

R2K-Klim+ – Impulspapier

Duisburg – gut vorbereitet für Anpassungen an den Klimawandel.

Ergebnisse und Ausblick



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Forschung, Technologie
und Raumfahrt

FONA
Forschung für Nachhaltigkeit

Regi
Klim

Regionale Informationen zum Klimahandeln

Inhalt

04 VORSPANN

06 EINFÜHRUNG

III DIE IMPULSE VON R2K KLIM+ FÜR DUISBURG IM ÜBERBLICK

III KLIMASZENARIEN FÜR DUISBURG WORAUF WIR GESICHERT ZUSTEUERN

12 | Blick in die Zukunft unter den aktuellsten Klimaszenarien

III NIEDRIGWASSER- UND BINNENSCHIFFFAHRT, HAFEN UND LOGISTIK

15 | Duisburg: Das Wasser und die Stadt

15 | Folgen von Niedrigwasser für die Binnenschifffahrt und die regionale Wirtschaft

III STARKREGEN UND HOCHWASSER- VORSORGE FÜR MENSCH, GEBÄUDE, INFRASTRUKTUR UND VERKEHR

19 | Starkregen und mögliche Schäden im Stadtgebiet

21 | Resilienz städtischer Verkehrssysteme gegenüber Starkregenereignissen

III HITZEN DER STADT- STADTSTRUKTUR, GRÜN UND GESUNDHEIT

25 | Hitze in der Stadt Duisburg

25 | Stadtstrukturen und Hitzebelastung

27 | Hitze und Gesundheit

III NATUR IM KLIMAWANDEL- DUISBURGS AUEN ALS BEISPIEL

33 | Die Duisburger Rheinauen im Klimawandel

III ANPASSUNGSMASSNAHMEN- INTEGRIERTE BEWERTUNG DER KLIMAFOLGEN ALS ENTSCHEIDUNGSUNTERSTÜTZUNG

37 | Bewertung von Klimawirkungen und Anpassungsmaßnahmen in Duisburg

III AUSBLICK- WEITERE HANDLUNGSPERSPEKTIVEN DER STADT DUISBURG

41 | Ausblick

42 IMPRESSUM

Vorspann

Die Folgen des Klimawandels fordern Duisburg, den Niederrhein und das Ruhrgebiet heraus: Das gesamte Rheineinzugsgebiet, die Schifffahrt und der Hafen Duisburg sind im letzten Jahrzehnt mehrfach mit Niedrigwasser konfrontiert worden. Die Stadt und die Region haben im nationalen Vergleich Temperaturspitzenwerte auszuhalten. Duisburg war bereits mehrfach, zuletzt 2024 Starkregenereignissen mit großen Schäden ausgesetzt. Solchen Gefährdungen und Herausforderungen durch den Klimawandel will die Stadt mit geeigneten Maßnahmen begegnen. Sie will dabei systematisch, effektiv und effizient mit klaren Prioritäten bei begrenzten Ressourcen vorgehen.

In dem bundesgeförderten Projekt R2K-Klim+ mit Fokus auf Duisburg geht es um intelligente Maßnahmen gegenüber den angeführten und weiteren Klimarisiken. Mit den Daten, Karten und Tools, die im Projekt entstehen, können die Stadt, die Region und die Bevölkerung vorsorgen und gestalten: wo im Stadtgebiet kann

neues Grün kühlend wirken und den Hitzebelastungen vorbeugen? Welche Straße nehmen die Wassermengen nach einem lokalen Starkregenereignis auf und wie kann das Wasser stattdessen so gelenkt werden, dass Gefährdungen für Menschen und Sachvermögen vermieden werden? Wo drohen Verkehr und Transport in Folge eines Starkregens zu stocken? Wie können Kindergärten und Schulen sowie Sportanlagen gegen Hitze und Starkregen geschützt werden?

Konzepte und Maßnahmen, die in Duisburg zukünftig greifen, sehen für die Neubaugebiete anders aus als in den hochverdichteten Bestandsquartieren der Stadt und wiederum anders im Hinterland als in den Stadtteilen unmittelbar am Rhein und an der Ruhr. Die Antworten sollen passen für die Stadt Duisburg als Wirtschaftsstandort mit den bekannten Logistikknoten, als Universitäts- und als Sportstadt; sie sollen aber auch passen für die unterschiedlichen Bevölkerungsgruppen in verschiedenen



Wohnquartieren, etwa jüngere und ältere Generationen, für das soziale Miteinander und das Selbstverständnis der Stadt.

Der Bericht fasst die Ergebnisse des Projektes R2K-Klim+ zusammen und will zur Diskussion auffordern, wo die Stadt und die Bevölkerung bei der Bewältigung der Klimawandelfolgen Akzente gesetzt sehen wollen. Ende 2026 liegen die Ergebnisse des Projekts R2K-Klim+ in ihrer Gesamtheit vor. Im Jahr 2027 kann die Stadt Duisburg ihre Zukunftsperspektive einer klimaangepassten Metropole auf der Internationalen Gartenausstellung (IGA) dann einem großen Publikum vorstellen.

Für die Leserinnen und Leser sollen mit diesem Bericht zentrale Ergebnisse, Orientierungen und die methodischen Grundlagen des Projekts aufbereitet werden, um die Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen in Duisburg strategisch zu unterstützen.

**Mehr zum BMFTR
geförderten Projekt
R2K-Klim+**



Einführung

Duisburg steht seit dem 19. Jahrhundert prototypisch für die Industrialisierung und die industriell geprägte Stadtentwicklung in Westeuropa. Mit mehr als 70.000 Beschäftigten in der Stahlindustrie galt Duisburg im 20. Jahrhundert in Deutschland als „Die Montan-Stadt“. Im Strukturwandel ist Duisburg der Weg zur Universitätsstadt und die Positionierung als logistisches Zentrum Europas gelungen. Die Herausforderungen für eine grüne Transformation in einem verdichteten urbanen Raum können andernorts kaum größer sein als in Duisburg. Im 21. Jahrhundert ist die Kohle als Energieträger längst abgelöst. Stahlindustrie, F&E und Stadt Duisburg bereiten sich mit Unterstützung von Bund und Land NRW auf die Massenproduktion grünen Stahls mittels Wasserstoffs vor. Die Stadt leistet somit Erhebliches für den Klimaschutz und eine zukunftsweisende Industriepolitik.

Parallel dazu unternimmt die Stadt Duisburg große Anstrengungen, um sich an die bereits zu Tage getretenen und bevorstehende Klimaveränderungen anzupassen. Duisburg wird dabei von drei sich verstärkenden Klimasignalen getroffen:

- 1.) Häufiger auftretenden Starkregenereignissen und Überflutungen mit drohenden Personen- und Sachschäden (zuletzt im August 2024)
- 2.) Steigenden Temperaturen und thermischen Belastungen für die Bevölkerung und ihr Leben in der Stadt (Duisburg-Baerl hielt bis 2026 mit 41 Grad lange Zeit den deutschen Hitze-Rekord.)
- 3.) Niedrigwasser auf dem Rhein (2018, 2019, 2022–2024, 2026), das die Binnenschifffahrt lähmt und den Hafenbetrieb unter Druck setzt

Starkregenereignisse sind kleinräumige Ereignisse, können überall auftreten und sind in der Prognose nur schwer zu lokalisieren. Bezogen auf thermische Belastungen ist gesichertes Wissen, dass sie den städtebaulich verdichteten Raum (wie in Duisburg) in stärkerer Weise als den ländlichen Raum betreffen. Niedrigwasser auf dem Rhein bedeutet eine ökonomische Vulnerabilität für den Gütertransport, den trimodalen Verkehr und den Hafenumschlag in Deutschland. Niedrigwasser hat volkswirtschaftliche Konsequenzen, betrifft aber regionale Wirtschaftsräume in verschiedener Weise, also bspw. den Raum Duisburg/Niederrhein mit dem größten Binnenhafen Europas in anderer Weise als den energie- und chemieintensiven Raum Mannheim/Ludwigshafen.

Aufgrund der hohen Vulnerabilität Duisburgs durch die multiplen Veränderungen der Klimasignale untersucht ein wissenschaftliches Konsortium gemeinsam mit der Stadt Duisburg in dem vom Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) geförderten Projekt R2K-Klim+ die Handlungserfordernisse und Gestaltungsmöglichkeiten. Das Projektteam erarbeitet für die Stadt Duisburg ein integriertes Entscheidungsunterstützungstool für die Anpassung an den Klimawandel. Das Tool unterstützt bei der Entscheidungsfindung für Maßnahmen zur blau-grünen Anpassung an die Folgen des Klimawandels durch Planungshinweiskarten, die auf vorhandene Planungskonzepte (z.B. Grünflächenkonzept, Freiraumplanung) Bezug nehmen und die Folgen des Klimawandels für die Stadt kleinräumig aufzeigen.



DETAILS ZUR BMFTR-FÖRDERUNG DES PROJEKTS R2K-Klim+

Im Projekt R2K-Klim+ (Regionales Klimainformationssystem) erfolgt die Entwicklung eines Modells für die Bewertung von planerischen Maßnahmen, um klimaresiliente Strukturen auf lokaler und regionaler Ebene zu schaffen.

- » Das Verbundprojekt fokussiert sich auf zwei räumliche Betrachtungsebenen: eine Makroebene mit dem gesamten Rheineinzugsgebiet und Ruhrgebiet als Raumeinheit sowie eine Mikroebene mit der Stadt Duisburg.
- » In R2K-Klim+ wurden für die Stadt Duisburg in Phase 1 (2020–2023) die Methodik und Konzeption für das Planungs-Modell erarbeitet, um in Phase 2 (2023–2026) mit Hilfe von Klimaprojektionen mögliche Zukunftsbilder zu erstellen und die Einflüsse der regionalen und überregionalen Auswirkungen der Klimawandelfolgen darlegen zu können.

- » Nach Abschluss der Phase 2 soll das Entscheidungsunterstützungstool für die quantitative und objektive Bewertung von Planungen in die städtische Geodateninfrastruktur integriert werden.
- » Gesamtziel der ersten beiden Förderphasen war die Entwicklung zur gekoppelten integralen Quantifizierung der Auswirkungen der Klimaveränderungen auf unterschiedlichen Ebenen und Sektoren aus ökonomischer, ökologischer und sozialer Sicht.
- » Für den Stadtteil Ruhrort wurde exemplarisch eine Vulnerabilitätsanalyse für ausgewählte Faktoren wie z. B. Hitze und Überflutungen durch Starkregenereignisse durchgeführt. Ziel ist es, klimawandelbezogene Einflüsse hinsichtlich ihrer ökonomischen, sozialen und ökologischen Aus- und Wechselwirkungen auf das System zu analysieren und zu bewerten.

Methodisch ist das Projekt in verschiedener Hinsicht anspruchsvoll. Denn es sind verschiedene Klimaszenarien (mögliche Klimazukünfte) zu betrachten. Mit jedem Klimaszenario verändert sich die Vulnerabilität in ihrer Intensität und in den Wechselwirkungen der Klimasignale (→ S. 12). Herausfordernd für die kommunale Klimaanpassung ist, dass die verschiedenen klimatischen Stressoren parallel auf die einzelnen Stadtteile mit ihrer Bevölkerung und Infrastruktur einwirken. Dies erfordert sowohl die Identifizierung besonders betroffener Gebiete als auch die Festlegung von Maßnahmen, die sowohl die Prävention als auch die Bewältigung von Klimafolgen beinhalten (→ S. 40).

Die Stadt Duisburg benötigt die im Projekt aus komplexen Modellierungen und Karten erarbeiteten Daten für verschiedene Entscheidungen:

- » für die „**Abwehr von akuten Gefährdungen**“ der Bevölkerung (bei Starkregenereignissen oder bei extremen Hitzeperioden)
- » für die **langfristige Stadtentwicklungsplanung** (Neubaugebiete und Bestand) i.S. einer grünen Schwammstadt
- » für die **Abwägung von Kosten und Nutzen** einzelner Maßnahmen. Anpassung bedeutet Investitionen im

Zusammenspiel von Stadt und privaten Immobilienbesitzern bzw. Investoren in die gesamtstädtische Infrastruktur (Straßen, Baublöcke, Gebäude, Gärten und Hinterhöfe, Kanalisation, Plätze und Parks), die zu kalkulieren sind.

- » für die Gestaltung **des sozialen Miteinanders**, denn die Anpassung muss **sozial- und umweltgerecht** erfolgen. Hierbei müssen die Lebensbedingungen und die Gesundheit von Kindern und Jugendlichen sowie von älteren Menschen und die Wohnquartiere mit sozialen Disparitäten in den Blick genommen werden.

Klimaanpassung im urbanen Raum ist eins der Leitkonzepte der Stadtplanung im 21. Jahrhundert. Duisburg verkörpert noch heute und in seinem Stadtgebiet vielerorts signifikant den urbanen Typus des industriellen Zeitalters. Die Voraussetzungen der Stadt an Rhein und Ruhr, ihre Wohnquartiere und ihre Wirtschaft blau-grün zu transformieren, sind gut. Die Stadt (der Rat, die Verwaltung und die Konzerntöchter), die Unternehmen, die Immobilienbesitzer und die Bürgerschaft können die Transformation realisieren. Wo und wie angesetzt werden kann, dazu gibt der hier vorliegende Bericht mehrere Anstöße und blickt dabei zugleich auf das, was bereits erreicht worden ist bzw. derzeit vorbereitet wird.

Die Impulse von R2K-Klim+ für Duisburg im Überblick

Das Projekt ist wissenschaftlich basiert und dabei zugleich entscheidungs- und gestaltungsorientiert. Die Impulse resultieren aus einem inter- und transdisziplinären Forschungsprozess, der in den einzelnen Abschnitten detailliert dargelegt ist. Für die schnellen Lesenden bietet der nachfolgende Überblick eine kompakte Zusammenfassung unserer wesentlichen Empfehlungen.



1 Der **Duisburger Hafen** könnte seine Stellung als zentraler Knoten im bundesweiten System des Güterumschlags weiter ausbauen. **Niedrigwasser** auf dem Rhein erfordert Kapazitäten und Flexibilitäten im trimodalen Güterumschlag von Schifffahrt, Schiene und Straße. Duisport kann einen bedeutenden Beitrag zu solcher intelligenten Logistik leisten. Für Niedrigwasserphasen mit dem Druck zur Verlagerung von Transporten auf Schiene und Straße sollten die modellierten Verkehrsdaten systematisch genutzt werden, auch um einen Zuwachs der Verkehrsbelastung in den Quartieren gering zu halten.



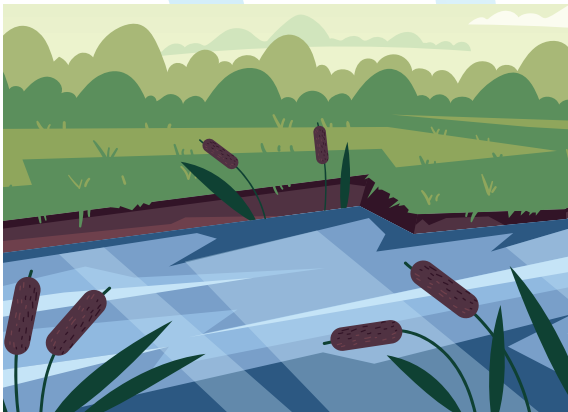
2 Vergleichbar der historisch entwickelten Kompetenz im **Hochwasserschutz** kann ein **Starkregenmanagement** mit zunächst zwei Komponenten aufgebaut werden. Das Krisenmanagement und der Bevölkerungsschutz können im Fall von Starkregen dafür zum einen auf die aus R2K-Klim+ stammenden **Starkregengefahrenkarten** zurückgreifen, die die Fließwege im gesamten Stadtgebiet und die Vulnerabilität von allen Baublöcken und Einrichtungen sowie die des Straßenverkehrs ausweisen. Die Feuerwehr und die anderen Akteure können ihre Einsatzplannungen im Ereignisfall darauf stützen. Zum anderen können die Starkregengefahrenkarten seitens der Akteure mit Immobilieneigentum (auch öffentlicher) in Verbindung mit dem Risiko-Check der Wirtschaftsbetriebe Duisburg für die bauliche Vorsorge (Häuser/Infrastruktur) genutzt werden.

3 Die Stadt Duisburg legt gegenwärtig einen **Hitzeaktionsplan** auf, um die Bevölkerung vor und in extremen Hitzeperioden zu schützen, insbesondere die vulnerablen Gruppen (z. B. Hochaltrige). Im Projekt R2K-Klim+ ist die **grüne Stadtstruktur Duisburgs** auf Baublockebene mit Hilfe von Luftbildern analysiert worden. Räume (Baublöcke) mit ungünstiger Struktur (hohe thermische Belastung/geringer Grünanteil) werden in den Karten abgebildet und hitzereduzierende Maßnahmen (z. B. Begrünung von Parkplätzen, Dächern und Fassaden) können exakt lokalisiert werden. Auf diese Weise werden bzw. wurden im Stadtgebiet potentielle Standorte für den möglichen Neubau von Trinkwasserbrunnen identifiziert.





