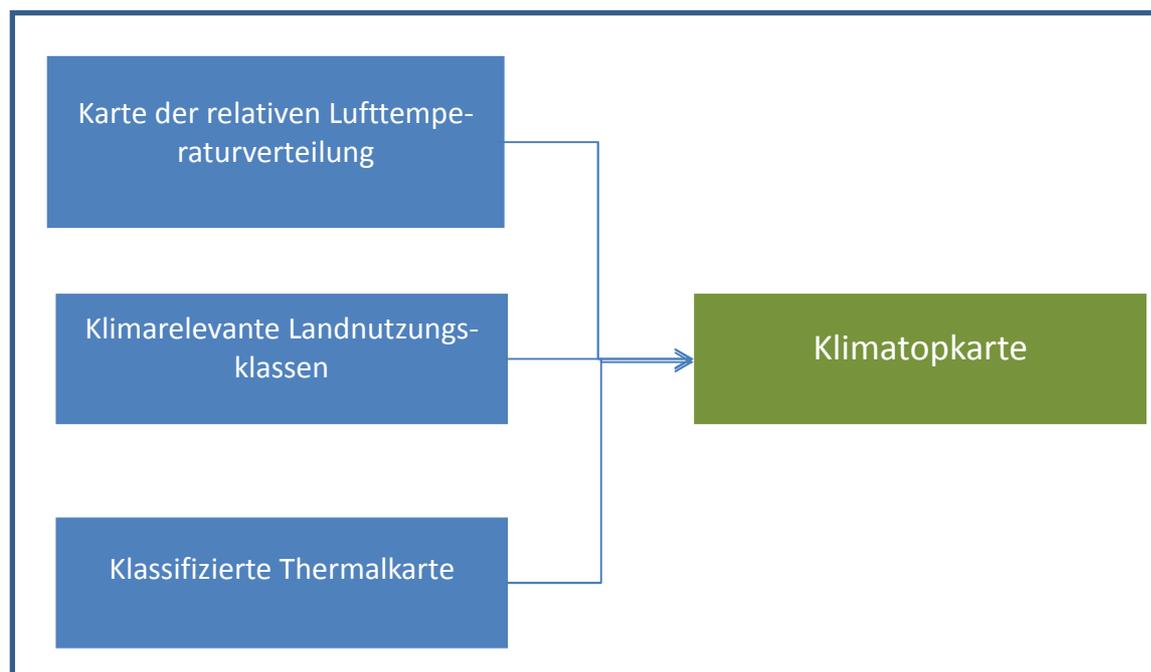


Abb. 2.4 Ablauf zur Berechnung der Klimatope im Stadtgebiet von Neuss

Um zu bestimmen, welche Areale in das Klimatop der dörflichen Strukturen, in das Siedlungs-, Stadt- oder Innenstadtklimatop einzuordnen sind, muss für jedes dieser Klimatope einzeln eine Berechnung durchgeführt werden, welche den Grad der Eignung widerspiegelt. Da die Inhalte der Eingangskarten, also die Nutzungsstruktur, die Lufttemperaturverteilung und die klassifizierte Thermalkarte, nicht direkt vergleichbar, im Sinne der rechnergestützten Verarbeitung mit GIS nicht untereinander verrechenbar sind, müssen die Eingangsparameter zunächst standardisiert werden. Diese Standardisierung wird im Byte-Wertebereich von 0 bis 255 vorgenommen und dient gleichzeitig als Maß für die Bestimmung der Eignung der jeweiligen Parameter (0 = keine Eignung, 255 = sehr gute Eignung) für die Zuordnung zu einem der vier Klimatope. Auf diesem Weg wird für jedes der betroffenen Klimatope eine Karte erstellt, welche für jeden Bildpunkt die jeweilige Eignung darstellt. Die anschließende Verschneidung mit GIS, also die Zuordnung eines jeden Bildpunktes zu dem an genau diesem Punkt dominanten Klimatop, erzeugt eine Darstellung, in welcher eine überprüfbare räumliche Verteilung des Vorstadt-, Siedlungs-, Stadt- und Innenstadtklimatops abgebildet ist. Im Folgenden werden die aufgrund der Flächennutzungskartierung abgegrenzten Klimatope der Freiland-, Gewässer-, Wald-, Park-, Gewerbe- und Industriebereiche den berechneten Klimatopen überlagert, womit eine Gesamtdarstellung der Verteilung der Klimatope im Stadtgebiet erreicht wird (Abb. 2.5).

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 Klimatopkarte nicht als flächenscharfe Grenzziehungen dargestellt werden. In den Übergangsbereichen zwischen den Klimatopen treten in der Regel zwei verschiedene Klimatoptypen eng miteinander verzahnt auf.

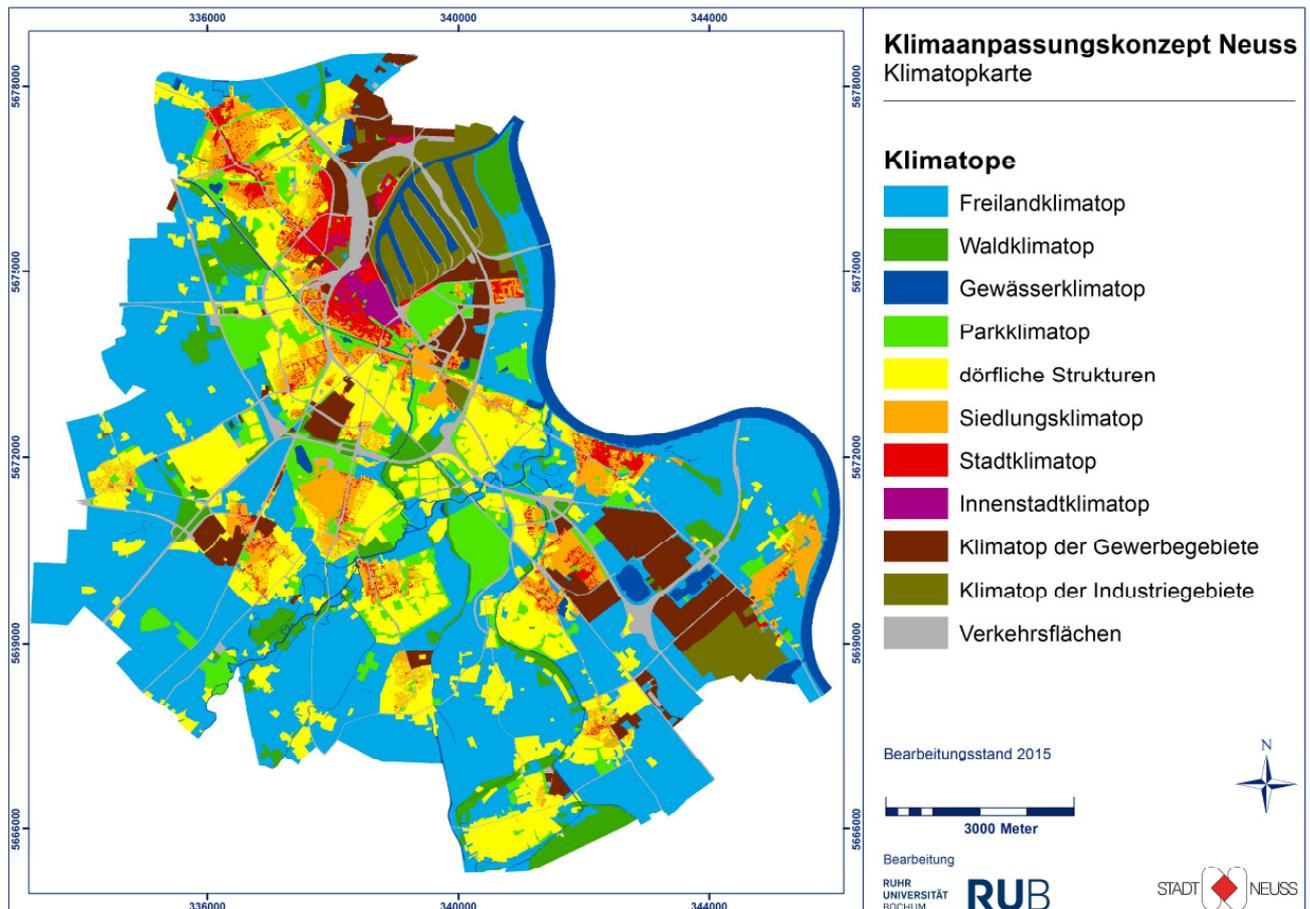


Abb. 2.5 Digitale Klimatopkarte der Stadt Neuss

Freilandklimatop

Dieser Klimatoptyp gibt die Verhältnisse des Freilandes wieder. Freilandklimatoppe stellen sich über den überwiegend landwirtschaftlich genutzten Außenbereichen ein und zeichnen sich durch ausgeprägte Tagesgänge von Temperatur und Feuchte sowie nur wenig lokal beeinflusste Windströmungsbedingungen aus. Da zudem in diesen Bereichen überwiegend keine Emittenten angesiedelt sind, handelt es sich um bedeutsame Frischluftgebiete mit einer hohen Ausgleichswirkung für die in bioklimatischer und immissionsklimatischer Hinsicht belasteten Gebiete mit Wohnbebauung. Bei geeigneten Wetterlagen tragen landwirtschaftlich genutzte Flächen darüber hinaus zur Kaltluftbildung bei.

Waldklimatop

Typische Ausprägungen des Waldklimas sind stark gedämpfte Temperatur- und Feuchteamplituden, die eine Folge des Energieumsatzes im Stammraum (verminderte Ein- und Ausstrahlung) sind. Waldflächen erweisen sich daher aufgrund sehr geringer thermischer und bioklimatischer Belastungen als wertvolle Regenerations- und Erholungsräume. Bei geringen oder fehlenden Emissionen sind Waldflächen darüber hinaus Frischluftentstehungsgebiete,

können jedoch aufgrund der hohen Rauigkeit im Gegensatz zu den unbewaldeten Freiflächen keine Luftleitfunktion übernehmen. Daher zeichnen sie sich auch durch niedrige Windgeschwindigkeiten im Stammraum aus. Oberhalb des Kronenraumes, der auch als Hauptumsatzfläche für energetische Prozesse betrachtet werden kann, oder im Stammraum ohne oder mit nur geringem Unterwuchs kann auch bei Waldbeständen Kaltluft gebildet werden. Hervorzuheben ist weiterhin die Filterkapazität der Waldflächen gegenüber Luftschadstoffen. Durch Ad- und Absorption vermögen Waldflächen gas- und partikelförmige Luftschadstoffe auszufiltern.

Gewässerklimatop

Gewässerklimate zeichnen sich tagsüber durch deutlich reduzierte Erwärmungsraten auf, so dass bei gleichzeitig hoher Verdunstung der fühlbare Wärmestrom herabgesetzt wird. Während Wasserflächen am Tage relativ kühl sind, sind sie nachts relativ warm. Dieses Phänomen ist auf die hohe Wärmespeicherkapazität des Wassers zurückzuführen, die nur schwache tagesperiodische Temperaturunterschiede an der Gewässeroberfläche ermöglicht. Die Lufttemperaturen in diesem Klimatop weisen einen ausgeglichenen Tagesgang mit abgeschwächten Minima und Maxima auf.

Ein zusätzlich positiver Effekt für die klimatische Situation wird durch die geringe Rauigkeit von Gewässerflächen bewirkt, wodurch Austausch- und Ventilationsverhältnisse begünstigt werden.

Parkklimatop

Parkklimate sind gekennzeichnet durch aufgelockerte Vegetationsstrukturen mit Rasenflächen und reich strukturierten lockeren Gebüsch- oder Baumbeständen. Sowohl tagsüber als auch in der Nacht treten die Park- und Grünanlagen als Kälteinseln hervor (Oaseneffekte).

Die klimatischen Verhältnisse von Park- und Grünanlagen sind zwischen Freiland- und Waldklima einzustufen. In Abhängigkeit von der Größe der Parkanlagen, deren Ausstattung sowie von der Anbindung an die Bebauung variiert die klimatische Reichweite von Parkflächen. Die Auswirkungen in die Randbereiche der Umgebung sind meist gering und auf die direkt umgebende Bebauung beschränkt.

Klimatop der dörflichen Strukturen

Das Klima der lockeren Bebauung bildet den Übergangsbereich zwischen den Klimaten der bebauten Flächen und den Klimaten des Freilandes. Charakteristisch für Flächen, die dem Dorfklima zugeordnet werden, sind in erster Linie Bebauungsstrukturen mit einem geringeren Versiegelungsgrad und starker Durchgrünung mit Baum- und Strauchvegetation.

Dieser Klimatoptyp ist charakteristisch für dörfliche Einzelsiedlungen und Vorstadtsiedlungen, 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 Klimatelemente Temperatur, Feuchte, Wind und Strahlung aus. Die Windgeschwindigkeit liegt dagegen niedriger als im Freiland, aber noch höher als in der Innenstadt.

Siedlungsklimatop

Das Siedlungsklima unterscheidet sich vom Klima der lockeren Bebauung in erster Linie durch zwei Aspekte: zum einen durch eine dichtere Bebauung und zum anderen durch einen geringeren Grünflächenanteil. Dennoch handelt es sich um Bereiche mit einer mäßigen Bebauung und einer relativ guten Durchgrünung. Hieraus resultiert eine nur schwache Ausprägung von Wärmeinseln, und es werden ein ausreichender Luftaustausch sowie in der Regel gute bioklimatische Bedingungen in diesen Stadtbezirken gewährleistet.

Charakteristisch für die dem Siedlungsklimatop zuzuordnenden Wohngebiete ist, dass die stadtklimatischen Effekte nur einen geringen und selten belastenden Ausprägungsgrad erreichen. Dies ist nicht zuletzt auch eine Folge des Auftretens von Überlagerungseffekten durch geländeklimatische Faktoren wie Kaltluftströme oder Belüftung über Luftleitbahnen.

Nachts zeichnen sich die Gebiete durch eine deutliche Abkühlung aus, tagsüber kommt es nur zu leichten Erwärmungsraten. Das Windfeld weist Strömungsveränderungen auf, die meist nicht erheblich sind. Durch die relative Nähe zu regionalen und lokalen Ausgleichsräumen ist eine Frischluft- und Kaltluftzufuhr auch während windschwacher Wetterlagen gewährleistet.

Stadtklimatop

Kennzeichnend für das Stadtklima ist eine überwiegend dichte, geschlossene Zeilen- und Blockbebauung mit meist hohen Baukörpern und engen Straßen. Während austauscharmer Strahlungsnächte kommt es bedingt durch den hohen Versiegelungsgrad, die hohen Oberflächenrauigkeiten und geringen Grünflächenanteile zu einer Zunahme der Überwärmungstendenz. Die dichte städtische Bebauung verursacht ausgeprägte Wärmeinseln mit eingeschränkten Austauschbedingungen, die z. T. mit ungünstigen bioklimatischen Verhältnissen gekoppelt sind.

Innenstadtklimatop

Das Innenstadtklimatop zeichnet sich durch die Ausbildung einer deutlichen Wärmeinsel und somit, bezogen auf die Lufttemperaturen im Vergleich mit dem Freiland, einer hohen Überwärmung aus. Kennzeichnend für die Nutzungsstruktur ist eine ausgesprochen dichte Bebauung mit einem geringen Grünanteil. Allerdings kann bei der Zuordnung des Eignungsgrades auch hier wiederum nicht ausgeschlossen werden, dass vereinzelt Bebauungsstrukturen, beispielsweise durch bewusst angelegte Bepflanzungen, eine aufgelockerte Struktur aufweisen. Bezogen auf die klassifizierte Thermalkarte wird die Klasse der schwachen Wärmeinsel auch mit einem geringen Eignungsgrad dem Innenstadtklimatop zugerechnet, da die Übergänge zu den Klassen der Wärmeinsel als kontinuierlich angesehen werden müssen.

Industrie- und Gewerbeflächen

Industrie- und Gewerbegebiete mit den dazugehörigen Produktions-, Lager- und Umschlagstätten prägen das Mikroklima. Bedingt durch den hohen Versiegelungsgrad kommt es verstärkt zu bioklimatischen Konfliktsituationen. Die insgesamt hohe Flächenversiegelung bewirkt in diesen Bereichen eine starke Aufheizung tagsüber und eine deutliche Überwärmung nachts. Der nächtliche Überwärmungseffekt kann hier eine dem Stadtklimatop analoge Ausprägung erreichen.

Im Stadtgebiet von Neuss kann zwischen konventionellen Industrie- und Gewerbegebieten und stärker durchgrünten Gewerbeflächen unterschieden werden.

2.2 Projektionen für die zukünftige Entwicklung des Klimas in Neuss

Klimaänderungen sind ein bekanntes Phänomen in der Erdgeschichte – auf Kaltzeiten folgen Warmzeiten und umgekehrt. Diese globalen Veränderungen wirken sich jeweils drastisch auf unseren Planeten und seine Lebewesen aus. Heute leben wir in Mitteleuropa in einem gemäßigten Klima, das jedoch immer auch Schwankungen unterliegt. Seit Jahrzehnten untersuchen Klimaforscher diese Trends (Abb. 2.6), um für die Zukunft Prognosen zum Klimawandel ableiten zu können. Auch wenn die Meinungen der Forscher im Detail auseinander gehen, so scheint eines sicher zu sein: in Europa werden die Temperaturen in Zukunft weiter steigen, extreme Wetterereignisse werden häufiger.

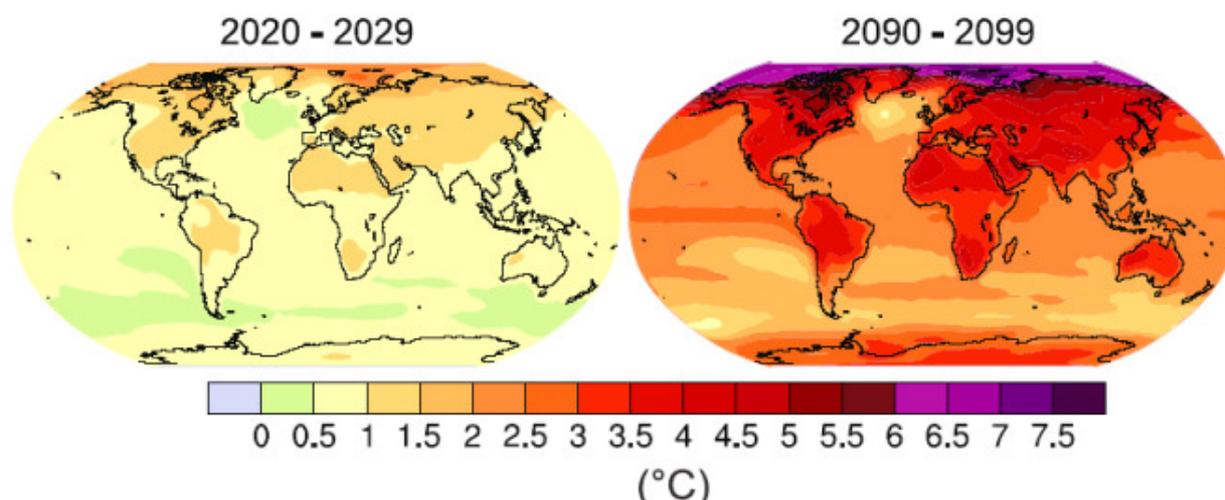


Abb. 2.6 Änderungen der Erdoberflächentemperatur für das frühe und späte 21. Jahrhundert im Vergleich zum Zeitraum 1980–1999 als Ergebnis von Multimodell-Mittel-Projektionen für das A1B-Szenario, gemittelt über die Jahrzehnte 2020–2029 und 2090–2099 (aus IPCC 2007)

Im Vergleich zu den Klimaänderungen der Erdgeschichte ist die Geschwindigkeit, mit der der globale Temperaturanstieg heute voranschreitet, besonders hoch. Hauptgrund für diesen Trend ist die enorme Freisetzung von so genannten Treibhausgasen wie Kohlendioxid und Methan, die vor allem von Industrie, Haushalten, Verkehr und der Landwirtschaft ausgehen. Trotz aller Bemühungen der letzten Jahre, die Treibhausgasbelastung zu verringern, ist der Trend zur Klimaerwärmung mit seinen Folgen im besten Falle zu bremsen, nicht aber aufzuhalten oder gar rückgängig zu machen. Daher müssen wir uns neben allen Bemühungen zum Klimaschutz auch auf langfristige Veränderungen des Klimas einstellen.

2.2.1 Zukünftige Entwicklung der Lufttemperaturen und der Wärmebelastungen

Der Klimawandel betrifft auch Neuss. Nicht der mittlere globale Temperaturanstieg in Deutschland von rund 2 bis 4 Kelvin in den nächsten 50 bis 100 Jahren ist von Bedeutung für Klimaanpassungsmaßnahmen, sondern die aus der Verschiebung der Temperaturverteilung resultierende zunehmende Hitzebelastung in den Innenstädten (Abb. 2.7). Neben einem starken Anstieg der Sommertage ($T \geq 25 \text{ °C}$) und der Tropennächte, in denen die Temperaturen nicht unter 20 °C sinken, fällt der extrem hohe Anstieg der heißen Tage mit Lufttemperaturen über 30 °C ins Gewicht.

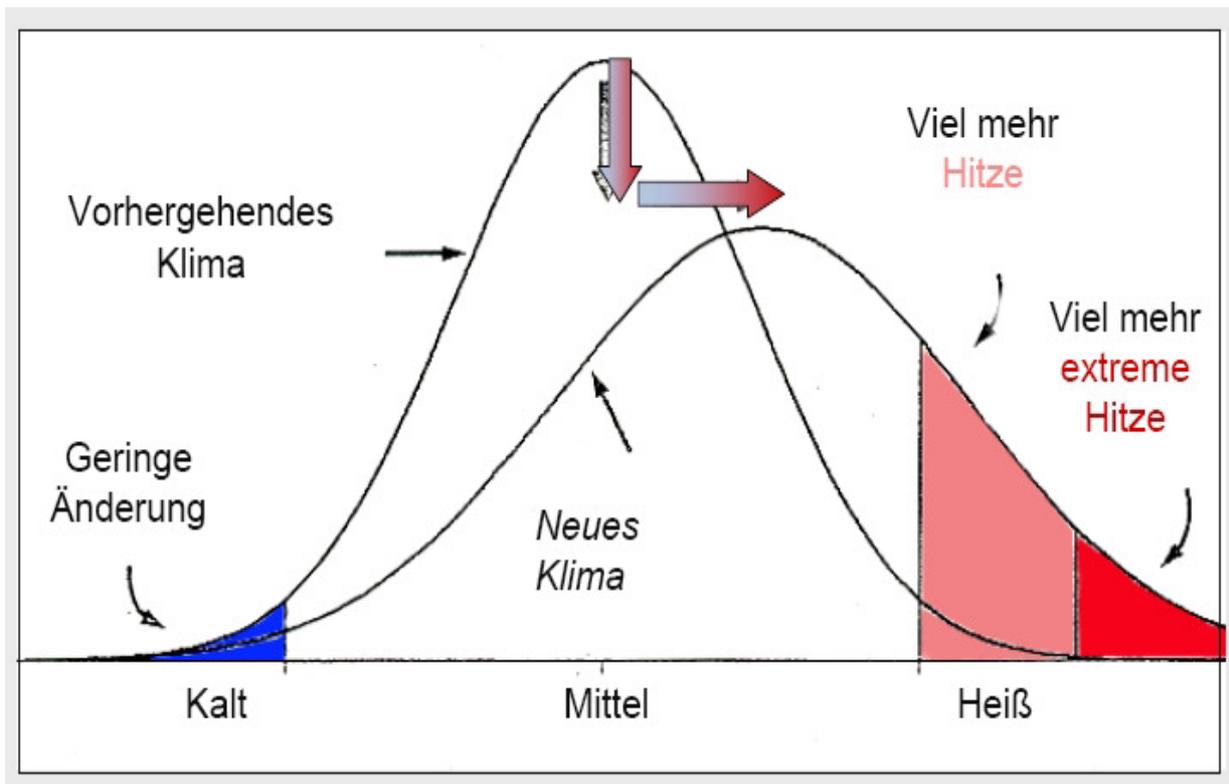


Abb. 2.7 Zukünftige Entwicklung der Lufttemperaturverteilung (Hupfer 2006)

Während in den vergangenen 50 Jahren die Anzahl der heißen Tage im Mittel schon auf rund 150 % angestiegen ist, kommt in den nächsten 50 Jahren nochmal ein Anstieg von über 200 % dazu. Damit kann es im Zukunftsszenario 2051-2060 während sommerlicher Hitzeperioden im hoch versiegelten Stadtgebiet um 6 oder mehr Kelvin wärmer werden.

Die Anzahl der warmen und heißen Tage lag im Jahr 2015 deutlich über dem Durchschnitt, in Nordrhein-Westfalen gab es mehr als doppelt so viele heiße Tage wie im langjährigen Mittel zu erwarten gewesen wäre. Solche heißen Sommer mit lang anhaltenden Hitzewellen werden in Zukunft die Regel sein.

Die klimatischen Unterschiede zwischen den Innenstadtbereichen von Neuss und dem Außenbereich treten während der Hitzeperioden nachts besonders deutlich hervor. Dazu wurde die Anzahl der Tropennächte, in denen die nächtlichen Lufttemperaturen nicht unter 20 °C absinken, ausgewertet. Diese Nächte sind belastend für den menschlichen Organismus und können gesundheitliche Schäden verursachen. Die temporären Klimastationen in Neuss

verzeichneten 2015 im städtischen Bereich über 10 Tropennächte, im Außenbereich trat dagegen nur eine Tropennacht auf. Im Mittel gab es bisher nur etwa alle 2 Jahre eine Tropennacht. Ursache für die Häufung der Tropennächte im Jahr 2015 sind auf der einen Seite der Klimawandel mit der zunehmenden sommerlichen Hitzebelastung und auf der anderen Seite die dichte Bebauung und fehlende Vegetation im innerstädtischen Bereich, die durch Wärmespeicherung und herabgesetzte Belüftung eine gute nächtliche Abkühlung behindert.

Die folgenden Faktoren spielen eine Rolle für das Mortalitätsrisiko bei einer Hitzewelle:

- Soziodemographische Faktoren: Risikogruppen sind ältere Menschen und Neugeborene, Frauen sind stärker betroffen als Männer.
- Dauer: Einzelne, isolierte Hitzetage sind besser verträglich als länger andauernde Hitzeperioden. Nach den Klimaprojektionen ist zukünftig neben der generellen Zunahme der heißen Tage vor allem auch eine Zunahme der Länge der Hitzewellen zu erwarten.
- Jahreszeit: Im Frühjahr hat eine Hitzewelle größeren Einfluss als im Sommer, da der menschliche Organismus dann noch nicht an große Hitze angepasst ist und deshalb sensibler auf Hitzebelastungen reagiert. Die aufgrund des Klimawandels zu erwartende Verschiebung der ersten „Heißen Tage“ von Ende Juni auf Anfang April führt daher zu einem vermehrten Auftreten von besonders unverträglichen Hitzewellen.
- Zeitpunkt: Die Nachttemperaturen sind bedeutender als die Tagesmaxima, da die nächtliche Erholungsphase für den menschlichen Körper besonders wichtig ist.

Die für Nordrhein-Westfalen prognostizierten Auswirkungen des Klimawandels zeigen, dass sich die Randbedingungen in Richtung Hitzewellen mit hohem Mortalitätsrisiko verändern werden. Dass schwerwiegende Folgen von Hitzewellen vor allem in Städten auftreten, liegt an der Bedeutung der Nachttemperaturen für die Erholungsphase des Menschen. Der Effekt der städtischen Wärmeinsel führt durch Speicherung der eingestrahelten Sonnenenergie zu stark überhöhten nächtlichen Temperaturen. Durch reduzierte nächtliche Abkühlungen werden die gesundheitsschädlichen Auswirkungen von Hitzewellen in Städten in Zukunft deutlich zunehmen.

2.2.2 Zukünftige Entwicklung der Niederschlagsverteilung

Besondere Auswirkungen für die Siedlungswasserwirtschaft wird das zukünftige Niederschlagsverhalten haben (Abb. 2.8). Dazu zählen neben den extremen Niederschlägen auch die erwarteten wärmeren und niederschlagsreicheren Wintermonate. Dies kann besonders in Gebieten mit grundsätzlich hohem Grundwasserstand zu einer Verschärfung der Wasserversorgung führen. Gebiete, die bis jetzt noch ohne Entwässerungspumpwerke auskommen, könnten bei geringem Grundwasserflurabstand überschwemmt werden.

Aktuelle statistische Untersuchungen der Niederschlagsdaten in Deutschland für die Jahre 1951 bis 2000 zeigen jedoch deutlich, dass Starkregenereignisse zunehmend häufiger auftreten und die statistischen Wiederkehrintervalle nur noch bedingt gültig sind (DWD 2005). Wei-

tere Studien erwarten ebenfalls eine durch den Klimawandel bedingte Zunahme an extremen Wetterereignissen (Bartels et al. 2005, Rahmstorf et al. 2007). Mit Hilfe von Klimamodellen können keine Aussagen über die genaue Veränderung der Häufigkeitsverteilung von extremen Starkregen getroffen werden. Es ist jedoch davon auszugehen, dass ein 50-jähriges Starkregenereignis, für das die Kanalisation nach heutigen Bemessungsmaßstäben nicht dimensioniert ist, in Zukunft wesentlich häufiger stattfinden wird. Das Auftreten von sogenannten "Urbanen Sturzfluten" wird sich demnach in Zukunft deutlich verstärken.

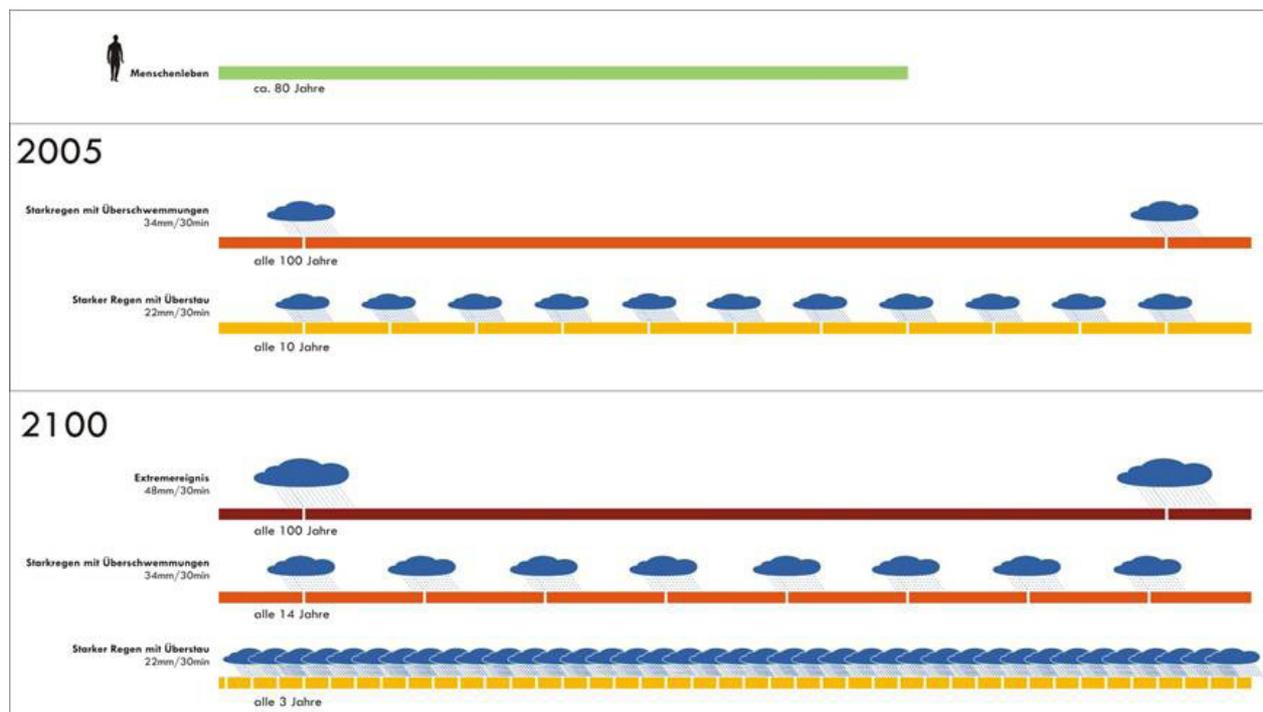


Abb. 2.8 Zukünftige Entwicklung der Stark- und Extremniederschlagsereignisse (Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft an der RWTH Aachen (FiW e.V.))

Dauerregen und Regen mit hoher Intensität können die Leistungsfähigkeit einer Stadtentwässerung oder eines Teilsystems übersteigen, im ersten Fall durch die Menge, die nach einiger Zeit nicht mehr durch das Entwässerungssystem aufgenommen werden kann, weil mehr Wasser zufließt, als über Regenüberläufe, Entwässerungspumpwerke oder die Kläranlage aus dem System abgeführt werden kann. Das Resultat ist, dass das Kanalsystem einschließlich vorhandener Regenwasserspeicher vollläuft. Diese Situation wird bei starkem Dauerregen noch verstärkt, wenn die obere Bodenzone nicht versiegelter Flächen wassergesättigt ist und kein Niederschlagswasser mehr aufnimmt. Dann fließt Regenwasser auch von unbefestigten Flächen in die Kanalisation oder in tiefer liegende Räume und Flächen ab.

Im Fall eines Regenereignisses mit extremer Intensität ist der Zeitraum des Ereignisses zwar kurz und seine geographische Ausdehnung häufig begrenzt, es kommt aber durch die große Niederschlagsmenge zu einer Überlastung des unmittelbar beaufschlagten Teilentwässerungssystems, weil die anfallende Regenspende den bei der Bemessung des Entwässerungssystems angesetzten Wert zeitweilig wesentlich übersteigt. In diesem Fall können Straßen- und andere Entwässerungseinläufe einen solchen extremen Niederschlagsanfall meist

nicht bewältigen, so dass der Niederschlag zum großen Teil oberflächlich abfließt. Es entsteht eine Sturzflut. Dabei kann es gleichzeitig dazu kommen, dass sich urbane Entwässerungssysteme temporär vollständig einstauen und schließlich überlaufen.

Die Folgen extremer Regenfälle können also in beiden Fällen überlaufende Straßeneinläufe und Kanalisationsschächte, Sturzfluten auf Straßen und anderen Verkehrsflächen und Überflutungen von Kellern und tiefliegenden baulichen Anlagen wie Tiefgaragen, Unterführungen und Tunnel sein. Je nach anfallenden Wassermengen, Gefälle und Stauhöhen ergeben sich hierdurch vielfältige Risiken für die Bevölkerung, für die städtische Infrastruktur und für private Grundstücke und Anlagen, die es durch geeignete Maßnahmen zu beschränken gilt.

Als weitere Folge extremer Niederschlagsereignisse nimmt auch die Gefahr der Überflutung von Flächen durch Flusshochwasser in Zukunft zu, so dass einerseits HQ100-Ereignisse deutlich häufiger als alle 100 Jahre auftreten können und andererseits sich die von einer Überflutung betroffenen Flächen ausdehnen können.

2.2.3 Die zukünftige Klimatopkarte von Neuss auf Grundlage der Klimawandel-Projektionen

Ein Aspekt des Klimawandels ist der prognostizierte globale Anstieg der Jahresmitteltemperaturen um rund 2 K bis zum Jahr 2050 (Zukunftsszenario 1). Für das Zukunftsszenario 2 wurde vom „worst-case“, von einem +4-Kelvin Szenario für die Jahresmitteltemperaturen ausgegangen. Die Jahresmitteltemperatur ist für die sommerliche Hitzebelastung nicht ausschlaggebend, aber die in Zukunft längeren Hitzeperioden führen zu einer größeren Temperaturdifferenz zwischen Stadt und Freiland. Dass schwerwiegende Folgen von Hitzewellen vor allem in Städten auftreten, liegt an der Wärmespeicherung in der Bebauung und an der Bedeutung der Nachttemperaturen für die Erholungsphase des Menschen. Die Auswertung verschiedener Hitzewellen in Städten zeigt, dass im Verlauf einer mehrtägigen Hitzewelle die nächtlichen Lufttemperaturen von Tag zu Tag ansteigen und schon nach drei bis vier Tagen um 6 bis 8 Kelvin zugenommen haben. Dabei verstärken sich auch die Temperaturunterschiede zwischen dem Freiland und der dicht bebauten Innenstadt.

Entsprechend der Versiegelungsrate und der Dichte der Bebauung wurde deshalb der Ist-Wert der relativen Lufttemperaturverteilung (Abb. 2.2) während sommerlicher Strahlungsnächte im Freiland nicht, aber in der Bebauung je nach Bebauungsdichte erhöht. Im Zukunftsszenario 1 wurde eine moderate Erhöhung gewählt. Die nächtliche Überwärmung in Bereichen mit einer lockeren Bebauung (Villenviertel, Einzelhäuser mit großen Gärten) wurde um nur 1 Kelvin erhöht, mittlere Bebauungsdichten resultierten in einer Erhöhung von 2 bis 3 Kelvin nächtlicher Lufttemperaturen. Maximal wurde der Betrag der Überwärmung in der Neusser Innenstadt bei hochverdichteter Innenstadtbauung um 4 Kelvin erhöht. Im „worst-case“ – Zukunftsszenario 2 betragen die Temperaturerhöhungen 2 Kelvin (lockere Bebauung) bis zu 6 Kelvin (Innenstadt). Auf dieser Grundlage wurde mit gleich bleibenden Gewichtungen und Grenzwerten (siehe Kapitel 2.1.3) eine Klimatopkarte der Zukunftsprojektionen 1 und 2 für die

Dekade 2051-2060 berechnet. Das Ergebnis sind Flächen, die eine Gefährdung für eine potenzielle zukünftige Hitzebelastung aufweisen.

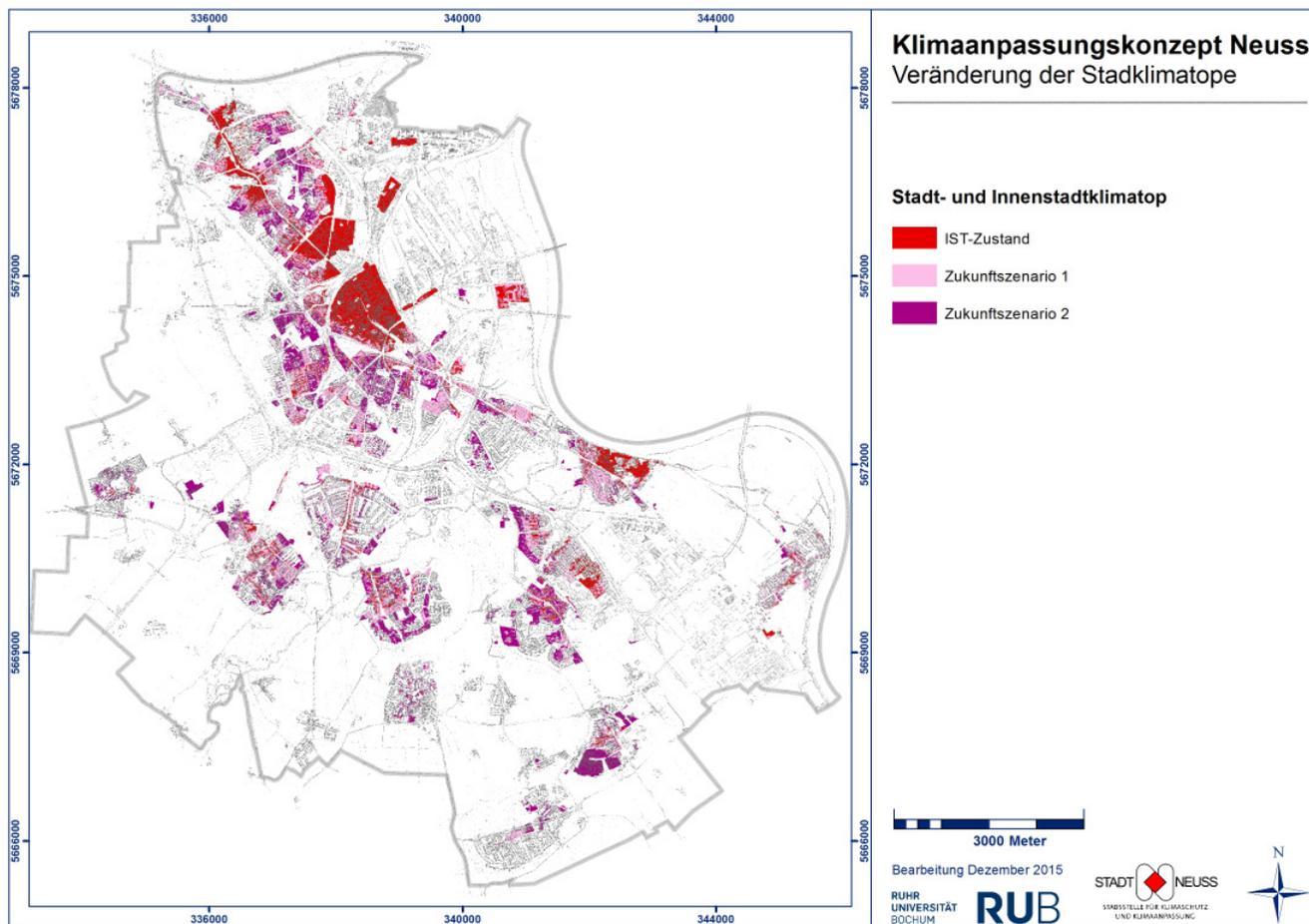


Abb. 2.9 Ausweitung der Stadt- und Innenstadtklimatope in Neuss in den Zukunftsszenarien 1 und 2

Abbildung 2.9 zeigt die Ausweitung der Hitzeareale in die Fläche des Neusser Stadtgebietes von der IST-Situation (rot) über das Zukunftsszenario 1 (rosa) bis zum Zukunftsszenario 2 (lila). In der Abbildung sind die Änderungen der relevanten Klimatope (Stadtklimatop und Innenstadtklimatop) der Hitzebelastungsbereiche in Neuss dargestellt. Es zeigt sich eine deutliche Ausweitung dieser Klimatope im Stadtgebiet. Zukünftig können die Randbezirke der Neusser Innenstadt sowie Teile umgebenden Stadtviertel zusätzlich von der Hitzebelastung aufgrund der Ausweitung der städtischen Wärmeinsel betroffen sein.

3. Kommunale Gesamtstrategie zur Anpassung an den Klimawandel

3.1 Abstufung von Belastungsgebieten unter dem Aspekt „Hitze“

Um Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel gezielt ein- und möglichst effektiv umzusetzen, sollten die Gebiete und Bereiche identifiziert werden, die eine besondere Sensitivität gegenüber den Folgen des Klimawandels aufweisen. Das sind Gebiete, in denen aufgrund der sozialen, ökonomischen und naturräumlichen Rahmenbedingungen vor Ort besondere Probleme durch die klimatischen Änderungen zu erwarten sind. Auf Grundlage der vorhandenen Datenbestände, der Klimaanalyse und den darauf aufbauenden Analysen mit Hilfe von geographischen Informationssystemen lassen sich in Neuss Gebiete identifizieren, die aufgrund der klimatischen Situation bereits heute als Belastungsräume unter dem Aspekt „Hitze“ bezeichnet werden müssen.

Aufgrund der durchgehenden Bebauung und hohen Versiegelung von Oberflächen gibt es im Neusser Stadtgebiet Bereiche, die sich im Sommer besonders stark aufheizen. Dies ergibt sich dadurch, dass der bebaute Raum Wärme weitaus stärker speichert als dies für Flächen im unbebauten Umland gilt, durch mangelnde Durchlüftung im innerstädtischen Raum und durch verringerte Abkühlung durch geringere Wasserverdunstungsraten in hoch versiegelten Gebieten. Diese thermische Belastung resultiert neben hohen Strahlungstemperaturen am Tage sowohl aus der städtischen Wärmeinsel als auch aus der mangelnden Durchlüftung, wodurch ein Abtransport der warmen Luft aus der Stadt bzw. die Advektion kühlerer Luft aus dem Umland erschwert wird. Große Temperaturunterschiede von bis zu 10 Grad Celsius in warmen Sommernächten zwischen Innenstadt und Stadtrand sowie dem Umland sind die Folge. Dies führt in der Innenstadt vor allem dann zu einer belastenden Situation, wenn die Temperaturen nachts nicht mehr deutlich genug absinken.

Die weiter zunehmende Klimaerwärmung wird in Zukunft häufiger zu längeren und stärker ausgeprägten Hitzeperioden auch in Neuss führen. Solche Gebiete, die bereits heute als belastend eingestuft sind, werden zukünftig noch stärker betroffen sein und sich in die Umgebung ausdehnen. Neben der Neusser Innenstadt gilt dies auch für fast alle umliegenden Stadtteile von Neuss.

Grundlagen für die Abgrenzung von potentiellen Problemgebieten unter dem Aspekt der Hitzebelastung des Menschen liefern die Klimatope des „Innenstadtklimas“ und des „Stadtklimas“. In diesen Bereichen bilden sich aufgrund der hohen Versiegelung die städtischen Wärmeinseln so stark aus, dass es zu einer Belastung des menschlichen Organismus kommt. Zusätzlich wird die Durchlüftung durch die Bebauungsstrukturen behindert. Diese Flächen wurden als **potentielle Bereiche mit einer sommerlichen Hitzebelastung** in die im Folgenden näher erläuterten „Handlungskarte Klimaanpassung Neuss“ aufgenommen. Die potentiellen Hitzeareale im IST-Zustand sind in der Abbildung 3.1 dargestellt. Sie liegen vorwiegend im Innenstadtbereich von Neuss, während die Stadtteile in der Umgebung weitgehend von einer Hitzebelastung verschont bleiben. Zum einen ist die Versiegelungsrate hier etwas bis deutlich

geringer, zum anderen sind diese Stadtteile von unbebautem Freiland umgeben und werden dadurch auch während einer Hitzewetterlage noch ausreichend gekühlt.

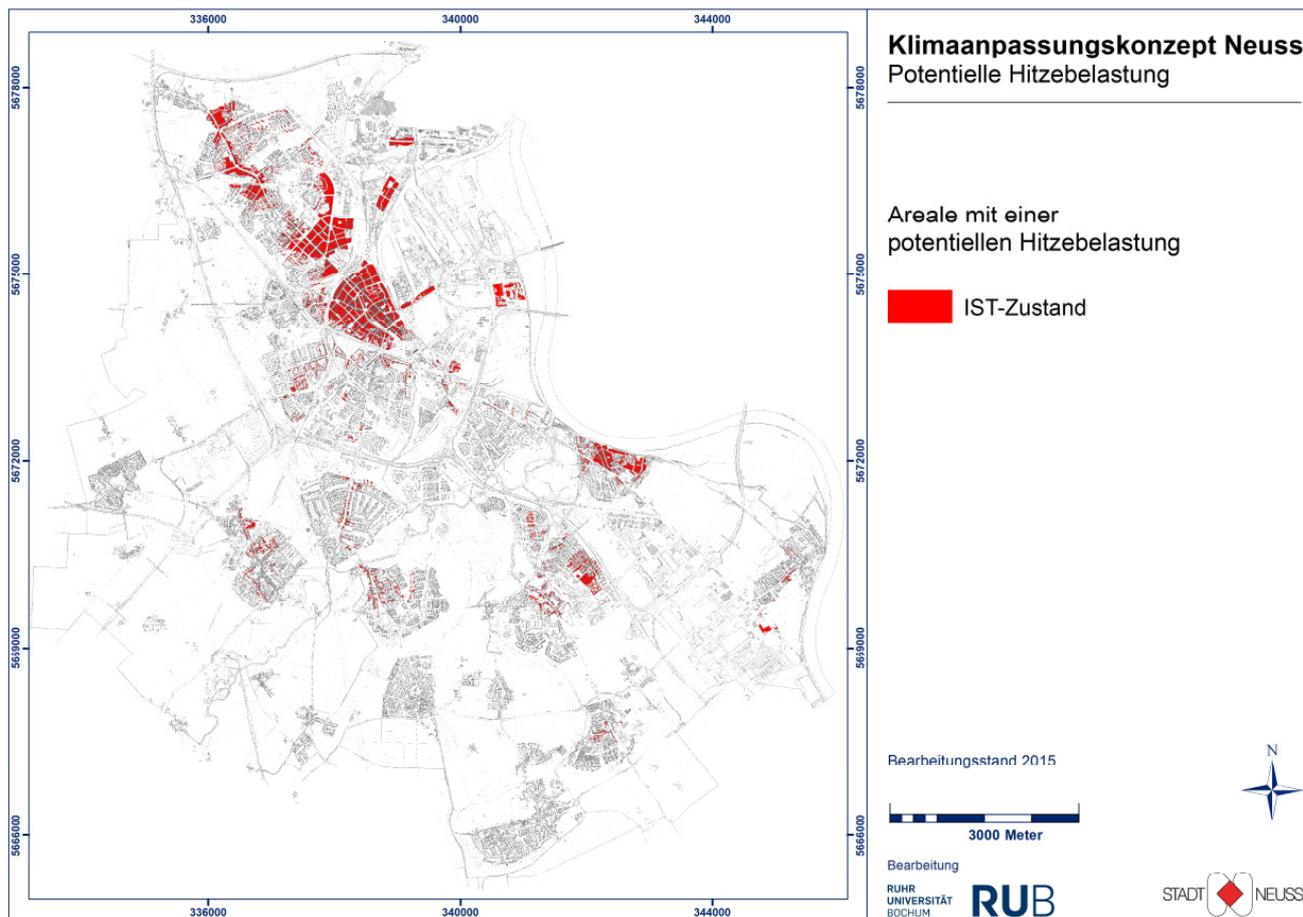


Abb. 3.1 Areale mit einer potentiellen Hitzebelastung im IST-Zustand

3.1.1 Bevölkerungsdichte als Kriterium der Betroffenheit

Da es um die Abgrenzung von Gebieten aus dem Problemfeld Hitzebelastung mit Bezug zum Menschen geht, wurde in einem zweiten Schritt die Bevölkerungsdichte auf der Grundlage von Wohnblöcken (Quelle: Stadt Neuss) herangezogen. Je größer die Einwohnerdichte ist, desto mehr Menschen sind einer möglichen Hitzebelastung ausgesetzt. Bei einem Aufenthalt in den Innenstädten tagsüber kann einer Hitzebelastung durch Standortwechsel und Vermeidung von besonnten Standorten entgegengewirkt werden. Anders sieht dies bei der Wohnbevölkerung aus, die insbesondere nachts einer Hitzebelastung durch mangelnde Abkühlung im Bereich der städtischen Wärmeinsel nicht ausweichen kann. Innenstadtbereiche, die überwiegend als Dienstleistungszentrum genutzt werden und einen nur geringen oder durchschnittlich hohen Anteil an Wohnbevölkerung haben, sind Problemgebiete mit einer etwas niedrigeren Anfälligkeitsstufe.

