

10. Glossar

Begriff	Bedeutung
Absorption	Wellenlängenabhängige Wechselwirkung zwischen Strahlung und Molekülen, bei welcher Strahlungsenergie in Wärmeenergie überführt wird. Die Absorption von Sonnenstrahlung an der Erdoberfläche ist Ursache für die unterste Heizschicht der Atmosphäre als Energiequelle für alle atmosphärischen Bewegungsvorgänge.
Aerosole	Aerosole sind (meteorologisch gesehen) Bestandteile von Beimengungen der Atmosphäre. Sie beteiligen sich wesentlich am luftchemischen Wirkungskomplex und spielen bei Strahlungsprozessen (Absorption, Streuung, Extinktion) eine wichtige Rolle.
Albedo	Rückstrahlvermögen diffus reflektierender (aber nicht spiegelnder) Oberflächen, angegeben als Verhältnis von reflektierter zu einfallender kurzwelliger Strahlung. Eine Oberfläche mit einer Albedo von 0,3 z. B. reflektiert 30 % der einfallenden Strahlung und absorbiert 70 %. Je heller die Oberfläche, desto größer ist ihre Albedo.
Allochthone Witterung	"Fremdbürtige", durch großräumige Luftströmungen bestimmte Witterung, die durch mehr oder weniger unperiodische Änderungen der Wetterelemente (kein ausgeprägter Tagesgang) gekennzeichnet ist.
Autochthone Witterung	"Eigenbürtige", durch lokale und regionale Einflüsse bestimmte Witterung, die durch ausgeprägte Tagesgänge der Lufttemperatur, der Luftfeuchte und der Strahlung gekennzeichnet ist.
Bergwind	Weht abends, nachts und in der Frühe. Nachts kühlt sich die Luft im Gebirge stärker ab als über der Ebene. Die vergleichsweise schwere Kaltluft fließt die Berghänge hinunter und weht zum Teil sehr kräftig durch die Täler hindurch.
Bioklima	Gesamtheit aller atmosphärischen Einflussgrößen auf den menschlichen Organismus. Entsprechend ihrer Ausprägung und Wirkung werden sie als belastend, schonend oder als Reiz empfunden.
Eistag	Ein Tag, an dem das Maximum der Lufttemperatur unterhalb des Gefrierpunktes liegt.
Emission*	Die Abstrahlung oder Aussendung elektromagnetischer Wellen oder Teilchen als Strahlung, ebenso wie der Ausstoß fester, flüssiger und gasförmiger Stoffe in die Außenluft sowie in Wasser oder andere Umweltbereiche.
Flurwind*	Eine thermisch bedingte kleinräumige Ausgleichsströmung zwischen einer Stadt und ihrer Umgebung.
Frosttag	Ein Tag, an dem das Minimum der Lufttemperatur unterhalb des Gefrierpunktes liegt.
Globale Durchschnittstemperatur	Die über die gesamte Erdoberfläche (Land/Wasser) gemittelte Temperatur in einem bestimmten Zeitraum.
Globalstrahlung	Die gesamte am Erdboden ankommende Sonnenstrahlung, also die Summe aus direkter Strahlung und (diffuser) Himmelsstrahlung.
Hangwind*	Wind, der unter dem Einfluss der Tageserwärmung an Berghängen entsteht und tagsüber bergaufwärts (Hangaufwind), nachts bergabwärts (Hangabwind) weht. Hangwinde sind in der Regel bei einer ruhigen Strahlungswetterlage besonders gut ausgebildet.

Heißer Tag	Ein Tag, an dem das Maximum der Lufttemperatur $\geq 30\text{ °C}$ beträgt (früher auch Tropentag).
Hitzewelle	Eine mehrtägige Periode mit ungewöhnlich hoher thermischer Belastung. Eine Hitzewelle ist ein Extremereignis, welches die menschliche Gesundheit, die Ökosysteme und die Infrastruktur schädigen kann.
Immission*	Einwirkung von unmittelbar oder mittelbar durch menschliche Tätigkeit verursachte Emissionen auf die Umwelt. Zu den Immissionen gehören vorwiegend Luftverunreinigungen, Geräusche, Gerüche, Erschütterungen, Licht, Strahlen und Wärme.
Klimafaktoren	(Auch klimatologische Wirkungsfaktoren) sind Faktoren, welche die Klimaelemente (Temperatur, Luftfeuchte usw.) und damit das Klima eines Ortes beeinflussen.
Klimatop	Klimatisch räumliche Einteilung von Gebieten mit ähnlichen mikroklimatischen Ausprägungen hinsichtlich des thermischen Tagesgangs, der durch Bodenrauigkeitsänderungen bedingten Windfeldströmungen der topographischen Lage und / oder Exposition sowie der Art der realen Flächennutzung.
Kaltluftabfluss	Der nächtliche Abfluss von örtlich gebildeter Kaltluft, dabei wird genügend Gefälle vorausgesetzt - trifft insbesondere an unbewaldeten und unbebauten Hängen auf.
Kaltluftfluss	Die in windschwachen, klaren Nächten hangabwärts strömende kalte Luft. Sie sammelt sich am Erdboden und ist dann schwerer als die wärmere Luft der Umgebung. Die Fließgeschwindigkeit der Kaltluft hängt von der Hangneigung, der Bodenrauigkeit und der Größe des Kaltluft-einzugsgebietes, das heißt, von der Größe des Gebietes, in dem Kaltluft produziert wird ab.
Kaltluftstau	Die abriegelnde Wirkung eines Hindernisses auf einen Kaltluftfluss. Die Kaltluft kann sich sowohl vor orografischen Hindernissen (z. B. Hügelrücken) als auch vor künstlichen Hindernissen (z. B. Bauwerke, Dämme) stauen.
Klimamodell*	Mathematisches Gleichungssystem, welches das Klima bzw. dessen Änderungen simuliert. Als Variablen dienen physikalische und chemische Beziehungen.
Klimaprojektion	Analyse der Auswirkungen der menschlichen Aktivitäten auf das Klima der Erde unter Nutzung von Klimamodellen. Sind in der Lage alle wesentlichen Prozesse der Atmosphäre, Biosphäre, Hydrosphäre und Kryosphäre des Planeten, zu beschreiben. Mit ihnen können die beobachteten Änderungen des Klimas in der Erdgeschichte analysiert und nachvollzogen werden.
Kontinentalklima	Klima, welches charakteristisch für das Innere größerer Festlandsmassen ist. Im Allgemeinen ist das Kontinentalklima durch große jährliche und tägliche Schwankungsbereiche der Temperatur, eine geringe relative Feuchte sowie mäßigen oder geringen, unregelmäßig fallenden Niederschlag geprägt.
Lokalklima	Klima an einem konkreten Ort. Es ist eingebettet in das Regionalklima und wird zusätzlich durch Relief und Flächennutzung in der näheren Umgebung des Ortes bestimmt.

Makroklima	Klima, welches von großskaligen Prozessen geprägt ist.
Maritimes Klima	Klima von Gebieten, die an die See bzw. das Meer angrenzen oder davon umgeben sind (auch ozeanisches Klima). Geringe Tages- und/oder Jahresgänge der Temperatur und hohe relative Luftfeuchte sind charakteristisch für das maritime Klima.
Mesoklima	Bereich, der zwischen dem Mikroklima und dem Makroklima liegt. Während das Makroklima hauptsächlich von großskaligen und das Mikroklima vor allem von kleinskaligen, lokalen Prozessen beeinflusst ist, ist es im Mesoklima eine Mischung von beiden. Damit umfassen die Skalen der mesoskaligen Phänomene etwa eine horizontale Ausdehnung von ca. 1 bis 2000 km und eine typische Lebensdauer von einer Stunde bis hin zu einer Woche. Geländeform, Hangneigung und Beschaffung der Erdoberfläche sind dabei wichtige Parameter.
Mikroklima	Mittlere atmosphärische Zustände und wiederkehrende Phänomene im mikrometeorologischen Maßstabsbereich. Nach Orlanski (1975) werden atmosphärische Prozesse mit einer horizontalen Ausdehnung von wenigen Millimetern bis einigen hundert Metern der Mikroskala zugeordnet. Mit Mikroklima ist damit das spezielle Klima eines Areals gemeint, das sich in den bodennahen Luftschichten ausbildet und stark von den vorhandenen Oberflächen (Untergrund, Bewuchs, Bebauung), z. B. deren Rauigkeit und thermischen Eigenschaften, beeinflusst ist.
Patch	Gebietsabgrenzung. Im Kontext der vorliegenden Arbeit, ist der Patch eine Flächendefinition für die Rauigkeitsberechnungen. Dabei ist jedes Patch ein Voronoi Polygon, d.h. jeder Punkt innerhalb eines Patches liegt näher an dessen Mittelpunkt bzw. den darin befindlichen Gebäuden als zu einem Gebäude oder Mittelpunkt eines anderen Patches.
Rauigkeit***	(Auch Rauheit) bezeichnet die Unebenheit von Oberflächen.
Regionalklima	Eng verwandt mit der Begrifflichkeit Mesoklima. Dabei sind Phänomene mit sehr ähnlichen Raum- und Zeitskalen gemeint, die durch sowohl groß- als auch kleinskalige Prozesse beeinflusst werden, aber auch von regionalen Gegebenheiten wie der Geländeform und der Landnutzung abhängen. Beim Regionalklima, im Gegensatz zum Mesoklima, wird deutlicher der Bezug zu natur- oder kulturräumlichen Klimabesonderheiten hergestellt.
Resilienz**	Die Leistungsfähigkeit eines Systems Störungen zu absorbieren, und sich in Phasen der Veränderung so neu zu organisieren, dass wesentliche Strukturen und Funktionen erhalten bleiben.
Retention**	Rückhaltevermögen von unterschiedlichen Oberflächen für flüssiges Wasser.
Sommertag	Ein Tag, an dem das Maximum der Lufttemperatur $\geq 25\text{ °C}$ beträgt.
Spektrale Signatur**S	Für eine Oberfläche typisches Verhältnis der Messwerte in mehreren Spektralbereichen, mit denen Unterschiede in der Reflexionscharakteristik verschiedener Oberflächen erfasst werden können
Städtische Wärmeinsel**L	Ein typisches Merkmal des Stadtklimas welches durch die Wechselwirkung mehrerer unterschiedlicher Effekte hervorgerufen wird. Durch die starke Aufwärmung tagsüber und die eingeschränkte Abkühlung nachts werden die Städte im Vergleich zum Umland deutlich wärmer.
Strahlungsantrieb**S	Maß für die global gemittelten klimarelevanten Störungen des atmosphärischen Strahlungs- und Energiehaushaltes.

Strahlungsbilanz*	Differenz zwischen Ein- und Ausstrahlung einer Fläche. Insbesondere terrestrische und solare Strahlung sind dabei von Bedeutung.
Strahlungswetterlage*	Eine Form des Hochdruckwetters mit geringer Bewölkung und höchstens mäßigen Winden.
Synoptik	Ein Teilgebiet der Meteorologie, das in einer großräumigen Zusammenschau die Wetterzustände in ihrer räumlichen Verteilung und zeitlichen Änderung für einen gegebenen Zeitpunkt untersucht (Analyse oder Wetterlage).
Talwind	Die Sonneneinstrahlung erwärmt sich die Luft im Gebirge stärker als über der Ebene. Dadurch steigt die Luft nach oben und der Luftdruck sinkt über dem Gebirge. Zum Ausgleich beginnt die Luft unterhalb der Gipfel von außen - also durch die Täler - ins Gebirge einzuströmen.
Tropennacht	Eine Nacht (18 bis 06 UTC), in der das Minimum der Lufttemperatur $\geq 20\text{ °C}$ beträgt.
Übergangsklima*	Beschreibt den fließenden Übergang zwischen dem maritimen Klima und dem kontinentalen Klima. Das Übergangsklima kommt überwiegend in Europa vor. Daher ist der Westen dieses Klimas ozeanisch geprägt, während der Osten eher kontinental beeinflusst wird.
Überwärmungsakkumulationseffekt*^L	Während längeren Hitzeperioden kann die nächtliche Abkühlung die erhöhte tägliche Wärmeaufnahme von Atmosphäre und Gebäuden nicht mehr kompensieren, d.h. auch die Minima der nächtlichen Temperaturen steigen an.
Urban Canopy Layer	Atmosphärensicht zwischen Erdoberfläche und mittlerer Hausdachhöhe in der Stadt.
Vulnerabilität**	Der IPCC definiert Vulnerabilität als das Maß, zu dem eine Person, Region oder ein System gegenüber nachteiligen Auswirkungen von Klimaänderungen anfällig ist und nicht damit umgehen kann. Dabei wird die Vulnerabilität bzw. Verwundbarkeit als eine Funktion von Exposition, Sensitivität und Anpassungsfähigkeit verstanden.
Wind Chill-Effekt	Durch eine erhöhte Windgeschwindigkeit tritt in den Fällen eine Abkühlung im Hautbereich auf, in denen die Hauttemperatur über der Lufttemperatur liegt, der sogenannte Wind Chill-Effekt. Dieser Abkühlungseffekt verstärkt sich mit zunehmender Windgeschwindigkeit.
Windstärke	Anhand der Auswirkungen des Windes auf die Wasseroberfläche oder auf Objekte an Land geschätzter Stärkewert. In der international vereinbarten 13-teiligen Beaufort-Skala (0 = Windstille bis 12 = Orkan) sind jedem Stärkewert Windgeschwindigkeitsbereiche zugeordnet.

* Wetter-Lexikon von wetter.net - Q.met GmbH
(<https://www.wetter.net/wetterlexikon>)

** Lexikon der Nachhaltigkeit der Industrie- und Handelskammer Nürnberg für Mittelfranken
(<https://www.nachhaltigkeit.info>)

*** Duden - Bibliographisches Institut GmbH
(<https://www.duden.de>)

*^S Spektrum – Lexikon der Geowissenschaften
(www.spektrum.de/lexikon/geowissenschaften)

*^L Environmental Sciences Europe – Kuttler
2011 (<http://www.enveurope.com>)

sofern nicht anders gekennzeichnet gilt als primäre Quelle das Wetterlexikon des Deutschen Wetterdienst (DWD) (www.dwd.de/lexikon oder www.wetterlexikon.eu).

Anhang 1 Grundlagen, Methoden & Klimadaten

A1 | 1 Fachlicher Hintergrund

A1 | 1.1 Stadtklima

Der städtische Siedlungsraum unterscheidet sich hinsichtlich seiner klimatischen Wirkungsweise deutlich von seinem unbebauten Umfeld. In Städten und Ballungsräumen herrscht das sogenannte Stadtklima, welches sich aus der menschengemachten Modifikation des natürlichen Mesoklimas (Lokalklimas) ergibt, während das Mikroklima (Kleinklima) (siehe Anhang A1 | 2, Abbildung 52) mitunter standortbedingt von den stadtklimatischen Veränderungen der urbanen Bebauung, Abwärme, Luftbeimengungen u.a. beeinflusst wird (Hupfer und Kuttler 2015).

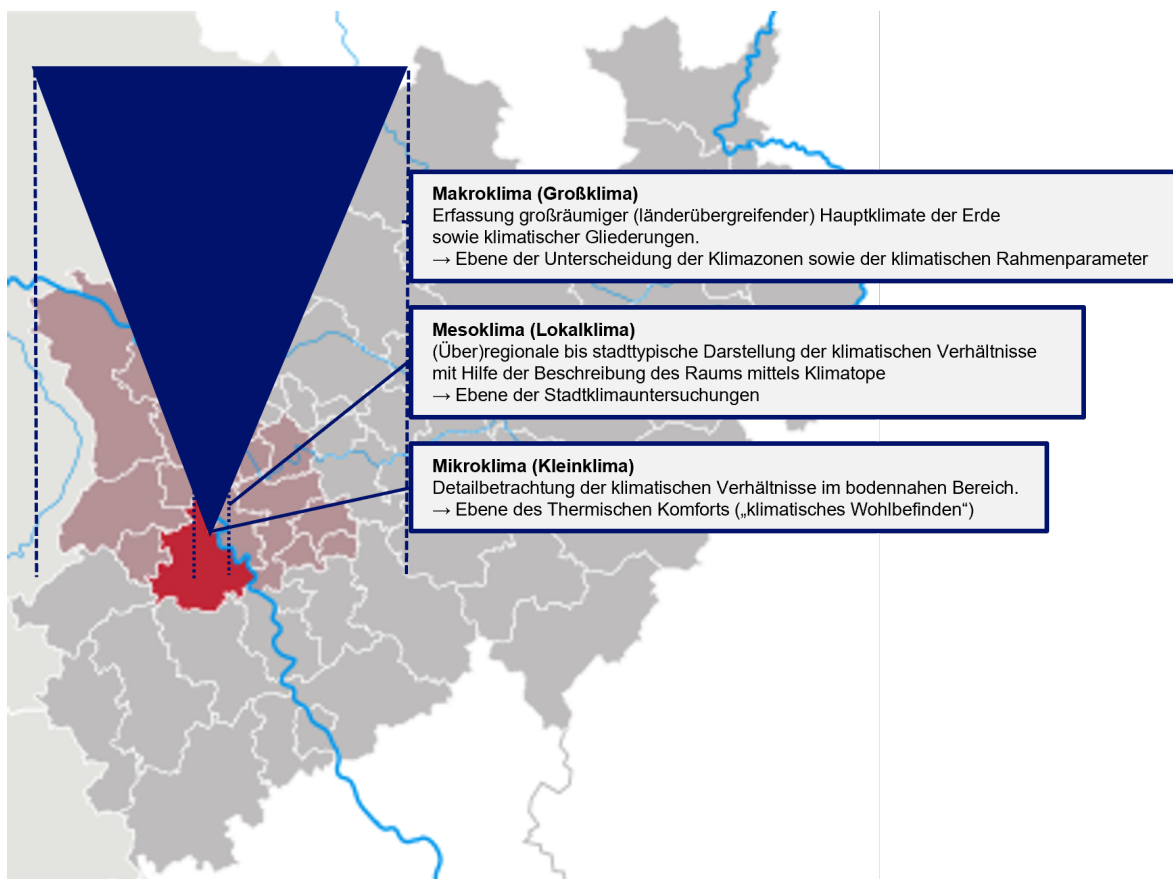


Abbildung 43: Übersicht der Klimatebenen im typischen Planungskontext. Je nach klimatischer Ebene unterscheiden sich Einflussgrößen, Fragestellungen, Bezugsraum und Anwendungsmöglichkeiten (vgl. Kapitel 10.2).

Das Stadtklima wirkt sich wiederum auf die meso- und mikroklimatische Ebene aus, wobei seine konkrete Ausprägung in Abhängigkeit von den vorhandenen Klimateinflussfaktoren und Klimamodifikatoren variiert (siehe Tabelle 14). Hiervon unterscheiden sich einige Parameter,

z.B. in Bezug auf einzelne Stadtteile, nur wenig (bspw. Sonneneinstrahlung, Niederschlag); andere wiederum, die z.B. durch das Wärmespeichervermögen von Baustoffen, die Versiegelung des Bodens oder anthropogene Abwärme etc. bedingt werden, können spürbar große Unterschiede aufweisen.

Tabelle 14: Beispiele für typische Einflüsse (linke Spalte) und deren (Aus-)Wirkungen (rechte Spalte) im städtischen Raum

Parameter Ursache	Wirkung Risiko
Beeinflussung durch Oberflächengeometrie, aerodynamische Rauigkeit, Wärmeinseleffekt	Windfeldveränderungen, Turbulenzen
Oberflächenversiegelung	Reduzierte Retentionsfähigkeit (kumulativ); Gefahr von Überschwemmungen
Oberflächenversiegelung, geringer Grünflächenanteil	Reduzierte Verdunstung
Reduzierte Retentionsfähigkeit	Gefahr von Überschwemmungen
Reduzierte Verdunstung und erhöhte Wärmespeicherung durch Bebauung	Temperaturerhöhung
Temperaturerhöhung	Vorhandensein wärmeliebender Pflanzenarten Hitzestress, thermische Belastung Anstieg der hitzebezogenen Vulnerabilität unterschiedlicher Bevölkerungsgruppen (vgl. Kapitel 3.2.2)

A1 | 1.2 Temperatur und städtische Wärmeinsel

Ähnlich vielfältig wie die Ursachen für die Modifikation des städtischen Mesoklimas sind die Auswirkungen des Stadtklimas auf Menschen, Tiere, Pflanzen und auch die unbelebte Natur (z.B. Gebäude). Obwohl nicht alle Eigenschaften des Stadtklimas generell schädlich sind, werden viele der stadtklimatischen Wirkungskomplexe wegen ihrer Auswirkung auf die städtische Infrastruktur, das Wohlbefinden oder die Gesundheit der Stadtbewohner negativ konnotiert. Ein solcher Wirkungskomplex ist der städtische Wärmeinseleffekt, der aus der Wechselwirkung von verschiedenen Faktoren und Effekten im urbanen Kontext resultiert. Diese werden im Folgenden näher erläutert.

Städte tragen stets zur Erwärmung der Lufttemperatur bei; im Jahresmittel sind sie durchschnittlich um 1 bis 2 °C wärmer als die sie umgebende Landschaft (Matzarakis et al. 2008; Kuttler 2011). Der Mittelwert der Lufttemperatur wird langfristig durch urbane Charakteristika, wie die Bebauung und die damit einhergehende Bodenversiegelung, beeinflusst. Wird beispielsweise der Versiegelungsgrad innerhalb eines Quartiers um 10 % erhöht, steigt auch der

Lufttemperaturmittelwert um ca. 0,2 °C gegenüber seiner unbebauten Umgebung an. Dieser Wert kann in Hinsicht auf einzelne Tageswerte, sprich Temperaturminima und -maxima, bei Strahlungswetterlagen noch stärker überschritten werden (Bründl et al. 1986).

Ergänzend zu der eigentlichen Bebauung spielen auch die Eigenschaften der eingesetzten Materialien (Absorptionsvermögen, Wärmekapazität, Wärmeleitfähigkeit, Wärmeemissionsvermögen und Verdunstungsfähigkeit) sowie die Kubaturen, die Baumassen und die Bebauungsmorphologie im Kontext des Überwärmungsrisikos städtischer Räume eine bedeutende Rolle (siehe Abbildung 44).



Eine Hitzewelle ist eine mehrtägige Periode mit ungewöhnlich hoher thermischer Belastung. Sie ist ein Extremereignis, welches die menschliche Gesundheit, die Ökosysteme und die Infrastruktur schädigen kann. Neben der Lufttemperatur sind hierbei weitere Parameter, wie die Luftfeuchte, Strahlung und Wind von Bedeutung. International existiert keine einheitliche Definition des Begriffs Hitzewelle. Definitionen basieren häufig auf einer Kombination von Perzentil basierten Schwellenwerten (z.B. 98. Perzentil der Tagesmaximumwerte und einer minimalen Andauer z.B. 3 Tage). (DWD 2022)

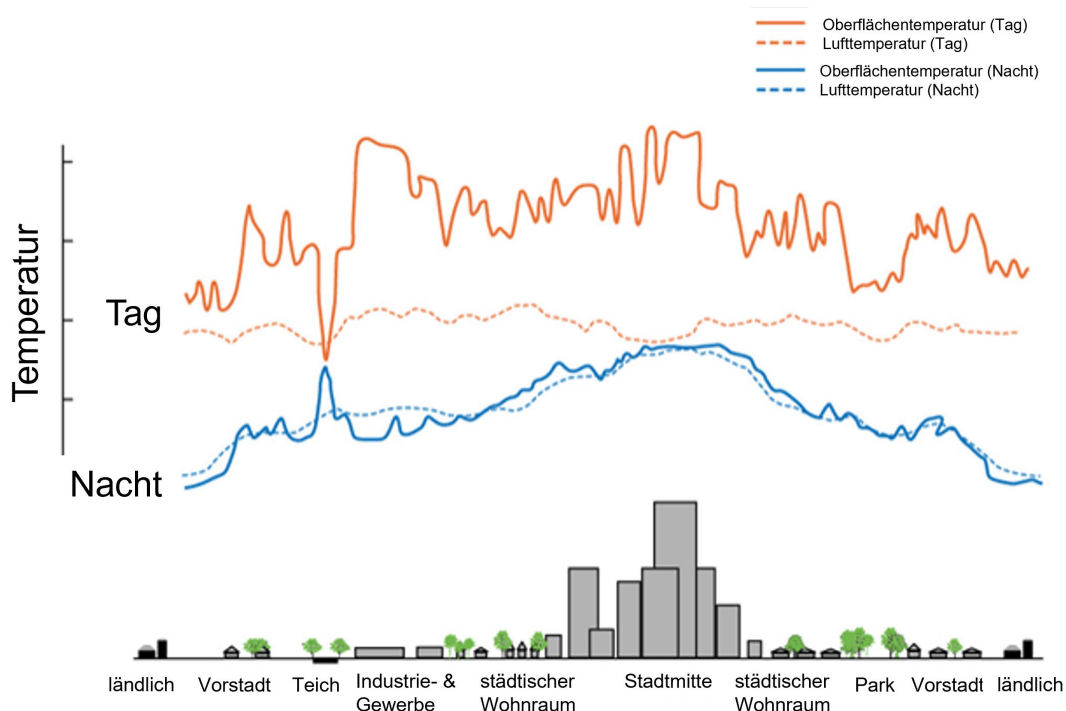


Abbildung 44: Darstellung der typischen Temperaturentwicklungen (nicht während einer Hitzewelle) am Tag und in der Nacht in Abhängigkeit von der Umgebung. Die orangenen Graphen stellen die Oberflächen- (durchgehend) und Lufttemperaturen (gestrichelt) am Tag dar, die blauen Graphen beide Temperaturen bei Nacht. Hierbei zeigt sich deutlich die unterschiedliche Wärmespeicherkapazität verschiedener Materialien oder Objekte. Am Tag steigt die Temperatur des Teichwassers kaum bzw. nur sehr langsam an. Auf Grund der guten Wärmespeicherkapazität des Wasserkörpers fällt sie in der Nacht, ohne Strahlungseintrag, aber auch nicht bzw. nur kaum ab. Ein gegensätzliches Beispiel stellen Industrieanlagen oder -hallen dar. In der Regel bestehen die Dächer dieser Bauten aus Metall und erhitzen sich am

Tag, bei Strahlungseintrag, sehr stark. Nachts kühlen sie sich dagegen recht schnell ab, u.a. auch, weil die Gebäude keine Massivbauten sind und keine große Masse besitzen. (EPA 2008, geändert)

Aus diesem Zusammenspiel urbaner Eigenschaften und klimatischer Effekte entsteht die ballungsraumtypische Wärmeinsel (siehe Abbildung 45). Sie ist durch eine starke Erwärmung am Tag und eine nur eingeschränkte Abkühlung während der Nacht geprägt. Die akkumulative Intensität dieses Effekts kann durch Extremwetter, wie länger anhaltende Hitzeperioden, zusätzlich verstärkt werden. Im Zuge des Klimawandels treten diese immer häufiger auf. In dieser Form stellt der Effekt der städtischen Wärmeinsel ein gesundheitsbedingtes Risiko für eine ebenfalls zunehmende Zahl an hitzevulnerablen Menschen (vgl. Kapitel 3.2.2), Tieren, Pflanzen und Infrastruktur dar und zählt somit zu den negativen Effekten des Stadtklimas.

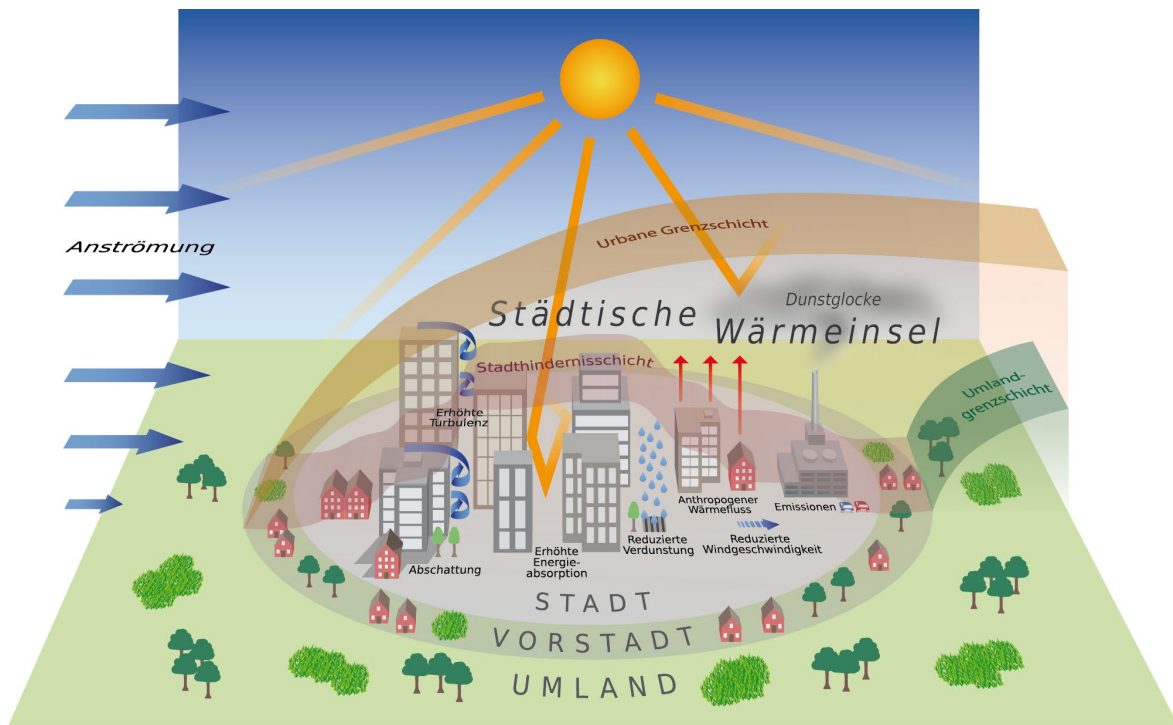


Abbildung 45: Darstellung unterschiedlicher temperaturrelevanter Faktoren und Effekte im urbanen Raum, die zur Ausprägung der städtischen Wärmeinsel beitragen (DWD 2017).

A1 | 1.3 Vegetation und städtisches Grün

Urbanes Grün erfüllt eine Vielzahl unterschiedlicher Funktionen, die das städtische Klima und die Lufthygiene positiv beeinflussen. Auf das Stadtklima bezogen spielt es vor allem bei Verdunstungsprozessen und der Verhinderung der Bodenversiegelung (Retentionseigenschaft) eine wichtige Rolle. Städtische Vegetation bestimmt auch die urbane Struktur und hat zahlreiche weitere (ökologische, ökonomische, strukturelle, soziale und ästhetische) Funktionen, wodurch die Identität der Stadt geprägt und die Lebensqualität der Bewohnerinnen und Bewohner beeinflusst wird.

Beispielhaft sei im öffentlichen städtischen Grün auf die Rasenflächen hingewiesen: Bei guter Wasserversorgung weisen diese an Strahlungstagen im Vergleich zu angrenzenden versiegelten Flächen wesentlich niedrigere Oberflächentemperaturen und damit niedrigere Lufttemperaturen auf. Bei schlechter Wasserversorgung heizen sich auch der Boden und das Gras darüber auf, sodass von einer Kühlwirkung nicht mehr gesprochen werden kann. Wiesen, d. h. Vegetationsflächen mit größeren Wuchshöhen, können den Boden durch die Eigenverschattung der Gräser- und Kräuter vor einer zu starken Überhitzung schützen (Heidt und Neef 2008). Ihre größte thermische Wirkung besitzen Rasenflächen abends und nachts, wenn, aufgrund der isolierenden Wirkung des Grasfilzes, der Bodenwärmestrom gering und die Ausstrahlung hoch ist. Diese Rasenareale kühlen dann sehr stark ab und heben sich als innerstädtische Kaltluftflächen (vgl. Anhang A1 | 1.8) heraus. Baum- und strauchbestandene innerstädtische Flächen können die oben genannten positiven klimatischen Effekte noch weiter verstärken, da sie neben ihrer Transpiration auch durch ihren Schattenwurf tagsüber für niedrigere Temperaturen sorgen. Nachts hingegen stellen sich dort höhere Temperaturen als auf einer Rasenfläche ein. Die relative Luftfeuchte ist in einem Stadtwald höher als über einer urbanen Rasenfläche. Baumbestandene Flächen transpirieren im Vergleich zu Kurzgras mit 40 % - 70 % (je nach Baumart) deutlich mehr. Außerdem weisen sie nach Niederschlägen wegen ihres größeren Interzeptionsvolumens eine höhere Evaporationsrate als Rasenflächen auf. Da der größte Teil der Globalstrahlung bereits vom Kronendach absorbiert wird, steht tagsüber weniger Energie für die Bodenerwärmung und Speicherung zur Verfügung als bei Rasenflächen, Wiesen oder gar unbeschatteten versiegelten Oberflächen. Ferner bewirken Baumbestände eine Reduzierung der Windgeschwindigkeit (vgl. Anhang A1 | 1.5), wodurch Aerosole und Stäube, aber auch Gase aus der vorbeiströmenden Luft ausgefiltert werden können (Hupfer und Kuttler 2015). Unter klimatischen Gesichtspunkten nehmen bereits kleinräumige Grünflächen Einfluss auf das Mikroklima. Ab welcher Größe jedoch ein deutlicher „Abstrahlungseffekt“ entsteht, hängt von vielen unterschiedlichen Faktoren (z.B. Dichte der umgebenden Bebauung, Grünvolumen, Barrierewirkungen etc.) ab. Dimoudi und Nikolopoulou (2003) haben die Klimarelevanz für Vegetationsflächen von min. 10 m x 10 m untersucht und nachgewiesen.

A1 | 1.4 Regionaler Wind und städtische Durchlüftung

Die Unterscheidung zwischen ländlichem und städtischem Gebiet spielt im Hinblick auf den Faktor Wind eine große Rolle. Die morphologischen (siehe Abbildung 46) und thermischen Charakteristika des urbanen Raums führen dort zu einer Veränderung der Windverhältnisse (Windgeschwindigkeit & Windrichtung).

Die Luftbewegungen in der Stadt werden insbesondere durch lokale Windsysteme beeinflusst, die entweder von den topografischen Gegebenheiten oder von der Art und Anordnung seiner Bebauung abhängig sind (VM BW 2012). Diese Windsysteme bilden sich gerade dann heraus, wenn der überregionale Wind nur schwach ausgeprägt ist.

Stark durch das vorliegende Relief geprägte Windsysteme (topografisch) sind bspw. Hangwinde sowie Berg- und Talwinde (siehe Abbildung 47). Vor allem bei Städten in Tal- und Kessellagen sind diese Zirkulationssysteme von Bedeutung, da sie die Frischluftzufuhr und den Abluftabtransport (z.B. hinsichtlich Schadstoffen) fördern.

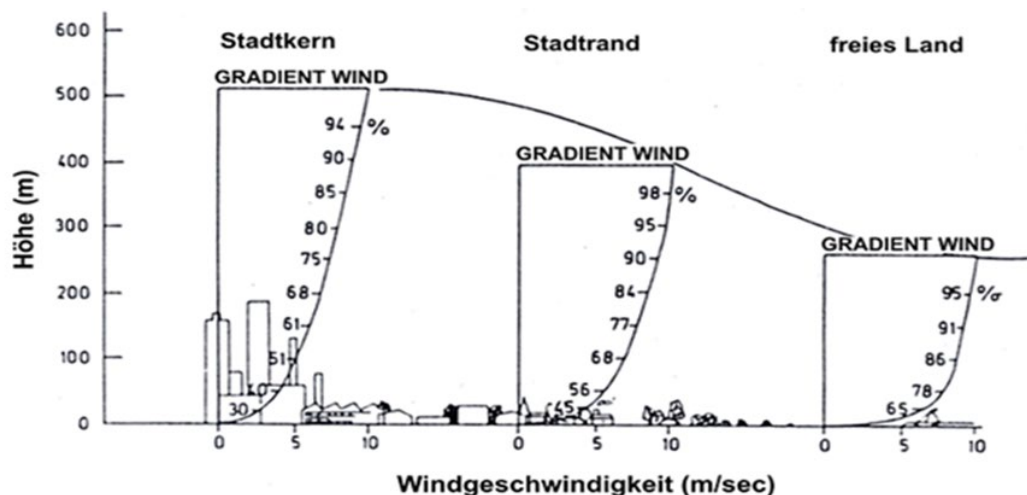


Abbildung 46: Schematische Darstellung der Windprofile über dem Stadtkern, dem Stadtrand und dem freien Land (Robel et al., 1978).

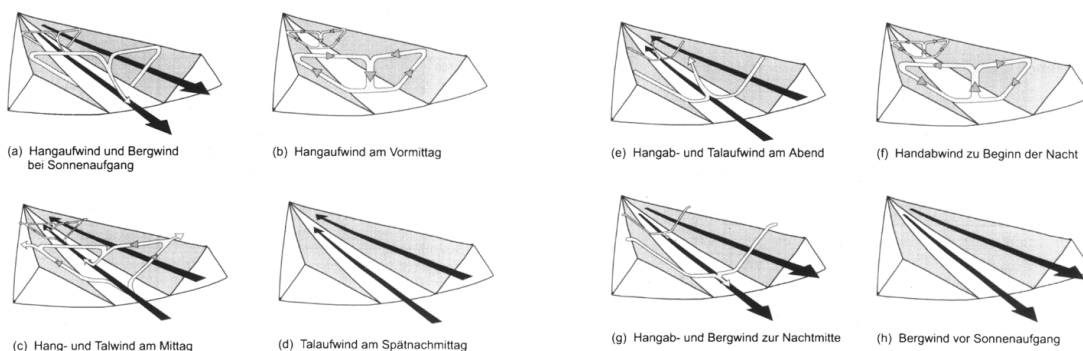


Abbildung 47: Vereinfachte Darstellung der Zirkulation von Hang- (helle Pfeile) sowie Berg- und Talwinden (dunkle Pfeile) in Abhängigkeit zur Tageszeit (Liljequist und Cehak 1979).

A1 | 1.5 Rauigkeit und Porosität

Wie bereits beschrieben verändert das urbane Profil die Windverhältnisse hinsichtlich der Windgeschwindigkeit sowie der Windrichtung. Die größere Oberfläche und Rauigkeit (Oberflächen- oder Terrainstruktur) einer städtischen Bebauung bewirkt durch die erhöhte Reibung eine Verminderung der Windgeschwindigkeit (bis zu 30 % im Jahresmittel). Insbesondere nimmt die Häufigkeit von Windstillen um bis zu 20 % zu, was auch zu einer Verminderung des Luftaustausches führt und damit den Schadstofftransport behindert (VM BW 2012).



Jedes Objekt besitzt eine gewisse Oberflächenrauigkeit. Bezogen auf die Be- und Durchlüftung kann diese spezifische Rauigkeit als Barrierewirkung interpretiert werden.

Die Barrierewirkung wiederum äußert sich in einer erhöhten Reibung zwischen Luftstrom und Objekt. Je stärker die Reibung, desto mehr (Bewegungs-)Energie wird dem Luftstrom entzogen, wodurch die Be- bzw. Durchlüftung verringert werden kann.

Hinsichtlich der Rauigkeit einer Oberfläche oder eines Terrains sind zwei Parameter von Relevanz. Zum einen die Rauigkeitslänge (Z_0) und zum anderen die Nullpunktverschiebung (Z_d). Z_0 beschreibt den durch die Oberflächenrauigkeit eines Hindernisses beeinflussten vertikalen Raum über dem Objekt. Z_d beschreibt den vertikalen Versatz von Z_0 (siehe Abbildung 48). Typische Werte beider Rauigkeitsparameter für unterschiedliche Beispiele werden in Tabelle 15 wiedergegeben. Je höher die Werte von Z_0 und Z_d , desto stärker wird das Windprofil verformt, was u.a. eine Verminderung der Windgeschwindigkeit im Urban Canopy Layer (UCL) zur Folge hat.

Der UCL beschreibt in der Stadt die Atmosphärenschicht zwischen Erdoberfläche und mittlerer Hausdachhöhe (Stadthindernisschicht), also den typischen Lebensraum für Menschen in der Stadt. Das logarithmische Windprofil wird als Näherung zur Beschreibung von Geschwindigkeitsprofilen verwendet, die durch die Bodenrauigkeit oder die Bebauung in der Windströmung entstehen.

Die städtische Porosität (Ph_{var}) beschreibt den Zustand des offenen 3-dimensionalen Raums im Verhältnis zum bebauten Volumen. Ph_{var} wird parallel zu den Rauigkeitslängen (Z_0) und der Nullpunktverschiebung (Z_d) berechnet und basiert auf dem Ansatz der „Frontal Area Analyse“ (Unger 2009). Für die Berechnung der Porosität ist die vorherrschende Windrichtung nicht von Relevanz, da hierbei der 3-dimensionale Raum und die in ihm enthaltenen Baumas- sen untersucht werden.

Ergänzend zu den dynamischen Faktoren Z_0 und Z_d , die eine direkte Aussage über die Rauigkeit bzw. den Reibungsverlust treffen (siehe Tabelle 15), zeigt die urbane Porosität (Ph_{var}) das Potenzial einer möglichen Durchlüftung an. Damit ist Ph_{var} alleinstehend von größerer planerischer Relevanz als die Rauigkeitslänge und die Nullpunktverschiebung. Die Einteilung der städtischen Porosität geschieht im Wertemaßstab von 0 bis 1, wobei 1 die höchste

Porosität und 0 die niedrigste Porosität des 3-dimensionalen Raums darstellt. Das heißt, je höher der Wert, desto geringer ist der Windwiderstand des Bereichs.

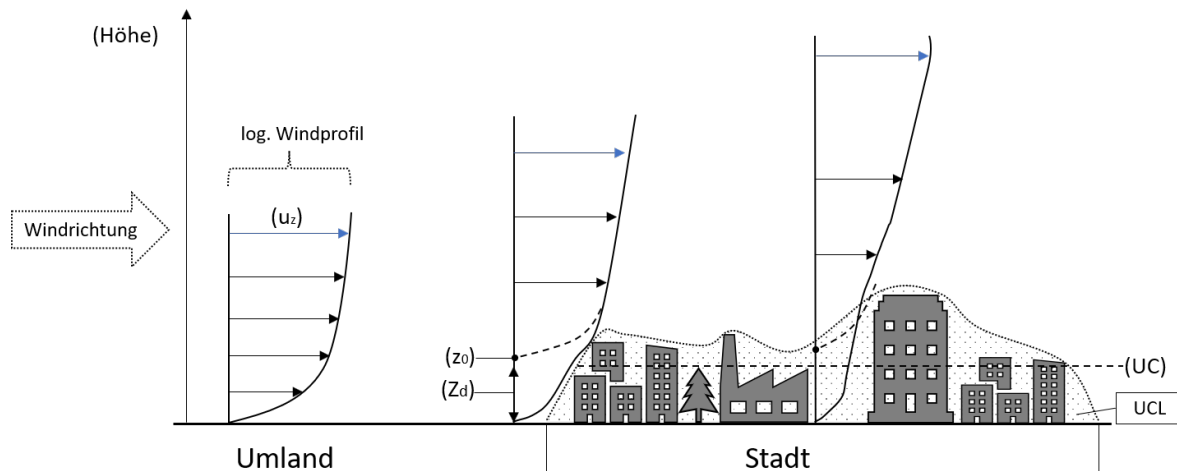


Abbildung 48: Schematische Darstellung der Beeinflussung des log. Windprofils im urbanen Bereich. Z_0 beschreibt die Rauigkeitslänge in Metern, Z_d die Nullpunktverschiebung in Metern, u_z die Windgeschwindigkeit (blauer Pfeil mit gleicher Geschwindigkeit, aber auf unterschiedlicher Höhe = vertikale Streckung des Profils) und den Raum unterhalb der mittleren Gebäudehöhe (UC).

Tabelle 15: Beispiele für Rauigkeitslängen und Nullpunktverschiebungen unterschiedlicher Oberflächen (nach Oke 2017)

	Oberfläche Terrain	Durchschnittliche Höhe [m]	Rauigkeitslänge (Z_0)	Nullpunktverschiebung (Z_d)
rural	Eis, geteerte Fahrbahn		0,001-0,01 mm	--
	Schnee, Wasser		0,1-1 mm	--
	Blanker Boden, geschnittenes Gras	0,02-0,05	0,01-0,02 m	--
	Gras, Stoppelfeld	0,2-0,5	0,03-0,06 m	0,1-0,3 m
	Ackerland, Pflanzenbestand	0,4-1	0,05-0,15 m	0,2-0,7 m
	Plantagen, Buschland	2-4	0,4-1 m	1,3-2,5 m
	Wald	12-30	0,8-2 m	9-24 m
urban	<i>niedrige Höhe und Dichte</i> Häuser, Gärten, Bäume, Warenhäuser	5-8	0,3-0,8 m	2-4 m
	<i>mittlere Höhe und Dichte</i> Reihenhäuser, Stadtzentren	7-14	0,7-1,5 m	3,5-8 m
	<i>hohe Höhe und Dichte</i> < 6 Stockwerke, Reihen- und Block-Gebäude	11-20	0,8-2 m	7-15 m
	Büro- und Wohnungsturmcluster	> 20	> 2 m	> 12 m

Mithilfe der berechneten städtischen Porosität können klare Planungshinweise abgeleitet werden. Durch die Erfassung mehrerer Bereiche mit einer hohen Porosität können Durchlüftungspotenziale definiert und in der Klimafunktionskarte dargestellt werden.

Darüber hinaus dienen die Ergebnisse der Themenkarte (Kaltluft mit dem bodennahen Strömungsfeld) als Informationsbasis, um Potenziale und Möglichkeiten zur Schaffung einer besseren Durchlüftung in der Stadtentwicklung zu berücksichtigen.

A1 | 1.6 Luftleitbahnen

Sowohl der horizontale wie auch der vertikale Luftmassentransport regulieren die Belüftung des bodennahen Raums. Ganzjährig relevant für die Durchlüftung von städtischen Gebieten ist jedoch nur die horizontale Luftströmung. Von besonderer stadtklimatischer Relevanz sind diese Luftströmungen besonders in den Nacht- und Vormittagsstunden bei austauscharmen Hochdruckwetterlagen. Diese Wettersituationen verstärken die typischen Eigenschaften des Stadtklimas, wodurch die thermische und lufthygienische Belastung der Bevölkerung gesteigert wird.

Stadtklimarelevante Luftleitbahnen ermöglichen besonders bei austauscharmen Wetterlagen das Ein- und Durchdringen vorhandener schwacher Horizontalströmungen in den UCL (Mayer 1994). Eine räumlich umfangreichere Möglichkeit zur Verminderung thermischer und lufthygienischer Belastungen innerhalb des Stadtraums liegt in der Freihaltung beziehungsweise Schaffung von stadtklimarelevanten Luftleitbahnen im UCL.



Kaltluft beschreibt ausschließlich einen Temperaturzustand von Luftmassen, nimmt aber keinen Bezug auf lufthygienische Aspekte (Thematik Frischluft).

Entsprechend ihrer thermischen und lufthygienischen Eigenschaften und Qualität der transportierten Luftmassen werden stadtklimarelevante Luftleitbahnen in

- Ventilationsbahnen
- Frischluftbahnen und
- Kaltluftbahnen unterteilt (nach VDI 2015).

A1 | 1.7 Strömungsregime

In Abhängigkeit von der Stadtmorphologie können sich unterschiedliche lokale Strömungsregime im innerstädtischen Raum ausbilden (siehe Abbildung 49). Das hierbei relevante dimensionslose Höhen-Weiten-Verhältnis beschreibt den Raum zwischen zwei Objekten (z.B. Gebäuden) in Abhängigkeit einer angenommenen Windrichtung. Dabei definieren

unterschiedliche Schwellenwerte des Höhen-Weiten-Verhältnisses die Zugehörigkeit zu einem Strömungsregime (siehe Tabelle 16).

Informationen zu bestehenden Strömungsregimen bzw. deren mögliche Veränderung (z.B. durch bauliche Nachverdichtung oder Abriss von Gebäuden) sind für die Stadtplanung bzw. -entwicklung von großem Interesse. So können konkrete Aussagen zu baulichen Vorgaben (keine Bebauung, definierte Bebauung etc.) z.B. im Bereich von bestehenden Luftleitbahnen getroffen werden, sodass deren Funktionalität weiterhin bestehen bleibt. Funktionierende Strömungssysteme können durch die Zufuhr frischer und kühlerer Luft eine bedeutende klimaökologische und immissionsrelevante Ausgleichsleistung für die Belastungsräume erbringen.

Tabelle 16: Zuordnung unterschiedlicher Höhen-Weiten-Verhältnisse zu den entsprechenden Strömungsregimen

Höhen-Weiten-Verhältnis	Strömungsregime
kleiner als 0,3 bis 0,5	Isolierte Rauigkeitsströmung (a)
größer als 0,5 und kleiner 0,65	Wirbelüberlagerungsströmung (b)
größer als 0,65	Abgehobene Strömung (c)

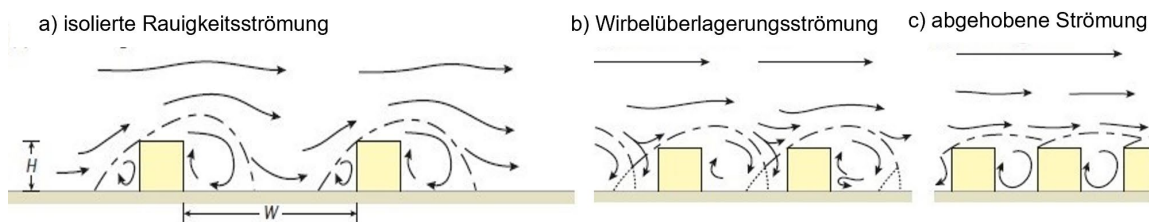


Abbildung 49: Darstellung unterschiedlicher Strömungsregime (isolierte Rauigkeitsströmung (a), Wirbelüberlagerungsströmung (b) und die abgehobene Strömung (c)) (Oke 2017)

A1 | 1.8 Flurwinde und Kaltluft

Neben den durch das Relief beeinflussten Strömungen bilden sich in ebenen Lagen sogenannte Flurwinde aus. Das Flurwindssystem beschreibt Druckausgleichsströmungen zwischen verschiedenen Fluren (z.B. Stadt-Umland) und ist an ein flaches Relief oder an hindernisarme Freiflächen (Leitbahnen) gebunden. Der flache städtische Raum ist stark von seiner baulichen Gestaltung abhängig und fällt als ein durch Bebauung bedingtes Windsystem in diese Kategorie. Diese Windsysteme sind ein unterstützender Faktor bei der Kalt- und Frischluftzufuhr und dem Luftabtransport, wenngleich die Flurwinde in ihrer Intensität regulär recht schwach ausgeprägt sind.

Flurwinde entstehen, wenn sich in Gebieten gegenüber ihrem Umland ein lokales thermisches Tief aufbaut. Dies wird insbesondere durch die Überwärmung bebauter oder versiegelter

Gebiete und dem damit einhergehenden konvektiven Aufstieg von Luftmassen (siehe Abbildung 50) gefördert. Der entstehende Druckgradient kann daraufhin durch einströmende kühlere Luftmassen aus dem Umland ausgeglichen werden (Druckausgleichsströmung).

Im Gegensatz zu den topografischen Windsystemen ist dieses System eher in Städten mit einem flachen Relief zu finden. Es unterstützt aber gleichfalls die Kalt- und Frischluftzufuhr und den Luftabtransport, allerdings sind Flurwinde in der Regel in ihrer Intensität schwach ausgeprägt, weshalb diese sehr störungsanfällig sind (z.B. durch regionale Überströmung).

Die Kaltluftentstehung beschreibt auf mikro- und mesoskaliger Ebene den nächtlichen Abkühlungsprozess der bodennahen Luftschichten. Mit dem Sonnenuntergang beginnt auf ausreichend großen Grün- und Freiflächen die Kaltluftproduktion. Diese dauert bis in die frühen Morgenstunden an und wird sowohl durch die ausbleibende solare Einstrahlung als auch durch die thermische Ausstrahlung der oberen Bodenschicht bedingt. Da sich die Luft mit dem Erkalten auch verdichtet, strömt sie anschließend flüssigkeitsähnlich der Reliefausprägung folgend in tiefere Regionen. Eine signifikante Strömungsdynamik entwickelt sich hierbei ab ca. 1 – 2 ° Gefälle und wird stets von der Rauigkeit (vgl. Anhang A1 | 1.5) der überströmten Bodenschichten beeinflusst (siehe Tabelle 15).

Sowohl das Entstehungsgebiet als auch die Kaltluftproduktionsrate werden von dem vorhandenen Untergrund bestimmt. Hierbei fördern besonders unversiegelte Freiflächen (z.B. Wiesen, Brachen, Grünflächen etc.) mit einer niedrigen Vegetationshöhe die Kaltluftproduktion. Liegen diese Areale in einem reliefierten Gebiet (z.B. unbebaute Hänge), werden die Kaltluftmassen über die topografischen Windsysteme (Hang- und Bergwinde) abgeleitet. Allerdings können Hindernisse, in Abhängigkeit ihrer Ausprägung (Länge, Höhe, Ausrichtung), den Kaltluftabfluss behindern oder auch komplett zum Erliegen bringen (siehe Abbildung 51).

Das fehlende Gefälle der Kaltluftentstehungsflächen reduziert zwar nicht die Kaltluftproduktion, verringert jedoch den Wirkungsbereich, aufgrund des fehlenden Kaltluftabflusses. Unter Umständen können die Sogwirkungen vorhandener Flurwinde den Kaltlufttransport unterstützen. Waldgebiete auf stark geneigten Flächen (LANUV NRW 2018) tragen ebenfalls zur Kaltluftproduktion bei. Durch die Baumkronen wird das Aufheizen tagsüber verringert und die Neigung des Geländes unterstützt die Durchströmung des kühlen Stammraums. Dies ermöglicht den Kaltluftabfluss aus dem bodennahen Waldbereich. In Abhängigkeit von Gefälle, Dauer und Einzugsgebiet kann eine Kaltluftschicht bis zu einer Höhe von über mehreren Dekametern anwachsen.

Natürliche, unversiegelte Untergründe sind für die Kaltluftentstehung entscheidend. Zudem kann eine geringe Bodenrauigkeit (keine bodennahen Hindernisse wie Mauern, dichte Büsche etc.) zu einem besseren Abflussverhalten an einem Hang führen und sich der Wirkungsraum somit vergrößern.



Abbildung 50: Darstellung eines Flurwindsystems am Beispiel des Stadt-Umland-Windsystems. Während einer strahlungsarmen Nacht steigen die wärmeren "Stadtluft"-Massen auf (geringere Dichte) um nach Abkühlung (höhere Dichte) wieder abzusinken. Zusammen mit den nach Sonnenuntergang entstehenden Kaltluftmassen des ruderalen Raums etabliert sich so ein sensibles Flurwindsystem (Sogwirkung, Luftdruckgegensatz).

Im Durchschnitt wird den Acker- und Wiesenflächen das höchste Kaltluftentstehungspotential zugeordnet (GEONet 2002, 2011). In der Regel handelt es sich bei diesen Luftmassen um weniger stark thermisch belastete Luft, weshalb sie auch im Zusammenhang mit dem städtischen Luftaustausch umgangssprachlich als „Frischluft“ bezeichnet wird. Wissenschaftlich ist dies jedoch nicht korrekt, da Kaltluft nur einen Temperaturzustand von Luftmassen beschreibt und entsprechend auch aus lufthygienischer Sicht belastet sein kann. Liegt beispielsweise eine starke Emissionsquelle (lufthygienisch) im Abflussbereich eines Kaltluftentstehungsgebiets, so entsteht zwar weiterhin Kaltluft, diese kann aber nicht als unbelastete Luft bezeichnet werden. Entsprechend müssen die Umgebung oder mögliche lufthygienische Störfaktoren bei der Bewertung von potenziellen Frischluftzuflüssen miteinbezogen werden. Der Begriff der Frischluft beschreibt den am Tag durch Fotosynthese neu gebildeten Sauerstoff (O_2) der Vegetation (vornehmlich in Waldgebieten). Dadurch ist Frischluft per se unbelastet und nicht mit Kaltluft gleichzusetzen. Besonders für urbane Räume in Kessel- oder Hanglagen ist die Kaltluftentstehung und deren Transport für die thermische Regulierung des Stadtklimas und der Luftreinhaltung von großer Wichtigkeit. Die Richtlinie 3787 Blatt 5 des VDI (VDI 2003) unterstreicht diese Bedeutung mit der Forderung, Kaltluftentstehung und Kaltluftabflüsse in der Stadt- und Regionalplanung zu berücksichtigen.

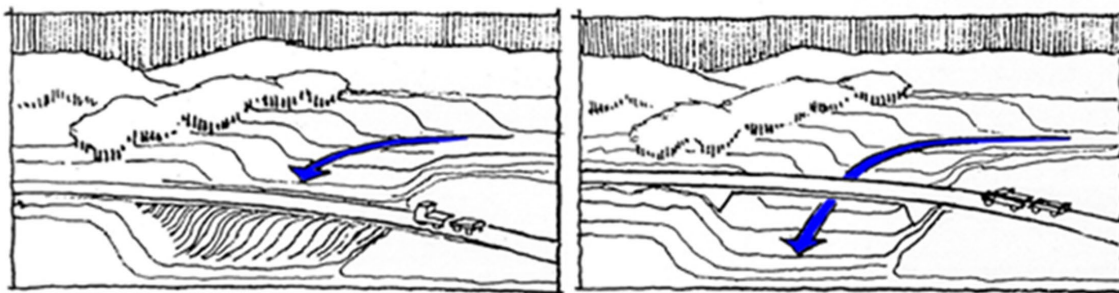


Abbildung 51: Der den Kaltluftabfluss querenden Damm mit Straße (links) wird zum Hindernis und blockiert bzw. staut den Kaltluftstrom auf. Die den Kaltluftabfluss querende Brücke mit Straße (rechts) bremst bzw. staut den Kaltluftstrom nicht (VM BW 2012).

A1 | 2Methoden | Umsetzung | Software

Die zunehmende Temperaturverschiebung und insbesondere die Zunahme der Sommertage ($\geq 25^{\circ}\text{C}$) sowie Tropennächte ($\geq 20^{\circ}\text{C}$) rücken immer stärker in den Fokus der Stadtplanung. Insbesondere durch die Akkumulation der Wärme innerhalb des urbanen Umfelds kann es bereits in mittelgroßen Städten zur Ausprägung von städtischen Wärmeinseln kommen. Diese führen wiederum zur verstärkten thermischen Beeinflussung von Baustrukturen (und Infrastruktur) sowie zu der bioklimatischen Belastung für Menschen, Tiere und Pflanzen. In Anbetracht der weiter voranschreitenden Klimaveränderung ist es daher eine wichtige Aufgabe der Kommunen, klimatische Aspekte bei der Stadtentwicklung systematisch zu berücksichtigen. Belastungen müssen durch eine vorausschauende Stadtplanung und die Umsetzungen von individuellen Klimaanpassungsmaßnahmen gezielt für das Umfeld abgebaut werden, während positive Effekte gefördert und erhalten werden müssen.

Die angewandte Stadtklimatologie befasst sich seit geraumer Zeit mit Analysemethoden (Burghardt 2015; Burghardt et al. 2014), die eine direkte Grundlage und einen Zugang für eine Vielzahl planerischer Fragestellungen bieten. Prinzipiell werden beim Stadtklima zwei Aspekte betrachtet, die thermischen und die dynamischen. Der Arbeitskreis der Umweltmeteorologen der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft (2018) beschreibt das Stadtklima wie folgt:

„...ein ideales Stadtklima zeichnet sich durch eine möglichst große Inhomogenität mit einer charakteristischen Weglänge von 150 m und einem thermisch und lufthygienisch belastungsfreien Raum aus. Es soll die planerischen Absichten im Außenraum unterstützen...“

Demzufolge bietet ein heterogenes Mikroklima mehr Freiraum für die individuelle Anpassung von Menschen, Tieren und Pflanzen an ihre städtische Umwelt, woraus sich die Notwendigkeit ergibt, stadtklimatische Belange mit planerischen Zielen in Einklang zu bringen.

Im stadtplanerischen Kontext wird zwischen mehreren Planungsebenen unterschieden. In Abhängigkeit der gewählten Planungsebene finden sich wiederum unterschiedliche klimatische Einordnungen (= klimatische Planungsebenen) (siehe Abbildung 52), die es zu beachten gilt. So bewegt sich ein Flächennutzungsplan im mesoklimatischen Bereich, wohingegen sich Einzelgebäude oder Gebäudegruppen auf der Ebene des Mikroklimas wiederfinden. Bebauungspläne liegen, je nach Flächenumgriff, zwischen diesen beiden Ebenen und werden dem Lokalklima zugeordnet.

Trotz der direkten und indirekten Wechselbeziehungen der einzelnen stadtklimatischen Ebenen muss dennoch eine strikte fachliche Trennung erfolgen. So kann z.B. eine gesamtstädtische mesoklimatische Analyse nicht auf einen Objektplan gezoomt und angewandt werden. Dies ergibt sich zum einen aus den unterschiedlichen Auflösungen (Rastergrößen) und zum

anderen aus den unterschiedlichen klimatischen Fragestellungen unter deren Aspekten die jeweiligen Klimaanalysen durchgeführt werden (siehe Abbildung 52). Ebenso kann die erforderliche Datenbasis in Abhängigkeit der klimatischen Planungsebene variieren.

Um ein Gesamtbild einer stadtklimatischen Situation darstellen zu können, ist eine mesoskalige Analyse notwendig. Die Ergebnisse der Analyse werden als Klimafunktionskarte dargestellt und geben Aufschluss über die Verteilung verschiedener Klimatope (Flächen, die sich durch bestimmte klimatische Eigenschaften charakterisieren lassen) sowie über den Einfluss der regionalen Belüftungssituation, auch können für die Stadtentwicklung wichtige Empfehlungen erarbeitet werden. Sollten sich hierbei bereits einzelne „Hotspots“ herauskristallisieren, so können diese nachfolgend, unter Zuhilfenahme mikroklimatischer, numerischer Simulationen, genauer untersucht werden, um detaillierte Maßnahmen zu erarbeiten.

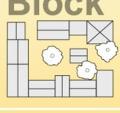
administrativer Bezug	Planungsebene	klimatische Fragestellung	Auflösung (Rastergöße)	klimatische Einordnung
Region 	Regionplan > M 1: 100.000	regionale Luftaustauschprozesse und Klimafunktionen	100m	Mesoklima ↓
Stadt 	Flächennutzungsplan > M 1: 10.000	Wärmeinseleffekt, Belüftungsstrukturen (Rauhigkeiten)	25 - 50m	
Ortsteil 	Bebauungsplan M 1: 5.000	Übergang von Klimatop- zu Mikroklimanalyse	10m	
Block 	Bebauungsplan M 1:1.000	Mikroklimatische Untersuchungen, thermischer Komfort	2 - 5m	Mikroklima ↓
Gebäude 	Bauplan/Objekt M 1:200	Strahlungs- und Gebäudeströmungen	>0 - 2m	

Abbildung 52: Die unterschiedlichen Planungsebenen mit ihrem administrativen Bezug sowie den korrespondierenden klimatischen Fragestellungen und den möglichen Auflösungen.

Stadtklimatische Bewertungen, die den Außenraum und somit den direkten Lebens- und Aufenthaltsraum der Menschen betreffen, finden im Maßstab der Mikroklimata (< 1:1000) statt. Die Gestaltung der Umwelt hat direkten Einfluss auf die thermische Situation in diesem Bereich und beeinflusst dadurch auch indirekt das Wohlbefinden der Bewohnerinnen und Bewohner. In diesem Maßstab, in dem kleinräumige nachbarschaftliche Einflüsse eine größere Rolle spielen, zeigt sich, ob ein schattenspendender Baum am richtigen Ort gepflanzt wurde oder ob er durch die Baumkrone möglicherweise ein Belüftungshindernis darstellt. Auf den Menschen

wirken permanent eine Vielzahl von unterschiedlichen Umwelteinflüssen ein, mit denen sich der Organismus auseinandersetzen muss. Um nun das subjektive Behaglichkeitsempfinden eines Individuums erfassen zu können, müssen alle relevanten Einflüsse, die wiederum in einem komplexen Zusammenspiel miteinander stehen (siehe Abbildung 53), berücksichtigt werden (Frank 1975). Durch die Komplexität und Dynamik der mikroskaligen Energieflüsse ist eine gesamtstädtische Darstellung (Simulation) des vorherrschenden Mikroklimas mit einer Auflösung von 1 m aus technischer Sicht heute noch nicht möglich.

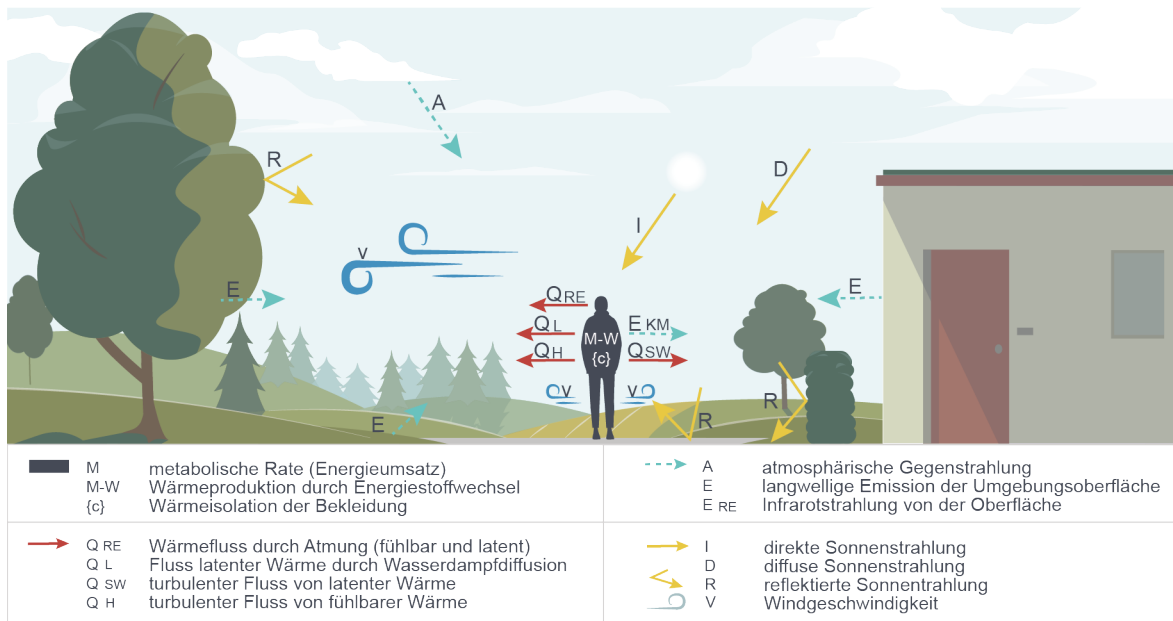


Abbildung 53: Der thermische Wirkungskomplex nach der VDI-RL 3787 Blatt 2 (1998, überarbeitet 2023).

A1 | 2.1 Ableitung der Klimaanalysekarte

Ziel der Erstellung einer Klimaanalysekarte (früher Klimafunktionskarte (KFK)) ist es, Flächen und deren Verbindungen miteinander hinsichtlich ihrer Klimafunktionen zu bewerten und daraus planungsrelevante Empfehlungen für die Stadt- und Landschaftsplanung abzuleiten. Hierfür werden grundlegende klimatische Aspekte (siehe Tabelle 17) unter Einbeziehung ihres Ursprungs und ihrer Abhängigkeiten zugrunde gelegt.

Tabelle 17: Grundlegende klimatische Aspekte und deren Ursprung bzw. ihre Abhängigkeiten, die zur Bewertung der Klimafunktionen herangezogen werden.

Klimatischer Aspekt	Ursprung und Abhängigkeit
Wärmebelastung	• solare Einstrahlung • umgebendes Gebäudevolumen und dessen Materialität • Vorhandene Vegetation
Übergeordnetes Strömungsfeld (Luftleitbahnen)	Für die Durchlüftung der Stadt sorgen häufig großräumige (synoptische) Winde. Die Durchlüftung hängt von • der Anströmrichtung, • der baulichen und • der topografischen Struktur der Stadt ab. Für die Durchlüftung der Stadt sind daher Luftleitbahnen (zusammenhängende, windoffene Flächen mit geringer Oberflächenrauigkeit) von entscheidender Bedeutung.
Autochthones Windfeld (Flurwind)	Als Ergänzung zu den großräumigen Winden bilden sich, vornehmlich während austauscharmer Wetterlagen, auch lokale (autochthone, also eigenbürtige) Strömungen aus. Häufig werden diese durch lokale Temperaturdifferenzen angetrieben. Ihnen kommt in der stadtklimatischen Bewertung eine besondere Bedeutung zu, da sie an (windstillen) Hitzetagen / Tropennächten die einzigen, vornehmlich kühlenden Windströmungen darstellen.
Nächtliche Kaltluftproduktion	Beim Ausbleiben des externen Strahlungsantriebes der Sonne (nach Sonnenuntergang) findet die Aus- bzw. Abkühlung aller Flächen und Objekte auf der Erdoberfläche statt. Dabei kühlen insbesondere Acker- und Wiesenflächen besonders schnell und stark ab, wodurch die Temperatur der bodennahen Luftschichten sinkt, und so Kaltluft entsteht.

A1 | 2.2 Ableitung der Handlungskarte „Klimaanpassung“ und der Maßnahmenhinweiskarte

Die Handlungskarte „Klimaanpassung“ (früher Planhinweiskarte (PHK)) transformiert die wissenschaftlichen Erkenntnisse der KFK sowie weiterer Analysen, Szenarien und Studien in planungs- und vor allem maßnahmenangepasste Aussagen hinsichtlich einer städtebaulichen und zukunftsorientierten (klimaangepassten) Stadtentwicklung. Durch die integrierte Berücksichtigung vieler unterschiedlicher Themen können so synergetische, aber auch konkurrierende Effekte - und die damit verbundenen Werkzeugempfehlungen - in Bezug auf die kommunale Planung herausgearbeitet werden.

Über die statistische Verteilung der stadtklimatisch relevanten Einflussgrößen (Themenkarten) lassen sich Stadtteilcharakteristika ablesen. Diese können für eine individuelle klimatische Beschreibung der einzelnen Stadtteile sowie der gesamten Stadt und für zukünftige Planungsentscheidungen z.B. in Hinblick auf eine optimierte städtische Belüftung oder den Abbau von Wärmeinseln herangezogen werden. Die Handlungskarten „Klimaanpassung“ in Kombination mit den im Erläuterungsbericht genannten Handlungsempfehlungen und denen über die Maßnahmenhinweiskarte (MHK) definierten Räume für konkrete Maßnahmengruppen dient zukünftig als Instrument, um die Schutz- und Entwicklungsmöglichkeiten von Stadträumen in Bezug auf ihre Empfindlichkeit gegenüber strukturellen Veränderungen hinsichtlich der klimatischen Wirkgrößen frühzeitig abzuleiten. Die Funktionsräume werden dabei konkret beschrieben und in mehreren planerischen Bewertungsstufen dargestellt.

Den einzelnen Bewertungsstufen wiederum werden allgemeine Planungshinweise zu planerisch relevanten Themenkomplexen zugewiesen, z.B.

- Nachverdichtungs-/Bebauungsempfindlichkeit
- Schutzbedürftigkeit
- Verbesserung/Erhalt Luftaustausch
- Bedarf an Aufwertungs- und Sanierungsmaßnahmen oder
- Prävention (Hitze).

A1 | 2.3 Technische Umsetzung

Die Technik der Erstellung einer Klimafunktionskarte hat sich seit Anfang der 1970er dahingehend verändert, dass durch den Einsatz moderner Geoinformationssysteme (GIS) wesentliche Verbesserungen in der Erfassung der klimatischen Wechselbeziehungen möglich wurden. Obwohl national wie auch international keine einheitlichen Standards zur Herleitung einer Klimafunktionskarte existieren, ist die Verschneidung zuvor erfasster stadtklimatischer Einflussgrößen mit dem Ziel der Klimatopausweisung und -evaluierung anerkannte wissenschaftliche Praxis (Katzschner et al. 2009; Lohmeyer 2008; Burghardt 2015; Oke 2006 & 2022; Gartland 2008). Insbesondere haben Ng & Ren (2015) mit ihrem umfassenden Werk „The Urban Climatic Map“ die internationale und nationale Verbreitung und Erstellung moderner Klimafunktionskarten thematisiert.

In diesem Zug erfolgt die Analyse einzelner klimatisch relevanter Größen (Themenkarten), die Berechnung der Klimaanalysekarte sowie die Entwicklung der Handlungskarte „Klimaanpassung“ innerhalb eines Geoinformationssystems (hier ArcGISPro der Firma Esri).

Wie aus Abbildung 53 ersichtlich, werden die einzelnen Themenkarten mithilfe mehrerer und unterschiedlicher Eingangsdatensätzen erstellt. Entgegen den Eingangsdaten, welche diskrete (klar abgegrenzte Daten) stadt- und landschaftsplanerische Informationen abbilden, repräsentieren die Themenkarten klimarelevante räumliche Ableitungen. Die Entwicklung der Themenkarten basiert auf physikalisch korrekten Berechnungen innerhalb des GIS. Die Methodik zur Herleitung wurde unter anderem im Rahmen unterschiedlicher Arbeiten entwickelt und geprüft (Burghardt 2015). Dabei werden die Ergebnisse der Themenkarten immer auch in den planerischen Kontext gesetzt, sodass die Verwendbarkeit im Planungsalltag gewährleistet wird.

Auf Basis der Themenkarten wird in der Folge die Klimaanalysekarte abgeleitet. Dies geschieht unter Zuhilfenahme einer linearen Wertungsmatrix, welche auf den geolokalen Besonderheiten der Stadt, sowie der wissenschaftlichen klimatischen Expertise beruht.

Gleichzeitig fließen auch numerische Simulationen in den Entstehungsprozess ein.

Mit Hilfe der Handlungskarte „Klimaanpassung“ werden die wissenschaftlichen Erkenntnisse der Themenkarten, der Klimaanalysekarte und – sofern vorhanden – weiterer stadtklimatische Analysen und Untersuchungen in planungsangepasste Aussagen hinsichtlich einer zukunftsorientierten (klimaangepassten) Entwicklung des Untersuchungsraums transformiert.

Mit Informationen aus den Themenkarten, weiteren Analysen und der Klimaanalysekarte wird die Maßnahmenhinweiskarte erstellt. Über diese Karte werden für den gesamten administrativen Raum klimatisch defizitäre Bereiche zu bestimmten klimatischen Aspekten identifiziert und korrespondierende Maßnahmengruppen (z.B. Vegetationsanteil erhöhen,

Durchlüftungsachsen sichern etc.) zugeordnet. Jeder Maßnahmengruppe sind unterschiedliche Werkzeuge der Werkzeugliste zugeordnet, die potenziell als Klimaanpassungsmaßnahmen in entsprechend defizitären Bereichen eingesetzt werden können.

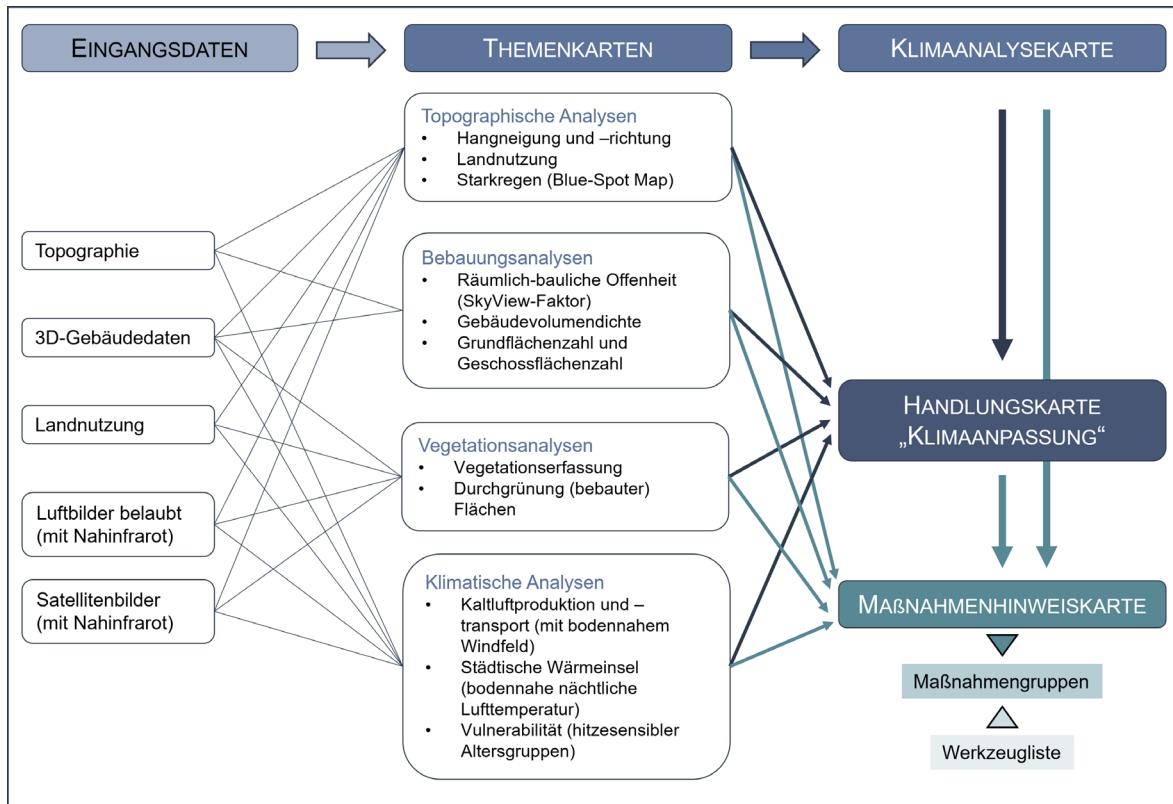
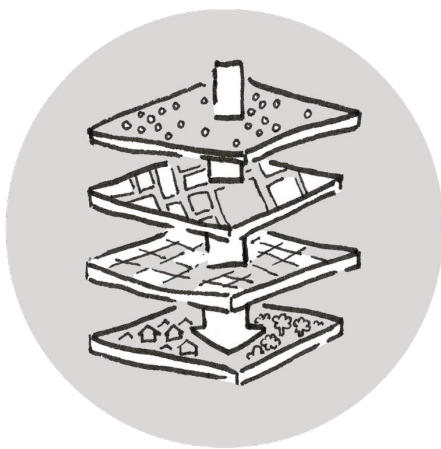


Abbildung 54: Schematische Darstellung der grundsätzlichen Herleitung der Klimaanalysekarte und der Handlungskarte „Klimaanpassung“. Die Eingangsdaten bilden diskrete stadt- und landschaftsplanerische Informationen ab, die Themenkarten repräsentieren (klimarelevante) räumliche Ableitungen. Mithilfe der Maßnahmenhinweiskarte werden klimatisch defizitäre Bereiche identifiziert, denen individuelle Klimaanpassungsmaßnahmengruppen zugeordnet werden.

A1 | 2.4 Verwendete Software

GEOINFORMATIONSSYSTEM

Geoinformationssysteme (GIS) stellen eine Schnittstellentechnologie zwischen räumlichen und technischen Sachdaten dar. Einzig über GIS ist es möglich, Daten im Raum zu verorten und gleichzeitig räumlich und zeitlich zu analysieren (siehe Abbildung 55). Unter der Berücksichtigung bzw. der Erfassung räumlicher sowie zeitlicher Korrelationen, können analytische, planerische und entwerferische Mehrwerte generiert werden. Gleichzeitig organisieren Geoinformationssysteme Geodatenbestände und ermöglichen so die Verwaltung von räumlichen, zeitlichen und technischen Daten auf Datenbankebene.



Räumliche und zeitliche Analyse unterschiedlichster Eingangsdaten

Unterschiedliche Geo- und Sachdaten

- Vektordaten (Punkt-, Linien-, Flächendaten mit unterschiedlichsten Attributen)
- Rasterdaten (z.B. Luftbilder, Satellitenbilder, etc.)
- Sachdaten (mit einem Positionsbezug – z.B. Einwohnermeldedaten, etc.)

Abbildung 55: Schematische Darstellung der Funktionsweise eines GIS. Unterschiedlichste Eingangsdaten (Raster- oder Vektordaten) können miteinander verschnitten und analysiert werden, um ein möglichst genaues digitales Abbild der Realität zu schaffen.

KALTLUFTPRODUKTION UND -ABFLUSS

„KLAM_21 ist ein vom Deutschen Wetterdienst (DWD) entwickeltes zweidimensionales, mathematisch-physikalisches Simulationsmodell zur Berechnung von Kaltluftflüssen in orographisch gegliedertem Gelände für Fragen der Standort-, Stadt- und Regionalplanung. (...) Das Modell simuliert die Entwicklung von Kaltluftflüssen und die Ansammlung von Kaltluft in einem beliebig auswählbaren, rechteckig begrenzten Untersuchungsgebiet. Über diese Fläche wird ein numerisches Gitter gelegt, typische Gitterpunktabstände sind dabei 20 bis 50 m. Die Modellgebietsgröße wird in der Regel so gewählt, dass alle relevanten Kaltlufteinzugsgebiete erfasst sind. Bei 50 m Gitterabstand beträgt z.B. die maximale Größe 22.500 km². Jedem Gitterpunkt werden eine Flächennutzung (schematisiert in 9 Nutzungsklassen, Sondernutzungen können bei Bedarf ergänzt werden) sowie eine Geländehöhe zugeordnet. Jeder Landnutzungs-kategorie wiederum entspricht eine fest vorgegebene Kälteproduktionsrate und eine „Rauigkeit“ als Maß für den aerodynamischen Widerstand sowie gegebenenfalls eine „Porosität“

als Maß für die Durchlässigkeit von bebauten Flächen. Außerdem können aus dem Gelände herausragende Hindernisse (z.B. Einzelgebäude, Dämme, Schallschutzwände) modelliert werden, die von der Kaltluft erst dann überwunden werden, wenn sie eine entsprechende Höhe erreicht hat. Das Zusammenspiel dieser Einflussgrößen bestimmt das Entstehen, Fließen und die Ansammlung der Kaltluft. Der Start der Simulation liegt kurz vor Sonnenuntergang. Zu diesem Zeitpunkt wird eine annähernd adiabatisch geschichtete Atmosphäre vorausgesetzt, in der keine horizontalen Gradienten der Lufttemperatur und der Luftdichte vorhanden sind. Es werden während der gesamten Nacht gleichbleibend gute Ausstrahlungsbedingungen, das heißt eine geringe Bewölkung, angenommen. Möglich ist die Vorgabe einer schwachen, durch regionale Luftdruckunterschiede hervorgerufenen Grundströmung des Windes. Der Simulationszeitraum von 8 Stunden entspricht der mittleren Andauer einer Sommernacht. Im Gegensatz zu stark vereinfachenden Modellen, die auf einer „statischen“ Analyse des Reliefs und der Landnutzung beruhen, können mit KLAM_21 Kaltluftbewegungen in ihrer Dynamik und zeitlichen Entwicklung flächendeckend wiedergegeben werden. Die physikalische Basis des Modells bilden eine vereinfachte Bewegungsgleichung und eine Energiebilanzgleichung, mit der der Energieverlust und damit der „Kälteinhalt“ der Kaltluftschicht bestimmt wird. Aus dem Kälteinhalt einer jeden Säule wird dann (unter der Annahme einer bestimmten Höhenabhängigkeit der Abkühlung) die Kaltluflhöhe errechnet. Als Ergebnis erhält man die flächenhafte Verteilung der Kaltluflhöhe und ihrer mittleren Fließgeschwindigkeit oder der Volumenströme zu beliebig abgreifbaren Simulationszeitpunkten..“ (DWD 2016)

WINDFELDSIMULATIONEN

Um die Interaktionen der vielen unterschiedlichen Faktoren realitätsnah zu simulieren, werden Windfeldsimulationen primär mit numerischen Strömungsmechanik-Modellen (CFD Computer Fluid Dynamics) durchgeführt.

Durch die Verwendung der international evaluierten Softwareerweiterung „Airflow Analyst“ ist es möglich, das Windfeld direkt innerhalb des Geoinformationssystems zu berechnen. Bei der Berechnung des Windfeldes wird eine räumliche Auflösung von 0,5 bis 1 m zugrunde gelegt. Da das berechnete Windfeld den 3-dimensionalen Raum abdeckt, können unterschiedlichste Informationen zum Windfeld für jede beliebige Höhe abgefragt werden. Dies ist insbesondere dann von großem Interesse, wenn zu überprüfen ist, inwieweit vertikale und horizontale Veränderungen (z.B. durch neue Gebäudestrukturen, Vegetation o. Ä.) im Windfeld auftreten.

Innerhalb des Geoinformationssystems kann die Simulationssoftware numerische Analysen turbulenter Strömungen über komplexer Topografie im urbanen und ruralen Raum durchführen. Als Eingangsparameter werden eine gitterartige Beschreibung der Geländehöhe, Rauigkeit sowie Windbeobachtungsdaten oder ein alternatives Grenzschichtprofil, welches in einer

Datei vorliegt, verwendet. Das Windfeld wird in einem 3D-Raster berechnet und ermöglicht die Nachbearbeitung der Ergebnisse sowie den Export von Daten in ein GIS-konformes Austauschformat.

A1 | 3 Historische Klimaanalysen

Zur Anwendung kamen unterschiedliche Rasterdatensätze sowie ausgewählte Stationsdatensätze (siehe Anhang A1 | 3.3), die hinsichtlich der Auswertung der Windverhältnisse durch DWD-fremde Messdaten ergänzt wurden.

Die Raster beruhen auf DWD-Stationsdaten (Kaspar et al. 2013) und stehen mit einer räumlichen Auflösung von 1 km x 1 km zur Verfügung. Die nachfolgenden Diagramme des Anhangs A1 | 3.1 und A1 | 3.2 beruhen auf Daten einer zentral ausgewählten Rasterzelle im Stadtgebiet der Stadt Neuss.

A1 | 3.1 Temperatur und Niederschlag

Um ein realistisches Abbild der klimatischen Bedingungen und vor allem auch der klimatischen Veränderungen im Bereich der Stadt Neuss darstellen zu können, wurde auf die Auswertung von 30-jährigen Mitteln zurückgegriffen.

Für die Lufttemperatur 2 m ü. G. (DWD-CDC 2022a) wie auch für die Niederschlagsmengen (DWD-CDC 2022b) wurden die Zeiträume

- 1962 – 1991 (1),
- 1972 – 2001 (2),
- 1982 – 2011 (3) und
- 1992 – 2021 (4) ausgewertet.

Bei der Auswertung der Monatsmittel der Lufttemperatur (siehe Diagramm 12) ist zu erkennen, dass für diesen klimatischen Aspekt seit 1962 bis 2021 ein Anstieg der Werte von +0,1 °C im Minimum bis +1,4 °C im Maximum zu verzeichnen ist.

Im Vergleich (siehe Tabelle 18) des ältesten (1962 – 1991) und des jüngsten (1992 – 2021) 30-jährigen Mittels fallen vor allem der Februar (+1,2 °C), der April (+1,4 °C) sowie der Juni (+1,1 °C) ins Auge. Im Vergleich der beiden letzten 30-jährigen Mittel (Nr. 3 und 4) zeigt sich die stärkste Veränderung im Monatsmittel des Februars und des Junis mit jeweils +0,6 °C. Im Herbst hingegen ist ein geringerer Temperaturanstieg zu erkennen.

Ein typischer Effekt des maritimen Klimas (geringe Schwankungen), in Kombination mit der Lage der Stadt Neuss in einem städtischen Verdichtungsraum, zeigt sich darin, dass zu keinem Zeitpunkt der ausgewerteten Wintermonate (aller vier Perioden) die Monatsmittelwerte der Lufttemperatur unter den Gefrierpunkt fallen.



Im Gegensatz zum „Wetter“ beziehen sich Aussagen zum „Klima“ immer auf einen längeren Zeitraum. Um möglichst alle wesentlichen Ausprägungen des Klimas mit seiner natürlichen Variabilität zu erfassen, haben sich 30-jährige Perioden für wissenschaftlich belastbare Aussagen als besonders geeignet erwiesen.

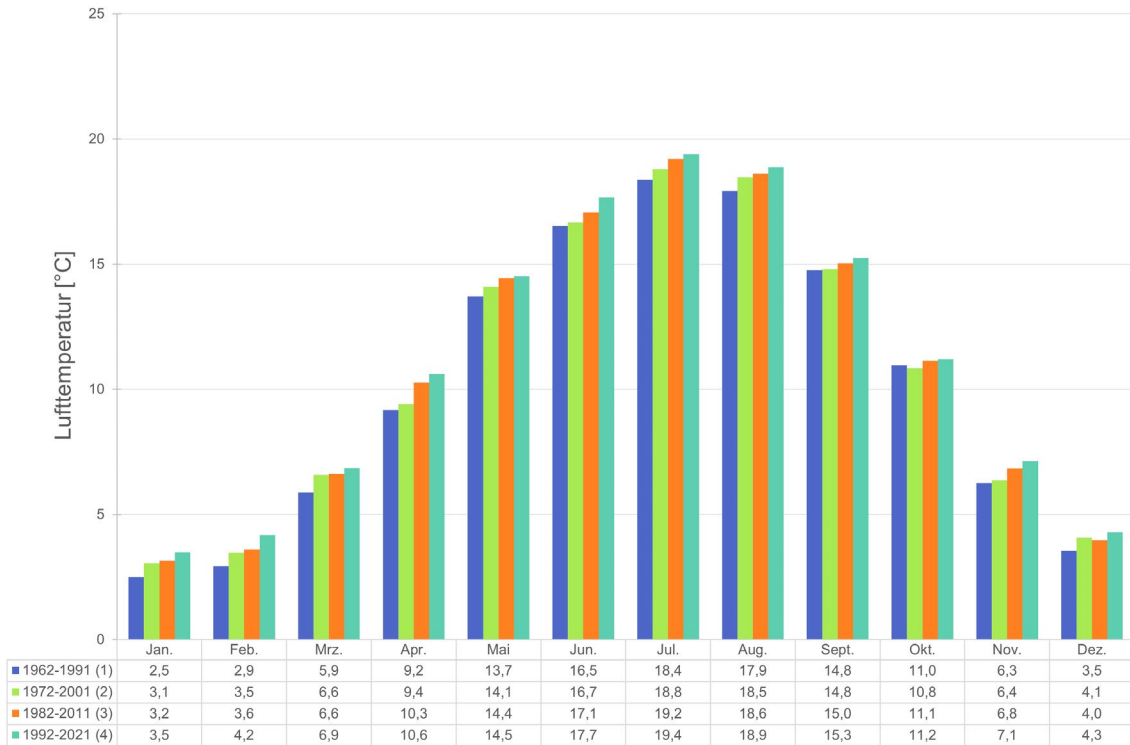


Diagramm 12: Auswertung der monatlichen Durchschnittstemperaturen [°C] für den Bereich der Stadt Neuss zur Lufttemperatur 2 m ü. G. Die älteste Periode wird in blau, die jüngste Periode in türkis dargestellt. Deutlich erkennbar ist ein Anstieg aller Monatsmittelwerte seit der ersten Periode. Eine größere Abbildung des Diagramms ist in Anhang A2 | 6 zu finden.

Tabelle 18: Auswertung der 30-jährigen Mittel der Monatsmittelwerte zur Lufttemperatur (2 m ü. G.) in °C für den Bereich der Stadt Neuss. Je stärker die Veränderung zwischen den unterschiedlichen Perioden (1 bis 4) innerhalb desselben Monats, desto intensiver die Rotfärbung.

30-jähriges Mittel [°C]	Jan.	Feb.	Mrz.	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.
1962-1991 (1)	2,5	2,9	5,9	9,2	13,7	16,5	18,4	17,9	14,8	11,0	6,3	3,5
1972-2001 (2)	3,1	3,5	6,6	9,4	14,1	16,7	18,8	18,5	14,8	10,8	6,4	4,1
1982-2011 (3)	3,2	3,6	6,6	10,3	14,4	17,1	19,2	18,6	15,0	11,1	6,8	4,0
1992-2021 (4)	3,5	4,2	6,9	10,6	14,5	17,7	19,4	18,9	15,3	11,2	7,1	4,3

Differenz [°C]	Jan.	Feb.	Mrz.	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.
(1) zu (4)	1,0	1,2	1,0	1,4	0,8	1,1	1,0	0,9	0,5	0,2	0,9	0,7
(2) zu (4)	0,4	0,7	0,3	1,2	0,4	1,0	0,6	0,4	0,5	0,4	0,8	0,2
(3) zu (4)	0,3	0,6	0,2	0,4	0,1	0,6	0,2	0,3	0,2	0,1	0,3	0,3

Bei der Auswertung der Monatssummen zum Niederschlag (siehe Diagramm 13) zeigen sich für die Jahressumme dieses klimatischen Aspekts leichte Veränderungen. Hierbei stellen sich die älteste (1) und die jüngste (4) Periode mit ungefähr 748,9 bzw. 752,2 mm sehr ähnlich dar, während für die Perioden (2) und (3) die Niederschlagsmengen in der Jahressumme etwas höher liegen (siehe Tabelle 19). Gleichzeitig zeigt sich eine zunehmende Verschiebung der Niederschlagsmengen während des Jahres.

Auffällig sind hier die Monate März/April und Mai/Juni, die im Vergleich des jüngsten 30-jährigen Mittels (4) mit allen anderen 30-jährigen Mitteln kontinuierlich weniger Niederschlag in der Monatssumme aufweisen. Durch dieses voranschreitende Ungleichgewicht bei den gerade in der Vegetationsruhe unersetzlichen Niederschlagsmengen, werden Dürreperioden und Probleme beim Baumbestand, in den Grünanlagen, Wäldern und in der Landwirtschaft (fehlendes Wasser bei der Ansaat und im Reifeprozess) forciert.

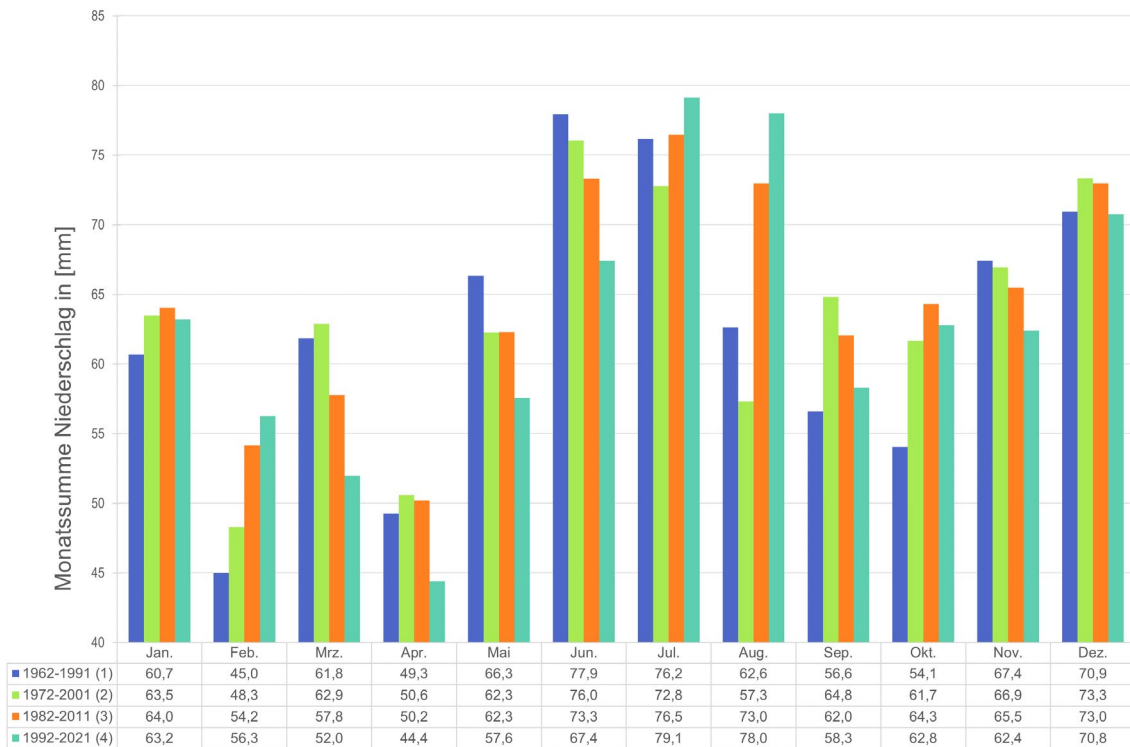


Diagramm 13: Auswertung der monatlichen Niederschlagssummen [°mm] für den Bereich der Stadt Neuss. Die älteste Periode wird in blau, die jüngste Periode in türkis dargestellt. Die Jahressummen der Niederschläge bleiben ungefähr auf dem gleichen Niveau bzw. fallen nur minimal ab. Auffällig ist eine zunehmende Abnahme der Niederschläge in den Monaten März/April und Mai/Juni. Eine größere Abbildung des Diagramms ist in Anhang A2 | 6 zu finden.

Tabelle 19: Auswertung der 30-jährigen Mittel der Monatssummen zum Niederschlag [mm] für den Bereich der Stadt Neuss. Starke Veränderungen hin zu weniger Niederschlag zwischen den unterschiedlichen Perioden (1 bis 4) innerhalb desselben Monats wurden rot hinterlegt, mehr Niederschlag in grün.

30-jähriges Mittel [mm]	Jan.	Feb.	Mrz.	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.	Σ
1962-1991 (1)	61	45	62	49	66	78	76	63	57	54	67	71	749
1972-2001 (2)	63	48	63	51	62	76	73	57	65	62	67	73	760
1982-2011 (3)	64	54	58	50	62	73	76	73	62	64	66	73	776
1992-2021 (4)	63	56	52	44	58	67	79	78	58	63	62	71	752

Differenz [mm]	Jan.	Feb.	Mrz.	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.	Σ
(1) zu (4)	3	11	-10	-5	-9	-11	3	15	2	9	-5	0	3
(2) zu (4)	0	8	-11	-6	-5	-9	6	21	-7	1	-5	-3	-8
(3) zu (4)	-1	2	-6	-6	-5	-6	3	5	-4	-2	-3	-2	-24

A1 | 3.2 Ereignistage

Unter dem Begriff der „Ereignistage“ versteht man im klimatologischen Kontext jene Tage, die aufgrund ihrer besonders hohen bzw. niedrigen Temperaturen oder auch aufgrund eines extremen Niederschlags herausstechen. Im langjährigen Verlauf lassen sich so klimatische Entwicklungen beschreiben, auf die in der Klimaanpassung einzugehen ist.

Tabelle 20: Die nachfolgend ausgewerteten Ereignistage zur Thematik Lufttemperatur mit den entsprechenden Definitionen.

Ereignistag	Definition
Sommertage (DWD-CDC 2022c)	Maximum der Lufttemperatur $\geq 25\text{ °C}$
Heiße Tage (DWD-CDC 2022d)	Maximum der Lufttemperatur $\geq 30\text{ °C}$
Frosttage (DWD-CDC 2022e)	Minimum der Lufttemperatur $< 0\text{ °C}$
Eistage (DWD-CDC 2022f)	Maximum der Lufttemperatur $< 0\text{ °C}$
Tropennächte (DWD-CDC 2023a)	Minimum der Lufttemperatur $> 20\text{ °C}$

Die Anzahl der jährlichen Sommertage in Neuss wie auch die der jährlichen „Heißen Tage“ (siehe Diagramm 14) in der Zeit von 1951-2021 hat, trotz der normalen Schwankungen, kontinuierlich zugenommen. Bis ungefähr zum Jahr 1987 pendelt die Anzahl der jährlichen Sommertage zwischen 12 und 60 Tagen. Nach 1988 tritt nur noch selten der Fall auf, dass es weniger als 30 Sommertage im Jahr gibt. Die Anzahl bewegt sich fortan zwischen 30 und 60 Tagen im Jahr, im abweichenden Jahr 2018 („Hitzesommer“) kommt es zu insgesamt 90 Sommertagen. Auffällig ist eine Periode in den Jahren 2006 bis 2016, in der es mehrere

Jahre hintereinander zu vergleichsweise wenigen Sommertagen (zwischen 32 und 42 pro Jahr) kommt. Ein ähnlicher Verlauf lässt sich bei der Auswertung der „Heißen Tage“ ablesen. Pendelt bis zum Jahr 1995 die Zahl der „Heißen Tage“ zwischen 0 und 13 Tagen pro Jahr (außer 1975 mit 21 Tagen), so gibt es nach 1995 kein Jahr mehr, in dem es gar keine „Heißen Tage“ mehr gibt.