4 Mit einer repräsentativen Bevölkerungsbefragung konnte dazu ergänzend bestimmt werden, welche Faktoren das **Hitzeempfinden der Bevölkerung** Duisburgs beeinflussen und was als besonders belastend empfunden wird (z. B. Wohnungen unter Dachgeschossen), welche Effekte auf **Gesundheit und Wohlbefinden** (insgesamt und für Teilgruppen wie Schwangere, Kinder, Menschen mit Vorerkrankungen) entstehen und wie **Abhilfe** (durch Bürgerschaft, Personen mit Immobilieneigentum, städtische Dienststellen) geschaffen werden kann. Mit der baublockscharfen Stadtstrukturanalyse und soziodemografischen Daten auf Baublockebene lassen sich hitzereduzierende Maßnahmen **sozial- und umweltgerecht** lokalisieren.



5 Der Klimawandel trifft auf die Natur, Tiere und Pflanzen. Im Projekt wurden hierzu beispielhaft die Folgen auf die **Duisburger Auen** untersucht. Betrachtungsräume waren „**Die Roos**“ im Naturschutzgebiet **Rheinaue Friemersheim** im Süden und das Deichvorland der **Walsumer Rheinaue** im Norden von Duisburg. Der jahreszeitliche Verlauf der Wasserstände des Rheins prägt zusammen mit den Klimaveränderungen die Vegetation in den angrenzenden Auenlebensräumen. Im Rahmen von baulichen Hochwasserschutzmaßnahmen entlang der Fließgewässer können die Auen mit ihren seltenen Pflanzengemeinschaften besser geschützt werden. **Ökologie und Hochwasserschutz** ergänzen sich.



6 Kommunale Klimaanpassungspolitik ist anspruchsvoll, weil parallel über verschiedene Maßnahmen gegenüber verschiedenen Klimaimpulsen zu entscheiden ist. Die Bewertungsmethodik und das **Entscheidungsunterstützungstool** (Produktname **KLAUS**), die in R2K-Klim+ entwickelt werden, sollen den Entscheiderinnen und Entscheidern ein ganzheitliches Bild der Auswirkungen ihrer Entscheidungen geben. Sie können die kombinierten Wirkungen der favorisierten Maßnahmen einsehen. Durch die Zusammenführung von Daten über Klimawirkungen, Infrastruktur und Demographie wird eine gezielte, nachvollziehbare und sozial gerechte Maßnahmenplanung ermöglicht. Über die Visualisierung verschiedener Klimawirkungen wird deutlich, wo die Notwendigkeit zur Anpassung am größten ist. KLAUS soll nach Abschluss der zweiten Förderphase Ende des Jahres 2026 fertiggestellt werden.

An aerial photograph showing a wide river on the left, with a sandy and rocky shoreline on the right. A dense line of green trees runs along the bank, separating it from a grassy area. In the background, a city with various buildings and a tall industrial chimney is visible under a clear sky.

*Klimaszenarien
für Duisburg*

**WORAUF WIR
GESICHERT
ZUSTEUERN!**



Blick in die Zukunft unter den aktuellsten Klimaszenarien

Beschreibung der Herausforderungen

Klimaszenarien sind wissenschaftliche Modellierungen, die mögliche zukünftige Entwicklungen des Klimas unter verschiedenen Annahmen zu Treibhausgasemissionen abbilden. Sie werden verwendet, um die Auswirkungen des Klimawandels, bspw. Extremereignisse wie Hochwasser, Starkregen, Niedrigwasser, Hitze und Dürre zu bewerten. Ziel der Nutzung verschiedener Modelle und Klimaszenarien ist es, eine Spannbreite an möglichen Entwicklungspfaden („Wenn-Dann“-Szenarien) aufzuzeigen, um gezielt Anpassungsstrategien zu entwickeln.

Kernaussagen und Hauptergebnisse

Für Duisburg zeigen die aktuellsten Klimadaten folgende Veränderungen der Klimawirkungen:



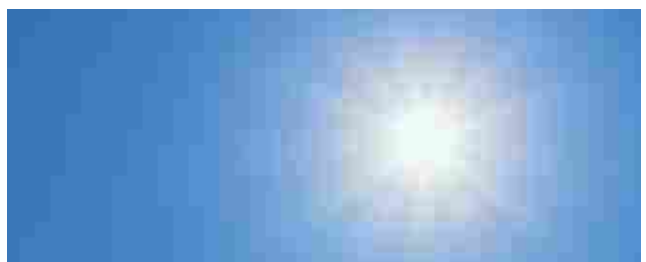
Hochwasser: Extreme Abflüsse im Rhein werden am Pegel Duisburg-Ruhrort insgesamt tendenziell zunehmen, jedoch vornehmlich erst gegen Ende des Jahrhunderts.



Starkregen: Starkregenereignisse sind kleinräumige Niederschlagsereignisse von kurzer Dauer, die durch großflächige Klimadaten nur schwer abgebildet werden können. Insgesamt ist zukünftig häufiger und mit intensiveren Starkregenereignissen zu rechnen.



Niedrigwasser: die Anzahl an Tagen mit Niedrigwasser wird im gesamten Rheineinzugsgebiet – und auch am Pegel Duisburg-Ruhrort – zunehmen. Eine Zeit lang wird Gletscherwasser aus den Alpen den Rheinabfluss im Sommer stützen, nach dem Abschmelzen der Alpengletscher werden die Niedrigwassertage dann gegen Ende des Jahrhunderts stärker zunehmen.



Hitze: der fortschreitende Klimawandel wird nicht nur im Mittel zu erhöhten Temperaturen in Deutschland führen. Auswertungen des DWD zeigen, dass Deutschland und NRW überproportional stark betroffen sind. Für Duisburg bedeutet dies, dass sich insbesondere die dicht bebauten und stark versiegelten Siedlungsbereiche weiter aufheizen werden.



METHODIK

Als aktuellste Datengrundlage werden die sogenannten SSP-Szenarien (Shared Socioeconomic Pathways) des Weltklimaforschungsprogramms (WCRP) genutzt. Zu den Auswirkungen veröffentlicht der Weltklimarat (IPCC) regelmäßig Sachstandsberichte, die speziell für politische Entscheidungstragende aufbereitet werden.

Die Veränderungen der Temperatur in Duisburg in den letzten Dekaden sind im nachfolgenden Diagramm dargestellt (vgl. Abb. 1). Es ist erkennbar, dass Duisburg von einer kontinuierlichen Temperaturzunahme betroffen ist.

Fazit und Ausblick

Die Ergebnisse der Klimaszenarien entsprechen möglichen **Wenn-Dann-Szenarien**. Ihre Auswertung zeigt, dass politische Entscheidungen, wirtschaftliche und demographische Entwicklungen weiterhin einen großen Einfluss auf die Entwicklungen des Klimas haben. **Wenn** bestimmte Klimaschutzmaßnahmen (nicht) umgesetzt werden, **dann** wird sich das Klima entsprechend entwickeln. Ähnlich wie der Treibhausgasausstoß werden auch viele Maßnahmen erst mit Verzögerung wirksam werden. Daher ist kurzfristig mit folgenden **Trends für die zukünftige Entwicklung** in Duisburg, insbesondere extremen Ereignissen, zu rechnen:

- » Erhöhung der Temperatur besonders in dicht besiedelten Gebieten mit geringem Grünvolumen und Abnahme der Frost- und Eistage,
- » Veränderung der Niederschlagsverteilung im saisonalen Verlauf und in der Intensität (erhöhter Niederschlag in Wintermonaten sowie verringerter Niederschlag im Spätsommer und Herbst),
- » Erhöhung der Anzahl an Tagen mit Niedrigwasser im Rhein.

Neben Klimaschutz stellt die Klimaanpassung an diese Entwicklungen eine wirksame Maßnahme dar. Vor dem Hintergrund des fortschreitenden Klimawandels müssen diese Maßnahmen nicht nur an historische Ereignisse oder den Status Quo angelehnt werden, sondern auch die zukünftigen klimatischen Entwicklungen berücksichtigen.

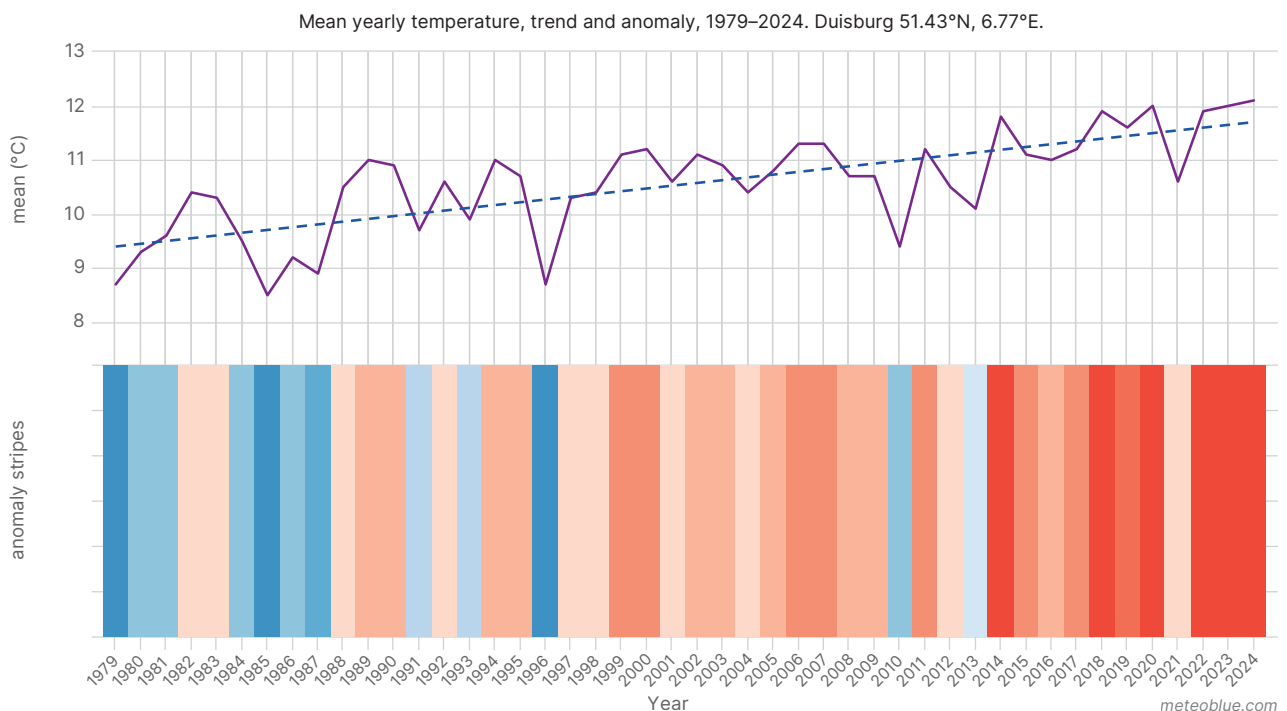


Abbildung 1: Durchschnittliche monatliche Temperatur in Duisburg von 1979–2024, Trendlinie (oben) sowie Anomalien (unten). © meteoblue (2025) Klimadiagramm Duisburg: Durchschnittliche monatliche Temperatur 1979–2024.

Niedrigwasser

BINNENSCHIFF **FAHRT, HAFEN** **UND LOGISTIK**



Duisburg: Das Wasser und die Stadt

Wasser ist das Lebenselixier Duisburgs. Die Stadt schmiegt sich in ihrer hervorstechenden Nord-Süd-Struktur über 35km am Rhein entlang. Der Hafen, der Industriekomplex mit Stahlindustrie, Metallverarbeitung und Chemie, Logistik und Verkehr sind siedlungsgeschichtlich dem Rhein und der Ruhr geschuldet. Wasser prägt somit die Stadt.

Mit der Lage entlang der Gewässer ist auch die Kompetenz gewachsen, die vom Wasser ausgehenden Gefahren zu beherrschen. Ausgangspunkt war und ist der fluviale Hochwasserschutz – einerseits als kontinuierliche Unterhaltungsaufgabe der Hochwasserschutzanlagen und andererseits als Verteidigungsaufgabe im

Ereignisfall. Mit dem Klimawandel verändern sich die Gewässer und der Hochwasserschutz wird noch wichtiger. Zugleich gibt es mit den wiederkehrenden Starkregenereignissen eine zusätzliche, sich mittlerweile jährlich und unterjährig geltend machende Herausforderung. Das Starkregenmanagement verlangt der Stadt eine neue Aufbauleistung ab. Es gilt Sachwerte – private und öffentliche – zu schützen. Außerdem droht jedes Starkregenereignis Teile des Verkehrs (Güter- und Personenverkehre) stillzulegen. Es gilt also zugleich Gefahren abzuwehren und das Wasser für die planerische Gestaltung der Stadt zu nutzen (**Stichwort Schwammstadt**).

Folgen von Niedrigwasser für die Binnenschifffahrt und die regionale Wirtschaft

Beschreibung der Herausforderungen

Der Rhein ist Europas wichtigste Binnenwasserstraße: Von den in Deutschland insgesamt 182 Millionen per Binnenschiff transportierten Tonnen im Jahr 2022 wurden etwa 85% auf dem Rhein befördert. Mit jährlich ca. 65 Millionen umgeschlagenen Tonnen Volumen ist Duisburg der größte Binnenhafen Europas. An der Logistik bzw. an den von Logistik abhängigen Branchen hängen zahlreiche Arbeitsplätze und ein großer Teil der regionalen Wertschöpfung.

Niedrigwasserereignisse stellen die Wirtschaft entlang von Flüssen vor große Herausforderungen. Schiffe können ihre Zielhäfen nicht ansteuern, Lieferungen verzögern sich oder fallen aus. Insbesondere entlang des Rheins sind viele Unternehmen und damit auch Arbeitsplätze in logistikaffinen Branchen, wie bspw. der Chemie- oder der Stahlerzeugungsbranche angesiedelt. Niedrigwasserereignisse werden mit dem fortschreitenden Klimawandel häufiger auftreten, sie werden intensiver werden und sie werden länger andauern. Einen Vorgeschmack auf ein solches Ereignis gab es am Rhein bspw. 2018 und 2026, als die Pegelstände mehr als drei Monate am Stück unter dem für die Schifffahrt kritischen Pegelstand verblieben.

Ziel des Projekts ist herauszufinden, welche Auswirkungen zukünftige Niedrigwasserphasen auf die per Binnenschiff gelieferten Gütermengen haben, was daraus für den Hafen und die Logistikbranche vor Ort folgt und welche Auswirkungen dies für die regionale Wertschöpfung und Arbeitsplätze in Duisburg nach sich zieht.



METHODIK

Um diese Auswirkungen zu ermitteln, ist ein Abgleich der Anzahl an Niedrigwassertagen aus der Vergangenheit mit den jeweils im selben Zeitraum transportierten Gütermengen per Binnenschiff durchgeführt worden. So zeigt sich ein statistischer Zusammenhang beider Größen, der anschließend mit den Pegeldaten verschiedener Klimawandelszenarien in die Zukunft fortgeschrieben werden kann. Die so ermittelten verringerten Transportmengen aus den Klimaszenarien verringern die regionale Wirtschaftsleistung und gehen in ein ökonomisches Modell ein, das die Beziehungen verschiedener Branchen in Duisburg sowie deren Ex- und Importe untereinander abbildet.

Durch Befragungen von Logistikunternehmen und Verladern ist in einem weiteren Schritt untersucht worden, welche veränderten Transportkosten durch Niedrigwasser entstehen. Dies ist z.B. der Fall, wenn dieselbe Ladungsmenge aufgrund des verringerten Tiefgangs auf mehrere Schiffe verteilt werden muss oder im Transport bestimmte Kleinwasserzuschläge (auch Niedrigwasserzuschläge genannt) anfallen. Diese Untersuchung erlaubt Aussagen darüber, wann ein Wechsel des Verkehrsträgers auf bspw. die Schiene oder den LKW ökonomisch günstiger ist. Somit können auch Aussagen über veränderte Verkehrsaufkommen in der Stadt durch das Niedrigwasser getätigt werden.

Kernaussagen und Hauptergebnisse

Auf Grundlage der Ergebnisse können die Auswirkungen eines moderaten und eines extremen Niedrigwasserjahres am Rhein unter den Vorzeichen eines weiterhin stark voranschreitenden Klimawandels unterschieden werden. In einem moderaten Niedrigwasserjahr sinkt die Wertschöpfung in der Stadt um nur ca. 0,04 % – in einem extremen Niedrigwasserjahr sinkt sie um 0,1 %. Dies entspricht in etwa 3 bzw. 9,7 Mio. €. Dabei sind in der Stadt nicht alle Branchen gleichermaßen betroffen. Der größte Anteil der Rückgänge (ca. 1,2 bzw. 4,4 Mio. €) betreffen die Metallerzeugung und -bearbeitung, die als Branche stark von den per Binnenschiff gelieferten Transporten abhängig ist. Relativ gesehen ist jedoch eine andere Branche noch stärker betroffen: In der Kokerei und Mineralölverarbeitung kann die Wertschöpfung um 0,5 % bis zu 1,7 % sinken. Diese Zahlen mögen im ersten Augenblick nicht sehr hoch erscheinen, aber sie wirken zusätzlich zu den ohnehin anstehenden Transformationsanstrengungen in den beiden Branchen und beschleunigen den Handlungsdruck weiter, wenn diese Industrien in Duisburg gehalten werden sollen. In der Stadt Duisburg können schlussendlich pro Jahr bis zu 40 Arbeitsplätze durch ein moderates, und bis zu 120 Arbeitsplätze durch ein extremes Niedrigwasser verlorengehen.