Die benötigten Ausgangsdaten zur Abgrenzung und Abstufung von Gebieten mit einer Belastung durch Hitze sind:

- | | |
|---|----------------|
| a) Bereiche der Städtischen Wärmeinsel: | Hitzebelastung |
| b) Einwohnerdichte in Neuss: | Anfälligkeit |
| c) Anteil der Einwohner über 65 Jahre: | Anfälligkeit |

Die mittlere Bevölkerungsdichte für Neuss liegt bei rund 1.600 Einwohnern pro km², die Standardabweichung der Einwohnerdichte beträgt rund 700 EW/km². Eine nur generelle Anfälligkeit gegenüber der Hitzebelastung besteht in Gebieten mit einer nur geringen bis durchschnittlichen Einwohnerdichte bis 1.600 EW/km² (Typ A). Hohe Einwohnerdichten bis 2.300 EW/km² (Mittelwert plus einfache Standardabweichung, Typ B) oder über 2.300 EW/km² (Typ C) verursachen eine erhöhte bzw. hohe Anfälligkeit gegenüber einer Hitzebelastung, da sich in diesen Gebieten die Wohnbevölkerung konzentriert. Die Abbildung 3.2 zeigt für das Gebiet von Neuss die Abstufung anhand der Bevölkerungsdichte.

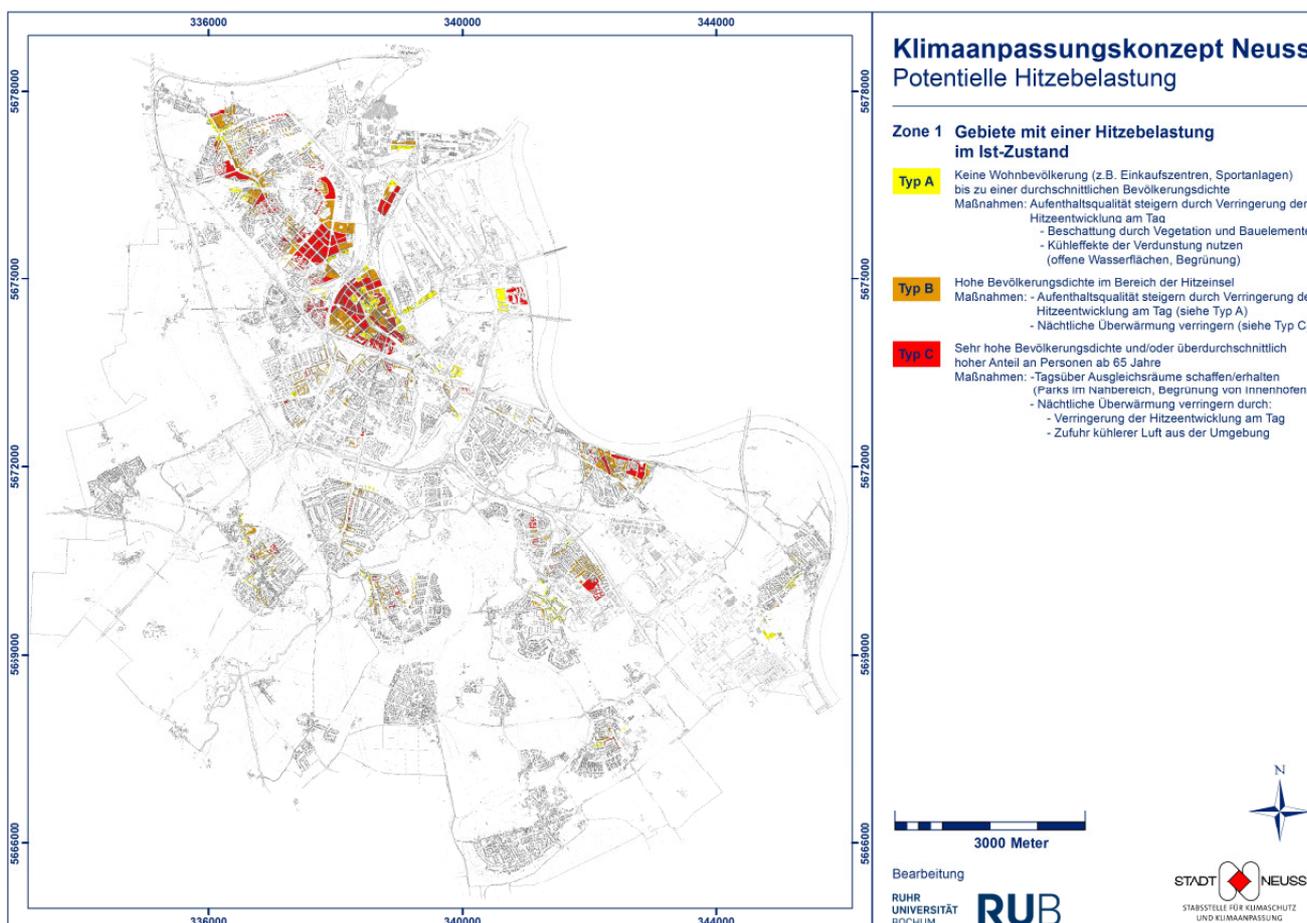


Abb. 3.2 Bevölkerungsstruktur in den Gebieten mit einer potentiellen Hitzebelastung in Neuss im IST-Zustand

Für die Anfälligkeit eines Gebietes gegenüber einer klimatischen Belastung des Menschen spielen neben dem Hitzepotential auch soziodemographische Faktoren wie das Alter 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 die Anzahl der über 65-jährigen an den Einwohnern eines Wohnblocks (Quelle: Stadt Neuss) ermittelt. Für Neuss muss eine Dichte von 300 Einwohnern pro Quadratkilometer über 65 Jahre als überdurchschnittlich (Mittelwert plus Standardabweichung) bezeichnet werden. Im Mittel sind rund 140 EW/km² über 65 Jahre alt. Zu bedenken ist, dass aufgrund des zukünftigen demographischen Wandels der Anteil der über 65jährigen an der Bevölkerung zunehmen wird. In der Abbildung 3.2 werden die drei Klassen der Bevölkerungsdichte von Bereichen mit einem überdurchschnittlichen Anteil von Einwohnern über 65 Jahre überlagert. Diese Viertel (Typ C) sind höchst problematisch, da sie ein hohes Hitzepotential bei geringen Durchlüftungsmöglichkeiten zusammen mit einem hohen Anteil an der anfälligen Bevölkerungsgruppe der über 65jährigen aufweisen und fallen daher unabhängig von der Gesamtbevölkerungsdichte in die Stufe der extrem hohen Anfälligkeit gegenüber einer Hitzebelastung.

3.1.2 Ausweitung der Hitzebelastung im Zukunftsszenario

Ein Aspekt des Klimawandels ist der prognostizierte globale Anstieg der Jahresmitteltemperaturen um rund 2 K bis zum Jahr 2050. Für das Zukunftsszenario wurde vom „worst-case“, von einem +4-Kelvin Szenario für die Jahresmitteltemperaturen ausgegangen. Die Jahresmitteltemperatur ist für die sommerliche Hitzebelastung nicht ausschlaggebend, aber die in Zukunft längeren Hitzeperioden führen zu einer größeren Temperaturdifferenz zwischen Stadt und Freiland. Dass schwerwiegende Folgen von Hitzewellen vor allem in Städten auftreten, liegt an der Wärmespeicherung in der Bebauung und an der Bedeutung der Nachttemperaturen für die Erholungsphase des Menschen. Die Auswertung verschiedener Hitzewellen in Städten zeigt, dass im Verlauf einer mehrtägigen Hitzewelle die nächtlichen Lufttemperaturen von Tag zu Tag ansteigen und schon nach drei bis vier Tagen um 6 bis 8 Kelvin zugenommen haben. Dabei verstärken sich auch die Temperaturunterschiede zwischen dem Freiland und der dicht bebauten Innenstadt. Entsprechend der Versiegelungsrate und der Dichte der Bebauung wurde deshalb der Ist-Wert der relativen Lufttemperaturverteilung (Abb. 2.2) während sommerlicher Strahlungsnächte im Freiland nicht, aber in der Bebauung je nach Bebauungsdichte um 2 Kelvin (lockere Bebauung) bis zu 6 Kelvin (Innenstadt) erhöht. Auf dieser Grundlage wird mit gleich bleibenden Gewichtungen und Grenzwerten (siehe Kapitel 2.1.3) eine Klimatopkarte der Zukunftsprojektion 2051-2060 berechnet. Das Ergebnis sind Flächen, die eine Gefährdung für eine potenzielle zukünftige Hitzebelastung aufweisen.

Es zeigt sich eine deutliche Ausweitung der Areale mit einer potentiellen Hitzebelastung im gesamten Stadtgebiet. Zukünftig können auch die umgebenden Stadtteile, die eine leicht erhöhte Bebauungsdichte aufweisen, zusätzlich von der Hitzebelastung aufgrund der Ausweitung der städtischen Wärmeinsel betroffen sein. Diese Flächen sind momentan noch dem Siedlungsklimatop oder dem Klimatop der dörflichen Strukturen zugeordnet. Unberücksichtigt bleiben bei dieser Berechnung eines Zukunftsszenarios in den nächsten Jahrzehnten umgesetzte Bauprojekte, die je nach Lage zu einer weiteren Verschärfung der Belastungen durch Hitze führen könnten.

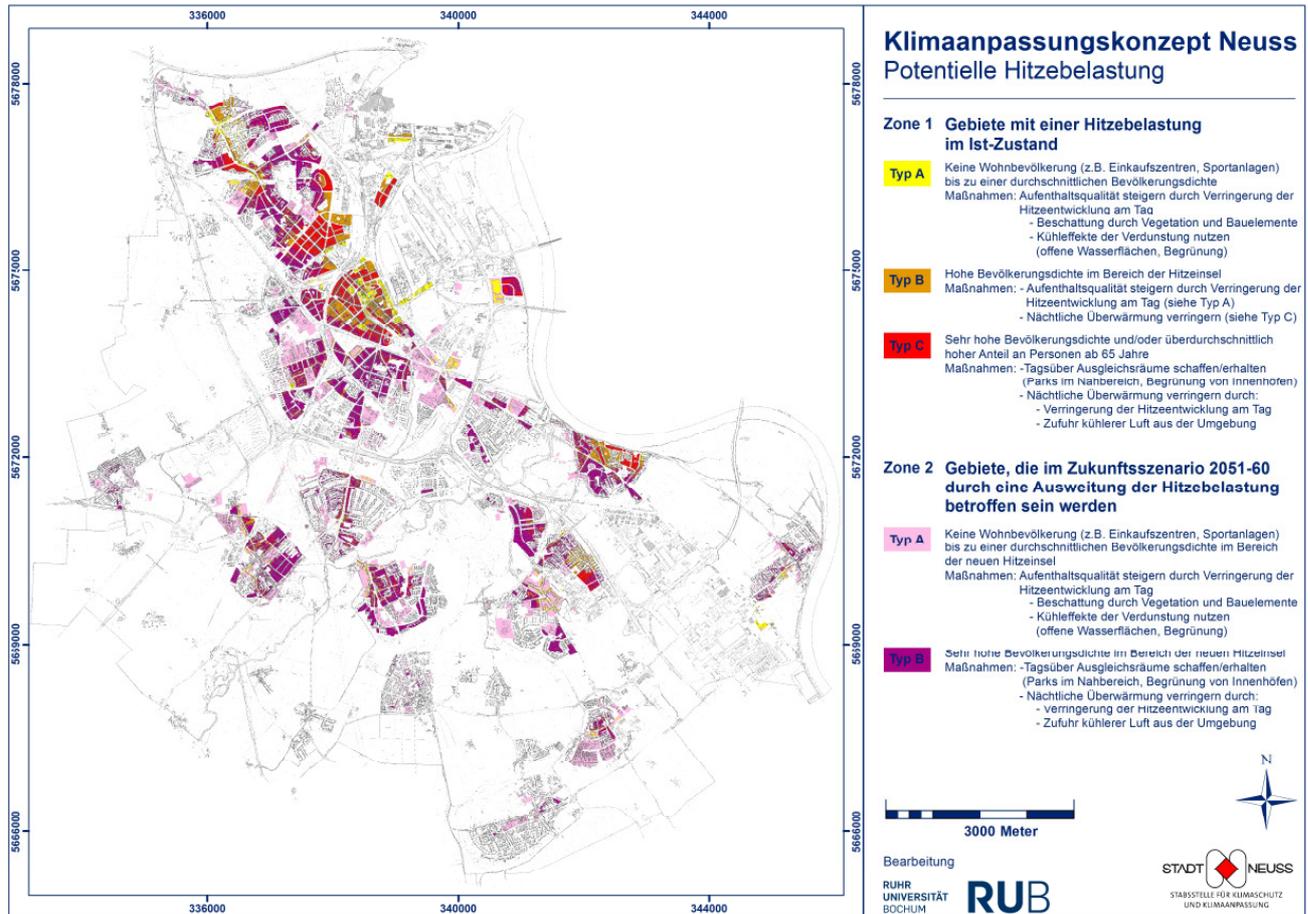


Abb. 3.3 Bevölkerungsstruktur in den Gebieten mit einer potentiellen Hitzebelastung in Neuss im IST-Zustand und im Zukunftsszenario

3.2 Abstufung von Belastungsgebieten unter dem Aspekt „Extremniederschläge“

3.2.1 Gesamtstädtische Fließwegkarte als Folge von Extremniederschlägen

Neben der Hitzebelastung werden starke Regenereignisse in Zukunft häufiger auftreten. Wenn in kurzer Zeit hohe Regenmengen niedergehen, kann dies zu spontanen und heftigen Überschwemmungsereignissen führen. Besonders gefährlich wird es in Bereichen, in denen das Niederschlagswasser aufgrund fehlender Rückstau- und Versickerungsmöglichkeiten nicht schnell genug abgeführt werden kann. Die städtische Kanalisation ist in der Regel so bemessen, dass Niederschlagsereignisse mit statistischen Wiederkehrintervallen von 3-10 Jahren problemlos bewältigt werden können. Seltenerere Ereignisse fallen nicht mehr in die Zuständigkeit der Stadtentwässerung, Private müssen sich vor solchen Ereignissen eigenverantwortlich schützen. Aktuelle statistische Untersuchungen der Niederschlagsdaten in Deutschland für die Jahre 1951 bis 2000 zeigen jedoch deutlich, dass Starkregenereignisse zunehmend häufiger auftreten und die statistischen Wiederkehrintervalle nur noch bedingt gültig sind (DWD Deutscher Wetterdienst (2005): KOSTRA-DWD-2000). Weitere Studien erwarten ebenfalls eine durch den Klimawandel bedingte Zunahme an extremen Wetterereignissen (Bartels et al. (2005); Rahmstorf et al. (2007)). Mit Hilfe von Klimamodellen können keine Aussagen über die genaue Veränderung der Häufigkeitsverteilung von extremen Starkregen getroffen werden. Es ist jedoch davon auszugehen, dass ein 50-jähriges Starkregenereignis, für das die Kanalisation nach heutigen Bemessungsmaßstäben nicht dimensioniert ist, in Zukunft wesentlich häufiger stattfinden wird. Das Auftreten von sogenannten "Urbanen Sturzfluten" wird sich demnach in Zukunft deutlich verstärken. Flutereignisse wurden in der Vergangenheit für Städte über den gewässerseitigen Hochwasserschutz bewertet. Aus der Formulierung ist bereits zu entnehmen, dass die Gefahr von Überflutungen bisher meist von Fließgewässern ausging. Vom Gewässernetz unabhängige, lediglich durch Niederschlag herbeigeführte Flutereignisse werden erst seit wenigen Jahren untersucht. Die allgemeine Diskussion um mögliche Anpassungsstrategien an den Klimawandel, die erwartete Zunahme von Starkregenereignissen und eine weiterhin steigende Flächenversiegelung haben die Notwendigkeit der Anpassung an "Urbane Sturzfluten" zunehmend in den Fokus von Wissenschaft und Praxis gerückt.

Die dominanten Abflussprozesse bei Stark- und Extremniederschlagsereignissen finden an der Oberfläche statt. Die hohe Flächenversiegelung in Städten verstärkt das Problem durch die vermehrte Bildung von Oberflächenabfluss. Maßgebend für die Identifikation von Gefahrenzonen ist primär die Topographie. Die Entwässerungsrichtung wird durch das natürliche Relief (Rücken, Täler, Hänge, Senken) bestimmt, während kleine natürliche und anthropogene Geländeelemente (Dämme, Mauern) die Fließwege zusätzlich ablenken. Abflusslose Senken stellen besondere Gefahrenbereiche dar, da das Wasser hier nur von der Kanalisation, falls vorhanden, abgeführt werden könnte. Das Problem verstärkt sich durch eine oft reliefbedingte Häufung von Überstauereffekten, wodurch zusätzliches Wasser in die Senke gelangt. Überstauereffekte der Kanalisation können über den hier verfolgten Ansatz nicht vorhergesagt werden. Das aus der Kanalisation austretende Wasser unterliegt an der Oberfläche jedoch wieder

genau den hier betrachteten Gesetzmäßigkeiten und wird über die Fließwege an der Oberfläche abgeführt.

Zur Bewertung des Neusser Stadtgebietes im Hinblick auf eine Überflutungsgefährdung bei Stark- oder Extremniederschlägen wurde ausgehend vom digitalen Geländemodell der Stadt die **Karte der abflusslosen Senken und pluvialen Fließwege bei Extremniederschlägen** (Abb. 3.4) berechnet. Auf der Grundlage des digitalen Geländemodells DGM1 mit der Auflösung von 1 m x 1 m wurden die Fließwege des freien Oberflächenabflusses und abflusslose Senken im Untersuchungsgebiet identifiziert.

Auf Grundlage der Fließrichtung einer jeden Zelle wird die Summe an Zellen errechnet, welche in jede der betrachteten Zellen fließt. Je näher sich eine Zelle am oberen Rand eines Einzugsgebietes befindet, desto geringer ist die Anzahl an Zellen, welche in diese entwässern. Je weiter man sich im Einzugsgebiet entlang eines Fließweges stromabwärts bewegt, desto größer wird die Zahl an Zellen, welche in eine betrachtete Zelle entwässern. Die Berechnung der sogenannten „Flow Accumulation“ führt zur Ausweisung von Hauptfließwegen an der Oberfläche, die durch viele Nebenfließwege gespeist werden, also eine hohe Akkumulation aufweisen.

Der abflusswirksame oder effektive Niederschlag einer jeden Zelle wurde unter Berücksichtigung des Abflussbeiwertes Ψ ermittelt. Dieser Wert bezeichnet das Verhältnis aus Gesamtniederschlagsmenge und dem direkt an der Oberfläche abfließendem Wasser, dem Direktabfluss (Dyck 1980). Bestimmt wird der Abflussbeiwert primär durch die Oberflächeneigenschaften. Weitere bestimmende Faktoren sind die Beschaffenheit des Untergrundes (Bodenart etc.) und die Neigung des Geländes. Vollversiegelte Flächen haben einen Abflussbeiwert von 1, kein Niederschlagswasser kann versickern, alles fließt oberirdisch ab. Bei Stark- oder Extremniederschlagsereignissen versickert auch auf unversiegelten Oberflächen nach wenigen Minuten kaum noch Wasser, der Boden ist gesättigt. Der Abflussbeiwert steigt deshalb bei diesen Ausnahmesituationen von um die 0,1 auf über 0,5 an und der Oberflächenabfluss nimmt auch über Acker- und Wiesenflächen stark zu.

Für frei abfließendes Oberflächenwasser in städtischen Einzugsgebieten bestimmt die Regenmenge maßgeblich das Auftreten von freiem Oberflächenabfluss. Während der Niederschlag eines normalen Regenereignisses über die Kanalisation abgeführt wird, entstehen bei 50-jährigen Starkregen oder mehr an gleicher Stelle stark wasserführende Fließwege. Für Neuss bedeutet das Niederschlagsmengen von über 30 l/m² innerhalb von 2 Stunden oder über 60 l/m² in 24 Stunden.

Die besonders für eine Überflutung gefährdeten Bereiche der abflusslosen Senken sind ebenfalls in der Karte der Oberflächenfließwege dargestellt. Hierzu wurden die Differenzen zwischen einem aufgefüllten und dem unbehandelten DGM berechnet und daraus die Senken mit ihren Tiefen abgeleitet.

In der Abbildung 3.4 sind die Senken ab 30 cm Tiefe mit ihren jeweiligen Tiefen und die Hauptfließachsen, nach ihrem Abflussvolumen in 3 Stufen klassifiziert, dargestellt. Potentielle Belastungsbereiche finden sich dort, wo ein großes Oberflächenabfluss-Volumen (Stufe 2 oder 3) oder eine abflusslose Senke mit Anschluss an einen Hauptfließweg auf Siedlungen,

Gebäudekomplexe oder städtische Infrastruktur treffen. Die Hauptentwässerungsrichtung auf dem Neusser Stadtgebiet erfolgt entsprechend der Höhenlagen von West nach Ost.

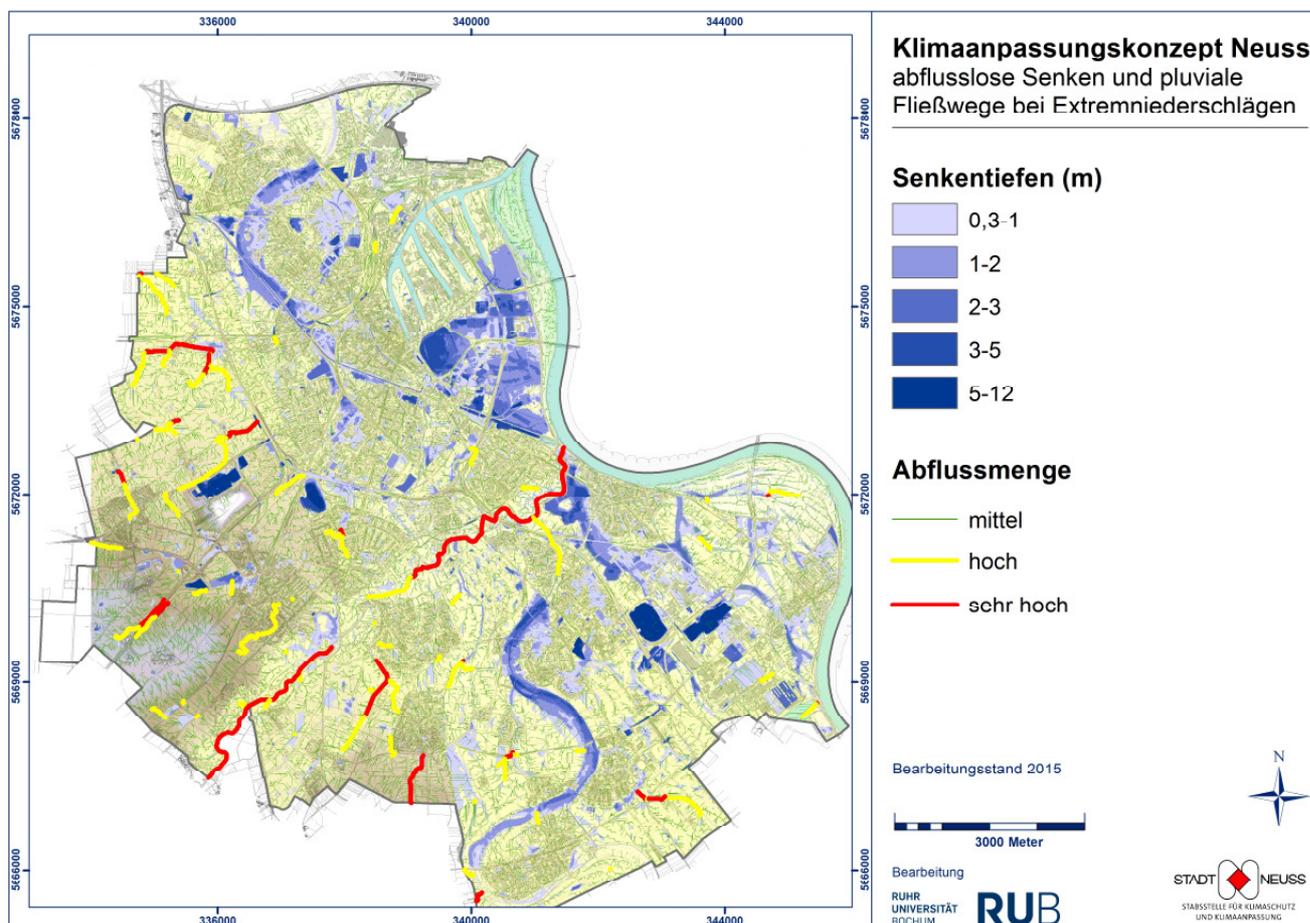


Abb. 3.4 Karte der Oberflächenfließwege und der abflusslosen Senken der Stadt Neuss

Durch die Beschreibung der Fließwege wird deutlich, dass der Oberflächenabfluss sich häufig an natürlichen Gewässerläufen orientieren. Auch die Senken liegen oft im Bereich von stehenden Gewässern. Sowohl die Hauptentwässerungsachsen als auch die Senken liegen überwiegend in einem Gebiet mit geringer Bebauungsdichte. Betroffene Siedlungsbereiche können anhand dieser Fließwegkarte detailliert untersucht werden.

3.2.2 Potenzielle Überflutungsbereiche durch Flusshochwässer als Folge von Extremniederschlägen

Weitere Informationen zur Bewertung einer Überflutungsgefährdung für die „Handlungskarte Klimaanpassung Neuss“ wurden den Karten der potentiellen Überflutungsbereiche bei Flusshochwasser (HQ100) und den Berechnungen aus dem Perspektivraum Erft 2045 entnommen. Überwiegend sind die durch eine Überflutung bei Flusshochwasser gefährdeten Gebiete unversiegelte Freiflächen, so dass nur in Einzelfällen Bebauung und Infrastruktur von einer

Überflutung betroffen wäre. Die von einer Überflutung bei Flusshochwasser potentiell betroffenen Flächen des Neusser Stadtgebietes sind in der Abbildung 3.5 dargestellt.

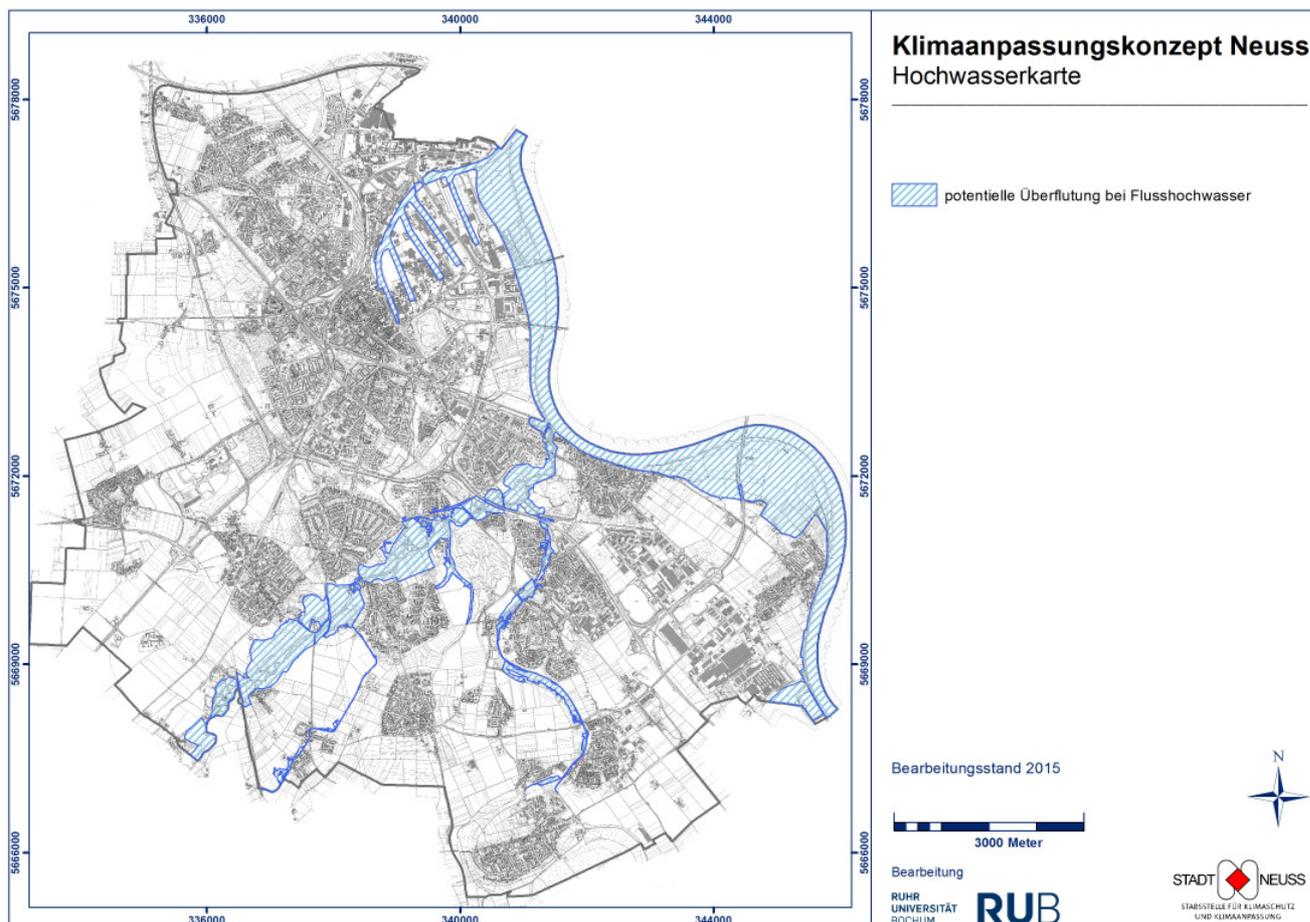


Abb. 3.5 Karte der potentiellen Überflutungsbereiche bei Flusshochwasser auf dem Gebiet der Stadt Neuss

3.3 Festsetzung der Handlungsfelder für die Stadt Neuss am Beispiel der Fallstudien

Für drei verschiedene Untersuchungsgebiete im Neusser Stadtgebiet sollten beispielhaft die Zusammenhänge zwischen den Auswirkungen des Klimawandels und den Auswirkungen verschiedener Anpassungsmaßnahmen untersucht werden. Dazu wurden die drei Themenfelder „Hitzebelastung und Belüftung“, „Biodiversität und Grünplanung“ und „Überflutungsgefahr durch Extremniederschläge“ ausgewählt. In der Abbildung 3.6 ist die Lage der Untersuchungsgebiete für die drei Fallstudien dargestellt.

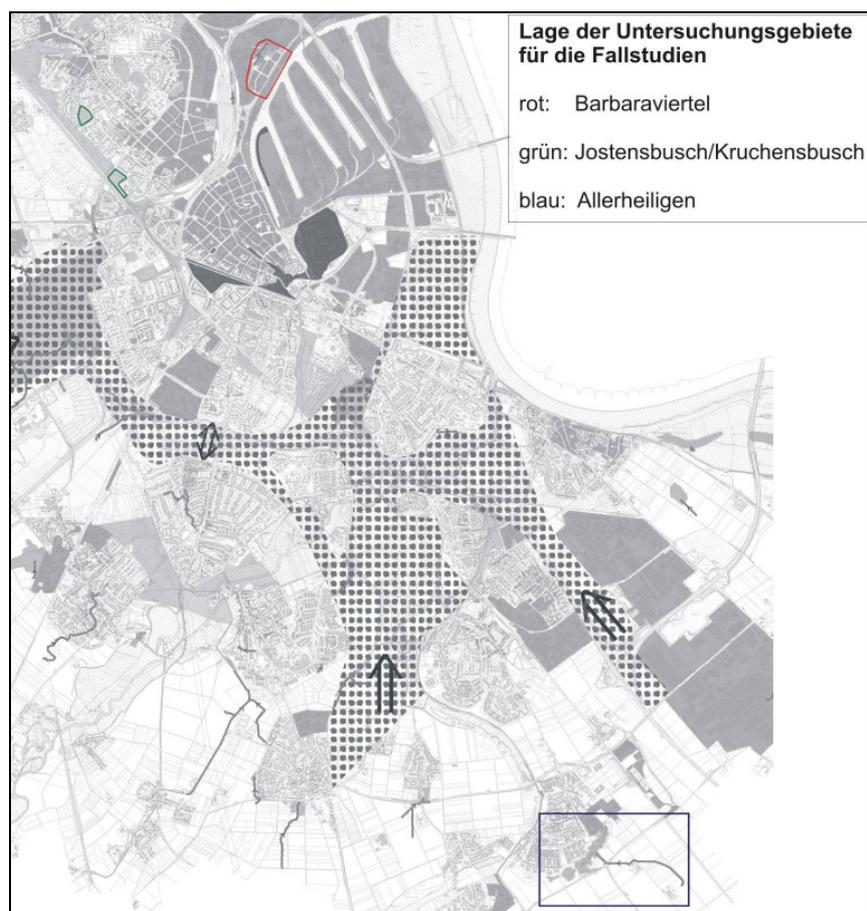


Abb. 3.6 Lage der Fallstudiengebiete „Barbaraviertel“, „Jostensbusch/Kruchensbusch“ und „Allerheiligen“

Die Fallstudie „Barbaraviertel“ beschäftigt sich mit der Möglichkeit der Begrünung durch Straßenbäume zur Hitzevermeidung und zur Erhöhung der Aufenthaltsqualität, ohne die Belüftung herabzusetzen. „Jostensbusch/Kruchensbusch“ wurden für eine Fallstudie als anthropogen überformte Waldstücke im Stadtbereich ausgewählt, weil sie einerseits viele naturnahe Elemente enthalten, so dass hier am ehesten Vorteile für Erhaltung, Schutz und Förderung von Biodiversität nahe liegen, andererseits sind sie durch ihre Nähe zu Siedlungsgebieten besonders von der Erwärmung betroffen. Ein großer Vorteil der Kenntnis von Fließwegen liegt darin, dass die Auswirkungen von Anpassungsmaßnahmen auf Urbane Sturzfluten deutlich genauer geprüft werden können. In der Fallstudie „Allerheiligen“ wird für unterschiedliche Extremniederschlagsszenarien die Überflutungsgefahr im angrenzenden Siedlungsgebiet berechnet.

3.3.1 Fallstudie Barbaraviertel in Neuss – Belüftung vs. Straßenbäume

Die Fallstudie „Barbaraviertel“ beschäftigt sich mit der Möglichkeit der Begrünung durch Straßenbäume zur Hitzevermeidung und zur Erhöhung der Aufenthaltsqualität, ohne die Belüftung herabzusetzen.

3.3.1.1 Eingangsdaten

Für die Modellierung des IST-Zustandes im Barbaraviertel wurden die Gebäude sowie die Oberflächen im Straßenraum und den Innenhöfen kartiert bzw. mit den bereits vorhandenen Daten abgeglichen und aktualisiert. Als Eingabeparameter sind die Lage, die Form sowie die Höhe der Bebauung (einschließlich Industrieanlagen) im Modell berücksichtigt. Zusätzlich erfolgte die Erfassung der vorhandenen Vegetation im Modellgebiet. In das Modell sind alle Informationen zu den Vegetationstypen wie Bäume, Hecken und Rasenflächen mit unterschiedlicher Ausprägung der Größe, Kronenausbildung etc. eingeflossen. Ergänzend wurden die Bodenarten und die Oberflächenbeschaffenheit mit den verschiedenen Versiegelungsmaterialien für die Parametrisierung übernommen.



Abb. 3.7 ENVI-met Modell für den Ist-Zustand „Barbaraviertel“ mit Bebauung und Vegetation

Das auf dieser Datenbasis erstellte Modell mit einer Ausdehnung von 540 m x 620 m berechnet mit einer Auflösung von 2 m in ENVI-met die mikroklimatischen Zielgrößen für eine sommerliche Strahlungswetterlage über einen Zeitraum von 24 Stunden. In Tabelle 3.1 sind die meteorologischen Startparameter zur Initiierung des Rechenlaufs für das Modell „Barbaraviertel-IST“ dargestellt. Diese Startparameter wurden ebenso für alle weiteren Szenarien in dieser Fallstudie übernommen.

Tab. 3.1 Meteorologische Startparameter für die ENVI-met Berechnung Barbaraviertel

Meteorologische Startparameter 5 Uhr MEZ	Barbaraviertel
Lufttemperatur 6:00 Uhr MEZ	16,8 °C
Windgeschwindigkeit (10 m Höhe)	1,4 m/s
Windrichtung (10 m Höhe)	aus 140 Grad (SE)
Bodentemperatur in 10 cm Tiefe	16,8 °C

Als Ergebnisdaten liegen stündliche Werte der mikroklimatischen Berechnungen zur weiteren Untersuchung der Temperatur- und Windverhältnisse sowie der PMV-Werte vor. Somit ist es möglich, die Tages- und Nachtsituation für das Modellgebiet zu analysieren und die sensiblen Bereiche zu identifizieren. Daraus lassen sich, mit dem Ziel einer höheren Aufenthaltsqualität für die Bewohner, Handlungsempfehlungen für Maßnahmen zur Verbesserung der mikroklimatischen Situation ableiten.

3.3.1.2 Ist-Zustand von Lufttemperaturen, Windfeld und Bioklima

Die Auswertung und Analyse der Ergebnisse der Modellberechnungen wurden mit dem Programm Leonardo durchgeführt. Im Folgenden wird die mikroklimatische Situation des IST-Zustandes im Barbaraviertel anhand der Lufttemperatur in 2 m Höhe für die Zeiten 15 Uhr MEZ und 0 Uhr MEZ erörtert.

Die höchsten Lufttemperaturen mit über 23,2 °C (Abb. 3.8, rot bis violett) treten auf den Industrie- und Gewerbeflächen auf. Insbesondere sind der Hof an der südlichen Scharnhorststraße, die Industriefläche am nördlichen Rand des Modellgebietes, der Lagerplatz am Hafen (Obererft) südlich der Halle „Fa. Zietzschmann GmbH&Co.KG“ sowie die Industrieanlagen zwischen Obererft und über die Düsseldorfer Straße hinaus bis zur Blockbebauung von überdurchschnittlich hohen Werten betroffen.

Für die weitgehend begrünten Innenhöfe der Blockbebauung zwischen der Düsseldorfer Straße und Dyckhofstraße/ Heerdter Straße werden etwas geringere Temperaturen zwischen 22,4 °C bis 23,2 °C berechnet. Im Straßenraum der Wohnblockbebauung überwiegen Temperaturen von 22,8 °C bis 23 °C. Eine Ausnahme mit höheren Temperaturen über 23 °C findet sich aufgrund der Einflüsse des Industriegebietes am Hafen im Bereich der Gneisenaustraße.

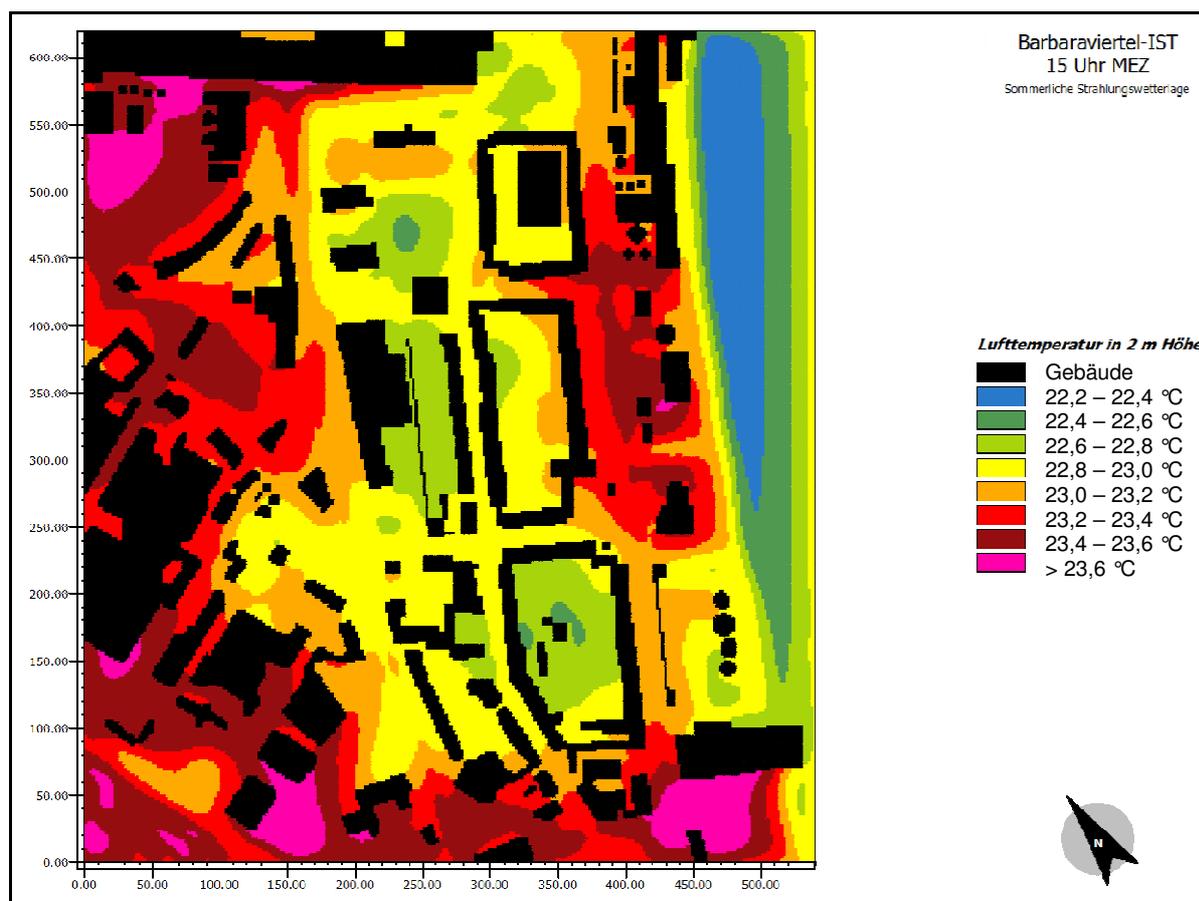


Abb. 3.8 ENVI-met berechnete Lufttemperaturen in 2 m Höhe für die 15 Uhr IST-Situation im Barbaraviertel

In der Nachtsituation kühlen sich die Lufttemperaturen in 2 m Höhe über den Flächen der Industrie- und Gewerbegebiete bis über die Düsseldorfer Straße, dem Schulhof der Barbaraschule sowie der Gneisenaustraße auf bis Werte von ca. 19 – 19,6 °C ab. Die Temperaturen der Innenhöfe der angrenzenden Blockbebauung liegen im Bereich von 19 °C bis 19,4 °C. Im weiteren Straßenraum schwanken die Lufttemperaturen weitgehend zwischen 19,2 °C und 19,4 °C. Die höchsten Lufttemperaturen im Modellgebiet gibt es in dem am westlichen Rand des Modellgebietes liegenden Industrie- und Gewerbegebiet.

Die geringen Unterschiede der nächtlichen Lufttemperaturen im Modellgebiet sind auf die dichte Bebauung zurückzuführen. Am Tag sind die Temperaturen in den begrünten Innenhöfen zwar etwas kühler im Vergleich zur Umgebung, aber in der Nacht gibt es kaum Unterschiede. Der Differenz der Lufttemperatur im Bereich der Heerdter Straße und Dyckhofstraße von Tagessituation (15 Uhr MEZ mit 23 °C) zur Nachtsituation (0 Uhr MEZ mit 19,4 °C) beträgt somit etwa 3,5 K. Diese geringe Abkühlung ist eine Folge der in der verdichteten Bebauung gespeicherten Energie und der reduzierten Belüftung.

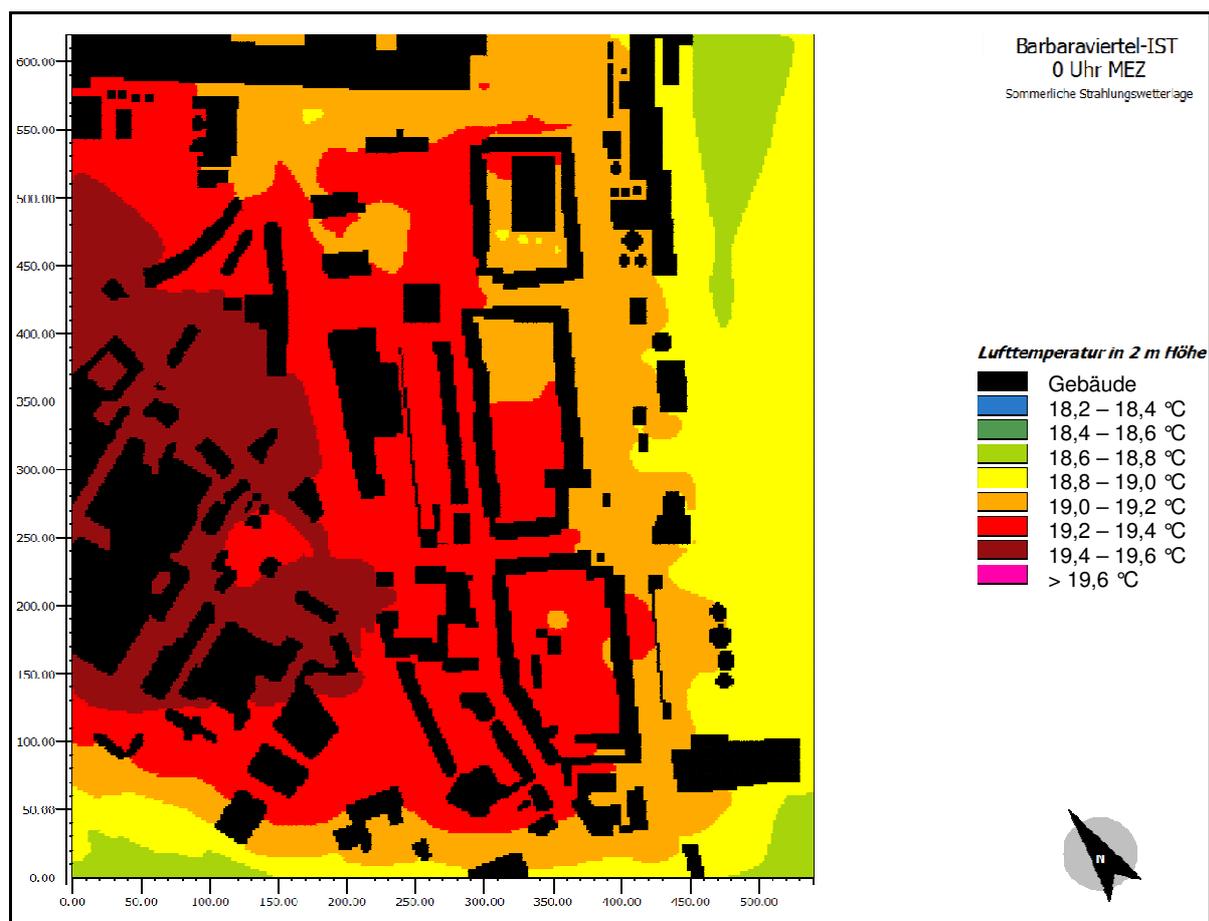


Abb. 3.9 ENVI-met berechnete Lufttemperaturen in 2 m Höhe für die 0 Uhr IST-Situation im Barbaraviertel

Die berechneten Oberflächentemperaturen weisen für die Tagsituation um 15 Uhr MEZ eine Spannweite von ca. 20 °C bis 50 °C auf. In den Innenhöfen sowie auf den unversiegelten Flächen liegen die Werte unter 30 °C. Die Flächen mit Vegetationsbestand liegen ebenso weitgehend in dieser Temperaturklasse und zeigen zum Teil Oberflächentemperaturen unter 27 °C. Die geringeren Werte für die Oberflächentemperaturen sowohl der beschatteten als auch der Vegetationsflächen führen zu einer deutlich verringerten Erwärmung der darüber liegenden Luft.

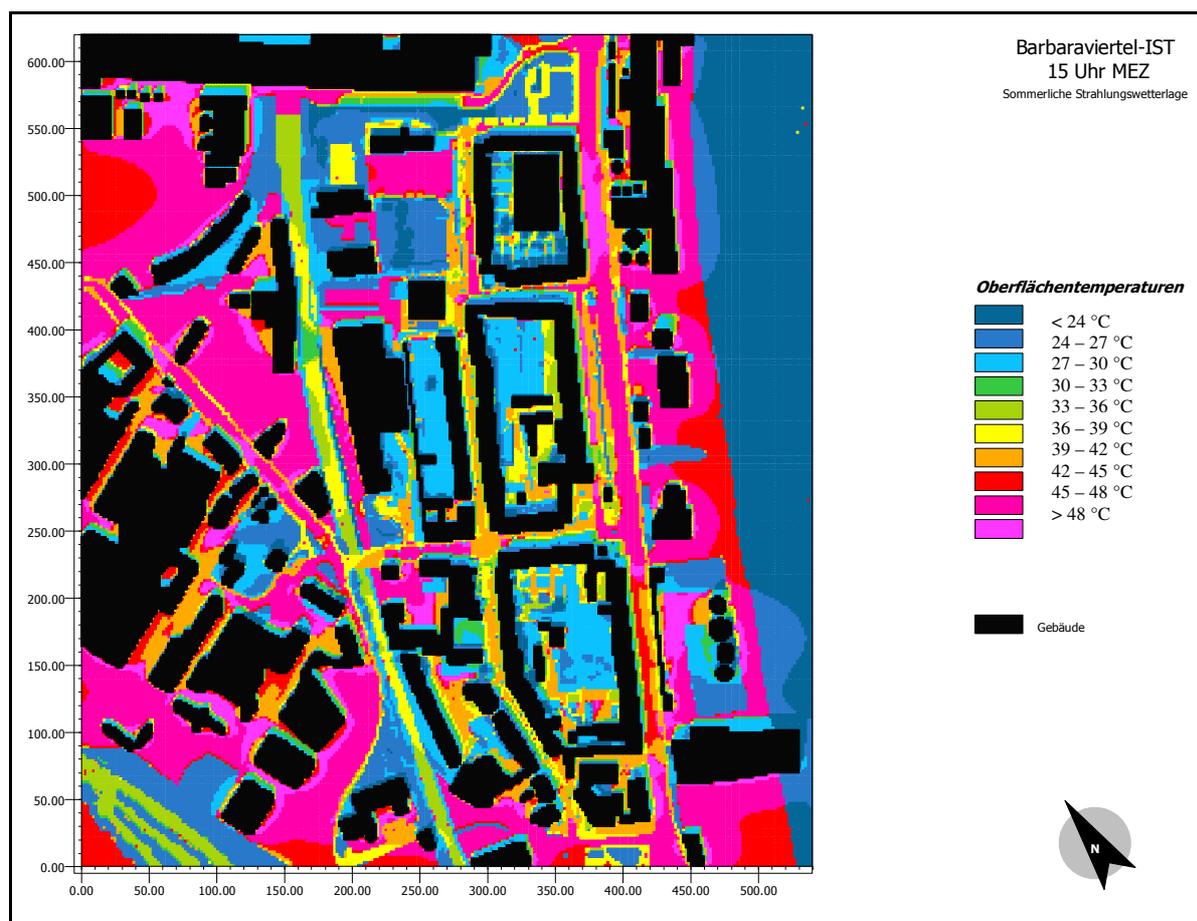


Abb. 3.10 ENVI-met berechnete Oberflächentemperaturen für die 15 Uhr IST-Situation im Barbaraviertel

Für die Beurteilung der Belüftung des Barbaraviertels wurde die Windsituation in 6 m Höhe um 15 Uhr MEZ und 0 Uhr MEZ untersucht, um hier auch die Effekte durch die später hinzugefügten Bäume in den beiden Szenarien Z1 und Z2 zu zeigen.