Eine höhere Anzahl von aufeinanderfolgenden Sommertagen (und „Heißen Tagen“) kann besonders in einem hochverdichteten Stadtraum den städtischen Wärmeinsel-Effekt fördern bzw. forcieren. Daraus resultieren i.d.R. hohe Nachttemperaturen von bspw. über 20 °C



Eine Hitzewelle ist eine mehrtägige Periode mit ungewöhnlich hoher thermischer Belastung. Sie ist ein Extremereignis, welches die menschliche Gesundheit, die Ökosysteme und die Infrastruktur schädigen kann. Neben der Lufttemperatur sind hierbei weitere Parameter, wie die Luftfeuchte, Strahlung und Wind von Bedeutung.

International existiert keine einheitliche Definition des Begriffs Hitzewelle. Definitionen basieren häufig auf einer Kombination von Perzentil basierten Schwellenwerten (z.B. 98. Perzentil der Tagesmaximumwerte und einer minimalen Andauer z.B. 3 Tage). (DWD 2022a)

(Tropennacht – siehe Diagramm 16), die über einen längeren Zeitraum und neben den hohen Tagestemperaturen eine zusätzliche Belastung für Menschen, Tiere und Pflanzen, aber auch langfristig für die Stadt und ihre Strukturen darstellen.

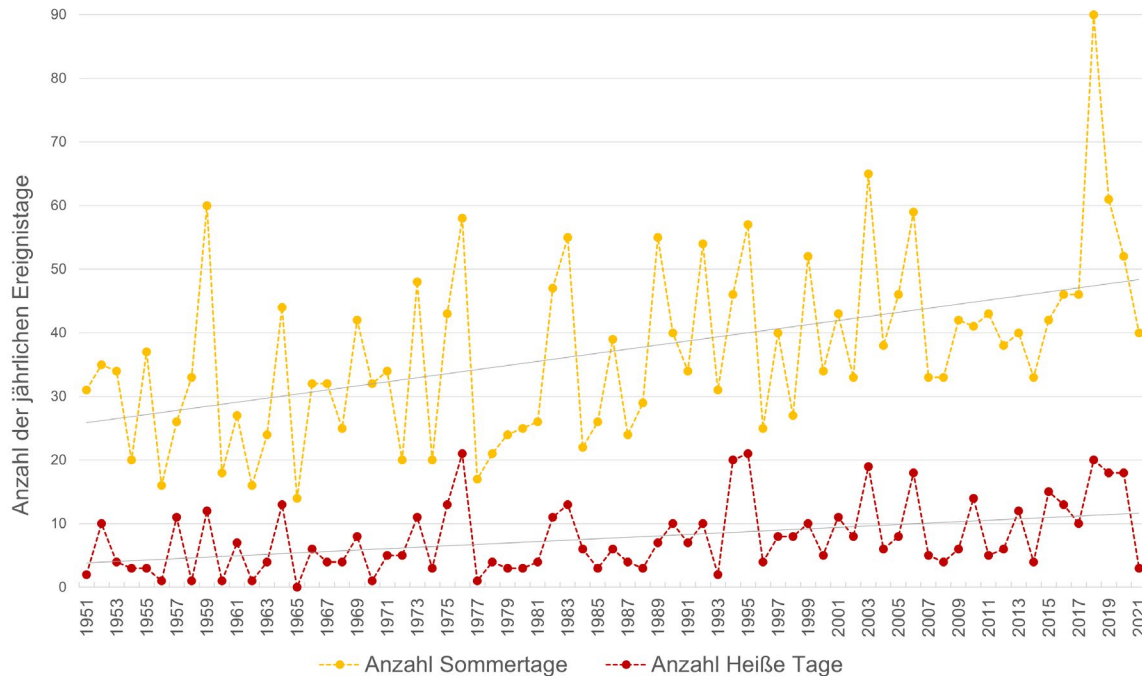


Diagramm 14: Darstellung der jährlichen Anzahl der Sommertage (LT Max. $\geq 25\text{ °C}$ – gelbe Punkte) und „Heißen Tage“ (LT Max. $\geq 30\text{ °C}$ – rote Punkte) von 1951 bis 2021 für den Bereich der Stadt Neuss. Der ansteigende Trend für beide Ereignistage wird durch die jeweiligen Trendlinien dargestellt. Eine größere Abbildung des Diagramms ist in Anhang A2 | 6 zu finden.

Einherrgehend mit dem Anstieg der „Sommertage“ und „Heißen Tage“ ist ein gleichzeitiger Abfall der Frost- und der Eistage zu verzeichnen. Anhand der Anzahl der Frosttage wird die „Strenge“ des Winters ermittelt (DWD 2022e).

Von 1951 bis 1984 bewegt sich die Anzahl der jährlichen Frosttage (siehe Diagramm 15) im Bereich von 35 bis 85 Tagen, in Ausnahmefällen erreichen sie mehr als 90 Tage. Ab 1985 bis 2021 reduziert sich die Anzahl der Frosttage und pendelt im Bereich zwischen 20 und 65 Tagen im Jahr. Selten tritt eine noch höhere Anzahl an Frosttagen auf.

Zu der Menge der Frosttage gehören auch die Eistage (siehe Diagramm 15), an denen die maximale Lufttemperatur unterhalb der 0 °C -Grenze liegt (DWD 2022f). Auch hinsichtlich der Zahl der Eistage zeichnet sich für die Stadt Neuss ein abnehmender Trend ab. Bis zum Jahr 1984 treten jährlich zwischen 0 und 20 Eistage auf, ab 1985 bis 2021 sind es meist zwischen 0 und 10 Tagen und nur in Ausnahmefällen werden über 10 verzeichnet. Außerdem treten Jahre in denen es keine Eistage gibt, vermehrt auf.

Das zunehmende Fehlen von Frost- und Eistagen zeigt beispielsweise direkte Auswirkungen auf den natürlichen Lebensrhythmus von Wildtieren und Pflanzen und kann diesen bspw. stören.

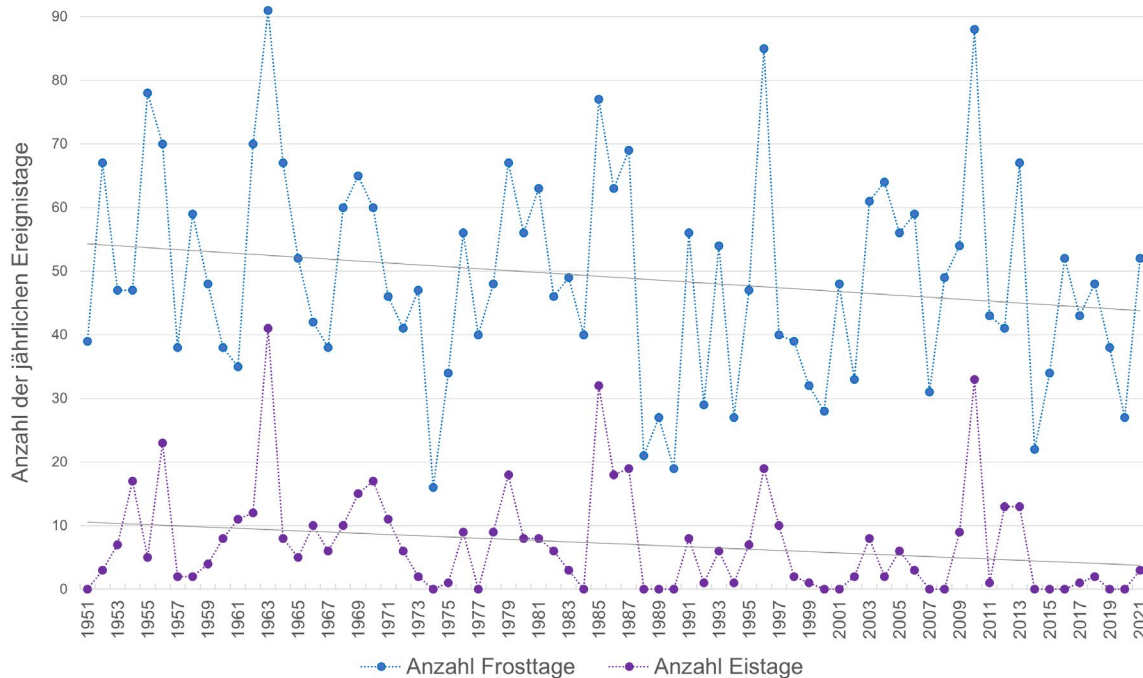


Diagramm 15: Darstellung der jährlichen Anzahl der Frosttage (LT Min. $< 0^{\circ}\text{C}$ – blaue Punkte) und Eistage (LT Max. $< 0^{\circ}\text{C}$ – violette Punkte) von 1951 bis 2021 für den Bereich der Stadt Neuss. Der fallende Trend für beide Ereignistage wird durch die jeweiligen Trendlinien dargestellt. Eine größere Abbildung des Diagramms ist in Anhang A2 | 6 zu finden.

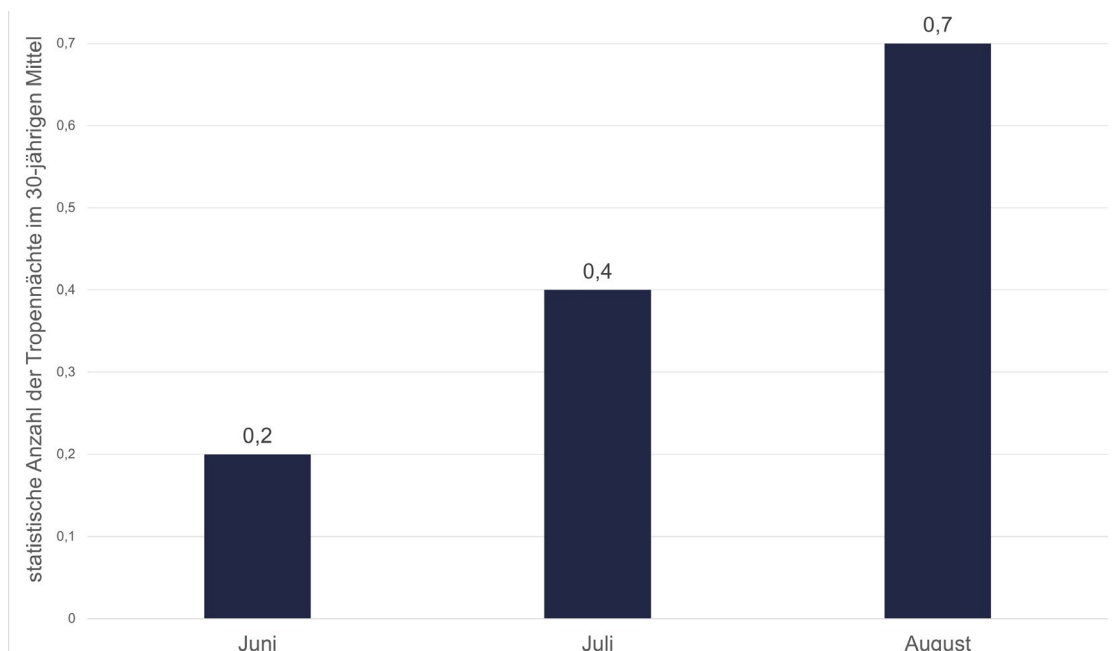


Diagramm 16: Auswertung der statistischen Anzahl der Tropennächte für das 30-jährige Mittel (1992-2021) gemessen an der DWD-Station Düsseldorf-Flughafen. Das Ereignis „Tropennacht“ wird nicht über die Rasterdaten des DWD abgedeckt. Entsprechend mussten die Messdaten der nächstgelegenen DWD-Station für die Auswertung herangezogen werden. Eine größere Abbildung des Diagramms ist in Anhang A2 | 6 zu finden.

Tabelle 21: Die nachfolgend ausgewerteten Ereignistage zur Thematik Niederschlag mit den entsprechenden Definitionen.

Ereignistag	Definition
Niederschlagshöhen 20 (DWD-CDC 2022g)	≥ 20 mm pro Tag
Niederschlagshöhen 30 (DWD-CDC 2022h)	≥ 30 mm pro Tag

In Ergänzung zu den temperaturbezogenen Ereignistagen wurden außerdem die jährlichen Anzahlen der Tage mit einer Niederschlagshöhe von ≥ 20 mm und ≥ 30 mm ausgewertet (siehe Diagramm 17). Hierbei ist zu beachten, dass es sich um Angaben pro Tag (24 Std.) handelt.

Angaben zu Regenmengen, die umgangssprachlich als Starkregen bezeichnet werden, beziehen sich i.d.R. auf 1 Stunde oder 6 Stunden. „Starkregenereignisse“ sind bei der Auswertung also inkludiert, aber nicht jedem im Diagramm aufgeführten Tag lag zwingend ein „Starkregenereignis“ zugrunde.

In den Aufzeichnungen zur Anzahl der Tage mit erhöhten Niederschlagshöhen ist zu erkennen, dass es hier eine Dreiteilung gibt. In der Zeit von 1951 bis 1970 bewegt sich die Zahl der Tage mit Niederschlägen ≥ 20 mm im Bereich von hauptsächlich 3 bis 6 Tagen im Jahr. Im Zeitraum 1971 bis 1989 ist bis auf wenige Ausnahmen die Anzahl der Tage mit Niederschlägen ≥ 20 mm geringer und liegt eher bei 1 bis 3 Tagen. Ab 1990 bis 2021 liegen die Zahlen, mit wenigen Ausnahmen, wieder höher und belaufen sich auf zwischen 2 und 5 Tage. Weiterhin kommen Jahre, in denen es keine Tage mit Niederschlägen ≥ 20 mm gibt, nicht mehr vor.



Der DWD unterteilt Starkregen in drei Stufen, mit folgenden Schwellenwerten.

Markante Wetterwarnung: Regenmengen 15 bis 25 l/m² in 1 Stunde oder 20 bis 35 l/m² in 6 Stunden

Unwetterwarnung: Regenmengen: > 25 bis 40 l/m² in 1 Stunde oder > 35 l/m² bis 60 l/m² in 6 Stunden

Extreme Unwetterwarnung: Regenmengen > 40 l/m² in 1 Stunde oder > 60 l/m² in 6 Stunden (DWD 2022b)

Auch die Zahl der Tage mit ≥ 30 mm Niederschlagshöhe steigt an. Diese liegt bis 1970 oft bei 1 Tag im Jahr, gelegentlich bei 2 Tagen oder auch bei gar keinem. In der Periode 1971-1989 kommt es nur dreimal zu Jahren, in denen es Tage mit Niederschlägen ≥ 30 mm gibt. Ab 1990 kommt es vermehrt zu Tagen mit Niederschlägen ≥ 30 mm. Die Zahlen bewegen sich dann im Bereich von einem bis zwei oder auch drei Tagen im Jahr.

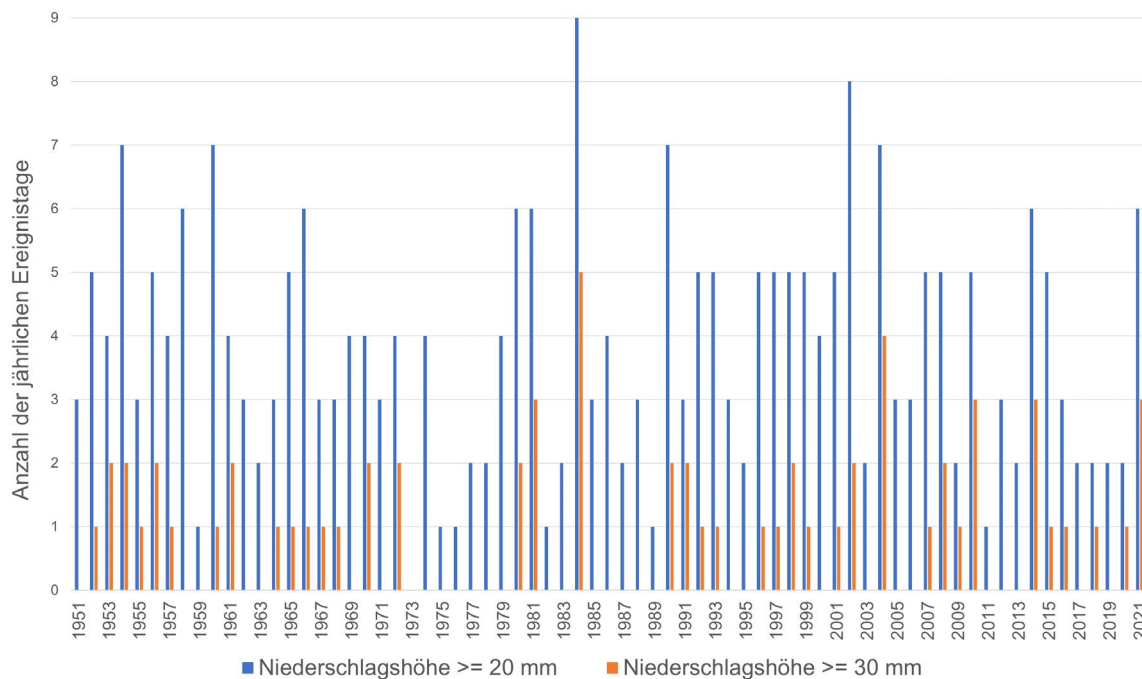


Diagramm 17: Darstellung der jährlichen Tage mit Niederschlagsmengen ≥ 20 mm (blau) und ≥ 30 mm (orange) seit 1951 bis 2021 für den Bereich der Stadt Neuss. Eine größere Abbildung des Diagramms ist in Anhang A2 | 6 zu finden.

A1 | 3.3 Windverhältnisse

Zur Erläuterung der Windverhältnisse in Neuss wurde auf zwei Datenquellen zurückgegriffen. Zum einen auf die Messergebnisse der DWD-Station „Düsseldorf-Flughafen“ und zum anderen auf aktuelle Daten des Global Wind Atlas (GWA 2022).

Die DWD-Station liegt auf dem Gelände des Flughafens, nördlich der Rollbahnen und im Offenland, auf einer Höhe von rd. 40 m ü. NN (siehe Abbildung 56).

Die Windrichtung und Windstärke hängen stark von den topografischen und orografischen Gegebenheiten und der Art der Flächennutzung ab. Entsprechend müssen die stündlich aufgenommenen DWD-Referenzdaten (auf 10 m Höhe) der Station bei Düsseldorf als allgemeine Richtwerte für die Windverhältnisse der Stadt Neuss verstanden werden.

Aufgrund der vorhandenen Datenlage konnten die Windgeschwindigkeit und die Windrichtung für das langjährige Mittel der Jahre 1991 bis 2020 ausgewertet werden. Durch die Betrachtung eines längeren Zeitraums haben temporäre Schwankungen einen weniger starken Einfluss auf die Ergebnisse. Zusätzlich muss im Rahmen der Auswertung der Windverhältnisse auch hinsichtlich der Tages- bzw. Nachtsituation und der Jahreszeiten unterschieden werden. Diese Trennung muss erfolgen, da aufgrund der nachts fehlenden solaren Einstrahlung

unterschiedliche klimatische Einflüsse wirken. Die Übergangsbereiche der Dämmerung bzw. des Sonnenaufgangs werden nicht berücksichtigt, um ein eindeutigeres Ergebnis zu erhalten. Die Schwankungen in den Lufttemperaturen im Laufe der Jahreszeiten erfordern des Weiteren die differenzierte Betrachtung gemäß den Jahreszeiten Winter (Dezember, Januar, Februar), Frühling (März, April, Mai), Sommer (Juni, Juli, August) und Herbst (September, Oktober, November).

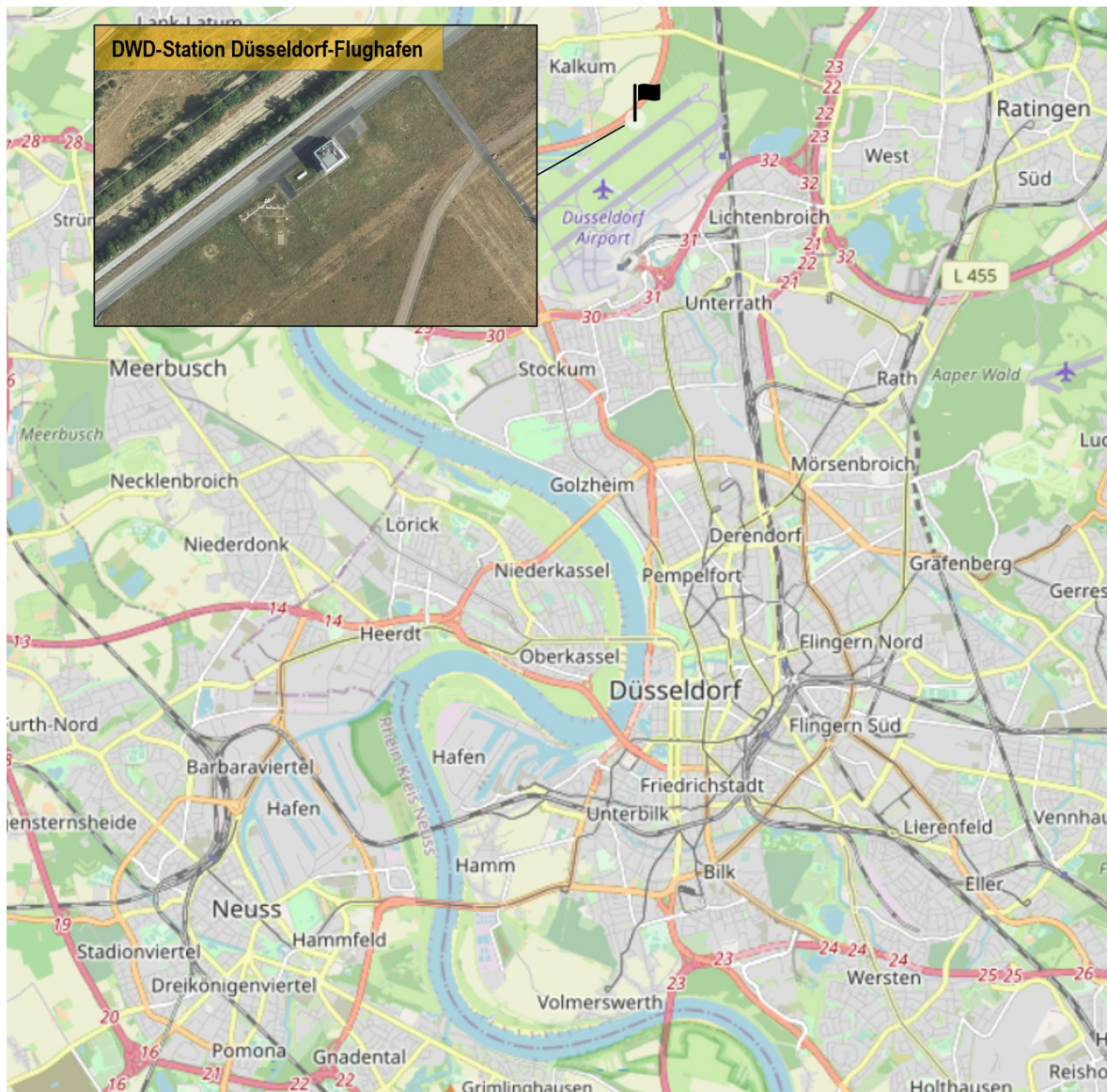


Abbildung 56: Lage der DWD-Station „Düsseldorf-Flughafen“ im räumlichen Kontext zum Untersuchungsraum (Open Street Map 2022, ergänzt). Die Windmessungen der Station wurden für die Auswertung des langjährigen Mittels der Windgeschwindigkeit und der Windrichtung in Abhängigkeit der Tages- bzw. Nachtzeiten sowie der Jahreszeiten herangezogen.

Tabelle 22 beinhaltet die zeitlichen und saisonalen Grenzwerte, die im Rahmen der Datenauswertung Anwendung fanden, während Tabelle 23 die Ergebnisse der Windrosen (siehe Diagramm 18 bis Diagramm 25) zusammenfasst.

Tabelle 22: Übersicht zu den ausgewerteten Jahres- und Tag- bzw. Nachtzeiten

Jahreszeit	Tag	Nacht
Winter (DJF)	08:00 – 18:00 Uhr siehe Diagramm 18	22:00 – 04:00 Uhr siehe Diagramm 22
Frühling (MAM)	08:00 – 18:00 Uhr siehe Diagramm 19	22:00 – 04:00 Uhr siehe Diagramm 23
Sommer (JJA)	08:00 – 18:00 Uhr siehe Diagramm 20	22:00 – 04:00 Uhr siehe Diagramm 24
Herbst (SON)	08:00 – 18:00 Uhr siehe Diagramm 21	22:00 – 04:00 Uhr siehe Diagramm 25

Die unterschiedlichen Ausprägungen der Anströmungen haben zur Folge, dass bestimmte Stadtbereiche der Stadt Neuss aufgrund ihrer Stadtmorphologie und abhängig von der Uhrzeit bzw. der Jahreszeit unterschiedlich stark durchlüftet werden. Insbesondere in Monaten mit einer hohen thermischen Belastung ist dies von Relevanz (vgl. Anhang A1 | 1.2). Jedoch ist hierbei anzumerken, dass aufgrund der räumlichen Distanz der DWD-Station zum Stadtgebiet von Neuss nur tendenzielle Aussagen gemacht werden können.

Während der zunehmend austauschärmeren Sommernächte erfolgt die Durch- bzw. Belüftung der Stadt über das bodennahe Flurwindssystem (vgl. Anhang A1 | 1.8) und am Tag (und in Austausch-Nächten) über die ermittelten Hauptanströmungsrichtungen (siehe Tabelle 23), die gleichzeitig die Ausrichtung für wichtige Durchlüftungsachsen grob vorgeben.

Die Windrosen (siehe Diagramm 18 bis Diagramm 25) geben außerdem Aufschluss über die relative Ausprägung von Windgeschwindigkeiten (in %) in Bezug zur Windrichtung. Der geringen Ausprägung bzw. Häufigkeit des Auftretens von Windgeschwindigkeit über 12 m/s entsprechend, wurden diese zur Gruppe „>12 m/s“ zusammengefasst.

Tabelle 23: Ergebnisübersicht zur Auswertung der zeitlichen und saisonalen Windverhältnisse der Station Düsseldorf-Flughafen im langjährigen Mittel (1991 – 2020)

	Auswertungszeit- raum	Hauptanströmung im langjährigen Mittel	ergänzende Komponenten im langjährigen Mittel
Tag	Winter	Süd-südost	Südwest mit Süd-südwest
	Frühling	Südwest	-
	Sommer	Südwest	-
	Herbst	Süd-südost	Südwest mit Süd-südwest
Nacht	Winter	Süd-südost	Südwest mit Süd-südwest
	Frühling	Süd-südost	Südwest mit Süd-südwest
	Sommer	Süd-südwest mit Südwest	Süd-südost
	Herbst	Süd-südost	Süd-südwest mit Südwest

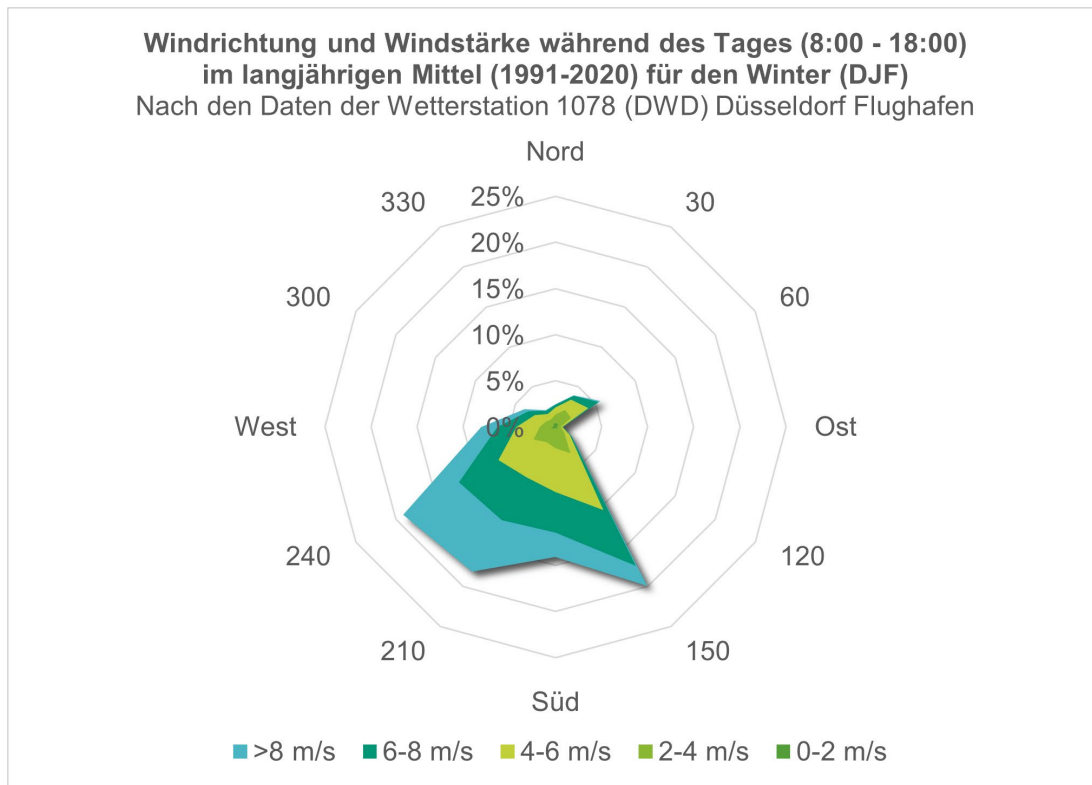


Diagramm 18: Windgeschwindigkeiten und Windrichtung der Station Düsseldorf-Flughafen im langjährigen Mittel (1991-2020) während des Tages im Winter. Die Hauptströmungsrichtung ist Süd-südost und Südwest mit Süd-südwest als ergänzende Komponenten.

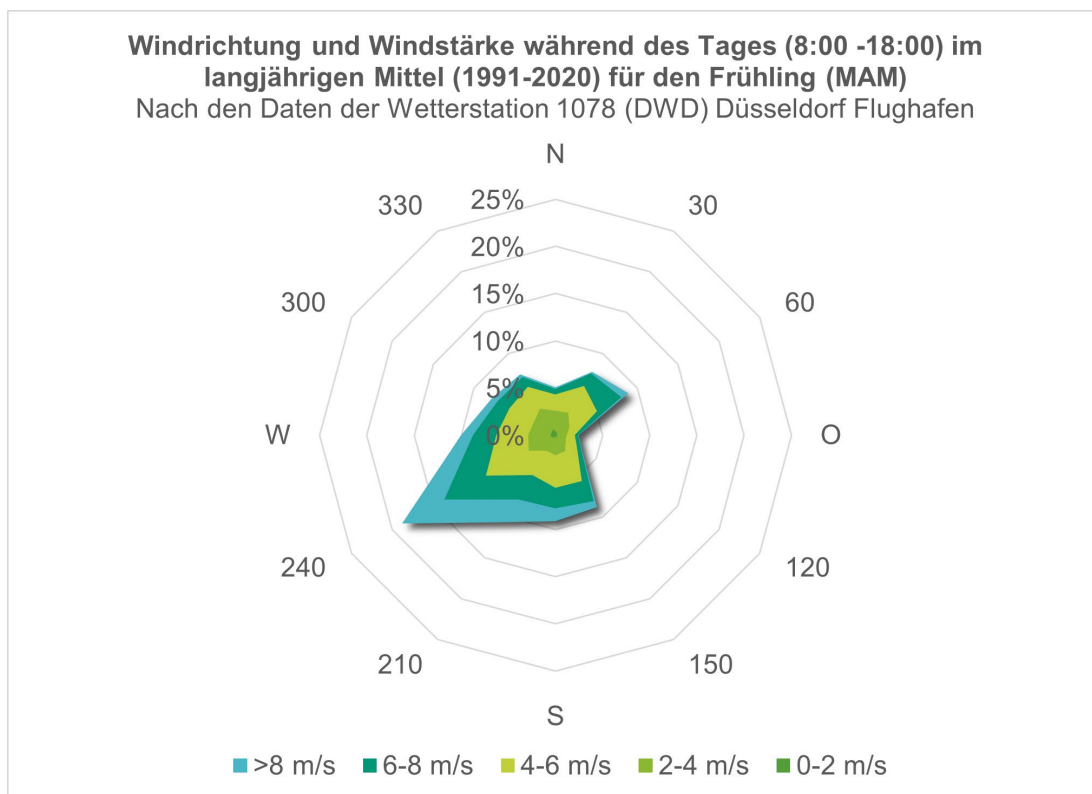


Diagramm 19: Windgeschwindigkeiten und Windrichtung der Station Düsseldorf-Flughafen im langjährigen Mittel (1991-2020) während des Tages im Frühling. Die Hauptströmungsrichtung ist Südwest.

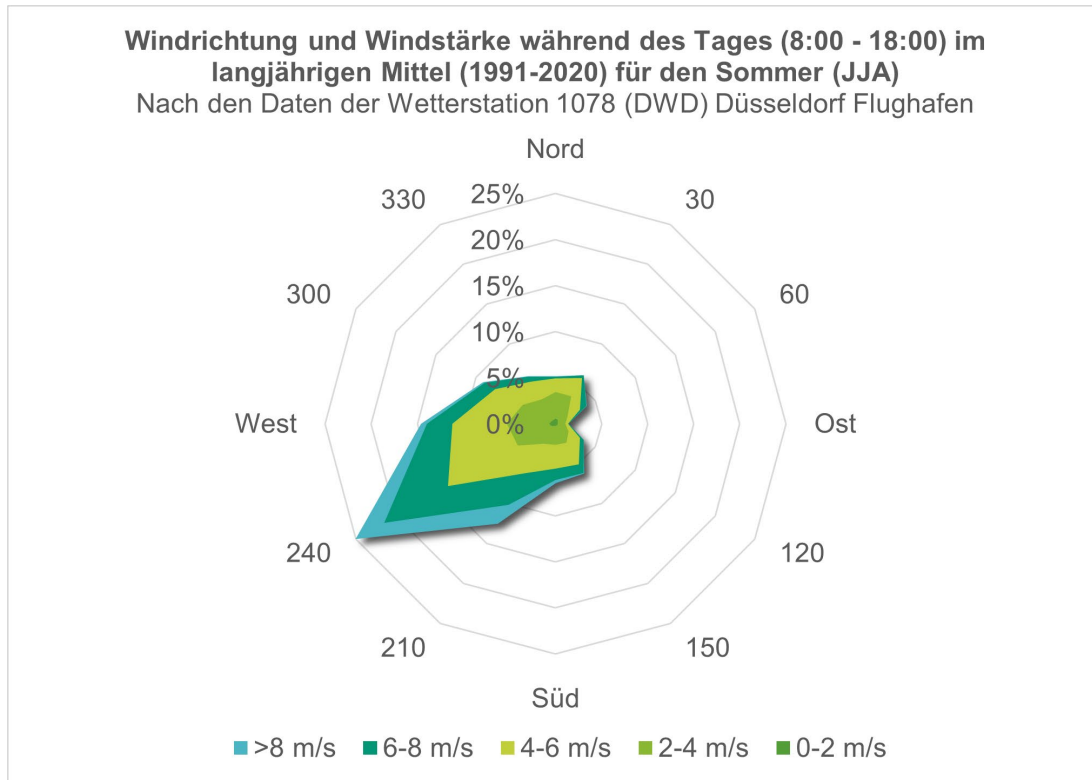


Diagramm 20: Windgeschwindigkeiten und Windrichtung der Station Düsseldorf-Flughafen im langjährigen Mittel (1991-2020) während des Tages im Sommer. Die Hauptanströmungsrichtung ist Südwest.

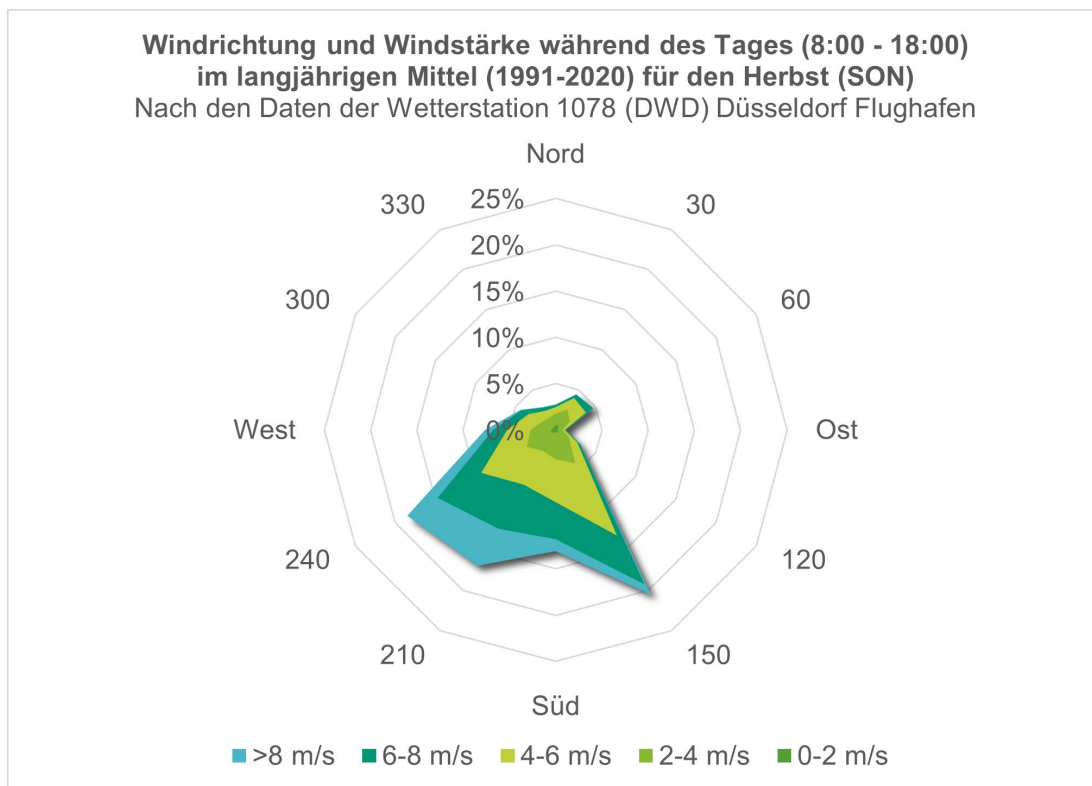


Diagramm 21: Windgeschwindigkeiten und Windrichtung der Station Düsseldorf-Flughafen im langjährigen Mittel (1991-2020) während des Tages im Herbst. Die Hauptanströmungsrichtung ist Süd-südost und Südwest mit Süd-südwest als ergänzende Komponenten.

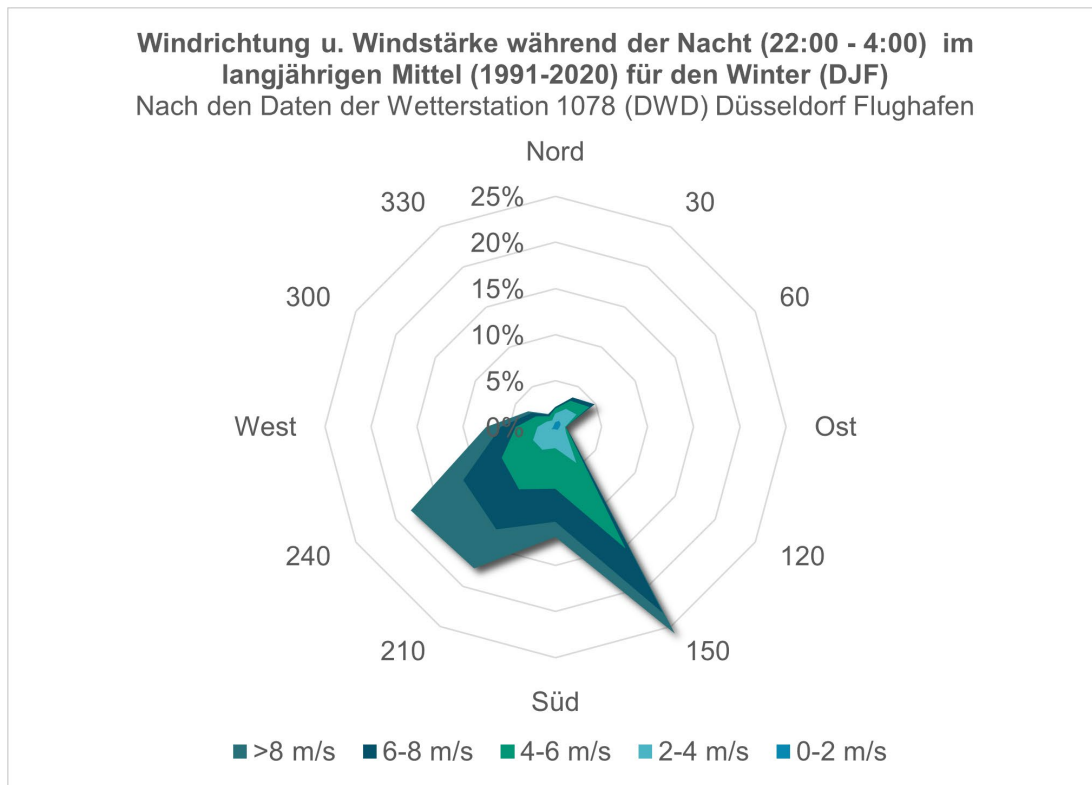


Diagramm 22: Windgeschwindigkeiten und Windrichtung der Station Düsseldorf-Flughafen im langjährigen Mittel (1991-2020) während der Nacht im Winter. Die Haupanströmungsrichtung ist Süd-südost und Südwest mit Süd-südwest als ergänzende Komponenten.

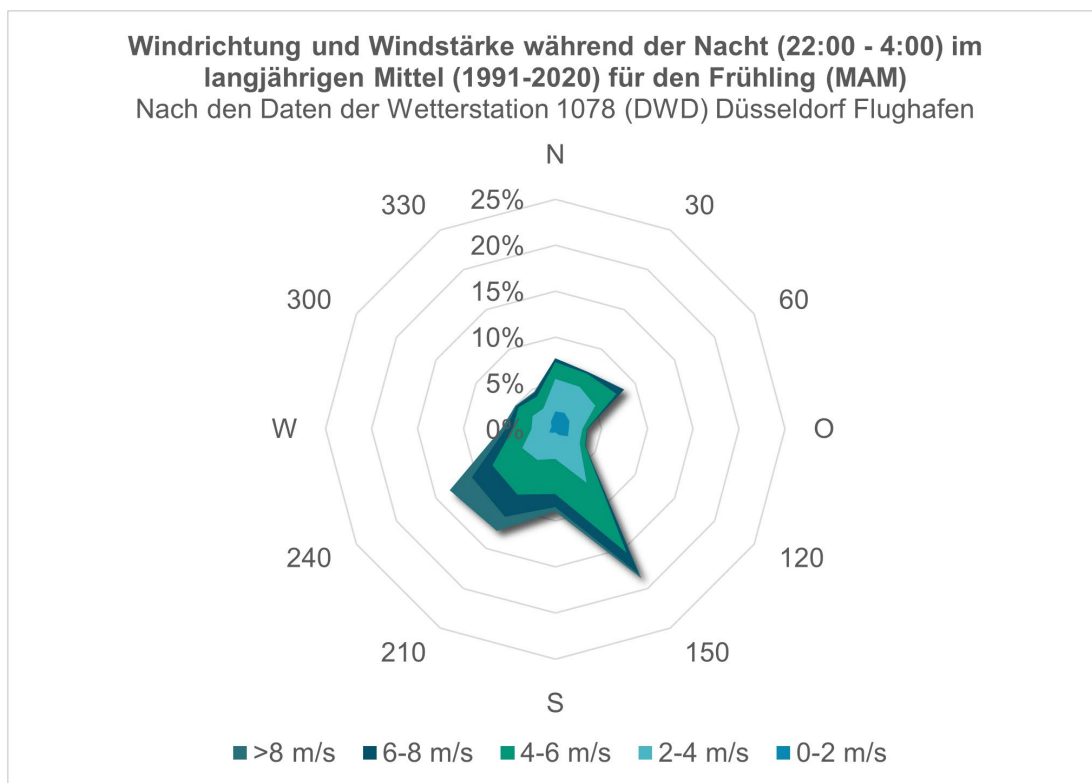


Diagramm 23: Windgeschwindigkeiten und Windrichtung der Station Düsseldorf-Flughafen im langjährigen Mittel (1991-2020) während der Nacht im Frühling. Die Haupanströmungsrichtung ist Süd-südost und Südwest mit Süd-südwest als ergänzende Komponenten.

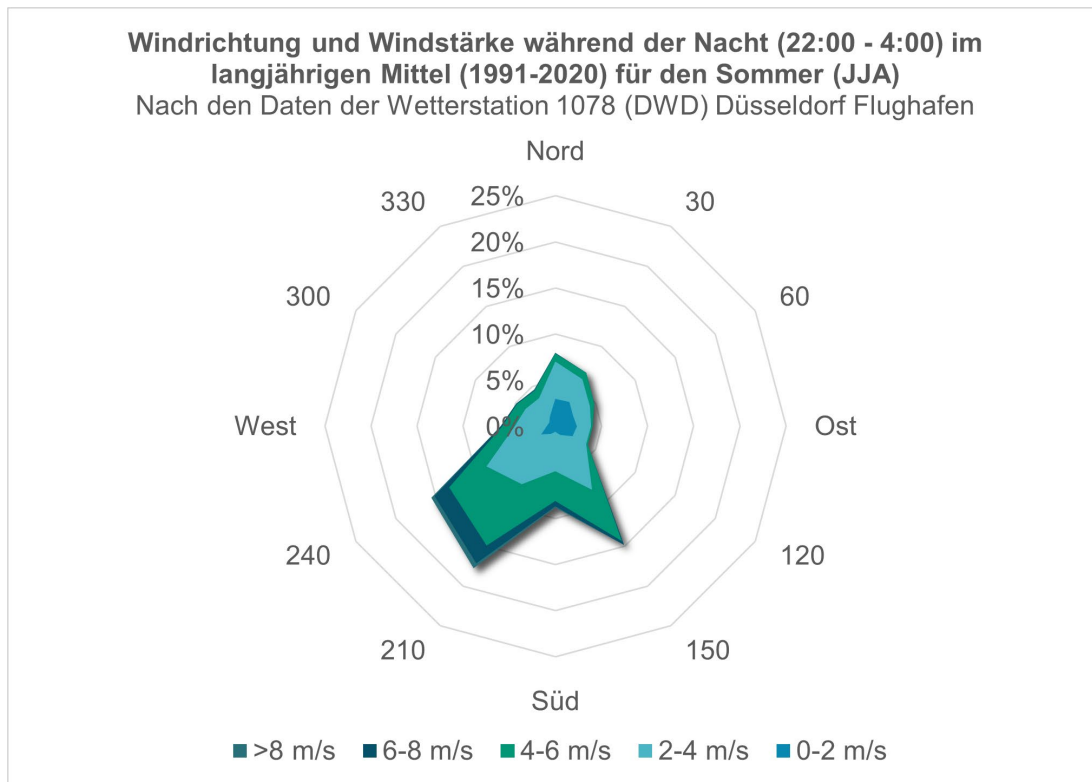


Diagramm 24: Windgeschwindigkeiten und Windrichtung der Station Düsseldorf-Flughafen im langjährigen Mittel (1991-2020) während der Nacht im Sommer. Die Hauptanströmungsrichtung ist Süd-südwest mit Südwest und Süd-südost als ergänzende Komponente.

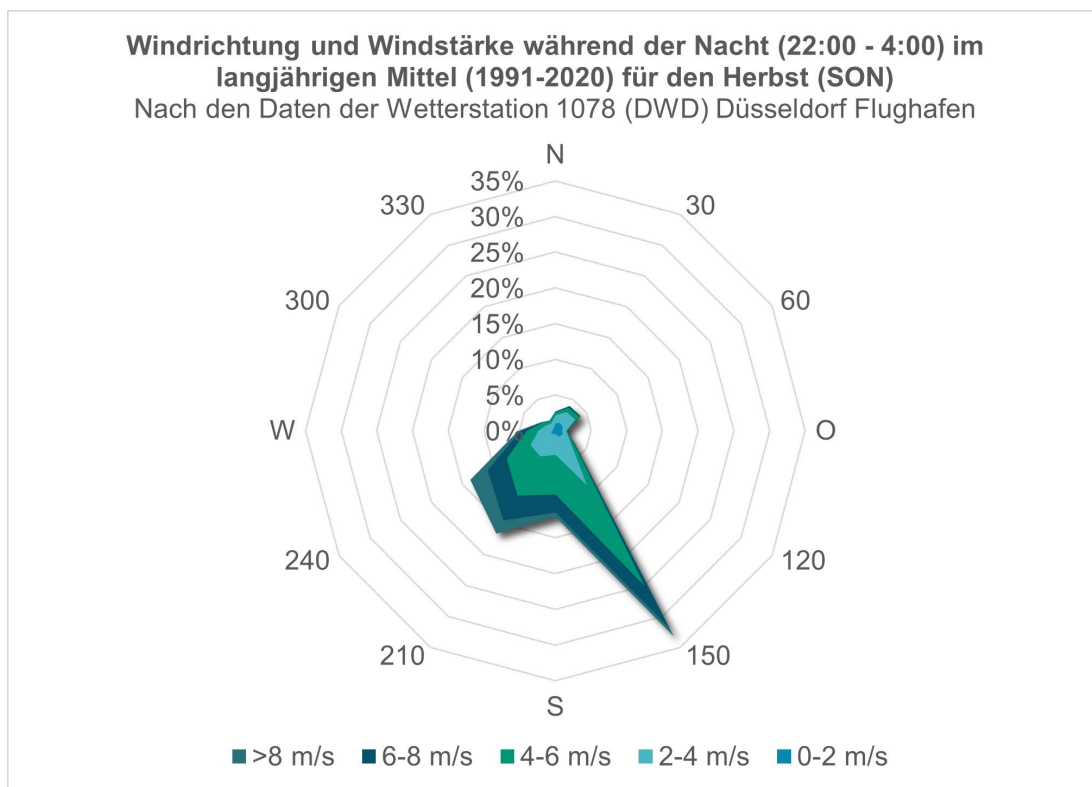


Diagramm 25: Windgeschwindigkeiten und Windrichtung der Station Düsseldorf-Flughafen im langjährigen Mittel (1991-2020) während der Nacht im Herbst. Die Hauptanströmungsrichtung ist Süd-südost und Süd-südwest mit Südwest als ergänzende Komponenten.

Jahresaktuelle Daten zur Anströmung und Windgeschwindigkeit direkt für die Stadt Neuss können dem Global Wind Atlas (2022) entnommen werden. Für eine Zelle von 9 km² um den Stadtkern von Neuss können diese Informationen auch für unterschiedliche Höhen abgerufen werden. Die ganzjährige Durchschnittsgeschwindigkeit beträgt hier auf 10 m ü. G. rund 3 m/s und auf 50 m ü. G. rund 5,2 m/s (siehe Abbildung 57).

Die ganzjährige Anströmung (bezogen auf die Windrichtung) für die Stadt Neuss wird in Abbildung 58 dargestellt. Süd-südost und Südwest dominieren als Hauptanströmungen, in Kombination mit ergänzenden Komponenten aus West und Süd-südwest. Das Bild der ganzjährigen Anströmung bestätigt die Tendenzen der DWD-Stationsauswertungen (Flughafen-Düsseldorf) im langjährigen Mittel (1991 bis 2020).

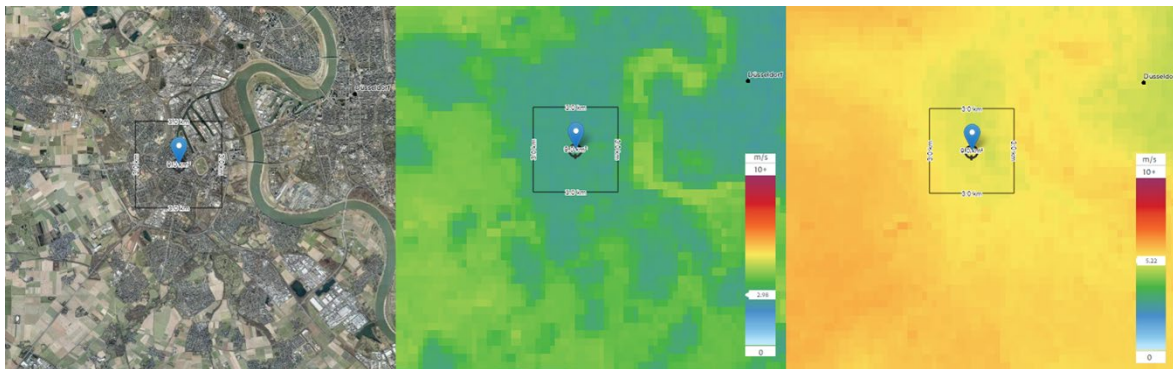


Abbildung 57: Abbildungen aus dem Global Wind Atlas (2022). Die mittlere Windgeschwindigkeit für den Stadtkern von Neuss auf 10 m ü. G. liegt bei rd. 3 m/s (Mitte) und auf 50 m ü. G. bei rd. 5,2 m/s (rechts).

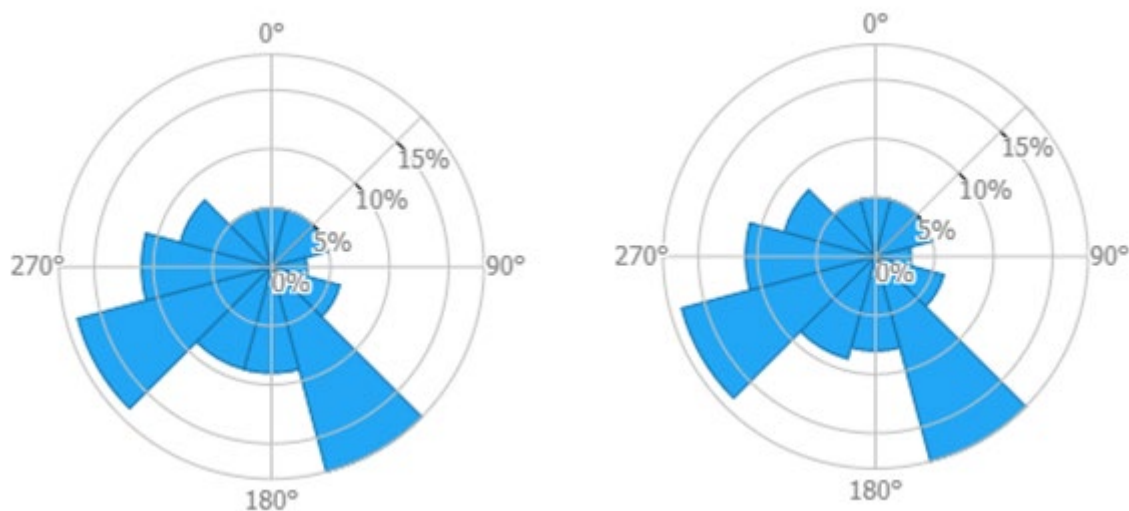


Abbildung 58: Darstellung der jahresaktuellen Windrichtungen für den Stadtkern von Neuss auf 10 m ü. G. (links) und 50 m ü. G. (rechts)

Anhang 2 Daten, Verzeichnisse und Diagramme

A2 | 1 Daten

Für die Erarbeitung des Klimaanpassungskonzepts der Stadt Neuss wurden unterschiedliche digitale Primärdaten verwandt. Alle Daten wurden datenschutzkonform verarbeitet.

Tabelle 24 beinhaltet die Geoinformationsdaten, die über das GEOportal.NRW (www.geoportal.nrw) bezogen wurden.

Tabelle 24: Übersicht der verwendeten Geodaten des GEOportals NRW

Nr.	Bezeichnung	Aktualität
1	Digitales Geländemodell 1 m Auflösung (DGM1)	02.01.2023
2	3D-Gebäudedaten (LoD1) Aktualisierung über Informationen des AG	07.07.2022
3	Digitale Orthophotos mit Nahinfrarot 0,20 m Auflösung (DOP20)	01.06.2016
4	Atkis BasisDLM	01.08.2023

Tabelle 25 beinhaltet die Geoinformationsdaten und Sachdaten, die seitens der Stadt Neuss zur Verfügung gestellt wurden.

Tabelle 25: Übersicht der verwendeten Geodaten der Stadt Neuss

Nr.	Bezeichnung	Aktualität
	FNP 2021 - Klassen: Wohnbauflächen Sonderbauflächen Industriegebiete Gewerbegebiete Gemischte Bebauung Gemeinbedarf	31.07.2021
	Daten Einwohnende (Geschlecht Alter Straße Hausnummer PLZ)	01.01.2022
	Städtische Flurstücke Neuss	05.06.2023
	Spielplätze	24.07.2023
	Krankenhäuser	12.06.2023
	Kindertagesstätten	12.06.2023
	Senioren- und Pflegeheime	12.06.2023
	Grundschulen	12.06.2023

Im Rahmen des Klimaanpassungskonzepts sollte neben der Bestandsbebauung außerdem die zukünftige Bebauung mit einbezogen werden. Hierfür wurden seitens des AG insgesamt 19 Bebauungspläne (siehe Tabelle 26) ausgewählt.

Die einzubeziehenden Bebauungspläne wurden von der Stadt Neuss digital als PDFs zur Verfügung gestellt. Die Verortung im Koordinatensystem und Digitalisierung als 3D-Gebäudemodelle wurde vom AN durchgeführt. Die Prüfung erfolgte durch den AG.

Tabelle 26: Integrierte B-Pläne, übergeben durch die Stadt Neuss

Lf.-Nr.	Nr.	Bezeichnung	Anmerkung
<i>mit Stand vom 12.10.2022</i>			
1	495	Bauer & Schaute-Gelände	
2	131-8	Hellersbergstraße	
3	456	Rheintorstraße / Düsseldorfer Straße	
4	484	Augustinusviertel, ehem. St.-Alexius-Krankenhaus	
5	485	Kreitzer Straße	konkrete Gebäude lagen nicht vor in Absprache mit dem AG wurde ein zufälliges Gebäuderaster mit der GRZ und den maximalen Höhen des B-Plans generiert
6	487	Pierburg Gelände Neuss	
7	492	Hammfeld II	
8	502	Allerheiligen / August-Macke-Straße	
9	504	Allerheiligen / Stüttger Feld	
10	412	Kuckhof	
<i>mit Stand vom 28.02.2023</i>			
11	476	Augustinusstraße 58-60	
12	473	Hoisten / Schluchenhausstraße	
13	449	Holzheim / Blausteinsweg	
14	498	Etex	
15	460	Norf / Nievenheimer Straße	
16	NV	Am Hohen Weg	
17	NV	Vogelsang-Str.	
18	465	Uedesheim / Am Kreuzfeld	
19	146	Rosellerheide / Ueckerather Straße	
NV	Nachverdichtung		

A2 | 2 Literaturverzeichnis

- Abdulrahman S. Alsharhan & Zeinelabidin E. Rizk 2020: Climatic Water Balance. Online-Quelle: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-31684-6_5, 02/2023
- Bauordnung für das Land Nordrhein-Westfalen - BauO NRW 2018: Landesbauordnung. Online-Quelle: https://www.lexsoft.de/cgi-bin/lexsoft/justizportal_nrw.cgi?xid=8101994_1, Abruf 02/2022
- Bründl W., Mayer H., Baumgartner A. 1986: Untersuchung des Einflusses von Bebauung und Bewuchs auf das Klima und die lufthygienischen Verhältnisse in bayerischen Großstädten, Abschlussbericht zum Teilprogramm „Klimamessungen München“
- Bundesamt für Naturschutz (BfN) 2022a: Landschaften in Deutschland. Online-Quelle: <https://geodienste.bfn.de/landschaften?lang=de>, Abruf 12/2022
- Bundesamt für Naturschutz (BfN) 2022b: Landschaftssteckbrief Düsseldorf-Wuppertal-Remscheid-Hagen-Iserlohn. Online-Quelle: <https://www.bfn.de/landschaftssteckbriefe/duesseldorf-wuppertal-remscheid-hagen-iserlohn>, Abruf 12/2022
- Bundesamt für Naturschutz (BfN) 2022c: Schutzgebiete in Deutschland. Online-Quelle: <https://geodienste.bfn.de/schutzgebiete?lang=de&layers=LSG%2C-NSG%2C-NLP>, Abruf 12/2022
- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) 2016: Anpassung an den Klimawandel in Stadt und Region. Forschungserkenntnisse und Werkzeuge zur Unterstützung von Kommunen und Regionen. Online-Quelle: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/sonderveroeffentlichungen/2016/anpassung-klimawandel-dl.pdf?__blob=publicationFile&v=2, Abruf 06/2022
- Bundesministerium der Justiz (BMJ) 2021: Bundesklimaschutzgesetz (KSG). Online-Quelle: <https://www.gesetze-im-internet.de/ksg/BJNR251310019.html>, Abruf 06/2022
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) 2020: Klimaanpassung. Online-Quelle: <https://www.bmuv.de/themen/klimaschutz-anpassung/klimaanpassung>, Abruf 06/2022
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) 2020a: Zweiter Fortschrittsbericht zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Online-Quelle: <https://www.bmuv.de/download/zweiter-fortschrittsbericht-zur-deutschen-anpassungsstrategie-an-den-klimawandel>, Abruf 06/2022
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) 2011: Aktionsplan Anpassung der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Vom Bundeskabinett am 31. August 2011 beschlossen. Online-Quelle: https://www.bmuv.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/aktionsplan_anpassung_klimawandel_bf.pdf, Abruf 06/2022
- Bundesregierung 2008: Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel – vom Bundeskabinett am 17. Dezember 2008 beschlossen. Online-Quelle: https://www.bmuv.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/das_gesamt_bf.pdf, Abruf 06/2022

- Burghardt R. et al. 2014: Klimabewusste Stadtgestaltung. In: RaumPlanung, Fachzeitschrift für räumliche Planung und Forschung, Ausgabe 01/2014, Informationskreis für Raumordnung, Dortmund
- Burghardt R. 2015, Development of an ArcGIS extension to model urban climate factors, Kassel University Press
- Deutsches Institut für Urbanistik (DIFU) 2015: Klimaschutz & Klimaanpassung. In: Difu-Berichte, 1/2015. Online-Quelle: <https://repository.difu.de/bitstream/difu/211159/1/DB2458.pdf>, Abruf 06/2022
- Deutsche Meteorologische Gesellschaft e.V., Online-Quelle: www.dmg-ev.de/publikationen/stellungnahmen, Abruf: 10/2018
- Deutscher Wetterdienst (DWD) 2016: Informationsblatt: Das Kaltluftabflussmodell KLAM_21, - Stand 03/2016
- Deutscher Wetterdienst (DWD) 2022: Online-Quelle: https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/lexikon_node.html, Abruf: 05/2022
- Deutscher Wetterdienst (DWD) 2022a: Wetterlexikon „Hitzewelle“ <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?nn=103346&lv2=101094&lv3=624852>, Abruf: 11/2022
- Deutscher Wetterdienst (DWD) 2022b: Wetterlexikon „Starkregen“, <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/begriffe/S/Starkregen.html>, Abruf: 11/2022
- Deutscher Wetterdienst (DWD) 2022c: Wetterlexikon „Sommertag“, <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?lv2=102248&lv3=102522>, Abruf: 11/2022
- Deutscher Wetterdienst (DWD 2022d): Wetterlexikon „Heißer Tag“, <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?lv2=101094&lv3=101162>, Abruf: 11/2022
- Deutscher Wetterdienst (DWD) 2022e: Wetterlexikon „Frosttag“, <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?lv2=100784&lv3=100912>, Abruf: 11/2022
- Deutscher Wetterdienst (DWD) 2022f: Wetterlexikon „Eistag“, <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?lv2=100652&lv3=100720>, Abruf: 11/2022
- Deutscher Wetterdienst Climate Data Center (DWD CDC 2022a): Raster der Monatsmittel der Lufttemperatur (2m) für Deutschland, Version v19.3
- Deutscher Wetterdienst Climate Data Center (DWD CDC 2022b): Rasterdaten der Monatssumme der Niederschlagshöhe für Deutschland, Version v19.3
- Deutscher Wetterdienst Climate Data Center (DWD CDC 2022c): Jahresraster der Anzahl der Sommertage für Deutschland, Version v19.3.
- Deutscher Wetterdienst Climate Data Center (DWD CDC 2022d): Jahresraster der Anzahl der Frosttage für Deutschland, Version v19.3
- Deutscher Wetterdienst Climate Data Center (DWD CDC 2022): Jahresraster der Anzahl der heißen Tage für Deutschland, Version v19.3

- Deutscher Wetterdienst Climate Data Center (DWD CDC 2022f): Jahresraster der Anzahl der Eistage für Deutschland, Version v19.3
- Deutscher Wetterdienst Climate Data Center (DWD CDC 2022g): Jahresraster der Anzahl der Tage mit Niederschlag ≥ 20 mm für Deutschland, Version v19.3
- Deutscher Wetterdienst Climate Data Center (DWD CDC 2022h): Jahresraster der Anzahl der Tage mit Niederschlag ≥ 30 mm für Deutschland, Version v19.3.
- Deutscher Wetterdienst Climate Data Center (DWD CDC 2023a): Tägliche Stationsmessungen des Minimums der Lufttemperatur in 2 m Höhe in °C für Deutschland, Version v21.3
- Dimoudi A. und Nikolopoulou M. 2003: Vegetation in the urban environment: Microclimatic Analysis and Benefits. *Energy and Buildings*, 35(1), 69-76
- EPA – U.S. Environmental Protection Agency 2008: Urban Heat Island Basics, in *Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies*
- Europäische Kommission 2013: Mitteilung der Kommission an das europäische Parlament, den Rat, den europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Eine EU-Strategie zur Anpassung an den Klimawandel. Online-Quelle: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/adaptation-climate-change/eu-adaptation-strategy_en, Abruf 02/2022
- Frank W. 1975: Raumklima und thermische Behaglichkeit: Literaturlauswertung, In: *Berichte aus der Bauforschung*, Bd. 104, Berlin
- Gartland L. 2008: Heat Islands Understanding and Mitigating Heat in Urban Areas in the UK and USA in 2008. Earthscan, London
- GEONet 2002: GIS-basierte Aufbereitung der Modellergebnisse zur Kaltluftsimulation für die Nutzung im Rahmen der Landes- und Regionalplanung in Thüringen; Abschlussbericht
- GEONet 2011: MORO-Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel Leitaden „Klimaökologie“, Baden-Baden
- GWA 2022: Global Wind Atlas - Technical University of Denmark (DTU): Windstärke auf unterschiedlichen Höhen in Neuss. <https://globalwindatlas.info/en/>, Abruf: 06/2022
- Hasse, J.; Willen, L.; Baum, N.; Bongers-Römer, S.; Pichl, J.; Völker, V. 2019: Umfrage Wirkung der Deutschen Anpassungsstrategie (DAS) für die Kommunen. In: *Climate Change I* 01/2019; Umweltbundesamt. Online-Quelle: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-01-21_cc_01-2019_umfrage-das.pdf, Abruf 06/2022
- Heidt, V., Neef, M. 2008: Benefits of Urban Green Space for Improving Urban Climate. In: Carreiro, M.M., Song, YC., Wu, J. (eds) *Ecology, Planning, and Management of Urban Forests*. Springer, New York, NY.
- Hupfer P. und Kuttler W. (Hrsg.) 2015: *Witterung und Klima*, 11. Auflage, Vieweg und Teubner Verlag
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2021: Sechster IPCC_Sachstandsbericht (AR6), Beitrag von Arbeitsgruppe I: Naturwissenschaftliche Grundlagen. Online-

- Quelle: https://www.de-ipcc.de/media/content/Hauptaussagen_AR6-WGI.pdf Abruf: 06/2022
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2014: AR5 Synthesis Report: Climate Change 2014. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>, Abruf: 02/2023
- Katzschner L. und Thorsson S. 2009: Microclimatic Investigations as Tool for Urban Design, The seventh International Conference on Urban Climate, Yokohama, Japan
- Kuttler W. 2011: Climate change in urban areas – part 1, Effects Environmental Sciences Europe 23
- LPIG NRW 2018: Landesplanungsgesetz NRW. Online-Quelle: <https://landesplanung.nrw.de/recht-der-landesplanung/landesplanungsgesetz>, Abruf: 02/2022
- LANUV 2018: Fachbericht 86 – Klimaanalyse Nordrhein-Westfalen, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
- LANUV 2022: Klimaatlas NRW: Durchschnittliche Jahresniederschlagssummen. Online-Quelle: <https://www.klimaatlas.nrw.de/klima-nrw-monitoring/klimaentwicklung/niederschlag>, Abruf: 02/2022, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
- Liljequist G.H. und Cihak K. 2013: Allgemeine Meteorologie, Friedr., 2. Auflage, Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig
- Lohmeyer, A. 2008: Klimafunktions- und Klimaplanungskarten, In: Lohmeyer Aktuell, Bd. 20, Karlsruhe
- Matzarakis A., Röckel R., Richter C.-J., Höfl. H.-C., Steinicke W., Streifeneder M., Mayer H. 2008: Planungsrelevante Bewertung des Stadtklimas am Beispiel von Freiburg im Breisgau, Gefahrenstoffe – Reinhaltung der Luft 68, 334-340
- Mayer, Helmut & Beckroege, Wolfgang & Matzarakis, Andreas. 1994: Bestimmung von stadtklimarelevanten Luftleitbahnen. UVP-Report. 5. 265-268.
- Meynen E. und Schmithüsen J. (Hrsg.) 1962: Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands (unter Mitwirkung des Zentralausschusses für Deutsche Landeskunde)
- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg 2022: Das Klima wandelt sich weltweit. Online-Quelle: <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/klima/klimawandel/weltweit/>, Abruf 06/2022
- Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen (MULNV NRW) 2021: Klimaanpassung in NRW. Online-Quelle: <https://www.umwelt.nrw.de/umwelt/klimawandel-und-anpassung/klimaanpassung-in-nrw>, Abruf 06/2022
- Neuss 2016: Handlungskarte Klimaanpassung. Online-Quelle: <https://www.neuss.de/leben/umwelt-und-gruen/klima-und-energie/konzepte-fachinformationen/handlungskarte-klimaanpassung>, Abruf 02/2022
- Neuss 2022: Flächennutzung. Online-Quelle: <https://www.neuss.de/wirtschaft/statistiken/flaechennutzung>, Abruf 02/2023
- Neuss 2023a: Allgemeine Daten. Online-Quelle: <https://www.neuss.de/wirtschaft/statistiken/allgemeine-daten>, Abruf 09/2023

- Neuss 2023b: Bezirkstabelle. Online-Quelle: <https://www.neuss.de/wirtschaft/statistiken/bezirke/bezirkstabelle>, Abruf 09/2023
- Neuss 2024: Eckdaten zur Bevölkerung. Online-Quelle: <https://www.neuss.de/wirtschaft/statistiken/bevoelkerung/eckdaten-zur-bevoelkerung>, Abruf 05/2024
- Ng E. und Ren C. 2015: The Urban Climatic Map, Routledge, London & New York
- NRW 2021: Klimaanpassungsgesetz Nordrhein-Westfalen (KlAnG). Online-Quelle https://recht.nrw.de/lmi/owa/br_vbl_de_tail_text?anw_nr=6&vd_id=19634&ver=8&val=19634&sg=0&menu=0&vd_back=N, Abruf 06/2022
- Oke, T.R. 2022: Boundary Layer Climates. 2nd Edition, Methuen Publishers, Lagos
- Oke T.R. 2006: Towards better scientific communication in urban climate, Theoretical and Applied Climatology volume 84, pages 179–190
- Oke, T.R. (Hrsg.) 2017: Urban Climates, Cambridge University Press
- Potsdamer Institut für Klimafolgenforschung (PIK) 2023: Klimafolgen online. Online-Quelle: http://kfo.pik-potsdam.de/static/countries/ger/tool.html?sector_id=0&language_id=en&p_id=tmit&timeframe=30&hist=0&futsцен=2&season=2&diagram=0&displayed=0,1&absrel=abs&expert=0&year=2070&zoom=3&difference=false, Abruf: 02/2023
- #ShowYourStripes – Creative Commons: Nordrhein Westfalen 1881-2022, DWD, Online-Quelle: <https://showyourstripes.info/s/europe/germany/nordrheinwestfalen>, Abruf: 06/2023
- Spanja, G., Bartlett, D., Schramko, S., Kluck, J., Zandbrink, L. und Föllmi, D. 2022: Cool Town Intervention Catalogue. Online-Quelle: <https://dms.oost-vlaanderen.be/download/f8a83a30-a237-4dd0-95c7-1ea2ee52b3bb/2.1%20CT%20inventaris-catalogoog.pdf>, Abruf 06/2023
- Ssymank, A. (1994): Neue Anforderungen im europäischen Naturschutz: Das Schutzgebietssystem Natura 2000 und die FFH-Richtlinie der EU. – Natur und Landschaft 69 (Heft 9): 395-406
- Stadt Neuss 2021: Begründung zum neuen Flächennutzungsplan. Online-Quelle: <https://www.neuss.de/leben/stadtplanung/stadtentwicklung/fnp/downloads/stadt-neuss-fnp-begrueundung-2021-07.pdf>, Abruf 07/2023
- Stadt Neuss 2021: Umweltbericht zum neuen Flächennutzungsplan. Online-Quelle: <https://www.neuss.de/leben/stadtplanung/stadtentwicklung/fnp/downloads/stadt-neuss-fnp-umweltbericht-2021-01.pdf>, Abruf 07/2023
- Topographic map 2022: Deutschland, Online-Quelle: <https://de-de.topographic-map.com/map-d5x3l/Neuss/?center=51.11214%2C6.71952>, Abruf 11/2022
- Umweltbundesamt 2021: Weltweite Temperaturen und Extremwetterereignisse seit 2010. Online-Quelle: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimawandel/weltweite-temperaturen-extremwetterereignisse-seit#Chronik>, Abruf 06/2022
- Unger, J. und Gál, T. 2009: Detection of ventilation paths using high resolution roughness parameter mapping in large urban areas. Building and Environment 44, 198-206

- VDI – Verein Deutscher Ingenieure 2003: Klima- und Lufthygienekarten für Städte und Regionen, VDI-Richtlinie 3787, Blatt 5
- VDI – Verein Deutscher Ingenieure 2015: Klima- und Lufthygienekarten für Städte und Regionen, VDI-Richtlinie 3787, Blatt 1
- VDI – Verein Deutscher Ingenieure 2022: Umweltmeteorologie - Methoden zur human-bio-meteorologischen Bewertung der thermischen Komponente des Klimas, Blatt 2
- VM BW (Hrsg.) 2012: Städtebauliche Klimafibel – Hinweise für die Bauleitplanung, Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg
- Wang, Jinping; Church, John A.; Zhang, Xuebin; Chen, Xian Yao 2021: Reconciling global mean and regional sea level change in projections and observations (12).

A2 | 3 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schematische Darstellung des integrativen Prozesses der stadtweiten Klimaanpassung, beginnend mit der Bestandsaufnahme bis hin zur Kontrolle und Verstetigung.	15
Abbildung 2: Übersicht zu den topographischen Gegebenheiten des Stadtgebietes von Neuss (rote gestrichelte Linie). Die Deponie „Neuss-Grefrath“ (Marker) stellt das Höhenmaximum im Stadtgebiet dar, während die Bereiche zum Rhein hin mit etwa 30 m ü. NN die Höhenminima darstellen (Topographic Map 2022, ergänzt).	19
Abbildung 3: Die Stadt Neuss (Marker) liegt im Naturraum D35 (nach Ssymank 1994, ergänzt) „Kölner Bucht“ und „Niederrheinisches Tiefland“.	20
Abbildung 4: Südwestteil des Norddeutschen Tieflandes (dunkelrote Linie) mit dem Niederrheinischen Tiefland (57) und der Niederrheinischen Bucht (55) (violette Linien). Die Stadt Neuss (Marker) liegt hauptsächlich im Bereich des Niederrheinischen Tieflandes und reicht mit seinen südlichen Ausläufern bis an die Niederrheinische Bucht (Meynen und Schmithüsen et al. 1962, ergänzt).	20
Abbildung 5: Landschaften, die vom administrativen Gebiet der Stadt Neuss eingenommen werden (BfN 2022a, ergänzt).....	21
Abbildung 6: Übersicht der Schutzgebiete im administrativen Gebiet der Stadt Neuss (schwarze Linie). LSGs (Grün gepunktet), NSGs (rote Flächen), FFH-Gebiete (Rot schraffiert) (BfN 2022c, ergänzt).....	22
Abbildung 7: Darstellung der „Klimatischen Gliederung Deutschlands“ nach ausgewerteten Rasterdaten des DWD (o.J.). Die Gemeindegrenze von Neuss ist grau eingezeichnet und liegen im maritimen Bereich und ist niederschlagsneutral.....	23
Abbildung 8: Einordnung der Stadt Neuss in die bioklimatische Bewertung des DWD (DWD 2022b) mit weiteren Städtebeispielen.....	24
Abbildung 9: Ausschnitt aus der Kaltluftanalysekarte (Zeitschnitt 2 Stunden der Simulation) für den zentralen Bereich der Stadt Neuss mit reduzierter Legende. Die Kaltluftschichtdicke ist im bebauten Bereich der Innenstadt nur schwach (0m – 5m), im Umfeld dagegen wesentlich stärker ausgeprägt. Die Kaltluft strömt primär aus dem Westen und Süden in die Innenstadt; mit Ausnahme des „Nordkanals“ sind die innerstädtischen Kaltluftentstehungsflächen noch voneinander abgeschnitten. Die Karte für den gesamten administrativen Bereich der Stadt mit ausführlicher Legende liegt im Anhang 3 vor.	27

- Abbildung 10: Ausschnitt aus der Kaltluftanalysekarte (Zeitschnitt 4 Stunden der Simulation) für den zentralen Bereich der Stadt Neuss mit reduzierter Legende. Die Kaltluftschichtdicke nimmt ganzheitlich zu, beträgt in den bebauten Gebieten nördlich und südlich des „Nordkanals“ inkl. Hafen jedoch noch < 5 m. Kaltluftströme stammen vorwiegend aus dem Süden und Westen, bündeln sich nun aber primär entlang von Strömungsachsen wie z.B. den Bahnstrecken und dem „Nordkanal“. Die innerstädtischen Kaltluftentstehungsgebiete sind nun über Kaltluftkorridore an das bereits überströmte Umfeld angeschlossen. Die Karte für den gesamten administrativen Bereich der Stadt mit ausführlicher Legende liegt im Anhang 3 vor.28
- Abbildung 11: Ausschnitt aus der Kaltluftanalysekarte (Zeitschnitt 6 Stunden der Simulation) für den zentralen Bereich der Stadt Neuss mit reduzierter Legende. Die Intensität der Kaltluftströme nimmt im Großteil des bereits mit Kaltluft überströmten Fokusraums ab (< 40 m), bleibt jedoch an Kaltluftachsen wie z.B. dem „Nordkanal“ und den Bahnhofsflächen erhalten. Obwohl sich die innerstädtische Kaltluftschichtdicke weiter an ihr Umfeld angleicht, sind Teilbereiche der Innenstadt (insbesondere nördlich des „Nordkanals“) bislang nicht oder kaum überströmt (< 5 m). Aus dem „Rennbahnpark“ stammende Kaltluft wird weiter in Richtung des „Rheins“ und des Hafengebietes getragen. Die Karte für den gesamten administrativen Bereich der Stadt mit ausführlicher Legende liegt im Anhang 3 vor.29
- Abbildung 12: Ausschnitt aus der Kaltluftanalysekarte (Zeitschnitt 8 Stunden – Ende der Simulation) für den zentralen Bereich der Stadt Neuss mit reduzierter Legende. Ein Großteil des innerstädtischen Raums wurde zu diesem Zeitpunkt überströmt, wobei die Kaltluftschichtdicke im Norden am geringsten ausfällt (< 5 m), im Osten rund 35 m erreicht und sich im Süden und Westen im Bereich von 35 m - 45 m bewegt. Besonders im Bereich des Hafengebietes und den Bahngleisen wird weiterhin Kaltluft in Richtung Norden transportiert; das Hafenbecken dient über den gesamten beobachteten Zeitraum als Strömungskanal zwischen „Rennbahnpark“ und „Rhein“. Die Karte für den gesamten administrativen Bereich der Stadt mit ausführlicher Legende liegt im Anhang 3 vor.....30
- Abbildung 13: Schematische Darstellung eines BlueSpots.....31
- Abbildung 14: Ausschnitt aus der BlueSpot-Analysekarte „Überlauf“ für den zentralen Bereich der Stadt Neuss mit reduzierter Legende. Die Karte für den gesamten administrativen Bereich der Stadt mit ausführlicher Legende liegt im Anhang 3 vor.31
- Abbildung 15: Ausschnitt aus der BlueSpot-Analysekarte „Tiefenausprägungen“ für den zentralen Bereich der Stadt Neuss mit reduzierter Legende. Die Karte für den gesamten administrativen Bereich der Stadt mit ausführlicher Legende liegt im Anhang 3 vor.....32

Abbildung 16: Ausschnitt aus der Analysekarte der bodennahen nächtlichen Lufttemperatur für den zentralen Bereich der Stadt Neuss mit reduzierter Legende. Die Karte für den gesamten administrativen Bereich der Stadt mit ausführlicher Legende liegt im Anhang 3 vor.	34
Abbildung 17: Berechnung der mittleren bodennahen nächtlichen Lufttemperatur im bebauten Raum nach einem (für die Region typischen) „Heißen Tag“	35
Abbildung 18: Ausschnitt aus der Analysekarte Hitzevulnerabilität „Fokus Kinder ≤ 5 Jahre“ für den zentralen Bereich der Stadt Neuss mit reduzierter Legende. Dunkelgrüne Bereiche im Farbverlauf stellen eine hohe Wohndichte der Altersklasse ≤ 5 Jahre dar. Bei schraffierten Flächen handelt es sich um Bereiche mit Überwärmungspotenzial (orange) und hohem Überwärmungspotenzial (rot). Die Piktogramme lokalisieren unterschiedliche Einrichtungen. Die Karte für den gesamten administrativen Bereich der Stadt mit ausführlicher Legende liegt im Anhang 3 vor.	36
Abbildung 19: Ausschnitt aus der Analysekarte Hitzevulnerabilität „Fokus Senioren ≥ 60 Jahre“ für den zentralen Bereich der Stadt Neuss mit reduzierter Legende. Pinke Bereiche im Farbverlauf stellen eine hohe Wohndichte der Altersklasse ≥ 60 Jahre dar. Bei schraffierten Flächen handelt es sich um Bereiche mit Überwärmungspotenzial (orange) und hohem Überwärmungspotenzial (rot). Die Piktogramme lokalisieren unterschiedliche Einrichtungen. Die Karte für den gesamten administrativen Bereich der Stadt mit ausführlicher Legende liegt im Anhang 3 vor.	37
Abbildung 20: Statistische Verteilung der untersuchten Altersklassen (≤ 5 Jahre, linke Abbildung und ≥ 60 Jahre, rechte Abbildung) innerhalb der städtischen Gebiete mit Überwärmungsrisiko.....	37
Abbildung 21: Ausschnitt aus der Klimaanalysekarte TAG für den zentralen Bereich der Stadt Neuss mit reduzierter Legende. Die Karte für den gesamten administrativen Bereich der Stadt mit ausführlicher Legende liegt im Anhang 3 vor.	50
Abbildung 22: Ausschnitt aus der Klimaanalysekarte NACHT für den zentralen Bereich der Stadt Neuss mit reduzierter Legende. Die Karte für den gesamten administrativen Bereich der Stadt mit ausführlicher Legende liegt im Anhang 3 vor.	51
Abbildung 23: Temperaturveränderungen bis zum Jahr 2100 nach verschiedenen IPCC-Szenarien und das 2Grad-Ziel (Kasang 2013). Eingezeichnet ist die 2 °C Grenze. Das RCP 8.5-Szenarion wird mit den roten Kurven dargestellt, das RCP 4.5-Szenario in orangen Kurven (DKRZ 2022).	52

Abbildung 24: Auflösungsbeispiele für unterschiedliche Klimamodelle derselben Region. Hierbei nutzen die feiner aufgelösten Klimamodelle immer auch Ereignisse der gröber aufgelösten Modelle (DWD 2021).....	53
Abbildung 25: Ausschnitt aus der Handlungskarte „Klimaanpassung“ TAG für den zentralen Bereich der Stadt Neuss mit reduzierter Legende. Die Karte für den gesamten administrativen Bereich der Stadt mit ausführlicher Legende liegt im Anhang 3 vor.....	65
Abbildung 26: Ausschnitt aus der Handlungskarte „Klimaanpassung“ NACHT für den zentralen Bereich der Stadt Neuss mit reduzierter Legende. Die Karte für den gesamten administrativen Bereich der Stadt mit ausführlicher Legende liegt im Anhang 3 vor.....	66
Abbildung 27: Ausschnitt aus der Maßnahmenhinweiskarte für den zentralen Bereich der Stadt Neuss mit reduzierter Legende. Die Karte für den gesamten administrativen Bereich der Stadt mit ausführlicher Legende liegt im Anhang 3 vor.	70
Abbildung 28: Schematische Darstellung des Zusammenspiels zwischen subsidiären Themenkarten, Hauptkarten, Maßnahmenhinweiskarte, Maßnahmengruppe und Werkzeugliste.....	80
Abbildung 29: Ausschnitt der Überlagerung der Flächen des FNP (2021) – unterschiedlich schraffiert, mit den Ausgleichsräumen hoher Bedeutung des KLAK (2023) – grün gefüllt für den zentralen Bereich der Stadt Neuss mit reduzierter Legende. Die Karte für den gesamten administrativen Bereich der Stadt mit ausführlicher Legende liegt im Anhang 3 vor.	86
Abbildung 30: Einflussfaktoren des Stadtklimas unterteilt in die Gruppen „feste“ Faktoren (grün), „dynamische“ Faktoren (blau) und „beeinflussbare“ Faktoren (orange).	88
Abbildung 31: Beispiel: Screenshot aus der Monitoring-Karte Vegetationserfassung. Für jedes Hexagon des Grids wurde der gemittelte Vegetationsanteil berechnet. Nach gleicher Methodik können in den kommenden Jahren auf Grundlage aktualisierter Eingangsdaten entsprechende Karten erstellt und über Differenzauswertungen die Entwicklung des betrachteten Aspekts betrachtet werden.....	89
Abbildung 32: Ausschnitt aus der Monitoringkarte Vegetationserfassung (VEG) für den zentralen Bereich der Stadt Neuss mit reduzierter Legende. Die Karte für den gesamten administrativen Bereich der Stadt mit ausführlicher Legende liegt im Anhang 3 vor.....	90
Abbildung 33: Auswertung des mittleren Vegetationsanteils des bebauten Raums nach Stadtbezirken.	91

Abbildung 34: Ausschnitt aus der Monitoringkarte Baumassenvolumendichte (BMVD) für den zentralen Bereich der Stadt Neuss mit reduzierter Legende. Die Karte für den gesamten administrativen Bereich der Stadt mit ausführlicher Legende liegt im Anhang 3 vor.....	92
Abbildung 35: Auswertung der mittleren Baumassenvolumendichte des bebauten Raums nach Stadtbezirken	93
Abbildung 36: Ausschnitt aus der Monitoringkarte baulich-räumliche Offenheit für den zentralen Bereich der Stadt Neuss mit reduzierter Legende. Die Karte für den gesamten administrativen Bereich der Stadt mit ausführlicher Legende liegt im Anhang 3 vor.....	94
Abbildung 37: Auswertung der mittleren baulich-räumlichen Offenheit des bebauten Raums nach Stadtbezirken.....	95
Abbildung 38: Überprüfungskriterien des Maßnahmenmonitorings.....	97
Abbildung 39: Beispiel für einen als Ungutraum wahrgenommenen Privatbereich (anonym 2023).....	105
Abbildung 40: Beispiel für einen als Ungutraum wahrgenommenen Bereich (anonym 2023).	106
Abbildung 41: Verortung aller bei der Befragung gemeldeten Gunst- und Ungutbereiche.	107
Abbildung 42: Verortungen von primär Ungutbereichen (rot) im Zentrum von Neuss, ermittelt im Rahmen der Öffentlichkeitsbeteiligung im Jahr 2022	108
Abbildung 43: Übersicht der Klimatebenen im typischen Planungskontext. Je nach klimatischer Ebene unterscheiden sich Einflussgrößen, Fragestellungen, Bezugsraum und Anwendungsmöglichkeiten (vgl. Kapitel 10.2).	1
Abbildung 44: Darstellung der typischen Temperaturentwicklungen (nicht während einer Hitzewelle) am Tag und in der Nacht in Abhängigkeit von der Umgebung. Die orangenen Graphen stellen die Oberflächen- (durchgehend) und Lufttemperaturen (gestrichelt) am Tag dar, die blauen Graphen beide Temperaturen bei Nacht. Hierbei zeigt sich deutlich die unterschiedliche Wärmespeicherkapazität verschiedener Materialien oder Objekte. Am Tag steigt die Temperatur des Teichwassers kaum bzw. nur sehr langsam an. Auf Grund der guten Wärmespeicherkapazität des Wasserkörpers fällt sie in der Nacht, ohne Strahlungseintrag, aber auch nicht bzw. nur kaum ab. Ein gegensätzliches Beispiel stellen Industrieanlagen oder -hallen dar. In der Regel bestehen die Dächer dieser Bauten aus Metall und erhitzen sich am Tag, bei Strahlungseintrag, sehr stark. Nachts	

kühlen sie sich dagegen recht schnell ab, u.a. auch, weil die Gebäude keine Massivbauten sind und keine große Masse besitzen. (EPA 2008, geändert)	3
Abbildung 45: Darstellung unterschiedlicher temperaturrelevanter Faktoren und Effekte im urbanen Raum, die zur Ausprägung der städtischen Wärmeinsel beitragen (DWD 2017).	4
Abbildung 46: Schematische Darstellung der Windprofile über dem Stadtkern, dem Stadtrand und dem freien Land (Robel et al., 1978).	6
Abbildung 47: Vereinfachte Darstellung der Zirkulation von Hang- (helle Pfeile) sowie Berg- und Talwinden (dunkle Pfeile) in Abhängigkeit zur Tageszeit (Liljequist und Cihak 1979).	6
Abbildung 48: Schematische Darstellung der Beeinflussung des log. Windprofils im urbanen Bereich. Z_0 beschreibt die Rauigkeitslänge in Metern, Z_d die Nullpunktverschiebung in Metern, u_z die Windgeschwindigkeit (blauer Pfeil mit gleicher Geschwindigkeit, aber auf unterschiedlicher Höhe = vertikale Streckung des Profils) und den Raum unterhalb der mittleren Gebäudehöhe (UC).....	8
Abbildung 49: Darstellung unterschiedlicher Strömungsregime (isolierte Rauigkeitsströmung (a), Wirbelüberlagerungsströmung (b) und die abgehobene Strömung (c)) (Oke 2017)	10
Abbildung 50: Darstellung eines Flurwindsystems am Beispiel des Stadt-Umland-Windsystems. Während einer strahlungsarmen Nacht steigen die wärmeren "Stadtluft"-Massen auf (geringere Dichte) um nach Abkühlung (höhere Dichte) wieder abzusinken. Zusammen mit den nach Sonnenuntergang entstehenden Kaltluftmassen des ruderalen Raums etabliert sich so ein sensibles Flurwindsystem (Sogwirkung, Luftdruckgegensatz).....	12
Abbildung 51: Der den Kaltluftabfluss querenden Damm mit Straße (links) wird zum Hindernis und blockiert bzw. staut den Kaltluftstrom auf. Die den Kaltluftabfluss querende Brücke mit Straße (rechts) bremst bzw. staut den Kaltluftstrom nicht (VM BW 2012).	12
Abbildung 52: Die unterschiedlichen Planungsebenen mit ihrem administrativen Bezug sowie den korrespondierenden klimatischen Fragestellungen und den möglichen Auflösungen.	14
Abbildung 53: Der thermische Wirkungskomplex nach der VDI-RL 3787 Blatt 2 (1998, überarbeitet 2023).	15

Abbildung 54: Schematische Darstellung der grundsätzlichen Herleitung der Klimaanalysekarte und der Handlungskarte „Klimaanpassung“. Die Eingangsdaten bilden diskrete stadt- und landschaftsplanerische Informationen ab, die Themenkarten repräsentieren (klimarelevante) räumliche Ableitungen. Mithilfe der Maßnahmenhinweiskarte werden klimatisch defizitäre Bereiche identifiziert, denen individuelle Klimaanpassungsmaßnahmengruppen zugeordnet werden.....	19
Abbildung 55: Schematische Darstellung der Funktionsweise eines GIS. Unterschiedlichste Eingangsdaten (Raster- oder Vektordaten) können miteinander verschnitten und analysiert werden, um ein möglichst genaues digitales Abbild der Realität zu schaffen.	20
Abbildung 56: Lage der DWD-Station „Düsseldorf-Flughafen“ im räumlichen Kontext zum Untersuchungsraum (Open Street Map 2022, ergänzt). Die Windmessungen der Station wurden für die Auswertung des langjährigen Mittels der Windgeschwindigkeit und der Windrichtung in Abhängigkeit der Tages- bzw. Nachtzeiten sowie der Jahreszeiten herangezogen.	31
Abbildung 57: Abbildungen aus dem Global Wind Atlas (2022). Die mittlere Windgeschwindigkeit für den Stadtkern von Neuss auf 10 m ü. G. liegt bei rd. 3 m/s (Mitte) und auf 50 m ü. G. bei rd. 5,2 m/s (rechts).	37
Abbildung 58: Darstellung der jahresaktuellen Windrichtungen für den Stadtkern von Neuss auf 10 m ü. G. (links) und 50 m ü. G. (rechts).....	37

A2 | 4 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht von in NRW relevanten rechtlichen Grundlagen zur Umsetzung der Klimaanpassung.....	12
Tabelle 2: Übersicht zu den statistischen Bezirken der Stadt Neuss mit den zugehörigen Flächenangaben sowie der Bevölkerungsdichte.....	17
Tabelle 3: Flächennutzung für das administrative Gebiet der Stadt Neuss.....	18
Tabelle 4: Darstellung der projizierten Temperaturerhöhungen für die zwei 30-jährigen Mittel (2021-2050 und 2071-2100) der RCP-Szenarien 4.5 und 8.5. für den Raum Neuss sowie dem jüngsten historischen Mittel (1992-2021). Als Bezugs- bzw. Vergleichswert wurde das historische Mittel (1962-1991) genutzt. Die Temperaturveränderungen werden unterteilt in Jahreszeiten sowie für das gesamte Jahr dargestellt.	55
Tabelle 5: Darstellung der projizierten Niederschlagssummen für die zwei 30-jährigen Mittel (2021-2050 und 2071-2100) der RCP-Szenarien 4.5 und 8.5 für den Raum Neuss. Als Bezugs- bzw. Vergleichswert wurde das historische Mittel (1991-2020) für die Stadt Neuss genutzt. Die Niederschlagsveränderungen werden unterteilt in Jahreszeiten sowie für das gesamte Jahr dargestellt.	56
Tabelle 6: Screenshot des Erläuterungsteils zu den drei Listen „Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen Stadt Neuss“. Über die Maßnahmengruppen und Referenznummern (rechte Spalte) erfolgt die Verknüpfung der Informationen der Maßnahmenhinweiskarte mit der Werkzeugliste (siehe Anhang 4-2).....	81
Tabelle 7: Screenshot der Liste „Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen – Öffentliche Plätze“. Die vollständige Liste liegt im A3-Format im Anhang 4-1 vor.	82
Tabelle 8: Screenshot des Anfangs der Liste „Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen – Sensible Einrichtungen“. Die vollständige Liste liegt im A3-Format im Anhang (siehe Anhang 4-1) vor.....	82
Tabelle 9: Screenshot des Anfangs der Liste „Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen – Gebäude in öffentlicher Hand“. Die vollständige Liste liegt im A3-Format im Anhang (siehe Anhang 4-1) vor.	82
Tabelle 10: Screenshot des Anfangs der Werkzeugliste mit den Erläuterungen zu den einzelnen Informationen der Werkzeugliste. Die vollständige Liste liegt im A3-Format im Anhang 4-3 vor.....	83
Tabelle 11: Screenshot der Liste der Werkzeuge. Die vollständige Liste liegt im A3-Format im Anhang 4-3 vor.....	84

Tabelle 12: Beispiel des klimatischen Wirkpotentials einer definierten Fassadenbegrünung aus Spanjar et al. (2022).....	96
Tabelle 13: Unterschiedliche Kriterien und Fragestellungen im Rahmen eines Monitorings ..	97
Tabelle 14: Beispiele für typische Einflüsse (linke Spalte) und deren (Aus-)Wirkungen (rechte Spalte) im städtischen Raum.....	2
Tabelle 15: Beispiele für Rauigkeitslängen und Nullpunktverschiebungen unterschiedlicher Oberflächen (nach Oke 2017)	8
Tabelle 16: Zuordnung unterschiedlicher Höhen-Weiten-Verhältnisse zu den entsprechenden Strömungsregimen	10
Tabelle 17: Grundlegende klimatische Aspekte und deren Ursprung bzw. ihre Abhängigkeiten, die zur Bewertung der Klimafunktionen herangezogen werden.	16
Tabelle 18: Auswertung der 30-jährigen Mittel der Monatsmittelwerte zur Lufttemperatur (2 m ü. G.) in °C. Je stärker die Veränderung zwischen den unterschiedlichen Perioden (1 bis 4) innerhalb desselben Monats, desto intensiver die Rotfärbung.....	24
Tabelle 19: Auswertung der 30-jährigen Mittel der Monatssummen zum Niederschlag [mm]. Starke Veränderungen hin zu weniger Niederschlag zwischen den unterschiedlichen Perioden (1 bis 4) innerhalb desselben Monats wurden Rot hinterlegt, mehr Niederschlag in Grün.	25
Tabelle 20: Die nachfolgend ausgewerteten Ereignistage zur Thematik Lufttemperatur mit den entsprechenden Definitionen.....	26
Tabelle 21: Die nachfolgend ausgewerteten Ereignistage zur Thematik Niederschlag mit den entsprechenden Definitionen.....	29
Tabelle 22: Übersicht zu den ausgewerteten Jahres- und Tag- bzw. Nachtzeiten	32
Tabelle 23: Ergebnisübersicht zur Auswertung der zeitlichen und saisonalen Windverhältnisse der Station Düsseldorf-Flughafen im langjährigen Mittel (1991 – 2020).....	32
Tabelle 24: Übersicht der verwendeten Geodaten des GEOportals NRW.....	38
Tabelle 25: Übersicht der verwendeten Geodaten der Stadt Neuss	38
Tabelle 26: Integrierte B-Pläne, übergeben durch die Stadt Neuss	39