Der Blick auf die Veränderungen von Transportkosten durch die Niedrigwasserereignisse zeichnet darüber hinaus noch ein weiteres Bild: Die Binnenschifffahrt in Duisburg selbst ist durch ihre Lage flussabwärts am

Rhein sowie in der Nähe der Seehäfen Rotterdam und Antwerpen vergleichsweise weniger stark von den Folgen eines Niedrigwassers betroffen. Andere Regionen hingegen, die von Binnenschiffen beliefert werden sollen (bspw. flussaufwärts von Kaub, dem ‚Nadelöhr‘ am Mittelrhein) sind deutlich intensiver betroffen. Für Duisburg ist hingegen ein indirekter Effekt schwerwiegender: Es kann durch die Verlagerungsbewegungen vom Binnenschiff weg auf die Schiene bzw. den LKW in Duisburg zu einem erhöhten Verkehrsaufkommen kommen, da eine Vielzahl der Waren, z. B. Container entsprechend in Duisburg umgeschlagen werden müssen. Der Güterverkehr in und durch Duisburg kann so bei Niedrigwasser sogar zunehmen.

In einem moderaten Niedrigwasserfall beläuft sich dieser Verlagerungseffekt auf ca. 83.000 Tonnen, die im Jahr zusätzlich per LKW transportiert werden müssen. Unterstellt man eine Beladung eines LKW von 15 Tonnen, führt dies zu einem zusätzlichen Verkehrsaufkommen in der Stadt von ca. 5.500 LKW-Fahrten. Im extremen Niedrigwasserfall liegt der Verlagerungseffekt sogar neunmal so hoch: ca. 750.000 Tonnen müssten umgelagert werden, was ca. 50.000 jährlichen LKW-Fahrten entspräche.

Im Zuge der Analysen wurden die Auswirkungen der Modal-Split-Veränderungen auf mikroskaliger Ebene abgebildet. Dafür ist das Verkehrsmodell der Stadt Duisburg angepasst worden, indem die Anzahl der Lkw-Fahrten in die Stadt hinein und aus der Stadt heraus für die Zeit eines extremen Niedrigwasserereignisses erhöht wor-

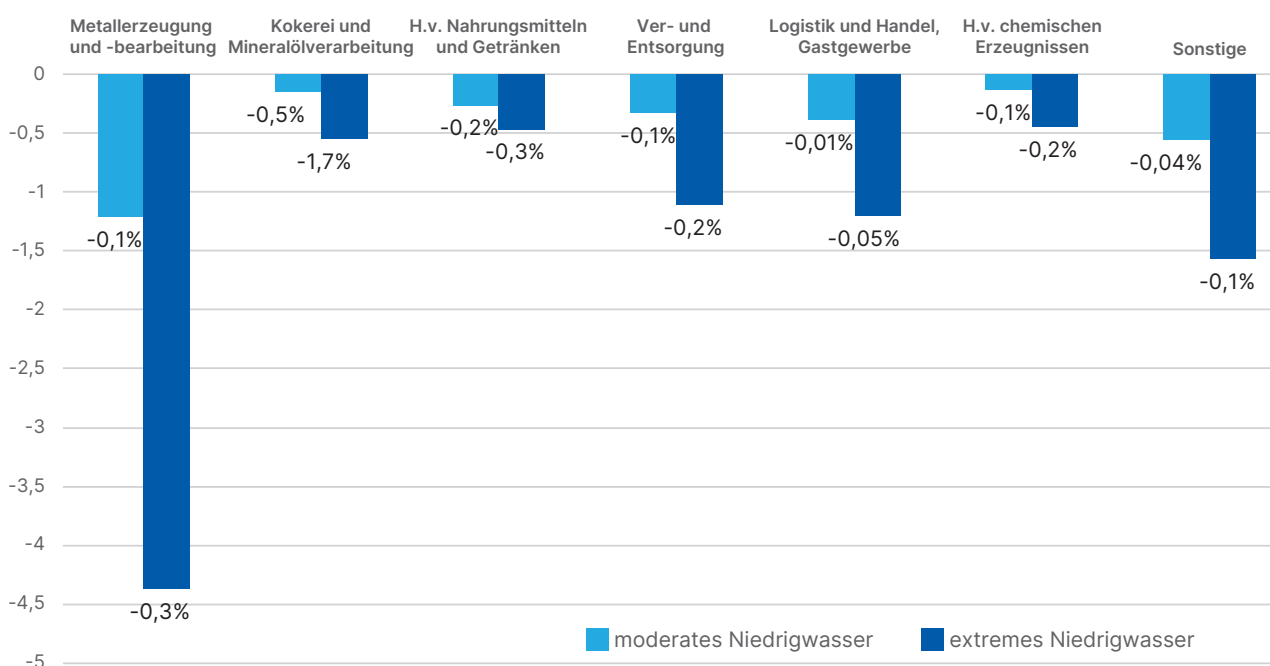


Abbildung 2: Potenzielle Auswirkungen von Niedrigwasser im starken Klimawandelszenario auf die regionale Wertschöpfung nach Branchen in Duisburg (in Mio. €).

den sind. Abb. 3 bildet die Anomalie im täglichen Lkw-Verkehrsaufkommen ab. Wie zu erkennen ist, zeigt sich die Stadt insgesamt relativ widerstandsfähig gegenüber dem erhöhten Lkw-Aufkommen. Die höchsten Verkehrsbelastungen treten auf Straßen in Richtung und in der Nähe des Hafens Duisport (Duisport) auf.

Impulse und Empfehlungen

Es zeigt sich, dass Duisburg im Vergleich mit anderen Regionen am Rhein derzeit gut aufgestellt ist, was die Auswirkungen von Niedrigwasser auf die Wirtschaft angeht. Die von uns verglichenen Regionen in Süddeutschland (bspw. Mannheim-Ludwigshafen) sind deutlich stärker betroffen.

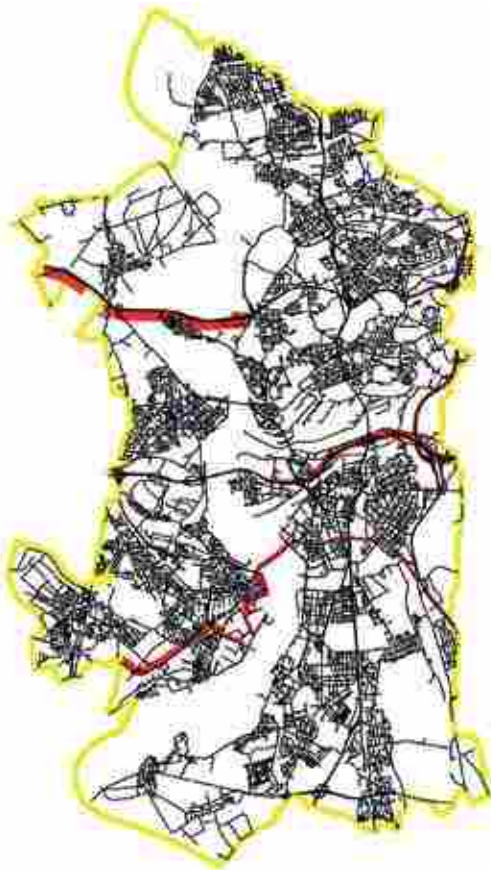
Da mögliche Kippeffekte aber nicht exakt abgebildet werden können und die Logistik ein hochkomplexer Prozess ist, ist vorausschauendes Handeln erforderlich: Ein Umbau der Binnenschiffs-Flotten hin zu niedrigwasserangepassten Schiffen (geringer Tiefgang) sowie die An-

passung von Produktionsprozessen (bspw. durch den Aufbau größerer Lagerbestände) hilft, den möglichen Auswirkungen des Niedrigwassers zu begegnen. Auch sind die zukünftig notwendigen zusätzlichen Verkehrsbelastungen durch LKW in der Stadt weitestgehend zu reduzieren, um Luftverschmutzung, Staus und Treibhausgas-Emissionen vorzubeugen.

Ein zusätzlicher Hebel, der die regionale Wirtschaft und Logistik gegenüber den Auswirkungen von Niedrigwasser stärkt, ist der weitere Ausbau multimodaler Logistikkapazitäten, um notwendige Verkehrsträgerwechsel zu erleichtern. So kann Duisburg als Stadt mit dem größten Binnenhafen Europas ggf. sogar von einer erhöhten Nachfrage nach Logistikdienstleistungen profitieren, wenn entsprechende Kapazitäten geschaffen werden. Wichtige Akteure sind hier Duisport, die Logistikunternehmen, Stadt Duisburg, Duisburg Business & Innovation und die Niederrheinische IHK.

Fazit und Ausblick

Niedrigwasser auf dem Rhein erfordert Kapazitäten und Flexibilität im trimodalen Güterumschlag von Schifffahrt, Schiene und Straße. Duisport kann einen bedeutenden Beitrag zu einer intelligenten Logistik leisten. Der Duisburger Hafen könnte seine Stellung als zentraler Knoten im bundesweiten System des Güterumschlags dann sogar weiter ausbauen. Für Niedrigwasserphasen mit dem Druck zur Verlagerung von Transporten auf Schiene und Straße sollten die mathematisch modellierten Verkehrsdaten systematisch genutzt werden, auch um einen Zuwachs der Verkehrsbelastung in den Quartieren gering zu halten.



Verkehrsaufkommen in Duisburg

 Stärker befahrene Straßen

Abbildung 3: Tägliche Verkehrsvolumen-Anomalie des Güterverkehrs in Duisburg infolge der Modalverschiebung bei Extremniedrigwasser.



*Starkregen und
Hochwasser*

**VORSORGE FÜR
MENSCH, GEBÄUDE,
INFRASTRUKTUR UND
VERKEHR**

Starkregen und mögliche Schäden im Stadtgebiet

Beschreibung der Herausforderungen

Unter Starkregenereignissen versteht man Niederschlagsereignisse mit hoher Intensität und von kurzer Dauer (Minuten bzw. wenige Stunden). Sie treten räumlich begrenzt als lokale Ereignisse auf. Aufgrund hoher Niederschlagsintensitäten nutzt das Wasser bei Starkregenereignissen Wege, Straßen und Geländeeinschnitte als oberirdische Abflusswege und lässt sogenannte Sturzfluten entstehen.

Damit sind sowohl erhebliche Gefahren für die Bevölkerung als auch beträchtliche Beschädigungen an Sachgütern verbunden. Solche (direkten oder indirekten) Beschädigungen von Bausubstanz und Einrichtungsgegenständen werden dadurch verursacht, dass das Wasser durch Öffnungen in die Gebäude eindringt.

Im Rahmen des Klimawandels wird erwartet, dass die extremen Wetterereignisse und somit auch die Starkregenereignisse zunehmen. Aufgrund bislang geringer Vorwarnzeiten und der kleinräumigen Ausdehnung von Starkregenereignissen wird die Umsetzung geeigneter Vorsorgemaßnahmen erschwert. Ein zentraler Faktor der Vorsorge ist das Risikobewusstsein der Bevölkerung, das unterschiedlich ausgeprägt, aber insgesamt noch nicht ausreichend ist. Viele lokale Starkregenereignisse haben jedoch in den letzten Jahren bewusst gemacht, dass es auch abseits von fließenden Gewässern zu Überflutungen kommen kann und die Gewalt des Wassers dann zu enormen Schäden führt. Am 13. August 2024 war Duisburg einem solchen Starkregenereignis ausgesetzt, das unter anderem den Verkehr auf der A59 lahmlegte und die U-Bahn im Innenstadtbereich flutete.



METHODIK

Für die Starkregensimulationen wurden öffentlich zugängliche Daten des Landes NRW sowie im Konsortium entwickelte Daten verwendet. Nach der vor-Ort-Kartierung wurde unter Berücksichtigung der Versiegelung, Bodenart, Landnutzung und Topografie die hydrologische Modellierung durchgeführt. Die Abflusswerte und Berechnungsganglinien werden unter anderem als Eingangsparameter für die hydraulische Modellierung verwendet. Diese Starkregensimulationen zeigen die Überflutungen und Fließwege im ganzen Stadtgebiet für sechs Szenarien zu Niederschlägen von

40 mm/h, 50 mm/h, 60 mm/h, 70 mm/h, 80 mm/h und 90 mm/h. Sie simulieren das Niederschlagsereignis in zwei Phasen: einer ersten Stunde mit Starkregen, gefolgt von einer zweistündigen Nachlaufphase. Zusätzlich wurden noch zwei weitere Thematiken untersucht:

- » Maßnahmenmodellierungen mit Integration von Mulden, Ableitungswegen in Freiflächen und Entsiegelung
- » Ermittlung der Schadenspotentiale für Starkregen mit Hilfe der Abschätzung der Kellerschäden

Bei der Abschätzung möglicher Schäden an Gebäuden und Infrastruktur wird die Vorgehensweise, die bezogen auf Flusshochwasser als Standard bereits existiert, für das Thema Starkregen übernommen und adaptiert. Die Grundlagen für die Berechnung, dies sind z. B. Gebäudevermögen, Gebäudeinhalte, aber auch PKW-Vermögen sind bereits erstellt und berechnet worden. Ebenfalls wurde die Anzahl von Personen, die betroffen sein könnten, ermittelt.

Kernaussagen und Hauptergebnisse

Als Ergebnisse wurden Starkregengefahrenkarten für das gesamte Stadtgebiet von Duisburg mit den genannten sechs Szenarien (Niederschläge von 40 mm/h, 50 mm/h, 60 mm/h, 70 mm/h, 80 mm/h und 90 mm/h) produziert. Die Szenarien und ihre Ergebnisdaten werden als Überflutungstiefen, Fließgeschwindigkeiten und Fließrichtungen ausgegeben und visualisiert (→ Abb. 4). Durch das flache Relief von Duisburg sammelt sich das Oberflächenwasser oft in Unterführungen, Mulden und Tiefpunkten, welche dann hohe Überflutungstiefen aufweisen. Hohe Fließgeschwindigkeiten sind im Stadtgebiet aufgrund des geringen Reliefs nur lokal auszumachen, sie beschränken sich in erster Linie auf einzelne Straßenzüge und U-Bahn Zugänge.

Die für eine Berechnung ebenso benötigten Schadenrelationen zwischen Wasserstand und Schadengrad sind dabei bestimmt worden. Eine Besonderheit bei Starkregen ist der große Einfluss der Kellergeschosse, die zum einen großen Anteil an den Schäden haben, aber zum anderen auch das Abflussgeschehen deutlich verändern, in dem sie bei Flutung auch als (ungeplante) Rückhalteräume wirken. Nachdem in exemplarischen Bereichen Duisburgs die Keller kartiert worden sind, konnten verschiedene Szenario-Berechnungen zu den Auswirkungen

durchgeführt werden. Die Modellrechnungen bestätigen den deutlichen Effekt der Untergeschosse und dienen als Grundlage für die Änderungen der Schadenfunktionen. Diese ermitteln die lokalen monetären Schäden bei den sechs verschiedenen Starkregenszenarien (von 40 mm/h bis 90 mm/h).

Impulse und Empfehlungen

Aus der Projektarbeit resultiert ein breites Repertoire an Handlungsvorschlägen für private und kommunale Grundstückseigentümerinnen und Eigentümer, mit denen sie in verschiedenen Bereichen Maßnahmen umsetzen können.

Nach dem Wasserhaushaltsgesetz sind die privaten Grundstückseigentümerinnen und Eigentümer (darunter auch gewerbliche Unternehmen) für die Eigenvorsorge der jeweiligen Objekte (selbst)verantwortlich. Sie haben in Duisburg nun eine im bundesweiten Vergleich sehr komfortable Möglichkeit, die Starkregengefahrenkarten einzusehen, in denen jeder Baublock abgebildet ist. Auf dieser Grundlage gibt es einige Maßnahmen an den Gebäuden, die von Personen mit Immobilieneigentum geprüft und umgesetzt werden können:

- » Wasser-Risiko-Check: Ersteinschätzung der Gefährdung durch einen Fragebogen. Zudem besteht hier ein qualifiziertes Beratungsangebot mit entsprechenden Fördermöglichkeiten durch die Wirtschaftsbetriebe Duisburg (WBD) bzw. durch deren [Regenagentur](#). Dem Check liegen in Duisburg Daten aus dem R2K+-Projekt zugrunde.

- » Objektschutzmaßnahmen vor eintretendem Wasser, wie wasserdichte Kellerfenster, Dammbalkensysteme, Klappschottsysteme.
- » Warnung und Evakuierung: Installation von Wassermeldern bei Wassereintrittsstellen, Evakuierung in höhere Geschosse, Installation von Warnapps auf Handys.
- » Teilnahme an Informationsveranstaltungen, die im Stadtteil z.B. gemeinsam von Stadt, Wirtschaftsbetrieben sowie Immobilienwirtschaft angeboten werden könnten.

