Klimaanpassungskonzept Mülheim an der Ruhr

Endbericht

Mülheim an der Ruhr
Stadt am Fluss



Auftraggeber

Stadt Mülheim an der Ruhr
Stabsstelle Klimaschutz und Klimaanpassung
Hans-Böckler-Platz 5
45468 Mülheim an der Ruhr
Tel: (0208) 4556815
https://klimaschutz.muelheim-ruhr.de

Mülheim an der Ruhr
Stadt am Fluss

Auftragnehmer

GEO-NET Umweltconsulting GmbH
Große Pfahlstraße 5a
D-30161 Hannover
Tel: (0511) 3887200
www.geo-net.de

MUST Städtebau
Eigelstein 103-113
D-50688 Köln
Tel: (0221) 16992929
www.must.eu

Dr. Pecher AG
Klinkerweg 5
D-40699 Erkrath
Tel: (02104) 93960
www.pecher.de

In Zusammenarbeit mit dem DWD
Deutscher Wetterdienst
Regionales Klimabüro Essen
Wallneyer Str. 10
45133 Essen

Gefördert durch:
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

NATIONALE KLIMASCHUTZ INITIATIVE

Das Projekt wurde als „Klimaschutzteilkonzept Anpassung an den Klimawandel“ im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit gefördert (Förderkennzeichen 03K09399).

Mülheim an der Ruhr, September 2019

Inhaltsverzeichnis

1. EINFÜHRUNG 4

1.1 Motivation 4

Hintergrund: Klimaanpassung von der globalen bis zur lokalen Ebene 4

1.2 Projektziele und –ablauf 5

1.3 Beteiligungsprozess 6

2. KLIMAWANDEL IN MÜLHEIM AN DER RUHR 8

2.1 Kernaussagen zum erwarteten Klimawandel in Mülheim an der Ruhr 8

2.2 Exkurs: Extremwetterereignisse 9

3. BETROFFENHEITSANALYSE 11

3.1 Bestandsaufnahme Räumliche Betroffenheiten 11

3.2 Funktionale Betroffenheiten 14

3.2.1 Handlungsfeld menschliche Gesundheit 15

3.2.2 Handlungsfeld Natur und Stadtgrün 18

3.2.3 Handlungsfeld Gewässer 20

3.2.4 Handlungsfeld Verkehr 23

3.2.5 Handlungsfeld Gebäude 25

3.2.6 Handlungsfeld Ver- und Entsorgung 27

4. GESAMTSTRATEGIE ZUR KLIMAANPASSUNG 29

4.1 Mülheimer Handlungsstrategien 30

4.1.1 Klimafolgenwissen für Mülheim an der Ruhr erweitern 30

4.1.2 Starkregenrisiken in Mülheim an der Ruhr reduzieren 36

4.1.3 Hitzebelastung in Mülheim an der Ruhr mindern 42

4.1.4 Klimaanpassung in Mülheimer Arbeitsabläufe integrieren (Verstetigungsstrategie) 49

4.1.5 BürgerInnen und Unternehmen zur Klimaanpassung aktivieren (Kommunikationsstrategie) 55

4.1.6 Weitere Maßnahmenoptionen („Ideenspeicher“) 62

4.2 Reallabor klimaangepasstes Quartier in Mülheim an der Ruhr 65

4.3 Controlling-Konzept 67

5. ZUSAMMENFASSUNG 69

LITERATURNACHWEIS 71

ANHANG 72

Anhang I: Klima und Klimaentwicklung bis Ende des Jahrhunderts, basierend auf Klimaprojektionen für Mülheim an der Ruhr (DWD) 72

Anhang II: Beispielfragebögen 72

Foto-/Bildnachweis:

Deckblatt und Umschlag: Stadt Mülheim an der Ruhr
Schlüsselmaßnahme 1.1: Dr. Pecher AG
Schlüsselmaßnahme 1.2: Stadt Mülheim an der Ruhr
Schlüsselmaßnahme 2.1: Stadt Mülheim an der Ruhr
Schlüsselmaßnahme 2.2: Stadt Mülheim an der Ruhr
Schlüsselmaßnahme 3.1: MUST
Schlüsselmaßnahme 3.2: GEO-NET
Schlüsselmaßnahme 3.3: GEO-NET
Schlüsselmaßnahme 4.1: pixabay
Schlüsselmaßnahme 4.2: MUST
Schlüsselmaßnahme 5.1: Homepage Stadt Mülheim an der Ruhr
Schlüsselmaßnahme 5.2: MUST

1. Einführung

1.1 MOTIVATION

- Reduktion von Treibhausgasen bis 2030 um mindestens 40 % (Ziel des Konvents der Bürgermeister) bis 50 % (Ziel des Klimabündnisses)
- Erhöhung der Klimaresistenz durch Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels
- Erfahrungsaustauschs durch Zusammenarbeit im globalen Bürgermeisterkonvent

Zur Verfolgung dieser drei Ziele hat sich die Stadt Mülheim an der Ruhr mit der Unterzeichnung des „Konvent der Bürgermeister für Klima und Energie“ im Jahr 2016 verpflichtet. Durch Pläne wie z.B. den Energetischen Stadtentwicklungplan und die Sanierungsgebiete (KFW432) in Heißen, Dümpten und der Innenstadt wurde der Prozess zur Verbesserung des Klimaschutzes seitdem vorangetrieben.

Mit Blick auf die Klimaanpassung wird ein „Aktionsplan für nachhaltige Energie und Anpassung an den Klimawandel“ angestrebt, für den das vorliegende Klimaanpassungskonzept einen zentralen Baustein darstellt.

Das Klimaanpassungskonzept wurde als „Klimaschutzteilkonzept zur Klimaanpassung“ im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit gefördert (Förderkennzeichen 03K09399).

HINTERGRUND: KLIMAANPASSUNG VON DER GLOBALEN BIS ZUR LOKALEN EBENE

Die 1992 in Rio de Janeiro verabschiedete Klimarahmenkonvention ist das erste internationale und multilaterale Klimaschutzabkommen der Vereinten Nationen und verfolgt das Ziel, gefährliche Auswirkungen durch eine vom Menschen verursachte Störung des Klimasystems zu verhindern (Vereinte Nationen 1992). Spätestens mit dieser Konvention ist der Klimawandel von der globalen bis hinunter zur regionalen Ebene als eine der größten Herausforderungen der Zukunft anerkannt worden. Die Veränderung des globalen Klimas und die Auswirkungen eines weltweiten Klimawandels werden seitdem durch den „Weltklimarat“ IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) in regelmäßigen Sachstandsberichten dokumentiert und öffentlichkeitswirksam diskutiert.

Nach vielen Jahren intensiver Verhandlungen haben sich im Pariser Abkommen von 2015 fast alle Staaten der Erde nationale Klimaschutzziele definiert und sind nun verpflichtet, Maßnahmen zur Erreichung der Ziele zu ergreifen (BMU 2019). Die Aussagen des 5. IPCC-Sachstandsberichtes zu den Auswirkungen des Klimawandels (IPCC 2014), global weiter steigende CO_2-Emissionen und der bereits in meteorologischen Daten beobachtete Klimawandel (BMWi 2018, UBA 2018) verdeutlichen jedoch, dass neben den in Paris beschlossenen Klimaschutzbemühungen auch Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels nötig sind. Diesen Prozess hat die Europäische Union mit ihrer Klimafolgenanpassungsstrategie eingeleitet und die Mitgliedsstaaten zu einem gemeinschaftlichen Vorgehen aufgefordert (EU-Kommission 2007, 2009, 2013). Der Aufforderung der EU sind mittlerweile viele europäische Staaten gefolgt und haben nationale Anpassungsstrategien auf den Weg gebracht. Der

deutsche Anpassungsprozess wird u.a. durch das beim Umweltbundesamt angesiedelten „Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung“ (KomPass) gesteuert. Die Bundesrepublik gehört mit der 2008 verabschiedeten „Deutschen Anpassungsstrategie an die Folgen des Klimawandels (DAS)“ (Bundesregierung 2008) sowie den „Aktionsplänen Anpassung I + II“ (Bundesregierung 2011, 2015) zu den Vorreitern des Kontinents. Die DAS und der Aktionsplan werden regelmäßig evaluiert und fortgeschrieben (UBA 2015a). In der Deutschen Anpassungsstrategie heißt es: “Da Anpassung in den meisten Fällen auf regionaler oder lokaler Ebene erfolgen muss, sind viele Entscheidungen auf kommunaler oder Kreisebene zu treffen“ (Bundesregierung 2008). Diesen Ansatz unterstreicht der Deutsche Städtetag in einem Positionspapier (Deutscher Städtetag 2019).

In Nordrhein-Westfalen werden die Kommunen seit dem Jahr 2009 durch eine umfangreiche Landesanpassungsstrategie sowie diverse Dienstleitungen und Angebote (u.a. Fachinformationssystem Klimawandel, Klimafolgenmonitoring, Regionalkonferenzen) unterstützt. Auf kommunaler Ebene verfügen mittlerweile neben den großen Metropolen wie dem Regionalverband Ruhr (RVR 2016), der Landeshauptstadt Düsseldorf (Stadt Düsseldorf 2017) und Stadt Köln (LANUV 2013) auch zunehmend kleinere Städte und Gemeinden über eigene Konzepte und Beratungsinstrumente (u.a. Bergisches Dreieck 2017, Stadt Bochum 2012). Gegenwärtig zeichnet sich eine ähnlich dynamische Entwicklung wie bei den kommunalen Klimaschutzkonzepten und damit eine Entwicklung weg vom Nischenthema, hin zu einem Planungsparadigma der klimawandelgerechten Stadt ab.

Der (inter-)national und regional initiierte Anpassungsprozess hat darüber hinaus bereits in einigen normativen Regelungen seinen Niederschlag gefunden (Gesetze, Verordnungen, Richtlinien). Für die nachhaltige, klimagerechte Stadtentwicklung ist in diesem Zusammenhang vor allem die Klimanovelle des BauGB von 2011/2013 von Bedeutung. Seither sind Klimaschutz und Klimaanpassung als Grundsätze der Bauleitplanung verankert. Ergänzend dazu wurde das „Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung“ im Jahr 2017 novelliert. Damit ist in den Umweltberichten zu Umweltverträglichkeitsprüfungen bzw. Strategischen Umweltprüfungspflichtigen Vorhaben auch auf die zu erwartenden Folgen des Klimawandels für die Projekte bzw. Pläne einzugehen.

1.2 PROJEKTZIELE UND –ABLAUF

Das Klimaanpassungskonzept soll der Grundstein für einen lokalen und langfristigen Prozess zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels in Mülheim an der Ruhr legen. Dafür wurde in einer ersten Projektphase untersucht, von welchen klimatischen Veränderungen zukünftig in Mülheim an der Ruhr auszugehen ist – und welche Folgen diese Klimaveränderungen nach sich ziehen (z.B. auf die menschliche Gesundheit, Grünflächen, Gewässer, den Verkehr oder Gebäude). Zur Beantwortung dieser Fragen lieferte das Gutachterteam fachlichen Input und wurden bestehende Analysen ausgewertet. Mindestens genauso wichtig war die Beteiligung lokaler Akteure, um herauszufinden, welches die am stärksten betroffenen Bereiche in Mülheim an der Ruhr sind und wo diese liegen. Auch die zweite Projektphase lebte von einem intensiven Beteiligungsprozess, um für Mülheim an der Ruhr passende (und umsetzbare) Maßnahmen zur gezielten Anpassung zu finden. In enger Anlehnung an das „Merkblatt Erstellung von Klimaschutzteilkonzepten“ wurde die Gesamtstrategie durch eine Verstetigungs- und Kommunikationsstrategie sowie ein Controlling-Konzept abgerundet (BMUB 2014), auf deren Grundlage die Umsetzung des Klimaanapassungskonzeptes gesteuert werden soll (Abb. 1).

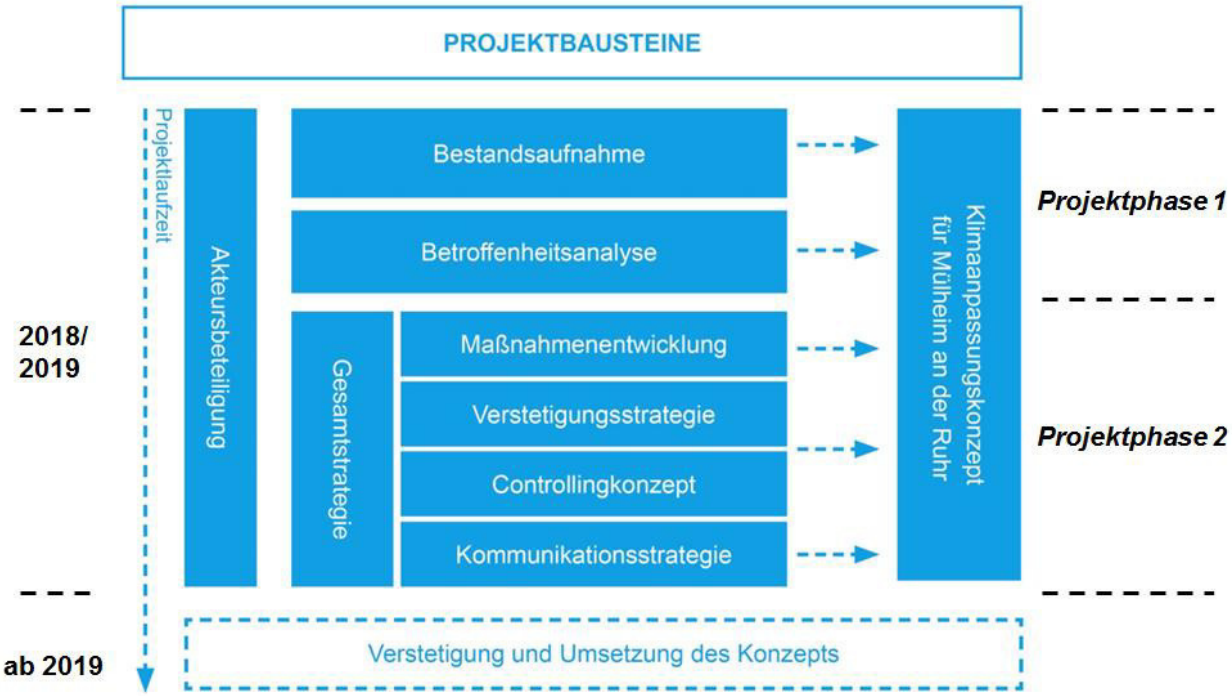


Abb. 1: Schematischer Projektablauf

1.3 BETEILIGUNGSPROZESS

Um ein größtmögliches Maß an Akzeptanz zu erreichen, fand die Erstellung des Konzeptes unter intensiver Beteiligung der Mülheimer Stadtverwaltung und VertreterInnen des Klimaschutzbeirates statt. Auch VertreterInnen der Stadtgesellschaft wurde im Rahmen der Abschlussveranstaltung – gleichsam als „kick-off" für die Umsetzung des Konzeptes – Gelegenheit gegeben, sich über den weiteren Anpassungsprozess zu informieren und zu engagieren. Nicht zuletzt wurde die Lokalpolitik (1x Planungsausschuss, 2x Ausschuss für Umwelt und Energie, 1x Stadtrat) zu Beginn bzw. gegen Ende der Konzepterstellung über den Projektstand informiert.

Neben einer Reihe von Abstimmungsterminen zwischen Auftraggeberin und Auftragnehmern sowie einer gemeinsamen Stadtrundfahrt mit VertreterInnen der Mülheimer Stadtverwaltung, wurden in insgesamt vier Veranstaltungen Projektergebnisse vorgestellt und diskutiert sowie mithilfe von fragestellungsorientierten Beteiligungsformaten gemeinsam mit den Akteuren projektrelevante Inhalte erarbeitet:

- Verwaltungsinterner Auftaktworkshop am 09.01.2019
  Einführung in das Thema Klimafolgenanpassung, Beobachteter und erwarteter Klimawandel in Mülheim, Leitfragen, Ziele und Ablauf des Projekts, Gute Beispiele von Anpassungsmaßnahmen anderer Städte

- **Workshop Betroffenheitsanalyse am 20.03.2019**
  Vorstellung und Diskussion von Zwischenergebnissen der Betroffenheitsanalyse, Priorisierung lokaler Betroffenheiten durch den Klimawandel in den Wirkungsfeldern Menschliche Gesundheit, Natur und Stadtgrün, Verkehr, Gewässer, Gebäude sowie Ver- und Entsorgung

- **Workshop „Maßnahmen zur Klimaanpassung“ am 28.06.2019**
  Vorstellung und Diskussion der Maßnahmenkataloge und Auswahl von Schlüsselmaßnahmen im Plenum (Priorisierung)

- **Abschlussveranstaltung zur Information der Öffentlichkeit am 20.09.2019**
  Präsentation der Projektergebnisse unter Einbeziehung der Öffentlichkeit. Zusammenfassung der Ergebnisse zum Klimawandel, zu Betroffenheiten sowie zu Handlungsstrategien für die Stadt und zur Mitwirkung der Öffentlichkeit

- **Präsentationen im Ausschuss für Umwelt und Energie der Stadt Mülheim an der Ruhr am 04.12.2018 sowie am 03.12.2019**

- **Präsentation im Planungssauschuss der Stadt Mülheim an der Ruhr am 26.11.2019**

- **Beschluss im Rat der Stadt Mülheim an der Ruhr (geplant Anfang 2020)**



Abb. 2: Impressionen aus dem Beteiligungsprozess (Fotos: GEO-NET / MUST)

2. Klimawandel in Mülheim an der Ruhr

Eine wesentliche Datenbasis für das Klimaanpassungskonzept ist das Ausmaß des beobachteten und prognostizierten Klimawandels in Mülheim an der Ruhr. Zu Projektbeginn wurden die Kernaussagen zum erwarteten Klimawandel aus regionalen Klimamodellen abgeleitet. Die Prognosen gelten für die nahe (2021-2050), mittlere (2041-2070) und ferne Zukunft (2071-2100) und stützen sich auf Modellensembles der EURO-CORDEX-Initiative, die verschiedene Entwicklungspfade der Treibhausgas-Emissionen berücksichtigen.

Im Projektverlauf kamen weitere Analysen zu den klimatischen Gegebenheiten in Mülheim an der Ruhr durch den Deutschen Wetterdienst (DWD) hinzu, die die Kernaussagen bestätigten und eine vertiefte Datenbasis schafften. **Die Untersuchung des DWD ist als eigenständiger Bericht im Anhang I zu finden.**

2.1 KERNAUSSAGEN ZUM ERWARTETEN KLIMAWANDEL IN MÜLHEIM AN DER RUHR

Die Analyse der projizierten klimatischen Änderungen in Mülheim an der Ruhr zeigt einen signifikanten Anstieg der Jahresmitteltemperaturen bis zum Ende des Jahrhunderts. Dieser Anstieg tritt in allen Monaten des Jahres auf, wobei die Temperaturen in den Herbst- und Wintermonaten stärker zunehmen als in den Sommermonaten. Die mit dem Temperaturanstieg einhergehende Erwärmung wirkt sich dementsprechend auf die Veränderung der thermischen Kenntage in Mülheim an der Ruhr aus. So wird die Anzahl an Sommertagen und Tropennächten deutlich zunehmen sowie an Frost- und Eistagen abnehmen. Weiterhin gibt es Hinweise, dass die Länge von Hitzeperioden vermutlich zunimmt.

Die jährlichen Niederschlagsmengen tendieren zu einem leichten Anstieg in Mülheim an der Ruhr. Dabei zeigen sich auffallende Änderungen im Jahresgang mit einer Tendenz zu geringeren Niederschlagsmengen im Sommer und höheren Niederschlagsmengen im Winter und Frühjahr. Noch deutlicher werden die saisonalen Unterschiede bei der klimatischen Wasserbilanz. Die Temperaturzunahme bewirkt zunehmende Verdunstungsraten, die vornehmlich in den Sommermonaten zu einer Abnahme der klimatischen Wasserbilanz und somit zu einem Rückgang des natürlichen Wasserdargebots führen können. Im Zusammenhang mit der Temperaturzunahme, der Verlängerung von Hitzeperioden und der erkennbaren Niederschlagsverschiebung muss besonders in den Sommermonaten zunehmend mit erhöhter Trockenheit gerechnet werden. Besonders betroffen dürften dabei Gebiete sein, die bereits heute schon Trockenheitstendenzen aufweisen.

Insgesamt ist mit einer steigenden Niederschlagsintensität zu rechnen. Im Hinblick auf Starkniederschläge sind zwar noch Unsicherheiten in den Modellen vorhanden, doch ist anzunehmen, dass Starkregenereignisse in Mülheim an der Ruhr zukünftig häufiger auftreten werden.

Genau wie Starkniederschläge sind Stürme aufgrund ihres seltenen Auftretens nur bedingt statistisch auswertbar und können von den regionalen Klimamodellen für kleinräumige Analysen nicht immer ausreichend abgebildet werden. Die Änderungen der Auftrittshäufigkeit von Stürmen sind sehr gering und statistisch nicht signifikant, doch sollte in Zukunft mit einer mindestens gleichbleibenden Sturmaktivität gerechnet werden.

Temperaturzunahme und Hitze

- Zunahme der Jahresmitteltemperaturen
- Mehr Sommertage und Tropennächte
- Häufigere und länger andauernde Hitzeperioden
- Abnahme von Frost- und Eistagen

Niederschlagsverschiebung und Trockenheit

- Zunahme der Jahresniederschlagsmenge
- Trockenere Sommer, feuchtere Winter
- Längere Trockenperioden im Sommer
- Abnahme der klimatischen Wasserbilanz im Sommer

Starkregen

- Zunahme der Niederschlagsintensität
- Tendenziell häufigere Starkregenereignisse

Wind und Sturm

- Mindestens gleichbleibende Sturmaktivität

2.2 EXKURS: EXTREMWETTEREREIGNISSE

Kontinuierliche Änderungen des Klimas wie steigende Jahresmitteltemperaturen beeinflussen auch die Lebensqualität in einer Stadt, besonders spürbar sind jedoch die Folgen, die sich aus meteorologischen Extremereignissen ergeben. Hitzeperioden, Stürme und Starkregenereignisse können zu enormen Schäden an Gebäuden, Infrastrukturen sowie der Natur führen und im schlimmsten Fall ernsthafte gesundheitliche Konsequenzen für die Bevölkerung bis hin zu Todesfällen nach sich ziehen.

Das Auftreten von Extremwetterereignissen ist Teil der klimatischen Variabilität, d.h. einzelne Ereignisse lassen sich nicht konkret den Auswirkungen des Klimawandels zuordnen. In Zukunft muss in Mülheim an der Ruhr jedoch mit vermehrten und längeren Hitzeperioden gerechnet werden, die gerade innerhalb der verdichteten Bereiche eine besondere Belastung darstellen. Zudem deutet vieles darauf hin, dass die Intensität und Häufigkeit von Starkregen zunehmen wird. In Bezug auf Sturmereignisse lässt sich aus den Klimamodellen keine steigende Betroffenheit ableiten, doch ist mit einer mindestens gleichbleibenden Sturmaktivität zu rechnen. Dabei muss berücksichtigt werden, dass konvektive Einzelereignisse durch die Klimamodelle (noch) nicht explizit aufgelöst werden können, sodass die Prognose des Auftretens von Gewitterstürmen und Starkregenereignissen evtl. unterschätzt wird.

Um zu veranschaulichen, welche lokalen Auswirkungen Extremereignisse nach sich ziehen können, werden drei Ereignisse der jüngeren Vergangenheit in Form eines Posters „Extremwetterereignisse“ vorgestellt. Neben den meteorologischen Daten wird darauf das Schadensausmaß eines Hitze- (Sommer 2018 und 2019), Sturm- (Orkantief Ela in 2014) sowie Starkregenereignisses (Juni 2016) aufgeführt und auf weitere vergleichbare Ereignisse hingewiesen (Auszug in Abb. 3). Das Poster kann von der Stadt Mülheim an der Ruhr bspw. bei Informationsveranstaltungen eingesetzt werden, soll zur Sensibilisierung der Mülheimer Bevölkerung beitragen und verdeutlichen, warum Maßnahmen zur Klimaanpassung notwendig sind.



Abb. 3: Auszug aus dem Poster Extremwettereignisse (das vollständige Poster im Originalformat DIN A0 ist auf der Homepage der Stadt Mülheim an der Ruhr abrufbar)

3. Betroffenheitsanalyse

Unter der „Betroffenheit“ wird hier zum einen das Ausmaß der Änderung klimatischer Parameter verstanden (Temperatur, Niederschlag, etc.). Zum anderen beinhaltet der Begriff die Empfindlichkeit, mit der ein bestimmtes System auf diese Veränderungen reagiert (also welche Auswirkungen zu erwarten sind bzw. wie gut Schäden ggf. abgepuffert werden können). Dabei geht es sowohl um räumliche als auch funktionale Betroffenheiten, für die jeweils die zukünftig zu erwartenden Auswirkungen sowie heute bereits auftretenden Folgen des Klimawandels maßgeblich sind.

3.1 BESTANDSAUFNAHME RÄUMLICHE BETROFFENHEITEN

In Bezug auf die räumlichen Betroffenheiten durch den Klimawandel soll zunächst zusammengetragen werden, welche klimaanpassungsrelevanten Informationen in Mülheim an der Ruhr bereits vorhanden sind und im Rahmen des Klimaanpassungskonzepts genutzt werden können. Dazu zählen z.B. formelle bzw. informelle Planungsunterlagen, regionale Studien oder sonstige Konzepte. Deren zentralen Ergebnisse werden in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Darüber hinaus wird aufgezeigt, zu welchen Themen (weitere) räumliche Analysen zu den Auswirkungen des Klimawandels ratsam erscheinen.

Tab. 1: Übersicht klimaanpassungsrelevanter Informationen in Mülheim an der Ruhr.

HITZE
➢ Wie ist die Datengrundlage?
• Stadtklimaanalyse 2018 (Stadt Mülheim an der Ruhr 2018)
➢ Welche Aussagen können getroffen werden?
• Bioklimatische Belastung im Siedlungsraum (z.B. hohe Belastung in der Innenstadt) • Wichtige Luftleitbahnen bzw. Ausgleichsräume (z.B. Ruhr-Aue, Rumbachtal) • Zukünftige Entwicklung klimatologischer Kenntage in den Klimatopen (z.B. stärkste Zunahme von Tropennächten in der Innenstadt) • Anfälligkeit der Bevölkerung gegenüber der thermischen Belastung (Belastungsräume u.a. in den Stadtteilen Altstadt I, Altstadt II, Styrum)
➢ Einschätzung im Hinblick auf das Klimaanpassungskonzept
• Mesoskalige Modellrechnung von 2013 - jedoch Anpassung der Siedlungsstruktur berücksichtigt • Ergebnisse auf Klimatop-Ebene (nicht gebäudescharf) • Ergebnisse im Klimaanpassungskonzept berücksichtigen - Belastete Bereiche können identifiziert werden - Aussagen zur demographischen Betroffenheit möglich • Mittelfristig mikroskalige Fortschreibung empfohlen - Inkl. räumlich hoch aufgelöster Auswirkungen des Klimawandels

STADTGRÜN

➢ Wie ist die Datengrundlage?

- Grüne Mitte Mülheim an der Ruhr (Klar 2018)

➢ Welche Aussagen können getroffen werden?

- Stärken und Schwächen der Grünen Mitte (z.B. hohe Belastung in der Innenstadt)
- Funktionsbewertung des urbanen Grüns (ökologische, soziale, gesundheitliche, ökonomische, kulturelle Bedeutung)
- Versorgung mit Stadtbäumen (Defizitbereiche)

➢ Einschätzung im Hinblick auf das Klimaanpassungskonzept

- Das Dokument trifft keine expliziten Aussagen zur Betroffenheit durch den Klimawandel, jedoch werden bereits klimarelevante Themen angesprochen:
  - Belastung von Pflanzen und Bäumen (z.B. durch Hitze-, Trockenstress, …)
  - Auswahl von Straßen-/Stadtbäumen
  - Zunehmende Inanspruchnahme städtischer Grünflächen im Sommer
- Datengrundlage zur (Notwendigkeit und Herausforderung der) Entwicklung städtischer Grünflächen
- Klimawandel wurde „mitgedacht“
  - Vorschläge dienen auch der Anpassung an den Klimawandel
- Ergebnisse des Klimaanpassungskonzepts in den Prozess „Grüne Mitte“ einbinden

STADTÖKOLOGIE

➢ Wie ist die Datengrundlage?

- Stadtökologischer Fachbeitrag Mülheim an der Ruhr (LANUV 2007)
- Fachbeitrag des Naturschutzes und der Landschaftspflege für den RVR (LANUV 2017)

➢ Welche Aussagen können getroffen werden?

- Bestandsaufnahme Landschaftsräume (Schutzgebiete, Biotope, Boden, Gewässer, Erholungsgebiete, etc.)
- Biotopverbund besonderer/herausragender Bedeutung
- Planungs- und Maßnahmenempfehlungen im Hinblick auf Natur- und Artenschutz (Stabilisierung von Schutzgebieten und Verbesserung von Lebensräumen, Offenhaltung und Schaffung geeigneter Freiraum- und Wanderkorridore für Arten, Wildnis-Entwicklungsgebiete,…)

➢ Einschätzung im Hinblick auf das Klimaanpassungskonzept

- Keine Untersuchung der Auswirkungen des Klimawandels auf konkrete Landschaftsräume
  - Bewertung und Maßnahmen sind auch auf die Anpassung an den Klimawandel ausgerichtet
- Für den Status quo mögliche Datengrundlage für das Klimaanpassungskonzept
  - Räumliche Analysen zu den Auswirkungen des Klimawandels empfohlen

BODENSCHUTZ

➢ Wie ist die Datengrundlage?

- Bodeninformationssystem – Planungskarte zur Bodenqualität („Planwerk Boden“, Stadt Mülheim an der Ruhr 2013)

➢ Welche Aussagen können getroffen werden?

- Räumliche Bewertung der natürlichen Bodenfunktionen und der menschlichen Einflüsse

Einschätzung im Hinblick auf das Klimaanpassungskonzept

- Keine räumlichen Auswirkungen der Folgen des Klimawandels, aber für den Status quo mögliche Datengrundlage für das Klimaanpassungskonzept

HOCHWASSER

➢ Wie ist die Datengrundlage?

- Hochwassergefährdung und Maßnahmenplanung Mülheim an der Ruhr (Bezirksregierung Düsseldorf 2015)
- Flussgebiete Nordrhein-Westfalen (MULNV 2019)

➢ Welche Aussagen können getroffen werden?

- Ist-Situation der Hochwassergefährdung
- Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten für $HQ_{häufig}$, HQ_{100}, HQ_{extrem}
- Maßnahmenplanung für Mülheim
  - Gewässer mit potenziellem Hochwasserrisiko (u.a.): Rumbach, Ruhr

➢ Einschätzung im Hinblick auf das Klimaanpassungskonzept

- Kein spezielles Szenario "Klimaänderung" in den Hochwassergefahrenkarten (Einzelfallprüfung nötig), aber zukünftige Trends werden bei der Fortschreibung berücksichtigt
- Für den Status quo mögliche Datengrundlage für das Klimaanpassungskonzept

STARKREGEN

➢ Wie ist die Datengrundlage?

- Starkregen-Simulation mit Kopplung Kanalnetz-Oberfläche des Rumbach-EZGs (größter Ruhr-Zufluss im Stadtgebiet)
- Vermessung der Gewässerprofile weit vorangeschritten
- Abstimmung über Datenbestände hat stattgefunden (Amt für Umweltschutz/Untere Wasserbehörde, Amt für Geodatenmanagement, Vermessung, Kataster und Wohnbauförderung)

➢ Welche Aussagen können getroffen werden?

- Darstellung Überflutungsgefahren im EZG in Abhängigkeit des simulierten Niederschlags

➢ Einschätzung im Hinblick auf das Klimaanpassungskonzept

- Stadtgebietsweite Starkregen-Gefahrenkarte nicht vorhanden
  - Kurzfristig geplant: Oberflächenmodell- Simulation ohne Berücksichtigung des Kanalnetzes
- Weitere gekoppelte Simulationen empfohlen (stadtgebietsweite Untersuchungen)

3.2 FUNKTIONALE BETROFFENHEITEN

Im Rahmen der funktionalen Betroffenheitsanalyse wurden die spezifischen Auswirkungen der Klimawandelfolgen für Mülheim an der Ruhr untersucht und bewertet. Ausgehend von den Gegebenheiten vor Ort wurde dabei analysiert, in welchen Handlungsbereichen der Stadt besondere Herausforderungen durch die zu erwartenden langfristigen Klimaveränderungen und (extremen) Wetterereignisse entstehen.

In einem ersten Schritt wurden die für Mülheim an der Ruhr relevanten Handlungsfelder identifiziert. Als Referenz diente dabei die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) der Bundesregierung aus dem Jahr 2008, die insgesamt 13 Themenfelder sowie zwei Querschnittsbereiche benennt und für diese auf Bundesebene den politischen Rahmen für die Aktivitäten zur Klimaanpassung setzt.

Das Anpassungskonzept für Mülheim an der Ruhr orientiert sich an den Themenfeldern der DAS und modifiziert diese teilweise für den kommunalen Kontext. Insgesamt wurden sechs Handlungsfelder betrachtet, die in Mülheim an der Ruhr direkt von den Auswirkungen der Klimaveränderungen beeinflusst werden können:

- Menschliche Gesundheit
- Natur und Stadtgrün
- Gewässer
- Verkehr
- Öffentliche Gebäude
- Ver- und Entsorgung

Für die genannten Handlungsfelder wurde im nächsten Schritt eine Wirkungseinschätzung durchgeführt. Die wesentliche methodische Grundlage hierfür bildeten die durch das bundesweite „Netzwerk Vulnerabilität“ 2012 für den Fortschrittsbericht der Deutschen Anpassungsstrategie erarbeiteten „Wirkungsketten“ (UBA 2015b). Diese dienten dazu, die lokalspezifische Betroffenheit für Mülheim an der Ruhr abzuleiten. Sie stellen den Zusammenhang zwischen klimatischen Veränderungen und den daraus resultierenden zentralen Folgewirkungen für die unterschiedlichen Handlungsfelder dar und zeigen darüber hinaus die jeweiligen Wechselbeziehungen zwischen den Sektoren auf.

Anschließend wurden im Rahmen einer Befragung für die genannten Handlungsfelder erste Einschätzungen ausgewählter VertreterInnen innerhalb und außerhalb der Stadtverwaltung zu den zukünftig erwarteten Klimawirkungen gesammelt. Hierzu wurden entsprechende Fragebögen entwickelt, versandt und der Rücklauf ausgewertet (siehe Beispielfragebögen im Anhang). Auf Basis dieser Befragung wurden dann im Rahmen eines interdisziplinären Workshops die für Mülheim an der Ruhr relevanten Klimawirkungen ausgewählt und mit Blick auf die folgende Phase der Strategie- und Maßnahmenentwicklung der lokalspezifische Anpassungsbedarf priorisiert.

Im Rahmen der Veranstaltung wurde – zusammen mit VertreterInnen der Stadtverwaltung und externen Akteuren – aus einer großen Zahl möglicher Folgen des Klimawandels eine Auswahl derjenigen Wirkungen vorgenommen, die im Rahmen des Anpassungskonzeptes für Mülheim an der Ruhr zutreffend erschienen. Während der Veranstaltung konnten die TeilnehmerInnen über die handlungsfeldspezifischen Klimafolgen diskutieren und die für Mülheim an der Ruhr besonders relevanten Auswirkungen identifizieren. Dieser Schritt stellte eine entscheidende Weichenstellung für die anschließende Strategieentwicklung und für die Maßnahmenableitung dar und bot den TeilnehmerInnen die Chance, sich aktiv in den Prozess einzubringen.

Die Ergebnisse der Analysen zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die ausgewählten Handlungsfelder in Mülheim wurden in Form von sechs lokalspezifischen Wirkungsketten übersichtlich aufbereitet und zusammengefasst (vgl. nachfolgende Kapitel).

3.2.1 HANDLUNGSFELD MENSCHLICHE GESUNDHEIT

Das Handlungsfeld Menschliche Gesundheit wird stark durch temperaturabhängige Parameter beeinflusst. Wie die aktuelle Stadtklimaanalyse zeigt, gibt es bereits heute Räume mit erhöhter Wärmebelastung in Mülheim an der Ruhr (Wärmeinselbereiche), die insbesondere von dicht besiedelten bzw. versiegelten Flächen geprägt sind (sehr ausgeprägt in der Altstadt, auch z.B. in Teilen von Broich). Der Klimawandel wird zu weiter steigenden Jahresmitteltemperaturen, einem vermehrten Auftreten von als besonders belastend geltenden Kenntagen wie „Heißen Tagen“ (über 30 °C) oder „Tropennächten“ (Temperatur sinkt nicht unter 20 °C) sowie zu einer Zunahme des Stadtklimaeffekts führen, d.h. die Wärmeinselbereiche weiten sich auf große Teile des Stadtgebiets aus (Abb. 4).

Als Folge ist mit einer **steigenden Hitzebelastung** für die Bevölkerung in Mülheim an der Ruhr zu rechnen, die mit ernsthaften Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit verbunden sein kann. Von der Temperaturzunahme ist die gesamte Stadtbevölkerung betroffen, doch gelten Kleinkinder und ältere Menschen als besonders empfindliche Gruppen. Mit fortschreitendem Alter verlangsamt sich z.B. der Prozess zur Regulierung der Köpertemperatur und die Fähigkeit zur körperlichen Wärmeabgabe nimmt ab, sodass ältere Menschen häufig stärker unter Hitzestress leiden als andere Bevölkerungsgruppen. Die Folgen können u.a. Unwohlsein, Dehydrierung oder Kreislaufprobleme bis hin zum Sonnenstich sein. Die langanhaltende Hitzeperiode im vergangenen Sommer 2018 hat auch in Mülheim an der Ruhr gezeigt, dass eine solche Phase hoher Temperaturen, insbesondere verbunden mit fehlender nächtlicher Abkühlung, für alle Bevölkerungsschichten eine erhebliche Belastung darstellen kann. Zusammen mit dem demografischen Wandel muss davon ausgegangen werden, dass das Risikopotenzial hitzebedingter Erkrankungen und Todesfälle steigt.

Neben der altersbedingten Betroffenheit sind oft auch Menschen mit geringerem Einkommen höheren Umweltbelastungen ausgesetzt als sozial besser gestellte Gruppen (Umweltgerechtigkeit). Das Wohnumfeld sozial Benachteiligter verfügt meist über eine schlechte Energiebilanz und ist häufig nicht gesundheitsförderlich (unsanierte Gebäudehülle, kein Balkon oder Garten). Die Personengruppen sind zudem von verkehrsbedingten Gesundheitsbelastungen wie Lärm und Luftschadstoffen betroffen und haben im Wohnungsumfeld weniger Zugang zu städtischen Grünflächen, d.h. sie verfügen über geringere Bewegungs- und Erholungsmöglichkeiten. In einem vom Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV) beauftragten Projekt zur kommunalen Umwelt-, Gesundheits- und Sozialberichterstattung war Mülheim an der Ruhr eine der Pilotkommunen. Die 2018 veröffentlichten Ergebnisse zeigen, dass Umweltgerechtigkeit in wichtiges Thema in Mülheim an der Ruhr ist, das in Zukunft verstärkt angegangen werden sollte.

Durch die Zunahme von Hitzeperioden wird von einer **Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit** von Beschäftigten ausgegangen. Davon sind nicht nur Tätigkeiten im Freien betroffen, sondern auch Beschäftigte in nicht klimatisierten Räumen und Personen in Bildungsstätten (Schulen) sowie Gesundheitseinrichtungen.

Eine weitere Belastung im Außenraum ist bodennahes Ozon, das zu Atembeschwerden führen und dessen Konzentration durch den Klimawandel zunehmen kann, was nicht nur Anpassungen im Arbeits-, sondern auch im Freizeitverhalten verlangt. Durch ein geändertes Freizeitverhalten und dem Schönheitsideal von gebräunter Haut wird die Gefahr eines höheren Hautkrebsrisikos gesehen. Dafür scheint der Klimawandel nicht ursächlich zu sein (zu dessen Auswirkung auf die UV-Strahlung besteht noch Forschungsbedarf, in Bezug auf die Sonnenscheindauer ist sogar eine rückläufige Tendenz erkennbar), doch begünstigen wärmere Tempe-

raturen den Aufenthalt im Freien. Gerade was langfristige Auswirkungen wie das Hautkrebsrisiko betrifft (die Wirkung tritt deutlich später als die Ursache auf) wird ein verändertes Verhalten der Bevölkerung als erforderlich gesehen.

Neben der steigenden Hitzebelastung ist in Mülheim an der Ruhr mit einer moderaten Zunahme von Starkregenereignissen und einer mindestens gleichbleibenden Sturmaktivität zu rechnen – beides führte bereits in der Vergangenheit zu heftigen Schäden (u.a. Orkantief Ela 2014). Durch den Klimawandel steigt das Risiko von durch Extremereignisse hervorgerufenen Unfällen – sowohl hinsichtlich Personenschäden als auch möglichen Schäden an Gesundheitsversorgungs-infrastrukturen. Im Zuge dieser Entwicklung wird erwartet, dass die Anforderungen an den Gesundheitssektor und die **Belastung der Krankenhäuser, Rettungs- und Pflegedienste zur Bewältigung von Extremereignissen** zunehmen. Rettungsdienste halten zwar Kapazitäten für Notfälle vor, stoßen in Ausnahmesituationen jedoch an Belastungsgrenzen.

Die geänderten klimatischen Rahmenbedingungen beeinflussen die menschliche Gesundheit auf vielfältige Weise. Durch den Klimawandel verlängert sich die Vegetationsperiode, verschieben sich Lebensräume und ist ein vermehrtes Auftreten gesundheitsgefährdender Arten möglich (sowohl heimische Arten als auch Neophyten), was zu **neuen allergischen Reaktionen** oder zu durch **Vektoren (z.B. Stechmücken und Zecken) übertragenen Krankheiten** führen kann. Hinsichtlich dieser Risiken wird in Mülheim an der Ruhr Analysebedarf gesehen.

Steigende Temperaturen können die Wasserqualität von Badeseen vermindern und führen andererseits zu einer stärkeren Nachfrage nach Bademöglichkeiten. Entsprechend rückt die Sicherstellung der Badewasserqualität in den Fokus, um gesundheitliche Probleme zu vermeiden. Ist die Badewasserqualität nicht gewährleistet, müssen Gewässer für den Badebetrieb gesperrt werden (z.B. das seit vielen Jahren bestehende Badeverbot des ehemaligen Badesees Entenfang).