Durch die Industrieanlagen am Hafen wird die Windgeschwindigkeit auf 0,6 m/s und teilweise auf 0,4 m/s reduziert. Innerhalb der Blockbebauung auf den Innenhöfen zwischen Düsseldorfer Straße und Dyckhofstraße dominieren Windgeschwindigkeiten unter 0,6 m/s. Im Bereich des Schulhofs an der Barbaraschule, der Yorkstraße sowie dem kleinen angrenzenden Park mit Spielplatz liegen die relativ hohen Windgeschwindigkeiten bei bis zu 1,6 m/s. Für die Zugangsstraßen aus Richtung Düsseldorfer Straße wird die Luftströmung aus südöstlicher Richtung unterschiedlich stark reduziert. An der Gneisenastraße gibt es mit Windgeschwindigkeiten zwischen 1 m/s bis zu 1,4 m/s einen geringfügigen Luftaustausch in Richtung Barbaraschule. Für die Blücherstraße liegen die Windgeschwindigkeiten unter 1 m/s. Aus Richtung des Kreuzungsbereiches Düsseldorfer Straße/ Dyckhofstraße wird die Luftströmung bei Geschwindigkeiten von bis zu 1,6 m/s durch die Bebauung kanalisiert und die Luft in Richtung Westen transportiert.

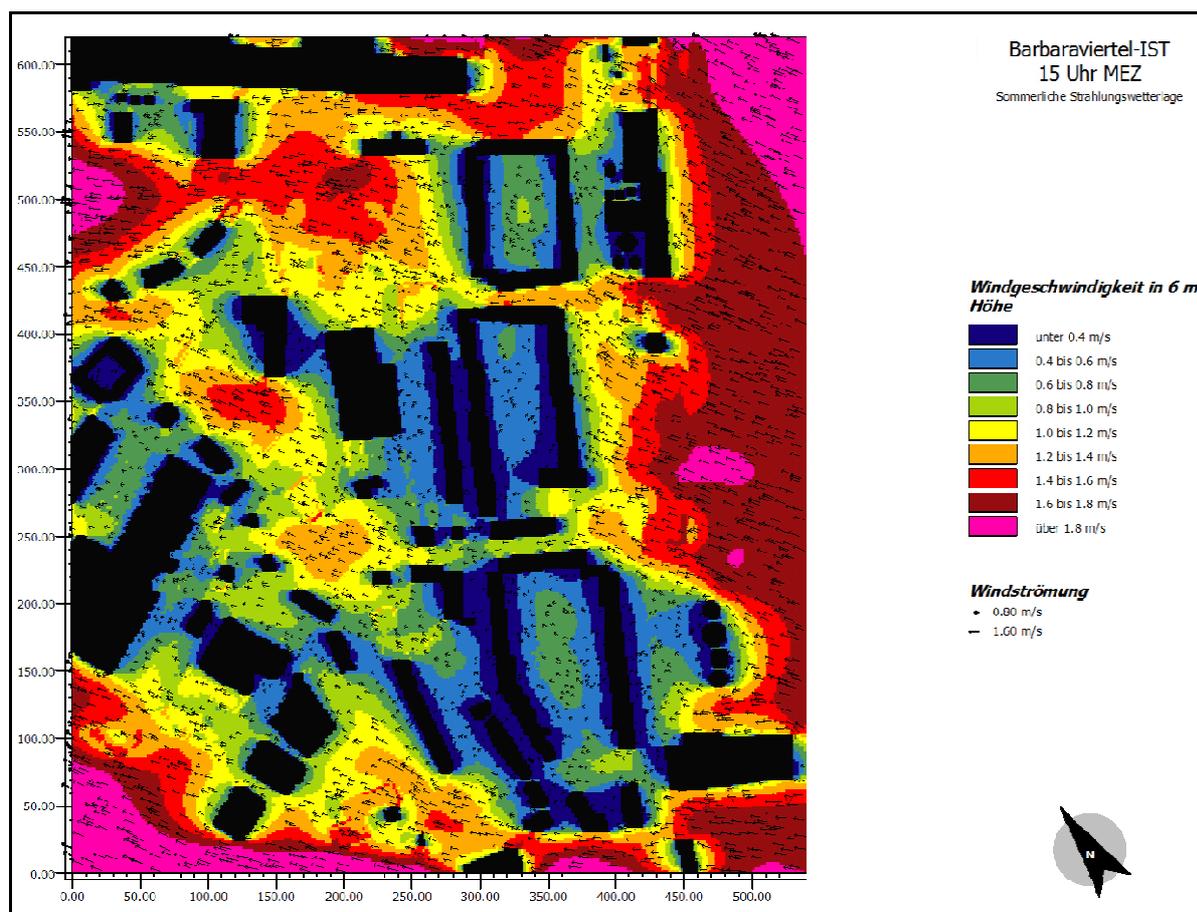


Abb. 3.11 ENVI-met berechnete Windgeschwindigkeiten in 6 m Höhe für die 15 Uhr IST-Situation im Barbaraviertel

Im Bereich der Dyckhofstraße mit verlängerter Heerdtter Straße bis zur Kreuzung Gneisenausstraße werden nur Windgeschwindigkeiten unter 0,4 m/s berechnet. Diese stark reduzierte Luftströmung im verengten Straßenraum verhindert den effektiven Luftaustausch. Die mangelhafte Belüftung in diesem Bereich führt dort zu einer gravierenden Beeinträchtigung der Aufenthaltsqualität. Als Ausweichgebiete für die Anwohner bieten die begrünten Innenhöfe eine etwas günstigere Alternative.

Die nächtliche Belüftungssituation ist mit nochmals reduzierten Windgeschwindigkeiten äquivalent zur Tagessituation. Die Bebauungsstrukturen werden insgesamt noch weniger gut belüftet und die Innenhöfe der Blockbebauung weisen mit 0,4 m/s bis 0,6 m/s nur geringe Windgeschwindigkeiten, der sensible Bereich Dyckhofstraße/ Heerdtter Straße sehr geringe Luftbewegungen mit Werten unter 0,4 m/s auf.

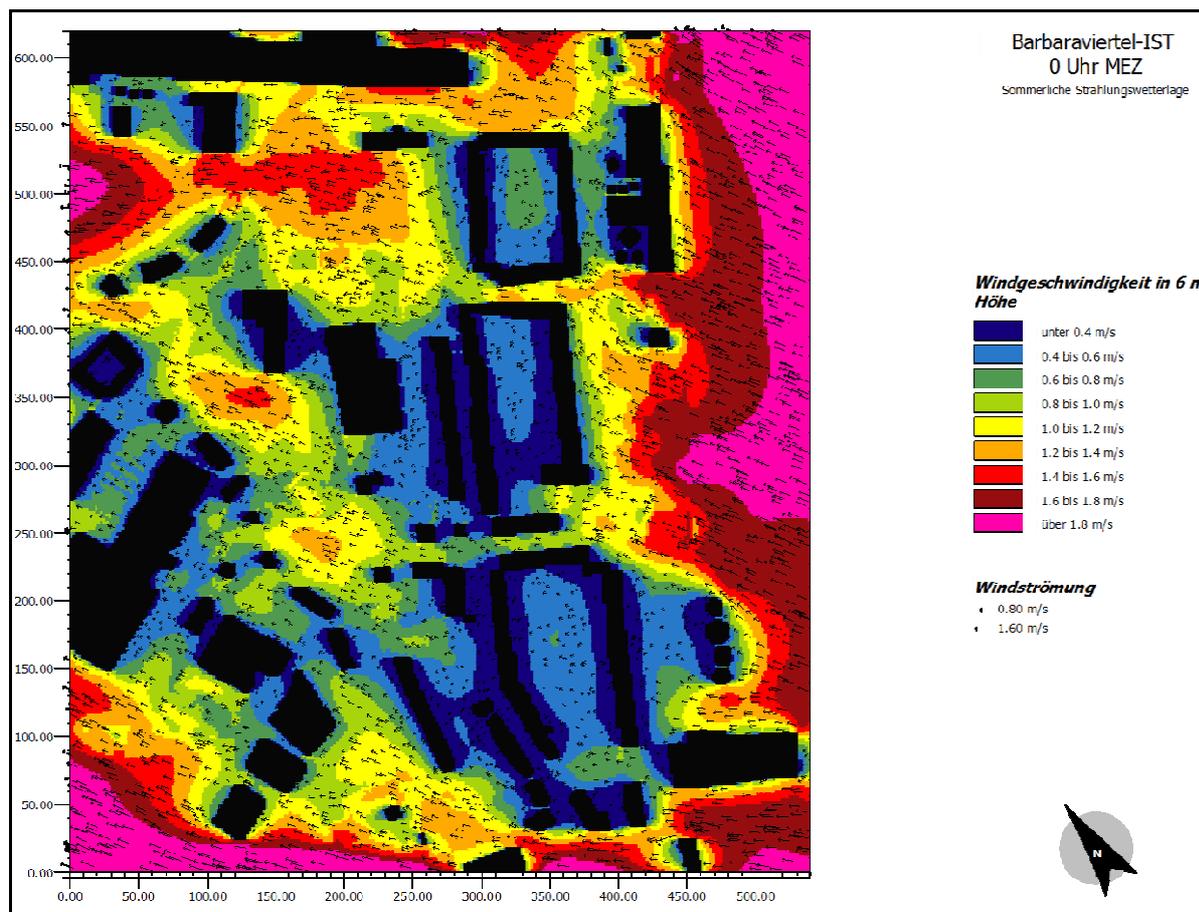


Abb. 3.12 ENVI-met berechnete Windgeschwindigkeiten in 6 m Höhe für die 15 Uhr IST-Situation im Barbaraviertel

Mit besonderem Fokus auf die Wohngebiete wird die Aufenthaltsqualität anhand der Bioklimatischen Verhältnisse des Barbaraviertels für die Tagsituation um 15 Uhr MEZ betrachtet. Die bioklimatische Situation wird anhand der PMV-Werte (Predicted Mean Vote Model) zur Beurteilung der thermischen Behaglichkeit mit Werten zwischen -4 und +4 bewertet, wobei der Wert 0 für ein behagliches Empfinden ohne thermische Belastung definiert ist.

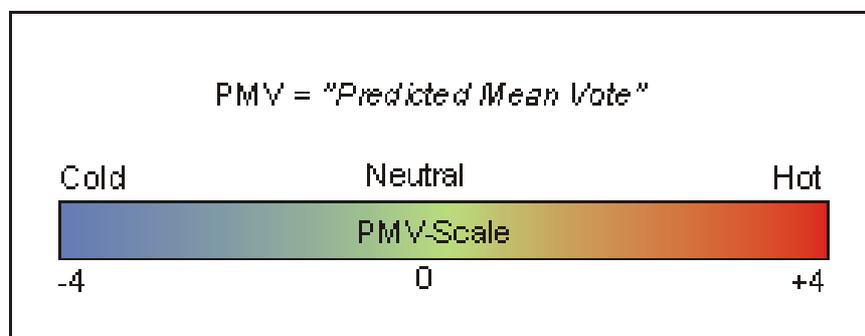


Abb. 3.13 PMV Skala für die Bewertung der thermischen Behaglichkeit

Die PMV-Werte für die IST-Situation im Barbaraviertel sind in Abbildung 3.14 dargestellt. Der hohe Anteil an versiegelten Flächen und die dichte Bebauung führen zu einer sehr hohen bioklimatischen Belastung auf den Industrie- und Gewerbeflächen und auch weitgehend im Straßenraum der Wohnblockbebauung mit PMV-Werten von über 3,5. Diese in der Abbildung lila dargestellten Flächen stellen nach der PMV Skala eine extreme Wärmebelastung dar. Die Innenhöfe der Wohnblöcke weisen leicht reduzierte PMV-Werte zwischen 2 und 3 auf, welches einer starken Wärmebelastung entspricht und vom Menschen als heiß empfunden wird. Im Bereich des Schattenwurfes an der Nordostseite der Gebäude liegen die PMV-Werte mit unter 1,25 weitaus niedriger als für die unbeschatteten Flächen. In diesen Schattenbereichen wird keine bis zu einer nur schwachen Wärmebelastung empfunden.

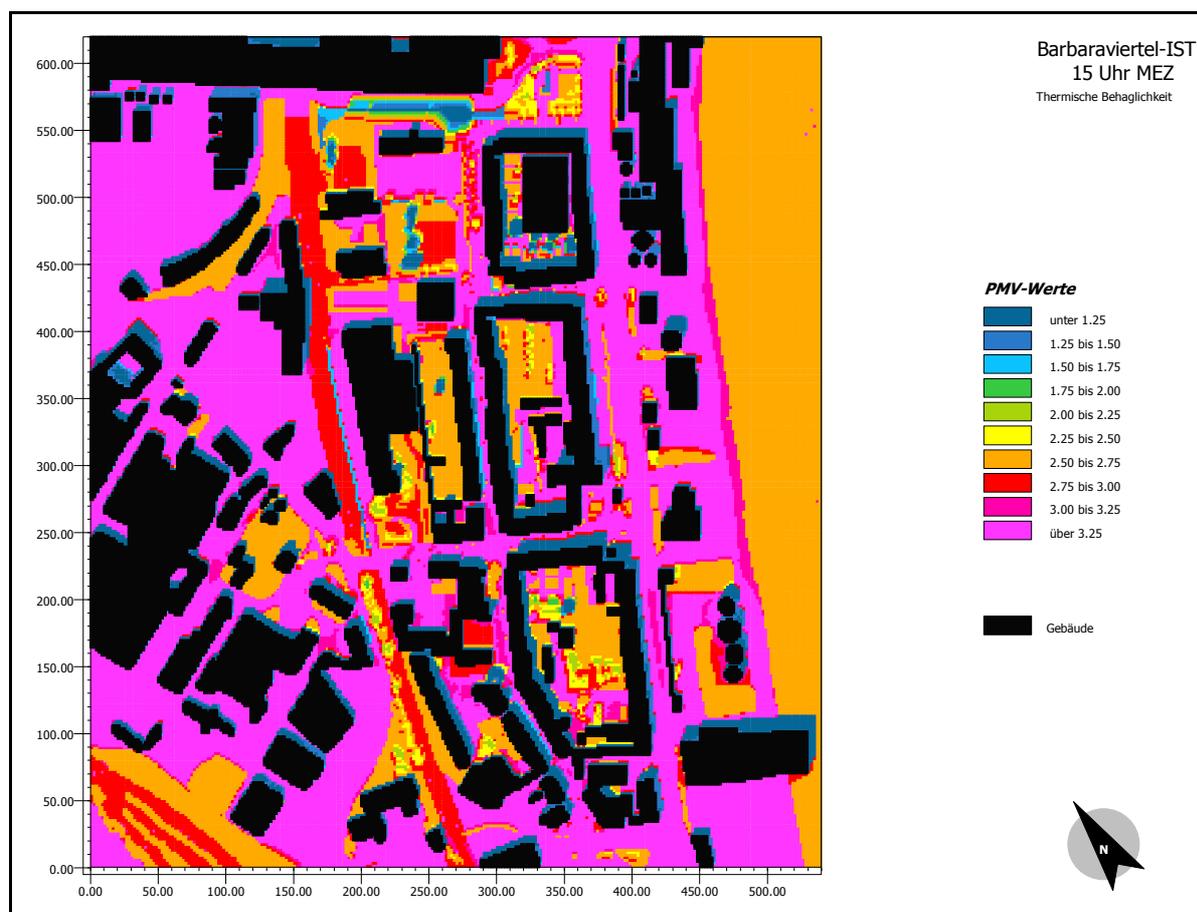


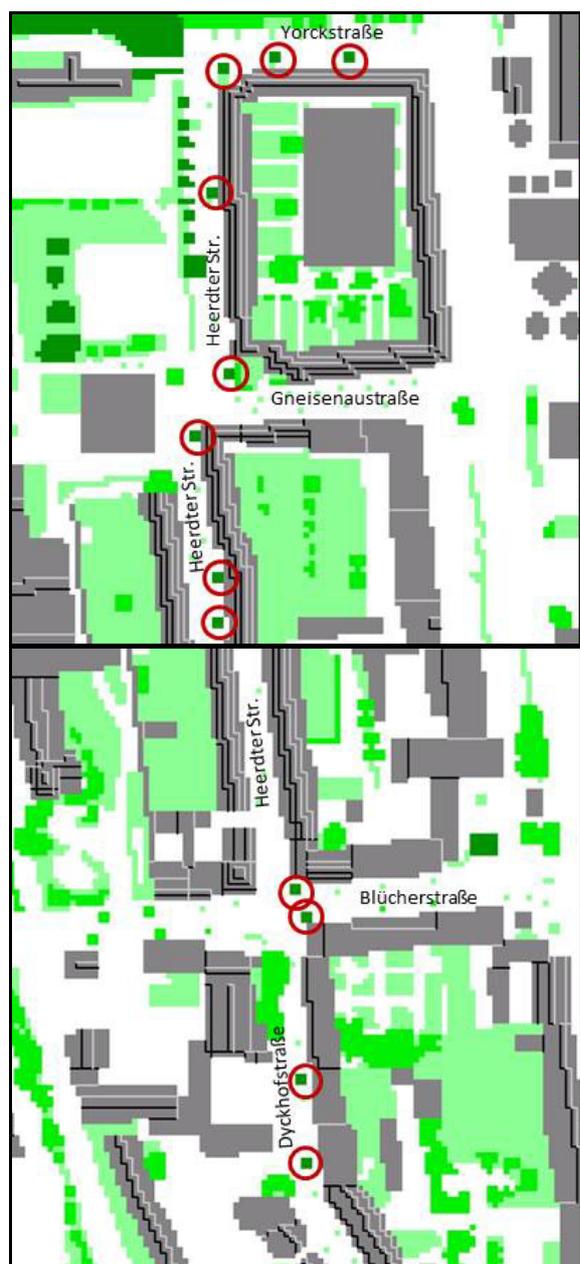
Abb. 3.14 ENVI-met berechnete PMV-Werte für die 15 Uhr IST-Situation im Barbaraviertel

Die bioklimatische Situation liegt an den Spots mit Vegetationsbestand deutlich niedriger als in den Bereichen ohne Vegetation. Die Verringerung der PMV-Werte bleibt dabei lokal begrenzt, kann aber in den Bereichen der Flächen ohne sonstige Beschattung durch Gebäude die Aufenthaltsqualität verbessern. Die begrünten Innenhöfe sowie das bereits vorhandene Straßenbegleitgrün stellen somit einen wichtigen Beitrag für die kleinräumige Verbesserung der mikroklimatischen Situation dar.

3.3.1.3 Auswirkung der Neuanpflanzung von Straßenbäumen auf das Lokalklima und die Belüftungssituation im Quartier

Durch umfassende Kanalarbeiten im Untersuchungsgebiet wird eine Neuanpflanzung von Straßenbäumen notwendig. Die Auswahl der neuen Wuchsorte sowie der Baumtypen werden durch die Modellierungen mit ENVI-met unterstützt.

In den Bereichen Yorckstraße, Heerdter Straße und Dyckhofstraße wurden die insgesamt 12 Wuchsorte auf Basis der noch vorhandenen Altbestände (Baumstümpfe) und in Hinsicht einer Maximierung klimatisch positiver Effekte festgelegt (siehe Abb. 3.15).



Für das **Szenario Z1** wurde ein Baumtyp des ENVI-met Modelles „<Tree 15 m very dense, leafless base>“ verwendet

- > sehr dichte Krone,
 - > blattloser Stamm,
 - > 15 Meter Höhe.
- z.B.: Sorbus intermedia

Für das **Szenario Z2** wurde ein Baumtyp des ENVI-met Modelles „<Tree 12 m average dense, leafless base>“ ausgewählt

- > mittel dichte Krone,
 - > blattloser Stamm,
 - > 12 Meter Höhe.
- z.B.: Acer platanoides

Die Wuchsorte bleiben in beiden Szenarien identisch, nur die Baumart ändert sich!

Abb. 3.15 Festgelegte Wuchsorte im Barbaraviertel für die Szenarien Z1 und Z2 mit modellierten Bäumen in ENVI-met

Um die Voraussetzungen zu erfüllen, sind Baumarten bzw. -sorten zu wählen, die hochstämmig sind und eine schmale Krone aufweisen. Unter Berücksichtigung der regionalen Pflanztraditionen und verwandter einheimischer Sippen werden daher entsprechende Sorten des Spitz-Ahorns (*Acer platanoides*) und der Hainbuche (*Carpinus betulus*) vorgeschlagen. Im Falle des Spitz-Ahorns handelt es sich bei der Sorte 'Columnare' um die nach GALK-Straßenbaumliste (GALK 2015) empfehlenswerteste Sorte (Typ 1, 2, 3), die auch nach eigenen Beobachtungen allen Anforderungen gerecht wird. Bezüglich der Hainbuche ist die Sorte 'Frans Fontaine' am besten geeignet; nach GALK (2015) sollen zwar vermehrt Spätfrostschäden auftreten können, dies konnte jedoch bei Beobachtungen an Pflanzungen als Stadt-Straßenbaum bisher nicht selbst bestätigt werden und dürfte für Neuss auch nur eine geringe Rolle spielen.

Ein Unterwuchs in den Baumbetten sollte möglichst niedrig gehalten werden, wobei heimische Arten (beispielsweise als Bodendecker) zu bevorzugen sind. Um die Biodiversität zu fördern, sind daher heimische Formen der Wilden Malve (*Malva sylvestris*) geeignet, um hier einen entsprechend niedrigen Wuchs zu erhalten. Ergänzt werden können indigene Bodendecker, wobei standörtlich Gundermann (*Glechoma hederacea*) geeignet erscheint; sinnvollerweise sollten heimische Vorkommen an trockeneren Standorten hierzu besammelt und vermehrt werden.

Der Baumtyp im Szenario 1 des ENVI-met Modells entspricht z.B. der Schwedischen Mehlbeere (*Sorbus intermedia*) welche als Straßenbaum auch eine gewisse Resistenz bei Trockenstress aufweist und stadtklimaverträglich ist.

Aufgrund der Physiologie des Baumtyps in Szenario 2 des ENVI-met Modells können hierfür z.B. der Spitz-Ahorn (*Acer platanoides* Columnare) oder die Hainbuche (*Carpinus betulus* Frans Fontaine) mit säulenförmig ausgeprägten Baumkronen verwendet werden.

Das ENVI-met Modell der IST-Situation Barbaraviertel wurde für die zwei Szenarien (Z1, Z2) um die ausgewählten Bäume erweitert, wobei die übrigen Parameter unverändert blieben. Beide Szenarien wurden äquivalent zur IST-Situation für 24 Stunden berechnet.

Als Ergebnisse der ENVI-met Modellierungen liegen für die weiteren Untersuchungen drei unterschiedliche Datenbestände vor:

- Barbaraviertel-IST (Modellierung der aktuellen Situation)
- Szenario Z1 (Barbaraviertel-IST mit Baumtyp „Tree 15 m very dense, leafless base“)
- Szenario Z2 (Barbaraviertel-IST mit Baumtyp „Tree 12 m average dense, leafless base“)

Die Auswertung der unterschiedlichen Auswirkungen durch die simulierte Neuanpflanzung wurde mit der Analysesoftware Leonardo durchgeführt. Hierzu wurden für den Vergleich zwischen den einzelnen Szenarien mit der IST-Situation (Barbaraviertel-IST) die Differenzen der Zielgrößen berechnet und ausgewertet. Zielgrößen:

- Windgeschwindigkeiten/ Windfeld
- Oberflächentemperaturen
- PMV-Werte (Bioklima)

Im Folgenden werden die Modellergebnisse für die Tagsituation 15 Uhr MEZ der Szenarien Z1/ Z2 dargestellt und mit der IST-Situation des Barbaraviertel verglichen.

Für das Szenario Z1, mit der Erweiterung des Baumbestandes durch 15 Meter hohe Bäume mit dichter Krone, verringern sich die Windgeschwindigkeiten in 6 m Höhe im Bereich der Yorckstraße um bis zu 0,3 m/s. Die Einflüsse auf das Windfeld durch die neuen Bäume reichen bis zur Kreuzung Heerdter Straße und bleiben lokal begrenzt (Abb.3.16).

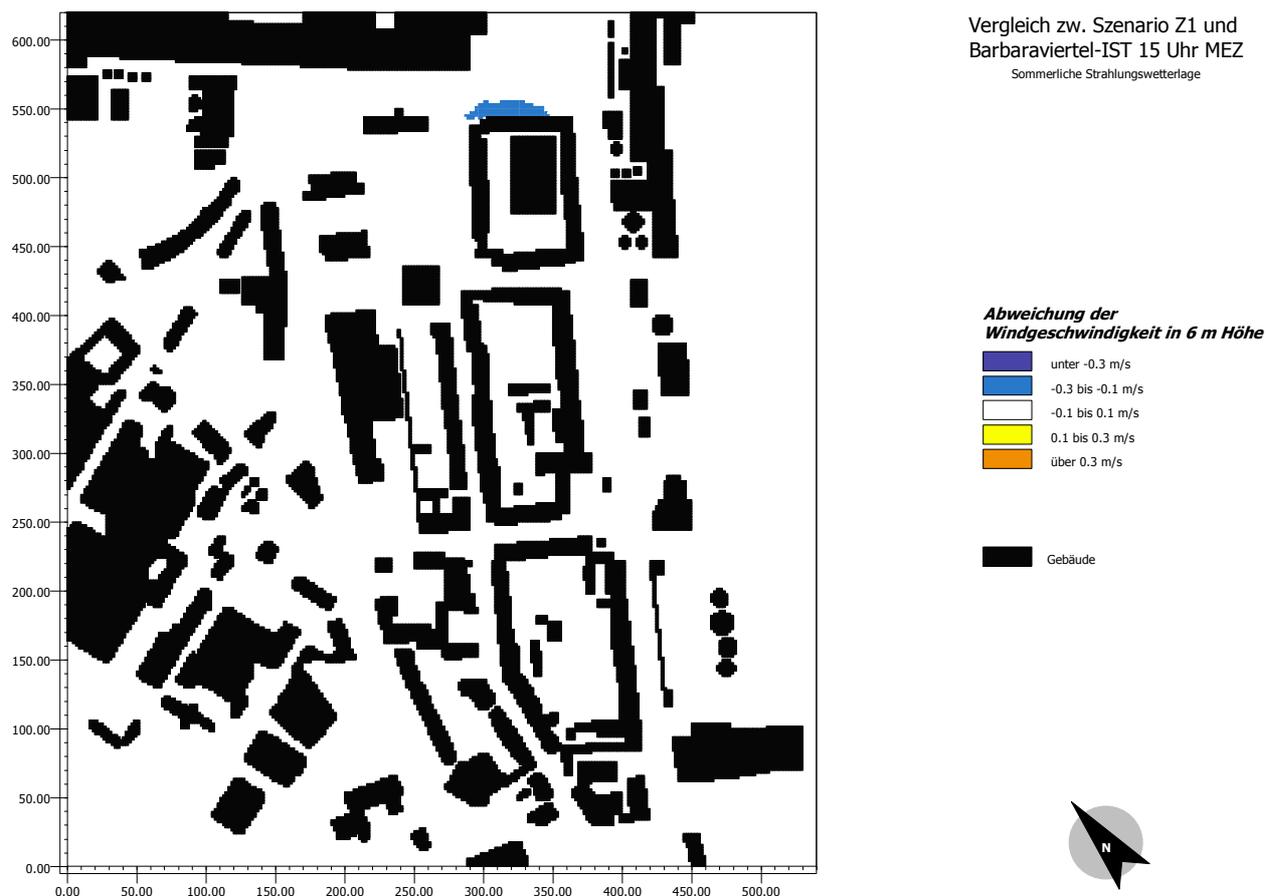


Abb. 3.16 Veränderte Windgeschwindigkeiten für Szenario Z1 in 6 m Höhe im Barbaraviertel

In dem Szenario Z2, für 12 Meter hohe Bäume mit mittel dichter Krone, zeigen die Berechnungen der Windgeschwindigkeitsabweichungen mit Werten unter $0,1 \text{ m/s}$ keinen relevanten Einfluss auf das Windfeld.

Die absoluten Abweichungen der Windgeschwindigkeiten zur IST-Situation können durch die Betrachtung der prozentualen Abweichungen ergänzend dargestellt werden. Dies ermöglicht detaillierte Rückschlüsse zu den Auswirkungen auf das Windfeld, insbesondere wenn die Windgeschwindigkeiten nur sehr kleine Werte aufweisen. Hierdurch werden sensible Bereiche lokalisiert, welche sich bei der Betrachtung von absoluten Werten der Analyse entziehen.

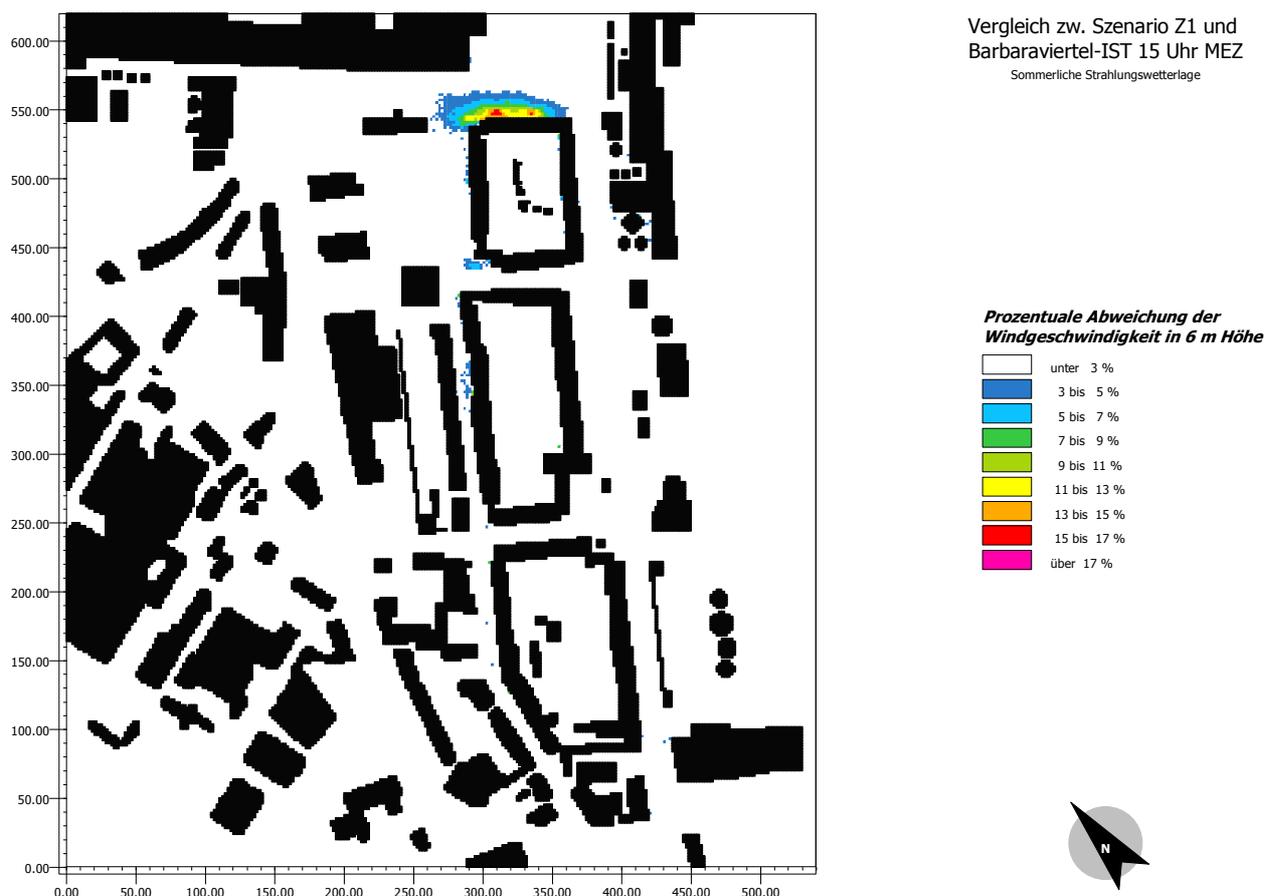


Abb. 3.17 Prozentuale Abweichung der Windgeschwindigkeiten für Szenario Z1 in 6 m Höhe im Barbaraviertel

In der Darstellung der prozentualen Abweichungen der Windgeschwindigkeiten von der IST-Situation werden für das Szenario Z1 die unterschiedlich starke Verringerung durch die Neuanpflanzungen sichtbar. Die größten Veränderungen treten im Bereich der Yorkstraße auf, wobei direkt am Wuchsort lokal begrenzt eine Reduktion um bis zu 17 % (rot) auftritt. Die Verringerung der Windgeschwindigkeiten setzt sich im Straßenraum mit 7 % (hellblau) bis zu 5 % (blau) weiter in Richtung Barbaraschule fort. Die Luftzufuhr über die Kreuzung Yorkstraße/ Heerdter Straße wird von diesen geringfügigen Änderungen von bis zu 7 % kaum beeinflusst und bleibt weitestgehend erhalten.

An der Kreuzung Heerdter Straße/ Gneisenaustraße werden die Windgeschwindigkeiten in einem lokal begrenzten Bereich, der nicht über die Fahrbahnmitte hinausgeht, bis ca. 7 % verringert. Im weiteren Verlauf der sehr engen Heerdter Straße werden die Windgeschwindigkeiten, die hier in der IST-Situation schon sehr geringe Werte von unter 0,4 m/s aufweisen, nochmal um 3 bis 7 % verringert.

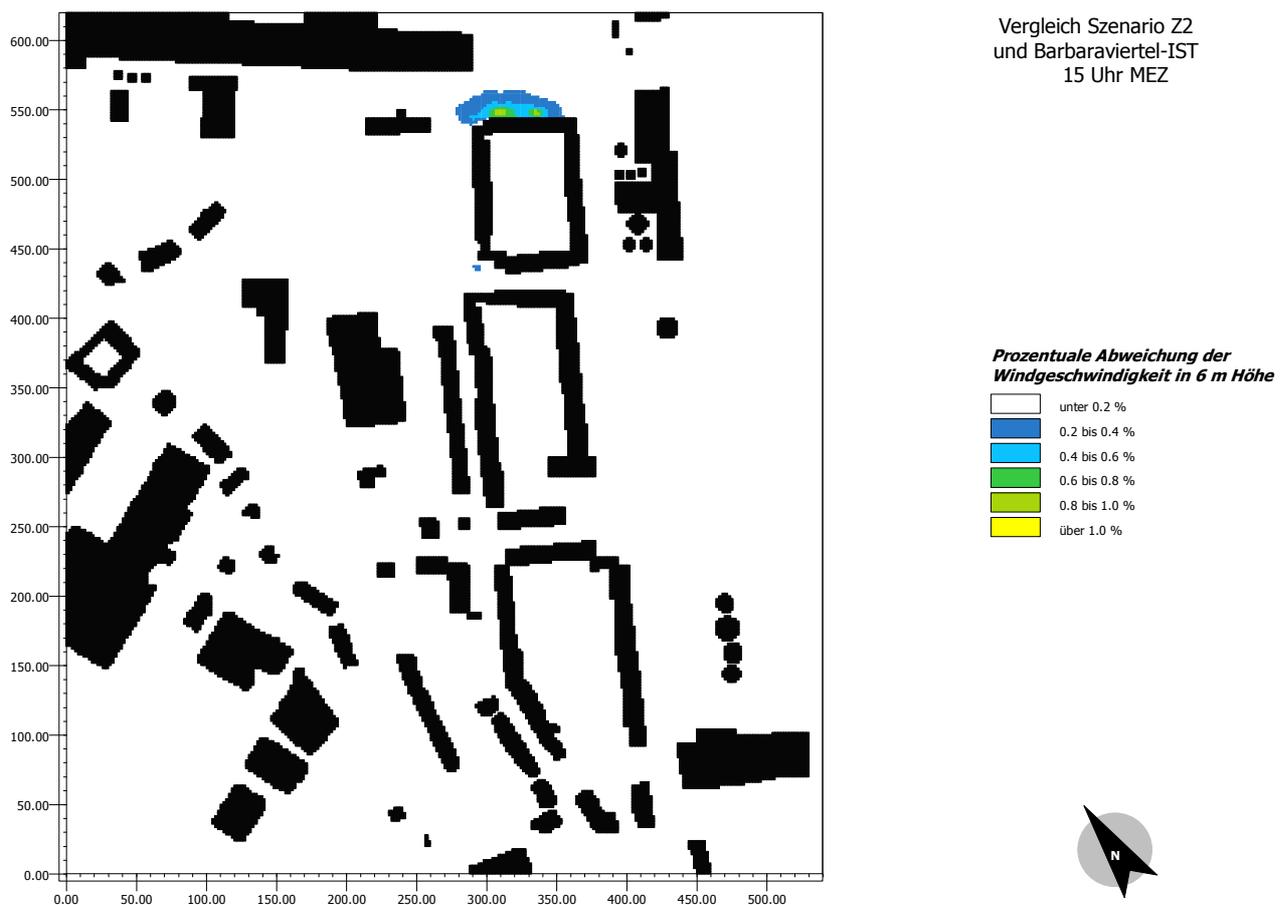


Abb. 3.18 Prozentuale Abweichung der Windgeschwindigkeiten für Szenario Z2 in 6 m Höhe im Barbaraviertel

Im Szenario Z2 (Abb. 3.18, ! Achtung - geänderte Skalierung) liegen die stärksten Veränderungen der Windgeschwindigkeiten bei unter 1 %. Auch hier zeigen die Bäume an den Wuchsorten im Bereich Yorckstraße die größten abbremsenden Effekte, welche allerdings selbst hier so gering sind, dass die Auswirkungen der Windabbremungen für dieses Szenario zu vernachlässigen sind.

Insgesamt sind die Verringerungen der Windgeschwindigkeiten und der Einfluss auf das Windfeld durch die Bäume des Szenarios Z1 größtenteils sehr gering, zeigen aber, an welchen Wuchsorten die Belüftung im Wohngebiet sensible reagiert. Die Veränderungen der Belüftungssituation durch die Bäume im Szenario Z2 sind sehr viel geringer im Vergleich zum Szenario Z1.

Der Bereich Yorckstraße zeigt im Vergleich zu den weiteren Bereichen mit simulierten Neubeplantungen in der IST-Situation die relativ höchsten Windgeschwindigkeiten an. Daraus erklärt sich der hier stärker abbremsende Einfluss der Bäume auf das Windfeld.

Die Oberflächentemperaturen im Szenario Z1 werden im Einflussbereich der neuen Baumanpflanzungen um bis zu 2,5 K verringert. Im Bereich der Yorckstraße und der Heerdter Straße werden durch die 15 m hohen Bäume mit dichter Krone weitaus größere Flächen beschattet als im Szenario Z2 mit 12 hohen Bäumen mit durchschnittlich dichter Krone. Durch die geringeren Oberflächentemperaturen wird auch die Luft darüber in geringerem Maße erwärmt. Diese Verringerung wird im Szenario Z2 nur sehr viel kleinräumiger erreicht. Die Abbildungen 3.19 und 3.20 zeigen in Ausschnitten für den Nord- und den Südteil des Barbaraviertels die Ergebnisse der Modellierungen zu den Oberflächentemperaturabweichungen.

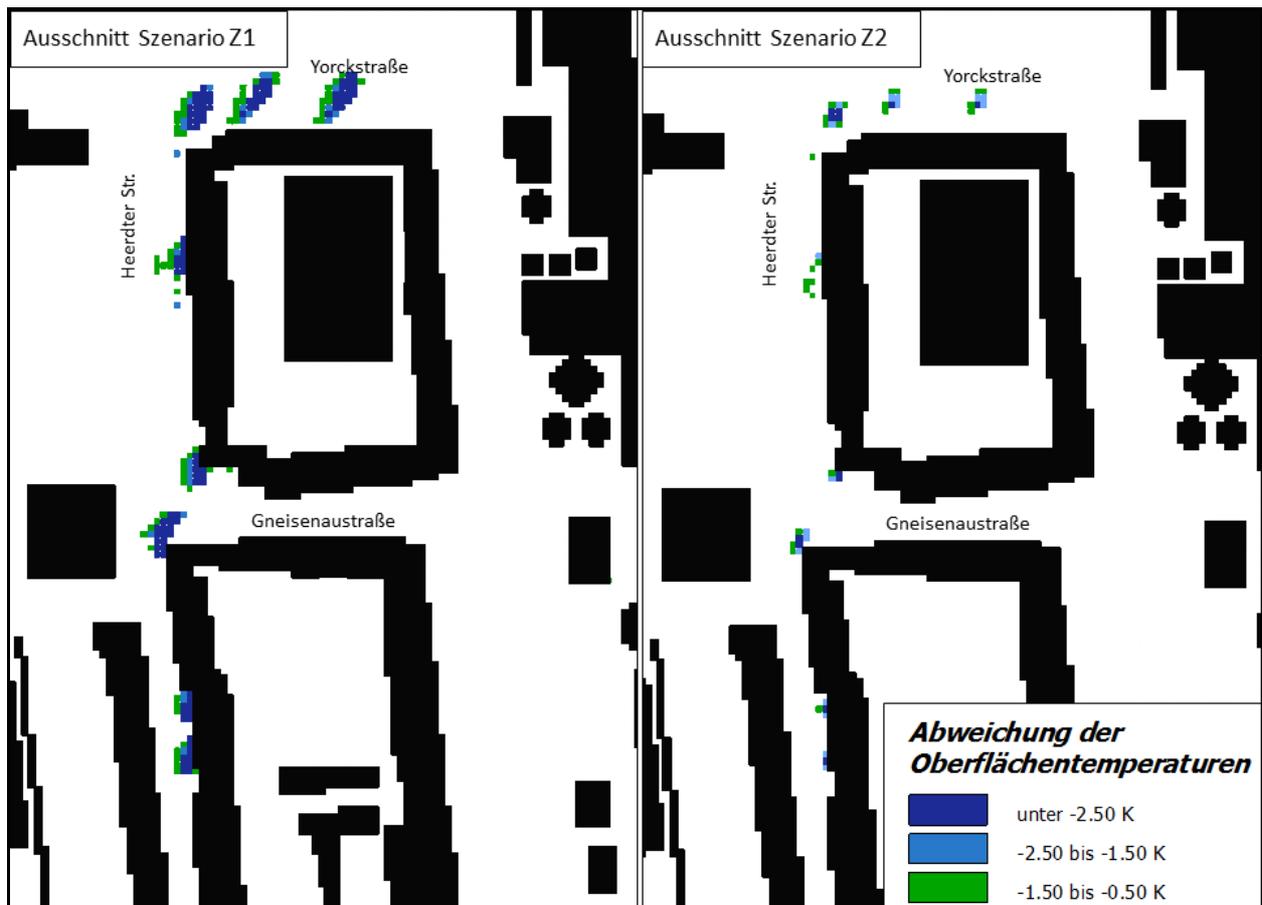


Abb. 3.19 Vergleich der Szenarien - Veränderungen der Oberflächentemperaturen zum Ist-Zustand (15 Uhr MEZ) im Nordteil des Barbaraviertels

Im Straßenverlauf der Heerdter Str. sind im Szenario Z2 nur sehr geringe Effekte auf den Oberflächen erkennbar. Sowohl die Ausdehnung der beschatteten Flächen als auch die Absenkung der Oberflächentemperaturen fallen im direkten Vergleich zu Szenario Z1 weitaus geringer aus.

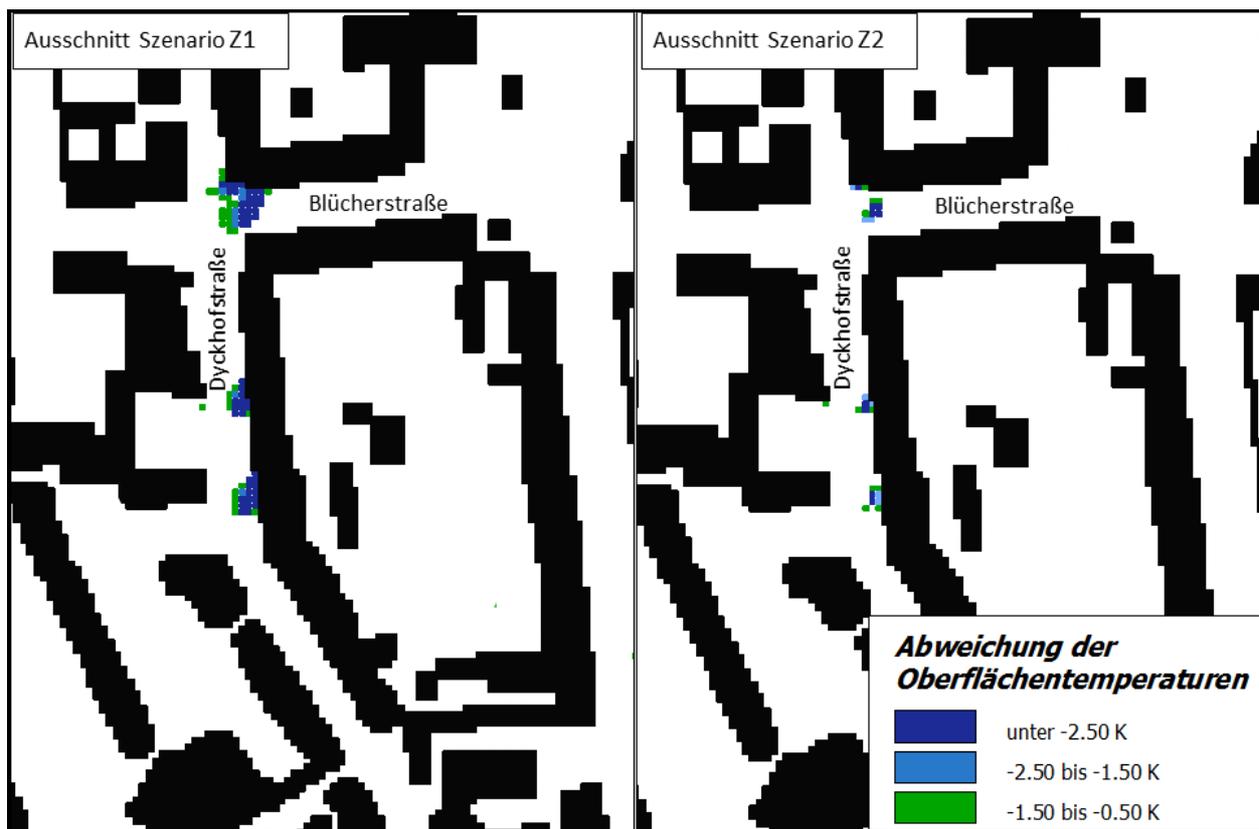


Abb. 3.20 Vergleich der Szenarien - Veränderungen der Oberflächentemperaturen zum Ist-Zustand (15 Uhr MEZ) im Südteil des Barbaraviertels

Ein Vergleich der verringerten Oberflächentemperaturen beider Szenarien für den Bereich Dyckhofstraße/ Blücherstraße ist in Abb.3.20 dargestellt. Auch hier reicht die um bis zu 2,5 K ausgeprägte Abkühlung im Szenario Z1 weitaus stärker in den Straßenraum hinein als im Szenario Z2. Die Abkühlungseffekte der Bäume auf die Oberflächentemperaturen sind insbesondere in den Kreuzungsbereichen deutlich stärker ausgeprägt.

Die technogenen Oberflächen im Straßenraum heizen sich bei direkter Sonneneinstrahlung sehr schnell auf und erwärmen die darüber liegende Luft. Ein wesentlicher Aspekt für die Wirksamkeit von Bäumen ist der Schattenwurf, wodurch die Oberflächen von direkter Sonneneinstrahlung abgeschirmt werden. Die höheren Bäume im Szenario Z1 mit ihren ausgeprägten Kronen beschatten wesentlich größere Flächen im Vergleich zu den kleinen Bäumen in Z2 mit säulenförmigen Kronen. Damit ist die Abkühlung der Oberflächentemperaturen bei dem simulierten Baumtyp „Tree 15 m very dense, leafless base“ deutlich effektiver als im Szenario Z2.

Weiter tritt die unterschiedliche Ausprägung der mikroklimatischen Auswirkung der Bäume innerhalb der einzelnen Szenarien an den einzelnen Wuchsorten deutlich hervor. Je nach Tageszeit (Sonnenstand) und Wuchsort ist der Schattenwurf durch die Bäume variabel. Für die dargestellte Tagessituation um 15 Uhr MEZ wird in beiden Szenarien ersichtlich, dass die Verringerungen der Oberflächentemperaturen nicht ausschließlich vom Baumtyp sondern ebenso von der Baustruktur in der unmittelbaren Umgebung des Wuchsortes unterschiedlich stark modifiziert werden. Flächen, die im Tagesverlauf für längere Zeit direkter Sonneneinstrahlung ausgesetzt wären, wie z. B. die Yorkstraße profitieren deutlich stärker von Bauman-

siedlungen als jene im engen Straßenraum, z.B. in der Dyckhofstraße, welche tagsüber stärker durch Gebäudeverschattung geprägt sind und deshalb vom Schattenwurf der Bäume nicht mehr zusätzlich profitieren.

Die Veränderungen der PMV Werte durch die neuen Bäume im Szenario Z1 sind lokal auf die direkte Umgebung der Wuchsorte begrenzt. Die Bäume des Szenario Z1 im Bereich der Yorkstraße führen zu einer Verringerung der PMV-Werte um bis zu 2,75 unmittelbar unter den Bäumen und bis zu einer Entfernung von ca. 12 Metern im Straßenraum zu einer Absenkung der PMV-Werte um bis zu 0,25. In Abb. 3.21 sind die unterschiedlichen Veränderungen im Bezug zur IST-Situation für beide Szenarien im Ausschnitt Yorkstraße dargestellt.