Neben der Informationsvorsorge für die Bevölkerung und Wirtschaft hat die Stadt Duisburg weitere Möglichkeiten, Klimaanpassung als Vorsorge gegenüber Starkregen zu verankern. Die Stadt ist hier unter anderem im Rahmen der kommunalen Planungshoheit aktiv. Dies umfasst insbesondere:

- » Kommunale Flächenvorsorge im Zuge der Bauleitplanung
- » Gewässerunterhaltung inkl. Gewässerschau
- » Unterhaltung und Sanierung von Hochwasserschutzeinrichtungen



Abbildung 4: Ausschnitt aus dem EUS mit Darstellung der Starkregengefahrenkarte 80 mm. © geomer GmbH

Zum anderen betreiben die Stadt Duisburg und die Konzerntöchter wie z.B. die Stadtwerke und Wirtschaftsbetriebe kritische Infrastruktureinrichtungen wie KiTas, Schulen, Energieanlagen und Verwaltungsgebäude. Zudem tragen sie aufsichtsrechtlich Verantwortung für weitere Einrichtungen, z.B. Behinderten- oder Senioreneinrichtungen. Hier besteht die Möglichkeit im Sinne einer kommunalen Starkregenvorsorge durch gezielte Maßnahmen in Risikobereichen und an Risikoobjekten entsprechende Vorkehrungen zu treffen. Maßnahmen können hierbei baulicher, technischer oder organisatorischer Natur sein.

Im Rahmen des Projekts R2K-Klim+ haben Umweltamt, Wirtschaftsbetriebe und Projektpartner im März 2025 unter Beteiligung der Dienststellen und Töchter einen ersten Starkregen-Risikoworkshop durchgeführt, der den Aufbau eines entsprechenden Risikomanagements eingeleitet hat.

Resilienz städtischer Verkehrssysteme gegenüber Starkregenereignissen

Beschreibung der Herausforderungen

Starkregen übersteigt häufig die Kapazität von Entwässerungssystemen, was zu lokalen Überschwemmungen führt. Diese Überschwemmungen können die Straßeninfrastruktur beschädigen, den Verkehrsfluss stören und gefährliche Fahrbedingungen schaffen: reduzierte Sichtverhältnisse, rutschige Straßenoberflächen und ein erhöhtes Risiko von Aquaplaning sind die Folgen. Das Verständnis der Risiken ist für die Bürgerschaft wichtig, damit sie ihr Verhalten an die Risiken von Starkregen anpassen kann.

Duisburg ist besonders anfällig für Überschwemmungen bei intensivem Regen. Die hohe Dichte an Verkehrsinfrastruktur in einigen Stadtteilen verstärkt die Auswirkungen von Starkregen auf die Mobilität und Erreichbarkeit in der Stadt. Duisburg spielt wie bereits im Abschnitt zum Niedrigwasser detailliert beschrieben eine entscheidende Rolle als logistischer Knotenpunkt in Europa. Die Stadt beherbergt den größten Binnenhafen Europas und verfügt über ein umfangreiches Straßennetz, einschließlich wichtiger Autobahnen wie der A3, A40, A42, A57 und A59, die für den Frachtverkehr in und aus der Region von maßgeblicher Bedeutung sind. Starkregen kann zu Verkehrsbehinderungen, Straßensperrungen oder Umleitungen führen. Diese Unterbrechungen ver-

Fazit und Ausblick

Mit den Starkregengefahrenkarten verfügt Duisburg über eine qualitativ herausragende Grundlage für das städtische Starkregenmanagement. Private und öffentliche Grundstückseigentümerinnen und Eigentümer können die Gefährdungen in den Karten baublockscharf identifizieren und Maßnahmen prüfen bzw. einleiten. Hierfür bieten die Wirtschaftsbetriebe Duisburg (WBD) einen Wasser-Risiko-Check, der eine erste Gefährdungseinschätzung mit möglichen Schutzmaßnahmen auf Objektebene darstellt.

Im nächsten Schritt sollten die Starkregengefahrenkarten um eine Schadensbetrachtung ergänzt werden. Dies ist für eine Stadt in der Größe Duisburgs aufwändig. Aus der Schadensbetrachtung und -analyse kann im nächsten Schritt das Maßnahmenpotential bestimmt bzw. ausgewertet werden. Aufgrund der Vielzahl von Überflutungsbereichen ist die Schadensbetrachtung ein zentrales Instrument der Priorisierung von Maßnahmen.

zögern nicht nur den Fahrzeugverkehr, sondern erhöhen auch den Kraftstoffverbrauch und die Betriebskosten sowohl für den Personen- als auch den Güterverkehr.

Im Projekt R2K-Klim+ sind die Veränderungen in der Leistungsfähigkeit des Straßennetzes unter Starkregenszenarien quantifiziert worden, wobei der Fokus auf der Überschwemmungsresilienz von Straßen- und Verkehrssystemen liegt. Für die Verkehrsplanerinnen und -planer ergeben sich aus den Berechnungen des Projekts wichtige Planungshilfen.



METHODIK

Die Übersicht über die Methodik ist in Abb. 5 dargestellt. Das Verkehrsmodell für die Stadt Duisburg, entwickelt im Jahr 2023 mit der Visum-Software der PTV Planung Transport Verkehr AG¹, bildet die methodische Grundlage. Das Modell integriert sowohl den Personen- als auch den Güterverkehr und bietet eine umfassende Darstellung des städtischen Verkehrssystems. Ergänzend dazu sind die Starkregen-Niederschlagssimulationen für Duisburg² (→ S.19) einbezogen worden. Von den sechs Niederschlagsszenarien

¹ <https://www.ptvgroup.com/de>

² <https://www.geomer.de/software/floodarea.html>

sind zwei für den Verkehrsbereich konkret analysiert worden: eines mit einer Regenintensität von 40 mm/h und ein weiteres mit 90 mm/h.

Indem das Straßennetz mit stündlichen Überschwemmungskarten in einem Geoinformationssystem (GIS) überlagert wurde, können überflutungsgefährdete Straßen identifiziert werden. Da die Wassertiefe auf der Straßenoberfläche variiert, kann sie den Verkehrsfluss unterschiedlich beeinflussen. Um dies zu berücksichtigen, wurden die Tempolimits im Verkehrssimulator basierend auf den unterschiedlichen Wasserständen während starker Regenereignisse angepasst. Nach der Durchführung der Verkehrssimulationen wurden Änderungen der durchschnittlichen Fahrzeuggeschwindigkeit und der gesamten Reisezeit berechnet und sowohl unter normalen Bedingungen als auch bei starkem Regen verglichen.

Kernaussagen und Hauptergebnisse

Das Risiko von Straßenüberflutungen nimmt mit zunehmender Niederschlagsintensität deutlich zu. Nach einem Starkregenereignis mit einer Intensität von 40 mm/h könnten etwa 6 % der Straßen mit mehr als 25 cm Wasser überflutet werden. Bei extremeren Ereignissen, wie etwa 90 mm/h, steigt dieser Anteil auf 18 %. Überflutungen in dieser Größenordnung können den Straßenverkehr blockieren und die Reisezeiten erheblich verlängern. Abweichungen im Verkehrsaufkommen, die aus dem Vergleich einer Stunde mit 40 mm/h und 90 mm/h Niederschlag und der normalen Situation resultieren, sind in Abb. 6 dargestellt. Aufgrund der reduzierten Geschwindigkeitsbegrenzungen in Übereinstimmung mit dem Wasserstand und der Unzugänglichkeit von über 25 cm überfluteten Straßen ändern sich die Verkehrsströme im städtischen Bereich. Die größten Auswirkungen zeigen sich auf den Autobahnen, insbesondere bei der Sperrung der A3 und A59, wodurch diese u. a. auch in Navigationssystemen seltener für Routenempfehlungen genutzt werden. In diesem Fall wird der Verkehr auf die Außenbereiche der Stadt umgeleitet, was zu negativen Auswirkungen auf die Erreichbarkeit und Reisezeiten führt.

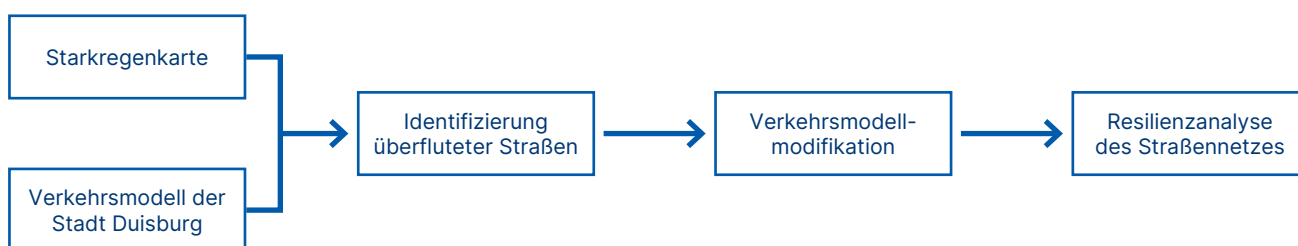


Abbildung 5: Workflow-Analyse zur Modellierung des Verkehrsaufkommens bei Starkregen.

Wie Starkregen die Fahrgeschwindigkeit und Reisezeit im Straßenverkehr beeinflusst, zeigt Abb. 7. Nach einer Stunde Regen mit 40 mm/h bzw. 90 mm/h, gefolgt von zwei Stunden ohne Niederschlag, sinkt die durchschnittliche Fahrzeuggeschwindigkeit deutlich – um 35 % bei 40 mm/h und um 85 % bei 90 mm/h im Vergleich zu normalen Bedingungen. Durch die geringere Geschwindigkeit verlängern sich die Fahrzeiten erheblich. Unter normalen Bedingungen dauert eine durchschnittliche Fahrt etwa 11 Minuten. Nach starkem Regen steigt die Fahrzeit auf 20 Minuten bei 40 mm/h und auf bis zu 135 Minuten bei 90 mm/h – das entspricht mehr als dem Zehnfachen der normalen Reisezeit.

Impulse und Empfehlungen

Die Robustheit des Duisburger Verkehrssystems gegenüber Störungen ist durch 90 mm/h Starkregen auf etwa 5 % des normalen Betriebszustands reduziert und erholt sich innerhalb von drei Stunden nur mäßig. Die außerordentlich lange Erholungszeit verdeutlicht die Vulnerabilität kritischer Infrastrukturen, insbesondere der Autobahnen, die Duisburg durchqueren. Es empfiehlt sich, die städtische Infrastruktur und die Entwässerungssysteme, insbesondere in hochwassergefährdeten Bereichen, erheblich zu verbessern, um die Auswirkungen von extremem Starkregen abzuschwächen.

Um die Resilienz des Verkehrssystems weiter zu stärken, sollten mehrere Abschwächungsstrategien in Betracht gezogen werden. Dazu gehören

- » die Implementierung dynamischer Geschwindigkeitsreduzierungen auf Basis der Echtzeitüberwachung des Wasserstands,
- » die strategische Sperrung von Straßen und Knotenpunkten, die anfällig für Überschwemmungen sind,
- » die Anpassung der Reisezeiten, um Spitzenstaus bei schlechten Wetterbedingungen zu vermeiden,
- » die Optimierung der Routenwahl durch die Bereitstellung alternativer Umleitungen und die Anpassung der Reiseplanung sowie
- » die Förderung der Nutzung resilienterer Verkehrsmittel (z. B. öffentlicher Verkehr).

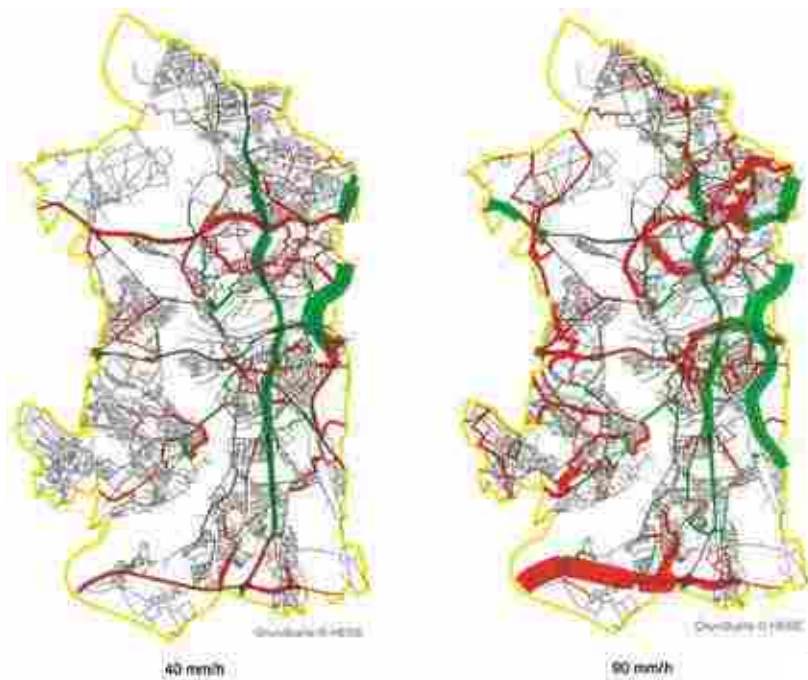


Abbildung 6: Abweichungen im Verkehrsaufkommen, die durch eine Stunde mit 40 mm/h und 90 mm/h Starkregen verursacht wurden.

Verkehrsaufkommen in Duisburg

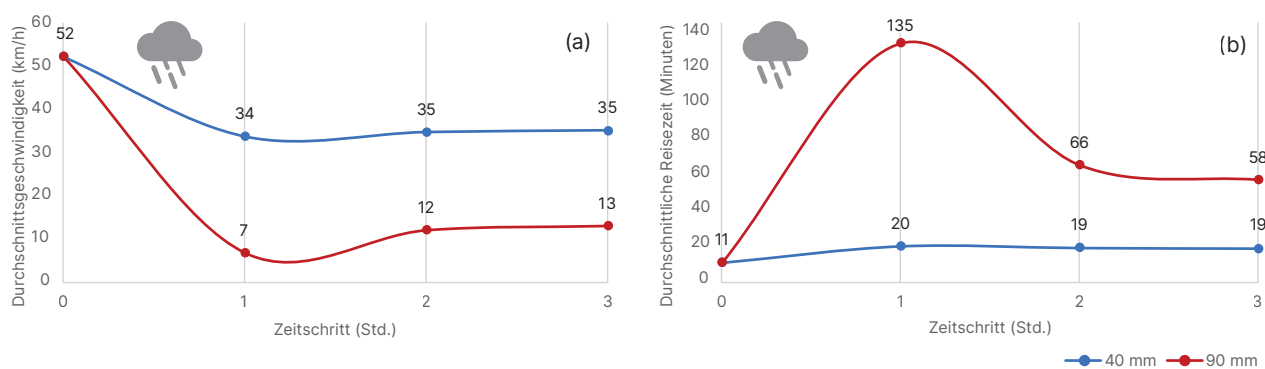
- Weniger befahrene Straßen
- Stärker befahrene Straßen

© Institut für Mobilitäts- und Stadtplanung (imobis) | UDE

Fazit und Ausblick

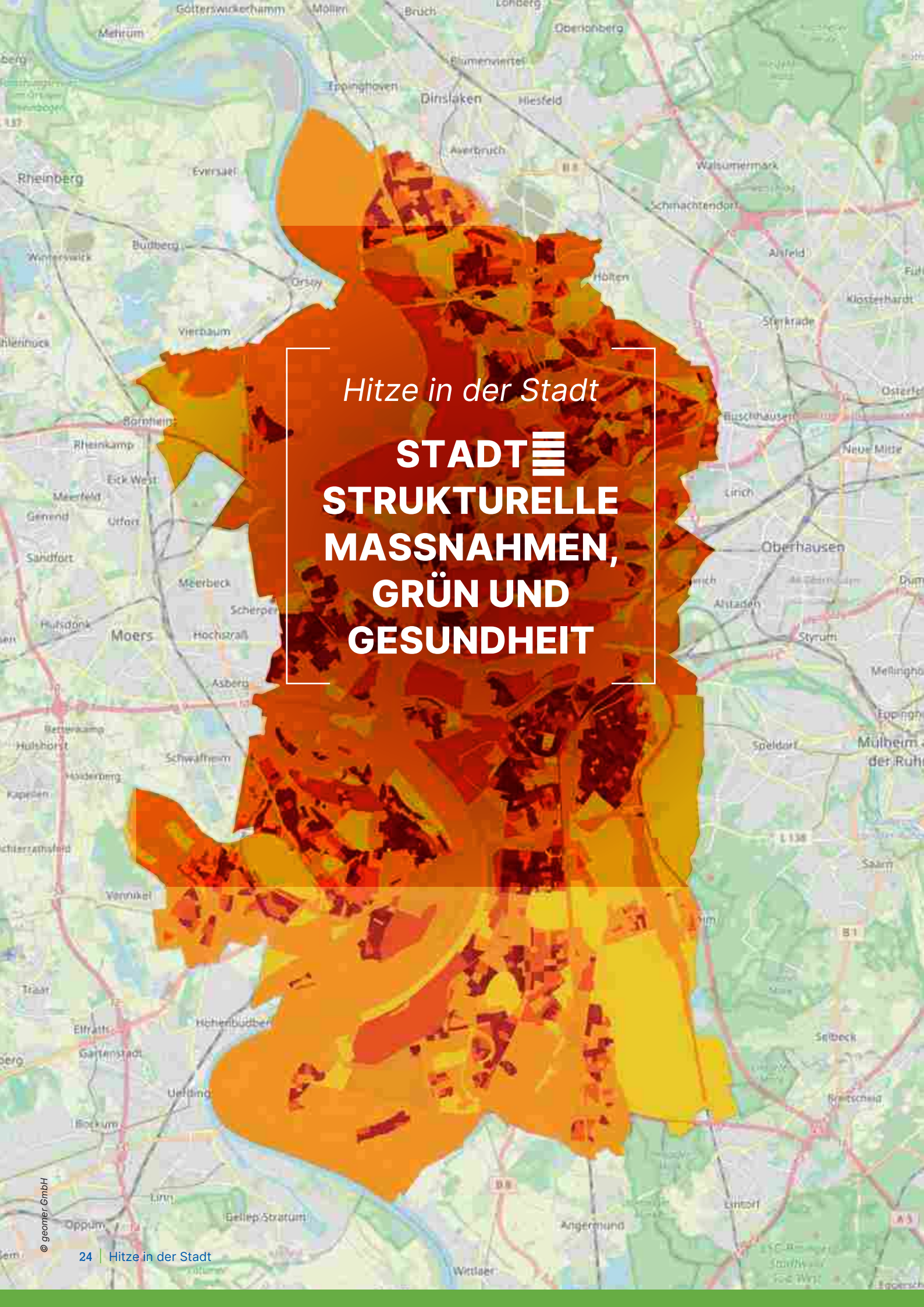
Die Stadt Duisburg ist in ihrer Verkehrsinfrastruktur besonders anfällig durch Starkregen. Diese Vulnerabilität hat erhebliche Auswirkungen auf den Personen- und Güterverkehr und führt zu schwerwiegenden Folgen für die gesamte Mobilität innerhalb der Stadt. Starkregen erhöht das Unfallrisiko infolge verminderter Sicht und rutschiger Straßenoberflächen, was den Verkehrsfluss zusätzlich erschwert. Weitere Folgen sind Umleitungen, verlängerte Wegezeiten, steigende Verkehrsdichte, höherer Kraftstoffverbrauch und erhöhte CO₂-Emissionen. Hier können Maßnahmen ergriffen werden, um die Resilienz des Verkehrssystems zu erhöhen. Die schnelle Wiederherstellbarkeit kritischer Straßen und Kreuzungen nach extremen Wetterereignissen sollte dabei das prioritäre Ziel sein.