A2 | 5 Diagrammeverzeichnis

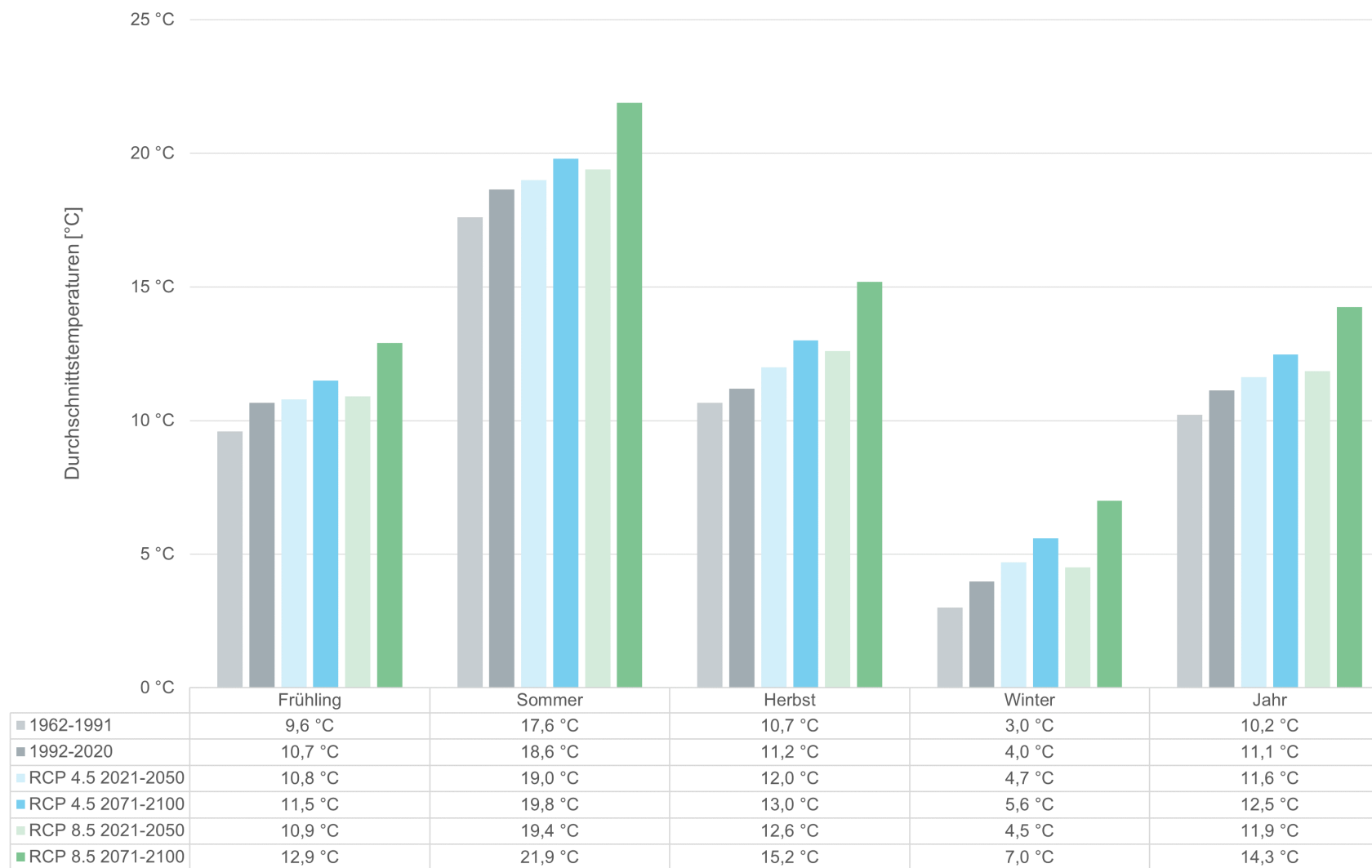
Diagramm 1: Auswertung der Durchschnittstemperaturen [°C] der projizierten 30-jährigen Mittel (2021 – 2050 und 2071 – 2100) für den Raum Neuss gemäß den RCP-Szenarien 4.5 (blau) und 8.5 (grün) sowie den historischen 30-jährigen Mitteln der DWD-Wetterstation Düsseldorf-Flughafen. Die Temperaturen werden unterteilt in Jahreszeiten sowie für das gesamte Jahr dargestellt. Eine größere Abbildung des Diagramms ist in Anhang A2 6 zu finden.	54
Diagramm 2: Auswertung der Niederschlagssummen [°mm] der projizierten 30-jährigen Mittel (2021 – 2050 und 2071 – 2100) gemäß den RCP-Szenarien 4.5 (blau) und 8.5 (grün) sowie den historischen 30-jährigen Mitteln für den Raum Neuss. Die Niederschlagssummen werden unterteilt in die Jahreszeiten sowie für das gesamte Jahr dargestellt. Eine größere Abbildung des Diagramms ist in Anhang A2 6 zu finden.....	56
Diagramm 3: Auswertung der klimatischen Wasserbilanz [°mm] der projizierten 30-jährigen Mittel 2021 – 2050 und 2071 – 2100 gemäß den RCP-Szenarien 4.5 (blau) und 8.5 (grün). Die Bilanzen werden unterteilt in Jahreszeiten sowie für das gesamte Jahr dargestellt. Der Sommer fällt für alle Szenarien und Perioden mit einer stark negativen klimatischen Wasserbilanz auf. Eine größere Abbildung des Diagramms ist in Anhang A2 6 zu finden.....	57
Diagramm 4: Ausgewertete Ereignistagen für die projizierten 30-jährigen Mittel (2021 – 2050 und 2071 – 2100) gemäß den RCP-Szenarien 4.5 (blau) und 8.5 (grün). Eine größere Abbildung des Diagramms ist in Anhang A2 6 zu finden.	58
Diagramm 5: Verteilung der Beteiligungen zwischen den Geschlechtern und verschiedenen Altersgruppen. Eine größere Abbildung des Diagramms ist in Anhang A2 6 zu finden.	99
Diagramm 6: Erwartete Folgen des Klimawandels. Eine größere Abbildung des Diagramms ist in Anhang A2 6 zu finden.	100
Diagramm 7: Informationsstand der Befragten bzw. Verfügbarkeit von Informationen seitens der Stadt. Eine größere Abbildung des Diagramms ist in Anhang A2 6 zu finden.....	101
Diagramm 8: Bevorzugte Informationsformate der Befragten. Eine größere Abbildung des Diagramms ist in Anhang A2 6 zu finden.	102
Diagramm 9: Angaben zu Klimaanpassungsmaßnahmen die aus Sicht der Befragten seitens der Stadt durchgeführt werden sollten. Eine größere Abbildung des Diagramms ist in Anhang A2 6 zu finden.	103

Diagramm 10: Angaben der Befragten zu Klimaanpassungsmaßnahmen, die sie selbst realisieren würden. Eine größere Abbildung des Diagramms ist in Anhang A2 6 zu finden.	104
Diagramm 11: Seitens der Befragten genannte klimatische Gründe für Gunst- und Ungunstbereiche. Eine größere Abbildung des Diagramms ist in Anhang A2 6 zu finden.	109
Diagramm 12: Auswertung der monatlichen Durchschnittstemperaturen [°C] zur Lufttemperatur 2 m ü. G. Die älteste Periode wird in Blau, die jüngste Periode in Türkis dargestellt. Deutlich erkennbar ist ein Anstieg aller Monatsmittelwerte seit der ersten Periode. Eine größere Abbildung des Diagramms ist in Anhang A2 6 zu finden.	24
Diagramm 13: Auswertung der monatlichen Niederschlagssummen [°mm]. Die älteste Periode wird in Blau, die jüngste Periode in Türkis dargestellt. Die Jahressummen der Niederschläge bleiben ungefähr auf dem gleichen Niveau bzw. fallen nur minimal ab. Auffällig ist eine zunehmende Abnahme der Niederschläge in den Monaten März/April und Mai/Juni. Eine größere Abbildung des Diagramms ist in Anhang A2 6 zu finden.	25
Diagramm 14: Darstellung der jährlichen Anzahl der Sommertage (LT Max. $\geq 25\text{ °C}$ – gelbe Punkte) und „Heißen Tage“ (LT Max. $\geq 30\text{ °C}$ – rote Punkte) von 1951 bis 2021. Der ansteigende Trend für beide Ereignistage wird durch die jeweiligen Trendlinien dargestellt. Eine größere Abbildung des Diagramms ist in Anhang A2 6 zu finden.	27
Diagramm 15: Darstellung der jährlichen Anzahl der Frosttage (LT Min. $< 0\text{ °C}$ – blaue Punkte) und Eistage (LT Max. $< 0\text{ °C}$ – violette Punkte) von 1951 bis 2021. Der fallende Trend für beide Ereignistage wird durch die jeweiligen Trendlinien dargestellt. Eine größere Abbildung des Diagramms ist in Anhang A2 6 zu finden.	28
Diagramm 16: Auswertung der statistischen Anzahl der Tropennächte für das 30-jährige Mittel (1992-2021) gemessen an der DWD-Station Düsseldorf-Flughafen. Das Ereignis „Tropennacht“ wird nicht über die Rasterdaten des DWD abgedeckt. Entsprechend mussten die Messdaten der nächstgelegenen DWD-Station für die Auswertung herangezogen werden. Eine größere Abbildung des Diagramms ist in Anhang A2 6 zu finden.	28
Diagramm 17: Darstellung der jährlichen Tage mit Niederschlagsmengen $\geq 20\text{ mm}$ (blau) und $\geq 30\text{ mm}$ (orange) seit 1951 bis 2021. Eine größere Abbildung des Diagramms ist in Anhang A2 6 zu finden.	30
Diagramm 18: Windgeschwindigkeiten und Windrichtung der Station Düsseldorf-Flughafen im langjährigen Mittel (1991-2020) während des Tages im Winter. Die	

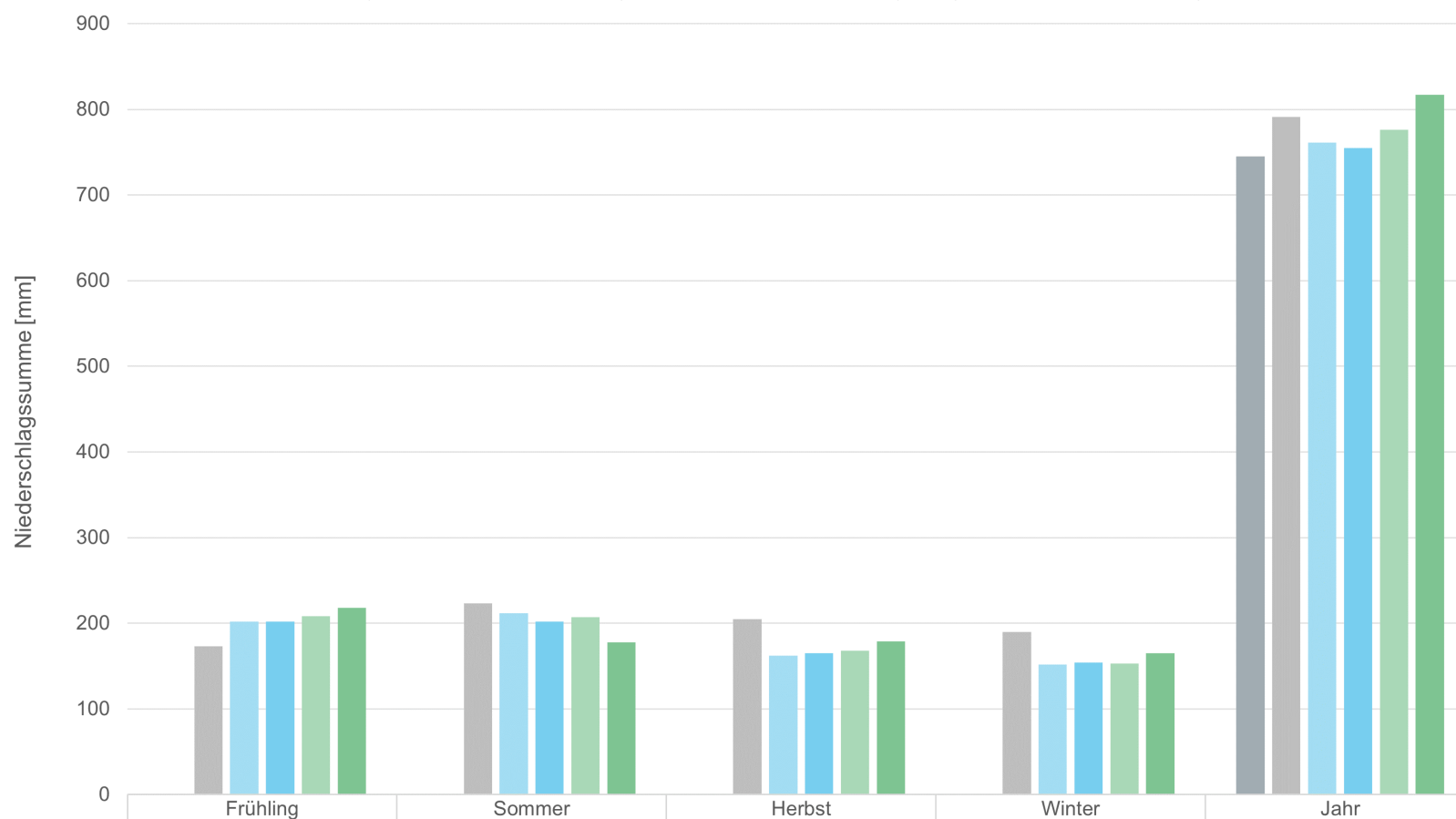
Haupanströmungsrichtung ist Süd-südost und Südwest mit Süd-südwest als ergänzende Komponenten.....	33
Diagramm 19: Windgeschwindigkeiten und Windrichtung der Station Düsseldorf-Flughafen im langjährigen Mittel (1991-2020) während des Tages im Frühling. Die Haupanströmungsrichtung ist Südwest.	33
Diagramm 20: Windgeschwindigkeiten und Windrichtung der Station Düsseldorf-Flughafen im langjährigen Mittel (1991-2020) während des Tages im Sommer. Die Haupanströmungsrichtung ist Südwest.	34
Diagramm 21: Windgeschwindigkeiten und Windrichtung der Station Düsseldorf-Flughafen im langjährigen Mittel (1991-2020) während des Tages im Herbst. Die Haupanströmungsrichtung ist Süd-südost und Südwest mit Süd-südwest als ergänzende Komponenten.....	34
Diagramm 22: Windgeschwindigkeiten und Windrichtung der Station Düsseldorf-Flughafen im langjährigen Mittel (1991-2020) während der Nacht im Winter. Die Haupanströmungsrichtung ist Süd-südost und Südwest mit Süd-südwest als ergänzende Komponenten.....	35
Diagramm 23: Windgeschwindigkeiten und Windrichtung der Station Düsseldorf-Flughafen im langjährigen Mittel (1991-2020) während der Nacht im Frühling. Die Haupanströmungsrichtung ist Süd-südost und Südwest mit Süd-südwest als ergänzende Komponenten.....	35
Diagramm 24: Windgeschwindigkeiten und Windrichtung der Station Düsseldorf-Flughafen im langjährigen Mittel (1991-2020) während der Nacht im Sommer. Die Haupanströmungsrichtung ist Süd-südwest mit Südwest und Süd-südost als ergänzende Komponente.....	36
Diagramm 25: Windgeschwindigkeiten und Windrichtung der Station Düsseldorf-Flughafen im langjährigen Mittel (1991-2020) während der Nacht im Herbst. Die Haupanströmungsrichtung ist Süd-südost und Süd-südwest mit Südwest als ergänzende Komponenten.....	36

A2 | 6 Diagramme

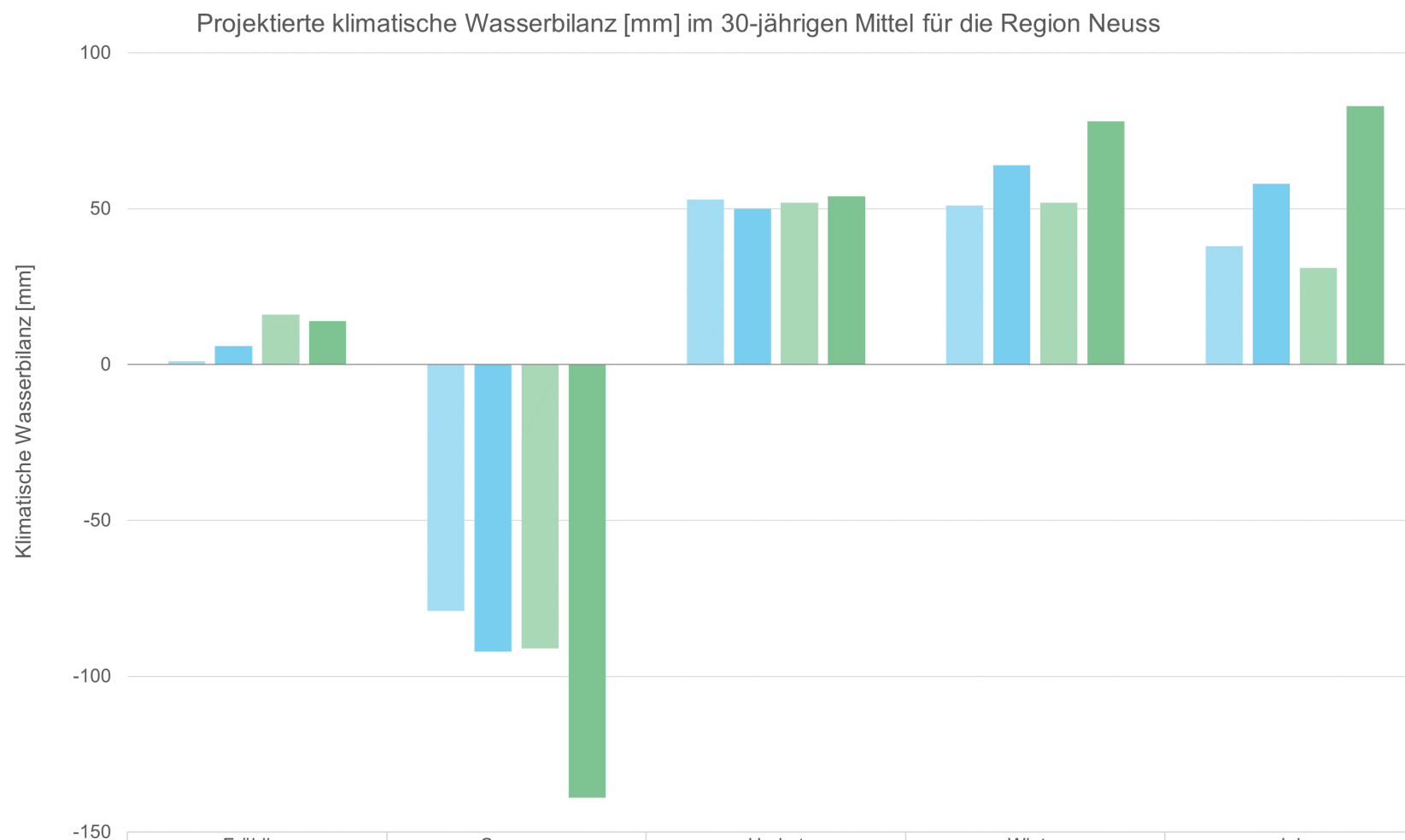
Historische und projizierte Durchschnittstemperaturen [°C] im 30-jährigen Mittel für die Region Neuss



Historische und projizierte Niederschlagssummen [mm] im 30-jährigen Mittel für die Region Neuss

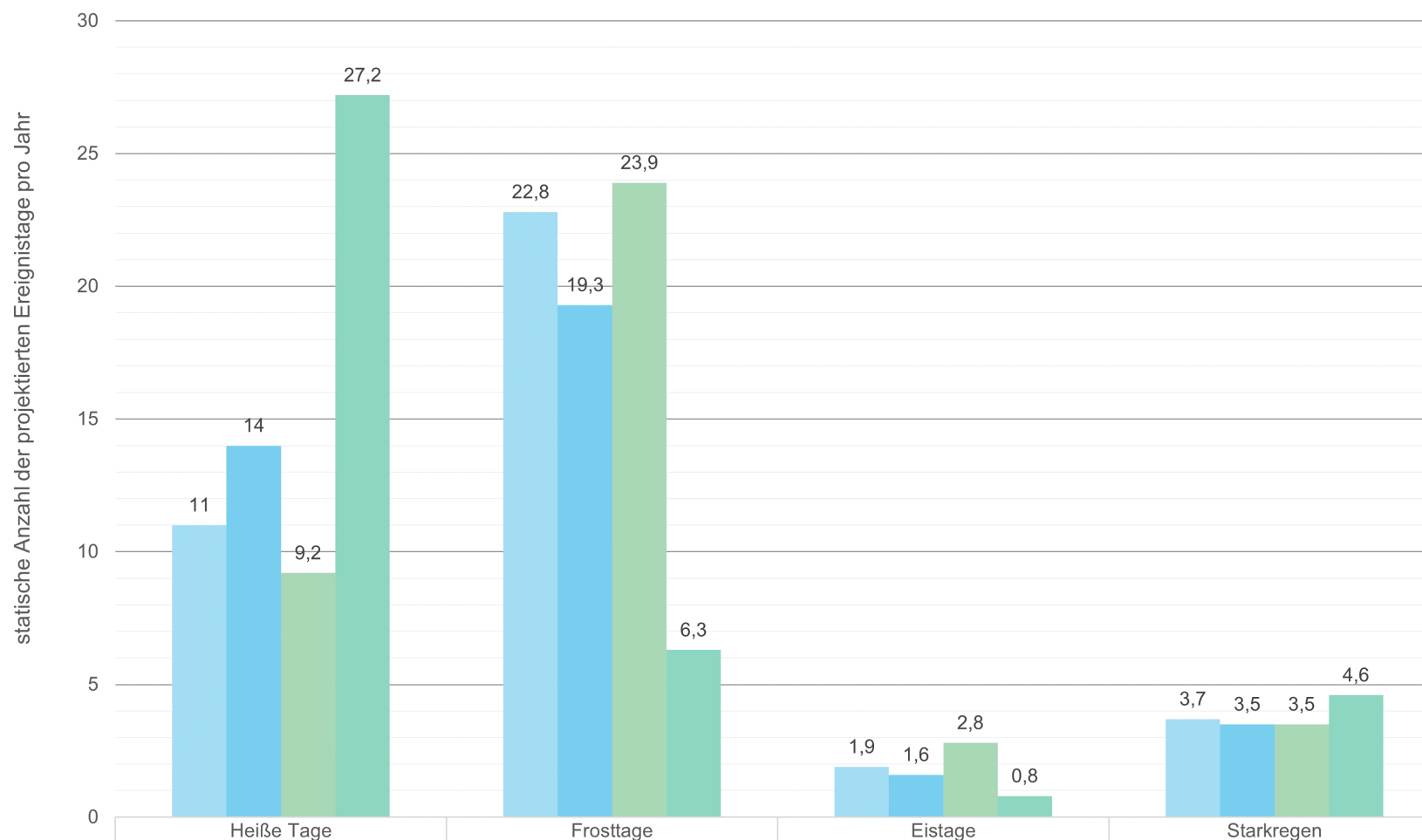


■ Deutschland 1991-2020					745
■ Neuss 1991-2020	173	223	205	190	791
■ RCP 4.5 2021-2050	202	212	162	152	761
■ RCP 4.5 2071-2100	202	202	165	154	755
■ RCP 8.5 2021-2050	208	207	168	153	776
■ RCP 8.5 2071-2100	218	178	179	165	817

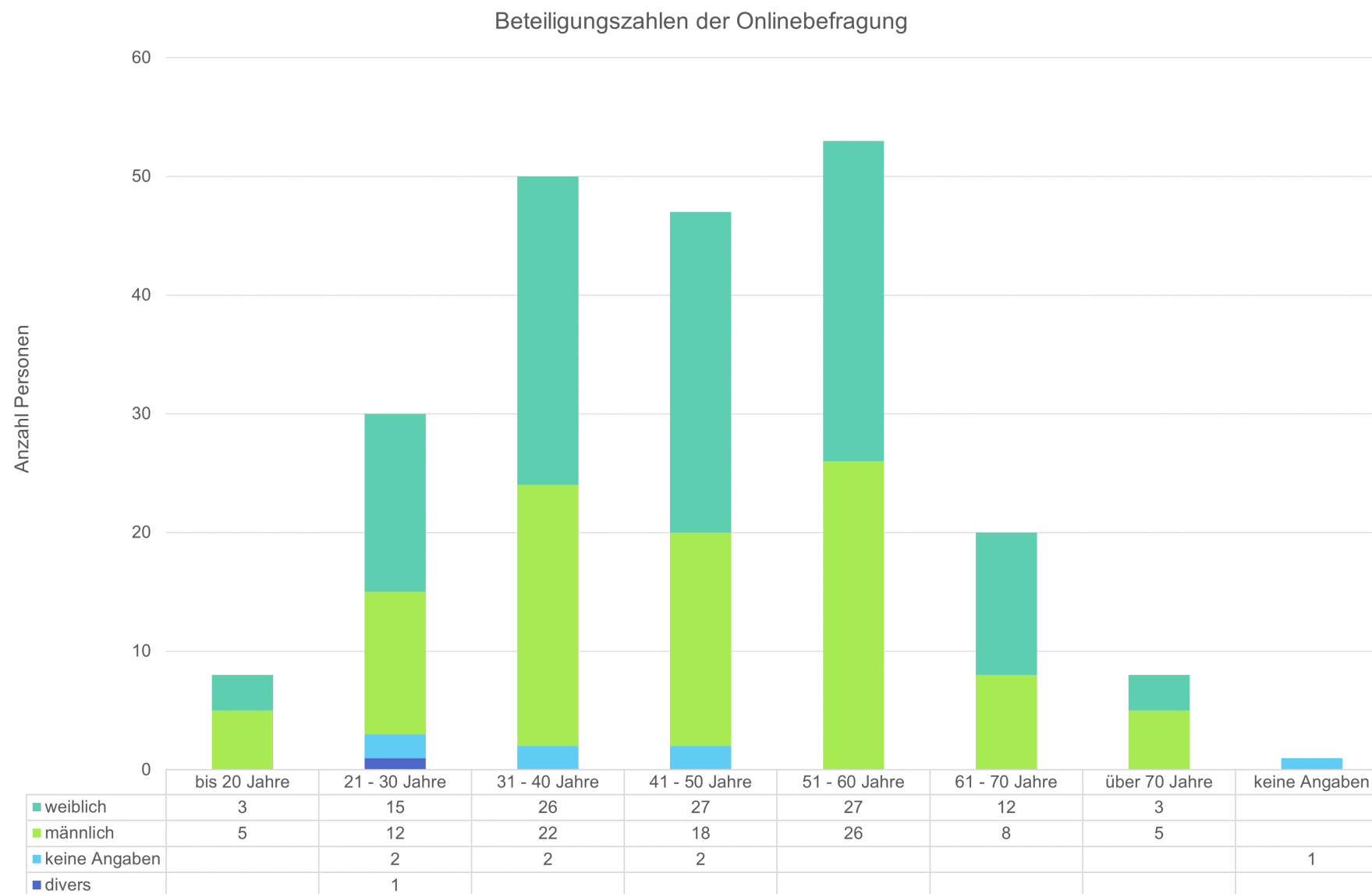


	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Jahr
RCP 4.5 2021-2050	1	-79	53	51	38
RCP 4.5 2071-2100	6	-92	50	64	58
RCP 8.5 2021-2050	16	-91	52	52	31
RCP 8.5 2071-2100	14	-139	54	78	83

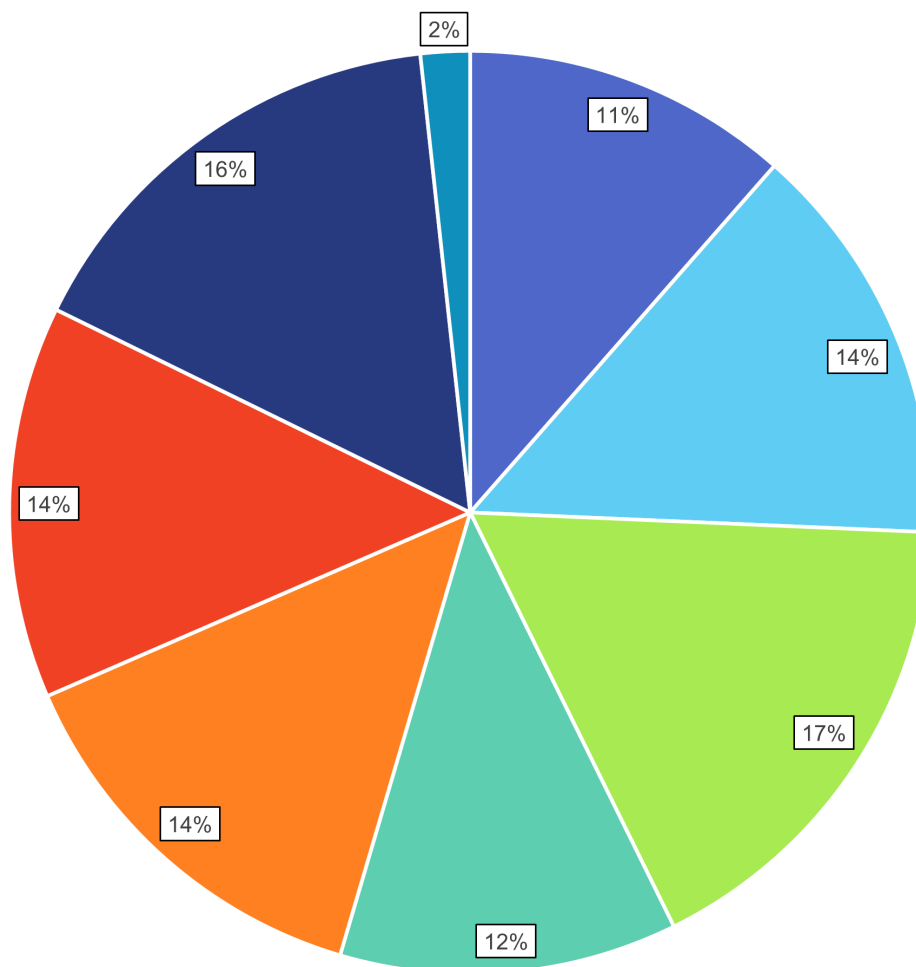
Projektierte Ereignistage im 30-jährigen Mittel für die Region Neuss



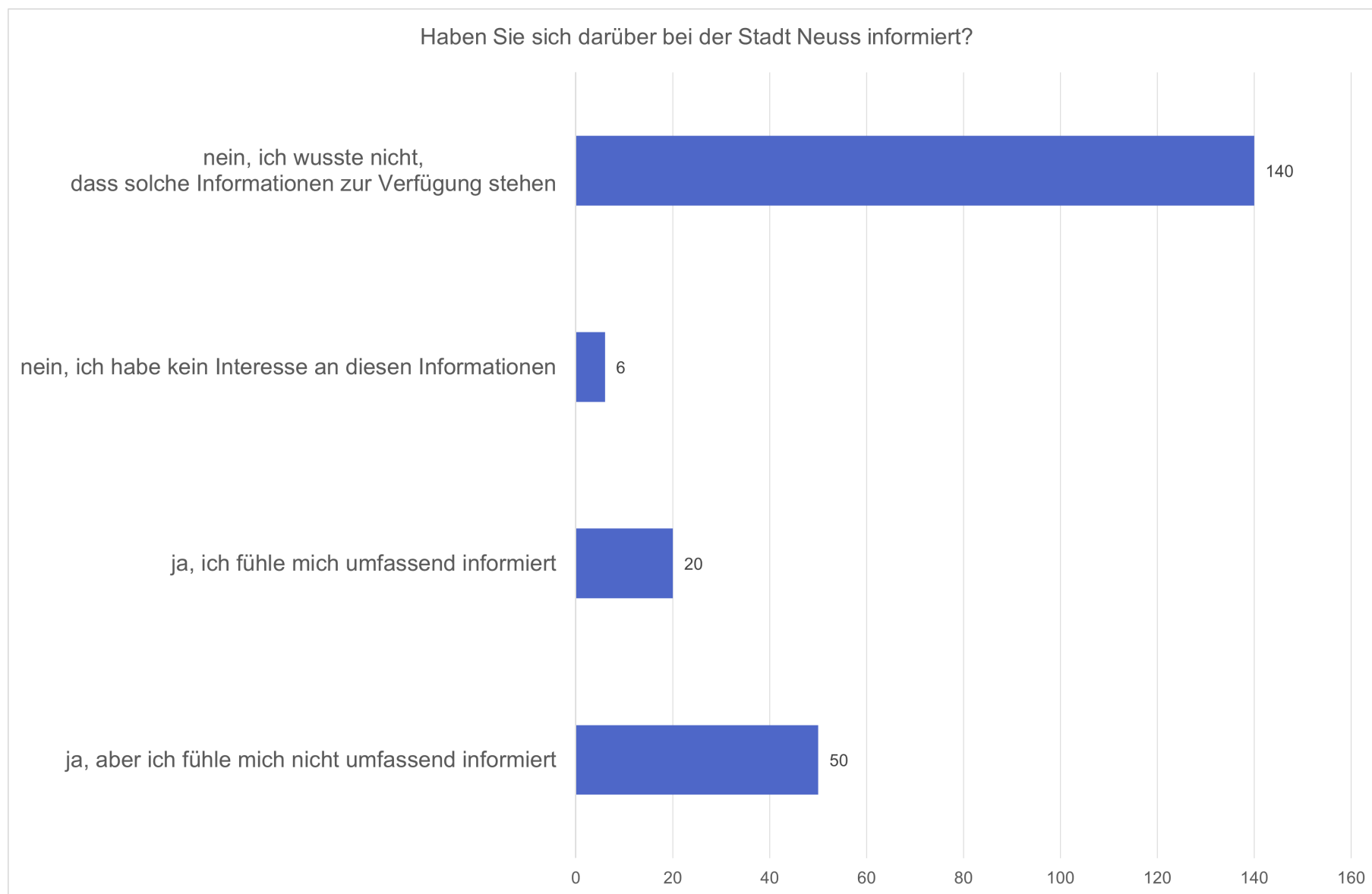
RCP 4.5 2021-2050	11	22,8	1,9	3,7
RCP 4.5 2071-2100	14	19,3	1,6	3,5
RCP 8.5 2021-2050	9,2	23,9	2,8	3,5
RCP 8.5 2071-2100	27,2	6,3	0,8	4,6

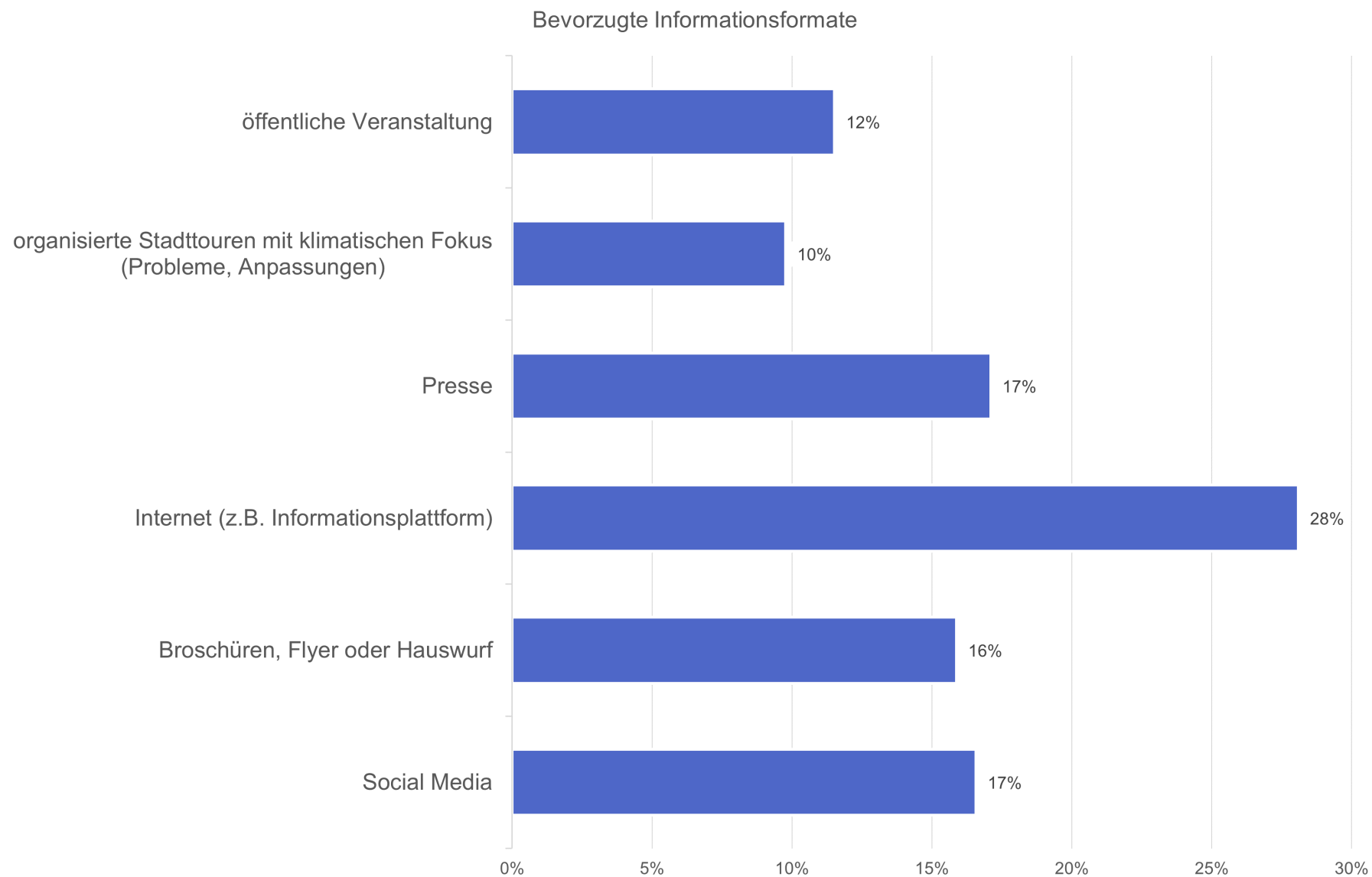


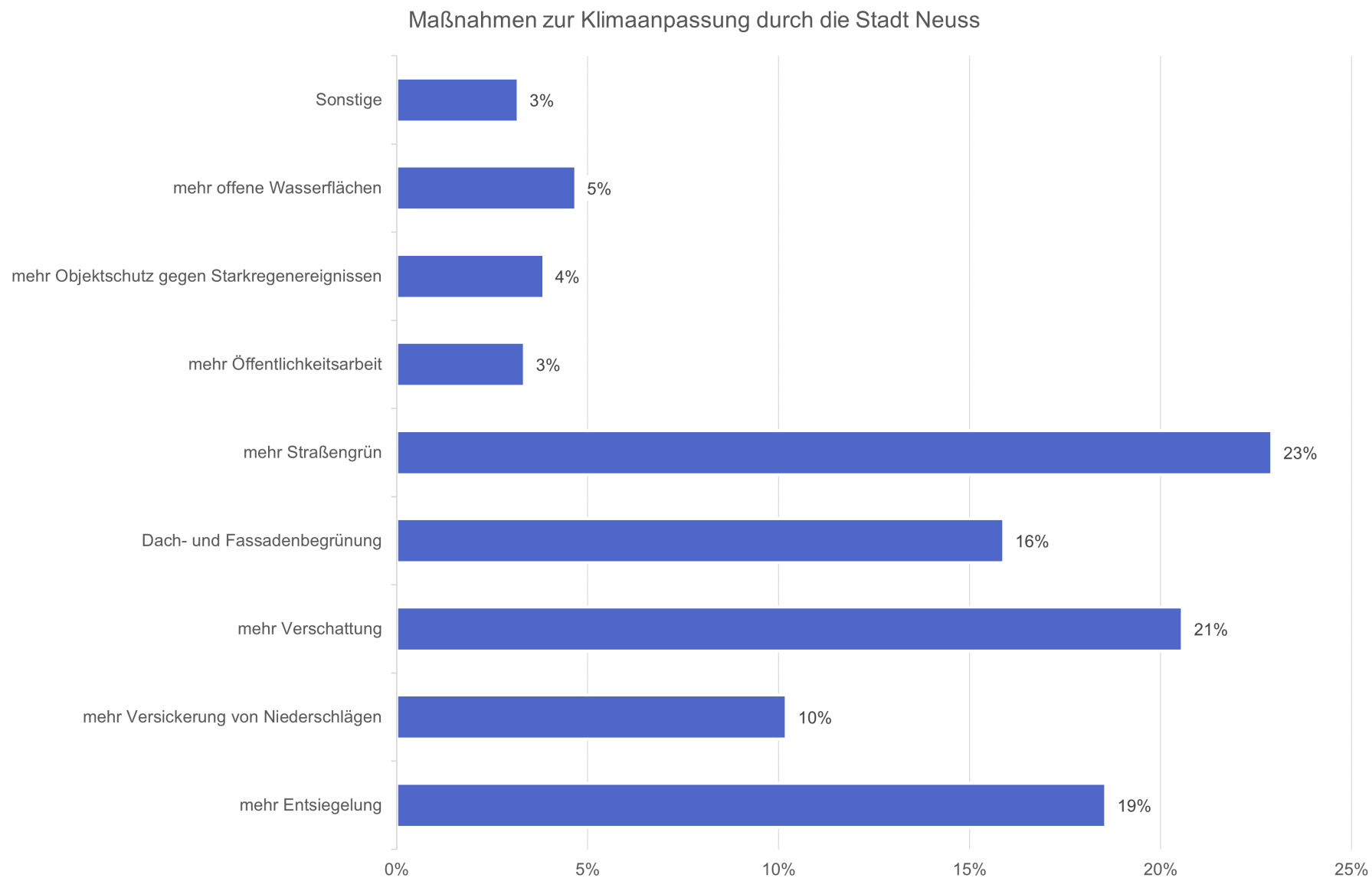
Erwartete Folgen des Klimawandels



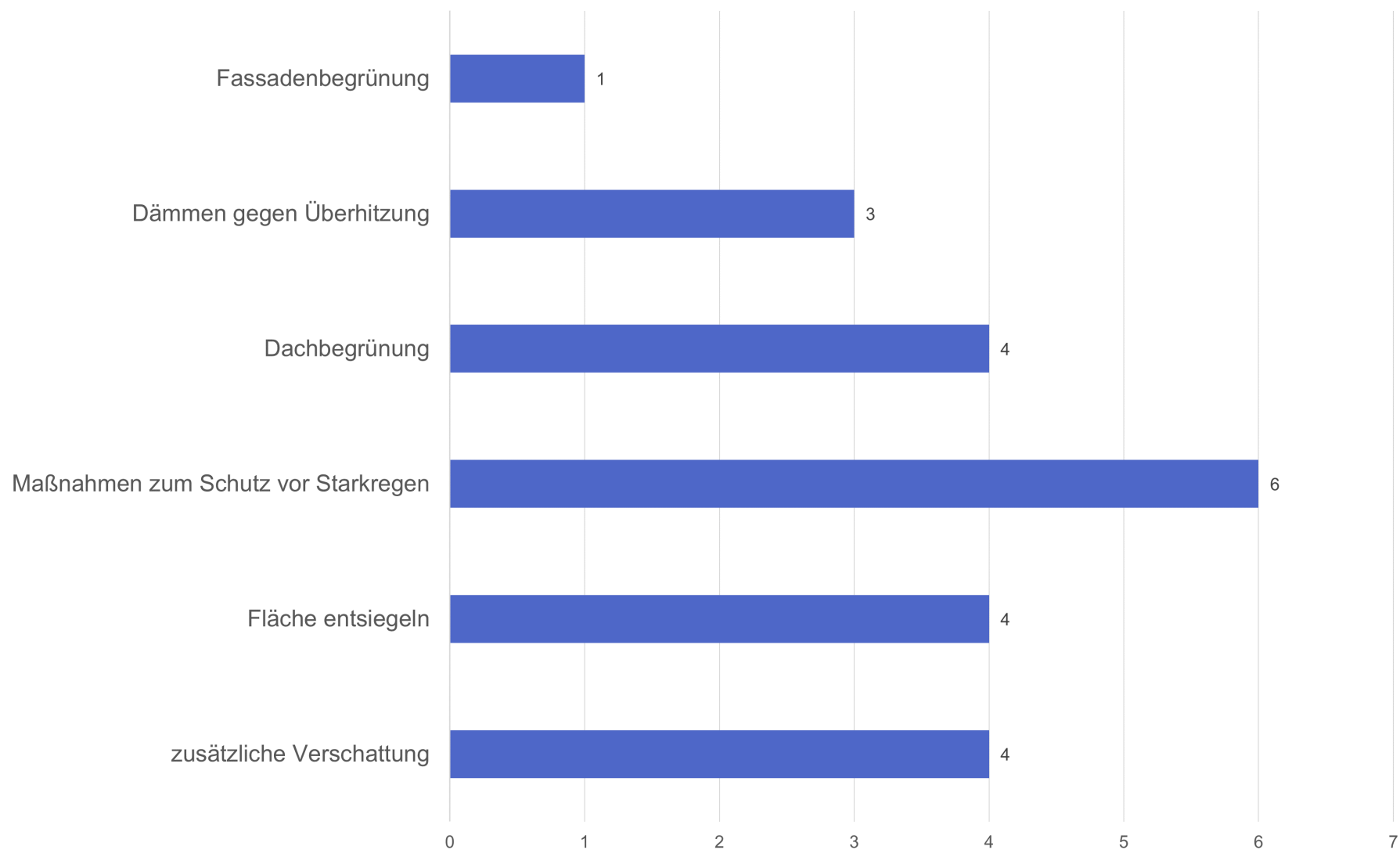
- Dürreperioden mit Engpässen in der Lebensmittel- und Trinkwasserversorgung
- häufigere Überschwemmungen durch Starkregenereignisse
- Hitzewellen mit gesundheitlichen Auswirkungen
- Schwankungen in der Grundwasserneubildung mit Auswirkungen auf die Landwirtschaft und die Trinkwasserversorgung
- steigende Sturmschäden an Gebäude und Infrastruktur
- steigender volkswirtschaftlicher Schaden (durch Folgekosten des Klimawandels)
- Zunehmende Unwetterschäden an Bäumen und Parkanlagen
- Sonstige



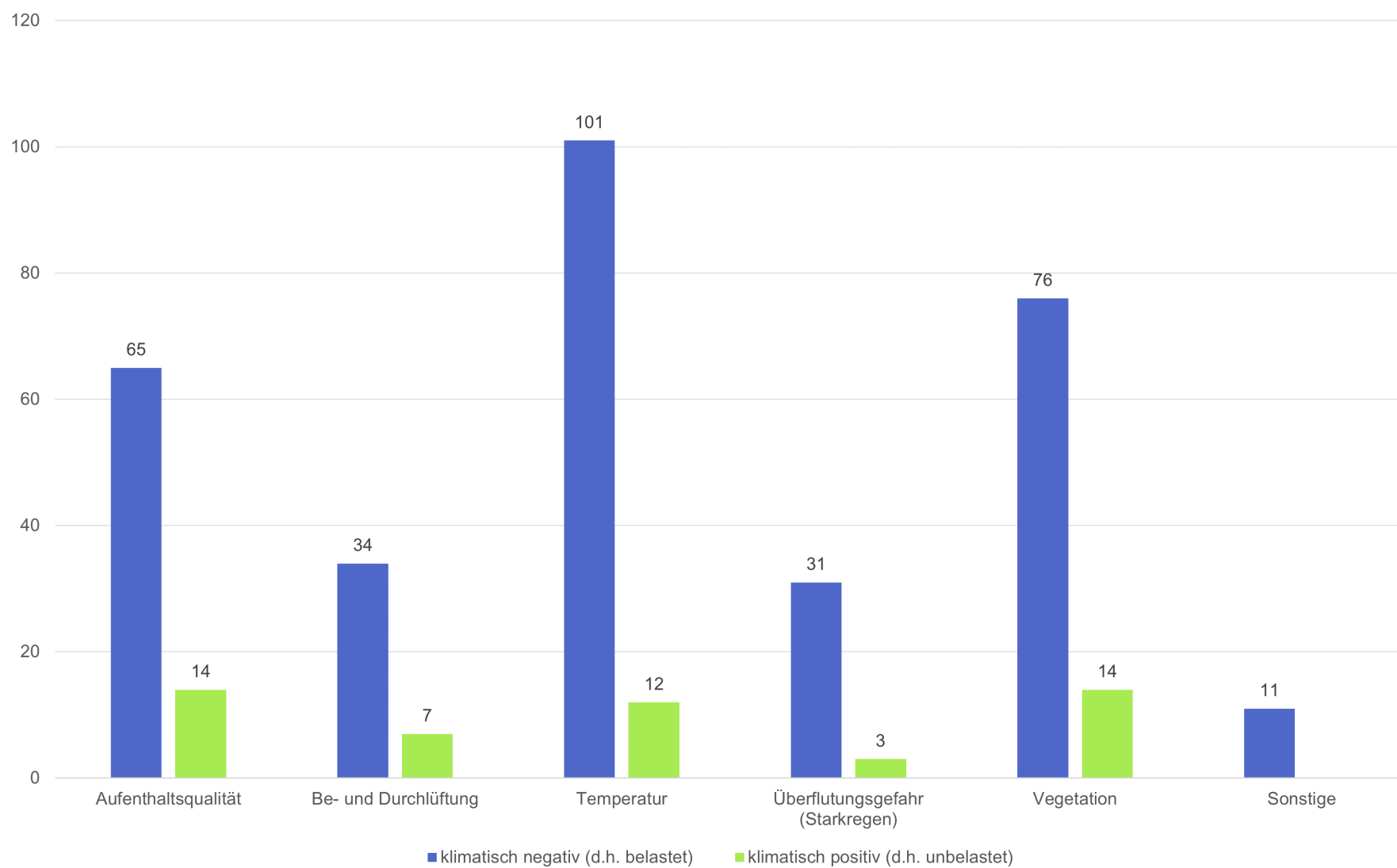




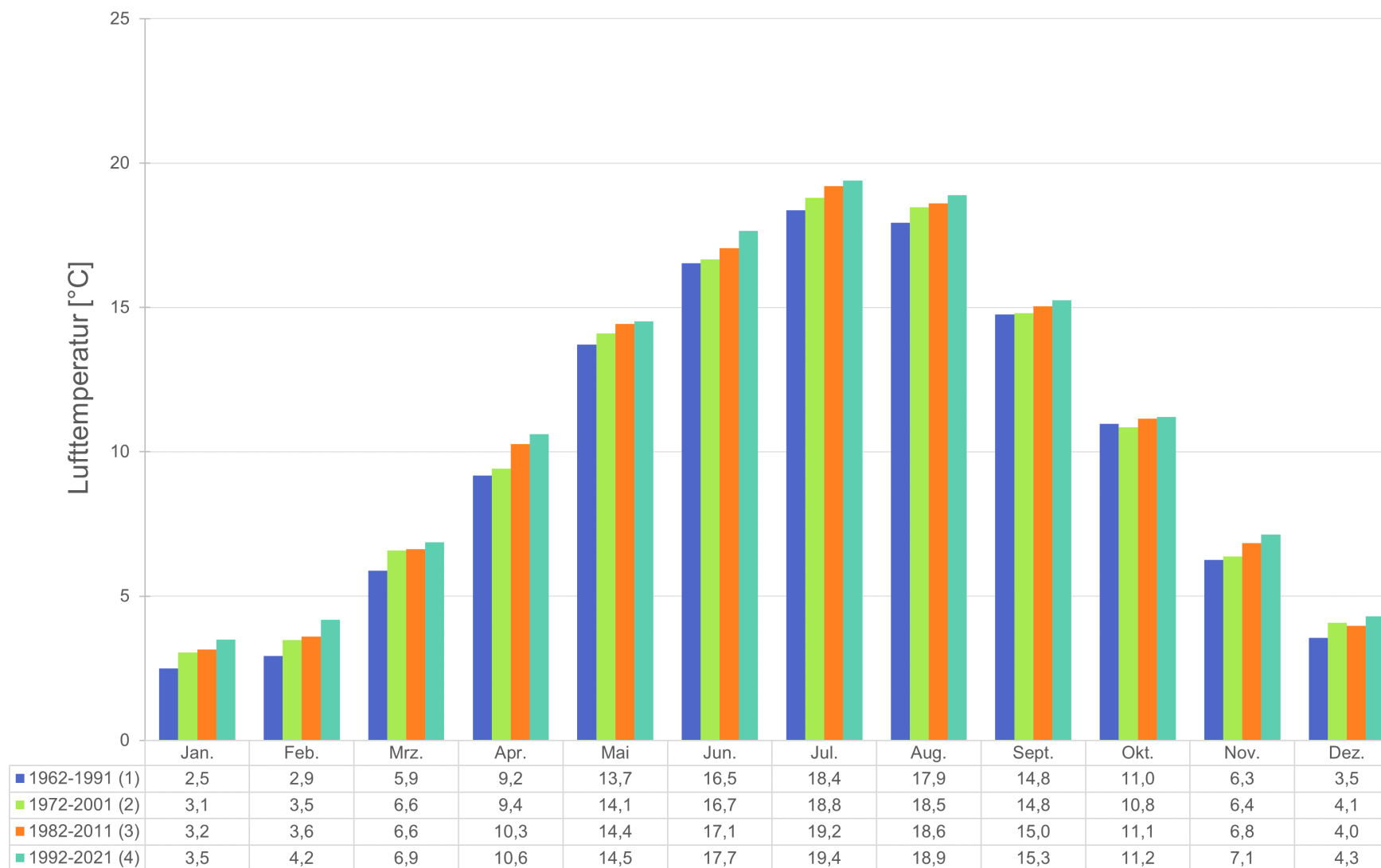
Klimaanpassungsmaßnahmen von Grundstücks- und Immobilieneigentümern und -eigentümerinnen



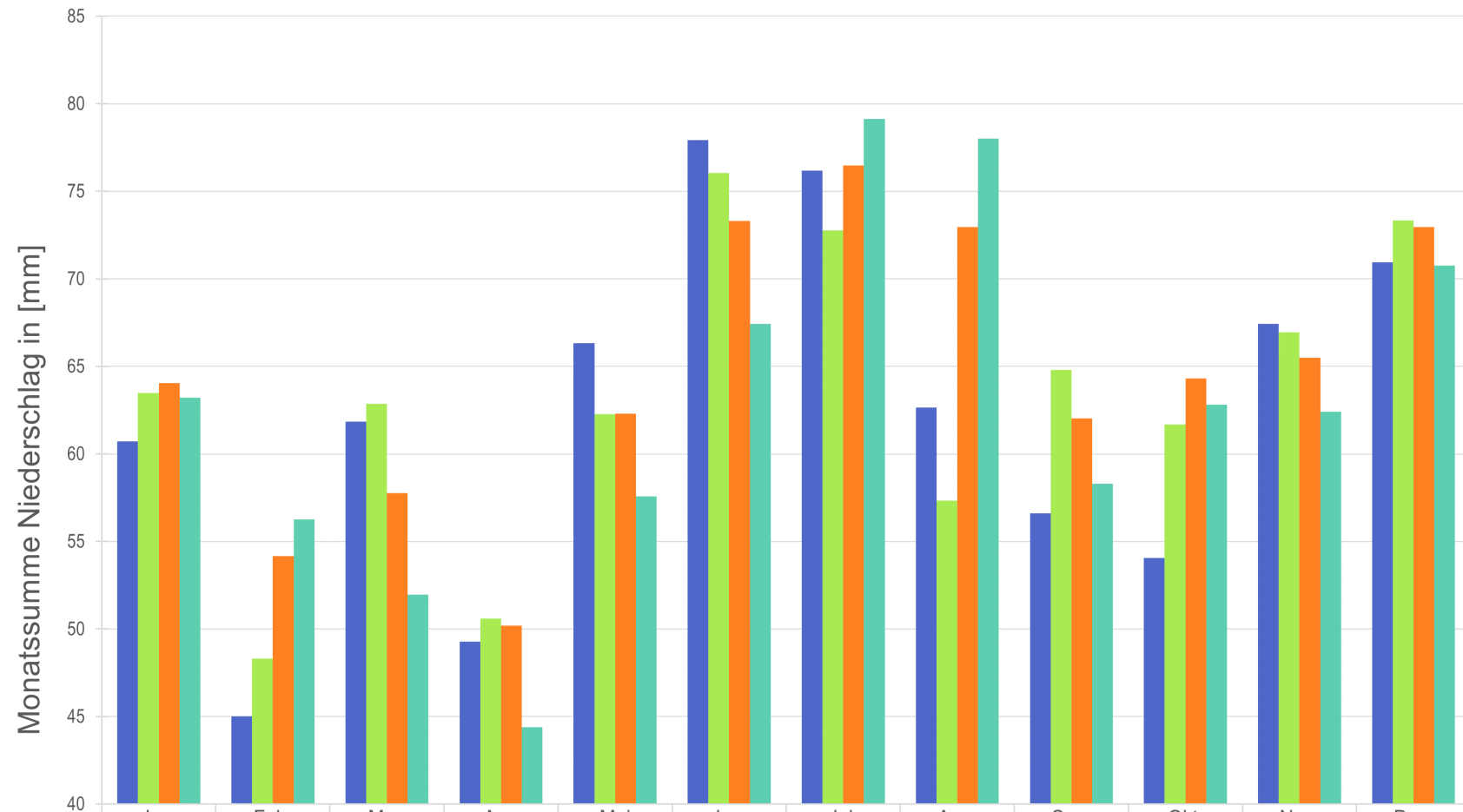
Gründe für klimatische Gunst- und Ungunsträume



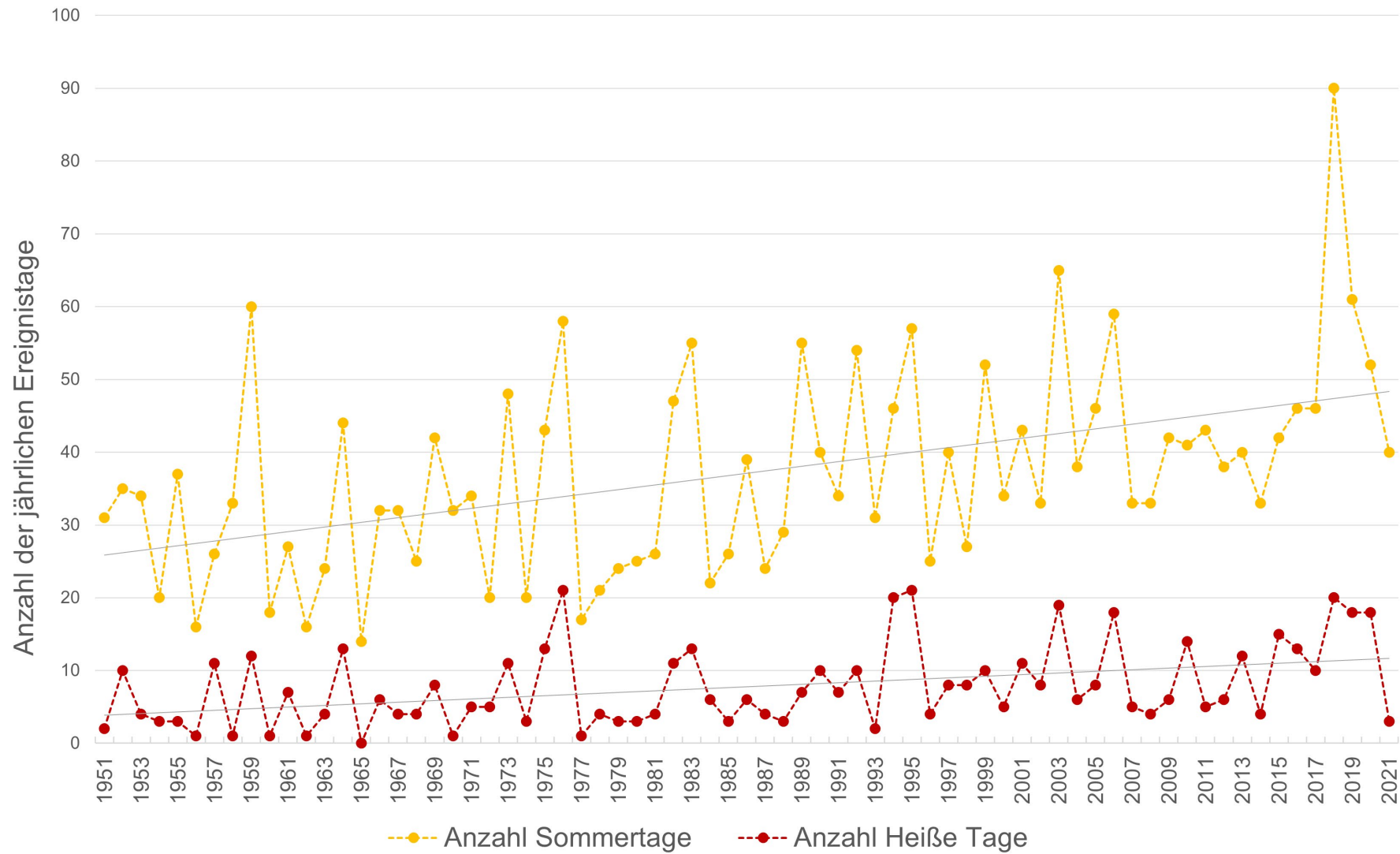
Historische Monatsdurchschnittstemperaturen [°C] im 30-jährigen Mittel für die Stadt Neuss



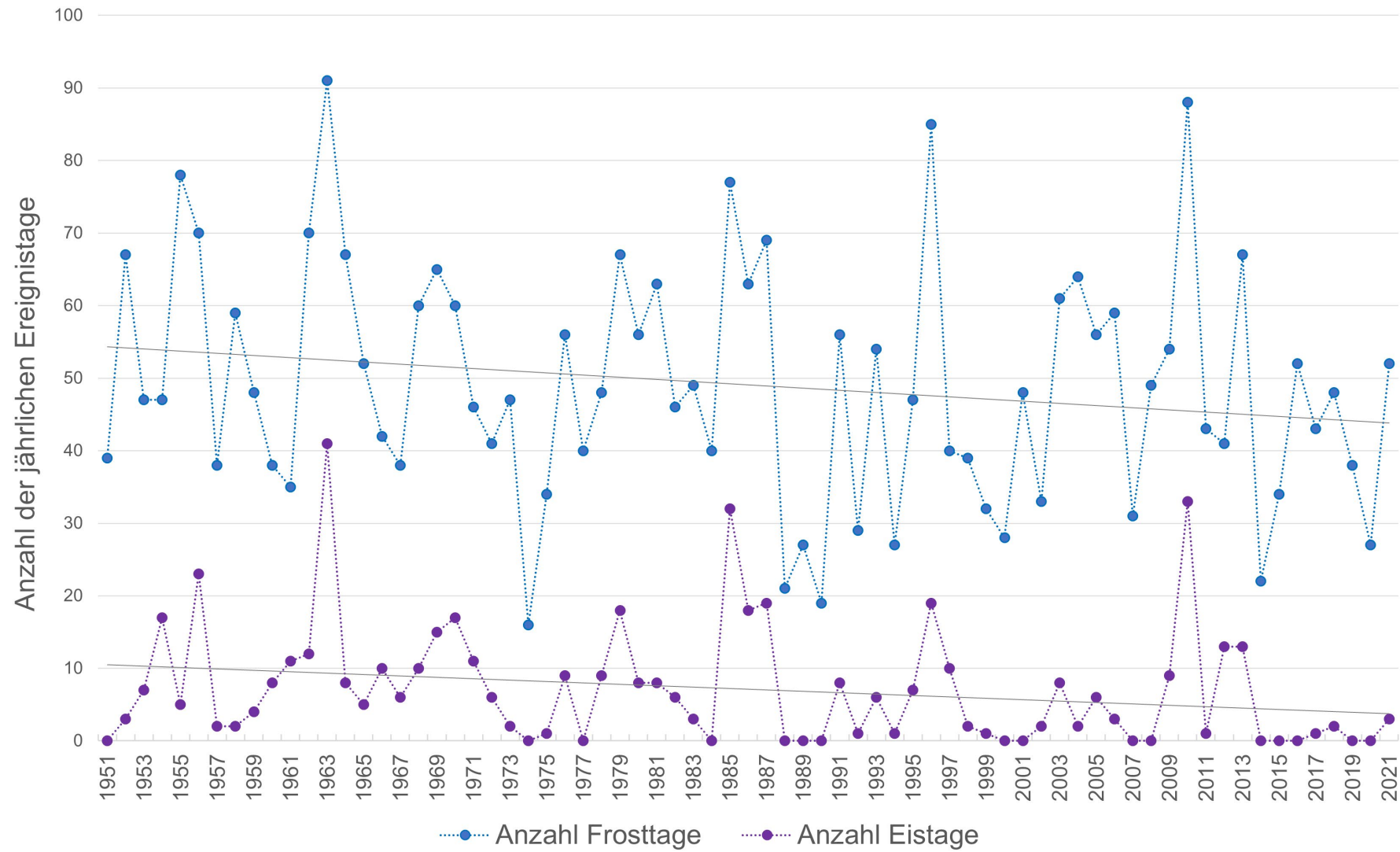
Historische Monatsniederschlagssummen [mm] im 30-jährigen Mittel für die Stadt Neuss

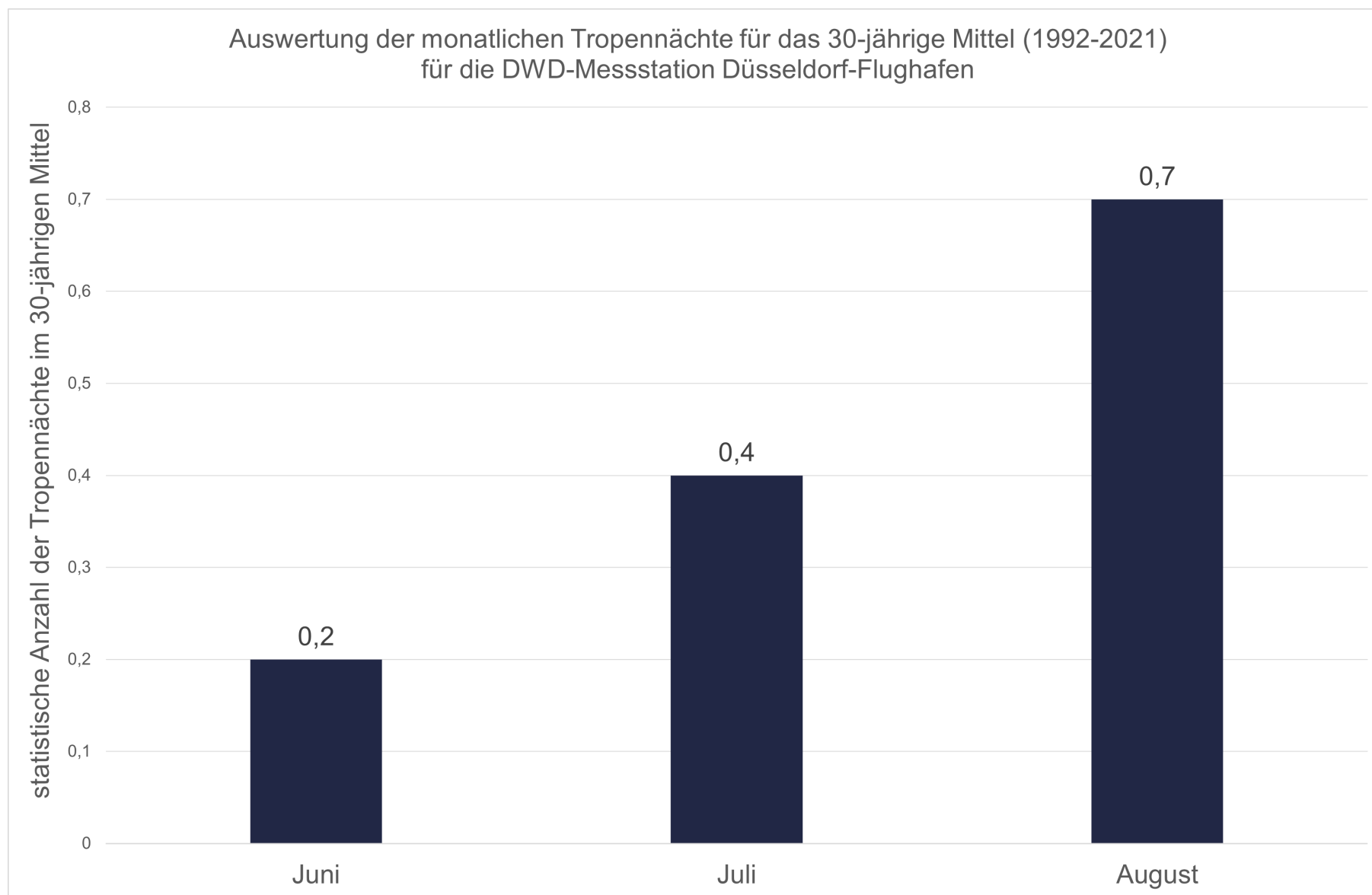


Auswertung der jährlichen hitzeorientierten Ereignistage für die Stadt Neuss

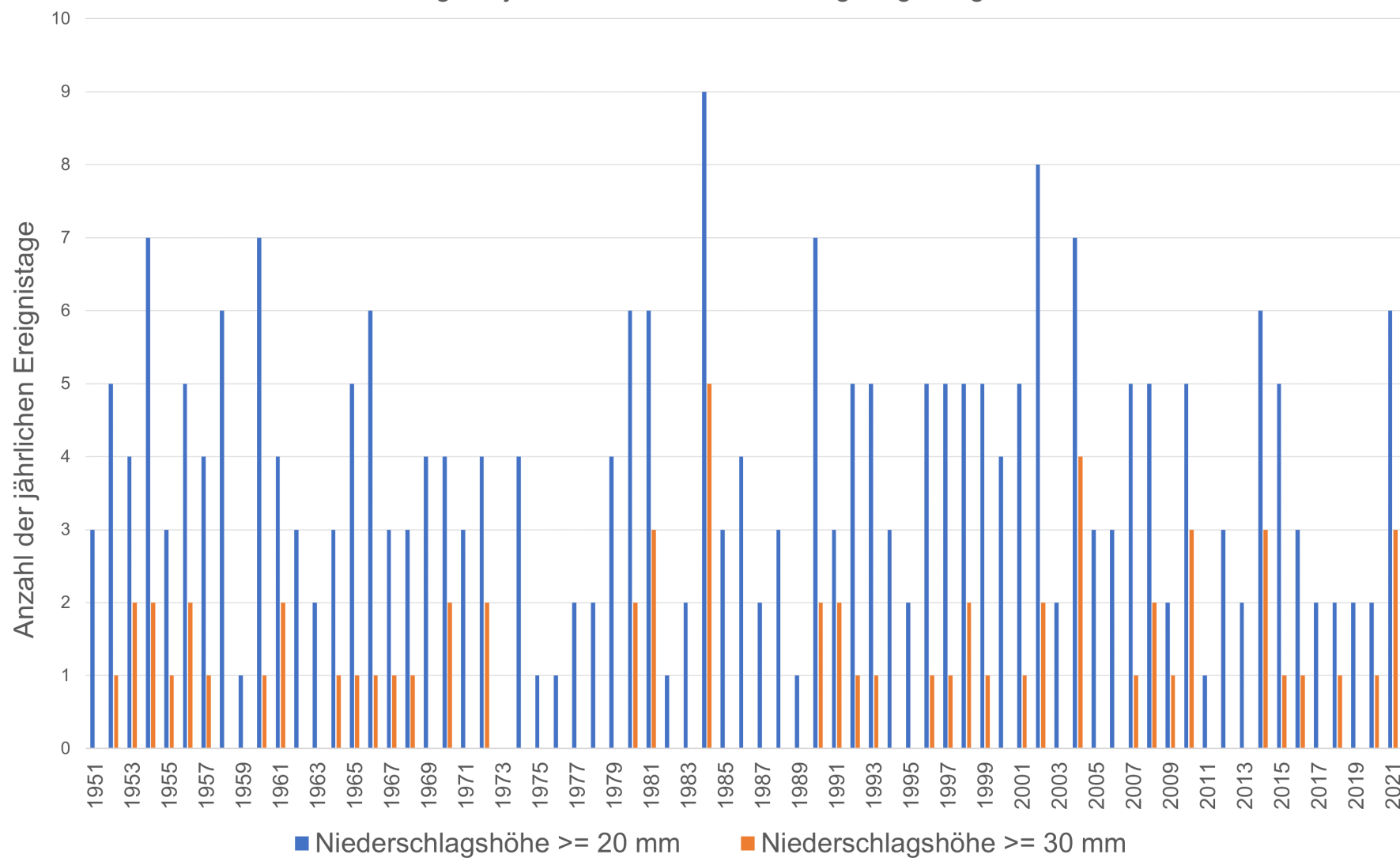


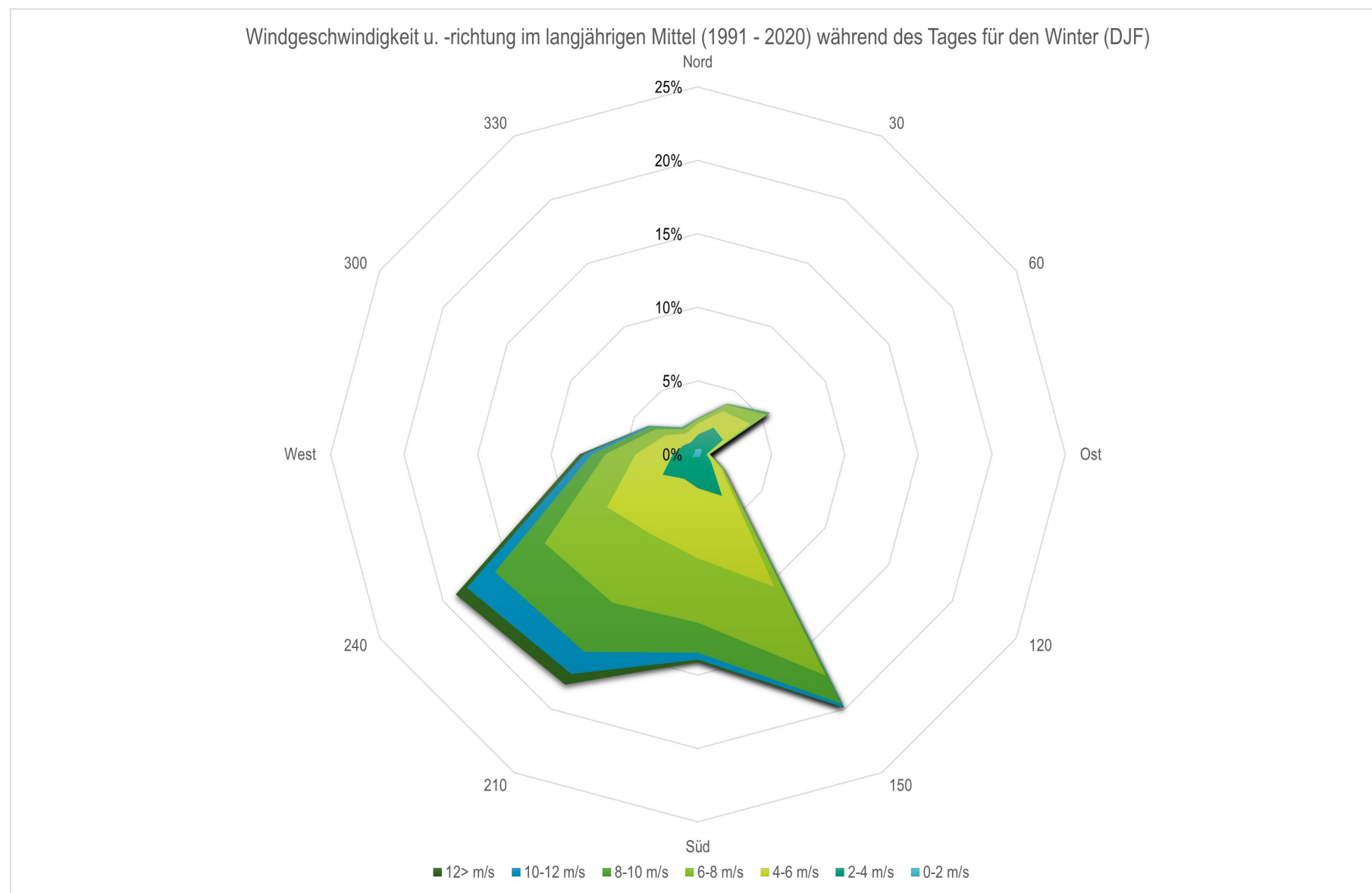
Auswertung der jährlichen kälteorientierten Ereignistage für die Stadt Neuss

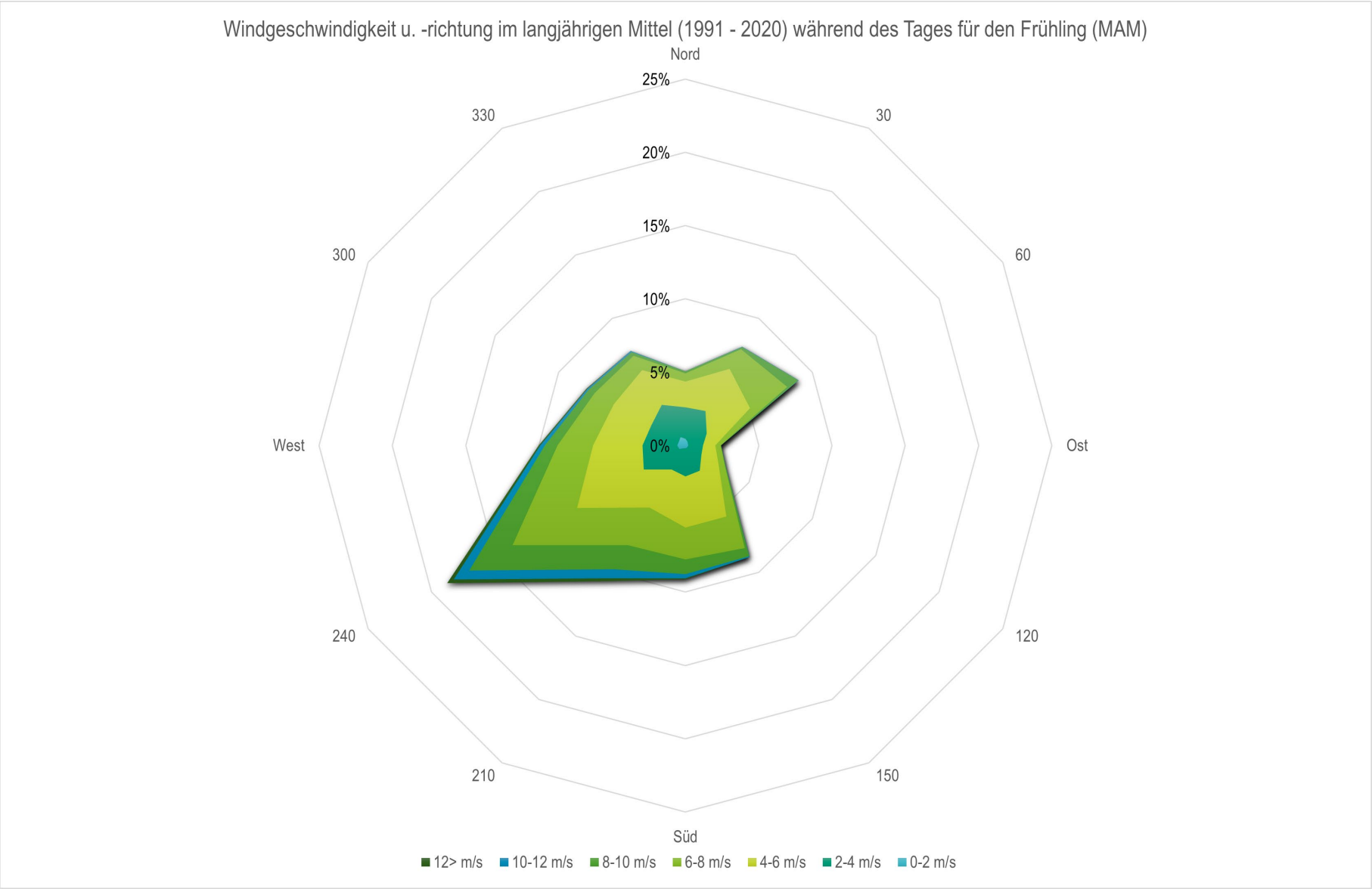


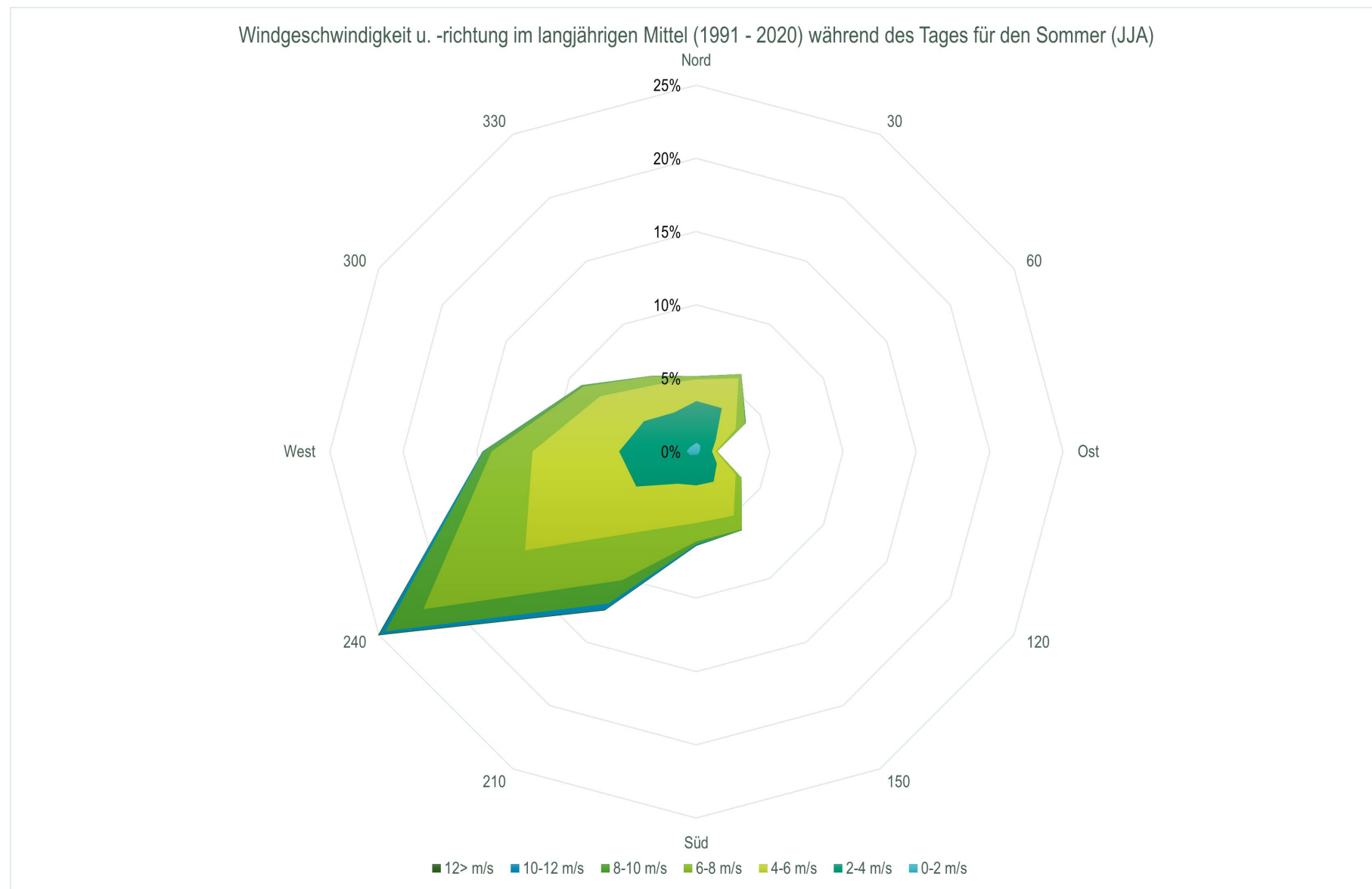


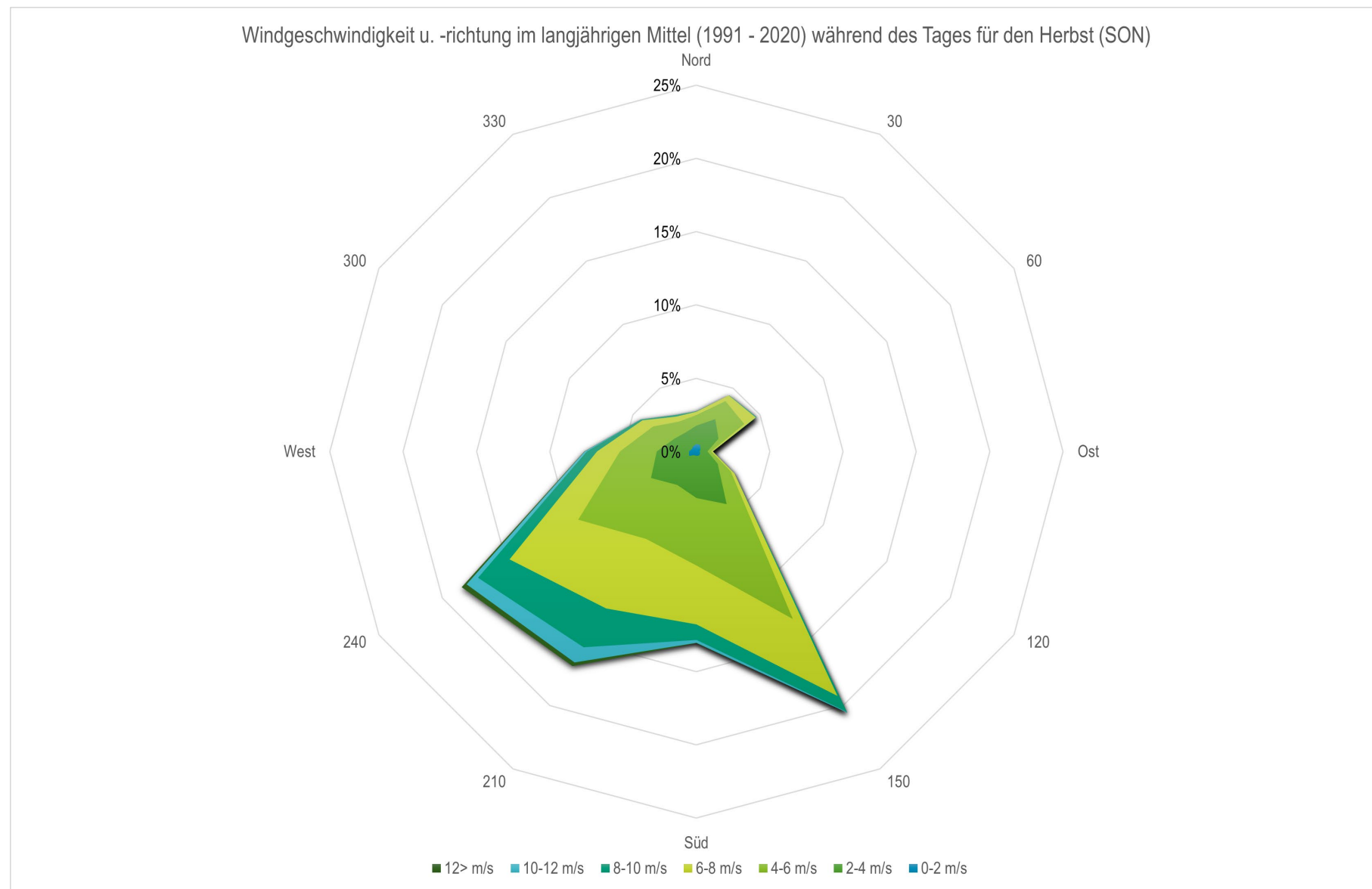
Auswertung der jährlichen Starkniederschlagsereignistage für die Stadt Neuss

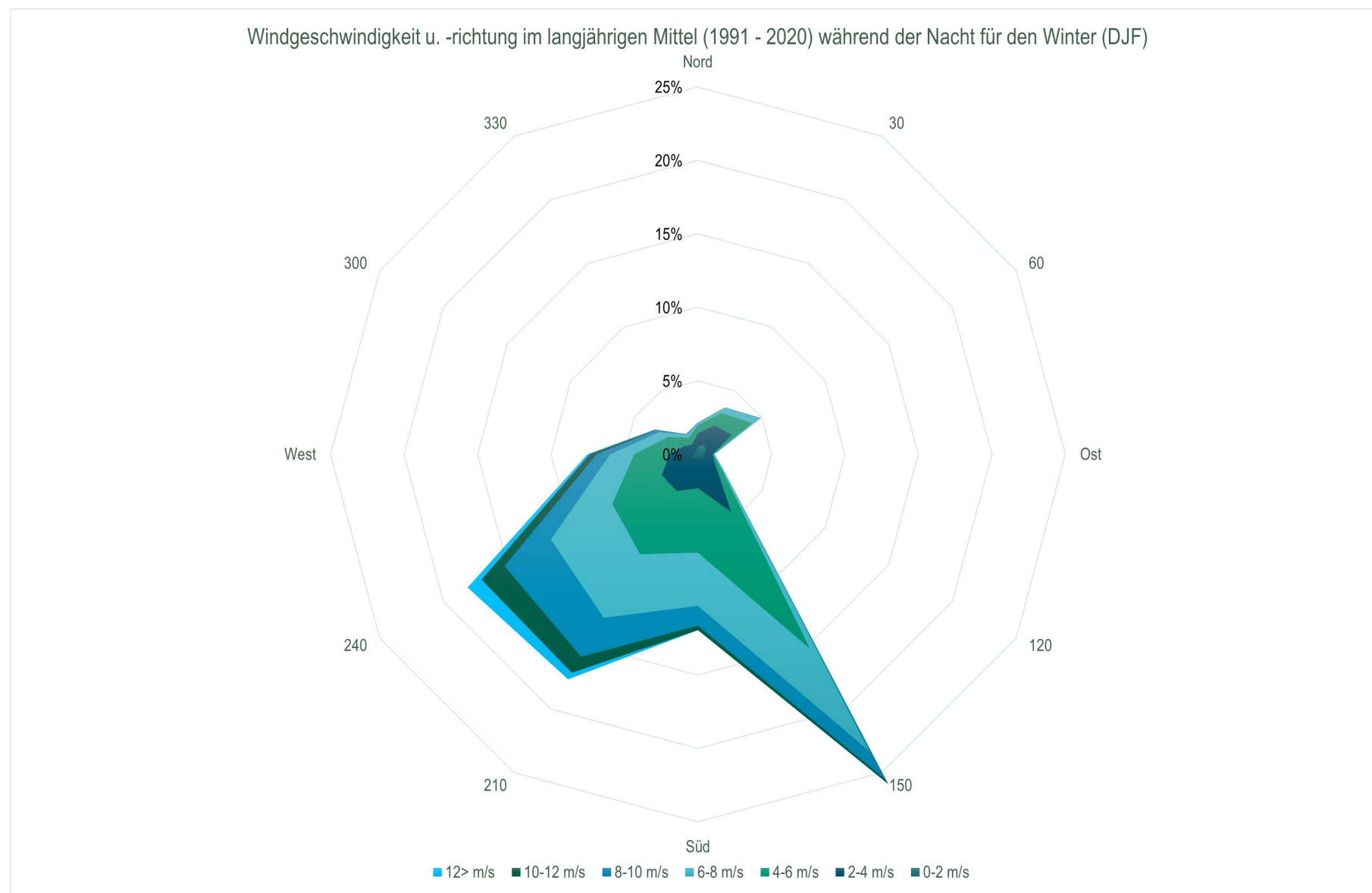


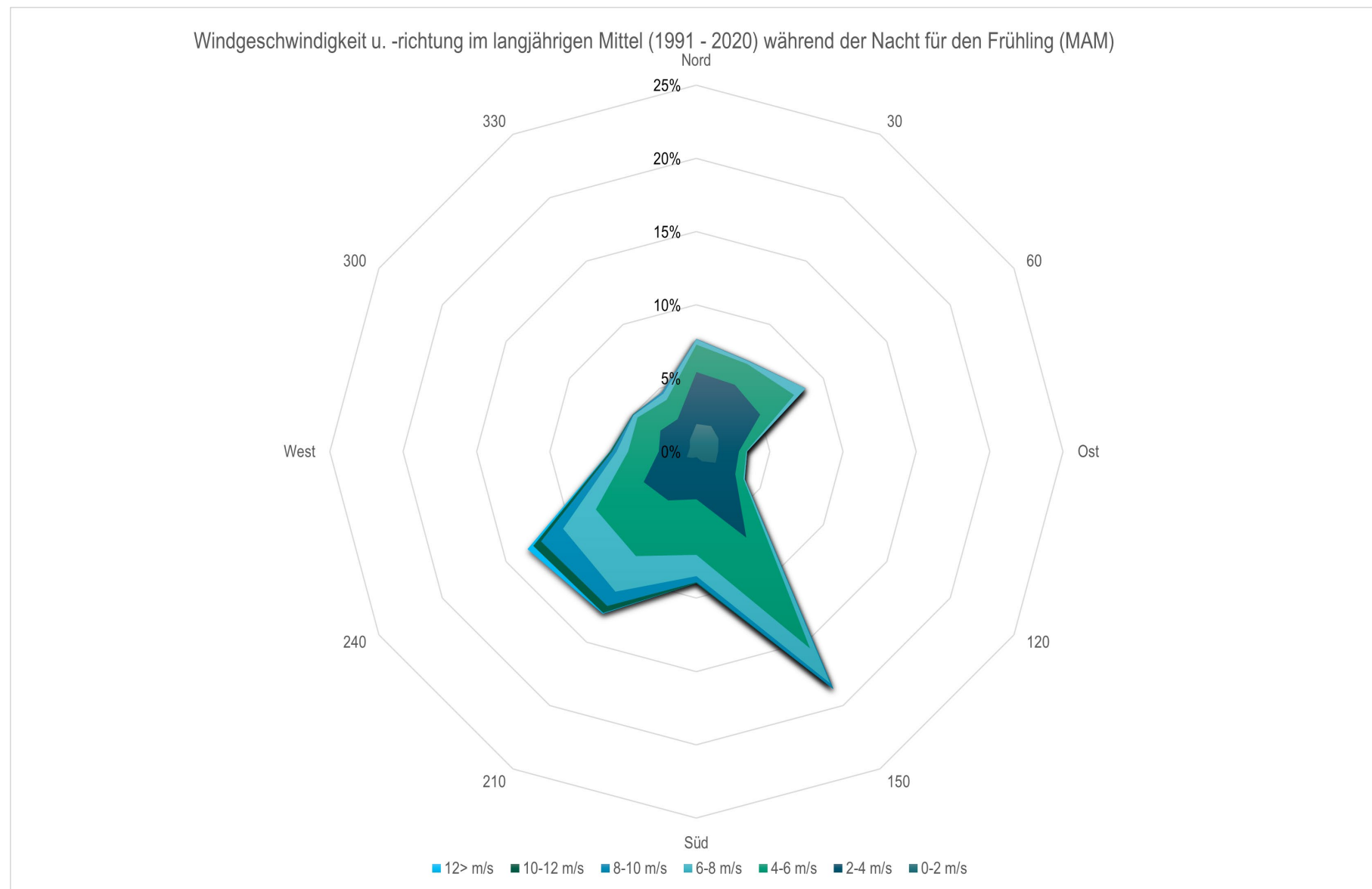


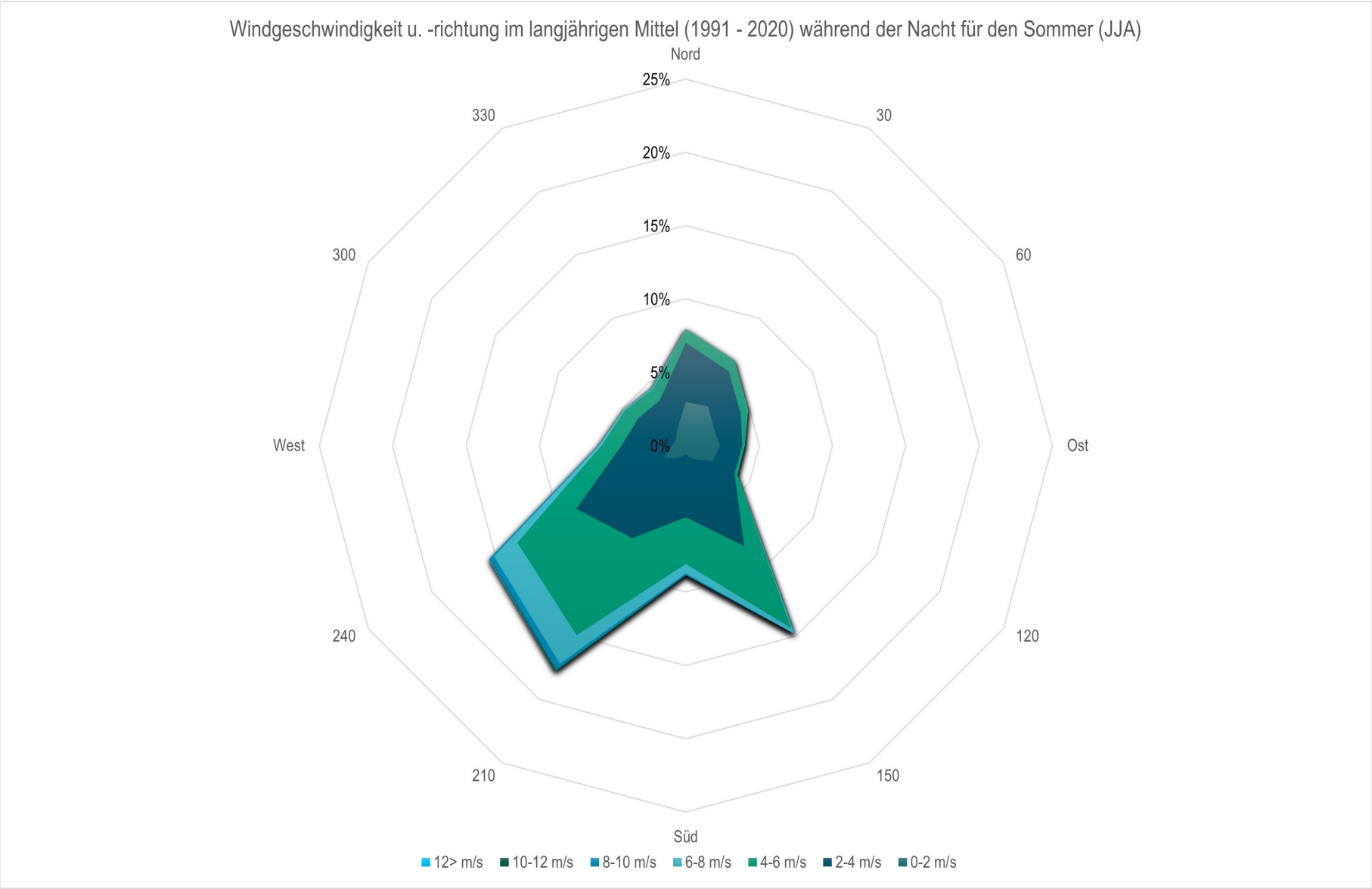


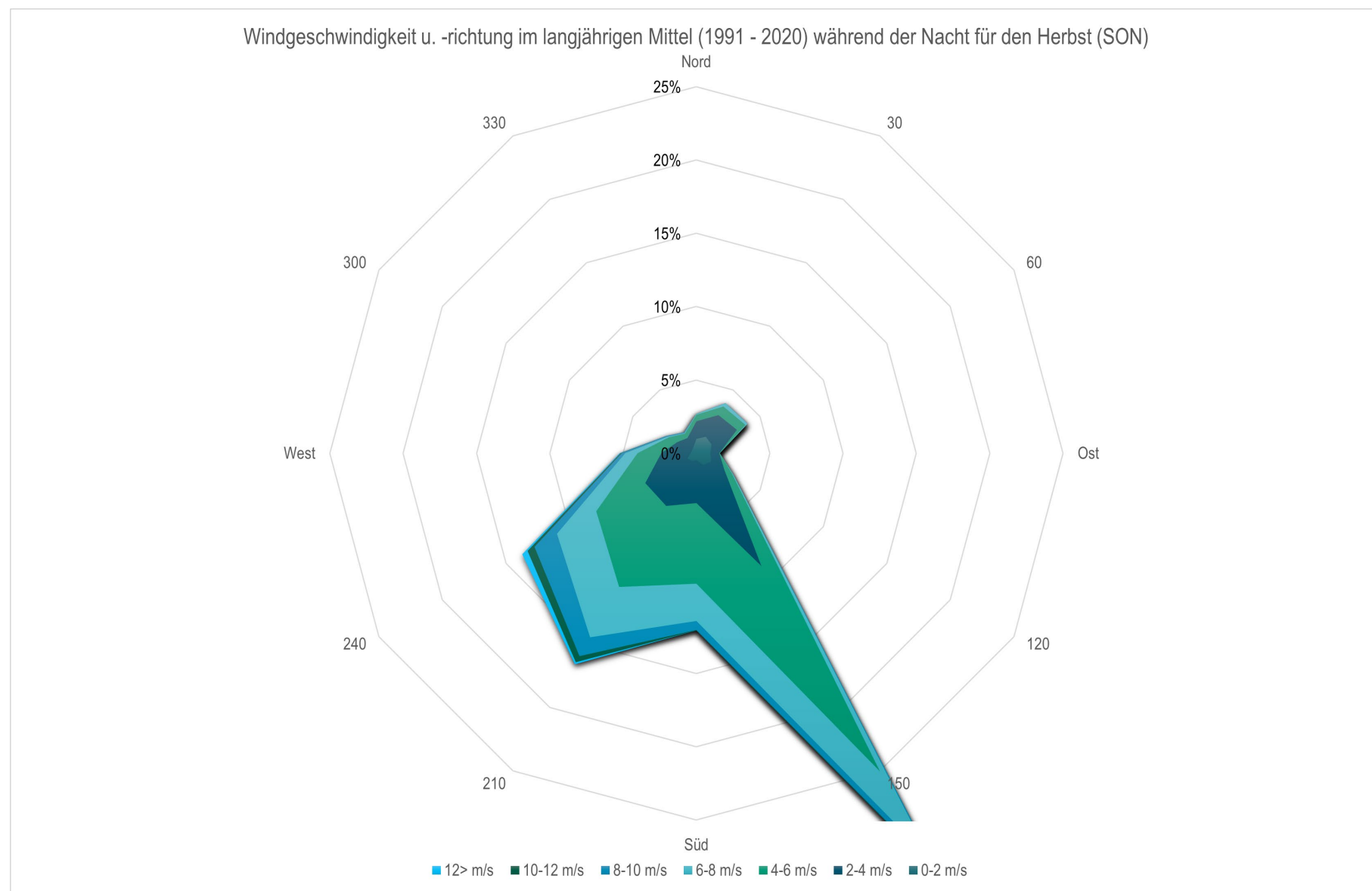












Anhang 3 Karten- und Planwerke



Klimaanpassungskonzept Stadt Neuss

Subsidiäre Themenkarte

Nächtliche Kaltluftentstehung und Kaltlufttransport

09/2023

Kaltluftschichtdicke in m (15 Min. nach Sonnenuntergang)

0m 5m 10m 15m 20m 25m 30m 35m 40m 45m 47,5m

Bodennahes nächtl. Windfeld (15 Min. nach Sonnenuntergang)

≤ 0,1 m/s > 0,25 m/s - ≤ 0,5 m/s > 0,75 m/s - ≤ 1,0 m/s

> 0,1 m/s - ≤ 0,25 m/s > 0,5 m/s - ≤ 0,75 m/s > 1,0 m/s

Die Simulation der nächtlichen Kaltluftentstehung und des Kaltlufttransportes geschieht mit Hilfe des numerischen Kaltluftsimulationsprogramms "Klam_21" des Deutschen Wetterdienstes in der Version 2.012.