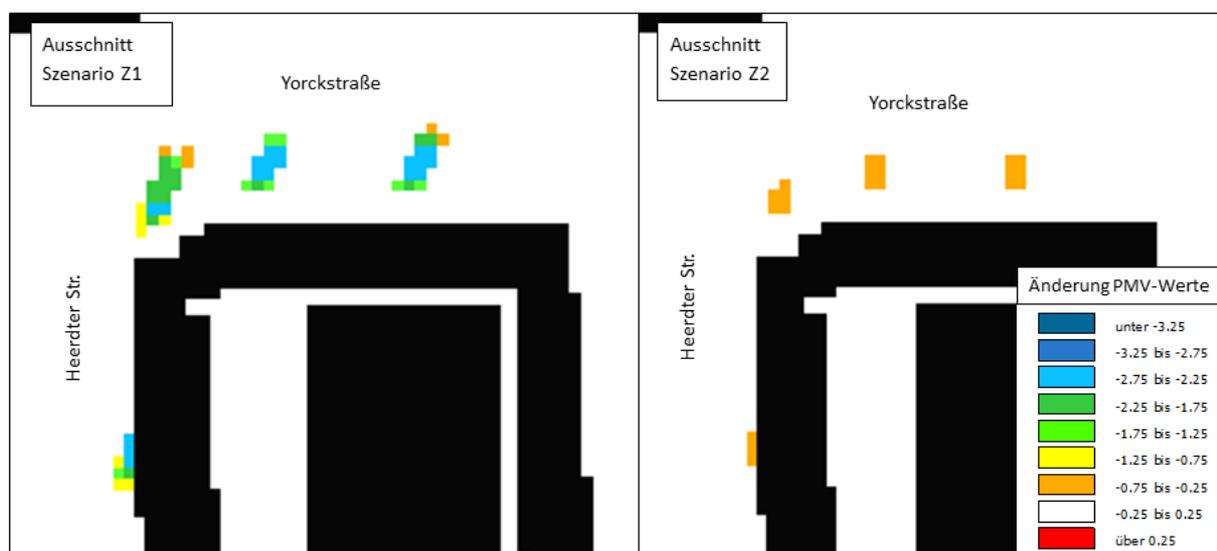


Abb. 3.21 Reichweite der veränderten PMV-Werte in 2 m Höhe (15 Uhr MEZ) im Bereich Yorkstraße: Szenario Z1/ Z2 im Vergleich zum IST-Zustand

Im direkten Vergleich von Szenario Z1 und Szenario Z2 werden die unterschiedlich starken Ausprägungen der veränderten PMV-Werte deutlich. Die nur 12 m hohen Bäume des Szenarios Z2 haben mit rund 6 Metern eine geringere Wirkreichweite und reduzieren die PMV-Werte nur um 0,25 bis 0,75. Besonders prägnant zeigen sich die Differenzen an den Veränderungen im Bereich des Wuchsortes an der Kreuzung Yorkstraße/ Heerdter Straße.

An der Kreuzung Heerdter Straße/ Gneisenaustraße treten die unterschiedlichen Auswirkungen der beiden Szenarien auf die PMV-Werte in Reichweite und Änderungsklasse deutlich hervor (Abb. 3.22). Auf der Nordseite der Gneisenaustraße verringern sich im Szenario Z1 die PMV-Werte bis zu maximal 2,75 in einem Umkreis von ca. 6 Metern. Für das Szenario Z2 verringern sich die PMV-Werte um maximal 0,75 in einem Umkreis von 4 Metern am Wuchsort des Baums. Für den gegenüberliegenden Wuchsort direkt an der südlichen Ecke Gneisenaustraße/ Heerdter Str. hat die Änderung im Szenario Z1 mit maximal 14 Metern gegenüber dem Szenario Z2 von maximal 6 Metern eine deutlich höhere Reichweite. Die Verringe-

Die Veränderung der PMV-Werte um über 2,25 für das Szenario Z1 sind wesentlich stärker ausgeprägt als im Szenario Z2 mit einer maximalen Reduzierung des PMV-Wertes um 0,75.

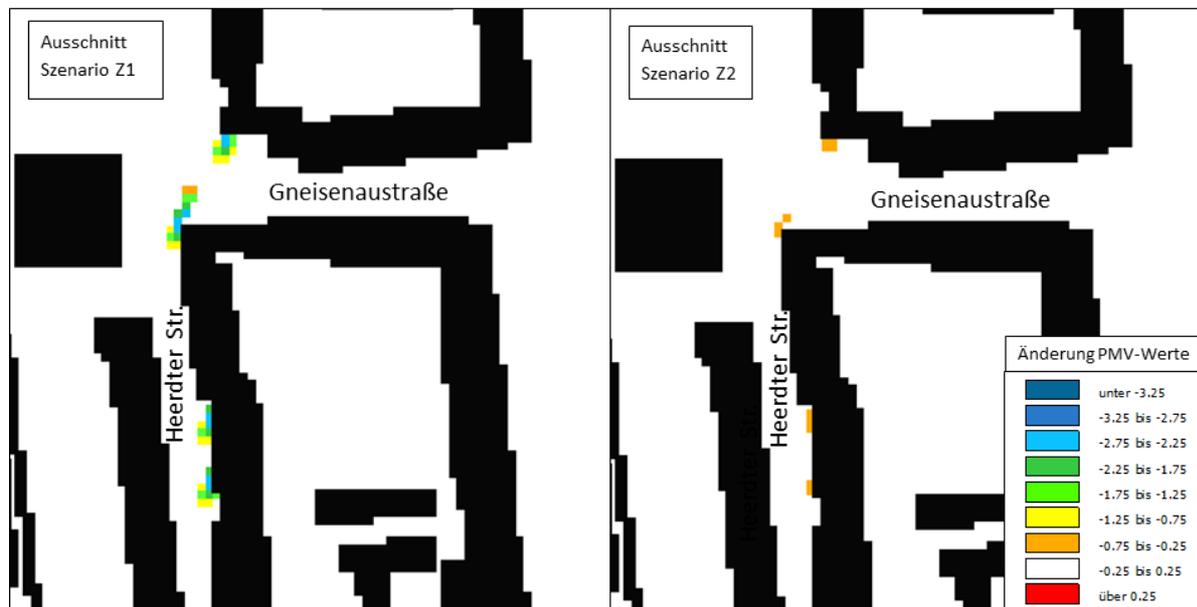


Abb. 3.22 Reichweite der veränderten PMV-Werte in 2 m Höhe (15 Uhr MEZ) im Bereich Gneisenaustraße/ Heerdter Str.: Szenario Z1/ Z2 im Vergleich zum IST-Zustand

Für die in Abb. 3.22 dargestellten Wuchsorte in der Heerdter Straße ist der Unterschied für die Verringerung der PMV-Werte in den zwei Szenarien, für Z1 weitgehend unter 2,25 und für Z2 0,25 bis 0,75, ebenso markant. Des Weiteren reichen die Veränderungen in Z1 bis zu 4 Metern in den Straßenraum hinein und im Szenario Z2 nur bis ca. 2 Meter. Auffällig ist im Szenario Z1 eine entlang der Baustruktur verlaufende höhere Reichweite mit ca. 12 Metern im Vergleich zu Z2 mit nur 8 Metern. Daraus lässt sich schließen, dass die positiven Veränderungen nicht nur auf den Straßenraum beschränkt bleiben, sondern sich auch auf die Hauswände und damit auf das Innenraumklima der Gebäude auswirken.

An der Kreuzung Blücherstraße/ Dyckhofstraße (siehe Abb. 3.23) werden im Szenario Z1 auf Höhe der Neuanpflanzung über den gesamten Straßenbreite die PMV-Werte zwischen 0,75 und 2,75 verringert. Für das Szenario Z2 fallen die Modifikationen mit Werten zwischen 0,25 bis 0,75 deutlich geringer aus, wobei die Ausdehnung in den Straßenraum ebenfalls kleiner ist.

Für die Wuchsorte in der Dyckhofstraße sind die Veränderungen der PMV-Werte im Szenario Z1 wiederum etwas stärker ausgeprägt bei gleichzeitig größerer Ausdehnung in den Straßenraum als im Szenario Z2.



Abb. 3.23 Reichweite der Veränderten PMV-Werte in 2 m Höhe (15 Uhr MEZ) im Bereich Blücherstraße/ Dyckhofstraße: Szenario Z1/ Z2 im Vergleich zum IST-Zustand

Zusammenfassend sind die Ergebnisse der mikroklimatischen Verbesserungen für das Szenario Z1 in der Reduzierung der PMV-Werte um bis zu 2 Stufen weitaus stärker und auch ausgedehnter als im Szenario Z2 mit maximalen Verringerungen um 0,75. Die stärksten Veränderungen für beide Szenarien treten an den Wuchsorten in den Kreuzungsbereichen auf, da diese besonders stark durch Sonneneinstrahlung exponiert sind. Die positiven Effekte von Straßenbegleitgrün auf die mikroklimatische Situation werden neben dem Schattenwurf auch durch die Verdunstung über die Blätter erreicht. Dieser Prozess benötigt thermische Energie aus der Umgebung und führt zu einer Abkühlung der unmittelbaren Umgebung. Die Bäume im Szenario Z1 verfügen über ein wesentlich höheres Grünvolumen mit einer wesentlich höheren Blattoberfläche als jene im Szenario Z2.

Im Bereich der Yorkstraße werden die Windgeschwindigkeiten durch die 15 m hohen Bäume um ca. 0,3 m/s leicht verringert. Hier finden sich in der IST-Situation mit bis zu 1,6 m/s die relativ höchsten Windgeschwindigkeiten, so dass Auswirkungen durch neue Objekte als Strömungshindernis zu erwarten waren. Der Einfluss auf das Windfeld ist lokal begrenzt und die Luftzufuhr in Richtung Barbaraschule bleibt erhalten.

In den sehr windschwachen Bereichen der Heerdtter Straße und Dyckhofstraße wird das Windfeld in 6 m Höhe durch die zusätzlichen Bäume beider Szenarien nicht mehr wesentlich verringert, da diese austauschbaren Bereiche ohnehin kaum durchströmt werden.

Die Oberflächentemperaturen werden durch die hohen Beschattungseffekte der Bäume im Szenario Z1 weitaus stärker und großflächiger reduziert als im Szenario Z2. In Z2 bleiben die Temperaturveränderungen der versiegelten Flächen deutlich lokaler auf die unmittelbare

Umgebung der Bäume begrenzt. Im Vergleich dazu wird in Z1 ein Abschattungseffekt der Bäume weit in den Straßenraum hinein nachgewiesen. Je größer die Reduktion der Oberflächentemperaturen auf den versiegelten Flächen im Straßenraum ist, desto geringer fällt auch die Erwärmung der Lufttemperatur durch diese Flächen aus.

Fazit

Die modellgestützte Untersuchung hat gezeigt, dass für eine wirksame Verbesserung der stadtklimatischen Situation durch Straßenbegleitgrün im Barbaraviertel ein komplexes Wirkgefüge zu beachten ist. Eine lokal begrenzte Verbesserung der Aufenthaltsqualität kann durch selektive Auswahl der Baumarten bei differenzierter Betrachtung für jeden Wuchsort erreicht werden. Für signifikante Effekte müssen die verwendeten Bäume über eine Physiologie mit ausreichend Grünvolumen verfügen. Die Gegenüberstellung von 15 m hohen Bäumen mit ausgeprägten Kronen (Z1) und 12 m hohen Bäumen mit säulenförmigen Kronen (Z2) hat gezeigt, dass Baumarten mit hohem Grünvolumen, je nach Wuchsort mehr oder weniger, aber insgesamt deutlich stärkere positive mikroklimatische erwünschte Effekte hervorbringen.

Für die sonnenexponierten Flächen im Bereich der Yorkstraße, den Kreuzungen Heerdter Straße/ Gneisenaustraße und Blücherstraße/ Dyckhofstraße sollten Baumtypen des Szenario Z1 „*Tree 15 m very dense, leafless base*“ wie z.B. die Schwedische Mehlbeere (*Sorbus intermedia*) bevorzugt verwendet werden. Die Effekte der Abschattung und Verdunstung durch diesen Baumtyp wiegt hier stärker als die nur lokal begrenzten Veränderungen der Durchlüftung. In diesen Bereichen des Untersuchungsgebietes lassen sich hierdurch die größten Verbesserungen erreichen.

Für den Bereich der Straßenräume mit reduzierter Belüftungssituation, im Nordsüd-Verlauf Heerdter Straße und Dyckhofstraße, werden durch die Verwendung des Baumtyp Z1 zwar insgesamt schwächere, aber dennoch bessere Werte für die Veränderung des Bioklimas als durch Baumtyp Z2 erreicht. Durch die bestehende Beschattung durch die Gebäude entlang der Straße sinkt die Bedeutung der Baumschatten in diesen Bereichen.

Die ausgeprägten Baumkronen von Z1 führen auf der anderen Seite zu einer schwachen negativen Beeinflussung der Belüftungssituation, wohingegen die säulenförmigen Baumkronen von Typ 2 einen kaum erkennbaren Einfluss auf die Veränderung des Windfeldes im Straßenraum haben. Ursache für diese nur gering ausfallenden Verschlechterungen durch die Straßenbäume ist hierbei die bereits in der IST-Situation sehr geringe Durchlüftung. Aufgrund der Modellergebnisse ist für die Verbesserung der PMV-Werte auch in diesem Bereich der Baumtyp Z1 besser geeignet, aufgrund der sensiblen Belüftung sollten aber Bäumen des Typ Z2 für den Bereich Heerdter Straße und Dyckhofstraße, eventuell mit einer leicht höheren Anzahl von Bäumen, verwendet werden.

3.3.2 Fallstudie Jostensbusch/ Kruchensbusch: Relevanz für die Biodiversität

Jostensbusch und Kruchensbusch wurden für eine Fallstudie strukturell als anthropogen überformte Waldstücke im Stadtbereich (formal-rechtlich sind es öffentliche Grünanlagen) ausgewählt, weil sie einerseits viele naturnahe Elemente enthalten, so dass hier am ehesten Vorteile für Erhaltung, Schutz und Förderung von Biodiversität nahe liegen, andererseits sind sie durch ihre Einbettung in bzw. Grenzlage an Siedlungsgebieten besonders von der Erwärmung betroffen. Zusätzlich sind sie durch einen Orkan so stark in Mitleidenschaft gezogen, dass hier unmittelbar und vorrangig Maßnahmen durchzuführen sind. Gleichzeitig wurden Biotoptypen und die spontane Flora und Vegetation von Jostensbusch und Kruchensbusch untersucht bzw. unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen Erhebungen (Biotopkataster; Nutzungstypenkartierung: Scherwaß 1999) ausgewertet, so dass auf diese Weise abgeschätzt werden konnte, wie sich Klimaanpassung und Biodiversitätsschutz in diesen Bereichen zusammenführen lassen. Durch ihre Festsetzung als Landschaftsschutzgebiete (der Kruchensbusch als Teil des LSG „Morgensternsheide / Stadtwald“) kommt diesem Aspekt besondere Bedeutung zu.

Das Leitbild der Gestaltung sollte eher „integrativ“ ausgerichtet sein, d.h. die Anpflanzung sowie die Förderung des spontanen Jungwuchses sollte gleichermaßen heimische wie auch geeignete gebietsfremde Arten bei Baumpflanzungen und -förderungen berücksichtigen. Gleichzeitig sollte das Potenzial, das durch Freiflächen in Folge der Orkaneinwirkungen geschaffen wurde, genutzt werden, da es sowohl die klimatische Situation verbessern als auch die Biodiversität fördern kann. Dabei wird allerdings eine Ausrichtung deutlich verstärkt hin zu einem Parkcharakter erzielt. Auch wenn Jostensbusch und Kruchensbusch strukturelle Ähnlichkeiten aufweisen, kann allerdings eine unterschiedliche Gestaltung beider Bereiche sinnvoll sein, um den Anforderungen nach Klimaanpassung und Biodiversitätsschutz gerecht zu werden und gleichzeitig Bedürfnisse und Schutz der Menschen als Nutzer einzubeziehen – zumal bei der LSG-Festsetzung des Jostensbusches das Entwicklungsziel „Erhaltung innerstädtischer Grünflächen für die Erholung und zur Erhaltung der stadtklimatischen Ausgleichsfunktionen“ formuliert wurde.

Daraus lassen sich Vorschläge für Maßnahmen in beiden Gebieten ableiten.

3.3.2.1 Fallstudie Jostensbusch

Auswertung der Beobachtungen

Der Jostensbusch (Flächenausdehnung etwa 2,5 Hektar) zeichnet sich vom Arteninventar her und strukturell durch einen Baumbestand aus, der ihn als Mischung aus Wald und Park charakterisieren lässt. Von besonderer Bedeutung ist der alte Laubholzbestand mit über 125jährigen alten Eichen (*Quercus robur*, *Q. rubra*, *Q. petraea*) und Rot-Buchen (*Fagus sylvatica*), der als besonders wertvoll für höhlenbrütende Vögel und Fledermäuse ausgewiesen ist. Er ist im Biotopkataster als schutzwürdiges Biotop wegen des hohen naturnahen Laubholzanteils, der Funktion als Vernetzungsbiotop und dem Wert für Höhlenbrüter ausgewiesen. Die potentiell natürliche Waldgesellschaft ist der trockene Eichen-Buchenwald. Dieser Wertigkeit steht die klimatische Situation gegenüber (detailliert bei Kiese & Kelker 1996).

Die gravierenden Schäden, die das Orkantief „Ela“ im Jostensbusch vor allem entlang der Straße „Am Jostensbusch“ hinterlassen hat, werfen die Frage nach der Art der zukünftigen Gestaltung dieses parkartigen Stadtwaldbereiches auf. Bei naturnaher Gestaltung, also der ausschließlichen Nachpflanzung oder Förderung vor allem von Stiel-Eichen (*Quercus robur*) und Rot-Buchen, wird bei zukünftigen Sturmereignissen ebenfalls zu befürchten sein, dass die Bäume sehr stark in Mitleidenschaft gezogen werden könnten.

Beim vorhandenen Baumbestand zeigen sich derzeit keine gravierenden Trockenheitsschäden, so dass er – soweit gesund bzw. vom Orkan nicht zu sehr betroffen – erhalten werden sollte und nur eine Wiederverdichtung durchzuführen ist. Eine Naturverjüngung der Baumbestände ist in großem Maße festzustellen. Vorrangig finden sich Eschen (*Fraxinus excelsior*) und Ahorne (*Acer pseudoplatanus*, *A. platanoides*, *A. campestre*) im Jungwuchs, auch Rot-Eichen (*Quercus rubra*), Sand-Birken (*Betula pendula*), Traubenkirschen (*Prunus padus*) und Sal-Weiden (*Salix caprea*) sind vielfach vorhanden, während Stiel-Eichen, Hainbuchen (*Carpinus betulus*) und andere Baumarten in geringerem Maße vorhanden sind. Unter den für ein Klimaanpassungskonzept relevanten Arten zeigen sich an einigen Stellen aufkommende Individuen von Götterbaum (*Ailanthus altissima*), Walnuss (*Juglans regia*), Späte Traubenkirsche (*Prunus serotina*), Rosskastanie (*Aesculus hippocastanum*) und Eschen-Ahorn (*Acer negundo*). Die Strauchflora beinhaltet eine Vielzahl heimischer und verwilderter Arten.

Hinsichtlich der Krautschicht haben sich Verlichtungs- und Stickstoffzeiger offenbar in Folge der Verlichtungen durch den Sturm sehr ausgebreitet. Seltene und gefährdete Arten finden sich nicht darunter, dafür einige Neophyten (u.a. Kleinblütiges und Drüsiges Springkraut, *Impatiens parviflora* und *I. glandulifera*) und örtlich invasive Arten (darunter die heimische Große Brennnessel, *Urtica dioica*, in starker Ausdehnung, aber auch Brombeeren, vor allem der Neophyt *Rubus armeniacus*). Ihr Bestand wird allerdings beim Aufwachsen der neuen spontan angesiedelten Baumgenerationen wie auch in der Folge von Nachpflanzungen wieder zurückgehen. Unter den wenigen walddtypischen Pflanzenarten dominiert das Große Hexenkraut (*Circaea lutetiana*) stellenweise, das ebenfalls als Stickstoffzeiger einzustufen ist. Bemerkenswerter erscheint sonst das Vorkommen der Wald-Zwenke (*Brachypodium sylvaticum*), die allerdings nach Studien in allen Neusser Waldgebieten hier eine regelmäßige Erscheinung darstellt. Eine Einstufung der vorgefundenen Arten mittels der Ellenbergschen Zeigerwerte (vgl. Ellenberg & Leuschner 2010) bestätigt die Geländebeobachtungen hinsichtlich der Dominanz von Lichtpflanzen und Stickstoffzeigern. Obwohl viele Arten Hochstauden sind, lassen sich zunächst keine gravierenden Konkurrenzwirkungen auf das Aufkommen junger Gehölzarten erkennen. Viele Arten sind außerdem charakteristisch für Ruderalbiotope, also für die Initialphase einer Sukzession, die entweder zugelassen oder in bestimmte Richtungen hin gesteuert werden kann.

Maßnahmenvorschläge

Einerseits sollte der parkartige Charakter des Jostensbusches erhalten bleiben und in ökologischer Hinsicht gefördert werden, andererseits sind die Altbaumbestände unbedingt zu erhalten. Die Pflanzung neuer Bäume sollte in allenfalls geringem Umfang erfolgen und die potentiell natürliche Vegetation berücksichtigen. Grundsätzlich erscheint es aus klimatischer Sicht

sinnvoll, den Baumbestand nicht wesentlich zu erhöhen, sondern aufkommende Verjüngung selektiv zu nutzen. Dabei sollten klimaangepasste Bäume, vor allem Götterbaum und Walnuss, neben den heimischen Arten Stiel-Eiche, Esche, Rot-Buche, Hainbuche und vereinzelt auch Sand-Birke geduldet werden, während andere Arten, Großsträucher und flächige Brombeervorkommen zu entfernen sind.

Die größeren Sturm-Verlichtungsflächen an der Straße „Am Jostensbusch“ sollten zu urbanen Wiesen entwickelt werden. Dabei sollte Mahdgutübertragung bzw. das Heudruschverfahren mit Herkünften aus der Umgebung Anwendung finden, denkbar ist auch der Einsatz von Regiosaatgut, während Einsaaten mit gebietsfremden Pflanzenarten und -formen unbedingt zu verhindern sind. Ein Konzept hierzu sollte analog zum Konzept für ökologische Grünflächenpflege und -anlage der Stadt Bonn entwickelt werden (vgl. Hachtel & al. 2008; siehe auch Fischer & al. 2013 zur generellen Bedeutung derartiger urbaner Grünländer und ihres Entwicklungspotenzials). Das Wegenetz sollte in einen sicheren Zustand versetzt, aber nicht weiter ausgebaut werden, damit den Erfordernissen des Natur- bzw. Biodiversitätsschutzes Rechnung getragen werden kann.

3.3.2.2 Fallstudie Kruchensbusch

Auswertung der Beobachtungen

Der Kruchensbusch (auf einer Flächengröße von etwa drei Hektar) ist Bestandteil der Forsteinrichtung für den Stadtwald Neuss und zeigt ebenfalls ein hybrides Bild zwischen Wald und Park. Potentiell natürlich stocken hier Eschen- und Eichenwald-Kompartimente. Der Waldcharakter mit vorherrschendem Eichenbestand wurde allerdings durch ehemalige Pappelanpflanzungen verändert. Durch die Auswirkungen des Orkans sind jedoch alle kräftigen Kanada-Pappeln (*Populus x canadensis*) umgestürzt bzw. entfernt worden. Das Biotopkataster weist das Gebiet als schutzwürdiges Biotop mit der Funktion als Vernetzungsbiotop zwischen Stadtwald und Stadtgarten aus.

Die grundlegenden waldökologischen Verhältnisse im Kruchensbusch ähneln standörtlich denen im Jostensbusch. Allerdings sind die Verlichtungsbereiche durch den Sturm erheblich ausgeprägter und großflächiger; weithin existiert kaum noch ein hochwüchsiger Baumbestand. Zudem bildet die Große Brennnessel hier ausgedehnte Massenbestände, auffällig oft und großflächig begleitet von Kletten (*Arctium minus*, *A. lappa*, *A. tomentosum*, *A. x nothum*, *A. x ambiguum*). Neben dem Großen Hexenkraut und der Wald-Zwenke finden sich einzelne Bestände des heimischen Großen Springkrautes (*Impatiens noli-tangere*), um die wichtigsten indigenen Waldarten zu nennen. Unter den Neophyten fällt als Bodendecker die Indische Scheinerdbeere (*Potentilla indica*) mit vielen, umfangreichen Vorkommen auf (im Jostensbusch nicht derart ausgedehnt). Auch deutlich thermophile Arten wie Fuchsschwänze (*Amaranthus powellii*, *A. retroflexus*) und Portulak (*Portulaca granulatostellulata*) wandern von Stadtbiotopen vom Rand her zumindest entlang der Wege ein. Unter den thermophilen Baumarten sind auch hier verschiedentlich Götterbaum und Walnuss beobachtet worden.

Der Gehölzjungwuchs ist im Kruchensbusch vom Artenspektrum mit dem im Jostensbusch vergleichbar, allerdings hier wesentlich weniger umfangreich und möglicherweise vor allem durch die hohen Brennesselfluren zurückgedrängt worden. Mehr als im Jostensbusch ist in der Fläche Totholz verblieben.

Angesichts des extremen Verlustes an hohen Bäumen kann bereits vorab die Frage aufgeworfen werden, ob hier stärker als im Jostensbusch ein Parkcharakter geschaffen werden könnte. Der naturnahe Charakter sollte jedoch nicht völlig aufgegeben werden, da an ausgedehnten Vorkommen des Hohlzahns (*Galeopsis tetrahit*), des Wasserdost (*Eupatorium cannabinum*) und anderen blühenden krautigen Pflanzen eine Vielzahl an blütenbesuchenden Insekten, insbesondere auch Honigbienen, festgestellt werden konnte.

Maßnahmenvorschläge

Die großen Verlichtungsflächen im Bereich des Kruchensbusches bieten die Möglichkeit, dieses Gebiet mehr als den Jostensbusch als Park auszubauen. Dabei sollten aber naturnahe Zustände erhalten bzw. entwickelt werden. Die ausgedehnten Brennesselfluren sind dabei zurückzudrängen und nur in einiger Entfernung von den Wegen zu erhalten. Die erhaltenen Flächen sollten ebenfalls zu urbanen Wiesen, in ähnlicher Weise wie für den Jostensbusch vorgeschlagen, entwickelt werden, wobei hier ein Mosaik von weniger oft gemähten Wiesen und rasenartigen Flächen mit häufigerer Mahd gestaltet werden kann. Hochstaudenfluren mit reichlich blühenden Arten können vereinzelt in Nähe der Wege, vermehrt an den Gehölzsäumen erhalten oder entwickelt werden. In der Fläche verbliebenes Totholz sollte an jeder möglichen Stelle im Gebiet verbleiben.

Zwischenzeitlich wurde eine Wiederaufforstung geplant, wobei die Artenmischung geeignet erscheint, da sie weitgehend der potentiell natürlichen Waldvegetation angehört; außer heimischen Arten sind auch Schwarznüsse (*Juglans nigra*) berücksichtigt worden, was für den Parkcharakter der Fläche wenig problematisch scheint. Allerdings existieren noch keine Erfahrungen mit einer potenziellen spontanen Ausbreitung der Art, weshalb eine zukünftige invasive Ausbreitung nicht auszuschließen ist. Die Pflanzung zusätzlicher Bäume sollte sich auf Einzelbäume beschränken, wobei hier auch vereinzelt gebietsfremde Arten wie die genannte Schwarznuss Verwendung finden können; der Schwerpunkt sollte aber auf Eschen und vereinzelt Stiel-Eichen liegen. Ansonsten sollte im Bereich der erhaltenen Gehölzbestände der Jungwuchs gefördert werden, sofern er nicht zu dicht wird. Auch hier sollten Götterbaum und Walnuss geduldet werden, sofern die Bestände sich nicht zu sehr verdichten.

3.3.3 Fallstudie Neuss-Allerheiligen – Fließwegeanalyse

Ein großer Vorteil der Kenntnis von Fließwegen liegt darin, dass die Auswirkungen von Anpassungsmaßnahmen auf Urbane Sturzfluten deutlich genauer geprüft werden können. Entlastungen können meist nicht in den hoch belasteten Stadtgebieten geschaffen werden. Retentionsmaßnahmen, Entsiegelungen oder Regenrückhaltebecken erfüllen ihren Zweck in der Regel am besten im Oberlauf eines Fließweges, dort wo der Oberflächenabfluss entsteht. In diesem Fall ist es dringend notwendig zu wissen, woher das Wasser kommt und vor allem wohin es fließt, um Aussagen darüber treffen zu können, welche Reichweite Entlastungsmaßnahmen haben und in welche Richtung sie sich auswirken.

In der Fallstudie „Allerheiligen“ wird für unterschiedliche Extremniederschlagsszenarien die Überflutungsgefahr im angrenzenden Siedlungsgebiet berechnet.

3.3.3.1 Bestimmung der Fließwege

Ziel dieser Teiluntersuchung ist es, die potentiell durch Starkregen belasteten Bereiche im Süden von Neuss-Allerheiligen zu identifizieren. Auf der Grundlage des digitalen Geländemodells DGM1 mit der Auflösung von 1 m x 1 m wurden die Fließwege des freien Oberflächenabflusses und abflusslose Senken im Untersuchungsgebiet identifiziert.

Auf Grundlage der Fließrichtung einer jeden Zelle wird die Summe an Zellen errechnet, welche in jede der betrachteten Zellen fließt. Je näher sich eine Zelle am oberen Rand eines Einzugsgebietes befindet, desto geringer ist die Anzahl an Zellen, welche in diese entwässern. Je weiter man sich im Einzugsgebiet entlang eines Fließweges stromabwärts bewegt, desto größer wird die Zahl an Zellen, welche in eine betrachtete Zelle entwässern. Die Berechnung der sogenannten „Flow Accumulation“ führt zur Ausweisung von Hauptfließwegen an der Oberfläche, die durch viele Nebenfließwege gespeist werden, also eine hohe Akkumulation aufweisen.

Der abflusswirksame oder effektive Niederschlag einer jeden Zelle wurde unter Berücksichtigung des Abflussbeiwertes Ψ ermittelt. Dieser Wert bezeichnet das Verhältnis aus Gesamtniederschlagsmenge und dem direkt an der Oberfläche abfließendem Wasser, dem Direktabfluss (Dyck 1980). Bestimmt wird der Abflussbeiwert primär durch die Oberflächeneigenschaften. Weitere bestimmende Faktoren sind die Beschaffenheit des Untergrundes (Bodenart etc.) und die Neigung des Geländes. Vollversiegelte Flächen haben einen Abflussbeiwert von 1, kein Niederschlagswasser kann versickern, alles fließt oberirdisch ab. Bei Stark- oder Extremniederschlagsereignissen versickert auch auf unversiegelten Oberflächen nach wenigen Minuten kaum noch Wasser, der Boden ist gesättigt. Der Abflussbeiwert steigt deshalb bei diesen Ausnahmesituationen von um die 0,1 auf über 0,5 an und der Oberflächenabfluss nimmt auch über Acker- und Wiesenflächen stark zu.

Für frei abfließendes Oberflächenwasser in städtischen Einzugsgebieten bestimmt die Regenmenge maßgeblich das Auftreten von freiem Oberflächenabfluss. Während der Niederschlag eines normalen Regenereignisses über die Kanalisation abgeführt wird, entstehen bei 50-jährigen Starkregen oder mehr an gleicher Stelle stark wasserführende Fließwege. Um

diese genauer quantifizieren und entsprechend ihres Risikopotentials bewerten zu können, muss die abflusswirksame Regenmenge bestimmt werden, die bei einem bestimmten Regenereignis in jeder Zelle anfällt.

3.3.3.2 Überflutungsgefahren bei Extremniederschlägen

Im Bereich Allerheiligen - Süd wurden die Fließwege und die in diese abfließende Wassermenge berechnet. Grundlage für die Berechnung der Wassermenge waren verschiedene Szenarien für Starkregen und Extremniederschläge.

Ausgangspunkt ist ein Starkregen-Ereignis mit einer angenommenen Niederschlagshöhe von 40 mm. Nach den aktuellen Ergebnissen aus KOSTRA-DWD-2000 handelt es sich hierbei um ein Niederschlagsereignis mit einem rund fünfzigjährigen Wiederkehrintervall (DWD 2005). Das hier angewendete Verfahren betrachtet ein Starkregenereignis ohne eine Berücksichtigung der zeitlichen Dimensionen, weshalb die auf den Fließwegen dargestellten Wassermengen eine Summierung der gesamten Niederschlagshöhe des betrachteten Starkregen-Ereignisses darstellen.

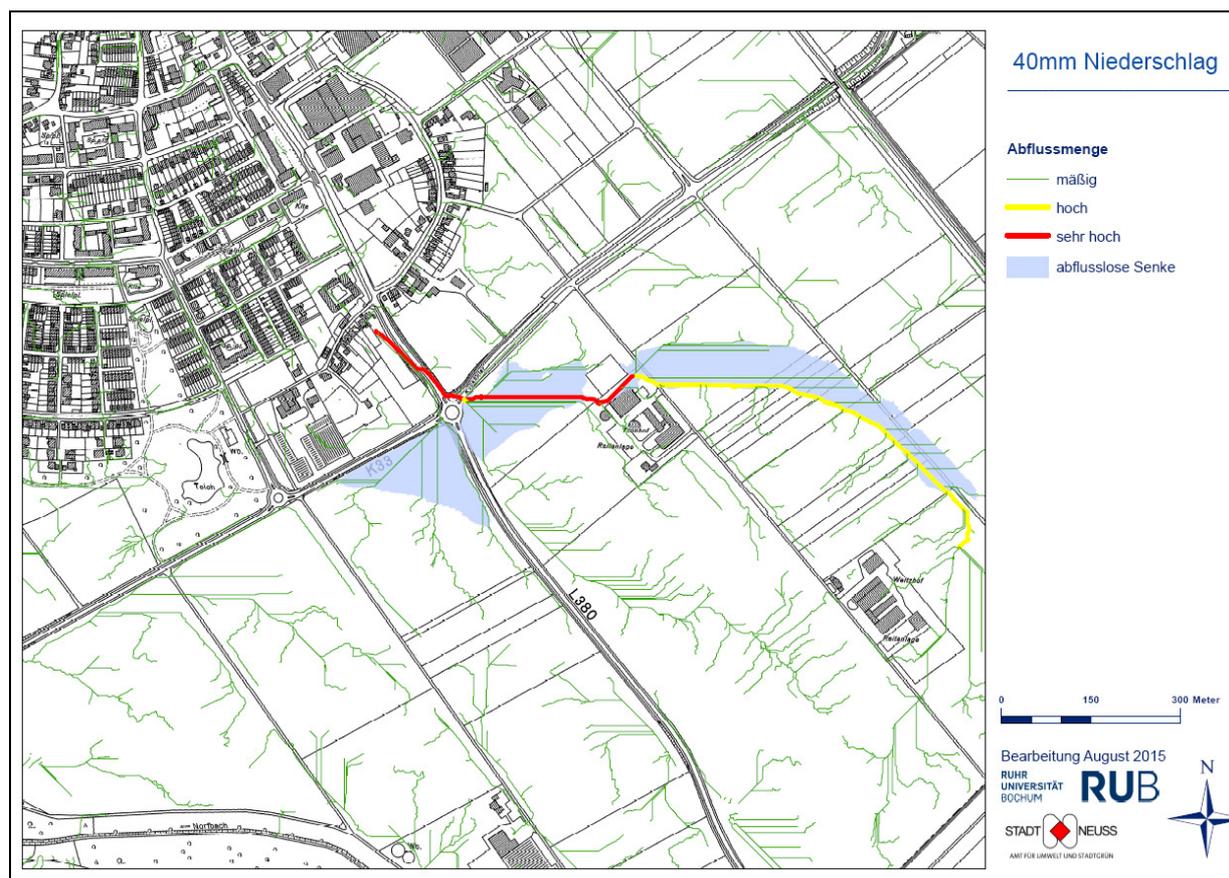


Abb. 3.24 Oberflächen-Fließwege und potentiell überfluteter Senkenbereich bei einem 40 mm - Starkregen

In Abbildung 3.24 ist deutlich zu erkennen, dass in unmittelbarer Nachbarschaft des Hauptfließwegs Senkenbereiche unter Wasser stehen, aber keine Siedlungsflächen betroffen sind.

Die auf den landwirtschaftlichen Flächen natürlicherweise vorhandenen Senkenbereiche reichen aus, um die Wassermenge des Oberflächenabflusses aus dem Starkniederschlag so zu vermindern, dass im weiteren Verlauf keine Flächen überflutet werden. Als wirksam erweist sich hierbei auch der Straßendamm entlang des Südrandes der Neuenberger Straße.

In einem nächsten Schritt wurde die Situation des Oberflächenabflusses und des Überflutungspotentials für ein angenommenes Extremniederschlags-Ereignis, das als Jahrhundertereignis bezeichnet werden kann, berechnet. In Abb. 3.25 sind die Fließwege im Bereich von Allerheiligen-Süd und die überfluteten Flächen für ein Ereignis mit 100 mm Niederschlag, also 100 l/m² Wasser dargestellt.

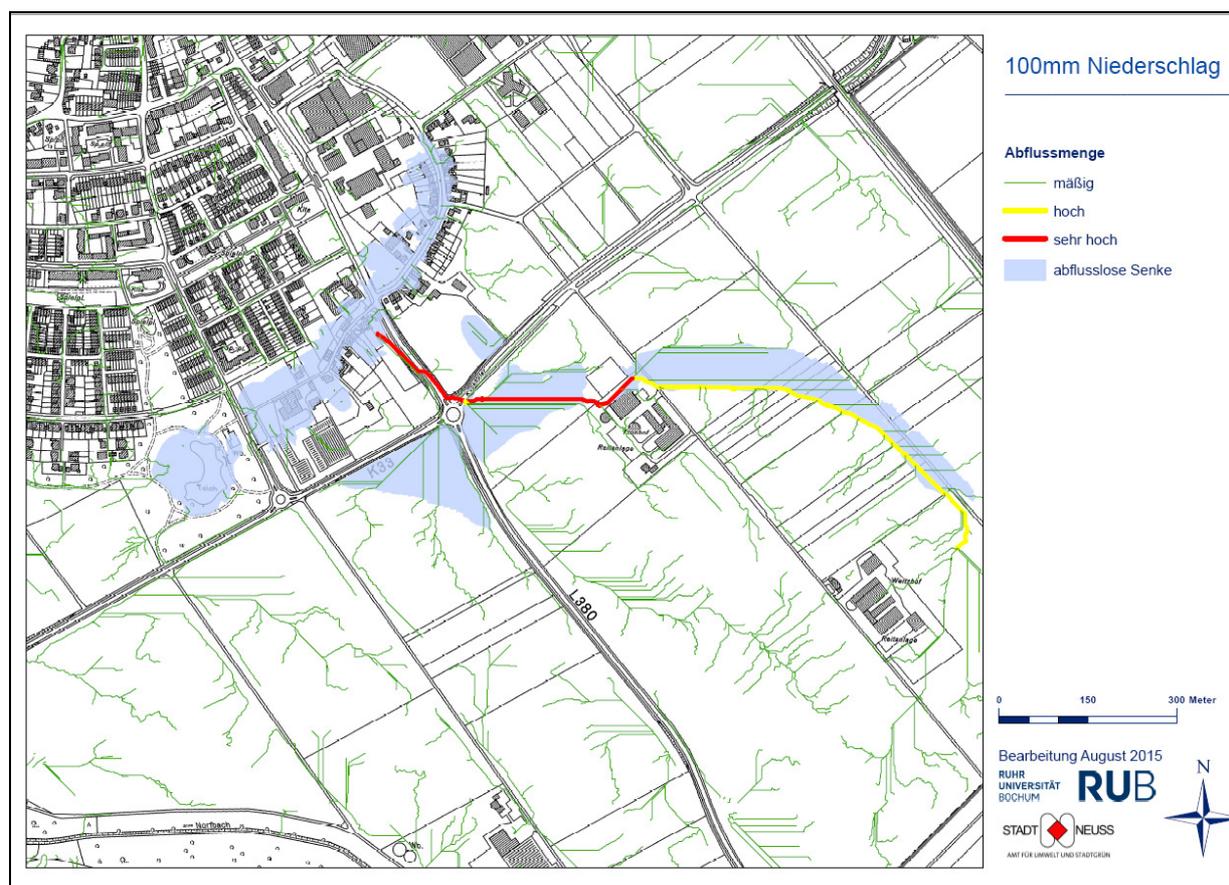


Abb. 3.25 Oberflächen-Fließwege und potentiell überfluteter Senkenbereich bei einem 100 mm - Extremniederschlagsereignis

Der in einer Senkenlage befindliche Siedlungsbereich entlang der Straße „Am alten Bach“ ist jetzt als Problemzone zu erkennen. Das hohe Abflussvolumen kann nicht mehr vollständig in den Senkenbereichen auf den landwirtschaftlichen Flächen zwischengespeichert werden. Durch die ausgeprägte Senkenstruktur ist die Überschwemmungsgefahr der anstehenden Gebäude hoch.

Aufgrund der Senkenlage am südlichen Siedlungsrand von Allerheiligen besteht hier ein erhöhter Handlungsbedarf. Einerseits könnten die natürlicherweise vorhandenen Niederschlagswasser-Zwischenspeicher in den Senkenlagen der landwirtschaftlichen Flächen genutzt und ausgebaut werden, andererseits ist den Hausbesitzern zu Maßnahmen des Gebäu-

deschutzes zu raten. Dabei ist es sinnvoll, tiefliegende Fenster und Türen zu schützen, beispielsweise durch kleine Mauern.

Erhöht man die Menge des Extremniederschlagsereignisses auf 200 mm Niederschlag, ein Ereignis, das so in der Region noch niemals aufgetreten ist, bleibt das Bild der überfluteten Fläche (siehe Abb. 3.26) ähnlich dem des Jahrhundertereignisses. Es ist nur wenig mehr Siedlungsraum betroffen. Die Senke entlang der Straße „Am alten Bach“ ist in der Lage, auch diesen Niederschlag aufzunehmen, so dass die weiteren Flächen von Allerheiligen verschont bleiben. Die extremen Auswirkungen von Überflutungen als Folge eines seltenen Extremniederschlagsereignisses können aufgrund der Fließwegeberechnungen lokalisiert werden und machen damit gezielte Maßnahmen möglich.

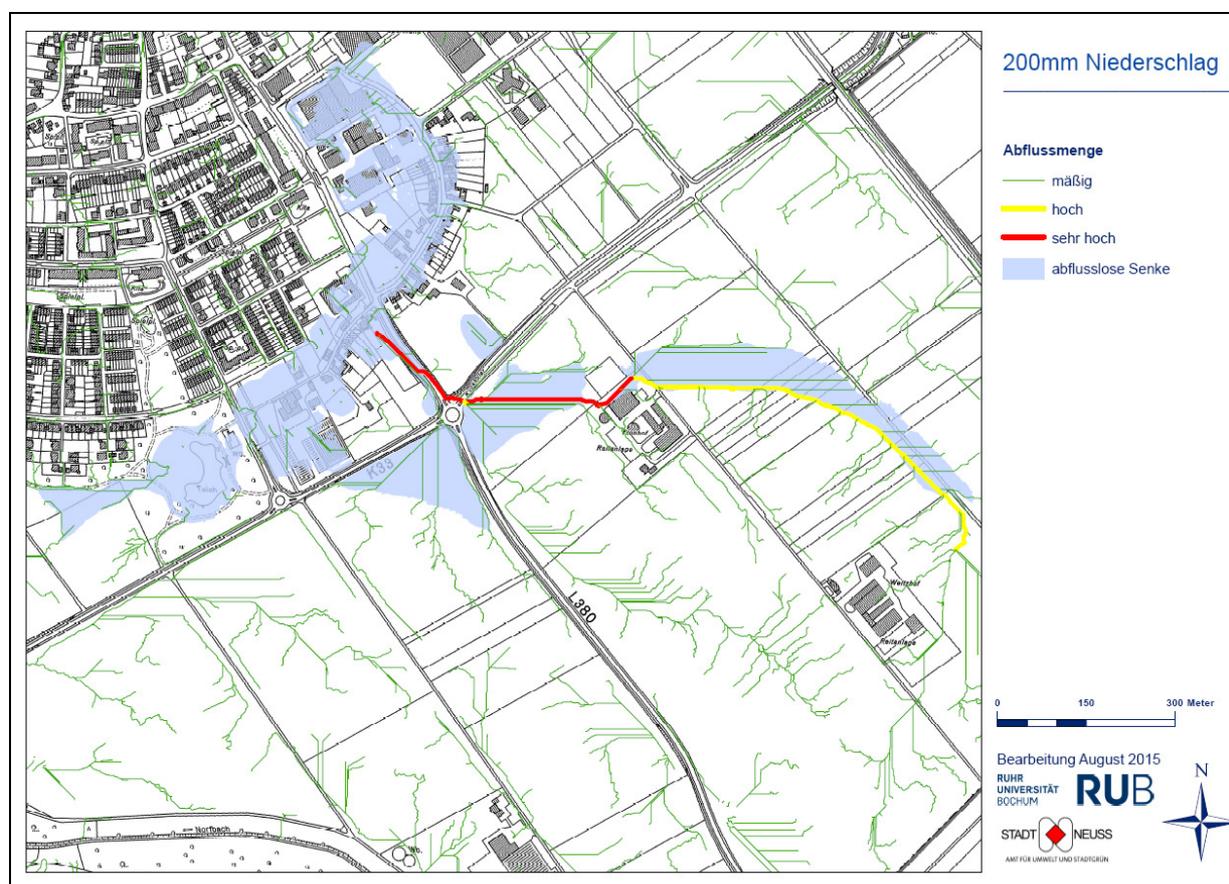


Abb. 3.26 Oberflächen-Fließwege und potentiell überfluteter Senkenbereich bei einem 200 mm - Extremniederschlagsereignis

Retentionsbecken könnten eine große Wassermenge aus dem Teileinzugsgebiet südlich von Allerheiligen aufnehmen. Einen hierfür geeigneten Bereich stellen die landwirtschaftlich genutzten Flächen entlang des Hauptfließweges dar. Diese Flächen haben ein großes Retentionspotential.

3.4 Leitfaden zur Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen in der kommunalen Planung

3.4.1 Ablaufschema zur Berücksichtigung von Klimaanpassungsfragen bei allen zukünftigen Planungsvorhaben

Die große Herausforderung in diesem Zusammenhang für die kommenden Jahre wird es sein, Klimaanpassungskonzepte nicht nur parallel zum kommunalen Planungsalltag parat liegen zu haben, sondern sie in die kommunalen Planungsabläufe zu integrieren. Auf diesem Wege blieben es nicht bloß gut gemeinte Handlungsempfehlungen und hilfstellende Ratgeber, sondern feste, und vor allem für die beteiligten Akteure verbindliche Bestandteile der Kommunalplanung, wenn möglich und nötig in Satzungsform. Eine verwaltungsintern vorgeschriebene Berücksichtigung des Ablaufschemas zur Integration von Klimaanpassung in die Planungsprozesse der Stadt Neuss (Abb. 1) und der „Handlungskarte Klimaanpassung Neuss“ (siehe Anlage) ist notwendig.

Der größte Spielraum für Anpassungsmöglichkeiten liegt weniger bei Planungen im Bestand, sondern bei Neubauprojekten oder städtebaulichen Entwicklungen. Andere wichtige Maßnahmen neben dem klassischen Bebauungsplanverfahren sind:

- Klimagerechte Planung von Straßenräumen (Artenauswahl, Anzahl und Anordnung von Bäumen und sonstigem Grün, etc....),
- Planung von öffentlichen Grün- und Freiflächen,
- Klimawandelgerechte Entwässerungsplanung, Rückhalteflächen, Abkopplung etc.,
- Anpassungsmaßnahmen an privaten bestehenden Gebäuden (Fassadenbegrünung und -farbe, Innenhofentsiegelung, ggf. Dachbegrünung, Abkopplungsmaßnahmen für Regenwasser).

Dies bedeutet für den Instrumentenkasten, stärker auch folgende Aspekte zu beachten:

- Den Bereich "Beratung von Eigentümern", Werbung,
- die Berücksichtigung von Anpassungsmaßnahmen in Stadtteilsanierungen, Stadterneuerungsstrategien, etc.,
- das nachfolgende Ablaufschema auch für die Planung von öffentlichen Plätzen zu nutzen, nicht nur für Bebauungspläne,
- bei Wettbewerben Vorgaben für Klimaanpassungsmaßnahmen formulieren,
- vertragliche Vereinbarungen mit Bauherren und Investoren (z. B. Städtebauliche Verträge).

Wichtig ist vor allem, dass im Rahmen der informellen Ämterbeteiligung den jeweiligen Bearbeitern während des Erstellungsprozesses immer klar ist, um welche Art von klimatischem Belastungsraum nach dem Klimaanpassungskonzept es sich handelt und welche Möglichkeiten für Abhilfe versprechende Klimaanpassungsmaßnahmen sich bieten. Diese lassen sich direkt dem Klimaanpassungskonzept entnehmen.

Für den Einstieg in das Ablaufschema zur Integration der „Handlungskarte Klimaanpassung Neuss“ in die Planungsprozesse der Stadt Neuss (Abb. 3.27) gibt es zwei völlig unterschiedliche Ausgangsfragestellungen:

- A Es ist eine Flächenentwicklung oder Nutzungsänderung einer Fläche (stadteigene Fläche oder Fläche eines Investors) vorgesehen.
- B Es sollen Maßnahmen zur Optimierung der Lebensqualität in Neuss bezogen auf den Klimawandel ergriffen werden.

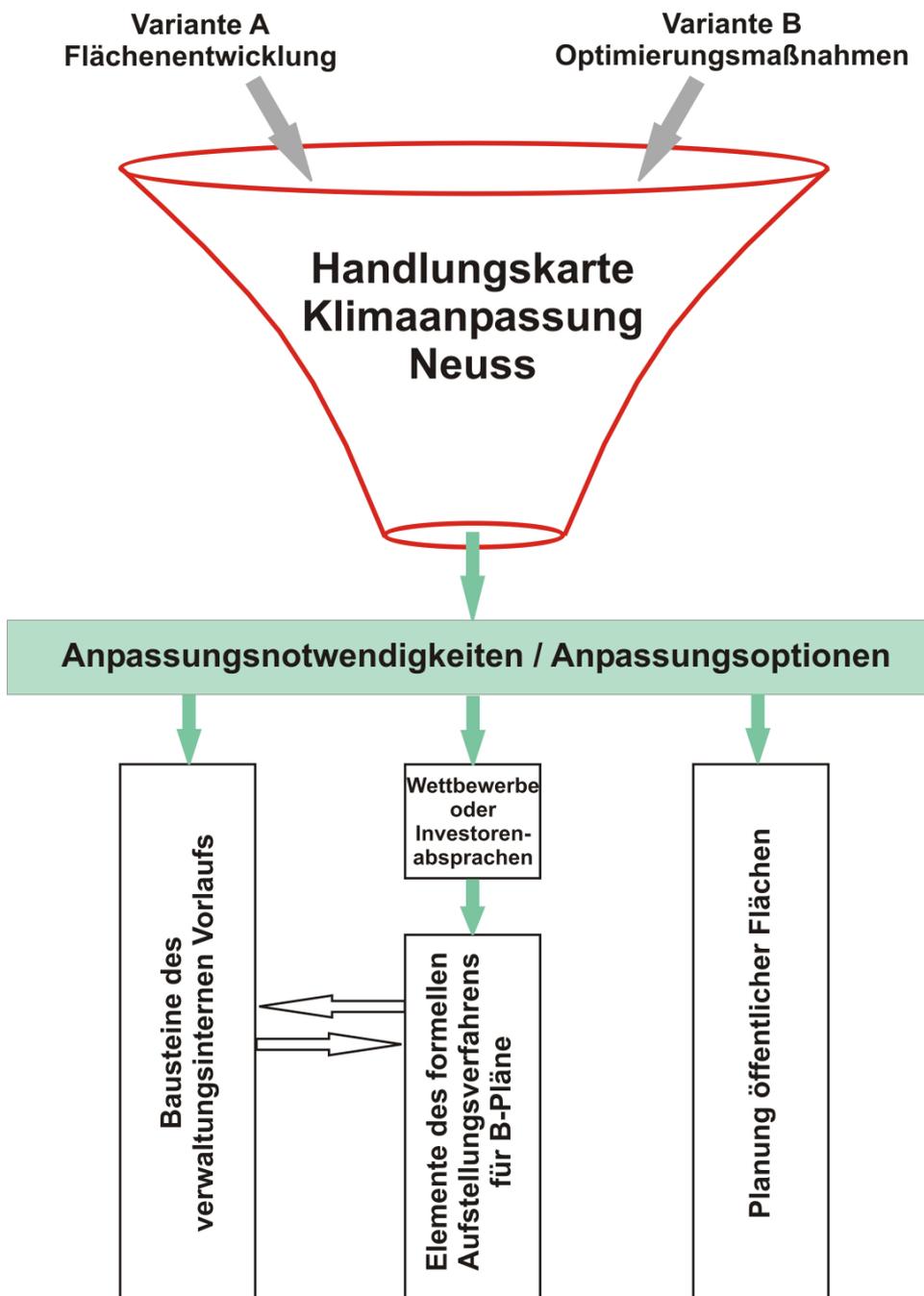


Abb. 3.27 Ablaufschema zur Integration der „Handlungskarte Klimaanpassung“ in die Planungsprozesse der Stadt Neuss

Variante A:

Bevor es zu einer Entscheidung zugunsten einer konkreten Fläche kommt, muss bereits an dieser Stelle verwaltungsintern mit Hilfe der „Handlungskarte Klimaanpassung Neuss“ abgeglichen werden, ob die angestrebte Fläche ein Konfliktpotential aufweist. Ist dies zutreffend, so muss geklärt werden, um welche Art von Belastungsgebiet es sich handelt, Hitzebelastung und/oder Belastung durch die Folgen von Extremniederschlägen oder Relevanz für die Stadtbelüftung. Ab diesem Zeitpunkt muss eine Belastung, wenn zutreffend, bei jedem weiteren Schritt im Planungsverfahren mit berücksichtigt werden. Diese Vorgehensweise wird von der Stadt Neuss bereits auf Grundlage des bisher vorhandenen Untersuchungsmaterials praktiziert.