Zur Unterstützung dieser Maßnahmen können Entscheidungsunterstützungssysteme einen wichtigen Teil beitragen. Diese Systeme integrieren Daten zu Wetter, Verkehr und Infrastruktur, um präzisere Vorhersagen, gezielte Risikobewertungen und angepasste Reaktionsstrategien zu ermöglichen. Die Simulationen können gefährdete Bereiche im Vorfeld eines Ereignisses identifizieren, optimale Ausweichrouten empfehlen und Wiederherstellungsmaßnahmen nach Ausmaß und Dringlichkeit priorisieren. Dies schafft Entlastung auf den Straßen von Duisburg und Zeitvorteile für die Verkehre der Unternehmen wie der Bürgerschaft und dem Rettungsdienst.



© Institut für Mobilitäts- und Stadtplanung (imobis) | UDE

Abbildung 7: Bewertung der Verkehrsresilienz: (a) durchschnittliche Geschwindigkeit und (b) durchschnittliche Reisezeit bei Starkregenereignissen von 40 und 90 mm/h.



Hitze in der Stadt

**STADT
STRUKTURELLE
MASSNAHMEN,
GRÜN UND
GESUNDHEIT**

Hitze in der Stadt Duisburg

Duisburg ist aufgrund seiner flachen Topografie in der Niederrheinischen Bucht besonders anfällig für hohe Temperaturen. So wurde der bis 2026 geltende deutsche Hitzerekord von 41,2 Grad im Stadtteil Duisburg Baerl gemessen.

Die Hitzebelastung in Städten nimmt aufgrund des Klimawandels generell deutlich zu. Hitze und Hitzewellen wirken sich zunehmend negativ auf die Gesundheit und das Wohlbefinden der Bewohnerinnen und Bewohner aus. Allein im Hitzesommer 2003 starben in Europa ca. 70.000 Menschen in Folge enormer Hitzebelastung. Auch in den letzten Jahren kam es in Deutschland zu mehreren tausend hitzebedingten Todesfällen. Neben einer erhöhten Sterblichkeit können Hitzewellen bereits bestehende Vorerkrankungen verstärken und neue gesundheitliche Beschwerden auslösen. Als besonders vulnerable Bevölkerungsgruppen gelten ältere Menschen ab 65 Jahre, Schwangere, Kleinkinder, Menschen mit Vorerkrankungen wie Herz-Kreislauf-Erkrankungen oder Atemwegsproblemen. Auch Personen, die beruflich viel Zeit im Freien verbringen, sind gefährdet. Eine weitere gefährdete Gruppe sind obdachlose Menschen.

In dicht bebauten Stadtteilen verstärkt sich der Effekt der urbanen Hitzeinsel, die Temperaturen an heißen Sommertagen können um bis zu 10 Grad höher liegen als im Umland. Zusätzlich weisen stark versiegelte Industriegebiete wie in der Stahl- und Logistikbranche Duisburgs besonders hohe Temperaturen auf.

Im Projekt R2K-Klim+ wird die Hitzebelastung in Duisburg in zweierlei Hinsicht (mit Blick auf die Stadtstrukturen und auf den Menschen) untersucht. Beides hängt eng zusammen:

- 1.) Welche Stadtstrukturen sind besonders belastet und wie (wo) kann durch mehr Grün Entlastung geschaffen werden?
- 2.) Wie empfindet die Bevölkerung in Duisburg Hitze, wie geht sie damit um und wie lässt sich die gesundheitliche Vulnerabilität mindern?

Stadtstrukturen und Hitzebelastung

Beschreibung der Herausforderungen

Die bebauten bzw. versiegelten Flächen in städtischen Gebieten verstärken vor allem aufgrund ihrer Eigenschaft, Wärme speichern und abstrahlen zu können, erheblich die Wirkungen von Hitze. Durch diesen Hitze-Insel-Effekt heizen sich Städte viel stärker auf als das ländliche Umfeld. Hitzebelastungen werden in Stadtstrukturen mit hohen Versiegelungsgraden, fehlenden Schattenflächen sowie geringen Grünanteilen gefördert. Eine bewusste und fokussierte Gestaltung von Stadtstrukturen kann zu einer Minderung der Hitzebelastung und höheren Resilienz gegenüber Hitzewirkungen führen.

Ziel des Projekts in diesem Handlungsfeld ist die Entwicklung eines allgemein anwendbaren und weitestgehend automatisierten Verfahrens, mit dessen Hilfe klimatisch ungünstige wie auch günstige Stadtstrukturen auf kleinräumiger städtischer Ebene identifiziert werden können. Durch die Ausweitung der Betrachtung auf die betroffenen Bevölkerungsgruppen in der stadtstrukturellen Analyse (sog. Vulnerabilitätsanalyse) kann eine Priorisierung von Flächen erfolgen, für die Maßnahmen zur Anpassung an die Hitze vorgeschlagen werden. Die-

ses Verfahren wird in Duisburg gesamtstädtisch umgesetzt, fördert einen effektiven Ressourceneinsatz und ist verbunden mit einer hohen Nutzenerwartung für die Duisburger Bevölkerung.



METHODIK

Mittels fernerkundlicher Methodik ist die grüne Infrastruktur städtischer Flächennutzungstypen (= Stadtstrukturtypen) wie beispielsweise Straßen, Parkplätze, verschiedene Wohnbaugebiete, Sportanlagen, Kinderspielflächen etc. in Duisburg lokal analysiert worden, um thermisch belastete Räume hochaufgelöst zu identifizieren. Die Defizitanalyse basiert im Wesentlichen auf den fernerkundlich ermittelten Kenngrößen Grünanteil, Grün- und Bauvolumen sowie Versiegelungs- und Beschattungsgrad. Über deren Verhältnis sind mit einer fünfstufigen Skala thermische Gunst- und Ungunsträume in der gesamten Fläche der Stadt ermittelt worden.

Die Analysen der Kenngrößen haben ihre Basis in der Verwendung unterschiedlicher GIS-Daten sowie einer fernerkundlichen Analyse von RGBI-Luftbildern (Rot-Grün-Blau-Infrarot-Luftbilder). Dieses Vorgehen hat die Generierung sehr kleinräumiger Informationen über die blau-grünen Infrastrukturen im Stadtgebiet ermöglicht.

Mittels der Verschneidung der Gunst- und Ungunsträume mit sozialräumlichen Daten werden die Flächen identifiziert, in denen in Duisburg die höchste Betroffenheit der Bewohnerinnen und Bewohner gegenüber Hitze vorliegt.

Kernaussagen und Hauptergebnisse

Für Duisburg hat die Analyse der blau-grünen Infrastruktur ergeben, dass aufgrund des hohen Versiegelungsgrades bei gleichzeitigem Mangel an Grünflächen vor allem die großflächigen Gewerbe- und Industriegebiete entlang des Rheins bzw. entlang der Ruhr klimatisch sehr ungünstige Stadtstrukturen aufweisen. Weitere klimatisch sehr ungünstige, großflächige Gewerbeansiedlungen weisen zudem der Stadtbezirk Hamborn und der Stadtbezirk Rheinhausen auf.

Neben den großflächigen Gewerbe- und Industriegebieten sind ebenfalls die Block- bzw. Blockrandbebauungen, die als Mischgebiet ausgewiesen sind, als sehr ungünstig zu qualifizieren. In diesen Stadtstrukturen werden die Hinterhöfe vielfach kleingewerblich genutzt, was zu stark versiegelten und verdichteten Nutzungsstrukturen führt. Dieser Nutzungstyp findet sich häufig



Abb. 8: Klimatische Raumbewertung der Stadtstrukturen von Duisburg mittels fernerkundlicher Methodik.



Abb. 9: Klimatische Raumbewertung der Stadtstrukturen von Duisburg unter Berücksichtigung sozialräumlicher Daten (Vulnerabilitätsanalyse).

im Stadtbezirk Mitte, aber auch in den Stadtteilen anderer Bezirke, beispielsweise im Stadtteil Marxloh.

Die als Wohngebiet ausgewiesenen Block- bzw. Blockrandbebauungen, Zeilenhausbebauungen sowie die Reihen- und Einfamilienhaussiedlungen Duisburgs sind geringer verdichtet und beinhalten mehr Grünstrukturen. Je nach Anteil der Grünstrukturen wurden diese als ungünstig bis mittelgünstig eingestuft.

Als mittelgünstige Strukturen werden die offenen Grünstrukturen wie beispielsweise Acker- und Grünlandflächen bewertet, da diese einerseits tagsüber eine Hitzebelastung aufweisen, jedoch andererseits zur nächtlichen Abkühlung beitragen. Günstige bzw. sehr günstige Nutzungstypen sind vor allem Wälder sowie Parkanlagen und Friedhöfe mit einem höheren Baumanteil (→ Abb. 8), die überwiegend am Rand der Bebauung liegen, jedoch vereinzelt auch innerhalb des besiedelten Bereichs.

Impulse und Empfehlungen

Um die Entwicklung der grünen Infrastruktur in Städten zeit- und kosteneffizient zu gestalten, ist eine Priorisierung von Maßnahmen in solchen Stadtstrukturtypen notwendig, deren Grünstruktur mangelhaft ist (Ungunsträume). Ein wesentliches Kriterium hierbei ist die Berücksichtigung der Betroffenheit der Bevölkerung, die mittels der Verschneidung der Ungunsträume mit sozialräumlichen Daten wie Bevölkerungsdichte, Anteil der Einwohner über 65 Jahre sowie sensitive Einrichtungen (Kitas, Seniorenheime) erfolgt. Entsprechend dieser Vulnerabilitätsanalyse können Baublöcke herausgefiltert werden, in denen Maßnahmen prioritär umgesetzt werden sollten.

Die Maßnahmen zur Reduzierung der Hitzebelastung von Stadtstrukturen erfolgen durch die Förderung einer **passiven und aktiven Verschattung** von Flächen (**u.a. Pflanzung** von Bäumen).

zung von Bäumen). Neben dieser zentralen Maßnahme ist zudem von Wichtigkeit, **helle Oberflächen** zu schaffen sowie den **Grünanteil von Flächen (u.a. Dach- und Fassadenbegrünung)** zu erhöhen, um die tagsüber stattfindende Aufheizung und Speicherung von Hitze auf versiegelten Oberflächen durch Entsiegelung zu vermindern.

Da innerhalb der großflächigen Gewerbe- und Industriegebiete keine Menschen wohnen, ist trotz der sehr ungünstigen Stadtstruktur die Betroffenheit gering. Baublöcke mit einer hohen Vulnerabilität liegen im Stadtbezirk Mitte, aber auch in den Stadtteilen Hamborn und Meiderich/Beeck sowie Marxloh vor (→ Abb. 9).

Für die identifizierten Baublöcke mit der höchsten Betroffenheit sind primär Maßnahmen zur Minimierung der Hitzebelastung notwendig. Entsprechend der kleinräumigen Stadtstrukturen innerhalb der Baublöcke bieten sich unterschiedliche Anpassungen an. Hier kann nun für jeden Baublock überprüft werden, inwieweit Klimaanpassungsmaßnahmen im Baublock wie Erhöhung der Verschattung und des Grünanteils umsetzbar sind.

Fazit und Ausblick

Hitzebelastungen können in verdichteten urbanen Räumen wie Duisburg nicht verhindert, sondern letztendlich nur minimiert werden. Klimaanpassungsmaßnahmen sind vor allem in besiedelten Bereichen erforderlich, da die Anzahl der Hitzetage und der tropischen Nächte im Rahmen des Klimawandels zunehmen werden und das Wohlbefinden der Bewohnerinnen und Bewohner negativ beeinflusst. Im nächsten Schritt des Projektes wird analysiert, wie die Maßnahmen zur Erhöhung des Grünanteils (u.a. Pflanzung von Bäumen, Dachbegrünung) und damit zur Minimierung der Hitzebelastung in den einzelnen vulnerablen Baublöcken in einem Gesamtkonzept für die Stadt optimal umgesetzt werden können.

Hitze und Gesundheit

Beschreibung der Herausforderungen

Hitze in Duisburg: Um ein detailliertes Bild der thermisch bedingten gesundheitlichen Belastungen in Duisburg zu gewinnen, ist die Duisburger Bevölkerung repräsentativ befragt worden.

Hitze und Hitzewellen stellen eine Gefahr für die Gesundheit dar. In Kombination mit dem demografischen Wandel und der wachsenden Zahl pflegebedürftiger älterer Menschen entsteht eine zusätzliche Herausforderung. In den kommenden Jahren und Jahrzehnten wird

der Temperaturanstieg zu einer Zunahme der Häufigkeit und Intensität von extremen Hitzeperioden führen. Mit steigenden Temperaturen nehmen auch die gesundheitlichen Risiken zu, was umfassende Hitzeschutzmaßnahmen erforderlich macht. Wie zuvor erläutert gilt es zum einen grüne Infrastrukturen im urbanen Raum systematisch auszuweiten. Zum anderen sollte die Bevölkerung dabei unterstützt werden, ihre Resilienz zu erhöhen. Wie die Resilienz durch Handlungskompetenz der Bevölkerung beeinflusst und gefördert werden kann, ist Thema dieses Handlungsfelds.



METHODIK

Mit dem Design der Bevölkerungsbefragung sollten Erkenntnisse zu den gesundheitlichen Vulnerabilitäten, zu den Anpassungskapazitäten (genutzte und ungenutzte Anpassungsmöglichkeiten), zu den Erwartungen an Unterstützungsleistungen sowie zur Bereitschaft der Duisburger Bevölkerung gewonnen werden, eigeninitiativ zu werden. Die telefonische Haushaltsbefragung wurde in Zusammenarbeit mit dem Markt- und Meinungsforschungsinstitut forsa durchgeführt. Insgesamt wurden 1.003 zufällig ausgewählte Duisburger*innen im Durchschnitt 20 Minuten umfassend zum Thema Hitze und Gesundheit befragt.

Kernaussagen und Hauptergebnisse

Die Ergebnisse der Haushaltsbefragung geben aufschlussreiche Einblicke in die wahrgenommene thermische Belastung, gesundheitliche Beschwerden, den Einsatz von Klimaanpassungsmaßnahmen im Wohnbereich, die Erwartungen an öffentliches und die Bereitschaft zu privatem Handeln.

Hitze und Hitzewellen wirken sich stark auf das gesundheitliche Wohlbefinden der Bevölkerung aus. Mehr als die Hälfte der Duisburger*innen leidet bei hohen Temperaturen häufig oder gelegentlich unter vier zentralen Beschwerden: Schlafproblemen, Erschöpfung, Konzentrationsstörungen und Kreislaufproblemen (→ Abb. 10). Besonders durch Hitze gefährdet sind Bewohner*innen Duisburgs mit einer oder mehreren Vorerkrankungen (ca. 50 Prozent der Duisburger*innen haben mindestens eine Vorerkrankung). Insbesondere Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Atemwegserkrankungen und Stoffwechselstörungen erhöhen das gesundheitliche Risiko bei Hitzebelastung.

In ihrem Alltag empfinden die Duisburgerinnen und Duisburger den öffentlichen Nahverkehr und die Innenstadt als Hotspots thermischer Belastung (→ Abb. 11). Letzteres spiegelt sich in der Hitzebelastung der Duisburger Stadtbezirke wieder, die mit der Befragung aufgezeigt worden ist. Duisburg-Mitte ist am stärksten betroffen, während es zwischen den anderen Stadtbezirken eher graduelle Unterschiede gibt. Bei Verschiebung der Betrachtungsperspektive vom öffentlichen Raum auf die eigenen vier Wände (den privaten Raum) müssen die Bewohnerinnen und Bewohner von Mehrfamilienhäusern und hier in den obersten zwei Etagen als besonders gefährdet gelten. Unter den befragten Haushalten geben die Wohnungsinhaber, die in der Etage unter dem Dach eines Mehrfamilienhauses leben, die höchste Hitzebelastung an.