In Bezug auf die Trinkwasserversorgung ist in Mülheim in Zukunft weder mit qualitativen noch quantitativen Einschränkungen zu rechnen, doch ist der Aufbereitungsaufwand zur Sicherung der Trinkwasserqualität bereits heute hoch und wird künftig voraussichtlich steigen.

Gegenwärtige Wärmeinselbereiche (2017) | **Zukünftige Wärmeinselbereiche (2100)**

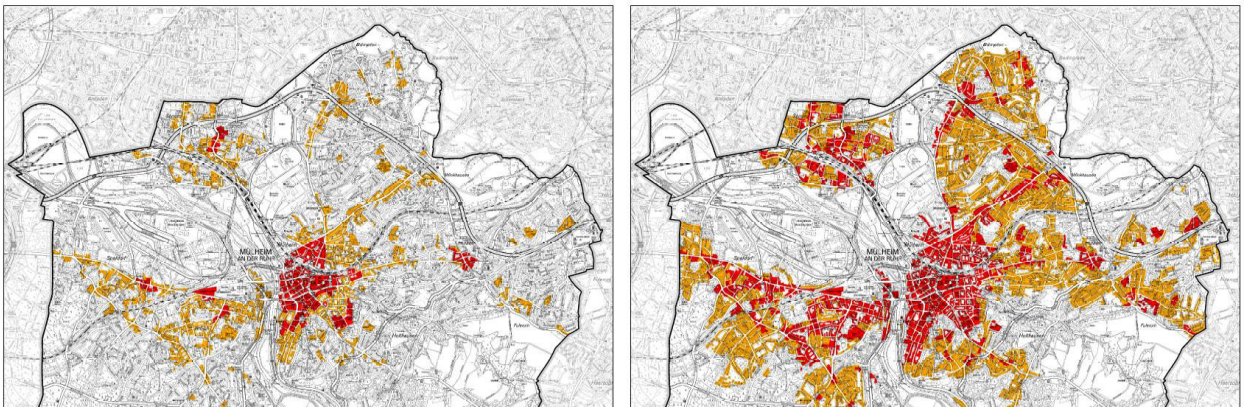


Abb. 4: Gegenwärtige und zukünftige Wärmeinselbereiche im Stadtgebiets Mülheims (rot = sehr hohe, orange = hohe Intensität; Auszug aus der aktuellen Mülheimer Stadtklimaanalyse (Stadt Mülheim 2018))

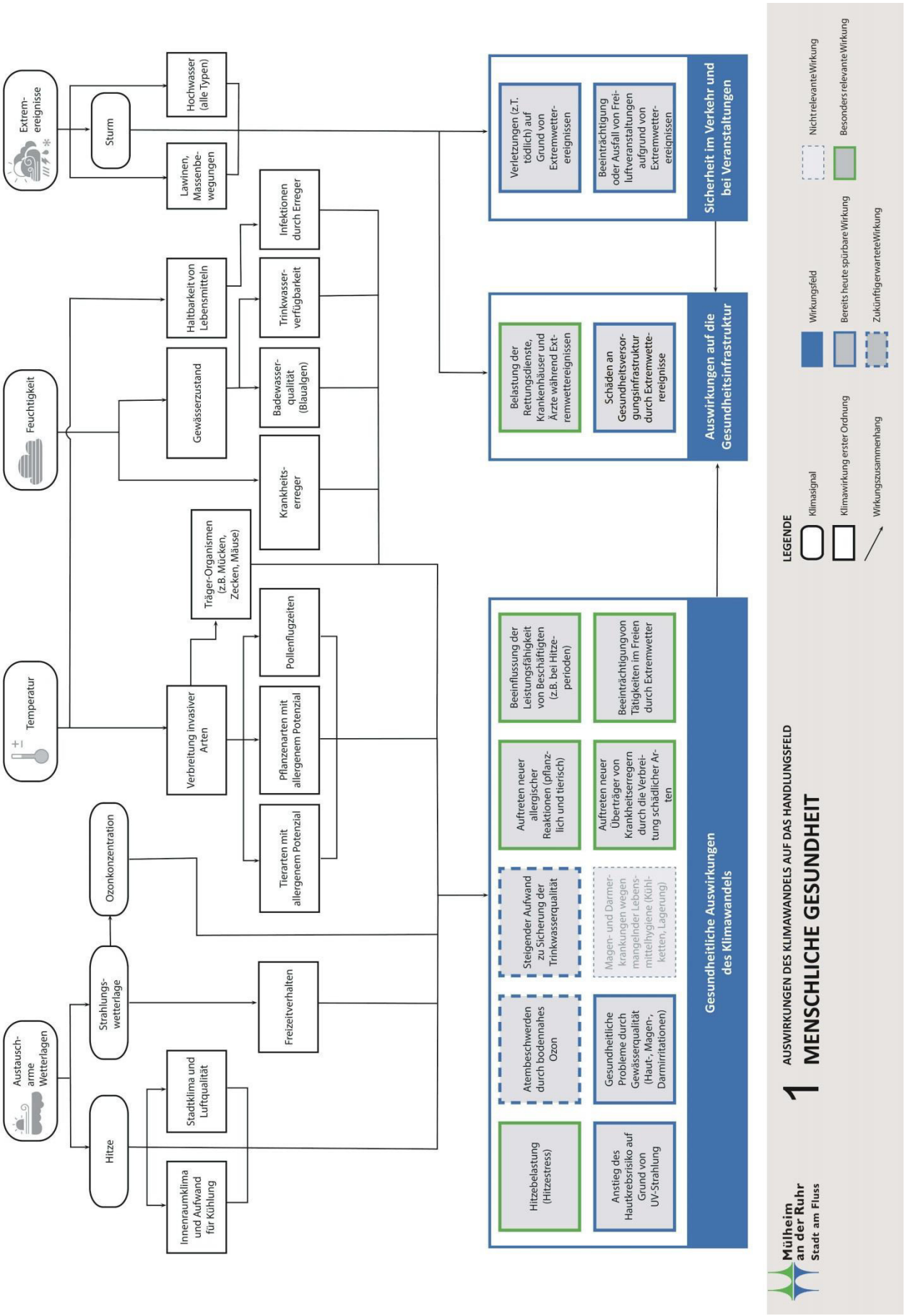


Abb. 5: Wirkungskette Menschliche Gesundheit

3.2.2 HANDLUNGSFELD NATUR UND STADTGRÜN

Steigende Temperaturen und eine längere Vegetationsperiode, veränderte Niederschlagsmuster sowie zunehmende sommerliche Trockenheit: Durch den Klimawandel ändern sich die klimatischen Rahmenbedingungen in Mülheim an der Ruhr so schnell und eingreifend, dass damit relevante Auswirkungen auf Ökosysteme und Arten verbunden sind. Als Folge kann eine **Störung von Biotopen** auftreten, außerdem ist die Veränderung bzw. **Verschiebung von Lebensräumen** zu erwarten. Beides kann zum **Rückgang bestimmter standortheimischer Arten** (bis hin zum Aussterben) führen. Von den geänderten Bedingungen profitieren jene Arten, die sich schneller anpassen (konkurrenzstärkeren Arten). Dabei handelt es sich sowohl um heimische Arten als auch Neophyten, die u.a. dann zu Problemen führen können, wenn sie naturnahe Lebensräume überwuchern, Unkräuter für die Landwirtschaft darstellen oder die menschliche Gesundheit gefährden (z.B. Riesenbärenklau, Japanknöterich, Beifuß-Ambrosie). Mit all den genannten Auswirkungen ist letztlich eine **Einschränkung der Ökosystemleistungen** verbunden, d.h. dass regulierende oder unterstützende Leistungen verloren gehen (u.a. Reinigung von Luft und Wasser, Erosionsschutz, Bestäubung, Bodenbildung, Nährstoffkreisläufe).

Die Auswirkungen des Klimawandels auf Flora und Fauna gelten nicht nur überirdisch, sondern betreffen gleichermaßen den Boden als Lebensraum sowie dessen Funktionen (als Grundlage siehe „Planwerk Boden“, Stadt Mülheim an der Ruhr 2013). Änderungen der Boden-Biodiversität bzw. mikrobiellen Aktivität können die Habitatfunktion des Bodens beeinträchtigen. Wärmere Sommer und mildere Winter beeinflussen z.B. den Abbau organischer Substanz in Böden durch Mikroorganismen (Mineralisierung), was sich auf den Bodenstoffhaushalt auswirkt (bspw. Humusgehalt) – über die Speicherung von Kohlenstoff bestehen darüber hinaus Wechselwirkungen zum Klimaschutz. Besonders im städtischen Raum spielt die Kühlleistung der Böden eine wichtige regulierende Rolle für das Mikroklima. Dies gilt nachts, wenn funktionsfähige Böden sich stärker abkühlen als versiegelte Flächen, genauso wie tagsüber, wenn die Wasserspeicherung im Boden die aufwachsende Vegetation versorgen und damit Verdunstungskühlung fördern kann. Mit der Zunahme der Jahresmitteltemperatur ergibt sich ein **Anstieg der Bodentemperatur**. Sinkt in Trockenperioden der Feuchtegehalt des Bodens bzw. trocknet dieser aus, kommt es zudem zu einer **Verminderung der stadtklimatischen Kühlleistung**.

Ein weiterer wichtiger Baustein, um dem Aufheizen des Stadtkörpers zu begegnen, sind öffentliche und private Grünflächen. Da es sich um ein kommunales Klimaanpassungskonzept handelt, steht hier das städtische Grün im Vordergrund. Dennoch sollt geprüft werden, welche Maßnahmen bzw. Vorgaben zur Aufwertung bzw. Pflege privaten Grüns möglich sind.

Im Fokus steht ein **zunehmender Unterhaltungsbedarf der Grünflächen**, der zum einen aus einer (eigentlich als positiv zu bewerteten) **zunehmenden Nachfrage** nach Grünflächen als Rückzugsorte resultiert, wenn sich künftig die Anzahl der Sommertage in Mülheim erhöht. Dies ist insbesondere in thermisch belasteten Gebieten (z.B. Altstadt) bzw. Bereichen mit einer ungenügenden Grünausstattung zu erwarten (z.B. Stadtbaum-Defizitbereiche in Broich). Zum anderen ergibt sich der Unterhaltungsbedarf aus einem erhöhten **Bewässerungsbedarf** während Hitze- und Trockenperioden, einer höheren Anfälligkeit gegenüber **Schädlingsbefall** von Pflanzen und Bäumen sowie durch Extremereignisse hervorgerufene Schäden an der Vegetation (Sturm, Überschwemmung, Hitze). Gerade Stadtbäume wachsen unter schwierigen Bedingungen (u.a. eingeschränkter Wurzelraum, verdichtete Böden und Schadstoffeinträge), die durch zunehmende Trockenheit erschwert werden, sodass **veränderte Anforderungen an die Artenzusammensetzung** die Folge sind.

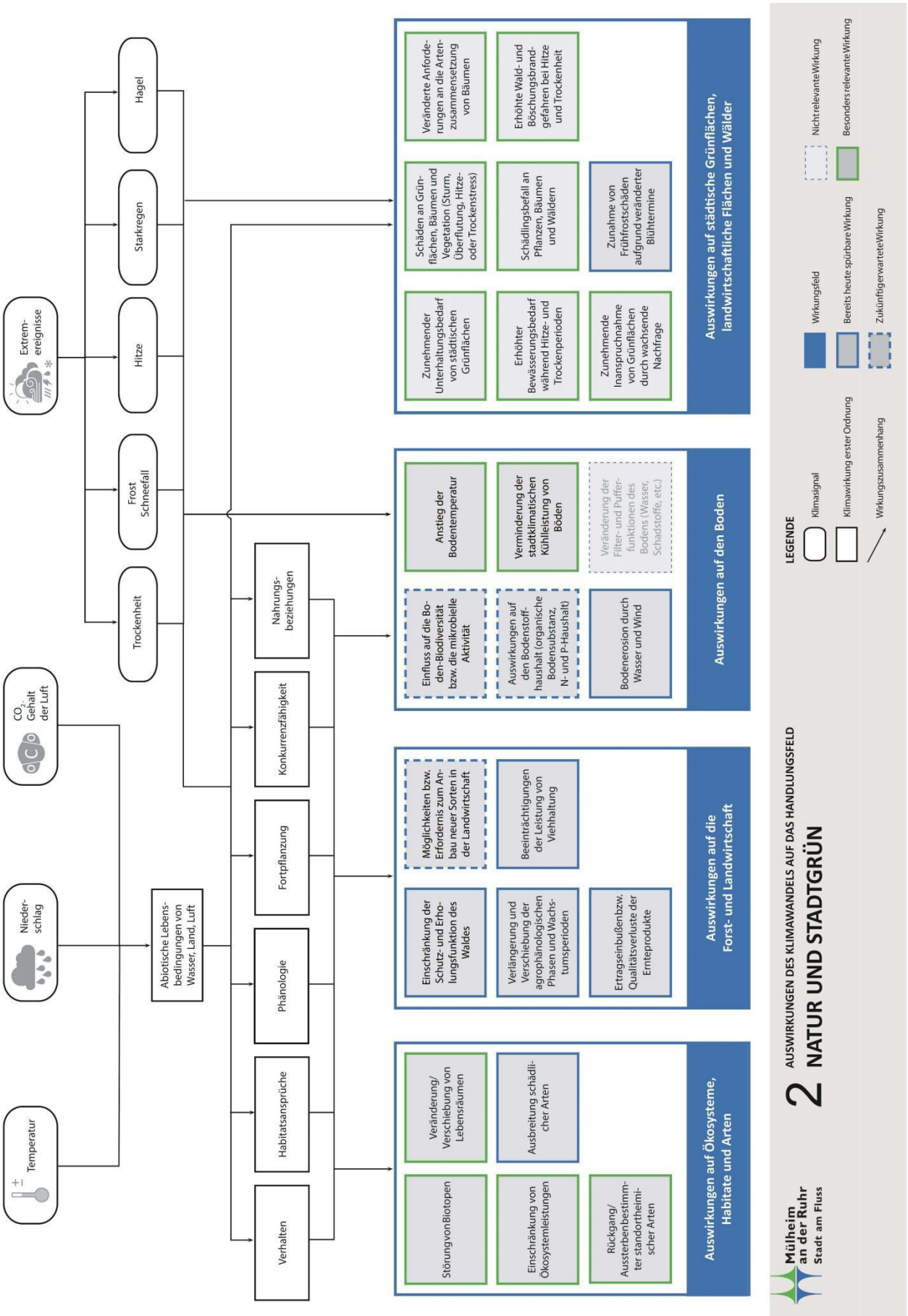


Abb. 6: Wirkungskette Natur und Stadtgrün

Die Landwirtschaft ist in hohem Maße von den klimatischen Gegebenheiten abhängig und weist eine ähnliche Betroffenheit wie das Stadtgrün auf (erhöhter Bewässerungsbedarf, Anfälligkeit gegenüber Schädlingen und Schäden an Pflanzen). Als Konsequenz wird die Gefahr von Ertragseinbußen bzw. Qualitätsverlusten sowie die Erfordernis zum Anbau neuer Sorten gesehen (robustere, trockenresistentere Sorten). Dank einer verlängerten Vegetationsperiode bestehen auch Chancen für den Anbau neuer Sorten, wobei gleichzeitig Frühfrostschäden durch veränderte Blühtermine möglich sind. Die Landwirtschaft weist enge Wechselwirkungen zum Boden auf (Bodenstoffhaushalt) und ist daher von Bodenerosion betroffen, die heute schon und in Zukunft tendenziell verstärkt durch Starkregen- und Sturmereignisse auftritt. Auch die Tierhaltung wird durch den Klimawandel beeinflusst mit der Folge, dass die Leistung der Viehhaltung bei höheren Temperaturen beeinträchtigt wird.

Die Zunahme von Hitze- und Trockenperioden erhöht die Gefahr von Bränden auf Grün- bzw. Ackerflächen (z.B. **Böschungsbrände**), im ungünstigsten Fall auch von Waldbränden. Auf den Wald und die Forstwirtschaft wirken im Wesentlichen Temperatur- und Niederschlagsänderungen ein, die genau wie bei den Stadtbäumen Anpassungen in der Baumartenwahl erforderlich machen, insbesondere vor dem Hintergrund, dass in der Forstwirtschaft langfristige Planungshorizonte gelten. Die schleichenden geänderten Umweltbedingungen sowie einzelne Extremereignisse bewirken zusammen die Gefahr eingeschränkter Schutzfunktion (in Mülheim an der Ruhr z.B. als Immissionsschutzwald) und Erholungsfunktionen des Waldes (letzteres z.B. durch den Eichen-Prozessionsspinner, dessen Auftreten durch die steigenden Temperaturen begünstigt wird).

3.2.3 HANDLUNGSFELD GEWÄSSER

Änderungen der Niederschlagsverhältnisse wirken auf alle Bereiche des Handlungsfelds Gewässer, doch sind die konkreten Auswirkungen von vielen Faktoren abhängig (Zeitpunkt und Intensität der Niederschläge, Temperaturen, Relief, Boden, Versiegelung, etc.).

Der Jahresniederschlag ist eine wichtige steuernde Größe, doch weniger aussagekräftig als die Betrachtung saisonaler Unterschiede – so werden in Mülheim an der Ruhr steigende Niederschlagsmengen in den Winter- und dagegen abnehmende Mengen in den Sommermonaten vorhergesagt. In Kombination mit steigenden Temperaturen und vermehrten sommerlichen Hitzeperioden (höhere Verdunstung) ist von längeren Phasen sommerlicher Trockenheit auszugehen. Dies kann zu einer **Veränderung des Bodenwassergehalts** bzw. der Sickerwassermenge führen. Gerade bei Trockenheit ist auch eine Verringerung der Wasseraufnahmefähigkeit der Böden möglich, sodass beispielsweise (Stark-) Niederschläge größtenteils oberflächlich abfließen, statt zu versickern. Als Folge ist in Mülheim an der Ruhr zukünftig von stärkeren Schwankungen des Grundwasserspiegels im Jahresverlauf auszugehen. Auch wird (trotz des leicht zunehmenden Jahresniederschlags) die Gefahr eines zukünftig sinkenden mittleren Grundwasserstandes gesehen. Im Jahr 2018 waren z.B. abgesenkte Grundwasserspiegel zu beobachten, doch ist nicht klar, ob dies als Folge des Klimawandels zu werten oder als einzelnes Ereignis einzustufen ist – zur Beurteilung der langfristigen Entwicklung des Grundwasserstandes mangelt es in Mülheim an der Ruhr an einem ausreichenden Datenbestand, das Messnetz des Landes hat zudem nur eine geringe räumliche Auflösung.

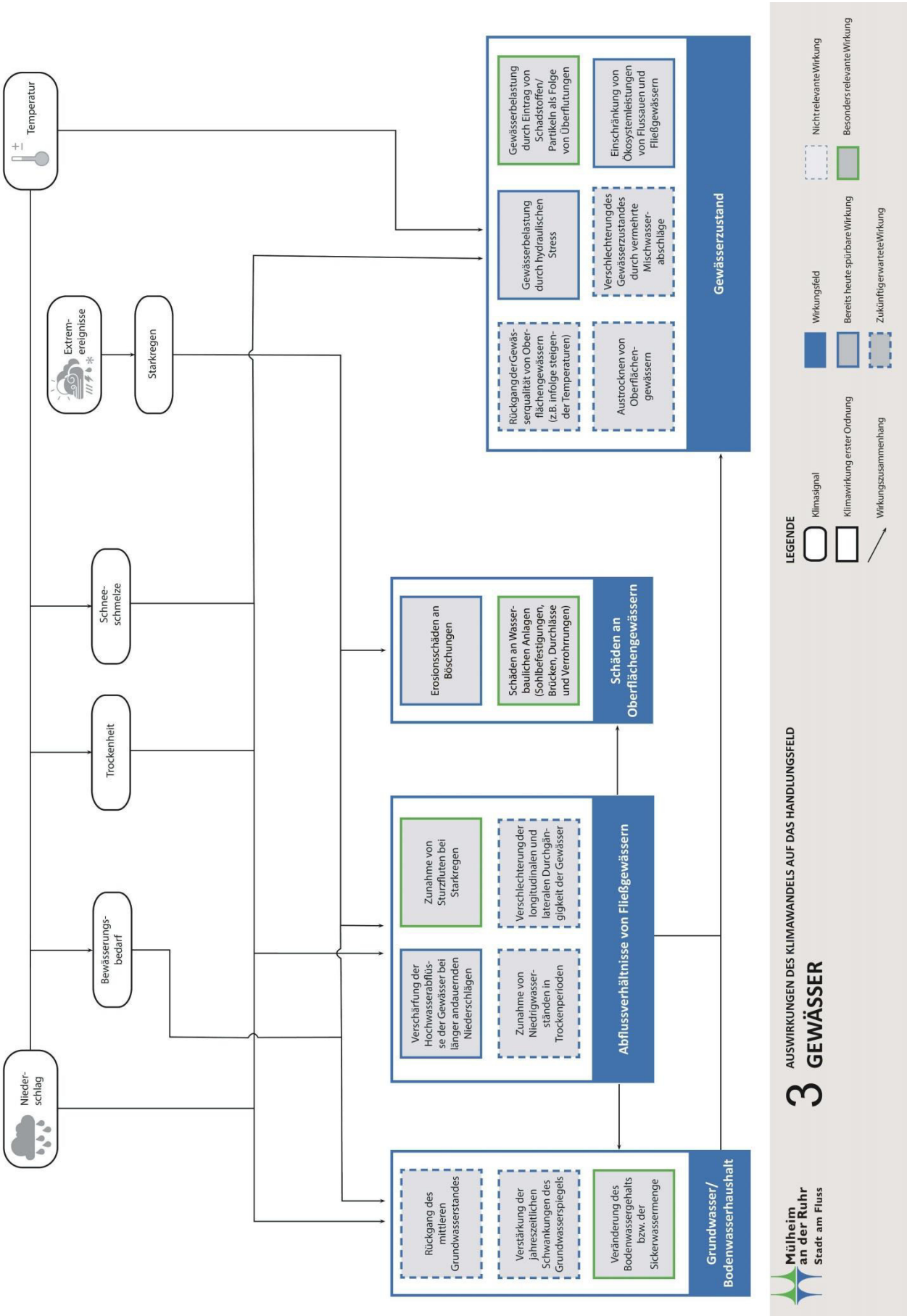


Abb. 7: Wirkungskette Gewässer

Es gibt viele Oberflächengewässer in Mülheim an der Ruhr, die natürlicherweise (bzw. teilweise auch anthropogen) periodisch oder episodisch austrocknen (z.B. Mühlenbach, Zechenbachsystem), doch ist zukünftig vermehrt mit Niedrigwasserständen bis hin zum Austrocknen von Gewässern zu rechnen, was zudem Auswirkungen auf den Gewässerzustand hat.

Zum einen wird eine **höhere Gewässerbelastung durch den Eintrag von Schadstoffen oder Partikeln** als Folge von Überflutungen (auch wenn dabei eine Verdünnung der Schadstoffe erfolgt) oder Starkregen gesehen, die insbesondere dann kritisch ist, sollten wassergefährdende Stoffe beispielsweise über Altlastenflächen eingetragen werden (möglich z.B. beim Rumbach und Forstbach durch Eintrag aus dem Flughafen-Gelände). Auch durch vermehrte Mischwasserabschläge ist eine Verschlechterung des Gewässerzustandes möglich – bereits heute zeigen einige Gewässer in Mülheim an der Ruhr (mindestens abschnittsweise) Hinweise auf eine hydraulische Überlastung (u.a. Forstbach, Hexbach, Rumbach, Wambach, Zechenbachsystem). Zum anderen können steigende Temperaturen die Gewässerqualität beeinträchtigen (u.a. Rückgang des Sauerstoffgehaltes, Aufkonzentration von Stoffen). In Summe kann der schlechtere Gewässerzustand die gewässertypische Lebensgemeinschaft und somit Habitatfunktion der Gewässer gefährden. Weitere Ökosystemleistungen von Flussauen und Fließgewässern können durch die geänderten Abflussverhältnisse und Gewässerqualitäten ebenfalls beeinträchtigt werden (z.B. Einschränkungen der Durchwanderbarkeit der Gewässer für Tiere, regulierende Wirkung des Wasserhaushalts, Stoffkreisläufe, Verfügbarkeit von Kühl-, Bewässerungswasser, etc.).

Niedrigwasserstände bzw. das Austrocknen von Gewässern sind das eine Extrem – das andere ist Hochwasser. Aufgrund ihrer urbanen Überprägung ist für einige Gewässer, z.B. Rumbach, Schmalbeek und Schobesbach, bei länger andauernden Niederschlägen etwa während der wahrscheinlich zunehmenden Winterniederschläge mit einer Verschärfung der Hochwasserabflüsse zu rechnen, der Abfluss der Ruhr ist dagegen durch Talsperren geregelt. Starkregenereignisse in den Sommermonaten haben in der Vergangenheit zu erheblichen Schäden in Mülheim an der Ruhr geführt (u.a. Juli 2014, Juni 2016, Mai 2018) und in Zukunft wird die Gefahr einer **Zunahme von urbanen Sturzfluten infolge zunehmender Starkregenereignisse** befürchtet.

Stärkere Abflüsse führen auch entlang der Gewässer zu Schäden, darunter Erosionsschäden an Böschungen, was wiederum Einfluss auf den Gewässerzustand hat, oder **Schäden an wasserbaulichen Anlagen (z.B. Durchlässe, Verrohrungen, Sohlbefestigungen, Brücken)**; hier bestehen mögliche Wechselwirkungen zu den Handlungsfeldern *Verkehr* bzw. *Ver- und Entsorgung.*

3.2.4 HANDLUNGSFELD VERKEHR

Viele wirtschaftliche und gesellschaftliche Funktionen in Mülheim an der Ruhr hängen von einer funktionierenden Verkehrsinfrastruktur ab. Wetterextreme haben in den vergangenen Jahren jedoch immer wieder größere Verkehrsstörungen und Infrastrukturschäden verursacht. Durch den Klimawandel und dessen Folgen werden diese Beeinträchtigungen wahrscheinlich in Mülheim an der Ruhr zukünftig zunehmen und dabei sowohl die Verkehrsinfrastruktur der Straßen und Schienen als auch Fuß- und Radwege gleichermaßen betreffen.

Durch häufigere und extremere Temperaturschwankungen sowie den Wechsel von Frost- und Tauwettertagen lässt sich bereits heute eine Zunahme von Verformungen an Straßen- und Wegebelägen beobachten. Material- und Strukturschäden von Straßen und Schienen z.B. bei Hitze (z.B. Spurrillen, Schmelzen des Teerbelags) werden insbesondere durch den Schwerlastverkehr/Busverkehr noch weiter verstärkt. Auch Grundwasserstellen, die bei langen Trockenphasen austrocknen und Änderungen am Fundament von Verkehrsinfrastrukturen bewirken, führen schon heute mancherorts zu Handlungsbedarf und zu Mehrausgaben.

Im Bereich der Signalanlagen kam es in der Vergangenheit häufiger zu Ausfällen durch Blitzeinschläge bei Gewittern in Mülheim an der Ruhr. Diese führten zu sehr hohen Instandsetzungskosten und intensiven Auseinandersetzungen mit dem Kommunalversicherer.

Auch die Häufigkeit und Intensität von Stürmen wird bereits heute als kritisch für die kommunale Funktionsfähigkeit der Verkehrsinfrastruktur angesehen. Stürme wie zuletzt Kyrill oder Ela verursachten massive Schäden an hochragenden Anlagen wie Oberleitungen und Signalen. Außerdem beeinträchtigten umfallende Bäume die Sicherheit von Verkehrsträgern und -infrastrukturen.

Grundsätzlich führen alle genannten Klimaveränderungen zu einer intensiveren Abnutzung oder gar zu Ausfällen der z.T. ohnehin unterfinanzierten Infrastruktur. Die zieht wiederum verkürzte Lebensdauern, wachsende Erhaltungs- und Instandhaltungskosten sowie erhöhte Ersatzinvestitionen nach sich.

Mülheim an der Ruhr war in der Vergangenheit mehrfach von **Unterbrechungen des Verkehrsablaufes auf Straßen und Schienen durch Extremwetterschäden** betroffen. Der zentrale Busbahnhof ist aufgrund seiner Tieflage regelmäßig von Überflutungen betroffen. Auch die Sturmschäden an Oberleitungen haben in der Vergangenheit zu wochenlangen **Verspätungen und Ausfällen im ÖPNV** geführt. Dadurch entstehen enorme Kosten, u.a. für den Schienenersatzverkehr und den damit verbundenen Personal- und Fahrzeugeinsatz. Die Stadtverwaltung (u.a. Feuerwehr, Ordnungsamt) und Rettungsdienste stellen einen erhöhten Ressourcen- und Personalbedarf während und nach Extremwetterereignissen fest.

Hinsichtlich der Einschränkung von Rettungsrouten während Extremwetterereignissen liegt in Mülheim an der Ruhr keine erhöhte Betroffenheit vor. Eine Problematik besteht allerdings darin, dass entlegene Ortschaften nur über eine einzelne Straßenverbindung angefahren werden können, was eine Schwachstelle im Rettungswegesystem darstellt.

Neben der Beeinträchtigung der Verkehrsinfrastruktur und der Verkehrssicherheit können zunehmende Temperaturen und Hitzewellen in Mülheim an der Ruhr auch die **Gesundheit von Verkehrsteilnehmenden** belasten und Herz-Kreislauf-Probleme bzw. eine abnehmende Konzentrationsfähigkeit im Straßenverkehr bewirken. Dies gilt insbesondere für den öffentlichen Nahverkehr. Im Falle eines Ausfalls der Klimatisierung entsteht schnell eine hohe Hitzebelastung, da moderne, klimatisierte Fahrzeuge des ÖPNV (Bus und Bahn) über keine Fenster verfügen, die geöffnet werden können.

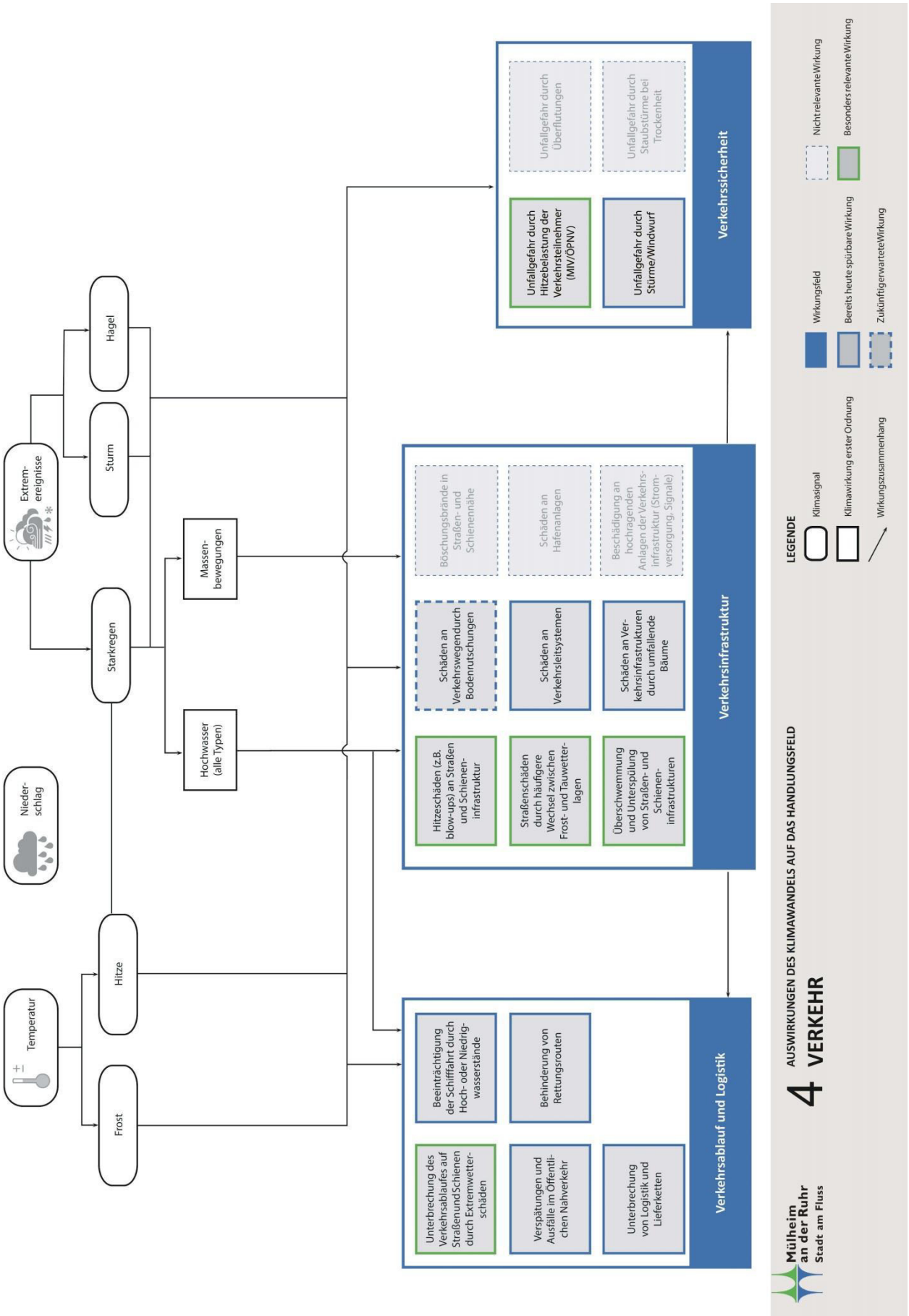


Abb. 8: Wirkungskette Verkehr

3.2.5 HANDLUNGSFELD GEBÄUDE

Die klimatischen Veränderungen und insbesondere die Extremwetterereignisse wirken in vielfältiger Weise auf Gebäude und Bauwerke in Mülheim an der Ruhr ein. Besonders hohe Schadenspotenziale bestehen im Bereich gewerblicher/industrieller Gebäude sowie der dort vorhandenen Produkte und Infrastrukturen.

An einigen Standorten in Mülheim an der Ruhr, wie etwa dem Haus der Wirtschaft in der Wiesenstraße, führen Starkregenereignisse (verbunden mit einer überlasteten Kanalisation) schon heute regelmäßig zu Überflutungen. Die Zahl der Gebäudeschäden durch **starkregenbedingte Überflutungen** und/oder **Rückstau aus dem Kanal** wird in vielen Gebieten der Stadt voraussichtlich noch weiter zunehmen. Dadurch ist in zunehmendem Maße mit substantiellen Schäden und/oder funktionellen Verlusten (Nutzungseinschränkungen) zu rechnen. Eine besonders kritische Einrichtung bildet in Mülheim an der Ruhr beispielsweise das kommunale Rechenzentrum der Kommune, welches direkt am Rumbach liegt und im Keller des Rathauses untergebracht ist. Sollte das Rechenzentrum in Folge von Schäden durch Starkregenabflüsse funktionsunfähig werden, sind die Folgen schwerwiegend, da dadurch der Krisenstab der Stadt Mülheim an der Ruhr in seiner Arbeit stark eingeschränkt und Ämter teilweise handlungsunfähig würden.

Aber auch durch den sommerlichen Temperaturanstieg, verbunden mit dem sich fortsetzenden Trend steigender Jahresmitteltemperaturen sowie zunehmenden Hitzewellen im Sommer mit einhergehenden Heißen Tagen und Tropennächten, sind Menschen und Gebäude in Mülheim an der Ruhr betroffen. Während länger andauernder Hitzeperioden (wie z.B. im Sommer 2018) kommt es in einigen Gebäuden vermehrt zu Hitzestress für die dort lebenden bzw. arbeitenden Menschen. Da sich die nächtliche Abkühlung verringert, können Wohn- und Bürogebäude weniger auskühlen. Auch wird davon ausgegangen, dass mit der Temperaturzunahme die **Belastung des Innenraumklimas** noch weiter zunimmt. Die zunehmende Hitzebelastung kann u.a. an erhöhtem Kühlbedarf und den damit verbundenen Energiekosten abgelesen werden. Bei sich schnell ändernden Wetterlagen können selbst vorhandene Kühlsysteme nur zeitversetzt und mit einer gewissen Trägheit reagieren. Zum Teil müssen in Gewerbebetrieben **Produktions- und Arbeitszeiten** temporär an die klimatischen Bedingungen **angepasst werden**.

Da diese Klimaveränderungen die Gesundheit, das Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit der Menschen in Mülheim an der Ruhr beeinflussen, bringen sie neue Anforderungen an Gebäudegestaltung und -technik mit sich. Während der Heizwärmebedarf im Winter zukünftig zwar tendenziell leicht abnimmt, steigt der **Stromverbrauch durch zusätzliche Klimaregelungssysteme** vermutlich noch weiter an. Ein verstärkter Einsatz von Klimaanlagen läuft jedoch aufgrund des hohen Energieverbrauchs dem Klimaschutz entgegen und zwingt aufgrund der zunehmenden Kosten zu **neuen Kalkulationsgrundlagen** für die Gebäudeklimatisierung.

Während Starkregen- und Hitzeereignisse in Zukunft moderat häufiger auftreten und intensiver ausfallen können, sind in Bezug auf die Häufigkeit bzw. Intensität von Sturm- oder Hagelereignissen bislang keine neuen bzw. sich verschärfenden Konflikte für den Gebäudesektor ableitbar.

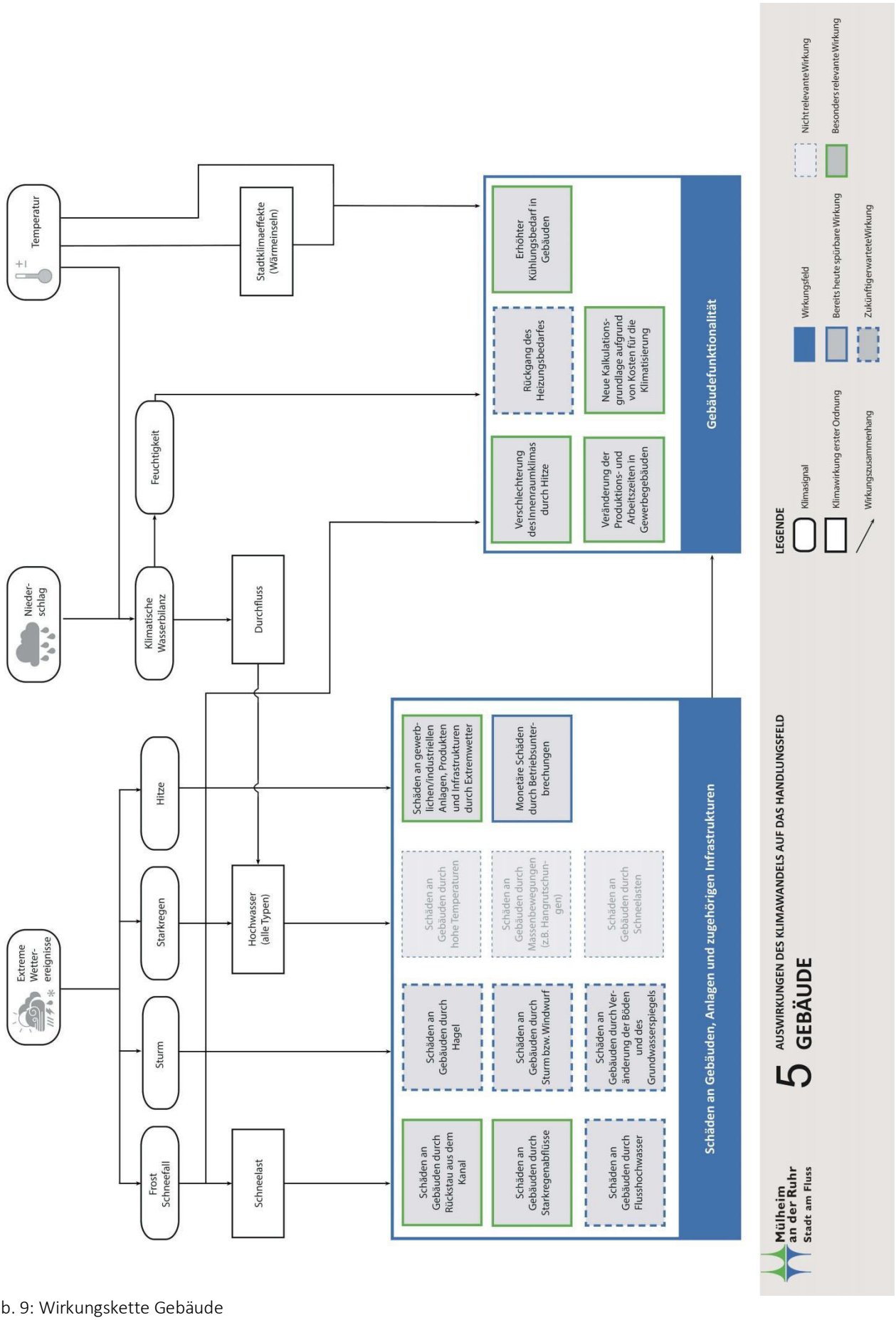


Abb. 9: Wirkungskette Gebäude

3.2.6 HANDLUNGSFELD VER- UND ENTSORGUNG

Sowohl in der Gesamtnachfrage nach Energie als auch im Verbrauchsmuster sind mit fortschreitendem Klimawandel Veränderungen zu erwarten. Während der Heizwärmebedarf tendenziell abnimmt, steigt der Stromverbrauch durch zusätzliche Klimaregelungssysteme im Sommer zukünftig noch weiter an. Anhand des Energieverbrauchs großflächiger Infrastruktureinrichtungen wie z.B. dem Krankenhaus lassen sich diese Veränderungen des Heiz- und Kühlbedarf qualifiziert erfassen. Insbesondere ist mit einem **Anstieg des Kühlenergiebedarfs** zu rechnen.

Wie vielerorts wird eine **Überlastung des Kanalnetzes bei Starkregen** zu verzeichnen sein, da dieses für extreme Ereignisse nicht ausgelegt ist – mit der Zunahme von Starkregen nimmt auch die Häufigkeit der Überlastungen zu. In letzter Zeit haben Starkregenabflüsse an wasserbaulichen Anlagen (z.B. Durchlässe, Verrohrungen, Sohlbefestigungen, Brücken) bereits vereinzelt zu Schäden geführt. Andererseits kann es im Kanalnetz bei langen Trockenperioden langfristig zu Ablagerungs-, Korrosions- und Geruchsproblemen kommen. Bei zunächst erfolgter Trockenheit und anschließenden Starkregenereignissen können unter Umständen betriebliche Probleme von Kläranlagen entstehen, da die Schmutzfrachten besonders stark ausfallen.