Liegt die Fläche beispielsweise in einem Gebiet, das durch Überflutung bei Extremniederschlägen belastet sein kann, sollten Tiefbaumanagement und Infrastruktur Neuss (ISN) besonders frühzeitig und intensiv mit einbezogen werden, da die Entwässerung einer solchen Fläche von besonderer Wichtigkeit ist. Es muss unter anderem geklärt werden, welche Kanalkapazitäten vorhanden sind und ob eine Abkopplung von Regenwasser möglich ist. Auch das Amt für Stadtplanung, insbesondere die Abteilung Grünplanung müsste frühzeitig mit einbezogen werden. Sollte es sich um ein Bauvorhaben im Außenbereich beziehungsweise auf bislang unbebauter Fläche handeln, muss zu Beginn der Planungen abgeklärt werden, ob es sich um eine Frischluftschneise handelt, die beeinträchtigt werden könnte.

Handelt es sich um die Neuentwicklung einer Fläche (Variante A), kann eine **Wettbewerbsausschreibung** durchgeführt werden. Dabei wird eine genaue Planungsaufgabe für ein Gebiet veröffentlicht. Bei einer solchen Auslobung hat die Stadt eine Steuerungsmöglichkeit und somit gute Möglichkeiten, Klimaanpassungsmaßnahmen in Form von Dach- und Fassadenbegrünungen oder von Bebauung freizuhaltenen Flächen zu integrieren. Will ein Grundstückseigentümer oder ein Investor eine bestimmte Fläche entwickeln, kann die Stadt außerdem im aufzustellenden Bebauungsplan ganz konkrete Vorgaben und Auflagen bezüglich der Klimaanpassungsmaßnahmen für das angestrebte Bauvorhaben machen. Diese Vorgehensweise wird in der Stadt Neuss schon unter dem Aspekt des Stadtklimas praktiziert. Die **Aushandlungsprozesse zwischen Stadt und Investor** finden in den meisten Fällen vor Beginn des offiziellen Aufstellungsverfahrens für einen Bebauungsplan statt. Als Hauptargument seitens der Investoren gegen Klimaanpassungsmaßnahmen werden fast immer die zu hohen Kosten angeführt. Für solche Fälle besteht immer die Möglichkeit, in Abstimmung mit dem Investor aus einem Maßnahmenkatalog auf der Grundlage der „Steckbriefe Klimaanpassungsmaßnahmen“ die für das Bauvorhaben passenden Maßnahmen auszuwählen und dies nach Möglichkeit vertraglich zu fixieren. Dabei ist der Maßnahmenkatalog so breit angelegt, dass einer klimawandelangepassten Planung bzw. Bebauung immer ausreichend Raum gegeben werden kann, wenn auch nicht immer alle möglichen Maßnahmen zur Anwendung kommen. Dies gilt sowohl für Wohnbauvorhaben als auch für Industrie- und Gewerbegebiete. Darüber hinaus sollten die Festsetzungsmöglichkeiten bei B-Plänen wie Dach- und Fassadenbegrünung, Grundflächenzahl (zwecks Reduzierung der Bodenversiegelung) oder Fassadengestaltung genutzt werden, um Klimaanpassungsmaßnahmen in die Bebauung zu integrieren. Zum Beispiel kann in einem B-Plan eine helle Fassadenfarbe festgelegt werden, die die Albedo (die Reflexion von direkter Sonneneinstrahlung) erhöhen und verhindern würde, dass sich die

Gebäude im Sommer zu stark aufheizen. Solche Festsetzungen können dort erfolgen, wo dem keine städtebaulichen Gründe grundsätzlicher Natur wie z. B. die Ortsbildprägung oder Anpassung an die Umgebung entgegenstehen. Wenn eine solche Festsetzung weniger konkret sein soll oder der Planungsträger ganz darauf verzichten will, sollten die klimatischen Vorzüge einer helleren Fassadenfarbe den Investoren bzw. Bauherren zumindest verdeutlicht werden.

Variante B:

Wird im Rahmen von städtischen Zielvorgaben eine Optimierung der Lebensqualität in Neuss im Zusammenhang mit dem Klimawandel angestrebt, so können auf der Grundlage der „Handlungskarte Klimaanpassung Neuss“ Flächen im Neusser Stadtgebiet ausgewählt werden, die eine aktuelle oder zukünftige klimatische Belastung aufweisen. Abhängig von den dargestellten Konfliktpotentialen werden entsprechende Klimaanpassungsmaßnahmen vorgeschlagen.

Beispielsweise können für eine vorgesehene Regenwasserabkopplung Gebiete gefunden werden, in denen eine solche Maßnahme den größtmöglichen Effekt erzielt. Andere Gebiete bieten sich speziell für Fassaden- und Dachbegrünungsmaßnahmen an.

Unabhängig von städtebaulichen Wettbewerben oder Investorengesprächen soll geprüft werden, inwieweit in der Bauleitplanung Klimaanpassungsmaßnahmen thematisiert und realisiert werden können. Der Ablauf eines Bauleitplanverfahrens und von Städtebauprojekten für den öffentlichen Raum (Gestaltung von Frei- und Verkehrsflächen) wird hinsichtlich der Integrationsmöglichkeiten für Klimaanpassung im Folgenden kurz beschrieben.

3.4.1.1 Bausteine des verwaltungsinternen Vorlaufs

Im Vorfeld einer Planung gibt es die Möglichkeit einer Konfliktvermeidung im Rahmen der vorbereitenden BLP (FNP). Sobald die Grundsatz-Entscheidung zur baulichen Entwicklung einer Fläche im Stadtgebiet Neuss getroffen ist, beginnt auf der Grundlage von politischen Beschlüssen der Planungsprozess.

Die Möglichkeiten für integrierbare Klimaanpassungsmaßnahmen reichen einerseits von großflächigen Maßnahmen auf Flächennutzungsplan-Ebene bis hin zu sehr kleinteiligen Maßnahmen auf der Ebene von Bauvorhaben und andererseits von allgemein formulierten Empfehlungen bis zu konkret festgesetzten Maßnahmen. Der Ablauf beginnt mit dem Abgleich übergeordneter stadtklimatischer Restriktionen im Flächennutzungsplan. Auf dieser Ebene wird aus den vorliegenden Planungshinweiskarten (Stadtklima, Synoptische Karte „Schutzwürdigkeit von Flächen“) abgeleitet, welche Flächen aus stadtklimatischen Gründen von Bebauung freizuhalten sind, wo Frischluftschneisen und Belüftungskorridore erhalten bleiben müssen etc.. Dies setzt sich fort mit den Informationen aus der „Handlungskarte Klimaanpassung Neuss“ bezüglich des konkreten Plangebietes hinsichtlich der Art der klimatischen Belastung der angestrebten Fläche. An dieser Stelle müssen die stadtklimatischen Belange einschließlich notwendiger Klimaanpassungsmaßnahmen vom Fachamt als planerischer Belang eingebracht werden.

Der Umweltentwicklungsplan der Stadt Neuss

Die im Rahmen des Umweltentwicklungsplans verfolgten Umweltziele liefern einen wichtigen Beitrag zur Klimaanpassung. Besonders die Abstufung der Schutzwürdigkeit von Flächen in Bezug auf die biotischen Umweltschutzgüter Klima, Boden, Natur und Landschaft, Arten- und Biotopschutz sowie Gewässerschutz sind hinsichtlich der Klimaanpassung sinnvoll. Durch die räumliche Abgrenzung von Flächen, die jeweils einen aggregierten, gestuften „Schutzwert“ zugewiesen bekommen, gibt es klar formulierte Ziele zum Schutz von Flächen im Hinblick auf eine beabsichtigte Nutzungsänderung.

Flächennutzungsplan

Die Neuaufstellung eines Flächennutzungsplans bietet die Möglichkeit zur frühzeitigen Integration von Klimaanpassungsmaßnahmen in der Planung.

Aus der Bedarfsanalyse für Wohnraum-, Industrie-, Gewerbe-, Verkehrs-, Grünentwicklung und dem Biotopverbundplan wird die Flächennutzung für das Stadtgebiet perspektivisch für die nächsten 15 bis 20 Jahre fortgeschrieben. Dabei sammelt die Generalplanung als koordinierende Stelle in Form von Fachbeiträgen und Gutachten u. a. aus dem Umwelt- und Grünbereich alle, für die planerische Abwägung relevanten Informationen und erstellt daraus einen Planentwurf, der wiederum u. a. mit den Fachämtern abgestimmt wird. Mit diesem abgestimmten Entwurf erfolgt eine Öffentlichkeitsbeteiligung, idealerweise auch mit Stadtteil-Werkstätten, bei denen sich alle Interessierten und Betroffenen einbringen können.

Als Ergebnis dieses Prozesses entsteht die Darstellung der Art der Bodennutzung nach den vorausschaubaren Bedürfnissen, die idealerweise stadtklimatische Belange auch schon im Hinblick auf Klimaanpassung berücksichtigt. Konkret bedeutet dies, dass in dieser Planungsstufe stadtklimatisch bedingte Restriktionen für die Bauleitplanung wie z. B. die Einhaltung von Bebauungsgrenzen zwischen zwei Ortsteilen zur Sicherung von Frischluftschneisen, die Sicherung von Belüftungskorridoren und stadtklimatisch wertvollen Kaltluftproduktionsflächen sowie die Freihaltung von Risikogebieten für urbane Sturzfluten oder Überschwemmungen von Bauflächen bereits festgesetzt wurden.

3.4.1.2 Elemente des formellen Aufstellungsverfahrens für B-Pläne

Verbindliche Bauleitplanung

Im Rahmen einer Ämterbeteiligung vor dem **Aufstellungsbeschluss** für ein Planvorhaben können bereits Rahmenbedingungen für die Planung aus stadtklimatischer Sicht inklusive Klimaanpassungsmaßnahmen formuliert werden, die von Hinweisen und Vorgaben für den Planer bis hin zu grundsätzlichen Bedenken gegenüber der Planung reichen können. Soll die Planung Modellcharakter besitzen oder als städtebauliches „Leuchtturmprojekt“ fungieren, können die Vorgaben für Klimaanpassungsmaßnahmen auch in einen städtebaulichen Wettbewerb eingebracht werden.

Dabei muss z. B. die Art der klimatischen Belastung des beabsichtigten Vorhabens Berücksichtigung finden. Hier können zu einem frühen Zeitpunkt im Verfahren mit Hilfe des Klimaanpassungskonzeptes über in Frage kommende, zu integrierende Klimaanpassungsmaßnahmen beraten werden. In der „Handlungskarte Klimaanpassung Neuss“ zusammen mit dem

Maßnahmenkatalog sind die konkret für die einzelnen Belastungsgebiete in Frage kommenden Klimaanpassungsmaßnahmen für die vorliegende Art der Belastung (Hitze oder Extremniederschläge) aufgelistet.

Nach dem Ämterumlauf können die Ergebnisse noch im Rahmen eines verwaltungsinternen Erörterungstermins diskutiert und ggf. nach Lösungsansätzen gesucht werden. Dies ist zu protokollieren und mit einer To-Do-Liste zu versehen. Bei diesem Erörterungstermin sollte der Vorhabenträger, sofern dieser bereits feststeht, hinzugezogen werden, um zu eruieren, ob und ggf. welche Klimaanpassungsmaßnahmen im Rahmen eines städtebaulichen Vertrages geregelt werden können. Generell ist der städtebauliche Vertrag deutlich flexibler und rechtssicherer zu nutzen für spezielle Regelungen zur Klimaanpassung, als der Bebauungsplan, der eine formelle, allgemeingültige Satzung darstellt, die vor Gericht angefochten werden kann. Vor dem **Auslegungsbeschluss** kann nochmals das gleiche Procedere ablaufen, um mit einem intern bereits weitestgehend abgestimmten Entwurf in die Öffentlichkeitsbeteiligung zu gehen.

Die frühzeitige **Öffentlichkeitsbeteiligung** als Schritt des formellen Aufstellungsverfahrens für einen Bebauungsplan wird in der Praxis häufig auf Basis eines städtebaulichen Konzeptes durchgeführt. Dies hat den Vorteil, dass für die Öffentlichkeit bereits ein anschauliches Konzept zur Verfügung steht, in dem die Planungen für jedermann verständlich visualisiert sind. Ziel von Öffentlichkeitsarbeit muss es sein, die Bürgerinnen und Bürger ebenso wie weitere Prozessbeteiligte über die Problemlagen sowie über mögliche Lösungswege und Strategien zu informieren und zu sensibilisieren. Dies muss zielgruppenspezifisch erfolgen, um einen möglichst hohen Wirkungsgrad entfalten zu können. Aufbauend auf der gezielten Informationsvermittlung sollen die einzelnen Akteursgruppen aktiv in die entsprechenden Planungs- und späteren Umsetzungsprozesse einbezogen werden, dazu eigene Ideen entwickeln und auch umsetzen können (Akteursbeteiligung).

Zum **Satzungsbeschluss** können noch Einwendungen und Anregungen aus der Öffentlichkeit für das Planvorhaben berücksichtigt werden. Auch hiermit sind ggf. nochmals die Fachämter zu befassen, wenn es um die Prüfung von klimaanpassungsrelevanten Einwendungen und Anregungen geht.

Baugenehmigungsverfahren

Das Baugenehmigungsverfahren regelt Einzelbauvorhaben auf der Grundlage von geltendem Planrecht. Hier geht es um konkrete Bauanträge für einzelne Gebäude, die sich nach dem als Satzung beschlossenen Bebauungsplan zu richten haben. Die Möglichkeiten zur Umsetzung von grundstücks- bzw. gebäudebezogenen Klimaanpassungsmaßnahmen auf dieser Genehmigungsebene hängen zunächst einmal davon ab, ob im B-Plan eindeutige und durchsetzungsfähige Festsetzungen getroffen wurden. Dabei darf nicht außer Acht gelassen werden, dass auch für Vorhaben im Geltungsbereich eines Bebauungsplanes von Seiten des Gesetzgebers das Instrumentarium des § 31 BauGB über die Erteilung von Ausnahmen und Befreiungen eröffnet wurde.

Die Durchführung von solchen Klimaanpassungsmaßnahmen, die in einem städtebaulichen Vertrag geregelt wurden, wird im Baugenehmigungsverfahren überprüft. Als Sicherheit für die Einhaltung dieser vertraglichen Regelungen wird in der Regel vom Vorhabenträger eine Bürg-

schaft hinterlegt, die von der städtischen Bauverwaltung erst zurückerstattet wird, wenn die Maßnahmen abgenommen sind. Für solche Verträge eignen sich, wenn im B-Plan nicht festgesetzt, z. B. für das Problemfeld der Hitzebelastung Hauswandverschattungen durch angebaute Verschattungselemente oder Vegetation. Die Wahl der Baumaterialien sowie der Fassadenfarbe, die sowohl für das einzelne Gebäude als auch hinsichtlich des Wärmeinseleffektes eine Rolle spielen kann, sind eher Maßnahmen, die sich für eine Checkliste im Rahmen der Bauberatung anbieten, da die Realisierbarkeit vom Einzelfall abhängt. Im Problemfeld Extremniederschläge gibt es in der Bauvorsorge für ein einzelnes Gebäude technische Möglichkeiten, das Schadenspotenzial kurzfristig oder nachhaltig zu verringern. Um das Gebäude vor einem Wassereintritt aufgrund von Überflutungen zu schützen, bedarf es beispielsweise dichter Kellerfenster oder höher gelegener Eingänge. Hinweise hierzu erhalten die planenden Architekten bei jedem Planvorhaben vom städtischen Tiefbaumanagement, dass im Rahmen der tiefbautechnischen Erschließung von Baugebieten die Höhenlagen berechnet, die für die Entwässerung von Niederschlagswasser relevant sind.

Schutz vor rückstauendem Wasser aus der Kanalisation bieten Rückstauklappen, die in der Entwässerungssatzung der Stadt Neuss vorgeschrieben sind. Gebäude in Senken sind bei Starkregen durch mögliche Überflutungen gefährdet. In der Handlungskarte Klimaanpassung sind die gefährdeten Gebiete lokalisiert, wobei die Hauseigentümer für den Schutz ihrer Gebäude selbst verantwortlich sind.

Letztendlich muss der Bauwillige in Absprache mit dem Architekten selbst entscheiden, ob und welche Klimaanpassungsmaßnahmen am und im Gebäude durchgeführt werden sollen.

3.4.2 Darstellungs- und Festsetzungsmöglichkeiten von Klimaanpassungsmaßnahmen in FN-Plänen und in B-Plänen

Das Thema Klimaanpassung ist im Städtebaurecht bis dato nicht sehr präsent und findet nur an wenigen Stellen Erwähnung. Im folgenden Kapitel soll daher auf die Möglichkeiten eingegangen werden, die die Bauleitplanung durch das BauGB in ihrer aktuellen Form bietet, um Festsetzungen hinsichtlich der Klimaanpassung zu treffen, wie sie den Folgen für die Städte durch teilweise relativ simple Maßnahmen entgegenwirken kann. Bei ohnehin geplanten städtebaulichen Entwicklungen ist dies eine sinnvolle Möglichkeit, das Thema Klimaanpassung mit Hilfe der vorhandenen Instrumente zu integrieren. Flächennutzungs- und Bebauungspläne bieten im Rahmen von Änderungen beziehungsweise der Ausweisung neuer Baugebiete die Möglichkeit, bestimmte Darstellungen (FNP) oder Festsetzungen (B-Pläne) zu enthalten. Hier gilt es allerdings bestimmte, einschränkende Rahmenbedingungen zu beachten. Klimaanpassungsmaßnahmen können im baulichen Bestand von Siedlungsbereichen und gerade in dicht bebauten Innenstädten nur deutlich eingeschränkt umgesetzt werden. Gründe hierfür sind vor allem Platzmangel und ein teils enormer Aufwand für notwendige Umbaubeziehungsweise Renovierungsmaßnahmen. Hinsichtlich der dadurch entstehenden Kosten sind beispielsweise Fördermaßnahmen als Anreiz nötig. Die Einfluss- und Steuerungsmöglichkeiten der Kommunen können nur im Falle großer Neubaugebiete voll ausgeschöpft werden. Eine weitere Einschränkung ist die bei der Aufstellung von Bauleitplänen zu berücksichtigende gerechte Abwägung privater und öffentlicher Belange gegen- und untereinander. Hierbei können die Umweltbelange natürlich keinen rechtlichen Vorrang haben, weshalb Klimabelange in Einzelfall bezogenen Abwägungsentscheidungen nicht immer vollständig berücksich-

tigt werden können. Zusätzlich spielen Zielkonflikte zwischen Klimaschutz und Klimaanpassung eine Rolle, wodurch Anpassungsmaßnahmen in einigen Fällen nicht durchgeführt werden können (MUNLV 2010).

Tabelle 3.2 fasst die Darstellungs- und Festsetzungsmöglichkeiten von Anpassungsmaßnahmen in FN-Plänen und B-Plänen zusammen. Bei all den in diesem Kapitel genannten Darstellungs- und Festsetzungsmöglichkeiten für Klimaanpassungsmaßnahmen ist zu beachten, dass immer ein dem Einzelfall entsprechend sinnvolles Maßnahmenbündel geschnürt und umgesetzt werden sollte. Die Anwendung einzelner Maßnahmen wäre in den meisten Fällen nicht ausreichend für eine Verbesserung der klimatischen Situation. Bereits an der Aufzählung der verschiedenen Klimaanpassungsmaßnahmen ist ersichtlich, dass es sich um die Zuständigkeiten verschiedenster Verwaltungsbereiche sowie Träger öffentlicher Belange handelt. Die Findung geeigneter Maßnahmenbündel für die Klimaanpassung ist somit ein interdisziplinärer und integrativer Prozess, denn die gute Kooperation der beteiligten Akteure ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor für eine gelungene Klimaanpassung. Entscheidend ist allem voran eine frühzeitige Beteiligung betroffener Verwaltungsakteure, besonders von Behörden und sonstigen Trägern öffentlicher Belange. Nur so kann eine zielführende, von Beginn an abgestimmte Kooperation garantiert werden (MUNLV 2010).

Tab. 3.2 Darstellungs- und Festsetzungsmöglichkeiten von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel in Flächennutzungs- und Bauleitplänen

Erläuterungen / Hinweise		FNP/ B-Plan	Darstellungs- und Festsetzungsmöglichkeiten nach BauGB
Festlegen von Bebauungsgrenzen	<ul style="list-style-type: none"> Festsetzen der überbaubaren Grundstücksflächen (B-Plan) bzw. Festsetzen/Darstellen der von der Bebauung freizuhaltenden Flächen (B-Plan und FNP) 	FNP	<ul style="list-style-type: none"> Darstellen von Bauflächen und Baugebieten sowie dem allgemeinen Maß der baulichen Nutzung nach § 5 (2) Nr. 1 BauGB, konkretisiert durch §§ 22 und 23 BauNVO
		B-Plan	<ul style="list-style-type: none"> Festsetzen von Art und Maß der baulichen Nutzung nach § 9 (1) Nr. 1 BauGB Festsetzen der Bauweise, der überbaubaren und der nicht überbaubaren Grundstücksflächen sowie der Stellung der baulichen Anlagen nach § 9 (1) Nr. 2 BauGB, konkretisiert durch §§ 22 und 23 BauNVO
Freiflächen erhalten, neue Freiflächen schaffen	<ul style="list-style-type: none"> Einflussnahme durch BauNVO: Im Abschnitt „Maß der baulichen Nutzung“ sind Obergrenzen für den versiegelten Flächenanteil bebauter Grundstücke festgelegt Nachrichtliche Übernahme der Flächen für den Natur- und Landschaftsschutz (BNatSchG) Nachrichtliche Übernahme und Vermerk von Flächen für den Hochwasserschutz Im Rahmen der naturschutzrechtlichen Eingriffs-/Ausgleichsregelung (B-Plan siehe rechte Spalte Nr. h)): Flächen zum Ausgleich im Sinne des § 1 a Abs. 3 im Geltungsbereich des FNP können den Flächen, auf denen Eingriffe in Natur und Landschaft zu erwarten sind, ganz oder 	FNP	<ul style="list-style-type: none"> Darstellen von Grünflächen, (Parkanlagen, Dauerkleingärten, Sport-, Spiel-, Badeplätze, Friedhöfe nach § 5 (2) Nr. 5 BauGB Darstellen von Wasserflächen und Flächen, die im Interesse des Hochwasserschutzes und der Regelung des Wasserabflusses freizuhalten sind nach § 5 (2) Nr. 7 BauGB Darstellen von Flächen als landwirtschaftliche Flächen und Waldflächen nach § 5 (2) Nr. 9 BauGB Darstellen von Flächen für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft nach § 5 (2) Nr. 10 BauGB
		B-Plan	<ul style="list-style-type: none"> Festsetzen von Mindestmaßen der Baugrundstücke und von Höchstmaßen für Wohnbaugrundstücke nach § 9(1) Nr.3 BauGB, konkretisiert durch BauNVO Festsetzen, dass Stellplätze und Garagen außerhalb der überbaubaren Grundstücksflächen nur unter der Geländeoberfläche hergestellt (§ 9 (1) Nr. 4 BauGB i. V. m. § 12 (4) BauNVO) oder dass sie auf den nicht überbaubaren Grundstücksflächen nicht hergestellt werden dürfen (§ 23 (5) BauNVO) Festsetzen der Flächen, die von der Bebauung freizuhalten sind, und ihrer Nutzung nach § 9 (1) Nr. 10 BauGB Festsetzen von öffentlichen und privaten Grünflächen, wie Parkanlagen, Dauerkleingärten, Sport-, Spiel-, Zelt- und Badeplätze, Friedhöfe nach § 9 (1) Nr. 15 BauGB Festsetzen von Wasserflächen nach § 9 (1) Nr. 16 BauGB

	teilweise zugeordnet werden (§ 5 (2 a) BauGB)		<ul style="list-style-type: none"> • Festsetzen von Flächen für die Landwirtschaft und Waldflächen nach § 9 (1) Nr. 18 BauGB • Festsetzen der Flächen oder Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft nach § 9 (1) Nr. 20 BauGB • Festsetzen von Flächen oder Maßnahmen zum Ausgleich im Sinne des § 1a Abs. 3 auf den Grundstücken auf denen Eingriffe in Natur und Landschaft zu erwarten sind, oder an anderer Stelle sowohl im sonstigen Geltungsbereich des B-Plans als auch in einem anderen B-Plan
Parkanlagen schaffen, erhalten, umgestalten		FNP	• Darstellen von Grünflächen, wie Parkanlagen, nach § 5 (2) Nr. 5 BauGB
		B-Plan	• Festsetzen der öffentlichen und privaten Grünflächen, wie Parkanlagen, nach § 9 (1) Nr. 15 BauGB
Begrünung von Straßenzügen	<ul style="list-style-type: none"> • Festsetzungen zur Begrünung und Bepflanzung von Stellplätzen und baulicher Anlagen können auch durch Satzung als örtliche Bauvorschrift nach § 86 (1) Nr. 4 BauO NRW erlassen werden 	B-Plan	<ul style="list-style-type: none"> • Festsetzen von Anpflanzungen und Pflanzbindungen für einzelne Flächen oder für ein B-Plangebiet oder Teile davon nach § 9 (1) Nr. 25 BauGB
Dachbegrünung			
Fassadenbegrünung			
Erhalt, Schaffung von Frischluftflächen		FNP	• Darstellungsmöglichkeiten siehe „Freiflächen“
		B-Plan	• Festsetzen von öffentlichen und privaten Grünflächen, wie Parkanlagen, Dauerkleingärten, Sport-, Spiel-, Zelt- und Badeplätze, Friedhöfe nach § 9 (1) Nr. 15 BauGB
Offene Wasserflächen schaffen	<ul style="list-style-type: none"> • Der Vorrang der Fachplanung bei Vorhaben von überörtlicher Bedeutung nach §38 BauGB sowie die materiellen und formellen Erfordernisse nach WHG und Landeswassergesetzen sowie Wasserstraßengesetz sind zu beachten 	FNP	• Darstellen von Wasserflächen nach § 5 (2) Nr. 7 BauGB
		B-Plan	<ul style="list-style-type: none"> • Festsetzen von Wasserflächen nach § 9 (1) Nr. 16 BauGB • Festsetzen von Bindungen für Bepflanzungen und für die Erhaltung von Bäumen, Sträuchern und sonstigen Bepflanzungen sowie von Gewässern nach § 9 (1) Nr. 25. b) BauGB
Gebäudeausrichtung optimieren		B-Plan	<ul style="list-style-type: none"> • Festsetzen der Bauweise, der überbaubaren und der nicht überbaubaren Grundstücksflächen sowie der Stellung der baulichen Anlagen nach § 9 (1) Nr. 2 BauGB • Festsetzen der Gebäudestellung nach § 9 (1) Nr. 23 b BauGB
Hauswandverschattung, Wärmedämmung		B-Plan	<ul style="list-style-type: none"> • Festsetzen von Anpflanzungen und Pflanzbindungen für einzelne Flächen oder für ein Bebauungsplangebiet oder Teile davon sowie für Teile baulicher Anlagen nach § 9 (1) Nr. 25 BauGB
Erhalt, Schaffung von Luftleitbahnen	<ul style="list-style-type: none"> • Frischluftschneisen als zeichnerische Darstellung in den FNP übernehmen (im Ermessen der Gemeinde, keine rechtliche Begründung erforderlich im vorbereitenden BLP, erleichtert Begründung für Freihaltung im B-Plan) • Im Erläuterungsbericht zum FNP (§ 5 (5) BauGB) bzw. in der Begründung zum B-Plan (§ 9 (8) BauGB) auf die lokalklimatische Bedeutung der betreffenden Flächen für die Frischluftversorgung des Siedlungsraumes besonders eingehen 	FNP	Darstellung von Grünflächen, wie Parkanlagen, nach § 5 (2) Nr. 5 BauGB
		B-Plan	<ul style="list-style-type: none"> • Festsetzen von Mindestmaßen der Baugrundstücke und von Höchstmaßen für Wohnbaugrundstücke nach § 9 (1) Nr. 3 BauGB • Festsetzen der Flächen, die von der Bebauung freizuhalten sind, und ihrer Nutzung nach § 9 (1) Nr. 10 BauGB • Festsetzen von öffentlichen und privaten Grünflächen, wie Parkanlagen, Dauerkleingärten, Sport-, Spiel-, Zelt- und Badeplätze, Friedhöfe nach § 9 (1) Nr. 15 BauGB • Festsetzen von Flächen für die Landwirtschaft und Waldflächen nach § 9 (1) Nr. 18 BauGB
Hänge von hangparalleler Riegelbebauung freigehalten	<ul style="list-style-type: none"> • Die überbaubaren Grundstücksflächen sollten eng ausgewiesen werden, um die Überbauung ganzer Baugrundstücke zu vermei- 	B-Plan	<ul style="list-style-type: none"> • Festsetzen von Art und Maß der baulichen Nutzung nach § 9 (1) Nr. 1 BauGB, konkretisiert insbesondere durch §§ 16 (3), 17, 19 BauNVO • Festsetzen der Bauweise, der überbaubaren und der nicht über-

	den		baubaren Grundstücksflächen sowie der Stellung der baulichen Anlagen nach § 9 (1) Nr. 2 BauGB, konkretisiert durch BauNVO <ul style="list-style-type: none"> • Festsetzen von Mindestmaßen der Baugrundstücke und von Höchstmaßen für Wohnbaugrundstücke nach § 9 (1) Nr. 3 BauGB
Bauliche Verschattungselemente im öffentlichen Raum		B-Plan	<ul style="list-style-type: none"> • Festsetzen von Anpflanzungen und Pflanzbindungen für einzelne Flächen oder für ein Bebauungsplangebiet oder Teile davon sowie für Teile baulicher Anlagen nach § 9 (1) Nr. 25 BauGB
Bepflanzung urbaner Räume mit geeigneten Pflanzenarten			
Vermehrter Einsatz von bodenbedeckender Vegetation; Abdeckung unbewachsener Bodenflächen			
Beschattung relevanter Flächen			
Geeignete Bepflanzung urbaner Flächen zur Verbesserung der Durchlässigkeit der oberen Bodenschicht			
Rückbau versiegelter Flächen	<ul style="list-style-type: none"> • indirektes Entsiegelungsgebot durch Bodenschutzklausel in § 1 a BauGB • Rückbauverpflichtung in § 35 (5) BauGB • Stadtumbaumaßnahmen nach §§ 171 a – d BauGB 		<ul style="list-style-type: none"> • Festsetzung einer nichtbaulichen Nutzung
Verbesserung bzw. Ermöglichung der Versickerung		B-Plan	<ul style="list-style-type: none"> • Festsetzen von Flächen für die Abfall- und Abwasserbeseitigung, einschließlich der Rückhaltung und Versickerung von Niederschlagswasser, nach § 9 (1) Nr. 14 BauGB
Schaffung von Niederschlagswasserzweischenspeichern und Notwasserwegen		B-Plan	<ul style="list-style-type: none"> • Festsetzen der Flächen für die Abfall- und Abwasserbeseitigung, einschließlich der Rückhaltung und Versickerung von Niederschlagswasser, nach § 9 (1) Nr. 14 BauGB • Festsetzen der Flächen für die Wasserwirtschaft, für Hochwasser-schutzanlagen und für die Regelung des Wasserabflusses nach § 9 (1) Nr. 16 BauGB
Unterführungen mit beidseitigen Entwässerungs-/Versickerungsgräben	<ul style="list-style-type: none"> • Maßnahme ist schwierig umzusetzen, da die Unterführungen meist sehr tief liegen und kein Platz für entsprechende Gräben vorhanden ist 	B-Plan	<ul style="list-style-type: none"> • Festsetzen der Flächen für die Abfall- und Abwasserbeseitigung, einschließlich der Rückhaltung und Versickerung von Niederschlagswasser, nach § 9 (1) Nr. 14 BauGB • Festsetzen der Flächen für die Wasserwirtschaft, für Hochwasser-schutzanlagen und für die Regelung des Wasserabflusses nach § 9 (1) Nr. 16 BauGB

3.4.3 Hemmnisse und Lösungsansätze

Als Ergebnis aller externen Akteursgespräche muss festgestellt werden, dass das Thema Anpassung an den Klimawandel relativ neu ist. Oft wird Klimaanpassung nur in Zusammenhang mit den Aspekten „Energieeffizienz“ und „Klimaschutz“ aufgefasst und somit präventiv und nicht reaktiv in Hinblick auf den Klimawandel verstanden. In Bezug auf Anpassungsmaßnahmen zur Klimaverbesserung haben aber alle Akteure eine hohe Sensitivität gezeigt. Bei den Ämtern und Einrichtungen, die mit Planung und Bauen zu tun haben, ist das Thema Klimaanpassung durch die langjährige Beschäftigung mit den Themen Stadtklima, Hochwasser, Entwässerung und Niederschlagswassermanagement allerdings schon präsent.

Auch die externen Akteure signalisierten weitergehendes Interesse und insbesondere auch den Willen zur Kooperation mit der Wissenschaft sowie der kommunalen Planungs- und Genehmigungsbehörden. Besonders deutlich wurde die Absicht, Klimaanpassung und diesbezügliche Maßnahmen im Praxisalltag zu erproben und zu integrieren. Dies gilt insbesondere für alle Planungs- und Entwicklungsmaßnahmen. Jedoch schränkt die Notwendigkeit zur Finanzierbarkeit bzw. Wirtschaftlichkeit die Möglichkeiten der Umsetzung ein, da eine Wert- und Vermarktbarkeit in allen Fällen oberste Priorität genießt. Daher sind flexible und kreative Lösungen, an deren Entwicklung und Umsetzung sich alle Akteure beteiligen sollten, von besonderer Bedeutung.

Hemmnisse

- Informationsdefizit zum Thema „Klimaanpassung“
- Fehlendes Problembewusstsein, gesamtgesellschaftlich ebenso wie z. T. in Planung und Verwaltung (dies trifft auf Neuss nicht zu, hier werden die Belange des Klimas schon seit Jahrzehnten in die Planung integriert)
- Ökonomische Zwänge - fehlende zusätzliche Investitionsmittel
- Klimaanpassung ist ein Belang im Rahmen der Abwägung öffentlicher und privater Belange gegen- und untereinander
- Großer Zeithorizont: Maßnahmen "lohnen" sich z. T. erst nach mehreren Jahren/Jahrzehnten
- Fehlende bzw. unpraktikable Festsetzungsmöglichkeiten im BauGB (Ausnahmeregelungen)
- Platzprobleme im Bestand für die nachträgliche Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen (z.B. für Regenrückhalteflächen)

Mögliche Lösungsansätze

- Kostenneutraler Einbezug von Maßnahmen zur Klimaanpassung bei Gebäudeplanung und –umsetzung (z.B. helle Fassadenfarbe)
- Kommunizieren der Wertsteigerung von klimagerechter Bebauung
- Kommunizieren der Synergieeffekte mit dem Natur- und Gewässerschutz, um eine bessere Akzeptanz zu erreichen
- Kommunizieren von finanziellen Vorteilen, z.B. bei der dezentralen Regenwasserversickerung das Sparen von Gebühren bei privaten Anlagen
- Konkrete Vorgaben durch Plan- und Genehmigungsbehörden
- Offener, flexibler Diskurs zwischen Investoren, Bauträgern, Architekten und Verwaltung / Genehmigungsbehörden
- Schaffung von Anschauungsobjekten und „Leuchtturmprojekten“, beispielhafte Realisierung von Klimaanpassungsmaßnahmen bei städtischen Gebäuden
- Beratung und Information für Bürger/innen, Investoren, Eigentümer
- Einbeziehung von mikroskaligen Modellierungen zur Visualisierung und Optimierung von Anpassungsmaßnahmen
- Kosten/ Nutzen Analysen für verschiedene Zeithorizonte bzw. Szenarien

3.5 Die „Handlungskarte Klimaanpassung“ für die Stadt Neuss

In der „Handlungskarte Klimaanpassung Neuss“ sind alle Flächen ausgewiesen, die momentan oder auf das Zukunftsszenario 2051-60 bezogen ein Konfliktpotential im Hinblick auf den Klimawandel aufweisen. Neben der Berücksichtigung anderer Belange sollte diese Karte in alle Planungsprozesse der Stadt Neuss integriert werden. Sie enthält neben der Darstellung des Konfliktpotentials auch schon einen ersten Überblick über notwendige Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel. In Kombination mit dem ausführlichen Katalog der Maßnahmen-Steckbriefe zur Anpassung an den Klimawandel (Anhang) bildet sie ein gewichtiges Instrument, um die Stadt Neuss nachhaltig vor den Folgen des Klimawandels zu schützen.

Im Fall eines Neubauprojektes muss, bevor es zu einer Entscheidung zugunsten einer konkreten Fläche kommt, verwaltungsintern mit Hilfe der „Handlungskarte Klimaanpassung Neuss“ abgeglichen werden, ob die angestrebte Fläche ein Konfliktpotential aufweist. Ist dies zutreffend, so muss geklärt werden, um welche Art von Belastungsgebiet es sich handelt: Hitzebelastung und/oder Belastung durch die Folgen von Extremniederschlägen. Ab diesem Zeitpunkt muss eine Belastung, wenn zutreffend, bei jedem weiteren Schritt im Planungsverfahren mit berücksichtigt werden.

Sind Maßnahmen, zum Beispiel zur Stadtsanierung, im Bestand vorgesehen oder ist im Rahmen von städtischen Zielvorgaben eine Optimierung der Lebensqualität in Neuss im Zusammenhang mit dem Klimawandel angestrebt, so können auf der Grundlage der „Handlungskarte Klimaanpassung Neuss“ Flächen im Stadtgebiet ausgewählt werden, die eine aktuelle oder zukünftige klimatische Belastung aufweisen. Abhängig von den dargestellten Konfliktpotentialen werden entsprechende Einschränkungen und Klimaanpassungsmaßnahmen vorgeschlagen.

Auch wenn die ausgewählte Fläche nicht in einem im Klimaanpassungskonzept ausgemachten klimatischen Belastungsgebiet liegen sollte, ist es für den weiteren Planungsprozess mit Blick auf die Zukunft wünschenswert, dass mögliche Änderungen des Klimas und potentiell damit verbundene, notwendige Anpassungsmaßnahmen berücksichtigt werden. Eine weitreichende Kommunikation der „Handlungskarte Klimaanpassung Neuss“ in die Öffentlichkeit hinein erleichtert die Anwendung des Maßnahmenkatalogs im Bereich privater Grundstücksflächen.

Bei der Betrachtung der verschiedenen Klimaanpassungsmaßnahmen wird ersichtlich, dass es sich um die Zuständigkeiten verschiedenster städtischer Verwaltungsbereiche sowie sonstiger Behörden handelt. Die Findung geeigneter Maßnahmenbündel für die Klimaanpassung ist somit ein interdisziplinärer und integrativer Prozess, denn die gute Kooperation der beteiligten Akteure ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor für eine gelungene Klimaanpassung. Entscheidend ist allem voran eine frühzeitige Beteiligung betroffener Akteure.

Die Handlungskarte beruht auf den Ergebniskarten aller klimatischen Untersuchungen des Stadtgebietes. Grundlagen für die Abgrenzung von potentiellen Problemgebieten unter dem Aspekt der Hitzebelastung des Menschen liefern die Klimatope des „Stadtklimas“ und des „Innenstadtklimas“ (siehe Kap. 2.1). In diesen Bereichen bilden sich aufgrund der hohen Versiegelung die städtischen Wärmeinseln so stark aus, dass es zu einer Belastung des

menschlichen Organismus kommt. Zusätzlich wird die Durchlüftung durch die Bebauungsstrukturen behindert. Diese Flächen wurden als **potentielle Bereiche mit einer sommerlichen Hitzebelastung** in die im Folgenden näher erläuterten „Handlungskarte Klimaanpassung Neuss“ aufgenommen.

3.5.1 Konfliktpotentiale

Um Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel gezielt ein- und möglichst effektiv umzusetzen, sollten die Gebiete und Bereiche identifiziert werden, die eine besondere Sensitivität gegenüber den Folgen des Klimawandels aufweisen. Das sind Gebiete, in denen aufgrund der sozialen, ökonomischen und naturräumlichen Rahmenbedingungen vor Ort besondere Probleme durch die klimatischen Änderungen zu erwarten sind. Neben Belastungsgebieten unter den Aspekten Hitze und Extremniederschläge werden in der „Handlungskarte Klimaanpassung Neuss“ auch die Belastungsgebiete der Gewerbe- und Industrieflächen und die Restriktionsflächen der Frischluftschneisen und Luftleitbahnen sowie der aus klimatischer Sicht schutzwürdigen Grünflächen und Freiräume ausgewiesen. Die in der Karte dargestellten Zonen werden im Folgenden beschrieben.

Zone 1 Gebiete mit einer Hitzebelastung im Ist-Zustand



Aufgrund der durchgehenden Bebauung und hohen Versiegelung von Oberflächen gibt es im Neusser Stadtgebiet Bereiche, die sich im Sommer besonders stark aufheizen. Dies ergibt sich dadurch, dass der bebaute Raum Wärme weitaus stärker speichert als dies für Flächen im unbebauten Umland gilt. Weitere Gründe für die städtische Wärmeinsel sind eine verringerte Abkühlung aufgrund geringer Wasserverdunstungsraten in hoch versiegelten Gebieten und eine mangelnde Durchlüftung, wodurch ein Abtransport der warmen Luft aus der Stadt bzw. die Zuführung kühlerer Luft aus dem Umland erschwert wird. Große Temperaturunterschiede von bis zu 10 Grad in warmen Sommernächten zwischen Innenstadt und dem unbebauten Umland sind die Folge. Dies führt in der Innenstadt vor allem dann zu einer belastenden Situation, wenn die Temperaturen nachts nicht mehr deutlich genug absinken.

Zone 2 Gebiete, die im Zukunftsszenario 2051-60 durch eine Ausweitung der Hitzebelastung betroffen sein werden



Die weiter zunehmende Klimaerwärmung wird in Zukunft häufiger zu längeren und stärker ausgeprägten Hitzeperioden auch in Neuss führen. Solche Gebiete, die bereits heute als belastend eingestuft sind, werden sich zukünftig noch stärker aufheizen und sich in die Umgebung ausdehnen. Neben der Neusser Innenstadt werden in Zukunft fast alle Stadtteile von Neuss im Bereich ihrer verdichteten Siedlungszentren von einer sommerlichen Hitzebelastung betroffen sein.

Für das Zukunftsszenario wurde vom „worst-case“, von einem +4-Kelvin Szenario für die Jahresmitteltemperaturen ausgegangen. Die Jahresmitteltemperatur ist für die sommerliche Hitzebelastung nicht ausschlaggebend, aber die in Zukunft längeren Hitzeperioden führen zu einer größeren Temperaturdifferenz zwischen Stadt und Freiland. Dass schwerwiegende Folgen von Hitzewellen vor allem in Städten auftreten, liegt an der Wärmespeicherung in der Bebauung und an der Bedeutung der Nachttemperaturen für die Erholungsphase des Menschen. Die Auswertung verschiedener Hitzewellen in Städten zeigt, dass im Verlauf einer mehrtägigen Hitzewelle die nächtlichen Lufttemperaturen von Tag zu Tag ansteigen und schon nach drei bis vier Tagen um 6 bis 8 Kelvin zugenommen haben. Entsprechend der Versiegelungsrate und der Dichte der Bebauung wurde deshalb der Ist-Wert der relativen Lufttemperaturverteilung während sommerlicher Strahlungsnächte im Freiland nicht, aber in der Bebauung um 2 bis zu 6 Kelvin, je nach Bebauungsdichte, erhöht. Auf dieser Grundlage wird mit gleich bleibenden Gewichtungen und Grenzwerten wie bei der Klimatopkarte des Ist-Zustandes eine Klimatopkarte der Zukunftsprojektion 2051-2060 berechnet. Das Ergebnis sind Flächen, die eine Gefährdung für eine potentielle zukünftige Hitzebelastung aufweisen. Die Flächen der Belastungsgebiete im Zukunftsszenario resultieren nur aus der Neuberechnung der Klimatopflächen. Zukünftige Bauprojekte könnten zu einer zusätzlichen Veränderung führen.

Zone 3 Belastungsgebiete der Gewerbe- und Industrieflächen



Die insgesamt hohe Flächenversiegelung bewirkt in diesen Bereichen eine starke Aufheizung tagsüber und eine deutliche Überwärmung nachts. Der nächtliche Überwärmungseffekt kann hier eine der Innenstadt analoge Ausprägung erreichen. Aufgrund der Gebäudeanordnungen und der hohen Rauigkeit in den Industriegebieten wird das Windfeld stark verändert. Dies äußert sich durch Düseneffekte im Bereich der Werkhallen, die jedoch keine immissionsverbessernden Effekte haben müssen. Besonders problematisch sind unmittelbar an das Zentrum angrenzende Industriekomplexe wie das Gebiet des Neusser Hafens, die aufgrund der hohen Versiegelungsrate eine stark eingeschränkte nächtliche Abkühlung aufweisen. Im Zusammenwachsen mit dichter Stadtbebauung kann sich eine große Wärmeinsel ausbilden.

Die dicht bebauten Industriegebiete sind aus klimatischer wie auch lufthygienischer Sicht als ausgeprägte Lasträume zu bezeichnen. Sie werden in der Klimatopkarte als gesonderte Klimatypen behandelt. Gewerbegebiete weisen zum Teil eine stärker durchgrünte Struktur auf und sind dann etwas weniger stark von Hitzebelastung betroffen. In die Handlungskarte Klimaanpassung wurden alle Gewerbe- und Industriegebiete übernommen, da sie ein Gefährdungspotential für die Ausdehnung der Hitzebelastung aufweisen.

Im Stadtgebiet von Neuss kann zwischen konventionellen Industrie- und Gewerbegebieten und stärker durchgrünten Gewerbeflächen unterschieden werden. Beispielsweise ist das Gewerbegebiet „Im Taubental“ (Grimlinghausen) stark aufgelockert und insbesondere im Straßenraum begrünt. Eine dem Gewerbegebiet zugeordnete, großräumige ökologische Ausgleichsfläche (Feuchtbiotop-Wiesen-Komplex) wurde in einen westlich angrenzenden, stadtklimatisch bedeutenden Belüftungskorridor gelegt, um diesen zu sichern. Somit kann

dieses Gewerbegebiet als gutes Beispiel für die klimaangepasste Ausgestaltung von Gewerbeflächen dienen.

Zone 4 Gebiete der stadtklimarelevanten Grün- und Freiflächen

Aus der Neusser „Planungshinweiskarte für Grünflächenausweisungen“ wurden alle dargestellten Grünflächen und Freiräume bezüglich ihrer Relevanz für das Neusser Stadtklima bewertet. Neben innerstädtischen Parks haben vor allem Grünflächen im städtischen Randbereich, die die Hitzeinseln begrenzen können, und Freiflächen mit stadtklimarelevantem Kaltluftbildungspotential eine hohe Bedeutung.

Daraus ergeben sich drei Stufen der Relevanz aus klimatischer Sicht, die in die „Handlungskarte Klimaanpassung“ aufgenommen wurden:

	Hohe Klimarelevanz: stadtklimarelevante Kaltluftentstehungsgebiete
	Sehr hohe Klimarelevanz: Grünstrukturen, die die dicht bebauten Bereiche mit Hitzepotential gliedern bzw. voneinander trennen
	Nicht ersetzbare Grünflächen im innerstädtischen Bereich

Zone 5 Gebiete der Frischluftschneisen und Luftleitbahnen



Eine gute Belüftungssituation in der Stadt trägt wesentlich zur Qualität ihres Mikroklimas bei. Durch einen guten Luftaustausch können überwärmte Luftmassen aus dem Stadtgebiet abgeführt und durch kühlere aus dem Umland ersetzt werden. Weiterhin können mit Schadstoffen angereicherte Luftmassen durch Frischluft ersetzt und die vertikale Durchmischung der Luft erhöht werden. Aufgrund ihrer Lage, der geringen Oberflächenrauigkeit bzw. des geringen Strömungswiderstandes und der Ausrichtung können einzelne Flächen im Stadtgebiet zu einer wirkungsvollen Stadtbelüftung beitragen.

Die von Westen und Süden Richtung Innenstadt verlaufenden Freiflächen stellen potentielle Luftleitbahnen dar. Die im Umweltentwicklungsplan der Stadt Neuss in der „Synoptischen Karte aus klimatologischer Sicht“ ausgewiesenen relevanten Frischluftschneisen und Luftleitbahnen sind überarbeitet in die „Handlungskarte Klimaanpassung“ übernommen worden. Diese Flächen sind im Bezug auf das Hitzegefährdungspotential von sehr hoher Relevanz und als zu schützender Raum anzusehen.

Eine Frischluftschneise stellt der Grünzug zwischen der Stadtrandbebauung und den Stadtteilen Reuschenberg, Selikum und Gnadental dar. Die Erhaltung dieser Freiflächen, die durch Luftleitbahnen mit kühler Luft aus dem Neusser Umland versorgt werden, verhindert ein Zusammenwachsen der Hitzeinseln auch im Zukunftsszenario.