Die Berechnung basiert auf der Landnutzung, der Bebauungsstruktur sowie der Topographie. Ausgegangen wird hier von einer austauschbaren Strahlungsnacht. Dabei handelt es sich bei "Klam_21" um ein mathematisch-physikalisches Rechenmodell. Da das Modell nicht eine zuvor definierte Ausgangstemperatur der Luft, sondern das Ausbleiben des Strahlungsantriebes der Sonne als Eingangsparameter nutzt, sind die Zeitschnitte entsprechend auf den Zeitpunkt Sonnenuntergangs zu beziehen.

Als primäre Kaltluftproduzenten gelten im Allgemeinen offenlandartige Strukturen, wie Wiesen, Weiden, Äcker und Grasland. Gleichzeitig wird auch in Wäldern Kaltluft produziert, was in der Intensität jedoch stark schwanken kann und mehreren zusätzlichen Faktoren beeinflusst wird. Entsprechend gelten Wälder gemeinhin als primäre Frischluftproduzenten am Tag. Neben den Vegetationsräumen außerhalb des Siedlungsraums fördern innerstädtische Frei- und Grünflächen die lokale Kaltluftproduktion und können, je nach Lage und Ausrichtung, das Eindringen des Kaltluftabflusses in den Siedlungsraum unterstützen. Dabei besitzen parkartige Strukturen (Freiräume mit "lockerem" Baumbestand) ein hohes Potential der Kaltluftentstehung, da sie durch die Teil-Verschattung weniger solare Energie am Tag aufnehmen, entsprechend schneller auskühlen, und der lockere Baumbestand die vertikale Durchmischung und den bodennahen Transport der Kaltluft nicht, bzw. nur im geringen Maße beeinflussen.

Kaltluft bildet sich in den Nachtstunden, vorzugsweise während Strahlungsnächten (wolkenlos). Der klimatisch wirksame Kaltluftabfluss / -transport ist zudem abhängig von einer autochthonen Wetterlage, ohne überlagernde regionale Anströmung.

Die Kaltluflhöhen und das bodennahe Strömungsfeld (2m über Grund) wurden für einen Referenzzeitraum von 8 Stunden nach Sonnenuntergang berechnet. Dabei wurden für unterschiedliche Zeiten während der Simulationsnacht Schnitte erzeugt.

Hintergrunddaten

- Stadtbezirke Neuss
- Bahnverkehr
- Strassenverkehr
- Gebäudegrundflächen
- Fließ- und Stillgewässer

0 0,25 0,5 1 2 4 km

0 0,25 0,5 1 2 4 km

0 0,25 0,5 1 2 4 km

Detaillkarte

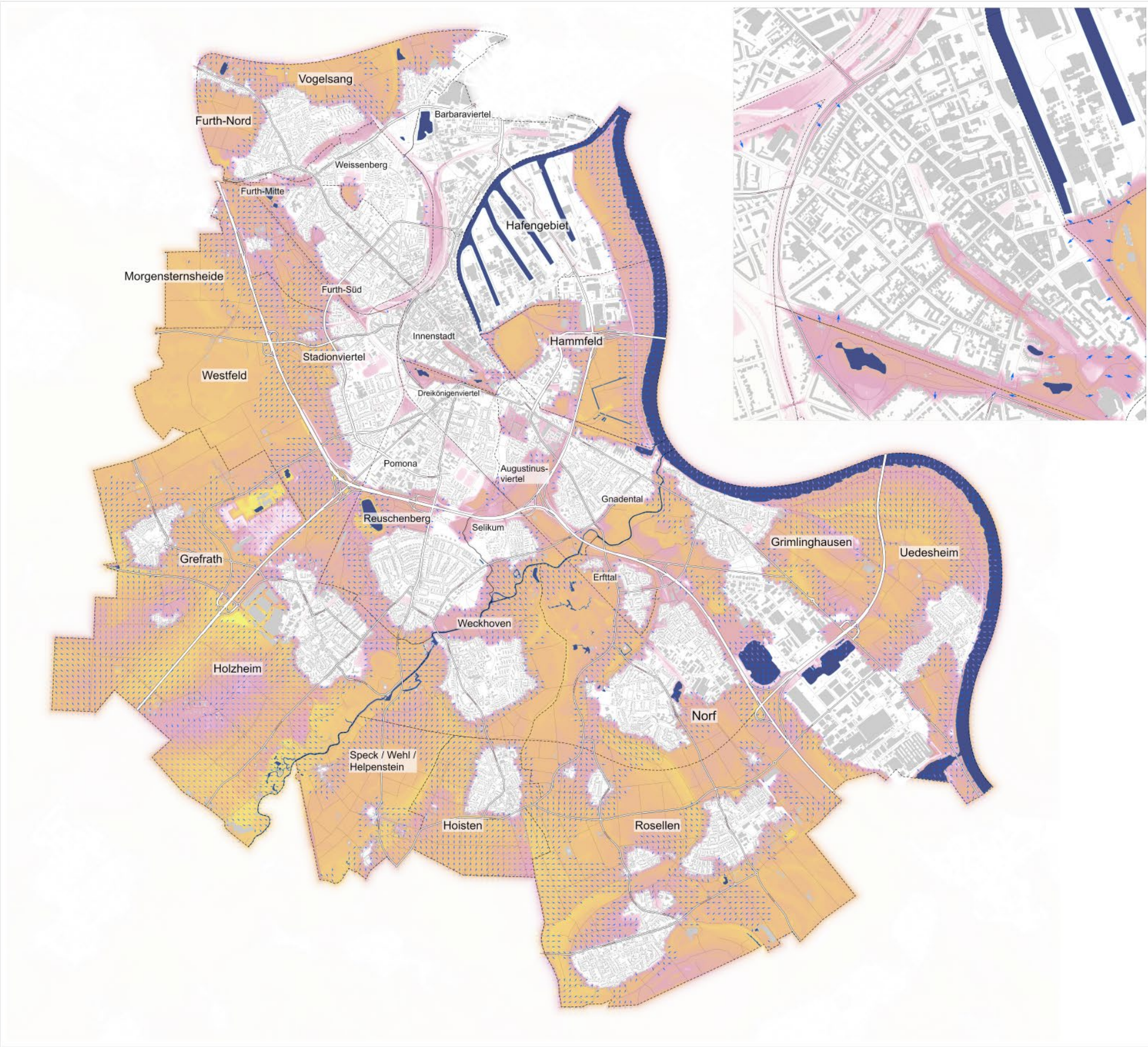
Hauptkarte

Datenherkunft

Hintergrundkarte: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/di-de/zero-2-0>)

Gebäudedaten: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/di-de/zero-2-0>) & Stadt Neuss (Integration von 18 vom AG ausgewählten Bebauungsplänen, Stand 2023)

Topographische Daten DGM1: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/di-de/zero-2-0>)



Klimaanpassungskonzept Stadt Neuss

Subsidiäre Themenkarte

Nächtliche Kaltluftentstehung und Kaltlufttransport

09/2023

Kaltluftschichtdicke in m (30 Min. nach Sonnenuntergang)

0m 5m 10m 15m 20m 25m 30m 35m 40m 45m 47,5m

Bodennahes nächtl. Windfeld (30 Min. nach Sonnenuntergang)

≤ 0,1 m/s > 0,25 m/s - ≤ 0,5 m/s > 0,75 m/s - ≤ 1,0 m/s

> 0,1 m/s - ≤ 0,25 m/s > 0,5 m/s - ≤ 0,75 m/s > 1,0 m/s

Die Simulation der nächtlichen Kaltluftentstehung und des Kaltlufttransportes geschieht mit Hilfe des numerischen Kalkulationsprogramms "Klam_21" des Deutschen Wetterdienstes in der Version 2.012.

Die Berechnung basiert auf der Landnutzung, der Bebauungsstruktur sowie der Topographie. Ausgegangen wird hier von einer austauschenden Strahlungsnacht. Dabei handelt es sich bei "Klam_21" um ein mathematisch-physikalisches Rechenmodell. Da das Modell nicht eine zuvor definierte Ausgangstemperatur der Luft, sondern das Ausbleiben des Strahlungsantriebes der Sonne als Eingangsparameter nutzt, sind die Zeitschnitte entsprechend auf den Zeitpunkt Sonnenuntergangs zu beziehen.

Als primäre Kaltluftproduzenten gelten im Allgemeinen offenlandartige Strukturen, wie Wiesen, Weiden, Äcker und Grasland. Gleichzeitig wird auch in Wäldern Kaltluft produziert, was in der Intensität jedoch stark schwanken kann und mehreren zusätzlichen Faktoren beeinflusst wird. Entsprechend gelten Wälder gemeinhin als primäre Frischluftproduzenten am Tag. Neben den Vegetationsräumen außerhalb des Siedlungsraums fördern innerstädtische Frei- und Grünflächen die lokale Kaltluftproduktion und können, je nach Lage und Ausrichtung, das Eindringen des Kaltluftabflusses in den Siedlungsraum unterstützen. Dabei besitzen parkartige Strukturen (Freiräume mit "lockerem" Baumbestand) ein hohes Potential der Kaltluftentstehung, da sie durch die Teil-Verschattung weniger solare Energie am Tag aufnehmen, entsprechend schneller auskühlen, und der lockere Baumbestand die vertikale Durchmischung und den bodennahen Transport der Kaltluft nicht, bzw. nur im geringen Maße beeinflussen.

Kaltluft bildet sich in den Nachtstunden, vorzugsweise während Strahlungsnächten (wolkenlos). Der klimatisch wirksame Kaltluftabfluss / -transport ist zudem abhängig von einer autochthonen Wetterlage, ohne überlagernde regionale Anströmung.

Die Kaltluflhöhen und das bodennahe Strömungsfeld (2m über Grund) wurden für einen Referenzzeitraum von 8 Stunden nach Sonnenuntergang berechnet. Dabei wurden für unterschiedliche Zeiten während der Simulationsnacht Schnitte erzeugt.

Hintergrunddaten

Stadtbezirke Neuss Gebäudegrundflächen

Bahnverkehr Fließ- und Stillgewässer

Strassenverkehr

0 0,25 0,5 1 2 4

km km

Detailkarte Hauptkarte

Datenherkunft

Hintergrundkarte: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>)

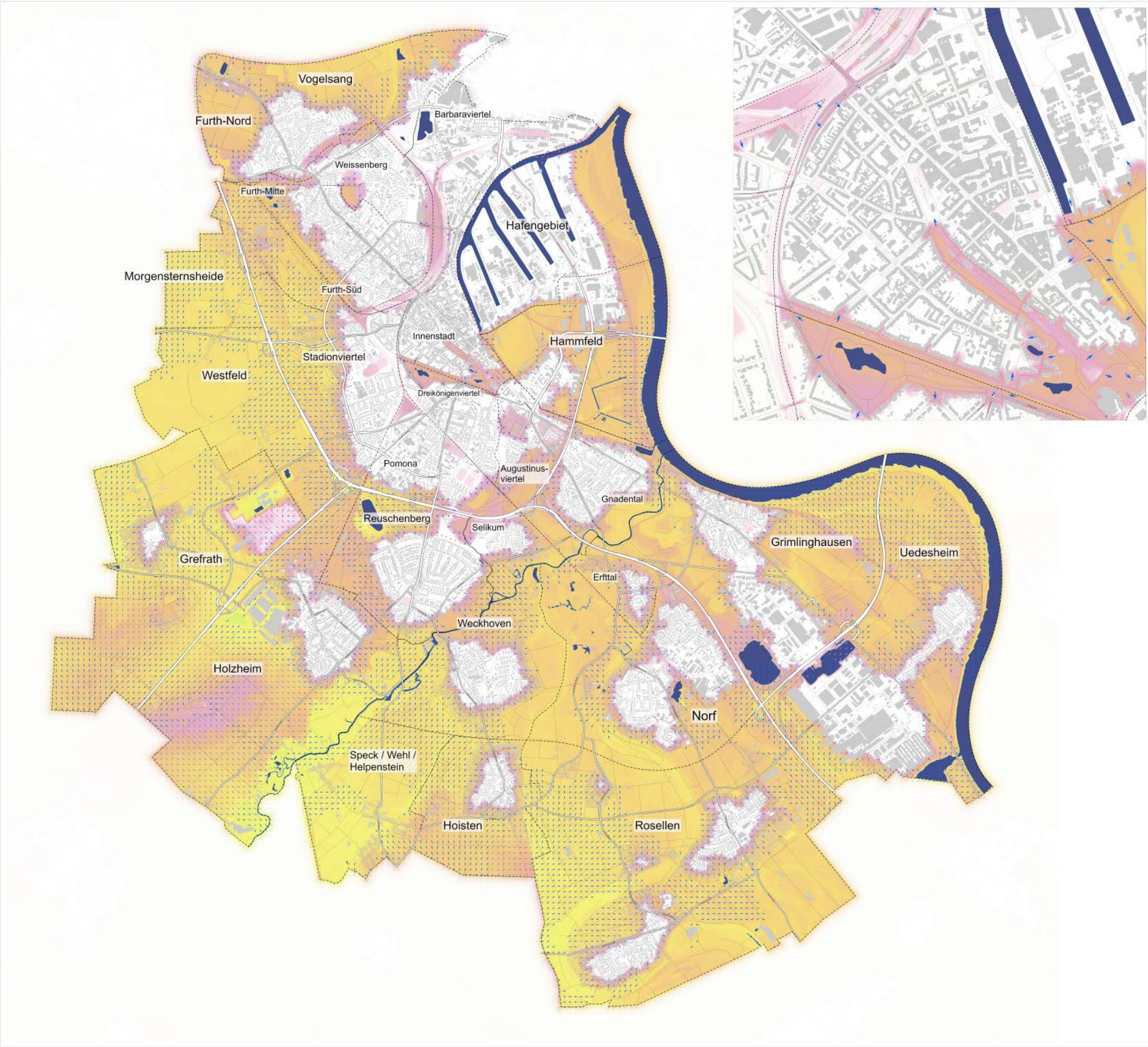
Gebäudedaten: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>) & Stadt Neuss (Integration von 18 vom AG ausgewählten Bebauungsplänen, Stand 2023)

Topographische Daten DGM1: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>)

STADT NEUSS

BPI

Burghardt und Partner, Ingenieure



Klimaanpassungskonzept Stadt Neuss

Subsidiäre Themenkarte

Nächtliche Kaltluftentstehung und Kaltlufttransport

09/2023

Kaltluftschichtdicke in m (1 Std. nach Sonnenuntergang)

Bodennahes nächtl. Windfeld (1 Std. nach Sonnenuntergang)

≤ 0,1 m/s > 0,25 m/s - ≤ 0,5 m/s > 0,75 m/s - ≤ 1,0 m/s
> 0,1 m/s - ≤ 0,25 m/s > 0,5 m/s - ≤ 0,75 m/s > 1,0 m/s

Die Simulation der nächtlichen Kaltluftentstehung und des Kaltlufttransportes geschieht mit Hilfe des numerischen Kaltluftsimulationsprogramms "Klam_21" des Deutschen Wetterdienstes in der Version 2.012.

Die Berechnung basiert auf der Landnutzung, der Bebauungsstruktur sowie der Topographie. Ausgegangen wird hier von einer austauschbaren Strahlungsnacht. Dabei handelt es sich bei "Klam_21" um ein mathematisch-physikalisches Rechenmodell. Da das Modell nicht eine zuvor definierte Ausgangstemperatur der Luft, sondern das Ausbleiben des Strahlungsantriebes der Sonne als Eingangsparameter nutzt, sind die Zeitschnitte entsprechend auf den Zeitpunkt Sonnenuntergangs zu beziehen.

Als primäre Kaltluftproduzenten gelten im Allgemeinen offenlandartige Strukturen, wie Wiesen, Weiden, Äcker und Grasland. Gleichzeitig wird auch in Wäldern Kaltluft produziert, was in der Intensität jedoch stark schwanken kann und mehreren zusätzlichen Faktoren beeinflusst wird. Entsprechend gelten Wälder gemeinhin als primäre Frischluftproduzenten am Tag. Neben den Vegetationsräumen außerhalb des Siedlungsraums fördern innerstädtische Frei- und Grünflächen die lokale Kaltluftproduktion und können, je nach Lage und Ausrichtung, das Eindringen des Kaltluftabflusses in den Siedlungsraum unterstützen. Dabei besitzen parkartige Strukturen (Freiräume mit "lockerem" Baumbestand) ein hohes Potential der Kaltluftentstehung, da sie durch die Teil-Verschattung weniger solare Energie am Tag aufnehmen, entsprechend schneller auskühlen, und der lockere Baumbestand die vertikale Durchmischung und den bodennahen Transport der Kaltluft nicht, bzw. nur im geringen Maße beeinflussen.

Kaltluft bildet sich in den Nachtstunden, vorzugsweise während Strahlungsnächten (wolkenlos). Der klimatisch wirksame Kaltluftabfluss / -transport ist zudem abhängig von einer autochthonen Wetterlage, ohne überlagernde regionale Anströmung.

Die Kaltluflhöhen und das bodennahe Strömungsfeld (2m über Grund) wurden für einen Referenzzeitraum von 8 Stunden nach Sonnenuntergang berechnet. Dabei wurden für unterschiedliche Zeiten während der Simulationsnacht Schnitte erzeugt.

Hintergrunddaten

- Stadtbezirke Neuss
- Bahnverkehr
- Strassenverkehr
- Gebäudegrundflächen
- Fließ- und Stillgewässer

0 0,25 0,5 1 4
km km
Detailkarte Hauptkarte

Datenherkunft

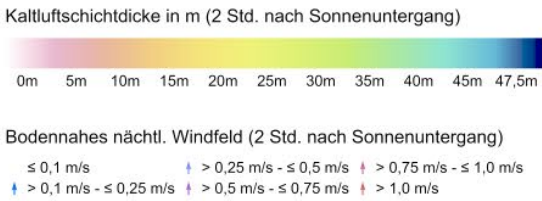
Hintergrundkarte: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>)
Gebäudedaten: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>) & Stadt Neuss (Integration von 18 vom AG ausgewählten Bebauungsplänen, Stand 2023)
Topographische Daten DGM1: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>)

STADT NEUSS

BPI
Burghardt und Partner, Ingenieure



Klimaanpassungskonzept Stadt Neuss
Subsidiäre Themenkarte
Nächtliche Kaltluftentstehung und Kaltlufttransport
09/2023



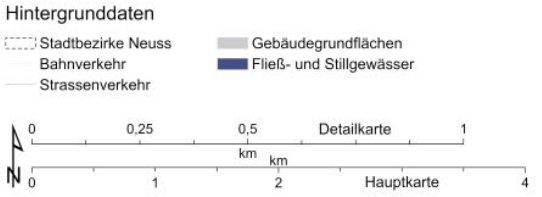
Die Simulation der nächtlichen Kaltluftentstehung und des Kaltlufttransportes geschieht mit Hilfe des numerischen Kaltluftsimulationsprogramms "Klam_21" des Deutschen Wetterdienstes in der Version 2.012.

Die Berechnung basiert auf der Landnutzung, der Bebauungsstruktur sowie der Topographie. Ausgegangen wird hier von einer austauschbaren Strahlungsnacht. Dabei handelt es sich bei "Klam_21" um ein mathematisch-physikalisches Rechenmodell. Da das Modell nicht eine zuvor definierte Ausgangstemperatur der Luft, sondern das Ausbleiben des Strahlungsantriebes der Sonne als Eingangsparameter nutzt, sind die Zeitschnitte entsprechend auf den Zeitpunkt Sonnenuntergangs zu beziehen.

Als primäre Kaltluftproduzenten gelten im Allgemeinen offenlandartige Strukturen, wie Wiesen, Weiden, Äcker und Grasland. Gleichzeitig wird auch in Wäldern Kaltluft produziert, was in der Intensität jedoch stark schwanken kann und mehreren zusätzlichen Faktoren beeinflusst wird. Entsprechend gelten Wälder gemeinhin als primäre Frischluftproduzenten am Tag. Neben den Vegetationsräumen außerhalb des Siedlungsraums fördern innerstädtische Frei- und Grünflächen die lokale Kaltluftproduktion und können, je nach Lage und Ausrichtung, das Eindringen des Kaltluftabflusses in den Siedlungsraum unterstützen. Dabei besitzen parkartige Strukturen (Freiräume mit "lockerem" Baumbestand) ein hohes Potential der Kaltluftentstehung, da sie durch die Teil-Verschattung weniger solare Energie am Tag aufnehmen, entsprechend schneller auskühlen, und der lockere Baumbestand die vertikale Durchmischung und den bodennahen Transport der Kaltluft nicht, bzw. nur im geringen Maße beeinflussen.

Kaltluft bildet sich in den Nachtstunden, vorzugsweise während Strahlungsnächten (wolkenlos). Der klimatisch wirksame Kaltluftabfluss / -transport ist zudem abhängig von einer autochthonen Wetterlage, ohne überlagernde regionale Anströmung.

Die Kaltluflhöhen und das bodennahe Strömungsfeld (2m über Grund) wurden für einen Referenzzeitraum von 8 Stunden nach Sonnenuntergang berechnet. Dabei wurden für unterschiedliche Zeiten während der Simulationsnacht Schnitte erzeugt.

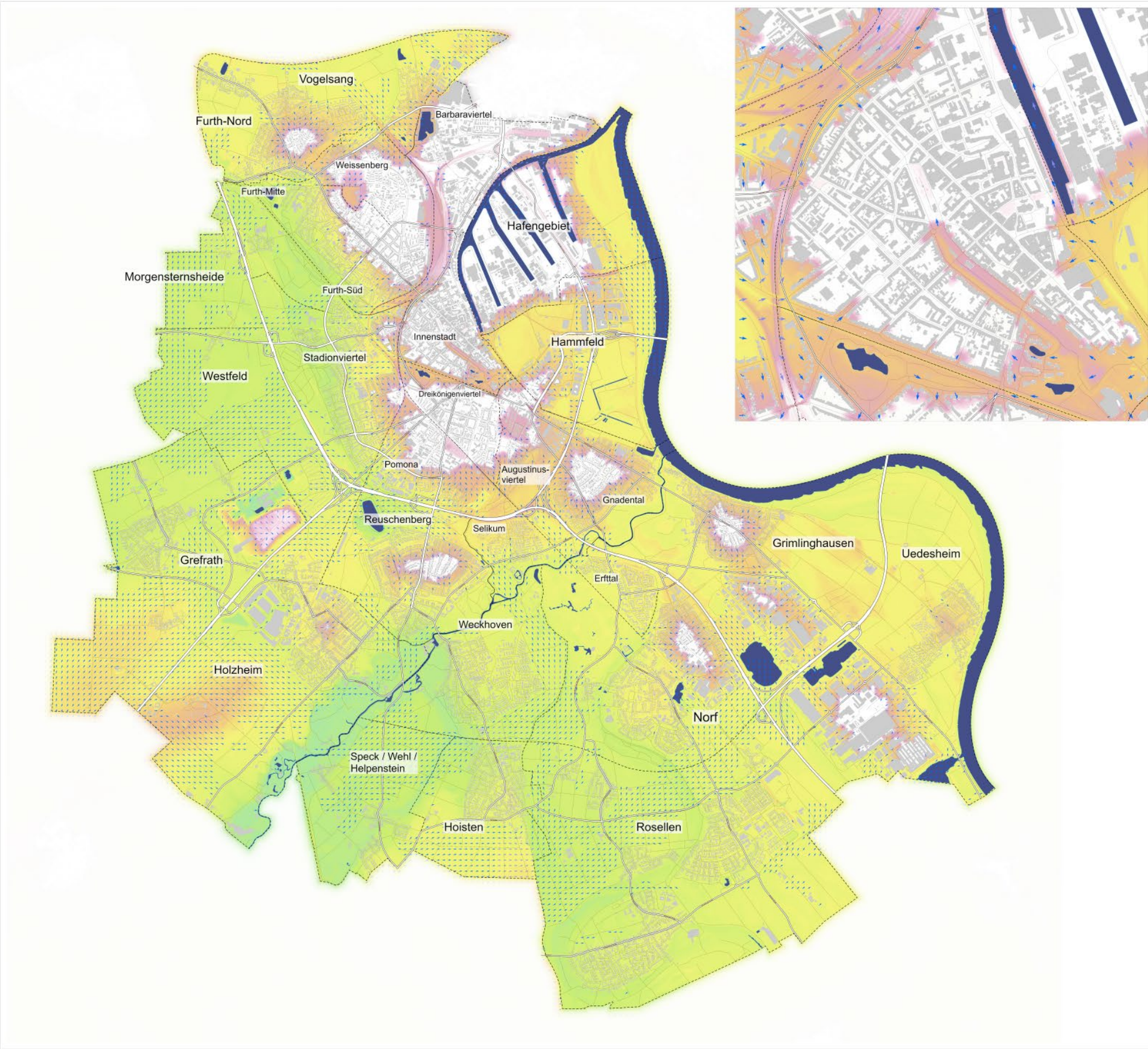


Datenherkunft

Hintergrundkarte: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/di-de/zero-2-0>)

Gebäudedaten: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/di-de/zero-2-0>) & Stadt Neuss (Integration von 18 vom AG ausgewählten Bebauungsplänen, Stand 2023)

Topographische Daten DGM1: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/di-de/zero-2-0>)



Klimaanpassungskonzept Stadt Neuss

Subsidiäre Themenkarte

Nächtliche Kaltluftentstehung und Kaltlufttransport

09/2023

Kaltluftschichtdicke in m (3 Std. nach Sonnenuntergang)

Bodennahes nächtl. Windfeld (3 Std. nach Sonnenuntergang)

≤ 0,1 m/s	> 0,25 m/s - ≤ 0,5 m/s	> 0,75 m/s - ≤ 1,0 m/s
> 0,1 m/s - ≤ 0,25 m/s	> 0,5 m/s - ≤ 0,75 m/s	> 1,0 m/s

Die Simulation der nächtlichen Kaltluftentstehung und des Kaltlufttransportes geschieht mit Hilfe des numerischen Kaltluftsimulationsprogramms "Klam_21" des Deutschen Wetterdienstes in der Version 2.012.

Die Berechnung basiert auf der Landnutzung, der Bebauungsstruktur sowie der Topographie. Ausgegangen wird hier von einer austauschbaren Strahlungsnacht. Dabei handelt es sich bei "Klam_21" um ein mathematisch-physikalisches Rechenmodell. Da das Modell nicht eine zuvor definierte Ausgangstemperatur der Luft, sondern das Ausbleiben des Strahlungsantriebes der Sonne als Eingangsparameter nutzt, sind die Zeitschnitte entsprechend auf den Zeitpunkt Sonnenuntergangs zu beziehen.

Als primäre Kaltluftproduzenten gelten im Allgemeinen offenlandartige Strukturen, wie Wiesen, Weiden, Äcker und Grasland. Gleichzeitig wird auch in Wäldern Kaltluft produziert, was in der Intensität jedoch stark schwanken kann und mehreren zusätzlichen Faktoren beeinflusst wird. Entsprechend gelten Wälder gemeinhin als primäre Frischluftproduzenten am Tag. Neben den Vegetationsräumen außerhalb des Siedlungsraums fördern innerstädtische Frei- und Grünflächen die lokale Kaltluftproduktion und können, je nach Lage und Ausrichtung, das Eindringen des Kaltluftabflusses in den Siedlungsraum unterstützen. Dabei besitzen parkartige Strukturen (Freiräume mit "lockerem" Baumbestand) ein hohes Potential der Kaltluftentstehung, da sie durch die Teil-Verschattung weniger solare Energie am Tag aufnehmen, entsprechend schneller auskühlen, und der lockere Baumbestand die vertikale Durchmischung und den bodennahen Transport der Kaltluft nicht, bzw. nur im geringen Maße beeinflussen.

Kaltluft bildet sich in den Nachtstunden, vorzugsweise während Strahlungsnächten (wolkenlos). Der klimatisch wirksame Kaltluftabfluss / -transport ist zudem abhängig von einer autochthonen Wetterlage, ohne überlagernde regionale Anströmung.

Die Kaltluflhöhen und das bodennahe Strömungsfeld (2m über Grund) wurden für einen Referenzzeitraum von 8 Stunden nach Sonnenuntergang berechnet. Dabei wurden für unterschiedliche Zeiten während der Simulationsnacht Schnitte erzeugt.

Hintergrunddaten

- Stadtbezirke Neuss
- Bahnverkehr
- Strassenverkehr
- Gebäudegrundflächen
- Fließ- und Stillgewässer

0 0,25 0,5 1 4

km km

Detailkarte Hauptkarte

Datenherkunft

Hintergrundkarte: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>)

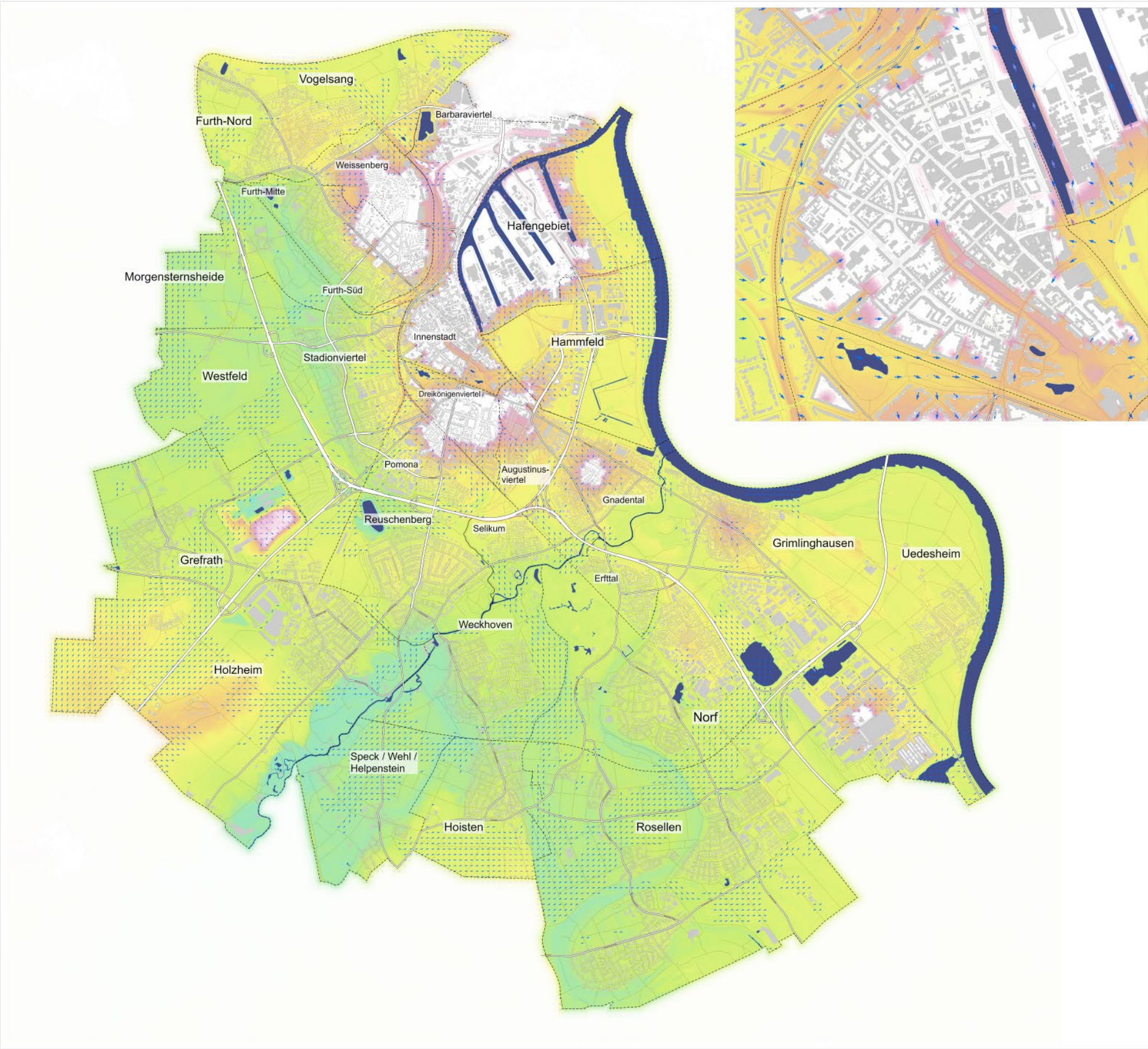
Gebäudedaten: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>) & Stadt Neuss (Integration von 18 vom AG ausgewählten Bebauungsplänen, Stand 2023)

Topographische Daten DGM1: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>)

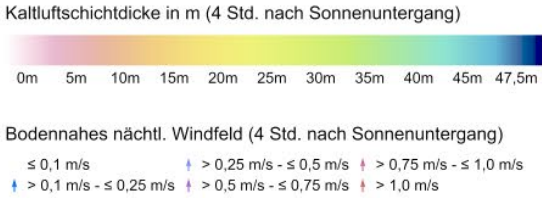
STADT NEUSS

BPI

Burghardt und Partner, Ingenieure



Klimaanpassungskonzept Stadt Neuss
Subsidiäre Themenkarte
Nächtliche Kaltluftentstehung und Kaltlufttransport
09/2023



Die Simulation der nächtlichen Kaltluftentstehung und des Kaltlufttransportes geschieht mit Hilfe des numerischen Kalkulationsprogramms "Klam_21" des Deutschen Wetterdienstes in der Version 2.012.

Die Berechnung basiert auf der Landnutzung, der Bebauungsstruktur sowie der Topographie. Ausgegangen wird hier von einer austauschenden Strahlungsnacht. Dabei handelt es sich bei "Klam_21" um ein mathematisch-physikalisches Rechenmodell. Da das Modell nicht eine zuvor definierte Ausgangstemperatur der Luft, sondern das Ausbleiben des Strahlungsantriebes der Sonne als Eingangsparameter nutzt, sind die Zeitschnitte entsprechend auf den Zeitpunkt Sonnenuntergangs zu beziehen.

Als primäre Kaltluftproduzenten gelten im Allgemeinen offenlandartige Strukturen, wie Wiesen, Weiden, Äcker und Grasland. Gleichzeitig wird auch in Wäldern Kaltluft produziert, was in der Intensität jedoch stark schwanken kann und mehreren zusätzlichen Faktoren beeinflusst wird. Entsprechend gelten Wälder gemeinhin als primäre Frischluftproduzenten am Tag. Neben den Vegetationsräumen außerhalb des Siedlungsraums fördern innerstädtische Frei- und Grünflächen die lokale Kaltluftproduktion und können, je nach Lage und Ausrichtung, das Eindringen des Kaltluftabflusses in den Siedlungsraum unterstützen. Dabei besitzen parkartige Strukturen (Freiräume mit "lockerem" Baumbestand) ein hohes Potential der Kaltluftentstehung, da sie durch die Teil-Verschattung weniger solare Energie am Tag aufnehmen, entsprechend schneller auskühlen, und der lockere Baumbestand die vertikale Durchmischung und den bodennahen Transport der Kaltluft nicht, bzw. nur im geringen Maße beeinflussen.

Kaltluft bildet sich in den Nachtstunden, vorzugsweise während Strahlungsnächten (wolkenlos). Der klimatisch wirksame Kaltluftabfluss / -transport ist zudem abhängig von einer autochthonen Wetterlage, ohne überlagernde regionale Anströmung.

Die Kaltluflhöhen und das bodennahe Strömungsfeld (2m über Grund) wurden für einen Referenzzeitraum von 8 Stunden nach Sonnenuntergang berechnet. Dabei wurden für unterschiedliche Zeiten während der Simulationsnacht Schnitte erzeugt.



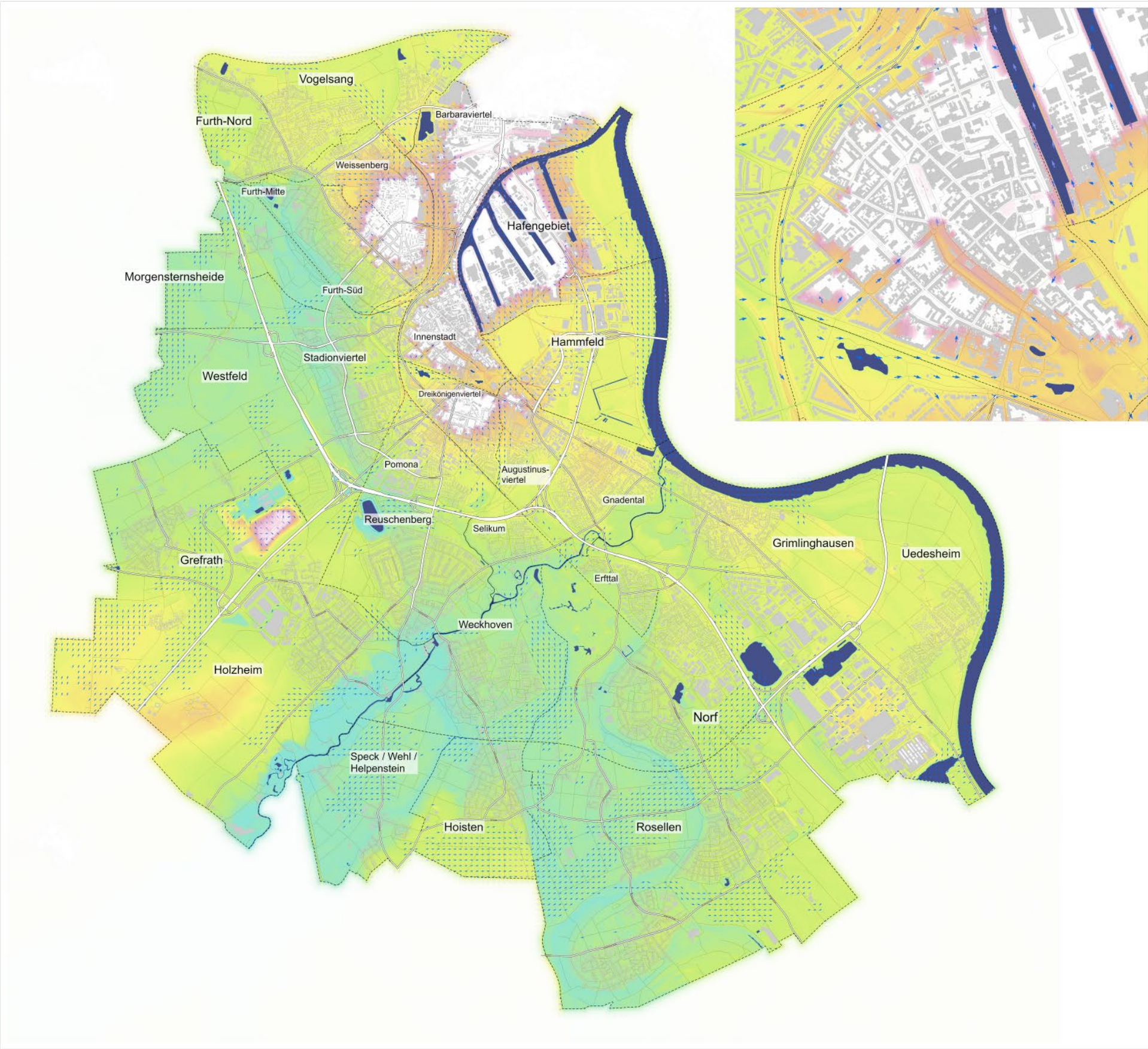
Hintergrunddaten

- Stadtbezirke Neuss
- Bahnverkehr
- Strassenverkehr
- Gebäudegrundflächen
- Fließ- und Stillgewässer

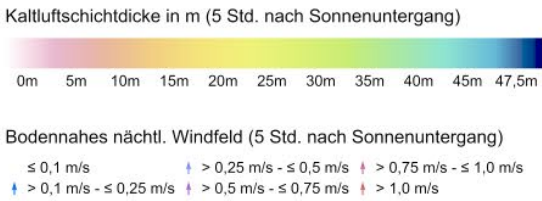
0 0,25 0,5 1 4
km km
Hauptkarte

Datenherkunft

Hintergrundkarte: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>)
Gebäudedaten: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>) & Stadt Neuss (Integration von 18 vom AG ausgewählten Bebauungsplänen, Stand 2023)
Topographische Daten DGM1: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>)



Klimaanpassungskonzept Stadt Neuss
Subsidiäre Themenkarte
Nächtliche Kaltluftentstehung und Kaltlufttransport
09/2023



Die Simulation der nächtlichen Kaltluftentstehung und des Kaltlufttransportes geschieht mit Hilfe des numerischen Kalkulationsprogramms "Klam_21" des Deutschen Wetterdienstes in der Version 2.012.

Die Berechnung basiert auf der Landnutzung, der Bebauungsstruktur sowie der Topographie. Ausgegangen wird hier von einer austauschenden Strahlungsnacht. Dabei handelt es sich bei "Klam_21" um ein mathematisches physikalisches Rechenmodell. Da das Modell nicht eine zuvor definierte Ausgangstemperatur der Luft, sondern das Ausbleiben des Strahlungsantriebes der Sonne als Eingangsparameter nutzt, sind die Zeitschnitte entsprechend auf den Zeitpunkt Sonnenuntergangs zu beziehen.

Als primäre Kaltluftproduzenten gelten im Allgemeinen offenlandartige Strukturen, wie Wiesen, Weiden, Äcker und Grasland. Gleichzeitig wird auch in Wäldern Kaltluft produziert, was in der Intensität jedoch stark schwanken kann und mehreren zusätzlichen Faktoren beeinflusst wird. Entsprechend gelten Wälder gemeinhin als primäre Frischluftproduzenten am Tag. Neben den Vegetationsräumen außerhalb des Siedlungsraums fördern innerstädtische Frei- und Grünflächen die lokale Kaltluftproduktion und können, je nach Lage und Ausrichtung, das Eindringen des Kaltluftabflusses in den Siedlungsraum unterstützen. Dabei besitzen parkartige Strukturen (Freiräume mit "lockerem" Baumbestand) ein hohes Potential der Kaltluftentstehung, da sie durch die Teil-Verschattung weniger solare Energie am Tag aufnehmen, entsprechend schneller auskühlen, und der lockere Baumbestand die vertikale Durchmischung und den bodennahen Transport der Kaltluft nicht, bzw. nur im geringen Maße beeinflussen.

Kaltluft bildet sich in den Nachtstunden, vorzugsweise während Strahlungsnächten (wolkenlos). Der klimatisch wirksame Kaltluftabfluss / -transport ist zudem abhängig von einer autochthonen Wetterlage, ohne überlagernde regionale Anströmung.

Die Kaltluflhöhen und das bodennahe Strömungsfeld (2m über Grund) wurden für einen Referenzzeitraum von 8 Stunden nach Sonnenuntergang berechnet. Dabei wurden für unterschiedliche Zeiten während der Simulationsnacht Schnitte erzeugt.



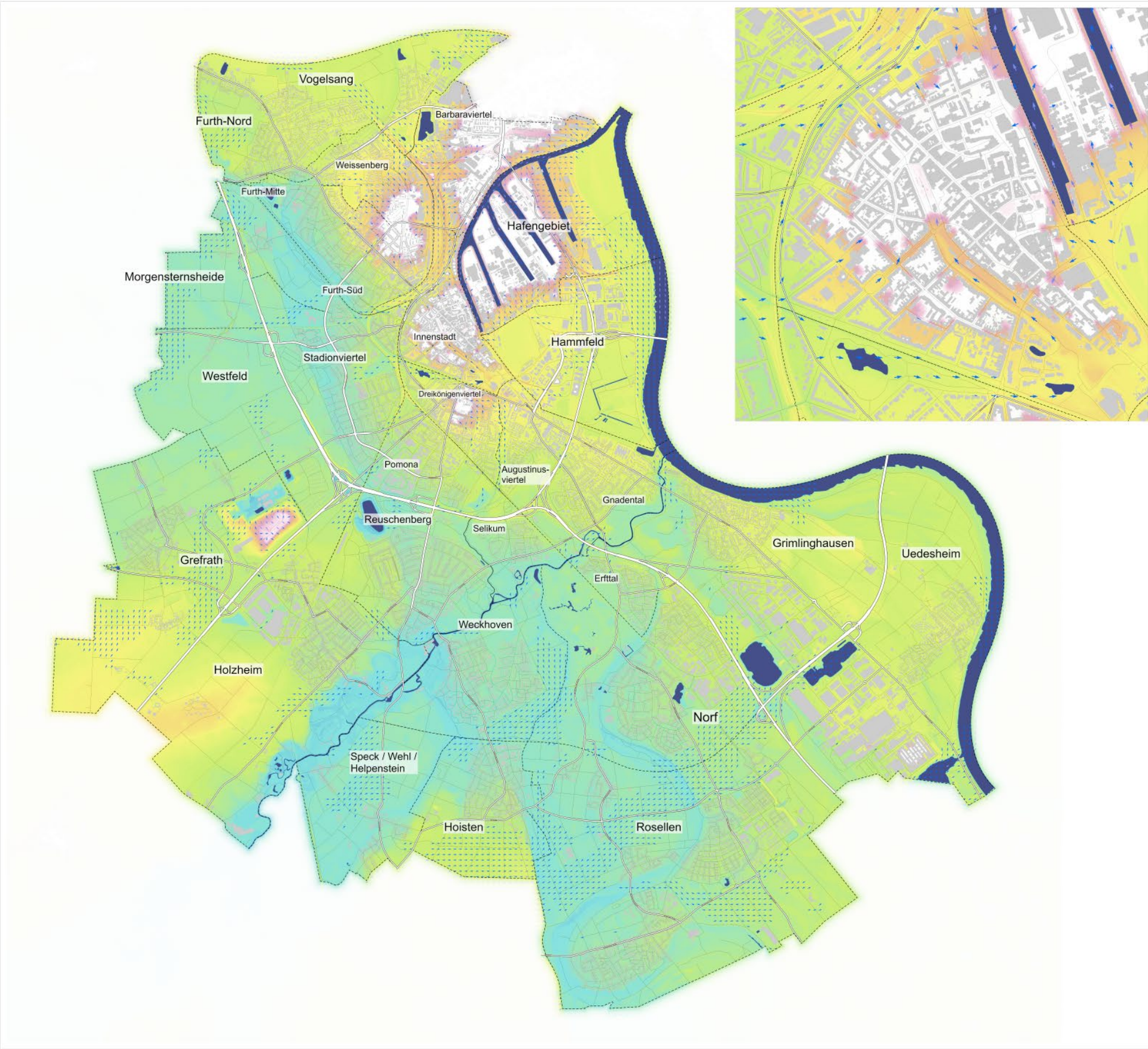
Hintergrunddaten

Stadtbezirke Neuss Gebäudegrundflächen
Bahnverkehr Fließ- und Stillgewässer
Strassenverkehr

0 0,25 0,5 1 4
km km
Hauptkarte

Datenherkunft

Hintergrundkarte: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>)
Gebäudedaten: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>) & Stadt Neuss (Integration von 18 vom AG ausgewählten Bebauungsplänen, Stand 2023)
Topographische Daten DGM1: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>)



Klimaanpassungskonzept Stadt Neuss

Subsidiäre Themenkarte

Nächtliche Kaltluftentstehung und Kaltlufttransport

09/2023

Kaltluftschichtdicke in m (6 Std. nach Sonnenuntergang)

Bodennahes nächtl. Windfeld (6 Std. nach Sonnenuntergang)

≤ 0,1 m/s	> 0,25 m/s - ≤ 0,5 m/s	> 0,75 m/s - ≤ 1,0 m/s
> 0,1 m/s - ≤ 0,25 m/s	> 0,5 m/s - ≤ 0,75 m/s	> 1,0 m/s

Die Simulation der nächtlichen Kaltluftentstehung und des Kaltlufttransportes geschieht mit Hilfe des numerischen Kalkulationsprogramms "Klam_21" des Deutschen Wetterdienstes in der Version 2.012.

Die Berechnung basiert auf der Landnutzung, der Bebauungsstruktur sowie der Topographie. Ausgegangen wird hier von einer austauschenden Strahlungsnacht. Dabei handelt es sich bei "Klam_21" um ein mathematisches physikalisches Rechenmodell. Da das Modell nicht eine zuvor definierte Ausgangstemperatur der Luft, sondern das Ausbleiben des Strahlungsantriebes der Sonne als Eingangsparameter nutzt, sind die Zeitschnitte entsprechend auf den Zeitpunkt Sonnenuntergangs zu beziehen.

Als primäre Kaltluftproduzenten gelten im Allgemeinen offenlandartige Strukturen, wie Wiesen, Weiden, Äcker und Grasland. Gleichzeitig wird auch in Wäldern Kaltluft produziert, was in der Intensität jedoch stark schwanken kann und mehreren zusätzlichen Faktoren beeinflusst wird. Entsprechend gelten Wälder gemeinhin als primäre Frischluftproduzenten am Tag. Neben den Vegetationsräumen außerhalb des Siedlungsraums fördern innerstädtische Frei- und Grünflächen die lokale Kaltluftproduktion und können, je nach Lage und Ausrichtung, das Eindringen des Kaltluftabflusses in den Siedlungsraum unterstützen. Dabei besitzen parkartige Strukturen (Freiräume mit "lockerem" Baumbestand) ein hohes Potential der Kaltluftentstehung, da sie durch die Teil-Verschattung weniger solare Energie am Tag aufnehmen, entsprechend schneller auskühlen, und der lockere Baumbestand die vertikale Durchmischung und den bodennahen Transport der Kaltluft nicht, bzw. nur im geringen Maße beeinflussen.

Kaltluft bildet sich in den Nachtstunden, vorzugsweise während Strahlungsnächten (wolkenlos). Der klimatisch wirksame Kaltluftabfluss / -transport ist zudem abhängig von einer autochthonen Wetterlage, ohne überlagernde regionale Anströmung.

Die Kaltluflhöhen und das bodennahe Strömungsfeld (2m über Grund) wurden für einen Referenzzeitraum von 8 Stunden nach Sonnenuntergang berechnet. Dabei wurden für unterschiedliche Zeiten während der Simulationsnacht Schnitte erzeugt.

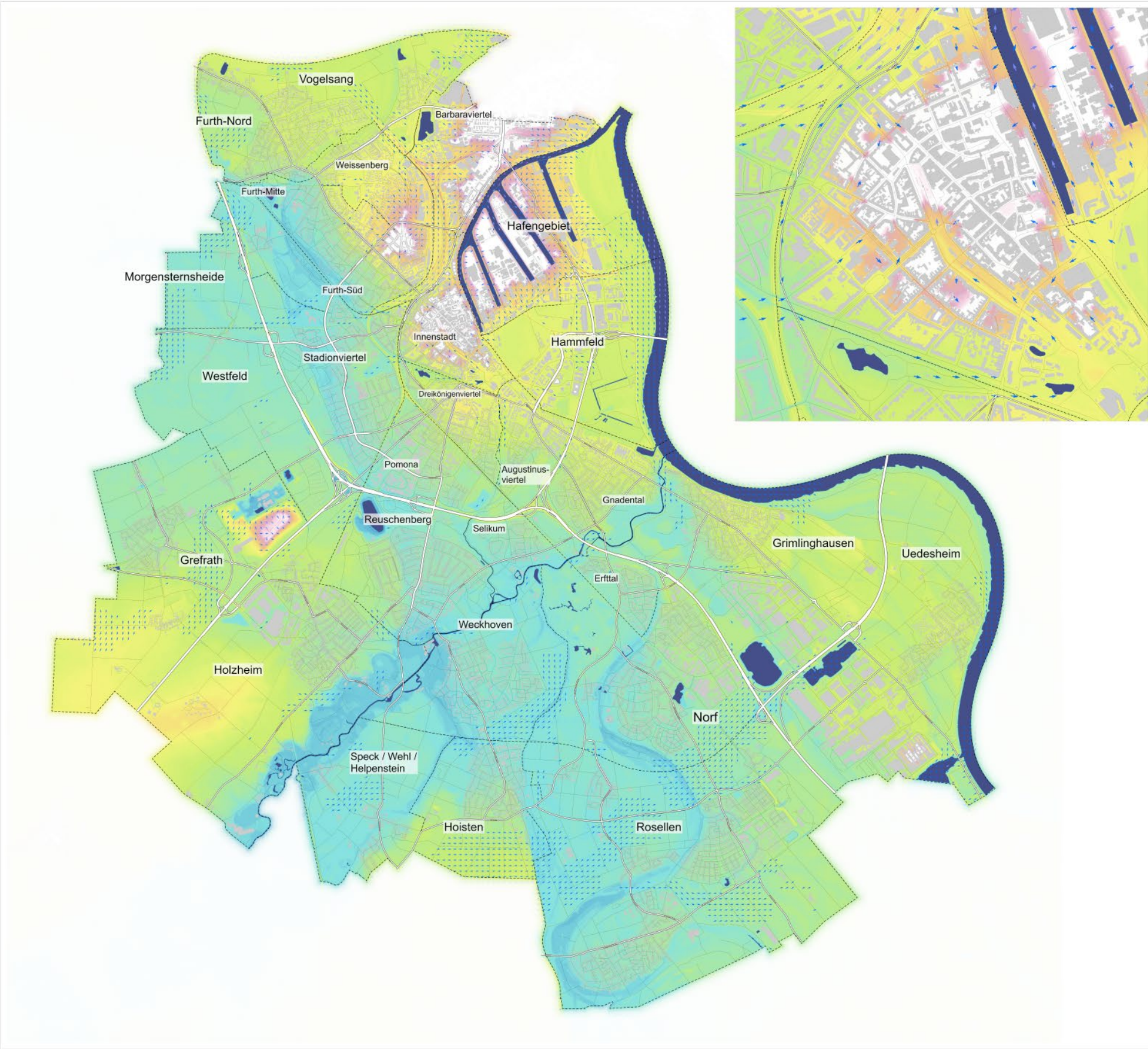
Hintergrunddaten

- Stadtbezirke Neuss
- Bahnverkehr
- Strassenverkehr
- Gebäudegrundflächen
- Fließ- und Stillgewässer

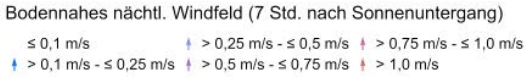
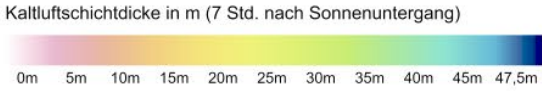
0 0,25 0,5 1 4
km km
Detailkarte Hauptkarte

Datenherkunft

Hintergrundkarte: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>)
Gebäudedaten: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>) & Stadt Neuss (Integration von 18 vom AG ausgewählten Bebauungsplänen, Stand 2023)
Topographische Daten DGM1: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>)



Klimaanpassungskonzept Stadt Neuss
Subsidiäre Themenkarte
Nächtliche Kaltluftentstehung und Kaltlufttransport
09/2023



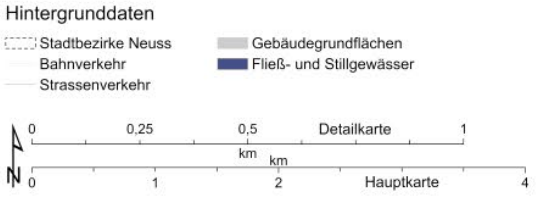
Die Simulation der nächtlichen Kaltluftentstehung und des Kaltlufttransportes geschieht mit Hilfe des numerischen Kaltluftsimulationsprogramms "Klam_21" des Deutschen Wetterdienstes in der Version 2.012.

Die Berechnung basiert auf der Landnutzung, der Bebauungsstruktur sowie der Topographie. Ausgegangen wird hier von einer austauschenden Strahlungsnacht. Dabei handelt es sich bei "Klam_21" um ein mathematisch-physikalisches Rechenmodell. Da das Modell nicht eine zuvor definierte Ausgangstemperatur der Luft, sondern das Ausbleiben des Strahlungsantriebes der Sonne als Eingangsparameter nutzt, sind die Zeitschnitte entsprechend auf den Zeitpunkt Sonnenuntergangs zu beziehen.

Als primäre Kaltluftproduzenten gelten im Allgemeinen offenlandartige Strukturen, wie Wiesen, Weiden, Äcker und Grasland. Gleichzeitig wird auch in Wäldern Kaltluft produziert, was in der Intensität jedoch stark schwanken kann und mehreren zusätzlichen Faktoren beeinflusst wird. Entsprechend gelten Wälder gemeinhin als primäre Frischluftproduzenten am Tag. Neben den Vegetationsräumen außerhalb des Siedlungsraums fördern innerstädtische Frei- und Grünflächen die lokale Kaltluftproduktion und können, je nach Lage und Ausrichtung, das Eindringen des Kaltluftabflusses in den Siedlungsraum unterstützen. Dabei besitzen parkartige Strukturen (Freiräume mit "lockerem" Baumbestand) ein hohes Potential der Kaltluftentstehung, da sie durch die Teil-Verschattung weniger solare Energie am Tag aufnehmen, entsprechend schneller auskühlen, und der lockere Baumbestand die vertikale Durchmischung und den bodennahen Transport der Kaltluft nicht, bzw. nur im geringen Maße beeinflussen.

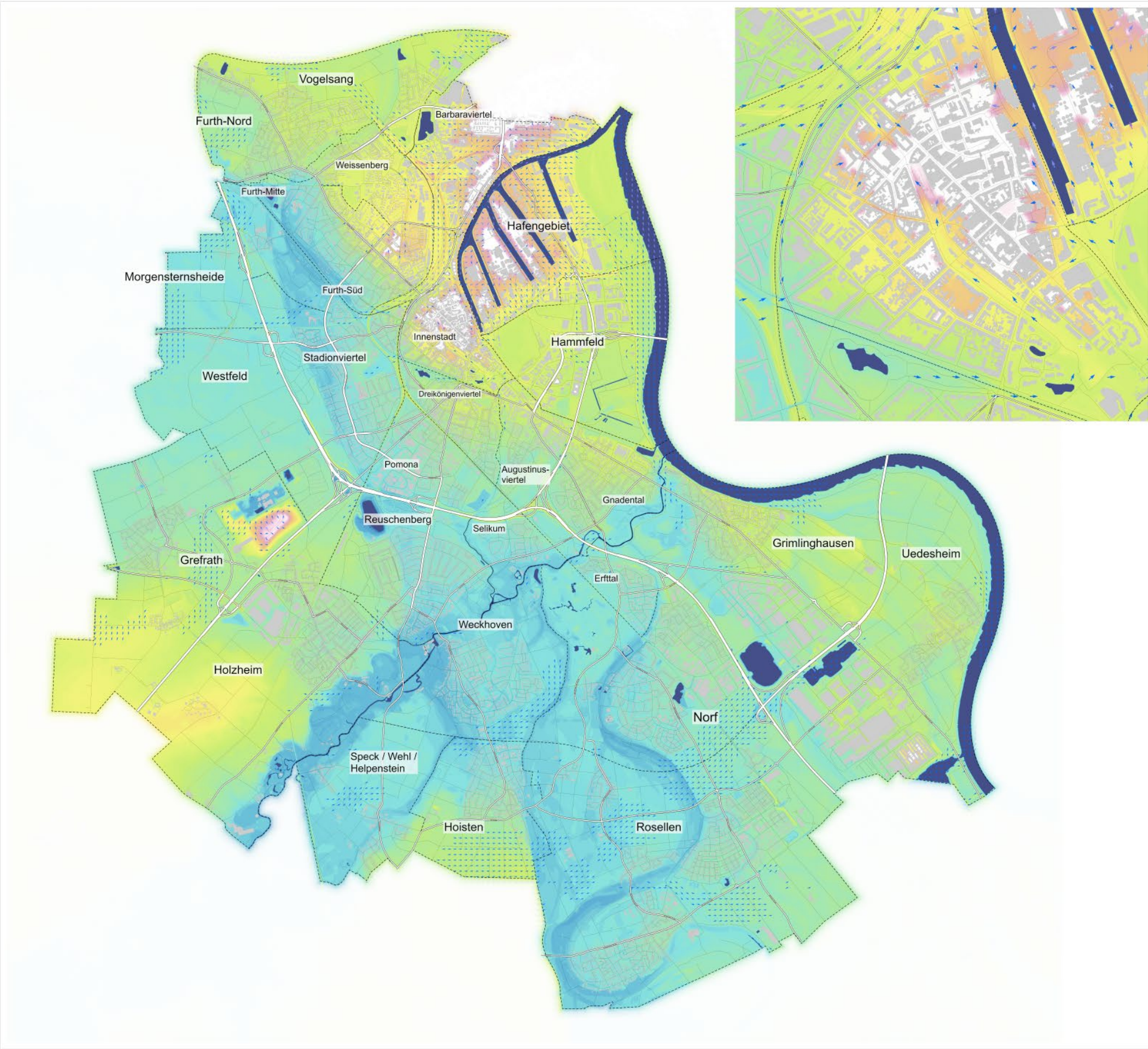
Kaltluft bildet sich in den Nachtstunden, vorzugsweise während Strahlungsnächten (wolkenlos). Der klimatisch wirksame Kaltluftabfluss / -transport ist zudem abhängig von einer autochthonen Wetterlage, ohne überlagernde regionale Anströmung.

Die Kaltluflhöhen und das bodennahe Strömungsfeld (2m über Grund) wurden für einen Referenzzeitraum von 8 Stunden nach Sonnenuntergang berechnet. Dabei wurden für unterschiedliche Zeiten während der Simulationsnacht Schnitte erzeugt.



Datenherkunft

Hintergrundkarte: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>)
Gebäudedaten: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>) & Stadt Neuss (Integration von 18 vom AG ausgewählten Bebauungsplänen, Stand 2023)
Topographische Daten DGM1: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>)



Klimaanpassungskonzept Stadt Neuss

Subsidiäre Themenkarte

Nächtliche Kaltluftentstehung und Kaltlufttransport

09/2023

Kaltluftschichtdicke in m (8 Std. nach Sonnenuntergang)

0m 5m 10m 15m 20m 25m 30m 35m 40m 45m 47,5m

Bodennahes nächtl. Windfeld (8 Std. nach Sonnenuntergang)

≤ 0,1 m/s > 0,25 m/s - ≤ 0,5 m/s > 0,75 m/s - ≤ 1,0 m/s

> 0,1 m/s - ≤ 0,25 m/s > 0,5 m/s - ≤ 0,75 m/s > 1,0 m/s

Die Simulation der nächtlichen Kaltluftentstehung und des Kaltlufttransportes geschieht mit Hilfe des numerischen Kaltluftsimulationsprogramms "Klam_21" des Deutschen Wetterdienstes in der Version 2.012.

Die Berechnung basiert auf der Landnutzung, der Bebauungsstruktur sowie der Topographie. Ausgegangen wird hier von einer austauschenden Strahlungsnacht. Dabei handelt es sich bei "Klam_21" um ein mathematisch-physikalisches Rechenmodell. Da das Modell nicht eine zuvor definierte Ausgangstemperatur der Luft, sondern das Ausbleiben des Strahlungsantriebes der Sonne als Eingangsparameter nutzt, sind die Zeitschnitte entsprechend auf den Zeitpunkt Sonnenuntergangs zu beziehen.

Als primäre Kaltluftproduzenten gelten im Allgemeinen offenlandartige Strukturen, wie Wiesen, Weiden, Äcker und Grasland. Gleichzeitig wird auch in Wäldern Kaltluft produziert, was in der Intensität jedoch stark schwanken kann und mehreren zusätzlichen Faktoren beeinflusst wird. Entsprechend gelten Wälder gemeinhin als primäre Frischluftproduzenten am Tag. Neben den Vegetationsräumen außerhalb des Siedlungsraums fördern innerstädtische Frei- und Grünflächen die lokale Kaltluftproduktion und können, je nach Lage und Ausrichtung, das Eindringen des Kaltluftabflusses in den Siedlungsraum unterstützen. Dabei besitzen parkartige Strukturen (Freiräume mit "lockerem" Baumbestand) ein hohes Potential der Kaltluftentstehung, da sie durch die Teil-Verschattung weniger solare Energie am Tag aufnehmen, entsprechend schneller auskühlen, und der lockere Baumbestand die vertikale Durchmischung und den bodennahen Transport der Kaltluft nicht, bzw. nur im geringen Maße beeinflussen.

Kaltluft bildet sich in den Nachtstunden, vorzugsweise während Strahlungsnächten (wolkenlos). Der klimatisch wirksame Kaltluftabfluss / -transport ist zudem abhängig von einer autochthonen Wetterlage, ohne überlagernde regionale Anströmung.

Die Kaltluflhöhen und das bodennahe Strömungsfeld (2m über Grund) wurden für einen Referenzzeitraum von 8 Stunden nach Sonnenuntergang berechnet. Dabei wurden für unterschiedliche Zeiten während der Simulationsnacht Schnitte erzeugt.

Hintergrunddaten

- Stadtbezirke Neuss
- Bahnverkehr
- Strassenverkehr
- Gebäudegrundflächen
- Fließ- und Stillgewässer

0 0,25 0,5 1 4

km km

Detailkarte Hauptkarte

Datenherkunft

Hintergrundkarte: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/di-de/zero-2-0>)

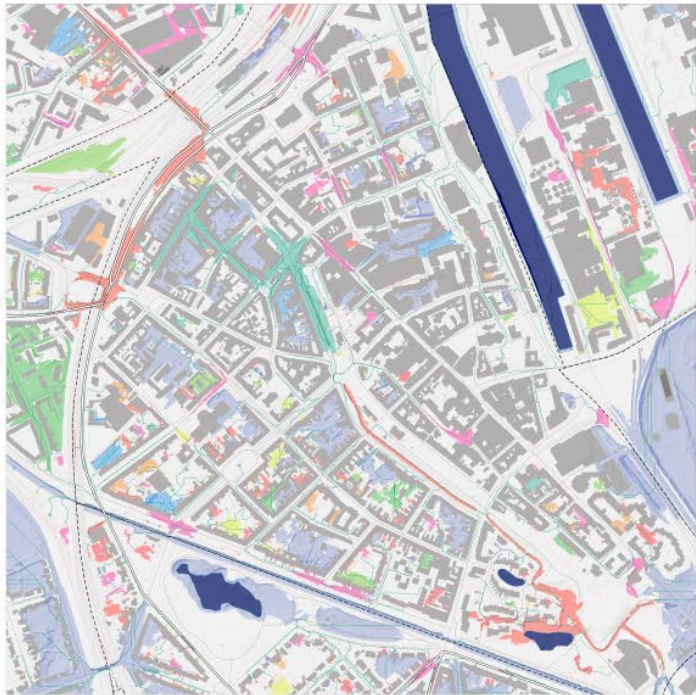
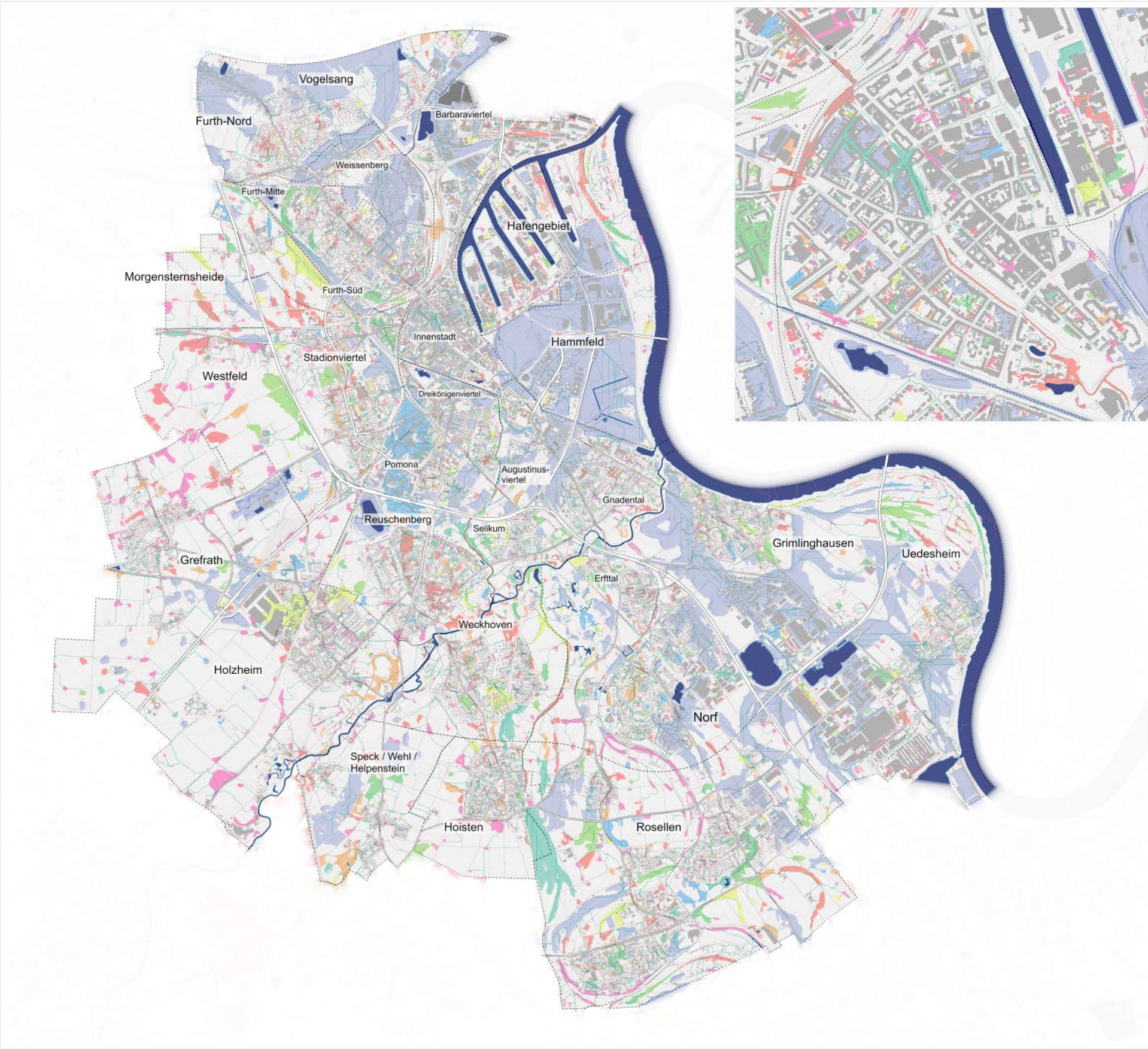
Gebäudedaten: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/di-de/zero-2-0>) & Stadt Neuss (Integration von 18 vom AG ausgewählten Bebauungsplänen, Stand 2023)

Topographische Daten DGM1: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/di-de/zero-2-0>)

STADT NEUSS

BPI

Burghardt und Partner, Ingenieure



Klimaanpassungskonzept Stadt Neuss

Subsidiäre Themenkarte

BlueSpot Berechnung (inkl. Überlaufverhalten)

09/2023

Potentieller Überlauf eines BlueSpots

bei 20 l/m ²	bei 60 l/m ²	bei 100 l/m ²
bei 30 l/m ²	bei 70 l/m ²	kein Überlauf bis 100 l/m ²
bei 40 l/m ²	bei 80 l/m ²	
bei 50 l/m ²	bei 90 l/m ²	

Oberfläche

- Abflusspfade
- Einzugsgebiete

BlueSpots sind Bereiche, die i.d.R. eine topographische Senke / Mulde darstellen, die bei stärkerem Wassereintrag durch abfließendes Oberflächenwasser gefüllt werden. Übersteigen die eingebrachten Wassermassen das Fassungsvermögen der BlueSpots erfolgt ein Überlaufen (Spillover) zu Lasten des in der Topographie hierarchisch nachfolgenden (und somit tiefer liegenden) Bereichs.

Für den Untersuchungsraum wurden diese potentiellen Überschwemmungsbereiche auf Informationsgrundlage der vorherrschenden topographischen Bedingungen, mittels des DGM1 (Digitales Gelände Modell 1 m) ermittelt. Unterirdische Kanalnetze und die natürliche Wasseraufnahmefähigkeit von Vegetationsflächen (Infiltration) wurden in dieser computerbasierten Berechnung nicht berücksichtigt. Es handelt sich dementsprechend um eine "Worst-Case" Betrachtung, die bei typischen Starkregenereignissen auftreten kann. Ist die Kapazität einer Senke erreicht, wird das überschüssige Wasservolumen entsprechend der Fließpfade weitergegeben. Dies geschieht entsprechend der Linien (grafisch dargestellte Abflusspfade mit einer Länge von mehr als 100 m), die die Abflussrichtung der potentiell überschüssigen Wassermassen aller BlueSpots verdeutlichen.

Räume die homogene großflächige Oberflächeneinzugsgebiete (ab ca. 10 ha bis 15 ha) darstellen, sollten im planerischen Gesamtcontext gesondert betrachtet werden, da sie nicht die typische BlueSpot Charakteristik einer natürlichen oder künstlichen Senke besitzen (da es sich um ausgedehnte topographisch homogene Flächen handelt). Dennoch können auch diese Räume Planungsrelevanz, im Kontext der präventiven und wassersensiblen Stadt- und Landschaftsplanung, besitzen.

Hintergrunddaten

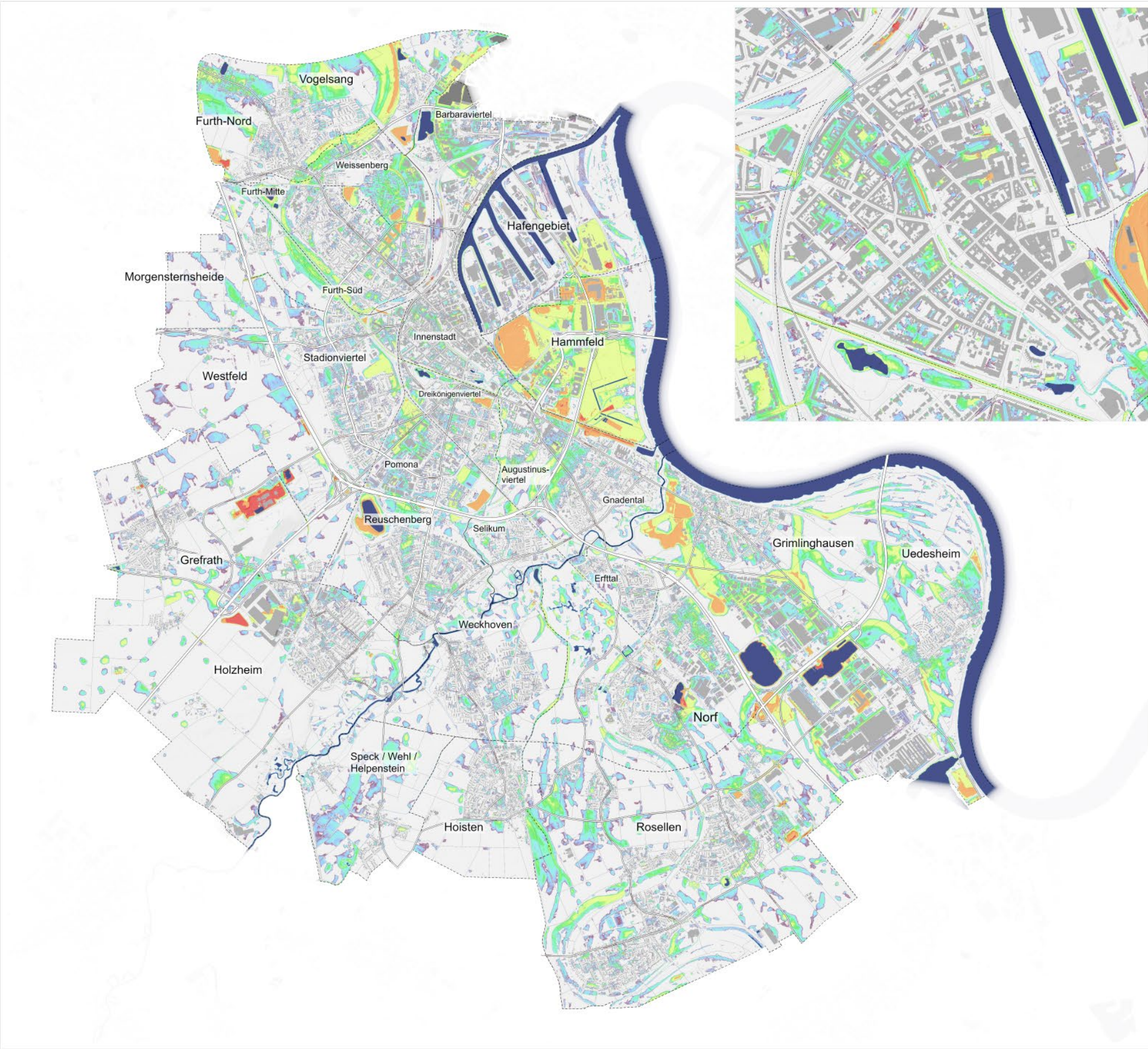
- Stadtbezirke Neuss
- Bahnverkehr
- Strassenverkehr
- Gebäudegrundflächen
- Fließ- und Stillgewässer

Datenherkunft

Hintergrundkarte: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>)

Gebäudedaten: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>) & Stadt Neuss (Integration von 18 vom AG ausgewählten Bebauungsplänen, Stand 2023)

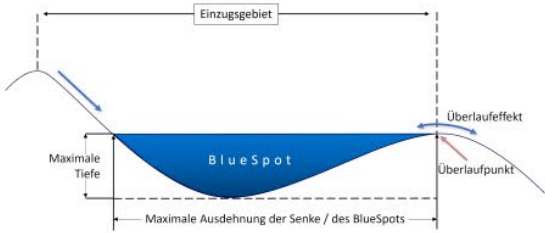
Topographische Daten DGM1: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>)



Klimaanpassungskonzept Stadt Neuss
Subsidiäre Themenkarte
BlueSpot Berechnung Tiefenausprägung
09/2023

Tiefenausprägung der BlueSpots

0,01m - 0,05m	0,4m - 0,6m	2,5m - 5m
0,05 - 0,1m	0,6m - 0,8m	>5m
0,1m - 0,2m	0,8m - 1m	
0,2m - 0,4m	1m - 2,5m	



BlueSpots sind Bereiche, die i.d.R. eine topographische Senke / Mulde darstellen, die bei stärkerem Wassereintrag durch abfließendes Oberflächenwasser gefüllt werden. Übersteigen die eingebrachten Wassermassen das Fassungsvermögen der BlueSpots erfolgt ein Überlaufen (Spillover) zu Lasten des in der Topographie hierarchisch nachfolgenden (und somit tiefer liegenden) Bereichs.

Für den Untersuchungsraum wurden diese potentiellen Überschwemmungsbereiche auf Informationsgrundlage der vorherrschenden topographischen Bedingungen, mittels des DGM1 (Digitales Gelände Modell 1 m) ermittelt. Unterirdische Kanalnetze und die natürliche Wasseraufnahmefähigkeit von Vegetationsflächen (Infiltration) wurden in dieser computerbasierten Berechnung nicht berücksichtigt. Es handelt sich dementsprechend um eine "Worst-Case" Betrachtung, die bei typischen Starkregenereignissen auftreten kann. Ist die Kapazität einer Senke erreicht, wird das überschüssige Wasservolumen weitergegeben.

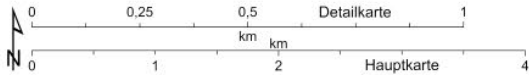
Die Darstellung der Tiefenausprägung dient in erster Linie dazu, ergänzend zur flächenhaften Erfassung der BlueSpots, die Tiefe, und damit auch das potentielle Fassungsvermögen sichtbar zu machen. Die konkreten Zahlen zur Kapazität jedes einzelnen BlueSpots sind in den digitalen GIS Daten gespeichert, so das auch über die Nutzung der analogen / digitalen Karte hinaus, diese Informationen für eine weitere Bearbeitung zur Verfügung stehen.

Insbesondere die Darstellung der Tiefenausprägung verdeutlicht die oft vorhandene topographische Heterogenität der BlueSpot Flächen. So können bspw. Tiefgarageneinfahrten oder Muldenausprägungen im Kontext einer Brückensituation, etc. erfasst werden.

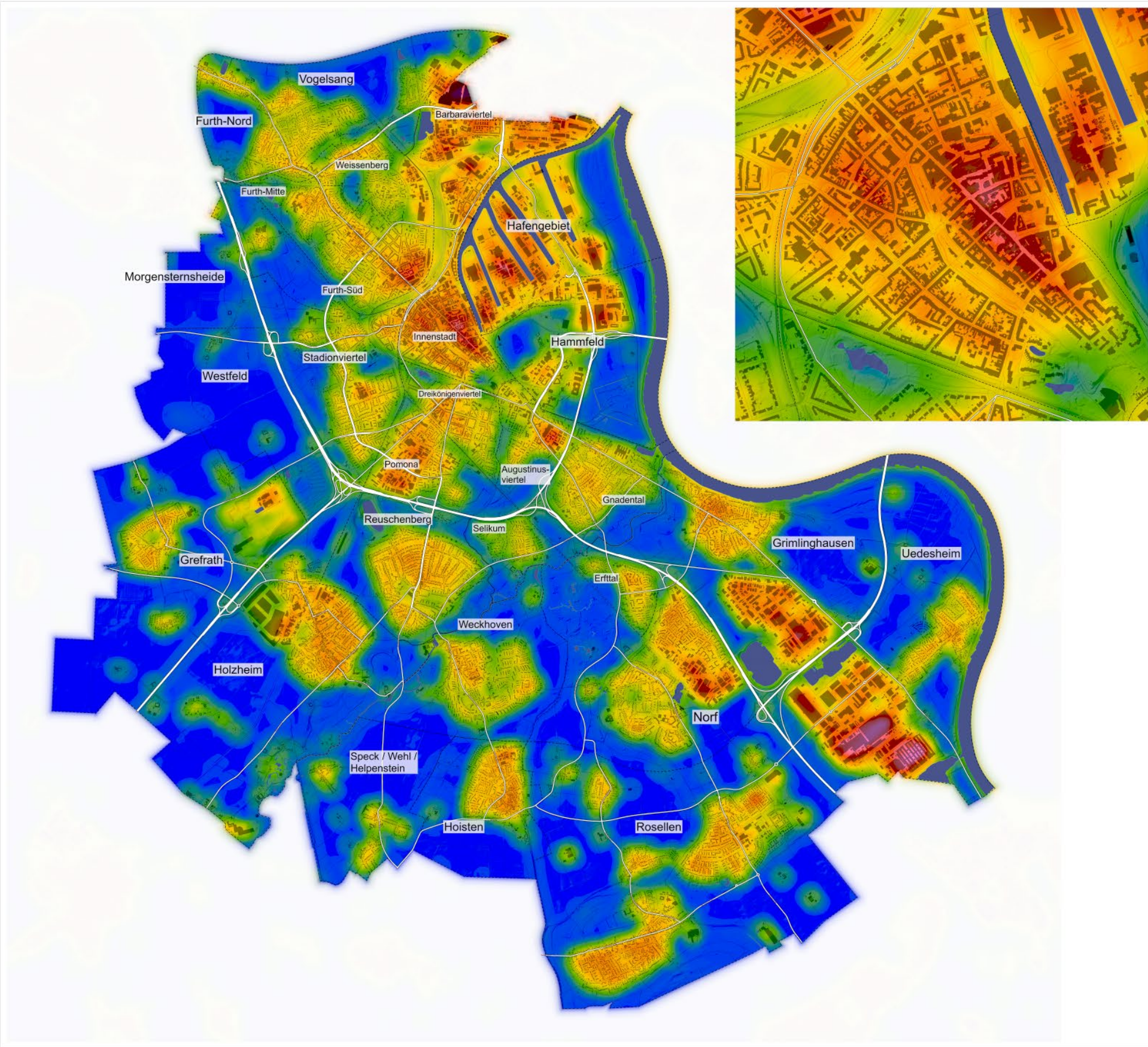
Die großflächigen Oberflächeneinzugsgebiete (ab ca. 10 ha bis 15 ha) besitzen typischerweise ein sehr homogenes und meist flaches topographisches Erscheinungsbild. Trotz der geringen Tiefe dieser Flächen, besitzen sie oft nur ein geringes Überlaufisiko, da über die Fläche eine hohe Kapazität erzeugt wird.

Hintergrunddaten

- Stadtbezirke Neuss
- Bahnverkehr
- Strassenverkehr
- Gebäudegrundflächen
- Fließ- und Stillgewässer



Datenherkunft
Hintergrundkarte: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>)
Gebäudedaten: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>) & Stadt Neuss (Integration von 18 vom AG ausgewählten Bebauungsplänen, Stand 2023)
Topographische Daten DGM1: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>)



Klimaanpassungskonzept Stadt Neuss
Subsidiäre Themenkarte
Bodennahe nächtliche Lufttemperatur (04:00 Uhr)
09/2023



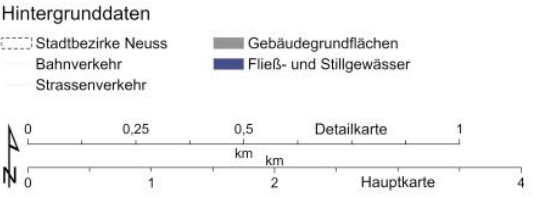
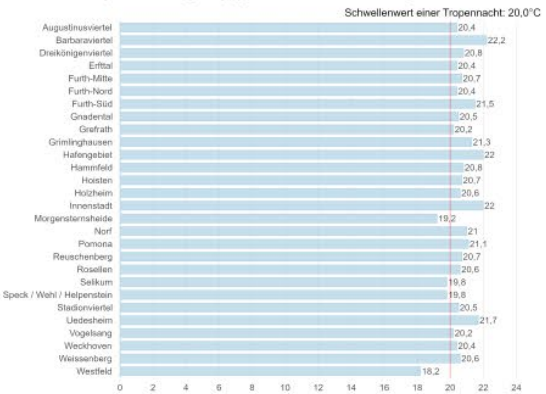
Die subsidiäre Themenkarte der bodennahen nächtlichen Lufttemperatur wird für den 21.06. um 04:00 Uhr nachts, während eines "Heißen Tages" berechnet. Als Eingangsparameter für die anzunehmende Lufttemperatur im Außenbereich wird das Mittel der Tagesmaxima sowie der Nachtminima für "Heiße Tage" über 30°C während der letzten 30 Jahre (1991 - 2021) ermittelt. Als Referenzstation zur Ermittlung der Werte dient die DWD-Station Düsseldorf Flughafen. Entsprechend lässt sich ein typischer "Heißer Tag" in der Region, während der letzten 30 Jahre, mit einem Maximum von 32,2°C und einem Minimum in der Nacht von 17,4°C im Außenbereich charakterisieren.

Für die lokaltypische nächtliche Durchlüftung wird eine austauscharme Wetterlage ohne regionale Überströmung angenommen, in der eine Schwachwindsituation in Form des bodennahen Flurwindes dominierend ist. Entsprechend wird als Eingangsparameter für das bodennahe nächtliche Windfeld auf die in den Kaltluftsimulationen berechneten Windgeschwindigkeiten zurückgegriffen.

Anmerkung: Die berücksichtigten B-Pläne werden nur über ihre Bebauungsstruktur abgebildet. Vegetationsstrukturen werden aus dem Bestand übernommen.

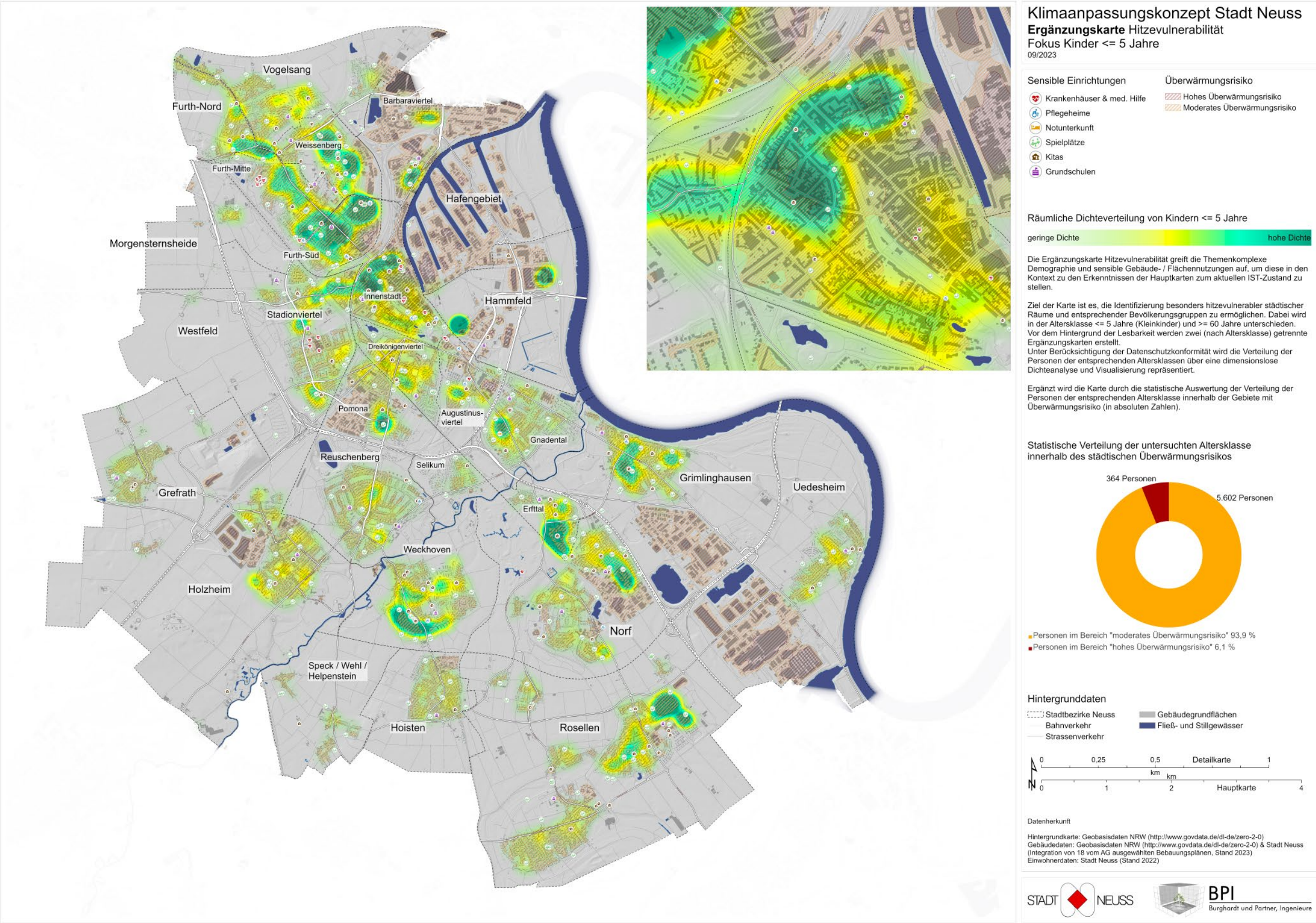
Die nachfolgende statistische Auswertung beschreibt die typische Ausprägung der bodennahen nächtlichen Lufttemperatur für den bebauten Siedlungsraum. Das berechnete gesamtstädtische Mittel des bebauten Raums liegt bei 20,65°C und damit knapp über dem Schwellenwert von 20,0°C für eine Tropennacht. Insgesamt liegen 4 Stadtbezirke in ihrem nächtlichen Temperaturmittel unter 20,0°C. Gesamtstädtisch lässt sich folgern, dass im Kontext des zunehmenden Auftretens von Hitzewellen und "Heißen Tagen" großflächig ausgeprägte thermische Belastungsräume entstehen können.