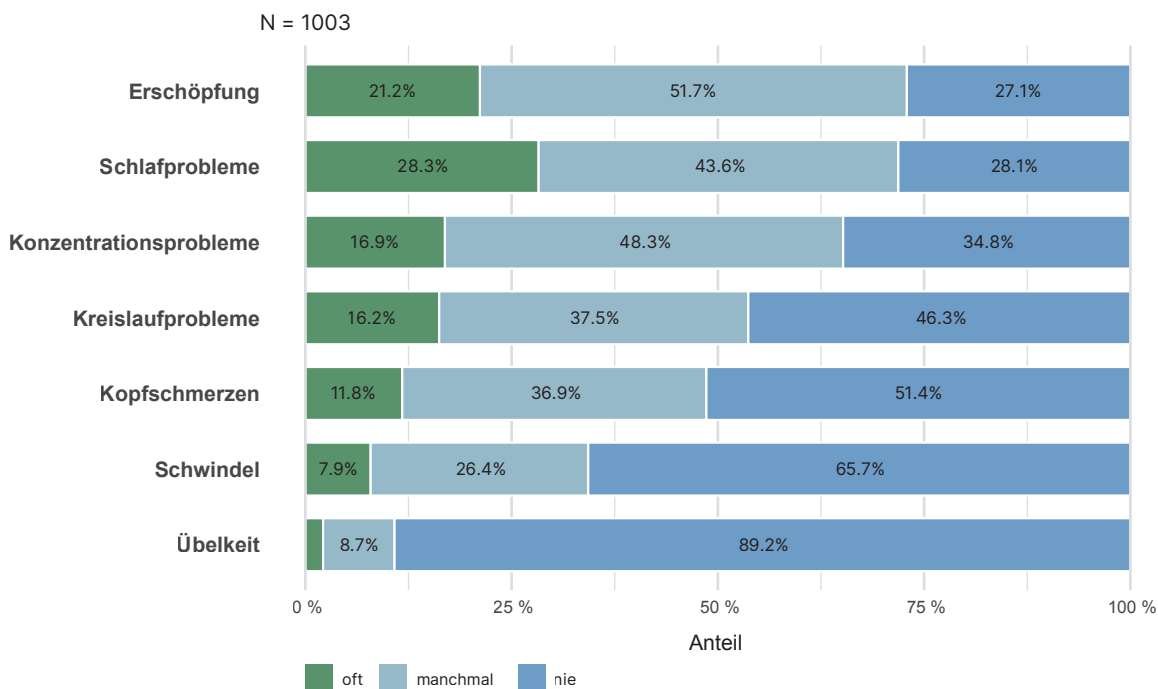


Abb. 10: Gesundheitliche Beschwerden bei Hitze und Hitzewellen. © RISP

Einfache Maßnahmen des Hitzeschutzes (dies sind z.B. erhöhte Flüssigkeitszufuhr, gezieltes Lüften, Nutzung von Ventilatoren) werden bereits von einer deutlichen Mehrheit der Duisburger*innen angewendet. Solche Maßnahmen hingegen, die einhergehen mit hohen finanziellen Kosten (z.B. Anschaffung einer Klimaanlage) oder einer Veränderung des Lebensumfelds (z.B. Umzug in eine Wohnung mit besserer Kühlwirkung), werden bislang eher gemieden. Eigentümer:innen und Vermieter:innen haben hier zukünftig eine Schlüsselrolle. Sie verfügen insbesondere beim Neubau, aber auch bei der Instandhaltung auf ein im Vergleich zur Vergangenheit deutlich gewachsenes Spektrum an baulichen Gestaltungsoptionen, um die Wohnverhältnisse gegen Hitze besser zu schützen.

Die gesundheitlichen Hitzebelastungen tragen in Duisburg zur Verstärkung der sozialen Ungleichheit bei, da in hochverdichteten und besonders belasteten Quartieren häufig Menschen mit geringerem Haushaltseinkommen wohnen. Geringe Haushaltseinkommen, der Bezug von Transferleistungen (SGB II und Wohngeld) und das Wohnen in thermischen Ungunsträumen stehen in einem engen Zusammenhang. Auch im Alter reduzieren sich die finanziellen Möglichkeiten, um der Hitzebelastung begegnen zu können.

Wichtige Ratgeberinnen und Ratgeber für die Bevölkerung sind die Mitarbeitenden im Gesundheits- und Pflegesystem. Die bisherige Informationsarbeit der Stadtverwaltung zum Thema Hitzeschutz wird von Teilen der Bürgerschaft kritisch gesehen. Nur 18 Prozent geben an, bei städtischen Dienststellen hilfreiche Informationen zu erhalten (→ Abb. 12). Gleichzeitig sehen viele Duisburgerinnen und Duisburger die Dienststellen in der Verantwortung, umfassend über Hitzeschutzmaßnahmen und das richtige Verhalten bei extremer Hitze zu informieren (→ Abb. 12). Ein relevanter Teil der Duisburger Stadtgesellschaft erklärt sich grundsätzlich bereit, sich selbst aktiv als Freiwillige an einem sogenannten Buddy-System (ehrenamtliche Betreuung von vulnerablen und damit oft von alleinlebenden Menschen mit Besuchen und Telefonaten) zu beteiligen.

Impulse und Empfehlungen

Duisburg ist im Rahmen der kommunalen Daseinsvorsorge gefordert, sich diesen Herausforderungen zu stellen. Zum ersten gilt es Vorkehrungen zu treffen, damit die Stadt gegenüber den nächsten Hitzeperioden gefeit ist. In diesem Zusammenhang erarbeitet eine Arbeitsgruppe der Stadtverwaltung aktuell einen dynamischen Hitzeaktionsplan.

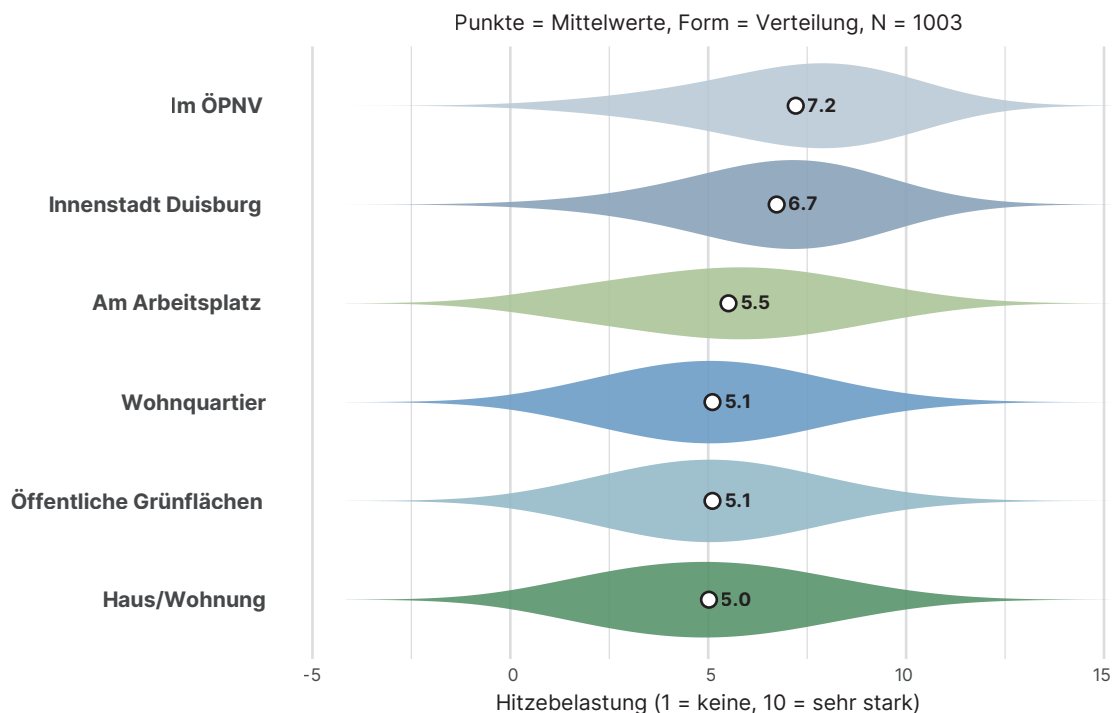


Abb. 11: Verteilung der empfundenen Hitzebelastung (1–10). © RISP

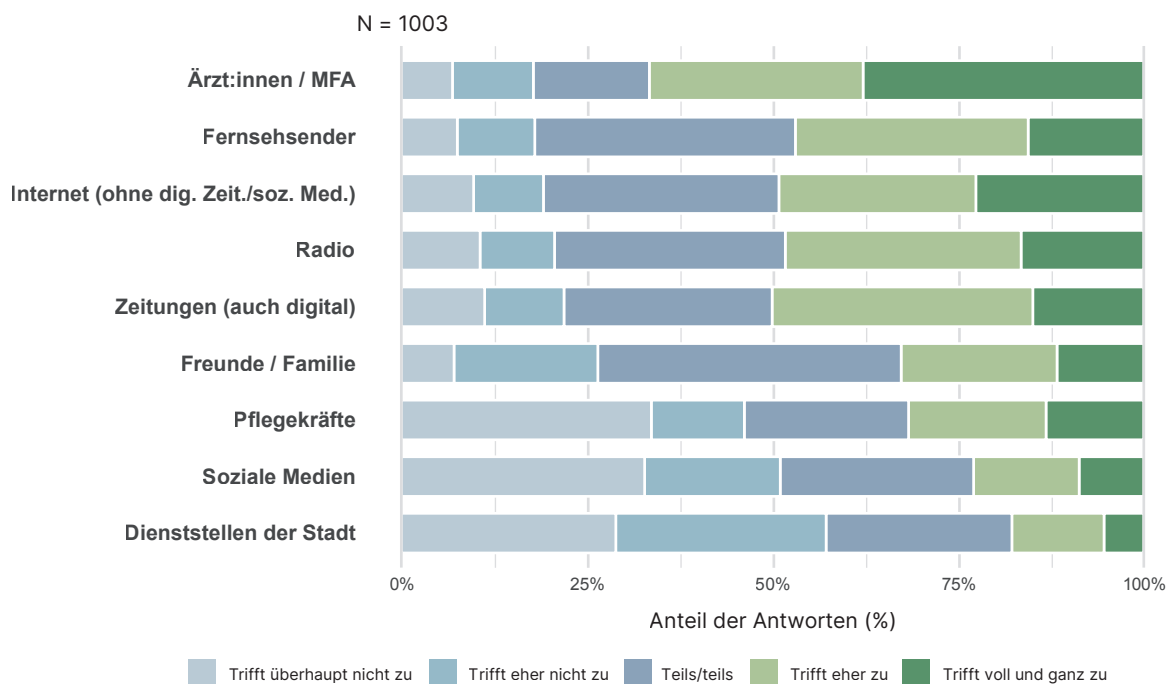


Abb. 12: Darstellung von hilfreichen Informationsquellen bei Hitze gemäß Haushaltsbefragung. © RISP

Zum zweiten geht es um gezielte und systematische Maßnahmen, die Stadt hitzeresilienter zu machen und dabei – neben strukturellen Maßnahmen – die Handlungskompetenz der Bevölkerung zu nutzen. In folgenden Aktionsfeldern, die sich als Ergänzung zum Ausbau der grünen Infrastruktur (s.o.) verstehen, kann Duisburg einen wichtigen Schritt in Richtung einer klimaangepassten Stadt machen und das gesundheitliche Wohlbefinden der Bevölkerung nachhaltig fördern und das Gesundheitssystem entlasten. Die Impulse setzen zum einen auf die Schaffung von nachhaltigem Wissen über wirksame Verhaltensmuster, also die Erhöhung des Selbstschutzes und zum anderen die Anpassung der Umgebung (Verhaltens- und Verhältnisprävention).

Hitzeangepasste Quartiere und klimaresilienter ÖPNV

Die zunehmenden Temperaturen erfordern eine Anpassung des öffentlichen Raums. Die bereits eingeleitete Installation von Trinkwasserbrunnen in der Innenstadt und den Stadtteilen ist dabei ein erster wichtiger Schritt. In allen Quartieren sollten kühlende Räume zur Verfügung stehen und ausgewiesen werden. Zudem sollten Haltestellen und Fußgängerbereiche verstärkt beschattet und begrünt werden, um Hitzebelastungen zu reduzieren. Busse und Bahnen, die im ÖPNV eingesetzt werden, sollten klimatisiert sein. Weichenstellungen hat die DVG (Duisburger Verkehrsgesellschaft) mit der Anschaffung von ersten Wasserstoffbussen und der neuen Generation von Straßenbahnen vorgenommen. Die Umstellung

der Flotte insgesamt einschließlich der zum Einsatz kommenden Fahrzeuge von Subunternehmen ist angedacht.

Fokus auf besonders benachteiligte Quartiere

Soziale Ungleichheiten dürfen sich nicht durch ungleiche Hitzebelastungen verschärfen. In den stark versiegelten und benachteiligten Stadtteilen, die im Rahmen der Stadtstrukturanalyse ausgewiesen worden sind, sollten Klimaanpassungsmaßnahmen vorrangig umgesetzt werden. Dies kann durch Förderprogramme für vulnerable Quartiere unterstützt werden.

Unterstützung und Förderung von Klimaanpassungsmaßnahmen für Vermieter*innen und Eigentümer*innen

Vermieter*innen und Eigentümer*innen sollten verstärkt ermutigt werden, Maßnahmen zur Hitzeminderung an ihren Wohneinheiten umzusetzen. Aktive Rollen einnehmen können hier zum einen die Wohnungsbau-Gesellschaften und -Genossenschaften mit ihrem großen Wohnungsbestand, zum anderen die privaten Eigentümerinnen und Eigentümer (vermittelt z.B. über Haus und Grund). Es gilt bei den Zielgruppen ein Bewusstsein für Klimaanpassungsmaßnahmen zu schaffen und die bereits bestehenden Förderprogramme (von Regenagentur und Stadt Duisburg) stärker zu nutzen. Die Erweiterung der Förderprogramme und mögliche zusätzliche Fördertatbestände sollten geprüft werden.

Verbesserte Informationsarbeit zum Thema Hitzeschutz

Viele Bürgerinnen und Bürger wünschen sich eine verstärkte Informationsarbeit der Dienststellen der Stadt. Die Stadt Duisburg muss stärker über das richtige Verhalten bei Hitze aufklären und ihre Informationskampagnen verstärken. Dies könnte adressatengerecht über verschiedene Kanäle umgesetzt werden (z.B. Social Media, lokale Medien, Plakataktionen, Flyer bei Ärztinnen und Ärzten). Die kommunale Gesundheitskonferenz ist ein wichtiges Forum, um die Informationsarbeit vorzubereiten und gemeinsam mit den relevanten Stakeholdern zu koordinieren.

Aktivierung der Stadtgesellschaft zur Unterstützung vulnerabler Gruppen

Alleinlebende Menschen sind bei Hitzewellen besonders gefährdet, insbesondere Ältere und Pflegebedürftige. Ein Buddy-System soll dabei helfen, Nachbarschaften und Freiwillige zu aktivieren, um bei regelmäßigen Besuchen nach den gefährdeten Personen „zu schauen“ und diese bei der Bewältigung der Hitze zu unterstützen. In Ruhrort wird das Buddy-System 2026 als erstes Pilotprojekt gestartet.

Arbeitsschutz bei Hitzewellen

Extreme Hitze kann die Gesundheit und damit auch die Arbeitsleistung der Beschäftigten beeinträchtigen. Unternehmen sollten daher in Maßnahmen wie hitzeresistente Arbeitszeiten, klimafreundliche Gebäude und

Schattenplätze investieren. Ein enger Austausch zwischen Stadtverwaltung, staatlichem Arbeitsschutz und Berufsgenossenschaften, Unternehmerverbänden, IHK und Gewerkschaften würde helfen, praxisnahe Lösungen zu entwickeln.

Fazit und Ausblick

Ein großer Teil der Bevölkerung ist sich der Herausforderungen bewusst, die steigende Temperaturen für das körperliche Wohlbefinden und die eigene Gesundheit haben. Mögliche Anpassungsmaßnahmen sind mehrheitlich bekannt, deren Umsetzung hängt jedoch vom verfügbaren Einkommen und Bildungsstand der einzelnen Haushalte ab. Die Stadt Duisburg steht mit ihrer Bevölkerung vor einer Zunahme von Belastungen durch Hitzeereignisse. Durch die Umsetzung der angeführten Maßnahmen kann Duisburg gezielt widerstandsfähiger gegenüber Hitze werden, die Wohn- und Lebensqualität nachhaltig verbessern und dabei die Handlungskompetenz der Bürgerschaft nutzen.

Im Rahmen des Projekts R2K-Klim+ wird eine georeferenzierte Umweltgerechtigkeitsanalyse für verschiedene Quartiere in Duisburg und auf Ebene von Baublöcken durchgeführt. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse können dazu beitragen, Klimaanpassungsmaßnahmen in ihrer Nachhaltigkeit und sozialen Ausgewogenheit stärker in den Fokus nehmen und zielgenau priorisieren zu können.