Eine zukünftige Beeinträchtigung der gewerblichen Produktion aufgrund von Wasserknappheit ist unwahrscheinlich, da die Wasserversorgung aus Oberflächengewässern, maßgeblich der Ruhr, gewährleistet wird und Einschränkungen nur theoretisch bei mehrjähriger Trockenheit denkbar wären. Dementsprechend sind nur wenige Anlagen bekannt (z.B. Salzgitter Mannesmann Grobblech GmbH, Europipe), die von einem Kühlwassermangel in Hitze- und Trockenperioden betroffen sein könnten. Weder eine eingeschränkte Wasserverfügbarkeit aus dem Grundwasser noch aus Oberflächengewässern sind zu erwarten. Die Risiken einer Verkeimung des Trinkwassers im Verteilungsnetz und zurückgehender Trinkwasserqualitäten erhöhen sich zwar theoretisch mit den Temperaturveränderungen. Jedoch definiert die Trinkwasserverordnung hier klar einzuhaltende Qualitätsanforderungen, durch die derartige Auswirkungen auf die Gesundheit grundsätzlich verhindert werden.

Die Auswirkung des Klimawandels auf die Beständigkeit der Energieversorgung (insbesondere Strom) wird als geringfügig bewertet. Bisher sind keine erheblichen Schäden an Kraftwerken oder Stromerzeugungsanlagen durch Extremwetterereignisse bekannt. Die Stromproduktion aus Wasserkraft an der Ruhr kann gedrosselt werden, wenn die Wassermengen zu groß werden, sodass hier kein Handlungsbedarf gesehen wird. Stromerzeugungsquellen der erneuerbaren Energien (insbesondere Photovoltaik) können jedoch von Extremwetterereignissen betroffen sein. Dazu gehören beispielsweise Schäden an Solarzellen durch zunehmende Unwetter mit Hagelereignissen – demgegenüber steigt das Potenzial von Photovoltaikanlagen durch längere Sonnenscheinphasen. Im Jahr 2018 sind die Solarerträge z.B. bereits höher als prognostiziert ausgefallen. Da die Energiegewinnungsformen der Biomasseproduktion sowie der Windkraft in Mülheim an der Ruhr nur eine untergeordnete Rolle spielen, ist hier kaum eine Beeinträchtigung zu erwarten.

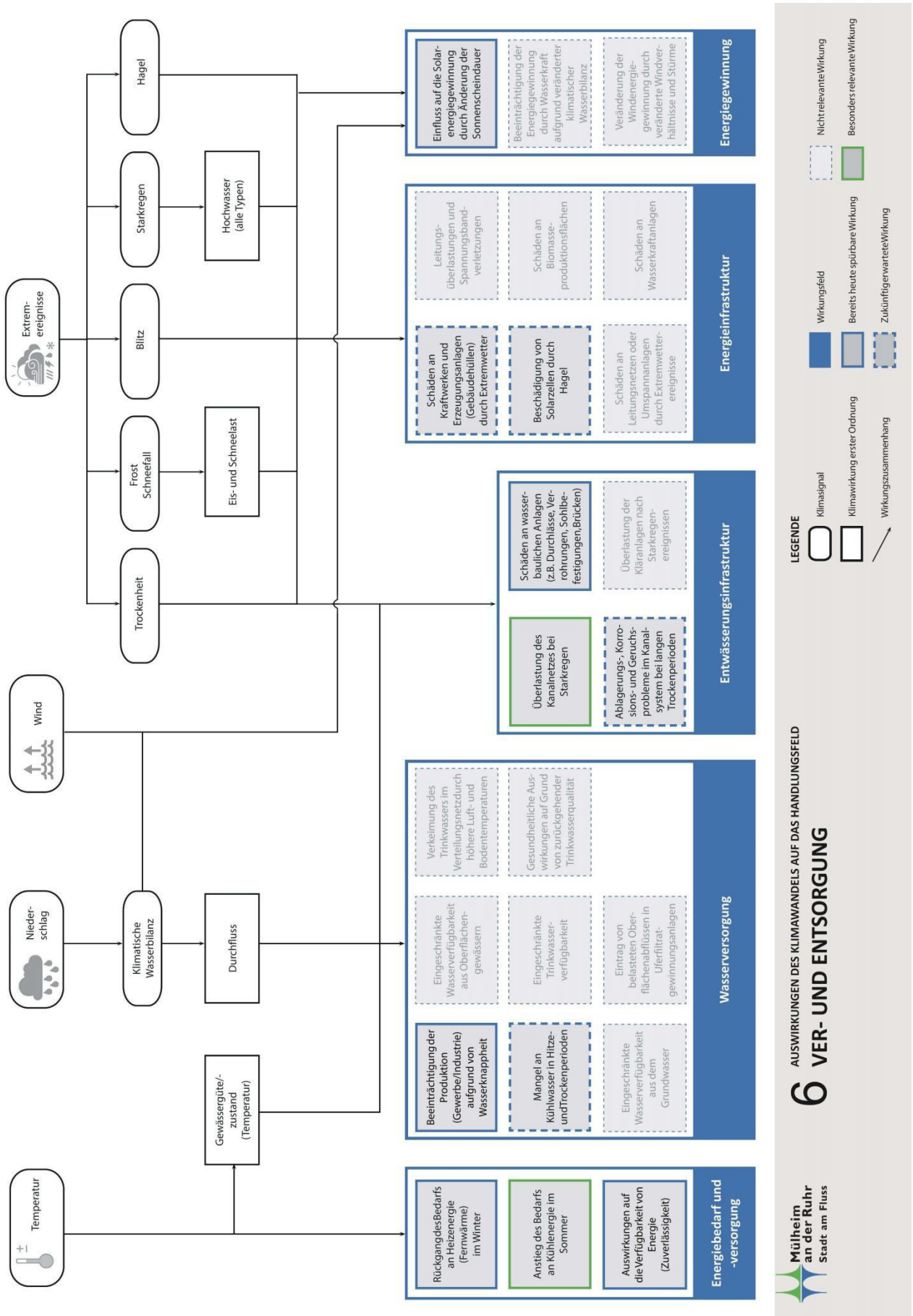


Abb. 10: Wirkungskette Ver- und Entsorgung

4. Gesamtstrategie zur Klimaanpassung

1) Klimagerechte Sicherung der Gesundheit und Lebensqualität der Mülheimer Bevölkerung
2) Erhalt und Förderung von Natur und Stadtgrün im Mülheimer Stadtgebiet
3) Schutz der Mülheimer Gebäude und Infrastrukturen vor negativen Klimaeinflüssen
4) Verstetigung der Klimaanpassung in der Mülheimer Stadtentwicklung

Nachdem im Rahmen der funktionalen Betroffenheitsanalyse die für Mülheim an der Ruhr relevantesten Wirkungen durch die beteiligten Akteure bewertet und priorisiert wurden (vgl. Kap. 3), konnten im folgenden Schritt die vier oben genannten Ziele zur Anpassung an diese Klimafolgen formuliert werden.

In einem nächsten Schritt wurden alle (sowohl laufenden als auch zukünftig denkbaren) Maßnahmen zusammengetragen, die zur Erreichung der anvisierten Ziele beitragen (könnten). Die Sammlung der Maßnahmenoptionen erfolgte dabei anhand der folgenden Leitfragen:

- Wo besteht noch Bedarf an weiterführenden Untersuchungen zum Klimawandel bzw. zu dessen Wirkungen?
  (→ analytische Maßnahmen)
- Welche organisatorischen Veränderungen sind notwendig (z. B. Zuständigkeiten, Budgets)?
  (→ organisatorische Maßnahmen)
- Welche Verfahren und Prozessabläufe müssen für die Klimaanpassung geändert werden?
  (→ prozessuale Maßnahmen)
- Wo bedarf es einer weiteren Sensibilisierung von Akteuren und Institutionen für die Klimaanpassung?
  (→ kommunikative Maßnahmen)
- Welche baulich-räumlichen bzw. ökologischen Maßnahmen sind für die Klimaanpassung denkbar und zielführend?
  (→ bauliche und ökologische Maßnahmen)

Darüber hinaus galt es, bestmöglich an die bisherigen Aktivitäten der Stadt Mülheim an der Ruhr in Bezug auf Klimaschutz und Klimaanpassung anzuknüpfen.

Für die Zusammenstellung der Maßnahmenoptionen zur Klimaanpassung wurden die vielfältigen Anregungen und Hinweise ausgewertet, die in der ämterübergreifenden Befragung sowie während des ersten Workshops gegeben wurden. Diese Vorschläge wurden fachlich geprüft und den entsprechenden Zielen zugeordnet. Teilweise wurden seitens der Gutachter auf Basis der Erfahrungen aus anderen Städten weitere Maßnahmenvorschläge ergänzt.

Die so entstandenen zielspezifischen Maßnahmenkataloge wurden anschließend im zweiten Workshop abgestimmt und bewertet. Dabei wurden aus der Vielzahl der gesammelten Maßnahmenoptionen diejenigen (prioritären) Maßnahmen ausgewählt, die für die Umsetzung des Anpassungskonzeptes als besonders zielführend angesehen werden und die aus Gründen der Dringlichkeit oder des Leuchtturmeffekts möglichst kurzfristig vorbereitet werden sollten. Die Liste umfasst zum Teil auch solche Maßnahmen, die bereits laufen und im Sinne der Klimaanpassung fortgeführt oder intensiviert werden sollen.

1. **Klimafolgenwissen für Mülheim an der Ruhr erweitern**
2. **Starkregenrisiken in Mülheim an der Ruhr reduzieren**
3. **Hitzebelastung in Mülheim an der Ruhr mindern**
4. **Klimaanpassung in Mülheimer Arbeitsabläufe integrieren** („Verstetigungsstrategie“)
5. **Mülheimer BürgerInnen und Unternehmen zur Klimaanpassung aktivieren** („Kommunikationsstrategie“)

Die ausgewählten Schlüsselmaßnahmen wurden den genannten fünf Handlungsstrategien zur Klimaanpassung in Mülheim an der Ruhr zugeordnet. Die Konkretisierung des Maßnahmenkatalogs erfolgte in Abstimmung mit der Stabsstelle Klimaschutz und Klimaanpassung und mit ausgewählten Schlüsselakteuren der Stadtverwaltung. Auf den folgenden Seiten werden die einzelnen Handlungsstrategien und Schlüsselmaßnahmen vorgestellt.

4.1 MÜLHEIMER HANDLUNGSSTRATEGIEN

4.1.1 KLIMAFOLGENWISSEN FÜR MÜLHEIM AN DER RUHR ERWEITERN

Das Wissen darüber, wie sich das Klima wandelt und welche Folgen sich daraus für Mülheim an der Ruhr ergeben, ist nicht nur die Basis für das vorliegende Klimaanpassungskonzept, sondern gleichermaßen wichtig, um den Anpassungsprozess umsetzen und langfristig fortsetzen zu können.

Damit dies gelingt, beinhaltet die Strategie „Klimafolgenwissen für Mülheim an der Ruhr erweitern“ einerseits das Beheben noch bestehender Wissensdefizite zu den Auswirkungen des Klimawandels. Wie die Bestandsaufnahme verdeutlicht hat, liegen in vielen Themenfeldern bereits fachliche Informationen zu den Klimawandelfolgen vor, doch sind teilweise vertiefende Analysen nötig (vgl. Kap. 3.1). So sind bspw. Starkregen-Simulationen für das Einzugsgebiet des Rumbachs vorhanden, stadtgebietsweite Analysen zur Starkregengefährdung fehlen hingegen noch (Schlüsselmaßnahme 1.1). Auch wurden in der Stadtklimaanalyse gegenwärtige und zukünftige Wärmeinselbereiche identifiziert, wobei im Rahmen des Beteiligungsprozesses der Wunsch nach einer räumlich höher aufgelösten Darstellung belasteter Stadtbereiche aufkam. Momentan noch fehlende Aussagen zu den Auswirkungen des Klimawandels dürfen jedoch nicht verhindern, dass vorhandene Informationen bereits zum Zwecke der Klimaanpassung genutzt werden – wertvolle Grundlagen stellen zum Beispiel die Untersuchungen zur Umweltgerechtigkeit oder das Planwerk Boden dar.

Andererseits geht es um die fortlaufende Aktualisierung vorhandenen Wissens. Im Rahmen des Klimaanpassungskonzepts wurde eine umfassende Analyse der klimawandelbedingten Änderungen vieler meteorologischer Parameter vorgenommen (vgl. Kap. 2). Diese fußt auf einer Vielzahl von Klimamodellen nach aktuellem Stand von Wissenschaft und Technik, doch können durch geänderte Rahmenbedingungen (infolge gelungener Klimaschutzmaßnahmen) und die Verbesserung der Modelle ggf. neue Ergebnisse und Trends auftreten – hier gilt es sicherzustellen, dass die Fachbereiche die Erkenntnisse der Forschung nutzen und in ihre Planungen integrieren.

Zusätzlich wird die Notwendigkeit gesehen, Messungen im Stadtgebiet durchzuführen, um die Auswirkungen des Klimawandels beobachten und räumliche Unterschiede feststellen zu

können (Schlüsselmaßnahme 1.2). Neben dem Erfassen allmählicher Klimaveränderungen sollen dabei das Auftreten und die Auswirkungen von Extremereignissen untersucht werden. Der Aufbau eines Monitorings ist gleichzeitig wichtiger Bestandteil des Controlling-Konzeptes zur Umsetzung des Klimaanpassungskonzepts (vgl. Kap. 4.3). Langfristiges Ziel wäre ein „Stadtklimamanagement", das Auswirkungen auf Klima- und weitere Parameter in Verbindung mit (wirksamen) Anpassungsmaßnahmen setzt und dabei hilft, sowohl kurzfristig auf (Extrem-) Ereignisse zu reagieren als auch langfristig Planungsprozesse steuern zu können. Das angestrebte „Reallabor klimaangepasstes Quartier" kann dazu genutzt werden, ein Monitoring-System im „Kleinen" aufzubauen und die Wirksamkeit verschiedener Maßnahmen zu erfassen.

Wenn es um die Erweiterung von Klimafolgenwissen geht, bietet sich vielfach die Möglichkeit an, bestehende Erkenntnisse anderer Städte oder Regionen zu nutzen und hinsichtlich der Übertragbarkeit auf Mülheim an der Ruhr zu prüfen. Ein Beispiel stellen Untersuchungen zur Auswahl zukünftiger Stadt- und Straßenbäume dar, deren Empfehlungen auch für Mülheim an der Ruhr gültig sein dürften (u.a. Bäume in Jena[1], GALK-Straßenbaumliste[2], „Projekt Stadtgrün 2021" der LWG Bayern[3]).

Der Austausch von Wissen zu aktuellen Forschungsergebnissen, den Folgen des Klimawandels oder Anpassungsmaßnahmen wird über Netzwerke erleichtert. Auf regionaler Ebene sind hier z.B. der Regionalverband Ruhr (RVR; u.a. mit seinem Klimaserver[4]) oder die Emschergenossenschaft und Lippeverband (EGLV) zu nennen. Das Nutzen solcher Netzwerke ist überdies insofern sinnvoll, als Planungsentscheidungen nicht an Kommunalgrenzen haltmachen und daher einer interkommunalen Abstimmung bedürfen (u.a. vorbeugender Hochwasserschutz, Naherholungsangebote).

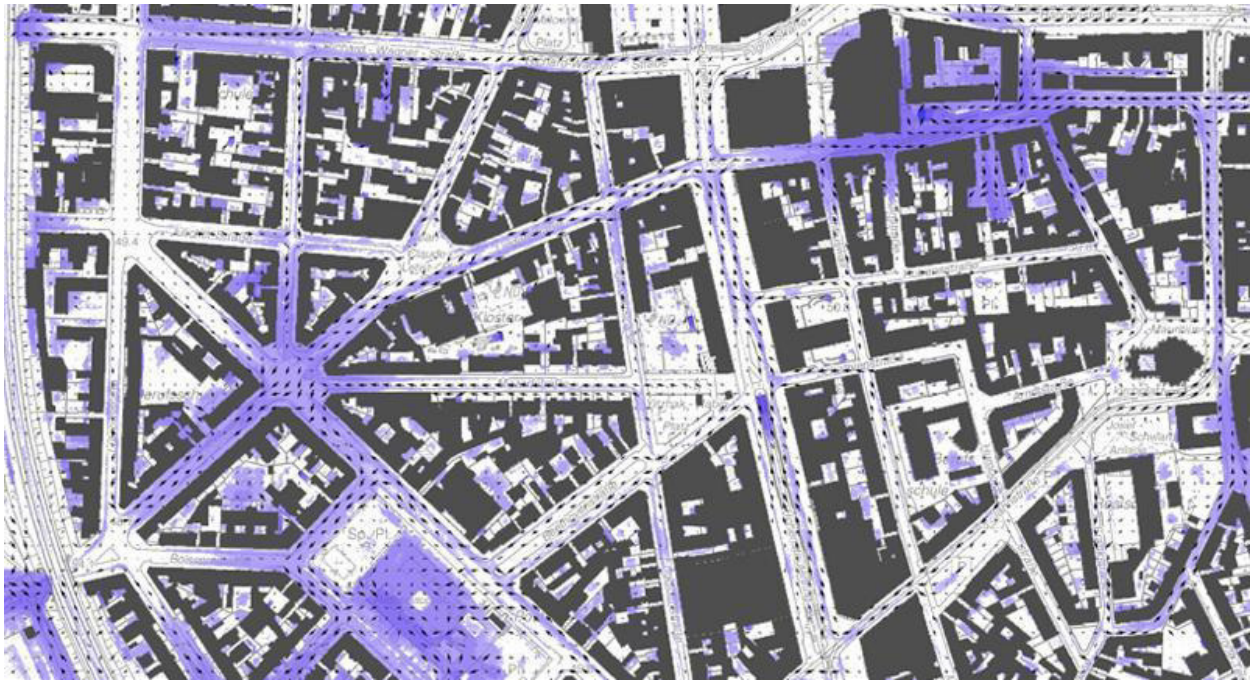
Die Handlungsstrategie zielt darauf ab, dass hochwertige Geo- und Sachinformationen zu den Auswirkungen des Klimawandels in Mülheim an der Ruhr zur Verfügung stehen. Diese Informationen müssen zusammengetragen und innerhalb der Verwaltung kommuniziert werden, damit Klimaanpassung in die Arbeitsabläufe der Verwaltung integriert und der Anpassungsprozess verstetigt werden kann (Querbezug zu Handlungsstrategie 4). Zudem gilt es, das Wissen an Verbände, Unternehmen und die breite Bevölkerung weiterzugeben, um diese in den Anpassungsprozess einzubinden (Handlungsstrategie 5).

[1] Stadt Jena (2016): Bäume in Jena. Stadt- und Straßenbäume im Klimawandel. Schriften zur Stadtentwicklung Nr. 7.

[2] www.galk.de/index.php/arbeitskreise/stadtbaeume/themenuebersicht/strassenbaumliste (Abruf 12.08.2019)

[3] www.lwg.bayern.de/landespflege/urbanes_gruen/085113/index.php (Abruf 12.08.2019)

[4] www.rvr.ruhr/themen/oekologie-umwelt/startseite-klima/klimaserver (Abruf 12.08.2019)



Schlüsselmaßnahme 1.1:

Erstellung einer Starkregengefahrenkarte

Maßnahmenbeschreibung

Bislang liegen für Mülheim an der Ruhr lediglich gekoppelte Simulationen von Teilgebieten vor, die jeweils auf Gewässer fokussiert sind. Eine Starkregengefahrenkarte, die mögliche Überflutungen durch Starkregen im gesamten Stadtgebiet zeigt, ergibt einen deutlichen Mehrwert im Sinne einer Starkregenvorsorge und einer wassersensiblen Stadtentwicklung. Empfohlen wird die Erstellung einer Starkregengefahrenkarte (2D-Simulation) für verschiedene Starkregenereignisse als erster Schritt eines Starkregenrisikomanagements. Dieses Planungsinstrument ist notwendig, um Überflutungsgefährdungen im Stadtgebiet zu identifizieren und Schwerpunkte zu priorisieren. Damit wird die analytische Basis für eine zu entwickelnde Risikoanalyse und ein Handlungskonzept gelegt.

Aufbau eines detaillierten digitalen Oberflächenmodells unter Berücksichtigung folgender Elemente und Parameter:

- Aktuelles digitales Geländemodell zzgl. oberflächlich zufließender Gebiete (hydraulisches Einzugsgebiet)
    - aktueller Gebäudebestand (ALKIS), Berücksichtigung von Hofdurchfahrten u.ä. Elementen
    - Einarbeitung Gewässerverrohrungen
    - Einarbeitung Geländedurchlässe
    - Einarbeitung von Rückhaltebecken u. ä.
    - Parametrisierung von spezifischen Rauheiten und Versickerungswerten
    - ggf. Berücksichtigung von Überstauvolumina aus Kanalnetzberechnung
    - ggf. Parametrisierung von Abflussverlusten (von kanalisierten Flächen)
- Simulation mehrerer abzustimmender Starkniederschläge (Modellregen, Naturregen) nach den Vorgaben der Arbeitshilfe kommunales Starkregenrisikomanagement (2018)

Federführung

- Amt für Umweltschutz (70)

Zu beteiligende Akteure

- Stadtentwässerung
- Amtsleitung Berufsfeuerwehr Mülheim an der Ruhr (37)
- Stadtentwicklung (61-1)
- Bauaufsicht (61-2)
- Stadtplanung (61-3)
- Verkehrs- und Straßenplanung (66-2)
- Bau und Betrieb (66-3)
- Umweltplanung und Untere Naturschutzbehörde (70-2)
- Untere Bodenschutzbehörde (70-3)
- Untere Wasserbehörde (70-4)
- Dezernat III, Amt für Brandschutz, Rettungsdienst und Zivilschutz (Berufsfeuerwehr)
- Stabsstelle Klimaschutz und Klimaanpassung

Wechselwirkungen

- Die Starkregengefahrenkarte bietet eine gute Referenz-Grundlage für das Bachentflechtungskonzept (Schlüsselmaßnahme 2.1), für das Eckpunktepapier zur Klimaanpassung (Schlüsselmaßnahme 4.1) sowie für die Kommunikationsstrategie (Handlungsstrategie 5)

Kosten/Wirtschaftlichkeit

- Einmalige gutachterliche Kosten bei der Erstellung von Starkregengefahrenkarten. Auf grundlegende Erkenntnisse wie vorliegende Simulationsergebnisse und Daten (Generalentwässerungsplanung, Kanalbestandsdaten, Liegenschaftsdaten, DGM-Daten) kann aufgebaut werden.
- Durch die Identifizierung von Überflutungsschwerpunkten können Investitionen zum Überflutungsschutz effizient eingesetzt werden.

Mögliche Anknüpfungspunkte

- Es liegen bei der Abwasserbeseitigung bereits gekoppelte Simulationen vor (z. B. für das Rumbachsystem)

Referenzen (best practice)

- Arbeitshilfe kommunales Starkregenrisikomanagement (2018)
- Veröffentlichte Starkregengefahrenkarten Bremen, Köln, Wuppertal (jeweils online verfügbar)



Schlüsselmaßnahme 1.2:

(Echtzeit-)Messungen von Klimaparametern

Maßnahmenbeschreibung

Bei der Messung von Klimaparametern bieten sich zahlreiche Möglichkeiten, sodass zunächst die Ziele der Maßnahme definiert werden müssen – in Bezug auf die zu messenden Parameter, die Wahl von Standorten sowie der zeitlichen Auflösung. Auch ist es unerlässlich, von Beginn an die Methodik der Auswertung sowie Verwendbarkeit der Ergebnisse im Blick zu haben.

Denkbar wäre ein Ansatz von geringem zu höherem Aufwand, d.h. dass die Schlüsselmaßnahme zeitnah mit vergleichsweise einfach umsetzbaren Messungen begonnen und im Verlauf um weitere Messungen ergänzt wird. Mit der Wetterstation am Gesundheitshaus (Heinrich-Melzer-Straße) besteht bereits eine Innenstadt-Station, die die wichtigsten meteorologischen Parameter erfasst, einen Vergleich von Stadt zu Umland (DWD-Station Essen) erlaubt und beibehalten sowie ggf. aufgerüstet werden sollte. Auch gibt es bereits fünf im Stadtgebiet verteilte Regenschreiber, die kontinuierliche Analysen erlauben. In Bezug auf Windparameter und Hochwasserpegel wird die Beibehaltung der bestehenden Stationen als ausreichend angesehen. Darüber hinaus sind folgende Messungen angedacht:

- Mobile Messungen während sommerlicher Strahlungswetterlagen, um die in der Stadtklimaanalyse ausgewiesenen Wärmeinselbereiche zu konkretisieren (z.B. Messfahrten) → einmalig
- Monitoring Invasive Arten, Mücken, etc. → periodisch (z.B. zweijährlich)
- Aufbau eines Luftschadstoff-Monitoringsystems (ein entsprechender Förderbescheid liegt bereits vor, bis Ende 2019 ist der Kauf von vier Messgeräten geplant) → kontinuierlich

Durch die Messstationen werden langfristige Entwicklungen und räumliche Unterschiede erfasst, die künftige Planungsentscheidungen unterstützen können. Zudem wird angestrebt, dass die Messdaten helfen, Gefahren von

Extremwetterereignissen zu erkennen und darauf reagieren zu können. Dazu wären Echtzeitdaten und deren automatisierte Auswertung erforderlich (erhöhte technische Anforderungen), die wiederum zu Hinweisen oder Warnungen der entsprechenden Stellen führen. Mögliche Ansätze sind:

- Kopplung der Regenschreiber mit Starkregengefahrenkarte (Gefahr von Sturzfluten bei kritischen Regenmengen in bestimmten Räumen) ⟶ Hinweise an Feuerwehr, Verkehrssicherheit, Bevölkerung
- Hohe Temperaturen ⟶ Bevölkerung (Verhaltenstipps)
- Langanhaltende Trockenheit → Grünflächenmanagement, Untere Wasserbehörde, ggf. Bevölkerung
- UV-Index, Pollenflug (ggf. Nutzung bestehender Warnsysteme) ⟶ Bevölkerung (Verhaltenstipps)

Ein wichtiger Punkt ist die Überprüfung der Wirksamkeit von Anpassungsmaßnahmen. Dies kann sowohl durch Messungen im Außenraum erfolgen als auch durch die Erfassung des Innenraumklimas oder des Energieverbrauchs in Gebäuden. Damit können Rückschlüsse auf die Maßnahmen selbst gezogen werden, sodass diese ggf. verbessert werden können. Zunächst sollen Maßnahmen an einzelnen Standorten messtechnisch untersucht werden, etwa im Rahmen des angestrebten „Reallabors klimaangepasstes Quartier“ oder begleitend bei Bauprojekten, um daraufhin geeignete Maßnahmen auf andere Stadtbereiche übertragen zu können.

Federführung

- Amt für Umweltschutz (70)

Zu beteiligende Akteure

- Zivil- und Katastrophenschutz (37/15)
- Verkehrs- und Straßenplanung (66-2)
- Grünflächenmanagement und Friedhofswesen (67)
- Umweltplanung und Untere Naturschutzbehörde (70-2)
- Untere Wasserbehörde (70-4)
- Stabsstelle Klimaschutz und Klimaanpassung

Wechselwirkungen

- Handlungsstrategien 2 (Starkregenrisiken reduzieren), 3 (Hitzebelastung mindern) und 4 (Klimaanpassung in Arbeitsabläufe integrieren)

Kosten/Wirtschaftlichkeit

- Einmalige Kosten bei Einrichtung neuer Messstandorten, Aufrüstung bestehender Standorte und technische Lösung zur automatisierten Auswertung von Echtzeitdaten
- Laufende Personalkosten für Instandhaltung der Messstandorte und Auswertung der Ergebnisse

Mögliche Anknüpfungspunkte

- Schlüsselmaßnahme 1.1 (Starkregengefahrenkarte)
- Schlüsselmaßnahme 5.1 (Online-Beteiligungsplattform Klimaanpassung) für Hinweise, Warnungen, Verhaltenstipps an die Bevölkerung nutzen

Referenzen (best practice)

- Klimaerlebnis Würzburg 2018 (sieben Klima/-Baum-Forschungsstationen in Stadt Würzburg)
- HITWIS – Hitzewarnsystem in Stuttgart
- Hitzewarnung, UV-Gefahrenindex, Unwetterwarnungen, etc. des DWD

4.1.2 STARKREGENRISIKEN IN MÜLHEIM AN DER RUHR REDUZIEREN

Die Skalierung der Ergebnisse globaler Klimamodelle auf die Region von Mülheim an der Ruhr bestätigt den generellen Trend, dass sich das Muster der Niederschläge im Jahresverlauf wandelt und sich diese tendenziell in das Winterhalbjahr verlagern (s. Kapitel 2). Dies hat unter anderem Auswirkungen auf die Kühlleistung der Vegetation und des Bodens im Sommer, wodurch ein bedeutender Querbezug zwischen den Themenfeldern Niederschlagsgeschehen und Hitzebelastung verdeutlicht wird.

Dagegen ist eine Zunahme von Starkregenereignissen mit den heutigen Modellen noch nicht belegbar, zum einen wegen deren räumlicher Auflösung, zum anderen wegen der Komplexität der zu Grunde liegenden physikalischen Vorgänge bei Wolkenbildung und Niederschlag im Allgemeinen sowie den lokal und zeitlich sehr begrenzten Starkniederschlägen im Besonderen.

Ungeachtet dessen gilt es heute als sehr wahrscheinlich, dass extreme Niederschlagsereignisse in den mittleren Breiten bis zum Ende dieses Jahrhunderts intensiver und häufiger auftreten werden (IPCC 2014). Dass Starkregenereignisse bereits zugenommen haben, zeigen zahlreiche regionale Studien für verschiedene Regionen in Europa (zusammengestellt in HSB 2017).

Wegen der zu erwartenden Zunahme ihrer Häufigkeit und Intensität bei gleichzeitig schlechter räumlicher und zeitlicher Vorhersagbarkeit bilden Vorsorgemaßnahmen den Kern einer Strategie zur Risikoreduktion. Ein effektives Instrument zur Planung von zielführenden Vorsorgemaßnahmen stellt das Starkregenrisikomanagement dar (MULNV 2018).

Der erste Schritt dieses Managements stellen die Starkregengefahrenkarten dar, auf denen Flächen oder Gebäude, die bei Starkregenereignissen besonders gefährdet sein können, gekennzeichnet werden. In den letzten Jahren wurden in Mülheim an der Ruhr bereits Simulationen durchgeführt, die den Stand der Technik darstellen (gekoppelte 1D-/2D-Modelle), z. B. für das Einzugsgebiet des Rumbachs, des größten Ruhr-Nebenflusses auf Mülheimer Stadtgebiet. Bei diesen Simulationen liegt der Fokus der Betrachtung allerdings auf dem Gewässer, das teilweise offen, teilweise verrohrt durch das Stadtgebiet verläuft und so auch im Simulationsmodell abgebildet wird. Die Interaktion mit der Oberfläche findet hier nur insofern statt, als Wasser aus dem System Gewässer / Regenwasserkanal auf das angrenzende Gelände gelangt.

Eine wünschenswerte Ergänzung zu diesen Ergebnissen würden stadtgebietsweite Starkregengefahrenkarten darstellen, deren Schwerpunkt nicht die Betrachtung von Gewässern und Regenwassernetz sind, sondern die eine Beregnung der gesamten Geländeoberfläche simulieren (vgl. Schlüsselmaßnahme 1.1).

Aufbauend auf solchen stadtgebietsweiten Starkregengefahrenkarten wären die nächsten Stufen eines Starkregenrisikomanagements (1) die Risikoanalyse und (2) ein Handlungskonzept. Die Risikoanalyse stellt im einfachsten Fall eine Verschneidung der Überflutungsflächen aus der Starkregengefahrenkarte mit den Flächen- und Gebäudenutzungen aus dem Liegenschaftskataster dar. Somit kann damit ein erstes Planungsinstrument zur Priorisierung von Vorsorgemaßnahmen erstellt werden.

Das Handlungskonzept baut auf der Starkregengefahrenkarte und der Risikoanalyse auf und benennt konkrete Maßnahmen zur Vermeidung von Schäden durch Starkregenereignisse. Die Umsetzung richtet sich an all jene Akteure, die auch durch das klassische Hochwasserrisikomanagement angesprochen sind (s. Steckbrief 1.1). Wichtig hierbei ist, dass Zielkonflikte zwischen Maßnahmen der Starkregenvorsorge und anderen kommunalen Themenfeldern offen diskutiert und einvernehmlich geklärt werden müssen.

Neben baulichen Maßnahmen zur Wasserrückhaltung, zum schadensfreien Abfluss oder Schutz von Gebäuden gehören zu diesem Konzept

Maßnahmen zur Erweiterung des Risikobewusstseins, zur Information und Beratung der potenziell betroffenen Bürger und Einrichtungen sowie die Anpassung und Verbesserung der Einsatzplanung für den Ernstfall. Voraussetzung für ein gelingendes Konzept ist aber vor allem die Vernetzung der relevanten Akteure.

Hingewiesen werden soll auf die Möglichkeit der Förderung gemäß der Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen der Wasserwirtschaft für das Hochwasserrisikomanagement und zur Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie[5]. Ausdrücklich können im Rahmen dieser Richtlinie die Analyse der Überflutungsgefährdung bei Starkregen, Starkregengefahrenkarten, Risikoanalyse und Handlungskonzept als Maßnahmen der Wasserwirtschaft für das Hochwasserrisikomanagement gefördert werden.

Wie auch bei der Hitzevorsorge bietet sich beim Starkregenrisikomanagement die Möglichkeit, bestehende Erkenntnisse anderer Städte oder Regionen zu nutzen und hinsichtlich der Übertragbarkeit auf Mülheim an der Ruhr zu prüfen. Als beispielhaft können hier Handlungsempfehlungen, Maßnahmenplanungen und Kommunikationskonzepte gelten, die im Rahmen unterschiedler Projekte mit dem Schwerpunkt Klimaanpassung in Bielefeld, Wuppertal und Oldenburg, erarbeitet wurden oder werden.

Genau wie bei der Hitzevorsorge soll auf den Austausch von Wissen zu aktuellen Forschungsergebnissen, den Folgen des Klimawandels oder Anpassungsmaßnahmen über Netzwerke hingewiesen werden. Das im Rahmen der Maßnahmen gewonnene Wissen soll zudem innerhalb der Verwaltung verbreitet sowie die Erkenntnisse auch der Öffentlichkeit übermittelt werden (vgl. Handlungsstrategie 1).

[5] Förderrichtlinie Hochwasserrisikomanagement und Wasserrahmenrichtlinie - FöRL HWRM/WRRL, Runderlass des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz vom 11. April 2017



Schlüsselmaßnahme 2.1:

Bachentflechtungskonzept zur hydraulischen Entlastung durch Abkopplung von Gewässern vom Kanal

Maßnahmenbeschreibung

Bachläufe sind wie in vielen anderen Städten auch in Mülheim an der Ruhr im Verlauf der städtebaulichen Entwicklungen des letzten Jahrhunderts zu „verrohrten Gewässern“ im Untergrund und damit gewissermaßen zu einem Teil des Kanalnetzes geworden. Neben dem Verlust der erlebbaren Oberflächengewässer aus dem Stadtbild werden somit zusätzliche hydraulische Engstellen (im Kanalnetz) geschaffen, da das Wasser in den Verrohrungen im Vergleich zu einem Bachbett relativ schnell und kanalisiert abfließt. Gerade bei stärkeren Regenfällen kann dies bestehende Entwässerungsprobleme verschärfen.

Im Zuge des Klimawandels, der aller Voraussicht nach mit häufigeren und intensiveren Starkregenereignissen einhergehen wird, stellt sich daher die Frage nach einer Entschärfung dieses Problems. Mit der (schrittweisen) Rückführung der Bäche in einen naturnahen Zustand, die nicht zuletzt aus gesetzlichen Regelungen, wie der Wasserrahmenrichtlinie oder dem Landschaftsgesetz Nordrhein-Westfalen, gefordert wird, würden Retentionsräume bzw. -strecken für den Abfluss von Regenwasser und eine reibungslosere Entwässerung von Flächen eine solche Entschärfung ermöglichen. Außerdem können offene Wasserflächen neben ihrer ästhetischen Wirkung und ihrer gestalterischen Möglichkeiten einen Beitrag zur Kühlung v. a. innerstädtischer Räume leisten. Hier ergeben sich gerade im Zusammenwirken mit Grün- und Freiflächen vielfältige Möglichkeiten.

Die Stadt Mülheim an der Ruhr könnte ihre bereits bestehenden hochentwickelten Simulationsmodelle für verschiedene Einzelgewässer nutzen, um die hydraulischen Auswirkungen einer Abkopplung bestimmter verrohrter Gewässer nachzuweisen. Möglicherweise schon bestehende stadtplanerische oder gestalterische Konzepte zur Renaturierung von einzelnen Bächen könnten dann zusätzlich unter diesem Gesichtspunkt bewertet werden.

Federführung

- Amt für Umweltschutz (70)

Zu beteiligende Akteure

- Abwasserbeseitigung (70-12)
- Stadtentwässerung
- Stadtentwicklung (61-1)
- Bauaufsicht (61-2)
- Stadtplanung (61-3)
- Verkehrs- und Straßenplanung (66-2)
- Bau und Betrieb (66-3)
- Umweltplanung und Untere Naturschutzbehörde (70-2)
- Untere Bodenschutzbehörde (70-3)
- Stabsstelle Klimaschutz und Klimaanpassung

Wechselwirkungen

- Überflutung bei Hochwasser/Starkregen
- Platzbedarf
- Durchschneidung von Verkehrswegen
- Multifunktionale Flächennutzungen

Kosten/Wirtschaftlichkeit

- Stark variierende Kosten, wirtschaftlich realisierbar im Verbund mit ohnehin geplanten Umgestaltungen

Mögliche Anknüpfungspunkte

- Es gibt in Mülheim an der Ruhr bereits Umgestaltungen des Bachbettes bei verrohrten Bächen, um die Fließgeschwindigkeit herabzusetzen.
- Die Maßnahme soll prioritär auf das Zechenbachsystem angewendet werden

Referenzen (best practice)

- Umgestaltung des Emschersystems



Schlüsselmaßnahme 2.2:

Verschärfung der Anforderungen zur Einleitung von Niederschlagswasser

Maßnahmenbeschreibung

Mit fortschreitendem Klimawandel ist mit einer Zunahme von Niedrigwasser oder auch extremen Niedrigwassersituationen in den Gewässern zu rechnen. Bei dann einsetzenden stärkeren Niederschlägen besteht zunehmend die Gefahr, dass Abflüsse aus Misch- und Trennsystemen mit entsprechenden Niedrigwassersituationen zusammentreffen. Dies führt zu einer erhöhten Belastung der Gewässer. Im Sommer kommt es bei entsprechend hohen Temperaturen dann ggf. zu Sauerstoffdefiziten, zunehmender Ammoniaktoxizität und hydraulischem Stress.

Die technischen Regelwerke zu Einleitungen von Misch- und Niederschlagswasser werden auch vor dem Hintergrund des Klimawandels aktuell überarbeitet. Das neue Arbeitsblatt DWA-A 102 ist für den Sommer 2020 angekündigt. Einleitungen aus Trennsystemen sind in NRW schon heute nach dem "Trennerlass" zu bewerten.

Um kritische Einleitungen zu identifizieren sind die bestehenden Einleitungen gemäß dem zukünftigen Regelwerk zu bewerten (Einzugsgebietsgröße; spezifische Rückhaltevolumina; Einleitungsvolumina) und dabei mögliche veränderte Gewässerabflüsse und ggf. auch niedrigere Grundwasserstände zu berücksichtigen. Bestehende Bauwerke sollten zudem hinsichtlich des aktuellen Überlaufverhaltens, das gemäß Selbstüberwachungsverordnung zu erfassen ist, bewertet werden. Aus diesen Grundlagen soll eine entsprechende Übersichtskarte zu Bedeutung der Einleitungen erarbeitet werden.

Federführung

- Amt für Umweltschutz (70)

Zu beteiligende Akteure

- Abwasserbeseitigung (70-12)
- Stadtentwässerung
- Untere Wasserbehörde (70-4)
- Stabsstelle Klimaschutz und Klimaanpassung

Wechselwirkungen

- Synergien mit der Entflechtung von Gewässern und Kanalnetz

Kosten/Wirtschaftlichkeit

- Stark variierende Kosten, je nach Einzugsgebietsgröße

Mögliche Anknüpfungspunkte

- Möglicher Anwendungsfall: Zechenbachsystem
- Maßnahmen aus Wasserrahmenrichtlinie
- Maßnahmen zur Umsetzung des Trennerlasses NRW
- Maßnahmen zur Umsetzung der Anforderungen an Mischwassereinleitungen

Referenzen (best practice)

- Projekt AFS-Einträge in die Wupper (Wupperverband)

4.1.3 HITZEBELASTUNG IN MÜLHEIM AN DER RUHR MINDERN

Im Mülheimer Stadtgebiet sind bereits heute überhitzte Bereiche vorhanden (Wärmeinseln), zusätzlich nimmt die thermische Belastung infolge des Klimawandels im Laufe des 21. Jahrhunderts weiter zu. Häufigere, längere und intensivere Hitzeperioden wirken sich direkt auf die Bevölkerung aus und können die Lebensqualität senken, die Produktivität verringern oder gar zu gesundheitlichen Risiken führen. Weiterhin können sich ein steigender Stromverbrauch durch die Gebäudeklimatisierung oder, in Kombination mit zunehmender Trockenheit, schwierigere Bedingungen für die Flora und Fauna ergeben.

Die Handlungsstrategie „Hitzefolgen mindern" zielt darauf auf, diese negativen Auswirkungen zu minimieren, sich ergebende Synergieeffekte zu nutzen und dazu beizutragen, die Gesundheit und Lebensqualität der Mülheimer Bevölkerung zu sichern. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf der Umweltgerechtigkeit, zu der es in Mülheim an der Ruhr bereits Untersuchungen gibt[6] und deren Ergebnisse künftig noch mehr Anwendung finden sollen.