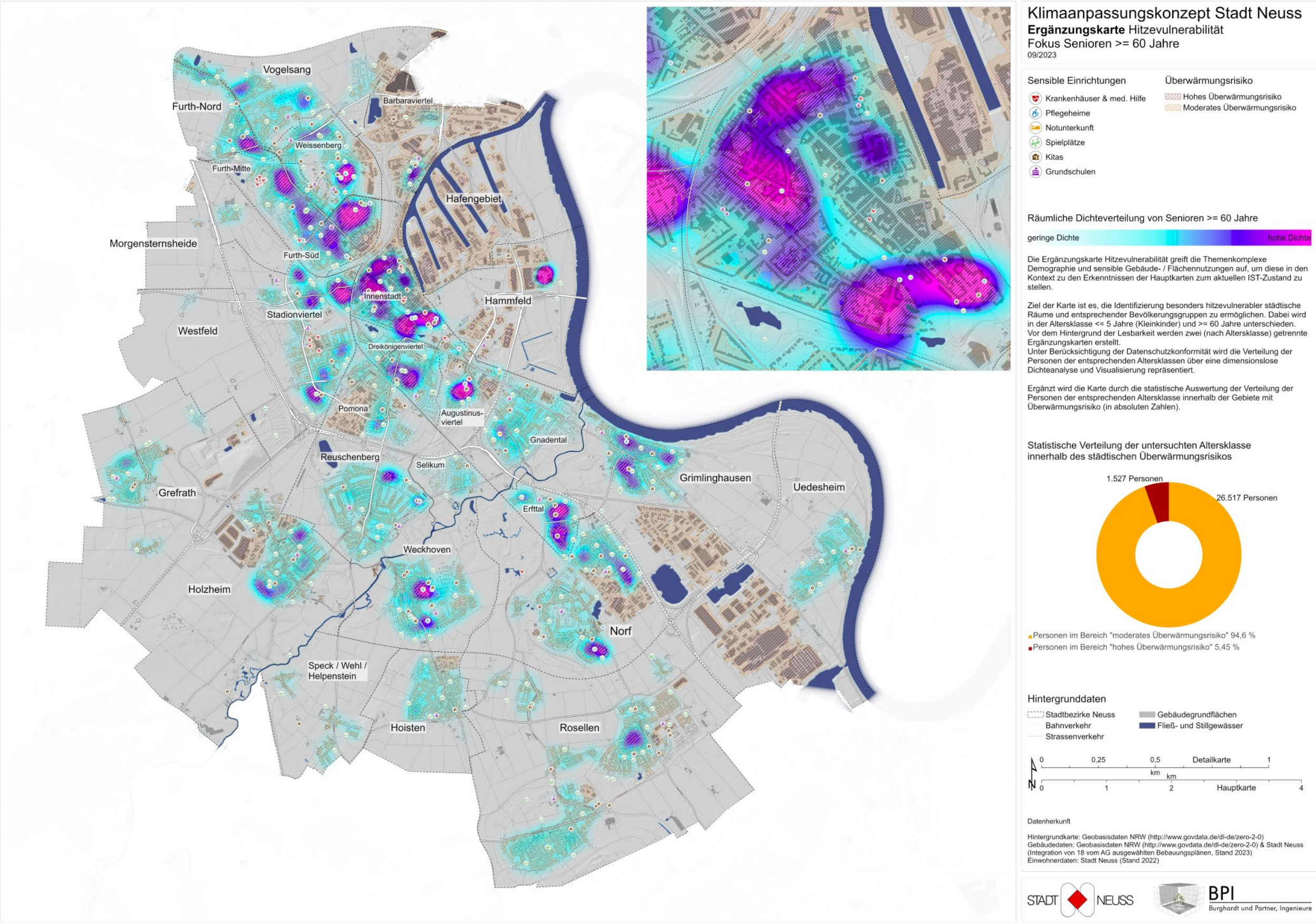
Mittlere bodennahe nächtliche Lufttemperatur im bebauten Raum nach einem (für die Region) typischen "Heißen Tag"

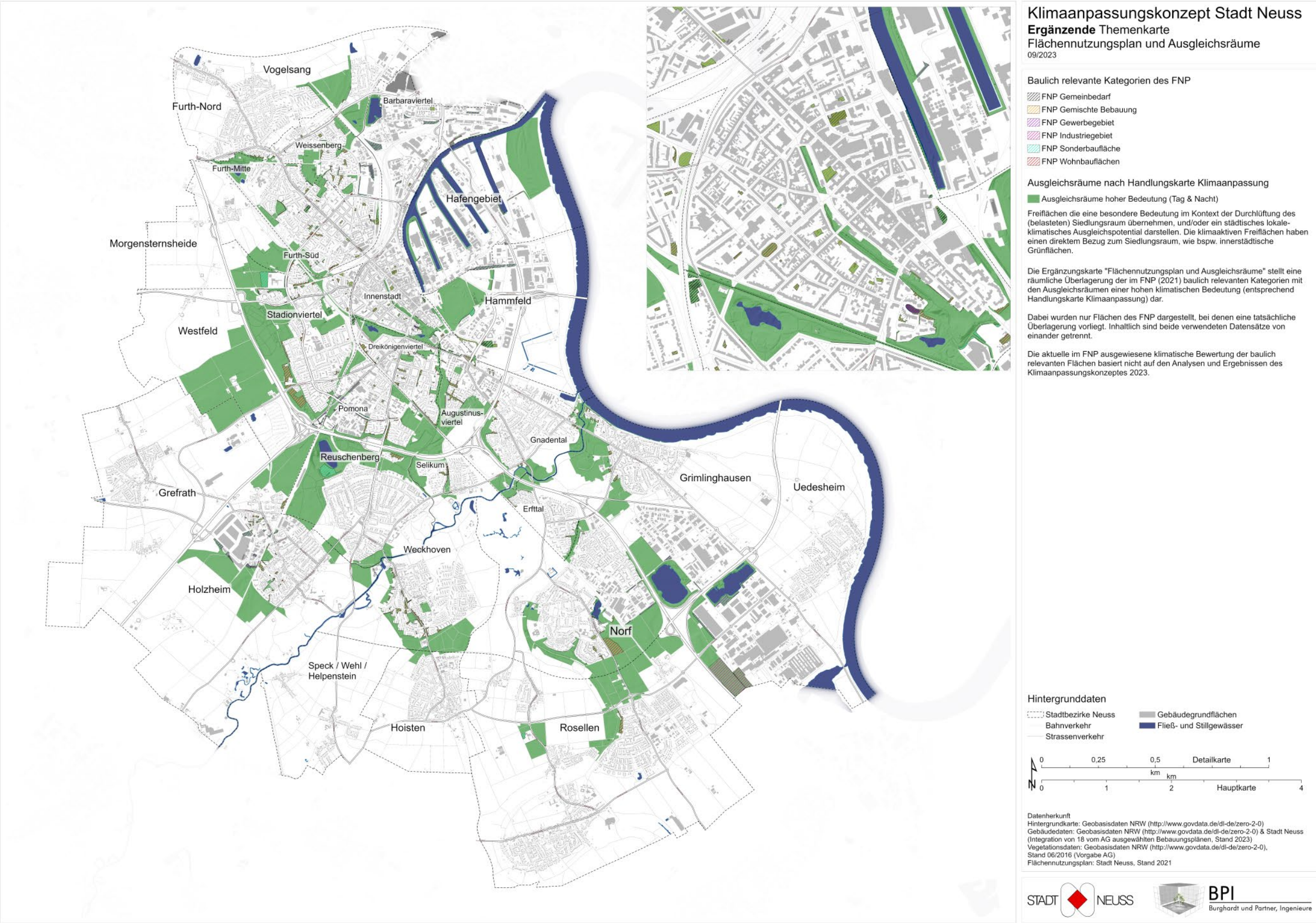


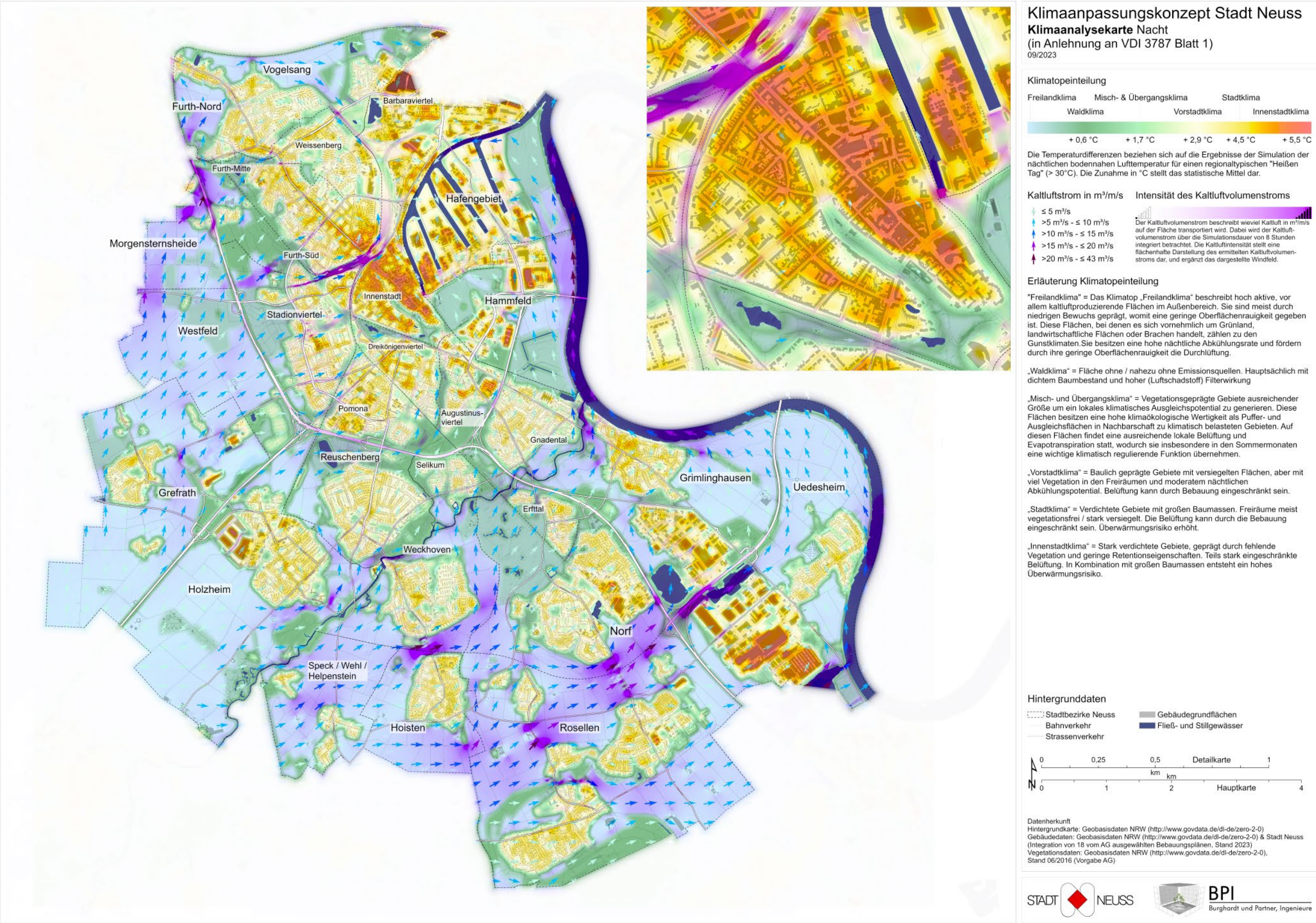
Datenherkunft

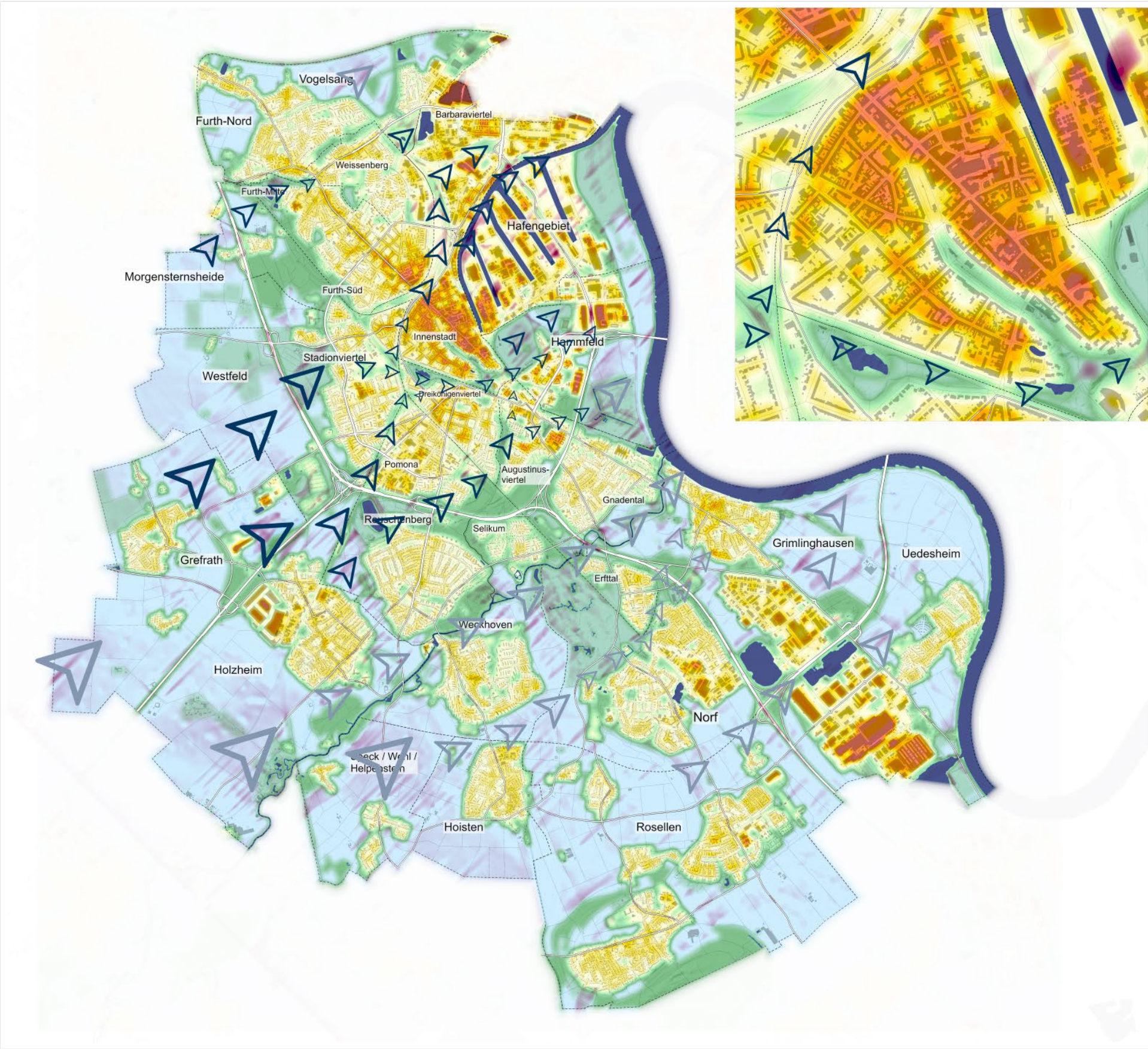
Hintergrundkarte: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>)
Gebäudedaten: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>) & Stadt Neuss (Integration von 18 vom AG ausgewählten Bebauungsplänen, Stand 2023)
Topographische Daten DGM1: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>)
Meteorologische Hintergrunddaten: Deutscher Wetterdienst, Stand 2022











Klimaanpassungskonzept Stadt Neuss

Klimaanalysekarte Tag

(in Anlehnung an VDI 3787 Blatt 1)

09/2023

Klimatopeinteilung

Freilandklima	Misch- & Übergangsklima	Stadtklima
Waldklima	Vorstadtklima	Innenstadtklima
+ 0,1 °C	+ 0,3 °C	+ 0,4 °C
	+ 0,8 °C	+ 1,5 °C

Die Temperaturdifferenzen beziehen sich auf die Ergebnisse der Simulation der nächtlichen bodennahen Lufttemperatur für einen regionaltypischen "Heißen Tag" (> 30°C). Die Zunahme in °C stellt das statistische Mittel dar.

Regionaltypische Anströmung (Sommer / Tag)

Luftleitbahnen

Luftleitbahnen (hohe Bedeutung)

Luftleitbahnen (mittlere Bedeutung)

Intensität der Durchlüftung

Erläuterung Klimatopeinteilung

"Freilandklima" = Das Klimatop "Freilandklima" beschreibt hoch aktive, vor allem kulluftproduzierende Flächen im Außenbereich. Sie sind meist durch niedrigen Bewuchs geprägt, womit eine geringe Oberflächenrauigkeit gegeben ist. Diese Flächen, bei denen es sich vornehmlich um Grünland, landwirtschaftliche Flächen oder Brachen handelt, zählen zu den Gunstklimaten. Sie besitzen eine hohe nächtliche Abkühlungsrate und fördern durch ihre geringe Oberflächenrauigkeit die Durchlüftung.

"Waldklima" = Fläche ohne / nahezu ohne Emissionsquellen. Hauptsächlich mit dichtem Baumbestand und hoher (Luftschadstoff) Filterwirkung

"Misch- und Übergangsklima" = Vegetationsgeprägte Gebiete ausreichender Größe um ein lokales klimatisches Ausgleichspotential zu generieren. Diese Flächen besitzen eine hohe ökologische Wertigkeit als Puffer- und Ausgleichsflächen in Nachbarschaft zu klimatisch belasteten Gebieten. Auf diesen Flächen findet eine ausreichende lokale Belüftung und Evapotranspiration statt, wodurch sie insbesondere in den Sommermonaten eine wichtige klimatisch regulierende Funktion übernehmen.

"Vorstadtklima" = Baulich geprägte Gebiete mit versiegelten Flächen, aber mit viel Vegetation in den Freiräumen und moderatem nächtlichen Abkühlungspotential. Belüftung kann durch Bebauung eingeschränkt sein.

"Stadtklima" = Verdichtete Gebiete mit großen Baumassen. Freiräume meist vegetationsfrei / stark versiegelt. Die Belüftung kann durch die Bebauung eingeschränkt sein. Überwärmungsrisiko erhöht.

"Innenstadtklima" = Stark verdichtete Gebiete, geprägt durch fehlende Vegetation und geringe Retentionseigenschaften. Teils stark eingeschränkte Belüftung. In Kombination mit großen Baumassen entsteht ein hohes Überwärmungsrisiko.

Hintergrunddaten

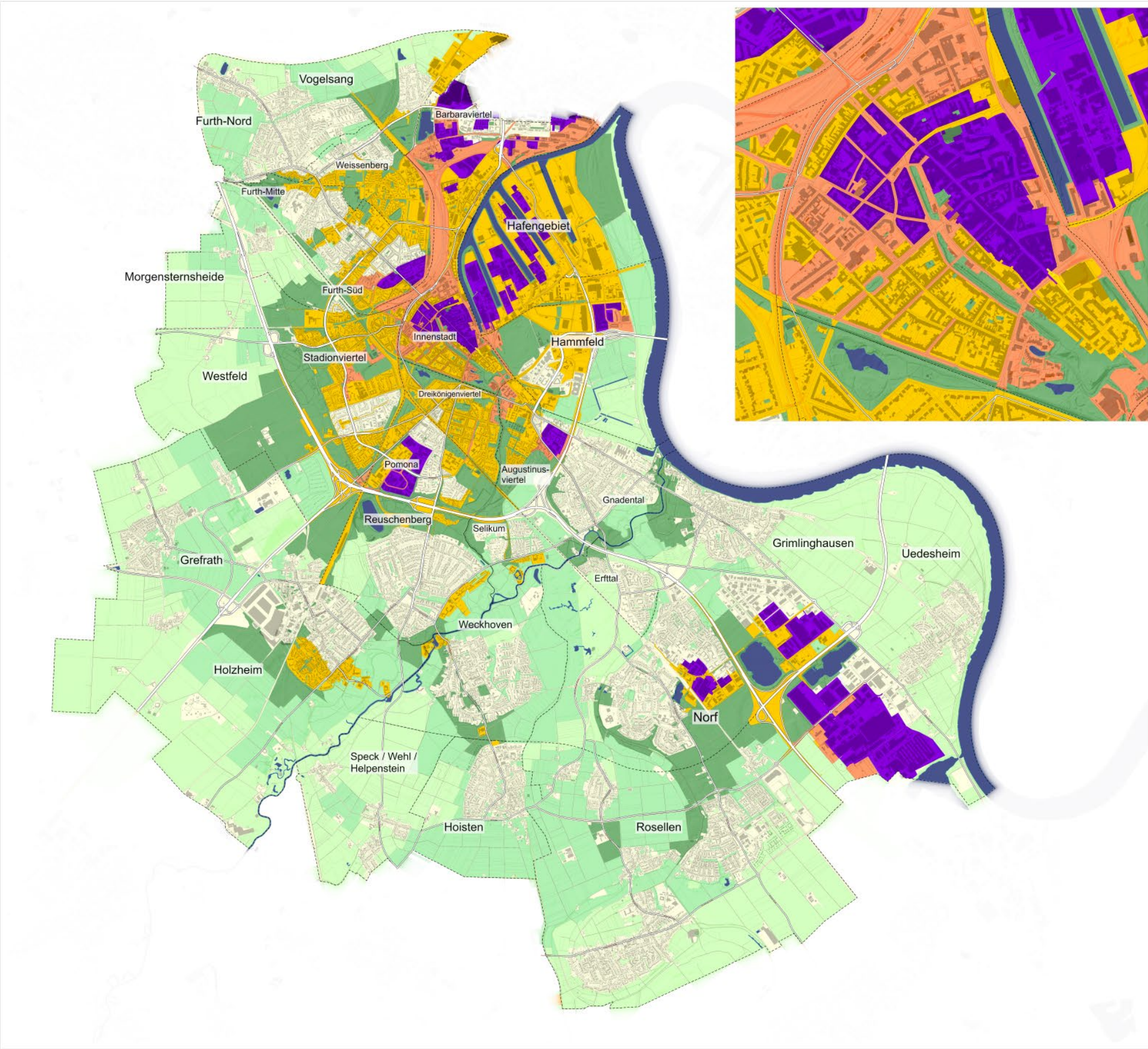
- Stadtbezirke Neuss
- Bahnverkehr
- Strassenverkehr
- Gebäudegrundflächen
- Fließ- und Stillgewässer

Datenherkunft

Hintergrundkarte: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/di-de/zero-2-0>)

Gebäudedaten: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/di-de/zero-2-0>) & Stadt Neuss (Integration von 18 vom AG ausgewählten Bebauungsplänen, Stand 2023)

Vegetationsdaten: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/di-de/zero-2-0>), Stand 06/2016 (Vorgabe AG)



Klimaanpassungskonzept Stadt Neuss
Handlungskarte Nacht
Klimaanpassung (in Anlehnung an VDI 3787 Blatt 1)
09/2023

Freiräume (Ausgleichsräume)

Ausgleichsraum hoher Bedeutung

Freiflächen die eine besondere Bedeutung im Kontext der nächtlichen Kaltluftentstehung und/oder des Kaltlufttransportes für den (belasteten) Siedlungsraum übernehmen. Die klimaaktiven Freiflächen haben einen direktem Bezug zum Siedlungsraum, wie bspw. innerstädtische Grünflächen.

Planungshinweis: Sollten trotz der klimatischen Bedeutsamkeit in diesen Gebieten Planungen in Erwägung gezogen werden, sind dafür klimatisch-lufthygienische Sondergutachten notwendig. Es wird empfohlen diese Flächen zu schützen und zu entwickeln. Planungen sind fachplanerisch-klimatisch von Beginn an inhaltlich substantiell in Entwurf und Planung zu begleiten.

Ausgleichsraum mittlerer Bedeutung

Freiflächen deren Kaltluftvolumenstrom nicht direkt in Richtung stark belasteter Siedlungsräume strömt oder es liegt eine geringe Kaltluftproduktion aufgrund der Ausstattung vor. Geringerer Empfindlichkeit gegenüber nutzungsändernden Eingriffen (im Vergleich zu Ausgleichsräumen hoher Bedeutung). Eine maßvolle Bebauung, die den regionalen / lokalen Kaltluftvolumenstrom nicht wesentlich beeinträchtigt ist möglich.

Planungshinweis: Eine klimatisch-lufthygienische Beurteilung (sachverständige Person) bzgl. Dimensionierung und Anordnung der Bauwerke sowie der Schaffung von Grün- und Ventilationsschneisen ist klimatisch zu empfehlen.

Ausgleichsraum geringer Bedeutung

Freiflächen mit nur geringem klimatischen Einfluss auf (belastete) Siedlungsgebiete, da ihre Lage und Exposition von der Siedlung abgewandt oder die nächtliche Entstehung und Bewegung von Kaltluftmassen für den Siedlungsraum nur im geringen Maße planungsrelevant sind. Planungshinweis: Größere Bauwerke wie Hochhäuser oder Gewerbegebiete sind möglich, dabei ist in Abhängigkeit des Ortes darauf zu achten, dass die lokale thermische Belastung durch Berücksichtigung des nächtlichen Kaltluftgeschehens in der Nacht minimiert wird.

Siedlungsräume (Belastungsräume)

Bebautes Gebiet mit geringer Belastung & geringer klimarelevanter Funktion

Bebaute Gebiete mit geringen nächtlichen klimatischen Funktionen und Belastung. Es gehen keine oder nur geringe Beeinträchtigungen oder Ausgleichsfunktionen von diesen Räumen auf umliegende Siedlungsbereiche aus. Planungshinweis: Keine nennenswerte nächtliche klimatisch-lufthygienische Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung und Bebauungsverdichtung. Bei größeren Vorhaben wird die Einholung oder Durchführung einer klimatischen Stellungnahme empfohlen.

Bebautes Gebiet mit klimarelevanter Funktion

Bebaute Gebiete, die aufgrund ihrer Lage und Bebauungsart klimarelevante Funktionen übernehmen können. Bspw. locker bebaute und durchgrünte Siedlungen oder Siedlungsränder, die nachts entsprechend abkühlen, und die den Wirkraum der Ausgleichsräumen in Richtung thermisch belastetere Siedlungsgebiete vergrößern.

Planungshinweis: Städtebauliche Vorhaben sind klimatisch zu prüfen. Die Prüfung sollte zudem immer konkret die Kompensierung der beeinträchtigten klimatischen Wirkung mit berücksichtigen.

Bebautes Gebiet mit bedeutender klimarelevanter Funktion

Bebaute Gebiete die für sich und angrenzende Siedlungsräume bedeutende klimarelevante Funktionen übernehmen, wobei Art und Dimension der vorhandenen Bebauung sehr unterschiedlich sein können.

Planungshinweis: Räume von besonderer klimatischer Planungssensibilität. Eine Behinderung des Kaltluftvolumenstroms ist zu vermeiden. Planungen sind fachplanerisch-klimatisch von Beginn an inhaltlich substantiell in Entwurf und Planung zu begleiten.

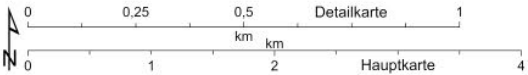
Bebautes Gebiet mit klimatisch-lufthygienischen Nachteilen

Vornehmlich verdichtete Siedlungsräume, die klimatisch-lufthygienisch stark belastet sind, und unter stadtklimatischen Gesichtspunkten sanierungsbedürftig sind. Planungshinweis: Eine städtebauliche Entwicklung oder städtebauliche Sanierung muss immer zu einer Verbesserung der nächtlichen klimatischen Belastungssituation beitragen.

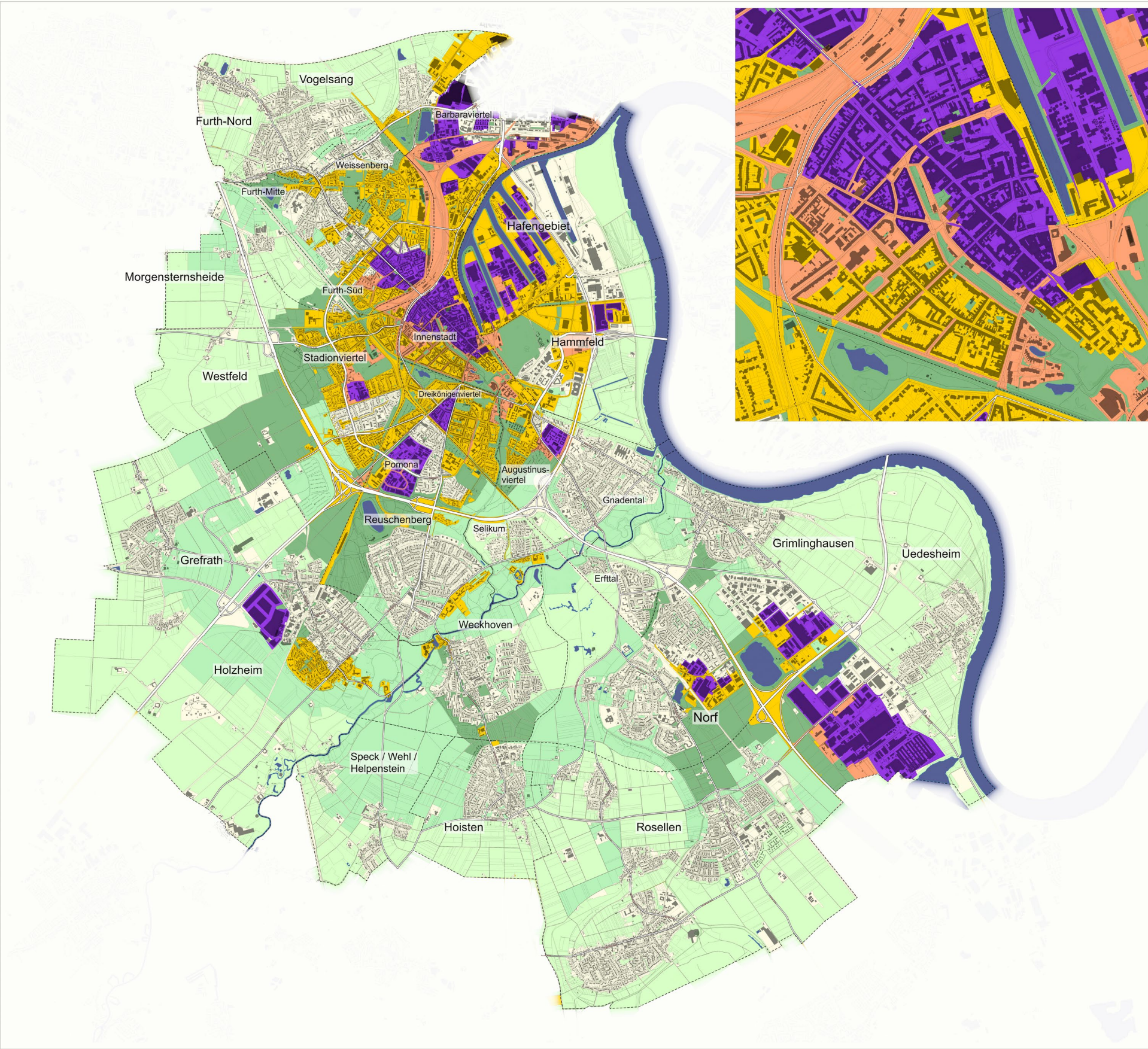
Hinweis: Die Handlungskarte Klimaanpassung wurde in Anlehnung der VDI Richtlinie 3787 Blatt 1 erstellt. Entsprechend variiert die Farbwahl der Klassen. Überdies wurde seitens der AG der Erstellung einer Nacht- sowie Tagkarte gewissigt. Da dies nach VDI nicht vorgesehen ist, können einzelne textliche Beschreibungen der Klassen variieren.

Hintergrunddaten

- Stadtbezirke Neuss
- Bahnverkehr
- Strassenverkehr
- Gebäudegrundflächen
- Fließ- und Stillgewässer



Datenherkunft
Hintergrundkarte: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>)
Gebäudedaten: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>) & Stadt Neuss (Integration von 18 vom AG ausgewählten Bebauungsplänen, Stand 2023)
Vegetationsdaten: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>), Stand 06/2016 (Vorgabe AG)



Klimaanpassungskonzept Stadt Neuss
Handlungskarte Tag
Klimaanpassung (in Anlehnung an VDI 3787 Blatt 1)
09/2023

Freiräume (Ausgleichsräume)

Ausgleichsraum hoher Bedeutung

Freiflächen die eine besondere Bedeutung im Kontext der Durchlüftung des (belasteten) Siedlungsraum übernehmen, und/oder ein städtisches lokale-klimatisches Ausgleichspotential darstellen. Die klimaaktiven Freiflächen haben einen direkten Bezug zum Siedlungsraum, wie bspw. innerstädtische Grünflächen.

Planungshinweis: Sollten trotz der klimatischen Bedeutsamkeit in diesen Gebieten Planungen in Erwägung gezogen werden, sind dafür klimatisch-lufthygienische Sondergutachten notwendig. Es wird empfohlen diese Flächen zu schützen und zu entwickeln. Planungen sind fachplanerisch-klimatisch von Beginn an inhaltlich substantiell in Entwurf und Planung zu begleiten.

Ausgleichsraum mittlerer Bedeutung

Freiflächen auf denen die tägliche Durchlüftung nicht im direkten Kontext (stark) belasteter Siedlungsräume steht oder das Durchlüftungspotential fällt insgesamt gering aus. Geringerer Empfindlichkeit gegenüber nutzungsändernden Eingriffen (im Vergleich zu Ausgleichsräumen hoher Bedeutung). Eine maßvolle Bebauung, die die regionale / lokale Anströmung nicht wesentlich beeinträchtigt ist möglich.

Planungshinweis: Eine klimatisch-lufthygienische Beurteilung (sachverständige Person) bzgl. Dimensionierung und Anordnung der Bauwerke sowie der Schaffung von Grün- und Ventilationsschneisen ist klimatisch zu empfehlen.

Ausgleichsraum geringer Bedeutung

Freiflächen mit nur geringem klimatischen Einfluss auf (belastete) Siedlungsgebiete, da ihre Lage und Exposition von der Siedlung und der lokalen / regionalen Anströmung abgewandt sind.

Planungshinweis: Größere Bauwerke wie Hochhäuser oder Gewerbegebiete sind möglich, dabei ist in Abhängigkeit des Ortes darauf zu achten, dass die lokale thermische Belastung durch Berücksichtigung des Durchlüftungspotentials am Tag minimiert wird.

Siedlungsräume (Belastungsräume)

Bebautes Gebiet mit geringer Belastung und geringer klimarelevanter Funktion

Bebaute Gebiete mit geringer klimatischer Funktionen am Tag. Es gehen keine oder nur geringe Beeinträchtigungen oder Ausgleichsfunktionen von diesen Räumen auf umliegende Siedlungsbereiche aus.

Planungshinweis: Keine nennenswerte tägliche klimatisch-lufthygienische Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung und Bebauungsverdichtung. Bei größeren Vorhaben wird die Einholung oder Durchführung einer klimatischen Stellungnahme empfohlen.

Bebautes Gebiet mit klimarelevanter Funktion

Bebaute Gebiete, die aufgrund ihrer Lage und Bauweise klimarelevante Funktionen übernehmen können. Bspw. bebaute und durchgrünte Bereiche oder Siedlungsränder, die den Wirkraum der Ausgleichsräumen am Tag in Richtung thermisch belastetere Siedlungsgebiete vergrößern können.

Planungshinweis: Städtebauliche Vorhaben sind klimatisch zu prüfen. Die Prüfung sollte zudem immer konkret die Kompensierung der beeinträchtigten klimatischen Wirkung mit berücksichtigen.

Bebautes Gebiet mit bedeutender klimarelevanter Funktion

Bebaute Gebiete die für sich und angrenzende Siedlungsräume bedeutende klimarelevante Funktionen übernehmen, wobei Art und Dimension der vorhandenen Bebauung sehr unterschiedlich sein können.

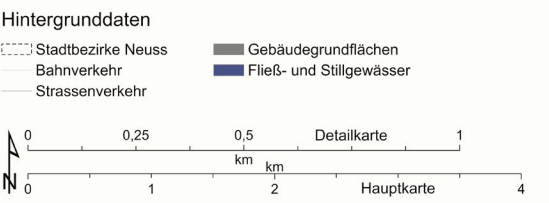
Planungshinweis: Räume von besonderer klimatischer Planungssensibilität. Eine Behinderung Durchlüftungspotentials am Tag ist zu vermeiden. Planungen sind fachplanerisch-klimatisch von Beginn an inhaltlich substantiell in Entwurf und Planung zu begleiten.

Bebautes Gebiet mit klimatisch-lufthygienischen Nachteilen

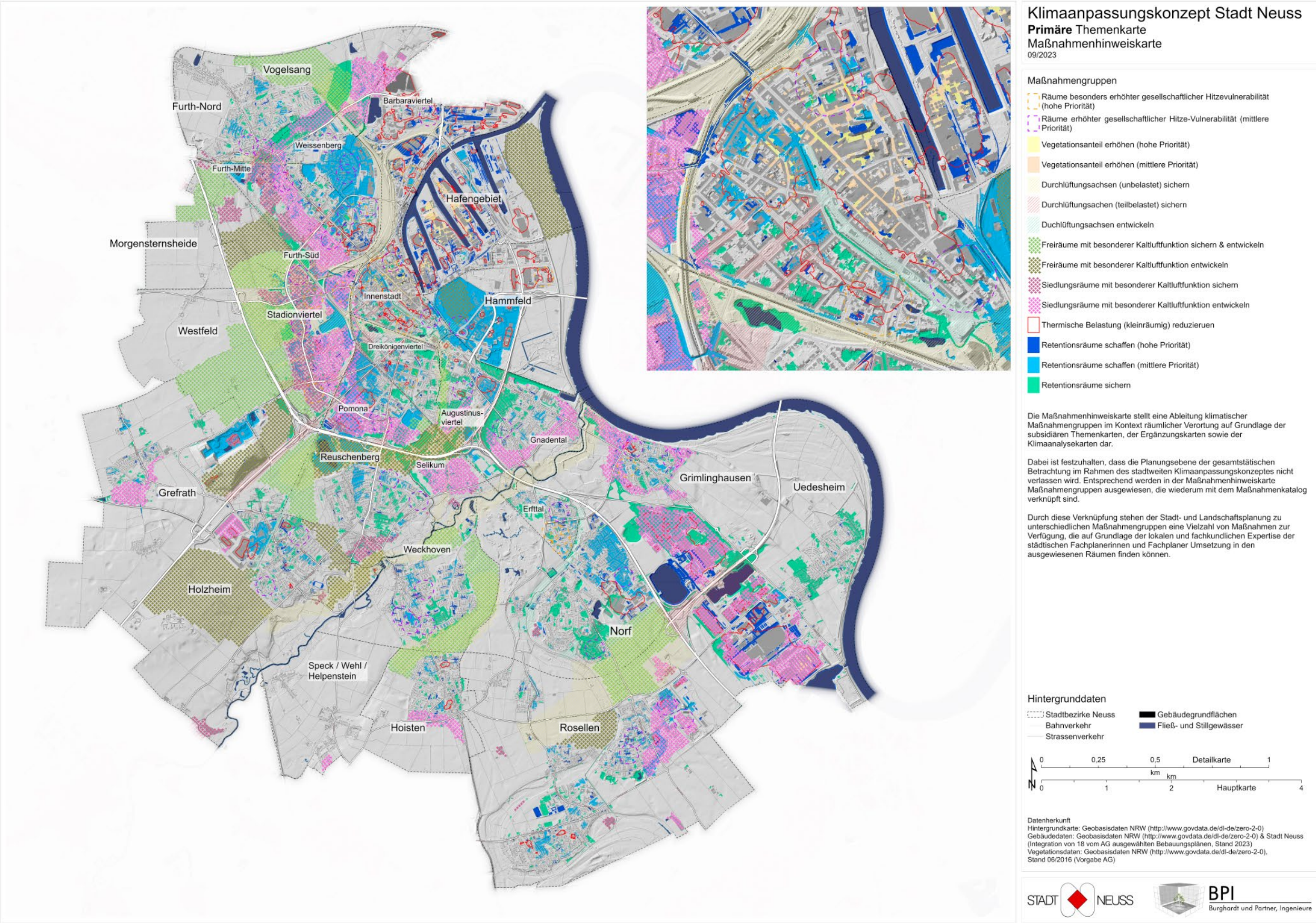
Vornehmlich verdichtete Siedlungsräume, die klimatisch-lufthygienisch stark belastet sind., und unter stadtklimatischen Gesichtspunkten sanierungsbedürftig sind.

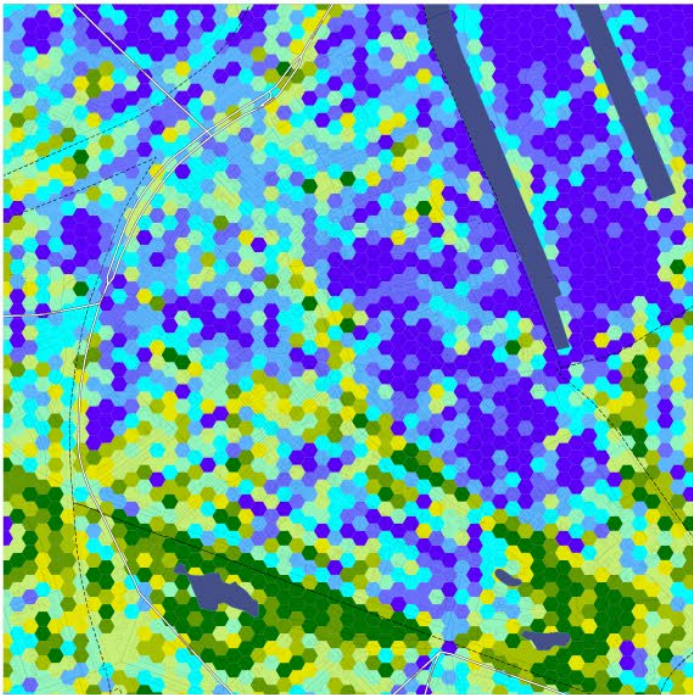
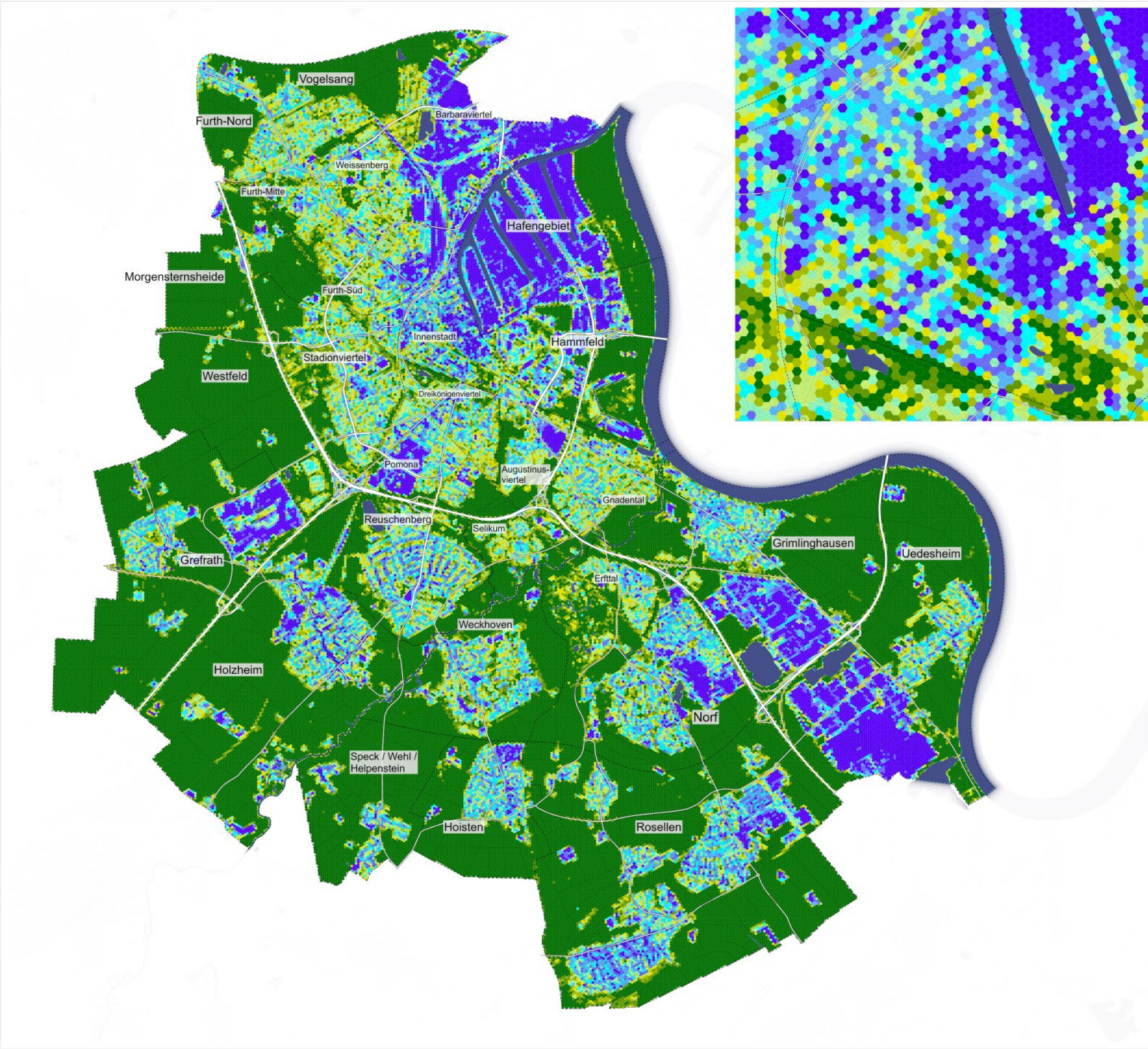
Planungshinweis: Eine städtebauliche Entwicklung oder städtebauliche Sanierung muss immer zu einer Verbesserung der nächtlichen klimatischen Belastungssituation beitragen.

Hinweis: Die Handlungskarte Klimaanpassung wurde in Anlehnung der VDI Richtlinie 3787 Blatt 1 erstellt. Entsprechend variiert die Farbwahl der Klassen. Ebenfalls wurde seitens des AG die Erstellung einer Nacht- sowie Tag-Karte gewünscht. Da dies nach VDI nicht vorgesehen ist, können einzelne textliche Beschreibungen der Klassen variieren.



Datenherkunft:
Hintergrundkarte: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>)
Gebäudedaten: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>) & Stadt Neuss (Integration von 18 vom AG ausgewählten Bebauungsplänen, Stand 2023)
Vegetationsdaten: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>), Stand 06/2016 (Vorgabe AG)





Klimaanpassungskonzept Stadt Neuss

Monitoring Themenkarte

Mittlerer Vegetationsanteil (Stand 2016)

09/2023

Mittlerer Vegetationsanteil auf 1.000 m²

0% - 10%	41% - 50%	81% - 90%
11% - 20%	51% - 60%	91% - 100%
21% - 30%	61% - 70%	
31% - 40%	71% - 80%	

Die Monitoringkarte "Mittlerer Vegetationsanteil" beschreibt den berechneten statistischen Mittelwert des Anteils von Vegetation für ein reguläres Hexagon-Grid mit einer Flächengröße von 1.000m². Dabei stellt die Verwendung eines hexagonalen Analyseumusters, die genaueste geometrische Form, vor dem Hintergrund einer lückenlosen statistischen Betrachtung des Untersuchungsraums dar.

Die Vegetation wurde auf Grundlage von Luftbildern aus dem Jahr 2016 computergestützt erfasst. Dabei lag die räumliche Auflösung der Erfassung bei 20 cm.

Um eine Vergleichbarkeit der einzelnen Stadtbezirke zu / unter einander zu ermöglichen, bezieht die nachfolgende statistische Auswertung der Stadtbezirke, ausschließlich den tatsächlich bebauten Siedlungsraum in die Auswertung mit ein. Offenland, Waldstrukturen o.ä., die typischerweise in den peripheren Stadtbezirken dominant sind, wurden nicht berücksichtigt. Damit ist es möglich, die Durchgrünung im Kontext der eigentlichen Bebauung zu betrachten und zu vergleichen.

Der Mittelwert der Durchgrünung des bebauten Raums aller Stadtbezirke zusammengekommen liegt bei 44,1%.

Mittlerer Vegetationsanteil des bebauten Raums nach Stadtbezirken

Mittelwert aller Stadtbezirke: 44,1 %

Augustinusviertel	47,8
Barbaraviertel	16,3
Dreikönigenviertel	50,6
Erfthal	49
Furth-Mitte	53,2
Furth-Nord	50,4
Furth-Süd	43,8
Gnadental	53,6
Grefrath	43,5
Grimlinghausen	31,8
Hafengebiet	10,5
Hammfeld	34,1
Hoisten	42,8
Holzheim	49,4
Innenstadt	34,2
Morgensternsheide	59,1
Norf	38,5
Pomona	37,5
Reuschenberg	45,4
Rosellen	41,6
Selikum	60,6
Speck / Wehl / Helpenstein	48,1
Stadionviertel	50
Uedesheim	53,9
Vogelsang	27,1
Weckhoven	48,7
Weissenberg	47,2
Westfeld	65,7

Hintergrunddaten

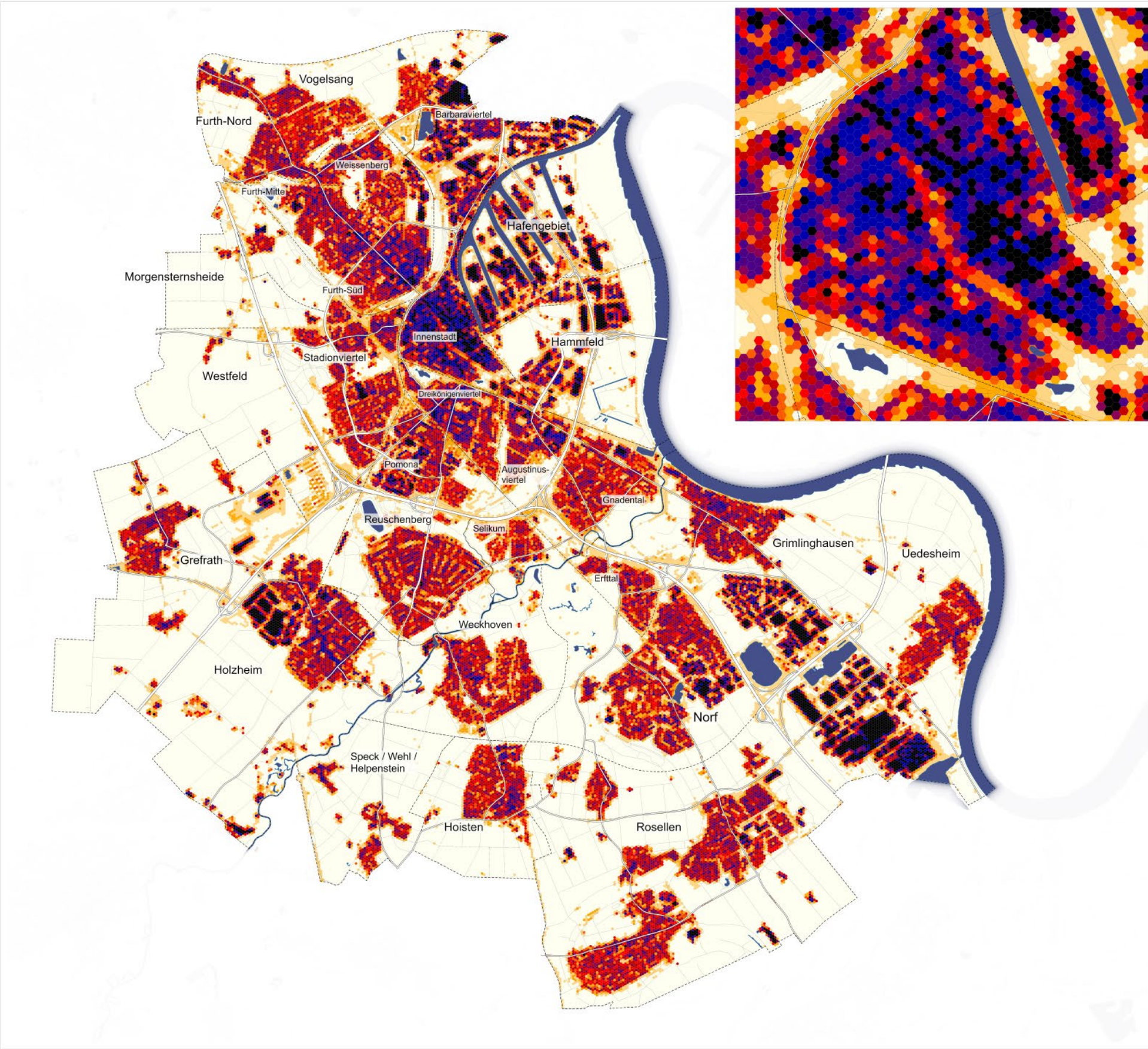
Stadtbezirke Neuss
Bahnverkehr
Strassenverkehr
Gebäudegrundflächen
Fließ- und Stillgewässer

0 0,25 0,5 1 km
0 1 2 4 km

Detaillkarte
Hauptkarte

Datenherkunft

Hintergrundkarte: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/di-de/zero-2-0>)
Gebäudedaten: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/di-de/zero-2-0>) & Stadt Neuss (Integration von 18 vom AG ausgewählten Bebauungsplänen, Stand 2023)
Luftbilder für Vegetationserfassung: Stadt Neuss, Stand 2016 (Vorgabe AG)



Klimaanpassungskonzept Stadt Neuss

Monitoring Themenkarte
Mittlere Baulich-räumliche Offenheit (Stand 2023)
09/2023

Baumassenvolumendichte (auf 1 ha) gemittelt auf 1.000 m²

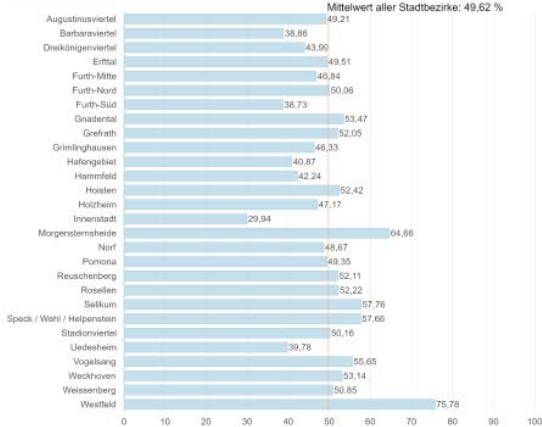


Die Monitoringkarte "Mittlere baulich-räumliche Offenheit" beschreibt den berechneten statistischen Mittelwert des Anteils des sichtbaren Himmels vom Boden aus betrachtet. Die baulich-räumliche Offenheit wird mit einer räumlichen Auflösung von 1 m berechnet und beinhaltet die Topographie sowie alle Gebäude in 3D. Der Mittelwert wurde für ein reguläres Hexagon-Grid mit einer Flächengröße von 1.000m² berechnet. Dabei stellt die Verwendung eines hexagonalen Analysemodells, die genaueste geometrische Form, vor dem Hintergrund einer lückenlosen statistischen Betrachtung des Untersuchungsraums dar.

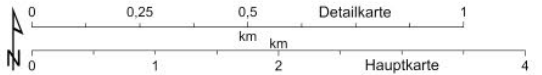
Die baulich-räumliche Offenheit ist, ebenso wie die Baumassenvolumendichte ein wichtiger Indikator, zur Erfassung der stadtmorphologischen Charakteristik. Diese ist wiederum für klimatische Aspekte wie der potentiellen Wärme- / Energiespeicherkapazität von Bedeutung. Aus planerischer Sicht bedeutet eine höhere baulich-räumliche Offenheit ein mehr an "Freiraum", durch eine größere Offenheit / Sichtbarkeit des Himmels. Daran gekoppelt sind auch klimatische Aspekte wie eine Erhöhung des Durchlüftungspotentials und einer Reduzierung des "Hitze-Fallen-Effekte" welcher typischerweise in Straßenschluchten entsteht.

Um eine Vergleichbarkeit der einzelnen Stadtbezirke zu / unter einander zu ermöglichen, bezieht die nachfolgende statistische Auswertung der Stadtbezirke, ausschließlich den tatsächlich bebauten Siedlungsraum in die Auswertung mit ein.
Der Mittelwert der baulich-räumlichen Offenheit aller Stadtbezirke zusammengekommen liegt bei 49,62 %.

Mittlerer Baumassenvolumendichte des bebauten Raums nach Stadtbezirken

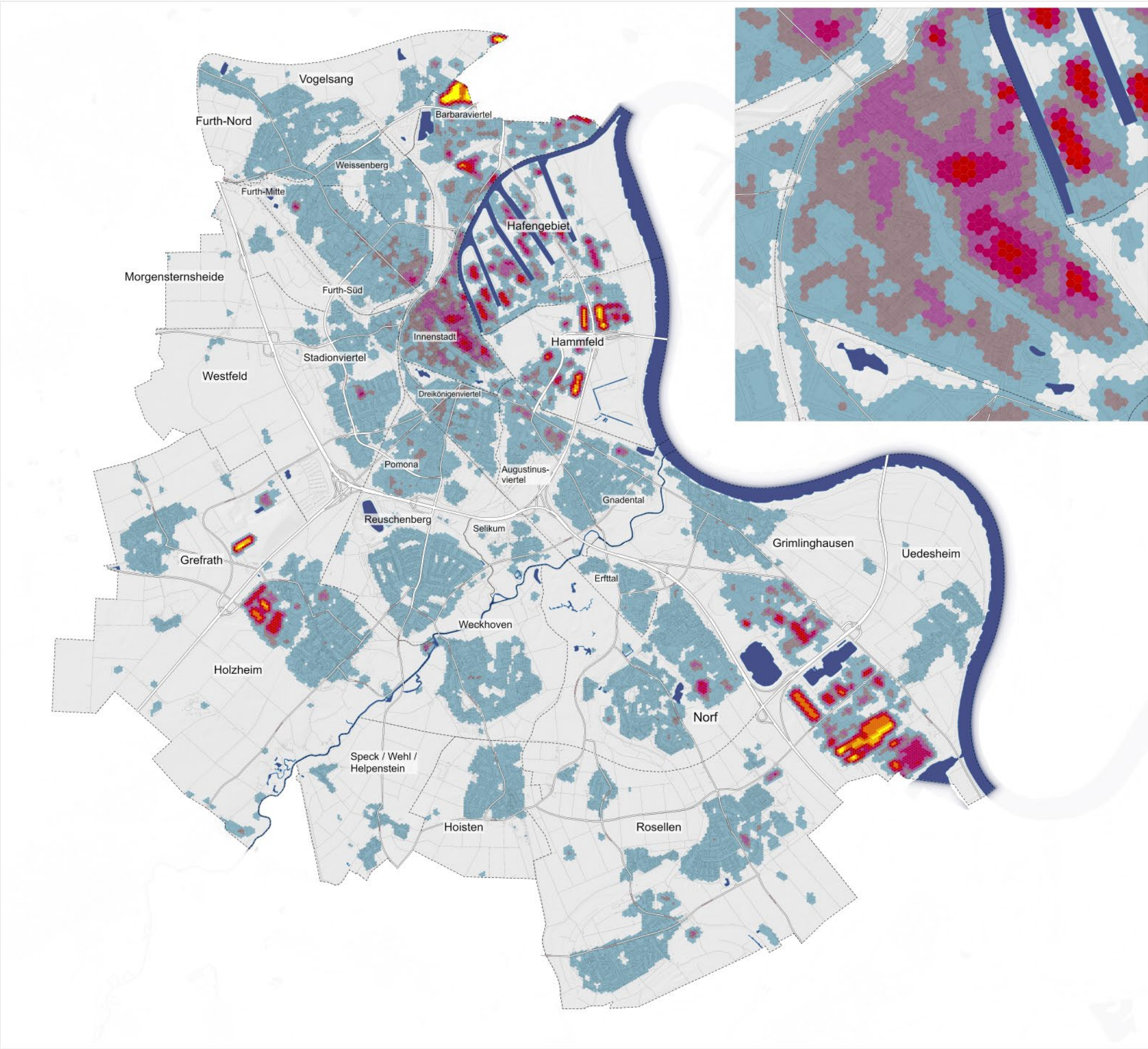


Hintergrunddaten



Datenherkunft

Hintergrundkarte: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/di-de/zero-2-0>)
Gebäudedaten: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/di-de/zero-2-0>) & Stadt Neuss
(Integration von 16 vom AG ausgewählten Bebauungsplänen, Stand 2023)



Klimaanpassungskonzept Stadt Neuss

Monitoring Themenkarte
Mittlere Baumassenvolumendichte (Stand 2023)
09/2023

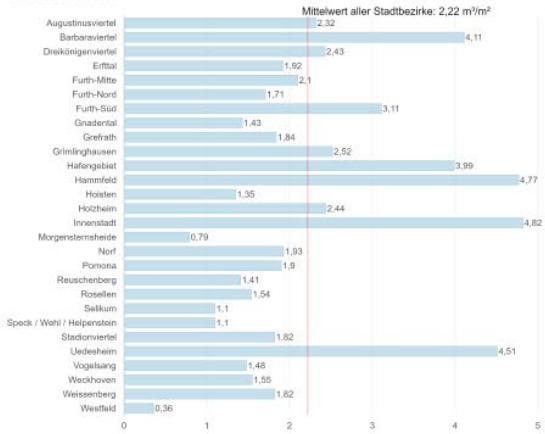


Die Monitoringkarte "Mittlere Baumassenvolumendichte" beschreibt den statistischen Mittelwert der berechneten Baumassenvolumendichte für ein reguläres Hexagon-Grid mit einer Flächengröße von 1.000m². Dabei stellt die Verwendung eines hexagonalen Analyseumsters, die genaueste geometrische Form, vor dem Hintergrund einer lückenlosen statistischen Betrachtung des Untersuchungsraums dar.

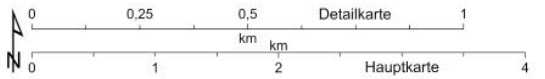
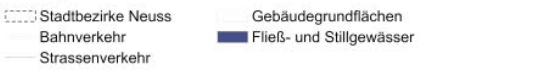
Die Baumassenvolumendichte wurde auf Grundlage der aktuellen Bebauung computergestützt 3-dimensional berechnet. Dabei wurde die Baumassenvolumendichte mit Bezug auf m³/m²/ha bei einer räumlichen Auflösung 1 m berechnet. Mit Hilfe der Baumassenvolumendichte lässt sich erfassen und abbilden, wie Baumassen im Siedlungsraum verteilt liegen, und ob bzw. wo Akkumulationseffekte auftreten. Generell sollte die Baumassenvolumendichte möglichst niedrig sein. Ein oberer Schwellenwert liegt zwischen 10 m³/m² und 15 m³/m². Dabei muss berücksichtigt werden, dass die Baumassenvolumendichte unter Berücksichtigung der Umgebung berechnet wird. Das heißt, eine Reduktion der Baumassenvolumendichte kann über die eigentliche Gebäudehöhe, aber auch über die Fläche und die bauliche Dichte erfolgen.

Um eine Vergleichbarkeit der einzelnen Stadtbezirke zu / unter einander zu ermöglichen, bezieht die nachfolgende statistische Auswertung der Stadtbezirke, ausschließlich den tatsächlich bebauten Siedlungsraum in die Auswertung mit ein.
Der Mittelwert der Baumassenvolumendichte des bebauten Raums aller Stadtbezirke zusammengekommen liegt bei 2,22 m³/m².

Mittlerer Baumassenvolumendichte des bebauten Raums nach Stadtbezirken



Hintergrunddaten



Datenherkunft
Hintergrundkarte: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/di-de/zero-2-0>)
Gebäudedaten: Geobasisdaten NRW (<http://www.govdata.de/di-de/zero-2-0>) & Stadt Neuss (Integration von 18 vom AG ausgewählten Bebauungsplänen, Stand 2023)

Anhang 4 Potenzielle Maßnahmenstandorte, Werkzeugliste, Steckbriefe

Abkürzungen Maßnahmen | Referenznummern Werkzeugliste

LfNr.	Abkürzung Maßnahmengruppe	Maßnahmengruppe	Abkürzung Maßnahmengruppe differenziert	Maßnahmengruppe differenziert	Referenznummern Werkzeugliste
1	VA	Vegetationsanteil	Va_e_h	Vegetationsanteil erhöhen (hohe Priorität)	1, 2, 4, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 33, 34, 43
2			Va_e_m	Vegetationsanteil erhöhen (mittlere Priorität)	
3			Db	Dachbegrünung für Gebäude in öffentlicher Hand	1, 17, 22, 26, 33, 43
4	DA	Durchlüftungsachsen	DA_unbl_s	Durchlüftungsachsen (unbelastet) sichern	6, 10, 13
5			DA_teilbl_s	Durchlüftungsachsen (teilbelastet) sichern	
6			DA_e	Duchlüftungsachsen entwickeln	
7	KF	Räume mit besonderer Kaltluftfunktion	FmbK_s_e	Freiräume mit besonderer Kaltluftfunktion (sichern & entwickeln)	6, 10, 11, 13
8			FmbK_e	Freiräume mit besonderer Kaltluftfunktion (sichern)	
9			SmbK_s_e	Siedlungsräume mit besonderer Kaltluftfunktion (sichern & entwickeln)	
10			SmbK_e	Siedlungsräume mit besonderer Kaltluftfunktion (sichern)	
11	TB	Thermische Belastung	TB_r	Thermische Belastung reduzieren	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 43
12	RR	Retentionsräume	Rr_s_h	Retentionsraum schaffen (hohe Priorität)	1, 3, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 29, 34, 43
13			Rr_s_m	Retentionsraum schaffen (mittlere Priorität)	
14			Rr_si	Retentionsraum sichern	16, 21, 22, 25, 26, 29, 34
15	HV	Hitzevulnerabilität	RbegH_h	Räume mit besonderer gesellschaftlicher Hitzevulnerabilität (hohe Priorität)	3, 6, 7, 14, 15, 16, 18
16			RbegH_m	Räume mit besonderer gesellschaftlicher Hitzevulnerabilität (mittlere Priorität)	

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen														
Nr.	Name	X-Koordinate	Y-Koordinate	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m
1	Berliner Pl.	337529,9368	5675600,453				Ja											
2	Damenstift Platz	338874,9893	5674534,973										Ja	Ja				
3	Kreisverkehr Wolberostrasse / Further Str	337835,7427	5675303,233				Ja						Ja					
4	Bahnhofsvorplatz	338332,589	5675076,945			Ja									Ja			
5	Adolf-Flecken Strasse	338232,1067	5674832,769										Ja				Ja	
6	Stadtbad / Hafenstrasse	338509,8058	5674786,139		Ja								Ja					Ja
7	Meerhof	338757,9809	5674667,619		Ja								Ja					
8	Freithof	338893,739	5674432,737										Ja					
9	St. Piusvorplatz	337647,4967	5673414,231									Ja						

Standort							Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen														
Nr.	Kategorie	X-Koordinate	Y-Koordinate	Name	Straße	HausNr.	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m
1	Krankenhaus u. med. Hilfe	337396,5901	5673564,029	Rheinland Kilinikum Lukaskrankenhaus	Preußenstr.	84				Ja					Ja		Ja				
2	Krankenhaus u. med. Hilfe	337396,5901	5673564,029	Rheinland Kilinikum Lukaskrankenhaus - Frauenklinik	Preußenstr.	84				Ja					Ja		Ja				
3	Krankenhaus u. med. Hilfe	337396,5901	5673564,029	Rheinland Kilinikum Lukaskrankenhaus - Klinik für Kinder und Jugendliche	Preußenstr.	84				Ja					Ja		Ja				
4	Krankenhaus u. med. Hilfe	337396,5901	5673564,029	Rheinland Kilinikum Lukaskrankenhaus - Zentrum für Neuropädiatrie	Preußenstr.	84				Ja					Ja		Ja				
5	Krankenhaus u. med. Hilfe	338657,0001	5674857,94	Rheinland Kilinikum Rheintorklinik	Hafenstr.	68	Ja	Ja								Ja					Ja
6	Krankenhaus u. med. Hilfe	336543,7063	5676184,965	Johanna-Etienne-Krankenhaus	Am Hasenberg	46								Ja							
7	Krankenhaus u. med. Hilfe	337381,9501	5673766,872	medicoreha-Welsink Rehabilitation GmbH - Ambulante Fachklinik für medizinische Rehabilitation Rhein-Kreis Neuss	Preußenstr.	84a			Ja						Ja						
8	Krankenhaus u. med. Hilfe	337381,9501	5673766,872	medicoreha-Welsink Rehabilitation GmbH - Kinderwelt, Zentrum für Säuglings- und Kindertherapie	Preußenstr.	84a			Ja						Ja						
9	Krankenhaus u. med. Hilfe	340523,0701	5670156,807	medicoreha-Welsink Rehabilitation GmbH - Medsport Institut	Am Golfplatz	1															
10	Krankenhaus u. med. Hilfe	336443,647	5676200,225	savita Rehabilitations- und Gesundheits-GmbH	Am Hasenberg	46								Ja			Ja				
11	Krankenhaus u. med. Hilfe	337252,018	5673726,003	Deutscher Kinderschutzbund Ortsverein Neuss e.V. - Krankenhausbesuchsdienst / Spielzimmer Kinderklinik	Preußenstr.	84								Ja							
12	Krankenhaus u. med. Hilfe	337396,5901	5673564,029	Rheinlandkliniken Lukaskrankenhaus - Rosa Damen (Krankenhausbesuchsdienst)	Preußenstr.	84				Ja					Ja		Ja				
13	Krankenhaus u. med. Hilfe	336483,7289	5676234,164	Johanna-Etienne-Krankenhaus - Grüne Damen	Am Hasenberg	46								Ja							
14	Krankenhaus u. med. Hilfe	339026,9001	5674150,425	Gemeinsame örtliche Servicestelle der Rehabilitationsträger	Oberstr.	33										Ja					Ja
15	Krankenhaus u. med. Hilfe	336501,2794	5676135,089	Allgem. Notdienstpraxis an den Städt. Kliniken Neuss	Am Hasenberg	46								Ja		Ja			Ja		

Standort							Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen														
Nr.	Kategorie	X-Koordinate	Y-Koordinate	Name	Straße	HausNr.	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m
16	Krankenhaus u. med. Hilfe	337254,8415	5673632,839	Kinderärztliche Notdienstpraxis an den Städt. Kliniken Neuss, Lukaskrankenhaus	Preußenstr.	84								Ja							
17	Krankenhaus u. med. Hilfe	336478,6202	5676124,286	Medizinisches Zentrum für Erwachsene Menschen mit Behinderung	Am Hasenberg	46								Ja							
18	Krankenhaus u. med. Hilfe	339696,8474	5673129,451	Allgemeinpsychiatrische Tagesklinik St. Bernhard	Berghäuschengsweg	4													Ja		
19	Krankenhaus u. med. Hilfe	339337,9968	5673756,311	Ambulantes Zentrum	Selikumer Str.	4			Ja									Ja			
20	Krankenhaus u. med. Hilfe	337396,5901	5673564,029	Ambulanz für Kinder- und Jugendpsychiatrie	Preußenstr.	84				Ja					Ja		Ja				
21	Krankenhaus u. med. Hilfe	339357,8591	5673733,504	St- Alexius- / St.-Josef-Krankenhaus	Nordkanalallee	99			Ja									Ja			
22	Krankenhaus u. med. Hilfe	337095,1947	5675260,148	Tagesklinik St. Benedikt	Steinhausstr.	40								Ja							
23	Krankenhaus u. med. Hilfe	336449,0381	5676119,208	Tagesklinik St. Anna & Psychiatrische Institutsambulanz	Am Hasenberg	46								Ja							
24	Krankenhaus u. med. Hilfe	338712,6421	5674362,989	Stadt Neuss - Bereitschaftsdienst	Markt	2		Ja								Ja					
25	Krankenhaus u. med. Hilfe	337396,5901	5673564,029	Ökumenische Notfallseelsorge	Preußenstr.	84				Ja					Ja		Ja				
26	Krankenhaus u. med. Hilfe	339335,5095	5673756,389	Suchtambulanz	Selikumer Str.	4			Ja									Ja			
27	Krankenhaus u. med. Hilfe	339710,2949	5673126,785	Allgemeinpsychiatrische Abendklinik St. Bernhard	Berghäuschengsweg	4													Ja		
28	Krankenhaus u. med. Hilfe	337396,5901	5673564,029	Ambulanz für Kinderschutz	Preußenstr.	84				Ja					Ja		Ja				
29	Krankenhaus u. med. Hilfe	338695,1402	5674326,295	Stadt Neuss - Jugendamt (Schutz bei Kindeswohlgefährdung)	Michaelstr.	16	Ja	Ja								Ja					
30	Pflegeheim	338828,0546	5674061,421	Haus am Rosengarten	Friedrichstr.	2-6					Ja								Ja	Ja	

Standort							Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen														
Nr.	Kategorie	X-Koordinate	Y-Koordinate	Name	Straße	HausNr.	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m
31	Pflegeheim	338182,2	5675833,448	Elise-Averdieck-Haus	Wingender Str.	26												Ja			Ja
32	Pflegeheim	337807,6501	5676290,05	Haus Nordpark	Neusser Weyhe	90												Ja			Ja
33	Pflegeheim	337150,0434	5675259,579	Haus St. Georg	Steinhausstr.	40				Ja				Ja							
34	Pflegeheim	338997,3601	5669884,332	Heinrich-Grüber-Haus	Gohrer Str.	34															Ja
35	Pflegeheim	339644,8301	5673050,067	Johannes von Gott Seniorenpflegeheim	Meertal	6															Ja
36	Pflegeheim	338945,1201	5671242,672	Seniorenheim St. Hubertusstift Neuss gGmbH	Aurinstr.	2															Ja
37	Pflegeheim	339551,0701	5673591,328	Altenheim Mutterhaus Kloster Immaculata	Augustinusstr.	46												Ja			
38	Pflegeheim	339071,1001	5669403,681	St. Theresienheim	Theresienstr.	4											Ja				Ja
39	Pflegeheim	342130,8101	5672163,437	St. Josefs Altenheim	Cyriakustr.	62									Ja						Ja
40	Pflegeheim	339201,0501	5674055,353	Pflegeheim Herz-Jesu	Am Stadtarchiv	10a												Ja			Ja
41	Pflegeheim	337820,1347	5675016,029	Alloheim Senioren-Residenz Neuss	Katharina- Braeckeler-Str.	6									Ja	Ja					
42	Pflegeheim	341771,3248	5669301,903	Diakonie Stift Norf	Elise-Stoffels-Str.	9													Ja		
43	Pflegeeinrichtung	340178,0535	5672280,033	Notunterkunft (ehemals) Flieder- Haus	Gnadentaler Allee	15													Ja		Ja
44	Grundschule	336916,1801	5677166,902	Adolf-Clarenbach-Schule	Clarenbachplatz	1															
45	Grundschule	337867,0101	5671146,359	Albert-Schweitzer-Schule	Tulpenstr.	66															

Standort							Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen														
Nr.	Kategorie	X-Koordinate	Y-Koordinate	Name	Straße	HausNr.	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m
46	Grundschule	338930,898	5676527,415	Grundschulverbund "DIE BRÜCKE" (Teilstandort)	Heerdter Str.	69											Ja				
47	Grundschule	337587,8102	5675465,429	Burgunderschule	Burgunderstr.	1															
48	Grundschule	339933,5039	5673646,824	Dreikönigenschule	Hammfelddamm	2a															
49	Grundschule	338887,5702	5672865,401	Friedrich-von-Bodelschwingh-Schule	Weberstr.	49															
50	Grundschule	340789,9601	5671269,909	Gebrüder-Grimm-Schule	Harffer Str.	9															
51	Grundschule	337620,7402	5676052,755	Grundschulverbund "DIE BRÜCKE"	Weissenberger Weg	151															
52	Grundschule	339191,7302	5669522,243	Grundschule Kyburg	Maximilian-Kolbe-Str.	14															
53	Grundschule	341806,7401	5670160,267	Geschwister-Scholl-Grundschule	Ruhrstr.	38															
54	Grundschule	337222,4301	5673908,984	Görresschule	Konrad-Adenauer-Ring	67			Ja					Ja	Ja		Ja	Ja			Ja
55	Grundschule	336737,4202	5674648,64	ISR - International School on the Rhine gGmbH	Konrad-Adenauer-Ring	2			Ja			Ja		Ja				Ja			
56	Grundschule	336960,8001	5676801,609	Karl-Kreiner-Schule	Gladbacher Str.	60													Ja		
57	Grundschule	338049,4862	5674372,66	Kreuzschule	Sternstr.	43															
58	Grundschule	337328,0401	5676129,828	Leoschule	Am Kivitzbusch	30													Ja		
59	Grundschule	338067,1301	5674351,952	Martin-Luther-Schule	Sternstr.	45											Ja				
60	Grundschule	337060,5501	5670419,241	Martinus-Schule Holzheim	Martinstr.	19															

Standort							Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen														
Nr.	Kategorie	X-Koordinate	Y-Koordinate	Name	Straße	HausNr.	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m
61	Grundschule	338647,2301	5674829,319	Münsterschule	Hafenstr.	29	Ja	Ja								Ja					Ja
62	Grundschule	341750,3701	5672298,97	Pestalozzi-Schule	Pestalozzistr.	2			Ja						Ja						
63	Grundschule	339205,7201	5667948,98	Richard-Schirrmann-Schule	Holstener Schulstr.	13									Ja						
64	Grundschule	341132,2801	5669548,321	St.-Andreas-Schule	Norfer Schulstr.	13															
65	Grundschule	338625,7801	5670859,908	St.-Hubertus-Schule	Aurinstr.	57															
66	Grundschule	340327,5102	5672825,405	St.-Konrad-Schule	Löhrestr.	7													Ja		
67	Grundschule	345504,8702	5670481,741	St.-Martinus-Schule	Rheinfährstr.	161															
68	Grundschule	341009,1302	5666663,915	St.-Peter-Schule	Rosellener Schulstr.	9												Ja			
69	Grundschule	334280,7601	5671600,284	St.-Stephanus-Schule	Birkhofstr.	26															
70	Grundschule	342690,2145	5667819,112	Grundschule Allerheiligen	Am Henselsgraben	15									Ja			Ja			
71	Kita	342780,685	5667712,05	Abenteuerland	Am Henselsgraben	19									Ja						
72	Kita	337877,5901	5674976,221	Arche Noah	Kurze Str.	51			Ja						Ja						
73	Kita	336558,9801	5676198,271	Augustinus Strolche	Am Hasenberg	46								Ja			Ja				
74	Kita	337063,6301	5674443,464	Blaue Maus	Rheydter Str.	176								Ja							
75	Kita	338477,8001	5674784,905	Hafenspatzen	Hafenstr.	18	Ja	Ja								Ja					Ja

Standort							Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen														
Nr.	Kategorie	X-Koordinate	Y-Koordinate	Name	Straße	HausNr.	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m
76	Kita	338545,74	5677129,791	Haus Sonnenschein	Bockholtstr.	51										Ja					
77	Kita	339678,6001	5671790,842	Kita Sternschnuppe	Cranachstr.	89a									Ja						
78	Kita	335984,1575	5668312,691	Kinder Insel Hombroich	Kapellener Str.	75															
79	Kita	337091,7801	5667817,313	Kindergarten Helpenstein e.V.	An den Weiden	32															
80	Kita	337396,5901	5673564,029	Kindertageseinrichtung Libelle e.V.	Preußenstr.	84				Ja					Ja		Ja				
81	Kita	338884,1904	5669397,524	Familienzentrum Weckhoven	Ferdinand-von Lünnick-Weg	1															Ja
82	Kita	339078,4302	5673963,888	Am Wasserturm	Mühlenstr.	61					Ja										Ja
83	Kita	340958,2726	5671272,167	DRK Familienzentrum Harfferstr.	Harffer Str.	11a															
84	Kita	336718,9801	5669979,835	Kita Schatzkiste	Albert-Schatz-Str.	73															Ja
85	Kita	338772,5402	5669549,557	Kita "Friederike Fliedner"	Am Palmstrauch	11															Ja
86	Kita	341040,4802	5671035,227	Kita Bedburger Str.	Bedburger Str.	82															Ja
87	Kita	342127,8039	5672242,678	Kita St. Cyriakus	Cyriakusstr.	37b									Ja			Ja			
88	Kita	338251,8301	5674233,332	Ein Haus für Kinder	Drususallee	59															
89	Kita	337431,6801	5672881,376	Kita Einsteinstr.	Einsteinstr.	196								Ja						Ja	
90	Kita	342116,8801	5670401,961	Kita Emsstr.	Emsstr.	13												Ja			

Standort							Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen														
Nr.	Kategorie	X-Koordinate	Y-Koordinate	Name	Straße	HausNr.	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m
91	Kita	341275,2801	5666195,399	Kita Föhrestr.	Föhrestr.	2															
92	Kita	340269,7501	5672024,06	Kita Kindersegen	Gnadentaler Allee	38									Ja						
93	Kita	338523,6082	5673422,258	Kita Hl. Dreikönige	Dreikönigenstr.	1a															
94	Kita	337682,4938	5676273,244	Kita Hl. Geist	Neusser Weyhe	70c												Ja			Ja
95	Kita	339079,0501	5669988,074	Zauberhütte	Hüttenstr.	34															Ja
96	Kita	344992,1001	5669907,877	Kita Friedensbrücke	Johann-Bugenhausen-Str.	2a													Ja		
97	Kita	340313,0596	5675024,498	Kita "Kleine Leute, Große Welt"	An der Hammer Brücke	10															
98	Kita	338877,9984	5676419,833	Kita Lebendiges Haus	Heerdter Str.	37														Ja	
99	Kita	341601,1418	5669118,17	Lessingplatz	Lessingplatz	2													Ja		Ja
100	Kita	339664,9401	5672975,655	Kita Meertal	Meertal	8															Ja
101	Kita	340796,0086	5669616,024	Kita St. Andreas	Müggenburgstr.	2															
102	Kita	342267,949	5668046,042	Kita Neusser Landstr.	Neusser Landstr.	3a															
103	Kita	341292,1957	5670395,555	Kita Norfbauchaue	An der Norf	10					Ja			Ja							
104	Kita	341737,2701	5670399,863	Kita St. Michael	Lahnstr.	9															
105	Kita	341030,8235	5671181,766	Kita St. Cornelius	Harffer Str.	50															Ja

Standort							Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen														
Nr.	Kategorie	X-Koordinate	Y-Koordinate	Name	Straße	HausNr.	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m
106	Kita	338907,8978	5671249,289	Kita St. Hubertus	Lupinenstr.	149															Ja
107	Kita	336786,8801	5676615,377	Kita St. Josef	Gladbacher Str.	10									Ja						
108	Kita	340345,8601	5672652,332	Kita St. Konrad	Konradstr.	33															
109	Kita	345606,7498	5670512,214	Kita Wichtel vom Schmiedeweg	Schmiedeweg	1															
110	Kita	339133,7702	5669636,986	Kita St. Paulus	Maximilian-Kolbe-Str.	12													Ja		
111	Kita	339490,4674	5668035,512	Kita St. Peter (Hoisten)	Schützenstr.	6c															
112	Kita	340965,4001	5667115,977	Kita St. Peter (Rosellen / Allerheiligen)	Brunnenstr.	3															
113	Kita	337592,8573	5673399,741	Kita St. Pius X	St. Pius-Kirchplatz	4									Ja			Ja			
114	Kita	338752,3001	5674498,389	Kita St. Quirin	Münsterplatz	16		Ja									Ja				
115	Kita	334531,5101	5671464,972	Kita St. Stephanus	Mergelsweg	49									Ja						
116	Kita	337227,4628	5677451,746	Kita St. Thomas-Morus	Daimlerstr.	242															
117	Kita	340645,6501	5668069,303	Kita St. Antonius-Str.	St. Antoniusstr.	14											Ja				
118	Kita	337771,1801	5671459,004	Kita Tulpenstr	Tulpenstr.	6															
119	Kita	342526,4001	5671977,39	Kita Wahlenstr.	Wahlenstr.	14a															
120	Kita	338719,8801	5672714,135	Kita Weberstr. e. V.	Weberstr.	88															

Standort							Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen														
Nr.	Kategorie	X-Koordinate	Y-Koordinate	Name	Straße	HausNr.	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m
121	Kita	337716,2701	5676855,595	Kleine Freiheit	Vogelsangstr.	63															
122	Kita	338042,7701	5675840,232	Kleine Welt	Wingender Str.	33														Ja	Ja
123	Kita	338168,3801	5674804,162	Maria Goretti Kindergarten	Kapitelstr.	32										Ja		Ja		Ja	
124	Kita	336223,1301	5676859,363	Marienburg	Marienburger Str.	25															Ja
125	Kita	337063,6301	5674443,464	Pustelblume	Rheydter Str.	176								Ja							
126	Kita	340602,4349	5673025,133	Regenbogen	Dunantstr.	36									Ja						
127	Kita	336735,7002	5676986,914	Schatzinsel	Furtherhofstr.	42															
128	Kita	342168,2961	5671740,119	Sonnenblume	Jakob-Herbert-Str.	12														Ja	
129	Kita	339175,7401	5673994,341	Kita am Obertor	Oberstr.	7															Ja
130	Kita	337266,0666	5676113,113	Tausendfüßler	Am Kivitzbusch	7a					Ja										
131	Kita	336622,8901	5670915,83	Villa Purzelbaum	Bahnhofstr.	21															
132	Kita	341867,8001	5666560,883	Waldkindergarten Frischlinge e.V.	Neuenberger Str.	54													Ja		
133	Kita	337275,3901	5676085,441	Wetterhäuschen	Am Kivitzbusch	7					Ja										
134	Kita	337688,3402	5676522,291	Wirbelwind	Am Kotthäuser Weg	3												Ja			
135	Kita	342247,3302	5667351,668	Wurzelzwerge	August-Macke-Str.	65															Ja

Standort							Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen														
Nr.	Kategorie	X-Koordinate	Y-Koordinate	Name	Straße	HausNr.	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m
136	Kita	336125,7201	5677370,731	Blaues Haus	Kaarster Str.	125															
137	Kita	336761,6951	5674630,489	ISR-Kindergarten	Konrad-Adenauer-Ring	2			Ja			Ja		Ja							
138	Kita	338374,1301	5672653,689	Kita Am Baldhof	Am Baldhof	1e													Ja		
139	Kita	337000,3001	5670345,443	Maria Regina Kindergarten	Martinstr.	11															
140	Kita	338593,0129	5673112,667	Mullewapp	Eichendorffstr.	58												Ja			
141	Kita	337432,3601	5675523,029	Christ-König	Friedenstr.	12				Ja					Ja						
142	Kita	336988,7411	5675778,25	Kappeswiese	Freiheitstr.	32									Ja						
143	Kita	336019,1567	5676797,665	Kita Lange Hecke	Lange Hecke	4															
144	Kita	336709,3301	5676755,228	Kita Kaarster Str.	Kaarster Str.	14									Ja				Ja		
145	Kita	334562,2001	5671502,952	Alte Penne Grefrath	Trockenpützstr.	10									Ja						
146	Kita	339995,2696	5673765,888	Hammfeld	Hammfelddamm	4b		Ja													
147	Kita	338158,2601	5674483,23	Kita Breite Str.	Breite Str.	159										Ja				Ja	
148	Kita	337903,6436	5673080,055	Hof Turmalin	Jülicher Landstr.	142									Ja			Ja			
149	Kita	342629,5404	5667368,28	Zauberhügel	Horremer Str.	40									Ja			Ja			
150	Kita	341666,0051	5666549,697	Kita am Mühlenbusch	Ueckerather Str.	14												Ja			

Standort							Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen														
Nr.	Kategorie	X-Koordinate	Y-Koordinate	Name	Straße	HausNr.	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m
151	Kita	342531,6701	5671434,587	Entdeckerland	Volmerswerther Str.	99									Ja						
152	Kita	336391,11	5670788,783	Wimmelgarten	Ludgerusring	24												Ja			
153	Kita	341859,2702	5670152,273	Villa Pinguin	Ruhrstr.	45															
154	Kita	338738,8391	5671569,223	Kinderwelt	Hubertusweg	15															
155	Kita	345729,6501	5670499,107	St. Martinus Uedesheim	Rheinfährstr.	200a															
156	Kita	341066,3746	5670708,106	Waldwichtel	Euskirchener Str.	31														Ja	
157	Kita	337117,0734	5676479,137	Kita Nordstadt Kinder	Neusser Weyhe	7															
158	Kita	339514,1133	5669987,393	Kita "Am Hummelbach"	Carlo-Mierendorff-Str.	26															
159	Kita	342479,4034	5667467,889	Kita Räuberhöhle	Hohlbeinstr.	1									Ja			Ja			
160	Kita	341857,7896	5671980,742	Kita Kasterstr.	Kaster Str.	70									Ja						
161	Kita	337448,2668	5676299,294	Zauberwald	Neusser Weyhe	18a												Ja			
162	Kita	338711,5301	5670104,349	Kita Erffrösche	Am Lindenplatz	29															
163	Kita	340335,3414	5672645,232	LukiTa Konradstr.	Konradstr.	33															
164	Kita	337285,6986	5677050,434	Römerkita	Römerstr.	230									Ja				Ja		
165	Kita	340854,8824	5669156,996	Kita Eichenallee	Eichenallee	10															

Standort							Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen														
Nr.	Kategorie	X-Koordinate	Y-Koordinate	Name	Straße	HausNr.	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m
166	Kita	338752,7955	5670153,601	Kyburg-Zwerge	Am Hahnenweg	14b															
167	Kita	338580,2042	5670875,388	Waldkindergarten Neuss	Aurinstr.																
168	Kita	339147,2431	5669912,635	Gillbach-Hummeln	Wilhelm-Leuschner Str.	25a															Ja
169	Kita	341705,5601	5666584,595	KiKu Froschkönig	Ueckerather Str.	14a												Ja			
170	Kita	338633,5661	5674948,172	Kita Farbenwelt	Königstr.	47		Ja								Ja					Ja
171	Kita	342803,4095	5667640,04	Kinderlachen	Am Henselsgraben	17a									Ja						
172	Kita	337656,7775	5676005,736	Kita Nordstern	Weissenberger Weg	147												Ja			
173	Kita	341625,8262	5670172,846	Kita Kleeblatt	Lahnstr.	2a															
174	Kita	339565,3823	5673315,172	An der Alten Wäscherei	Annemarie-Renger-Str.	10-12															
175	Spielplatz	339172,0767	5672919,898																Ja		
176	Spielplatz	339141,8079	5672928,741																		
177	Spielplatz	341112,4132	5674608,07																		
178	Spielplatz	338501,2295	5674521,753								Ja					Ja					
179	Spielplatz	338876,0109	5674071,985								Ja										
180	Spielplatz	339108,7161	5673925,221								Ja										Ja

Standort							Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen														
Nr.	Kategorie	X-Koordinate	Y-Koordinate	Name	Straße	HausNr.	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m
181	Spielplatz	339327,2631	5673931,497						Ja									Ja			
182	Spielplatz	338760,1073	5674158,998								Ja										
183	Spielplatz	338337,6712	5674628,02													Ja		Ja		Ja	
184	Spielplatz	338234,991	5673799,419							Ja											
185	Spielplatz	339021,0596	5673468,315																Ja		
186	Spielplatz	338775,1343	5675503,366																		
187	Spielplatz	338858,9831	5675036,829														Ja				
188	Spielplatz	338234,0407	5674183,92							Ja											
189	Spielplatz	338401,6309	5674991,117													Ja					Ja
190	Spielplatz	338309,4408	5674452,352													Ja				Ja	
191	Spielplatz	338685,9811	5674793,208													Ja		Ja			
192	Spielplatz	338301,8049	5673444,333																		
193	Spielplatz	338669,9859	5673257,598															Ja		Ja	
194	Spielplatz	338719,8096	5673248,078															Ja		Ja	
195	Spielplatz	338596,7581	5673056,079															Ja			

Standort							Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen														
Nr.	Kategorie	X-Koordinate	Y-Koordinate	Name	Straße	HausNr.	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m
196	Spielplatz	341058,56	5674364,061																		
197	Spielplatz	335616,6436	5677692,718																		
198	Spielplatz	336048,3884	5677340,057																		
199	Spielplatz	335763,2493	5676686,636																		
200	Spielplatz	336045,9277	5677023,85															Ja			
201	Spielplatz	336283,8635	5676922,629																Ja		
202	Spielplatz	336070,0671	5676660,249																		
203	Spielplatz	335830,1378	5677778,824																		
204	Spielplatz	336274,3691	5677813,155																		
205	Spielplatz	336614,6728	5677732,248																		
206	Spielplatz	337530,19	5677332,155						Ja			Ja							Ja		
207	Spielplatz	336590,4861	5677094,683																		
208	Spielplatz	338246,15	5677957,036												Ja			Ja			
209	Spielplatz	338730,9876	5677158,997																		
210	Spielplatz	338785,7629	5676331,912																	Ja	

Standort							Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen														
Nr.	Kategorie	X-Koordinate	Y-Koordinate	Name	Straße	HausNr.	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m
211	Spielplatz	338902,3556	5676450,966														Ja				
212	Spielplatz	338796,6507	5676127,377															Ja		Ja	
213	Spielplatz	338831,3545	5676458,159														Ja				
214	Spielplatz	337420,9924	5676865,898																Ja		Ja
215	Spielplatz	337401,4265	5676879,863																Ja		
216	Spielplatz	337683,4843	5676906,254																		
217	Spielplatz	337704,8592	5676875,589																		
218	Spielplatz	337680,489	5676581,559															Ja			
219	Spielplatz	337686,7848	5676599,204															Ja			
220	Spielplatz	337734,507	5676223,585															Ja			Ja
221	Spielplatz	337929,5796	5676241,992															Ja			Ja
222	Spielplatz	337796,8209	5676471,877															Ja			Ja
223	Spielplatz	337590,3758	5676403,099															Ja			
224	Spielplatz	337430,6089	5676273,995																		
225	Spielplatz	336288,9173	5676372,893						Ja									Ja			

Standort							Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen														
Nr.	Kategorie	X-Koordinate	Y-Koordinate	Name	Straße	HausNr.	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m
226	Spielplatz	336132,5266	5676536,078						Ja												
227	Spielplatz	336536,0195	5676508,644						Ja					Ja					Ja		Ja
228	Spielplatz	336604,3376	5675814,939											Ja				Ja			
229	Spielplatz	337214,9898	5676036,429								Ja										
230	Spielplatz	337034,7578	5675306,851											Ja							
231	Spielplatz	337191,1103	5675709,673												Ja						
232	Spielplatz	337206,9963	5675729,968																		
233	Spielplatz	337264,441	5675457,046												Ja						
234	Spielplatz	336120,8331	5675778,331											Ja							
235	Spielplatz	336122,1757	5675755,65											Ja							
236	Spielplatz	337424,6926	5675340,075												Ja			Ja			Ja
237	Spielplatz	338099,326	5675816,624															Ja		Ja	Ja
238	Spielplatz	338076,8605	5675817,398															Ja		Ja	Ja
239	Spielplatz	337956,1323	5675733,65																	Ja	Ja
240	Spielplatz	337541,1516	5675060,165							Ja					Ja						

Standort							Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen														
Nr.	Kategorie	X-Koordinate	Y-Koordinate	Name	Straße	HausNr.	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m
241	Spielplatz	337668,3814	5674876,529						Ja												
242	Spielplatz	337174,0128	5674988,219						Ja										Ja		
243	Spielplatz	337083,1608	5674421,984											Ja							
244	Spielplatz	337306,0536	5674589,695											Ja					Ja		
245	Spielplatz	337687,7499	5674647,106												Ja						
246	Spielplatz	337262,8611	5674643,48						Ja								Ja				
247	Spielplatz	336857,8809	5674441,678						Ja										Ja		
248	Spielplatz	337442,355	5674343,986																	Ja	
249	Spielplatz	337836,4119	5674195,108						Ja												
250	Spielplatz	337209,7392	5672667,036									Ja									
251	Spielplatz	337294,1259	5672575,29									Ja									
252	Spielplatz	337355,6785	5672894,795											Ja					Ja	Ja	
253	Spielplatz	338246,9142	5673023,238															Ja			
254	Spielplatz	338387,7069	5672424,463												Ja						Ja
255	Spielplatz	338069,6473	5672265,108																		

Standort							Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen														
Nr.	Kategorie	X-Koordinate	Y-Koordinate	Name	Straße	HausNr.	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m
256	Spielplatz	339376,6678	5673069,058						Ja			Ja									
257	Spielplatz	339603,2341	5672765,042																Ja		
258	Spielplatz	334586,7389	5670497,257																		
259	Spielplatz	334232,0662	5671281,16												Ja						
260	Spielplatz	334161,3458	5671280,217																		
261	Spielplatz	334518,3309	5671428,325												Ja						
262	Spielplatz	334227,7664	5671623,328																		
263	Spielplatz	334455,6582	5671670,35																		
264	Spielplatz	334789,7198	5672150,707																Ja		
265	Spielplatz	334741,9159	5672116,136																Ja		
266	Spielplatz	335438,1745	5672618,444																Ja		
267	Spielplatz	336267,3952	5670923,996																Ja		
268	Spielplatz	336730,8562	5670429,935																		
269	Spielplatz	336742,6583	5670140,061																		
270	Spielplatz	336947,9296	5668873,234																		

Standort							Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen														
Nr.	Kategorie	X-Koordinate	Y-Koordinate	Name	Straße	HausNr.	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m
271	Spielplatz	336962,2044	5670779,945																		Ja
272	Spielplatz	336337,5281	5670879,388																Ja		
273	Spielplatz	336635,4569	5670005,725																Ja		Ja
274	Spielplatz	336632,114	5669935,33																Ja		Ja
275	Spielplatz	337101,4494	5670542,425																		
276	Spielplatz	336993,6976	5669696,012																		
277	Spielplatz	337273,2346	5669978,149															Ja			
278	Spielplatz	337586,5194	5671320,829																		
279	Spielplatz	338786,218	5671540,664																		
280	Spielplatz	338061,7854	5671118,006																Ja		
281	Spielplatz	338357,0472	5670869,56																Ja		
282	Spielplatz	338308,4797	5670852,817																Ja		
283	Spielplatz	338295,3495	5670684,439											Ja					Ja		
284	Spielplatz	338093,3079	5670459,226											Ja							
285	Spielplatz	340111,0815	5672516,183																Ja		

Standort							Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen														
Nr.	Kategorie	X-Koordinate	Y-Koordinate	Name	Straße	HausNr.	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m
286	Spielplatz	340081,2694	5672191,715												Ja				Ja		
287	Spielplatz	340378,1813	5672885,403																Ja		
288	Spielplatz	340441,1814	5672330,948																		
289	Spielplatz	340922,3872	5672504,465																		
290	Spielplatz	340587,8271	5671984,071												Ja						
291	Spielplatz	340601,9732	5672003,012												Ja						
292	Spielplatz	339955,9166	5672338,095							Ja									Ja		
293	Spielplatz	342617,5524	5671767,844															Ja			
294	Spielplatz	342352,8127	5672064,339																		Ja
295	Spielplatz	341876,9681	5671985,488												Ja						
296	Spielplatz	342217,4642	5671705,863																	Ja	
297	Spielplatz	342020,7105	5671392,195																Ja		
298	Spielplatz	342039,0271	5671428,884																Ja		
299	Spielplatz	342536,0342	5671550,204															Ja			
300	Spielplatz	342840,7304	5671348,741												Ja			Ja			

Standort							Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen														
Nr.	Kategorie	X-Koordinate	Y-Koordinate	Name	Straße	HausNr.	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m
301	Spielplatz	342975,563	5671863,046												Ja						Ja
302	Spielplatz	342836,6901	5672009,89												Ja						Ja
303	Spielplatz	339498,5946	5671920,392										Ja						Ja		
304	Spielplatz	339310,5057	5671862,167										Ja								
305	Spielplatz	339351,0125	5671329,778						Ja												
306	Spielplatz	340516,8578	5671309,666																		
307	Spielplatz	341189,9121	5671242,123																Ja		
308	Spielplatz	341337,1312	5670994,396																		
309	Spielplatz	341311,7835	5670654,048								Ja										
310	Spielplatz	341174,4176	5670393,565															Ja			
311	Spielplatz	341190,1101	5670371,933								Ja							Ja			
312	Spielplatz	341465,6797	5670743,214																		
313	Spielplatz	341830,7751	5670840,443															Ja			
314	Spielplatz	341872,7147	5670784,458															Ja			
315	Spielplatz	342087,7444	5670501,657															Ja			

Standort							Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen														
Nr.	Kategorie	X-Koordinate	Y-Koordinate	Name	Straße	HausNr.	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m
316	Spielplatz	342044,4011	5670518,937																		
317	Spielplatz	342326,6714	5670123,63																		
318	Spielplatz	341907,4902	5670426,748															Ja			
319	Spielplatz	341670,4047	5670563,036															Ja			
320	Spielplatz	341870,2644	5670219,574															Ja			
321	Spielplatz	342077,7424	5670194,36															Ja			Ja
322	Spielplatz	341127,657	5669776,032																Ja		
323	Spielplatz	341669,4225	5669765,329																		
324	Spielplatz	341638,9213	5668966,186																Ja		Ja
325	Spielplatz	341758,6546	5668832,124						Ja										Ja		
326	Spielplatz	341445,1305	5669147,767								Ja								Ja		
327	Spielplatz	341509,2252	5670189,365															Ja			
328	Spielplatz	340945,4782	5669394,706															Ja			
329	Spielplatz	339149,3896	5670182,02																		
330	Spielplatz	339106,8946	5669159,655						Ja			Ja									

Standort							Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen														
Nr.	Kategorie	X-Koordinate	Y-Koordinate	Name	Straße	HausNr.	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m
331	Spielplatz	339116,4525	5669126,304						Ja			Ja									
332	Spielplatz	339500,0819	5669792,736																Ja		
333	Spielplatz	339135,5446	5669884,716																		Ja
334	Spielplatz	338862,1142	5669426,591															Ja			Ja
335	Spielplatz	338807,8031	5669469,637															Ja			Ja
336	Spielplatz	338631,7246	5669572,764																		Ja
337	Spielplatz	338664,7407	5669192,018																		
338	Spielplatz	336798,0258	5668279,959																		
339	Spielplatz	336828,6067	5668286,903																		
340	Spielplatz	337497,085	5668085,464																		
341	Spielplatz	337809,9507	5667644,871																		
342	Spielplatz	337635,5774	5667407,759																		
343	Spielplatz	339034,5061	5668790,107																		
344	Spielplatz	339295,2415	5668222,141																		
345	Spielplatz	338772,9009	5668132,339																		

Standort							Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen														
Nr.	Kategorie	X-Koordinate	Y-Koordinate	Name	Straße	HausNr.	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m
346	Spielplatz	339107,3462	5667927,544												Ja				Ja		
347	Spielplatz	339658,3055	5668071,666																		
348	Spielplatz	339413,3308	5668467,132																		
349	Spielplatz	340181,7554	5668441,25																		
350	Spielplatz	340596,8351	5668429,18																		
351	Spielplatz	340285,2497	5668177,01																		
352	Spielplatz	340984,9926	5666905,318																		
353	Spielplatz	340981,8735	5666935,696																		
354	Spielplatz	341379,8222	5666753,409																		
355	Spielplatz	341453,1962	5666434,332																		
356	Spielplatz	341312,3075	5665791,814																		
357	Spielplatz	340820,5711	5666341,935																		
358	Spielplatz	340909,9367	5665920,482																		
359	Spielplatz	340934,8537	5665914,005																		
360	Spielplatz	340583,2426	5665667,626																		

Standort							Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen														
Nr.	Kategorie	X-Koordinate	Y-Koordinate	Name	Straße	HausNr.	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m
361	Spielplatz	341838,7936	5666977,716																Ja		
362	Spielplatz	341923,314	5666966,438																Ja		
363	Spielplatz	342240,2177	5667263,113															Ja			Ja
364	Spielplatz	342093,3361	5667302,506															Ja			Ja
365	Spielplatz	342386,3163	5667381,195																		
366	Spielplatz	342201,5405	5668028,937																		
367	Spielplatz	342445,4994	5667764,991																		
368	Spielplatz	342529,8801	5668047,312												Ja			Ja			
369	Spielplatz	342806,1766	5668305,086															Ja			
370	Spielplatz	342788,3649	5667805,497												Ja						
371	Spielplatz	342505,6363	5668844,442						Ja			Ja									
372	Spielplatz	342523,0392	5668864,455						Ja			Ja									
373	Spielplatz	340677,1413	5668122,811															Ja			
374	Spielplatz	341175,7417	5667422,549																		
375	Spielplatz	345317,5984	5670465,119																		

Standort							Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen														
Nr.	Kategorie	X-Koordinate	Y-Koordinate	Name	Straße	HausNr.	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m
376	Spielplatz	345517,2121	5670944,058																Ja		
377	Spielplatz	345553,7825	5670462,86																		
378	Spielplatz	345582,4186	5670302,424																Ja		
379	Spielplatz	345128,944	5670324,808																		
380	Spielplatz	344841,2738	5670278,473																Ja		
381	Spielplatz	345105,435	5669965,174																Ja		
382	Spielplatz	340177,7802	5673230,648							Ja									Ja		
383	Spielplatz	340172,2748	5673260,265							Ja									Ja		
384	Spielplatz	344970,461	5669857,811																Ja		
385	Spielplatz	339747,6979	5669844,984																Ja		
386	Spielplatz	338000,1433	5670822,182																		
387	Spielplatz	337831,7191	5673427,469																		
388	Spielplatz	337790,8229	5673339,628																		
389	Spielplatz	337612,002	5674853,745						Ja												
390	Spielplatz	337252,8332	5677658,338						Ja												