Zone 6 Gebiete, die durch hohen Oberflächenabfluss bei Starkregen gefährdet sind

Pluviale Fließwege mit einem hohen Oberflächenabfluss bei Starkregeneignissen

Die dominanten Abflussprozesse finden bei Extremniederschlägen an der Oberfläche statt. Die hohe Flächenversiegelung in Städten verstärkt das Problem durch die vermehrte Bildung von Oberflächenabfluss. Maßgebend für die Identifikation von Gefahrenzonen sind somit primär die Fließwege. Die Entwässerungsrichtung wird durch das natürliche Relief (Rücken, Täler etc.) bestimmt, während kleine natürliche und anthropogene Geländeelemente (Dämme, Bordsteine, Mauern oder Häuser) die Fließwege zusätzlich ablenken.

Für die Ausweisung der Belastungsgebiete in der „Handlungskarte Klimaanpassung Neuss“ werden die Hauptfließwege dargestellt. Als Resultat sind alle Bereiche dargestellt, die von einer Überflutung als Folge von Extremniederschlägen betroffen sein können. Potentielle Belastungsbereiche finden sich dort, wo ein großes Oberflächenabflussvolumen auf Siedlungen, Gebäudekomplexe oder städtische Infrastruktur trifft. Im Fall von unversiegelten Gebieten mit hohem Oberflächenabfluss und im Bereich von abflusslosen Senken besteht momentan noch keine Gefährdung von Infrastruktur. Bei einer geplanten Nutzungsänderung / Bebauung ist aber mit einem Gefährdungspotential durch Überflutungen zu rechnen.

Abflusslose Senken im Einflussbereich von Fließwegen mit einer hohen Abflussmenge

Kleinräumig müssen darüber hinaus Senken als Belastungsgebiete Beachtung finden. In solchen Senken kann das Wasser nur über die Kanalisation abgeführt werden. Insbesondere während intensiver Starkregeneignisse kann die überlastete Kanalisation dies nicht leisten. In der „Handlungskarte Klimaanpassung Neuss“ sind solche abflusslosen Senken ausgewiesen, in die einer der Hauptfließwege des Oberflächenabflusses bei Starkregen führt. Die pluvialen Fließwege und abflusslosen Senken geben allerdings keine Auskunft über Konfliktbereiche, die durch Rückstau in Folge von bei urbanen Sturzfluten überlasteten Kanälen entstehen. Hierfür ist eine Einzelfallbetrachtung von Höhen gefährdeter Gebäude notwendig.

Potentielle Überflutungsbereiche bei Flusshochwasser (HQ100) und Perspektivraum Erft 2045

Die möglichen Überschwemmungsgebiete bei Flusshochwasser in Rhein und Erft sind in die „Handlungskarte Klimaanpassung Neuss“ übernommen worden. Überwiegend sind diese Gebiete unversiegelte Freiflächen, so dass bei Flusshochwasser nur in Einzelfällen Bebauung und Infrastruktur von einer Überflutung betroffen wäre. Bei einer geplanten Nutzungsänderung / Bebauung ist aber mit einer Belastung durch Überflutungen zu rechnen.

Korrespondierende Wasserwege mit Schadenspotential bei Flusshochwasser

Neben den Überschwemmungsgebieten bei Flusshochwasser gibt es im Neusser Stadtgebiet bevorzugte Wege, die das im Überschwemmungsfall über die Ufer tretende Wasser einschlagen würde. Meist über Gräben oder tieferliegende Straßen gibt es diese korrespondierenden Wasserwege zwischen den Hafenbecken und der Erft. Insbesondere die Neusser Innenstadt ist von diesen potentiellen Fließwegen betroffen.

Weißer Flächen

Als weiße Flächen verbleiben in der „Handlungskarte Klimaanpassung Neuss“ solche Siedlungsflächen, die keine oder nur eine sehr geringe Betroffenheit durch insbesondere nächtliche Hitzebelastung aufweisen, bei Extremniederschlägen nicht direkt überflutet werden und großflächige Freiräume ohne besondere stadtklimatische Beziehungen. Aber auch bei diesen Flächen ist es für den weiteren Planungsprozess mit Blick auf die Zukunft wünschenswert, dass mögliche Änderungen des Klimas und potentiell damit verbundene, notwendige Anpassungsmaßnahmen berücksichtigt werden.

3.5.2 Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel

Die „Handlungskarte Klimaanpassung Neuss“ stellt in einem ersten Überblick geeignete Klimaanpassungsmaßnahmen vor, die auf die jeweils typischen Konfliktpotentiale der in der Karte (siehe Anlage) dargestellten 6 verschiedenen Zonen abgestimmt sind. In Kombination mit dem ausführlichen Maßnahmenkatalog zur Anpassung an den Klimawandel (Anpassungs-Steckbriefe in der Anlage) werden den an einem Prozess beteiligten Planern und Akteuren konkrete Vorschläge zur Klimaanpassung an die Hand gegeben, um die Stadt Neuss nachhaltig vor den Folgen des Klimawandels zu schützen.

Entsprechend des ausgewiesenen Konfliktpotentials können geeignete Anpassungsmaßnahmen aus dem Maßnahmenkatalog ausgewählt werden. Dieser stellt für jedes Problemfeld bzw. jeden thematischen Verwundbarkeitsbereich (Hitzebelastung, Trockenheit, Extremniederschläge) die erarbeiteten Informationen steckbriefartig zusammen. Dabei werden die Anpassungsmaßnahmen auf unterschiedlichen Maßstabsebenen dargestellt.

Maßnahmen zur Anpassung der Stadtstruktur an den Klimawandel sind in der Regel nur langfristig umsetzbar. Größtenteils fallen sie in den Bereich der Freiraum- und der Bauleitplanung. Aufgrund der sehr langsamen Geschwindigkeit eines nachhaltigen Stadtumbaus besteht hier ein hoher Handlungsdruck für die Stadtplanung. Im Bereich der Siedlungswasserwirtschaft sind Maßnahmen zur Verminderung des Oberflächenabflusses durch Flächenentsiegelung und Verbesserung der Rückhalte- und Versickerungsmöglichkeiten beispielsweise nur unter Beachtung eines erheblichen Planungsvorlaufes und unter erheblichen Kosten durchführbar. Kurzfristig umzusetzende **Maßnahmen zur Anpassung der städtischen Infrastruktur** an den Klimawandel sind kleinere Begrünungs- und Entsiegelungsmaßnahmen. Bei den Entsiegelungsmaßnahmen muss der Straßenraum ausgenommen werden. Ebenfalls kurzfristig umsetzbar ist die Schaffung von kleineren offenen Wasserflächen im Stadtbereich, z.B. Springbrunnen. Häufig sind aber auch solche Maßnahmen aufgrund des finanziellen und des Planungsaufwandes nur mittelfristig umsetzbar. Maßnahmen gegen eine Fehlfunktion des Kanalisationssystems und zur Minderung von Schadenspotentialen bei Überflutungen verlangen meist einen höheren technischen und finanziellen Aufwand und sind nur mittel- oder langfristig umsetzbar. Zu den **Anpassungsmaßnahmen auf Gebäudeebene** gehören kurzfristig umzusetzende Maßnahmen zur Reduzierung der Hitzebelastung im städtischen Raum wie z. B. Dach- und Fassadenbegrünungen. Veränderungen im Gebäudedesign, wie die

Gebäudeausrichtung, Hauswandverschattung, Wärmedämmung und der Einsatz von geeigneten Baumaterialien können als mittelfristige Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel zusammengefasst werden.

Bei allen Klimaanpassungsmaßnahmen ist zu beachten, dass immer ein dem Einzelfall entsprechend sinnvolles Maßnahmenbündel geschnürt und umgesetzt werden sollte. Die Anwendung nur einzelner Maßnahmen wäre in den meisten Fällen nicht ausreichend für eine Verbesserung der klimatischen Situation.

Die in der „Handlungskarte Klimaanpassung Neuss“ ausgewiesenen Klimaanpassungsmaßnahmen werden im Folgenden erläutert.

Zone 1 Gebiete mit einer Hitzebelastung im Ist-Zustand

Die generelle Anfälligkeit gegenüber einer Hitzebelastung ergibt sich aus der typischen, hoch versiegelten Bebauungsstruktur der Stadt- und Innenstadtbereiche kombiniert mit einer geringen oder mittleren Bevölkerungsdichte. Innenstadtbereiche, die überwiegend als Dienstleistungszentrum genutzt werden und einen nur unterdurchschnittlichen Anteil an Wohnbevölkerung haben, sind Problemgebiet mit anderer Anfälligkeit als reine Wohngebiete. Bei einem Aufenthalt in den Innenstädten tagsüber kann einer Hitzebelastung durch Standortwechsel und Vermeidung von besonnten Standorten entgegengewirkt werden.

Sinnvolle Maßnahmen in der Neusser Innenstadt haben zum Ziel, die Aufenthaltsqualität zu steigern durch Verringerung der Hitzeentwicklung am Tag. Hierzu können Maßnahmen auf Gebäudeebene und Maßnahmen zur Anpassung der städtischen Infrastruktur herangezogen werden wie:

- Beschattung durch Vegetation und Bauelemente (z. B. Pergola, Arkaden)
- Kühleffekte der Verdunstung nutzen (offene Wasserflächen, Begrünung)
- Windblockaden (wie sehr dichte Vegetation oder Trennwände bei Außengastronomie) bei Schwachwindlagen vermeiden

In Bereichen der Hitzeinsel mit einer hohen Bevölkerungsdichte müssen Maßnahmen zur Klimaanpassung einerseits die Aufenthaltsqualität steigern durch Verringerung der Hitzeentwicklung am Tag, andererseits aber auch Maßnahmen ergriffen werden, die die nächtliche Überwärmung verringern. Tagsüber müssen Ausgleichsräume für die Bevölkerung geschaffen werden, z.B. Parks in Nahbereich (siehe Zone 4). Unbedingt muss hier aber die nächtliche Überwärmung verringert werden. Einerseits kann hierzu die Verringerung der Hitzeentwicklung am Tag durch Vegetation, Verschattung und Entsiegelung beitragen. Andererseits sind Maßnahmen zur Anpassung der gesamten Stadtstruktur notwendig, damit die Zufuhr kühlerer Luft aus der Umgebung verbessert wird. Frischluftschneisen und Luftleitbahnen (siehe auch Zone 5) spielen für diese Gefährdungsgebiete eine wichtige Rolle.

Eine Erhöhung des Grünanteils durch Baumpflanzungen im hoch verdichteten Bereich der Zone 1 ist nur unter der Berücksichtigung der Belüftung, die durch die Maßnahme nicht eingeschränkt werden darf, anzustreben. Für Baumpflanzungen bieten sich besonders größere Plätze und Stellplatzanlagen an. Hierbei steigern insbesondere großkronige Laubbäume

durch ihren Schattenwurf die Aufenthaltsqualität. An Hauptverkehrsstraßen bestehen meist weitreichende Restriktionen durch Leitungen und Kanäle im Boden. Hier sind die Kosten gegen die Nutzen sorgfältig abzuwägen. Aufgrund des geringen bis fehlenden Platzangebotes für die Neuanlage von Grünflächen können ergänzend Fassaden- und Dachbegrünungen zur Verbesserung des Mikroklimas durchgeführt werden. Zur Begrenzung von Neuversiegelung und zum Erhalt von Freiflächen sind beispielsweise Festsetzungen im Bebauungsplan zur Gestaltung von Stellplätzen heranzuziehen. In schon bebauten Gebieten ist eine Entsiegelung nur vertretbar, wenn die Funktion des Gebäudes bzw. des Verkehrsweges darunter nicht leidet und keine Grundwassergefährdungen vorliegen. Abseits der öffentlichen Straßen können Bodenversiegelungen durch den Einsatz von durchlässigen Oberflächenbefestigungen vermieden bzw. reduziert werden und zwar vor allem dann, wenn die Nutzungsform der Flächen nicht unbedingt hochresistente Beläge wie Beton oder Asphalt voraussetzt.

Die Zone 1 umfasst Gebiete mit einer hohen Flächenkonkurrenz. Dadurch sind in diesen Bereichen enge Grenzen für Maßnahmen zur klimatischen Optimierung gesetzt. Deshalb können hier bioklimatische Extreme nur abgemildert werden. Es ist im Hinblick auf die gesamtstädtische Entwicklung darauf zu achten, dass sich die Flächen dieses Lastraums nicht weiter im Stadtgebiet ausdehnen.

Zone 2 Gebiete, die im Zukunftsszenario 2051-60 durch eine Ausweitung der Hitzebelastung betroffen sein werden

Durch eine Ausweitung der Hitzeinsel im Zuge des Klimawandels kommen im Zukunftsszenario 2051-60 insbesondere im Randbereich der Neusser Innenstadt und in den stärker verdichteten Wohn- und Geschäftsvierteln aller anderen Neusser Stadtteile Gebiete dazu, die von einer Hitzebelastung betroffen sein werden.

Die Anpassungsmaßnahmen der Zone 1 sollten auch im Bereich der Zone 2 zur Anwendung kommen, auch wenn die Hitzebelastung momentan noch geringer einzustufen ist. Anpassungsmaßnahmen für Veränderungen, die sich erst in der Zukunft ergeben, müssen bereits heute beginnen. Durch geeignete Maßnahmen kann der Ausweitung der Hitzeinsel in der Zukunft entgegengewirkt werden. Momentan noch vorhandene Freiflächen in dieser Zone sollten auf keinen Fall zur Innenverdichtung herangezogen werden.

Zone 3 Belastungsgebiete der Gewerbe- und Industrieflächen

Die im Folgenden beschriebenen Anpassungsmaßnahmen sind nicht nur für die in der „Handlungskarte Klimaanpassung Neuss“ ausgewiesenen Flächen der Zone 3 relevant, sondern sollten auch bei der Neuplanung von Industrie- und Gewerbegebieten einbezogen werden. Durch die Wahl eines geeigneten Areals zur Sicherung einer hinreichenden Be- und Entlüftung kann die Ausbildung großflächiger Wärmeinseln vermieden werden. Dazu kann auch ein bepflanzter Freiraum als Puffer zu angrenzenden Flächen dienen. Im Gewerbeumfeld sollte wie auch im Innenstadtbereich durch Anpassungsmaßnahmen eine akzeptable Aufenthaltsqualität erreicht werden.

Maßnahmen, die zu einer Verbesserung der Situation in den Lasträumen der Gewerbe- und Industrieflächen führen, bestehen in erster Linie in der Entsiegelung und dem Erhalt sowie der Erweiterung von Grün- und Brachflächen. Die Erfordernisse gewerblich-industrieller Nutzun-

gen bestimmen maßgeblich die Gestaltung der Gebiete und schränken somit den Rahmen für klimaverbessernde Maßnahmen ein. Es entstehen Zielkonflikte zwischen einer anzustrebenden Verbesserung der Grünstruktur und Verringerung des Versiegelungsgrades einerseits und einer notwendigen Vollversiegelung betrieblicher Funktionsbereiche auch zum Schutz des Grundwassers andererseits. Lösungsmöglichkeiten sind in diesem Fall in einer ausreichenden Gliederung von hochversiegelten Bauflächen und betrieblichen Funktionsbereichen wie Lager- und Freiflächen, durch breite Pflanzstreifen und Grünzüge zu suchen. Darüber hinaus bieten sich oft Stellplatzanlagen, Randsituationen und das Umfeld von Verwaltungsgebäuden für Begrünungen an. Weitere sinnvolle Maßnahmen sind die Begrünung von Fassaden und Dächern sowie die Nutzung von gespeichertem Regenwasser zur Kühlung.

Bei Neuplanungen von Gewerbe- und Industriegebieten ist darauf zu achten, in den jeweiligen Planungsstufen die Belange von Klimaanpassung zu berücksichtigen. Zu nennen sind die Rahmenplanung, die Flächennutzungsplanung, die Bebauungsplanung, die Vorhaben- und Erschließungsplanung sowie das Baugenehmigungsverfahren. Klimawirksame Maßnahmen lassen sich insbesondere in der Bauleitplanung für neue und zu erweiternde Standorte umsetzen. So ist im Rahmen der Eingriffsregelung darauf zu achten, soweit möglich die Kompensationsmaßnahmen auf dem Gelände selbst durchzuführen, um für eine Verbesserung der klimatischen und lufthygienischen Bedingungen vor Ort zu sorgen. Mit Hilfe geeigneter Festsetzungen ist im Bebauungsplan eine Begrenzung der Flächeninanspruchnahme sowie eine ausreichende Grünausstattung zu sichern. Weiterhin ist durch eine geeignete Baukörperanordnung und die Beschränkung bestimmter Bauhöhen eine optimale Durchlüftung zu gewährleisten.

Zone 4 Gebiete der stadtklimarelevanten Grün- und Freiflächen

Im Bereich der stadtklimarelevanten Kaltluftentstehungsgebiete, die über den Anschluss mit einer Luftleitbahn kühle Umgebungsluft für die überwärmten Innenstadtbereiche bereitstellen können, sollten keine großflächigen Aufforstungen stattfinden, um die Bildung und den Transport der Kaltluft nicht zu behindern. Innenstadtnahe und innerstädtische Grünflächen sollten zur Abmilderung der Hitzebelastungen erhalten bleiben. Zur Sicherung einer guten Belüftung sollten auch hier keine Aufforstungen stattfinden. Innerstädtische Grünflächen sollten eine parkartige Struktur mit Einzelbäumen, Baumgruppen und Büschen aufweisen und möglichst nicht als reine Rasenflächen angelegt oder erhalten werden.

Diese Kategorie ist bei der Bauleitplanung in die Abwägung einzustellen, die Auswirkungen von Eingriffen in die betroffenen Flächen sind im Verfahren näher zu untersuchen.

Zur besseren Übersicht werden die Gebiete der schutzwürdigen Grünflächen und Freiräume mit ihren jeweiligen vorrangigen Funktionen in einer separaten Grünflächenkarte zum Klimaanpassungskonzept Neuss (Abb. 3.28) dargestellt. Die räumlichen Darstellungen und Differenzierungen der Grün- und Freiflächen wurden in dieser Karte ausschließlich aufgrund des Abwägungsfaktors „Klima“ vorgenommen. Weitere biotische und abiotische Faktoren waren nicht Gegenstand der Analyse.

Grünflächen, die vorrangig einen Ausgleichsraum bei einer Hitzebelastung am Tage bieten sollen, sollten als strukturierte, parkartige Anlagen gestaltet sein mit Rasenflächen, Büschen

und Bäumen. Großkronige Einzelbäume oder Baumgruppen als Schattenspende sind auf diesen Flächen sinnvoll. Insbesondere die innenstadtnahen Grünflächen gehören in diese Kategorie.

Flächen mit einer Belüftungsfunktion oder Flächen zur Produktion und Bereitstellung von Kaltluft sollten dagegen möglichst rauhigkeitsarm gestaltet sein. Hier sollten keine Aufforstungen stattfinden.

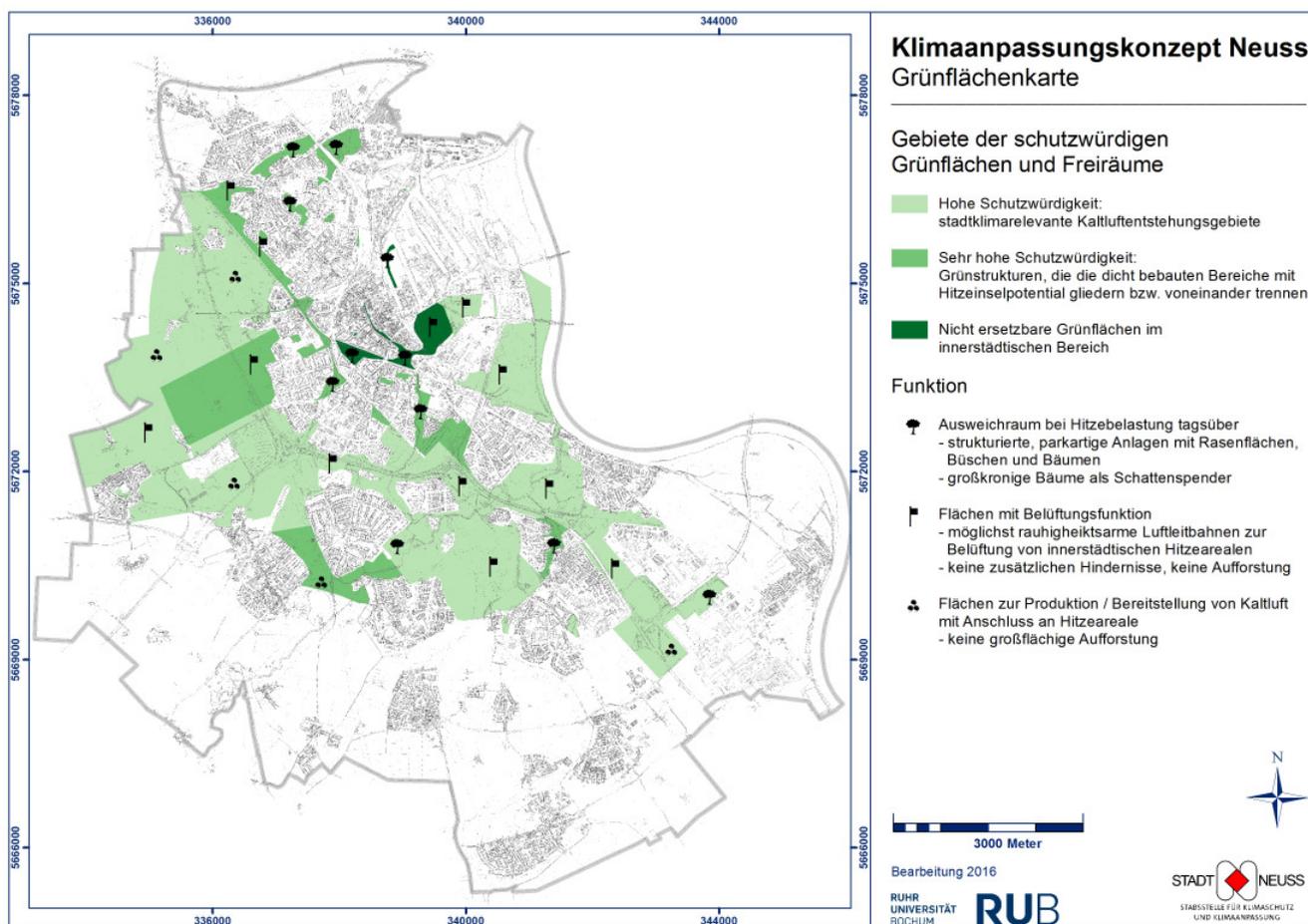


Abb. 3.28 Grünflächenkarte zum Klimaanpassungskonzept der Stadt Neuss

Zone 5 Gebiete der Frischluftschneisen und Luftleitbahnen

Die in der „Handlungskarte Klimaanpassung“ ausgewiesenen Frischluftschneisen und Luftleitbahnen sind aufgrund ihrer Bedeutung für die klimatische Situation im Bereich der Neusser Innenstadt unbedingt zu erhalten. Sie können zu einer wirkungsvollen Stadtbelüftung beitragen. Zur Unterstützung der Funktion von Frischluftschneisen und Luftleitbahnen sollten hier die folgenden Maßnahmen eingehalten werden:

- Keine weitere Bautätigkeit
- Von Emittenten freihalten
- Randliche Bebauung sollte keine Riegelwirkung erzeugen
- Keine hohe und dichte Vegetation (Sträucher und Bäume) als Strömungshindernis im Bereich von Luftleitbahnen und Frischluftschneisen, keine Aufforstungen in diesen Bereichen

- Übergangsbereiche zwischen den Frischluftschneisen und der Bebauung sollten offen gestaltet werden, um einen guten Luftaustausch zu fördern.

Zur Unterstützung der Belüftungsfunktion wird die Anlage zusätzlicher rauigkeitsarmer Grünzonen im Umfeld der Luftleitbahn empfohlen.

Zone 6 Gebiete, die durch hohen Oberflächenabfluss bei Starkregen gefährdet sind

In den ausgewiesenen Belastungsbereichen, in denen ein hoher Oberflächenabfluss zur Gefährdung von Infrastruktur führen kann, sind neben technischen Maßnahmen des Objektschutzes Maßnahmen erforderlich, die die Abflussmenge reduzieren und Abflussspitzen durch verzögerten Abfluss verringern. Dazu gehören in erster Linie:

- Entsiegelung und Begrünung der hoch versiegelten Bereiche zur Reduzierung des Oberflächenabflusses und Verbesserung des Stadtklimas
- Retentionsmaßnahmen in Form von Überlaufbecken (techn. Bauwerke) oder Überflutungsflächen mit Entlastungspotential für extreme Regenereignisse

Um die Effektivität von möglichen Maßnahmen zu prüfen, aber auch Möglichkeiten für eine bewusste Ableitung des Niederschlags an der Oberfläche zu erkennen, müssen Fließwege des Oberflächenabflusses bei Starkregen identifiziert werden. Entsiegelungs- und Begrünungsprogramme sollten so geplant werden, dass neben einer Reduzierung der Direktabflüsse eine Verbesserung des Stadtklimas erreicht werden kann. Eine Aufwertung des Stadtbildes sollte bei einer Umsetzung mit berücksichtigt werden. Multifunktionale Überflutungsflächen sollten einhergehen mit stärker begrünten und entsiegelten Innenstädten. Ein bewusstes Wasserwegenetz steigert die Wohnqualität und bietet gleichzeitig Möglichkeiten für eine gezielte Ableitung des Direktabflusses.

Untersuchungen zeigen deutlich, dass Begrünungs- und Entsiegelungsmaßnahmen auf die Direktabflussmenge von seltenen Starkregenereignissen nur eine verhältnismäßig geringe Auswirkung haben. Es entstehen hohe Kosten, die zumindest in Bezug auf die Retentionswirkung bei intensiven Regenereignissen nur schwer gerechtfertigt werden können. Als reine Anpassungsmaßnahme an Starkregen ist die Wirkung von Entsiegelungsprogrammen eher gering, während sich Retentionsmaßnahmen in Form von Überlaufbecken oder Überflutungsflächen als sehr effektiv erwiesen haben. Neben der hohen Effektivität von Retentionsbecken und dem geringen Flächenverbrauch, besteht ein weiterer Vorteil in der schnellen und einmaligen Umsetzung. Entsiegelungs- und Begrünungsmaßnahmen müssten sukzessive umgesetzt werden, so dass eine maximal mögliche Wirkung erst nach langer Zeit erreicht werden könnte. Entsiegelte und begrünte Flächen entfalten ihre Wirkung vor allem in ihrer alltäglichen Wirkung. Neben einer deutlichen Aufwertung des innerstädtischen Klimas wird die Lebensqualität deutlich verbessert. Aus hydrologischer Sicht zeigen sich die Vorteile des reduzierten Oberflächenabflusses insbesondere bei mittleren Niederschlagsereignissen. Hier verringert sich das Verhältnis aus Gesamtniederschlag und Oberflächenabflussvolumen. Während die Speicherkapazität eines Gründaches bei einem 50-jährigen Niederschlagsereignis schnell erschöpft ist, kann die gleiche Fläche einen gewöhnlichen sommerlichen Starkregen nahezu vollkommen aufnehmen. Wird die Aufnahmekapazität überschritten, werden trotzdem die Abflussspitzen deutlich verringert.

Unversiegelte Flächen im Bereich der Hauptabflusswege und innerhalb von abflusslosen Senken weisen momentan nur ein geringes Schadenspotential auf, da das Niederschlagswasser im Falle eines Starkregens auf der Fläche versickern kann. Im Hinblick auf mögliche Schäden sollte aber eine Bebauung oder Flächenversiegelung in diesen Bereichen auch in Zukunft vermieden werden. Unvermeidbare Bebauung sollte mit technischen Maßnahmen zum Schutz vor Überflutungen versehen werden. Dies gilt auch für die in der „Handlungskarte Klimaanpassung Neuss“ ausgewiesenen Überflutungsbereiche bei Flusshochwasser entlang des Rheins und der Erft. Diese Flächen sollten, wo noch nicht erfolgt, zu auentypischen Flächen weiterentwickelt werden.

Beispiele für planungsrechtliche Umsetzungsinstrumente und Maßnahmen

Die vorhandenen Instrumente sollten ausgenutzt werden, um Klimaanpassungsmaßnahmen in Planungsprozesse zu integrieren. Flächennutzungs- und Bebauungspläne bieten im Rahmen von Änderungen beziehungsweise der Ausweisung neuer Baugebiete die Möglichkeit, bestimmte Darstellungen (FNP) oder Festsetzungen (B-Pläne) zu enthalten. Im Folgenden sind einige Beispiele aufgelistet, wie konkrete Maßnahmen in Flächennutzungspläne und B-Pläne übernommen werden können.

- 1 Um **Frei- und Frischluftflächen** zu erhalten beziehungsweise neue Frei- und Frischluftflächen zu schaffen, können in den FNP großräumige Darstellungen von nicht baulichen Nutzungen mit unterschiedlichen Zweckbestimmungen wie Parkanlagen, Dauerkleingärten, Sport-, Spiel-, Zelt- und Badeplätze sowie Friedhöfe integriert werden (nach § 5 Abs. 2 Nr. 5 BauGB). Darüber hinaus können Wasserflächen (als Flächen, die nach § 5 Abs. 2 Nr. 7 BauGB aufgrund des Hochwasserschutzes und der Regelung des Wasserabflusses freizuhalten sind) sowie landwirtschaftliche Flächen und Waldflächen (nach § 5 Abs. 2 Nr. 9 BauGB) dargestellt werden. Im B-Plan kann die Erhaltung beziehungsweise Schaffung von Frei- und Frischluftflächen über die Festsetzung der Grundfläche oder Grundflächenzahl (§ 9 Abs. 1 Nr. 1 BauGB), der überbaubaren und nicht überbaubaren Grundstücksfläche (§ 9 Abs. 1 Nr. 2 BauGB) sowie Flächen, die von der Bebauung freizuhalten sind (§ 9 Abs. 1 Nr. 10 BauGB) gesteuert werden. Ferner ist es möglich im B-Plan öffentliche und private Grünflächen wie Parkanlagen, Dauerkleingärten, Sport-, Spiel-, Zelt- und Badeplätze sowie Friedhöfe festzusetzen (§ 9 Abs. 1 Nr. 15 BauGB). Auch lassen sich Flächen für die Landwirtschaft und Waldflächen festsetzen (§ 9 Abs. 1 Nr. 18 BauGB).

Besonders vorteilhaft für das Lokalklima sind **Luftleitbahnen**. Deren Erhalt beziehungsweise Schaffung können durch die oben bereits erwähnten Darstellungen und Festsetzungen zu Frei- und Frischluftflächen im FNP und in den B-Plänen ermöglicht werden. Förderlich kann in diesem Zusammenhang auch sein, in der Begründung zum FNP (§ 5 Abs. 5 BauGB) beziehungsweise B-Plan (§ 9 Abs. 8 BauGB) besonders auf die lokalklimatische Bedeutung der betreffenden Flächen für die Frischluftversorgung des Siedlungsraumes einzugehen.

- 2 Maßnahmen wie die **Begrünung von Straßenzügen, Dächern und Fassaden** können durch das Festsetzen von Anpflanzungen und Pflanzenbindungen für einzelne Flächen oder für ein B-Plangebiet beziehungsweise Teile davon in den B-Plan integriert werden

(§ 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB). Auf diese Weise ist es beispielsweise möglich, Stellplätze und bauliche Anlagen zu begrünen und zu bepflanzen. Durch die vorgenannten Festsetzungen nach § 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB lassen sich auch die Bepflanzung urbaner Räume mit wärmeresistenten Pflanzenarten mit geringem Wasserbedarf sowie der vermehrte Einsatz bodenbedeckender Vegetation und die Vermeidung oder künstliche Abdeckung unbewachsener Bodenflächen in Bebauungspläne integrieren. Auch lassen sich auf diese Weise Hauswandverschattung und Wärmedämmung im B-Plan festsetzen.

- 3 Die Verwendung baulicher **Verschattungselemente** im öffentlichen Raum (z.B. Arkaden, Sonnensegel) lässt sich durch das Festsetzen von Verkehrsflächen besonderer Zweckbestimmung erreichen.
Ganz konkrete Maßnahmen zur **Optimierung der Gebäudeausrichtung** können zum Beispiel die Ausrichtung von Gebäudeöffnungen zur Wind abgewandten Seite oder die Planung von Gebäudekomplexen mit wind- und wettergeschützten Innenhöfen sein. Im Bebauungsplan können zu diesen Zwecken die Bauweise, die überbaubaren und nicht überbaubaren Grundstücksflächen sowie die Stellung der baulichen Anlagen festgesetzt werden (§ 9 Abs. 1 Nr. 2 BauGB).
- 4 Eine Möglichkeit zur Klimaanpassung in dicht bebauten, urbanen Gebieten stellt der **Rückbau versiegelter Flächen** dar. Dies kann durch die Festsetzung einer nicht baulichen Nutzung erfolgen (vgl. 1. Frei- und Frischluftflächen). Hier gilt es zu beachten, dass die Umnutzung baulich genutzter Grundstücke in nicht baulich genutzte Grundstücke in der Regel mit Entschädigungsansprüchen nach dem Planungsschadensrecht verbunden ist. Hier ist jeweils eine Einzelfallbetrachtung notwendig. Mit Hilfe von § 179 BauGB kann jedoch die Entsiegelung dauerhaft nicht mehr genutzter Flächen durch ein Entsiegelungsgebot durchgesetzt werden, sofern dies der Umsetzung des B-Plans dient. Rückbau- und Entsiegelungsmaßnahmen werden vor allem bei Stadtumbaumaßnahmen (§§ 171a – d BauGB) gefördert. Auch das BNatSchG (Eingriffsregelung) kann herangezogen werden, da vor allem bei Baumaßnahmen die Entsiegelung von Flächen oberste Priorität hat.
- 5 Die Verbesserung beziehungsweise Ermöglichung der dauerhaft funktionierenden **Versickerung** (z.B. durch Versickerungsgräben oder -mulden) sowie die Schaffung von Bauwerken wie **Niederschlagswasserzweischenspeicher und Notwasserwege** (z.B. Regenrückhaltebecken, Sammelmulden) können durch eine Festsetzung von Flächen für die Abfall- und Abwasserbeseitigung, einschließlich der Rückhaltung und Versickerung von Niederschlagswasser (§9 Abs. 1 Nr. 14 BauGB), im B-Plan ermöglicht werden. Zudem kann im Falle der Schaffung von Niederschlagswasserzweischenspeichern und Notwasserwegen das Festsetzen von Flächen für die Wasserwirtschaft, für Hochwasserschutzanlagen und für die Regelung des Wasserabflusses (§9 Abs. 1 Nr. 16 BauGB) erfolgen.
Freiflächen, die bei extremen Niederschlägen beaufschlagt werden können, sind aber keine abwassertechnischen Anlagen im herkömmlichen Sinn und daher auch nicht durch die Stadtentwässerung (ISN) zu unterhalten.

4. Maßnahmenkatalog zur Anpassung an den Klimawandel

Während es in den heißen Klimazonen der Erde schon immer einen klimaangepassten Städtebau (z. B. enge Gassen mit Verschattung der Hauswände, helle Oberflächen) gegeben hat, ist in unseren Regionen ein Umdenken erforderlich, um eine Anpassung an die Folgen des Klimawandels zu erreichen. Es muss eine Umgestaltung der Stadt-, Quartiers- und Gebäudearchitektur stattfinden, um eine Verminderung der zukünftigen Belastungen durch die Folgen des Klimawandels zu erreichen. Zur Erstellung eines systembezogenen Handlungskatalogs werden für jedes Problemfeld bzw. jeden thematischen Vulnerabilitätsbereich (Hitzebelastung und Trockenheit (orange) und Extremniederschläge (blau)) die vorhandenen bzw. im Rahmen der Gefährdungs- und Risikoanalyse erarbeiteten Informationen zusammengestellt. Darauf aufbauend können Maßnahmen oder Maßnahmenbündel empfohlen und mit anderen Problemfeldern abgeglichen werden, z. B. welche Interaktionen mit Anpassungsmaßnahmen in anderen Problembereichen (z. B. Extremniederschläge mit Hitze) oder Verantwortungsbereichen bei der Planung und Umsetzung zu beachten sind.

Die im Katalog der Maßnahmensteckbriefe zur Klimaanpassung (siehe Anlage) zusammengestellten Klimaanpassungsmaßnahmen sind unterteilt nach unterschiedlichen Maßstabsebenen. Der farblich markierte räumliche Bezug unterscheidet Maßnahmen zur Anpassung der Stadtstruktur an den Klimawandel (grün), Maßnahmen zur Anpassung auf Quartiersebene (gelb) und Anpassungsmaßnahmen auf Gebäudeebene (rosa). Einige Maßnahmen haben keinen räumlichen Bezug, die entsprechende Tabellenzeile bleibt weiß. Alle Maßnahmen werden in Form von Steckbriefen mit einer ausführlichen Beschreibung, ihren Anwendungsbereichen, eventuell auftretenden Synergien und Zielkonflikten sowie Akteuren, Kooperationspartner, Zielgruppe und Umsetzungsinstrumenten vorgestellt. Tabelle 4.1 zeigt den Aufbau der Steckbriefe mit einem Beispiel zur Hitzereduzierung (orange) auf Stadtebene (grün).

Tab. 4.1 Aufbau der Steckbriefe zur Klimaanpassung

Titel	Erhalt und Schaffung von Luftleitbahnen
Räuml. Bezug	Stadtstruktur
Relevanz	Sehr hoch
Beschreibung	
Erwartete Auswirkungen	
Synergien	
Zielkonflikte	
Akteure	◆
Kooperationspartner	
Zielgruppe	
Umsetzungsinstrumente	

Bei der Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen ist die Zusammenarbeit verschiedener Bereiche innerhalb der Kommune ein entscheidender und das Ergebnis beeinflussender Faktor. In vielen Kommunen finden einzelne planerische Verfahren (z. B. Bauleitplanung, wasserwirtschaftliche Planung) überwiegend getrennt oder zeitlich nachgeschaltet statt. Dementsprechend schwer ist es, unterschiedliche Belange in die jeweils anderen planerischen Verfahren einzubringen. Insbesondere die Belange derjenigen kommunalen Ressorts, die lediglich als Träger öffentlicher Belange in Planungsverfahren eingebunden sind (z. B. Gesundheitsressort), finden im Rahmen der Umsetzung nur selten Berücksichtigung.

Durch eine integrierte Zusammenarbeit der verschiedenen Planungsbereiche zu einem möglichst frühen Zeitpunkt der Maßnahmenplanung besteht die Möglichkeit, die verschiedenen Belange frühzeitig zu bündeln, besser untereinander abzuwägen und möglichst in Einklang zu bringen. Eine integrierte Zusammenarbeit kann ergänzend zur schriftlichen Abfrage von Stellungnahmen im Rahmen regelmäßiger Ressortbesprechungen oder projektbezogener ressortübergreifender Arbeitsgruppen erfolgen. Mögliche Zielkonflikte von Maßnahmen können durch eine integrierte Planung mit Beteiligung verschiedener Ressorts entschärft werden, Synergien aufgedeckt und genutzt werden. Durch die integrierte Zusammenarbeit verschiedener Planungsbereiche kann der Besprechungsaufwand in den Kommunen zwar anwachsen, letztlich wird die Planungsarbeit durch frühzeitige Absprachen aber erleichtert und qualitativ verbessert.

Einige Anpassungslösungen des Handlungskatalogs wie zum Beispiel Dachbegrünungen oder die Begrünung von Straßenzügen machen keinen Sinn, wenn nicht zuvor die baulich-technischen Voraussetzungen wie Dachstatik oder der Verlauf von Leitungstrassen und Kanälen im Straßenbereich abgeklärt werden. Sollen Anpassungsmaßnahmen für ganze Stadtviertel entwickelt werden, ist die Durchführung einer technischen Machbarkeitsstudie sinnvoll, die z. B. klärt, welche Dächer sich zur Begrünung eignen. Das bedeutet gleichzeitig aber auch einen gewissen Aufwand im Vorfeld der Planungen.

Ein effizienter Einsatz von Anpassungslösungen ist nur dann möglich, wenn man in der Lage ist, Bereiche zu identifizieren, in denen ein Handlungsbedarf besteht, und abzuschätzen, mit welcher Strategie und mit welchem Einsatz ein möglichst hoher Kosten-Nutzen-Quotient erreicht wird. Sollen Auswirkungen einer beabsichtigten Veränderung der Stadtstruktur vorausgesagt werden, ist der Einsatz eines numerischen Simulationsmodells eine sinnvolle Lösung.

4.1 Anpassungsmaßnahmen auf verschiedenen Maßstabsebenen

Maßnahmen zur Anpassung der Stadtstruktur

Langfristig umzusetzende Maßnahmen fallen in den Bereich der Freiraumplanung. Aufgrund der sehr langsamen Geschwindigkeit eines nachhaltigen Stadtumbaus besteht hier ein hoher Handlungsdruck für die Stadtplanung. Anpassungsmaßnahmen für Veränderungen, die sich erst in der Zukunft ergeben, müssen bereits heute beginnen. Im Bereich der Siedlungswasserwirtschaft sind Maßnahmen zur Verminderung des Oberflächenabflusses durch Flächenentsiegelung und Verbesserung der Rückhalte- und Versickerungsmöglichkeiten kurzfristig umsetzbar.

Anpassungsmaßnahmen auf Quartiersebene

Kurzfristig umzusetzende Maßnahmen zur Anpassung der städtischen Infrastruktur an den Klimawandel sind Begrünungs- und Entsiegelungsmaßnahmen im Straßenraum. Ebenfalls kurzfristig umsetzbar ist die Schaffung von kleineren offenen Wasserflächen im Stadtbereich. Maßnahmen gegen eine Fehlfunktion des Kanalisationssystems und zur Minderung von Schadenspotenzialen bei Überflutungen verlangen meist einen höheren technischen und finanziellen Aufwand und sind nur mittel- oder langfristig umsetzbar.

Anpassungsmaßnahmen auf Gebäudeebene

Kurzfristig umzusetzende Maßnahmen zur Reduzierung der Hitzebelastung im städtischen Raum auf Gebäudeebene sind Dach- und Fassadenbegrünungen. Veränderungen im Gebäudedesign, wie die Gebäudeausrichtung, Hauswandverschattung, Wärmedämmung und der Einsatz von geeigneten Baumaterialien können als mittelfristige Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel zusammengefasst werden.

Übergeordneter Aspekt für fast alle Anpassungslösungen ist auch die Schaffung eines (politischen) Bewusstseins für die Umsetzungsbereitschaft von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel. Diese Überlegungen stellen grundsätzliche Voraussetzungen für eine erfolgreiche Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen dar und sollten deshalb am Anfang stehen. Neben den öffentlichen Institutionen sind auch die Bürgerinnen und Bürger aufgerufen, sich in Zukunft verstärkt mit den Fragen des Klimawandels und den Möglichkeiten zur Anpassung im eigenen Umfeld zu engagieren. Bürgerinnen und Bürger treffen Entscheidungen in ihrem privaten Umfeld und können somit einen wichtigen Beitrag zur Klimaanpassung leisten. Das eigene Haus, der eigene Garten und angrenzende Bereiche bieten dazu ein großes Betätigungsfeld. Nicht zuletzt auch gewerbliche und industrielle Investoren können durch ihre raumbestimmenden Entscheidungen einen wichtigen Beitrag zum Gelingen des Anpassungsprozesses beisteuern. Daher ist die Information und aktive Beteiligung von Akteuren, Bürgerinnen und Bürgern sowie von privaten Einrichtungen an den Planungen und Umsetzungen für eine klimaangepasste Stadt besonders wichtig. Ziele dieser Maßnahmen sind neben der Informationsvermittlung vor allem der aktive Einbezug der Beteiligten in Planung und Umsetzung.

4.2 Maßnahmenplan für die Biotopverbund- und Grünplanung

Nicht an jedem Ort innerhalb eines Siedlungsgebietes ist es aus stadtklimatischer Sicht sinnvoll, Begrünungen vorzunehmen. Zusätzlich spielt die Art der Begrünung eine entscheidende Rolle. Beispielsweise ist bei Bäumen ihre Gestalt von entscheidender Bedeutung: Bäume mit breiten, tief ansetzenden Kronen können Frischluftschneisen verstopfen und somit zumindest örtlich einen negativen Effekt bewirken. Gleiches gilt für breite Strauchbeete mit relativ hochwachsenden Bodendeckern und Hecken, die ebenfalls eine Barriere für Luftströmungen darstellen könnten, wenn sie auch eine günstige Staubfilterwirkung aufweisen. Schließlich ist die

Wahl der Arten bzw. ihrer innerartlichen Sippen (bei Kulturpflanzen Sorten = Kultivare) bedeutend, einerseits in taxonomisch-spezifischer Hinsicht, andererseits hinsichtlich ihrer Wuchsformtypen, die bei Sorten relativ klar sind, bei allgemeinen Herkünften oder gebietsheimischem Pflanzgut nicht ohne Weiteres vorausgesagt werden können.

Grundsätzlich sollten die Begrünungselemente in erster Linie der thermischen und der lufthygienischen Komponente des Stadtklimas dienlich sein. Um dem Biodiversitätsschutz entgegen zu kommen, sollte dann die Schnittmenge mit entsprechenden Arten gesucht werden. Ein grundsätzliches Patentrezept existiert allerdings nicht, das eine Allgemeingültigkeit für alle Standortsituationen selbst bei sonst maximaler Vergleichbarkeit versprechen kann. Hinzu kommt, dass bestimmte Eigenschaften von Pflanzen, die als geeignet erscheinen, andererseits hinsichtlich eines anderen Klimafaktors wiederum ungünstig sein können. So sind Bäume mit großflächigen Blättern als Feinstaubfilter zunächst günstig, eine große Blattoberfläche kann aber ein Problem für zunehmende Trockenheit sein, weil eine höhere Verdunstungsrate erzielt wird; andererseits sind Bäume mit schmalen Blättern besser widerstandsfähig gegenüber Verdunstung, fangen aber erheblich weniger Feinstaub ab. Schließlich existieren art- und sortenspezifische Wirkungen, die trotz laufender Forschungsprojekte und bereits existenter Arten- und Sortenlisten (für Stadt- bzw. Straßenbäume) nur teilweise bekannt sind. Es ist damit für den jeweilig zu betrachtenden Einzelfall – der jeweilige Straßenzug, die jeweilige Siedlung – nach einer Lösung zu suchen.

Im Stadtgebiet von Neuss fällt bereits die Menge an thermophilen Pflanzenarten auf, die eindeutige Hinweise für eine Klimaerwärmung darstellen. Allerdings sind nur vergleichsweise wenige dieser Arten geeignet, um im Rahmen eines Klimaanpassungskonzeptes maßgebliche Beiträge zu liefern. Angesichts des sturmbedingten Einbruchs des Baumbestandes sind daher für eine erste konkrete Fallstudie besonders ausgedehnt baumbestandene Bereiche, die einen entsprechend hohen Sturmschaden davon getragen haben, als Vorranggebiete zu behandeln. Die parkähnlichen Siedlungswaldgebiete Jostensbusch und Kruchensbusch waren daher zwei der Flächen, die eingehend studiert wurden und für die nachfolgend Maßnahmen zum Umgang mit Biodiversität vorgeschlagen werden. Hier sind gleichermaßen naturschutzfachliche Erhaltung und Förderung wie Klimaanpassung zu berücksichtigen. Ein anderer Problemraum, der prioritär zu behandeln ist, stellt das Barbaraviertel dar, in dem Bäume zur Klimaverbesserung bereits entfernt werden mussten und für die ein sinnvoller Ersatz vorzuschlagen ist. Hierbei steht die Klimaanpassung im Vordergrund, allerdings lassen sich auch hier Maßnahmen für Förderung von heimischen Organismenarten anbringen. Sie würden die bereits vorgenommenen Maßnahmen zur Vereinbarkeit von Biodiversität und Klimaanpassung sinnvoll ergänzen (Übersicht bei Vogt-Sädler & al. 2012).

Erhaltung und Förderung von Biodiversität münden konzeptionell in der Biotopverbund- und Grünplanung. Durch die Fallstudien konnte ein Überblick darüber gewonnen werden, welche Maßnahmen für die Untersuchungsbereiche geeignet sind. Im Barbaraviertel spielt der Einsatz von Stadtgrün die entscheidende Rolle und ist der Klimaanpassung unterzuordnen, während in Jostensbusch und Kruchensbusch zusätzlich in gleicher Weise die Biotopverbundplanung betroffen ist und diese Planungen auf gleicher Ebene wie die Klimaanpassung anzusiedeln sind.

Im Folgenden werden entsprechende Maßnahmen für die untersuchten Fallstudiengebiete vorgeschlagen.

Als Ergänzung folgt eine Liste empfehlenswerter Baumarten für Pflanzungen für Straßenbäume in Neuss, die Aspekte von Klimaanpassung, Biodiversität und Pflanzungstradition zusammenbringt.

4.2.1 Ergebnisse aus den Fallstudien

Barbaraviertel

Die Neuanpflanzung von Straßenbäumen muss sich prioritär an den Maßgaben der Klimaanpassung orientieren. Entsprechend sind hier nur hochstämmige Bäume mit höher ansetzender, schmaler Krone geeignet. Unter Berücksichtigung der regionalen Pflanztraditionen und verwandter einheimischer Sippen seien daher entsprechende Sorten des Spitz-Ahorns (*Acer platanoides*) und der Hainbuche (*Carpinus betulus*) vorgeschlagen. Im Falle des Spitz-Ahorns handelt es sich bei der Sorte 'Columnare' um die nach GALK-Straßenbaumliste (GALK 2015) empfehlenswerteste Sorte (Typ 1, 2, 3), die auch nach eigenen Beobachtungen allen Anforderungen gerecht wird; lediglich besteht bei starkem Blattlausbefall die Möglichkeit einer verstärkten Honigtauabsonderung. Bezüglich der Hainbuche ist die Sorte 'Frans Fontaine' am besten geeignet; nach GALK (2015) sollen zwar vermehrt Spätfrostschäden auftreten können, dies konnte jedoch bei Beobachtungen an Pflanzungen als Stadt-Straßenbaum bisher nicht selbst bestätigt werden und dürfte für Neuss auch nur eine geringe Rolle spielen.

Der Bewuchs auf den Baumscheiben unterhalb sollte niedrig gehalten werden. Um die Biodiversität zu fördern, sind daher heimische Formen der Wilden Malve (*Malva sylvestris*) geeignet, um hier einen entsprechend niedrigen Wuchs zu erhalten. Ergänzt werden können indigene Bodendecker, wobei standörtlich Gundermann (*Glechoma hederacea*) geeignet erscheint; sinnvollerweise sollten heimische Vorkommen an trockeneren Standorten hierzu besammelt und vermehrt werden.