Die Hitzezunahme wirkt sich auf unterschiedliche Handlungsfelder aus, sodass vielfältige Maßnahmen zur Anpassung nötig sind. Dabei geht es um die Kühlung (öffentlicher) Gebäude, bei der auf laufende Maßnahmen wie die Erneuerung der Klimatechnik zur Verbesserung des Innenraumklimas in Gebäuden oder Schulungen zur Klimatisierung von Räumen aufgesetzt werden kann. Ergänzend werden Aufklärungsmaßnahmen zu Risiken und zur Verhaltensprävention bei Wetterextremen allgemein empfohlen, insb. für sensible Bevölkerungsgruppen (SeniorInnen, Kleinkinder, etc.). Gerade letztere könnten von der Öffnung klimatisierter öffentlicher Räume für die Bevölkerung als Rückzugsorte in Hitzeperioden profitieren (z.B. Stadthalle).

Zudem kann die Flexibilisierung von Arbeitszeiten im öffentlichen Dienst während Hitzeperioden geprüft werden, gerade wenn es sich um Arbeit im Außendienst und mit körperlicher Anstrengung handelt (z.B. Pausenregelung, Gleitzeiten, Betriebsferien).

Vornehmlich kann die Stadt nur in ihren eigenen Liegenschaften aktiv werden. Durch eine verstärkte, über die ENEV hinausgehende, Berücksichtigung von Hitzeschutzmaßnahmen bei Neubauten, lassen sich Anpassungsmaßnahmen umsetzen, Erfahrungen gewinnen und gelungene Beispiele in der Öffentlichkeit als Vorbilder präsentieren und für deren Nachahmung werben.

Schließlich geht es um die Schaffung, Vernetzung und Aufwertung urbaner Grünflächen (insbesondere in Defizitbereichen), denn nur das Stadtgrün ist in der Lage, die doppelte Ökosystemdienstleistung der Verschattung und Verdunstungskühlung zu generieren. Auch hier gibt es laufende Maßnahmen in Mülheim an der Ruhr, die bereits zur Erreichung der Ziele beitragen wie etwa die Entsiegelung von Flächen, Anpassung der Baumartenwahl im Straßenraum oder qualitative Nachverdichtung auf Bauflächen zum Schutz klimawirksamer Außenbereichsflächen.

Gerade in Bezug auf das Stadtgrün bieten sich in einigen kommunalen Handlungsfeldern wie z.B. dem Bodenschutz, der Biodiversität oder dezentralen Siedlungswasserwirtschaft Synergieoptionen an, die es zu identifizieren und nutzen gilt, ohne dabei etwaige Zielkonflikte innerhalb der Klimafolgenanpassung außer Acht zu lassen (z.B. Vermeidung von Sturm- und Trockenschäden an Stadtbäumen).

[6] Niederrhein Institut für Regional- und Strukturforschung (NIERS; 2018): Pilotprojekt für eine integrierte, kommunale Umwelt-, Gesundheits- und Sozialberichterstattung. Abschlussbericht. Im Auftrag des LANUV.



Schlüsselmaßnahme 3.1:

Kühlungsstrategie öffentlicher Gebäude

Maßnahmenbeschreibung

Eine Strategie zur Kühlung öffentlicher Gebäude (Rathaus, Schulen, etc.) umfasst mehrere Maßnahmenebenen mit unterschiedlichen zeitlichen und finanziellen Rahmen. Prioritär sollten Maßnahmen in Gebäuden mit einer hohen Wärmebelastung in Hitzeperioden umgesetzt werden, die es zunächst zu identifizieren gilt.

Kurzfristig stehen Lösungen im Fokus, mit denen in den warmen Sommermonaten die Nachtkühlung effektiver genutzt werden kann. Durch eine Durchlüftung in der Nacht (oder den frühen Morgenstunden) soll dabei die tagsüber im Gebäude gespeicherte Wärme wieder abgeführt werden. Denkbar sind organisatorische Maßnahmen wie die manuelle Durchlüftung (z.B. über Hausmeister- oder Sicherheitsdienste) oder technische Systeme zur automatischen Öffnung von Fenstern in der Fassade bzw. Öffnungen im Dach, ohne dass Ventilatoren benötigt werden (z.B. intelligente Fassaden oder automatische Nachtlüftungsklappen). Ergänzend müssen die GebäudenutzerInnen gezielt über richtiges (Lüftungs-)Verhalten informiert werden.

Langfristig sollten weitere möglichst klimaneutrale bautechnische Möglichkeiten zur Gebäudekühlung geprüft werden (Erdkälte, solare Kühlung), deren Umsetzung im Bestand jedoch meist schwieriger vorzunehmen ist als bei Neubauten (vgl. Schlüsselmaßnahme 3.2).

Gleichzeitig ist es geboten, das übermäßige Aufheizen der Gebäude an heißen Tagen zu verhindern, d.h. Maßnahmen zu treffen, die den Wärmeeintrag ins Gebäude reduzieren. Sonnenschutzmaßnahmen am Gebäude leisten hier einen wertvollen Beitrag, wobei Sonnenschutz an der Außenfassade (Rollläden, Markisen) effektiver ist als innerhalb der Gebäude (Jalousien).

Auch Maßnahmen zur Verdunstungskühlung und Verschattung durch die Verwendung von Pflanzen (insb. Laubbäume) oder die Berücksichtigung des Reflexions- und Wärmespeicherverhaltens bei der Gestaltung größerer Oberflächen (z. B. Dächer, Plätze etc.) wirken der Aufheizung entgegen. Diese Maßnahmen lassen sich, obzwar teilweise mit einigem Aufwand, auch im Bestand umsetzen.

Federführung

- Wechselnde Akteure: ImmobilienService (26); Mülheimer Stadtmarketing (MST); Gebäudeeigentümer im Konzern Stadt; Stabsstelle Klimaschutz und Klimaanpassung

Zu beteiligende Akteure

- Stabsstelle Klimaschutz und Klimaanpassung
- Dezernat V - Bildung, Soziales, Jugend, Gesundheit, Sport und Kultur
- Stadtplanung (61-3)
- Grünflächenmanagement und Friedhofswesen (67)
- Umweltplanung und Untere Naturschutzbehörde (70-2)
- Betriebe der Stadt
- Beteiligungsholding

Wechselwirkungen

- Durch Nachtlüftung sowie Sonnenschutzmaßnahmen können Einsparungen bei der Gebäudeenergie erreicht und damit Synergien zum Klimaschutz erzielt werden.

Kosten/Wirtschaftlichkeit

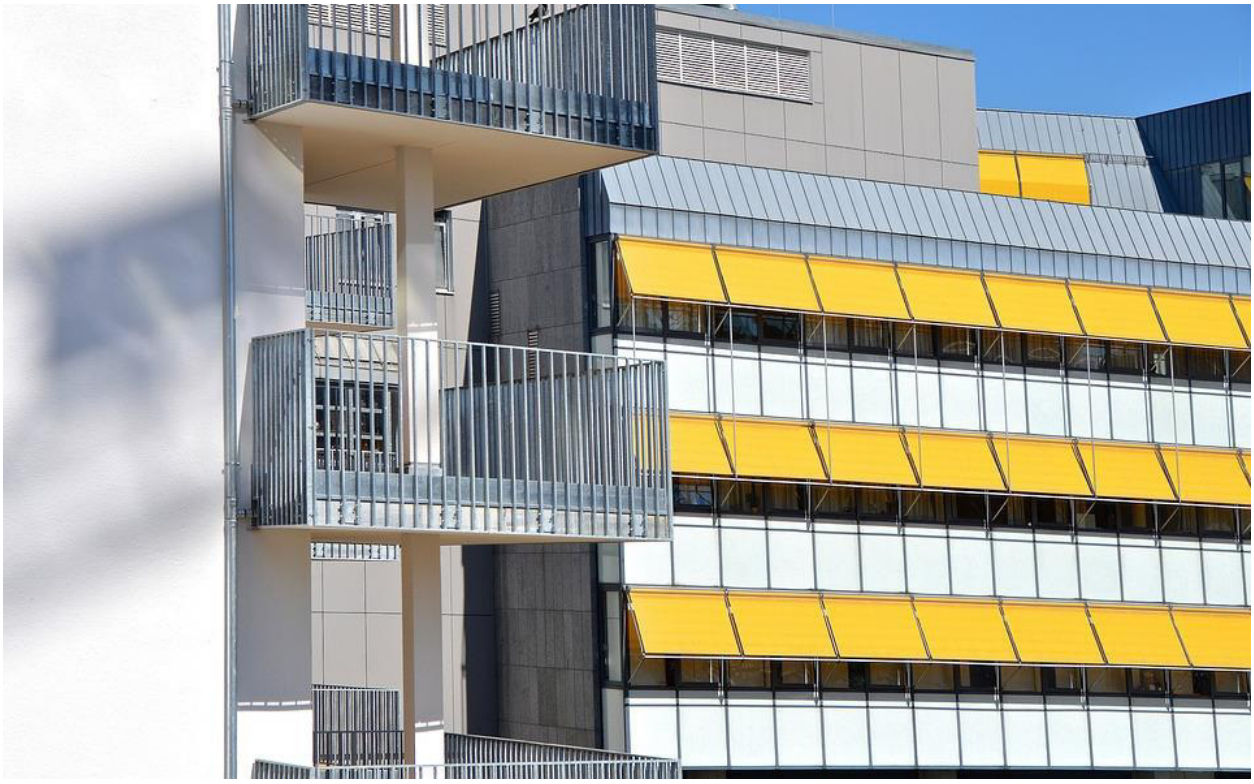
- Organisatorische Lösungen sind im besten Falle ohne erhöhte Personalkosten umsetzbar.
- (Bau-)Technische Maßnahmen im Bestand sind mit, teils beträchtlichem, finanziellen Aufwand verbunden.
- Durch Maßnahmen zur Senkung des Kühlenergiebedarfes können langfristig die laufenden Kosten für die Gebäudebewirtschaftung gesenkt werden.

Mögliche Anknüpfungspunkte

- Schlüsselmaßnahme 3.2 (Hitzeschutzmaßnahmen bei Neubauten)
- Schulungen zur Klimatisierung von Räumen (für MitarbeiterInnen der Stadthalle)

Referenzen (best practice)

- Max-Planck-Gymnasium Karlsruhe: Nachtlüftung unter Nutzung geregelter Fensterlüftung (KomPass Tatenbank, Umweltbundesamt)
- Umweltbundesamt (2011): Klimaschutz durch Reduzierung des Energiebedarfs für Gebäudekühlung



Schlüsselmaßnahme 3.2:

Verstärkte Berücksichtigung von Hitzeschutzmaßnahmen bei Neubauten von Konzern Stadt (Vorbildfunktion)

Maßnahmenbeschreibung

Bei Neubauten lassen sich Maßnahmen zum Hitzeschutz deutlich einfacher und meist kostengünstiger umsetzen als dies im Bestand möglich ist. Entsprechend sollen geeignete Maßnahmen standardmäßig bei öffentlichen Neuplanungen gesetzt werden. Dabei geht es auch um solche Maßnahmen, die über die Forderungen der EnEV hinausgehen und den erwarteten Klimawandel frühzeitig miteinkalkulieren.

Ziel ist es, ein angenehmes Innenraumklima ohne verstärkten Einsatz von Klimaanlagen zu schaffen, da diese aufgrund des hohen Energieverbrauchs Klimaschutz-Zielen entgegenstehen, zu Abwärme führen und mit Kosten verbunden sind. Alternative und passive Systeme rücken daher in den Vordergrund und bieten u.a. folgende Möglichkeiten:

- Gebäudekörperstellung* (Exposition zur Sonne, möglichst ohne Hinderniswirkung auf Kaltluftströme)
- Passive Kühlsysteme (Erdkälte, Nachtlüftung, Kühlwasserkreislauf, etc.)
- Außen liegender Sonnenschutz* (Markisen, Rollläden, etc.)
- Gebäudeverschattung (bspw. durch Bäume)
- Fensteranordnung und –größen*
- Gebäudebegrünung* (Dach- und Fassadenbegrünung)
- Geeignete Dämmung und Baumaterialien*

- Hellere Dächer (höhere Albedo)
- Raumnutzungskonzept*

Zunächst sollen Mindeststandards definiert (*), bei jeder Planung jedoch die Umsetzung weiterer Maßnahmen angestrebt werden.
Mithilfe eines Monitorings (z.B. im Rahmen des angestrebten „Reallabors klimaangepasstes Quartier“) lässt sich die (Kosten-)Wirksamkeit der Maßnahmen feststellen, um Planungen optimieren zu können. Außerdem sollen aus den Erfahrungen heraus die Standards fortlaufend angehoben werden, um der Temperaturzunahme durch den Klimawandel langfristig zu begegnen.

Neben der Erarbeitung und Implementierung von Standards soll ein öffentliches Pilotprojekt identifiziert werden, bei dem möglichst viele der Maßnahmenvorschläge umgesetzt werden. Dieses Gebäude kann als Vorbild für private Bauherren darüber dienen „was technisch“ möglich ist. Entsprechend sollte das Projekt beworben und die Erfahrungen zu Kosten, Umsetzung sowie Wirksamkeit an die Öffentlichkeit weitergegeben werden. Gerade Gesundheitseinrichtungen bzw. Einrichtungen für Kinder oder SeniorenInnen sollten dazu animiert werden, hohe Standards zur Hitzevorsorge bei ihren Bauten einzuhalten.

Federführung

- ImmobilienService (26)

Zu beteiligende Akteure

- Stabsstelle Klimaschutz und Klimaanpassung
- Dezernat V - Bildung, Soziales, Jugend, Gesundheit, Sport und Kultur
- Stadtplanung (61-3)
- Umweltplanung und Untere Naturschutzbehörde (70-2)

Wechselwirkungen

- Handlungsstrategien 1 (Klimafolgenwissen erweitern) und 5 (Bevölkerung zu Klimaanpassung animieren)
- Viele der Maßnahmen bieten Synergieeffekte bspw. zur Starkregenvorsorge, Lärmschutz, Gebäudeenergie, Biodiversität

Kosten/Wirtschaftlichkeit

- Bei Neubauten ist mit höheren Kosten durch die Umsetzung von Hitzeschutzmaßnahmen zu rechnen
- Durch Maßnahmen zur Senkung des Kühlenergiebedarfes können langfristig die laufenden Kosten für die Gebäudebewirtschaftung gesenkt werden. Die weiteren Synergieeffekte lassen sich nicht monetär erfassen, erhöhen jedoch die Lebensqualität im und um die Gebäude.

Mögliche Anknüpfungspunkte

- Schlüsselmaßnahme 3.1 (Kühlungsstrategie öffentlicher Gebäude)

Referenzen (best practice)

- ÖkoZentrum NRW: „Max Kelvin“ - Entwicklung und Erprobung eines modularen Curriculums zur passiven und aktiven Kühlung von Gebäuden
- Umweltbundesamt (2017): Klimaneutraler Gebäudebestand 2050. Energieeffizienzpotentiale und die Auswirkungen des Klimawandels auf den Gebäudebestand.



Schlüsselmaßnahme 3.3:

Schaffung, Vernetzung, Aufwertung von Grünflächen in Defizitbereichen

Maßnahmenbeschreibung

Grünflächen übernehmen viele Funktionen im städtischen Raum. Je nach Größe und Gestaltung wirken sie positiv auf das Stadtklima, sorgen für Regenwasserrückhalt, stellen Lebensräume dar, können die Luftqualität verbessern und eine hohe Aufenthaltsqualität bieten.

Daher gilt es zum einen bestehende Grünflächen aufzuwerten und zu vernetzen, da sich die positiven Auswirkungen vor allem bei intakten Grünflächen ergeben. Darunter fällt zum Beispiel die Gestaltung der Flächen mit offenen und durch Bäume verschatteten Bereichen (mit Sitzgelegenheiten) und ggf. Wasserelementen (z.B. Brunnen). Auch die Wahl hitze-/trockenresistenter Pflanzen und die Gewährleistung einer ausreichenden Bewässerung in Trockenperioden tragen zur Erhaltung intakter Grünflächen bei.

Zum anderen ist es das Ziel, neue Grünflächen im Stadtgebiet zu schaffen. Dies soll, auch im Sinne der angestrebten Klimagerechtigkeit, prioritär in Bereichen mit geringer Grünausstattung und hoher Hitzebelastung geschehen, die sich über das Entwicklungskonzept „Grüne Mitte“ und die aktuelle Stadtklimaanalyse identifizieren lassen. Im Mülheimer Stadtgebiet sind zwar einige Grünflächen vorhanden, doch im Alltag und insbesondere für sensible Bevölkerungsgruppen ist die fußläufige Erreichbarkeit von Flächen mit hoher Aufenthaltsqualität ein wichtiges Qualitätskriterium. Durch eine gezielte Entsiegelung und Begrünung bspw. überdimensionierter Erschließungs- oder Stellplatzflächen können Grünflächen in Quartieren geschaffen werden, die der umliegenden Bevölkerung als Rückzugsorte dienen (sogenannte „Pocket Parks“).

Federführung

- Stadtentwicklung (61-1)

Zu beteiligende Akteure

- Stabsstelle Klimaschutz und Klimaanpassung
- Verkehrswesen (66)
- Grünflächenmanagement und Friedhofswesen (67)
- Umweltplanung und Untere Naturschutzbehörde (70-2)

Wechselwirkungen

- Zahlreiche potentielle Synergieeffekte (insb. zu Biodiversität, Bodenschutz, Starkregenvorsorge) und Steigerung der Lebensqualität
- Pocket-Parks weisen zudem eine soziale Komponente als lokale Begegnungsstätten auf

Kosten/Wirtschaftlichkeit

- Es können einmalige Kosten für Entsiegelungsaktivitäten und Entsorgung des Materials anfallen
- Deutliche Reduktion der Kosten möglich, wenn Grün-Maßnahmen in anstehende Bau- oder Sanierungsprojekte integriert werden (insb. im Straßenbau)
- Es können einmalige Kosten für den Flächenerwerb sowie Investitions- und Pflegekosten für die Anlage von Pocket Parks anfallen
- Grünflächen bieten zahlreiche Synergieeffekte und haben einen hohen Wert für die Stadtbevölkerung, der sich jedoch nicht monetarisieren lässt

Mögliche Anknüpfungspunkte

- Internationale Gartenbauausstellung (IGA) 2027
- Laufende Maßnahmen zum Biotopverbund

Referenzen (best practice)

- Neuer Stadtpark Südost, Karlsruhe
- Grünzug Platenstraße: Grüner Begegnungsraum auf einer Verkehrsbrache, Frankfurt (Main)
- Urbane Wälder, Leipzig
- Neue Grünstreifen an der Rue Garibaldi, Lyon

4.1.4 KLIMAANPASSUNG IN MÜLHEIMER ARBEITSABLÄUFE INTEGRIEREN (VERSTETIGUNGS-STRATEGIE)

Die bei der Erarbeitung des Anpassungskonzeptes gewonnenen Erkenntnisse zu den lokalen Wirkungen des Klimawandels sowie die daraus abgeleiteten Ziele und Handlungsstrategien müssen künftig als neues Abwägungsmaterial in die Planungs- und Entscheidungsprozesse der Stadt Mülheim an der Ruhr eingespeist werden. Ziel muss es sein, dass Aspekte der Klimafolgenanpassung in Zukunft bei allen räumlichen Planungen und Genehmigungen in Mülheim an der Ruhr frühzeitiger und kontinuierlicher als bisher berücksichtigt werden, ohne den Verwaltungsaufwand spürbar zu erhöhen.

Insbesondere die Bereiche Stadtplanung und die Stabsstelle Klimaschutz und Klimaanpassung übernehmen dabei eine tragende, koordinierende Rolle. Die Vorsorge vor den Risiken des Klimawandels ist eine Querschnittsaufgabe der Verwaltung, die verschiedenste Bereiche betrifft und eine stadtplanerische Koordinierung sowie Unterstützung erfordert. Dabei geht es darum, räumlich konkrete Vorsorge- und Anpassungsmaßnahmen zu kombinieren und in enger Abstimmung mit den Fachämtern (Stadtentwässerung, Grünflächen, Straßenbau, Gebäudemanagement etc.) zu verfolgen.

Mit der Klima-Novelle des Baugesetzbuches hat der Bund der Klimaanpassung bereits 2011 planungsrechtlich einen höheren Stellenwert eingeräumt. Mit den hier formulierten Zielen und Grundsätzen im BauGB wurden auf Bundesebene die ersten Weichen für eine kontinuierliche Betrachtung der Klimaanpassung im Rahmen der Bauleitplanung und somit für eine klimagerechte Stadtentwicklung in Mülheim an der Ruhr gestellt. Ausgehend von den vorliegenden Erkenntnissen zum Klimawandel in Mülheim an der Ruhr und zur räumlichen Betroffenheit der Stadt, müssen zukünftig anpassungsrelevante Aspekte im Rahmen der planerischen Abwägung mitberücksichtigt werden. Dabei ist zu prüfen, inwieweit die räumlichen Planungen und Maßnahmen den Anforderungen der Klimaanpassung entsprechen, ob klimawirksame Bereiche (Kaltluftentstehungsgebiete, Leitbahnen, Niederschlags-abflusswege etc.) beeinträchtigt werden und ob die Wirkungen des Klimawandels durch planerische Modifikationen oder geeignete Maßnahmen minimiert werden können. Bei größeren Planungen und Entwicklungsprojekten können unter Umständen in Einzelfällen noch zusätzliche Fachgutachten erforderlich sein, welche die gesamtstädtischen Planungshinweise für den betrachteten Planungsraum konkretisieren (z.B. ein Begleitplan zur Starkregenvorsorge oder kleinräumliche mikroklimatische Analysen oder Messungen).

Abgesehen von der Bauleitplanung handelt es sich bei der Klimaanpassung bislang um keine etablierte kommunale Pflichtaufgabe, die in Planungsverfahren standardmäßig bearbeitet werden muss. Um der Forderung nach einem vorsorgenden planerischen Umgang mit den erwarteten Klimafolgen auch in Planungsverfahren außerhalb der Bauleitplanung nach zu kommen, müssen verwaltungsinterne Verfahrensregeln für die Kooperation zwischen den beteiligten Fachbereichen erarbeitet werden. Es gilt klar festzulegen, wo und wie die Belange der Klimaanpassung frühzeitig in den Prozessen der stadt-, straßen- und freiraumplanerischen Planungen und Projekte (z.B. Rahmenpläne, städtebauliche Verträge, städtebauliche Wettbewerbe, Straßenausbaupläne etc.) berücksichtigt werden können. Insbesondere bei Neubaumaßnahmen können neue Standards (z.B. Straßenprofile, Helligkeit von Belägen, Leitungsverlegung, Begrünung, Baumauswahl und -dimensionierung Oberflächenabfluss) vereinbart werden. Im Siedlungsbestand sind die Spielräume dagegen – abgesehen von Grundinstandsetzungen von Straßen und Freiräumen – in vielen Fällen begrenzt.

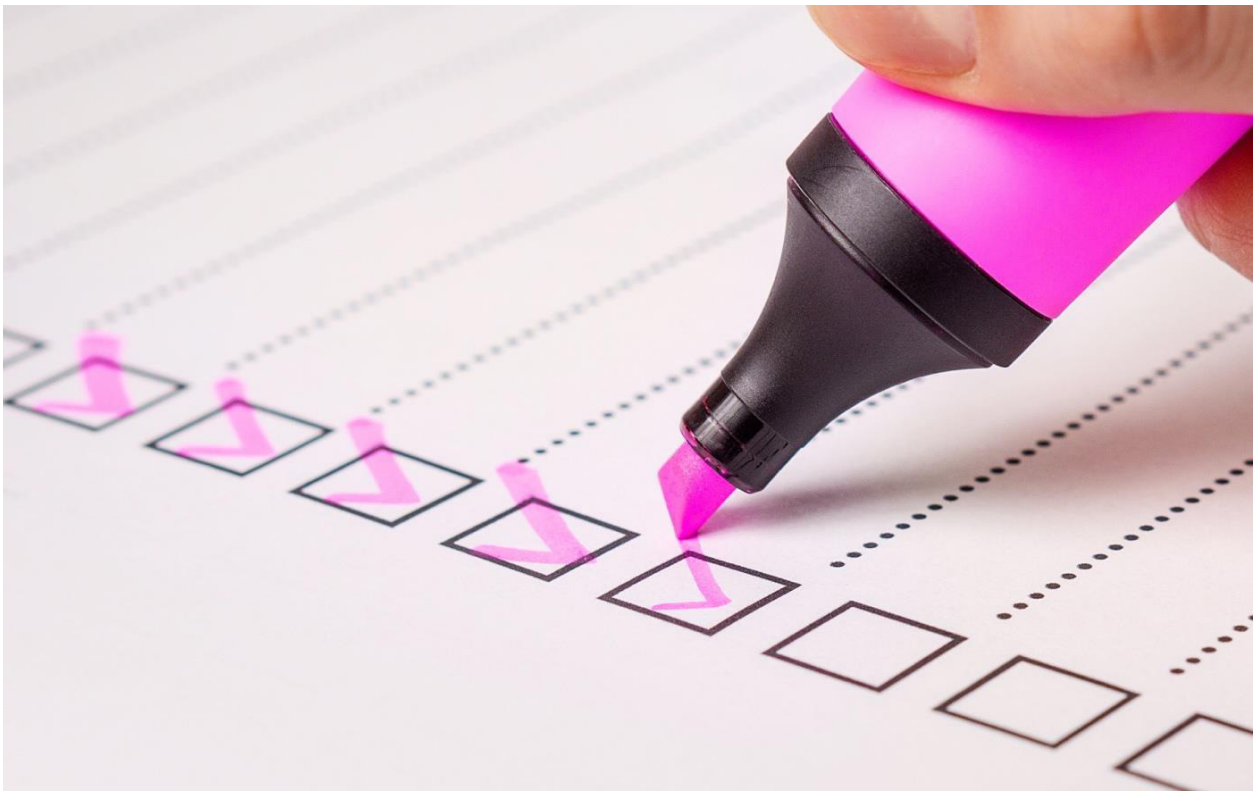
Es sollen allgemeingültige Standards entwickelt werden, um die Klimaanpassung künftig zu einem festen Bestandteil in räumlich und

stadtklimatisch relevanten Planungs- und Entscheidungsprozessen in Mülheim an der Ruhr werden zu lassen. Dazu sollen – aufbauend auf vorhandene Leitfäden und Checklisten aus anderen Städten – greifbare Planungsanforderungen und Vereinbarungen formuliert werden, die im Sinne einer Praxis- und Argumentationshilfe aufzeigen, wie Klimaanpassungsbelange konkret in Mülheimer Planungsverfahren berücksichtigt und argumentiert werden können (vgl. Schlüsselmaßnahme 4.1).

Die zentrale Voraussetzung für ein einheitliches Vorgehen bei der Klimaanpassung innerhalb der Mülheimer Stadtverwaltung ist allerdings erst dann gegeben, wenn das Thema auch auf politischer Ebene hoch angesiedelt und explizit kommuniziert wird. Politische Grundsatzbeschlüsse als Ausgangspunkt erleichtern die Etablierung zusätzlicher für den Anpassungsprozess wirkungsvoller Strukturen. Wesentlich für die Umsetzung der Anpassungsziele der Stadt Mülheim an der Ruhr ist daher auch, dass die abgestimmten Kriterien und Standards zum vorsorgenden Umgang mit Klimawandelfolgen in Planungsprozessen in der kommunalen Politik legitimiert werden. Daher wird ein politischer Beschluss der Standards als allgemeingültiger Auftrag an die Verwaltung empfohlen. Dieser sollte im Zusammenhang mit einer allgemeinen Leitbilddiskussion zur klimagerechten Stadtentwicklung in Mülheim an der Ruhr stehen.

Eine Ausnahme hinsichtlich der Einflussmöglichkeiten der Stadt auf Planungsprozesse stellen bislang die landesrechtlich geregelten Baugenehmigungsverfahren dar. Obwohl in diesem Handlungsfeld erhebliche Potenziale für die Klimaanpassung (bzw. für die Hitzevorsorge und für den Objektschutz) liegen, bleiben die Steuerungsmöglichkeiten der Stadt Mülheim an der Ruhr hier sehr beschränkt. Anders als z.B. der Brandschutz sind Aspekte wie Hitze- oder Überflutungsgefahren, die sich im Zuge des Klimawandels verstärken, in der nordrhein-westfälischen Landesbauordnung (bislang) kein Prüfkriterium für Genehmigungsverfahren. Während die baurechtliche Zulassung klaren Regeln unterliegt, werden Fragen der Klimaanpassung derzeit nicht behandelt. Im Kontext der aktuellen bauordnungsrechtlichen Bestimmungen kann die Stadt derzeit nur über informelle Bauberatung (z.B. Bereitstellung von Hinweisen über Überflutungsgefahren, Empfehlungen zur Hitzevorsorge und zum Objektschutz) Einfluss auf klimaangepasste Bauweisen nehmen. Von entscheidender Bedeutung für eine Verstetigung ist daher, dass der Bauaufsicht und allen anderen beratenden Stellen in der Stadtverwaltung alle wichtigen und aktuellen klimarelevanten Grundlagendaten als Planungshinweise und als Abwägungsmaterial auf dem GEO-Server der Stadt Mülheim an der Ruhr bereitgestellt werden. Die Bauaufsicht unterstützen kann auch das Instrument der „örtlichen Bauvorschriften“ nach §89 BauO NRW 2018. Durch die Ergänzung vorhandener Satzungen (z.B. zur Gestaltung von Vorgärten und Stellplätzen) kann indirekt Einfluss auf eine klimaangepasste Gestaltung von Privatgrundstücken genommen werden (vgl. Schlüsselmaßnahme 4.2).

Für die Verstetigung des Klimaanpassungsprozesses ist auch eine Institutionalisierung der Belange innerhalb der Verwaltungsstruktur nötig. Im Idealfall erfolgt dies durch die Ausweisung neuer Stellen, mindestens wird jedoch die Neubesetzung der vakanten Stelle zur „Lokalen Agenda 2010“ innerhalb der Stabsstelle Klimaschutz und Klimaanpassung angestrebt. Diese Stelle soll sich in ihrer Neubesetzung stärker an der Agenda 2030 orientieren und die vom Deutschen Städtetag übermittelten Indikatoren in die Arbeit einbinden. Die bisherige Arbeit mit Foren soll weitgehend ersetzt werden durch projektbezogene Tätigkeiten mit wechselnden Akteuren. Die Stelle soll insgesamt stärker auf den Bereich der Nachhaltigkeit und Klimaanpassung ausgerichtet werden.



Schlüsselmaßnahme 4.1:

Erarbeitung und Einführung eines Eckpunktepapiers zur Klimaanpassung

Maßnahmenbeschreibung

Um die Klimaanpassung künftig zu einem festen Bestandteil in räumlich und stadtklimatisch relevanten Planungs- und Entscheidungsprozessen in Mülheim an der Ruhr werden zu lassen, soll ein Eckpunktepapier erarbeitet werden, das in Form einer Checkliste allgemeingültige Standards und Kriterien für die Berücksichtigung von Klimaanpassungsbelangen formuliert. Das Eckpunktepapier soll, neben den formellen bauleitplanerischen Verfahren, auch für sonstige Planungsverfahren wie z.B. Rahmenpläne, Städtebau- und Hochbauwettbewerbe, öffentliche Bauvorhaben und Ausschreibungen sowie für die Gebäudebewirtschaftung herangezogen werden.

Das Papier soll Perspektiven aufzeigen und ein einheitliches, abgestimmtes Vorgehen in Bezug auf Klimaanpassung innerhalb der Verwaltung und in der Zusammenarbeit mit externen Akteuren (z.B. privaten Dienstleistern und Planungsbüros) erleichtern. Die Anwendung des Papiers soll dabei keinen starren Rahmen vorgeben, sondern weiterhin einen flexiblen Umgang mit den unterschiedlichsten planerischen Rahmenbedingungen ermöglichen. Es soll Planungs- und Abwägungsprozesse in Mülheim an der Ruhr eher erleichtern, statt zusätzlich Arbeitsaufwand zu erzeugen. In erster Linie soll das Eckpunktepapier zu einer Sensibilisierung für das Thema Klimaanpassung auf allen Arbeitsebenen beitragen.

Federführung

- Stabsstelle Klimaschutz und Klimaanpassung

Zu beteiligende Fachbereiche

- Stadtplanung (61-3)
- Umweltschutz (70)
- Stadtentwässerung
- Bau und Betrieb (66-3)
- Grünflächenmanagement (67)
- ImmobilienService (26)

Wechselwirkungen

- Das Eckpunktepapier zur Klimaanpassung kann alle anderen (raumrelevanten) Schlüsselmaßnahmen des Mülheimer Klimaanpassungskonzeptes unterstützen und legitimieren.

Kosten/Wirtschaftlichkeit

- Die Ausarbeitung des Eckpunktepapiers erfordert einmalige personelle Kapazitäten und ggf. Finanzmittel für eine externe Unterstützung und/oder für gutachterliche Einschätzungen.
- Durch die frühzeitige konsequente Berücksichtigung von Klimaveränderungen im Planungsstadium, z. B. der Zunahme von Extremwetterereignissen, können Schäden vermieden bzw. reduziert werden. Nachträgliche bauliche Maßnahmen sind in der Regel kostenintensiver und weniger effektiv.

Mögliche Anknüpfungspunkte

- „Klimaschutz in der Bauleitplanung- Mülheimer Checkliste“ (Fassung vom 3.5.2016)

Referenzen (best practice)

- KLIMPRAX-Leitfaden „Anforderungen an die Berücksichtigung klimarelevanter Belange in kommunalen Planungsprozessen“ (Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie)
- Praxishilfe Klimaanpassung in der räumlichen Planung (Umweltbundesamt)
- Stadtentwicklungsplan Klima Konkret – Klimaanpassung in der wachsenden Stadt (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin)
- Leitfaden für eine wassersensible Stadt- und Freiraumgestaltung in Köln (StEB Köln/Stadtplanungsamt Köln)



Schlüsselmaßnahme 4.2:

Ergänzung örtlicher Satzungen um Anpassungsaspekte

Maßnahmenbeschreibung

Um der Versiegelung privater Vorgärten und Parkplätze entgegenzuwirken, sollen Satzungen zur Freiflächengestaltung sowie zur Begrünung von Stellplatzanlagen für die Stadt Mülheim an der Ruhr aufgestellt bzw. überarbeitet werden.

Die Freiflächengestaltungssatzung verfolgt das Ziel, die angemessene Durchgrünung und Gestaltung von privaten Baugrundstücken sicherzustellen. Sie gilt für die unbebauten Flächen der Grundstücke, insbesondere Vorgärten, sowie für die äußere Gestaltung baulicher Anlagen im gesamten Stadtgebiet. Sie ist auf Vorhaben anzuwenden, für die ein Bauantrag oder ein die baurechtliche Prüfung umfassender Antrag gestellt wird oder eine Vorlage der Genehmigungsfreistellungsunterlagen erfolgt. Die Satzung gilt nicht, soweit in rechtsverbindlichen Bebauungsplänen o.ä. Sonderregelungen getroffen werden. Mit einer solchen Satzung können z.B. die Bepflanzung der nicht überbauten Flächen eines Grundstücks sichergestellt und Vorgaben zur Bepflanzung getroffen werden (z.B. standortgerechte und vorwiegend heimische Gehölzarten unter Berücksichtigung der vorhandenen Gehölzbeständen).

Mit der Überarbeitung der Mülheimer Stellplatzsatzung besteht die Möglichkeit, eine ausreichende Bepflanzung der Stellplatzanlagen vorzuschreiben. So kann festgelegt werden, ab welcher Stellplatzzahl jeweils ein Baum zu pflanzen ist, um diese ausreichend abzuschirmen bzw. zu verschatten. Die Stellplatzsatzung kann auch Vorgaben zu Dach- und Fassadenbegrünungen machen: So kann vorgeschrieben werden, dass Flachdächer von Garagenanlagen ab einer bestimmten Stellplatzeinheitenzahl zu begrünen sind. Auch die Begrünung von Fassaden von mehrgeschossigen Garagenanlagen kann satzungsrechtlich gefordert werden.

Federführung

- Stadtplanung (61-3) – Freiflächengestaltungssatzung
- Amt für Verkehrswesen und Tiefbau (66) - Stellplatzsatzung

Zu beteiligende Fachbereiche

- Stabsstelle Klimaschutz und Klimaanpassung
- Bauaufsicht (61-2)
- Umweltschutz (70)
- Amt für Bau und Betrieb (66-3)
- Straßenverkehrsbehörde (32)

Wechselwirkungen

- Es bestehen Wechselwirkungen mit den Handlungsstrategien 2 (Starkregenvorsorge) und 3 (Hitzeminderung) sowie zum Reallabor klimaangepasstes Quartier

Kosten/Wirtschaftlichkeit

- Für die Vollzugskontrolle der Einhaltung der Satzung bedarf es an personellen Ressourcen, gegebenenfalls kommen Kosten für den Druck von Informationsmaterial auf.

Mögliche Anknüpfungspunkte

-

Referenzen (best practice)

- Freiflächengestaltungssatzung Weimar

4.1.5 BÜRGERINNEN UND UNTERNEHMEN ZUR KLIMAANPASSUNG AKTIVIEREN (KOMMUNIKATIONSSTRATEGIE)

Weil Klimafolgen auf die Lebensqualität wirken, ist eine Anpassung grundsätzlich im Interesse aller. Um die Anpassungsziele der Stadt Mülheim an der Ruhr nachhaltig zu erreichen, bedarf es daher einer breiten Beteiligung der lokalen Öffentlichkeit und Wirtschaft am Anpassungsprozess. Für eine erfolgreich Umsetzung von Maßnahmen zum Umgang mit Klimafolgen in der Stadt Mülheim an der Ruhr ist neben den Handlungen der Stadtverwaltung viel lokales Engagement nötig.

Um private Akteure für eine Beteiligung am Anpassungsprozess zu motivieren, bedarf es einer intensiven und transparenten Kommunikation. Die Adressaten dieser Kommunikation sind sehr heterogen. Hierzu zählen die Bürgerinnen und Bürger sowie die in Mülheim an der Ruhr ansässigen Unternehmen, Vereine und Wissenschaftseinrichtungen. Das die Zielgruppen verbindende Element ist die Stadt, in der die Menschen leben und arbeiten sowie die ortsspezifischen Anforderungen, die der Klimawandel in Mülheim an der Ruhr mit sich bringt.

Ziel der Kommunikation ist es, in der Bevölkerung und in der Wirtschaft ein Bewusstsein für den bereits heute bestehenden Handlungsbedarf zu schaffen, der sich durch die aktuell auftretenden klimatischen Veränderungen sowohl für Mülheim an der Ruhr als auch für die individuellen Zielgruppen ergibt.

Im **ersten Schritt** gilt es die Öffentlichkeit zu sensibilisieren, indem man sie über den Klimawandel, dessen Auswirkungen und den Anpassungsbedarf informiert. Das Thema Klimaschutz ist mittlerweile für viele Akteure präsent. Es ist allgemein bekannt, dass der Energieverbrauch und der Ausstoß von Treibhausgasen reduziert werden müssen, um dem fortschreitenden Klimawandel entgegenzuwirken. Die Notwendigkeit, sich an die nicht mehr vermeidbaren Auswirkungen des Klimawandels in der eigenen Stadt anzupassen ist im Bewusstsein von Entscheidungsträgern in Wirtschaft, Politik und in der Öffentlichkeit dagegen bislang jedoch nur wenig präsent. Das Bewusstsein für den Klimawandel und dessen globale Auswirkungen steigt zwar stetig, doch viele Menschen sind sich der Folgen, die bereits heute im eigenen Alltag vorkommen, noch nicht bewusst. Die meisten Klimaprojektionen beziehen sich auf einen Zeitraum von 50-100 Jahren und die in Deutschland bereits spürbaren Auswirkungen werden noch kaum mit dem globalen Klimawandel in Verbindung gebracht. Deshalb wird empfohlen, bei der Kommunikation des Klimawandels einen persönlichen Bezug herzustellen, sodass die individuelle Risikowahrnehmung gesteigert wird. Das Anknüpfen an bestehende Erfahrungen mit Extremwetterereignissen in Mülheim an der Ruhr (z.B. Sturm Ela 2014 oder Hitzesommer 2018 etc.) und damit verbundene Auswirkungen auf den Arbeitsalltag oder die Freizeitgestaltung kann hier helfen. Außerdem kann es förderlich sein, Kommunikationselemente vorzubereiten und diese an geeigneten Momenten wie an heißen Tagen oder nach Starkregenereignissen einzusetzen, um die erhöhte Aufmerksamkeit zu nutzen.

Angesichts der Komplexität des Themas Klimaanpassung muss eine transparente und allgemeinverständliche Information über lokale Betroffenheiten, aber auch Unsicherheiten und Interessenkonflikte im Fokus stehen. In diesem Zusammenhang sind den Adressaten auch die Grenzen der Aussagekraft von Klimamodellen zu vermitteln. Andererseits muss herausgestellt werden, dass die frühzeitige Anpassung an Klimafolgen, insbesondere mit „No-Regret-Maßnahmen“, trotz aller Unsicherheiten sinnvoll ist, da sie dem Schutz von Menschen, Flora, Fauna, Sachgütern, etc. zugutekommen, indem Schäden und sonstige Folgen minimiert werden.

Im **zweiten Schritt** geht es darum, die unterschiedlichen Zielgruppen zum eigenen Handeln zu motivieren und sie zu befähigen, eigenständig

oder in Kooperation mit anderen Akteuren Maßnahmen zur Klimaanpassung umzusetzen. Welche Anpassungsmaßnahmen individuell und ortsspezifisch geeignet sind, hängt davon ab, wie betroffen die jeweiligen Akteure oder deren Sachwerte von Starkregen, Hitze, Hochwasser oder Trockenheit sind.