Standort							Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen														
Nr.	Kategorie	X-Koordinate	Y-Koordinate	Name	Straße	HausNr.	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m
391	Spielplatz	337869,0037	5677599,92									Ja							Ja		
392	Spielplatz	340784,6671	5669121,344																		
393	Spielplatz	337156,6579	5676386,245															Ja			
394	Spielplatz	336817,7882	5675799,248																		
395	Spielplatz	336731,3469	5672257,438										Ja		Ja						
396	Spielplatz	338539,4083	5672957,262																Ja		
397	Spielplatz	338052,6452	5676967,846						Ja										Ja		
398	Spielplatz	337764,9085	5677222,652						Ja						Ja						
399	Spielplatz	337406,8298	5677159,802												Ja				Ja		
400	Spielplatz	339700,9405	5672818,643												Ja				Ja		Ja
401	Spielplatz	337798,0649	5675999,962															Ja			
402	Spielplatz	337813,4828	5676706,94															Ja			
403	Spielplatz	341753,0333	5671099,799																		
404	Spielplatz	336572,5879	5672674,964										Ja	Ja							
405	Spielplatz	339486,7599	5672495,376												Ja						

Standort							Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen														
Nr.	Kategorie	X-Koordinate	Y-Koordinate	Name	Straße	HausNr.	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m
406	Spielplatz	337299,6308	5677235,469												Ja						
407	Spielplatz	340598,6914	5666653,959											Ja					Ja		
408	Spielplatz	337885,9929	5677087,627						Ja						Ja				Ja		
409	Spielplatz	338879,4969	5669110,81						Ja										Ja		
410	Spielplatz	343041,5201	5667959,936																		Ja

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
1	001	137	000																
2	001	144	000							Ja									
3	001	147	T01			Ja					Ja			Ja					
4	001	147	T01			Ja					Ja								Ja
5	001	668	000													Ja			
6	001	94	000			Ja								Ja		Ja			Ja
7	002	1052	000									Ja			Ja				Ja
8	002	1057	000												Ja				Ja
9	002	1059	000												Ja				Ja
10	002	1121	000			Ja						Ja				Ja			Ja
11	002	133	000																
12	002	144	000																
13	002	242	T03																
14	002	443	000																
15	002	526	000																

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
16	002	689	000																
17	002	767	000									Ja							Ja
18	002	89	001													Ja			Ja
19	003	1	000									Ja	Ja					Ja	Ja
20	003	1047	000													Ja			Ja
21	003	1230	000												Ja				Ja
22	003	1464	000												Ja				Ja
23	003	1559	000													Ja			Ja
24	003	1622	000			Ja			Ja						Ja				
25	003	1622	000			Ja			Ja						Ja				Ja
26	003	263	000									Ja							Ja
27	003	273	000																Ja
28	003	305	000																Ja
29	003	312	001																Ja
30	003	339	000																Ja

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
31	003	353	000													Ja			Ja
32	003	47	T01			Ja			Ja										
33	003	477	000																Ja
34	003	492	000												Ja				Ja
35	003	5	T01																
36	003	626	000												Ja				Ja
37	003	7	000			Ja			Ja										
38	003	777	000																Ja
39	003	858	000											Ja				Ja	Ja
40	003	917	000																Ja
41	004	1067	000																Ja
42	004	1104	000																Ja
43	004	1296	000													Ja			
44	004	1300	000																
45	004	1315	000													Ja			

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
46	004	1319	000				Ja									Ja			
47	004	1319	000				Ja									Ja			Ja
48	004	196	000													Ja			Ja
49	004	198	000											Ja		Ja			Ja
50	004	205	002																Ja
51	004	252	000																
52	004	461	000										Ja						Ja
53	004	584	000																
54	004	638	000																Ja
55	004	773	000																Ja
56	004	8	000																Ja
57	004	935	000													Ja			Ja
58	005	173	000																
59	005	174	000																
60	005	229	000										Ja						Ja

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
61	005	275	000																Ja
62	005	276	000																Ja
63	005	375	000																Ja
64	005	431	000																Ja
65	005	432	000																Ja
66	005	583	003																
67	005	584	000																
68	005	585	003																
69	005	684	000													Ja			
70	005	697	000																Ja
71	006	1189	000																Ja
72	006	140	000											Ja					
73	006	140	000											Ja					Ja
74	006	150	T01													Ja			Ja
75	006	152	T02												Ja				

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
76	006	155	001													Ja			
77	006	1560	001																Ja
78	006	157	001													Ja			
79	006	160	001													Ja			
80	006	161	001													Ja			
81	006	161	001												Ja				Ja
82	006	1624	000												Ja			Ja	
83	006	163	000												Ja				Ja
84	006	1634	000												Ja				
85	006	1638	000			Ja				Ja					Ja			Ja	
86	006	166	000													Ja			
87	006	1663	T02																
88	006	1664	000																
89	006	1665	000																
90	006	1665	000																Ja

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
91	006	1683	000																Ja
92	006	2112	000																
93	006	2127	000																Ja
94	006	229	001																Ja
95	006	256	T03												Ja				
96	006	256	T03												Ja				Ja
97	006	3	000													Ja			
98	006	32	000												Ja				
99	006	337	000																Ja
100	006	34	000												Ja				
101	006	34	000												Ja				Ja
102	006	35	000												Ja				Ja
103	006	417	000																
104	006	433	000													Ja			
105	006	436	000																

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
106	006	436	000											Ja	Ja	Ja			Ja
107	006	437	001											Ja					Ja
108	006	502	000																
109	006	512	000											Ja					
110	006	518	000																Ja
111	006	522	000												Ja				Ja
112	006	549	000												Ja				Ja
113	006	564	000										Ja		Ja				Ja
114	006	581	000													Ja			Ja
115	006	596	000									Ja				Ja			Ja
116	006	605	000													Ja		Ja	Ja
117	006	632	000									Ja							Ja
118	006	633	000									Ja							Ja
119	006	653	000													Ja		Ja	Ja
120	006	670	000													Ja			

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
121	006	748	000													Ja			
122	006	748	000													Ja			Ja
123	006	865	000										Ja			Ja			Ja
124	006	998	T01													Ja		Ja	Ja
125	007	1017	000															Ja	Ja
126	007	1096	000											Ja		Ja			Ja
127	007	110	000																
128	007	115	000																Ja
129	007	119	000													Ja			
130	007	1268	000											Ja				Ja	Ja
131	007	129	T01													Ja			
132	007	129	T01													Ja			Ja
133	007	1358	000							Ja									Ja
134	007	1381	000											Ja	Ja				Ja
135	007	1513	000													Ja			Ja

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
136	007	1514	000										Ja						Ja
137	007	1515	000										Ja			Ja			Ja
138	007	16	T01																Ja
139	007	1648	000												Ja				Ja
140	007	1649	000											Ja	Ja	Ja			Ja
141	007	1997	000									Ja				Ja			Ja
142	007	2003	000																Ja
143	007	272	000										Ja						Ja
144	007	299	000										Ja						Ja
145	007	311	000																
146	007	313	000											Ja					
147	007	334	000																
148	007	346	000												Ja				Ja
149	007	403	000									Ja							Ja
150	007	405	002									Ja							Ja

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
151	007	504	000			Ja									Ja				Ja
152	007	505	000			Ja									Ja				Ja
153	007	540	001												Ja			Ja	Ja
154	007	579	000							Ja			Ja	Ja	Ja			Ja	Ja
155	007	58	000		Ja								Ja						Ja
156	007	617	001												Ja	Ja		Ja	Ja
157	007	650	000		Ja								Ja						Ja
158	007	651	000										Ja						Ja
159	007	655	000											Ja	Ja			Ja	Ja
160	007	657	000										Ja						Ja
161	007	672	000																Ja
162	007	806	001												Ja				Ja
163	007	811	000									Ja							Ja
164	007	88	000													Ja			Ja
165	007	950	000															Ja	Ja

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
166	007	953	000															Ja	Ja
167	008	107	000									Ja		Ja	Ja				Ja
168	008	1137	003		Ja								Ja						Ja
169	008	1144	001	Ja	Ja								Ja	Ja					Ja
170	008	115	000									Ja			Ja				Ja
171	008	1173	001	Ja	Ja								Ja	Ja	Ja				Ja
172	008	1176	001	Ja	Ja								Ja	Ja	Ja				Ja
173	008	1183	001	Ja	Ja								Ja	Ja	Ja				Ja
174	008	1219	001	Ja	Ja								Ja						Ja
175	008	1222	001										Ja						Ja
176	008	1242	000		Ja								Ja	Ja					Ja
177	008	1244	000	Ja	Ja								Ja	Ja					Ja
178	008	1248	000	Ja	Ja								Ja	Ja					Ja
179	008	1253	000	Ja	Ja								Ja						Ja
180	008	1258	000	Ja	Ja								Ja						Ja

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
181	008	1273	000		Ja								Ja					Ja	Ja
182	008	1280	000	Ja	Ja								Ja						Ja
183	008	1281	000	Ja	Ja								Ja	Ja					Ja
184	008	1286	002										Ja	Ja					Ja
185	008	152	000		Ja								Ja						Ja
186	008	167	000									Ja			Ja				Ja
187	008	17	000																
188	008	17	000													Ja			Ja
189	008	201	000																
190	008	246	000																
191	008	472	000												Ja				Ja
192	008	538	000												Ja				Ja
193	008	571	000												Ja				Ja
194	008	583	000	Ja	Ja								Ja						Ja
195	008	589	000												Ja				Ja

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
196	008	609	000												Ja				Ja
197	008	622	000												Ja				Ja
198	008	632	000												Ja				Ja
199	008	648	000												Ja				Ja
200	008	658	000		Ja								Ja						Ja
201	008	663	000												Ja				Ja
202	008	689	000												Ja				Ja
203	008	755	000	Ja	Ja								Ja	Ja					Ja
204	008	807	000												Ja				Ja
205	008	87	000									Ja			Ja				Ja
206	008	889	001	Ja	Ja								Ja	Ja					Ja
207	008	920	001	Ja	Ja								Ja		Ja				Ja
208	008	921	001	Ja	Ja								Ja		Ja			Ja	Ja
209	008	980	000	Ja	Ja								Ja						Ja
210	009	1000	001			Ja													Ja

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
211	009	1006	000																Ja
212	009	1010	002																Ja
213	009	109	000										Ja						Ja
214	009	1959	000			Ja									Ja				Ja
215	009	1962	000										Ja						Ja
216	009	1972	000			Ja							Ja		Ja				Ja
217	009	243	001											Ja					Ja
218	009	325	000																
219	009	387	000																Ja
220	009	669	000							Ja		Ja	Ja						Ja
221	009	780	000													Ja			
222	009	784	T01																
223	009	812	000									Ja				Ja			Ja
224	009	904	000		Ja										Ja			Ja	Ja
225	009	912	001												Ja		Ja		Ja

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
226	009	914	000											Ja			Ja		Ja
227	009	919	000							Ja									
228	009	931	000									Ja							
229	009	962	000			Ja													Ja
230	009	965	000										Ja				Ja		Ja
231	009	981	001											Ja					Ja
232	010	1148	000									Ja			Ja		Ja		Ja
233	010	118	000																
234	010	122	000									Ja							
235	010	129	T01							Ja						Ja			
236	010	1435	000			Ja								Ja			Ja		Ja
237	010	1449	001					Ja					Ja		Ja		Ja		Ja
238	010	1451	000	Ja	Ja								Ja		Ja		Ja		Ja
239	010	1465	000	Ja	Ja								Ja		Ja		Ja		Ja
240	010	1471	000			Ja							Ja	Ja			Ja		Ja

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
241	010	150	000									Ja							Ja
242	010	1575	001	Ja	Ja								Ja		Ja	Ja	Ja		Ja
243	010	1584	000										Ja		Ja				Ja
244	010	1585	000			Ja								Ja					Ja
245	010	1589	000										Ja		Ja		Ja		Ja
246	010	1707	000		Ja								Ja		Ja		Ja		Ja
247	010	1815	000				Ja												Ja
248	010	1837	000				Ja						Ja	Ja	Ja		Ja		Ja
249	010	185	000																
250	010	1864	000									Ja							Ja
251	010	1879	000									Ja					Ja		Ja
252	010	1910	001										Ja		Ja		Ja		Ja
253	010	1914	001	Ja	Ja								Ja		Ja		Ja		Ja
254	010	1918	000										Ja		Ja		Ja		Ja
255	010	1919	000					Ja					Ja		Ja				Ja

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
256	010	1958	000			Ja								Ja					Ja
257	010	1961	T01			Ja						Ja							Ja
258	010	1968	000			Ja								Ja					Ja
259	010	1969	000										Ja				Ja		Ja
260	010	1971	000									Ja					Ja		Ja
261	010	1979	000										Ja		Ja		Ja		Ja
262	010	2002	000									Ja	Ja		Ja		Ja		Ja
263	010	2005	000				Ja												Ja
264	010	2008	000		Ja								Ja	Ja			Ja		Ja
265	010	4	000																
266	010	4	T01			Ja													
267	010	470	000		Ja								Ja				Ja		Ja
268	010	482	000										Ja				Ja		Ja
269	010	5	000			Ja													
270	010	525	000												Ja				Ja

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
271	010	579	000					Ja								Ja			Ja
272	010	647	000										Ja				Ja		Ja
273	010	720	000										Ja		Ja		Ja		Ja
274	010	867	000										Ja				Ja		Ja
275	011	1109	000									Ja							Ja
276	011	126	000																Ja
277	011	13	000																
278	011	134	000																
279	011	136	000					Ja											
280	011	14	000																
281	011	170	000											Ja					Ja
282	011	177	001									Ja				Ja			Ja
283	011	181	000													Ja			Ja
284	011	199	000									Ja				Ja			Ja
285	011	210	000				Ja						Ja				Ja		Ja

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
286	011	235	000												Ja				Ja
287	011	236	000																Ja
288	011	291	000				Ja												Ja
289	011	305	000										Ja						Ja
290	011	399	000													Ja			Ja
291	011	400	000													Ja			Ja
292	011	408	000					Ja											Ja
293	011	41	000																
294	011	429	000				Ja								Ja	Ja			Ja
295	011	513	000												Ja				Ja
296	011	52	000			Ja						Ja		Ja					Ja
297	011	526	000									Ja							Ja
298	011	697	000									Ja							Ja
299	011	806	001													Ja			Ja
300	011	808	000													Ja			Ja

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
301	011	9	000																
302	011	94	000			Ja										Ja			Ja
303	012	119	000																
304	012	120	000																
305	012	142	001	Ja	Ja								Ja						Ja
306	012	145	000	Ja	Ja								Ja	Ja					Ja
307	012	146	001		Ja								Ja						Ja
308	012	1594	000																Ja
309	012	208	000					Ja											
310	012	208	000					Ja											Ja
311	012	25	000																
312	012	26	000																
313	012	325	000																
314	012	332	000																
315	012	496	T01									Ja							Ja

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
316	012	499	000									Ja							Ja
317	012	540	T01										Ja	Ja					Ja
318	012	582	000																Ja
319	012	586	000										Ja	Ja					Ja
320	012	588	000		Ja								Ja	Ja					Ja
321	012	604	000					Ja											Ja
322	012	626	000	Ja	Ja								Ja	Ja					Ja
323	012	627	000		Ja								Ja						Ja
324	012	633	000	Ja	Ja								Ja	Ja					Ja
325	012	638	000					Ja								Ja			
326	012	642	000					Ja											
327	012	655	000					Ja								Ja			
328	012	669	000					Ja					Ja		Ja	Ja			Ja
329	012	67	000																
330	012	674	000					Ja					Ja						Ja

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
331	012	705	000	Ja	Ja			Ja					Ja						Ja
332	012	708	000	Ja	Ja								Ja	Ja	Ja				Ja
333	012	712	000										Ja						Ja
334	012	74	000					Ja							Ja				
335	012	74	000					Ja								Ja			Ja
336	012	741	000		Ja			Ja					Ja						Ja
337	012	742	000		Ja								Ja						Ja
338	012	743	000	Ja	Ja								Ja						Ja
339	012	798	000												Ja	Ja			Ja
340	012	8	000							Ja									
341	012	814	000													Ja			Ja
342	012	828	000															Ja	Ja
343	012	864	000															Ja	Ja
344	013	12	002																
345	013	135	000												Ja				Ja

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
346	013	193	000					Ja		Ja						Ja			Ja
347	013	264	000									Ja			Ja				Ja
348	013	296	000					Ja											
349	013	39	001																
350	013	44	000									Ja			Ja				Ja
351	013	464	000									Ja							
352	013	472	000										Ja	Ja				Ja	Ja
353	013	489	000											Ja	Ja			Ja	Ja
354	013	490	000					Ja						Ja	Ja	Ja		Ja	Ja
355	013	560	000												Ja				Ja
356	013	562	000										Ja						Ja
357	013	566	000										Ja						Ja
358	013	572	000									Ja			Ja				Ja
359	013	589	000									Ja			Ja				Ja
360	013	621	000	Ja	Ja								Ja	Ja					Ja

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
361	013	628	000		Ja								Ja						Ja
362	013	632	000									Ja							Ja
363	013	652	000					Ja								Ja	Ja		
364	013	99	000																
365	014	10	000																
366	014	12	000													Ja			Ja
367	014	14	000													Ja			Ja
368	014	167	000															Ja	Ja
369	014	243	000																Ja
370	014	247	000							Ja									
371	014	35	000													Ja			Ja
372	014	4	000													Ja			
373	014	418	001												Ja		Ja		Ja
374	014	442	000							Ja									
375	014	490	000										Ja				Ja		Ja

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
376	014	512	000																Ja
377	014	513	000										Ja						Ja
378	014	573	T01													Ja		Ja	Ja
379	014	575	000												Ja	Ja			Ja
380	014	622	000												Ja				Ja
381	014	629	000												Ja				Ja
382	014	704	000																Ja
383	014	72	000												Ja	Ja			
384	014	752	000													Ja		Ja	Ja
385	015	2	T01			Ja						Ja			Ja				Ja
386	015	20	000																Ja
387	015	311	000				Ja					Ja			Ja				Ja
388	015	330	000			Ja						Ja			Ja				Ja
389	015	346	000			Ja						Ja			Ja				Ja
390	015	354	000				Ja									Ja			Ja

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
391	015	4	T03			Ja													
392	015	449	000																Ja
393	015	485	T01			Ja										Ja			
394	015	5	000			Ja	Ja									Ja			
395	015	53	000																Ja
396	016	134	000			Ja													Ja
397	016	18	000													Ja			Ja
398	016	196	T01													Ja			
399	016	196	T01													Ja			Ja
400	016	280	000												Ja				Ja
401	016	406	000			Ja									Ja				Ja
402	016	470	000											Ja	Ja				Ja
403	016	60	000			Ja									Ja				Ja
404	016	62	000			Ja									Ja				Ja
405	016	63	000			Ja									Ja				Ja

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
406	016	647	000																Ja
407	016	67	000			Ja									Ja				Ja
408	016	71	000			Ja									Ja				Ja
409	016	733	000										Ja				Ja		Ja
410	016	74	000			Ja									Ja				Ja
411	016	75	000			Ja									Ja				Ja
412	016	766	000										Ja				Ja		Ja
413	016	778	000																
414	016	78	000			Ja									Ja				Ja
415	016	80	000			Ja									Ja				Ja
416	016	821	T01													Ja			Ja
417	016	864	000					Ja					Ja				Ja		Ja
418	016	939	000												Ja				Ja
419	016	970	000			Ja													Ja
420	016	997	000			Ja									Ja				Ja

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
421	017	128	000				Ja												Ja
422	017	201	000				Ja								Ja				Ja
423	017	399	001													Ja			Ja
424	017	433	000																Ja
425	017	439	000																Ja
426	017	440	000																Ja
427	017	449	T03											Ja	Ja				Ja
428	017	468	000												Ja				Ja
429	017	485	000												Ja				Ja
430	017	94	000													Ja			Ja
431	018	168	000																Ja
432	018	342	000												Ja				Ja
433	018	350	T02											Ja	Ja	Ja			Ja
434	018	364	000												Ja				
435	018	379	000												Ja				

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
436	018	400	000																
437	018	84	000													Ja			
438	018	88	000													Ja			
439	019	1590	000																Ja
440	019	1656	000												Ja				Ja
441	019	175	000																
442	019	176	000								Ja				Ja	Ja			Ja
443	019	205	000															Ja	Ja
444	019	482	000											Ja		Ja			
445	019	482	000											Ja					Ja
446	019	526	000												Ja			Ja	Ja
447	019	569	001												Ja			Ja	Ja
448	019	844	000												Ja				Ja
449	020	139	000																Ja
450	020	360	000												Ja				Ja

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
451	020	533	000																Ja
452	020	675	000											Ja	Ja			Ja	Ja
453	021	1400	000				Ja									Ja			
454	021	183	000			Ja						Ja							
455	021	1900	000													Ja			Ja
456	021	2034	T01									Ja							Ja
457	021	2194	000				Ja									Ja			Ja
458	021	2559	T01																
459	021	2752	000			Ja													Ja
460	021	3178	000																
461	021	3537	000													Ja			Ja
462	021	3619	T01									Ja				Ja			
463	021	3641	000									Ja							Ja
464	021	3766	000									Ja			Ja				Ja
465	021	500	000									Ja							Ja

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
466	021	732	000											Ja					Ja
467	021	896	000											Ja					Ja
468	022	1032	000													Ja			
469	022	1064	000													Ja			
470	022	1067	001																Ja
471	022	1068	000													Ja			Ja
472	022	1069	000													Ja			
473	022	1508	000													Ja			
474	022	1526	000																Ja
475	022	1571	000			Ja					Ja					Ja			
476	022	1571	000								Ja					Ja			Ja
477	022	1580	000								Ja					Ja			
478	022	1580	000								Ja					Ja			Ja
479	022	1791	000												Ja			Ja	Ja
480	022	228	000																

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
481	022	319	001																Ja
482	022	38	000																
483	022	699	000												Ja	Ja			Ja
484	022	734	000														Ja		Ja
485	022	778	000			Ja									Ja				
486	022	928	000												Ja		Ja		Ja
487	022	971	T03			Ja										Ja			
488	022	973	000																Ja
489	023	104	000																
490	023	3317	000			Ja			Ja										
491	023	3319	000													Ja			
492	023	3326	000			Ja										Ja			
493	023	3328	000			Ja								Ja		Ja			
494	023	3329	000			Ja								Ja					
495	023	3330	000			Ja								Ja		Ja			

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
496	023	3331	000			Ja								Ja		Ja			
497	023	3333	T01																
498	023	432	000																Ja
499	023	434	000													Ja			
500	023	436	000											Ja					
501	023	446	000																
502	023	447	000													Ja			
503	023	680	000																
504	023	681	000																
505	023	682	000																
506	023	751	000													Ja			
507	023	751	000												Ja				Ja
508	023	775	000																
509	024	1933	000													Ja			Ja
510	024	1953	000											Ja		Ja			Ja

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
511	024	1957	000											Ja					Ja
512	024	2350	000																Ja
513	024	2455	000																Ja
514	024	3389	001															Ja	Ja
515	024	3392	000											Ja		Ja		Ja	Ja
516	024	3692	000			Ja			Ja							Ja			Ja
517	024	402	000																Ja
518	024	730	000																Ja
519	025	278	002												Ja				Ja
520	025	286	000											Ja				Ja	Ja
521	025	298	000											Ja	Ja			Ja	Ja
522	026	195	000																Ja
523	026	280	000																Ja
524	027	114	000																
525	029	184	000																Ja

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
526	030	104	000			Ja													
527	030	104	000			Ja													Ja
528	030	24	000			Ja													
529	030	44	000			Ja													Ja
530	031	415	001											Ja	Ja	Ja			Ja
531	032	381	000								Ja			Ja					Ja
532	032	72	000							Ja	Ja					Ja			
533	032	730	000								Ja					Ja			
534	032	732	000							Ja	Ja								
535	032	746	000								Ja					Ja			
536	033	165	001							Ja									
537	033	42	000						Ja							Ja			
538	034	1022	000																Ja
539	034	1450	000																Ja
540	034	1498	000											Ja					Ja

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
541	034	1699	000																
542	034	1703	000																
543	034	1790	000													Ja			Ja
544	034	1911	000													Ja			Ja
545	034	1965	001																Ja
546	034	1973	000												Ja			Ja	Ja
547	034	2153	000												Ja				Ja
548	034	2154	002												Ja				Ja
549	034	2156	000								Ja								
550	034	2364	000																Ja
551	034	2534	000												Ja				Ja
552	034	2702	000													Ja			
553	034	2786	001											Ja					Ja
554	034	2809	000																Ja
555	034	2827	002								Ja					Ja			Ja

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
556	034	2887	000			Ja				Ja		Ja				Ja			
557	034	2905	000																Ja
558	034	2906	000																Ja
559	034	2969	000																Ja
560	034	3387	000																Ja
561	034	3433	000													Ja			Ja
562	034	3530	000								Ja			Ja	Ja	Ja			Ja
563	034	3538	000											Ja					Ja
564	035	1030	000									Ja							Ja
565	035	1653	000				Ja			Ja									
566	035	1904	001			Ja													
567	035	1995	000									Ja							Ja
568	035	2135	000												Ja	Ja			
569	035	2149	000												Ja				
570	035	215	000									Ja							Ja

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
571	035	216	001			Ja						Ja							
572	035	216	001									Ja							Ja
573	035	2171	000																
574	035	2242	T01			Ja													
575	035	2245	000								Ja								
576	035	2247	000			Ja													
577	035	2249	000								Ja								
578	035	2282	000																Ja
579	035	2415	000			Ja													Ja
580	035	2416	000													Ja			Ja
581	035	2435	000			Ja			Ja										
582	035	2768	000			Ja				Ja									
583	035	2773	000			Ja						Ja				Ja			
584	035	2824	000												Ja				
585	035	2836	000												Ja	Ja			

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
586	035	2842	000												Ja	Ja			
587	035	3028	000													Ja			
588	035	3045	000										Ja			Ja		Ja	Ja
589	035	3074	000												Ja				Ja
590	035	3076	000												Ja				
591	035	3076	000												Ja				Ja
592	036	1096	000													Ja			Ja
593	036	1165	000									Ja				Ja		Ja	Ja
594	036	1382	000				Ja								Ja	Ja			Ja
595	036	1578	000				Ja							Ja	Ja	Ja			Ja
596	036	1582	000												Ja				Ja
597	036	1700	000									Ja		Ja					Ja
598	036	1806	T01						Ja	Ja		Ja				Ja			
599	036	1840	000												Ja				Ja
600	036	1864	000				Ja												Ja

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
601	036	1931	000									Ja							Ja
602	036	1962	000												Ja				Ja
603	036	1963	000												Ja				Ja
604	036	1966	000						Ja						Ja				Ja
605	036	2066	000				Ja								Ja				Ja
606	036	2084	000												Ja				Ja
607	036	2183	000											Ja	Ja	Ja			Ja
608	036	2185	000											Ja	Ja				Ja
609	036	2240	000						Ja			Ja			Ja	Ja			Ja
610	036	915	000									Ja				Ja			Ja
611	037	132	000																
612	037	145	T02																
613	037	149	001							Ja									
614	037	209	000																
615	037	314	000			Ja			Ja	Ja									

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
616	037	319	000			Ja				Ja									
617	037	390	000																Ja
618	037	409	000			Ja				Ja					Ja				
619	037	414	001			Ja				Ja					Ja				
620	037	419	000			Ja				Ja				Ja	Ja				
621	037	424	000			Ja				Ja					Ja	Ja			
622	037	562	000			Ja			Ja										
623	038	1084	000			Ja						Ja			Ja				Ja
624	038	1374	000									Ja			Ja				Ja
625	038	1435	000			Ja					Ja	Ja		Ja	Ja			Ja	Ja
626	038	1715	000				Ja				Ja								Ja
627	038	2191	000			Ja									Ja				Ja
628	038	2342	000								Ja						Ja		Ja
629	038	3018	000			Ja						Ja							Ja
630	038	3028	000			Ja						Ja			Ja				Ja

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
631	038	3030	000			Ja						Ja			Ja				Ja
632	038	3040	000			Ja						Ja							Ja
633	038	3042	000			Ja									Ja				
634	038	3042	000			Ja								Ja	Ja				Ja
635	038	3073	000			Ja						Ja			Ja				Ja
636	038	3582	000									Ja			Ja				Ja
637	038	3982	000			Ja						Ja							Ja
638	039	102	000									Ja							Ja
639	039	1103	005			Ja			Ja		Ja					Ja			
640	039	1498	000			Ja					Ja				Ja				Ja
641	039	154	000									Ja			Ja		Ja		Ja
642	039	1560	000			Ja					Ja			Ja					Ja
643	039	1811	000			Ja					Ja				Ja	Ja			Ja
644	039	1828	000			Ja			Ja										
645	039	462	000			Ja					Ja					Ja			Ja

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
646	039	554	000									Ja			Ja		Ja		Ja
647	039	714	000									Ja		Ja					Ja
648	039	975	000									Ja		Ja					Ja
649	040	415	000				Ja		Ja		Ja					Ja			
650	040	415	000				Ja		Ja		Ja					Ja			Ja
651	041	14	000						Ja										
652	041	24	002												Ja				
653	041	287	000																Ja
654	041	347	000																Ja
655	043	255	000																
656	043	259	000																
657	043	34	000																
658	043	79	001																
659	044	16	000																
660	044	30	000			Ja			Ja										

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
661	044	366	T01			Ja			Ja										
662	044	42	000			Ja			Ja										
663	044	423	000			Ja													
664	044	424	000			Ja													
665	044	430	000			Ja					Ja								
666	044	431	000			Ja					Ja								
667	045	1190	T03								Ja					Ja			Ja
668	045	1192	000			Ja					Ja				Ja				
669	045	1199	000			Ja			Ja										
670	045	1201	T01			Ja			Ja										
671	045	254	000							Ja									
672	045	375	000			Ja					Ja				Ja			Ja	Ja
673	045	779	003				Ja									Ja			
674	046	5	000																
675	046	622	000						Ja										

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
676	047	145	001			Ja					Ja					Ja			
677	047	390	000			Ja					Ja								
678	047	439	000														Ja	Ja	
679	047	615	000			Ja					Ja					Ja			
680	047	690	003			Ja									Ja				
681	048	1009	000									Ja			Ja				Ja
682	048	1318	000			Ja					Ja	Ja				Ja			
683	048	173	000									Ja				Ja			
684	048	173	000									Ja				Ja			Ja
685	048	188	000									Ja				Ja			Ja
686	048	486	000								Ja				Ja				Ja
687	048	494	000									Ja		Ja		Ja		Ja	Ja
688	048	710	000									Ja		Ja				Ja	Ja
689	048	975	000									Ja							Ja
690	049	1040	002					Ja			Ja	Ja		Ja					Ja

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
691	049	1202	000											Ja					Ja
692	049	1203	000											Ja					Ja
693	049	1734	000																Ja
694	049	1970	000					Ja											Ja
695	049	2090	000			Ja						Ja							Ja
696	049	2091	000									Ja		Ja					Ja
697	049	2136	000									Ja							Ja
698	049	2140	000									Ja			Ja				Ja
699	049	2183	000			Ja						Ja			Ja				Ja
700	050	1030	000				Ja												Ja
701	050	1143	000			Ja						Ja							Ja
702	050	1161	000												Ja				Ja
703	050	1211	000				Ja					Ja							Ja
704	050	1212	000				Ja					Ja							Ja
705	050	1248	000										Ja		Ja				Ja

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
706	050	1428	000				Ja				Ja			Ja		Ja			Ja
707	050	1430	T01				Ja					Ja							Ja
708	050	1766	000										Ja		Ja				Ja
709	050	2010	000				Ja						Ja		Ja				Ja
710	050	2015	000			Ja						Ja			Ja				Ja
711	050	2039	000										Ja		Ja	Ja			Ja
712	050	30	000												Ja				Ja
713	050	32	000												Ja				Ja
714	050	769	000										Ja						Ja
715	050	917	000									Ja			Ja				Ja
716	051	1130	000										Ja		Ja				Ja
717	051	296	000										Ja	Ja	Ja				Ja
718	051	304	000				Ja						Ja	Ja	Ja				Ja
719	051	830	000																Ja
720	051	924	000												Ja	Ja			Ja

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
721	051	928	000											Ja	Ja	Ja			Ja
722	051	931	000												Ja				Ja
723	051	932	000												Ja				Ja
724	051	935	000												Ja				Ja
725	051	936	000				Ja								Ja	Ja			Ja
726	052	1058	001									Ja				Ja			
727	052	1058	001									Ja				Ja			Ja
728	052	1616	000											Ja					Ja
729	052	1635	000												Ja				Ja
730	052	1653	000																Ja
731	052	1949	000												Ja				Ja
732	052	2092	001													Ja			Ja
733	052	2137	000													Ja			Ja
734	052	2248	000																Ja
735	052	2257	000																Ja

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
736	052	2298	000			Ja						Ja				Ja			Ja
737	052	2300	000			Ja						Ja				Ja		Ja	Ja
738	052	2308	000			Ja									Ja				Ja
739	052	2309	000												Ja				
740	052	2309	000											Ja	Ja				Ja
741	052	2311	000									Ja				Ja			Ja
742	052	31	000									Ja				Ja			Ja
743	053	1165	000												Ja				Ja
744	053	1181	000												Ja				Ja
745	053	1329	000			Ja									Ja				
746	053	1329	000			Ja									Ja				Ja
747	054	329	000																Ja
748	054	627	000												Ja		Ja	Ja	Ja
749	054	721	001			Ja													Ja
750	054	791	000															Ja	Ja

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
751	055	408	000												Ja			Ja	Ja
752	055	646	001										Ja						Ja
753	055	648	002										Ja	Ja					Ja
754	055	720	000										Ja						Ja
755	055	724	000												Ja		Ja		Ja
756	056	150	000											Ja					Ja
757	056	194	000												Ja				Ja
758	056	328	000											Ja					Ja
759	056	367	000			Ja								Ja					Ja
760	057	344	000										Ja						Ja
761	057	519	000																Ja
762	059	197	000										Ja						Ja
763	059	282	000																Ja
764	059	319	000																Ja
765	059	321	000																Ja

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
766	060	126	000									Ja							Ja
767	061	22	000									Ja							
768	061	408	000			Ja			Ja							Ja			
769	062	1225	001													Ja			Ja
770	062	47	000												Ja				Ja
771	063	1386	000									Ja				Ja		Ja	Ja
772	063	1390	000									Ja				Ja		Ja	Ja
773	063	1391	000													Ja			Ja
774	063	1394	000																Ja
775	063	159	000													Ja			Ja
776	063	160	000													Ja			Ja
777	063	412	001			Ja						Ja				Ja			Ja
778	063	461	002													Ja			Ja
779	063	568	000																Ja
780	063	643	001															Ja	Ja

Standort				Bedarfe Klimaanpassungsmaßnahmen															
Nr.	Flur	Flurstück Zähler	Flurstück Nenner	Va_e_h	Va_e_m	DA_unbl_s	DA_teilbl_s	DA_e	FmbK_s_e	FmbK_e	SmbK_s_e	SmbK_e	TB_r	Rr_s_h	Rr_s_m	Rr_si	RbegH_h	RbegH_m	Db
781	063	860	000											Ja	Ja	Ja		Ja	Ja
782	063	943	000									Ja				Ja		Ja	Ja
783	064	1361	000																Ja
784	064	477	000																
785	064	477	000																Ja
786	064	981	000																Ja
787	065	50	000																Ja
788	066	58	000						Ja										
789	067	270	002																
790	068	13	000																
791	069	913	000																
792	069	915	000																

Referenznummer	Querverweis bzw. Querverbindung bspw. zu den technischen Steckbriefen oder den Auflistungen zu den Klimaanpassungsbedarfen für städtische Plätze, Gebäude in öffentlicher Hand sowie Sensible Einrichtungen (vgl. Anhang 4-1)	TS-Brief	es ist ein zusätzlicher technischer Steckbrief vorhanden
Räumlicher Bezug	S bezieht sich auf die Stadtstruktur Q bezieht sich auf die Quartiersebene G bezieht sich auf die Gebäudeebene	Kurzbeschreibung	allgemeingehaltener inhaltlicher Umriss der Maßnahme
Handlungsbereich Maßnahmengruppe	Physische Maßnahmen im Kontext des Themenfelds Stadtklima wurden unterschiedlichen Maßnahmengruppen (teilweise differenziert in der Ausführung) zugeordnet: VA = Vegetationsanteil DA = Durchlüftungsachsen KF = Räume mit besonderer Kaltluftfunktion TB = Thermische Belastung RR = Retentionsraum HV = Hitzevulnerabilität Die Maßnahmengruppen definieren außerdem entsprechend defizitäre Räume / Bereiche in der Maßnahmenhinweiskarte (MHK) Die Maßnahmengruppe bildet die Verknüpfung von identifizierten defizitären Räumen / Bereichen in der Maßnahmenhinweiskarte (MHK) mit potentiellen Klimaanpassungsmaßnahmen, die aus klimatischer Sicht anwendbar sind. Für Maßnahmen die nicht primär dem Themenfeld Stadtklima zuzuordnen sind, werden die assoziierten Themenfelder angegeben.	mögliche Instrumente	Vorschläge von Instrumenten, die zur Umsetzung eingesetzt werden können, wie bspw. <i>B-Pläne, FNP, LP, Satzung, Konzept, Beratung, Förderung, Information, eigene städtische Ausführung, Anordnung oder Fachplanung</i>

Thema Handlungsfeld Maßnahmen	Bezeichnung / Benennung der Maßnahme	Verantwortung	Abteilung bzw. Abteilungen oder Einheit i.d.R. der Stadt Neuss, die hauptverantwortlich für die Implementation ist bzw. sind
Priorisierung	Die Priorisierung im städtischen Kontext erfolgte hinsichtlich der stadtklimatologischen Wirksamkeit. Zusätzlich wurde die Verringerung der thermischen Belastung für Flora und Fauna (inkl. Mensch) berücksichtigt 1 = niedrige Wirksamkeit / niedrige Relevanz 2 = mittlere Wirksamkeit / mittlere Relevanz 3 = hohe Wirksamkeit / hohe Relevanz	Beteiligung	Abteilung bzw. Abteilungen oder Einheit i.d.R. der Stadt Neuss, die beteiligt, aber nicht hauptverantwortlich sind

Abkürzungen Verantwortung und Beteiligung	12 = Amt für Wirtschaftsförderung; 12.2 = Amt für Wirtschaftsförderung, Abteilung Wirtschaftsförderung 19 = Amt für Stadtgrün, Umwelt und Klima 23 LVN = Liegenschaft und Vermessung Neuss (LVN) 50 = Sozialamt 52 = Sportamt 60 = Bauverwaltungsamt 61 = Amt für Stadtplanung; 61.2 = Amt für Stadtplanung, Abteilung Stadtgestaltung & Regionalplanung, 61.3 = Amt für Stadtplanung, Abteilung Bauleitplanung 63 = Amt für Bauberatung und Bauordnung 66 TMN = Tiefbaumanagement Neuss 67 = Referat Grünflächenplanung und Landesgartenschau 71 ISN = InfraStruktur Neuss Anstalt öffentlichen Rechts (AöR) EXTERN = externe Akteure GMNS = Gebäudemanagement Service GmbH RKN = Rhein-Kreis Neuss SWN = Stadtwerke Neuss
--	--

Referenznummer	Räumlicher Bezug	Handlungsbereich Maßnahmengruppe	Thema Handlungsfeld Maßnahmen	Priorisierung	TS-Brief	Kurzbeschreibung	mögliche Instrumente	Verantwortung	Beteiligung
1	Q, G	- (VA) Vegetationsanteil erhöhen Dachbegrünung für Gebäude in öffentlicher Hand - (TB) thermische Belastung reduzieren - (RR) Retentionsraum schaffen	Dachbegrünung	2	ja	Extensive oder intensive Dachbegrünung, die den Wärme- und Energiehaushalt des Objekts reguliert & die Stadtentwässerung durch ihre Wasseraufnahmefähigkeit entlastet - Festsetzung von Dachbegrünungen im Bebauungsplan - Schaffung von Förderprogrammen von Dachbegrünungen für die Bürgerschaft inklusive zugehöriger Beratung	- Bebauungsplan - Förderung, Konzept	61.3 19	19
2	Q, G	- (VA) Vegetationsanteil erhöhen - (TB) thermische Belastung reduzieren	Fassadenbegrünung	1-2	ja	Boden- oder fassadengebundene Begrünung mit isolierendem Schadstofffiltereffekt - Festsetzungen im Bebauungsplan - Regelungen im städtebaulichen Vertrag	- Ausschreibung, Erstellung, Vergabe landschaftspfleg. Begleitplans - Bauleitplan	61.3 67	67 19 63
3	Q, G	- (HV) Räume mit besonders erhöhter gesellschaftlicher Hitze-Vulnerabilität - (TB) thermische Belastung reduzieren - (RR) Retentionsraum schaffen	Materialvorgaben	2-3	ja	(Um-)Gestaltung von Oberflächen, Vermeidung wärmeabsorbierenden Materialien und Oberflächen / Abstimmung mit regionaltypischen Materialien (Gebäude, Straßen, Plätze etc.) - Regelungen im Gestaltleitfaden - Berücksichtigungen in Ausbauplanung öffentlicher Raum	- städtebaulicher Vertrag - Bauleitplan	67 19 60 61.3 66 TMN	---
4	G	- (VA) Vegetationsanteil erhöhen - (TB) thermische Belastung reduzieren	Vertikale Verschattung	1-2	ja	Externe Gebäudeverschattung durch pflanzliche oder bauliche Elemente (z.B. Bäume / Balkone, Überhänge) - Regelungen im Gestaltleitfaden - Regelungen im städtebaulichen Vertrag - Berücksichtigung in Ausbauplanung öffentlicher Raum aufgrund Klimagutachten-Empfehlungen	- städtebaulicher Vertrag - Bauleitplan	67 19 61.3 60	---
5	G	- (TB) thermische Belastung reduzieren	Wärmedämmung	1	nein	Einsatz wärmedämmender Materialien und Isolierungstechniken an Gebäuden; Fokus auf nachwachsenden Rohstoffen für die Materialien - Regelungen im städtebaulichen Vertrag	- Ausrichtung bzw. Abdichtung der Fenster im Verwaltungsgebäude - städtebaulicher Entwurf	GMNS 60	50
6	S, Q	- (HV) Räume mit besonders erhöhter gesellschaftlicher Hitze-Vulnerabilität - (TB) thermische Belastung reduzieren - (DA) Durchlüftungssachsen sichern und entwickeln - (KF) Räume mit besonderer Kaltluftfunktion sichern und entwickeln	Gebäudeausrichtung	3	ja	Intelligente Ausrichtung neuer Baukörper entsprechend der Strahlungs- und Windverhältnisse - Berücksichtigung im städtebaulichen Entwurf	- städtebaulicher Entwurf	61.3	12.2
7	S	- (HV) Räume mit besonders erhöhter gesellschaftlicher Hitze-Vulnerabilität - (TB) thermische Belastung reduzieren	Besondere Rücksichtnahme auf Infrastrukturen für Risikogruppen	3	nein	Besondere Schutzmaßnahmen, räumliche und bauliche Vorkehrungen für Infrastrukturen für besondere Risikogruppen (Krankenhäuser, Alteinrichtungen etc.)		EXTERN	19
8	S	Themenfeld <i>Wassermanagement</i>	Sicherstellung des ordnungsgemäßen Betriebs der Sonderbauwerke	1	nein	Auch in Extremfällen muss die Funktionsfähigkeit von Pump- und Hebewerken garantiert sein. Hierfür sind vorsorgliche bauliche und technische Maßnahmen im Bereich Hochwasserschutz und Energieversorgung zu treffen		ISN, SWN	---

Referenznummer	Räumlicher Bezug	Handlungsbereich Maßnahmengruppe	Thema Handlungsfeld Maßnahmen	Priorisierung	TS-Brief	Kurzbeschreibung	mögliche Instrumente	Verantwortung	Beteiligung
9	S, Q, G	Themenfeld <i>Wassermanagement</i>	Maßnahmen des Objektschutzes	1	nein	Besondere bauliche Vorsorge sind bei hochwassergefährdeten Gebäuden zu treffen, um das Objekt und seine Bewohner vor schädlichen Außeneinwirkungen zu schützen - Aufnahme von Hinweisen in Bebauungsplänen	- Bebauungsplan	61.3	---
10	S, Q	- (TB) thermische Belastung reduzieren - (DA) Durchlüftungsachsen sichern und entwickeln - (KF) Räume mit besonderer Kaltluftfunktion sichern und entwickeln	Belüftungssicherung (Neubaugebiete)	3	ja	Sicherung und Schaffung Belüftungsachsen, Vermeidung & Rückbau ungenutzter baulicher Hindernisse, welche die Belüftung des Siedlungsraums behindern - Berücksichtigung im städtebaulichen Entwurf - Klimagutachten im B-Planverfahren	- städtebaulicher Entwurf - Bebauungsplan	61.3	12.2
11	S, Q	- (TB) thermische Belastung reduzieren - (KF) Räume mit besonderer Kaltluftfunktion sichern und entwickeln	Sicherung von Kaltluftentstehungsgebieten	3	ja	Freihaltung sensibler außerstädtischer Freiflächen (Frisch- und Kaltluftproduzenten) und Ventilationsbahnen von Versiegelung und Bebauung (insb. Von Riegelbebauung), Sicherung der Durchlüftung und Kühlung der Siedlungsgebiete - Berücksichtigung im städtebaulichen Entwurf	- städtebaulicher Entwurf - Bebauungsplan - Flächennutzungsplan	61 61.2	12.2 67 19
12	S, Q	Themenfeld <i>Luftthygiene</i>	Sicherung von Frischluftentstehungsgebieten	3	ja	Freihaltung von Versiegelung und Bebauung, Sicherung der Frischluftflächen in Hanglagen, Luftleitbahnen für den Frischlufttransport, Schutz vor innerstädtischer Nachverdichtung	- Flächennutzungsplan	61,2	19 12.2 67
13	S, Q	- (TB) thermische Belastung reduzieren - (DA) Durchlüftungsachsen sichern und entwickeln - (KF) Räume mit besonderer Kaltluftfunktion sichern und entwickeln	Erhalt / Schaffung von Luftleitbahnen	3	ja	Sicherung von stadtklimatisch relevanten Luftleitbahnen (Ventilations-, Kaltluft-, Frischluftbahnen) durch Freihaltung von Strömungshindernissen wie Bebauung und hohe Vegetation in innerstädtischen und Stadtrandlagen	- Flächennutzungsplan	61,2	61.3 19 12.2 67
14	S, Q	- (HV) Räume mit besonders erhöhter gesellschaftlicher Hitze-Vulnerabilität - (TB) thermische Belastung reduzieren	Angebot klimatisierter Aufenthaltsräume und Trinkwasserangebote	2-3	nein	Bereitstellung kostenloser Trinkwasserangebote, öffentliche Trinkwasserbrunnen, medizinische Versorgung in öffentlichen Gebäuden (z.B. Kirchen, Verwaltungsgebäude, Stadtteilzentren) bei akuter Hitzebelastung	- zukünftiger Hitzeaktionsplan	wird im Rahmen des Hitzeaktionsplans bestimmt	19
15	Q, G	- (HV) Räume mit besonders erhöhter gesellschaftlicher Hitze-Vulnerabilität - (TB) thermische Belastung reduzieren	Temporäre Verschattung	3	ja	(Flexible) textile Verschattung überwärmter und frequentierter öffentlicher Räume und Aufenthaltsräume zur thermischen Regulierung, Demontierung im Winter Mobile grüne Verschattungselemente		19 TMN 69	---
16	S, Q	- (HV) Räume mit besonders erhöhter gesellschaftlicher Hitze-Vulnerabilität - (TB) thermische Belastung reduzieren - (RR) Retentionsraum sichern	Wasser	2-3	ja	Natürlich: Erhalt und Renaturierung natürlicher Wasserflächen (Teiche, Bäche) Künstlich: Installation technischer Anlagen im öffentlichen Raum (z.B. Trinkbrunnen, Wasserspielplätze)		- 19 - 67	71 ISN 66 19 67

Referenznummer	Räumlicher Bezug	Handlungsbereich Maßnahmengruppe	Thema Handlungsfeld Maßnahmen	Priorisierung	TS-Brief	Kurzbeschreibung	mögliche Instrumente	Verantwortung	Beteiligung
17	S	- (VA) Vegetationsanteil erhöhen Dachbegrünung für Gebäude in öffentlicher Hand	Anpassung der Pflanzbedingungen an zunehmende Hitze und Trockenheit	3	ja	Zur Anpassung an zunehmende Hitze und Trockenheit ist z.B. auf Folgendes zu achten: - Große Baumscheiben und Pflanzgruben - Schaffung von Niederschlagswasserzwischen speichern und Versickerungsmöglichkeiten - Verbesserung der Durchlässigkeit der oberen Bodenschicht durch Einsatz von Stauden und Bodendeckern - Baumbeste mit wasserspeichernden Substraten - Einbau von Bewässerungsrohren - Berücksichtigung in der Freiraumplanung	- im Rahmen von Gesamtentwicklung Sicherung im B-Plan im LBP und städtebaulichen Verträgen	67 61.3 60	19 67
18	Q	- (VA) Vegetationsanteil erhöhen - (HV) Räume mit besonders erhöhter gesellschaftlicher Hitze-Vulnerabilität	Mobile Grünanlagen	1-2	ja	Flexibler Einsatz von Kübelpflanzen in hitzebelasteten Quartieren	- Innenstadtentwicklung - Ortsmittelpunktkonzept	61.2	19
19	S, Q	- (VA) Vegetationsanteil erhöhen - (TB) thermische Belastung reduzieren	Straßenbegleitgrün	2	ja	Erhalt und Neupflanzung von Vegetation (z.B. Straßenbäume) im Straßenraum, Beachtung klimaresilienter Pflanzenarten		19 67	19
20	Q	- (VA) Vegetationsanteil erhöhen - (TB) thermische Belastung reduzieren - (RR) Retentionsraum schaffen	Duale Tiefbeete	2	ja	Installation eines unterirdischen Mehrkammersystems zur Förderung des Regenwassermanagements. Retentionsräume, Wasserspeicher und Wasserversorger für nahe Vegetationsstrukturen		ISN (66 TMN)	19 67
21	S, Q	- (VA) Vegetationsanteil erhöhen - (TB) thermische Belastung reduzieren - (RR) Retentionsraum schaffen und sichern	Sicherung, Schaffung Grünflächen, Aufwertung öffentlicher und privater Flächen, Erhalt und Anlage von Mikroparks und Mikroparkstrukturen	3	nein	Erhalt, Entwicklung, Vernetzung klein- und großteiler Grünflächen, auch grüne Innenhöfe und private Vorgärten und Gärten (z.B. durch Vorgartensatzung) (durch Grünsatzung) Schaffung eines zusammenhängenden Netzes von städtischen Grünflächen (z.B. Parkanlagen); Sofern sie vernetzt und stadträumlich sinnvoll angeordnet sind, tragen viele kleinere Grünflächen über ihre Summenwirkung zu einer Verminderung thermischer Belastungen bei. Die gesamtstädtische Betrachtung erfolgt im Landschafts- / Flächennutzungsplan - Berücksichtigung im städtebaulichen Entwurf - Ausweisung von öffentlichen Grünflächen	- Planung, Ausschreibung, Überwachung - B-Plan - FNP zum Teil - Grünentwicklungsplan	67 61 61.2	19 67 61.3
22	S, Q	- (VA) Vegetationsanteil erhöhen Dachbegrünung für Gebäude in öffentlicher Hand - (TB) thermische Belastung reduzieren - (RR) Retentionsraum schaffen und sichern	Bewässerungssicherung der Vegetation im Außenraum	2-3	nein	Effektives Regenwassermanagement über natürliche (z.B. Mulden, Regengärten) oder technische Systeme (z.B. duale Tiefbeete), Einbezug der Bevölkerung (Entwässerungskampagnen), langfristige Verbesserung der Pflanzbedingungen - Berücksichtigung im städtebaulichen Entwurf / Freiraumplanung - Festsetzungen im B-Plan - Regelungen in städtebaulichen Verträgen	- B-Plan - städtebaulicher Vertrag	67 61.3 60 ISN 19	19 67 ISN
23	S	Themenfeld Wassermanagement	Bewässerung	2-3	nein	Mobil: Bewässerung erfolgt nicht mit Trinkwasser, sondern aus gesammeltem Regenwasser oder aufbereitetem Wasser Stationär: Bewässerungsanlagen nicht mit Trinkwasser, sondern mit gesammeltem Regenwasser oder aufbereitetem Wasser, betreiben (z.B. Sportplätze)		19 52	---

Referenz- nummer	Räumlicher Bezug	Handlungsbereich Maßnahmengruppe	Thema Handlungsfeld Maßnahmen	Priorisierung	TS-Brief	Kurzbeschreibung	mögliche Instrumente	Verantwortung	Beteiligung
24	S, Q	- (VA) Vegetationsanteil erhöhen - (TB) thermische Belastung reduzieren - (RR) Retentionsraum schaffen	Baumrigolen	2	ja	Kombination von Bäumen und unterirdischen Versickerungsanlagen unterhalb des Wurzelraums zur verzögerten Wasserversorgung		19 67	19
25	Q	- (VA) Vegetationsanteil erhöhen - (TB) thermische Belastung reduzieren - (RR) Retentionsraum schaffen und sichern	Regengärten	2-3	ja	Begrünte Senken & Versickerungsflächen; Bewässerung durch abgeleitetes Regenwasser von Dächern, Wegen, Einfahrten etc. - als Anforderung bei Baufeldqualifizierung im B- Planverfahren	- städtebaulicher Vertrag	ISN 67 19 61.3 60	19
26	S, Q	- (VA) Vegetationsanteil erhöhen Dachbegrünung für Gebäude in öffentlicher Hand - (TB) thermische Belastung reduzieren - (RR) Retentionsraum schaffen und sichern	Entsiegelung, Schaffung Retentionsflächen	2-3	ja	Entsiegelung (z.B. Einsatz wasserdurchlässiger Materialien) & Begrenzung von Versiegelung (z.B. durch ökologische Standards); Ausbau von Grün- und Freiflächen (möglichst bodenbedeckende Vegetation, z.B. Gleisbetten) Überprüfung der Entwässerungssatzung im Hinblick auf die Schaffung von Anreizen zur erhöhten Versickerung.		67 ISN	19 67
27	S, Q	- (VA) Vegetationsanteil erhöhen - (TB) thermische Belastung reduzieren - (RR) Retentionsraum schaffen	Vermeidung unbewachsener Bodenflächen	2	nein	Um die Versickerungsfähigkeit unversiegelter Bodenflächen im Angesicht hitzebedingter Austrocknung zu erhalten, ist der Einsatz bodenbedeckender Vegetation (Durchwurzelung des Bodens, Schattenwurf) oder künstlicher Abdeckungen empfehlenswert - Berücksichtigung in der Freiraumplanung - Festsetzungen im B-Plan	- B-Plan	19 67 61.3	67 19
28	S	Themenfeld <i>Biodiversität</i>	Erhalt der Biodiversität (Biotopmanagement)	3	nein	Auf durch den Klimawandel zu verantwortende Biodiversitätsänderungen ist z.B. bei der Auswahl innerstädtischer Pflanzenarten Rücksicht zu nehmen. Die ökologische Anpassung an veränderte klimatische Rahmenbedingungen muss sich am Ist-Zustand und der anzustrebenden Klimaanpassung orientieren. - Pflanzlisten in B-Plänen	- B-Plan	19 67	19 67
29	S, Q	- (RR) Retentionsraum schaffen und sichern	Schaffung von Niederschlags- zwischen speichern	2-3	nein	Hinsichtlich der klimatisch relevanten Anforderungen an ein nachhaltiges Wassermanagement in verdichteten urbanen Räumen nehmen technische Anlagen zur Retention von Niederschlagswasser eine zunehmend wichtige Rolle ein. Hierzu zählen temporäre Regenwassersammelbecken wie z.B. Wasserplätze und unterirdische (Filter)Retentionsbecken. - Berücksichtigung in Freiraumplanung und Erschließungsplanung		ISN TMN	67 19
30	S	Themenfeld <i>Wassermanagement</i>	Schaffung von Notwasserwegen	2	nein	Bei Extremniederschlägen kann Wasser über spezielle Wasserrinnen und technisch modifizierte Straßen und Wege (erhöhte Bordsteine, geneigte Straßenränder etc.) in integrierte Stauräume und auf nahegelegene natürliche Retentionsflächen abgeleitet werden - Berücksichtigung in städtebaulichem Entwurf, Freiraumplanung und Erschließungsplanung		ISN 61.3 TMN	67 19

Referenz- nummer	Räumlicher Bezug	Handlungsbereich Maßnahmengruppe	Thema Handlungsfeld Maßnahmen	Priorisierung	TS-Brief	Kurzbeschreibung	mögliche Instrumente	Verantwortung	Beteiligung
31	S	Themenfeld <i>Wassermanagement</i>	Verhinderung von Engstellen und Abflusshindernissen	2	nein	Um auch unter Extrembedingungen die effektive Wasserableitung zu sichern, sind bestehende Schutzeinrichtungen bei verrohrten Gewässern zu prüfen und bei baulichen Eingriffen an Brücken und der Verlegung von Leitungen auf ausreichende Dimensionierungen zu achten		ISN TMN	---
32	S	Themenfeld <i>Wassermanagement</i>	Unterführungen mit beidseitigen Entwässerungs-/Versickerungsgräben	2	nein	Als überschwemmungsanfällige Punkte können Unterführungen und Tunnel durch große unterirdische Zwischenspeicher, offene und kanalisationsunabhängige Retentions- oder Entwässerungsgräben entlastet werden		ISN TMN	---
33	S, Q, G	- (VA) Vegetationsanteil erhöhen Dachbegrünung für Gebäude in öffentlicher Hand	Bepflanzung mit geeigneten Pflanzenarten	2-3	ja	Im Außenbereich ist unter Berücksichtigung veränderter klimatischer Rahmenbedingungen bei Baumpflanzungen und -förderungen eine Mischung geeigneter heimischer und gebietsfremder Arten anzustreben. Individuelle Standortansprüche sowie veränderte klimatische Rahmenbedingungen sind bei der Anpflanzung innerstädtischer Vegetationsstrukturen stets zu beachten. Klimaresiliente Pflanzenarten mit geringem Wasserbedarf (sowohl heimische als auch nichtheimische) sind für innerstädtische Grünanlagen besonders geeignet (siehe KLAM 2016 Pflanzliste, GALK 2015 oder HLNUK "Stadtgrün Onlinetool"); auch die Emission biogener Kohlenwasserstoffe, die zur Ozonbelastung beitragen, ist ein auswahlrelevantes Kriterium.		67 19	67 19
34	S, Q	- (VA) Vegetationsanteil erhöhen - (RR) Retentionsraum schaffen und sichern	Maßnahmen für Feuchtbiootope	1-2	nein	Insbesondere naturmah angelegte Feuchtbiootope sind für den urbanen Raum aufgrund ihrer vielfältigen positiven Eigenschaften (Beitrag zu Biodiversität und -schutz, Aufenthaltsqualität, Wasserauffang, Reduktion thermischer Belastung und Überflutungsrisiko etc.) wertvolle Freiflächen		67 19	67 19
35	S, Q	Themenfeld <i>Wassermanagement</i>	Maßnahmen auf Seiten der Wasserversorger	1-2	nein	Hygienischen Beeinträchtigungen in den Trinkwasserverteilungsnetzen muss eventuell in stark verdichteten Gebieten wegen erhöhter Luft- und Wassertemperaturen durch betriebliche und bauliche Anpassungsmaßnahmen (z.B. Einsatz von Materialien mit verringerter Wärmeleitfähigkeit, Erhöhung der Einbautiefe bei Neubauten etc.) entgegengewirkt werden		SWN	---
36	S	Themenfeld <i>Bildung und Information</i>	Konzept klimagerechtes Flächenmanagement	3	nein	Entwicklung eines klimagerechten Flächenmanagementsystems als Entscheidungsgrundlage unter Einbezug klimatischer Themenkarten, Fachgutachten Landschaftsplan etc.		12.2	19

Referenznummer	Räumlicher Bezug	Handlungsbereich Maßnahmengruppe	Thema Handlungsfeld Maßnahmen	Priorisierung	TS-Brief	Kurzbeschreibung	mögliche Instrumente	Verantwortung	Beteiligung
37	S	Themenfeld <i>Bildung und Information</i>	Öffentlichkeitsarbeits-Kampagne: alles zum Thema „Klima/Klimaanpassung“ Information, Sensibilisierung und Vorbereitung der Bevölkerung	3	nein	Informationsmaterial, Beratungsprogramme & Empfehlungen: z.B. Internetauftritt zur Information und Weiterbildung im Bereich Klima und Klimafolgen im urbanen Raum; Informationen über aktuelle Angebote und Projekte der Stadt; Flyer und Broschüren zur Bewusstseinsstärkung für Klima, Klimaanpassung, Versiegelung etc. in der Bevölkerung. Bereitstellung von Informationsmaterial zu Fakten zur Versiegelung und (Förder-)Möglichkeiten zur Reduzierung der Versiegelung auf privatem Boden; Vermittlung von Informationen (u. Vorteilen klimabewusster Handlungen) auch an beteiligte Dritte (Bauherren etc.); Informationsmaterial und Beratungsangebote z.B. zu folgenden Themen: Angepasstes Lüftungsverhalten während kühlerer Nacht- und Morgenstunden, Vermeidung der Nutzung von wärmeabgebenden Geräten, Einsatz von Verdunklung bei direkter Sonneneinstrahlung; Aufruf zu wassersparendem Verhalten in Trocken- und Hitzeperioden: Unabhängig von regionalen Engpässen bei der Wasserversorgung ist auf das Problem der Wasserknappheit hinzuweisen. Empfehlungen für sparsame Verhaltensweisen im Umgang mit Wasser müssen unter Berücksichtigung regionalspezifischer Anforderungen ausgesprochen und öffentlich zur Verfügung gestellt werden; Konzeption „Schattenwege und kühle Plätze in der Innenstadt im Sommer“, Wettbewerb „Klimaangepasste Gärten“		19	---
38	S	Themenfeld <i>Bildung und Information</i>	Bildungsprogramm „Klimawandel“ für verschiedene Zielgruppen und mit verschiedenen Methoden.	3	nein	Klimaspaziergang: Veranstaltungsreihe – Geführte Spaziergänge zu markanten Orten der Stadtentwicklung mit Erläuterungen zu den Maßnahmen der Klimaanpassung, stadtteilbezogen Klimaparcours: Selbsterklärender Stadtrundgang mit „Aufgaben“ zu Klimawandel und Klimaanpassung, Barcodes und Schilder an festen Standorten im Innenstadtbereich (Klima-)Bildungszentrum / „Grünes Klassenzimmer“		19	---
39	S	Themenfeld <i>Bildung und Information</i>	Kühle-Orte-Karten und Apps	2	nein	Im Fall von Hitzewellen kann eine App auf Grundlage von Nutzerdaten Informationen über das individuelle Risiko, kostenfreie Trinkwasserentnahmestellen und die nächstgelegenen kühlen Orte der Stadt (auch öffentliche Gebäude) anzeigen und eine Route dorthin berechnen		19	23
40	S	Themenfeld <i>Bildung und Information</i>	Kommunikationskonzept für den Krisenfall	3	nein	Wie wird die betroffene Bevölkerung, insbesondere die vulnerablen Gruppen (z.B. SeniorInnen, Kleinkinder) am schnellsten informiert? (z.B. bei Hitzetagen, Tropennächten, Starkregen, Gewitter, Waldbrände u.a.). Einbindung auf Homepage Nutzung vorhandener Warn-Apps wie Katwarn, etc.		19	---

Referenznummer	Räumlicher Bezug	Handlungsbereich Maßnahmengruppe	Thema Handlungsfeld Maßnahmen	Priorisierung	TS-Brief	Kurzbeschreibung	mögliche Instrumente	Verantwortung	Beteiligung
41	S	Themenfeld <i>Bildung und Information</i>	Vorsorge für Hitzewellen, Vegetations- und Waldbrände sowie Starkregenereignisse	3	nein	Nutzung des bestehenden temporären Krisenstabs (Stab für außergewöhnliche Ereignisse - SeA) zur Koordinierung solcher Einsatzlagen mit dem Ziel der Verbesserung der Handlungsfähigkeit und Einsatzbereitschaft der lokalen Feuerwehren und Hilfsstrukturen (z.B. optimierte Ausstattung, taktische Schulungen, Übungen)		Bürgermeister	19
42	S, Q	Themenfeld <i>Bildung und Information</i>	Beteiligungsformate	2-3	nein	z.B. Klimawerkstätten		projektbezogen	projektbezogen
43	S, Q	- (VA) Vegetationsanteil erhöhen - (TB) thermische Belastung reduzieren - (RR) Retentionsraum schaffen	Förderung der Entsiegelung privater Flächen	2-3	nein	Kostenloses Beratungsangebot durch städtische Begrünungsberater zu Möglichkeiten der Förderung privater Entsiegelungsmaßnahmen (Entsiegelung und Begrünung von Innen- / Hinterhöfen etc.) und zur Unterstützung bei der Antragsstellung. Die Förderung kann mit Vorteilen im Bereich der Regenwasserversickerung kombiniert werden (z.B. gesplittete Abwassergebühren)		19	---
44	S	Themenfeld <i>Bildung und Information</i>	Hinweise an Gewerbebetriebe hinsichtlich Gebiete / Quartiere, bei denen Vorsorgemaßnahmen zum hitzeangepassten Arbeiten wichtig sind	1-2	nein	Informationen der Gewerbebetriebe über die Räume mit besonderer Wärmebelastung und Information über geeignete Vorsorgemaßnahmen z.B.: Sensibilisierung der Mitarbeiter und Schärfung der Aufmerksamkeit Anpassung der Arbeits- und Pausenzeiten (Vorverlegung der Pausenzeiten bei Freiluftberufen zum Schutz vor intensiver Sonnenstrahlung) Lockerung der Bekleidungsvorschriften Bereitstellung von Getränken etc. - Newsletter - Mailing - Veranstaltungen		12.2	19
45	S	Themenfeld <i>Politik</i>	Kommunenübergreifende Kooperation	3	nein	Absprachen mit Nachbarkommunen z.B. für das Freihalten von Frischluftschneisen, Kaltluftentstehungsgebieten über kommunale Grenzen hinweg	- Regionalplan	61.2	67 19
46	S	Themenfeld <i>Verwaltung</i>	Erste-Hilfe-Maßnahmen organisieren	1	nein	Erste-Hilfe-Maßnahmen sollten in einem Handlungsplan (z.B. Hitzeaktionsplan) mit klar definierten Verantwortlichkeiten festgelegt werden	- zukünftiger Hitzeaktionsplan	19	---
47	S	Themenfeld <i>Verwaltung</i>	Durchführungen von regelmäßigen Übungen	1	nein	Übungen sollten mindestens Akteure einbinden der Feuerwehren, Not- und Rettungsdienste, Krankenhäuser, Ärzteschaft/Praxen. Mögliche Aufnahme der Maßnahme in den Hitzeaktionsplan	- zukünftiger Hitzeaktionsplan	19	---
48	S	Themenfeld <i>Verwaltung</i>	Integration der Hitze Komponente in existierende Pläne und Konzepte	2	nein	Wichtig ist insbesondere die Sicherstellung ausreichender personeller, finanzieller und technischer Ressourcen während Hitzewellen. Diese Maßnahme kann ggf. in den Hitzeaktionsplan aufgenommen werden	- zukünftiger Hitzeaktionsplan	19	---
49	S	Themenfeld <i>Verwaltung</i>	Einrichtung eines „Buddy-Systems“	2	nein	Während Hitzewellen werden angemeldete Personen angerufen und nach dem Wohlbefinden gefragt. Falls ein Anruf wiederholt nicht beantwortet wird, wird versucht auf anderen Wegen einen Kontakt herzustellen. Diese Maßnahme richtet sich primär an Personen über 75 Jahren. Anmeldungen erfolgen telefonisch, per Mail oder über Sozialdienste. Diese Maßnahme kann ggf. in den Hitzeaktionsplan aufgenommen werden	- zukünftiger Hitzeaktionsplan	19	---

Referenz- nummer	Räumlicher Bezug	Handlungsbereich Maßnahmengruppe	Thema Handlungsfeld Maßnahmen	Priorisierung	TS-Brief	Kurzbeschreibung	mögliche Instrumente	Verantwortung	Beteiligung
50	S, Q	Themenfeld <i>Verwaltung</i>	Akteursbeteiligung	3	nein	Die Identifikation von Akteursgruppen (Planungs- und Entwicklungsgesellschaften, Wohngebäudebereich / Wohnungsunternehmen, Private Haushalte / Bürgerschaft, Industrie und Gewerbe) sowie deren Einbindung in kommunale Prozesse erhöht die Prozesstransparenz, vermittelt Wissen und erhöht den Erfolg partizipativer Verfahren und der Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen		projektbezogen	19 61.3
51	S, Q	Themenfeld <i>Verwaltung</i>	Integrative Zusammenarbeit verschiedener Planungsbereiche	3	nein	Die Koordination und integrierte Zusammenarbeit verschiedener kommunaler Ämter und Planungsbereiche ist zu fördern. Probleme werden frühzeitig aufgedeckt, Belange frühzeitig gebündelt und in Einklang gebracht, wodurch die qualitative Effektivität der kommunalen Planung selbst bei ansteigendem Besprechungsaufwand gesteigert wird. - Erörterungstermine und Jour-Fixe zu städtebaulichen Entwürfen in B-Plan-Projekten		61.3	---
52	S	Themenfeld <i>Politik</i>	Klimagerechte Baulandstrategie und Grundstückspolitik	3	nein	Sicherungsleistung „Klima“ für Grundstücke, die von der Stadt verkauft werden. Bei Erfüllung der zuvor definierten Kriterien der Klimaanpassung und des Klimaschutzes durch den Bauherren / Bauherrin, kann dieser die Sicherungsleistung „Klima“ zurückerhalten. Übertreffen die durchgeführten Maßnahmen die Minimalanforderungen, so kann der Bauherr / Bauherrin zusätzlich einen Bonus erhalten - Berücksichtigung klimatischer Belange (Klimaschutz, Klimaanpassung) bei der Vergabe städtischer Gewerbeflächen	- Handlungskonzept zur Vergabe städtischer Gewerbeflächen	12.2 LVN	19
53	S	Themenfeld <i>Planung</i>	Berücksichtigung der Informationen über hitzebelastete Gebiete bei der Standortwahl von sozialen Einrichtungen	3	nein	Eine Ansiedlung von sozialen Einrichtungen in hitzebelasteten Quartieren sollte möglichst vermieden werden		61	19
54	S	Themenfeld <i>Planung</i>	Rechtlich verbindliche Festsetzungen zur Flächensicherung	3	nein	Festsetzung von Bebauungsgrenzen im Siedlungskontext zur Sicherung klimatisch wertvoller Freiräume: Schutz des Außenraums und innerstädtischer Regenerationsflächen vor weiterer Bebauung; Durch eine Vorgartensatzung lässt sich die gärtnerische Gestaltung der Vorgärten festlegen. So kann die Nutzung als hauswirtschaftliche Flächen, als Arbeits-, Lager- oder Stellplatzflächen verhindert werden - Festsetzung von GRZ im B-Plan	- B-Plan - Flächennutzungsplan	61.2 61	12.2 19 67
55	S	Themenfeld <i>Planung</i>	Einführung ökologischer Standards zur Begrenzung der Versiegelung	2-3	nein	Ökologische Standards umfassen z.B. eine maximal zulässige Versiegelung oder Schutzzonen zur Vermeidung von Versiegelung. Die ökologischen Standards sollen möglichst konkrete, orts-/flächenbezogene Aussagen beinhalten und bspw. im Landschaftsplan festgesetzt werden - Festsetzung von GRZ im B-Plan	- Landschaftsplan - B-Plan	RKN 61.3	12.2 19 67

Referenznummer	Räumlicher Bezug	Handlungsbereich Maßnahmengruppe	Thema Handlungsfeld Maßnahmen	Priorisierung	TS-Brief	Kurzbeschreibung	mögliche Instrumente	Verantwortung	Beteiligung
56	S, Q, G	Themenfeld <i>Planung</i>	Investitions- & Förderprogramme	2-3	nein	Städtisches Förderprogramm „Klimaresiliente Stadt“: Schaffung und Initiierung in-/direkter Zuschüsse, direkte finanzielle Unterstützung z.B. für Dach- und Fassadenbegrünung, Versickerungsmaßnahmen je nach Planfall individuelle Bedingungen; Förderangebote z.B. für private Entsiegelungsmaßnahmen		19	---
57	S	Themenfeld <i>Planung</i>	Aufstellung eines Hitzeaktionsplans	3	nein	Aufstellung eines Hitzeaktionsplans		19	---
58	S	Themenfeld <i>Planung</i>	Frühwarn- und Monitoringsysteme auf Stadtgebietsebene	3	nein	Langfristige Beobachtung, Evaluation der stadtklimatischen Situation unter klaren Ziel- und Funktionsbestimmungen; Messstellennetz z.B. zu Kanal und Pegelständen, Erfassung von lokalen Wetterdaten (in Kombination mit nachfolgender Maßnahme) Leuchtturmprojekt Smart City: Aufbau eines Sensorischen Messnetzes auf Basis von „LoRaWAN“ zur Erfassung meteorologischer und klimatischer Kennwerte in Echtzeit. Z.B. zur Erfassung von Bodenfeuchte und der Optimierung des Bewässerungsbedarf von Stadtbäumen. Entwicklung einer vereinfachten "Echtzeit-Stadtklimakarte". (Leuchtturmprojekt, Förder- und Forschungsprojekt)		19	---
59	S	Themenfeld <i>Planung</i>	Besondere Berücksichtigung klimatischer Belange in der Planung	3	nein	Prüfung und Einzelfallbezogene Ausschöpfung der Festsetzungsmöglichkeiten der hohen Gewichtung energetischer und Klimaschutz- / Anpassungskriterien in Wettbewerben, Bauleitplanung und gesamtstädtischen Planungen In der Bauleitplanung: Leitfaden Klimaangepasste Bauleitplanung Ausschöpfung der klimasensiblen Festsetzungsmöglichkeiten im Bebauungs- und Landschaftsplan (Erhalt von schattenspendenden Grünstrukturen durch Baumschutzsatzungen, Sicherung von Durchlüftungswegen, Festsetzung der Gebäudeausrichtung, Festsetzung der Mindestgröße von Baugrundstücken etc.) Aktualisierung vorhandener Planwerke auf Basis neuer Informationen bezüglich klimatischer Veränderungen und Anpassungsstrategien		61.3	12.2 19 67
60	S, Q	Themenfeld <i>Planung</i>	Vorgabe der Pflanzenarten im Grünordnungsplan bzw. Bebauungsplan auf Basis entsprechender Artenlisten der Landschaftsplanung	2-3	nein	Plätze und Freiflächen mit einer guten Grünstruktur und schattenspendenden Bäumen sollten explizit als erhaltenswert ausgewiesen werden. Dies kann insbesondere im Landschaftsplan erfolgen, muss bei Bedarf dann auch in Bebauungspläne übernommen werden (z.B. durch § 9 Abs. 1 Nr. 25b BauGB Flächen für die Erhaltung von Bäumen, Sträuchern und sonstigen Bepflanzungen) - Pflanzlisten im LBP und B-Plan	- B-Plan	61 67	19

Referenz- nummer	Räumlicher Bezug	Handlungsbereich Maßnahmengruppe	Thema Handlungsfeld Maßnahmen	Priorisierung	TS-Brief	Kurzbeschreibung	mögliche Instrumente	Verantwortung	Beteiligung
61	S, Q	Themenfeld <i>Planung</i>	Ausgleich bei unvermeidbarer Versiegelung	1-2	nein	Ökologischer Ausgleich für neuversiegelte Grün- und Freiflächen Anlage von klimaangepassten Ausgleichsflächen sowie dauerhafte Pflege - Eingriffs- / Ausgleichsbilanzierung	- B-Plan - städtebaulicher Vertrag	67 19 61.3 60	19 61
62	S	Themenfeld <i>Planung</i>	Starkregenkonzept	3	nein	Erarbeitung eines Konzeptes für den Umgang mit Starkregensituationen mit Abflussberechnungen Fließwegeanalyse Starkregengefahrenkarte Risikomanagement		ISN TMN	---
63	S	Themenfeld <i>Planung</i>	Klimaangepasste Flächennutzung in der Landwirtschaft	3	nein	Unterstützung einer ökologischen bzw. naturverträglichen Landwirtschaft durch Vorgaben bei Neuverpachtungen städtischer Grundstücke für die LWS (u.a. zur Förderung der Grundwasserneubildung, Humus- und Bodenerhalt, Erhalt und Aufbau von Grünstrukturen zwischen den Feldern etc.), dabei Abstimmung mit bestehenden Kooperationen der Stadtwerke mit Landwirten zum Grundwasserschutz		LVN 19 67	19
64	Q, G	Themenfeld <i>Wassermanagement</i>	Handout/Flyer "technischer Objektschutz Neubau im unbeplanten Innenbereich"	1	nein	Erstellung eines Flyers/Handouts zum Thema "technischer Objektschutz in kritischen Bereichen von Überflutung bei Starkregenereignissen bei Bauberatung/Bauanträge im unbeplanten Innenbereich und für Bereiche mit B-Plänen ohne entsprechende Festsetzung"		19 63	---

Referenznummer: 1	Handlungsbereich Maßnahmengruppe	RR	DA	KF	HV	TB	VA
DACHBEGRÜNUNG	Räumlicher Bezug	☐ Stadt		☒ Quartier		☒ Gebäude	
	Relevanz aus stadtklimatologischer Sicht im städtischen Kontext	☐ hoch		☒ mittel		☐ gering	
	Verantwortung bei	61.3					
	Beteiligung von	19					
	Art der Maßnahme	☒ Bestand			☒ Planung		
		☐ protektiv			☒ präventiv		
	RR = Retentionsräume, DA = Durchlüftungssachsen, KR = Kaltlufträume, HV = Hitzevulnerabilität, TB = Thermische Belastung, VA = Vegetationsanteil						



Extensive Dachbegrünung | Schröder et al. (2020)

Funktionelle Dachbegrünungen stellen heute eine gute Möglichkeit dar, die Überwärmung des Gebäudes über die Dachflächen zu reduzieren. Das Lokalklima eines größeren Raums, wie bspw. eines Quartiers, kann erst durch eine Vielzahl an begrünten Dächern positiv beeinflusst werden. Zudem ermöglichen Gründächer über die Bereitstellung zusätzlicher Retentionsflächen die Schaffung von temporären Puffern für die Aufnahme von Regenwasser. Sie sind in der Lage, bis zu 70 % (abhängig von der Art der Begrünung) des Niederschlags aufzunehmen, zurückzuhalten und ihn zeitverzögert durch Verdunstung wieder abzugeben. Auf diese Weise kann die Stadtentwässerung entlastet werden. (Rüngeler 1998) Ähnlich wie die Fassadenbegrünung hat das Gründach eine isolierende und ausgleichende Funktion bezüglich des Wärme- und Energietransfers von der Außenseite zur Innenseite des Gebäudes. So können Temperaturextreme im Jahresverlauf abgemildert werden.

Grundsätzlich wird zwischen dem extensiven und dem intensiven Gründach unterschieden:

Für das **extensive** Gründach ist eine geringe Vegetationshöhe von bis zu 10 cm charakteristisch. Gewöhnlich sind diese Systeme nicht begehbar, durch ihre geringe Substratauflage und Vegetationsmasse können sie jedoch auch auf Flächen mit einer Dachneigung bis zu 30 Grad angebracht werden.

Das **intensive** Gründach ähnelt viel mehr einem kompletten Garten auf Dachniveau. Oft finden sich auf diesen Gründächern hohe Gräser, Stauden oder geeignete Bäume. Um genügend Wurzelraum zur Verfügung zu stellen, muss die Substratauflage entsprechend mächtig ausgeprägt sein.

Pflanzenlisten für intensive und extensive Dachbegrünung finden sich zum Beispiel hier:

https://www.gebaeudegruen.info/fileadmin/website/gruen/Dachbegrueung/Basiswissen/pflanzlisten_dachbegrueung.pdf

Im Aufbau beider Systeme kann es zu kleineren Unterschieden kommen, die grundsätzliche funktionelle Anordnung der einzelnen Schichten ist jedoch identisch. Bedingt durch den zu erzielenden Aufwuchs besteht der größte Unterschied in der Stärke der verwendeten Substratschichten.

Beim Entwurf von Neubauten lässt sich die für ein Gründach zusätzlich benötigte Tragkraft vorab berücksichtigen. Im Gegensatz dazu müssen im Bestand die Statik und Tragkraft jedes Gebäudes einzeln auf das zusätzliche Gewicht geprüft und ggf. nachgerüstet werden. In einem gewissen Umfang sind Parallelnutzungen mit Fotovoltaik oder Solarthermie möglich. Durch diese Verknüpfung wird die Technologie direkt gekühlt.



Intensive Dachbegrünung | Collection of Robert, Wohnanlage Rombachtäli, if you mention 'robert at made-by-architects.com' as copyright (2010- 2012)



Extensiv gepflegte intensive Dachbegrünung | BPI (2022)

Um die sehr guten gebäudeklimatischen Eigenschaften eines Gründaches zu gewährleisten, muss eine ausreichende Wasserversorgung garantiert werden. Insbesondere während länger andauernder Hitzewellen besteht die Gefahr, dass ein Gründach austrocknet und die vorhandene Vegetation verdorrt. Passiert dies, hebt sich die positive klimatische Wirkung auf.

Richtlinien und Instrumente

Anforderungen an die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen werden beispielsweise in der FLL-Dachbegrünungsrichtlinie (2018), Pflege und Wartung von begrünten Dächern (2002) und Leitfaden Gebäude Begrünung Energie (2014) der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL) beschrieben. Hier finden sich auch geeignete Pflanzenlisten für die Bepflanzung von Gründächern in Deutschland.

Für eine finanzielle Unterstützung stehen Kommunen wie auch Privathaushalten unterschiedliche Förderinstrumente zur Verfügung. Diese bietet Anreize für die Umsetzung von Dachbegrünungsmaßnahmen im Bestand wie auch in Neubauvorhaben festgelegte Pläne zur Schaffung von Gründächern.

Dachbegrünungen können in zukünftigen Bebauungsplänen oder bei Änderungen von Bebauungsplänen rechtsverbindlich festgesetzt werden (Anpflanzungen sowie Pflanzenbindung möglich siehe § 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB). Wie jede andere Festsetzung darf auch diese nur nach gerechter Abwägung aller berührten Belange (z.B. Brandschutz etc.) getroffen werden.

Weiterhin können bestehende oder neu zu errichtende Fassadenbegrünungen auch in vertraglichen Vereinbarungen / städtebaulichen Verträgen nach § 11 BauGB festgesetzt werden. Im Falle, dass sich Gebäude in öffentlicher Hand befinden, ist auch das Aufsetzen eines schuldrechtlichen Vertrages möglich. (vgl. Schmauck, 2019)

Beispiel: „Flachdächer (0-15 Grad) sind mindestens mit einem Anteil von 60 % der Dachfläche (ausgenommen Flächen für technische Aufbauten) bei einer Substratschicht von mindestens 8cm mit Gräsern und Wildkräutern zu bepflanzen und zu unterhalten. Begründete Ausnahmen sind zugelassen.“

Förderprogramme

Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) fördert auch den Erhalt und die Neuanlage von Dach- und Fassadenbegrünungen Laufzeit bis 2030; Stand 08/2023

https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/effiziente_gebaeude_node.html

weitere Informationen zur Förderung „Bundesförderung für effiziente Gebäude“ durch die KfW Laufzeit bis 2030; Stand 08/2023 <https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Bundesfoerderung-fuer-effiziente-Gebaeude/>

Darlehen der NRW Bank mit geringem bis gar keinem Zins zur Dachbegrünung (privat vor allem)

https://www.verbraucherzentrale.nrw/sites/default/files/2023-07/2023.07.01_nrw.bank_rl-mod-2023_final.pdf

Synergien Chancen	Spannungen Risiken	Quellen weiterführende Literatur
- Minderung der Temperaturextreme - Wärmedämmung (Winter) - Kühlung und Isolierung (Sommer) - Energieeinsparung - Unterstützung des Luftfeuchtigkeitshaushalts - Retentionsfläche (Einsparung Entwässerungsgebühren) - verzögerte Wasserabgabe - in Kombination mit Fotovoltaik möglich - Biodiversität	- Privatbesitz - Pflegeaufwand (bspw. Bewässerung in Trockenzeiten) - Denkmalschutz - Eignung der Bausubstanz - Tragkraft und Statik - Wasserversorgung - Brandschutz - Dachneigung - Pflanzenauswahl	- Bundesverband GebäudeGrün e. V., 2023. Planungshinweise Dachbegrünung - Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V. 2018. Dachbegrünungsrichtlinien - Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von Dachbegrünungen. In Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (ed.) - Schröder, R., Jeschke, D., Walker, R. & Kiehl, K. 2020. Extensive Dachbegrünung mit gebietseigenen Wildpflanzen am Beispiel Nordwestdeutschlands - ein Leitfaden für die Praxis - Rüngeler, S. 1998: Die Funktion von Dachbegrünungen in urbanen Wasserkreisläufen. Diplomarbeit, TU Berlin - American Hydrotech 2000

Referenznummer: 2	Handlungsbereich Maßnahmengruppe	RR	DA	KF	HV	TB	VA
FASSADENBEGRÜNUNG	Räumlicher Bezug	☐ Stadt		☒ Quartier		☒ Gebäude	
	Relevanz aus stadtklimatologischer Sicht im städtischen Kontext	☐ hoch		☒ mittel		☒ gering	
	Verantwortung bei	61.3					
	Beteiligung von	67					
	Art der Maßnahme	☒ Bestand			☒ Planung		
		☐ protektiv			☒ präventiv		
	RR = Retentionsräume, DA = Durchlüftungssachsen, KR = Kaltlufträume, HV = Hitzevulnerabilität, TB = Thermische Belastung, VA = Vegetationsanteil						



Fassadenbegrünung, bodengebunden | BPI (2021)

Fassadenbegrünung hat in Deutschland, insbesondere im Bereich der Industriegebäude, eine lange Tradition. Doch auch bei Leichtbauten steigt das Risiko der Überhitzung durch im Rahmen der Klimakrise zunehmenden Hitzeextreme. Auch das Überflutungsrisiko steigt durch zunehmende Starkregenereignisse. Diese veränderten klimatischen Bedingungen schränken die Lebensqualität sowie die Produktions- und Arbeitsbedingungen ein und können gesundheitliche Risiken mit sich bringen.

Die „natürliche“ jahreszeitliche Isolierung durch Vegetation kann zu einem ausgeglichen homogenen Energiefluss zwischen Gebäudeinnenseite und Gebäudeaußenseite beitragen. Insbesondere ältere Gebäude (z.B. Backsteingebäude) lassen sich durch eine nachträgliche Fassadenbegrünung effizient „dämmen“. Durch Fassadenbegrünung können Temperaturextreme im Verlauf eines Jahres abgemildert werden. Durch die Blätter und deren Verdunstung sowie das Luftpolster zwischen Pflanze und Fassade kann diese vor einer intensiven Einstrahlung im Sommer und einem starken Wärmeverlust im Winter geschützt werden. Alternativ können laubabwerfende Pflanzen im Winter dafür sorgen, dass die winterliche Sonne genutzt werden kann. Dabei wird insbesondere das Mikroklima des bepflanzten Gebäudes selbst beeinflusst.

Weiterhin wird die Feuchtigkeitsbelastung der Fassade durch die schützenden Blätter reduziert. Im Falle eines intakten Mauerwerks sind keine Schäden durch Fassadenbegrünung zu erwarten. Der Zustand der Fassade sollte jedoch vor der Bepflanzung geprüft werden. Als Alternative eignen sich beispielsweise Rankgitter, an denen sich die Pflanze „festhalten“ kann. Im Falle starker Regenereignisse wird ein Teil des Niederschlags durch das Blattwerk aufgefangen sowie durch das Wurzelwerk der Pflanzen aufgenommen.

Zusätzlich kann eine gesunde Grünfassade einen Beitrag zur Lufthygiene leisten. Untersuchungen zur Filterwirkung hinsichtlich Schwermetallen bei Grünfassaden haben, insbesondere im bodennahen Raum, eine hohe Filterwirkung nachgewiesen [1]. Für Gebiete mit hoher Gebäudedichte und starkem Verkehrsaufkommen, wo außerdem Straßenbäume nicht möglich oder nicht sinnvoll sind (z.B. Reduktion Belüftungspotential), kann die Fassadenbegrünung gerade im belebten Niveau der Straße zu einer Reduktion der Luftschadstoffbelastung beitragen.



Bodengebundene Begrünung | BPI (2021)

Bei den Grünfassaden muss zwischen der bodengebundenen Begrünung und der fassadengebundenen Begrünung unterschieden werden:

Die **bodengebundene Begrünung** einer Fassade setzt eine direkte Verbindung zum Erdbereich oder einen / mehrere Pflanzbehälter voraus, in dem die Pflanzen wurzeln können. Für diese Art der Begrünung sind stark rankende Pflanzen notwendig. Klassisch finden unterschiedliche Arten des Efeus, der Weide oder des Weins Verwendung.

Mögliche Reduktion der thermischen Belastung: $\sim 1,5^{\circ}\text{C}$ PET (bei 25 cm Entfernung)

Mögliche Reduktion der Lufttemperatur: $\sim 1,1^{\circ}\text{C}$ (bei 25 cm Entfernung)

(Spanjar et al., 2022)



Fassadengebundene Begrünung | BPI (2021)

Bei der **fassadengebundenen Begrünung** handelt es sich um ein Pflanzsystem, das dauerhaft mit der Fassade verankert wird. Meistens sind Pflanzcontainer über die gesamte Höhe der Grünfassade verteilt, wodurch kein Wurzelraum auf Straßenniveau benötigt wird. Ebenso kann eine Vielzahl von Pflanzen verwendet werden. Eine starke rankende Eigenschaft wie bei der bodengebundenen Begrünung ist nicht zwingend erforderlich. Die erhöhte Artenzahl fördert die Biodiversität (bei Pflanzen und Tieren). Das System der fassadengebundenen Begrünung erfordert allerdings ein höheres Maß an Pflege und technischer Wartung. Zudem liegen die Investitionskosten wesentlich höher als bei einer bodengebundenen Begrünung.

Anforderungen an die Planung, Ausführung und Pflege von Fassadenbegrünungen werden beispielsweise in der FLL-Fassadenbegrünungsrichtlinie (2018) und dem Forschungsbericht Wandgebundene Begrünungen (2015) der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL) beschrieben.

Fassadenbegrünungen können in zukünftigen Bebauungsplänen oder bei Änderungen von Bebauungsplänen rechtsverbindlich festgesetzt werden. Dazu eignet sich insbesondere § 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB, aber auch § 1a Abs. 3, S. 2, 3 BauGB bzw. § 200a BauGB. Wie jede andere Festsetzung darf auch diese nur nach gerechter Abwägung aller berührten Belange getroffen werden. Beispielsweise kann festgesetzt werden: „Ein Drittel der Fassadefläche ist zu begrünen. Technisch begründete Ausnahmen können zugelassen werden.“ Eine weitere Option besteht darin die Notwendigkeit zur Begrünung von Fassaden in städtebaulichen Verträgen festzusetzen. Weiterhin besteht die Möglichkeit der Einrichtung einer Beratungsstelle durch Kommunen, an die sich private Interessierte wenden können. Die meisten Förderprogramme sind auf eine kurze Laufzeit ausgelegt. Hier lohnt es sich jedoch regelmäßige Recherchen durchzuführen, um auf dem neuesten Stand zu bleiben.

Weiterhin können bestehende oder neu zu errichtende Fassadenbegrünungen auch in vertraglichen Vereinbarungen / städtebaulichen Verträgen nach § 11 BauGB festgesetzt werden. Im Falle, dass sich Gebäude in öffentlicher Hand befinden, ist auch das Aufsetzen eines schuldrechtlichen Vertrages möglich. (vgl. Schmauck, 2019)

	Förderprogramme Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) fördert auch den Erhalt und die Neuanlage von Dach- und Fassadenbegrünungen Laufzeit bis 2030; Stand 08/2023 https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/effiziente_gebaeude_node.html weitere Informationen zur Förderung „Bundesförderung für effiziente Gebäude“ durch die KfW Laufzeit bis 2030; Stand 08/2023 https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Bundesförderung-für-effiziente-Gebäude/
--	--

Synergien Chancen	Spannungen Risiken	Quellen weiterführende Literatur
- Reduktion von Hitze am Tag sowie in der Nacht - Kühlung des Gebäudes (Verdunstung und Absorption und Reflexion von Strahlung) - Feuchteproduktion (Verdunstung) - Fassadenschutz (Temperatur-, UV-, Starkregenbeanspruchung) - Einsparung von Energie / Verringerung Wärmeverlust durch Dämmwirkung der bepflanzten Fassaden, Windfang, bei Änderung der Strahlungsverhältnisse - Schadstoff- und Staubfilterung und Verbesserung der Luftqualität - Erhöhung der Biodiversität - Erhöhung der Aufenthaltsqualität - Wasserrückhalt - Schutz vor Witterung	- Möglicherweise fehlende Sonneneinstrahlung im Winter im Falle der Wahl immergrüner Pflanzen - Pflegeaufwand - Privatbesitz - Denkmalschutz - Fassadenausrichtung - Pflanzenauswahl - Wasserversorgung - ggf. hohe Pflege- und Instandhaltungskosten - Infrastruktur im Untergrund (Bürgersteige)	- Bundesverband GebäudeGrün e. V., 2023b. Planungshinweise Fassadenbegrünung - Schmauck, S., 2019. Dach- und Fassadenbegrünung: neue Lebensräume im Siedlungsbereich; Fakten, Argumente und Empfehlungen, BfN-Skripten. Bundesamt für Naturschutz, Bonn. - Spanjar, G. et al. 2022. Cool Towns Intervention Catalogue. Proven solutions to mitigate heat stress at street level

Referenznummer: 3	Handlungsbereich Maßnahmengruppe	RR	DA	KF	HV	TB	VA
MATERIALVORGABEN	Räumlicher Bezug	☐	Stadt	☒	Quartier	☒	Gebäude
	Relevanz aus stadtklimatologischer Sicht im städtischen Kontext	☒	hoch	☒	mittel	☐	gering
	Verantwortung bei	67, 19, 60, 61.3, 66, TMN					
	Beteiligung von	---					
	Art der Maßnahme	☒	Bestand	☒	Planung		
		☐	protektiv	☒	präventiv		
	RR = Retentionsräume, DA = Durchlüftungssachsen, KR = Kaltlufträume, HV = Hitzevulnerabilität, TB = Thermische Belastung, VA = Vegetationsanteil						



Beschichtung Dach mit Butyl | Roof Coating Orlando,
<https://creativecommons.org/licenses/by/2.0/>
 (2015)

Dachabdeckung

Die klassische und heute immer noch meistgenutzte Art der Dachabdeckung ist die Verwendung von gebrannten Dachziegeln oder Dachpfannen. Als Elemente aus gebranntem Ton zählen diese zu den natürlichen Baumaterialien, wodurch die Wärmeleitzahl, welche die Wärmeleitfähigkeit (Watt pro Meter mal Kelvin) beschreibt, im moderaten Bereich liegt.

In Kombination mit unterschiedlichen Oberflächenfarben lässt sich der potenzielle energetische Gesamteintrag zusätzlich reduzieren. Wird die Reflexionseigenschaft / Reflexionsfähigkeit der verwendeten Materialien erhöht, verringert sich automatisch die vom Dach absorbierende Menge an Energie.

Dachbeschichtungen

Die nachträgliche Beschichtung von Dachflächen bietet eine Alternative, um bestehende Dachabdeckungen klimatisch und energetisch aufzuwerten. Die englischen Begriffe „Cool Roofs“ und „White Coating“ beschreiben den Überzug einer bestehenden Dachfläche mit einem speziellen Elastomer, das einen sehr niedrigen U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) aufweist. In Kombination mit einer hohen Albedo durch die weiße Farbe lässt sich so die thermische Belastung besonders bei großflächigen Dächern stark reduzieren. Durch die Möglichkeit, fast jede Art von Dachabdeckung (Metall, Ton, Bitumen, u.a.) mit einem „White Coating“ zu versehen, bietet sich die Anwendung insbesondere für Industrieanlagen an, welche oftmals mit leichttragenden Metaldächern versehen sind und i.d.R. zusätzliche schwere Dachlasten (z.B. durch Dachbegrünung) nicht tragen dürfen.