Natur im Klimawandel

**DUISBURGS
AUEN ALS
BEISPIEL**

Die Duisburger Rheinauen im Klimawandel

Beschreibung der Herausforderungen

Auch die Natur ist Thema für R2K-Klim+, konkret wurden hierzu die Duisburger Auen betrachtet. Der Rhein und sein Flussregime, der jahreszeitliche Verlauf der Wasserstände, prägen wesentlich die Vegetation in den angrenzenden Auenlebensräumen. Mithilfe eines dynamischen Landschaftsmodells für Pflanzen haben wir die Wirkungen auf den Rhein unter zukünftigen klimatischen Einflüssen in Duisburg analysiert. Konkrete Betrachtungsräume waren der Bereich des Altarms „Die Roos“ im Naturschutzgebiet Rheinaue Friemersheim im Süden und das Deichvorland der Walsumer Rheinaue im Norden von Duisburg. Die Modellsimulationen des IST-Zustands und der im Projekt erarbeiteten Klimaprojektionen sollten Anhaltspunkte zu Resilienz bzw. zu den Kippunkten der typischen Auelebensräume liefern. Das Hauptziel war demnach zu analysieren, inwieweit sich der Klimawandel auf die Biodiversität der Lebensräume in Auen auswirkt.

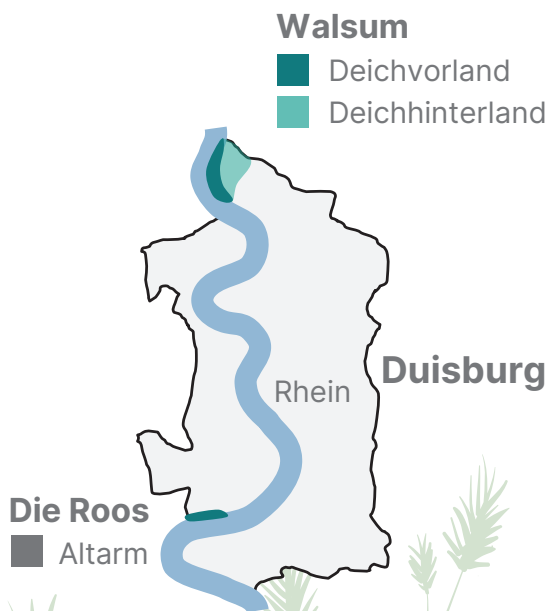


Abbildung 13: Duisburger Aue im Altarm „Die Roos“ und Walsumer Aue.



METHODIK

Das dynamische Landschaftsmodell (LandS-Modell) wurde von gaiac entwickelt und bereits für vielfältige ökologische Fragestellungen in NRW, im Nationalpark Eifel und Arnsberger Wald angewandt. In R2K-Klim+ haben wir das Modell um die typischen Umweltfaktoren und Prozesse für Auenlebensräume am Niederrhein ergänzt.

Als Eingangsdaten wurden die Wasserstände des Rheins aus Messreihen und für Prognosen die Ergebnisse aus hydrologischen und hydraulischen Modellen der Projektpartner (FiW) und der Bundesanstalt für Gewässerkunde in Koblenz genutzt. Die prognostizierten Wasserstände liefern Auskunft über zukünftig denkbare Überschwemmungen, deren Häufigkeit und Stärke. Da der Altarm die Roos nur noch bedingt mit dem Rhein verbunden ist, wurde zusätzlich ein ökologisches Stehgewässer-Modell verwendet. Damit lassen sich die Wasserverhältnisse in der Roos unter Berücksichtigung von Verdunstung und Versickerung darstellen.

Im Landschaftsmodell wachsen die Pflanzenarten dynamisch, basierend auf den Umweltbedingungen. Je nach jährlichem Flussregime (Überflutungsdauer und Fließgeschwindigkeit) und Anpassungsfähigkeit der Pflanzen bzw. der Pflanzengesellschaften (s. Erklärkasten) verändern sich diese entsprechend. Dadurch lassen sich künftige Veränderungen der etablierten Vegetation unter veränderten Bedingungen infolge baulicher Maßnahmen und/oder dem Klimawandel simulieren. So wird eine Vulnerabilitäts- bzw. Risikoabwägung möglich.

PFLANZENGESELLSCHAFT

Als Pflanzengesellschaft oder Vegetationstypen bezeichnet man eine Ansammlung verschiedener Pflanzenarten innerhalb eines bestimmten Gebiets. Sie bildet einen relativ einheitlichen Bestand, der von den Umfeldbedingungen geprägt ist und sich von benachbarten Bereichen mit anderen Vegetationstypen unterscheidet.

Kernaussagen und Hauptergebnisse

In den ausgewählten Auenbereichen von Duisburg sind eine Vielzahl an Vegetationseinheiten ausgebildet, die für regelmäßig überschwemmte Landlebensräume typisch sind.



PFLANZENGESELLSCHAFTEN IN DEN UNTERSUCHTEN DUISBURGER RHEINAUEN

Zu nennen sind vor allem Kriech- und Flutrasen, die in verschiedensten Ausprägungen vorliegen wie beispielsweise Knickfuchsschwanz-Flutrasen, Wildkresse-Kriechstraußgras-Ufersäume, Rispengras-Stumpflblattampfer-Hochstaudengesellschaften sowie Quecken-Flutrasen. Zudem nehmen in den Überschwemmungsbereichen Fließwasserröhrichte mit Rohrglanzgras und nitrophytische Uferstauden mit Brennnessel größere Bereiche ein. Typisch sind zudem die von einjährigen Pflanzen dominierte Flußmelen-Gesellschaften, die Spülsäume sowie stark gestörte Stellen (u. a. durch hohe Fließgeschwindigkeiten) in den Auen besiedeln.

Die Vegetation des nur noch selten vom Rhein überfluteten Altarms Roos wird geprägt durch Röhrichte und Großseggenrieder vorwiegend stehender Gewässer, wie die Schwanenblumen-Gesellschaft. Auf den schlammig-sandigen Uferpartien der Roos siedeln Schlammflings-Gesellschaften, in denen das Braune Zypergras dominant auftritt.

Aufgrund der Vielzahl an Pflanzengesellschaften, die sehr kleinräumig parallel auftreten, sind Auelandschaften sehr artenreich. Die jeweilige räumliche Ausbildung der genannten Vegetationseinheiten ist vor allem abhängig vom Nährstoffgehalt und der Bodenfeuchte sowie der Überflutungsdauer und Fließgeschwindigkeit. Dabei gibt es zwischen diesen Hauptfaktoren Rückkopplungen, da die Überflutungsdauer und Fließgeschwindigkeit die Faktoren Nährstoffgehalt und Bodenfeuchte dynamisch verändern, beispielsweise durch Ablagerungen von Sedimenten. Dies macht deutlich, dass es sich bei den Auelebensräumen um ein sehr komplexes und aufgrund der jährlich wechselnden Überflutungsereignissen sehr dynamisches System handelt. Als anschauliches Beispiel hierfür ist die Schwanenblume anzuführen, die im Jahr 2022 blühend große Bereiche des Altarms Roos einnahm und im Jahr 2024 blühend nicht mehr erkennbar war.

Im Ergebnis haben wir die beschriebenen Vegetationseinheiten (siehe Kasten) und deren komplexe Wechselbeziehungen in Abhängigkeit von den unterschiedlichen Überflutungsrhythmen in das LandS-Modell integrieren können. Die ersten Simulationen mit verschiedenen Überschwemmungsereignissen haben gezeigt, dass sich in den trockenen Jahren die Quecken- und Brennnessel-Bestände in den Überflutungsbereichen schnell ausbreiten können. Dagegen nehmen die Flutrasen mit Knickfuchsschwanz und Kriechstraußgras sowie die Fließwasserröhrichte deutlich ab. Dies führt zu einer Verarmung der Vegetationseinheiten und damit zu einer deutlichen Reduktion der vorkommenden Pflanzenarten. Diese negative Entwicklung bei ausbleibender bzw. reduzierter Überschwemmung kann jedoch durch ein einmaliges starkes Überschwemmungsereignis mit höheren Fließgeschwindigkeiten positiv zurückgeführt werden, da sich direkt nach dem Ereignis wieder artenreichere Flutrasen ausbreiten. Zudem entstehen durch



Abbildung 14: Bildvergleich Roos: Juni 2022 – Schwanenblume in voller Blüte; August 2024 – im gleichen Bereich Schlammfläche ohne blühende Schwanenblume. © gaiac e. V.

die Fließgeschwindigkeit offene Bodenstellen, in denen sich verschiedene Flußmelden-Gesellschaften kurzfristig etablieren können. Hierdurch ergibt sich ein artenreiches, vielfältiges Vegetationsmosaik.

Extreme Hochwasserereignisse führen in der Roos zu hohen und lang andauernden Wasserständen. Dies führt zu einem Rückgang und oberirdischem Absterben der Stillwasserröhrichte, da sie nicht über längere Zeiträume unter Wasser stehen können. Diese Vegetationsbestände erholen sich aber wieder bei geringeren Wasserständen.

Im Kern zeigt sich, dass die einzelnen Vegetationseinheiten und das gesamte Vegetationsmosaik überraschend schnell und sehr empfindlich auf Überflutungen reagieren. Kleinere Veränderungen in Häufigkeit und Stärke der Überschwemmungen wirken sich deutlich auf das Vegetationsmosaik und damit auf die Biodiversität der Auen aus. Klimawandel und/oder Baumaßnahmen an den Flüssen (u.a. Sohlvertiefung, Deiche) verändern aktuell, aber vor allem auch in der Zukunft die Überschwemmungen von Auen und damit die Biodiversität.



Empfehlungen und Impulse

Umfassendere Auswertungen der Klimaprojektionen mit ihrer Wirkung auf die Vegetation sowie infolge auf die Biodiversität der Auen stehen zum aktuellen Zeitpunkt noch aus. Da die Vegetation der Auen sehr empfindlich auf Veränderungen des Überflutungsrhythmus reagiert, wird empfohlen, im Rahmen von baulichen Hochwasserschutzmaßnahmen entlang der Fließgewässer die Wirkungen dieser Maßnahmen unter Berücksichtigung denkbarer Klimaveränderungen zu analysieren. Hochwasserschutzmaßnahmen und der Schutz der Biodiversität in Auen sind gemeinsam zu betrachten und wenn möglich, zu kombinieren.

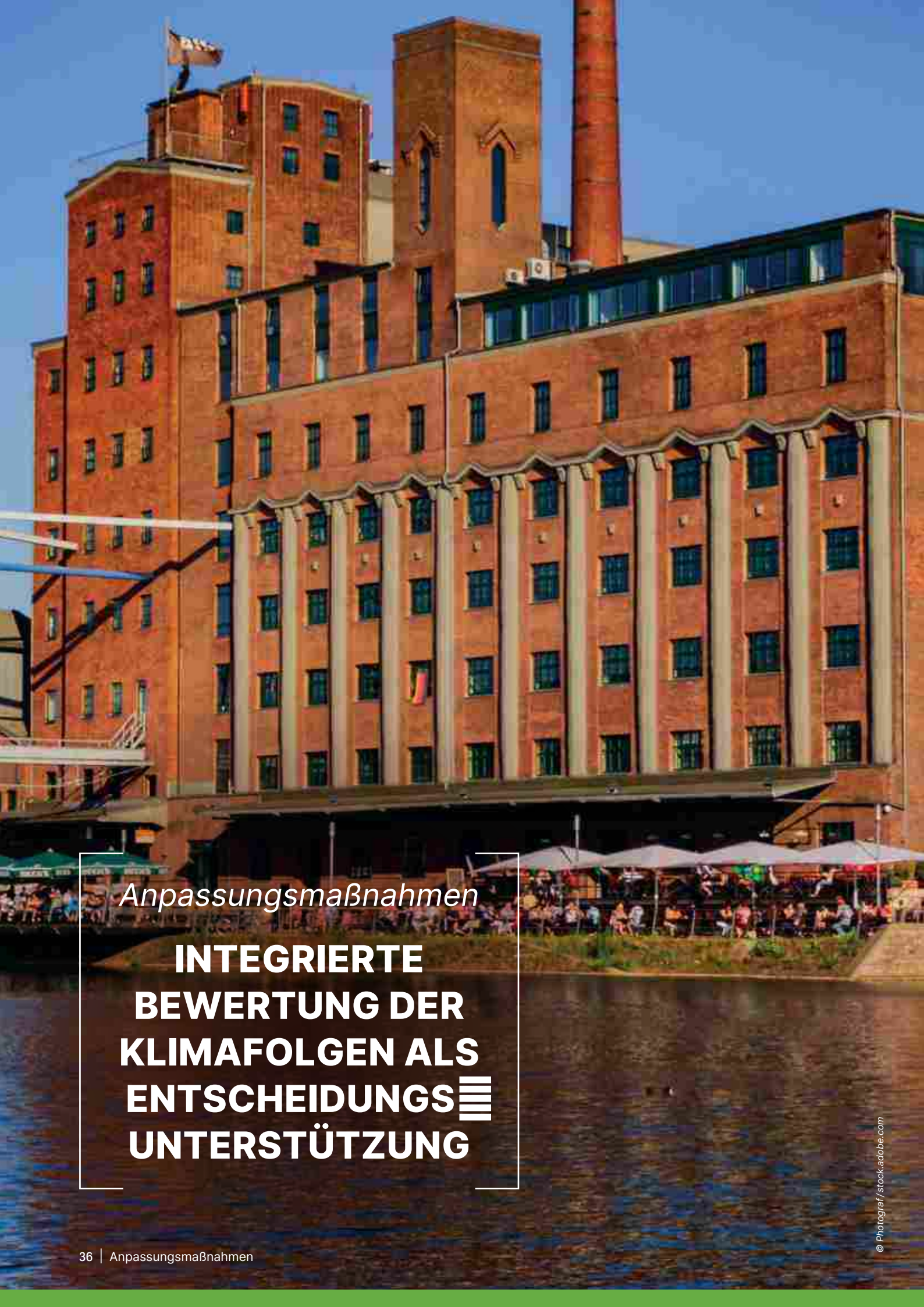


Fazit und Ausblick

Die typischen Vegetationseinheiten von Auen werden vom Überflutungsrhythmus geprägt und reagieren auf Veränderungen überraschend schnell sowie umfangreich. Inwieweit sich der Klimawandel auf die Auen und deren Biodiversität auswirkt, ist bislang wissenschaftlich noch nicht konkret bekannt. Die dafür notwendigen dynamischen, prozessorientierten Simulationsmodelle fehlen. Mithilfe des LandS-Modells soll diese Lücke nicht nur theoretisch geschlossen werden, sondern im günstigsten Falle auch für bauliche Planungen entlang der Flüsse und auch des Rheins in Duisburg nutzbar sein.



© Galac e.V.



Anpassungsmaßnahmen

**INTEGRIERTE
BEWERTUNG DER
KLIMAFOLGEN ALS
ENTSCHEIDUNGS
UNTERSTÜTZUNG**

Bewertung von Klimawirkungen und Anpassungsmaßnahmen in Duisburg

Beschreibung der Herausforderungen

Die Bewertung von Klimawirkungen und Anpassungsmaßnahmen ist eine zentrale Voraussetzung für eine wissenschaftsbasierte Klimaanpassungspolitik. Klimawirkungen wie Hitze, Starkregen und Hochwasser beeinflussen langfristig die Stadtentwicklung und Widerstandsfähigkeit urbaner Räume.

R2K-Klim+ hat daher systematisch untersucht, wie verschiedene Klimawirkungen auf Stadtteile, Bevölkerungsgruppen und Infrastrukturen wirken. Die Bewertung soll als Planungs- und Entscheidungsgrundlage für eine gezielte und effiziente Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen dienen, um knappe Ressourcen möglichst effizient einzusetzen.

Im Fokus steht dabei nicht nur die Identifikation besonders betroffener Gebiete, sondern auch die Ableitung effektiver Handlungsschritte, die sowohl die Prävention als auch die Bewältigung von Klimafolgen adressieren.



METHODIK UND ERGEBNISSE

Zur Bewertung der Klimawirkungen werden verschiedene qualitative und quantitative Methoden kombiniert, um eine umfassende Analyse der Betroffenheit und Anpassungsmöglichkeiten zu ermöglichen. Zunächst erfolgt die Erfassung der Betroffenheit gegenüber Klimawirkungen. Hierbei werden mithilfe von Geoinformationssystemen verschiedene Klimawirkungen wie Hitze, Starkregen und Hochwasser räumlich analysiert und kartiert, um die am stärksten betroffenen Gebiete zu identifizieren. Dabei wird eine Bandbreite an Klimadaten verwendet, um zukünftige Entwicklungen abzuschätzen (s. Abschnitt zu den Klimaszenarien → S.12).

Ein weiterer zentraler Aspekt der Methodik ist die Verknüpfung von Betroffenheiten mit sozialen Informationen zur Bestimmung der Verwundbarkeit. Demografische Daten, Informationen zu Risikoobjekten wie Krankenhäusern oder sozialen Einrichtungen sowie Daten zu Ökosystemen werden mit den klimatischen Belastungen zusammengeführt, um besonders verwundbare

Gruppen und Infrastrukturen zu identifizieren. Auf dieser Grundlage werden sogenannte Defiziträume ermittelt. Dies sind Bereiche, in denen viele Menschen stark betroffen sind. Diese Gebiete erfordern vorrangig eine Verminderung der Verwundbarkeit, da hier ein erhöhtes Risiko für Schäden und gesundheitliche Beeinträchtigungen besteht.