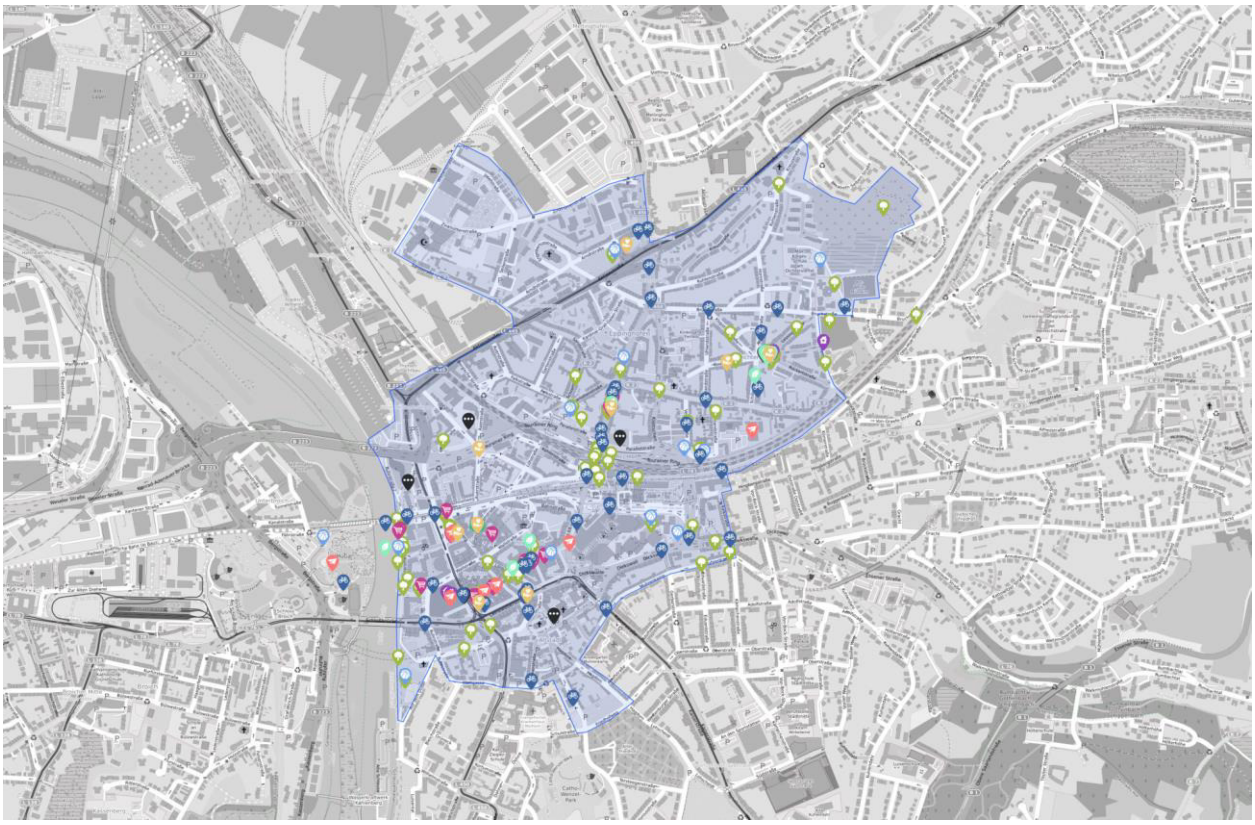
Bei der Motivation zur privaten Eigenvorsorge sollte möglichst eine einseitige Kommunikation von Risiken und Worst-Case-Szenarien vermieden werden. Vielmehr sollten positive Aspekte im Zusammenhang mit Klimaanpassungsmaßnahmen wie Freiraumaufwertung und Lebensqualität erzielt werden. Auch gute, innovative Beispiele und bereits umgesetzte private oder öffentliche Maßnahmen können inspirieren und zum Nachmachen anregen.

Es empfiehlt sich zudem, bei der Kommunikation auf die verschiedenen Akteursgruppen und deren individuellen Rahmenbedingungen einzugehen. Die Zusammenarbeit mit „BotschafterInnen“ aus einer Zielgruppe erleichtert den Zugang und das Erreichen von Aufmerksamkeit. Oft wird Klimawandel und -anpassung von ExpertInnen kommuniziert – wird die Kommunikation hingegen von betroffenen Menschen aus dem eigenen Umfeld geführt, kann dies die Glaubwürdigkeit und die Relevanz des Themas erhöhen.

Wenn die Handlungsmöglichkeiten zur individuellen Klimaanpassung durch geeignete Kommunikationsmaßnahmen aufgezeigt worden sind, liegt es an den jeweiligen Akteuren und Zielgruppen, diese Maßnahmen umzusetzen. In den meisten Fällen wird die Mülheimer Stadtverwaltung auch weiterhin unterstützen müssen. Einige Projektideen lassen sich einfacher umsetzen, andere benötigen einen längeren Planungshorizont sowie geeignete institutionelle und ökonomische Rahmenbedingungen.

Generell ist es empfehlenswert, möglichst viele zielgruppenspezifische **Formate der Kommunikation und der Beteiligung** miteinander zu kombinieren, um eine breite Masse der Stadtgesellschaft zu erreichen. Das Einbinden der Kommunikation zur Klimaanpassung in bereits vorhandene Medienformate der Stadt (z.B. Bürgerinfobroschüre, Amtsblatt, Newsroom, RSS-feed, etc.) sollte neuen eigenständigen Formaten vorgezogen werden. Mit den vorhandenen Social-Media-Kanälen der Stadt Mülheim an der Ruhr (Facebook, Twitter, Instagram, YouTube) wird ein großes Publikum verschiedenster Zielgruppen erreicht, die Handhabung ist kostengünstig und es erlaubt den Dialog zwischen NutzerInnen und Stadtverwaltung. Gleiches gilt für die im Zuge des Innenstadtkonzeptes entwickelte Online-Beteiligungsplattform der Stadt Mülheim an der Ruhr. Hier können kontinuierlich Bedürfnisse, Interessen und das lokalspezifische Wissen der Bevölkerung eingearbeitet werden (vgl. Schlüsselmaßnahme 5.1).

Auch klassische Beteiligungsformate sind nach wie vor zu nutzen. Öffentliche Veranstaltungen (Informationsveranstaltungen, Foren, Kooperationsbörsen) erreichen zwar weniger Menschen als Online-Angebote und Broschüren, bieten aber dafür die Möglichkeit zur persönlichen, interaktiven Kommunikation. Sie sollten möglichst auf die unterschiedlichen Zielgruppen (z.B. Unternehmen, Gesundheitssektor, Jugendliche etc.) zugeschnitten werden, um einen persönlichen bzw. fachlichen Bezug herzustellen (vgl. Schlüsselmaßnahme 5.1). Auch Stadtteilspaziergänge sind ein probates Mittel, um betroffenen Adressatengruppen mögliche Auswirkungen des Klimawandels und entsprechende Anpassungserfordernisse direkt vor Ort zu verdeutlichen.



Schlüsselmaßnahme 5.1:

Online-Beteiligungs-Plattform zur Klimaanpassung in Mülheim an der Ruhr

Maßnahmenbeschreibung

Damit die Mülheimer Bevölkerung oder fachfremde Entscheider in Politik und Wirtschaft einerseits die mit der Klimafolgenanpassung verbundenen Ziele nachvollziehen können und sich andererseits in den Anpassungsprozess einbringen können, sollen die Ergebnisse des Anpassungskonzeptes auf einer Online-Beteiligungs-Plattform aufbereitet und in Alltagssprache kommuniziert werden. Auf der Plattform, welche über die neu gestaltete Internetseite der Stadt Mülheim an der Ruhr abrufbar sein wird, werden Mülheimer BürgerInnen die Möglichkeit haben, der Verwaltung Hinweise über klimatisch besonders belastete Stadtbereiche zu geben und eigene Maßnahmenideen zur Klimaanpassung vorzuschlagen. Die Online-Beteiligungs-Plattform umfasst zwei Bausteine:

Baustein 1: Information & Sensibilisierung

- Bereitstellung allgemeiner Informationen zum Klimawandel und zur Klimaanpassung sowie Sensibilisierung für die spezifischen bzw. individuellen Klimawandelfolgen in Form eines Internetauftrittes auf der Homepage der Stadt. Dieser umfasst:
    - generelle Informationen zu den bereits heute spürbaren und zukünftig erwarteten Klimaveränderung in der Stadt Mülheim an der Ruhr,
    - eine Erläuterung der Ziele des Mülheimer Klimaanpassungskonzepts und Informationen über laufende bzw. geplante Anpassungsaktivitäten der Stadt, insbesondere der Schlüsselmaßnahmen,

- Hinweise und Hilfestellungen, wie jede/r Mülheimer BürgerIn Eigenvorsorge bzw. einen Beitrag zur Klimaanpassung leisten kann sowie die
- Benennung von Beratungsstellen innerhalb der Mülheimer Verwaltung.

- Veröffentlichung fachspezifischer Karten (inkl. Lesehilfe)

Baustein 2: Beteiligung an der Klimaanpassung

- Schaffung von Möglichkeiten zur Partizipation am Anpassungsprozess, z.B. durch:
  - Eigene Verortung von klimatisch belasteten Bereichen in einer interaktiven Karte
    - Die Art der klimatischen Belastung (Hitze, Trockenheit, Starkregen, Windkomfort etc.) kann ausgewählt werden.
    - Wird eine Belastungsart ausgewählt, soll auf weiterführende Informationen zu der jeweiligen Belastungsart verwiesen werden.
    - Außerdem sollen private Anpassungsmaßnahmen (siehe Baustein 1), welche der jeweiligen Belastung entgegenwirken, angezeigt werden.
    - Um Mehrfachnennungen zu vermeiden, soll ein „Ich habe das gleiche Problem“ - Button eingerichtet werden.
    - Der Verwaltung wird die Möglichkeit gegeben auf Anregungen zu antworten.
    - Resultat wird eine interaktive Karte sein, auf der Mülheimer BürgerInnen sowie die Verwaltung räumliche „Hotspots“ der klimatischen Belastung identifizieren können und darauf aufbauend wirksame Anpassungsmaßnahmen erarbeiten können.
  - Eigener Vorschlag räumlich konkreter Anpassungsmaßnahmen in einer interaktiven Karte
    - Die Funktionalität soll vergleichbar mit der Ideenkarte des Innenstadtkonzeptes (siehe Abbildung vorherige Seite) sein.
    - Es soll aus einer Reihe von Kategorien (z.B. Begrünung, Verschattung etc.) ausgewählt werden können.
    - Um Mehrfachnennungen zu vermeiden, soll ein „Ich schlage dieselbe Maßnahme vor“-Button eingerichtet werden.
    - Der Verwaltung wird die Möglichkeit gegeben, auf Vorschläge zu antworten z.B., um die Mülheimer BürgerInnen zu informieren, dass sich eine Maßnahme bereits in der Umsetzung bzw. Planung befindet.
    - Bereits umgesetzte Maßnahmen sollen auf der Karte verortet und beschrieben werden (textlich und bildhaft).
    - Resultat wird eine interaktive Karte sein, welche der Verwaltung hilft Anpassungsmaßnahmen zu entwickeln und der Bevölkerung die Möglichkeit gibt dabei mitzuwirken und sich über den Umsetzungsstand zu informieren.
  - Kooperationsgesuche/-angebote

Federführung

- Stabsstelle Klimaschutz und Klimaanpassung

Zu beteiligende Fachbereiche

- Stadtentwicklung (61-1) und Stadtplanung (61-3)
- Amt für Umweltschutz (70)
- Gesundheitsamt
- Zivil- und Katastrophenschutz (37/15)
- Stadtentwässerung
- Zentraler Service / Servicebereich I (10)
- Referat I Stabsstelle Neue Medien

Wechselwirkungen

- Es bestehen Wechselwirkungen mit den Maßnahmen zur Verbesserung des Klimawissens (vgl. Schlüsselmaßnahmen 1.1 und 1.2). Die Ergebnisse der detaillierten Analysen sollten kontinuierlich in das Online-Portal eingespeist bzw. bei Bedarf aktualisiert werden.

Kosten/Wirtschaftlichkeit

- Das bereits bestehende Online-Portal (https://beteiligung.muelheim-ruhr.de/) kann genutzt bzw. erweitert werden. Es entstehen einmalige Kosten zur Integration der klimaanpassungsrelevanten Inhalte in das Portal sowie zur Auswertung der Beteiligung. Die Handhabung der Plattform ist im Vergleich zu klassischen Kommunikations- und Beteiligungsformaten kostengünstig und erreicht ein breites Publikum verschiedenster Zielgruppen.

Mögliche Anknüpfungspunkte

- Es kann auf die Erfahrungen aus dem Online-Beteiligungsprozess zum Innenstadtkonzept sowie aus den Social Media der Stadt Mülheim an der Ruhr (Twitter, Facebook, Instagram etc.) aufgebaut werden.
- Auch durch die Agenda 21, die integrierte Stadtentwicklung, oder auch durch die formalen Beteiligungsschritte im Rahmen der vorbereitenden und verbindlichen Bauleitplanung liegen bereits Erfahrungen in der formellen und informellen Partizipation vor.

Referenzen (best practice)

- KLIMZUG NORD-Onlinediskussion "Elmshorn im Klimawandel - wie wollen wir uns schützen?"
- KomPass-Tatenbank des Umweltbundesamtes



Schlüsselmaßnahme 5.2:

Klimaanpassungsgespräche mit Mülheimer Unternehmen

Maßnahmenbeschreibung

Mit dem Klimawandel erhöht sich für viele Mülheimer Unternehmen die Gefahr von Schäden und ökonomischen Wertverlusten. Insbesondere die Zunahme unvorhersehbarer Extremwetterereignisse wie Starkregen oder Stürmen vergrößert das Risiko, dass die Leistungsfähigkeit von Unternehmen beeinträchtigt wird und dass Wettbewerbsvorteile verloren gehen. Um das Risiko irreversibler Schäden und Ausfälle zu vermindern, sollten Maßnahmen realisiert werden, um die Arbeitsumgebung und Arbeitsprozesse der Unternehmen in Mülheim an der Ruhr an die klimatischen Veränderungen anzupassen.

Im Umgang mit den Klimaveränderungen bedarf es in vielen Mülheimer Unternehmen eines besseren Verständnisses und einer Bewertung der Risiken sowie der ökonomischen Potenziale und Bedingungen für die Anpassung an Klimafolgen. In Kooperation der Mülheimer Verwaltung mit ortsansässigen Unternehmen sollen daher die Klimafolgen für die lokale Wirtschaft und deren Wettbewerbsfähigkeit analysiert und praktische Maßnahmen zur Verbesserung der Anpassungsfähigkeit an die Folgen des Klimawandels entwickelt werden. In einem kontinuierlichen und Informations- und Erfahrungsaustausch (z.B. Workshops etc.) sollen die Chancen und Risiken des Klimawandels gleichermaßen thematisiert werden. Ziel ist es, die Akteure aus der lokalen Wirtschaft zur Mitwirkung an der Klimaanpassung in Mülheim an der Ruhr zu motivieren und einen Dialog hinsichtlich der einzuschlagenden Richtung und geeigneter Klimaanpassungsmaßnahmen zu initiieren.

Federführung

- Stabstelle Klimaschutz und Klimaanpassung
- Mülheim & Business

Zu beteiligende Akteure

- Stabsstelle Klimaschutz und Klimaanpassung
- Industrie- und Handelskammer (IHK)
- Kreishandwerkerschaft Mülheim an der Ruhr-Oberhausen
- Unternehmerverband

Wechselwirkungen

- Für den Dialog ist eine gute Informationsgrundlage förderlich. Die Starkregengefahrenkarte (Schlüsselmaßnahme 1.1) sowie die (Echtzeit-)Messungen von Klimaparametern die (Schlüsselmaßnahme 1.2) können die Beratungsmöglichkeiten verbessern.
- Es bestehen inhaltliche Querbezüge zur Maßnahme 5.1 (Online-Beteiligungs-Portal)

Kosten/Wirtschaftlichkeit

- Es entstehen Personalkosten für die Durchführung der Unternehmergespräche.
- Durch die frühzeitige konsequente Berücksichtigung Klimaveränderungen (z. B. der Zunahme von Extremwetterereignissen), können kostenintensive Schäden in Betrieben frühzeitig vermieden bzw. reduziert werden.

Mögliche Anknüpfungspunkte

- WMR-Projekt „Ressourceneffizientes Gewerbegebiet Heißen Ost“ (Mülheim & Business GmbH in Kooperation mit Stadt Mülheim an der Ruhr, Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik, medl GmbH und Business Metropole Ruhr)

Referenzen (best practice)

- Klimafolgendialog Kaiserslautern (Kommunale Kompetenz- Netzwerke zur Anpassung der Wirtschaft an den Klimawandel)
- klimAix-Leitfaden für eine klimagerechte Gewerbeflächenentwicklung

4.1.6 WEITERE MAßNAHMENOPTIONEN („IDEENSPEICHER“)

In der folgenden Tabelle sind weitere Maßnahmenideen zusammengefasst, die von den Beteiligten im Laufe der Konzepterstellung eingebracht, jedoch nicht als Schlüsselmaßnahmen betrachtet wurden. Die Maßnahmen sollen im Sinne eines Ideenspeichers für einen späteren Zeitpunkt zurückgehalten werden.

Tab. 2: Sonstige Maßnahmenoptionen zur Handlungsstrategie 1.

Maßnahmen	Handlungs-strategie
Vertiefte Einschätzung von Gesundheitsrisiken durch den Klimawandel ▪ Durchführung von Analysen hinsichtlich der Auswirkungen des Klimawandels auf neue Allergien, Krankheitserreger und deren Überträger.	1
Hitzeaktionsplan ▪ Entwicklung eines Aktionsplans zur Bewältigung von Hitzewellen in Mülheim an der Ruhr und zur präventiven Vermeidung hitze- und UV-bedingter Erkrankungen und Todesfälle (Referenzbeispiel: Hitzeaktionsplan der Stadt Köln).	1
Kampagne zur Wasserversorgung ▪ Information der Öffentlichkeit über Entwicklung des Grundwassers, insbesondere für diejenigen Bürger und Bürgerinnen, die Trink- und/oder Brauchwasser nicht über die RWW mbH beziehen.	2
Multifunktionale Retentionsflächen ▪ Gestaltung und Nutzung urbaner Freiflächen als temporäre Retentionsräume mit Erholungs- und Spielwert. Öffentliche Freiflächen, wie beispielsweise Plätze, Parkflächen oder Grünanlagen können dabei bei Starkregen temporär und gezielt als Speicherraum genutzt werden (Referenzbeispiel: Regenwasserspielplatz Hamburg-Neugraben).	2
Risikoanalyse für Kritische Infrastrukturen ▪ Der Klimawandel betrifft auch Kritische Infrastrukturen im Bereich der Verkehrsnetze, der Strom- und Wasserversorgung oder des Katastrophenschutzes. Diese Infrastrukturen können näher identifiziert werden und hinsichtlich ihrer Risiken durch Klimaeinflüsse überprüft werden (Referenzbeispiel: KLAS Bremen).	2
Bereitstellung von Trinkwasser im öffentlichen Raum ▪ Bereitstellung von Trinkbrunnen im öffentlichen Raum zur besseren Bewältigung von Hitzeperioden (z.B. auf Plätzen, in Fußgängerzonen, in Parkanlagen). Dadurch wird den EinwohnerInnen und den Besuchern der Stadt die Möglichkeit geboten, kostenloses Trinkwasser zu erhalten, um eine Dehydrierung bei Hitze zu vermeiden (Referenzbeispiel: Trinkbrunnen Köln).	3
Beschattungsmaßnahmen ▪ In Anlehnung an den Masterplan Spielen kann an stark frequentierten Räumen (z.B. Spielplätze oder Schulhöfe) die Sonneneinstrahlung durch die Pflanzung von Bäumen reduziert und somit die thermische Belastung an heißen Tagen verringert werden. Alternativ zu Bäumen und Pflanzen kann vereinzelt auch durch konstruktive Elemente (z.B. Sonnensegel) eine Verschattung der Flächen gewährleistet werden (Referenzbeispiel: Beschattung von Spielplätzen in Kaiserslautern).	3

Integration von Wasser im öffentlichen Raum ▪ Durch die Schaffung offener Wasserflächen (z.B. Teiche, Becken, Brunnen, Rinnen) kann durch Verdunstung ein Abkühlungseffekt erzielt und gleichzeitig die Luftfeuchtigkeit erhöht werden. Auch durch den Einsatz innerstädtischer Befeuchtungsanlagen wie Springbrunnen, Wasserspiele, Wasserspielplätze oder Wasserzerstäuber könnte bei Hitze die aufgeheizte Luft in Mülheim zusätzlich gekühlt werden (Referenzbeispiel: Brumisateur Paris).	3
Klimatisierung im ÖPNV ▪ Reduzierung des für das Kühlen notwendigen Energieaufwandes in Fahrzeugen mit sinnvollen Maßnahmen im Bereich des Temperaturmanagements (z.B. hitzereflektierende lacke und hitzereflektierende Verglasung, Photovoltaikanlage als Dünnschichtfolie, Beschattung von Fahrzeugabstellplätzen).	3
Institutionalisierung der Klimaanpassung in der Verwaltung ▪ Einrichtung eines Jour fix einer interdisziplinären Arbeitsgruppe innerhalb der Verwaltung zum regelmäßigen Austausch über klimawandelrelevante Fragestellungen und zur Umsetzungskontrolle des Klimaanpassungskonzeptes (Referenzbeispiel: Projektgruppe Klimaanpassung KAKDUS Düsseldorf).	4
Auszeichnung vorbildhafter Anpassungsmaßnahmen ▪ Einführung einer Zertifizierung für „Klimaangepasste Gebäude“ seitens der Stadt Mülheim an der Ruhr, die innovative Standards hinsichtlich der Vorsorge vor extremen Wettereignissen wie Hitze, Starkregen und Sturm erfüllen. Diese soll Bauherren, Eigentümern, Architekten, Planern und Handwerkern als Anreiz dienen, sich stärker mit der Thematik des klimaangepassten Bauens und Sanierens zu befassen.	5
Bereitstellung von Verhaltenshinweisen ▪ Erarbeitung eines Flyers, der sich an sensible Bevölkerungsgruppen sowie an Pflegekräfte, Heimleitungen und Hausärzte richtet und der grundlegende Informationen zum Verhalten bei Hitze (z.B. Ernährung und Trinken, Bewegung bei Hitze, Kleidung, Wohnung kühl halten, Verhalten in Notfällen) enthält (Referenzbeispiel: Hitzeflyer Stuttgart).	5
Kooperationsbörse zur Klimaanpassung ▪ Durchführung einer Kooperationsbörse, die VertreterInnen aus Wirtschaft, Wissenschaft, Verbänden und Verwaltung ebenso wie engagierten Bürgerinnen und Bürger eine Plattform bietet, sich zum Thema Klimaanpassung in Mülheim auszutauschen und gemeinsam neue Projektideen anzustoßen.	5
Fortbildungen für den Gesundheitssektor ▪ Entwicklung und Durchführung von Weiterbildungsveranstaltungen, die MitarbeiterInnen im Gesundheitswesen (z.B. Pflegekräfte etc.) über die gesundheitlichen Folgen des Klimawandels sowie den Umgang damit informieren (Referenzbeispiel: Weiterbildung Charité Berlin).	5
Informationsbroschüre zum Objektschutz gegenüber Klimaeinflüssen ▪ Erarbeitung eines Leitfadens, der HauseigentümerInnen, PlanerInnen und Bauwilligen anhand der Starkregengefahrenkarte auf die Gefahren von Starkregen hinweist und ihnen praktische Hinweise für eine wassersensible Grundstücks- und Gebäudegestaltung gibt. (Referenzbeispiel: Leitfaden Wassersensibel Planen und Bauen in Köln).	5

Integration der Klimaanpassung in Bildungsformate ▪ Integration der Klimaanpassung in Bildungsformate für Schulen und/oder Kindergärten, z.B. Lehrmodule oder Wanderausstellungen zur Information und Sensibilisierung von Kindern und Jugendlichen (Referenzbeispiel: Wanderausstellung Klimawandel Rheinland-Pfalz).	5
Kampagne und Förderprogramm zur Gebäude- und Hofbegrünung ▪ Entwicklung eines kommunalen Förderprogrammes, durch das die Begrünung von Dach-, Fassaden- und Hofflächen in bestimmten Stadtquartieren gefördert wird. Gelder könnten z.B. für den Aufbau von Vegetationsschichten, die Entsiegelung oder Rankhilfen beantragt werden (Referenzbeispiel: Kampagne grün hoch 3 in Köln).	5

4.2 REALLABOR KLIMAANGEPASSTES QUARTIER IN MÜLHEIM AN DER RUHR

Die Handlungsstrategien und die Schlüsselmaßnahmen des Mülheimer Anpassungskonzeptes (vgl. Kap. 4.1) ebnen den Weg für ein integriertes und kooperatives kommunales Klimafolgenmanagement der kommenden Jahre.

Ab 2020 sollen zunächst die 11 zuvor beschriebenen Schlüsselmaßnahmen umgesetzt werden. Daneben plant die Stadt Mülheim an der Ruhr im „Reallabor Klimaanpassung Mülheim-Broich (Broich_adapt)“ den Transfer der Schlüsselmaßnahmen auf die Ebene eines ganz konkreten Quartiers. Zur Durchführung dieses Reallabors beantragt die Stadt Mülheim an der Ruhr Bundesmittel im Förderschwerpunkt 3 zur Deutschen Anpassungsstrategie („Kommunale Leuchtturmvorhaben sowie Aufbau von lokalen und regionalen Kooperationen“).

Das Quartier Broich – als Teilgebiet des gleichnamigen Stadtteils – bringt, aufgrund seines hohen Vulnerabilitätsniveaus auf der einen Seite und der handlungswilligen und handlungsfähigen Akteurs-Konstellation auf der anderen Seite, außerordentlich gute Voraussetzungen für einen Reallabor-Ansatz mit. So können Netzwerke und Ansätze aus dem „Klima-Quartier“ Broich innerhalb des dynamis-Clusters „Energie fürs Quartier“ adaptiert und ausgebaut werden. Über das anvisierte Vorhaben „BIG-adapt“, der Broicher Interessen-Gemeinschaft e.V. (BIG), sind zudem besondere Synergien zu erwarten.



Abb. 11: Plangebiet Broich_adapt (Foto Stadt Mülheim an der Ruhr)



Abb. 12: Straßenraum im Stadtteil Broich (Foto Stadt Mülheim an der Ruhr)

Im Sinne eines umfassenden Pilotvorhabens mit überregionalem Vorbildcharakter soll im Vorhaben der gesamte Prozess hin zu einem klimaangepassten Quartier abgebildet werden. Hierfür kommt ein 3 Phasen-Modell zur Anwendung, das eine Vorbereitungsphase, eine Umsetzungsphase und eine Evaluationsphase umfasst. Der Erfolg dieses ambitionierten gesamthaften Ansatzes soll durch eine Verknüpfung des Vorhabens – insbesondere der Umsetzungsphase – mit anderen regionalen Fördermöglichkeiten sichergestellt werden. Als Gelegenheitsfenster sind hier vor allem die „IGA Grüne Mitte“, die „Offensive Grüne Infrastruktur 2030“ sowie das Projekt „Klimaresiliente Region mit internationaler Strahlkraft“ zu nennen. In allen Initiativen sind investive Maßnahmen zur Klimafolgenanpassung unmittelbar adressiert und ist die Stadt Mülheim an der Ruhr unmittelbar förderberechtigt.

Integraler Bestandteil über alle Prozessphasen ist ein innovativer Beteiligungsprozess sämtlicher im Quartier relevanten Akteure (Wohn- und Arbeitsbevölkerung, Unternehmer, Wohnungsbaugesellschaften, verschiedene Verwaltungseinheiten, Politik). So sollen die lokal relevanten klimatischen Problemlagen (z.B. Hitzestress, Starkregengefahr, Sturmgefahr, Trockenschäden) in fließenden und dezentralen Reallaboren direkt an „Dringlichkeitsorten“ (z.B. graue Straßenzüge und vollversiegelte Plätze, schlecht zu belüftende private Dachgeschosswohnungen, private Steingärten, sanierungsbedürftige öffentliche Grünflächen, Brachflächen mit Potential) gelöst werden. Die Akteure sollen sowohl bei der Problemdefinition und der Maßnahmenentwicklung als auch bei der Umsetzung und dem Evaluationsprozess aktiv eingebunden werden. Um den Anpassungsprozess mit Fachwissen zu befruchten und Fehladaption zu vermeiden, werden alle Projektphasen durch externe Fachexpertise punktuell gezielt ergänzt.

4.3 CONTROLLING-KONZEPT

Die Anpassung an den Klimawandel in Mülheim an der Ruhr kann nur dann erfolgreich und langfristig gelingen, wenn die Erreichung der Ziele und Umsetzung der Maßnahmen fortlaufend koordiniert, kontrolliert und kritisch geprüft werden. Solch ein Controlling muss über eine reine Daten- bzw. Faktensammlung hinausgehen und im Sinne einer echten Evaluation den kommunalen Anpassungsprozess dokumentieren und bewerten. Daher wird empfohlen, das Controlling in die Bausteine „Monitoring“ und „Evaluation“ zu untergliedern. Im Zuge der Erhebung, Bereitstellung und Auswertung von Daten ist bei den beteiligten Fachstellen ein erhöhter Zeitaufwand, jedoch voraussichtlich kein zusätzlicher Personal- oder Technikbedarf zu erwarten. Sofern mit dem Controlling ein externer Dienstleister betraut werden soll, sind Kosten im unteren fünfstelligen Bereich zu kalkulieren.

Die Erkenntnisse des Controllings sollen regelmäßig veröffentlicht und der interessierten Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden. Dafür bietet sich der Fortschrittsbericht im Rahmen des „Konvent der Bürgermeister für Klima und Energie“ an, der alle zwei Jahre erstellt und ein Kapitel zum Klimaanpassungskonzept enthalten wird. Zudem werden die relevanten politischen Ausschüsse regelmäßig über den Fortschritt des Anpassungsprozesses informiert (angedacht ist ein jährlicher Turnus).

Das Monitoring nimmt die Entwicklung des Klimawandels in Mülheim an der Ruhr in den Blick. Über eine kontinuierliche Auswertung von Klimastationen soll dabei geprüft werden, ob der (Stadt-)Klimawandel im vorhergesagten Ausmaß stattfindet oder sich Abweichungen ergeben, die für die Ziele und Maßnahmen des Anpassungsprozesses relevant sein könnten. Die Grundzüge des Monitorings werden in der Schlüsselmaßnahme 1.2 formuliert ((Echtzeit-)Messungen von Klimaparametern), deren Umsetzung die Informationsbasis für das Monitoring verbessern würde.

Mit der Klimastation am Gesundheitshaus besteht bereits eine Innenstadt-Station, die die wichtigsten meteorologischen Parameter erfasst und einen Vergleich von Stadt zu Umland erlaubt (DWD-Station Essen-Bredeney). Für diese Stationen sollen Zeitreihenanalysen bestimmter meteorologischer Parameter durchgeführt werden (u.a. Lufttemperatur, meteorologische Kenntage wie Tropennächte, Niederschlag, Windgeschwindigkeit). Dabei ist sowohl die Betrachtung von jährlichen, saisonalen und monatlichen Werten relevant. Grundsätzlich sollten die Betrachtungsjahre in den Kontext langjähriger Mittel- und Extremwerte gesetzt werden.

Darüber hinaus soll im Monitoring-Baustein der Frage nachgegangen werden, zu welchen Auswirkungen Extremereignisse im Mülheimer Stadtgebiet im Berichtszeitraum geführt haben. Als Erhebungsmethode werden Experteninterviews mit VertreterInnen der Fachämter empfohlen, die ggf. bereits in die Erstellung des Anpassungskonzeptes eingebunden waren. Die Erhebung sollte parallel zur Auswertung der Klimastationen alle zwei Jahre erfolgen werden. Bei einzelnen Extremereignissen oder sich abzeichnenden Schäden durch den Klimawandel, sind jedoch anlassbezogene Untersuchungen der Ursachen, Auswirkungen und des Umgangs mit den Folgen anzustreben.

Der Evaluations-Baustein betrachtet die Umsetzung der Schlüsselmaßnahmen sowie deren Wirkungs- bzw. Zielerreichungskontrolle. Kernelement sollten Leitfragen-gestützte (Telefon-) Interviews mit den federführenden Verwaltungseinheiten bzw. Institutionen sein. Darin ist zunächst der Stand der Umsetzung der jeweiligen Maßnahme zu eruieren. Sofern Maßnahmen – ggf. im Zusammenhang mit konkreten Vorhaben – bereits vollständig umgesetzt worden sind, sollten deren Wirksam-

keit bzw. die angestrebten Ziele im Fokus der Interviews bzw. der Evaluierung stehen. Die Wirksamkeit kann dabei je nach Schlüsselmaßnahme entweder (semi-) quantitativ, bspw. mit Hilfe von Messungen oder Modellierungen oder qualitativ, etwa durch Fachgespräche, analysiert werden. Der Grad der Zielerreichung ist eng verknüpft mit den Zielen der Klimaanpassung. Da diese ausschließlich einen qualitativen Charakter aufweisen, erfolgt auch die Zielerreichungskontrolle auf qualitativer Ebene.

Neben der Einschätzung aus den Fachabteilungen soll die Online-Beteiligungs-Plattform zur Klimaanpassung genutzt werden, um von Seiten der Bevölkerung Rückmeldungen zur Umsetzung von Maßnahmen und deren Wirkung zu bekommen. Dafür ist eine regelmäßige Auswertung der Kommentare und Hinweise erforderlich.

Es wird empfohlen, die Ziele im Rahmen des ersten Fortschrittsberichtes anhand von Indikatoren zu operationalisieren, um einen transparenten Bewertungsmaßstab zu generieren. Maßnahmen, die sich zum Zeitpunkt der Berichtserstellung noch in der Umsetzung befinden, sollten im Sinne eines Zwischenfazits analysiert werden. In beiden Fällen ist eine Bewertung dahingehend vorzunehmen, inwiefern die Maßnahme als erfolgreich und abschließend umgesetzt betrachtet werden kann oder ob Nachsteuerungen vorgenommen werden sollten. Bei (noch) nicht umgesetzten Maßnahmen stehen die Identifizierung von möglichen Umsetzungshindernissen sowie Empfehlungen zur Überwindung der Hindernisse im Mittelpunkt des Evaluationsprozesses. Je nach Maßnahme kann das die Erarbeitung konkreter Arbeitsschritte zur Unterstützung der Umsetzung oder auch die Modifikation einzelner Schlüsselmaßnahme bedeuten. In Einzelfällen kann die Aufgabe einer Schlüsselmaßnahme erforderlich sein, bspw. wenn sich die Rahmenbedingungen für deren Notwendigkeit geändert haben oder die Maßnahme nicht als wirksam für die Zielerreichung gesehen wird. In diesem Fall gilt es, die Entscheidung transparent zu begründen und zu prüfen, ob die ursprünglich angedachten Ziele über andere Maßnahmen erreicht werden können.

Das angestrebte Reallabor klimaangepasstes Quartier in Broich sieht, begleitet von einem intensiven Beteiligungsprozess, die Umsetzung und spätere Evaluierung konkreter Anpassungsmaßnahmen vor. Die Erfahrungen aus dem Reallabor können wertvolle Hinweise darauf liefern, welche Maßnahmen und Prozess für die Übertragung auf gesamtstädtische Ebene oder andere Quartiere (nicht) geeignet sind, und sollten entsprechend im Controlling-Konzept aufgegriffen werden.

5. Zusammenfassung

Mit der Unterzeichnung des „Konvent der Bürgermeister für Klima und Energie“ hat sich die Stadt Mülheim an der Ruhr im Jahr 2016 unter anderem die „Erhöhung der Klimaresistenz durch Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels“ als Ziel gesetzt. In diesem Sinne zielt das vorliegende Klimaanpassungskonzept auf die Entwicklung von Strategien und Maßnahmen zur Anpassung an bereits beobachtete und zukünftig zu erwartende Klimaveränderungen in Mülheim an der Ruhr ab.

Das Konzept teilt sich in zwei Phasen auf, die jeweils durch einen intensiven Beteiligungsprozess begleitet werden. Zunächst werden die Folgen der erwarteten Klimaveränderungen in den Blick genommen und lokale Betroffenheiten ermittelt. In der zweiten Phase werden für Mülheim an der Ruhr passende (und umsetzbare) Maßnahmen zur gezielten Anpassung formuliert. Das Projekt wurde als „Klimaschutzteilkonzept zur Klimaanpassung“ im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit gefördert.

Eine wesentliche Datenbasis für das Klimaanpassungskonzept ist das Ausmaß des beobachteten und prognostizierten Klimawandels in Mülheim an der Ruhr, das anhand von Stationsdaten des Deutschen Wetterdienst (gemessener Klimawandel) bzw. auf Grundlage regionaler Klimamodelle analysiert wurde (erwarteter Klimawandel). Die Prognosen gelten für die nahe (2021-2050), mittlere (2041-2070) und ferne Zukunft (2071-2100) und stützen sich auf Modellensembles der EURO-CORDEX-Initiative, die verschiedene Entwicklungspfade der Treibhausgas-Emissionen berücksichtigen. Zusammengefasst gelten für Mülheim an der Ruhe folgende **Kernaussagen zum erwarteten Klimawandel**:

Temperaturzunahme und Hitze

- Zunahme der Jahresmitteltemperaturen
- Mehr Sommertage und Tropennächte
- Häufigere und länger andauernde Hitzeperioden
- Abnahme von Frost- und Eistagen

Niederschlagsverschiebung und Trockenheit

- Zunahme der Jahresniederschlagsmenge
- Trockenere Sommer, feuchtere Winter
- Längere Trockenperioden im Sommer
- Abnahme der klimatischen Wasserbilanz im Sommer

Starkregen

- Zunahme der Niederschlagsintensität
- Tendenziell häufigere Starkregenereignisse

Wind und Sturm

- Mindestens gleichbleibende Sturmaktivität

In einer **funktionalen Betroffenheitsanalyse** wurde unter Einbeziehung der lokalen Expertise analysiert, in welchen kommunalen Handlungsbereichen besondere Herausforderungen durch die zu erwartenden Klimaveränderungen und (extremen) Wetterereignisse entstehen (Menschliche Gesundheit, Natur und Stadtgrün, Gewässer, Verkehr, Öffentliche Gebäude, Ver- und Entsorgung). Dabei wurden die für Mülheim an der Ruhr relevantesten Klimawirkungen priorisiert und Anpassungsziele formuliert.

Anschließend wurden alle laufenden sowie zukünftig denkbaren Maßnahmen zusammengetragen, die zur Erreichung der anvisierten Ziele beitragen könnten. Aus dem so entstandenen Ideenspeicher wurden im Rahmen des Beteiligungsprozesses diejenigen prioritären Maßnahmen ausgewählt, die für die Umsetzung des Anpassungskonzeptes als besonders zielführend angesehen werden und aus Gründen der Dringlichkeit oder des Leuchtturmeffekts möglichst kurzfristig vorbereitet werden sollten. Diese sogenannten **Schlüsselmaßnahmen** wurden fünf Han**dlungsstrategien zur Klimaanpassung in Mülheim an der Ruhr** zugeordnet:

1) **Klimafolgenwissen für Mülheim an der Ruhr erweitern**
   - Schlüsselmaßnahme 1.1: Erstellung einer Starkregengefahrenkarte
   - Schlüsselmaßnahme 1.2: (Echtzeit-)Messungen von Klimaparametern

2) **Starkregenrisiken in Mülheim an der Ruhr reduzieren**
   - Schlüsselmaßnahme 2.1: Bachentflechtungskonzept zur hydraulischen Entlastung durch Abkopplung von Gewässern vom Kanal
   - Schlüsselmaßnahme 2.2: Verschärfung der Anforderungen zur Einleitung von Niederschlagswasser

3) **Hitzebelastung in Mülheim an der Ruhr mindern**
   - Schlüsselmaßnahme 3.1: Kühlungsstrategie öffentlicher Gebäude
   - Schlüsselmaßnahme 3.2: Verstärkte Berücksichtigung von Hitzeschutzmaßnahmen bei Neu-bauten von Konzern Stadt (Vorbildfunktion)
   - Schlüsselmaßnahme 3.3: Schaffung, Vernetzung, Aufwertung von Grünflächen in Defizitbereichen

4) **Klimaanpassung in Mülheimer Arbeitsabläufe integrieren**
   - Schlüsselmaßnahme 4.1: Erarbeitung und Einführung eines Eckpunktepapiers zur Klimaanpassung
   - Schlüsselmaßnahme 4.2: Ergänzung örtlicher Satzungen um Anpassungsaspekte

5) **Mülheimer BürgerInnen und Unternehmen zur Klimaanpassung aktivieren**
   - Schlüsselmaßnahme 5.1: Online-Beteiligungs-Plattform zur Klimaanpassung in Mülheim an der Ruhr
   - Schlüsselmaßnahme 5.2: Klimaanpassungsgespräche mit Mülheimer Unternehmen

Die Kombination aus analytischen, baulich-ökologischen, prozessualen und kommunikativen Maßnahmen zielt auf die langfristige Umsetzung des Anpassungsprozesses ab. Um die **Verstetigung des Klimaanpassungsprozesses** über das Ende dieses Projekts zu gewährleisten, schließt der Bericht mit einem **Controlling-Konzept** ab, der skizziert, wie die Umsetzung des Konzeptes in Zukunft regelmäßig kontrolliert und auf Stärken, Schwächen und Hemmnisse überprüft werden kann.

Zusätzlich zu den Schlüsselmaßnahmen plant die Stadt Mülheim an der Ruhr unter Einwerbung von Fördermitteln ein **Reallabor Klimaanpassung** in Broich. Dabei sollen an „Dringlichkeitsorten“ konkrete Anpassungsmaßnahmen umgesetzt und der gesamte Planungsprozess hin zu einem klimaangepassten Quartier fachlich und partizipativ begleitet werden. Schließlich sollen die Erfahrungen genutzt werden, um geeignete und wirksame Maßnahmen auch auf andere Mülheimer Quartiere zu übertragen.

Literaturnachweis

Bergisches Dreieck – RWTH Aachen (2017; Hrsg.): BESTKLIMA - Umsetzung der Regionalen Klima Anpassungsstrategie im Bergischen Städtedreieck. Lehrstuhl und Institut für Stadtbauwesen und Stadtverkehr.

Bezirksregierung Düsseldorf (2015; Hrsg.): Hochwassergefährdung und Maßnahmenplanung Mülheim an der Ruhr. Hochwasserrisikomanagementplanung in NRW.

BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2019): Die Klimakonferenz in Paris.

BMUB – Bundesministerium für Umwelt, Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2014): Merkblatt Erstellung von Klimaschutzteilkonzepten.

BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2018): Energiebedingte CO2-Emissionen weltweit.

Bundesregierung (2008): DAS – Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel.

Bundesregierung (2011): Aktionsplan Anpassung.