Dachdämmung

Bei einer Dachneueindeckung wird eine Aufdachdämmung empfohlen. Im Falle einer nachträglich erforderlichen Maßnahme handelt es sich um eine sogenannte „Zwischensparrendämmung“, welche von innen angebracht wird. Es bietet sich weiterhin an, Dämmmatten und -platten sowie Einblastechiken zu verwenden. Bei einer fachgerechten Verarbeitung lassen sich so Schimmelbildung sowie Wärmebrücken vermeiden. Weiterhin empfiehlt es sich, Solaranlagen direkt bei der



Dachlamellen als Beschattungselement der Fassade | Alexas_Fotos, <https://pixabay.com/de/service/license-summary/>, (2019)

Dacheindeckung zu berücksichtigen, da sich eine nachträgliche Montage auf bereits ordnungsgemäß verklammerten und gedämmten Dächern schwierig gestaltet. (vgl. Handwerkskammer Frankfurt-Rhein-Main et al., 2016)

Hitze- und Kälteschutz der Fassade

Auch bei der Fassadendämmung sollten für eine klimaschonende Bauweise bestimmte Aspekte Berücksichtigung finden. Um im Winter eine gute Wärmedämmung zu gewährleisten, sind Materialien mit geringer Wärmeleitfähigkeit gefragt. Zum Abhalten der Sommerhitze werden hingegen Dämmstoffe mit geringer Wärmespeicherkapazität benötigt. Idealerweise vereinen die Dämmstoffe beide Eigenschaften. Zusätzlich kann die Dicke der Dämmung im Winter zur effizienten Wärmedämmung und im Sommer zum Hitzeschutz beitragen. Materialien, die sich an heißen Sommertagen extrem aufheizen und die Wärme ins Innere abgeben, sind Glas und Stahl. Andererseits besitzen häufig natürliche Baustoffe wie Kalkstein und Ziegel puffernde Wirkungen. Auch Holz und Stroh eignen sich, da sie in der Herstellung nachhaltig sein können und gute Eigenschaften, bezogen auf Wärmeleitfähigkeit, aufweisen. Es empfiehlt sich außerdem, auf regionaltypische Materialien zurückzugreifen. Ähnlich wie beim „White Coating“ der Dächer haben auch bei der Hausfassade helle Farben eine reflektierende Wirkung, wodurch sich helle Gebäude langsamer aufheizen als in dunklen Tönen gestrichene Gebäude. (vgl. Handwerkskammer Frankfurt-Rhein-Main et al., 2016; Jolk et al., 2017)

Verschattungselemente

Das Anbringen von Verschattungselementen wie beispielsweise Schutzdächern, sonnenstandsregulierten Fotovoltaikanlagen oder außenliegendem Sonnenschutz unterstützen das Heraushalten von Hitze aus Gebäuden. Dadurch können gesündere Aufenthalts-, Produktions- und Arbeitsbedingungen geschaffen werden. Verschattungselemente sollten mit der Art, Lage und Größe der Fenster kombiniert werden. Außen angebrachte Verschattungselemente können bis zu 30 Prozent mehr Hitze abhalten als hinter der Glasfläche gelegene Elemente. Als Alternative eignen sich speziell getönte Fenster (Sonnenschutzglas), welche jedoch auch weniger Licht ins Gebäudeinnere lassen. Auch die Gebäudeausrichtung kann in Kombination mit Fensterfronten und ihren Verschattungen eine entscheidende Rolle spielen. (vgl. Handwerkskammer Frankfurt-Rhein-Main et al., 2016; Jolk et al., 2017)

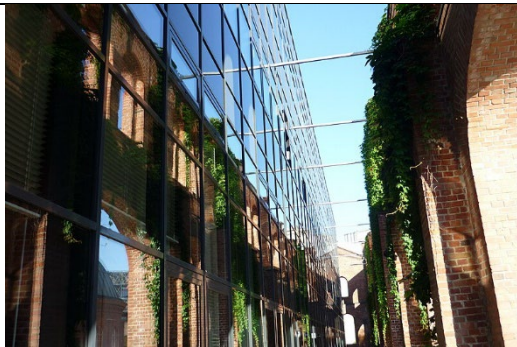
Praxisbeispiel

Gute Praxisbeispiele für energieeffizientes Bauen bzw. die Verwendung geeigneter Materialien sind zwei Gebäude der Firma „Alnatura“. Durch eine Wandneigung, eine geeignete Materialauswahl und kühle Luftzufuhr kann im Bürogebäude der Firma in Darmstadt der Klimatisierungsbedarf minimiert werden. Eine gute Wärmedämmung wird durch 70 cm dicke Wände aus Lavaschotter und Stampflehm gewährleistet. Diese Materialkombination ermöglicht ein ausgeglichenes und stabiles Temperaturniveau bei Kälte wie auch bei Hitze. Die Lage am Waldrand kann genutzt werden, indem Frischluft durch einen Erdkanal in das Gebäude geleitet wird. In der Erde kann eine stabile Durchschnittstemperatur gespeichert werden, welche im Winter die Außenluft erwärmt und im Sommer abkühlt. Ein weiteres Gebäude derselben Firma, welches ebenfalls durch eine gute Wärmedämmung auf eine Klimatisierung verzichten kann, ist deren Verteilerzentrum in Lorsch. Die gute Dämmung des Gebäudes wird durch seine Versenkung um 2,5 m in das Erdreich ergänzt. Die Grundwasserkühlung im unterirdischen Teil des Gebäudes unterstützt die überflüssige energieintensive Beheizung und Klimatisierung des Verteilungszentrums. (vgl. Birgit Haupter et al., 2021)

	Förderprogramme Zinsgünstige Darlehen für den Klimaschutz und zur Erhöhung der Energieeffizienz z. B. Maßnahmen zur Gebäudedämmung, Solarthermie; Programm auf Länderebene: NRW Bank vergibt zinsgünstige Darlehen für die Steigerung der Energieeffizienz (um mind. 20%) oder der Ressourceneffizienz (um mind. 6 %) sowie Neubau oder die Sanierung zum Effizienzgebäude; Stand 08/2023 Umsetzungsinstrumente - Gesetz zur Vereinheitlichung des Energieeinsparrechts für Gebäude und zur Änderung weiterer Gesetze (2020) und insb. §14 Sommerlicher Wärmeschutz - Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (VOB/C) - Festlegung im Bebauungsplan / im Städtebaulichen Vertrag oder bei städtebaulichen Wettbewerben - Regelungen im Gestaltleitfaden - Berücksichtigung in Ausbauplanung öffentlicher Raum
--	--

Synergien Chancen	Spannungen Risiken	Quellen weiterführende Literatur
- Verhinderung der Aufheizung von Gebäuden bei hellen Farbtönen - Verbesserung des Raumklimas durch Verhinderung der Überhitzung bei ausreichender Dämmung - Verhinderung von Schimmelbildung durch ausreichende Abdichtung, Dämmung und entsprechendem Lüftungssystem - Energiekosteneinsparung durch Dämmung (Heiz- und Kühlungskosten) - Behaglichkeit durch passende Farbauswahl im Innen- und Außenbereich - Reduktion der thermischen Belastung - Reduzierung der Energiespeicherung / Wärmespeicherung	- Hagelschäden an gedämmten Fassaden - Witterungsschäden an Farbanstrichen - Privatbesitz - Denkmalschutz	- Gartland L. 2008: Heat Islands Understanding and Mitigating Heat in Urban Areas in the UK and USA in 2008. Earthscan, London - Handwerkskammer Frankfurt-Rhein-Main, Dehn, O., Weiner, S., 2016. Klimarobust Planen und Bauen - Ein Leitfaden für Gebäude im Bestand. - Haupter, B., Kieser, L., Sander, A.-C., 2021. Gewerbegebiete - Klimaangepasst und fit für die Zukunft! Praxisbeispiele aus Kommunen und Unternehmen. - Jolk, A.-K., Peters, M., Willen, L., Künzel, S., 2017. Praxisratgeber Klimagerechtes Bauen. Deutsches Institut für Urbanistik, Köln.

Referenznummer: 4		Handlungsbereich Maßnahmengruppe	RR	DA	KF	HV	TB	VA
VERTIKALE VERSCHATTUNG		Räumlicher Bezug	☐ Stadt		☐ Quartier		☒ Gebäude	
		Relevanz aus stadtklimatologischer Sicht im städtischen Kontext	☐ hoch		☒ mittel		☒ gering	
		Verantwortung bei	67, 19, 61.3, 60					
		Beteiligung von	---					
		Art der Maßnahme	☒ Bestand			☒ Planung		
			☐ protektiv			☒ präventiv		
		RR = Retentionsräume, DA = Durchlüftungssachsen, KR = Kaltlufträume, HV = Hitzevulnerabilität, TB = Thermische Belastung, VA = Vegetationsanteil						



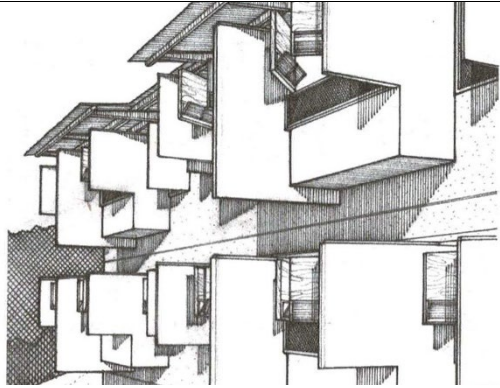
Vorgesetzte Verschattung | BPI (2020)

Die Folgen der Klimakrise und insbesondere sommerliche Hitze stellen deutsche Kommunen vor große Herausforderungen. Eine Überhitzung im Sommer macht insbesondere vulnerablen Bevölkerungsgruppen zu schaffen. Dazu gehören ältere sowie kranke Menschen und kleine Kinder. Daher ist es notwendig, im Sinne eines klimaangepassten Städtebaus umzudenken. Dabei können Bauweisen aus heißen Klimazonen als Inspiration dienen. Während es in Vororten und nicht dicht bebauten Gebieten empfehlenswert ist, Frischluftschneisen und Kaltluftentstehungsgebiete zu priorisieren, bietet es sich insbesondere in bereits dicht bebauten Innenstädten an vertikale Verschattung zu nutzen, um eine Gebäudekühlung zu bewirken. Maßnahmen wie die Errichtung enger Gassen mit Verschattung der Häuser durch umliegende Hauswände lassen sich in Innenstädten heißer Klimazonen seit Jahrhunderten beobachten.

Neben der Gebäudeausrichtung und Wärmedämmung kann eine Kühlung auch durch Pflanzen, sonnenstandsgesteuerte Außenrollos sowie angebaute Verschattungselemente unterstützt werden. Viele der Maßnahmen, die zu einer vertikalen Verschattung von Gebäuden beitragen, dienen ursprünglich dem Klimaschutz und seinen Maßnahmen wie der Energieeinsparung. Gleichzeitig haben sie jedoch positive Auswirkungen auf die Klimaanpassung der Gebäude.

Eine Studie, welche die Auswirkungen unterschiedlicher Baumaßnahmen auf das hygrometrische Innenraumklima während einer Hitzeperiode untersuchte, kam zu dem Ergebnis, dass Außenverschattung die effektivste Einzelmaßnahme gegen eine sommerliche Überhitzung der Innenräume darstelle. Zu den anderen untersuchten Maßnahmen gehörten eine erhöhte Nachtlüftung, Loggien- und Fassadenbegrünung sowie eine veränderte Fassadenfarbe. Zum besten Ergebnis führte jedoch eine Kombination unterschiedlicher Maßnahmen. (vgl. Tudiwer et al., 2018)

Eine weitere Studie hat temporäre Beschattungsmöglichkeiten unvollendeter mehrstöckiger Wohngebäude in heißen Klimazonen untersucht. Häufig gehört es dort zur allgemeinen städtebaulichen Praxis bei Bedarf Stockwerke der Wohnhäuser hinzuzufügen. In dieser Zeit sind die Bewohnenden der oberen Stockwerke einer übermäßigen Hitze und einem übermäßigen thermischen Unbehagen exponiert. Die Analyse ergab, dass mit einfachen, kostengünstigen und reversiblen Maßnahmen ein kompetenter Wärmeschutz des Oberdaches im Vergleich zur schichtweisen Wärmedämmung erreicht werden kann. Unter den untersuchten Maßnahmen haben sich die Eindeckung des Daches mit weißen Faltblechen und der Einsatz von Pergolen als die wirksamsten Maßnahmen herausgestellt. In beiden Fällen wurde im Sommer eine Verringerung der Wärmeübertragung durch das Dach um 38 % im Vergleich zum ungeschützten Modellierungsfall beobachtet. Diese Maßnahmen sind auch für Kommunen in Deutschland denkbar. Anstatt lediglich auf das Dach beschränkt, können Pergolen



Flexible, dem Sonnengang anpassbare, Verschattungselemente der Außenfassade | DeKay & Brown (2014)

auch im Süden des Gebäudes angebracht werden. So führen sie in den Sommermonaten bei einer hochstehenden Sonne in der Mittagszeit zu einer Verschattung. Morgens und abends sowie in den Wintermonaten erreicht die Energie der tief stehenden Sonne dennoch das Haus. Ein solches Vorgehen kann temporär eingesetzt oder nachträglich zur Optimierung von Gebäuden angebracht werden. Es dient also nicht nur der Klimaanpassung von Neubauten, sondern kann auch im Bestand einen positiven Beitrag leisten. (vgl. Asfour, 2017)

Sonnenschutzeinrichtungen lassen sich in drei Typen einteilen: Außen liegend und statisch, außen liegend und beweglich sowie innen liegend und beweglich. Die letzte hat eine relativ geringe Wirkung, da hierbei die Wärme erst im Inneren des Gebäudes reflektiert wird, wenn die Lufttemperatur bereits gestiegen ist. Auch absorbiert der Sonnenschutz einen Teil der Strahlung und gibt diese an den Innenraum ab. Hierbei hat die Art der Verglasung einen großen Einfluss auf die Effektivität der innen liegenden Verschattungsmaßnahmen. Zu solchen gehören beispielsweise Rollos oder Jalousien. Bei gleicher Funktionsweise zeigt der vor der Fassade angebrachte bewegliche Sonnenschutz eine, bezogen auf die solare Wärmereduktion, deutlich höhere Wirkung. Bereits vor der Glasscheibe kann der Wärmeeintrag begrenzt werden. Jedoch sind außen liegende Systemtechniken einer höheren Belastung durch Wetter und Wind ausgesetzt und sollten daher stabiler ausgeführt werden als innen liegende. Es besteht die Möglichkeit, Windwächter einzusetzen – ein Instrument zur Messung der Windgeschwindigkeit. Dadurch kann im Falle eines zu starken Windes die Außenverschattung eingezogen und eine Beschädigung verhindert werden. Durch die Überschneidung der Zeiten, in denen gleichzeitig eine Windeinwirkung und Verschattungsbedarf auftreten, kann an bis zu 10 % der Betriebstage die Verschattung für 2 Stunden fehlen. Elektrosensorische mobile Anlagen an der äußeren Fassade sind potenziell effektiver. Die Nutzerzufriedenheit ist jedoch beeinträchtigt, wenn individuelle Eingriffe nicht möglich sind und Komfortbedürfnisse nicht beachtet werden können. Dadurch wiederum entstehen Fehlbedienungen, was die Wärmeschutzwirkung angeht. Weiterhin gibt es die Alternative des außen liegenden statischen Sonnenschutzes. Dieser wird durch fassadenvorgestellte Elemente oder auskragende Fassadenelemente gebildet. Neben den vertikalen Verschattungsmöglichkeiten gibt es auch dreidimensional und horizontal ausgebildete. Diese sind unbeweglich gegenüber dem Sonnenverlauf sowie dem daraus resultierenden Sonnenwinkel. Die Elemente können so gestaltet werden, dass sie sommerliche Sonne ausblenden und gleichzeitig winterliche Sonneneinstrahlung zulassen. Zu solchen statischen Verschattungen zählen auch Balkone und Dachüberstände. Wie bereits beschrieben, werden dadurch Funktionen kombiniert. Am einfachsten lässt sich, aufgrund der Sonnenhöhe im Verlauf des Tages, die Südfassade mit horizontalen Elementen verschatten. Es sollte beachtet werden, dass durch den flachen Einfallswinkel der Sonne an West- und Ostfassaden Überhänge weniger gut als Verschattung vor Direkteinstrahlung funktionieren. Durch das Anbringen vertikaler Elemente können winterliche Gewinne behindert werden.

Neben Pergolen und weißen Faltblechen können auch andere externe Gebäudeverschattungsmöglichkeiten wie pflanzliche oder bauliche Elemente genutzt werden. Dazu gehören beispielsweise Bäume, Balkone oder Überhänge. Teilweise erfüllen diese Elemente auch andere Funktionen: Balkone dienen der Rekreation und erhöhen die Lebensqualität von Bewohnenden. Bäume bieten unter anderem Lebensräume für Tiere und andere Pflanzen, speichern Kohlenstoffdioxid und binden Feinstäube.

Eine weitere Unterscheidung bietet sich an zwischen nutzergesteuerten und automatisierten vertikalen Verschattungseinrichtungen. Nutzergesteuerte Verschattungselemente wie beispielsweise Sonnenschutzjalousien haben häufig den Nachteil, dass sie durch Fehlbedienungen zu erhöhtem Heiz- oder Kunstlichtbedarf führen können. Auch beeinträchtigen sie einen visuellen Bezug zur Welt außerhalb des verschatteten Raums. Außenliegende bewegliche Systeme sind häufig windanfällig und sollten von Zeit zu Zeit gewartet werden. Dahingegen ist statischer Sonnenschutz energetisch robust. Da es nachträglich nur unter großem Aufwand zu einer Abänderung kommen kann, ist eine präzise Planung notwendig, sodass das System das Gebäudeklima effektiv beeinflussen, den Komfort der Nutzenden erhöhen und den Energieverbrauch senken kann. (vgl. Hans, 2006)

	Bei Verwendung außen liegender statischer Elemente kann der Energieverbrauch am effektivsten reduziert werden, indem eine präzise Messung vor der Montage stattfindet. Bei zu großen Verschattungselementen können solare Gewinne und Tageslichtqualität unabsichtlich reduziert werden. Bei zu kleinen Elementen müssen solare Lasten mit weiteren Maßnahmen ausgeglichen werden. (vgl. Hans, 2006) Der Einsatz von Bäumen gehört zu einer weiteren Möglichkeit der vertikalen Verschattung von Gebäuden. Die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin führt in ihrem Stadtentwicklungskonzept Klimakonkret 2016 die Verschattungsmaßnahme durch Bäume am Beispiel des Strukturtyps „Gründerzeit – Blockrandbebauung“ auf (Becker, 2016). Es empfiehlt sich, diese insbesondere an der Südseite der Gebäude zu verwenden, wo die Sonne am höchsten im Tagesverlauf steht. Ein Vorteil ist, dass Bäume nicht die kompletten Strahlen abhalten, sondern einen Teil der Sonnenstrahlung durchlassen. Insbesondere Laubbäume weisen im Winter einen hohen Grad an Durchlässigkeit auf. (vgl. Sester et al., 2015)
	Umsetzungsinstrumente - Regelungen im Gestaltleitfaden - Regelungen im städtebaulichen Vertrag - Berücksichtigung in Ausbauplanung öffentlicher Raum aufgrund Klimagutachten-Empfehlungen - städtebaulicher Vertrag - Bauleitplan

Synergien Chancen	Spannungen Risiken	Quellen weiterführende Literatur
- Reduktion der thermischen Belastung - Reduktion der solaren Einstrahlung - Verbesserung der PET-Werte (Physiological Equivalent Temperature)	- Privatbesitz - Denkmalschutz - Eignung der Bausubstanz - Tragkraft und Statik - Brandschutz - konkurrierende Nutzung des Raums	- Steckbrief KLAK 2016 Neuss - Asfour, O., 2017. Proposed Measures to Protect Temporary Roofs from Unwanted Heat Gains. Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems 5, 191–201. https://doi.org/10.13044/j.sdewes.d5.0142 - Becker, C.W., 2016. Strategien für eine hitzeangepasste und wassersensible Stadt, in: Landeshauptstadt Magdeburg, Umweltamt (Ed.), Städtisches Grün–Garant Für Eine Klimafreundliche Stadt. pp. 6–13. - Hans, O., 2006. Statischer Sonnenschutz in der Verwaltungsarchitektur - Theorie, Gestalt und Potentiale -. Universität Wuppertal. - Sester, M., Altermatt, P., Holst, H., Huang, H., Schilke, H., Schöber, V., Winter, M., 2015. Vertikale Solarfassaden. DGPF Tagungsband 24, 143–153. - Tudiwer, D., Höckner, V., Korjenic, A., 2018. Greening Aspang - Hygrothermische Gebäudesimulation zur Bestandsanalyse und Bewertung unterschiedlicher Szenarien bezogen auf das Innenraumklima. Bauphysik 40, 120–130.

Referenznummer: 6	Handlungsbereich Maßnahmengruppe	RR	DA	KF	HV	TB	VA
GEBÄUDEAUSRICHTUNG	Räumlicher Bezug	☒ Stadt		☒ Quartier		☐ Gebäude	
	Relevanz aus stadtklimatologischer Sicht im städtischen Kontext	☒ hoch		☐ mittel		☐ gering	
	Verantwortung bei	61.3					
	Beteiligung von	12.2					
	Art der Maßnahme	☐ Bestand			☒ Planung		
		☒ protektiv			☐ präventiv		
	RR = Retentionsräume, DA = Durchlüftungssachsen, KR = Kaltlufträume, HV = Hitzevulnerabilität, TB = Thermische Belastung, VA = Vegetationsanteil						



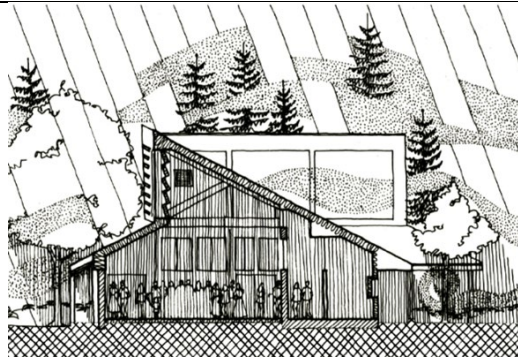
optimale Gebäudeausrichtung | Martinez Ignacio, Cepheus Hörbranz, <https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/> (2001)

Im Zuge der voranschreitenden Klimakrise wirken sich extreme Wetterereignisse wie Überschwemmungen, Starkregen und steigende Temperaturen auch auf die Lebensqualität von Stadtbewohnenden aus. Beim Neubau von Wohnhäusern wie auch Gebäuden in Gewerbe- und Industriegebieten besteht die Chance, durch eine optimale Ausrichtung der Bauwerke klimatische Aspekte wie bspw. die Be- und Durchlüftung zu optimieren. Dadurch kann der Hitzeeintrag reduziert werden, indem die direkte Sonneneinstrahlung minimiert wird. Auch Luftleitbahnen können durch eine bedachte Ausrichtung von Gebäuden optimal genutzt und somit eine Kühlung durch die Belüftung sichergestellt werden. (vgl. Boekholt, 2023)

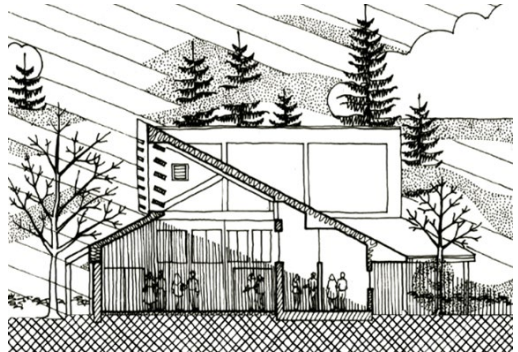
Diese Anpassungsmaßnahme lässt sich nur bei Neubauten anwenden. Im Gegensatz zu anderen Maßnahmen lässt sich eine Ausrichtung des Gebäudes nicht mehr im Nachhinein korrigieren. Eine falsche Entscheidung kann zu einer hohen Belastung und gesundheitlichen Konsequenzen der Bewohnenden bzw. der in dem Gebäude Arbeitenden führen. Auch kann es zu einer Wertminderung von Gebäuden kommen, die nicht durch eine durchdachte Ausrichtung gut an die Folgen der Klimakrise angepasst sind. (vgl. Boekholt, 2023)

Dabei ist die Herausforderung auf die Anforderungen im Sommer so wie im Winter einzugehen. In den Sommermonaten gilt es, die Hitzebelastung so gering wie möglich zu halten. Im Winter hingegen sollten zu Zwecken der Energie- und Heizkostenersparnis sowie verringerten Emissionen die Vorteile der Sonnennutzung im Vordergrund stehen. Neben einer intelligenten Gebäudeausrichtung kann es auch hilfreich sein, die Inneneinrichtung so zu wählen, dass die Sonnen- und Windexposition optimal ausgenutzt werden kann. Beispielsweise sollten Schlafräume so eingeplant werden, dass der sommerliche Hitzeeintrag minimiert wird, also genug Schatten und Wind vorhanden ist. (vgl. Boekholt, 2023)

Um das Haus optimal auszurichten, sollte sich an den Himmelsrichtungen bzw. am Sonnenverlauf orientiert werden. Die Nordseite erhält keine bis wenig direkte Sonneneinstrahlung. Hier ist es empfehlenswert, keine Fenster einzuplanen. Die Räume eignen sich bspw. als Gästebäder, Garagen, Treppenhäuser oder für einen Hauswirtschaftsraum. Die Ostseite bekommt die Morgensonne ab. Hier empfiehlt es sich, kleine Fenster einzubauen und bspw. ein Badezimmer oder auch Schlafzimmer in dieser Himmelsrichtung zu wählen. Die Südseite bekommt ganzjährig Sonne ab, sogar im Winter ab mittags. Hier empfehlen sich große Fensterfronten, um die Sonnenenergie einzufangen. Ein Wohnbereich kann gut in südlicher Ausrichtung eingeplant werden. Auf dem Dach eignet sich die Südseite für Anlagen der Solarthermie oder Fotovoltaik. Im Westen hingegen scheint die Sonne in den Sommermonaten ab nachmittags. Auch hier sind große Fenster angebracht. In westlicher Ausrichtung können ebenfalls Wohnräume eingeplant werden. Auch ein Schlafzimmer kann unter Umständen in westlicher Ausrichtung effizient sein. (vgl. Boekholt, 2023)



Sommer



Winter

Jahreszeitlich angepasste
Gebäudeausrichtung | DeKay & Brown
(2014)

Neben der Beachtung der Jahreszeiten und der Wahl der Zimmerfunktionen spielt auch die Lage eines Gebäudes auf einem Grundstück selbst eine Rolle. Diese haben ebenso einen Einfluss auf Besonnung und Belichtung wie auch die Verschattung durch Nachbargebäude. Durch die Festsetzung der Ausrichtung der Längsachse nach Süden kann dafür gesorgt werden, dass solare Wärmeenergie für die Raumtemperierung genutzt werden kann. Weiterhin verringert sich die Ressourcennutzung für die künstliche Belichtung dieser Räume. Weiterhin gewährleistet eine Ausnutzung der südlichen Ausrichtung die Eignung des Gebäudes für die Installation solartechnischer Anlagen auf dessen Dach. Diese Aspekte können durch Festlegung von Baulinien und Baugrenzen, Höhe, Lage und Verhältnis zur Bebauungshöhe auf Nachbargrundstücken in B-Plänen festgesetzt werden. (vgl. Düsterdiek et al., 2022)

Praxisbeispiel

Das Klimaschutzaktionsprogramm 2008 bis 2020 der Stadt Hannover zeigt Gestaltungsmöglichkeiten auf, wie bei der Entwicklung neuer Baugebiete mithilfe der Ausrichtung der Gebäude zu einer energieeffizienten Bauweise beigetragen werden kann. Dabei spielt auch die Bauleitplanung eine wichtige Rolle. Durch Festlegungen in der Bauleitplanung können Voraussetzungen für die Nutzung erneuerbarer Energien geschaffen werden, bei denen auch die Gebäudeausrichtung bzw. die Himmelsrichtung eine wichtige Rolle spielen. (vgl. Bunzel et al., 2017)

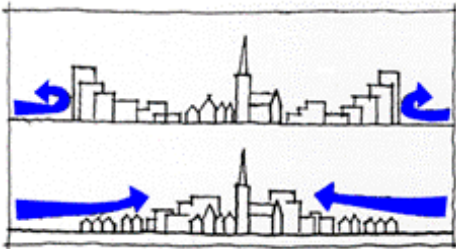
Bielefeld wie auch andere Städte bundesweit verfügen über Checklisten zur energetischen Optimierung des städtebaulichen Entwurfs. Teil solcher Checklisten sind häufig Kriterien wie die Kompaktheit des Baukörpers, die Ausrichtung seiner Hauptfassade für den Zweck der passiven Solarenergienutzung und die Orientierung des Gebäudekörpers sowie seiner Dachneigung für eine aktive Solarenergienutzung. (vgl. Bunzel et al., 2017)

Umsetzungsinstrumente

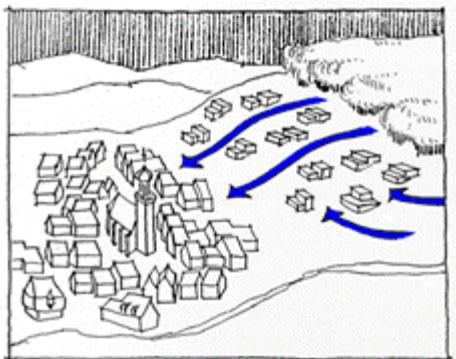
- In Bebauungsplänen können Gebäudeausrichtungen im Zusammenhang mit Festsetzungen zu erneuerbaren Energien festgelegt werden. Hier spielt neben der Dachneigung von 30 bis 50 % auch die Himmelsrichtung eine Rolle. Insbesondere Süd-West bis Süd-Ost Ausrichtungen eignen sich für eine aktive Sonnenenergienutzung durch Fotovoltaikelemente oder Solarthermie auf Dächern.
- Berücksichtigung im städtebaulichen Entwurf
- Festsetzung der Bauweise / Ausrichtung der Gebäude und der überbaubaren und nicht überbaubaren Grundstücksflächen (§ 9 Abs. 1 Nr. 2 BauGB) in B-Pläne
- Gestaltung der überbaubaren Grundstücksflächen insbesondere durch Baulinien und Baugrenzen (§ 9 Abs. 1 Nr. 3 Var. 2 BauGB i. V. m. § 23 BauNVO)
- Höhe baulicher Anlage (§ 9 Abs. 1 Nr. 1 BauGB i. V. m. § 16 Abs. 2 Nr. 4 BauNVO)
- Möglichkeit der Festsetzung der Gebäudestellung (§ 9 Abs. 1 Nr. 23b BauGB) in B-Plänen
- (Städtebauliche) Verträge
- Gestaltungsrichtlinien
- Beratung von Eigentümerinnen und Eigentümern

Synergien Chancen	Spannungen Risiken	Quellen weiterführende Literatur
- Energieeinsparung bei der Gebäudekühlung (z.B. Klimaanlage) im Sommer	- Durchlüftung vs. kompakte Bebauungsstrukturen - Im Sommer Beschattung, im Winter Besonnung erwünscht	- Steckbrief KLAK 2016 Neuss - Boekholt, C., 2023. Klimaangepasster Neubau: Grundlage, Tipps und Förderung [WWW Document]. co2online - Klimaschutz, der wirkt. URL https://www.co2online.de/modernisieren-und-bauen/anpassung-an-den-klimawandel/neubau-planung-und-klimawandel/#c193695 (Zugriff 20.08.23). - Bunzel, A., Frölich v. Bodelschwingh, F., Michalski, D., 2017. Klimaschutz in der verbindlichen Bauleitplanung. Deutsches Institut für Urbanistik, Berlin. - Düsterdiek, B., Roscher, M., Baars, A., Brück von Oertzen, M., Czychowski, L., Dressler-Niesler LL.M., D., Durinke, C., Durinke, P., Kreggenfeld, L., Lückemeier, L.M., Pohl, T., Weyer, H., 2022. Klimaschutz in der kommunalen Planung - Ein Leitfadens für die Praxis. DStGB Dienstleistungs GmbH.

Referenznummer: 10	Handlungsbereich Maßnahmengruppe	RR	DA	KF	HV	TB	VA
BELÜFTUNGSSICHERUNG (NEUBAUGEBIETE)	Räumlicher Bezug	☒ Stadt		☒ Quartier		☐ Gebäude	
	Relevanz aus stadtklimatologischer Sicht im städtischen Kontext	☒ hoch		☐ mittel		☐ gering	
	Verantwortung bei	61.3					
	Beteiligung von	12.2					
	Art der Maßnahme	☐ Bestand		☒ Planung			
		☒ protektiv		☐ präventiv			
	RR = Retentionsräume, DA = Durchlüftungssachsen, KR = Kaltlufräume, HV = Hitzevulnerabilität, TB = Thermische Belastung, VA = Vegetationsanteil						



Beispiel für den Effekt von unterschiedlich hohen städtischen Randbebauungen | Städtebauliche Klimafibel (2012)



Beispiel für eine durchlässige Hangbebauung | Städtebauliche Klimafibel (2012)

Luftaustauschbahnen sollen erhalten und Barrieren vermieden werden. Auch kleinklimatisch wirksame Flächen wie Kaltluftentstehungsgebiete können einen erheblichen klimatischen Effekt haben. Weiterhin bietet das Schutzgut Luft/Klima eine wichtige Ausgleichsmaßnahme zum Schutz von Natur und Landschaft, aber auch zur Sicherstellung eines angenehmen Stadtklimas. Dazu gehören folgende Maßnahmen im Zusammenhang mit der Belüftungssicherung von Neubaugebieten (Broda et al., 2003):

- die Wiederherstellung klimarelevanter Oberflächengestalten
- die Schaffung klimafördernder Strukturen (wie Grünland, Gewässer und Gehölze)
- gezielte Windschutzpflanzungen
- Pflanzungen zur örtlichen Klimaverbesserung und zum Immissionsschutz
- eine Erhöhung der Verdunstung von Flächen mit Kaltluftproduktions- und Kaltluftaustauschfunktion
- Entsiegelung sowie die Schaffung von Frischluftschneisen

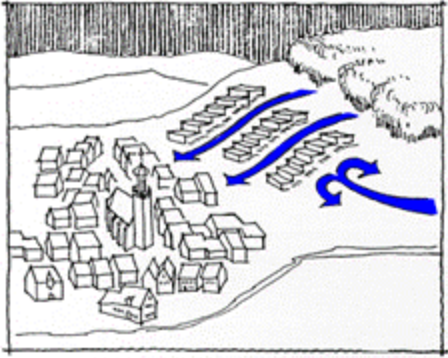
Eine dichte oder zu dichte Bebauung kann zu einer schlechten Durchlüftungssituation und der Speicherung von Wärme in den Baumaterialien führen.

Während bei bereits stark verdichteten Stadtteilen eine klimagerechte Nachverdichtung nur in einem vergleichsweise engen Handlungsrahmen möglich ist, bieten sich für Neubauplanungen eine Vielzahl von Gestaltungsmöglichkeiten und Maßnahmeninstrumenten.

Zur Gewährleistung einer ausreichenden Durchlüftung der Siedlungsstruktur können bauleitplanerische Festsetzungen herangezogen werden, wie z. B.

- Maß der baulichen Nutzung
- Baulinien, Baugrenzen
- Bauweise
- Mindestmaß der Grundstücke und
- kleinräumig wirksame Frischluftschneisen

Die Festsetzungen müssen für jedes Siedlungsareal in individueller Abstimmung mit den lokalen klimatischen Bedingungen (z. B. Anströmung etc.) erarbeitet werden.



Beispiel für eine Hangbebauung mit talparalleler Riegelwirkung | Städtebauliche Klimafibel (2012)

Neubaugebiete am Stadtrand dürfen keinen abriegelnden Bebauungsgürtel bilden. Vielmehr soll dort die Bebauung in aufgelockerter Form erfolgen, sodass auch bei schwachen Luftströmungen eine Durchlüftung der Stadt von außen nach innen möglich ist. Diese kann einerseits gewährleistet werden durch die Sicherung und Schaffung von Belüftungsachsen. Andererseits sollten ungenutzte bauliche Hindernisse, welche die Belüftung des Siedlungsraumes behindern, vermieden und zurückgebaut werden.

Besonders bei Städten in Kessellagen spielen die Art und der Umfang einer potenziellen Hangbebauung eine große Rolle, sofern sie nicht komplett vermieden werden kann.

Umsetzungsinstrumente

- Berücksichtigung im städtebaulichen Entwurf
- Klimagutachten im B-Planverfahren:

Bebauungspläne sollten bei der Festsetzung von Baugebieten die Anforderungen des § 30(1) BauGB erfüllen. Das Maß der baulichen Nutzung ist durch die Grundflächenzahl und die Höhe der Anlagen gemäß § 16(3) BauNVO festzusetzen.

Beispiel: Im Bebauungsplan können aus städtebaulichen Gründen festgesetzt werden:

..die Bauweise, die überbaubaren und die nicht überbaubaren Grundstücksflächen sowie die Stellung der baulichen Anlagen.. (§ 9 (1) – 2. BauGB);

..vom Bauordnungsrecht abweichende Maße der Tiefe der Abstandsflächen. (§ 9 (1) – 2a. BauGB) oder

..für die Größe, Breite und Tiefe der Baugrundstücke Mindestmaße.. (§ 9 (1) – 3. BauGB)“

Praxisbeispiel

Das Bayerische Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen hat einen Leitfaden zum „Bauen im Einklang mit Natur und Landschaft“ entwickelt. Das Ziel war, Kommunen und Baufirmen Informationen zur Eingriffsregelung näher zu bringen und konkret rechtliche Grundlagen, mögliche Arbeitsschritte und Darstellungs- sowie Festsetzungsmöglichkeiten zu übermitteln. (vgl. Broda et al., 2003)

Das Thema „Schutzgut Luft/Klima“ taucht zum ersten Mal in einer „Checkliste zur vereinfachten Vorgehensweise“ auf. Diese zeigt auf, was Gemeinden tun sollten, um Satzungen nach § 34 abs. 4 BauGB so zu erlassen bzw. Bauleitpläne so aufzustellen, dass sie den gesetzlichen Anforderungen des BNatSchG und des BauGB bezogen auf die Behandlung der Eingriffsregelung genügen. Die Checkliste sieht vor, dass bei der Planung des Baugebietes auf Kaltluftentstehungsgebiete und Frischluftschneisen geachtet werden bzw. dass diese nicht beeinträchtigt werden sollen. Insbesondere die Funktion als Frischluftschneise kann bei Abwägungen im Rahmen der Bestandsaufnahme entscheidend sein. Von geringer Bedeutung für Landschaftsbild und Naturhaushalt sind im Bereich Luft und Klima Flächen, die über keine kleinklimatisch wirksamen Luftaustauschbahnen verfügen, Baulücken mit verdichteter Bebauung im Umfeld und Bodenbereiche, welche großflächig versiegelt sind. Von mittlerer Bedeutung sind gut durchlüftete Gebiete, die sich im Randbereich von Luftaustauschbahnen befinden. Schließlich haben Gebiete mit klimatisch wirksamen Luftaustauschbahnen und Flächen, die eine Klimaausgleichsfunktion wahrnehmen, eine hohe Bedeutung für Landschaftsbild und Naturhaushalt. (vgl. Broda et al., 2003)

	Praxisbeispiel Eine Sicherstellung einer angemessenen Belüftung kollidiert häufig mit fehlendem Wohnraum in wachsenden Städten. Ein Beispiel für einen hohen Wohnungsbedarf ist die Stadt Hannover. Hier wurde das „Wohnungskonzept 2025“ bereits im Jahr 2013 entwickelt. Unter anderem das zur Zeit entstehende Quartier „Herzkamp“ wurde dabei als prioritär kategorisiert, da es eine bereits vorhandene Infrastruktur besaß sowie die Lage und das Image der Gegend für die Stadt interessant erschienen. Nun entstehen 275 Eigentums- und Mietwohnungen sowie 25 Reihenhäuser im Quartier „Herzkamp“. Bei der Planung haben Stadt und Wohnungsunternehmen klimatische Aspekte besonders berücksichtigt. Das Grundstück war zuvor als Ackerfläche genutzt worden und somit musste Baurecht für die Bebauung neu geschaffen werden. Eine Herausforderung bei der Erstellung des Bebauungskonzeptes war, dass die Fläche ein Kaltluftversorgungsgebiet für die Stadt Hannover darstellte. Nördlich grenzt ein Waldstück an, welches zusätzlich zur Kalt- und Frischluftversorgung beitrug. Die Planenden entwickelten ein Bebauungskonzept, welches die Ausrichtung der Baukörper besonders berücksichtigte. Weiterhin wurden Freiflächen so angelegt, dass Korridore für Luftströmungen freigehalten wurden. Außerdem wurde eine 30 m breite Grünfläche zwischen dem Siedlungs- und dem Waldbereich gelassen. Somit konnte sich ein Waldraum entwickeln, der von besonderer ökologischer Bedeutung sein könnte. (vgl. Klehn et al., 2019)
--	--

Synergien Chancen	Spannungen Risiken	Quellen weiterführende Literatur
- Frischluftversorgung - Kaltluftversorgung - Belüftung und Durchlüftung (Verblasen von Luftschadstoffen und Stäube) - Reduktion der thermischen Belastung	- Privatbesitz - Konflikt Maximalgewinn, reduzierte Gebäudezahl - Konflikt Attraktivitätsverlust durch Festlegungen	- Dütz, A. und Martin, H.: Energie und Stadtplanung, Erich Schmidt Verlag, Berlin 1982. - Broda, C., Detsch, R., Egner, M., Mayerl, D., Wiest, G., Rothe, A., Rückert, A., Sanktjohanser, L., Heringer, J., Jessel, B., Engel, T., Kallmayer, H., Rahm, C., Roth, M., Müller, N., Wagner, K.-D., Sailer, W., Busse, J., Dirnberger, F., Schmid, W., Pröbstl, U., Seide, M., Gebhard, A., Hertwig, R., Köppel, J., Wellhöfer, U., Akontz, A., Weidenhammer, S., 2003. Bauen im Einklang mit Natur und Landschaft. Ein Leitfaden. - Klehn, K., Grafinger, M., Habermann-Nieße, K., Bolze, D., Schömburg, C., 2019. Wohnland nachhaltig entwickeln! Praxishinweise für niedersächsische Städte und Gemeinden. - Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg (Hrsg.) 2012: Städtebauliche Klimafibel – Hinweise für die Bauleitplanung

Referenznummer: 11	Handlungsbereich Maßnahmengruppe	RR	DA	KF	HV	TB	VA
KALTLUFTENTSTEHUNG	Räumlicher Bezug	☒ Stadt		☒ Quartier		☐ Gebäude	
	Relevanz aus stadtklimatologischer Sicht im städtischen Kontext	☒ hoch		☐ mittel		☐ gering	
	Verantwortung bei	61, 61.2					
	Beteiligung von	12.2, 67, 19					
	Art der Maßnahme	☒ Bestand			☒ Planung		
		☒ protektiv			☐ präventiv		
	RR = Retentionsräume, DA = Durchlüftungssachsen, KR = Kaltlufträume, HV = Hitzevulnerabilität, TB = Thermische Belastung, VA = Vegetationsanteil						



Kaltluftentstehungsflächen in Hanglage
Kassel Bergpark | webandi, Herkules,
<https://pixabay.com/de/service/license-summary/> (2019)

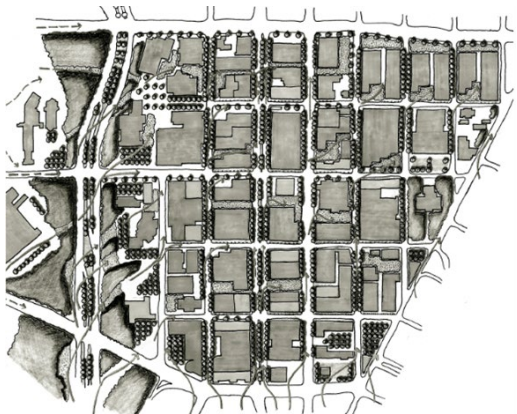
Kaltluftentstehungsgebiete sind vor allem landwirtschaftlich genutzte Freiflächen (Wiesen, Felder, Äcker) mit geringem Gehölzbestand, auf denen sich insbesondere bei guten nächtlichen Ausstrahlungsbedingungen die Oberfläche und somit auch die darüberliegenden Luftmassen verhältnismäßig rasch abkühlen. Sie können ebenfalls aus innerstädtischen Flächen mit ähnlichen Charakteristika bestehen. Die Effekte von Kaltluft werden besonders nachts spürbar, wenn die Abkühlung einsetzt. Kaltluft kann durch Hänge und Hanglagen von Städten befördert werden. Frischluftentstehungsgebiete sind emissionsarme Kaltluftentstehungsgebiete, die oftmals durch einen hohen Grünanteil mit einhergehender lufthygienischer Filterfunktion gekennzeichnet sind (bspw. größere Wälder). Sie befinden sich vorwiegend in städtischen Randlagen oder nehmen großen Flächen in der Innenstadt ein (bspw. in Form von Stadtwäldern).

Hänge spielen in Städten mit großen Reliefunterschieden eine große Rolle bei der Sicherung von Kaltluftentstehungsgebieten. Auch bei einem schwachen Wind können sie bei einer Fließrichtung in die Innenstadt eine Belüftung durch Kaltluftproduktion befördern. Dazu muss sichergestellt werden, dass die Bebauung an den Stadtgrenzen keinen abgeriegelten Bebauungsgürtel darstellt. So kann auch bei schwachen Strömungen von den Hängen Wind in die Innenstadt gelangen. Wenn die Hänge und Sohle des Tals urbane Flächennutzungen aufweisen, sind negative Effekte des Reliefs zu erwarten. Das kann daran liegen, dass bodennahe Ventilation durch die Bebauung verhindert wird. Eine Bebauung kann als Strömungsriegel wirken, wenn die Gebäude längs zum Hang oder quer zum Tal ausgerichtet sind. Daher sollte eine Bebauung an Hängen, wenn sie notwendig ist, unbedingt niedrig sein und mit großen Abständen zu benachbarten Gebäuden errichtet werden. Lüftungsschneisen können ihre Wirkung nur entfalten, wenn zusammenhängende Freiflächen vorhanden sind. Diese Vorgehensweise kann teilweise zu Konflikten mit der Südhangbebauung darstellen, welche allerdings aus energetischen Aspekten sinnvoll ist. Ein Kompromiss aus einer niedrigen Bebauung und ausreichend Abstand kann abhelfen. Ähnlich sieht es mit Aufforstungsmaßnahmen aus. Dichter Wald kann eine Belüftung der Innenstadt behindern. Lichte Baumgruppen und einzelne Bäume hingegen behindern die Luftströmung nicht.



Beispiel

Insbesondere bei Stadtgebieten mit großen Höhenunterschieden spielen hangabwärts gerichtete Kaltluftströmungen eine herausragende Rolle für die Belüftung der Stadt. Ein solches Beispiel bildet die Stadt Kassel. Das Kasseler Becken ist stark orthografisch gegliedert und kann somit ein vergleichsweise starkes lokales Kaltluftsystem in Bewegung setzen. Dabei besitzen die großräumigen Kaltluftentstehungsgebiete und Hanglagen in und um Kassel das Potenzial ein großes

 Nächtlicher siedlungsgerichteter Kaltluftabfluss DeKay & Brown (2014)	Luftvolumen zu erzeugen. Dieses ist in der Lage wertvolle Abkühlung in den Stadtkessel zu transportieren. Aus diesem Grund wurden Kaltluftproduktionsflächen und Transportwege über Schneisen in der Klimafunktionskarte der Stadt Kassel beachtet. Dabei wurde verstärkt auf eine hohe Bodenrauigkeit beispielsweise durch dichte Baumpflanzungen wie auch auf Barrieren geachtet. Auch eine Vernetzung dieser Potenzialflächen stand im Vordergrund der Analyse. (vgl. Katzschner und Kupski, 2017) Hanglagen und Hänge spielen in Neuss eine untergeordnete Rolle. Dennoch können bereits kleinere topographische Unterschiede (ein Kaltluftabfluss kann bereits ab 1° Gefälle einsetzen) zu einem Kaltluftabfluss führen, weshalb die Berücksichtigung insbesondere auch in topographisch homogen geprägten Städten von Bedeutung ist. Bei der Entwicklung von Flächen muss insbesondere eine Abwägung aller ökologischen, ökonomischen und weiterer relevanter Faktoren stattfinden.	
	Umsetzungsinstrumente - Berücksichtigung im städtebaulichen Entwurf - Größere Flächen, deren Freihaltung erforderlich ist können als Grünflächen, Flächen für die landwirtschaftliche Nutzung oder als von Bebauung freizuhalten Flächen (mit Nutzung – z.B. Kleingärten) in den Bebauungsplan (nach §9(1) BauGB) aufgenommen werden. - In der Begründung des FNP (§5(5) BauGB) bzw. der Begründung des B-Plans (§9 (8) BauGB) ist auf die lokalklimatische Bedeutung der betreffenden Flächen für die Frischluftversorgung einzugehen. Beispiel: Im Bebauungsplan können aus städtebaulichen Gründen festgesetzt werden: ..die öffentliche und private Grünflächen.. (§9 (1) – 15. BauGB); ..die Flächen, die von Bebauung freizuhalten sind, und ihre Nutzung (§9 (1) – 10. BauGB); ..die Flächen für die Landwirtschaft (§9 (1) – 18.a) BauGB) - Darstellungen und Festsetzungen im FNP (nach § 5 Abs. 2 BauGB) und in B-Plänen (nach § 9 Abs. 1 BauGB) - o Biotopverbundplan - o Grünentwicklungspläne aufstellen	
Synergien Chancen	Spannungen Risiken	Quellen weiterführende Literatur
- Sicherung von klimatischen Ausgleichspotentialen für entfernte Flächen - Frischluftversorgung	- Privatbesitz - Flächenkonkurrenz durch Nachverdichtung und Stadtentwicklung	- Broda, C., Detsch, R., Egner, M., Mayerl, D., Wiest, G., Rothe, A., Rückert, A., Sanktjohanser, L., Heringer, J., Jessel, B., Engel, T., Kallmayer, H., Rahm, C., Roth, M., Müller, N., Wagner, K.-D., Sailer, W., Busse, J., Dirnberger, F., Schmid, W., Pröbstl, U., Seide, M., Gebhard, A., Hertwig, R.,

- Lufthygienische Filterfunktion - Hitzereduktion nachts und tagsüber - Reduzierung Oberflächenabfluss bei Starkniederschlägen durch Versickerung auf unversiegelten Flächen	- Kompakte Stadtstrukturen im Sinne der Verkehrsvermeidung und Landschaftszersiedelung (Klimaschutz) - Erhöhung der Windgeschwindigkeiten bei Sturmereignissen möglich	Köppel, J., Wellhöfer, U., Akontz, A., Weidenhammer, S., 2003. Bauen im Einklang mit Natur und Landschaft. Ein Leitfaden. - Katzschner, L., Kupski, S., 2017. Klimaschutzteilkonzept „Anpassung an den Klimawandel“ für die Stadt Kassel. Kassel.
--	---	--

Referenznummer: 12	Handlungsbereich Maßnahmengruppe	Themenfeld Lufthygiene		
SICHERUNG VON FRISCHLUFTENTSTEHUNGSGEBIETEN	Räumlicher Bezug	☒ Stadt	☒ Quartier	☐ Gebäude
	Relevanz aus stadtklimatologischer Sicht im städtischen Kontext	☒ hoch	☐ mittel	☐ gering
	Verantwortung bei	61.2		
	Beteiligung von	19, 12.2, 67		
	Art der Maßnahme	☒ Bestand	☒ Planung	
		☒ protektiv	☐ präventiv	
	RR = Retentionsräume, DA = Durchlüftungssachsen, KR = Kaltlufträume, HV = Hitzevulnerabilität, TB = Thermische Belastung, VA = Vegetationsanteil			

	Frischluftentstehungsgebiete sind emissionsarme vegetationsreiche und durch ein hohes Grünvolumen geprägte Flächen, die durch einhergehende lufthygienische Filterfunktion gekennzeichnet sind (bspw. größere Wälder). Sie befinden sich vorwiegend in städtischen Randlagen oder nehmen großen Flächen im Siedlungsraum in Form von Stadtwäldern ein. In städtischen Wärmeinseln können bereits ohne Effekte des Klimawandels bis zu 10 Grad Celsius höhere Temperaturen herrschen als im Umland. Zur städtischen Temperierung und zum Schutz vor Hitzestress ist die Flächenfreihaltung im Umland in Zukunft damit noch entscheidender. Ziel dieser Maßnahme ist sowohl die ordnungspolitische Vorrangstellung als auch zusätzliche Erweiterung von Frischluftentstehungsgebieten auf land-, forstwirtschaftlichen, und sonstigen zielführenden Flächen außerhalb von Städten zu erreichen, damit diese kühlenden Funktionen in Zukunft unter erwärmten Bedingungen garantiert werden können. Klimaschutz und Klimaanpassung zählen über die Aufgabe „Sicherung der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts einschließlich der Regenerationsfähigkeit und nachhaltigen Nutzungsfähigkeit der Naturgüter“ zu den allgemeinen Zielen des Naturschutzes und der Landschaftspflege gemäß § 1 Bundesnaturschutzgesetz. Nach § 1 Abs. 3 Nr.4 sind Luft und Klima auch durch Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege zu schützen. Dies gilt insbesondere für Flächen mit günstiger lufthygienischer oder klimatischer Wirkung wie Frischluftentstehungsgebiete oder Luftaustauschbahnen. Anpassungseffekte und Verbesserungen der Lufthygiene können bei der Umsetzung dieser Maßnahme sowohl Städten als auch Flächen und Siedlungen im Umland zugutekommen. Die Bedeutung der städtischen Temperierung, Kühlung, und Durchlüftung dient auch dem Bevölkerungsschutz vor Hitzestress, welcher schon jetzt spürbar zugenommen hat, und in Zukunft noch entscheidender sein wird. Zur Gewährleistung einer ausreichenden Durchlüftung der Siedlungsstruktur können bauleitplanerische Festsetzungen herangezogen werden, wie z.B. - Maß der baulichen Nutzung, - Baulinien, - Baugrenzen, - Bauweise, - Mindestmaß der Grundstücke und
--	--

	- kleinräumig wirksame Frischluftschneisen Eine besonders wirksame Maßnahme zum Erhalt von Kalt- und Frischluftleitbahnen ist das Festlegen von Bebauungsgrenzen. Insbesondere dann, wenn nur wenige Pufferflächen zwischen dicht bebauten benachbarten Stadtteilen verfügbar sind oder weitere Baumaßnahmen geplant sind, können Baugrenzen vor allem in Ortsrandlagen behilflich sein. Diese Maßnahme führt dazu, dass klimatisch wertvolle Freiräume gesichert und eine Zersiedelung des Stadtgebietes verhindert werden kann. So kann auch bei einer relativ schwachen Strömung eine ausreichende Belüftung der Innenstadt gewährleistet werden. Es ist also der Erhalt einer geringen Bebauungsdichte und Flächenausdehnung der Siedlungsbereiche notwendig, um die Hitzebelastung zu reduzieren und die lufthygienische Situation in Stadtzentren zu verbessern. Dazu sollten Freiflächen im Umland von Städten zur Verfügung stehen, um den Luftaustausch mit dem Stadtzentrum sicherzustellen. Folgende Maßnahmen unterstützen außerdem nach Broda et al., 2003 die Sicherung von Kaltluft- und Frischluftentstehungsgebieten: - die Wiederherstellung klimarelevanter Oberflächengestalten, - die Schaffung klimafördernder Strukturen (wie Grünland, Gewässer und Gehölze), - gezielte Windschutzpflanzungen, - Pflanzungen zur örtlichen Klimaverbesserung und zum Immissionsschutz, - eine Erhöhung der Verdunstung von Flächen mit Kaltluftproduktions- und Kaltluftaustauschfunktion, - Entsiegelung sowie die Schaffung von Frischluftschneisen
	Praxisbeispiel Das Köpfertal ist für die Stadt Heilbronn ein wichtiges Frischluftentstehungsgebiet. Das Tal ist ein 32 ha großes Naturschutzgebiet und befindet sich im östlichen Teil der Stadt. Eingebettet ist es sogar noch in ein größeres Schutzgebiet: das Landschaftsschutzgebiet Galgenberg-Schweinsberg-Staufenberg. Dieses fungiert als Bindeglied zwischen ökologisch wertvollen Freiflächen in der Umgebung und Heilbronner Grünzügen. Neben seinen Funktionen als Erholungsort sowie Schutzraum für Pflanzen und Tiere dient es als Frischluftweg für Heilbronn und versorgt die Stadt mit frischer Waldluft. Folgendermaßen kann der Frischluftkreislauf zwischen Stadt und Umland beschrieben werden: Wenn sich in der Stadt an heißen Sommertagen Straßen und Gebäude aufheizen, verhindern oft gleichzeitig Häuserzeilen und andere Bebauungen erfrischende Luftbewegungen im Stadtzentrum. Da auch abends Asphalt, Steine und andere Baumaterialien langsamer abkühlen als im Freiland steigt die warme Luft nach oben. Gleichzeitig ist im schattigen Wald das Klima und die Luft angenehmer, da sie kühler und sauberer ist als die staubige heiße Stadtluft. Die stärkere Verdunstungsrate im Wald sorgt für eine hohe Luftfeuchtigkeit. Die aufgestiegene Stadtluft wandert in höheren Luftschichten in Richtung Kronendach des Waldes. Dort kühlt sie abends ab und sinkt in den Wald. Durch die Baumkronen können Gase, Ruß und Stäube gefiltert werden. Die gefilterte, abgekühlte Luft fließt zurück in die Stadt. Dieser Kreislauf funktioniert tagsüber, wobei sein Effekt abends am stärksten ist. (vgl. Stadt Heilbronn, 2023; Verkehrsverein Heilbronn e.V., 2023) Die Stadt Düsseldorf unterstreicht in ihrer Planungshinweiskarte die Relevanz von Frischluftentstehungsgebieten. Dabei betont der Bericht, dass diese häufig über die Stadtgrenzen hinaus reichen. Ihre Funktion als Frischluftentstehungsgebiete soll erhalten werden, in dem der Versiegelungsgrad nicht erhöht wird, eine Verdichtung der Siedlungsstrukturen in dem Bereich vermieden wird und vorhandene Emissionen reduziert bzw. keine zusätzlichen Emittenten zugelassen werden. Insbesondere verortet der Bericht regional bedeutsame Frischluftentstehungsräume im Norden von Düsseldorf. Das ist unter anderem durch die dort vorhandene geringe Rauigkeit und Emission bedingt. Konkret sollen die genannten Maßnahmen an

	der Frischluftschneise zwischen Angermund und Einbrungen umgesetzt werden. Dort soll die Immissionsbelastung aus dem Flughafenbetrieb reduziert werden. Dazu gehören neben Flugbewegungen auch Emissionen aus wartenden Flugzeugen sowie der Zubringer-Verkehr in dem Bereich. Weiterhin ist das Gebiet von weiterer Bebauung auf jeden Fall freizuhalten. Auch die an den Düsseldorfer Stadtgrenzen im Osten, Nordosten und Südosten liegenden Waldflächen tragen zur Verbesserung der Luftqualität, Schadstoffadsorption und -diffusion sowie Dämpfung von Wind-, Temperatur- und Strahlungsverhältnissen bei. Von dort können insbesondere die umliegenden Quartiere und Stadtteile mit Frischluft versorgt werden (vgl. Landeshauptstadt Düsseldorf, 2012).	
	Umsetzungsinstrumente - Berücksichtigung im städtebaulichen Entwurf - Größere Flächen, deren Freihaltung erforderlich ist können als Grünflächen, Flächen für die landwirtschaftliche Nutzung oder als von Bebauung freizuhaltende Flächen (mit Nutzung – z.B. Kleingärten) in den Bebauungsplan (nach §9(1) BauGB) aufgenommen werden. - In der Begründung des FNP (§5(5) BauGB) bzw. der Begründung des B-Plans (§9 (8) BauGB) ist auf die lokalklimatische Bedeutung der betreffenden Flächen für die Frischluftversorgung einzugehen. Beispiel: Im Bebauungsplan können aus städtebaulichen Gründen festgesetzt werden: ..die öffentliche und private Grünflächen.. (§9 (1) – 15. BauGB); ..die Flächen, die von Bebauung freizuhalten sind, und ihre Nutzung (§9 (1) – 10. BauGB); ..die Flächen für die Landwirtschaft (§9 (1) – 18.a) BauGB) - Darstellungen und Festsetzungen im FNP (nach § 5 Abs. 2 BauGB) und in B-Plänen (nach § 9 Abs. 1 BauGB) - o Biotopverbundplan - o Grünentwicklungspläne aufstellen - o Ökokonto, CEF-Maßnahmen	
Synergien Chancen	Spannungen Risiken	Quellen weiterführende Literatur
- Sicherung von klimatischen Ausgleichspotentialen für entfernte Flächen - Frischluftversorgung - Lufthygienische Filterfunktion - Hitzereduktion nachts und tagsüber - Reduzierung Oberflächenabfluss bei Starkniederschlägen durch Versickerung auf unversiegelten Flächen - Flächen zur Naherholung für den Biotop- und Artenschutz	- Privatbesitz - Flächenkonkurrenz durch Nachverdichtung und Stadtentwicklung - Kompakte Stadtstrukturen im Sinne der Verkehrsvermeidung und Landschaftszersiedelung (Klimaschutz) - Erhöhung der Windgeschwindigkeiten bei Sturmereignissen möglich	- Broda, C., Detsch, R., Egner, M., Mayerl, D., Wiest, G., Rothe, A., Rückert, A., Sanktjohanser, L., Heringer, J., Jessel, B., Engel, T., Kallmayer, H., Rahm, C., Roth, M., Müller, N., Wagner, K.-D., Sailer, W., Busse, J., Dirnberger, F., Schmid, W., Pröbstl, U., Seide, M., Gebhard, A., Hertwig, R., Köppel, J., Wellhöfer, U., Akontz, A., Weidenhammer, S., 2003. Bauen im Einklang mit Natur und Landschaft. Ein Leitfaden. - Stadt Heilbronn, 2023. Naturschutzgebiet Köpfertal [WWW Document]. URL https://www.heilbronn.de/koepfertal.html (Zugriff 9.10.23). - Verkehrsverein Heilbronn e.V., 2023. Frischluft für die Stadt [WWW Document]. URL https://weinpanorama.hn/tafel/frischluft-fuer-die-stadt (Zugriff 9.10.23). - Landeshauptstadt Düsseldorf, 2012. Planungshinweiskarte für die Landeshauptstadt Düsseldorf

Referenznummer: 13	Handlungsbereich Maßnahmengruppe	RR	DA	KF	HV	TB	VA
ERHALT / SCHAFFUNG VON LUFTLEITBAHNEN	Räumlicher Bezug	☒ Stadt		☒ Quartier		☐ Gebäude	
	Relevanz aus stadtklimatologischer Sicht im städtischen Kontext	☒ hoch		☐ mittel		☐ gering	
	Verantwortung bei	61, 2					
	Beteiligung von	61.3, 19, 12.2, 67					
	Art der Maßnahme	☒ Bestand		☒ Planung			
		☒ protektiv		☒ präventiv			
RR = Retentionsräume, DA = Durchlüftungssachsen, KR = Kaltlufräume, HV = Hitzevulnerabilität, TB = Thermische Belastung, VA = Vegetationsanteil							

	Luftleitbahnen stellen Räume / Flächen dar, die im Kontext ihrer Lage, Ausrichtung und Oberflächencharakteristik dazu geeignet sind, regionaltypische Winde zu transportieren, ohne dass diese eine zu große Beeinträchtigung vor dem Hintergrund der Barrierewirkung und Geschwindigkeitsreduktion erfahren. Nach Broda et al., (2003) gehört die Entsiegelung sowie die Schaffung von Frischluftschneisen zu den wichtigsten Maßnahmen zur Sicherung von Kaltluft- und Frischluftentstehungsgebieten. Einige Flächen eignen sich aufgrund ihrer Ausrichtung, eines geringen Strömungswiderstandes bzw. einer geringen Oberflächenrauigkeit und ihrer Lage besonders gut als Luftleitbahnen und können somit zur Belüftung der Stadt beitragen. Besonders vorteilhaft sind Flächen mit einer Mindestbreite von 50 Metern und einer Mindestlänge von 1000 Metern, die gleichzeitig ausreichend geradlinig ausgerichtet und hindernisarm sind. Dann bringen sie die Voraussetzungen mit, als Luftleitbahnen Luftmassen über längere Entfernungen und ohne starke Strömungswiderstände und Verwirbelungen zu transportieren. Um die Funktion dieser Leitbahnen zu unterstützen, empfiehlt es sich vorhandene wie bspw. durch Kfz-Fahrzeuge verursachte Emissionen zu reduzieren bzw. keine weiteren Emittenten anzusiedeln. Weiterhin können zusätzlich angelegte ruhigkeitsarme Grünflächen im Umfeld von Luftleitbahnen die Funktion unterstützen. Luftleitbahnen sind besonders bei austauscharmen Wetterlagen relevant. Dann schaffen sie die Voraussetzungen für den Transport geringer belasteter Luftmassen insbesondere aus Frischluftflächen und aus Kaltluftentstehungsgebieten in die stärker belasteten Innenstädte. (vgl. Steinrücke et al., 2011; Steinrücke und Eggenstein, 2012) Zur Gewährleistung einer ausreichenden Durchlüftung der Siedlungsstruktur können bauleitplanerische Festsetzungen beitragen, wie z.B. - Maß der baulichen Nutzung, - Baulinien, Baugrenzen, - Bauweise, - Mindestmaß der Grundstücke und - kleinräumig wirksame Frischluftschneiden Eine besonders wirksame Maßnahme zum Erhalt von Kalt- und Frischluftleitbahnen ist das Festlegen von Bebauungsgrenzen. Insbesondere dann, wenn nur wenige Pufferflächen zwischen dicht bebauten benachbarten Stadtteilen verfügbar sind oder weitere Baumaßnahmen geplant sind, können Baugrenzen vor allem in Ortsrandlagen behilflich sein. Diese Maßnahme führt dazu, dass klimatisch wertvolle Freiräume gesichert und eine Zersiedelung des Stadtgebietes
--	---

	verhindert werden kann. So kann auch bei einer relativ schwachen Strömung eine ausreichende Belüftung der Innenstadt gewährleistet werden. Es ist also Erhalt einer geringen Bebauungsdichte und Flächenausdehnung der Siedlungsbereiche notwendig, um die Hitzebelastung zu reduzieren und die lufthygienische Situation in Stadtzentren zu verbessern. Dazu sollten Freiflächen im Umland von Städten zur Verfügung stehen, um den Luftaustausch mit dem Stadtzentrum sicherzustellen.
	Praxisbeispiel Die Stadt Düsseldorf unterstreicht in ihrer Planungshinweiskarte die Relevanz von Frischluftentstehungsgebieten. Dabei betont der Bericht, dass diese häufig über die Stadtgrenzen hinaus reichen. Ihre Funktion als Frischluftentstehungsgebiete soll erhalten werden, indem der Versiegelungsgrad nicht erhöht wird, eine Verdichtung der Siedlungsstrukturen in dem Bereich vermieden wird und vorhandene Emissionen reduziert bzw. keine zusätzlichen Emittenten zugelassen werden. Insbesondere verortet der Bericht regional bedeutsame Frischluftentstehungsräume im Norden von Düsseldorf. Das ist unter anderem durch die dort vorhandene geringe Rauigkeit und Emissionswirkung bedingt. Konkret sollen die bereits genannten notwendigen Maßnahmen zum Erhalt von Luftleitbahnen an der Frischluftschneise zwischen Angermund und Einbrungen umgesetzt werden. Dort soll die Immissionsbelastung aus dem Flugbetrieb reduziert werden. Dazu gehören neben Flugbewegungen auch Emissionen aus wartenden Flugzeugen sowie der Zubringer-Verkehr in dem Bereich. Zusätzlich ist das Gebiet von weiterer Bebauung auf jeden Fall freizuhalten. Auch die an den Düsseldorfer Stadtgrenzen im Osten, Nordosten und Südosten liegenden Waldflächen tragen zur Verbesserung der Luftqualität, Schadstoffadsorption und -diffusion sowie Dämpfung von Wind-, Temperatur- und Strahlungsverhältnissen bei. Von dort können insbesondere die umliegenden Quartiere aber auch innerstädtische Bereiche mit Frischluft versorgt werden. (vgl. Steinrücke and Eggenstein, 2012) Aufgrund der umgebenden Höhenzüge sind Luftleitbahnen für die Stadt Frankfurt am Main besonders wichtig. Neben dem nächtlich wirksamen Wetterauwind spielen tagsüber breite Straßen, Gleisanlagen und Flussläufe wie Main und Nidda eine wichtige Rolle für die Belüftung der Großstadt. Die dichte Bebauung und vielen hohen Gebäude in Frankfurts Innenstadt bilden dafür teilweise eine Herausforderung für Strömungskorridore. (vgl. Stadt Frankfurt, 2023)
	Umsetzungsinstrumente - Berücksichtigung im städtebaulichen Entwurf - Größere Flächen, deren Freihaltung erforderlich ist können als Grünflächen, Flächen für die landwirtschaftliche Nutzung oder als von Bebauung freizuhaltende Flächen (mit Nutzung – z.B. Kleingärten) in den Bebauungsplan (nach §9(1) BauGB) aufgenommen werden. - In der Begründung des FNP (§5(5) BauGB) bzw. der Begründung des B-Plans (§9 (8) BauGB) ist auf die lokalklimatische Bedeutung der betreffenden Flächen für die Frischluftversorgung einzugehen. Beispiel: Im Bebauungsplan können aus städtebaulichen Gründen festgesetzt werden: ..die öffentliche und private Grünflächen.. (§9 (1) – 15. BauGB); ..die Flächen, die von Bebauung freizuhalten sind, und ihre Nutzung (§9 (1) – 10. BauGB); ..die Flächen für die Landwirtschaft (§9 (1) – 18.a) BauGB) - Darstellungen und Festsetzungen im FNP (nach § 5 Abs. 2 BauGB) und in B-Plänen (nach § 9 Abs. 1 BauGB) - o Biotopverbundplan - o Grünentwicklungspläne aufstellen - o Ökokonto, CEF-Maßnahmen

Synergien Chancen	Spannungen Risiken	Quellen weiterführende Literatur
- Sicherung von klimatischen Ausgleichspotentialen für entfernte Flächen - Frischluftversorgung - Lufthygienische Filterfunktion - Hitzereduktion nachts und tagsüber - Reduzierung Oberflächenabfluss bei Starkniederschlägen durch Versickerung auf unversiegelten Flächen - Flächen zur Naherholung für den Biotop- und Artenschutz	- Privatbesitz - Flächenkonkurrenz durch Nachverdichtung und Stadtentwicklung - Kompakte Stadtstrukturen im Sinne der Verkehrsvermeidung und Landschaftszersiedelung (Klimaschutz) - Erhöhung der Windgeschwindigkeiten bei Sturmereignissen möglich	- Broda, C., Detsch, R., Egner, M., Mayerl, D., Wiest, G., Rothe, A., Rückert, A., Sanktjohanser, L., Heringer, J., Jessel, B., Engel, T., Kallmayer, H., Rahm, C., Roth, M., Müller, N., Wagner, K.-D., Sailer, W., Busse, J., Dirnberger, F., Schmid, W., Pröbstl, U., Seide, M., Gebhard, A., Hertwig, R., Köppel, J., Wellhöfer, U., Akontz, A., Weidenhammer, S., 2003. Bauen im Einklang mit Natur und Landschaft. Ein Leitfaden. - Stadt Frankfurt, 2023. Luftleitbahnen [WWW Document]. URL https://frankfurt.de/themen/klima-und-energie/stadtklima/frische-luft (Zugriff 12.9.23). - Steinrücke, M., Dütemeyer, D., Hasse, J., Rösler, C., Locke, V., 2011. Handbuch Stadtklima - Maßnahmen und Handlungskonzepte für Städte und Ballungsräume zur Anpassung an den Klimawandel. Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen. - Steinrücke, M., Eggenstein, J., 2012. Planungshinweiskarte für die Landeshauptstadt Düsseldorf.

Referenznummer: 15		Handlungsbereich Maßnahmengruppe	RR	DA	KF	HV	TB	VA
TEMPORÄRE VERSCHATTUNG		Räumlicher Bezug	☐	Stadt	☒	Quartier	☒	Gebäude
		Relevanz aus stadtklimatologischer Sicht im städtischen Kontext	☒	hoch	☐	mittel	☐	gering
		Verantwortung bei	19, TMN, 69					
		Beteiligung von	---					
		Art der Maßnahme	☒	Bestand	☒	Planung		
			☒	protektiv	☐	präventiv		
		RR = Retentionsräume, DA = Durchlüftungssachsen, KR = Kaltlufträume, HV = Hitzevulnerabilität, TB = Thermische Belastung, VA = Vegetationsanteil						



Urbane Sonnenschutz | erge, Innenhof,
<https://pixabay.com/de/service/license-summary/> (2014)

Temporäre Verschattung

Historisch gewachsene Stadtkerne sind oft durch einen geringen Vegetationsanteil und hohen Versiegelungsgrad geprägt. Fehlender frei nutzbarer Straßenraum führt oft dazu, dass kleinklimatisch aufwertende Maßnahmen wie z. B. das Einsetzen von Solitärgehölzen nicht möglich sind. Ebenso wird der vertikale Raum auch oft durch das Oberleitungsnetz des ÖPNV beansprucht, wodurch das Einbringen von zusätzlichen Vegetationsstrukturen hinzukommend erschwert wird.

Die Verwendung von temporären Verschattungsmaßnahmen kann hier eine effektive Methode zur Reduzierung der thermischen Belastung in den Sommermonaten darstellen.

Die Auswirkungen flächiger textiler Verschattungsmaßnahmen auf Dachniveau auf mikroskalige und lokale Belüftungsverhältnisse sind bis zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht ausgiebig untersucht worden. Dementsprechend müssen Material, Form und Höhenniveau an die lokalen Gegebenheiten individuell angepasst werden. Gleichzeitig besteht so die Möglichkeit, den Sonnen- und Schattenverlauf im Maßnahmenraum als stadtplanerisches Gestaltungselement zu nutzen.

Sind die Grundverankerungen einmal installiert, sind die eigentlichen Verschattungselemente nach Bedarf und ohne größeren zeitlichen Aufwand schnell wieder zu montieren.

Praxisbeispiele

Nachhaltige Architektur aus heißen klimatischen Regionen kann in diesem Fall eine Inspiration für städtebauliche Praxis in Deutschland liefern.

In Málaga in Spanien werden während der Sommermonate temporäre Verschattungsmaßnahmen aus Textilstoffen angebracht. Diese werden im Winter und Frühjahr entfernt, sodass während dieser Zeit die Besonnung des Straßenzuges nicht behindert wird. Wie Málaga machen viele spanische Städte ihre Einkaufsstraßen im Sommer mit schattenspendenden temporären Überdachungen attraktiver.

Diese zugfeste Stoff-Schattenstruktur wird zum großen Teil aus Polyethylen hoher Dichte (HDPE) hergestellt und mit UV-Stabilisatoren behandelt, um ihr eine sehr lange Lebensdauer bei direkter Sonneneinstrahlung zu verleihen. Die Stoffe der Sonnensegel sind luftdurchlässig, sodass Luft durch das Gewebe zirkulieren kann, um eine viel kühlere Umgebung darunter



Temporäre Verschattung | BPI (2021)

zu schaffen. Die temporären Sonnensegel werden vermietet für gewerbliche Nutzungen wie Bars, Restaurants und öffentliche Bereiche wie Spielplätze und Einkaufsstrassen, aber auch für besondere Anlässe (Konzerte etc.) und den privaten Gebrauch bspw. im Garten. (vgl. This is Spain, 2023)

Die Gemeinde Getafe, ein Vorort von Madrid, hat nun einen neuen Ansatz gewählt. Hier wurden tausende Schirme eingesetzt, um einen viel farbenfroheren Schatteneffekt zu erzeugen. (vgl. Schirm Oertel, 2023)

Eine Studie hat temporäre Beschattungsmöglichkeiten unvollendeter mehrstöckiger Wohngebäude in heißen Klimazonen untersucht. Häufig gehört es dort zur allgemeinen städtebaulichen Praxis bei Bedarf Stockwerke der Wohnhäuser hinzuzufügen. In dieser Zeit sind die Bewohnenden der oberen Stockwerke einer übermäßigen Hitze und einem übermäßigen thermischen Unbehagen exponiert. Die Analyse ergab, dass mit einfachen, kostengünstigen und reversiblen Maßnahmen ein kompetenter Wärmeschutz des Oberdaches im Vergleich zur schichtweisen Wärmedämmung erreicht werden kann. Unter den untersuchten Maßnahmen haben sich die Eindeckung des Daches mit weißen Faltblechen und der Einsatz von Pergolen als die wirksamsten Maßnahmen herausgestellt. In beiden Fällen wurde im Sommer eine Verringerung der Wärmeübertragung durch das Dach um 38 % im Vergleich zum ungeschützten Modellierungsfall beobachtet. Diese Maßnahmen sind auch für Kommunen in Deutschland denkbar – beispielsweise für eine Beschattung temporärer Nutzungen und Aufenthaltsorte in Städten, während Bauarbeiten im Sommer oder als temporäre Schattenelemente auf Spielplätzen, Schulhöfen, Parkplätzen von Krankenhäusern und anderen Orten, an denen sich vulnerable Bevölkerungsgruppen aufhalten. (vgl. Asfour, 2017)

Mögliche Reduktion der thermischen Belastung: ~15°C PET

Mögliche Reduktion der Lufttemperatur: ~0,3 °C

(Spanjar et al., 2022)

Umsetzungsinstrumente

Initiative der Stadt unter Berücksichtigung aller betroffenen Belange. Beispiel: Planung und Umsetzung im Zuge einer öffentlichen Veranstaltung (z.B. Stadtfest, Markt etc.)

Synergien Chancen	Spannungen Risiken	Quellen weiterführende Literatur
- Reduktion der thermischen Belastung - Reduktion der solaren Einstrahlung - Verbesserung der PET-Werte (Physiological Equivalent Temperature) - Reversible Systeme möglich	- Privatbesitz - Denkmalschutz - Eignung der Bausubstanz - Tragkraft und Statik - Brandschutz - konkurrierende Nutzung des Raums	- Asfour, O., 2017. Proposed Measures to Protect Temporary Roofs from Unwanted Heat Gains. Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems 5, 191–201. https://doi.org/10.13044/j.sdewes.d5.0142 - Schirm Oertel, 2023. Umbrellas provide shade in summer [WWW Document]. URL https://www.european-umbrellas.com/blog/umbrellas-provide-shade-in-summer.html (Zugriff 17.08.23). - This is Spain, 2023. Coolashade [WWW Document]. URL https://thisisspain.info/costa-blanca/coolashade/ (Zugriff 17.08.23). - Spanjar, G. et al. 2022. Cool Towns Intervention Catalogue. Proven solutions to mitigate heat stress at street level

Referenznummer: 16	Handlungsbereich Maßnahmengruppe	RR	DA	KF	HV	TB	VA
WASSER	Räumlicher Bezug	☐ Stadt		☒ Quartier		☒ Gebäude	
	Relevanz aus stadtklimatologischer Sicht im städtischen Kontext	☐ hoch		☐ mittel		☐ gering	
	Verantwortung bei	19, 67					
	Beteiligung von	71, ISN, 66, 19, 67					
	Art der Maßnahme	☒ Bestand		☒ Planung			
		☒ protektiv		☒ präventiv			
RR = Retentionsräume, DA = Durchlüftungssachsen, KR = Kaltlufträume, HV = Hitzevulnerabilität, TB = Thermische Belastung, VA = Vegetationsanteil							



Wasserinstallation | BPI (2022)

Bezogen auf das Thema Wasser gibt es mehrere relevante Aspekte. Zunächst geht es darum, auf die im Zusammenhang mit der Klimakrise zunehmenden Starkregenereignisse zu reagieren und das Regenwasser aufzunehmen. Weiterhin spielen der Erhalt und die Renaturierung natürlicher Wasserflächen in der Stadt eine Rolle. Dazu gehören Bäche und Teiche. Außerdem nehmen im Zuge der Klimakrise auch Hitzeextreme zu. Daher wird es zunehmend relevant, künstliche Wasserstellen wie Wasserspielplätze und Trinkbrunnen im öffentlichen Raum zu installieren. Diese technischen Anlagen dienen insbesondere vulnerablen Bevölkerungsgruppen wie jungen Kindern, älteren oder kranken Menschen sowie wohnungslosen Menschen.

Erhalt und die Renaturierung natürlicher Wasserflächen

Lange Zeit wurde das Thema „Wasser in der Stadt“ ingenieurtechnisch bearbeitet. Das Ziel war es häufig Flussläufe zu begradigen und ihre Ufer so zu gestalten, dass sie den Verkehr so wenig wie möglich störten. Abwasser und Regenwasser galt es primär durch Kanäle abzuleiten. Seit die Klimakrise auch in Deutschland verstärkt sichtbar wird, verändert sich auch der Blick auf Wasser als Ressource, aber auch als Gefahr. Die Überflutungsereignisse der letzten Jahre haben gezeigt, dass Starkniederschläge nicht nur materielle, sondern auch menschliche Schäden verursachen. Gleichzeitig fehlt es in Städten an Wasser. Die zunehmend trockenen und heißen Sommer lassen Stadtgrün an einem Wassermangel leiden. Unterschiedliche Überlegungen wie das Konzept der „Schwammstadt“ haben das Ziel den Wasserhaushalt in Städten wieder in einen stärker naturnahen Zustand zu überführen, um Regenwasser vor Ort nutzen zu können bzw. eine Verdunstung oder Versickerung zu ermöglichen. Gleichzeitig sorgt Wasser in der Stadt für eine Kühlung, indem es grüner Infrastruktur zur Verfügung steht und damit verbundene Ökosystemleistungen erbringt und das Mikroklima positiv beeinflusst. (vgl. Trapp and Stein, 2021)

Um diese Vorteile nutzen zu können, bietet es sich an durch den Menschen veränderte Ökosysteme wieder in einen naturnäheren Zustand umzuwandeln. Neben Gewässern bietet sich diese Praktik auch für Feuchtgebiete, Wälder und andere Ökosysteme an. Dabei wird nicht ein historischer Zustand angestrebt. Dies kann unter Umständen schwierig sein, wenn Standortbedingungen nachhaltig verändert wurden. Es ist wichtig, dass für den Zweck der Renaturierung ein gesellschaftlicher Konsens besteht, welche neuen Ziele der Naturnähe im urbanen Raum angestrebt werden sollen. Wie viele planerische Entscheidungen bedarf es dabei einer Abwägung. Die Isar-Renaturierung in München ist jedoch ein positives Beispiel für das Verbinden von Zielen der Biodiversität und des Naturerlebnisses. (vgl. Breuste, 2022)



Spielplatz mit Bauchlauf | Clemens v. Vogelsang, Playground on the island Mainau

<https://creativecommons.org/licenses/by/2.0/>
(2009)

künstliche Wasserstellen

Im Jahr 2022 hat die Bundesregierung beschlossen, dass Gemeinden und Städte zukünftig Trinkwasser im öffentlichen Raum als Teil der Daseinsvorsorge kostenlos zur Verfügung stellen müssen. „Trinkbrunnen sind frei zugängliche, auf öffentlichen Plätzen installierte und an das öffentliche Leitungsnetz angeschlossene Wasserspender, aus denen stets frisches, kühles und qualitativ hochwertiges Trinkwasser entnommen werden kann“ (Hoeckner and Sander, 2023, S. 25) Trinkwasserbrunnen sollen an gut erreichbaren, stark frequentierten und zentralen Orten wie Einkaufspassagen, Fußgängerzonen und Parks aufgestellt werden. So soll Trinkwasser leicht verfügbar gemacht werden – auch im Rahmen kommunaler Hitzeaktionspläne. Diese Maßnahme ist ein Beispiel für den Schutz insbesondere vulnerabler Stadtbewohnender vor Hitze. Damit wird auf zunehmende Extremwetterereignisse im Zusammenhang mit der Klimakrise wie Trockenperioden und Hitzewellen reagiert. (vgl. BMUV, 2022)

Vor einem ähnlichen Hintergrund werden auch Wasserelemente auf Kinderspielplätzen zunehmend beliebter. Diese können bei Bedarf an ihren Ausläufen mit renaturierten Uferbereichen von kleinen Fluss- oder Bachläufen kombiniert werden. Bei der Planung sind unterschiedliche Normen zu beachten, welche den Schutz vor dem Ertrinken und vor Fallen, die Ausführung elektrischer Anlagenteile und die Sicherung einer angemessenen Wasserqualität umfassen. Das Ziel ist es lebensbedrohliche Unfälle zu verhindern. (vgl. Korth, 2018)

Folgende Richtlinien sollten laut Korth (2018) Beachtung finden:

- DIN 18034 – Anforderungen für Planung, Bau und Betrieb von Spielplätzen und Freiräumen zum Spielen
- DIN EN 1176 – sicherheitstechnische Anforderungen an Kinderspielplatzgeräte
- EU-Badegewässerverordnung
- Empfehlungen des Umweltbundesamtes
- Richtlinien der Bundesländer und Gemeindeunfallversicherungen
- Vorgaben aus Hygieneplänen
- DIN 19643 – Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser
- DIN VDU 100 – 702 – Errichten von Niederspannungsleitungen in feuchter oder nasser Umgebung sowie im Freien, in Bereichen von Schwimmbädern, Springbrunnen oder Wasserbecken

Mögliche Reduktion der thermischen Belastung: $\sim 1,7^{\circ}\text{C}$ PET (in direkter Umgebung)

Mögliche Reduktion der Lufttemperatur: $\sim 0,2^{\circ}\text{C}$ bis $1,7^{\circ}\text{C}$ (in direkter Umgebung)

(Spanjar et al., 2022)

Förderung

Kommunale Gebietskörperschaften wie auch Privatpersonen können bis zum 30.06.2024 eine Förderung energieeffizienter Kompakt-Druckerhöhungsanlagen zur Trinkwasserversorgung von Bestandsgebäuden, den Anforderungen der DIN 1988-500 in der aktuellen Fassung entsprechend, beantragen (Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen, 2023)



Erholungsraum mit
Wasserspeicherkapazität | NaturRaum
(Mitsubishi Electric Corporation, 2023)

Regenwasserrückhalt

Starkregenereignisse treten auf, wenn innerhalb kurzer Zeit lokal sehr viel Niederschlag auftritt. Durch die Klimakrise kommen solche extremen Ereignisse intensiver und häufiger vor. Überflutungen entstehen, sobald die Kanalisationen bereits gefüllt sind und an der Erdoberfläche abfließendes Niederschlagswasser nicht mehr aufgenommen werden kann. Besonders hoch ist das Überflutungsrisiko in dicht bebauten und versiegelten Gebieten und Quartieren, beispielsweise in Gewerbegebieten. Es gibt unterschiedliche Strategien, wie das Niederschlagswasser aufgenommen werden kann. Dazu gehören das Sammeln und die Förderung von Verdunstung von Regenwasser. Durch die erneute Zuführung des Wassers zum natürlichen Kreislauf werden Kanalisationen entlastet und das Überflutungsrisiko gesenkt. Daher sollte die Versiegelung von Flächen mit Asphalt und Beton nur wenn unbedingt notwendig stattfinden. Stattdessen können Grünflächen und durchlässige Bodenbeläge als Alternative herhalten. Um dies zu verdeutlichen, kann der Wasserrückhalt auf unterschiedlichen Flächen verglichen werden. Er beträgt auf Beton- und Asphaltflächen 0-10 Prozent, auf extensiv begrünten Dächern 60-80 Prozent und auf Rasen- und Vegetationsflächen 80-100 Prozent. Multifunktionsflächen wie Parkplätze oder öffentliche Grünflächen haben den Vorteil, dass sie während starker Niederschlagsereignisse als Speicherräume fungieren und während trockeneren Perioden weitere Funktionen bspw. als Erholungs-, Aufenthalts- und Verkehrsflächen erfüllen können. Diese Räume können bei Bedarf gezielt überflutet werden. Indem das Niederschlagswasser dort gesammelt wird, kann es durch Versickerung und Verdunstung zurück in den natürlichen Wasserkreislauf überführt werden. Indem es zurückgehalten wird, können Überflutungsschäden in gefährdeten Gebieten mit höherem Schadenspotenzial und an Gebäuden vermieden werden. (vgl. HLNUG, n.d.)

Mehrfachnutzungen bringen beispielsweise in Gewerbegebieten Vorteile für das Image der Unternehmen sowie für das (Betriebs-)Klima. In Bad Hersfeld sollen grüne Pausenräume entstehen, die gleichzeitig als temporäre Speicherräume für Regenwasser dienen sollen. Dadurch wird zu einen das Wohlbefinden der Mitarbeitenden gesteigert und die Personalgewinnung unterstützt. Zum anderen kann das anfallende Regenwasser über Mulden-Rigolen dezentral versickern. Dazu wird es von den Dachflächen und der gesamten Außenanlage in Senkgärten, also abgesenkte Bereiche, gelenkt und eingestaut. Über die Rigoleanlagen und Mulden-Rigolen in den Tiefflächen wird jedes Jahr 2.596 Quadratmeter Regenwasser dezentral versickert und kann somit als Alternative zum Kanal dienen. Wenn die Retentionsräume nicht gebraucht werden, können sie von Mitarbeitenden als Aufenthalts- und Pausenräume genutzt werden. (vgl. HLNUG, n.d.)

Auch die Firmenzentrale von Mitsubishi Electric in Ratingen hat eine Mehrfachnutzung ermöglicht. Das Außengelände wurde 2018 zu einem naturnahen Außengelände umgestaltet. Hier wird Regenwasser in Zisternen gesammelt und in regenarmen Zeiten das Bewässern von Pflanzen ermöglicht, die einen Beitrag zur ökologischen Vielfalt von Fauna und Flora leisten. Niederschlagsgebühren können eingespart werden, indem auf der Grundstücksfläche ein hoher Anteil an wasserdurchlässigen Belägen vorhanden ist. Zusätzlich wird Niederschlagswasser von Dächern in einen Wassergraben geleitet, welcher Stauden und Obstbäume bewässert. Der Ort kann außerdem von Mitarbeitenden als Erholungsraum genutzt werden. (vgl. HLNUG, n.d.)

Synergien Chancen	Spannungen Risiken	Quellen weiterführende Literatur
- Schutz vor Überflutungen - Regenwassernutzung für Pflanzenbewässerung, Trinkwasserversorgung etc. - Kühleffekt durch Verdunstung - teilweise geringe Kosten - Mehrfachnutzung - Erholungsfunktionen - Gesundheitsförderung - Biodiversitätsförderung	- Aufwand und Kosten für Entsiegelung, Pflege etc. - Privatbesitz	- BMUV, 2022. Städte und Gemeinden müssen Trinkwasser im öffentlichen Raum kostenlos bereitstellen [WWW Document]. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz. URL https://www.bmuv.de/pressemitteilung/staedte-und-gemeinden-muessen-trinkwasser-im-oeffentlichen-raum-kostenlos-bereitstellen (Zugriff 23.08.23). - Breuste, J., 2022. Die wilde Stadt: Stadtwildnis als Ideal, Leistungsträger und Konzept für die Gestaltung von Stadtnatur, Lehrbuch. Springer Spektrum, Berlin [Heidelberg]. https://doi.org/10.1007/978-3-662-63838-5 - HLNUG, n.d. Gewerbliche Außenflächen – klimaangepasst - Multifunktionaler Rückhalt von Regenwasser. Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie; Fachzentrum Klimawandel und Anpassung. - Hoeckner, H., Sander, A.-C., 2023. Checkliste Klimawandelangepasste Quartiere in Hessen. - Korth, K., 2018. Wasserspiele – welche Normen sind zu beachten und wie spart man Kosten. Playground@Landscape - Internationales Fachmagazin für Spiel-, Sport- und Freizeitanlagen. - Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen, 2023. NRW-Landesprogramm progres.nrw - Klimaschutztechnik - Förderübersicht 2023. - Mitsubishi Electric Corporation, 2023. Der Naturraum [WWW Document]. URL https://de.mitsubishielectric.com/de/sustainability/nature-space/index.html (Zugriff 23.08.23). - Trapp, J.H., Stein, C., 2021. Wasser in der Stadt - Bericht zum Difu-Seminar vom 20. und 21.09.2021 [WWW Document]. networks group. URL https://networks-group.de/de/news/2021-10-26/wasser-der-stadt.html (Zugriff 23.08.23). - Spanjar, G. et al. 2022. Cool Towns Intervention Catalogue. Proven solutions to mitigate heat stress at street level

Referenznummer: 17	Handlungsbereich Maßnahmengruppe	RR	DA	KF	HV	TB	VA
ANPASSUNG DER PFLANZBEDINGUNGEN AN ZUNEHMENDE HITZE UND TROCKENHEIT	Räumlicher Bezug	☒ Stadt	☐ Quartier	☐ Gebäude			
	Relevanz aus stadtklimatologischer Sicht im städtischen Kontext	☒ hoch	☐ mittel	☐ gering			
	Verantwortung bei	67, 61.3, 60					
	Beteiligung von	19, 67					
	Art der Maßnahme	☒ Bestand	☒ Planung				
		☒ protektiv	☒ präventiv				
	RR = Retentionsräume, DA = Durchlüftungssachsen, KR = Kaltlufträume, HV = Hitzevulnerabilität, TB = Thermische Belastung, VA = Vegetationsanteil						



Pilzbefall eines Ahorns | Catkin,
Teerfleckenkrankheit

<https://pixabay.com/de/service/license-summary/> (2016)

Parks und kleinere Grünflächen liefern viele Ökosystemleistungen für Stadtbewohnende. Sie werten Städte ästhetisch auf, beeinflussen das städtische Mikroklima positiv, binden Luftschadstoffe, mindern die Überhitzung innerstädtischer Bereiche, bieten Schatten während sommerlicher Hitze etc. Die Lebensbedingungen von Stadtbäumen verschlechtern sich im Zusammenhang mit dem Klimawandel stetig. Sie sind häufig bereits mit einigen urbanen Stressfaktoren konfrontiert wie einem hohen Versiegelungsgrad, Platzmangel und Bodenverdichtung. Die Klimaveränderung und insbesondere zunehmende Hitze und Trockenheit stellen somit eine weitere Belastung dar. Insbesondere für junge Bäume können diese zusätzlichen Stressoren gefährlich werden, da ihre Wurzeln häufig noch keine Wasserquellen in tiefer liegenden Bodenschichten erschlossen haben. Durch höhere Lufttemperaturen wird zusätzlich die Ausbreitung von Schädlingen und Krankheiten begünstigt, welche geschwächte Bäume und andere Pflanzen leichter befallen können. Trockenstress kann außerdem zu Embolien führen und somit zum Absterben von Gewebe oder gar der ganzen Pflanze. Dazu kann es kommen, wenn die Wassersäule, die unter hoher Spannung vom Boden zu den Blättern der Pflanze transportiert wird, unterbrochen wird. Je trockener der Boden, umso höher die Wasserspannung und somit auch die Gefahr des Brechens der Wassersäule. Die Fähigkeit pflanzlicher Blätter Embolien zu verhindern, ist eine wichtige Anpassungsstrategie an die Klimakrise. (vgl. Brodribb et al., 2016; Brune, 2016; Dickhaut et al., 2018)

Im Zusammenhang mit dem Klimawandel nehmen nicht nur Trockenheit und Temperaturen (Hitzeereignisse) zu, sondern auch schwere Wetterumschwünge mit Regenfällen und orkanartigen Stürmen. Diese führen vermehrt zu lokalen Überschwemmungen und Kanalüberlastungen. Das Prinzip der „Schwammstadt“ soll diesen Ereignissen entgegenwirken. Es verbessert nicht nur das lokale Regenwasser-Management, sondern auch die Vitalität der städtischen Bäume. Gezeitigt wird die Baumgesundheit gefördert, indem ein umfangreiches Wurzelsystem unterstützt wird, welches wiederum als dezentrales, stadtweites Regenwasserrückhaltesystem fungiert. Städte wie Stockholm und Wien haben langjährige Erfahrungen mit dem Prinzip der Schwammstadt. Dabei ist zu beachten, dass die lokalklimatischen, hydrologischen, topografischen, städtebaulichen, technischen und rechtlichen Rahmenbedingungen ortsabhängig sind. Sie gehen einher mit Aspekten wie der Versickerungsfähigkeit im Untergrund, der Qualität des Oberflächenwassers, den im Untergrund vorhandenen Bestandsleitungen, dem Einsatz von Auftaumitteln (Winterdienst) etc. Daher ist eine intensive Abstimmung mit unterschiedlichen Akteuren (bspw. Tiefbau) ebenso wichtig wie die Kenntnis des Ortes und die Planung und Ausweisung großer Durchwurzelungsbereiche. Erst dann können Wurzelräume unter benachbarten Flächen erweitert und jede neu geplante Fläche multifunktional gedacht werden, indem Bäume auch im Untergrund als Teil der „Blau-Grünen-Infrastruktur“ verstanden werden. Zur baulichen Umsetzung wird ein spezieller Unterbau verwendet, welcher mindestens 35 Kubikmeter

Raum für die Durchwurzelung jedes Baumes zur Verfügung stellt. In diesen kann das (vorgereinigte) Oberflächenwasser eingeleitet werden und durch geeignete Substrate über längere Zeit gespeichert werden (vgl. Zimmermann 2022).

Einige wissenschaftliche Studien befassen sich mit der Identifikation von Baumarten, die besonders trockenheits- und hitzeresistent sind und sich somit auch zukünftig für Stadtparks eignen. Das Climate Service Center Germany (GERICS) hat bspw. einen Bericht von Brune (2016) veröffentlicht, welcher zehn Baumarten und ihre Eignung als „Zukunftsbäume“ untersucht. Teilweise identifizieren Städte ihre eigenen Listen von Klima- oder Zukunftsbäumen. Für die Stadt Neuss existiert bereits eine kommentierte Liste von Zukunfts-Straßenbäumen im KLAKE 2016 (Steinrücke et al., 2016). Diese Liste wurde in der Folgezeit bedarfsgerecht überarbeitet und angepasst. Sie beachtet spezielle Aspekte der Biodiversität und Kulturtradition und ist im Steckbrief 33 „Bepflanzung mit geeigneten Pflanzenarten“ nachzulesen.

Neben der Auswahl geeigneter Pflanzenarten gibt es jedoch auch Aspekte, die bei der Pflanzung von Bäumen und anderen Pflanzen zu beachten sind, um eine bessere Anpassung an zunehmende Hitze und Trockenheit zu unterstützen. Angemessene Wuchsbedingungen sind eine Voraussetzung für die Gesundheit und somit auch die Anpassungsfähigkeit von Stadtbäumen an Schädlinge, Krankheiten und weitere Stressoren wie auch anzunehmende Hitze und Trockenheit (Dickhaut et al., 2018). Für einen vertieften Einblick eignen sich die Veröffentlichungen der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V. „Empfehlungen für Baumpflanzungen“ Teil 1 „Planung, Pflanzenarbeit, Pflege“ (Thieme-Hack, 2015) und Teil 2 „Standortvorbereitung für Neupflanzungen; Pflanzgruben und Wurzelraumerweiterung, Bauweisen und Substrate“ (Lösken, 2012). Generell ist auf folgende Aspekte zu achten.

Die Schaffung von Pflanzgruben und das Verwenden angemessener Substrate sorgen insbesondere in den ersten Standjahren für gute Wachstumsvoraussetzungen und ausreichend Wurzelraum für Bäume. Für einen ausreichend großen Wurzelraum sollte die Pflanzgrube mindestens 12 m³ groß und 1,5 m tief sein. Auch hier finden sich nähere Informationen in der DIN 18916. Das Volumen des Wurzelraumes sollte ungefähr so viel Platz einnehmen wie die Krone eines ausgewachsenen Baumes. Die verwendeten Bodensubstrate sollten eine gute Wasser-, Nährstoff- und Luftversorgung gewährleisten. So tragen sie zu einer Vitalität der Stadtbäume bei. Eine Zusammenfassung der Anforderungen an unterschiedliche Substrate sowie Informationen zu Herstellung und Einbau findet sich bei Lösken (2012, S. 41). Aufgebrachte Bodenschichten sollten filterstabil auf das verwendete Substrat aufgetragen werden. In späteren Jahren bietet es sich an, den Bodenraum außerhalb der Pflanzgrube ebenfalls zu erschließen. (vgl. Dickhaut et al., 2018; Lösken, 2012)

Im Zusammenhang mit zunehmender Hitze und Trockenheit besteht das Ziel, Niederschlagswasserzwischenspeicher und Versickerungsmöglichkeiten zu schaffen. Häufig wird eine dezentrale Regenwasserbewirtschaftung als Maßnahme zur Verbesserung der Vitalität von Stadtbäumen in Trockenzeiten diskutiert. Dabei ist es wichtig, neben den Anforderungen der Siedlungswasserwirtschaft auch den Zustand der Bäume zu dokumentieren und zu analysieren, da diese Vorgehensweise auch für Bäume einige Chancen wie auch Risiken bereithält. Die Risiken ergeben sich insbesondere durch Streusalz und Schadstoffe, welche sich im von Hausdächern und Straßen abgeleiteten Niederschlagswasser befinden. Eine bautechnische Lösung stellt das Konzept der „Schwammstadt“ dar, welches im ersten Abschnitt beschrieben wurde. Nähere Informationen finden sich außerdem im Steckbrief Nummer 16 zum Thema „Wasser“.

Diese können eine erhebliche Belastung für Straßenbäume darstellen. Darüber hinaus ist ein Versickerungspotenzial notwendig, um keine Staunässe bei Bäumen zu verursachen bzw. das Fassungsvermögen der anfallenden Wassermengen nicht zu überschreiten.