Jostensbusch

Einerseits sollte der parkartige Charakter des Jostensbusches erhalten bleiben und in ökologischer Hinsicht gefördert werden, andererseits sind die Altbaumbestände unbedingt zu erhalten. Die Pflanzung neuer Bäume sollte in allenfalls geringem Umfang erfolgen und die potentiell natürliche Vegetation berücksichtigen. Grundsätzlich erscheint es aus klimatischer Sicht sinnvoll, den Baumbestand nicht wesentlich zu erhöhen, sondern aufkommende Verjüngung selektiv zu nutzen. Dabei sollten klimaangepasste Bäume, vor allem Götterbaum und Walnuss, neben den heimischen Arten Stiel-Eiche, Esche, Rot-Buche, Hainbuche und vereinzelt auch Sand-Birke geduldet werden, während andere Arten, Großsträucher und flächige Brombeervorkommen zu entfernen sind. Die größeren Sturm-Verlichtungsflächen an der Straße „Am Jostensbusch“ sollten zu urbanen Wiesen entwickelt werden. Dabei sollte Mahdgutübertragung bzw. das Heudruschverfahren mit Herkünften aus der Umgebung Anwendung finden, denkbar ist auch der Einsatz von Regiosaatgut, während Einsaaten mit gebietsfremden Pflanzenarten und -formen unbedingt zu verhindern sind. Ein Konzept hierzu sollte analog zum Konzept für ökologische Grünflächenpflege und -anlage der Stadt Bonn entwickelt werden (vgl. Hachtel & al. 2008; siehe auch Fischer & al. 2013 zur generellen Bedeutung derartiger

urbaner Grünländer und ihres Entwicklungspotenzials). Das Wegenetz sollte in einen sicheren Zustand versetzt, aber nicht weiter ausgebaut werden, damit den Erfordernissen des Natur- bzw. Biodiversitätsschutzes Rechnung getragen werden kann.

Kruchensbusch

Die großen Verlichtungsflächen im Bereich des Kruchensbusches bieten die Möglichkeit, dieses Gebiet mehr als den Jostensbusch als Park auszubauen. Dabei sollten aber naturnahe Zustände erhalten bzw. entwickelt werden. Die ausgedehnten Brennesselfluren sind dabei zurückzudrängen und nur in einiger Entfernung von den Wegen zu erhalten. Die erhaltenen Flächen sollten ebenfalls zu urbanen Wiesen, in ähnlicher Weise wie für den Jostensbusch vorgeschlagen, entwickelt werden, wobei hier ein Mosaik von weniger oft gemähten Wiesen und rasenartigen Flächen mit häufigerer Mahd gestaltet werden kann. Hochstaudenfluren mit reichlich blühenden Arten können vereinzelt in Nähe der Wege, vermehrt an den Gehölzsäumen erhalten oder entwickelt werden. In der Fläche verbliebenes Totholz sollte an jeder möglichen Stelle im Gebiet verbleiben. Zwischenzeitlich wurde eine Wiederaufforstung geplant, wobei die Artenmischung geeignet erscheint, da sie weitgehend der potentiell natürlichen Waldvegetation angehört; außer heimischen Arten sind auch Schwarznüsse (*Juglans nigra*) berücksichtigt worden, was für den Parkcharakter der Fläche wenig problematisch scheint, allerdings existieren noch keine Erfahrungen mit einer potenziellen spontanen Ausbreitung der Art, weshalb eine zukünftige invasive Ausbreitung nicht auszuschließen ist. Die Pflanzung zusätzlicher Bäume sollte sich auf Einzelbäume beschränken, wobei hier auch vereinzelt gebietsfremde Arten wie die genannte Schwarznuss Verwendung finden können, der Schwerpunkt sollte aber auf Eschen und vereinzelt Stiel-Eichen liegen. Ansonsten sollte im Bereich der erhaltenen Gehölzbestände der Jungwuchs gefördert werden, sofern er nicht zu dicht wird. Auch hier sollten Götterbaum und Walnuss geduldet werden, sofern die Bestände sich nicht zu sehr verdichten.

4.2.2 Kommentierte Liste der Neusser Zukunfts-Straßenbäume

Die Stadt Düsseldorf (Törkel 2015) legte unlängst eine Zukunftsbaumliste für ihren Zuständigkeitsbereich vor, die mit der GALK-Straßenbaumliste (GALK 2015) abgestimmt ist. Diese Liste berücksichtigt alle wesentlichen Aspekte für die Eignung entsprechender Baumarten und -sorten im Rahmen der Erfordernisse einer Klimaanpassung, stellt insofern einen wichtigen Meilenstein dar, ist jedoch zu umfangreich, um die sinnvollen Sippen herauszufiltern und enthält viele Sorten, bei denen Sinn, Nutzen und Tradition für eine regelmäßige Verwendung angezweifelt werden kann. Viele der dort angeführten Aspekte sind auch für Neuss von Bedeutung und können dort nachgeschlagen werden, wenn es um konkrete Verwendungen vor Ort geht. Trotzdem erschien es wichtig, eine eigenständige Liste für die Verwendung als Straßenbäume vorzulegen, um Aspekte der Kulturtradition und Biodiversität hinreichend zu berücksichtigen. Dass es nicht *den* Baum gibt, der ausschließlich günstige Eigenschaften aufweist, wird bei derzeitigen Versuchen immer deutlicher (vgl. z. B. die Untersuchungen zu Hitzeschäden durch Uehre 2015). Es ist aber wichtig, sinnvolle Kompromisslösungen und maximal geeignete Bäume zu finden. Dazu vermag folgende Liste einen Beitrag leisten. In

Städten können freilich weitere Sippen gepflanzt wird, z. B. wird man nicht grundsätzlich auf Platanen verzichten mögen; die Übersicht ist aber ganz auf Straßenbäume zugeschnitten.

***Acer campestre* – Feld-Ahorn**

Diese möglicherweise einheimische Art spielt generell bei zukünftigen Pflanzungen eine bedeutende Rolle, in der Ursprungsform allerdings mehr als Einzel- und Gruppenpflanzungen in Parks und Anlagen sowie Straßen mit breitem Gehölzsaum. Für Siedlungsstraßen eignen sich die säulenförmigen bzw. aufrechten Sorten 'Fastigiata' und 'Huibers Elegant'.

***Acer negundo* – Eschen-Ahorn**

Wird als invasive Schadart betrachtet, ist aber in NRW allenfalls örtlich invasiv. Ihr spontanes Auftreten kann in gleicher Weise wie bei der Ursprungsform genutzt werden; punktuell sind auch Pflanzungen möglich.

***Acer platanoides* – Spitz-Ahorn**

Die Ursprungsform kann in ähnlicher Weise wie die Ursprungsform des Feld-Ahorns und der Eschen-Ahorn genutzt werden; da diese häufig spontan auftritt, kann ihr Vorkommen an entsprechenden Stellen geduldet oder gefördert werden. Von den in der Düsseldorfer Zukunftsbaumliste genannten geeigneten Sorten können alle unter den entsprechenden Bedingungen verwendet werden. Besonders bedeutsam erscheint die Sorte 'Columnare' (Typ 1, 2, 3) für enge Straßen (säulenförmig) sowie die Sorte 'Globosum' mit kugelförmiger Krone (traditioneller Straßenbaum).

***Aesculus carnea* – Rote Rosskastanie**

Auf nicht zu verdichteten Böden und bei geringerem Versiegelungsgrad erheblich besser geeignet als die Gewöhnliche Rosskastanie, besonders in der attraktiven Sorte 'Briotii'.

***Ailanthus altissima* – Götterbaum**

Laut GALK (2015) nicht geeignet, weil Bruchgefahr und starke vegetative Ausbreitung. An geeigneten Stellen, wohl eher abseits der Straßenränder, aber durchaus brauchbar, weil klimaangepasst. Pflanzungen sind allerdings eher weniger sinnvoll, spontan auftretende Exemplare hingegen sollten geduldet und gefördert werden, wo es möglich erscheint. Ist als schadhaft invasiv eingestuft, was aber in NRW nur ganz lokal gilt.

***Alnus cordata* – Italienische Erle**

Spätfrostgefährdung und Schneebruchgefahr dürften in Neuss nur eine geringe Rolle spielen, so dass dieser sonst bestens geeignete Stadtbaum (weiterhin) empfehlenswert ist. An geeigneten Stellen können Verjüngungen geduldet oder gefördert werden.

***Betula pendula* – Sand-Birke**

In der Ursprungsform an geeigneten Stellen gut brauchbar; spontane Vorkommen sind besser angepasst und sollten geduldet und gefördert, gegebenenfalls vermehrt werden, da sie entgegen den Angaben in den genannten Listen durchaus stadtklimafest sind, allerdings sind sonstige potenzielle Probleme zu beachten (siehe Törkel 2015).

***Carpinus betulus* – Hainbuche**

Geeignet sind die säulenförmigen Sorten 'Frans Fontaine' und 'Fastigiata', wobei die erstgenannte für dauernde Pflanzungen zu bevorzugen ist.

***Cornus mas* – Kornelkirsche**

Hochstämmige Kultivare sind als kleine Straßenbäume gut geeignet.

***Corylus colurna* – Baumhasel**

Als Straßenbaum insgesamt bewährt, in der Fruchtzeit allerdings unter Umständen sehr viele große Fruchtkomplexe abwerfend.

***Crataegus monogyna* – Eingriffeliger Weißdorn**

Die Sorte 'Stricta' ist als kleiner Straßenbaum geeignet.

***Fraxinus angustifolia* – Schmalblättrige Esche**

Ist als Ursprungsform und in der Sorte 'Raywood' als Stadtbaum geeignet.

***Fraxinus excelsior* – Gewöhnliche Esche**

Die Ursprungsform ist weniger geeignet als Straßenbaum, breitet sich aber spontan stark im urbanen Raum aus, daher an sinnvollen Stellen (keine engen Straßen) in der Stadt vermutlich verwendbar, wenn diese Herkünfte vermehrt werden (dürfen aber nicht zu alt werden, sonst ist Bruchgefahr gegeben). Die Sorte 'Altena' kann an nicht zu trockenen Stellen als Straßenbaum verwendet werden, besser ist vermutlich noch die Sorte 'Geessink'.

***Fraxinus ornus* – Blumen-Esche**

An nicht zu schmalen Straßen in der Ursprungsform geeignet, an schmalen Straßen besser in der Sorte 'Rotterdam'.

***Ginkgo biloba* – Ginkgobaum**

Geeignet als männliche Pflanzen (weibliche sollten wegen der stinkenden Früchte vermieden werden), vor allem die säulenförmige Sorte 'Fastigiata Blagon'.

***Juglans regia* – Walnuss**

Breitet sich aus, ist an geeigneten Stellen (breitere Säume) vornehmlich aus Spontanvorkommen sinnvoll zu erhalten; Anpflanzungen erscheinen nur lokal sinnvoll.

***Liquidambar styraciflua* – Amberbaum**

Die Ursprungsform und die Sorten sind bewährte, nicht zu stark wachsende Straßenbäume; für zu basische Böden nicht empfehlenswert.

***Malus tschonoskii* – Woll-Apfel**

Unter allen Apfelarten scheint nur diese Art besonders geeignet als Straßenbaum.

***Mespilus germanica* – Echte Mispel**

An geeigneten Stellen (nicht zu schmale Straßen) geeigneter Kleinbaum, jedoch eher einzeln.

***Prunus cerasifera* – Kirschkpflaume**

In verschiedenen Sorten an nicht zu schmalen Straßen geeignet; abwechselndes Pflanzen von weiß-, rosa- und tiefrosablütigen Sorten kann eine attraktive Abwechslung ergeben.

***Pyrus calleryana* – Chinesische Birne**

In der Sorte 'Bradford' sehr geeignet, die bewährte Sorte 'Chanticleer' wirft häufiger Früchte, ist aber sonst ähnlich einzustufen.

***Quercus cerris* – Zerr-Eiche**

An nicht zu schmalen Straßen geeignet; verjüngt sich oft in Menge, an sinnvollen Stellen kann Jungwuchs geduldet bzw. gefördert werden.

***Sophora japonica* – Schnurbaum**

In den Sorten 'Columnaris' und 'Princeton Upright' gut als städtischer Straßenbaum geeignet, auch an stärker versiegelten Stellen.

***Sorbus aria* – Mehlbeere**

Vor allem in der Sorte 'Magnifica' als Stadt-Straßenbaum gut geeignet, die Sorte auch an schmalen Straßen.

***Sorbus intermedia* – Schwedische Mehlbeere**

Als Straßenbaum bewährt und geeignet, sehr windfest, vor allem die schmal wachsende Sorte 'Brouwers'.

***Tilia cordata* – Winter-Linde**

Diese wie die folgende und die meisten anderen Linden sind wegen Honigttauabsonderung nicht immer beliebt, aber vor allem in der Sorte 'Greenspire' günstig, letztere auch an schmalen Straßen. Die Windbruchfestigkeit an städtischen Straßen bedarf aber – wie bei allen Linden – noch eingehenderer Studien.

***Tilia x europaea* – Kaiser-Linde**

In der Sorte 'Pallida' gut geeignet, wenn die Straßen nicht zu schmal sind.

5. Evaluation der Maßnahmen und Controllingkonzept

Für eine in die Zukunft gerichtete Kommunalplanung ist es unabdingbar, bereits zum jetzigen Zeitpunkt Klimaanpassung in aktuelle Planungen zu integrieren, um die Auswirkungen des Klimawandels so erträglich wie möglich zu gestalten. Um das Ablaufschema zur Integration von Klimaanpassungsmaßnahmen und die „Handlungskarte Klimaanpassung Neuss“ langfristig und aktuell in die Planungsprozesse der Stadt Neuss einzubeziehen, bedarf es eines mehrstufigen Controllingkonzeptes. Es enthält Aufgaben aus drei verschiedenen Themenfeldern, die auf drei unterschiedlichen Zeitachsen eine Rolle spielen. Die für die Integration von Klimaanpassungsmaßnahmen Verantwortlichen aus den entsprechenden Fachabteilungen haben die Aufgabe, die Grundlageninformationen aktuell zu halten, eine Checkliste für Planungsvorhaben abzuarbeiten und die städtischen Ziele sowie erfolgte Anpassungsmaßnahmen zu evaluieren. Dabei sind einige Aufgaben permanent zu berücksichtigen und die Aktualisierungen im Zeitraum von 2-5 Jahren bzw. 5-10 Jahren durchzuführen. Die Kommunalpolitik kann dabei als Überwachungsinstrument zur Einhaltung der notwendigen Schritte fungieren. Das Controllingkonzept für die Integration von Klimaanpassungsmaßnahmen in Planungsprozesse der Stadt Neuss ist als Übersicht in der Abbildung 5.1 dargestellt.

5.1 Aktualisierung der Grundlageninformationen

5.1.1 Überwachung der Entwicklung der städtischen Wärmeinsel (permanent)

Da die Hitzebelastung eine zentrale Rolle für die Ausweisung von Gefährdungspotentialen im Zusammenhang mit dem Klimawandel spielt, ist eine permanente Überprüfung der Entwicklung der städtischen Wärmeinsel notwendig. Die Daten vorhandener Klimastationen (z. B. die vom Geographischen Institut der Ruhr-Universität Bochum betriebenen temporären Stationen) und periodisch durchgeführte Messfahrten während sommerlicher Hitzeperioden stellen dazu eine ausreichende Datengrundlage zur Verfügung.

Auf der einen Seite kann die mögliche Zunahme von Hitzetagen im Innenstadtbereich verfolgt werden. Die Anzahl der heißen Tage mit Temperaturmaxima von mindestens 30 °C hat sich in den vergangenen 100 Jahren schon mehr als verdoppelt. Hier kommt nach den Klimaprojektionen in den nächsten 50 Jahren nochmal ein Anstieg von rund 200 % dazu. Damit kann es im Zukunftsszenario 2051-2060 im Mittel rund 30 heiße Tage im Jahr geben.

Auch die Intensität der städtischen Hitzeinsel muss permanent überwacht werden. Die Temperaturdifferenz zwischen Freiland und Innenstadt in sommerlichen Strahlungsnächten mit einer Belastung durch nächtliche Hitze liegt aktuell bei 6 bis 8 Kelvin. Durch eine Analyse der Temperaturdifferenzen zwischen der Neusser Innenstadt und Freilandbereichen kann die Entwicklung der Hitzeinselintensität überwacht werden.

5.1.2 Aktualisierung der Zukunftsprojektionen (alle 2-5 Jahre)

Die im Klimaanpassungskonzept Neuss verwendeten Klimaprojektionen beruhen auf den Ergebnissen des IPCC-Berichtes (Intergovernmental Panel on Climate Change) aus dem Jahr

2014. Bei einer zukünftigen Fortschreibung des Reports ist auch eine Aktualisierung der Zukunftsszenarien für Neuss notwendig. Da die Prognosen der zukünftigen Klimaentwicklung mit vielen Unsicherheiten verbunden sind, sollte die Berücksichtigung des Klimawandels bei Planungsfragen immer auf den neuesten verfügbaren Ergebnissen fußen.

5.1.3 Aktualisierung der Klimatopkarte und Fließwegekarte (alle 5-10 Jahre)

Die GIS-basierte Berechnung der Klimatopkarte für Neuss, im Ist-Zustand ebenso wie im Zukunftsszenario 2051-60, erleichtert die zukünftige Aktualisierung dieses Kartenmaterials. Bestimmend für die Einteilung des Stadtgebietes in Klimatope ist die dominierende Nutzungsart sowie die thermale Situation an dem jeweiligen Ort. Entsprechend muss die Karte des Zukunftsszenarios aktualisiert werden, sobald die Ergebnisse der neuen Klimazukunftsprojektionen vorliegen. Beide Karten brauchen eine Aktualisierung, sobald sich die Flächennutzungen im Neusser Stadtgebiet in dem Maße geändert haben, dass diese Änderungen klimawirksam werden. In der Regel ist dies alle 10 Jahre der Fall.

Nutzungsänderungen, insbesondere veränderte Flächenversiegelungen wirken sich bedeutend auf die Karte der Fließwege im Neusser Stadtgebiet aus. Deshalb muss auch diese Karte spätestens nach 10 Jahren aktualisiert werden.

5.2 Checkliste für Planungsvorhaben

5.2.1 Überprüfung von Bauvorhaben auf notwendige Anpassungsmaßnahmen

Für alle zukünftigen Planungsprozesse in der Stadt Neuss sollte das im Kapitel 3.4 beschriebene Ablaufschema im Zusammenhang mit der „Handlungskarte Klimaanpassung Neuss“ in den Abwägungsprozess einbezogen werden.

In einem ersten Schritt ist eine Überprüfung der Lage der betroffenen Fläche im Stadtgebiet notwendig. Mit Hilfe der „Handlungskarte Klimaanpassung Neuss“ muss abgeglichen werden, ob die angestrebte Fläche ein Konfliktpotential aufweist, beispielsweise durch die Lage in einer Frischluftschneise oder einer Luftleitbahn, oder ob es sich um ein aktuelles oder zukünftiges Belastungsgebiet handelt. Ist dies zutreffend, so muss geklärt werden, um welche Art von Belastung es geht, Hitzebelastung und/oder Belastung durch die Folgen von Extremniederschlägen. Ab diesem Zeitpunkt muss eine Belastung, wenn zutreffend, bei jedem weiteren Schritt im Planungsverfahren mit berücksichtigt werden.

Für das Planungsvorhaben muss im Folgenden eine Zusammenstellung notwendiger und sinnvoller Anpassungsmaßnahmen entsprechend der Lage (Belastungsgebiet „Hitze“ und/oder Belastungsgebiet „Extremniederschlag“ oder außerhalb eines Belastungsgebietes) gemacht werden. Hierzu sind die Informationen aus der „Handlungskarte Klimaanpassung Neuss“ und der Maßnahmenkatalog heranzuziehen. Liegt ein Bebauungsplan vor, sollte dieser ämterübergreifend auf die Integration von entsprechenden Klimaanpassungsmaßnahmen überprüft werden.

Begleitend zum Planungsprozess ist eine Diskussion der notwendigen Maßnahmen mit beteiligten Akteuren, der Öffentlichkeit sowie der Politik vorzusehen. Auch die verschiedenen

Bereiche und Ämter müssen in stärkerem Maße miteinander im Austausch stehen und kommunizieren.

5.2.2 Aktualisierung des Maßnahmenkatalogs zur Anpassung an den Klimawandel

In einem Zeitabstand von 2-5 Jahren muss der Maßnahmenkatalog überarbeitet und aktualisiert werden. Erkenntnisse aus der Evaluierung von umgesetzten Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel aus Neuss genauso wie aus anderen Städten sollen in den Maßnahmenkatalog einfließen. Die Klimaanpassung in der Stadtplanung steckt noch in den Anfängen, gesicherte Evaluierungsergebnisse liegen daher erst in einigen Jahren vor.

Neue Erkenntnisse für die Möglichkeiten zur Klimaanpassung sowie eventuelle technische Neuentwicklungen müssen neu in den Maßnahmenkatalog aufgenommen werden. Dabei sind die neuen Maßnahmen entsprechend ihrer Maßstabsebene (Stadtstruktur, Quartiersebene, Gebäudeebene) und ihrer Synergien und Zielkonflikte zu beurteilen.

5.2.3 Aktualisierung der Belastungsgebiete in der „Handlungskarte Klimaanpassung Neuss“

Aus der im Rhythmus von 5-10 Jahren stattfindenden Aktualisierung der Klimatopkarten des Ist-Zustandes und des Zukunftsszenarios und der Karte der Fließwege verbunden mit aktuellen regionalen Klimaprojektionen ergibt sich die Notwendigkeit, die „Handlungskarte Klimaanpassung Neuss“ zu überarbeiten. Dabei sollten neben klimatischen Prognosen und Nutzungsänderungen im Stadtgebiet auch Prognosen zur demographischen Entwicklung in Neuss einbezogen werden. Auf dieser Grundlage müssen die Abgrenzungen für die Belastungsgebiete bezüglich Hitze und bezüglich einer Überflutung im Falle von Extremniederschlägen neu berechnet werden. Dies sollte mindestens alle 10 Jahre erfolgen, um eine aktuelle Grundlage für das Handlungskonzept zur Klimaanpassung zu haben.

5.3 Evaluierung der Ziele / Anpassungsmaßnahmen

5.3.1 Evaluation von Maßnahmen durch mikroskalige Modellierungen

Die Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Klimaelementen wie Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit oder Wind und einer Stadt sind so komplex, dass man die Folgen von baulichen oder anderen Veränderungen in einem Stadtviertel nicht ohne weiteres abschätzen kann. Sollen Auswirkungen einer beabsichtigten Veränderung der Stadtstruktur vorausgesagt werden, ist der Einsatz eines numerischen Simulationsmodells eine sinnvolle Lösung. Ein solches Simulationsmodell berücksichtigt die Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen urbanen Klimafaktoren wie Bebauung und Vegetation und der Atmosphäre. Auf diesem Weg ist sowohl eine Planung zur Vermeidung von Belastungsräumen als auch die Optimierung bereits vorhandener Strukturen möglich.

Während rein qualitative Aussagen zu geplanten Maßnahmen meist von Experten getroffen werden können, ist die Quantifizierung einer Veränderung, beispielsweise der Lufttemperatur durch eine Parkanlage, nur mittels numerischer Simulation möglich. Eine ökologisch sinnvolle und ökonomisch effiziente Begrünung von städtischen Gebieten ist folglich nur möglich, wenn man in der Lage ist, Bereiche zu identifizieren, in denen ein Handlungsbedarf besteht, und abzuschätzen, mit welcher Strategie und mit welchem Einsatz ein möglichst hoher Kosten-Nutzen-Quotient erreicht wird. Um einen Vergleich zwischen Ist-Zustand und verschiedenen Planvarianten zu ermöglichen, ist der Einsatz eines mikroskaligen Klimamodells erforderlich. Bei größeren Planungsprozessen im Stadtgebiet sollte zur Evaluierung von möglichen Klimaanpassungsmaßnahmen immer eine mikroskalige Modellierung zum Einsatz kommen. Damit kann einerseits die beste Planvariante ermittelt werden. Ebenso wichtig ist aber auch die Möglichkeit, positive Auswirkungen von Anpassungsmaßnahmen anschaulich in die Öffentlichkeit und in die Akteursgruppen zu kommunizieren.

5.3.2 Überprüfung / Aktualisierung von städtischen Zielen

Im Rahmen des Umweltentwicklungsplans der Stadt Neuss sind Umweltziele für die Kommunalplanung festgelegt. Viele der im Rahmen der Umweltplanung verfolgten Umweltziele leisten einen wichtigen Beitrag zur Klimaanpassung. Besonders die Synoptische Karte mit der Darstellung der Schutzwürdigkeit von Flächen aus klimatologischer Sicht ist hinsichtlich der Klimaanpassung relevant. Mit dem Instrument der „Handlungskarte Klimaanpassung Neuss“ bieten sich im Zusammenhang mit der Erstellung von städtebaulichen Konzepten große Möglichkeiten für die Integration von Maßnahmen, die der Anpassung an das Klima dienen. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass Inhalte der Umweltplanung in der Abwägung der privaten und öffentlichen Belange im Bebauungsplanverfahren gegenüber Belangen, die einer Verbesserung des Stadtklimas nicht zuträglich wären, Berücksichtigung finden. In regelmäßigen Abständen von einigen Jahren sind die Ziele der Umweltplanung zu überprüfen und gegebenenfalls zu ergänzen.

5.3.3 Evaluation von Maßnahmen durch Messungen

Eine langfristig angelegte Evaluation von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel besteht in der Möglichkeit, bei größeren Projekten Messungen jeweils vor und nach Umsetzung der Anpassungsmaßnahmen durchzuführen. Beispielsweise großflächige Begrünungsmaßnahmen bieten sich an, um den Effekt auf die Reduzierung von sommerlicher Hitze zu messen.

Die Messungen können mittels mobiler Messeinrichtungen während ausgewählter Hitzeperioden oder langfristig mittels stationärer Messungen durchgeführt werden. Um einen Vergleich vorher/nachher zu ermöglichen, sind solche Messungen schon im Vorfeld, vor Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen zu veranlassen.

<div style="text-align: right;">Intervall</div> <div style="text-align: left;">Aufgabe</div>	<p style="color: red;">permanent</p>	<p style="color: red;">2 – 5 Jahre</p>	<p style="color: red;">5 – 10 Jahre</p>
<p>Aktualisierung der Grundlageninformationen</p>	<p>Überwachung der Entwicklung der städtischen Wärmeinsel (periodische Klimamessungen)</p>	<p>Aktualisierung der klimatischen Zukunftsprojektionen nach Stand der Forschung</p>	<p>Aktualisierung der Klimatopkarte und der Fließwegkarte (Berücksichtigung der Änderungen der Realnutzungen und der Klimaprojektionen)</p>
<p>Checkliste für Planungsvorhaben</p>	<p>Überprüfung der Lage im Stadtgebiet</p> <p>Zusammenstellung notwendiger/sinnvoller Anpassungsmaßnahmen entsprechend der Lage (Belastungsgebiet „Hitze“ / „Extremniederschlag“ / außerhalb eines Belastungsgebietes)</p> <p>Ämterübergreifende Überprüfung der Bebauungspläne (sind entsprechende Maßnahmen vorgesehen?)</p> <p>Diskussion der notwendigen Maßnahmen mit Akteuren / Öffentlichkeit / Politik</p>	<p>Überarbeitung und Aktualisierung des Maßnahmenkatalogs zur Anpassung an den Klimawandel (neue Erkenntnisse einarbeiten)</p>	<p>Aktualisierung der „Handlungskarte Klimaanpassung Neuss“ für „Hitze“ und „Extremniederschläge“ (Einbeziehung der klimatischen, demographischen und Nutzungsveränderungen)</p>
<p>Evaluierung der Ziele / Anpassungsmaßnahmen</p>	<p>Mikroskalige Modellierung der klimatischen Auswirkungen von Planentwürfen</p>	<p>Überprüfung / Aktualisierung von städtischen Zielen</p> <p>Überprüfung der klimatischen Auswirkungen von umgesetzten Bauvorhaben und Anpassungsmaßnahmen durch Messungen vorher/nachher</p>	

Abb. 5.1 Controllingkonzept für die Integration von Klimaanpassungsmaßnahmen in Planungsprozesse der Stadt Neuss

6. Strategie für die langfristige, nachhaltige Einbeziehung lokaler Akteure in die Klimaanpassung der Stadt Neuss

Überblick und Ziele

„Die Potenziale für den kommunalen Klimaschutz können nur dann ausgeschöpft werden, wenn es den kommunalen Entscheidungsträgern gelingt, Bürger und andere lokale Akteure von gemeinsamen Zielen zu überzeugen und sie für diese zu begeistern“ (DIFU, 2010).

Neben dem Klimaschutz ist die Anpassung an den Klimawandel zu einer weiteren großen Herausforderung für kommunale und regionale Entscheidungsträger geworden. Ebenso wie beim Klimaschutz hängt der Umsetzungserfolg bei Anpassungsstrategien in starkem Maße von der Art der Informationsvermittlung und der Fähigkeit zur Einbindung wichtiger Prozessbeteiligter und der Bürgerschaft ab. Daher kommt einer langfristig angelegten Öffentlichkeitsarbeit ebenso wie dem konsequenten Einsatz von geeigneten Beteiligungsformen eine besondere Bedeutung zu.

Ziel von **Öffentlichkeitsarbeit** muss es sein, die branchenspezifischen potenziellen Akteursgruppen und Bürgerinnen und Bürger über die Problemlagen sowie über mögliche Lösungswege und Strategien zu informieren und zu sensibilisieren. Dies muss zielgruppenspezifisch erfolgen, um einen möglichst hohen Wirkungsgrad entfalten zu können. Aufbauend auf der gezielten Informationsvermittlung sollten die einzelnen Akteursgruppen aktiv in die entsprechenden Planungs- und späteren Umsetzungsprozesse einbezogen werden, dazu eigene Ideen entwickeln und auch umsetzen können („**Akteursbeteiligung**“).

Das hier vorgelegte Konzept zur Öffentlichkeitsarbeit und Akteursbeteiligung schließt an die im Rahmen des Projektes „Klimaanpassungskonzept Neuss“ bereits begonnenen Aktivitäten an. Vor allem die Ergebnisse aus den Akteursinterviews und aus einem Workshop fließen in das Konzept ein. In den folgenden Kapiteln werden zunächst Erfahrungen und Ergebnisse der Akteursbeteiligung und Öffentlichkeitsarbeit aus dem Projektverlauf im Jahr 2014 vorgestellt. Daran anschließend werden konzeptionelle Grundlagen für eine weitergehende Öffentlichkeitsarbeit und Akteurseinbindung skizziert, wobei auf die Situation in Neuss eingegangen wird und Handlungsempfehlungen zur Umsetzung entsprechender Maßnahmen entwickelt werden.

6.1 Ergebnisse aus der Projektlaufphase des Klimaanpassungskonzeptes für Neuss

Das Projekt „Klimaanpassungskonzept Neuss“ wurde als Grundlage und Auftakt für die Entwicklung und langfristige Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen in Neuss konzipiert. In diesem Zusammenhang wurden im Jahr 2014 nicht nur inhaltliche Ergebnisse erarbeitet, sondern bereits auch erste Schritte auf dem Wege der Akteursinformation und -beteiligung gegangen.

Konkret wurden im Rahmen des Projektes neben der Auftaktveranstaltung und Pressearbeit ein Akteursworkshop im Neusser Rathaus sowie acht darauf aufbauende, vertiefende Interviews mit ausgewählten Fachakteuren durchgeführt. Alle Veranstaltungen und Gespräche wurden dokumentiert. Im Rahmen der Abschlussveranstaltung für das Gesamtprojekt werden die Ergebnisse aus der Akteurs- und Öffentlichkeitsarbeit aus dem Projektzeitraum 2014 sowie das Strategiekonzept zur Einbindung der Akteure und Information der Öffentlichkeit nach Projektende vorgestellt.

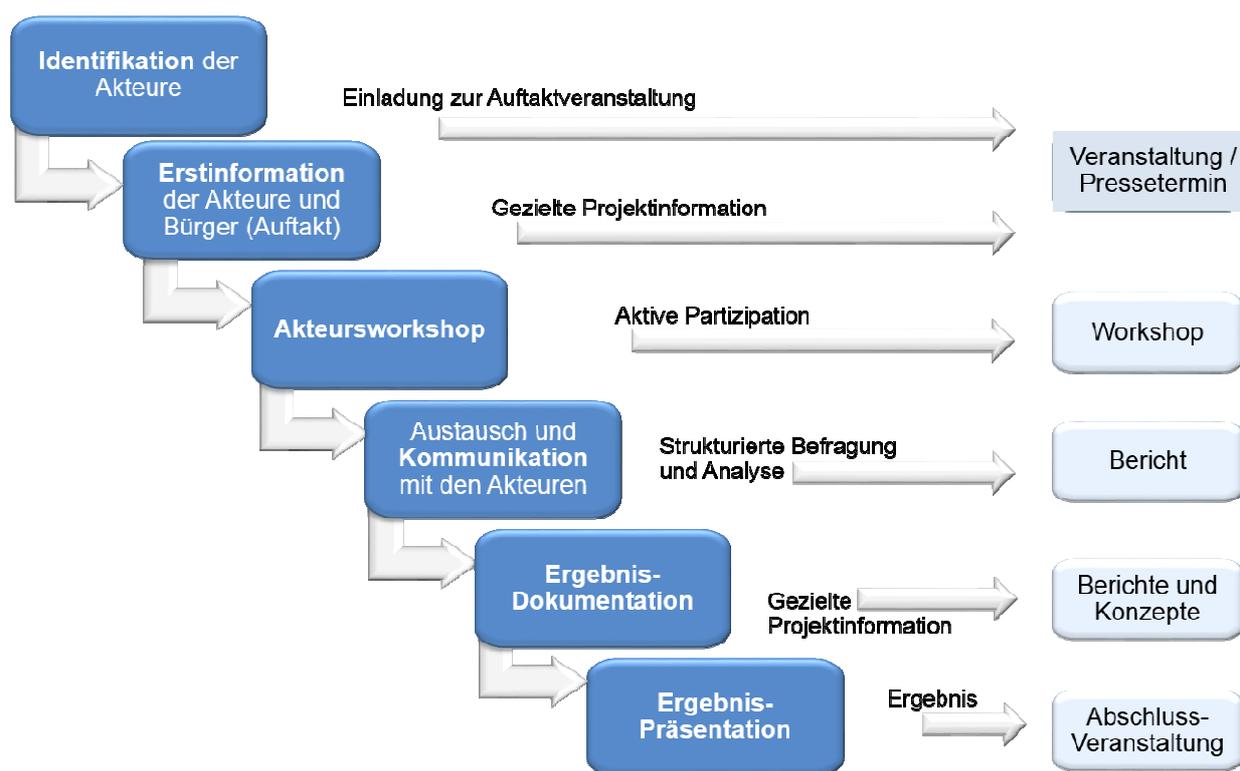


Abb. 6.1 Ablaufplan der Öffentlichkeitsarbeit und Akteursbeteiligung

Hauptziel der Akteursbeteiligung im Rahmen des Förderprojektes „Klimaanpassungskonzept Neuss“ bestand in der umfassenden Information der wichtigsten Zielgruppen. In diesem Rahmen wurden Gespräche geführt, verschiedene Veranstaltungen initiiert und erste, ausführliche Diskussionen angestoßen. Als Ergebnis sollte Ende 2014 erreicht werden:

- Informierte und engagierte Akteure aus Wohnungswesen, Wirtschaft, Planung und Verwaltung
- Diskussion und Feedback für potentielle Umsetzungsmaßnahmen für die besonders klimasensiblen Gebiete mit den relevanten Akteuren
- Informierte und interessierte Bürgerinnen und Bürger

Nicht alle der oben genannten Ziele können im Rahmen eines so kurzen Förderprojektes erreicht werden. Daher ist es von großer Bedeutung, weitere, langfristige Maßnahmen zur intensiven Einbindung und Begleitung der Akteure zu ergreifen. Dies soll nach Beendigung des Förderprojektes durch die Umsetzung einer langfristig angelegten Strategie umgesetzt werden.



Abb. 6.2 Handlungsrahmen der Öffentlichkeitsarbeit und Akteursbeteiligung

6.1.1 Akteursworkshop am 22.09.2014

Am 22.09.2014 fand im Rahmen des Projektes Klimaanpassungskonzept Neuss ein vierstündiger Akteursworkshop mit mehr als 40 Teilnehmern im Rathaus der Stadt Neuss statt. In erster Linie richtete sich der Workshop an ein Fachpublikum, das die Themen der Klimaanpassung im Berufsalltag maßgeblich vertreten und langfristig auch umsetzen kann. Entsprechend wurden die Workshopinhalte ausgerichtet und potenzielle Akteure aus den vier Branchen „Planung und Bau“, Soziales, Gesundheit und Bildung“, „Industrie und Gewerbe“ sowie „Grünplanung, Forst- und Landwirtschaft“ vom Amt für Umwelt und Stadtgrün eingeladen. Etwa ein Drittel der Teilnehmer waren Vertreter aus städtischen Ämtern und Einrichtungen (z.B. Amt für Stadtplanung). Gut ein weiteres Drittel der Personen gehörte politischen Gremien und Ausschüssen (z.B. Seniorenbeauftragte, Stadtverordnete) an. Die weiteren Teilnehmer zählten u. a. zu Einrichtungen des Rhein-Neuss-Kreises (z.B. Kreisfostbetrieb), Vereinen (z.B. BUND, OG Neuss) und Firmen (z.B. Aluminium Norf GmbH).

Im Fokus der angeregten Diskussionen und der interaktiven Gruppenarbeit stand die zukünftige Entwicklung von Maßnahmen, mit denen sich die Auswirkungen des Klimawandels im Stadtgebiet abmildern und Chancen in der Stadtplanung und –Gestaltung nutzen lassen. Vor allem die Erhaltung eines gesunden Lebens- und Arbeitsumfeldes mit hoher Wohnqualität waren ein inhaltlicher Schwerpunkt.

Zielstellung

Die Workshop-Teilnehmer sollten durch die Veranstaltung in die Lage versetzt werden, die klimawandelbedingten Problemfelder „Hitzebelastung und Extremniederschläge“ im Stadtgebiet von Neuss zu identifizieren und „potenzielle planerische Maßnahmen zur Abmilderung benennen zu können.

Ziel war es ebenso, den Akteuren zu signalisieren, dass sie im Mittelpunkt der konzeptionellen und praktischen Arbeiten stehen, ihre Anliegen und Wünsche ernst genommen werden und damit bedeutend für die Entwicklung des Klimaanpassungskonzeptes Neuss sind.

Folgende drei grundlegende Ziele wurden für den Workshop definiert:

- Erzeugung von Aufmerksamkeit für die Notwendigkeit der Anpassung an den Klimawandel
- Herausstellung des Unterschiedes zwischen Klimaschutz und Klimaanpassung
- Motivation zur aktiven Beteiligung am Projekt Klimaanpassungskonzept Neuss

Ablauf der Veranstaltung

Nach einer offiziellen Begrüßung durch den Beigeordneten Herrn Hölters hatten alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer die Möglichkeit, sich kurz vorzustellen. Im Anschluss daran hielt Dr. Monika Steinrücke von der Ruhr-Universität Bochum einen Impulsvortrag zum Thema Klimaanpassung.

Einen wesentlichen Teil des Workshops machte die Arbeit in vier thematisch gegliederten Kleingruppen aus:

- „Planung und Bau“
- „Soziales, Gesundheit und Bildung“
- „Industrie und Gewerbe“
- „Grünplanung, Forst- und Landwirtschaft“

Die Ergebnisse aus den Arbeitsgruppen wurden anschließend im Plenum vorgestellt und diskutiert. Eine umfassende Dokumentation des Workshops liegt vor.



Abb. 6.3 Akteursworkshop im Neusser Ratssaal

Ergebnisse

Aufgrund der großen Teilnehmerzahl (mehr als 40 Personen) konnten fünf Arbeitsgruppen für die vier vorgegebenen Themenbereiche gebildet werden. Die kleineren Gruppengrößen waren für die Diskussion sehr förderlich.

Arbeitsgruppe (A) Planung und Bau

Die heterogene Zusammensetzung der Arbeitsgruppe mit Teilnehmern aus Planungsamt, Kreishandwerkerschaft und weiteren Institutionen führte zu einer lebhaften Diskussion. Nacheinander wurden die Themen Hitzebelastung und Starkniederschläge besprochen. Vor allem kleinräumige Anpassungsmaßnahmen wie Dachbegrünungen oder Entsiegelungen von Schulhöfen wurden auf Basis des Neusser Stadtplans verortet. Dabei wurde auch immer wieder das Thema der Realisierbarkeit diskutiert.

Arbeitsgruppe (B) Planung und Bau

In der Arbeitsgruppe dominierten Vertreter aus der Neusser Lokalpolitik. Als Stadtverordnete im Ausschuss für Umwelt und Grünflächen waren die Teilnehmer zum Teil bereits gut mit dem Thema vertraut. Gesamtstädtische Lösungen wie klein- und großräumige Grünzüge, Bebauungskonzepte und Luftschneisen wurden intensiv diskutiert.

Arbeitsgruppe „Soziales, Gesundheit und Bildung“

Die Arbeitsgruppe „Soziales, Gesundheit und Bildung“ erarbeitete zehn konkrete Vorschläge für die Stadt Neuss im Hinblick auf eine an den Klimawandel anzupassende Stadtplanung und –Gestaltung. Vor allem die Weiterentwicklung der Grünflächen (kleinere Flächen zu größeren Arealen zu verbinden) und die Schaffung zusätzlicher Wasserstreifen in der Stadt („Venedig“) zum Zwecke der Kühlung und Naherholung wurden fokussiert. Der Aspekt Ästhetik bei der Stadtgestaltung spielte bei allen Diskussionspunkten eine große Rolle.

Arbeitsgruppe „Industrie und Gewerbe“

Der Fokus der Diskussion in der Arbeitsgruppe „Industrie und Gewerbe“ richtete sich auf Möglichkeiten, in den oft hoch verdichteten Gewerbe- und Industrieparks Möglichkeiten einer stärkeren Durchgrünung zu realisieren. Das Thema „Urban Gardening“ wurde in diesem Zusammenhang ebenso wie einfache Dachbegrünungen angesprochen. Darüber hinaus wurde die Verwendung alternativer Dach- und Fassadenmaterialien hin zu stärker reflektierenden und hellen Materialien angedacht. Als visionär und nur schwer realisierbar stellte sich die Nutzung industrieller / städtischer Abwärme im Rahmen von Wärmetürmen heraus.

Arbeitsgruppe „Grünplanung, Forst-/Landwirtschaft“

Da die Teilnehmer der Diskussionsgruppe, weitgehend zusammengesetzt aus Vertretern des Amtes für Stadtplanung, Abteilung Grünplanung und der Vertretung der Landwirtschaft, bereits seit geraumer Zeit Erfahrungen mit dem Thema Klimaanpassung mit der Fokussierung auf den Bereich Grün gesammelt haben, ergab sich eine angeregte Diskussion um den Erhalt und Ausbau der Neusser Grünflächen. Der Schutz der Grünflächen im Freiland- ebenso wie in bebauten Bereichen des Stadtgebietes als klimatisch und naturräumlich wertvolle Flächen kann als Konsens betrachtet werden. Neben der Quantität des Grünbestandes wurde vor allem im Rückblick auf die erheblichen Sturmschäden durch das Tief Ela auch die Qualität des Baumbestandes thematisiert.



Abb. 6.4 Akteursworkshop: Gruppenarbeit (oben) und Ergebnispräsentation (unten)

Fazit und Ausblick

Die regen und fruchtbaren Diskussionsrunden in den einzelnen Arbeitsgruppen sprechen für ein bereits verstärktes Interesse am Themenkomplex „Klimawandel“ und „Klimaanpassung“. Die Ideen und Vorschläge der Teilnehmer repräsentierten ein bereits hohes inhaltliches Niveau. Bei einer vielfältig genannten Palette an Klimaanpassungsmaßnahmen für die Problemfelder Hitzebelastung und Extremniederschläge wurde vor allem der Wunsch nach „mehr Grün in der Stadt“ geäußert.

Durch Mehrfachnennung einzelner Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel konnten vier Schwerpunktbereiche erzielt werden:

- Schaffung, Erhaltung und Umgestaltung von Grünflächen zur Minderung der Hitzebelastung
- Erhalt und die Schaffung von Frischluftschneisen bzw. Luftleitbahnen als wichtiges Instrument zur Abkühlung
- Verbesserung bzw. Ermöglichung der Versickerung im Falle von Starkregen
- Schaffung von Wasserzwichenspeichern bei Überflutungen

- „Urban Gardening“ oder „Wärmetürme mit Turbinen“ als kreative und visionäre Vorschläge zur Anpassung der Stadt Neuss an den Klimawandel

Die genannten Ergebnisse aus den Gruppenarbeiten fügten sich inhaltlich nahtlos in die weitere Entwicklung des Klimaanpassungskonzeptes ein. Bei der Aufstellung des Handlungskatalogs wurden diese Aspekte berücksichtigt.

6.1.2 Akteursinterviews: Ablauf und Ergebnisse

Im November / Dezember 2014 wurden vier Gruppeninterviews und vier Einzelinterviews mit Akteuren aus dem Neusser Untersuchungsraum durchgeführt. Die angesprochenen Akteure sind den Branchen bzw. Themenfeldern Soziales und Gesundheit, Bauen und Planen, Straßenbau und Stadtentwässerung sowie Industrie und Gewerbe zuzuordnen. Zudem wurde auch ein Gruppeninterview zum Themenfeld „Klimawandelangepasste Baumbepflanzungen“ geführt. Die Auswahl der Akteure erfolgte nach Branchenzugehörigkeit, erkennbarer Interessenbekundung durch z.B. den Besuch der Auftaktveranstaltung, Präsenz im Untersuchungsgebiet sowie vor allem nach ihrer Bedeutung für die Fragestellung.

Tab. 6.1 Liste der Interview-Partner

Interview-Partner (Akteure)	Termin	Ort
Gruppeninterview 1: Soziales und Gesundheit		
Seniorenbeauftragte des Rates, Neuss	17.11.2014	Amt für Umwelt und Stadtgrün der Stadt Neuss
Gesundheitsamt Rhein-Kreis Neuss		
Gruppeninterview 2: Bauen und Planen		
Bund deutscher Landschaftsarchitekten in NRW	17.11.2014	Amt für Umwelt und Stadtgrün der Stadt Neuss
Amt für Stadtplanung, Neuss, Abteilung Planung und Neubau von Stadtgrün		
Amt für Bauberatung und Bauordnung, Neuss		
Amt für Liegenschaften und Vermessung, Neuss		
Amt für Wirtschaftsförderung der Stadt Neuss		
Gruppeninterview 3: Straßenbau und Stadtentwässerung		
Tiefbaumanagement Neuss	17.11.2014	Amt für Umwelt und Stadtgrün, Stadt Neuss
Tiefbauamt/Kreisstraßen, Rhein-Kreis-Neuss		
Gruppeninterview 4: Klimawandel-angepasste Baumbepflanzung		
Amt für Stadtplanung und Grünplanung, Neuss	18.12.2014	Amt für Umwelt und Stadtgrün, Stadt Neuss
Umweltamt, Abteilung Wald und Forstwirtschaft, Rhein-Kreis Neuss		
Einzelinterviews		
Infrastruktur Neuss AÖR	19.11.2014	Vor-Ort-Termine
Kreishandwerkerschaft Niederrhein	19.11.2014	Vor-Ort-Termine
Neusser Bauverein	19.11.2014	Vor-Ort-Termine
Gemeinnützige Wohnungsgenossenschaft e.G. Neuss, GWG	8.12.2014	Vor-Ort-Termine

Zielstellung

Die Interviews dienten dazu, durch die Akteure weitere Fachkompetenzen in das Projekt einfließen zu lassen. Konkret wurden folgende Ziele definiert:

- Information der Akteure über den aktuellen Projektstand
- Abfrage von Aktivitäten der Akteure mit Bezug zu Klima und Klimaanpassung
- Diskussion möglicher Nutzungs-, Planungs- und Investitionsszenarien in Neuss
- Eruierung von Treibern und Hemmnissen zur Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen
- Feedback zu möglichen Planungs- und Investitionsoptionen in Neuss

Durchführung

Ein qualitativer Fragebogen (vgl. Anhang) diente als Grundlage für die Akteursinterviews. Folgende Fragestellungen wurden vorrangig mit in den jeweils ca. 60 Minuten andauernden Gesprächen diskutiert:

- *„Inwieweit ist der Klimawandel und mögliche Anpassungsstrategien ein Thema in Ihrer Institution?“*
- *Werden bereits Klimaanpassungsmaßnahmen realisiert?*
- *Existieren Treiber oder Hemmnisse?“*

Ergebnisse

Folgende Beispiele von Themen, Hemmnissen und Treibern hinsichtlich des Themenkomplexes Klimaanpassung konnten im Rahmen der Interviews diskutiert werden. Eine detaillierte Ausführung der Ergebnisse wurde protokollarisch dokumentiert.

Beispiele diskutierter Themen

- Gesundheitsrisiken durch Hitze
- Nachfrage und Eignung von Dachbegrünung in Neuss
- Belüftungskorridore mit offener Bepflanzung
- Naturnahe Regenwasserentsorgung
- Dezentrale Entwässerung
- Fassadengestaltung
- Städtische Wärmeinseln
- Leuchtturmprojekte bei Neubauprojekten
- Klimaanpassung als Marketingstrategie
- städtische Entwässerungssysteme vs. Überflutung
- Standortangepasste Baumarten in Wald und Forst

Hemmnisse

- Informationsdefizit zum Thema „Klimaanpassung“
- Fehlendes Problembewusstsein, gesamtgesellschaftlich und teils in Planung und Verwaltung
- Ökonomische Zwänge - fehlende zusätzliche Investitionsmittel

- Fehlende Vorgaben im Planungsprozess
- Mangel an Kreativität bei Planern und Investoren
- Fehlende Flexibilität im Planungs-/Genehmigungsprozess bei Verwaltung und Behörden

Treiber

- Kostenneutralität bei Realisierung von Klimaanpassungsmaßnahmen
- Konkrete Vorgaben durch Planer und Verwaltung
- Offener Diskurs zwischen Investoren und Verwaltung / Genehmigungsbehörden
- Schaffung von Anschauungsobjekten und „Leuchtturmprojekten“
- Beratung, Schulung und Information
- Kommunikationsstrategie zwischen betroffenen Akteuren

Fazit

Als Ergebnis aller Akteursinterviews konnte festgestellt werden, dass das Thema Klimaanpassung bislang in vielen Organisationen wenig präsent ist. Oft wurde Klimaanpassung nur in Zusammenhang mit den Aspekten Energieeffizienz und Klimaschutz genannt und somit präventiv und nicht reaktiv in Hinblick auf den Klimawandel verstanden. Durch die Akteursinterviews konnte der Wissensstand ebenso wie das Interesse in allen Fällen erheblich gesteigert und so die Bedeutung des Themas hervorgehoben werden.

Alle Akteure signalisierten weitergehendes Interesse und insbesondere auch den Willen zur Kooperation mit der Wissenschaft sowie der städtischen Verwaltung. Besonders deutlich wurde die Absicht, Klimaanpassung und diesbezügliche Maßnahmen im Praxisalltag verstärkt mitzudenken und zu integrieren. Dies gilt insbesondere für alle Planungs- und Entwicklungsmaßnahmen. Jedoch schränkt die Notwendigkeit der Finanzierbarkeit die Möglichkeiten der Umsetzung ein, da eine Verwert- und Vermarktbarkeit in allen Fällen oberste Priorität genießt. Daher sind flexible und kreative Lösungen, an deren Entwicklung und Umsetzung sich alle Akteure beteiligen sollten, von besonderer Bedeutung.