Bundesregierung (2015): Fortschrittsbericht zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel.

Deutscher Städtetag (2019): Anpassung an den Klimawandel in den Städten. Forderungen, Hinweise und Anregungen.

EU-Kommission (2007): Grünbuch. Anpassung an den Klimawandel – Optionen für Maßnahmen der EU.

EU-Kommission (2009): Weißbuch. Anpassung an den Klimawandel: Ein europäischer Aktionsrahmen.

EU-Kommission (2013): Eine EU-Strategie zur Anpassung an den Klimawandel.

HSB - Hochschule Bremen (2017): Ermittlung von Überflutungsgefahren mit vereinfachten und detaillierten hydrodynamischen Modellen. Praxisleitfaden. Erstellt im Rahmen des DBU-Forschungsprojekts "KLASII". Lehrgebiet Siedlungswasserwirtschaft.

IPCC (2014): Climate Change 2014 - Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

Klar (2018): Grüne Mitte Mülheim an der Ruhr. Erstellung eines Entwicklungskonzeptes im Zuge der Internationalen Gartenausstellung 2027. Masterarbeit an der Technischen Universität Dortmund – Fakultät Raumplanung.

LANUV - Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (2007): Stadtökologischer Fachbeitrag Mülheim an der Ruhr.

LANUV – Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (2013): Klimawandelgerechte Metropole Köln, LANUV-Fachbericht 50.

LANUV – Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (2017): Fachbeitrag des Naturschutzes und der Landschaftspflege für die Planungsregion des Regionalverbandes Ruhr (RVR).

MULNV – Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2018): Arbeitshilfe kommunales Starkregenrisikomanagement. Hochwasserrisikomanagementplanung in NRW.

MULNV – Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2019): Flussgebiete Nordrhein-Westfalen. Online: https://www.flussgebiete.nrw.de/

RVR – Regionalverband Ruhr (2016): Fachbeitrag zum Regionalplan der Metropole Ruhr „Klimaanpassung“.

Stadt Bochum (2013): Klimaanpassungskonzept Bochum.

Stadt Düsseldorf (2017): Klimaanpassungskonzept für die Landeshauptstadt Düsseldorf.

Stadt Mülheim an der Ruhr (2013): Bodeninformationssystem - Planungskarte zur Bodenqualität.

Stadt Mülheim an der Ruhr (2018): Klimaanalyse Stadt Mülheim an der Ruhr. Erstellt durch den Regionalverband Ruhr im Auftrag der Stadt Mülheim an der Ruhr.

UBA – Umweltbundesamt (2015a): Monitoringbericht zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel.

UBA – Umweltbundesamt (2015b): Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel. Sektorenübergreifende Analyse des Netzwerks Vulnerabilität.

UBA – Umweltbundesamt (2018): Trends der Lufttemperatur.

Vereinte Nationen (1992): Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen.

Anhang

ANHANG I: KLIMA UND KLIMAENTWICKLUNG BIS ENDE DES JAHRHUNDERTS, BASIEREND AUF KLIMAPROJEKTIONEN FÜR MÜLHEIM AN DER RUHR (DWD)

Detaillierte Analyse des Deutschen Wetterdiensts (DWD) zu den klimatischen Veränderungen in Mülheim an der Ruhr der vergangenen Jahre sowie der prognostizierten Entwicklung bis Ende des Jahrhunderts.

ANHANG II: BEISPIELFRAGEBÖGEN

Die im Rahmen der funktionalen Betroffenheitsanalyse an ausgewählte VertreterInnen innerhalb und außerhalb der Stadtverwaltung geschickten Fragebögen zur ersten Einschätzung über die künftig erwarteten Auswirkungen des Klimawandels sind auf den folgenden Seiten beispielhaft für die Handlungsfelder Gewässer und Stadtplanung zu finden.

DEUTSCHER WETTERDIENST

Abteilung Klima- und Umweltberatung

Klimaanpassungskonzept Mülheim an der Ruhr

Fachteil
„Klima und Klimaentwicklung
bis Ende des Jahrhunderts, basierend auf Klimaprojektionen
für Mülheim an der Ruhr“

Auftraggeber:

Stadt Mülheim an der Ruhr
Amt für Umweltschutz
Hans-Böckler-Platz 5
45468 Mülheim an der Ruhr

Wissenschaftliche Bearbeitung:

Dipl.-Met. Guido Halbig
Dipl.-Met. Thomas Kesseler-Lauterkorn

Essen, den 13.01.2020

DEUTSCHER WETTERDIENST 40

.....
Dipl.-Met. Guido Halbig
Leiter Regionales Klimabüro Essen

.....
Dipl.-Met. Th. Kesseler-Lauterkorn
Leiter Sachgebiet Planungsgutachten

Dieser Bericht ist urheberrechtlich geschützt, außerhalb der mit dem Auftraggeber vertraglich vereinbarten Nutzungsrechte ist seine Vervielfältigung oder Weitergabe an Dritte sowie die Mitteilung seines Inhaltes, auch auszugsweise, nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des Deutschen Wetterdienstes gestattet.

Inhalt

1 Einleitung und Zielsetzung 3
2 Klimadaten 4
2.1 Die naturräumliche Lage von Mülheim an der Ruhr 4
2.2 Datengrundlage 6
2.3 Lufttemperatur 6
2.4 Niederschlag 12
2.5 Wind 15
2.6 Sonnenschein 17
2.7 Globalstrahlung 18
2.8 Anzahl der Tage mit Hitzewarnung in Mülheim an der Ruhr 19
2.9 Die langzeitliche Entwicklung ausgewählter Klimaparameter 21
3 Klimaprojektionsrechnungen zum zukünftigen Klima in Mülheim an der Ruhr 28
3.1 Lufttemperatur 34
3.2 Niederschlag 36
4 Literatur 39

1 Einleitung und Zielsetzung

Die Stadt Mülheim an der Ruhr beabsichtigt die Erstellung eines Klimaschutzteilkonzeptes Anpassung an den Klimawandel. Für die Erstellung werden Fördermittel im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative des BMUB sowie Eigenmittel der Stadt Mülheim an der Ruhr verwendet.

Im Zusammenhang mit der der Risiko- und Vulnerabilitätsanalyse bestand der Wunsch der Stadt Mülheim an der Ruhr, als Datenbasis einen Bericht zum Klima und zur Klimaentwicklung bis Ende des Jahrhunderts, basierend auf Klimaprojektionen für Mülheim an der Ruhr erstellen zu lassen, der vom Auftragnehmer für die Konzepterstellung verwendet werden soll. Mit Schreiben vom 27. August 2018 (AZ. RVI/Koordinierungsstelle Klimaschutz) beauftragte die Stadt Mülheim an der Ruhr den Deutschen Wetterdienst, Regionales Klimabüro Essen, diesen Fachteil „Klima und Klimaentwicklung“ zu erstellen. Die Erstellung dieses Gutachtens erfolgt nach §4 (4) und §6 (2a) des DWD-Gesetzes.

Kapitel 2 des Klimareports beschreibt das derzeitige Klima in Mülheim an der Ruhr anhand von Klimadaten der DWD-Messstation Essen-Bredeney, Daten der Wetterstation Mülheim an der Ruhr sowie von Rasterdaten. In Kapitel 3 werden - anhand von Klimaprojektionsdaten - Aussagen zur Veränderung des Klimas in Mülheim an der Ruhr bis Mitte bzw. Ende des Jahrhunderts getroffen.

2 Klimadaten

2.1 Die naturräumliche Lage von Mülheim an der Ruhr

Die Stadt Mülheim an der Ruhr im westlichen Ruhrgebiet liegt von der naturräumlichen Gliederung her im Grenzbereich vom Norddeutschen Tiefland zum Rheinischen Schiefergebirge. Das Stadtgebiet befindet sich im Übergang von vier naturräumlichen Haupteinheiten: Der nordwestlichste Teil zählt zum niederrheinischen Tiefland, der Nordosten zur Westfälischen Tieflandsbucht, der Westen gehört überwiegend zur Niederrheinischen Bucht, während der Süden meist bereits dem Bergisch-Sauerländischen Gebirge zuzurechnen ist. Dementsprechend ist hier auch mit knapp 153 m über NN die höchste Erhebung des Stadtgebietes zu finden, während in den Ruhrniederungen im Nordwesten das Gelände zum Teil bis unter 30 m über NN abfällt (siehe nachstehende Abbildung 2-1).

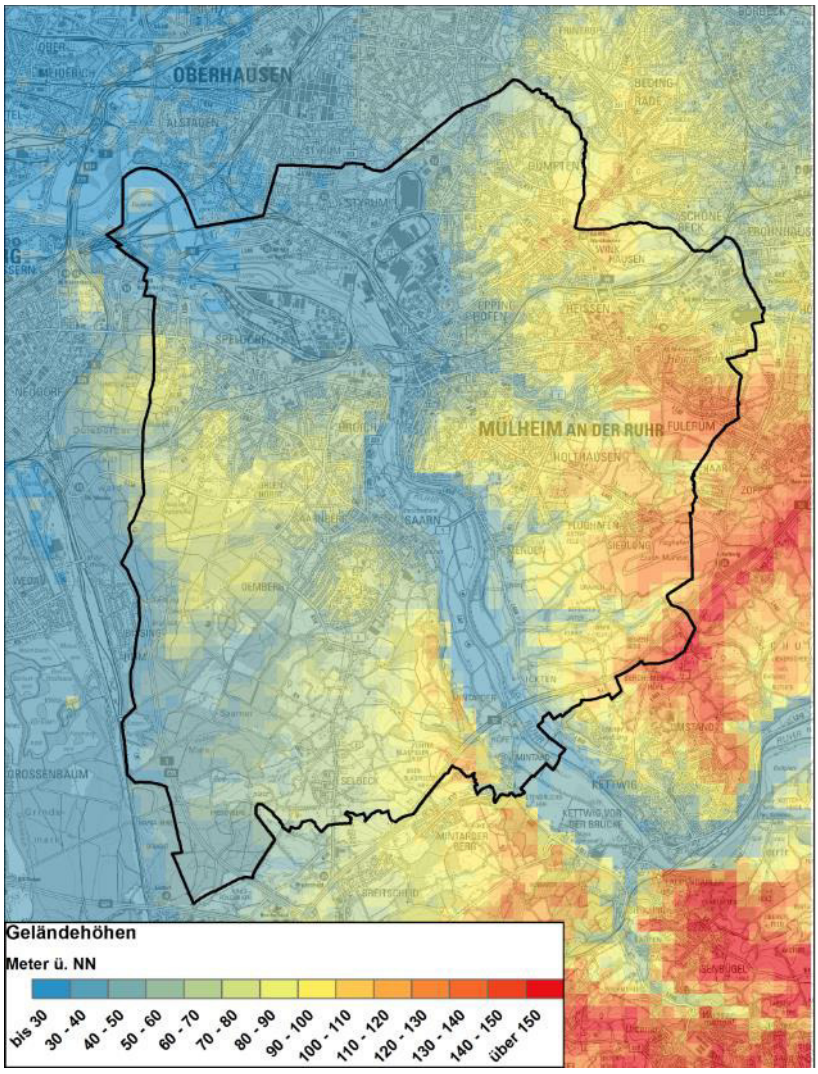


Abbildung 2-1: Stadtgebiet von Mülheim an der Ruhr mit Geländehöhen
Kartengrundlage: © Land NRW (2019) - Lizenz dl-de/by-2-0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0), Maßstab 1:50.000, in der Abb. verändert; Geländemodell: DGM200 © GeoBasis-DE, BKG 2019

Die Ruhr verläuft grob von Südost nach Nordwest orientiert auf einer Länge von rund 15 km mitten durch die Stadt. Nördlich und östlich des Flusses sind die Stadtteile Altstadt (I und II), Styrum, Dümpten, Heißen und Menden-Holthausen gelegen. Westlich befinden sich Saarn, Broich und Speldorf (Abbildung 2-2). Die Fläche der Stadt Mülheim an der Ruhr beträgt gut 91 km². Die Bevölkerungszahl liegt bei knapp 171.000 Menschen (Stand Ende 2018). Sie verteilen sich auf neun Stadtteile in drei Stadtbezirken. Die mittlere Einwohnerdichte liegt bei etwa 1872 Einwohnern pro km² (2018).

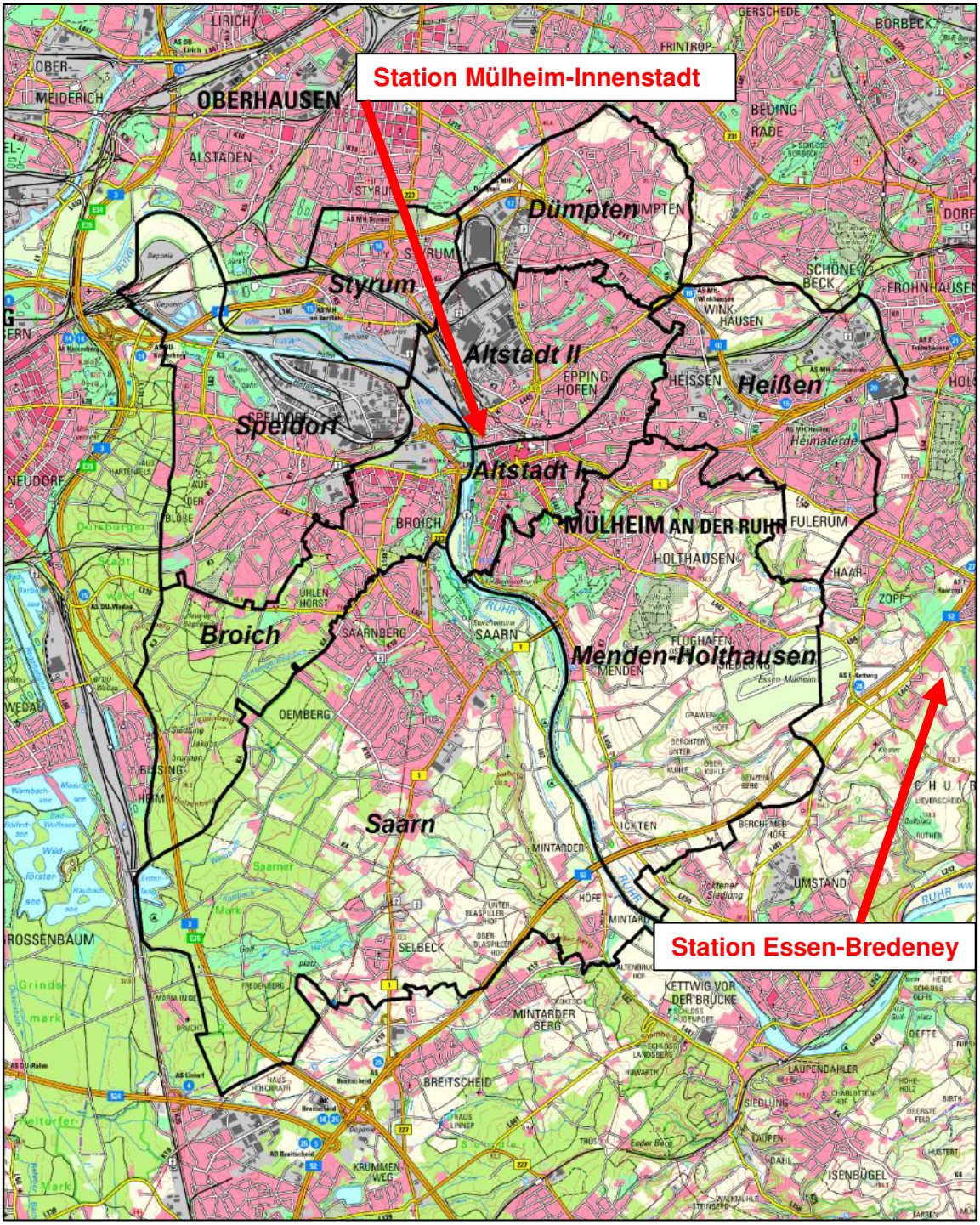


Abbildung 2-2: Mülheim an der Ruhr mit Stadtteilen und der Lage der Stationen Essen-Bredeney und Mülheim-Innenstadt (roter Pfeil, siehe auch Kapitel 2.2), Kartengrundlage: © Land NRW (2019) - Lizenz dl-de/by-2-0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0), Maßstab 1:50.000, in der Abb. verändert

2.2 Datengrundlage

Für die vorliegende klimatologische Auswertung werden in erster Linie die Daten der Station des DWD Essen-Bredeney (150 m über NN, Lage siehe auch Abbildung 2-2) herangezogen. Bereits im Jahre 1927 wurde eine Messstation auf dem Gelände des Flughafens Essen/Mülheim eingerichtet, die bis in das Jahr 1945 betrieben wurde. Die Messungen sind an gleicher Stelle am 01.10.1947 wiederaufgenommen worden, bevor im Juli 1965 eine Verlegung nach Essen-Bredeney (genauer nach Essen-Schuir) stattgefunden hat. Somit liegt eine über 70-jährige vollständige und hinreichend homogene klimatologische Datenreihe vor, die auch als repräsentativ für die südlichen Ruhrhöhen in Mülheim gelten kann.

Zusätzlich hat die Stadt Mülheim Daten der Mülheimer Wetterstation zur Verfügung gestellt. Die Lage in der Innenstadt (Heinrich-Melzer-Straße) ist ebenfalls Abbildung 2-2 zu entnehmen. Die Daten umfassen die Jahre 2001 bis 2018. So kann aus einem Zeitraum von immerhin 18 Jahren ein Klimamittel bestimmt werden.

2.3 Lufttemperatur

Die Elemente, die beim Klima betrachtet werden, sind dieselben wie beim Wetter. Der Zeitraum, der zur Darstellung des Klimas verwendet wird, sollte ausreichend lang sein, um statistisch gesicherte Maßzahlen wie Mittelwerte, Häufigkeiten, Extrema usw. zu erhalten. In der Regel wird bei solchen Betrachtungen von 30-jährigen Mittelungsperioden ausgegangen.

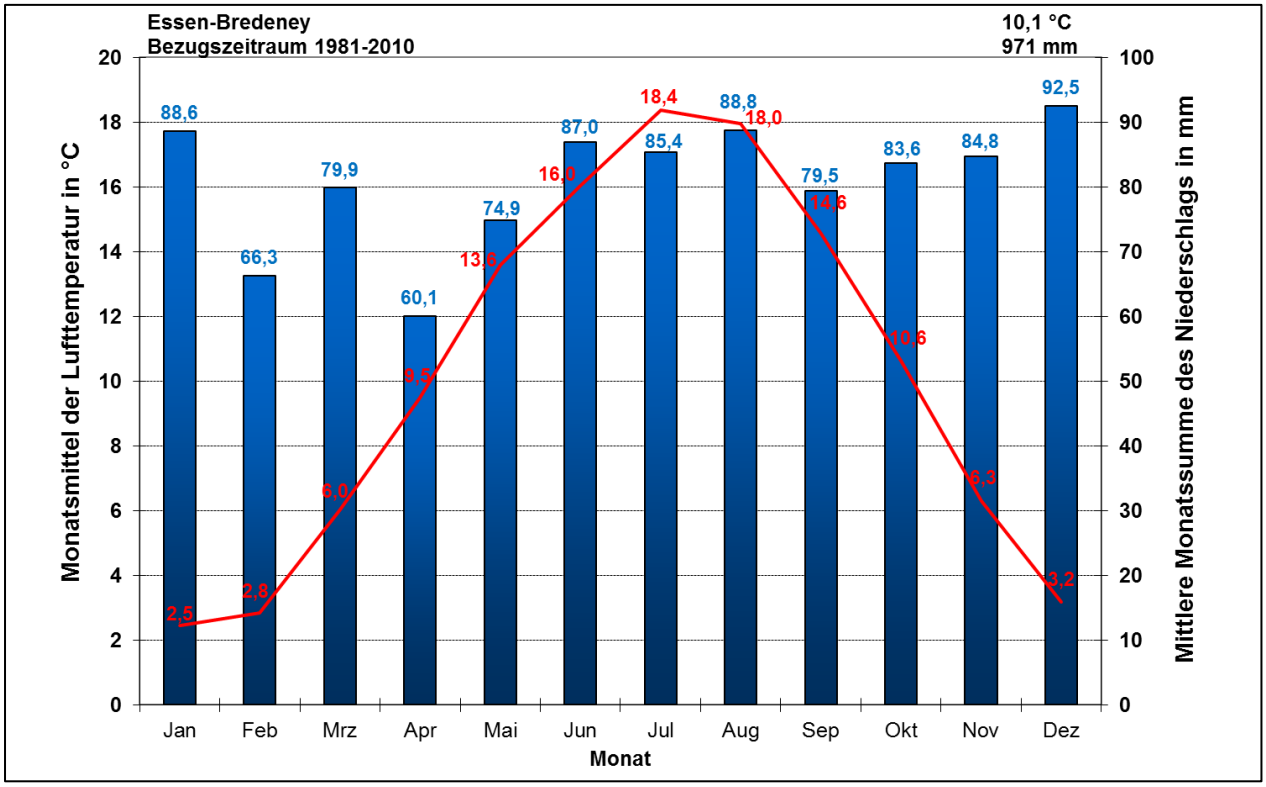


Abbildung 2-3: Klimadiagramm der Station Essen-Bredeney (Bezugszeitraum 1981-2010)

Die Messung der Lufttemperatur erfolgt in 2 m über Grund sonnenstrahlungsgeschützt. In Essen-Bredeney beträgt – bezogen auf den Zeitraum 1981-2010 – die langjährige Jahresdurchschnittstemperatur 10,1 °C. Das Klimadiagramm in Abbildung 2-3 zeigt, dass der Juli mit einer mittleren Mitteltemperatur von 18,4 °C der wärmste Monat ist, gefolgt vom August mit 18,0 °C (bezogen auf 1981-2010). Der kälteste Monat ist der Januar (durchschnittliches Monatsmittel 2,5 °C), gefolgt von den beiden anderen klimatologischen Wintermonaten Februar (2,8 °C) und Dezember (3,2 °C).

Seit Beginn der ununterbrochenen DWD-Aufzeichnungen an der Klimastation im Oktober 1947 ist der absolut kälteste Monat der Februar 1956 mit einer Mitteltemperatur von -6,9 °C, also fast 10 K (K=Kelvin, Maßangabe für Temperaturdifferenzen) unter dem langjährigen Mittelwert. Die niedrigste Jahresmitteltemperatur wurde ebenso 1956 mit 8,1 °C verzeichnet. Das höchste Jahresmittel der Lufttemperatur ist 2018 mit 11,8 °C aufgetreten. Der absolut wärmste Monat ist der Juli 2006 mit einer Mitteltemperatur von 23,0 °C. Diese liegt damit 4,6 K über dem 30-jährigen Juli-Durchschnittswert für Essen-Bredeney. Die größte positive Abweichung eines Monats gegenüber dem Klimamittel weist allerdings der Dezember 2015 mit fast 6 K über dem 30-jährigen Mittel auf. Die mittlere Jahresschwankung der Temperatur (Differenz zwischen der Mitteltemperatur des wärmsten und kältesten Monats) beträgt rund 16 K. Dieser Wert ist charakteristisch für das eher maritim beeinflusste Klima Nordwestdeutschlands. Im Gegensatz dazu beträgt der Wert im kontinentaleren Klima Süd- und Ostdeutschlands 17 bis 19 K. Die Schwankungsbreite der Monatsmitteltemperaturen ist in den Wintermonaten größer als in den Sommermonaten. Die Differenz zwischen dem höchsten und dem tiefsten Monatsmittel beträgt im Februar gut 14 K, im Juli ergibt sich immerhin eine Differenz von 8,6 K. Gerade auch in den letzten Jahren weisen einzelne Monate eine große Spannbreite der Mitteltemperaturen auf. So lag im Dezember 2015 der Wert in Essen-Bredeney bei 9,1 °C, während im Dezember 2010 das Monatsmittel der Lufttemperatur -2,1 °C aufwies. Wie oben schon erwähnt lag der Juli 2006 bei 23,0 °C, der Juli 2011 dagegen nur bei 16,0 °C. Im März 2013 wurde eine Monatsmitteltemperatur von 1,9 °C erreicht, ein Jahr später waren es über 7 K mehr (9,2 °C im März 2014).

In der folgenden Abbildung 2-4 werden die Mitteltemperaturen von Essen-Bredeney und Mülheim-Innenstadt für den gemeinsamen Zeitraum 2001 bis 2018 verglichen. In der Grafik wird gezeigt, dass der Unterschied bei der mittleren Jahresmitteltemperatur in der betrachteten 18-jährigen Zeitspanne bei 0,9 K liegt. Im Jahresgang der mittleren Monatsmitteltemperaturen bewegen sich die Differenzen von Essen-Bredeney und Mülheim-Innenstadt bei den einzelnen Monaten zwischen 0,6 K (Oktober) und 1,2 K (Mai).

Hervorzuheben ist auch der Unterschied zwischen den beiden Vergleichszeiträumen 1981-2010 und 2001-2018 bei der mittleren Jahresmitteltemperatur in Essen-Bredeney: Die mittlere Jahresmitteltemperatur der Periode 2001 bis 2018 ist 0,5 K höher als die in der Vergleichsperiode 1981 bis 2010, ein Beleg für die deutliche Erwärmung infolge des Klimawandels. Auf die langzeitliche Entwicklung verschiedener Klimaparameter wird später noch eingegangen werden.

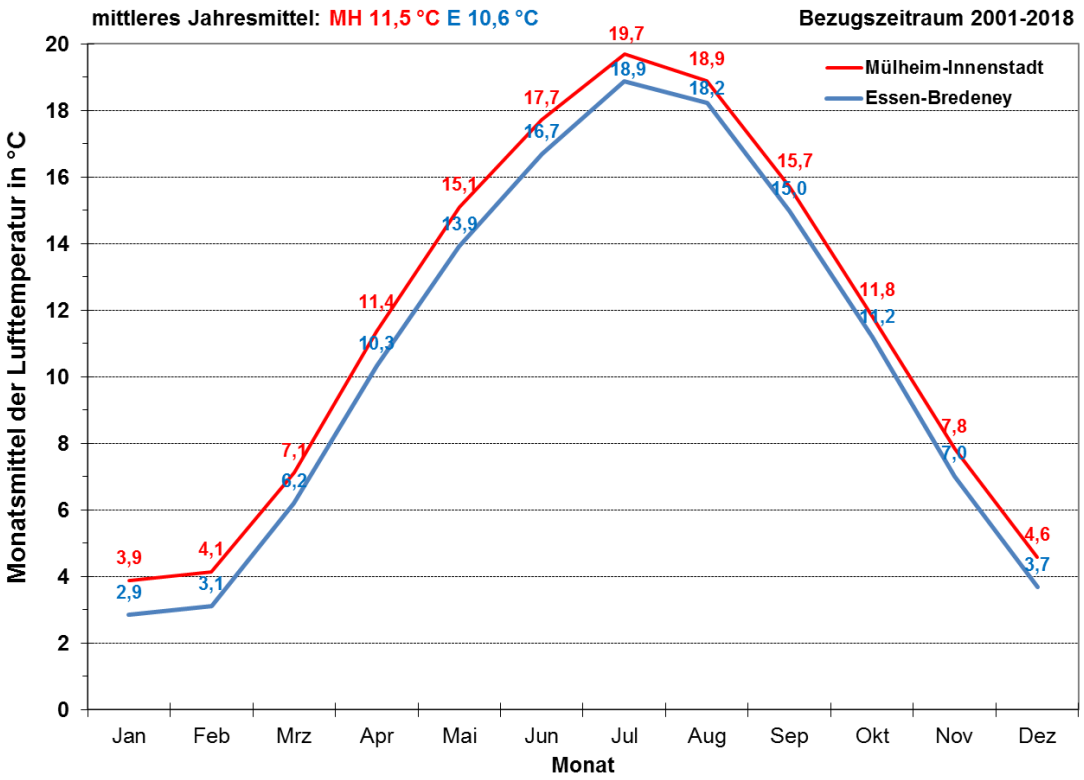


Abbildung 2-4: Mittlerer Jahresgang der Lufttemperatur in Mülheim-Innenstadt und Essen-Bredeney im Bezugszeitraum 2001-2018

Eine generelle Einordnung der mittleren Temperaturverhältnisse im Untersuchungsgebiet kann auch auf der Grundlage von berechneten Temperaturrasterdaten (Jahresmittel der Lufttemperatur in °C im Raster 1 km x 1 km für den Zeitraum 1981-2010) erfolgen. Diesen Klimakarten liegen Verfahren zugrunde, die es erlauben, klimatologische Parameter, für die ein Zusammenhang (Regressionsbeziehung) zur Topographie nachgewiesen werden kann, mit einer Auflösung von einem Kilometer darzustellen. Die berechneten Werte beruhen auf Messdaten und werden - in Abhängigkeit von der Höhe mit Hilfe von variablen linearen Regressionskoeffizienten - interpoliert und in den Raum übertragen. Entsprechende Rasterdaten und Karten von Deutschland liegen zu verschiedenen Parametern (z.B. Temperatur, Niederschlag, Dampfdruck) für beliebige Zeiträume (Monate, Jahreszeiten, Halbjahre, Jahre) vor. In der Abbildung 2-5 auf der nächsten Seite ist das Mittel der Lufttemperatur im Raster 1 km^2 im Raum Mülheim an der Ruhr für den Zeitraum 1981 bis 2010 dargestellt. Aufgrund der groben Rasterung können kleinräumige Strukturen zwar nur bedingt wiedergegeben werden, es wird aber deutlich, dass die Lufttemperatur innerhalb des Gebietes variiert und im Mittel auch mit der Geländehöhe abnimmt. So ist trotz der groben Rasterung erkennbar, dass die östlichsten Bereiche des Stadtgebietes etwas niedrigere mittlere Temperaturwerte im Bereich von 10,2 bis 10,3 °C aufweisen, während in weiten Teilen von Mülheim die Jahresmitteltemperatur nach der Abbildung bei 10,4 °C bis 10,7 °C liegt. Das Ruhrtal wird grob aufgelöst, hier wird eine Mitteltemperatur von 10,8 bis 10,9 °C erkennbar und nach Nordwesten hin im Bereich der niedrigsten Geländehöhen werden die höchsten Werte (um 11,0 °C) verzeichnet. Damit ist auf dem gesamten Stadtgebiet von Mülheim bei den Jahresmitteltemperaturen ein Unterschied von rund 1 K auszumachen, eine Größenordnung, die auch in Abbildung 2-4 mit dem kürzeren Bezugszeitraum zu finden ist.

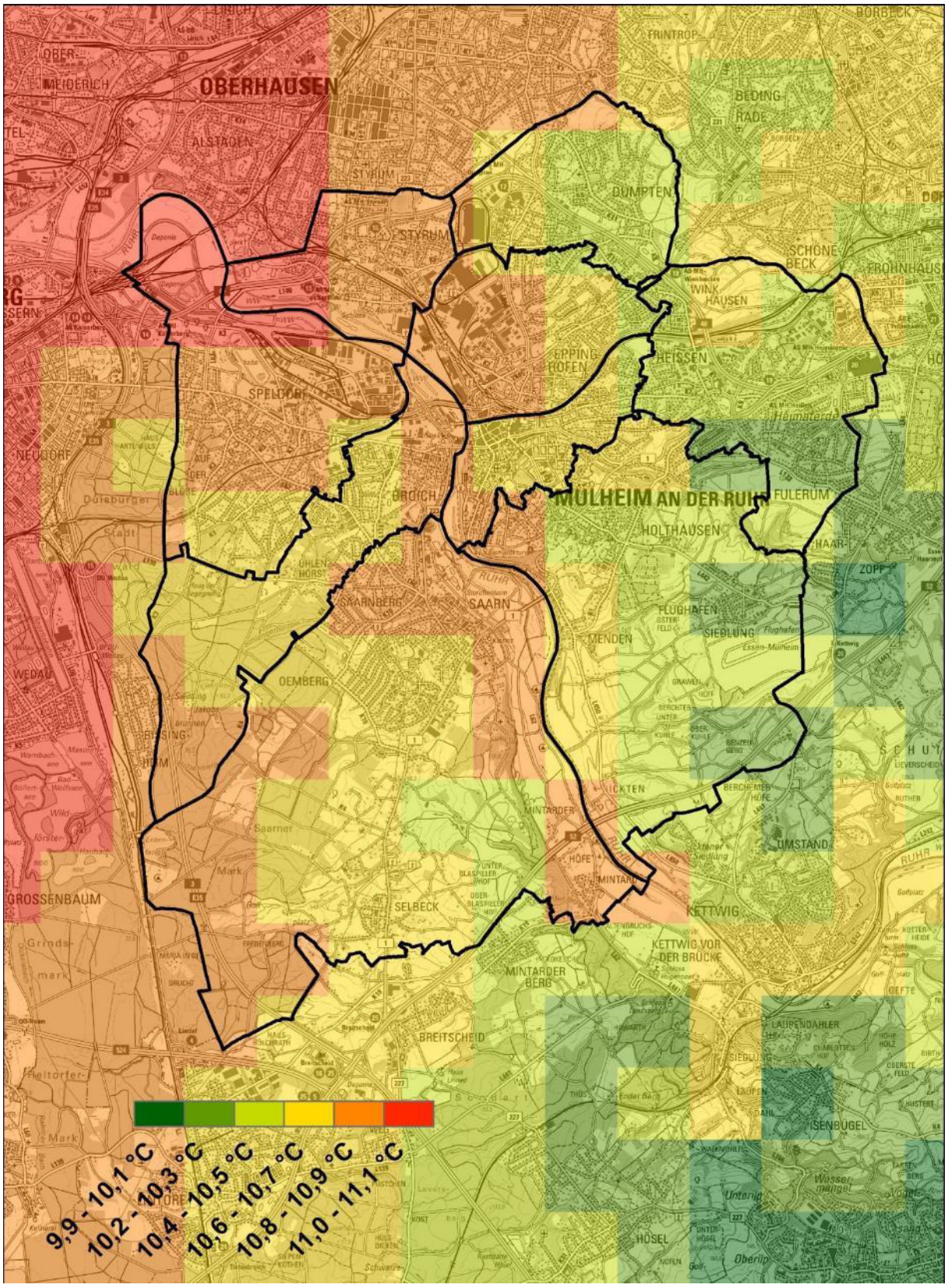


Abbildung 2-5: Mittleres Jahresmittel der Lufttemperatur im Raum Mülheim an der Ruhr im 1 km²-Raster im Bezugszeitraum 1981-2010, Kartengrundlage: © Land NRW (2019) - Lizenz dl-de/by-2-0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0), Maßstab 1:50.000, in der Abb. verändert

Neben den absoluten Werten und den Abweichungen geben auch die klimatologischen Kenntage einen guten Eindruck von den Temperaturverhältnissen an einem Ort. Das sind Tage, an denen die Lufttemperatur definierte Schwellenwerte über- bzw. unterschreitet. Dazu zählen Sommertage (Tagesmaximum ≥ 25 °C), heiße Tage (Tagesmaximum ≥ 30 °C), Frosttage (Tagesminimum < 0 °C) sowie Eistage (Tagesmaximum < 0 °C). In der Tabelle 2-1 sind für die Station Essen-Bredeney die mittlere Anzahl der einzelnen Kenntage für den Bezugszeitraum 1981-2010 zu finden.

Tabelle 2-1: Mittlere Anzahl von Sommertagen (Tmax ≥ 25 °C), heißen Tagen (Tmax ≥ 30 °C), Frosttagen (Tmin < 0 °C) und Eistagen (Tmax < 0 °C) in Essen-Bredeney für den Bezugszeitraum 1981-2010

Kenntage	JAHR	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
Sommertage	28,5	0,0	0,0	0,0	0,4	2,5	5,1	10,2	8,1	2,1	<0,1	0,0	0,0
Heiße Tage	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,6	2,7	1,8	0,1	0,0	0,0	0,0
Frosttage	50,0	12,8	12,3	6,5	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	4,5	11,8
Eis-Tage	11,8	4,4	3,5	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	3,1

Während des gesamten Winters ist in der Region Mülheim an der Ruhr mit Frost zu rechnen, wobei von Dezember bis Februar die Zahl der Frosttage (T_{min} < 0 °C) mit 12 bis 13 Tagen pro Monat relativ konstant bleibt. Im Januar treten im langjährigen Durchschnitt gut 4 Eistage (T_{max} < 0 °C) auf, im Dezember und Februar sind es rund 3 Tage.

Das meteorologische Frühjahr (März bis Mai) ist im vieljährigen Mittel durch einen gleichmäßigen kräftigen Temperaturanstieg geprägt (siehe auch Abb. 2-4). Gerade im Frühjahr können aber auch noch häufig Kälterückfälle auftreten. So sind im Bereich Essen/Mülheim statistisch im März noch jedes Jahr knapp 7 Frosttage möglich, während Eistage die absolute Ausnahme darstellen (Tabelle 2-1). Im April kann die Temperatur schon auf sommerliche Werte klettern. Sommertage sind im April allerdings nicht so häufig wie im September (gut 2 Sommertage), gleichzeitig ist im April aber auch noch mit 2 Frosttagen zu rechnen, während diese im September nicht auftreten. Im Mai liegt die Monatsmitteltemperatur dann bereits bei 14 bis 15 °C, die Zahl der Sommertage liegt im Durchschnitt bei knapp 3, und Frost ist so gut wie nicht mehr zu erwarten. In einzelnen Jahren kann der Jahresgang der Monatsmitteltemperaturen sich allerdings umkehren, d.h. der April ist dann kälter als der März oder der Mai kälter als der April.

Im Mittel sind im Juli im Bereich der Ruhrhöhen gut 10 Sommertage und 3 heiße Tage zu erwarten, während es im August statistisch gesehen ca. 8 Sommertage und 2 heiße Tage sind. Im September erfolgt ein deutlicher Rückgang der Monatsmitteltemperatur auf rund 15 °C (siehe Abbildung 2-4), allerdings kann man im September oft noch mit spätsommerlich warmer Witterung rechnen, bei der die Tageshöchsttemperatur mindestens 25 °C erreicht. Im vieljährigen Mittel sind im September noch 2 bis 3 solcher Sommertage zu erwarten. Statistisch gibt es in diesem Monat so gut wie keinen heißen Tag mehr, im September 2016 wurden allerdings 3 heiße Tage erzielt, seit 1948 der höchste Wert an der Station Essen-Bredeney.

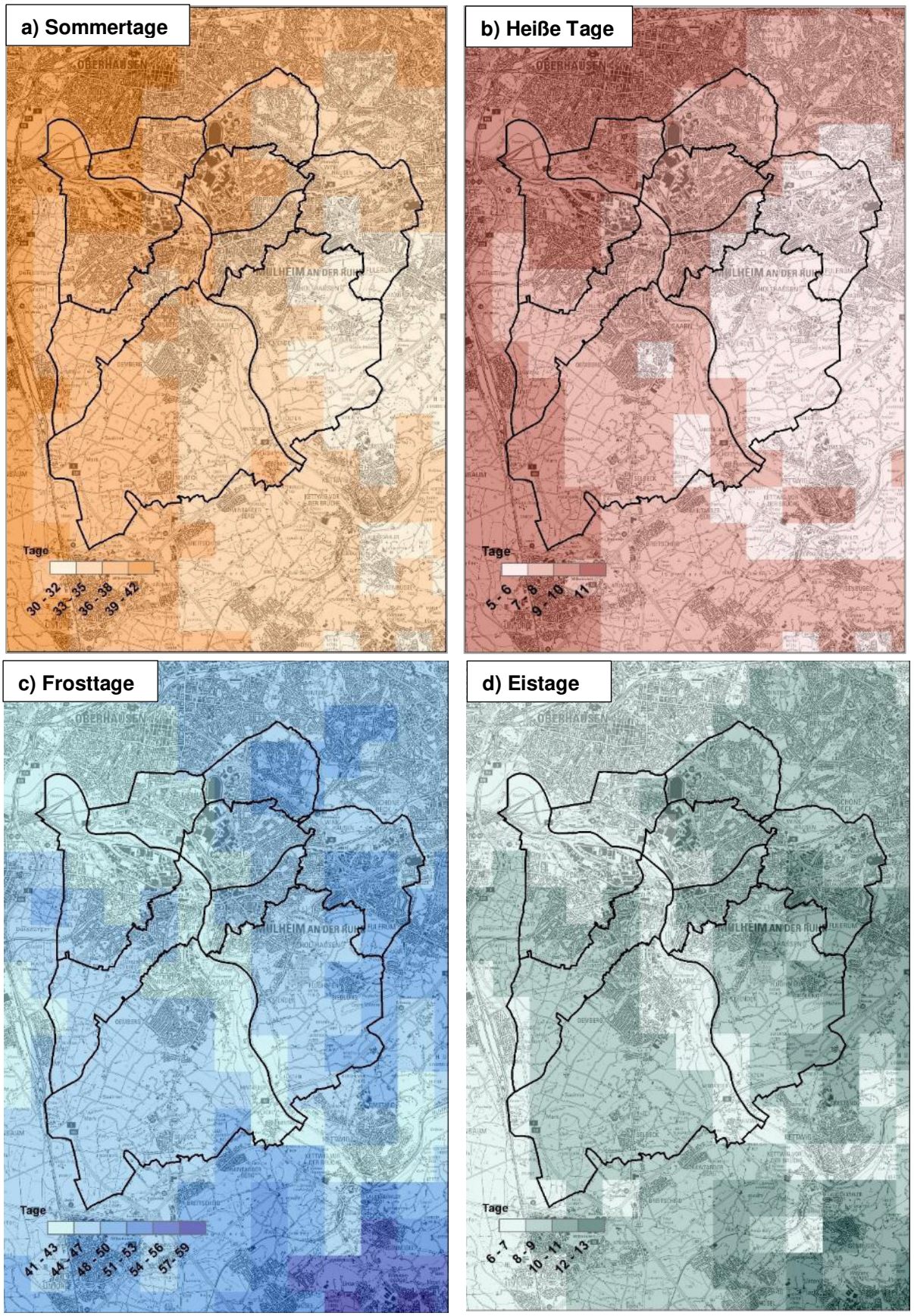


Abbildung 2-6a bis 2-6d: Anzahl von Sommertagen, heißen Tagen, Frost- und Eistagen im Raum Mülheim an der Ruhr im 1 km^2-Raster im Bezugszeitraum 1981-2010, Kartengrundlage: © Land NRW (2019) - Lizenz dl-de/by-2-0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0), Maßstab 1:50.000, in der Abb. Verändert

Der Temperaturrückgang im klimatologischen Herbst (September bis November) ist generell noch stärker und gleichmäßiger als der Anstieg im Frühjahr. Bereits im Oktober kann es zu Nachtfrösten kommen und im November sind je nach Witterungsverlauf schon Eistage möglich. Allerdings können auch hier sowohl innerhalb der einzelnen Monate als auch von Jahr zu Jahr deutliche Schwankungen auftreten. Typischer Übergangsmonat ist dabei der Oktober, der eine große Spannbreite der Witterung vom „Goldenen Oktober" bis zum verfrühten Kälteeinbruch aufweisen kann.