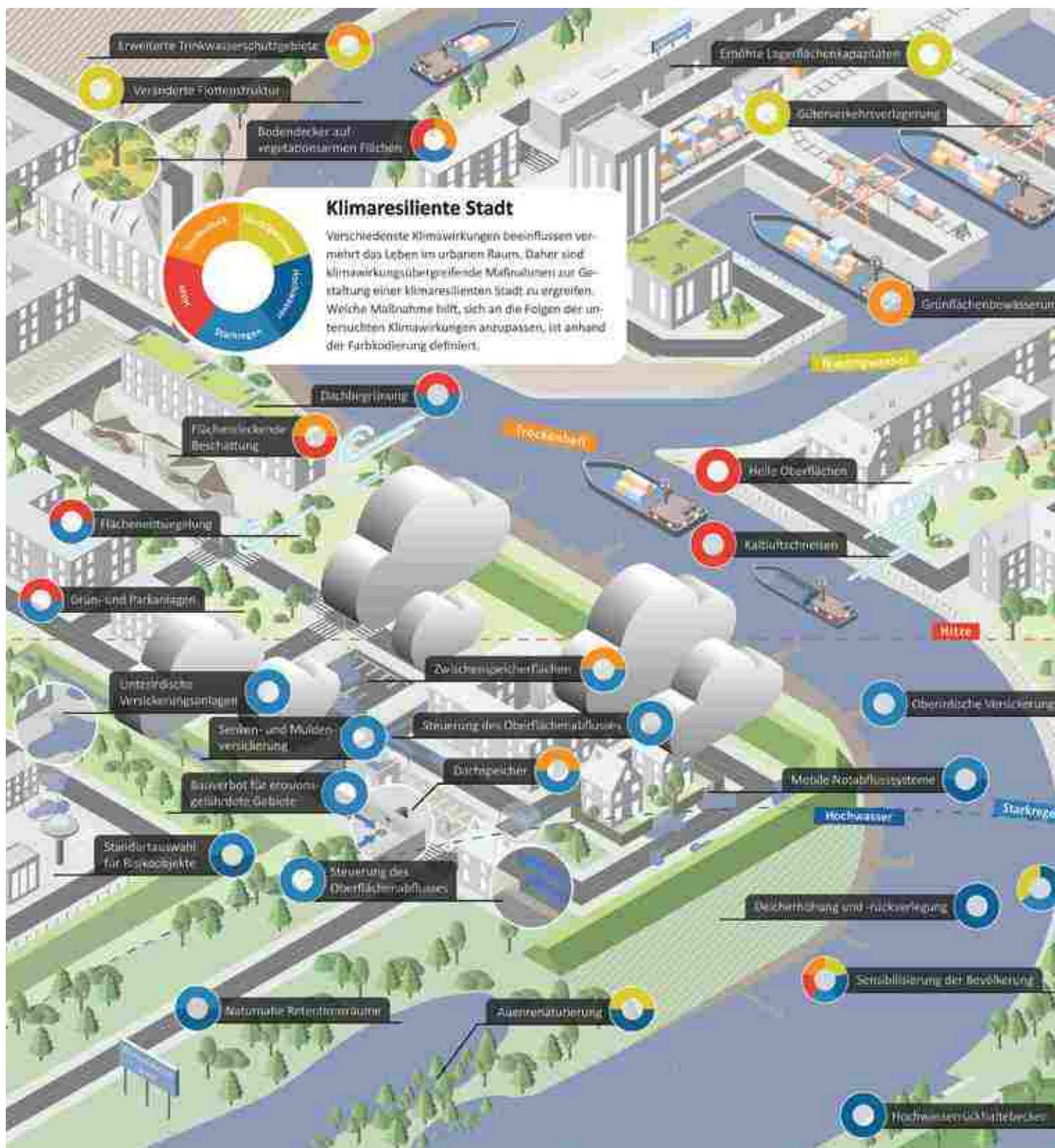
Im nächsten Schritt erfolgt eine sektorenübergreifende Bewertung der genannten Auswirkungen des Klimawandels auf Mensch, Umwelt, Infrastruktur und Wirtschaft. Parallel dazu werden Räume identifiziert, in denen durch gezielte Anpassungsmaßnahmen besonders positive Effekte erzielt werden können. Diese sogenannten Potenzialräume bieten eine Grundlage für die strategische Entwicklung von Maßnahmen. Eine Auswahl beispielhafter Maßnahmen wird in Abb. 15 gezeigt.

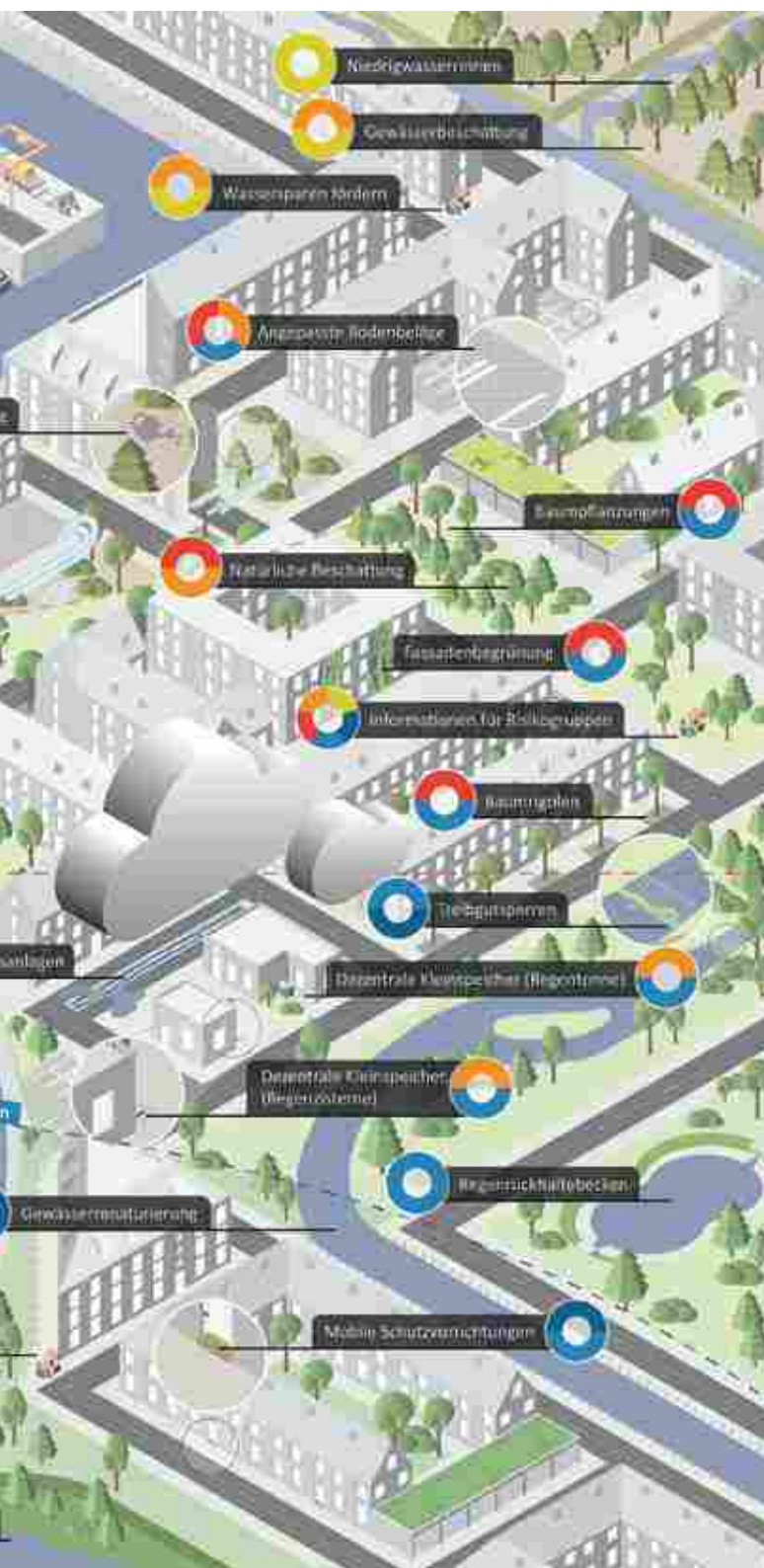
Abschließend wird eine Kosten-Nutzen-Analyse für die gewählten Maßnahmen durchgeführt. Faktoren wie die finanzielle Machbarkeit, rechtliche Rahmenbedingungen und der zeitliche Umsetzungshorizont spielen ebenfalls eine entscheidende Rolle bei der Ableitung realisierbarer Maßnahmenvorschläge.

Fazit und Ausblick

Die Bewertungsmethodik soll den Entscheidungstragenden ein ganzheitliches Bild der Auswirkungen ihrer Entscheidungen geben. Durch die Zusammenführung von Daten über Klimawirkungen, Infrastruktur und Demographie wird eine gezielte, nachvollziehbare und sozial gerechte Maßnahmenplanung ermöglicht. Ob im Schatten der Hochöfen oder auf den Plätzen der Innenstadt, Duisburg soll auch in einem veränderten Klima ein guter Ort zum Leben, Arbeiten und Erholen sein.

Um die Methoden nachhaltig zu verankern, werden sie direkt in das im Rahmen von R2K-Klim+ entwickelte Entscheidungsunterstützungstool integriert. Hier können Entscheidungstragende zukünftig die Wirkungen möglicher Maßnahmen einsehen. Über die Visualisierung verschiedener Klimawirkungen wird deutlich, wo die Notwendigkeit zur Anpassung am größten ist. Dies liefert der Politik und Verwaltung fachliche Argumente, die die Akzeptanz von Maßnahmen erhöhen sollen.





Kommunale Klimaanpassungspolitik ist anspruchsvoll, weil parallel über verschiedene Maßnahmen angesichts verschiedener Klimaimpulse zu entscheiden ist. Die Bewertungsmethodik und das Entscheidungsunterstützungstool KLAUS, die in R2K-Klim+ entwickelt werden, sollen den Entscheiderinnen und Entscheidern ein ganzheitliches Bild der Auswirkungen ihrer Entscheidungen geben. Sie können die kombinierten Wirkungen der favorisierten Maßnahmen einsehen. Durch die Zusammenführung von Daten über Klimawirkungen, Infrastruktur und Demographie wird eine gezielte, nachvollziehbare und sozial gerechte Maßnahmenplanung ermöglicht. Über die Visualisierung verschiedener Klimawirkungen wird deutlich, wo die Notwendigkeit zur Anpassung am größten ist. KLAUS soll nach Abschluss der zweiten Förderphase Ende des Jahres 2026 fertiggestellt werden.

Abbildung 15: Darstellung integrierter Klimaanpassungsmaßnahmen zur Stärkung der Resilienz gegenüber Hitze, Trockenheit, Starkregen, Flusshochwasser und Niedrigwasser. © FiW e. V.



Ausblick

**WEITERE
HANDLUNGS
PERSPEKTIVEN DER
STADT DUISBURG**



Ausblick

Der Klimawandel trifft Duisburg nicht über ein einzelnes Ereignis, sondern über mehrere Signale gleichzeitig: Starkregen, Hitze und Niedrigwasser wirken parallel auf die Stadt, ihre Infrastruktur und ihre Bevölkerung ein. Das Projekt R2K-Klim+ hat diese Wechselwirkungen erstmals systematisch für Duisburg untersucht und in konkrete Karten, Modelle und Handlungsempfehlungen übersetzt. Die Ergebnisse zeigen: Klimaanpassung ist kein abstraktes Zukunftsthema, sondern eine Aufgabe, die schon heute planbar und gestaltbar ist.

Die im Projekt entwickelten Grundlagen tragen bereits zur Praxis bei. Die Starkregengefahrenkarten unterstützen Feuerwehr und Grundstückseigentümerinnen und -eigentümer bei der Vorsorge. Die Stadtstrukturanalyse zeigt, wo Grün gegen Hitze am wirksamsten ist. Die Verkehrsmodellierung macht deutlich, welche Straßen bei Starkregen besonders gefährdet sind. Und die Untersuchung zu Niedrigwasser liefert dem Hafen und der regionalen Wirtschaft eine Grundlage für vorausschauende Entscheidungen. Diese Bausteine stehen nicht isoliert nebeneinander: Sie fließen in das Entscheidungsunterstützungstool KLAUS zusammen, das Klimawirkungen, Infrastruktur und Bevölkerungsdaten gemeinsam auswertet.



Hier geht's zum Prototyp
des Entscheidungs-
unterstützungstools
**KLAUS (Klimaanpassung
urbaner Systeme)**



Für die Stadt Duisburg ergeben sich daraus drei zentrale Handlungsrichtungen:

- » Vorsorge stärken: Starkregen- und Hitzegefahrenkarten baublockscharf nutzen, um Maßnahmen dort umzusetzen, wo sie den größten Nutzen entfalten.
- » Sozial gerecht handeln: Klimafolgen treffen nicht alle Stadtteile und Bevölkerungsgruppen gleich. Die Verschneidung von Klimadaten mit sozialräumlichen Informationen macht sichtbar, wo Unterstützung am dringendsten gebraucht wird.
- » Wirtschaft und Infrastruktur einbeziehen: Hafen, Logistik und Verkehrssystem sind auf verlässliche Prognosen angewiesen, um sich auf Niedrigwasser und Starkregenfolgen einzustellen.

Auch die Natur bleibt Teil dieser Betrachtung. Die Untersuchung der Duisburger Rheinauen zeigt, dass Hochwasserschutz und der Erhalt von Lebensräumen sich nicht ausschließen, sondern gemeinsam gedacht werden können.

Impressum

Herausgeber

Forschungsinstitut für Wasserwirtschaft und Klimazukunft an der RWTH Aachen (FiW) e.V.
An der Ölmühle 4 | 52074 Aachen
Fon +49 241 80 2 68 25 | Fax +49 241 80 2 28 25
fiw@fiw.rwth-aachen.de

Impulse

Projektkoordination:

FiW e.V.
Dr.-Ing. Mark Braun | braun@fiw.rwth-aachen.de

Stadt Duisburg:

Umweltamt
Dr. Thomas Griebe | dr.griebe@stadt-duisburg.de;
Fabian Nellesen | f.nellesen@stadt-duisburg.de

Wissenschaftliche Redaktion:

Rhein-Ruhr-Institut für Sozialforschung und Politikberatung e.V.
(RISP) an der Universität Duisburg-Essen
Joachim Liesenfeld | liesenfeld@risp-duisburg.de

Beteiligte und Kontakte

Klimaszenarien für Duisburg

Worauf wir gesichert zusteuern!

FiW e.V.
Dr.-Ing. Mark Braun | braun@fiw.rwth-aachen.de

Niedrigwasser

Binnenschifffahrt, Hafen und Logistik

Zentrum für Logistik und Verkehr (ZLV), Prognos AG, FiW e.V.
Lukas Sander | lukas.sander@prognos.com

Starkregen und Hochwasser

Vorsorge für Mensch, Gebäude, Infrastruktur und Verkehr

Starkregen und mögliche Schäden im Stadtgebiet

geomer GmbH
Isabelle Beutelspacher | isabelle.beutelspacher@geomer.de
Dr. André Assmann | assmann@geomer.de

Resilienz städtischer Verkehrssysteme gegenüber

Starkregenereignissen

Zentrum für Logistik und Verkehr (ZLV),
Universität Duisburg-Essen
Dr.-Ing. Mohammad Sharif | mohammad.sharif@uni-due.de

Hitze in der Stadt

Stadtstrukturelle Maßnahmen, Grün und Gesundheit Stadtstrukturen und Hitzebelastung

gaiac e.V.
Dr. Gottfried Lennartz | lennartz@gaiac-eco.de

Hitze und Gesundheit

Rhein-Ruhr-Institut für Sozialforschung und Politikberatung e.V.
(RISP) an der Universität Duisburg-Essen
Joachim Liesenfeld | liesenfeld@risp-duisburg.de
Frederik Brandenstein | brandenstein@risp-duisburg.de

Natur im Klimawandel: Duisburgs Auen als Beispiel

gaiac e.V., FiW e.V.
Quintana Rumohr | rumohr@gaiac-eco.de
Gottfried Lennartz | lennartz@gaiac-eco.de

Die integrierte Bewertung der Klimafolgen in einem EUS für die Stadt Duisburg

FiW e.V.
Dr.-Ing. Mark Braun | braun@fiw.rwth-aachen.de

Fotonachweise (wenn nicht am Bild vermerkt)

Titel: saiko3p/stock.adobe.com; S.8–9: freepik/magnific.com,
Yulia Buchatskaya/stock.adobe.com, FiW e.V.; S.12: wirestock/
magnific.com, eloleo/stock.adobe.com, FiW e.V., Joe/pixabay.com;
S. 33–35: freepik/magnific.com

Layout

FiW e.V. | design@fiw.rwth-aachen.de

BMFTR-Fördermaßnahme „RegiKlim – Regionale Informationen zum Klimahandeln“

Bundesministerium für Forschung, Technologie und
Raumfahrt (BMFTR)

Ansprechpartner*in beim Projektträger

DLR Projektträger
Dr. Peter Sliwka
peter.sliwka@dlr.de

Verbundpartner



Projektleitung & Institution(en)



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Forschung, Technologie
und Raumfahrt



Regionale Informationen zum Klimahandeln

www.r2k-klim.net