6.2 Idealtypisches Vorgehen: Partizipation und Öffentlichkeitsarbeit

6.2.1 Status Quo Analyse

Um die zukünftige, umfassende Akteursbeteiligung erfolgreich zu gestalten, ist es in erster Linie sinnvoll, die bereits im Jahr 2014 durchgeführten Arbeiten und vorhandenen Ergebnisse erneut auf Schwächen und Stärken hin zu überprüfen. Die Grundlage für zukünftige Handlungsvorschläge zum Thema Partizipation und Öffentlichkeitsarbeit bildet daher eine Status Quo-, bzw. Ist-Analyse. Folgende Fragen sollten dabei in erster Linie geklärt werden:

- Welche Akteursgruppen konnten nur schlecht oder nicht eingebunden werden und welche Gründe können dafür eine Rolle gespielt haben?
- Wie wurden einzelne Maßnahmen und Aktionen (Auftakt, Pressegespräch, Workshop, Abschluss) angenommen? Konnte damit das gewünschte Ergebnis erzielt werden?

Anhand der folgenden **Checkliste** kann eine Ist-Analyse durchgeführt werden:

Tab. 6.2 Checkliste – Status Quo Analyse

C H E C K L I S T E – Status Quo Analyse	
✓	Auflistung der Akteure, die bereits eingebunden wurden
✓	Zielgruppenspezifische Gruppierung und Analyse der vorangegangenen Akteureinbindung
✓	Stichwort Verstetigung: Sind feste Foren / Arbeitskreise u.Ä. aufgrund der bereits durchgeführten Partizipationsmaßnahmen entstanden?
✓	Inwiefern existieren beschlussfähige Gremien?
✓	Welche Methoden (Art der Veranstaltungen – siehe Methodenkatalog) zur Einbindung von Akteuren wurden bereits angewandt? → Durchführung einer Stärken-Schwächen-Analyse
✓	Welche regelmäßig stattfindenden öffentlichen Feste / Events / Veranstaltungen wurden zur Kommunikation und Information bereits genutzt?

Die Status Quo Analyse sollte möglichst den Ausgangspunkt für die weitere Öffentlichkeits- und Partizipationsarbeit bilden. Die folgende Abbildung gibt einen Überblick über die Reihenfolge der möglichen folgenden Schritte.

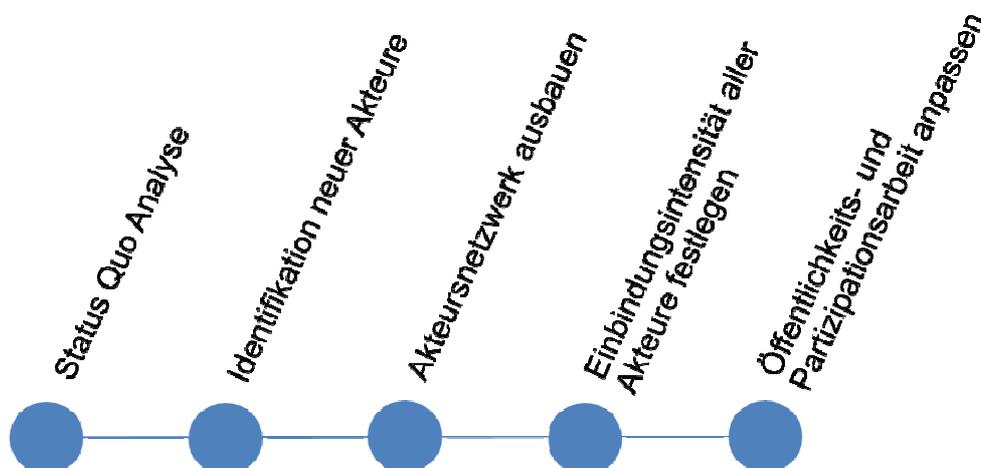


Abb. 6.5 Hauptarbeitsschritte zur weiteren Öffentlichkeitsarbeit und Akteureinbindung

Identifikation neuer Akteure

Auf Basis der bereits im Jahr 2014 erfolgten Arbeiten zur Akteurseinbindung und Öffentlichkeitsarbeit können weitere lokale Partner identifiziert und eingebunden werden: Kommunale Unternehmen sollten angesprochen und eingebunden werden, da sich durch ihre Kenntnisse zur örtlichen Infrastruktur gute Voraussetzungen für die Umsetzung der Klimaanpassungsmaßnahmen bieten. Die Wohnungswirtschaft, private Haushalte, Initiativen und Vereine oder Unternehmen der gewerblich-industriellen Wirtschaft können ebenfalls wichtige Partner sein. Zur Identifikation neuer Partner vor Ort können die Ausstellungen, die fortlaufenden Maßnahmen im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit (z.B. Presseinformationen) und vor allem auch bestehende kommunalen Arbeitskreise und Gremien (z.B. wohnungswirtschaftliche und planungsbezogene AGs) herangezogen werden.

Akteursnetzwerk ausbauen

Dem schrittweisen Ausbau der Kooperationen mit den örtlichen Akteuren ist eine zielgruppenorientierte Ansprache voranzustellen. In der Praxis hat sich gezeigt, dass durch den unterschiedlichen Beratungsbedarf das Zusammenfassen von Akteuren zu Gruppen sinnvoll und zielführender ist (DIFU 2011, S. 131).

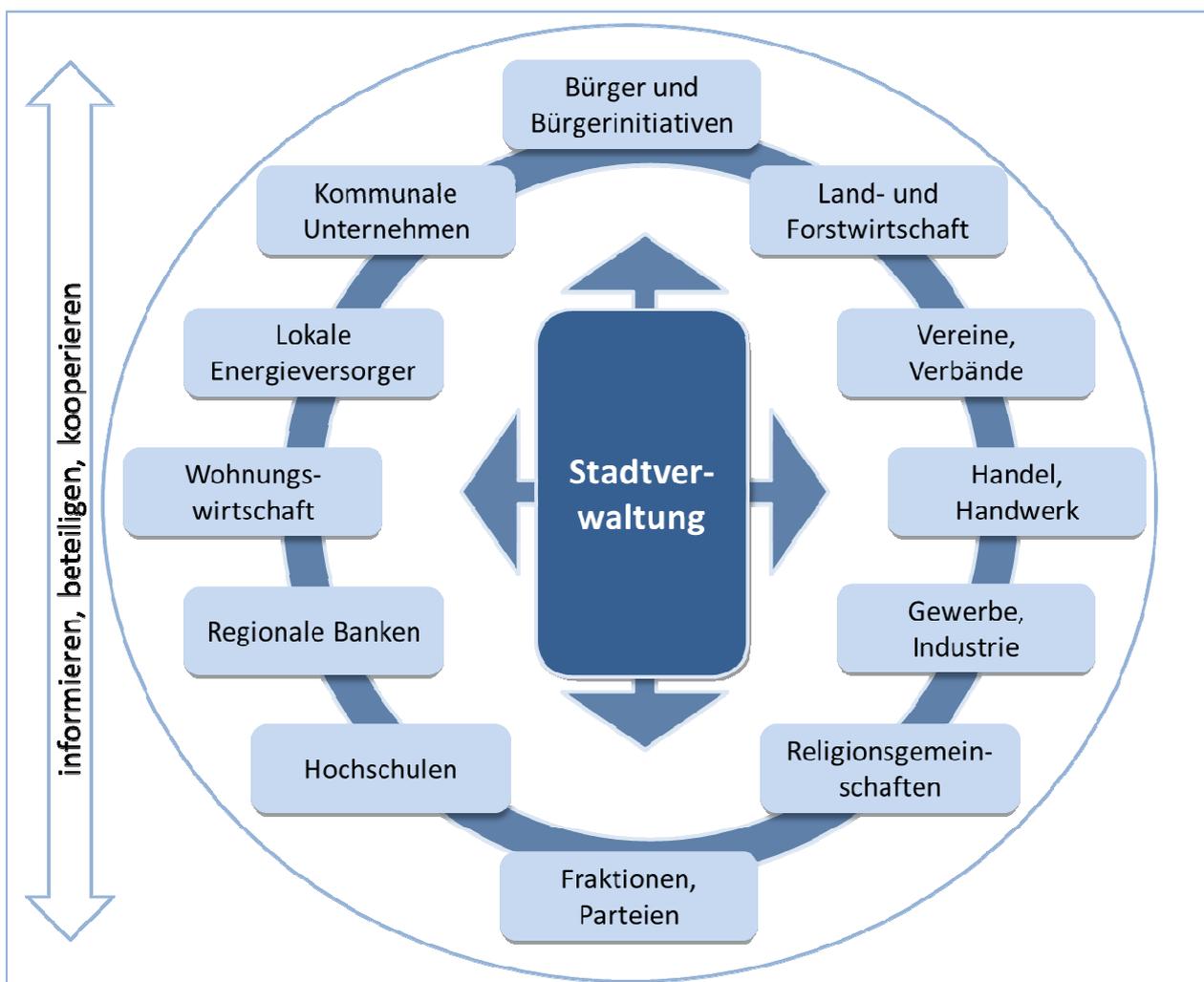


Abb. 6.6 Zielgruppenübersicht (aus DiFU (Hrsg., 2010), Abb. modifiziert durch EPC)

Der Fokus der Partizipationsaktivitäten im Bereich der Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel liegt auf den vier großen Akteursgruppen:

- Planungs- und Entwicklungsgesellschaften
- Wohngebäudebereich / Wohnungsunternehmen,
- Private Haushalte / Bürgerschaft
- Industrie und Gewerbe.

Die **Vernetzung der Akteure untereinander** ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor für ihre Partizipation. Durch die Transparenz zwischen allen Mitwirkenden können Innovationen angeregt und gegenseitiges Verständnis bei Umsetzungsproblemen geweckt werden.

Neben der klassischen zielgruppenorientierten Ansprache der Akteure ist es wichtig, dass die Stadtverwaltung als Kernakteur und Vermittler auch innerhalb ihrer eigenen Strukturen vernetzt ist. Die verschiedenen Bereiche und Ämter müssen untereinander in stärkerem Maße miteinander im Austausch stehen und kommunizieren.

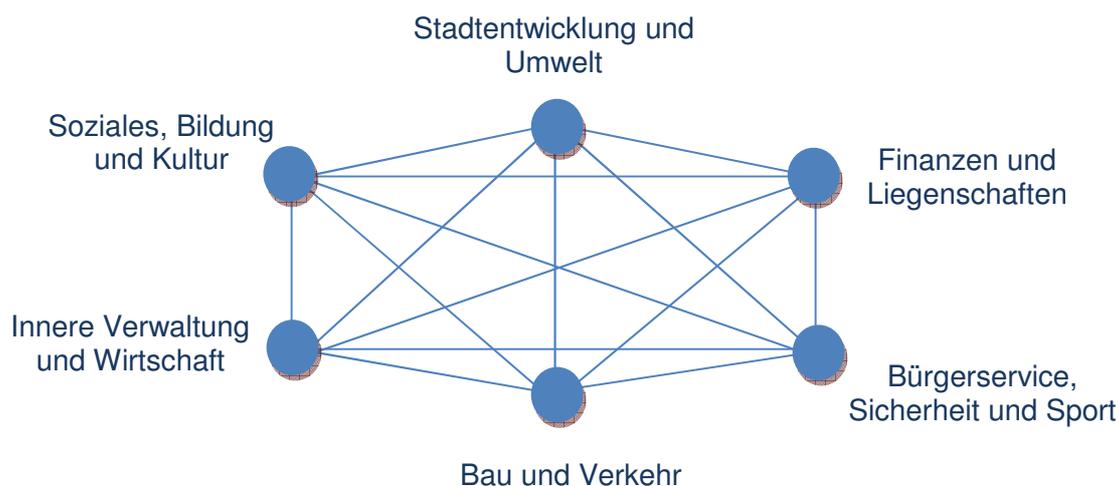


Abb. 6.7 Vernetzung der Ämter und Bereiche innerhalb der Stadtverwaltung

6.2.2 Öffentlichkeitsarbeit und Partizipationsprozesse

Einbindungsintensität

Bezogen auf die Akteursgruppen existiert eine unterschiedliche Einbindungsintensität (Abb. 6.8). Von der Information und Motivation über die Beteiligung bis hin zur Kooperation mit unterschiedlichen Akteuren kann die Öffentlichkeitsarbeit und Akteursbeteiligung reichen (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin (Hrsg., 2012), S. 156 ff., DIFU

2011, S. 132 ff.). Je nachdem, welche Einbindungsintensität angestrebt wird, können verschiedene Methoden für den Beteiligungsprozess herangezogen werden.

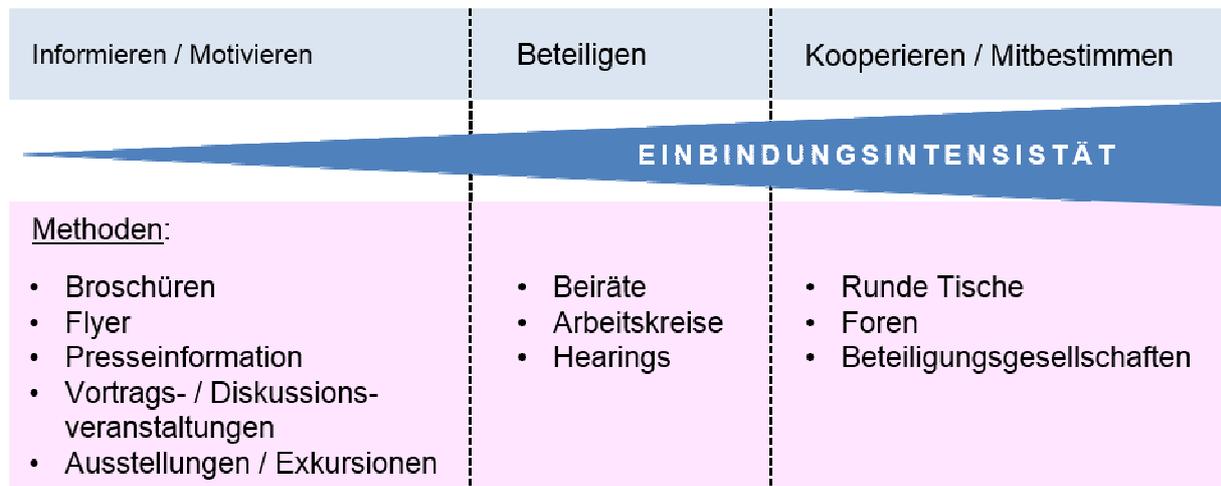


Abb. 6.8 Einbindungsintensität im Partizipationsprozess (aus DiFU (Hrsg., 2010), Abb. modifiziert durch EPC)

6.2.3 Methoden der Öffentlichkeitsarbeit und bei Partizipationsprozessen

In den letzten Jahren hat die Vielfalt an erprobten Methoden der Öffentlichkeitsarbeit und für Beteiligungsverfahren deutlich zugenommen. Hinsichtlich des Themas Klimaanpassung sollte möglichst ein Methodenmix aus verschiedenen Instrumenten zum Einsatz kommen.

Öffentlichkeitsarbeit

Ziel der Öffentlichkeitsarbeit ist es, dass Bewusstsein für die Notwendigkeit zu Klimaanpassungsmaßnahmen zu erhöhen. Grundsätzlich können drei Ziele kommunikativer Aktionen und Instrumente im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit unterschieden werden (DIFU 2011, S. 151):

- a) **Information = Wissensvermittlung** → Informationsmaterialien und -medien
- b) **Persuasion = Überzeugen** → zielgruppenspezifische und öffentlichkeitswirksame Aktionen
- c) **Partizipation = Beteiligen** → Bildungs- und Diskussionsveranstaltungen

Aufgrund der knappen finanziellen und personellen Kapazitäten ist es sinnvoll, kommunikative Aktionen (Flyer, Broschüren, Rundfunkinterviews, Pressemitteilungen usw.) im Zusammenhang mit konkreten Ereignissen zu planen. So ist es vorteilhaft, bei Start oder Abschluss von Klimaanpassungsmaßnahmen derartige Aktionen durchzuführen. Dabei ist darauf zu achten, dass die Aktion anschaulich kommuniziert und/ oder dargestellt und ein Ansprechpartner für Rückfragen genannt wird (DIFU 2011, S. 156).

Tab. 6.3 Methoden der Öffentlichkeitsarbeit (aus DiFU (Hrsg., 2010), Abb. modifiziert durch EPC)

Intervall Ziel	alle 1-2 Monate	halbjährlich	jährlich oder seltener
Wissens- vermittlung	<ul style="list-style-type: none"> - Lokalrundfunk/ Presse: Berichte zu lfd. Anpassungsmaßnahmen - Pressemitteilungen - Internetseite einrichten mit Infos 	<ul style="list-style-type: none"> - Flyer: 1 pro Anpassungsmaßnahme - Broschüren zur Kommunikation neuer rechtlicher Festsetzungen 	<ul style="list-style-type: none"> - Ausstellungen: stadtteilbezogene Ausstellungen zu Anpassungsmaßnahmen
Überzeu- gen		<ul style="list-style-type: none"> - Zusammenstellen zielgruppenspezifischer Mappen 	<ul style="list-style-type: none"> - Motto / Logo - Aktionstage, ggf. eingebettet in öffentliche Festtage
Beteiligen	<ul style="list-style-type: none"> - Lokalrundfunk/ Presse: Bekanntgabe von Veranstaltungen (Kap. 2.3.2) - Internetseite einrichten (s.a. Online-dialog) 	<ul style="list-style-type: none"> - Bürgerversammlungen und Diskussionsrunde - Vor-Ort-Begehungen/ Exkursionen 	<ul style="list-style-type: none"> - Kalender mit Daten zu Veranstaltungen - Ratgeber mit Behördenhinweisen und Ansprechpartnern

Neben der Nutzung von Informationsmaterialien und -medien in der Öffentlichkeitsarbeit spielen zielgruppenspezifische und öffentlichkeitswirksame Aktionen eine große Rolle. Hierbei gilt der Grundsatz „Weniger ist mehr“: Die sorgfältige Vorbereitung und Durchführung einzelner Aktionen ist bedeutender als die Häufung von Aktionen. Für längerfristige öffentliche Kampagnen vor Ort ist es sinnvoll ein spezielles Motto oder Logo zu entwickeln, um von dessen Wiedererkennungswert zu profitieren (DIFU 2011, S. 157).

Öffentlichkeitsarbeit steht nicht für sich alleine, sondern sollte immer auch vor dem Hintergrund der Motivation zur Partizipation gestaltet werden. So kann sie genutzt werden, um ausgewählte Partizipationsbestrebungen anzukündigen, zu dokumentieren und zum Mitmachen anzuregen. So ist ein weiterer wesentlicher Bestandteil von Öffentlichkeitsarbeit die Durchführung von Bildungs- und Diskussionsveranstaltungen (DIFU 2011, S. 160). Im Folgenden werden praktische Handlungsoptionen für die Stadt Neuss dargelegt, um Öffentlichkeitsarbeit und Bürgerbeteiligung in den kommenden Jahren weiter vorantreiben zu können. Einige der Handlungsempfehlungen fußen auf den Ausführungen aus dem Praxishandbuch der Berliner Senatsverwaltung.

6.3 Praktische Handlungsempfehlungen für die Stadt Neuss

6.3.1 Informieren und Überzeugen

Erweiterung und Überarbeitung von webbasierten Informationen

Eine thematisch gut gestaltete Website dient als zentrale Informations- und Kommunikationsplattform: auf der Grundlage des „Klimaanpassungskonzeptes Neuss“ sollte eine umfassende Website mit Hinweisen auf praktische Maßnahmen zur Klimaanpassung in Neuss eingerichtet werden. Diese Website sollte neben Veranstaltungshinweisen, verschiedenen thematisch aufbereiteten Informationen und Links vor allem auch ein Einstiegs-Beratungsangebot beinhalten. Als Teil einer solchen Online-Beratung sollten auch Hinweise zu Ansprechpartnern innerhalb und außerhalb der Verwaltung genannt werden.

Instrument:

- *Website mit online-Beratungsangebot*

Veröffentlichungen

Veröffentlichungen wie Broschüren und Flyer sollten parallel zum Informationsangebot der Website angeboten werden. Passend ist vor allem die Erarbeitung von Veröffentlichungen im Rahmen von bestehenden Reihen, die seitens der Stadt Neuss herausgegeben werden.

Parallel sollten Artikel zum Thema „Klimaanpassung“ auch in einschlägigen kommunalen Fachzeitschriften veröffentlicht werden. Geeignet erscheinen auch die Publikationskanäle der Kommunalen Gemeinschaftsstelle (KGSt) sowie der kommunalen Spitzenverbände wie dem Deutschen Städtetag. Digitale Versionen aller Veröffentlichungen sollten auf der Website abrufbar sein.

Instrumente:

- *Publikationen und Faltblätter in einheitlichem Corporate Design*
- *Veröffentlichungen in kommunalen Fachzeitschriften und -magazinen*

Veranstaltungen / Events

Auch nach Ablauf des Förderprojektes sollten Veranstaltungen, Expertenvorträge und Diskussionsrunden in Kooperation mit Medienpartnern und verschiedenen Akteursgruppen durchgeführt werden. Sie stellen eine gute Möglichkeit der konkreten Zielgruppenansprache dar. Für die Darstellung besonderer Vorhaben und Konzepte bietet sich auch die Bürgerversammlung als Instrument zur Informationsweitergabe, aber auch zur Diskussion an. Des Weiteren können auch Ortsbegehungen, z.B. in stark urbanen, von Hitzeproblematik betroffenen Gebieten helfen, das Thema anhand von guten Praxisbeispielen zu illustrieren.

Bürgerversammlung

BÜRGERVERSAMMLUNG				
ZIEL: Informationen zu lokalen und regionalen Themen, Angebot eines Diskussionsforums				
Beschreibung: Eine Bürgerversammlung ist eine Veranstaltung, zu der alle Betroffenen eines Vorhabens eingeladen und zu bestimmten Themen informiert werden können. Sie bietet zudem eine Diskussionsplattform für die Anliegen und Probleme der anwesenden Bürgerinnen und Bürger. Im Rahmen einer Bürgerversammlung werden auch Diskussionsergebnisse abgestimmt und festgehalten.				
Aufwand:	Vorbereitungszeit:	Durchführungszeit:	Kosten:	Hinweis:
	mehrere Wochen (Einladungen versenden, Öffentlichkeitsarbeit, inhaltliche Planung, ggf. Referentinnen und Referenten)	max. 3 Stunden Anzahl Teilnehmende: 5-25 aus verschiedenen Zielgruppen	ca. 500 €	Professionelle Moderation notwendig
Chancen: Klassische Methode der Bürger-/Akteursbeteiligung				
Anwendungsbereich: BÜRGERBETEILIGUNG			Einbindungsintensität: Informieren / Beteiligen	

Die Bürgerversammlung hat das Ziel, Informationen an BürgerInnen zu vermitteln und bietet ihnen ein Diskussionsforum. Die Bürgerversammlung kann an den Anfang eines Planungsprozesses gestellt werden, so dass die Reaktion der BürgerInnen aufgenommen und in die Planungen einfließen kann. Um die Transparenz dieser Prozesse und die Motivation für die BürgerInnen langfristig aufrecht zu erhalten, sollte mindestens einmal im Jahr eine Bürgerversammlung durchgeführt werden. Diese klassische Methode der Bürgerbeteiligung bietet den Vorteil, den direkten Austausch mit den zukünftig potentiell von Planungs- und Investitionsmaßnahmen betroffenen Bürgern zu motivieren.

Exkursionen / Ortsbegehungen

Unterstützend zur Bürgerversammlung können zielgruppenspezifische Exkursionen oder Ortsbegehungen angeboten werden. Die Termine für Ortsbegehungen mit den BürgerInnen können bereits auf der Bürgerversammlung verkündet werden, um das Engagement und Interesse der BürgerInnen zu fördern.

ORTSBEGEHUNGEN / EXKURSIONEN				
ZIEL: Veranschaulichen von Planungsprozessen, lokalen Bezug herstellen				
Beschreibung: Ortsbegehungen unterstützen Planungsprozesse visuell durch geführte Informationsrundgänge zu Bestand oder Planungen dabei, eine Bestandsaufnahme zu erstellen. Die Teilnehmenden tauschen sich hierbei mit Fachleuten aus, informieren sich oder erläutern ihre Ideen.				
Aufwand:	Vorbereitungszeit:	Durchführungszeit:	Kosten:	Hinweis:
	1 Monat: Infos einholen, Route planen, Ansprechpartner für Zwischentappen	1 – 3 Stunden Anzahl Teilnehmende: max. 30	max. 100 €	Ortsbegehung sollte professionell geführt werden
Chancen: Wenn die Ortsbegehungen mit spielerischen Aufgaben kombiniert werden, können oft neue Sichtweisen und Erkenntnisse über den Ort gewonnen werden.				
Anwendungsbereich: PROZESSBETEILIGUNG			Einbindungsintensität: Informieren / Beteiligen	

Instrumente:

- *Thematische Veranstaltungen mit Fachvorträgen*
- *Einbezug des Themas in andere planerisch relevante Veranstaltungs-konzepte*
- *Bürgerversammlungen*
- *Ortsbegehungen*

6.3.2 Beraten

Neben der reinen Informationsvermittlung zum Thema „Klimaanpassung“ kommt der Beratungskomponente eine große Bedeutung zu. Der hohe Beratungsbedarf resultiert aus der planerisch-technischen Komplexität des Themas, aus den hohen Anforderungen und dem entsprechenden Investitionen sowie aus der Notwendigkeit zur gezielten Vernetzung von Akteuren.

Im Kapitel „Informieren und Überzeugen“ wurde bereits Bezug zur online-Beratung genommen. Dieses wird im Folgenden unter anderem wieder aufgegriffen.

Bündelung der Aufgaben auf dem Gebiet der Klimaanpassung

Da das Thema Klimaanpassung in verschiedenen Fachbereichen (Umwelt, Bau und Planung, etc.) eine Rolle spielt, sollte ein Ansprechpartner bei der Stadt Neuss berufen werden, der in seinem Aufgabenportfolio für eine entsprechende Themenbündelung zuständig ist. Ein solcher Mitarbeiter sollte die Erstellung von Publikationen und Website, die Durchführung von

Veranstaltungen, aber auch die Beratungsaufgaben für die Stadt koordinieren. Zudem sollte so eine Beratungsfunktion auch innerhalb der Stadtverwaltung geschaffen werden, durch die alle in Planungsvorhaben involvierte Mitarbeiter / Fachbereiche beratend und koordinierend unterstützt werden können.

Instrumente:

- *Aufgabenbündelung durch koordinierende Fachstelle*

Online-Beratung

Als Teil der thematischen Website sollte ein online-Beratungsbereich eingerichtet werden. In diesem Bereich sollten Hilfestellungen zur Planung und Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen sowie Links und Hinweise zu geeigneten Experten aus der Region gegeben werden. Besonders angesprochen werden sollten hiermit die Bürgerinnen und Bürger, die auf ihren eigenen Grundstücken einen wesentlichen Beitrag zur Klimaanpassung leisten können. Des Weiteren sollten aber auch wohnungswirtschaftlich orientierte Akteure mit grundlegenden Beratungs- und Informationsangeboten versorgt werden.

Einen wichtigen Teil dieses Beratungsangebotes machen Verweise zu unabhängigen Experten innerhalb und außerhalb der städtischen Verwaltung aus. Dieses online-Angebot sollte vom oben genannten Ansprechpartner aus der Verwaltung betreut werden.

Instrumente:

- *Erstellung und Aktualisierung einer online-Beratung*

Kommunales Beratungsteam

Die Stadt Neuss sollte ihre Fachexpertise im Rahmen eines Experten-Beratungsteams bündeln. In den verschiedenen Fachämtern (Amt für Umwelt und Stadtgrün, Planungs- und Bauordnungsamt, Hochbauamt, etc.) findet sich eine hohe fachliche Kompetenz, die aufgrund einer strengen Amts- und Abteilungsfokussierung jedoch nicht immer gebündelt und zielgerichtet nach außen wirken kann.

Daher kommt der Bündelung der Kompetenz an einer Stelle eine besondere Bedeutung zu. Der oben genannte Koordinator für Fragen zur Klimaanpassung wäre die geeignete Instanz, um ein kommunales Beratungsteam aufzubauen und dauerhaft zu betreuen. Anfragen von außen, aber auch aus der Verwaltung heraus können so zentral gesammelt und an die jeweiligen Experten zur Beantwortung weitergeleitet werden. Das Beratungsteam muss nicht physisch an einem Ort zusammenarbeiten, sondern soll weiterhin aus den verschiedenen Fachämtern heraus, aber koordiniert agieren.

Instrumente:

- *Schaffung eines kommunales Beratungsteams*

Beratungs-Hotline

Im Rahmen des Beratungsportfolios sollte die Einrichtung einer Hotline für Bürgeranfragen eingerichtet werden. Die Beratungshotline fällt in die Aufgabenkompetenz des Beratungsteams, bzw. des zentralen Ansprechpartners.

Instrumente:

- *Schaffung einer Beratungshotline*

6.3.3 Beteiligen und Kooperieren

Je nachdem, welche Ziele für den Beteiligungsprozess definiert werden und welche Einbindungsintensität angestrebt wird, können für die Initiierung von Maßnahmen zum Klimaschutz verschiedene Methoden - je nach Zielgruppe - zum Einsatz kommen. Auch die Gruppengröße hat Einfluss auf die Wahl der Methoden. So eignen sich für kleine Gruppen andere Beteiligungsmethoden als für größere Gruppen.

Idealerweise laufen Öffentlichkeitsarbeit und Partizipationsmaßnahmen Hand in Hand. Dabei werden verschiedene Methoden miteinander kombiniert, um unterschiedliche Akteure auf unterschiedlichen Kommunikationskanälen zu erreichen. Die Partizipationsarbeit wird von der Öffentlichkeitsarbeit begleitet. So kann sie durch Presseinformationen angekündigt und anhand der Erstellung von Informationsmaterialien (Flyer, Broschüren o.ä.) dokumentiert werden. Wichtig ist es für ein mittel- bzw. langfristiges Handlungskonzept vor allem, dass die Maßnahmen kontinuierlich gedacht und geplant werden. Auch immer zum gleichen Zeitpunkt (z.B. im Herbst) wiederkehrende Veranstaltungen schaffen Kontinuität.

Die Begleitung sämtlicher Prozesse sollte im Zeitalter der modernen Informations- und Kommunikationsmedien immer auch über eine Website erfolgen. Eine funktionierende und gepflegte Website kann nicht nur als Informations- sondern auch als Partizipationsforum genutzt werden.

Die im Folgenden angeregten Beteiligungsformen sind insbesondere geeignet zur Einbindung der Wohnungswirtschaft, der Planer, Architekten sowie der Bürgerschaft.

A) Beteiligen

Ab dieser Stufe der Beteiligungsintensität stehen konkret das Mitwirken und die aktive Teilhabe im Mittelpunkt. Ein grundlegendes Instrument ist das Durchführen eines Ideenworkshops, bei dem die verschiedenen Zielgruppen zusammengeführt werden. Diese Methode eignet sich für die Beteiligung von Akteuren im Bereich Klimaschutz und Klimaanpassung, da aus unterschiedlicher Perspektive Lösungsansätze z.B. hinsichtlich der Durchführung von Maßnahmen, planerischer und baulicher Natur, inspiriert werden können.

B) Kooperieren

Die höchste Einbindungsintensität wird durch das Kooperieren mit den Akteuren verwirklicht. Hierbei ist es wichtig, frühzeitig Erwartungen und Einstellungen der potentiellen Kooperati-

onspartner gegenüber den Klimaanpassungsmaßnahmen zu identifizieren, um die genauen Beiträge und Aktivitäten der einzelnen Beteiligten festlegen zu können. Bestehende Kooperation sollte auf Grundlage ihrer ursprünglichen Zielvorstellungen und der Wirtschaftlichkeit der Zusammenarbeit geprüft werden. In einigen konfliktreichen Fällen kann ein Mediator oder Moderator den Prozess begleiten. Den Rahmen für ein solches Vorgehen bietet die Methode des *Runden Tisches*, auf welche weiter unten detaillierter eingegangen wird. Demgegenüber baut die *Planungswerkstatt* auf die Ergebnisse des Ideenworkshops auf und hat zum Ziel, diese zu konkretisieren und weiterzuentwickeln. Die Durchführung von Einzelgesprächen mit den Akteuren bietet eine gute Grundlage, um Interessen zu sondieren und Zielgruppen zu bilden. Auch das Einberufen einer *Zukunftswerkstatt* eignet sich als Auftakt im Bereich Klimaschutz und Klimaanpassung, um wichtige Impulse für geeignete Aktionen hervorzubringen.

Vorstellung geeigneter Beteiligungs- und Kooperationsinstrumente:

- FOKUSGRUPPEN
- PLANNING FOR REAL
- PLANUNGSWORKSHOP / PLANUNGSWERKSTATT
- ZUKUNFTSKONFERENZ / ZUKUNFTSWERKSTATT
- ONLINEDIALOG
- RUNDER TISCH

FOKUSGRUPPEN				
ZIEL: Weitere Blickwinkel zu einem Problem/einer Fragestellung zu erhalten				
Beschreibung: Die Fokusgruppe ist eine zielgerichtete Gruppendiskussion. Verschiedene Gruppen werden hierbei mit Teilnehmenden mit jeweils ähnlichen Vorstellungen / Interessen zusammengestellt. Diese diskutieren moderiert über ein vorgegebenes Thema.				
Aufwand:	Vorbereitungszeit:	Durchführungszeit:	Kosten:	Hinweis:
	2 – 3 Wochen: Einladungen, Organisation der Moderation, Definieren der Fragestellungen	je Fokusgruppe bis zu 3 Stunden Teilnehmende: 6-15	ca. 7.000 – 12.000 € (bei 2 Fokusgruppen und 2 – 3 Wochen Vorbereitung)	Moderation notwendig
Chancen: Dieses Vorgehen ist besonders gut geeignet, um Gender-und Diversityaspekte zu erkennen und zu berücksichtigen.				
Anwendungsbereich:			Einbindungsintensität:	
PROZESSBETEILIGUNG			Beteiligen	

PLANNING FOR REAL				
ZIEL: niederschwellige Mobilisierung der Menschen vor Ort, Ermittlung von Defiziten und Potenzialen sowie Erarbeiten von Handlungsschwerpunkten				
Beschreibung: Es wird ein Städtebaumodell des Istzustands eines Gebietes erstellt, das dann vielerorts ausgestellt wird, um sich mit den Menschen vor Ort über die Wohnverhältnisse auszutauschen. Gedanken werden direkt am Modell visualisiert oder beschrieben. Es folgt eine Veranstaltung zu Stärken und Schwächen, in der Prioritäten gesetzt und Arbeitsgruppen zu Umsetzung gebildet werden. Die Ergebnisse fließen in einen Aktionsplan ein.				
Aufwand:	Vorbereitungszeit:	Durchführungszeit:	Kosten:	Hinweis:
	2 – 3 Monate, Material bereitstellen, Vorbereitung des Modellbaus und der Veranstaltung, Erstellen des Zeitplans, Öffentlichkeitsarbeit	mindestens 2 Wochen Anzahl Teilnehmende: beliebig	7.000 bis 12.000 € sehr arbeitsintensives Verfahren: eine Fachkraft sowie HelferInnen	Fachliche Begleitung sinnvoll
Chancen: Die Methode ermöglicht es den Beteiligten, an der Gestaltung ihres Lebensumfeldes teilzuhaben. Durch den Austausch auf der Straße können neue Interessierte gewonnen werden.				
Anwendungsbereich: PROZESSBETEILIGUNG			Einbindungsintensität: Mitbestimmung	

PLANUNGSWORKSHOP / PLANUNGSWERKSTATT				
ZIEL: Verortung von Nutzungen, Diskussion und Weiterentwicklung von Ideen				
Beschreibung: Der eintägige Workshop basiert auf bereits generierten Nutzungsideen, z.B. auf den Ergebnissen einer Ideenwerkstatt. Diese vorab entwickelten Ideen stehen im Laufe einer Planungswerkstatt zur Diskussion, werden dort weiterentwickelt und räumlich im Planungsgebiet verortet.				
Aufwand:	Vorbereitungszeit:	Durchführungszeit:	Kosten:	Hinweis:
	2–3 Monate Räumlichkeiten, Öffentlichkeitsarbeit, inhaltliche Planung	1 Tag pro Workshop Anzahl Teilnehmende: beliebig	5.000 – 10.000 €	Professionelle Moderation notwendig,
Chancen: Voraussetzung für die Planungswerkstatt ist eine Fragestellung, die diskutiert und gelöst werden soll. Die Arbeitsergebnisse können dann als Grundlage in weitere Entscheidungsprozesse einfließen.				
Anwendungsbereich: PROZESSBETEILIGUNG			Einbindungsintensität: Mitbestimmung	

ZUKUNFTSKONFERENZ / ZUKUNFTSWERKSTATT				
ZIEL: Visionen entwickeln, strategische Planung, Konsensfindung zwischen unterschiedlichen Beteiligungsgruppen sowie Entwicklung von Zukunftsperspektiven				
<p>Beschreibung: Während einer dreitägigen Veranstaltung diskutieren unterschiedliche Gruppen über eine gemeinsame Zielfindung eines ergebnisoffenen Prozesses. Die Zukunftskonferenz ist problemorientiert und zielt auf ein konsensuales Ergebnis. Charakteristisch sind die Phasen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reflexion der Vergangenheit • Analyse der gegenwärtigen Realität • Entwicklung von Zukunftsbildern • Herausarbeiten von gemeinsamen Zielen • Erarbeitung konkreter Maßnahmen 				
Aufwand:	Vorbereitungszeit:	Durchführungszeit:	Kosten:	Hinweis:
	1/2 - 3/4 Jahr - vorbereitender Planungsworkshop, Strukturierung der Veranstaltung, Auswahl der Teilnehmenden	3 Tage Anzahl Teilnehmende: 30-80 aus verschiedenen Zielgruppen	7.500 – 15.000 €: inklusive 2 – 3 Vorbereitungstreffen und 2 Moderationskräften plus 1 Assistenz	Professionelle Moderation notwendig,
<p>Chancen: Anwendung finden Zukunftskonferenzen, wenn eine heterogene Gruppe – bzw. unterschiedliche Zielgruppen - einen Konsens über eine wünschenswerte Zukunft erarbeiten soll</p>				
Anwendungsbereich: PROZESSBETEILIGUNG			Einbindungsintensität: Mitbestimmung	

ONLINEDIALOG				
ZIEL: neue Ideen generieren, Ideen sammeln				
<p>Beschreibung: Ein Onlinedialog ist eine online organisierte sowie moderierte Bürgerbefragung und -diskussion, die für den Durchführungszeitraum als dauerhafte und barrierefreie Diskussionsplattform fungiert. Sie kann dazu dienen, ein Feedback der Beteiligten zu erhalten, Priorisierungen zu erstellen oder Konflikte zu entschärfen.</p>				
Aufwand:	Vorbereitungszeit:	Durchführungszeit:	Kosten:	Hinweis:
	ca. ½ Jahr: Implementierung einer Internetseite, thematische Zielsetzung	beliebig, ausgerichtet an Zielsetzung	30.000 – 100.000 €	Online-moderation ist sinnvoll für Aktualität u. ergebnisorientierte Diskussion
<p>Chancen: Die Beteiligung an einem Onlinedialog erfolgt anonym. Es ist zu empfehlen, diese Methode nur in Kombination mit weiteren Methoden anzuwenden, da mit einer Onlinebeteiligung allein kein Ortsbezug hergestellt werden kann.</p>				
Anwendungsbereich: PROZESSBETEILIGUNG			Einbindungsintensität: Informieren / Beteiligen / Mitbestimmen	

RUNDER TISCH				
ZIEL: Konsensfindung zwischen widerstreitenden Interessenansprüchen				
<p>Beschreibung: Hierbei diskutieren Vertreterinnen und Vertreter unterschiedlicher Interessengruppen gleichberechtigt ein kontrovers diskutiertes Sachproblem und versuchen, es gemeinsam zu lösen. Im Idealfall ist das generierte Ergebnis von großer Verbindlichkeit, da alle Betroffenen aktiv beteiligt waren.</p>				
Aufwand:	Vorbereitungszeit:	Durchführungszeit:	Kosten:	Hinweis:
	1 – 2 Monate Einzelgespräche mit den beteiligten Gruppen, intensive Auseinandersetzung mit dem Konflikt	bis ein Konsens gefunden wird bzw. die Gespräche durch einen Schlichterspruch beendet werden. Anzahl Teilnehmende: 15 – 200	500 – 5.000 €, Bsp.: Fachkraft für Vorbereitung und Umsetzung für 2 Monate à 30 h: 3.000 € Brutto + Moderation 5 Tage à 3 h: 1.000€ > 4.000 €	Eine neutrale Moderation bzw. Mediation sowie eine Protokollierung des Verfahrens ist notwendig.
<p>Chancen: Runde Tische werden vor allem dann eingesetzt, wenn sich unterschiedliche Interessenvertreterinnen und -vertreter unversöhnlich gegenüberstehen und eine Schlichtung unabdingbar ist.</p>				
Anwendungsbereich: PROZESSBETEILIGUNG			Einbindungsintensität: Mitbestimmung	

6.3.4 Weitere Maßnahmen

Akquisition von Fördergeldern

Akquirierung von Fördergeldern aus Bundes-, Landes- und EU-Mitteln für die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen zum Klimawandel und Hilfestellung bei der Beantragung von Fördergeldern für die örtlichen Unternehmen und Privatpersonen.

Einrichtung eines Klimaschutzbeirates inkl. Klimaanpassung

Neben dem fachlich orientierten Team um den Klimaschutzmanager ist die Einrichtung eines Klimaschutzbeirates aus politischen Vertretern sowie Vertretern wichtiger Akteursgruppen wie z.B. der Wohnungswirtschaft von Bedeutung. Im Klimaschutzbeirat sollten übergreifende Fragestellungen diskutiert und Kooperationsvereinbarungen zwischen Verwaltung, Politik, Wirtschaft und Bürgerschaft getroffen werden. Das Thema Anpassung an den Klimawandel sollte in diesen Rahmen integriert werden. Die folgende Übersicht liefert einen groben Fahrplan wie konkret für die Entwicklung der Öffentlichkeits- und Partizipationsarbeit vorgegangen werden kann.

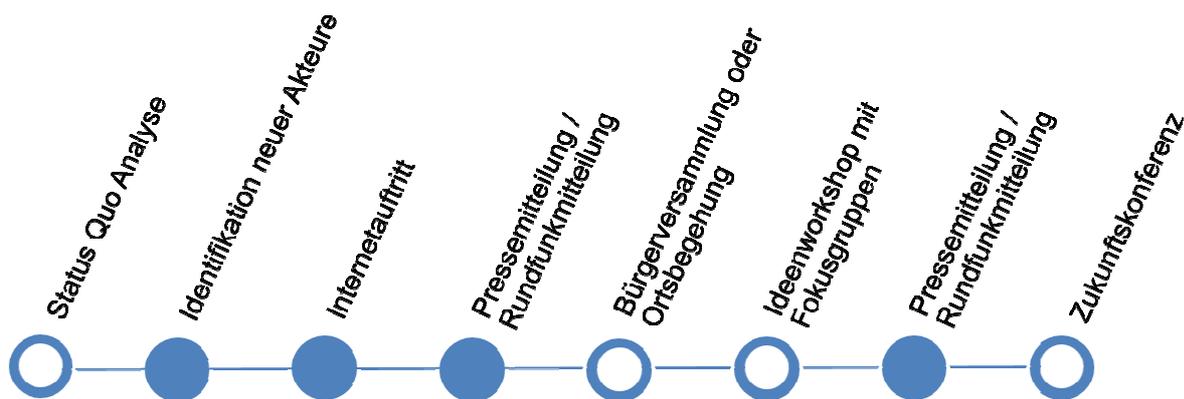


Abb. 6.9 Umsetzung von Maßnahmen zur Öffentlichkeitsarbeit und Partizipation

Literaturverzeichnis

- Bartels et al. (2005): KOSTRA-DWD-2000. Starkniederschlagshöhen für Deutschland (1951-2000). Fortschreibungsbericht. Herausgegeben vom Deutschen Wetterdienst. Hydrometeorologie. Offenbach am Main.
- Diffenbaugh, N. S. & Field, C. B. (2013): Changes in Ecologically Critical Terrestrial Climate Conditions. – *Science* 341 (6145): 486-492.
- DIFU - Deutsches Institut für Urbanistik (Hrsg.) (2011): Klimaschutz in Kommunen – Praxisleitfaden, Berlin.
- DIFU - Deutsches Institut für Urbanistik (Hrsg.) (2010): Nutzung erneuerbarer Energien durch die Kommunen. Ein Praxisleitfaden, Köln.
- DWD Deutscher Wetterdienst (2005): KOSTRA-DWD-2000. Starkniederschlagshöhen für Deutschland (1951 - 2000). Grundlagenbericht. Abteilung Hydrometeorologie. Offenbach am Main.
- Dyck, S. (Hg.) (1980): Angewandte Hydrologie. 2. Aufl. 2 Bände. Berlin: Ernst (2).
- Ellenberg, H. & Leuschner, C. (2010): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 6. Aufl. Stuttgart. Zusatzkapitel 27: Zeigerwerte der Pflanzen Mitteleuropas. URL: http://www.utb-shop.de/downloads/dl/file/id/27/zusatzkapitel_zeigerwerte_der_pflanzen_mitteeuropas.pdf
- Fischer, L. K., von der Lippe, M., Rillig, M. C. & Kowarik, I. (2013): Creating novel urban grasslands by reintroducing native species in wasteland vegetation. – *Biological Conservation* 159: 119-126.
- GALK (Deutsche Gartenamtsleiterkonferenz) (2015, Version vom 03.09.): GALK Straßbaumliste. – http://www.galk.de/arbeitskreise/ak_stadtbaeume/webprojekte/sbliste/
- Hachtel, M., Chmela, C., Schmidt, P. & Sander, U. (2008): Biodiversitätsbericht 2008: Natur in der Stadt Bonn. Hrsg.: Stadt Bonn. – Bonn.
- Hupfer, P. & W. Kuttler (Hrsg.) (2006): Witterung und Klima. Eine Einführung in die Meteorologie und Klimatologie. 12., überarbeitete Auflage, Teubner, Stuttgart, Leipzig.
- ICLEI, Countdown 2010, ECNC & LAB (o. J.): Biodiversity and Climate Change. – Countdown 2010. Save biodiversity. Local & Regional Authorities for Biodiversity. O. O.
- IPCC (2007): Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger. In: Klimaänderung 2007: Wissenschaftliche Grundlagen. Beitrag der Arbeitsgruppe I zum Vierten Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderung (IPCC), Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M.Tignor und H.L. Miller, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom und New York, NY, USA. Deutsche Übersetzung durch ProClim-, österreichisches Umweltbundesamt, deutsche IPCC-Koordinationsstelle, Bern/Wien/Berlin.

- Kerr, J. T., Pindar, A., Galpern, P., Packer, L., Potts, S. G., Roberts, S. M., Rasmont, P., Schweiger, O., Colla, S. R., Richardson, L. L., Wagner, D. L., Gall, L. F., Sikes, D. S. & Pantoja, A. (2015): Climate change impacts on bumblebees converge across continents. – *Science* 349 (6244) 177-180.
- Kiese, O. & Kelker, J. (1996): Untersuchung der klimatischen Situation bestehender und Bewertung potentieller Waldstandorte im Stadtgebiet von Neuss. – Gutachten der Arbeitsgruppe Stadt- und Geländeklimatologie, Institut für Landschaftsökologie, Westfälische Wilhelms-Universität Münster. Münster.
- Kowarik, I. (2011): Novel urban ecosystems, biodiversity and conservation. – *Environmental Pollution* 159: 1974-1983.
- Loos, G. H. (in Vorbereitung, 2016): Die invasiven Pflanzenarten Nordrhein-Westfalens. – *Decheniana* (Bonn) 169.
- Matzarakis, A. (2008): Klimawandel und Städte – Stadtklimatischer Einfluss von Bäumen. – Osnabrücker Baumpflegetage: Aktiv für Bäume. 30. Sept. und 1. Okt. 2008. Tagungsband III 1-24.
- Mayer, H. (1992): Planungsfaktor Stadtklima. – *Münchner Forum, Berichte und Protokolle* 107: 167-205.
- Moritz, C. & Agudo, R. (2013): The Future of Species Under Climate Change: Resilience or Decline? – *Science* 341 (6145): 504-508.
- MUNLV - Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2009): Anpassung an den Klimawandel – Eine Strategie für Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf.
- MUNLV - Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2010): Handbuch Stadtklima - Maßnahmen und Handlungskonzepte für Städte und Ballungsräume zur Anpassung an den Klimawandel (Langfassung), Essen.
- Rahmstorf, Stefan; Schellnhuber, Hans Joachim (2007): Der Klimawandel. Diagnose, Prognose, Therapie. 6. Aufl., Online verfügbar unter <http://www.gbv.de/dms/faz-rez/S13200706171109587.pdf>.
- Scherwaß, U. (1999): Nutzungstypenkartierung der Stadt Neuss. – IVÖR-Gutachten im Auftrag der Stadt Neuss, Amt für Umweltschutz. Düsseldorf.
- Secretariat of the Convention of Biological Diversity, CBD (permanent aktualisiert): Text of the CBD. – <https://www.cbd.int/convention/text/>
- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin (Hrsg.) (2012): Handbuch zur Partizipation, 2. Auflage, Berlin.
- Thomas, C. D. & al. plur. (2004): Extinction risk from climate change. – *Nature* 427: 145-148.
- Törkel, D. (2015): Zukunftsbaumliste Düsseldorf. – Landeshauptstadt Düsseldorf, Garten-, Friedhofs- und Forstamt. Düsseldorf.

- Uehre, P. (2015): Spezifische Hitze- und Trockenheitstoleranz von Bäumen. – http://www.nua.nrw.de/fileadmin/user_upload/NUA/Veranstaltungen/Veranstaltungsbereiche/049-15/06-Hitze-_und_Trockenheitstolereanz_Uehre.pdf
- Urban, M. C. (2015): Accelerating extinction risk from climate change. – *Science* 348 (6234): 571-573.
- Vedel, D., Neuschulz, F. & Spreter, R. (2008): Städte und Gemeinden aktiv für den Naturschutz (3/2008). Hrsg.: Deutscher Städtetag, Deutscher Städte- und Gemeindebund und Deutsche Umwelthilfe. – Burgwedel.
- Vogt-Sädler, D., Hilgers, P., Wiertz-Kirchberg, S. & Topalovska-Petreska, A. (2012): Biologische Vielfalt in der Stadt Neuss. – Stadt Neuss, Umweltamt. Neuss.
- Weber, F., Kowarik, I. & Säumel, I. (2014): Herbaceous plants as filters: Immobilization of particulates along urban street corridors. – *Environmental Pollution* 186: 234–240.