In Abbildung 2-6 werden die verschiedenen klimatologischen Kenntage für den Bezugszeitraum 1981-2010 in der 1 km²-Rasterdarstellung im Bereich Mülheim an der Ruhr aufgelöst. Je nach Lage im Stadtgebiet sind im Klimamittel etwa 30 bis 40 Sommertage und 5 bis 10 heiße Tage zu erwarten. Bei den Frosttagen variiert die Anzahl bei rund 41 bis 53 Tagen und bei den Eistagen ist je nach Bereich im Mittel mit etwa 7 bis 12 Stück im Jahr zu rechnen.

2.4 Niederschlag

Niederschläge sind zeitlich und räumlich sehr unterschiedlich verteilt. Besonders konvektiv ausgelöste Schauerniederschläge werden vom Relief und den Erwärmungseigenschaften des Untergrundes beeinflusst. Deshalb können bereits auf engem Raum markante Unterschiede in Menge, Dauer und Intensität des Niederschlags auftreten. Im Allgemeinen nehmen die Niederschlagsmengen mit der Höhe des Geländes zu, dabei treten jedoch deutliche Unterschiede durch Luv-Effekte (Stauniederschläge) und Lee-Effekte auf. So sind in Nordrhein-Westfalen die Höhenlagen des Bergischen Landes sowie des Sauer- und Siegerlandes die niederschlagsreichsten Regionen. Hier liegen die mittleren jährlichen Niederschlagshöhen zum Teil bei 1400 bis 1450 mm. Am trockensten ist es dagegen in NRW in der Jülicher und Zülpicher Börde als markante Leegebiete im Schatten der Eifel, hier werden mittlere Jahressummen des Niederschlags verzeichnet, die gebietsweise nur 550 bis 600 mm erreichen.

Auch auf dem Stadtgebiet von Mülheim an der Ruhr ist ein deutliches Ansteigen der Regenhöhen von (Nord-)West nach (Süd-)Ost zu erkennen (Abbildung 2-7 auf der folgenden Seite). Dies ist vor allem auf Staueffekte nach (Süd-)Osten in Richtung der höheren Lagen (Abbildung 2-1) zurückzuführen. So liegt das langjährige Mittel der Niederschlagssumme am nordwestlichen Rand der Stadt Richtung Oberhausen und Duisburg teilweise bei 820 bis 840 mm, während es am (Süd-)Ostrand im Bereich zum Teil auf über 940 mm ansteigt.

In trockenen bzw. nassen Monaten oder Jahren sind erhebliche Abweichungen von den im Klimadiagramm (Abbildung 2-3) dargestellten Mittelwerten des Niederschlags möglich. So war der trockenste Monat seit 1948 (an der Station Essen-Bredeney) der April 2007 mit 0,2 mm. Der nasseste Monat war der Oktober 1998 mit 224,5 mm Niederschlagshöhe. Das Jahr mit der höchsten Gesamtniederschlagssumme ist 1998 mit 1252,2 mm, das Trockenste mit einer Jahressumme des Niederschlags von lediglich 573,0 mm ist 1959, mithin nur gut 45 % der Summe des nassesten Jahres.

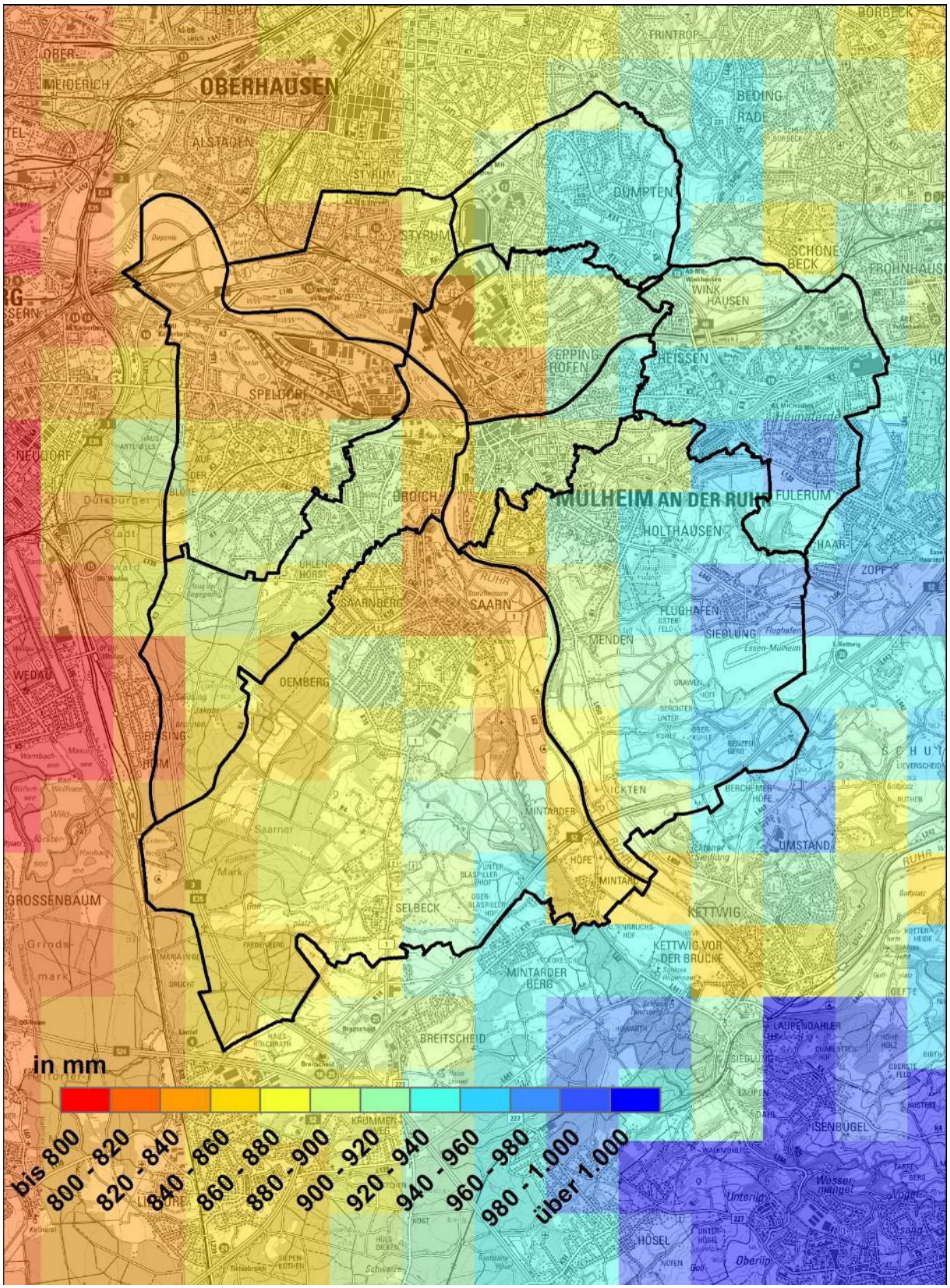


Abbildung 2-7: Mittlere jährliche Niederschlagshöhe im Raum Mülheim an der Ruhr im 1 km^2-Raster im Bezugszeitraum 1981-2010, Kartengrundlage: © Land NRW (2019) - Lizenz dl-de/by-2-0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0), Maßstab 1:50.000, in der Abb. verändert

Das Jahresmittel des Niederschlags für den Bezugszeitraum 1981 bis 2010 liegt auf den Ruhrhöhen (Station Essen-Bredeney) bei 971 mm. Das Klimadiagramm in Abbildung 2-2 zeigt, dass im Mittel wie erwartet die höchsten Niederschlagsmengen einerseits in den Wintermonaten Dezember und Januar verzeichnet werden, wobei der Dezember der Spitzenreiter (92,5 mm) ist; ein zweites Maximum des Niederschlags tritt im Sommer auf (August 88,8 mm). April und Februar stellen dagegen die durchschnittlich trockensten Monate dar (60,1 mm bzw. 66,3 mm). Das „herbstliche“ Minimum von September bis November ist eher schwach ausgeprägt. Dennoch wird im Klimadiagramm die für Teile des Nordwestdeutschen Tieflandes typische „Doppelwelle des Niederschlags“ mit hohen Werten im Sommer und Winter sowie niedrigen Werten in den Übergangsjahreszeiten erkennbar.

In der folgenden Abbildung 2-8 werden die mittleren monatlichen Niederschlagssummen von Essen-Bredeney und Mülheim-Innenstadt für den gemeinsamen Zeitraum 2001 bis 2018 verglichen. Zunächst fällt für Essen-Bredeney auf, dass das Gesamt-Jahresmittel in dem aktuellen, kürzeren Bezugszeitraum 2001-2018 mit 914 mm niedriger als für das Klimamittel 1981-2010 liegt, gleichzeitig ist die „Doppelwelle“ aber viel deutlicher ausgeprägt. Die Übergangsjahreszeiten und hier besonders das Frühjahr (Monate März, April, Mai) sind trockener geworden, während in den Sommermonaten Juli und August im Mittel 2001 bis 2018 mehr Niederschlag als für den Bezug 1981-2010 registriert wurde.

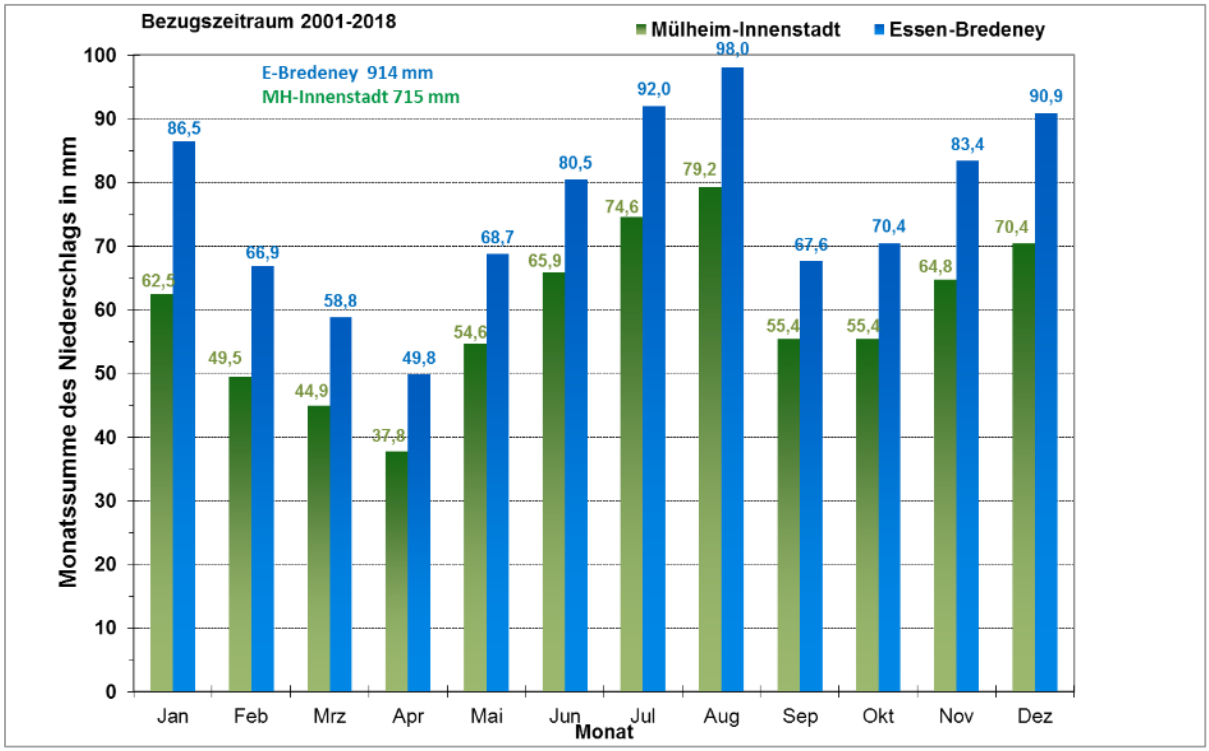


Abbildung 2-8: Mittlerer Jahresgang der Niederschlagssummen in Mülheim-Innenstadt und Essen-Bredeney

Die Daten für Mülheim-Innenstadt spiegeln den typischen Jahresgang des Niederschlags genauso wider, allerdings auf deutlich niedrigerem Niveau. Schaut man sich das mittlere Jahresmittel an, liegt dies bei 715 mm. Dieser Wert ist sicherlich als etwas zu niedrig anzusehen, was

auf die eher geschützte und nicht ganz freie Lage des Regenmessers an der Wetterstation in Mülheim-Innenstadt zurückzuführen ist.

2.5 Wind

Die Windverteilung (Richtung und Geschwindigkeit) an einem Ort wird einerseits durch die großräumigen Strömungsverhältnisse, andererseits durch die orographische Struktur der Umgebung bestimmt. Je stärker die Landschaft gegliedert ist, desto eher ergeben sich am Ort Abweichungen von den großräumigen Strömungsverhältnissen. Der Wind ist eine vektorielle Größe, d.h. durch die Angabe von Richtung und Geschwindigkeit charakterisiert. Im meteorologischen Mess- und Beobachtungsnetz des Deutschen Wetterdienstes wird besonderer Wert auf die Gewinnung möglichst repräsentativer Daten gelegt. Deshalb wird der Wind in der Regel in 10 m über Grund gemessen, um die störenden Einflüsse durch die aerodynamische Rauigkeit des Bodens möglichst gering zu halten.

In Abbildung 2-9 sind Häufigkeitsverteilungen der Windgeschwindigkeit (in 2,0-m/s Klasseneinteilung) in Abhängigkeit von der Windrichtung (zwölf Sektoren zu je 30° Breite) basierend auf Stundenwerten (Stärkewindrose) im Bezugszeitraum 2001 bis 2018 der Station Essen-Bredeney dargestellt. Aus der Abbildung geht hervor, dass der Wind in fast der Hälfte der Jahresstunden aus 180° (Süd) bis 240° (Westsüdwest) weht. Die Hauptwindrichtung West-Südwest kommt dabei mit knapp 19 % am häufigsten vor, sie ist in freien Lagen des nordwestdeutschen Tieflandes üblich. Die Verbreiterung der Hauptwindrichtung nach Süden hin ist dabei auf lokale Effekte an der Station Essen-Bredeney zurückzuführen. Am seltensten kommt der Wind aus Westnordwest (300°) und aus Ostsüdost (120°) und zwar zusammen nur in gut 8 % der Jahresstunden. Das Minimum aus ostsüdöstlichen Richtungen ist sicherlich auch auf eine abschirmende Wirkung des Bergischen Landes zurückzuführen.

Die mittlere jährliche Windgeschwindigkeit in Essen-Bredeney liegt im Zeitraum 1981-2018 bei 3,5 m/s, ein durchaus typischer Wert für freie Lagen des Niederrheinischen Tieflandes. Die Häufigkeit von Schwachwinden mit Windgeschwindigkeiten kleiner als 1 m/s (incl. Windstillen) beträgt an der Station etwa 4 %. Tabelle 2-2 unten zeigt, dass im Jahresgang die höchsten mittleren monatlichen Windgeschwindigkeiten im Winter mit Werten zwischen 4,1 und 4,3 m/s auftreten. In den Sommermonaten und im September geht dieser Wert auf 2,9 bis 3,0 m/s zurück. Die höchste Böen-Windgeschwindgeschwindigkeit im Untersuchungszeitraum an der Station Essen-Bredeney ist am 25.01.1990 mit 41,2 m/s im Zusammenhang mit Orkantief „Daria“ registriert worden. Das Pfingstunwetter „Ela“ am 09.06.2014 brachte eine maximale Windböe von 34,6 m/s.

Tabelle 2-2: Mittlere Monatsmittelwerte der Windgeschwindigkeit in m/s, maximale Böen pro Monat in m/s und mittlere Zahl der Tage mit Böen pro Monat von mindestens 8 Beaufort an der Station Essen-Bredeney Bezugszeitraum 1981-2018

Wind in m/s	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
Mittl. Windgeschw.	**4,3**	**4,1**	**3,9**	**3,4**	**3,2**	**3,0**	**3,0**	**2,9**	**3,0**	**3,5**	**3,7**	**4,1**
Maximale Böengeschw.	**41,2**	**37,1**	**39,1**	**29,8**	**28,0**	**34,6**	**25,7**	**28,0**	**24,1**	**29,1**	**35,0**	**39,1**
Tage mit Böen ≥ 8 Bft	**5,7**	**3,8**	**3,9**	**1,9**	**1,7**	**1,4**	**1,5**	**1,6**	**1,8**	**3,0**	**2,7**	**3,8**

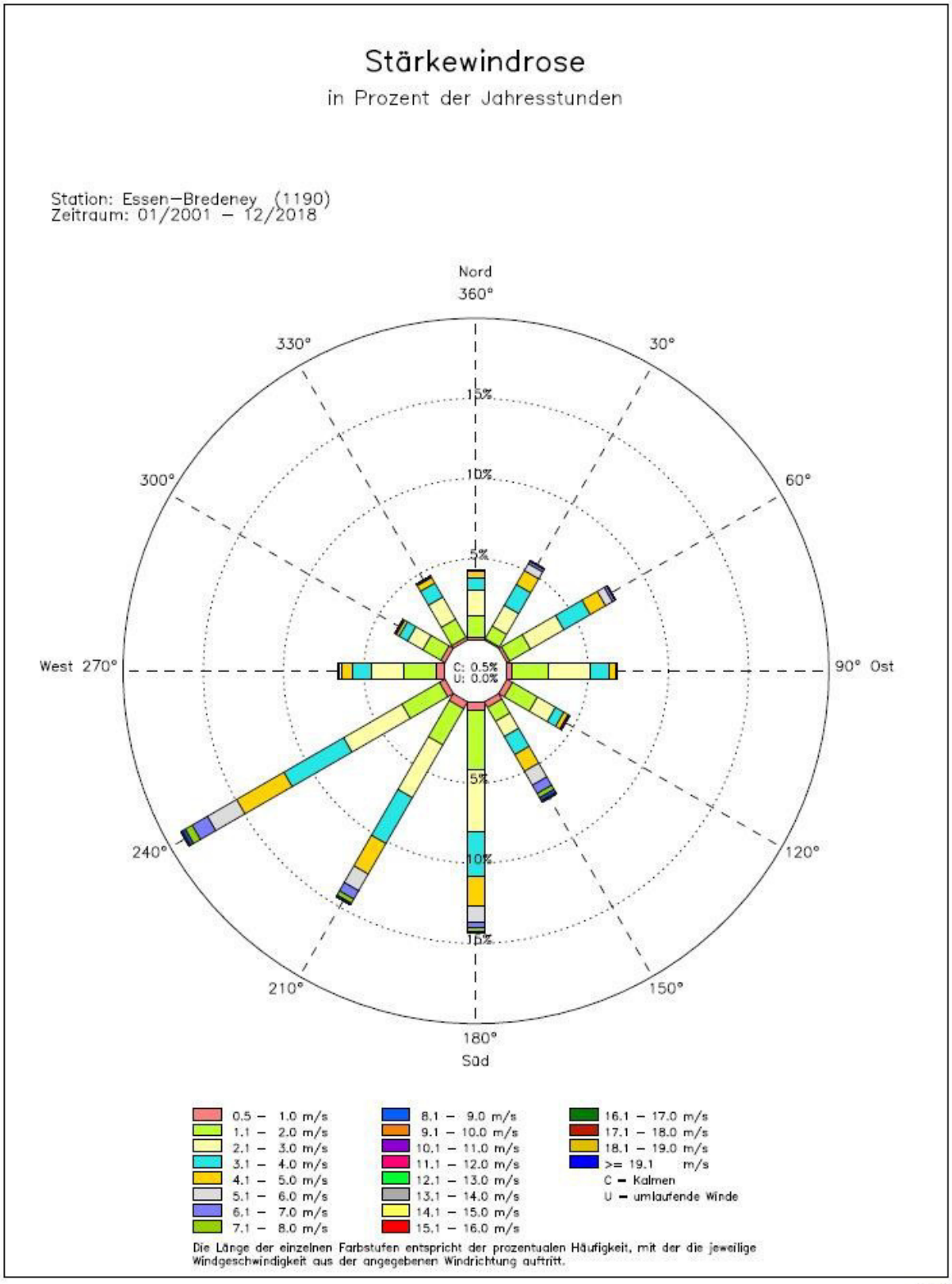


Abbildung 2-9: Zweidimensionale Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen in 12 Sektoren zu je 30° Breite und der Windgeschwindigkeiten in m/s-Intervallen aus stündlichen Daten an der Station Essen-Bredeney, Bezugszeitraum 2001 bis 2018

Eine Auswertung der Zahl der Tage mit mindestens 8 Beaufort in Böen (≥ 17,2 m/s) zeigt, dass in Essen-Bredeney im Mittel der Jahre 1981-2018 rund 24 solcher Tage pro Jahr aufgetreten sind. In den Wintermonaten und im März können durchaus 4 Tage pro Monat mit mindestens Windstärke 8 Beaufort auftreten, im Januar sind es Mittel sogar knapp sechs Tage. Von April bis September geht die Häufigkeit dieser Ereignisse durchschnittlich bis auf ein bis zwei Tage pro Monat zurück (siehe auch Tabelle 2-2). In Einzeljahren können Tage mit einer Windstärke von mindestens 8 Beaufort in Böen gehäuft auftreten, so z.B. in den Jahren 1990 und 1994 mit 49 bzw. 48 solcher Tage in Essen-Bredeney, andererseits gibt es auch ausgesprochen ruhige Jahre wie das Jahr 2001 oder das Jahr 2010, in denen nur an 9 bzw. 8 Tagen Spitzenböen von mindestens 8 Beaufort gemessen wurden. Das Auftreten von Böen mit Windstärke 8 Beaufort und mehr ist in den Wintermonaten häufig mit dem Durchzug von Sturmtiefs verbunden. In den Sommermonaten kommen diese Böen meistens in Verbindung mit kräftigen Gewittern und Schauern vor.

2.6 Sonnenschein

Bei wolkenlosem Himmel wird die Sonnenscheindauer von der Tageslänge bestimmt, die von der Jahreszeit und der geographischen Breite eines Ortes abhängt. Aber auch die topographischen Verhältnisse am Ort und in der Umgebung der Messstelle beeinflussen die Sonnenscheindauer. In Tälern z.B. kann sie je nach Jahreszeit bedeutend kürzer ausfallen als die tatsächliche Tagphase (Sonnenauf- bis Sonnenuntergang), da die Berge den Horizont einengen. Auch Gebäude und hohe Bäume können zeitweise die direkte Sonnenbestrahlung des Sonnenscheinregistriergerätes verhindern und die tatsächliche Sonnenscheindauer gegenüber der astronomisch möglichen Sonnenscheindauer verkürzen.

Am stärksten wird die Sonnenscheindauer jedoch von der Bewölkung bestimmt. Dafür sind in Tabelle 2-3 den Bedeckungsgrad des Himmels in Prozent (langjährige Jahres- und Monatsmittelwerte) der Station Essen-Bredeney angegeben. Im vieljährigen Durchschnitt tritt das Maximum des Bedeckungsgrades im Spätherbst/Winter auf. November, Dezember und Januar haben mit 75 bis 78 % den höchsten Bewölkungsanteil, während im August mit durchschnittlich gut 61 % die geringste Bewölkung im Jahresverlauf zu finden ist. Der durchschnittliche Bedeckungsgrad für das Jahr beträgt etwa 68 %. Bemerkenswert ist der Monat April. Dieser Monat weist im langjährigen Mittel einen Bedeckungsgrad von 65 % auf, betrachtet man die letzten 15 Jahre, liegen eine ganze Reihe von April-Monaten bei rund 50 bis 60 % Bedeckungsgrad und damit unterhalb des langjährigen Augustwertes. Dies ist auf die Häufung von sonnenscheinreichen und warmen April-Monaten in den letzten Jahren zurückzuführen. Ob sich daraus ein Trend für die zukünftigen Jahre ableiten lässt, ist noch offen.

Tabelle 2-3: Mittlere Jahres- und Monatsmittelwerte des Bedeckungsgrades in % in Essen-Bredeney für den Bezugszeitraum 1981-2010

JAHR	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
68,5	75,3	70,8	70,3	64,9	64,5	66,1	63,3	61,1	65,5	67,4	75,1	78,2

Abbildung 2-10 zeigt den Jahresgang der mittleren Sonnenscheindauer in Essen-Bredeney für den Bezugszeitraum 1981-2010. Die mittlere Jahressumme der Sonnenscheindauer liegt damit bei etwa 1542 Stunden. Die Monate Mai bis August sind (natürlich auch aufgrund des Sonnenstandes) die sonnenscheinreichsten Monate des Jahres. Dabei zeigen Juni und August mit rund 190 Stunden Sonne im Monat eine ähnliche Größenordnung, während der Juli mit 207 Stunden mittlerer Sonnenscheindauer das absolute Maximum aufweist. Dass auch im Monat Juli eine sehr große Spanne der Sonnenstunden möglich ist, haben gerade auch die letzten 15 Jahre gezeigt: Von 2004 bis 2018 entspricht der durchschnittliche Juli-Wert in etwa dem langjährigen Mittel, die Werte schwanken aber zwischen rund 320 Stunden Sonne im Juli 2006 und 2018 und nur etwa 125 Stunden im Juli 2011! Nach einem deutlichen Abfall zum September (138 Stunden) und zum November mit gut 57 Stunden wird im Dezember mit durchschnittlich etwa 43 Sonnenstunden das Jahresminimum erreicht.

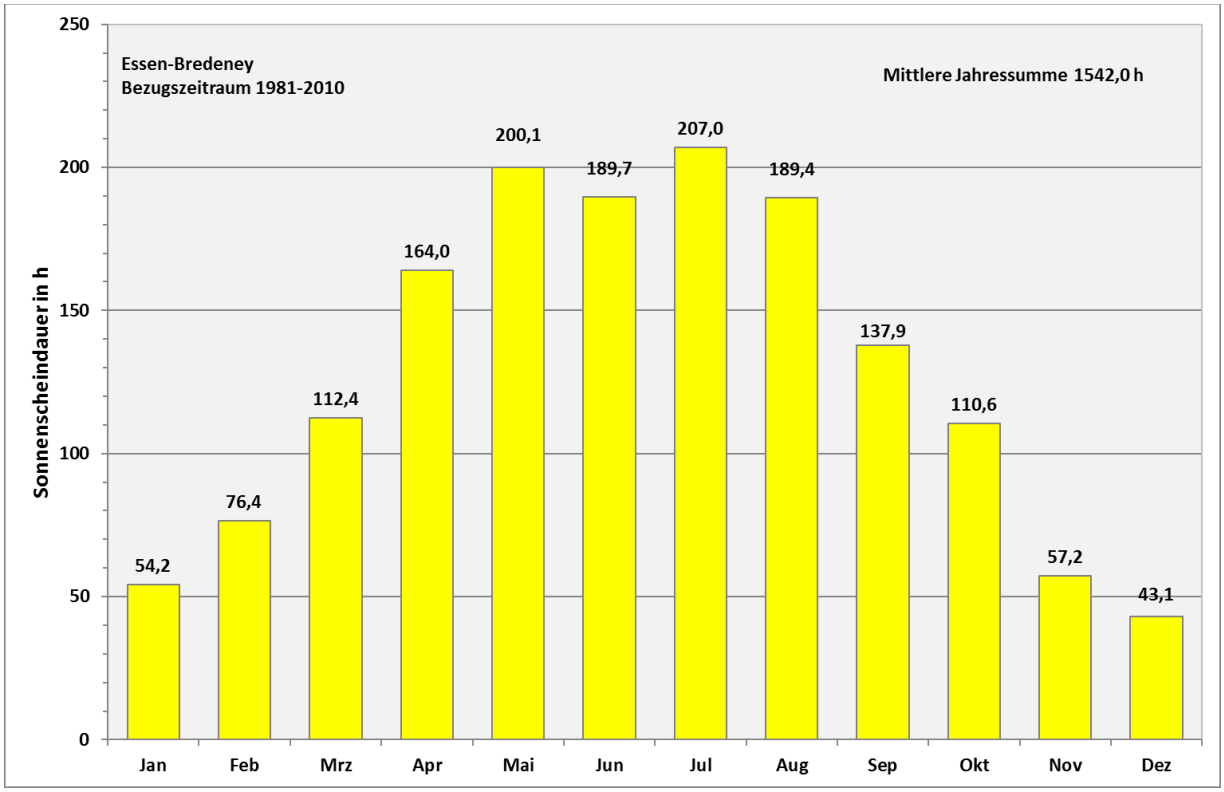


Abbildung 2-10: Mittlere Monatssummen der Sonnenscheindauer in Stunden an der Station Essen-Bredeney im Bezugszeitraum 1981-2010

2.7 Globalstrahlung

Die gesamte am Boden ankommende Sonnenstrahlung wird Globalstrahlung genannt. Sie setzt sich zusammen aus der direkten, Schatten werfenden Strahlung und der gestreuten Sonnenstrahlung (diffuse Himmelsstrahlung) aus der Himmelshalbkugel. Die Stärke der den Boden erreichenden Strahlung ist abhängig von geographischer Breite, Tageszeit, Jahreszeit und der Geländeform, d.h. dem Winkel, unter dem die Strahlen auftreffen. Standardmäßig werden die Globalstrahlung und die diffuse Strahlung auf eine horizontale Ebene bezogen gemessen. Aus beiden Komponenten lässt sich dann die direkte Sonnenstrahlung ableiten.

Die meteorologische Größe Globalstrahlung ist im Vergleich zu den Parametern Temperatur und Niederschlag eine vergleichsweise junge Messgröße. Die längste in Deutschland bestehende Zeitreihe beginnt 1937 an der Station Potsdam. In der Zeit zwischen 1975 und 1980 wurde dann im Deutschen Wetterdienst systematisch ein Messnetz mit Strahlungssensorik eingerichtet. Dieses Messnetz wurde in den folgenden Jahren immer wieder dem technischen Standard angepasst.

Von der Globalstrahlung stehen Rasterwerte in einer Auflösung von 1 km² für Deutschland zur Verfügung. Grundlage bilden satellitenabgeleitete Strahlungsdaten, die über Bodenmessungen angepasst werden. Sie sind als aktuelle Monats- und Jahreswerte sowie als vieljährige mittlere monatliche und jährliche Werte für die Bezugsperiode 1981 bis 2010 für jeden beliebigen Punkt Deutschlands verfügbar. Tabelle 2-4 zeigt Werte der Globalstrahlung für einen Rasterpunkt im Zentrum von Mülheim an der Ruhr.

Tabelle 2-4: Mittlere monatliche Tagessumme und mittlere Jahressumme der Globalstrahlung in den letzten 5 Jahren und im Mittel 1981-2010 bezogen auf eine horizontale Ebene (Standort: Mülheim an der Ruhr-Zentrum)

	2014	2015	2016	2017	2018	1981-2010
	Mittlere monatliche Tagessumme in Wh/m²					
Januar	834	536	712	937	581	675
Februar	1367	1323	1383	1309	1911	1279
März	2986	2366	2283	2857	2216	2270
April	3810	4457	3889	3813	4024	3754
Mai	4153	4990	5200	5332	6079	4720
Juni	5233	5625	4819	5596	5348	5032
Juli	4980	5123	5280	5079	6509	4947
August	3941	4548	4162	3976	4963	4179
September	3017	2853	3716	3107	3474	2854
Oktober	1766	1742	1593	1613	2059	1754
November	1126	945	790	788	958	827
Dezember	380	701	655	301	400	509
	Jahressumme in kWh/m²					
Jahr	1024	1076	1053	1059	1175	1001

2.8 Anzahl der Tage mit Hitzewarnung in Mülheim an der Ruhr

Im Rahmen seiner gesetzlichen Aufgaben hat der Deutsche Wetterdienst ein Hitzewarnsystem eingerichtet. Das Hitzewarnsystem verwendet die aktuellen Wettervorhersagen dazu, Episoden mit hoher Wärmebelastung vorherzusagen. Um die thermische Umwelt gesundheitsrelevant bewerten zu können, wird bei dem Deutschen Wetterdienst die Gefühlte Temperatur verwendet. Diese basiert auf einem Wärmehaushaltsmodell des menschlichen Körpers und umfasst alle relevanten Mechanismen des Wärmeaustauschs. Dabei werden die meteorologischen Elemente Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit sowie die lang- und kurzwelligen Strahlungsflüsse berücksichtigt. Der Wärmeaustausch wird für einen Standard-

Menschen modelliert (Klima-Michel). Dieser passt seine Bekleidung soweit an, dass er nach Möglichkeit im thermischen Komfortbereich bleibt.
Gewarnt wird täglich gegen 10 Uhr für den aktuellen Tag und den Folgetag, wenn die Gefühlte Temperatur die Warnschwelle von rund 32 °C (Warnung vor starker Wärmebelastung) bzw. 38 °C (Warnung vor extremer Wärmebelastung) überschreitet. Aufgrund eines Akklimatisationseffektes kann dieser Schwellenwert bei frühsommerlichen Hitzewellen und in nördlichen Breiten etwas niedriger, im Hochsommer und in südlichen Breiten etwas höher liegen. Wird allerdings erwartet, dass die Nacht gut auskühlt, wird selbst bei Erreichen der Warnschwelle nicht gewarnt, da bei entsprechender nächtlicher Abkühlung die Belastung für den menschlichen Organismus geringer ausfällt.

Für die Stadt Mülheim an der Ruhr liegen seit 2005 Werte vor. Das Verfahren wurde im Jahr 2012 umgestellt: Anstelle der nächtlichen Außentemperatur wird nun die nächtliche Innenraumtemperatur verwendet. Abbildung 2-11 unten zeigt die jährliche Anzahl der Tage mit Hitzewarnung (Warnschwelle der gefühlten Temperatur: 32 °C) für die Jahre 2005 bis 2019. Die Anzahl der Warntage liegt im Mittel etwa bei 8 Tagen pro Jahr. Ein eindeutig ansteigender Trend ist in den 15 Jahren nicht erkennbar. Mit jeweils 14 Tagen mit Hitzewarnung liegen die Jahre 2006 und 2018 vorne, im Jahr 2017 wurde keine einzige Hitzewarnung für Mülheim an der Ruhr ausgegeben. Auffällig sind die beiden letzten Jahre 2018 und 2019, zwei Jahre hintereinander mit einer so großen Anzahl von Tagen mit Hitzewarnungen gab es in den letzten 15 Jahren noch nicht.

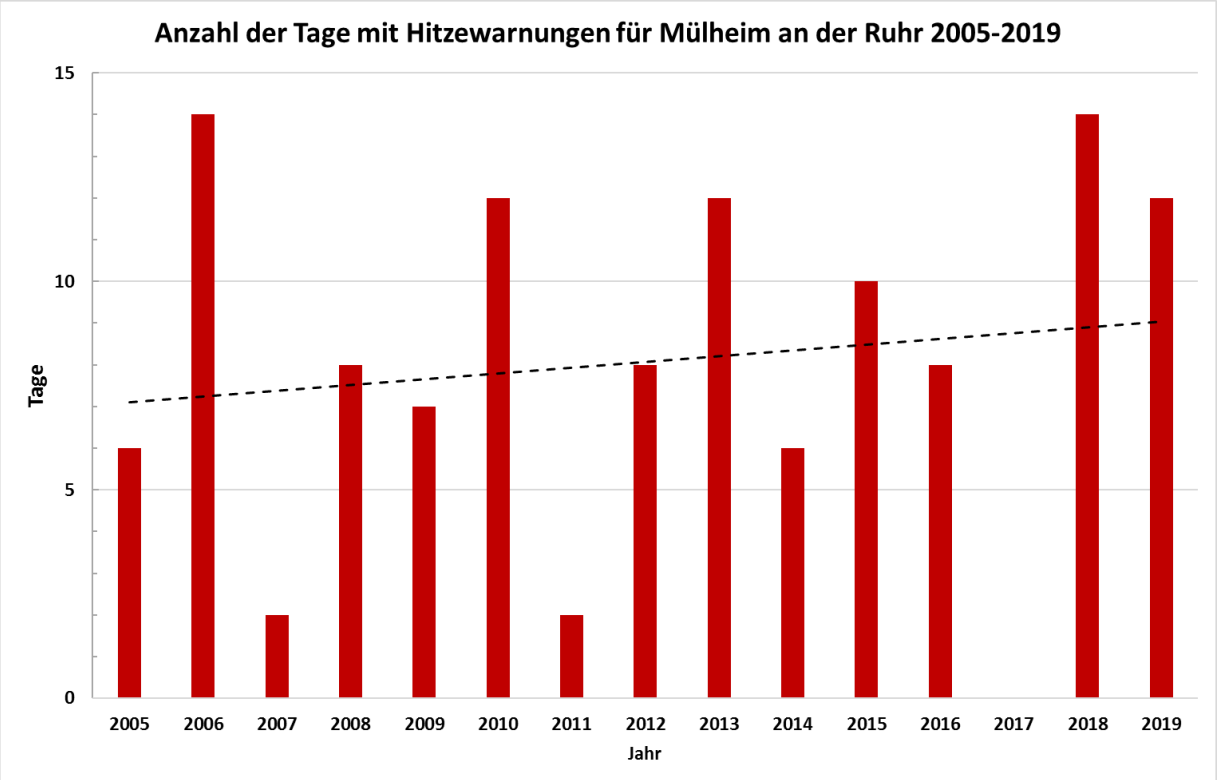


Abbildung 2-11: Jährliche Anzahl der Tage mit Hitzewarnung (Warnschwelle der Gefühlten Temperatur: 32 °C) für die Jahre 2005 bis 2019 in Mülheim an der Ruhr

2.9 Die langzeitliche Entwicklung ausgewählter Klimaparameter

Die Lufttemperatur dient oftmals als Leitgröße zur Beschreibung der Klimaveränderung in den letzten Jahrzehnten, da durch die Zunahme der Konzentration sogenannter Treibhausgase der natürliche Treibhauseffekt verstärkt wird und damit eine Temperaturzunahme in der unteren Atmosphäre verbunden ist. Abbildung 2-12 zeigt nun die Zeitreihe des Jahresmittelwertes der Lufttemperatur (gemessen in 2 m über Grund) in Essen-Bredeney für den Zeitraum 1948 bis 2018. Zusätzlich dargestellt ist die lineare Trendlinie. Der durchschnittliche Temperaturanstieg beträgt 0,2 Kelvin pro Dekade.

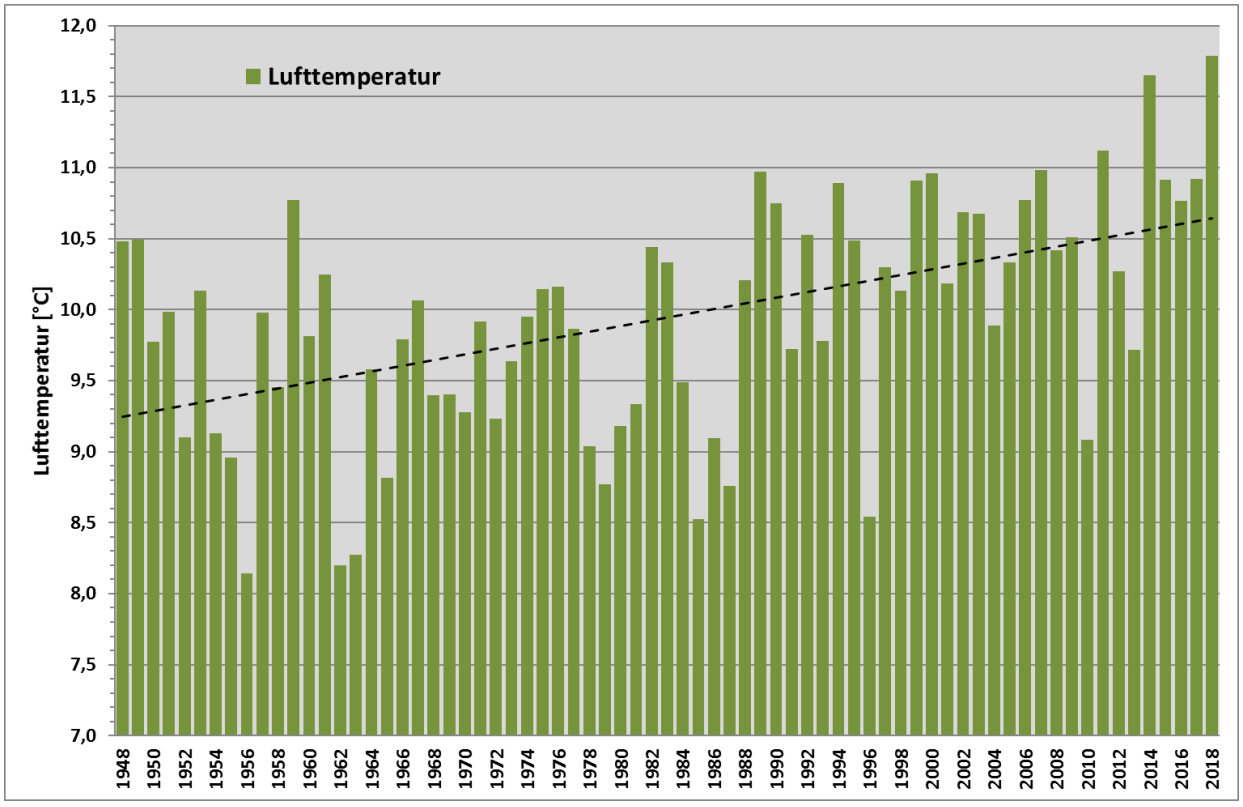


Abbildung 2-12: Zeitreihe der Jahresmitteltemperatur an der Station Essen-Bredeney 1948-2018

Die hoch signifikante Temperaturzunahme in den letzten Jahrzehnten wird auch in der Abbildung 2-13 verdeutlicht. Hier sind für verschiedene Zeiträume die mittleren Lufttemperaturen an der Station Essen-Bredeney dargestellt. Während für die noch bis Ende 2020 international gültige Referenzperiode 1961-1990 das Temperaturmittel bei 9,6 °C lag, waren es im Zeitraum 1981-2010 bereits 10,1 °C dementsprechend ein Anstieg um 0,5 K in 20 Jahren. In den letzten 20 bis 30 Jahren hat sich der Temperaturanstieg nochmals verstärkt. So liegt der Mittelwert von 1991 bis 2018 in Essen-Bredeney bereits bei 10,5. Betrachtet man die letzten 20 Jahre (1999-2018) erreicht die mittlere Lufttemperatur sogar 10,6 °C. Damit wird der Unterschied zwischen der Klimareferenzperiode 1961-1990 und dem bald gültigen „Klimanormalwert“ für den Zeitraum 1991-2020 rund 1 K betragen. Diese Größenordnung gilt nicht nur für die betrachtete Station Essen-Bredeney, sondern auch für das Flächenmittel von ganz Nordrhein-Westfalen und Deutschland.