Diese Maßnahmen erfordern häufig einen hohen technischen Aufwand. Gleichzeitig bietet eine Niederschlagseinleitung aus städtischer Infrastruktur besonders in stark versiegelten und verdichteten Stadtstrukturen die Chance einer dringend benötigten ergänzenden Wasserzufuhr und es gibt Möglichkeiten, diese zu steuern. Bei der Regulierung der Wassermenge können hydraulische Technik wie Drainagerohre oder ausgewählte Substrate unterstützen bzw. höher anfallende



Beispiel Wasserstauung durch hohe Verdichtung | SplitShire, Landstraße, <https://pixabay.com/de/service/license-summary/> (2014)

Wassermengen ableiten und somit Staunässe vermeiden. Bestimmte Baumarten wie *Quercus robur* – Stiel-Eiche, *Ulmus minor* – Feldulme und *Ulmus laevis* – Flatterulme sind laut Dickhaut et al. (2018) besonders gut auf diese Maßnahmen abgestimmt. Es ist jedoch wichtig, zusätzliches Wasser insbesondere in Trockenzeiten zur Verfügung zu stellen, wenn es am meisten benötigt wird. Die technischen Möglichkeiten zur Zwischenspeicherung stehen noch in den Anfängen. Die offenen Fragen nach Schäden durch eingetragene Schadstoffe und Streusalze, Staunässe und Anforderungen an Niederschlagswasserzwischenspeicher sollten im Austausch unterschiedlicher Disziplinen weiter erörtert und pilotartig umgesetzt werden. Dabei empfiehlt es sich insbesondere bezogen auf die Thematik „Salzschäden“ das Beispiel Stockholm genauer zu betrachten. Die Pflanzgruben dort wurden als überbaubarer Wurzelraum konzipiert, in den Wasser von Straßen und Dächern eingeführt wird. Obwohl die Bäume zum Teil während der Sommermonate Nekrosen aufweisen, sind diese bereits im Herbst nicht mehr vorhanden. Dies ist auf das leistungsfähige, große Wurzelwerk zurückzuführen, welches trotz einer hohen Salzkonzentration Wasser und Nährstoffe aufnehmen kann. (vgl. Dickhaut et al., 2018)

Auch die Bodendichte ist ein Aspekt, der einen Einfluss auf die Anpassungsfähigkeit von Pflanzen an zunehmender Hitze und Trockenheit hat. In verdichteten Böden gibt es nur wenige kleine Poren und einen geringen Anteil an Hohlräumen, in denen Luft und Wasser zwischengespeichert werden können. Ein lockererer Boden hingegen sorgt für eine bessere Durchlüftung, welche wiederum dafür sorgt, dass die Wurzeln nicht anfangen zu faulen. Außerdem kann durch lockere Bodenschichten Staunässe vermieden werden. Das Wasser kann schneller in tiefere Bodenschichten gelangen und es gibt weiterhin auch genügend Hohlraum für Sauerstoff im Boden. Auch bieten lockere Böden mehr Wurzelraum und somit die Möglichkeit für Pflanzen ein gut verzweigtes System aus Wurzeln auszubilden, welches sie mit Wasser und Nährstoffen versorgt. Ist der Boden jedoch zu locker, fließt das Wasser einfach durch ihn hindurch. Ist er zu dicht, können die Wurzeln das vorhandene Wasser aufgrund zu starker Kapillarkräfte nur schwer aufnehmen. Auch das ausgesuchte Substrat spielt bei der Durchlässigkeit eine entscheidende Rolle. Im Idealfall gibt es im Boden ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Fein-, Mittel- und Grobporen und somit Platz für Luft, Wasser und Wurzeln. Eine Verbesserung der Durchlässigkeit der oberen Bodenschicht kann durch den Einsatz von Stauden und Bodenbedeckern erreicht werden. Auch mit Geräten sowie durch das Hinzufügen von Sand oder Bodenaktivator kann der Boden aufgelockert werden. Ein Auflockern des Bodens durch Pflanzen bietet allerdings gleichzeitig die Vorteile, dass Nährstoffe im Boden durch die Wurzeln vor dem Auswaschen bewahrt werden und sogar in etwas höhere Bodenschichten transportiert und von den Baumwurzeln leichter aufgenommen werden können. Viele Pflanzen bilden schnell eine große Wurzelmasse aus und dringen damit in tiefe Bodenschichten vor. Somit schützen sie auch vor Erosion. Lupinen (*Lupinus*), Weißer Senf (*Sinapis alba*) und Ölrettich (*Raphanus sativus* var. *oleiformis*) eignen sich beispielsweise gut zum Auflockern verdichteter Böden. (vgl. Plantura Magazin, 2023)

Implementationsvarianten und Instrumente

Die oben beschriebenen Aspekte sollten bei der Neupflanzung von Stadtbäumen in der Freiraumplanung berücksichtigt werden. Außerdem bieten sich ein Monitoring der Bestandsbäume an. Im Rahmen der Gesamtentwicklung sollten Anpassungsmaßnahmen der Pflanzbedingungen, anzunehmende Hitze und Trockenheit im B-Plan, im Landschaftspflegerischen Begleitplan sowie in städtebaulichen Verträgen berücksichtigt werden.

Synergien Chancen	Spannungen Risiken	Quellen weiterführende Literatur
- Ästhetische Aufwertung von Innenstädten durch gesunde Bäume - Einsparung von Kosten durch langlebigere Bäume - Positive Beeinflussung des Mikroklimas - Bindung von Luftschadstoffen - Minderung der Überhitzung - Lebensraum für weitere Pflanzen und Tiere	- Platzproblem bzw. konkurrierende Nutzungen in stark verdichteten Innenstädten - Zusätzlich hohe Kosten für das Erstellen der bautechnischen Lösungen der Schwammstadt	- Brodribb, T.J., Bienaimé, D., Marmottant, P., 2016. Revealing catastrophic failure of leaf networks under stress. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 113, 4865–4869. https://doi.org/10.1073/pnas.1522569113 - Brune, M., 2016. Urban trees under climate change - Potential impacts of dry spells and heat waves in three German regions in the 2050s (No. 24), GERICS Report. Climate Service Center Germany, Hamburg. - Dickhaut, W., Fellmer, M., Lauer, J., Winkelmann, A., 2018. Dezentrale Regenwasserbewirtschaftung an Baumstandorten – Chancen und Risiken. HafenCity Universität, Hamburg. - Lösken, G., 2012. Empfehlungen für Baumpflanzungen. Teil 2: Standortvorbereitungen für Neupflanzungen: Pflanzgruben und Wurzelraumerweiterung, Bauweisen und Substrate / [Bearb.: Gilbert Lösken ...], 2. Ausg., Ausg. 2012. ed. FLL, Bonn. - Plantura Magazin, 2023. Boden auflockern: Verschiedene Methoden & Tipps [WWW Document]. Plantura Magazin. URL https://www.plantura.garden/gartenpraxis/boden-und-erde/boden-auflockern (Zugriff 22.09.23). - Steinrücke, M., Eimer, U., Bartolović, V., Loos, G., Ahlemann, D., Schrödter, S., Eggenstein, J., 2016. Steckbriefe Klimaanpassungsmaßnahmen- Anhang 2 zum Klimaanpassungskonzept für die Stadt Neuss. - Thieme-Hack, M. (Ed.), 2015. Empfehlungen für Baumpflanzungen. 1: Planung, Pflanzarbeiten, Pflege / Bearb.: Martin Thieme-Hack, 2. Ausg. 2015. ed. Forschungsges. Landschaftsentwicklung Landschaftsbau, Bonn. - Zimmermann, D.. 2022. Die Schwammstadt für Bäume – ein Beitrag zu mehr Gerechtigkeit im Untergrund. ProBaum, 01/22.

Referenznummer: 18	Handlungsbereich Maßnahmengruppe	RR	DA	KF	HV	TB	VA
MOBILE GRÜNANLAGEN	Räumlicher Bezug	☐ Stadt		☒ Quartier		☐ Gebäude	
	Relevanz aus stadtklimatologischer Sicht im städtischen Kontext	☐ hoch		☒ mittel		☒ gering	
	Verantwortung bei	61.2					
	Beteiligung von	19					
	Art der Maßnahme	☒ Bestand			☒ Planung		
		☐ protektiv			☒ präventiv		
RR = Retentionsräume, DA = Durchlüftungssachsen, KR = Kaltlufträume, HV = Hitzevulnerabilität, TB = Thermische Belastung, VA = Vegetationsanteil							



Mobiles Stadtgrün | BPI (2021)

Aufgrund des Klimawandels und der zunehmenden Verstädterung erfahren, durch urbane Vegetation erbrachte, Ökosystemleistungen eine zunehmende Wertschätzung. Die Pflanzung von Stadtbäumen trägt zur Klimaanpassung sowie zum Klimaschutz bei. Weiterhin erbringen Stadtbäume viele gewünschte Ökosystemleistungen. Beispielsweise tragen Bäume durch Transpiration und Verschattung dazu bei, urbane Hitzebelastung zu reduzieren und das städtische Mikroklima zu regulieren. (vgl. Chalony and Faní, 2020)

Im Zusammenhang mit der zunehmenden Dürre in Mitteleuropa wächst insbesondere im Straßenraum die Notwendigkeit, ursprünglich aus trocknen Lebensbereichen stammende Gehölze zu verwenden, die einen geringeren Wasserverbrauch aufweisen. Daher sind ihre Transpirations- und Verschattungswirkungen auch eingeschränkt. Eine Studie hat mehrere häufig verwendete Baumarten in München auf ihre Reaktion auf unterschiedliche Wasserverfügbarkeit untersucht. Sie kommt zu dem Schluss, dass es sich anbietet, den ursprünglichen Lebensbereich als Kriterium zur Einschätzung des Kühlungspotenzials und der Trockenheitstoleranz von Baumarten zu verwenden. So eignen sich laut der Studie Gehölze, die aus eher trockenen Lebensbereichen stammen, gut für stark versiegelte Standorte. Dort sind sie gut an Trockenheit angepasst und können konstante, aber relativ geringe Kühlungsleistungen erbringen. Viele heimische Gehölzarten aus ursprünglich eher frischen Standorten sollten hingegen an parkähnlichen Orten oder in Gruben mit Substraten gepflanzt werden (siehe dazu die Steckbriefe Baumrigolen und Duale Tiefbeete). Dort können sie einen hohen Beitrag zur Kühlung des urbanen Raumes leisten. (vgl. Chalony and Faní, 2020)

Im Außenbereich ist also unter Berücksichtigung veränderter klimatischer Rahmenbedingungen bei den Baumpflanzungen und -förderungen eine Mischung geeigneter heimischer und gebietsfremder Arten anzustreben. Individuelle Standortansprüche sowie veränderte klimatische Rahmenbedingungen sind bei der Anpflanzung innerstädtischer Vegetationsstrukturen stets zu beachten.

Ähnlich wie die beschriebene Studie haben sich auch weitere Forschungen mit der Anpassungsfähigkeit von Stadtbäumen an veränderte Standortfaktoren im Zuge der Klimakrise und ihrem Beitrag zur Klimaanpassung befasst. Klimaresiliente Pflanzenarten mit geringem Wasserbedarf (sowohl heimische als auch nicht heimische) sind für innerstädtische Grünanlagen besonders geeignet (siehe KLAM 2022 Pflanzliste (Roloff et al., 2022), GALK 2023 (GALK e.V., 2023) oder HLNUK "Stadtgrün Onlinetool" (HLNUG, 2023)); auch die Emittierung biogener Kohlenwasserstoffe, die zur Ozonbelastung beitragen, ist ein auswahlrelevantes Kriterium.

	Hilfreich kann ein städtisches Baumkataster sein, welches die Dokumentation der Kenntnisse bezüglich der Widerstandsfähigkeit gepflanzter Bäume unterstützt (Hoeckner and Sander, 2023). Die Stadt Düsseldorf hat eine Zukunftsbaumliste entwickelt. Dabei wurden Kriterien wie die Trockenresistenz, die Winterhärte, die Eignung als Bienenweide und Größe der Bäume berücksichtigt. Außerdem wurden wissenschaftliche Publikationen und weitere Pflanzlisten zu Rate gezogen. Dazu gehört unter anderem die Klimaartenmatrix für Stadtbäume „KLAM-Stadt“ des Instituts für Forstbotanik und Forstzoologie der Technischen Universität Dresden. Außerdem wurde mit Erfahrungswerten gearbeitet und mit Organisationen wie dem BUND Düsseldorf zusammengearbeitet. An dieser Liste kann sich aufgrund der geographischen Lage auch die Stadt Neuss orientieren. (vgl. Törkel et al., 2016) Mögliche Reduktion der thermischen Belastung: ~6,5°C PET (durch die erzeugte Verschattung) Mögliche Reduktion der Lufttemperatur: ~1,1 °C (direkt am Objekt) (Spanjar et al., 2022)
	Mobile Grünanlagen An Orten, die bspw. mithilfe der Stadtklimaanalyse als besonders hitzebelastet identifiziert wurden, können im öffentlichen Raum auch mobile Verschattungselemente wie Pflanzkübel zum Einsatz kommen. Diese eignen sich besonders an stark frequentierten Orten wie Fußgängerzonen in der Innenstadt oder besonders hitzebelasteten Quartieren. Pflanzkübel bilden dort, wo Bäume aufgrund von Platzmangel nicht gepflanzt werden können, eine empfehlenswerte Alternative und sorgen für Abkühlung im urbanen Raum. (vgl. Wert Sicht GmbH, Infrastruktur & Umwelt - Professor Böhm und Partner, 2020) Einige Städte haben Gestaltungsgrundsätze für den öffentlichen Raum festgesetzt. Die Stadt Ulm hat Vorgaben veröffentlicht, die auch die Verwendung von Pflanzenkübeln im Rahmen der Außenbewirtschaftung im öffentlichen Raum vereinheitlichen sollen. Diese sollen nicht zur visuellen Abtrennung vom öffentlichen Raum genutzt werden, sondern dort, wo es für eine Abtrennung eine hinreichende Notwendigkeit gibt. Sie können bspw. eine Gefährdung durch den fließenden Verkehr oder Menschenmassen in Innenstädten ausschließen. Die Stadt Ulm setzt auch die maximale Größe, ein Farbspektrum und andere Eigenschaften sowie eine konkrete Empfehlung für ein Modell, welches über den örtlichen Baustoffhandel bestellt werden kann, fest. Bepflanzt werden sollen die Kübel wahlweise mit einheimischen oder heimisch gewordenen Blütenpflanzen und Stauden wie Rose, Fuchsie, Bleiwurz, Schmucklilie bzw. mit den Pflanzen Oleander, Zitrusbaum, Olivenbaum oder Buchsbaum. (vgl. Aumann und Uhl, 2023) Innenstadt: Umsetzung mit Förderprogramm des Landes NRW

Synergien Chancen	Spannungen Risiken	Quellen weiterführende Literatur
- Biodiversität - Gesundheit der Stadtbewohnenden - Hitzeschutz - Ästhetik (Mix aus verschiedenen Pflanzen) - Mikroklima - Anpassung anzunehmende Trockenperioden	- geringere Biomasseproduktion und eingeschränkter Wasserverbrauch sorgen für geringere Verschattungswirkung und Transpiration (Kühlungsleistung) - geringe Reinigungsleistung (Luft) - Pflege- und Sicherungsaufwand	- Aumann, R., Uhl, S., 2023. Gestaltungsgrundsätze Außenbewirtschaftung im öffentlichen Raum. Stadt Ulm, Ulm. - Chalony, S.-L., Faní, L.M., 2020. „Klimabäume“ für die Stadt. Über die Rolle einer angepassten Arten- und Sortenwahl für die Kühlleistung von Straßenbäumen. - GALK e.V., 2023. GALK-Straßenbaumliste Abfrage vom 30.08.2023 Arbeitskreis Stadtbäume. - HLNUG, 2023. Stadtgrün im Klimawandel - KLIMPRAX Stadtgrün Online-Tool für Fachleute und Interessierte [WWW Document]. URL

- Möglichkeit zur Pflanzung auf stark versiegelten Flächen - konstante Kühlungsleistung - Geringer Flächenbedarf - Gutes Retentionsvermögen - Kaum Einschränkung der Nutzbarkeit der Oberfläche - verbessertes Mikroklima (höhere Verdunstung und Vermeidung von Hitzeinseln) - verbesserte Wasserversorgung (Verdunstung, Verschattung Abkühlungseffekte in unmittelbarer Umgebung) - Reduktion Trockenstress - Verbessertes Wassermanagement (Ableitung und Speicherung bei Starkregen) - Mehr Grün durch Pflanzung an stark versiegelten Bereichen - System „wächst“ mit der Erschließungsmaßnahme -keine teuren Anfangsinvestitionen - Platzsparendes Kombisystem - Gestalterisches Element zur Verkehrsberuhigung - Flexibel einsetzbar, an Bedingungen anpassbar		https://www.hlnug.de/themen/klimawandel-und-anpassung/projekte/klimprax-stadtgruen/online-tool - Hoeckner, H., Sander, A.-C., 2023. Checkliste Klimawandelangepasste Quartiere in Hessen. - Roloff, A., Pietzarka, U., Gillner, S., 2022. Baumartenverwendung im Klimawandel: KlimaArtenMatrix 20211 (KLAM 2.0) und Empfehlungen zu Baumgrößen, -pflanzungen und -umfeld, in: Jahrbuch Der Baumpflege 2022. Haymarket Media, Braunschweig, pp. 204–223. - Steinrücke, M., Eimer, U., Bartolović, V., Loos, G., Ahlemann, D., Schrödter, S., Eggenstein, J., 2016. Steckbriefe Klimaanpassungsmaßnahmen- Anhang 2 zum Klimaanpassungskonzept für die Stadt Neuss. - Törkel, D., Rendenbach, A., Krause, T., 2016. Zukunftsbaumliste Düsseldorf. Düsseldorf. - Wert Sicht GmbH, Infrastruktur & Umwelt - Professor Böhm und Partner, 2020. Integriertes Klimaschutzkonzept der Stadt Krefeld - Maßnahmenammlung. Krefeld. - Spanjar, G. et al. 2022. Cool Towns Intervention Catalogue. Proven solutions to mitigate heat stress at street level
---	--	---

Referenznummer: 19	Handlungsbereich Maßnahmengruppe	RR	DA	KF	HV	TB	VA
STRAßENBEGLEITGRÜN	Räumlicher Bezug	☒ Stadt	☒ Quartier	☐ Gebäude			
	Relevanz aus stadtklimatologischer Sicht im städtischen Kontext	☐ hoch	☒ mittel	☐ gering			
	Verantwortung bei	19, 67					
	Beteiligung von	19					
	Art der Maßnahme	☒ Bestand	☒ Planung				
		☐ protektiv	☒ präventiv				
	RR = Retentionsräume, DA = Durchlüftungssachsen, KR = Kaltlufträume, HV = Hitzevulnerabilität, TB = Thermische Belastung, VA = Vegetationsanteil						



Beidseitige Baumreihe als Straßenbegleitgrün | GeorgDerReisende, Berlepschstraße
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.en> (2017)

Der Erhalt und die Pflanzung von straßenbegleitendem Grün, speziell Straßenbäumen, ist eine Möglichkeit, der potenziellen Überhitzung von nicht-begrüntem Straßenzügen entgegenzuwirken und eine Verbesserung des thermischen Komforts für den Menschen im Außenbereich zu erzielen.

Die thermische Entlastungsfunktion von Straßenbegleitgrün wurde im Rahmen einer Studie für die Stadt Nürnberg belegt (Schätz, 2012).

Im Straßenraum und auf Parkplätzen erzielen großkronige hochstämmige Bäume über ihre Schattenwirkung die besten Kühleffekte. Die erzielbaren thermischen Entlastungseffekte sind über die Verdunstungskälte zudem von der Baumgröße, der Baumart und der Blattdichte, aber auch von der Windrichtung abhängig. Bei der Wahl des Standorts ist insbesondere die Ausrichtung der Straße im Hinblick auf Sonnenstand und Schattenverlauf relevant.

Obwohl Straßenbäume in ihrer Anwendung und ihrem Nutzen sehr facettenreich sind, muss darauf geachtet werden, negative Effekte zu vermeiden. Durch die Wahl des falschen Standortes in Kombination mit der falschen Baumart kann es beispielsweise nach mehreren Jahren Wachstum zu einer Verschlechterung der Luftqualität im Straßenraum kommen. Das über Jahre gewachsene Kronendach führt zu einer vertikalen Trennung der Luftschichten (ggf. auch zu einer horizontalen Behinderung des Luftaustausches), wodurch der vertikale Luftaustausch verhindert wird. Trotz der weiterhin bestehenden Filterwirkung der Vegetation kann es so zu einer Schadstoffakkumulation im bodennahen Bereich kommen. Auch ein vertikaler Luftaustausch kann durch ein dichtes Kronendach beeinträchtigt werden.

Klimaprojektionen gehen davon aus, dass Trockenstress und Hitzebelastung weiter zunehmen werden. Diese Entwicklung wird im urbanen Raum zusätzlich durch den Wärmeinseleffekt verstärkt. Daher ist es wichtig, bei Neupflanzungen nicht nur die aktuellen Standortbedingungen zu beachten, sondern auch zukünftige Bedingungen zu berücksichtigen. Neben den Bedingungen sollte auch abgewogen werden, welche stadtklimatischen Effekte erzeugt werden sollen. Entsprechend gilt es Infrastrukturen wie Regenwassernutzung oder andere Bewässerungssysteme mit zu planen. Viele Baumarten, die über Jahrzehnte in mitteleuropäischen Innenstädten gewachsen sind, passen sich schwer an das veränderte Klima an. (vgl. Hoeckner and Sander, 2023)



Betula pendula als Alleebaum | Julius Caesar, Koethen-Querallee, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/> (2008)

Wichtig sind nach Hoecker und Sander (2023), Asbeck et al. (2022) und Hamkens et al. (2020) bei der Auswahl alternativer Arten folgende Punkte:

- Empfindlichkeit bezogen auf Extremereignisse wie Stürme, Trockenheit und Hitze
- Klimaverträglichkeit inklusive Krankheits- und Schädlingsanfälligkeit sowie weiterer Faktoren wie z. B. Isoprenausstoß, Allergenausstoß etc.
- Beitrag zum Stadtklima
- Beitrag zur Biodiversität
- Pflegeaufwand
- Zukünftige Entwicklung des Klimas (Klimaprojektionen basierend auf klimatischen Szenarien bspw. RCP-Szenarien)
- Art der Bewirtschaftung
- Aktuelle Klimafaktoren wie Wasserverfügbarkeit (Standortwasserbilanz), Temperatur, Bodenbeschaffenheit (Nährstufe und Trophiestufe des Standortes)
- Standortfaktoren wie Topografie (Höhenlage)
- Invasivität und Konkurrenzverhalten
- Biotische/Abiotische Risiken (nicht-klimabezogen) wie Insekten- und Pilzvorkommen
- Vegetationszeit

Zur standortgerechten und klimaangepassten Auswahl der Straßenbäume empfiehlt sich die Einbeziehung der GALK-Straßenbaumliste. Die Liste enthält Informationen zur Wuchshöhe, Kronenbreite, Lichtdurchlässigkeit, Lichtbedarf, Verwendbarkeit als Straßenbaum sowie ergänzende Bemerkungen zu einer Vielzahl von Baumarten. Hinzu kommen Ergebnisse und Empfehlungen aus zwei Straßenbaumtests, die ab Mitte der 90er-Jahre seitens der GALK e. V. im Hinblick auf die Eignung ausgewählter Baumarten als Straßenbäume unter unterschiedlichen klimatischen Bedingungen durchgeführt wurden. (vgl. GALK e.V., 2023)

Im Projekt KLIMPRAX des Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie wurde ein Online-Tool zur Entscheidungshilfe zur Planung und Umsetzung klimaresilienter Begrünung entwickelt: <https://www.hlnug.de/stadtgruen-im-klimawandel>. Dieses ist an Städte und Gemeinden gerichtet und umfasst drei Module. Das Modul „Klimaresiliente Baumarten finden“ enthält rund 180 gegenüber den absehbaren Klimaveränderungen robuste Baumarten. Über filternde Einstellungsmöglichkeiten können die Ansprüche standortgerecht angegeben und passende Baumarten ermittelt werden. Ähnlich funktioniert die Entscheidungshilfe im Modul „Bauwerksbegrünung“, welches auf für die Pflanzung von Bäumen ungeeignete Standorte spezialisiert ist. Im Modul „Antworten, Informationen, Handlungshilfen“ werden häufig gestellte Fragen beantwortet sowie Umsetzungsbeispiele und andere Praxishilfen zur Verfügung gestellt. (vgl. HLNUG, o. J.)

Vorbildliche Praxisbeispiele, Programme und Projekte werden mit dem zweijährigen fortlaufenden Bundespreis Stadtgrün ausgezeichnet: <https://bundespreis-stadtgruen.de>. Das Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen lobt diesen Preis im Jahr 2024 zum dritten Mal aus und das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) begleitet diesen Prozess fachlich. Zuvor wurde der Bundespreis in den Jahren 2020 und 2022 vergeben. Die Stadt Neuss hat sich in diesem Jahr mit dem Projekt „Fitnessparkour im Erholungsgebiet des Neusser Nordens“ beworben. Die Preisvergabe findet am 18. September 2024 statt. (vgl. Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen, o. J.)

	Anforderungen an die Planung, Ausführung und Pflege von Straßenbäumen werden beispielsweise in den FLL-Regelwerken Empfehlungen für Baumpflanzungen Teil 1 (2015), Teil 2 (2010) und dem Leitfaden für funktionsgerechte Gehölzpflanzung (1999) der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL) beschrieben. Hilfreich kann ein städtisches Baumkataster sein, welches die Dokumentation der Kenntnisse bezüglich der Widerstandsfähigkeit gepflanzter Bäume unterstützt (Hoeckner und Sander, 2023). Ein solches Baumkataster wurde beispielsweise für die Stadt Frankfurt am Main angelegt (GDI FFM, 2023). Einzelbaum Mögliche Reduktion der thermischen Belastung: ~9,5 °C PET bis 13,5 °C PET Mögliche Reduktion der Lufttemperatur: ~0,1 °C bis 0,7 °C (Spanjar et al.,2022) Baumreihe Mögliche Reduktion der thermischen Belastung: ~14,5°C PET Mögliche Reduktion der Lufttemperatur: ~0,5 °C bis 2,0 °C (Spanjar et al.,2022) Baumgruppe Mögliche Reduktion der thermischen Belastung: ~19,5°C PET Mögliche Reduktion der Lufttemperatur: ~2,7 °C (Spanjar et al.,2022) Relevante Baumarten für eine zukunftsgerechte Bepflanzung in der Stadt Neuss sind dem Steckbrief Nr. 33 („Bepflanzung mit geeigneten Pflanzenarten“) zu entnehmen.
	Umsetzungsinstrumente - Einbindung in den Grünordnungsplan. Weiterführende Übertragung in den Bebauungsplan (z. B. Emissionsschutzbelange oder Festsetzung von Anpflanzungen und Pflanzbindung § 9(1) 25. BauGB) - Bereits in der Bauleitplanung können Pflanzenarten gesteuert werden. Es empfiehlt sich eine Überprüfung der für Bebauungspläne vorgeschriebenen Artenlisten auf ihre Klimaresilienz. Ein Beispiel für die Umsetzung bildet der B-Plan des „Künstlerviertels Wiesbaden“ (Stadtplanungsamt Wiesbaden, 2022). Hier wird in unterschiedlichen Abschnitten auf eine vordefinierte Artenliste verwiesen, die sich auf Sträucher, Bäume, Dach- und Fassadenbegrünung, Ruderalflächen und Hecken bezieht.

Synergien Chancen	Spannungen Risiken	Quellen weiterführende Literatur
- Kühlung (Verdunstung und Absorption und Reflexion von Strahlung) - Feuchteproduktion (Verdunstung) - Filterwirkung (Luftschadstoffe und Stäube)	- Konkurrenz zum Straßenraum - Konkurrenz zu Parkplätzen - Konkurrenz zu Versorgungsleitungen - Pflege- und Sicherungsaufwand (Wasserversorgung besonders bei Neupflanzungen) - Behinderung der Belüftung	- Asbeck, T., Hager, A., Wippel, B., Weinreich, A., Vohrer, M., & Hildebrand, F. 2022. Praxis-Leitfaden für die Auswahl von klimaangepassten Baumarten und eines dazugehörigen waldbaulichen Plans—Hintergrundstudie für den Wald-Klimastandard. - Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen. (o. J.). Bundespreis Stadtgrün 2024 – Bewegung und Gesundheit. Bundespreis Stadtgrün. https://bundespreis-stadtgruen.de - GALK e.V., 2023. GALK-Straßenbaumliste Abfrage vom 30.08.2023 Arbeitskreis Stadtbäume. - GDI FFM, 2023. Geoportal Frankfurt [WWW Document]. URL (Zugriff 25.8.23). - Hamkens, H., Spellmann, H., Nagel, R.-V., & Buresch, M. 2020. Entscheidungshilfen zur klimaangepassten Baumartenwahl im Land Sachsen-Anhalt. - HLNUG (Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie). (o. J.). KLIMPRAX Stadtgrün. https://www.hlnug.de/themen/klimawandel-und-anpassung/projekte/klimprax-stadtgruen - Hoeckner, H., Sander, A.-C., 2023. Checkliste Klimawandelangepasste Quartiere in Hessen. - Stadtplanungsamt Wiesbaden, 2022. Rechtsverbindlicher Bebauungsplan 2022 / 02 Künstlerviertel - 1. Änderung im Ortsbezirk Rheingauviertel / Hollerborn. Wiesbaden. - Steinrücke, M., Eimer, U., Bartolović, V., Loos, G., Ahlemann, D., Schrödter, S., Eggenstein, J., 2016. Steckbriefe Klimaanpassungsmaßnahmen- Anhang 2 zum Klimaanpassungskonzept für die Stadt Neuss. - Spanjar, G. et al. 2022. Cool Towns Intervention Catalogue. Proven solutions to mitigate heat stress at street level

Referenznummer: 20	Handlungsbereich Maßnahmengruppe	RR	DA	KF	HV	TB	VA
DUALE TIEFBEETE	Räumlicher Bezug	☐ Stadt		☒ Quartier		☐ Gebäude	
	Relevanz aus stadtklimatologischer Sicht im städtischen Kontext	☒ hoch		☒ mittel		☐ gering	
	Verantwortung bei	ISN, 66, TMN					
	Beteiligung von	19, 67					
	Art der Maßnahme	☒ Bestand			☒ Planung		
		☐ protektiv			☒ präventiv		
	RR = Retentionsräume, DA = Durchlüftungssachsen, KR = Kaltlufträume, HV = Hitzevulnerabilität, TB = Thermische Belastung, VA = Vegetationsanteil						



Regenwasserbehandlung und Versickerung
Mendelssohnstraße | Meerbusch. (mall
Umweltsysteme, 2023a)

Im Zuge des voranschreitenden Klimawandels tritt zusätzlich zu Hitze- und Trockenheitsextremen auch Starkregen heftiger und häufiger auf. Neben Klimaschutzmaßnahmen gibt es einige Anpassungsmaßnahmen, mit denen Kommunen wie auch Privatpersonen besonders gegen Starkregenereignisse vorsorgen können. Dazu gehört die Regenwasseraufnahme und verzögerte Wasserabgabe durch Baumrigolen und Duale Tiefbeete. (vgl. Umwelt Bundesamt, 2023)

Praxisbeispiel

Auch ein Planungskonzept setzt sich mit den genannten Herausforderungen auseinander – die sogenannte „Schwammstadt“. Hier besteht das Ziel, im urbanen Raum Regenwasser in Sickerbecken oder unversiegelte Flächen zu leiten und dort zwischenspeichern, anstatt es ungenutzt in die Kanalisation fließen zu lassen. Die Seestadt Aspern am Wiener Stadtrand hat das Projekt „Quartier am Seebogen“ ins Leben gerufen. Es wurde ein duales Entwässerungssystem konzipiert, welches insbesondere Bäume für die Zwischenspeicherung nutzte. Dazu wurde dem häufig im urbanen Raum durch Rohre und Leitungen dominierten Untergrund mehr Volumen und Raum gegeben und ein Gegenkonzept entwickelt zu den kleinen Pflanzlöchern, welche sonst häufig für Straßenbäume erhalten. Es wurden zehn klimataugliche zukunftsfähige Baumarten ausgewählt, die in Dualen Tiefbeeten gepflanzt wurden. Diese Tiefbeete bestehen aus unterirdischen Mehrkammer-Systemen, welche drei unterschiedliche Becken vereinen. Die oberen beiden Becken reinigen das Wasser und im dritten steht das aufbereitete Regenwasser für die Pflanzen bereit. In regenreichen Zeiten werden die Becken als Retentionsräume genutzt, indem sie Niederschläge ansammeln. Sie sind gefüllt mit einem Mix aus unterschiedlichen Stoffen: Feinsplitt, Grobschlag, Pflanzenkohle und Substraten. Durch diese Mischung entsteht ein wasser- und luftdurchlässiges Porensystem, in dem sich die Wurzeln ausbreiten können. Während Trockenperioden können die Pflanzen das gespeicherte Wasser nutzen. Die Pflanzlöcher sind mindestens 35 Kubikmeter groß. Dadurch leben bspw. die Bäume in den Dualen Tiefbeeten viel länger als die für Stadtbäume üblichen 20 bis 30 Jahre. Durch die so entstehende große Baumkrone dienen die Bäume außerdem als Schattenspende und bieten einen kühlen Verdunstungseffekt ihrer Blätter. Das System wird in Aspern wissenschaftlich begleitet. Bisher hat es sich als lokaler Hochwasserschutz und Wasserrückhalt bewiesen, der auch den Bäumen zugutekommt. Um die Bäume herum können auch weitere Pflanzen angepflanzt werden und somit das Tiefbeet nicht nur als Wuchsort für Bäume, sondern einer Vielfalt an Pflanzen dienen. (Bund Deutscher Baumschulen e. V., 2023)



Regenwasserbehandlung und Versickerung Mendelssohnstraße | Meerbusch. (mall Umweltsysteme, 2023a)

Praxisbeispiel

Die Stadt Meerbusch plante ein verbessertes Regenwassermanagement auf der Mendelssohnstraße im Stadtteil Strümp. Ziel war es, das Regenwasser direkt vor Ort zu versickern. Bis dahin war es immer direkt in den Regenwasserkanal eingeleitet worden. Dadurch sollten der Kanal entlastet und die Grundwasservorräte aufgefüllt werden. Dazu wurden 19 Tiefbeet-Bodenfilter mit darunterliegenden Sickerboxen aus Porenbeton auf der Straße verbaut. Nun kann das Regenwasser von der Straße direkt versickern, der Kanal entlastet werden, die Verkehrsflächen gereinigt werden und die Grundwasservorräte aufgefüllt werden. Außerdem kann das Wasser direkt die umliegenden Bäume versorgen und durch Verdunstung zur Kühlung beitragen sowie durch Bepflanzung das Straßenbild aufwerten. (mall Umweltsysteme, 2023a)

Funktionsweise

Tiefbeet-Rigolen besitzen eine Versickerungsanlage mit einer Betonrahmenfassung in Form eines Tiefbeetes. Die Kombination eines Tiefbeetes mit einer noch tieferliegenden Rigole aus Kunststoff bildet eine sehr platzsparende Lösung. Duale Tiefbeete eignen sich beispielsweise als Verkehrsberuhigungsmaßnahme oder zur Straßenbegrünung. Daher können sie auch in schmalen Straßen eingesetzt werden. Die dort gepflanzten Pflanzen wie bspw. Büsche haben dann jedoch bezogen auf die Fläche eine ähnliche Verdunstungsrate wie Bäume auf größeren Flächen. Wie die typischen Baum-Rigolen stellen Duale Tiefbeete auch ein lokales kombiniertes Versickerungs-Rückhalte-Ableitungssystem dar. Dieses kommt insbesondere bei schwierigen Bodenverhältnissen zum Einsatz. Neben der Versickerung über den belebten Teil des Bodens und die Rückhaltung des Wassers ist auch eine gedrosselte Ableitung Teil des Systems. Die Abflussmenge kann je nach Bedarf eingestellt werden. Dabei wird der überwiegende Teil des Niederschlags über die belebte Bodenschicht versickert. Der Überlauf springt etwas häufiger an, da die Fläche geringer ist. Der Anteil an Regenwasser, der direkt in die Rigole gelangt, liegt dennoch nur bei 3-4 %. Die Überläufe sind so gestaltet, dass sie Schwimmstoffe zurückhalten. (vgl. Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH, 2023)

Da Duale Tiefbeete häufig mit Gehölzen und Stauden bepflanzt werden, sind sie sehr wartungsfreundlich. Sie müssen auch nicht gemäht werden. Der unterirdische Teil des Systems benötigt regelmäßige Funktionskontrollen. Den Absetzschacht des Zulaufs sollte man rund 2 Mal im Jahr reinigen. Auch die Drosseleinrichtung sollte, falls vorhanden, regelmäßig kontrolliert werden. Das Drainrohrsystem sollte regelmäßig ausgespült werden. (vgl. Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH, 2023)

Insbesondere im Straßenraum können Duale Tiefbeete auch an das Regenwasserkanalansystem angeschlossen werden, falls eine vollständige Versickerung nicht möglich ist. Es wird geschätzt, dass die Rigolenfläche 4 % der Straßenfläche ausmachen sollte. (vgl. mall Umweltsysteme, 2023)

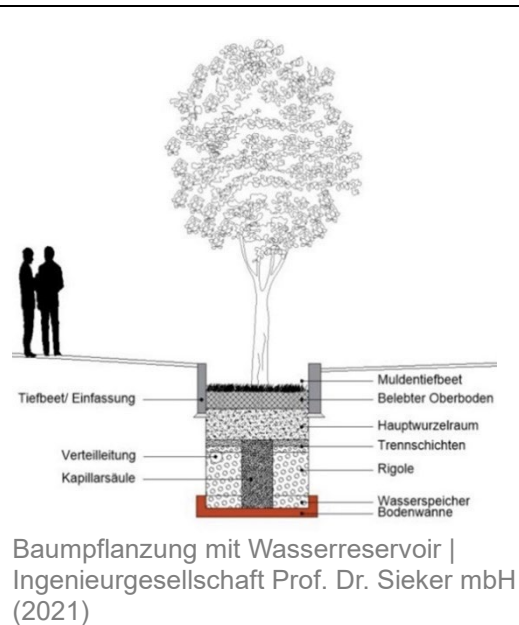
Umsetzungsinstrumente

Duale Tiefbeete werden vereinfacht nach DWA-A 138 oder mittels einer Langzeitsimulation bemessen. (vgl. Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH, 2023)

- DWA-A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“ (2005)
- DWA-M 153
- DIN 18916 „Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Pflanzen und Pflanzarbeiten“ (2002)
- FLL „Empfehlungen für Baumpflanzungen“ (2010)

Synergien Chancen	Spannungen Risiken	Quellen weiterführende Literatur
- Durchdringung schlechter Sickerschichten - Leichte Verbindung zu tieferen, aufnahmefähigeren Schichten - Geringer Flächenbedarf - Gutes Retentionsvermögen - Kaum Einschränkung der Nutzbarkeit der Oberfläche - verbessertes Mikroklima (höhere Verdunstung und Vermeidung von Hitzeinseln) - verbesserte Wasserversorgung (Verdunstung, Verschattung, Abkühlungseffekte in unmittelbarer Umgebung) - Reduktion Trockenstress - Verbessertes Wassermanagement (Ableitung und Speicherung bei Starkregen) - Mehr Grün durch Pflanzung an stark versiegelten Bereichen - geringe und gleichmäßige Abflüsse - Verbesserung des Boden- und Grundwasserhaushaltes - Gewässerschutz vor Verunreinigungen durch Regen- und Mischwassereinleitungen - System „wächst“ mit der Erschließungsmaßnahme -keine teuren Anfangsinvestitionen - Platzsparendes Kombisystem - Gestalterisches Element zur Verkehrsberuhigung - Flexibel einsetzbar, Baulänge anpassbar an Platzverhältnisse	- Geringe Reinigungsleistung - Keine Wartungsmöglichkeiten - Schwebstofffreies Wasser erforderlich - Kosten zur Umsetzung (Unterhaltung, Substrat, Pflanzung, Bauelemente, Erdarbeiten) - Finanzierung (über Abwassergebühren möglich, aber abzustimmen) - Oberboden und Substrate (Mindestvolumen an humosem Boden und Wurzelraum notwendig) - Schadstoffe (Eintrag durch umgebende Flächen; ggf. vorher reinigen) - Vorgaben (ggf. Genehmigung zur Versickerung notwendig sowie Abstandsregeln zu Leitungen zu beachten) - Kosten - Zuständigkeit	- Bund Deutscher Baumschulen e.V., 2023. Doppelt effektiv: Das Schwammstadt-Prinzip mit Bäumen [WWW Document]. URL https://www.gruen-ist-leben.de/meta-menue/pressemitteilungen/pressemitteilungen-2022/doppelt-effektiv-das-schwammstadt-prinzip-mit-baeumen/ (Zugriff 28.8.23). - Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH, 2023. Tiefbeet-Rigolen [WWW Document]. URL https://www.sieker.de/fachinformationen/regenwasserbewirtschaftung/article/tief-beet-rigolen-462.html (Zugriff 28.8.23). - mall Umweltsysteme, 2023a. Projektbericht: Regenwasserbehandlung und -versickerung Mendelssohnstraße, Meerbusch. - mall Umweltsysteme, 2023b. Mall-Tiefbeet-Bodenfilter Innodrain. - Umwelt Bundesamt, 2023. Starkregen [WWW Document]. URL https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/extremereignisse/starkregen (Zugriff 28.8.23).

Referenznummer: 24	Handlungsbereich Maßnahmengruppe	RR	DA	KF	HV	TB	VA
BAUMRIGOLEN	Räumlicher Bezug	☒ Stadt		☒ Quartier		☐ Gebäude	
	Relevanz aus stadtklimatologischer Sicht im städtischen Kontext	☐ hoch		☒ mittel		☐ gering	
	Verantwortung bei	19, 67					
	Beteiligung von	19					
	Art der Maßnahme	☒ Bestand			☒ Planung		
		☐ protektiv			☒ präventiv		
	RR = Retentionsräume, DA = Durchlüftungsachsen, KR = Kaltlufträume, HV = Hitzevulnerabilität, TB = Thermische Belastung, VA = Vegetationsanteil						



Im Zuge des voranschreitenden Klimawandels tritt zusätzlich zu Hitze- und Trockenheitsextremen auch Starkregen heftiger und häufiger auf. Neben Klimaschutzmaßnahmen gibt es einige Anpassungsmaßnahmen, mit denen Kommunen wie auch Privatpersonen besonders gegen Starkregenereignisse vorsorgen können. Dazu gehört die Regenwasseraufnahme und verzögerte Regenwasserabgabe durch Baumrigolen und Duale Tiefbeete. (vgl. Umwelt Bundesamt, 2023)

Rigolen

Als Rigolen werden Gräben bezeichnet, welche mit Schotter oder Kies, Lavagranulat oder Kunststoffhohlkörpern gefüllt sind. In diese Gräben wird Regenwasser eingeleitet und in den Rigolen zwischengespeichert. Gleichzeitig kann das Wasser langsam in den Boden versickern. Um die Speicherkapazität zusätzlich zu erhöhen, kann in den Rigolen ein Sickerrohr verlegt werden. Das ist ein gelochtes Rohr, welches dabei hilft, das Regenwasser gleichmäßig zu verteilen. Diese Kombination wird als Rigolen-Rohrversickerung bezeichnet. Meistens wird sie genutzt, wenn der Boden nicht durchlässig genug ist oder die zur Verfügung stehende Fläche nicht für den Bau einer Mulde ausreicht. Kombiniert werden können Rigolen auch mit Gründächern oder Regenwassernutzungsanlagen als deren Überlauf.

Funktionsweise Baumrigolen

Häufig werden Bäume im Rahmen von Begrünungsmaßnahmen für Plätze und Straßen innerhalb von Versickerungsanlagen gepflanzt. Diese dienen somit als unterirdische Versickerungsanlagen unterhalb des Wurzelraums mit dem Effekt der verzögerten Wasserversorgung. Oft bestehen diese Baumrigolen aus einer Versickerungsrigole, welche als Zwischenspeicher dient, und einem unterirdischen Wasserspeicherreservoir. Je nachdem, ob die Straße ein Gefälle besitzt oder sich flach erstreckt, geschieht die Niederschlagswasserzuleitung flächig oder punktuell durch gefasste Abflüsse. Da das Reservoir unten abgedichtet ist, nimmt es das Sickerwasser auf und kann durchwurzelt werden. Baumrigolen bieten also einen langfristigen Wasserspeicher für die Pflanzen und tragen zu einer verbesserten Verdunstungsleistung während heftiger und häufiger auftretenden Trockenperioden bei. Sie eignen sich insbesondere an stark versiegelten Orten im urbanen Raum. Bäume, die sich in Kombination mit Rigolen eignen, sollten stresstolerant sowie schwach bis mittel wachsend sein und anpassungsfähig an wechselnde Feuchtigkeitshaushalte sein. (vgl. Planergemeinschaft für Stadt und Raum eG, 2022)



Rigole ohne Baum | Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH (2023)



Bepflanzte Drainagefläche | Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH (2023)

Wirkungsweise

Der Technisierungsgrad der Kombinationen von Bäumen mit Rigolen kann sich je nach Anwendungsbereich unterscheiden. Die einfachste Variante sind in Mulden gepflanzte Bäume. Andererseits können Baumrigolen auch als konstruktive Anlagen installiert werden. Baumrigolen haben zum Ziel, die Wasserversorgung von Straßenbäumen und das Regenwassermanagement zu verbessern. Ihre Wirkung auf den Wasserhaushalt hängt insbesondere von folgenden Faktoren ab: Von der Klimaregion, in der die Baumrigole zum Einsatz kommt, dem Alter und der Art des Baumes, dem Drosselabfluss und der angeschlossenen Fläche. (vgl. Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH, 2023)

Weiterhin tragen Baumrigolen je nach Dimensionierung zur Schadstoffreduktion bei. Bei Mulden-Rigolen-Elementen nach DWA- A 138 wurden folgende Stoffrückhalte gemessen:

- Schwermetalle 80-90 %
- Gesamtstickstoff 68 %
- Gesamtphosphor 74 %
- Abfiltrierbare Stoffe 80-98 %

Trotz dieser Studien bestehen weiterhin Vorbehalte gegenüber des Rückhaltepotenzials von Bäumen in Rigolen und Mulden. Diese werden mit den präferierten Fließwegen von Regenwasser entlang der Baumwurzeln begründet. Dadurch können Stoffe in tiefere Bodenschichten gelangen. Laufende Forschungsprojekte setzen sich mit diesen Fragen auseinander. (vgl. Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH, 2023)

Praxisbeispiele

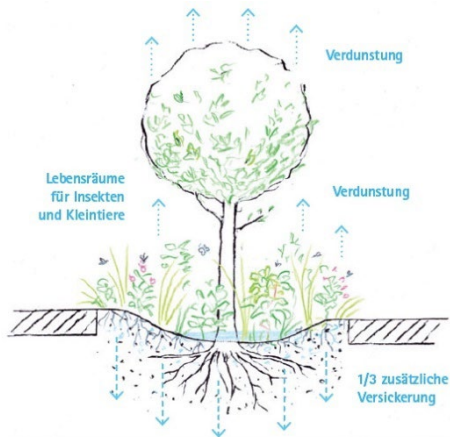
Im Rahmen des Forschungsprojektes „BlueGreenStreets“ wurden Möglichkeiten der multifunktionalen Straßenraumgestaltung zur Klimaanpassung getestet, evaluiert und entwickelt. Mehrere am Forschungsprojekt beteiligte Kommunen haben Baumrigolen getestet. Unter anderem wurden in Hamburg-Harburg vitale Baumstandorte angelegt. In dem Zusammenhang wurden auch Baumrigolen mitsamt Messtechnik für ein Monitoring installiert. Das Vorhaben war Preisträger beim Bundespreis Stadtgrün im Jahr 2020. (Planergemeinschaft für Stadt und Raum eG, 2022b)

Umsetzungsinstrumente

- DWA-A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“ (2005)
- DWA-M 153
- DIN 18916 „Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Pflanzen und Pflanzarbeiten“ (2002)
- FLL „Empfehlungen für Baumpflanzungen“ (2010)

Synergien Chancen	Spannungen Risiken	Quellen weiterführende Literatur
- Durchdringung schlechter Sickerschichten - Leichte Verbindung zu tieferen, aufnahmefähigeren Schichten - Geringer Flächenbedarf - Gutes Retentionsvermögen - Kaum Einschränkung der Nutzbarkeit der Oberfläche - verbessertes Mikroklima (höhere Verdunstung und Vermeidung von Hitzeinseln) - verbesserte Wasserversorgung (Verdunstung, Verschattung, Abkühlungseffekte in unmittelbarer Umgebung) - Reduktion Trockenstress - Verbessertes Wassermanagement (Ableitung und Speicherung bei Starkregen) - Mehr Grün durch Pflanzung an stark versiegelten Bereichen	- Geringe Reinigungsleistung - Keine Wartungsmöglichkeiten - Schwebstofffreies Wasser erforderlich - Kosten zur Umsetzung (Unterhaltung, Substrat, Pflanzung, Bauelemente, Erdarbeiten) - Finanzierung (über Abwassergebühren möglich, aber abzustimmen) - Oberboden und Substrate (Mindestvolumen an humosem Boden und Wurzelraum notwendig) - Schadstoffe (Eintrag durch umgebende Flächen; ggf. vorher reinigen) - Vorgaben (ggf. Genehmigung zur Versickerung notwendig sowie Abstandsregeln zu Leitungen zu beachten)	- Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH, 2023. Baumrigolen [WWW Document]. URL https://www.sieker.de/fachinformationen/article/baumrigolen-381.html#:~:text=Die%20Baumrigole%20besteht%20wie%20das,Wurzelraum%20für%20einen%20Baum%20genutzt. (Zugriff 27.08.23). - Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH, 2021. Machbarkeitsstudie Baumrigolen in der Sickingenstraße, Berlin-Moabit –Matthias Pallasch, IPS. - Planergemeinschaft für Stadt und Raum eG, 2022a. Steckbrief Maßnahmen - Baum-Rigolen. - Planergemeinschaft für Stadt und Raum eG, 2022b. BlueGreenStreets - Entwickeln Sie Straßenräume multifunktional und klimawandelgerecht! - Umwelt Bundesamt, 2023. Starkregen [WWW Document]. URL https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/extremereignisse/starkregen (Zugriff 27.08.23).

Referenznummer: 25	Handlungsbereich Maßnahmengruppe	RR	DA	KF	HV	TB	VA
REGENGÄRTEN	Räumlicher Bezug	☐ Stadt		☒ Quartier		☐ Gebäude	
	Relevanz aus stadtklimatologischer Sicht im städtischen Kontext	☒ hoch		☒ mittel		☐ gering	
	Verantwortung bei	ISN, 67, 19, 61.3, 60					
	Beteiligung von	19					
	Art der Maßnahme	☒ Bestand			☒ Planung		
		☐ protektiv			☒ präventiv		
	RR = Retentionsräume, DA = Durchlüftungssachsen, KR = Kaltlufträume, HV = Hitzevulnerabilität, TB = Thermische Belastung, VA = Vegetationsanteil						



Bepflanzte Regenversickerungsfläche | Karty et al., 2020

Im Zuge des voranschreitenden Klimawandels tritt zusätzlich zu Hitze- und Trockenheitsextremen auch Starkregen heftiger und häufiger auf. Neben Klimaschutzmaßnahmen gibt es einige Anpassungsmaßnahmen, mit denen Kommunen wie auch Privatpersonen besonders gegen Starkregenereignisse vorsorgen können. Dazu gehört neben Rigolen und dualen Tiefbeeten auch die Regenwasseraufnahme und verzögerte Wasserabgabe durch Regengärten. (vgl. Umwelt Bundesamt, 2023)

Die „Schwammstadt“ hat sich inzwischen als planerisches Konzept durchgesetzt, welches sich mit den eben genannten Herausforderungen auseinandersetzt. Das Ziel besteht darin, im urbanen Raum Regenwasser in Sickerbecken oder unversiegelte Flächen zu leiten und dort zwischenspeichern, anstatt es ungenutzt in die Kanalisation fließen zu lassen. Regengärten unterstützen dieses Ziel. Beispielsweise in New York City sieht man sie in Form von bepflanzten Regenversickerungsflächen am Straßenrand. (vgl. Bund Deutscher Baumschulen e.V., 2023; BUND Landesverband Berlin, 2020)

Als Regengärten werden bepflanzte Verdunstungs- bzw. Versickerungsbeete bezeichnet. Die meiste Zeit stehen diese Gärten trocken. Lediglich zwischen 15 Minuten und 2 Tagen steht das Wasser in den Mulden-Rigolen-Systemen. Regengärten bieten sich dort an, wo der natürliche Wasserkreislauf durch eine Versiegelung von Flächen schlechter funktioniert. Auf unbebauten Flächen wird der Großteil des Regens von Pflanzen und vom Boden aufgenommen bzw. im Grundwasser sowie Teich- und Sumpflandschaften eingespeichert. Von dort gelangt das Wasser nach und nach über die Verdunstung der Pflanzen wieder in die Atmosphäre. Ein kleiner Teil des Wassers fließt außerdem über Flüsse und Bäche ab. Dieser Kreislauf wird durch eine Versiegelung von Stadtgebieten eingeschränkt und verändert. Durch den Bau von Straßen, Häusern und weiterer Infrastruktur können innerstädtische Böden häufig nur noch sehr wenig Regenwasser aufnehmen und zurückhalten. Daher fließt das Wasser insbesondere während zunehmender Starkregenereignisse über versiegelte Flächen ab. Dabei schwillt es in kurzer Zeit stark an und belastet Klär- und Kanalsysteme. Regengärten können helfen, dieses Phänomen zu überwinden. Sie tragen dazu bei, Starkregenspitzen zu kappen, die Verweildauer des Niederschlagswassers zu erhöhen und eine langsame Verdunstung zu ermöglichen. Die dadurch entstehenden Effekte der Verstärkung kleiner Wasserkreisläufe wie Kühlung und lang anhaltende Bodenfeuchte lassen sich selbst auf kleinem Raum und in privaten Regengärten spüren. (vgl. Rottenbacher, 2013)

	Der Unterschied zu mit Rasen bepflanzten Mulden-Rigolen-Elementen besteht darin, dass mit Stauden, Sträuchern und Bäumen bepflanzte Versickerungsflächen laut BUND Landesverband Berlin (2020) und Karty et al. (2020) noch einige weitere Vorteile mit sich bringen: - sie verschönern das Stadtbild - sie lassen bis zu ein Drittel mehr Regenwasser versickern als rasenbestandene Anlagen - sie minimieren durch eine höhere Filterleistung das Schadstoffpotenzial der Luft - sie sorgen durch eine höhere Verdunstungsleistung für ein angenehmeres Klima an heißen Tagen - sie dienen als Lebensraum für Tiere bspw. in Form von Nahrung, Rückzugsräumen und Niststätten - sie dienen als Lebensraum für Pflanzen, lindern den Trockenstress von Sträuchern und Bäumen sowie den Pflegeaufwand, da sie nicht gegossen werden müssen Mulden bzw. Mulden-Rigolen-Elemente, welche als Regengärten dienen können, müssen eine Zeit lang im Wasser oder sogar unter Wasser stehen können. Regenwasser von Dächern, Straßen und Plätzen kann mithilfe abgesenkter Bordsteine in die Beete und Gärten fließen und lokal versickern. Regengärten, die professionell angelegt wurden, können bis zu 30 % mehr Wasser aufnehmen als gewöhnliche Rasenflächen. Durch die Speicherung und Versickerung großer Mengen Regenwasser tragen Regengärten zum passiven Hochwasserschutz bei. Für diese Funktion eignen sich Arten von Gewässerufeln und Auen sowie wiesenähnliche Pflanzengemeinschaften als Vorbilder. (vgl. Karty et al., 2020; Kommunalnet E-Government Solutions GmbH, 2023)
 Nordwind Arvidson und Ciesinski (2023) 'Northwind' Switchgrass <i>Panicum virgatum</i> 'Nordwind'	Die umgebenden Kontexte sollten laut Rottenbacher (2013) beachtet werden. Dazu gehören klimatische Bedingungen, vorkommende Pflanzengemeinschaften, Bodeneigenschaften etc. Einheimische Wildpflanzen, welche auf wechselfeuchte Standortbedingungen reagieren können, eignen sich besonders gut. Bei Rottenbacher (2013) findet sich eine Liste mit Empfehlungen für feuchte Bereiche, Halbschatten und nährstoffreiche trockene Böden mit kurzen nassen Perioden. Bei der Auswahl der Pflanzenarten sollten laut Długożima (2009) einheimische Arten im Vordergrund stehen. Diese sind zum einen an die lokalen Klima- und Bodeneigenschaften angepasst und somit u. a. resistenter gegen Schädlinge (langlebiger). Zum anderen locken sie heimische Vögel, Schmetterlinge und Insekten an und schaffen so kleine Ökosysteme. Weiterhin sollten die gewählten Pflanzengesellschaften feuchte und trockene Perioden überstehen können und durch eine zufällige Anordnung natürliche Gesellschaften nachahmen. Bei der Anlage sollten folgende Aspekte beachtet werden: - die Tiefe des Grundwasserspiegels ist zu Beginn zu bestimmen - die gewählten Pflanzen sollten einen geringen Pflegeaufwand benötigen (bspw. keine häufige Düngung, wenig Gras und dafür Deckpflanzen mit geringem Pflegeaufwand) - in Straßennähe eignen sich salzresistente Pflanzenarten - Vegetationszonen beachten und bspw. zwei Zonen einplanen: In tieferen Bereichen können Pflanzen wachsen, die Überschwemmungen, Feuchtigkeit und stehendes Wasser vertragen und in höheren Zonen Pflanzen, die weniger Bodenfeuchte benötigen - Artenvielfalt anstreben und Monokulturen vermeiden - eingeführte Arten lediglich als Ergänzung und zur Erhöhung der Diversität nutzen - Zu Beginn sind Bewässerung und Jäten die wichtigsten Pflegemaßnahmen (im ersten Jahr monatliche Mahd, in den Folgejahren jährliche Mahd)

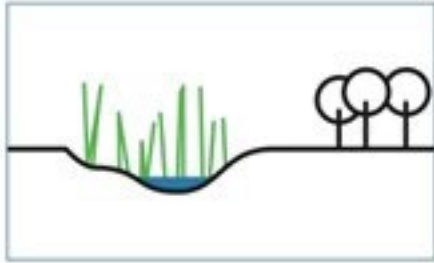
	Zu einigen geeigneten Regengartenpflanzenarten gehören laut Karty et al. (2020) unter anderem: - <i>Salix caprea</i> – Salweide - <i>Salix purpurea</i> – Purpur-Weide - <i>Viburnum opulus</i> – Gewöhnlicher Schneeball - <i>Lathyrus pratensis</i> – Wiesen-Platterbse - <i>Eupatorium cannabinum</i> – Gemeiner Wasserdost - <i>Lathyrus pratensis</i> – Wiesen-Platterbse - <i>Persicaria amphibia</i> – Wasser-Knöterich - <i>Deschampsia cespitosa</i> – Rasen-Schmieie Der Pflegeaufwand ist bei Regengärten sehr gering. Außer dem gelegentlichen Entfernen von Gehölzaufwuchs und unerwünschtem Beikraut ist keine Pflege notwendig. Auch an heißen Tagen steht den Pflanzen genügend Wasser zur Verfügung, da es im Boden zwischengespeichert wird. Dadurch können Regengärten gleichzeitig dazu beitragen, ein weiteres Absinken des Grundwasserspiegels zu verhindern. (vgl. Karty et al., 2020; Kommunalnet E-Government Solutions GmbH, 2023) Hinweise für das Design von Regengärten geben Arvidson und Ciesinski (2023). So sollten Regengärten in die Gestaltung ihrer Umgebung integriert werden, anstatt ein Alleinstellungsmerkmal darzustellen und müssen nicht von anderen Teilen der Fläche, bspw. des Gartens, abgetrennt sein. Weiterhin sollte bei privaten Regengärten beachtet werden, dass ein ausreichender Abstand zu den Wohnhäusern bestehen sollte, um diese vor dem Eindringen von Wasser zu schützen. Außerdem sollte die Zusammensetzung gut durchdacht sein.
 Titel Arvidson und Ciesinski (2023) Gehorsame Pflanze Physostegia virginiana	Praxisbeispiel Die Stadt Berlin hat großen Bedarf an Regengärten. Mehr als ein Drittel der Fläche der Hauptstadt ist versiegelt und zählt somit zu den Kommunen in Deutschland, die am stärksten versiegelt sind. Neben den weiteren Versiegelungen aufgrund neuer Planungen von Gewerbeflächen und Wohnquartieren sorgen auch zunehmende Trockenperioden wie im Jahr 2019 und 2018 sowie Starkniederschläge wie im Jahr 2016 für ein weiteres Absinken des Grundwasserspiegels und gleichzeitiges Aufheizen der Stadt im Sommer. Davon ausgenommen sind Flächen entlang von Spree und Havel. Ein Senatsbeschluss soll dabei Abhilfe schaffen, diese Herausforderungen anzugehen. Es ist geplant, die Regenwassereinleitung in die Mischwasserkanalisation der Gebäude im Bestand jährlich um 1 % zu reduzieren. Neu geplante Bauvorhaben sollen eine Abflussspende von weniger als 10 l/(s*ha) bzw. 2 l/(s*ha) aufweisen. Das restliche Regenwasser soll über die wieder stärker belebte Bodenzone und unversiegelte Flächen versickert werden. Dazu eignen sich Regengärten besonders. Im Vergleich zu anderen europäischen Großstädten gibt es in Berlin bisher wenige Versickerungsflächen, die mit Stauden, Sträuchern oder Bäumen bepflanzt sind. Es gibt bereits einige Pilotprojekte in Berlin und seinem Umland, die bepflanzte Versickerungsflächen vorantreiben. Dazu gehören beispielsweise das Wohnquartier Block 6 an der Dessauer Straße / Bernburger Straße in Friedrichshain-Kreuzberg und die IGG Malzfabrik mbH in Tempelhof-Schöneberg. Eine Untersuchung der Berliner Senatsverwaltung hat ergeben, dass sich Gattungen wie <i>Crataegus</i> – Weißdorn und <i>Acer</i> – Ahorn sowie fast alle typischerweise an den Straßen vorkommende Arten in Berlin für eine Bepflanzung von Muldensystemen eignen. Weiterhin sind auch Pflanzengesellschaften der Halbtrockenrasen und Kalkmagerrasen, in Abhängigkeit vom vorliegenden Bodensubstrat, geeignet. (vgl. Karty et al., 2020)

	Richtlinien und Instrumente - Regeln der Technik zur Sicherung ordnungsgemäßen und qualitativen Grundwasserschutzes müssen eingehalten werden. Von den Regelwerken der Fachverbände, wie bspw. DWA-A 138 (zur Versickerung von Niederschlagswasser) darf besonders, was die Pflanzendiversität angeht, abgewichen werden. (vgl. Karty et al., 2020) - Regengärten sollten bereits im städtebaulichen Entwurf bzw. im städtebaulich-freiraumplanerischen Entwurf berücksichtigt werden. Konkret können sie in B-Plänen festgesetzt werden. Auch gibt es die Möglichkeit, die Umsetzung im städtebaulichen Vertrag zu regeln. - Bezogen auf die zuständige Behörde sind mehrere Zuordnungen denkbar. Je nach Projekt und Ausgestaltung. Je nach Ausgestaltung und Zuordnung der Fläche können Zuständigkeiten variieren.
--	--

Synergien Chancen	Spannungen Risiken	Quellen weiterführende Literatur
- Kosteneinsparung bei der Regenwasserableitung - Abkühlung durch Verdunstung - Klimawandelanpassung - passiver Hochwasserschutz - Erholungsfunktion durch Luftreinigung und Stadtbegrünung - Lebensraum für Tiere und Pflanzen in der Stadt - Erhöhung der Biodiversität und Resilienz von Gärten - Stärkung von kleinen Wasserzyklen	- Aufwand der Installation von Sickermulden oder Speicher und Filtersysteme - Behördliche Genehmigung notwendig - Kosten durch Planungsaufwand	- Arvidson, A.R., Ciesinski, T., 2023. Regengarten Design, Vorteile und Pflanzen [WWW Document]. Garden Design Magazine. URL https://www.garden2life.com/eco-friendly/rain-gardens.html (Zugriff 20.9.23). - Bund Deutscher Baumschulen e.V., 2023. Doppelt effektiv: Das Schwammstadt-Prinzip mit Bäumen [WWW Document]. URL https://www.gruen-ist-leben.de/meta-menue/pressemitteilungen/pressemitteilungen-2022/doppelt-effektiv-das-schwammstadt-prinzip-mit-baeumen/ (Zugriff 28.8.23). - BUND Landesverband Berlin, 2020. Regengärten für Berlin - Mit bepflanzten Versickerungsflächen auf dem Weg zur Schwammstadt [WWW Document]. URL https://www.bund-berlin.de/service/publikationen/detail/publication/regengaerten-fuer-berlin/ (Zugriff 19.9.23). - Długożima, A. (2009). Ogrody deszczowe. Problemy Ekologii, 13(4), 211–215. - Karty, R., Fehlenberg, V., Heuser, T., 2020. Regengärten für Berlin - Mit bepflanzten Versickerungsflächen auf dem Weg zur Schwammstadt. BUND (Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland). - Kommunalnet E-Government Solutions GmbH, 2023. Regengärten zur Regenwasserversickerung [WWW Document]. URL https://www.kommunalnet.at/2023/06/12/regengaerten-zur-regenwasserversickerung/ (Zugriff 20.9.23). - Rottenbacher, C., 2013. INTERREG Hybrid Parks, Erstellung/ Ausarbeitung einer Studie zum Thema „responses to climate change“. - Umwelt Bundesamt, 2023. Starkregen [WWW Document]. URL https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/extremereignisse/starkregen (Zugriff 27.8.23). - Yuan, J., & Dunnett, N. (2018). Plant selection for rain gardens: Response to simulated cyclical flooding of 15 perennial species. Urban Forestry & Urban Greening, 35, 57–65. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.08.005

Referenznummer: 26	Handlungsbereich Maßnahmengruppe	RR	DA	KF	HV	TB	VA
ENTSIEGELUNG & / SCHAFFUNG VON RETENTIONSFLÄCHEN	Räumlicher Bezug	☒ Stadt		☒ Quartier		☐ Gebäude	
	Relevanz aus stadtklimatologischer Sicht im städtischen Kontext	☒ hoch		☒ mittel		☐ gering	
	Verantwortung bei	67, ISN					
	Beteiligung von	19, 67					
	Art der Maßnahme	☒ Bestand			☐ Planung		
		☒ protektiv			☒ präventiv		
	RR = Retentionsräume, DA = Durchlüftungssachsen, KR = Kaltlufträume, HV = Hitzevulnerabilität, TB = Thermische Belastung, VA = Vegetationsanteil						

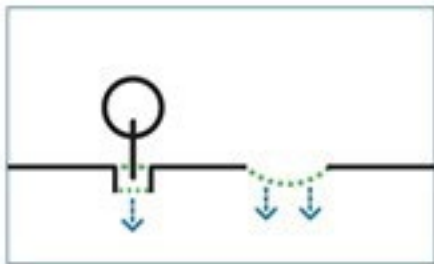
	Die Klimakrise und damit zusammenhängende global steigende Temperaturen führen unter anderem zu einer Verschiebung der Niederschlagsmengen von den Sommermonaten in die Wintermonate. Außerdem steigt der Wasserdampfgehalt in der Atmosphäre an, was wiederum zu einer verstärkten Konvektion führt, welche sich wahrscheinlich zunehmend auf die Intensität und Häufigkeit von Starkregenereignissen auswirken wird. Eine anhaltende Bebauung von Siedlungsflächen und die damit einhergehende Versiegelung beeinflusst eine Bildung konvektiver Niederschläge auf kleinem Raum wie auch die Zugbahnen von Gewitterzellen. Daher wird in den Sommermonaten eine Zunahme starker örtlicher Gewitter erwartet. Damit einhergehende Extremregen haben das Potenzial insbesondere in dicht bebauten Gebieten wie dem Rheinland zu starken Überflutungen und Beeinträchtigungen zu führen. Neben der Gefährdung von Menschenleben ist ein großer Schaden zu erwarten: Ein Drittel aller volkswirtschaftlicher Schäden ergeben sich aus den Konsequenzen von nassen Unwettern und Überflutungen durch Flusshochwasser. Während die Zahl der Flusshochwasser über die letzten 30 Jahre relativ gleichgeblieben ist, treten schädlicher Unwetter in Zusammenhang mit Starkregen mehr als dreimal so häufig auf, wie vor 30 Jahren. (Stadtentwässerungsbetriebe Köln, 2017) Der Druck auf Städte und Gemeinden, auf zunehmende Extremregenereignisse vorbereitet zu sein, wird weiter wachsen. Innovative Strategien und Maßnahmen sind zukünftig notwendig, um auf diese Wetterphänomene reagieren zu können. Ziel sollte es sein die urbane Infrastruktur effizient an die veränderte Niederschlagscharakteristik anzupassen und Überflutungsschäden aus Starkregenereignissen zu minimieren. (Stadtentwässerungsbetriebe Köln, 2017) Folgende Maßnahmen bieten sich in dem Zusammenhang an: - Entsiegelung (z.B. Einsatz wasserdurchlässiger Materialien) & Begrenzung von Versiegelung (z.B. durch ökologische Standards) - Ausbau von Grün- und Freiflächen (möglichst bodenbedeckende Vegetation, z.B. Gleisbetten) - Überprüfung der Entwässerungssatzung im Hinblick auf die Schaffung von Anreizen zur erhöhten Versickerung. - Bei Vorhaben, die innerhalb eines Risikobereichs nach der Blue-Spotkarte liegen, ist bei Bauvorhaben auf die Versickerung in besonderem Maße zu achten. Die Entsiegelung in Kombination mit der Ausweitung grüner Strukturen und grüner Flächen können das Stadtklima positiv beeinflussen. Der Erhalt von Freiflächen sowie die Entsiegelung befestigter Flächen sind sinnvolle Maßnahmen, um Niederschlagswasser direkt vor Ort versickern zu lassen. Zum einen wird durch den dezentralen Rückhalt des Wassers im Boden das Kanalnetz bei Starkregenereignissen entlastet und somit die Überlastungsgefahr für technische Anlagen
--	---



Sicherung und Schaffung von Retentionsflächen



(Teil-)Entsiegelung befestigter Flächen



Dezentrale Versickerung und Verdunstung

Varianten der Wasserableitung |
Stadtentwässerungsbetriebe Köln (2017, S. 29)

(beispielsweise Kläranlagen) verringert und zum anderen wird die natürliche Funktion des Bodens unterstützt und Wasser dort gespeichert, sodass es auch in Trockenperioden noch einige Zeit für die Pflanzen zur Verfügung steht. Ein kommunales Entsiegelungskonzept stellt eine geeignete Planungsgrundlage für die Durchführung solcher Maßnahmen dar [1]

Die Entsiegelung und Begrünung z.B. von Innenhöfen tragen zur Verbesserung des Mikroklimas und der Aufenthaltsqualität im unmittelbaren Umfeld bei. Im mesoklimatischen Bereich können kleinflächige Entsiegelungsmaßnahmen durch einen kumulativen Effekt positive Auswirkungen hinsichtlich Wasserrückhaltung und Lufthygiene haben.

Das Leitbild der kompakten (europäischen) Stadt und die gerade in den bereits stark verdichteten Quartieren notwendige Beschränkung weiterer Bodenversiegelung bzw. die gebotene Entsiegelung, führen in Einzelfällen zu Zielkonflikten, welche nur im konkreten Fall vor Ort gelöst werden können. Hier bedarf es lokaler detaillierter Entscheidungshilfen, um bestehende Brachflächen entweder primär einer Nachverdichtung oder einer Steigerung des Vegetationsgrades zuzuführen. [2]

Eine integrierte Entwässerungsplanung zielt auf eine flächendeckende Integration von Regenwassermanagement und Stadtgestaltung ab. Für eine wassersensible Stadtentwicklung sind eine verstärkte Umsetzung dezentraler Regenwasserbewirtschaftung sowie ein gezielter Einsatz informeller und formeller planerischer und ökonomischer Instrumente (wie Gebührensysteme, Förderprogramme etc.) notwendig. Dazu gehören neben der Sicherung und Schaffung von Retentionsflächen und der (Teil-)Entsiegelung befestigter Flächen auch Dezentrale Versickerung und Verdunstung, offene Ableitungssysteme für Regenwasser, Dachbegrünung, eine multifunktionale Nutzung von Frei- und Verkehrsflächen, ein Rückhalt von Abflussspitzen auf oder in Bauwerken, die Möglichkeit einer Notentwässerung über Wege und Straßen sowie eine Reaktivierung ehemaliger Fließgewässer und Gräben. (vgl. Stadtentwässerungsbetriebe Köln, 2017)

Nach § 179 BauGB kann eine Gemeinde den Eigentümer verpflichten, dauerhaft nicht mehr genutzte Flächen zu entsiegeln, wenn dies der Umsetzung des Bebauungsplans dient. Eine entsprechende Regelung bedarf jedoch der Einzelfallbetrachtung. Sie ist zudem in aller Regel mit Entschädigungsansprüchen verbunden. Bei zahlreichen privilegierten Vorhaben im Außenbereich greift die Rückbauverpflichtung nach § 35 Abs. 5 BauGB. Eine Förderung von Rückbau und Entsiegelungsmaßnahmen ist im Rahmen von Stadtumbaumaßnahmen nach § 171a-d BauGB möglich. [1]

Anforderungen an die Planung, Ausführung und Pflege von entsiegelten Flächen werden beispielsweise in der FLL-Empfehlung zur Versickerung und Wasserrückhaltung (2005) und der Richtlinie Begrünbare Flächenbefestigungen (2018) der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL) beschrieben.



Pumptrack als Staubecken | Rabalder
Parken Roskilde
(Stadtentwässerungsbetriebe Köln, 2017)

Praxisbeispiele

Die Stadt Köln hat Karten erstellt, welche erkennbar machen wo sich im Stadtgebiet die Überflutungsgefahren bei Starkregen befinden und dabei helfen mögliche Gefahren abzuschätzen: Eine Starkregengefahrenkarte, eine Schadenspotenzialkarte und eine Risikopotenzialkarte. Dies Karten stehen insbesondere an der Stadtoberfläche tätigen Personen zur Verfügung wie bspw. in den Bereichen Bauleit-, Freiraum- und Stadtplanung sowie Katastrophen- und Denkmalschutz. (vgl. Stadtentwässerungsbetriebe Köln, 2017)

Außerdem gibt es bei der Stadt Köln laut Stadtentwässerungsbetriebe Köln (2017):

- Hochwassergefahrenkarten für Flüsse und weitere Gewässer,
- Hochwasserrisikokarten zum Aufzeigen besonderer Gefahren bei speziellen Nutzungen und besonders hoher Bevölkerungsdichte,
- Planungshinweiskarten Hitze zum Aufzeigen von Synergien von Überflutungs- und Hitzevorsorge,
- Bodenkarten zum Aufzeigen der Versickerungspotenziale

Als konkrete städtebauliche Elemente zur Unterstützung der Regenwasserbewirtschaftung eignen sich öffentliche Flächen mit Mehrfachnutzungsmöglichkeiten u. a. als Spielplätze. Ein solches Beispiel bildet der Zollhallenplatz in Freiburg. Dieser bietet vielfältige Versickerungsmöglichkeiten für Niederschlag. Dazu gehören durchlässige Belagsfugen, begrünte Flächen, die Ausstattung mit Rigolen sowie einer Zisterne zur Zwischenspeicherung, sowie Betonmulden, welche ebenfalls als Erlebnis- und Gestaltungselemente dienen. Bei besonders starken Hochwasserereignissen kann der komplette Platz als Notrückhalteraum genutzt und so ein Abfluss in die Kanalisation verhindert werden. (vgl. Daseking et al., 2009; Stadtentwässerungsbetriebe Köln, 2017)

Auch die Stadt Roskilde in Dänemark hat eine Fläche geschaffen, welche in Trockenzeiten als Sportfläche und Erholungsraum und in Zeiten extremer Niederschlagsereignisse als Regenwasserrückhaltebecken dient. Dabei handelt es sich um den Rabalder-Park, welcher meistens als Skatefläche genutzt wird und sich auf rund 40.000 Quadratmetern erstreckt. Die drei offenen Betonbecken sind über eine 9 mal 440 m Abflussrinne miteinander verbunden und dienen als Speicherkaskaden für Regenwasser von Straßen und Dächern der umliegenden Infrastruktur. Bis zu 23.000 Kubikmeter Wasser können hier temporär gespeichert werden. (vgl. Stadtentwässerungsbetriebe Köln, 2017; The Index Project, 2023)

Auch der Bismarckplatz Solingen, der Stadtteil Knielingen in Karlsruhe und der Regenwasserspielplatz in Hamburg Neugraben haben ähnliche Projekte zur Integration von Spiel- und Wasserrückhalteflächen auf die Beine gestellt. Für Inspiration zum Thema wassersensible Stadtgestaltung kann auch die Stadt Rotterdam in den Niederlanden herangezogen werden. Nicht nur sind hier in den letzten Jahren ähnliche Wasserplätze wie in Freiburg und Roskilde entstanden. Die Stadt verfügt auch über einen „Wasserplan“, welcher Strategien für einen integrierten Umgang mit den sich ändernden Niederschlagsereignissen bereithält. Das Ziel ist es dabei eine attraktive und sichere Stadt zu gestalten. (vgl. de Greef and Zsiros, 2008; Stadtentwässerungsbetriebe Köln, 2017)

Umsetzungsinstrumente

Einbindung in den Grünordnungsplan. Weiterführende Übertragung in den Bebauungsplan

Regelungen zum Versiegelungsgrad in Stellplatzsatzung (auch bei Großanlagen, Einkaufszentren usw.) oder durch Rückbau und Entsiegelungsgebote (§ 179 BauGB)

Städtebauliche Pflanz, Rückbau- und Entsiegelungsgebote (§ 178 BauGB)

Mit der Klimaschutznovelle §1 Abs. 5 BauGB vom 30.06.2011 fordert der Bund die Städte dazu auf, mithilfe der Bauleitplanung „eine menschenwürdige Umwelt zu sichern, die natürlichen Lebensgrundlagen zu schützen sowie den Klimaschutz und die Klimaanpassung, insbesondere auch in der Stadtentwicklung, zu fördern“. Es wird den Klimaschutzbelangen bei planerischen Abwägungsentscheidungen zusätzliche rechtliche Bedeutung verliehen. Dadurch wird die Stadtplanung angehalten, die Steuer und Koordinierungsfunktion der Bauleitplanung auszuschöpfen. Ziel ist es, wie in § 1 Abs. 6 Nr. 1 BauGB gefordert, die „allgemeinen Anforderungen an gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse und die Sicherheit der Wohn- und Arbeitsbevölkerung“ umzusetzen. Dazu bedarf es integrierte Anpassungskonzepte für Infrastruktur- und Stadtplanung.

Laut Stadtentwässerungsbetriebe Köln (2017) bestehen dazu folgende rechtliche Möglichkeiten:

- § 9 (1) Nr. 1,2 und 3 BauGB Verringerung der baulichen Dichte (Maß „baulicher Dichte, überbaubare Flächen, Bauweise)
- § 9 (1) Nr. 10 BauGB Von der Bebauung freizuhaltende Flächen
- § 9 (1) Nr. 14 BauGB Für die Abfall- und Abwasserbeseitigung vorgesehene Flächen, einschließlich der Versickerung und Rückhaltung von Niederschlagswasser
- § 9 (1) Nr. 15 BauGB Private und öffentliche Grünflächen
- § 9 (1) Nr. 16 BauGB Wasserflächen und Flächen für die Wasserwirtschaft, Hochwasserschutzanlagen und Regelung des Wasserabflusses
- § 9 (1) Nr. 20 BauGB Maßnahmen und Flächen zum Schutz, Pflege und Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft
- § 9 (1) Nr. 21 BauGB mit Geh-, Fahr- und Leitungsrechten zugunsten der Allgemeinheit, eines Erschließungsträgers oder eines beschränkten Personenkreises zu belastenden Flächen (z.B. Notwasserwege)
- § 9 (1) Nr. 24 BauGB von der Bebauung freizuhaltende Schutzflächen und ihre Nutzung, die Flächen für besondere Anlagen und Vorkehrungen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen
- § 9 (1) Nr. 25 BauGB Flächen zum Anpflanzen oder Pflanzbindungen für die Erhaltung von Bäumen, Sträuchern und sonstigen Bepflanzungen sowie von Gewässern
- § 9 (3) BauGB Höhenlage (z. B. Erdgeschossbodenhöhe und Straßenoberkante)
- § 9 (5) Nr. BauGB Flächen, bei deren Bebauung besondere bauliche Vorkehrungen gegen äußere Einwirkungen oder besondere bauliche Sicherungsmaßnahmen gegen Naturgewalten erforderlich sind

Synergien Chancen	Spannungen Risiken	Quellen weiterführende Literatur
- Zusätzliche Retentionsflächen - Reduzierung der Wärmebelastung - Verbesserung der Lufthygiene - Einsparung von Niederschlagswassergebühren - Erhöhung der Lebens- und Wohnqualität durch Mehrfachnutzungsmöglichkeiten - Bodenfunktionen können wiederhergestellt werden - Erhöhung der Grundwasserbildung - Sinken des Grundwasserspiegels - Reduzieren der Hochwassergefahr	- Privatflächen - Nutzungskonkurrenz - Bei Überstauung der Flächen keine oder eingeschränkte Nutzung möglich	- Kemper, T., Riechel, R., Schuller, T. 2011: Kommunen im Klimawandel – Wege zur Anpassung, Hanau - BMVBS 2011: Leitfaden Nachhaltiges Bauen – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung - Daseking, W., Fabian, T., Schelkes, R., Fridrich, M., Dettling, T., Barz, M., Stoffel, T., Reinhard, T., Rathke, B., Jukic, A., Schlehuber, E., Spillmann, S., 2009. Gestaltung Zollhallenplatz 2009. - de Greef, P., Zsiros, C., 2008. Ein Wasserplan für Rotterdam. Garten+Landschaft 11/2008. - Stadtentwässerungsbetriebe Köln, 2017. Leitfaden für eine wassersensible Stadt- und Freiraumgestaltung in Köln - Empfehlungen und Hinweise für eine zukunftsfähige Regenwasserbewirtschaftung und für die Überflutungsvorsorge bei extremen Niederschlagsereignissen. Köln. - The Index Project, 2023. Rabalder Parken - Skatepark saves Danish city from future floods [WWW Document]. URL https://theindexproject.org/post/rabalder-parken (Zugriff 9.4.23).

Referenznummer: 33	Handlungsbereich Maßnahmengruppe	RR	DA	KF	HV	TB	VA
BEPFLANZUNG MIT GEEIGNETEN PFLANZENARTEN	Räumlicher Bezug	☒ Stadt		☒ Quartier		☒ Gebäude	
	Relevanz aus stadtklimatologischer Sicht im städtischen Kontext	☒ hoch		☒ mittel		☐ gering	
	Verantwortung bei	67, 19					
	Beteiligung von	67, 19					
	Art der Maßnahme	☒ Bestand			☒ Planung		
		☐ protektiv			☒ präventiv		
	RR = Retentionsräume, DA = Durchlüftungssachsen, KR = Kaltlufträume, HV = Hitzevulnerabilität, TB = Thermische Belastung, VA = Vegetationsanteil						



Blumen-Esche (*Fraxinus ornus* L.) | HLNUG Zarda (o.J.),

<https://www.hlnug.de/stadtgruen-im-klimawandel/klimaresiliente-baumarten-finden>

Aufgrund des Klimawandels und der zunehmenden Verstädterung erfahren durch urbane Vegetation erbrachte Ökosystemleistungen eine zunehmende Wertschätzung. Die Pflanzung von Stadtbäumen trägt zur Klimaanpassung sowie zum Klimaschutz bei. Weiterhin erbringen Stadtbäume viele gewünschte Ökosystemleistungen. Beispielsweise tragen Bäume durch Transpiration und Verschattung dazu bei, urbane Hitzebelastung zu reduzieren und das städtische Mikroklima zu regulieren. (vgl. Chalony und Faní, 2020)

Im Zusammenhang mit der zunehmenden Dürre in Mitteleuropa wächst insbesondere im Straßenraum die Notwendigkeit, ursprünglich aus trockenen Lebensbereichen stammende Gehölze zu verwenden. Aspekte wie Art, Alter und Vitalität eines Baumes beeinflussen maßgeblich die Qualität der Ökosystemleistungen (ÖSL), die er zur Verfügung stellt. Die Quantität der ÖSL wie auch die Wachstumsraten werden außerdem durch Standortbedingungen wie Strahlungsangebot oder Bodenversiegelung beeinflusst. Die Baumartenwahl sollte also so getroffen werden, dass unter Berücksichtigung der genannten Auswirkungen möglichst viele ÖSL gefördert werden. Wahrscheinlich werden Wachstum und ÖSL einheimischer Arten mit den zunehmenden Auswirkungen des Klimawandels geringer ausfallen. Den negativen Einflüssen kann durch die geeignete Baumartenwahl, die Verbesserung der Standortbedingungen und gezielte Bewässerung begegnet werden. (vgl. Rötzer & Reischl, 2023)

Häufig weisen diese Gehölze jedoch eine geringere Biomasseproduktion sowie einen eingeschränkten Wasserverbrauch auf. Daher sind ihre Transpirations- und Verschattungswirkungen ggf. auch eingeschränkt (vgl. Mantovani et al., 2014; Wang et al., 2020). Eine Studie hat mehrere häufig verwendete Baumarten in München auf ihre Reaktion auf unterschiedliche Wasserverfügbarkeit untersucht. Sie kommt zu dem Schluss, dass es sich anbietet, den ursprünglichen Lebensbereich als Kriterium zur Einschätzung des Kühlspotenzials und der Trockenheitstoleranz von Baumarten zu verwenden. So eignen sich laut der Studie Gehölze, die aus eher trockenen Lebensbereichen stammen, gut für stark versiegelte Standorte. Dort sind sie gut an Trockenheit angepasst und können konstante, aber relativ geringe Kühlungsleistungen erbringen. Viele heimische Gehölzarten aus ursprünglich eher frischen Standorten sollten hingegen an parkähnlichen Orten oder in Gruben mit Substraten gepflanzt werden (siehe dazu die Steckbriefe Baumrigolen und Duale Tiefbeete). Dort können sie einen hohen Beitrag zur Kühlung des urbanen Raumes leisten. (vgl. Chalony und Faní, 2020)

	Im Außenbereich ist also unter Berücksichtigung veränderter klimatischer Rahmenbedingungen bei der Baumpflanzung und -förderung eine Mischung geeigneter heimischer und gebietsfremder Arten anzustreben. Individuelle Standortansprüche sowie veränderte klimatische Rahmenbedingungen sind bei der Anpflanzung innerstädtischer Vegetationsstrukturen stets zu beachten. Ähnlich wie die beschriebene Studie haben sich auch weitere Forschungen mit der Anpassungsfähigkeit von Stadtbäumen an veränderte Standortfaktoren im Zuge der Klimakrise und ihrem Beitrag zur Klimaanpassung befasst. Klimaresiliente Pflanzenarten mit geringem Wasserbedarf (sowohl heimische als auch nicht heimische) sind für innerstädtische Grünanlagen besonders geeignet (siehe KLAM 2022 Pflanzliste (Roloff et al., 2022), GALK 2023 (GALK e.V., 2023) oder HLNUG "Stadtgrün Onlinetool" (HLNUG, o. J.)); auch die Emittierung biogener Kohlenwasserstoffe, die zur Ozonbelastung beitragen, ist ein auswahlrelevantes Kriterium. Hilfreich kann ein städtisches Baumkataster sein, welches die Dokumentation der Kenntnisse bezüglich der Widerstandsfähigkeit gepflanzter Bäume unterstützt (Hoeckner und Sander, 2023). Die Stadt Düsseldorf hat eine Zukunftsbaumliste entwickelt. Dabei wurden Kriterien wie die Trockenresistenz, die Winterhärte, die Eignung als Bienenweide und Größe der Bäume berücksichtigt. Außerdem wurden wissenschaftliche Publikationen und weitere Pflanzlisten zu Rate gezogen. Dazu gehört unter anderem die Klimaartenmatrix für Stadtbäume „KLAM-Stadt“ des Instituts für Forstbotanik und Forstzoologie der Technischen Universität Dresden. Außerdem wurde mit Erfahrungswerten gearbeitet und mit Organisationen wie dem BUND Düsseldorf zusammengearbeitet. An dieser Liste kann sich aufgrund der geografischen Lage auch die Stadt Neuss orientieren. (vgl. Törkel et al., 2016)
 Projekt KLIMPRAX Stadtgrün – Online-Tool, Screenshot Projektwebsite, https://www.hlnug.de/stadtgruen-im-klimawandel	Zur standortgerechten und klimaangepassten Auswahl der Straßenbäume empfiehlt sich die Einbeziehung der GALK-Straßenbaumliste. Die Liste enthält Informationen zur Wuchshöhe, Kronenbreite, Lichtdurchlässigkeit, Lichtbedarf, Verwendbarkeit als Straßenbaum sowie ergänzende Bemerkungen zu einer Vielzahl von Baumarten. Hinzu kommen Ergebnisse und Empfehlungen aus zwei Straßenbaumtests, die ab Mitte der 90er-Jahre seitens der GALK e. V. im Hinblick auf die Eignung ausgewählter Baumarten als Straßenbäume unter unterschiedlichen klimatischen Bedingungen durchgeführt wurden. Im Projekt KLIMPRAX des Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie wurde ein Online-Tool zur Entscheidungshilfe zur Planung und Umsetzung klimaresilienter Begrünung entwickelt: https://www.hlnug.de/stadtgruen-im-klimawandel. Dieses ist an Städte und Gemeinden gerichtet und umfasst drei Module. Das Modul „Klimaresiliente Baumarten finden“ enthält rund 180 gegenüber den absehbaren Klimaveränderungen robuste Baumarten. Über filternde Einstellungsmöglichkeiten können die Ansprüche standortgerecht angegeben und passende Baumarten ermittelt werden. Ähnlich funktioniert die Entscheidungshilfe im Modul „Bauwerksbegrünung“, welches auf für die Pflanzung von Bäumen ungeeignete Standorte spezialisiert ist. Im Modul „Antworten, Informationen, Handlungshilfen“ werden häufig gestellte Fragen beantwortet sowie Umsetzungsbeispiele und andere Praxishilfen zur Verfügung gestellt. (vgl. HLNUG, o. J.)

Für die **Stadt Neuss** existiert bereits eine **Favoritenliste für Baumpflanzungen** (Neu- und Ersatzpflanzungen) des Amtes für Stadtgrün, Umwelt und Klima der Stadt Neuss (2022).

<i>Abies pinsapo</i> – Spanische Tanne	<i>Koelreuteria paniculata</i> – Blasenbaum
<i>Acer buergerianum</i> – Dreizahn-Ahorn	<i>Liquidambar styraciflua</i> – Amberbaum
<i>Acer campestre Elsrijk</i> – Feld-Ahorn	<i>Liriodendron tulupifera</i> – Tulpenbaum
<i>Acer monspessulanum</i> – Französischer-Ahorn	<i>Maclura pomifera</i> – Osagedorn/Milchoragenbaum
<i>Acer x freemanii</i> “Autumn Blaze“ – Rot-Ahorn	<i>Magnolia kobus</i> – Baummagnolie
<i>Aesculus flava</i> – Gelbe-Rosskastanie	<i>Malus tschonoskii</i> – Wollapfel
<i>Aesculus pavia</i> – Rote Rosskastanie	<i>Mespilus germanica</i> – Mispel
<i>Alnus spaethii</i> – Purpur-Erle	<i>Morus alba/nigra</i> – Weiße/Schwarze Maulbeere
<i>Betula albosinensis</i> – Kupfer-Birke	<i>Nyssa sylvatica</i> – Tupelobaum
<i>Betula utilis</i> – Schmuckrindenbirke	<i>Ostrya carpinifolia</i> – Hopfenbuche
<i>Carya cordiformis</i> – Bitternuss	<i>Parrotia persica</i> – Eisenholzbaum
<i>Carya ovata</i> – Schindelnuss	<i>Paulownia tomentosa</i> – Blauglockenbaum
<i>Catalpa bignonioides</i> – Trompetenbaum	<i>Phellodendron amurense</i> – Amur-Korbaum
<i>Celtis australis</i> – Zürgelbaum	<i>Platanus acerifolia/x hispanica</i> – Platane
<i>Cladrastis lutea/kentukea</i> – Amerikanisches Gelbholz	<i>Quercus cerris</i> – Zerr-Eiche
<i>Davidia involucrata</i> – Taschentuchbaum	<i>Quercus frainetto</i> – Ungarische-Eiche
<i>Eleagnus angustifolia</i> – Schmalblättrige Ölweide	<i>Quercus palustris</i> – Sumpf-Eiche
<i>Fagus orientalis</i> – Orientalische Buche	<i>Sophora japonica</i> “Regent“ – Perlschnurbaum
<i>Fagus sylvatica</i> z. B: “Asplenifolia“ – Rotbuche Sorte	<i>Tetradium daniellii</i> – Samthaarige Stinkesche
<i>Fraxinus angustifolia</i> “Raywood“ – Weiß-Esche	<i>Tilia cordata</i> “Greenspire“ – Amerikanische Stadtlinde
<i>Fraxinus ornus</i> “Rotterdam“ – Blumen-Esche	<i>Tilia cordata</i> “Rancho“ – Amerikanische Stadtlinde
<i>Fraxinus pennsylvanica</i> – Rot-Esche	<i>Tilia tomentosa</i> – Silber-Linde
<i>Ginkgo biloba</i> “Fastigiata Blagon“ – Ginkgobaum	<i>Tilia x europaea</i> “Pallida“ – Kaiser-Linde
<i>Gleditsia triacanthos</i> “Inermis“ – Gleditschie	<i>Toona sinensis</i> “Flamingo“ – Gemüsebaum
<i>Gleditsia triacanthos</i> “Skyline“ – Gleditschie	<i>Zelkova serrata</i> “Green Vase“ – Japanische Zelkove
<i>Gymnocladus dioica</i> – Geweihbaum	

Vorbildliche Praxisbeispiele, Programme und Projekte werden mit dem zweijährigen fortlaufenden Bundespreis Stadtgrün ausgezeichnet: <https://bundespreis-stadtgruen.de>. Das Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen lobt diesen Preis im Jahr 2024 zum dritten Mal aus und das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) begleitet diesen Prozess fachlich. Zuvor wurde der Bundespreis in den Jahren 2020 und 2022 vergeben. Die Stadt Neuss hat sich in diesem Jahr mit dem Projekt „Fitnessparkour im Erholungsgebiet des Neusser Nordens“ beworben. Die Preisvergabe findet am 18. September 2024 statt. (vgl. Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen, o. J.)

Klimaprojektionen gehen davon aus, dass Trockenstress und Hitzebelastungen weiter zunehmen werden. Diese Entwicklung wird im urbanen Raum zusätzlich durch den Wärmeinseleffekt verstärkt. Daher ist es wichtig, bei Neupflanzungen nicht nur die aktuellen Standortbedingungen zu beachten, sondern auch zukünftige Bedingungen zu berücksichtigen. Neben den Bedingungen sollte auch abgewogen werden, welche stadtklimatischen Effekte erzeugt werden sollen. Entsprechend gilt es Infrastrukturen wie Regenwassernutzung oder andere Bewässerungssysteme mit zu planen. Viele Baumarten, die über Jahrzehnte in mitteleuropäischen Innenstädten gewachsen sind, passen sich schwer an das veränderte Klima an. (vgl. Hoeckner und Sander, 2023)

Wichtig sind nach Hoecker und Sander (2023), Asbeck et al. (2022) und Hamkens et al. (2020) bei der Auswahl alternativer Arten folgende Punkte:

- Empfindlichkeit bezogen auf Extremereignisse wie Stürme, Trockenheit und Hitze
- Klimaverträglichkeit inklusive Krankheits- und Schädlingsanfälligkeit sowie weiterer Faktoren wie z. B. Isoprenausstoß, Allergenausstoß etc.
- Beitrag zum Stadtklima
- Beitrag zur Biodiversität
- Pflegeaufwand
- Zukünftige Entwicklung des Klimas (Klimaprojektionen basierend auf klimatischen Szenarien bspw. RCP-Szenarien)
- Art der Bewirtschaftung
- Aktuelle Klimafaktoren wie Wasserverfügbarkeit (Standortwasserbilanz), Temperatur, Bodenbeschaffenheit (Nährstufe und Trophiestufe des Standortes)
- Standortfaktoren wie Topografie (Höhenlage)
- Invasivität und Konkurrenzverhalten
- Biotische/Abiotische Risiken (nicht-klimabezogen) wie Insekten- und Pilzvorkommen
- Vegetationszeit

Synergien Chancen	Spannungen Risiken	Quellen weiterführende Literatur
- Biodiversität - Gesundheit der Stadtbewohnenden - Hitzeschutz - Ästhetik (Mix aus verschiedenen Pflanzen) - Mikroklima - Anpassung anzunehmende Trockenperioden - Möglichkeit zur Pflanzung auf stark versiegelten Flächen - konstante Kühlungsleistung - Geringer Flächenbedarf - Gutes Retentionsvermögen - Kaum Einschränkung der Nutzbarkeit der Oberfläche - verbessertes Mikroklima (höhere Verdunstung und Vermeidung von Hitzeinseln) - verbesserte Wasserversorgung (Verdunstung, Verschattung, Abkühlungseffekte in unmittelbarer Umgebung) - Reduktion Trockenstress - Verbessertes Wassermanagement (Ableitung und Speicherung bei Starkregen) - Mehr Grün durch Pflanzung an stark versiegelten Bereichen - System „wächst“ mit der Erschließungsmaßnahme -keine teuren Anfangsinvestitionen - Platzsparendes Kombisystem - Gestalterisches Element zur Verkehrsberuhigung - Flexibel einsetzbar, an Bedingungen anpassbar	- geringere Biomasseproduktion und eingeschränkter Wasserverbrauch sorgen für geringere Verschattungswirkung und Transpiration (Kühlungsleistung) - geringe Reinigungsleistung (Luft)	- Amt für Stadtgrün, Umwelt und Klima der Stadt Neuss. 2022. Favoritenliste Baumpflanzungen (Neu- und Ersatzpflanzungen) Stadt Neuss (Stand Juni 2022) - Straßenbäume. - Asbeck, T., Hager, A., Wippel, B., Weinreich, A., Vohrer, M., & Hildebrand, F. 2022. Praxis-Leitfaden für die Auswahl von klimaangepassten Baumarten und eines dazugehörigen waldbaulichen Plans—Hintergrundstudie für den Wald-Klimastandard. - Chalony, S.-L., Faní, L.M., 2020. „Klimabäume“ für die Stadt. Über die Rolle einer angepassten Arten- und Sortenwahl für die Kühlleistung von Straßenbäumen. - GALK e.V., 2023. GALK-Straßenbaumliste Abfrage vom 30.08.2023 Arbeitskreis Stadtbäume. - Hamkens, H., Spellmann, H., Nagel, R.-V., & Buresch, M. 2020. Entscheidungshilfen zur klimaangepassten Baumartenwahl im Land Sachsen-Anhalt. - HLNUG (Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie). (o. J.). KLIMPRAX Stadtgrün. https://www.hlnug.de/themen/klimawandel-und-anpassung/projekte/klimprax-stadtgruen - Hoeckner, H., Sander, A.-C., 2023. Checkliste Klimawandelangepasste Quartiere in Hessen. - Roloff, A., Pietzarka, U., Gillner, S., 2022. Baumartenverwendung im Klimawandel: KlimaArtenMatrix 2021 (KLAM 2.0) und Empfehlungen zu Baumgrößen, -pflanzungen und -umfeld, in: Jahrbuch Der Baumpflege 2022. Haymarket Media, Braunschweig, pp. 204–223. - Mantovani, D., Veste, M., & Freese, D. 2014. Black locust (<i>Robinia pseudoacacia</i> L.) ecophysiological and morphological adaptations to drought and their consequence on biomass production and water-use efficiency. <i>New Zealand Journal of Forestry Science</i>, 44(1), 29. https://doi.org/10.1186/s40490-014-0029-0 - Rötzer, T., & Reischl, A. (2023). gemeint—Wachstum und Ökosystemleistungen von Stadtbäumen heute und in Zukunft. <i>bdla (Bund Deutscher Landschaftsarchitekten) Pflanzenverwendung</i>, 03/2023, 3–5. - Steinrücke, M., Eimer, U., Bartolović, V., Loos, G., Ahlemann, D., Schrödter, S., Eggenstein, J., 2016. Steckbriefe Klimaanpassungsmaßnahmen- Anhang 2 zum Klimaanpassungskonzept für die Stadt Neuss. - Törkel, D., Rendenbach, A., Krause, T., 2016. Zukunftsbaumliste Düsseldorf. - Wang, X., Wang, X., Sun, X., Berlyn, G. P., & Rehim, A. 2020. Effect of pavement and water deficit on biomass allocation and whole-tree transpiration in two contrasting urban tree species. <i>Urban Ecosystems</i>, 23(4), 893–904. https://doi.org/10.1007/s11252-020-00953-z