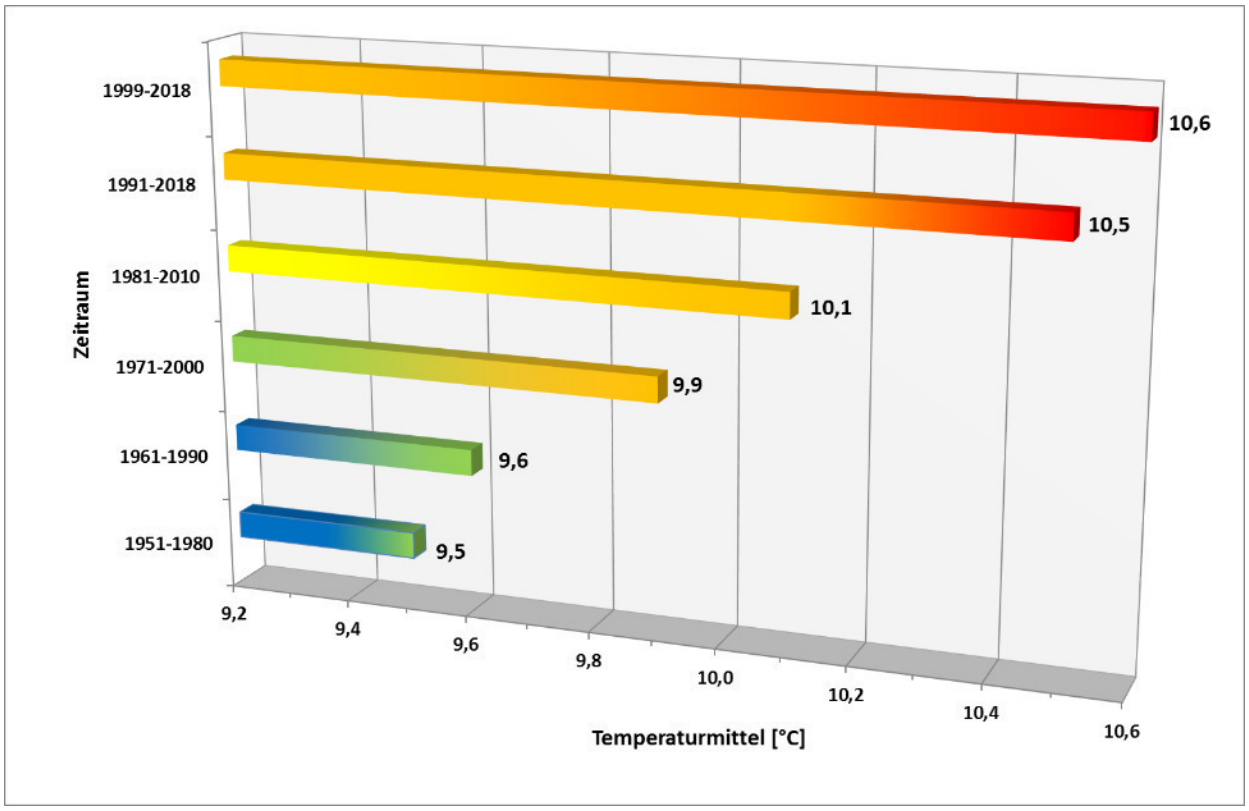


Abbildung 2-13: Mittlere Lufttemperatur verschiedener Zeiträume an der Station Essen-Bredeney

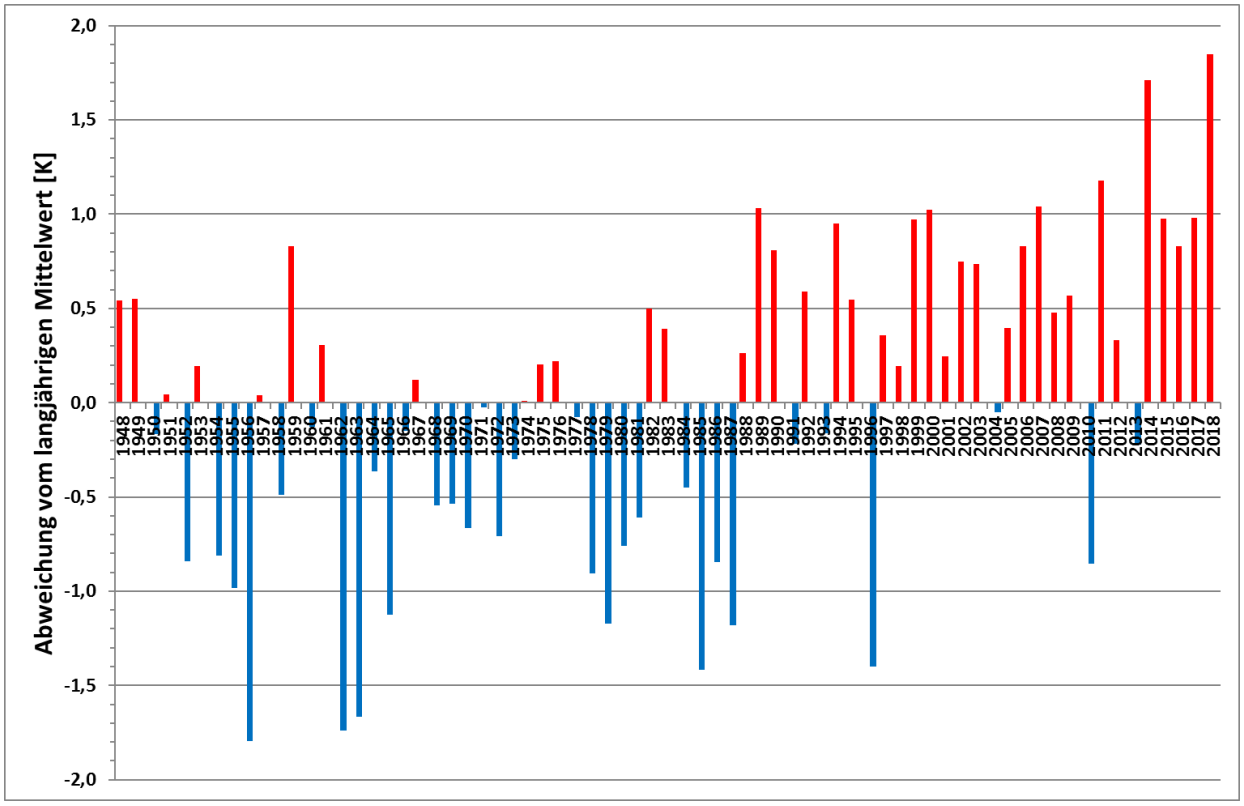


Abbildung 2-14: Abweichung vom langjährigen Mittel der Lufttemperatur an der Station Essen-Bredeney 1948-2018

Die markante Erwärmung seit Ende der 1980er-Jahre tritt ebenso in der Abbildung 2-14 hervor. Dargestellt sind die Abweichungen gegenüber dem Mittel 1948-2018. Die höchste negative Abweichung vom Mittelwert des gesamten Messzeitraums ist 1956 mit -1,8 K zu verzeichnen. 2018 gab es dagegen eine positive Abweichung von gut +1,8 K vom langjährigen Durchschnitt. Augenfällig ist die Häufung der Jahre mit positiven Abweichungen seit 1988, ein deutlicher Beleg für die Klimaerwärmung.

Neben den absoluten Werten und den Abweichungen geben auch die langjährigen Zeitreihen der Temperaturkenntage einen Eindruck über die Klimaentwicklung in einem Gebiet. Die Anzahl dieser Kenntage für die Station Essen-Bredeney für den Messzeitraum 1948 bis 2018 ist in den Abbildungen 2-16 und 2-17 dargestellt. Sommertage (Tagesmaximum ≥ 25 °C) und heiße Tage (Tagesmaximum ≥ 30 °C) zeigen in den letzten Jahrzehnten eine zunehmende Tendenz. Herausragend ist dabei das Jahr 2018 mit 78 Sommertagen, das bedeutet fast 50 Tage mehr als im Mittel 1981-2010, das in Essen-Bredeney bei knapp 30 Sommertagen liegt. An der Wetterstation Mülheim an der Ruhr wurden 2018 sogar 86 Sommertage registriert. Heiße Tage waren es 2018 an der Station Mülheim- Innenstadt 18 (an der Station Essen-Bredeney 12) Tage. In den folgenden Abbildungen 2-15a und b ist das Jahr 2018 für die beiden Kenntage in 1 km²-Rasterdarstellung im Bereich Mülheim an der Ruhr aufgelöst (siehe auch Abbildungen 2-6a und 2-6b). Je nach Lage im Stadtgebiet sind danach 2018 etwa 78 bis 88 Sommertage und 12 bis 20 heiße Tage aufgetreten. Rasterdaten und Stationswerte stimmen damit gut überein.

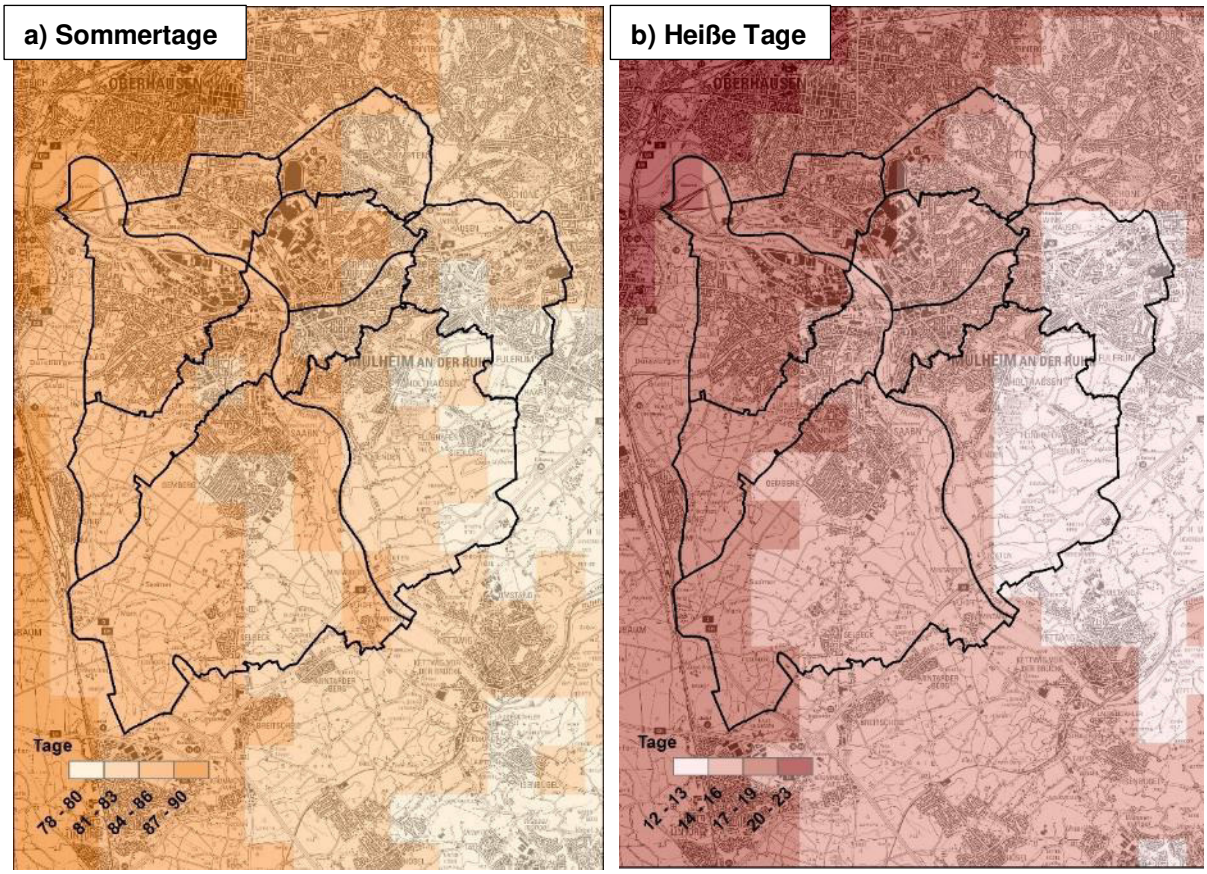


Abbildung 2-15a und 2-15b: Anzahl von Sommertagen und heißen Tagen im Raum Mülheim an der Ruhr im 1 km²-Raster für das Jahr 2018, Kartengrundlage: © Land NRW (2019) - Lizenz dl-de/by-2-0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0), Maßstab 1:50.000, in der Abb. Verändert

Eistage (Tagesmaximum < 0 °C) und Frosttage (Tagesminimum < 0 °C) haben in den letzten Jahrzehnten deutlich abgenommen. Der Rückgang bei den Eistagen ist nicht ganz so stark, wie bei den Frosttagen. In jüngerer Vergangenheit sticht besonders das Jahr 2010 mit seiner überdurchschnittlich hohen Anzahl an Frost- und Eistagen hervor.

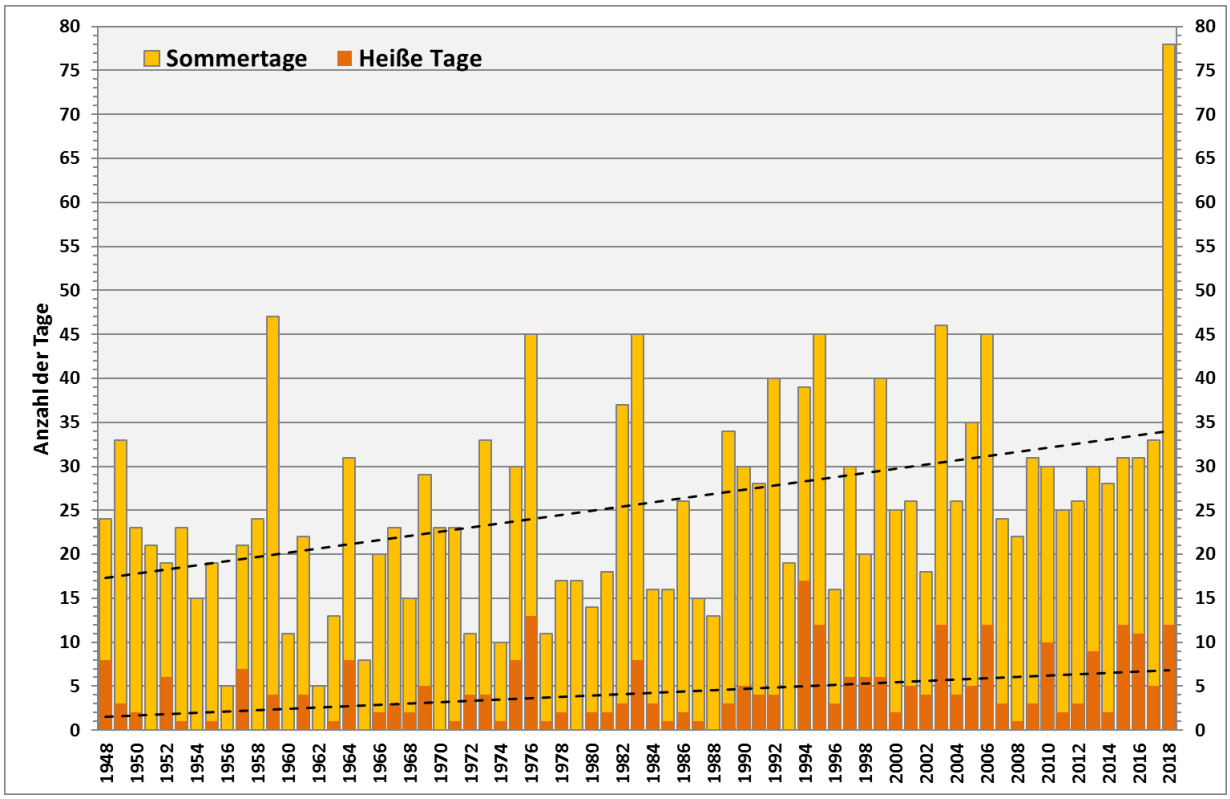


Abbildung 2-16 Anzahl der Sommertage / heißen Tage an der Station Essen-Bredeney 1948-2018

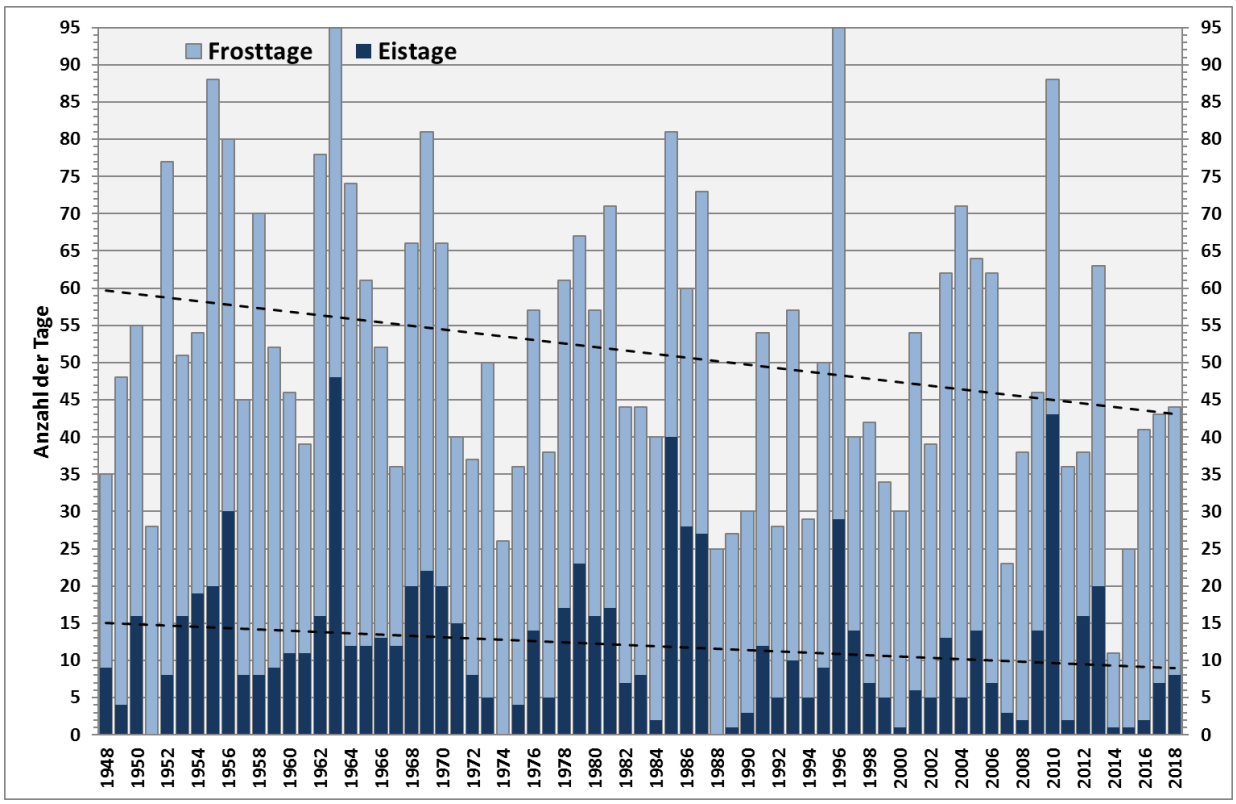


Abbildung 2-17: Anzahl der Frosttage und Eistage an der Station Essen-Bredeney 1948-2018

Bei der Jahressumme des Niederschlags ist seit 1948 kein ganz eindeutiger Trend festzumachen (siehe Abbildung 2-18). Neben der großen jährlichen Schwankungsbreite fällt auf, dass seit 2009 viele Jahre relativ trocken waren. Alle Einzeljahre von 2009 bis 2018 liegen unter dem langjährigen Durchschnittswert von 971 mm (Bezugszeitraum 1981-2010). Auch das Jahr 2019 verblieb mit rund 906 mm deutlich unterhalb dieses 30-jährigen Mittels. 2018 war in Essen-Bredeney nach 1959 das trockenste Jahr seit 1948.

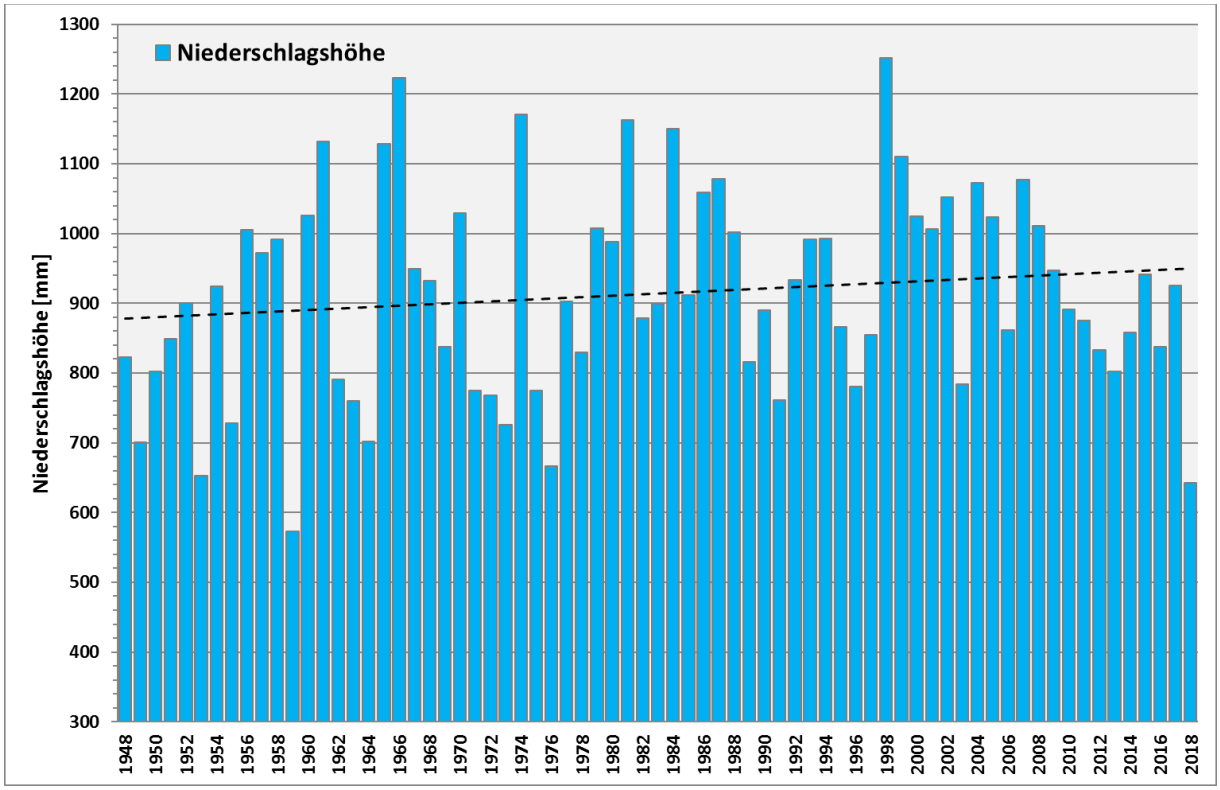


Abbildung 2-18: Jährliche Niederschlagshöhe an der Station Essen-Bredeney 1948-2018

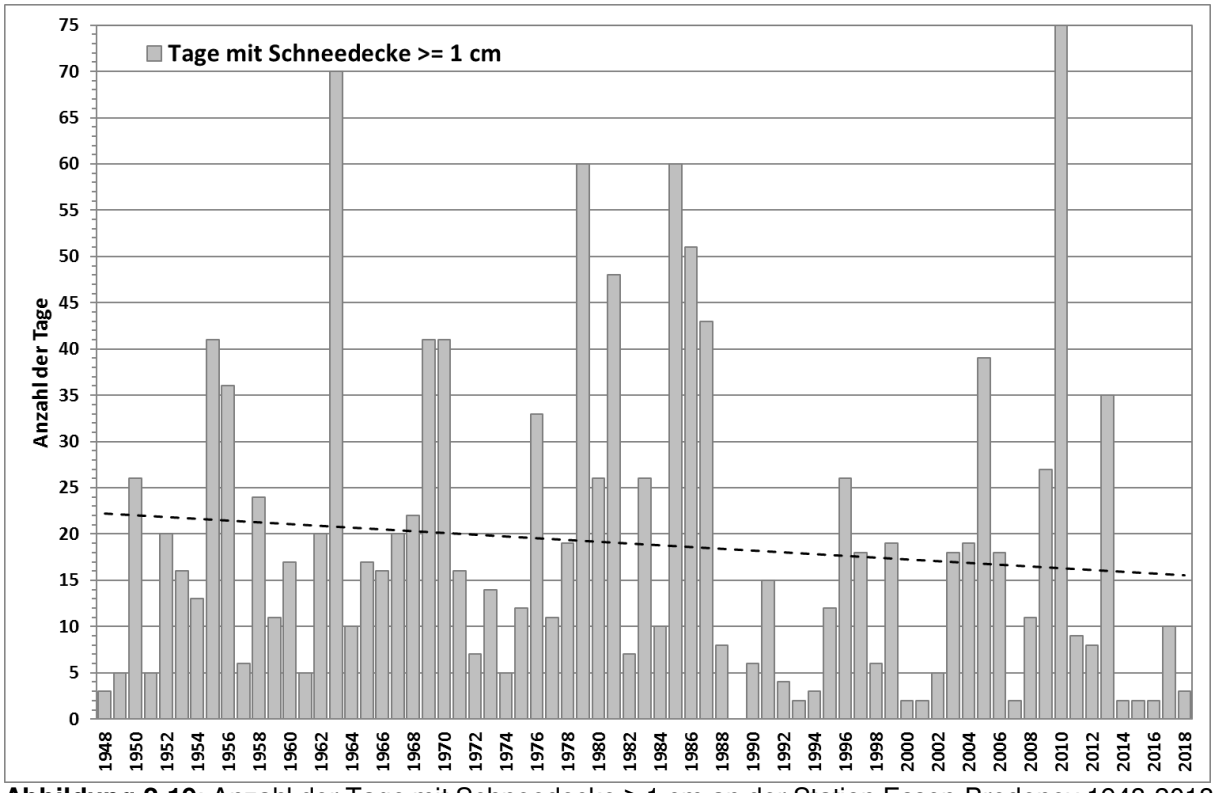


Abbildung 2-19: Anzahl der Tage mit Schneedecke ≥ 1 cm an der Station Essen-Bredeney 1948-2018

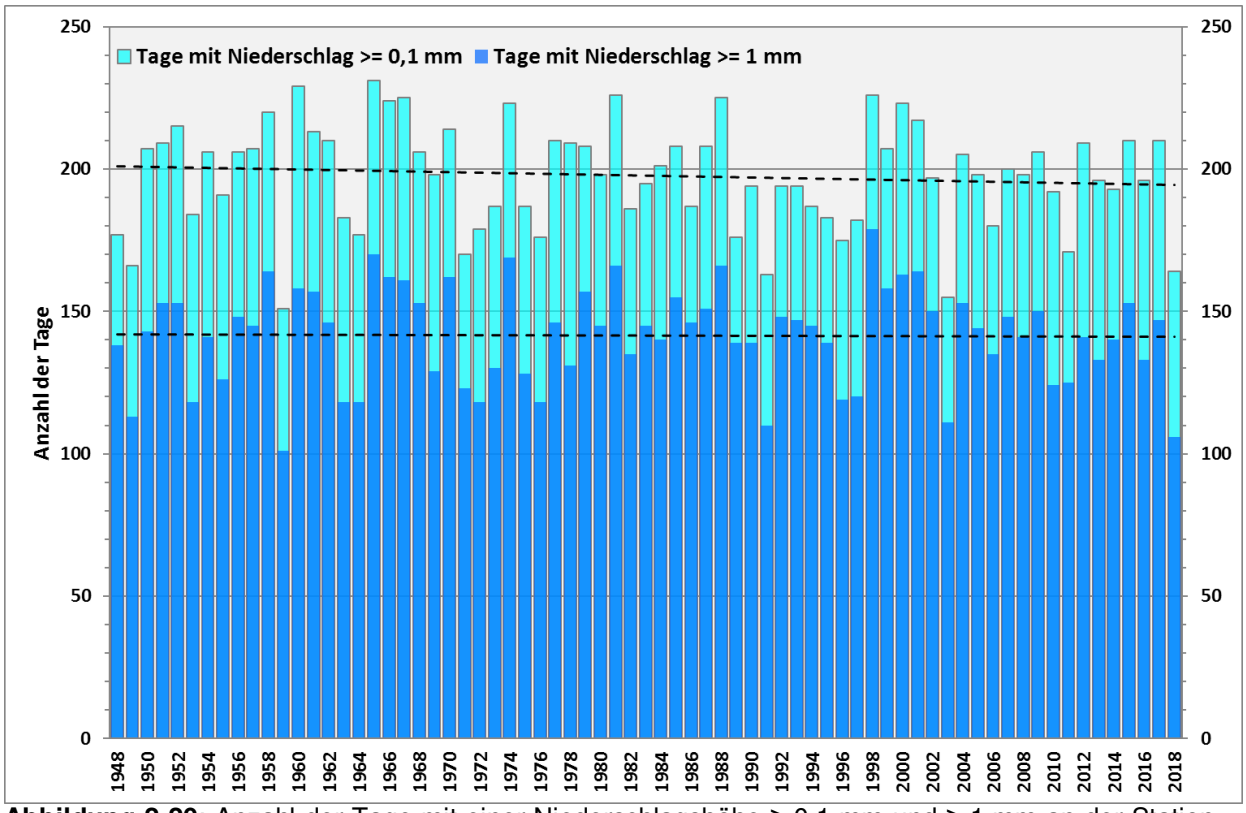


Abbildung 2-20: Anzahl der Tage mit einer Niederschlagshöhe ≥ 0,1 mm und ≥ 1 mm an der Station Essen-Bredeney 1948-2018

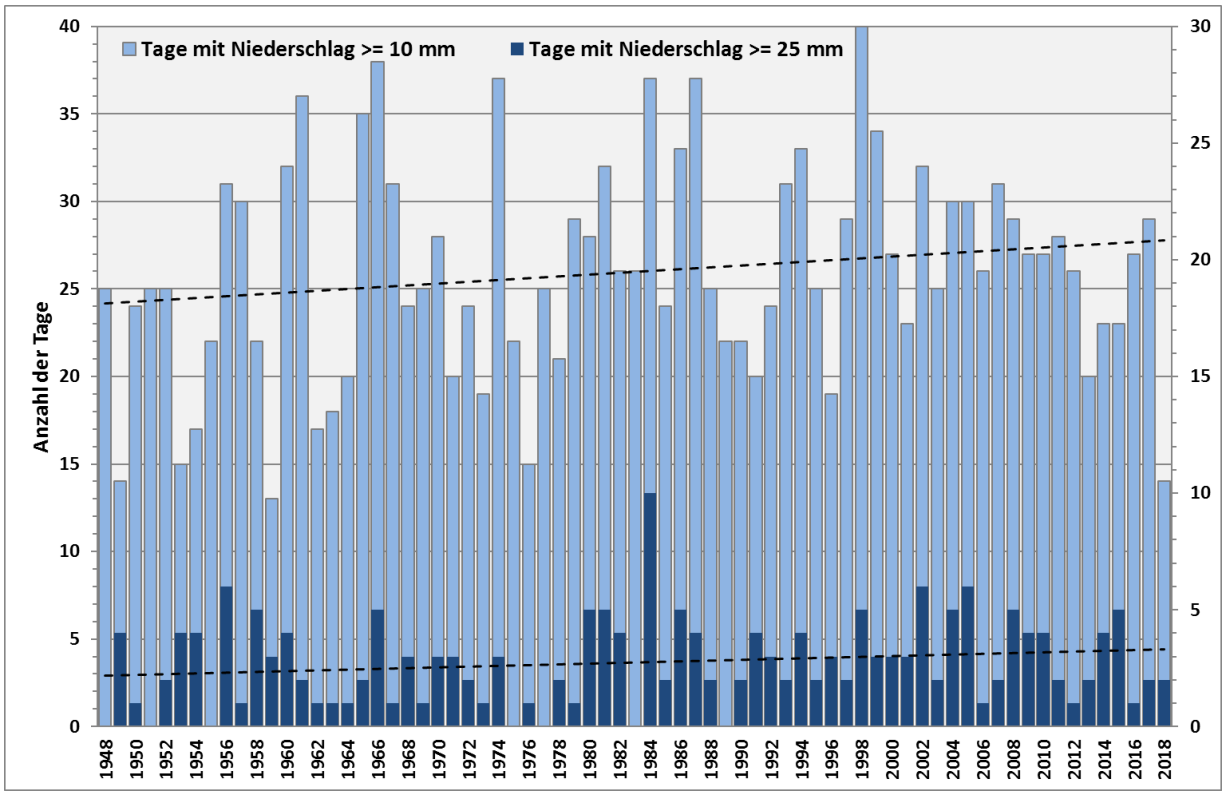


Abbildung 2-21: Anzahl der Tage mit einer Niederschlagshöhe ≥ 10 mm und ≥ 25 mm an der Station Essen-Bredeney 1948-2018

Die Anzahl der Tage mit einer Schneedecke von mindestens einem Zentimeter Höhe ist besonders seit Ende der 1980er-Jahre eindeutig rückläufig. Einen deutlichen Ausreißer nach oben stellt dabei das Jahr 2010 mit 75 Tagen dar (Abbildung 2-19).

Bei der Anzahl der Tage mit Überschreitung bestimmter Niederschlagshöhen (Abbildungen 2-20 und 2-21) fällt auf, dass die Anzahl der Tage mit mindestens 0,1 mm und 1 mm eher rückläufig sind, während die Tage mit höheren Niederschlägen von mindestens 10 mm bzw. 25 mm leicht (wenn auch nicht signifikant) zunehmen. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass trockene Tage bzw. Tage mit nur sehr geringem Niederschlag unter 0,1 mm etwas häufiger geworden sind. Ob dies – wie auch die Niederschlagssummen der letzten 10 Jahre – ein Beleg dafür ist, dass es bereits insgesamt trockener geworden ist, bei jedoch zunehmender Tendenz von stärkeren Niederschlägen, kann nach derzeitigem Stand noch nicht abschließend bewertet werden.

Die langzeitliche Entwicklung der Sonnenscheindauer weist eine recht deutliche Zunahme auf (Abbildung 2-22), so lagen seit 2003 zehn Jahre über dem langjährigen Mittelwert von rund 1542 Stunden, auch das Jahr 2019 wird deutlich darüber abschließen. Die rund 2033 Sonnenstunden des Jahres 2003 stellen dabei das absolute Maximum dar, recht dicht gefolgt von 2018 mit gut 1994 Stunden Sonne. Den geringsten Wert in den letzten 15 Jahren weist das Jahr 2013 mit 1421 Sonnenstunden in Essen-Bredeney auf. Zwischen dem alten Klimamittel 1961-1990 und dem zukünftigen 1991-2020 werden bei der jährlichen Summe der Sonnenscheindauer am Ende über 100 Sonnenstunden mehr zu Buche stehen.

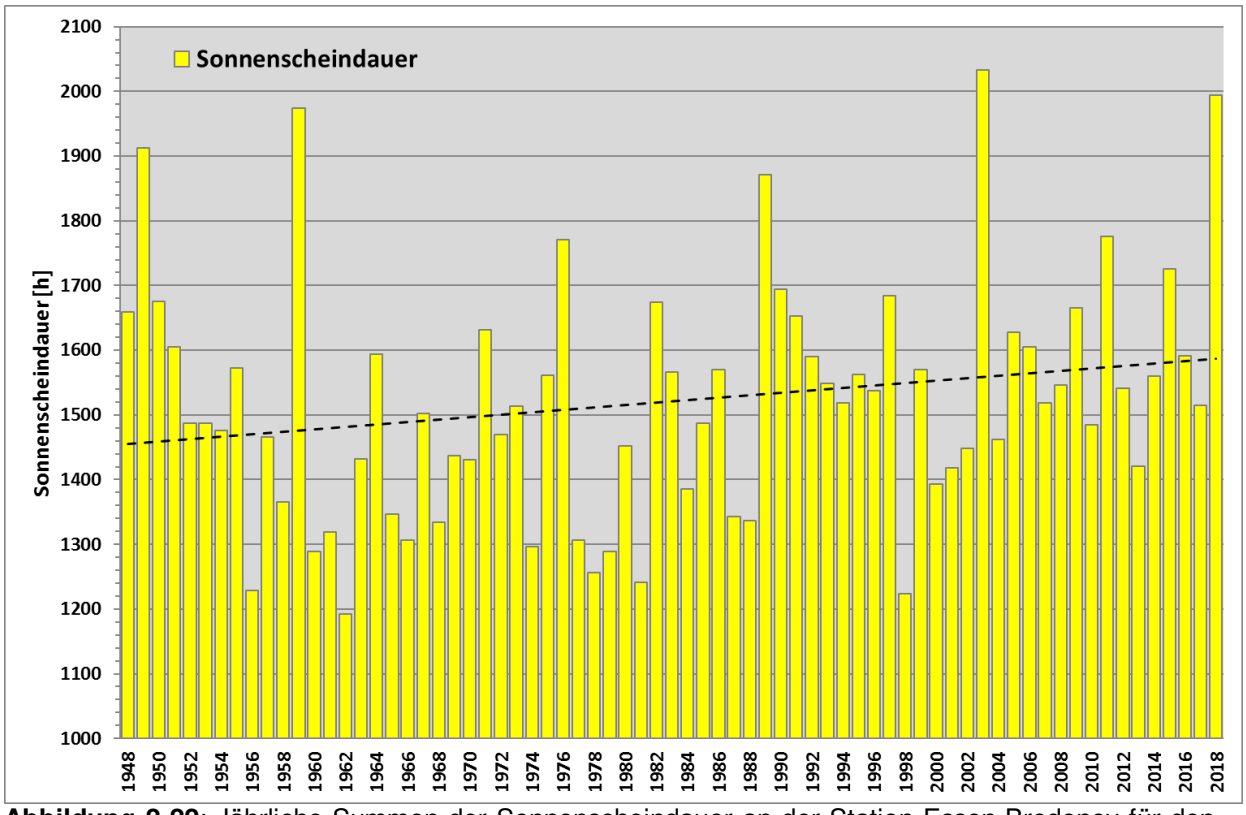


Abbildung 2-22: Jährliche Summen der Sonnenscheindauer an der Station Essen-Bredeney für den Zeitraum 1948-2018.

3 Klimaprojektionsrechnungen zum zukünftigen Klima in Mülheim an der Ruhr

Für die Simulation des zukünftig zu erwartenden Klimas wird vorwiegend eine Kombination aus globalen und regionalen Klimamodellen eingesetzt. Bei den globalen Modellen (GCMs) handelt es sich um sogenannte Zirkulationsmodelle, die unter Verwendung physikalischer atmosphärischer Grundgleichungen Projektionen eines zukünftigen Klimas in verschiedenen räumlichen Auflösungen liefern. Aktuelle globale Klimamodelle setzen sich aus einem allgemeinen Zirkulationsmodell für die Atmosphäre, wie es beispielsweise auch für die Wettervorhersage eingesetzt wird und zusätzlichen Modellen für einzelne Komponenten des Klimasystems zusammen (Roeckner, 2003). In diesen sind etliche Komponenten des Klimasystems wie die Atmosphäre, der Ozean, die Kryosphäre und die Landoberfläche durch den Austausch von beispielsweise Energie, Wasser, Impuls, Aerosol und Kohlendioxid (CO2) miteinander gekoppelt. Diese als Erdsystemmodelle (ESMs) bezeichneten GCMs wurden in den letzten Jahren und Jahrzehnten zunehmend komplexer. Durch diese Erweiterungen wurden einige Unsicherheiten, die durch die Randbedingungen des Klimasystems verursacht werden und für langjährige Klimaprojektionen von großer Bedeutung sind, identifiziert und deutlich verringert.

Die Auflösung globaler Klimamodelle (mit Gitterabständen von mehr als 100 km) reicht derzeit nicht aus, um die Unterschiede in den Ausprägungen des Klimawandels einer Region der Erde (z.B. Europa, Deutschland) detailliert zu beschreiben. Hierfür werden regionale Klimamodelle (RCMs; Regional Climate Models) mit einem viel engmaschigeren Netz von Gitterpunkten eingesetzt. Die regionalen Klimamodelle werden mit den Ergebnissen der globalen Klimamodelle angetrieben (siehe Abbildung 3-2). In den regionalen Modellen kann die Gitterweite bis auf horizontale Abstände von 1-20 km verringert werden, wodurch mehr Prozesse direkt von den, dem Modell zugrundeliegenden Gleichungen abgebildet und weniger Prozesse parametrisiert werden müssen.

Grundlage zur Ermittlung der hier dargestellten Änderungssignale (Differenz eines betrachteten Zeitraums, z.B. 2021 bis 2050, zu einem Referenzzeitraum, z.B. 1971 bis 2000) sind Ergebnisse globaler ESMs, die im fünften Sachstandbericht des Weltklimarates (IPCC, 2014) Verwendung fanden. Ein Großteil der regionalen Klimaprojektionen für die Atmosphäre wurde im Rahmen des EURO-CORDEX-Projektes (https://www.euro-cordex.net/) erzeugt und bereitgestellt. Dieses Ensemble basiert auf verschiedenen Globalmodellen, drei verschiedenen Emissionsszenarien (RCP2.6, RCP4.5 und RCP8.5) und mehreren regionalen Klimamodellen. Die verwendeten regionalen Klimaprojektionen liegen in einer zeitlichen Auflösung von einem Tag und einer räumlichen Auflösung von 0.11° (~12 km) vor. Die Daten wurden mittels eines statistischen Downscaling-Verfahrens auf ein 5 x 5 km Gitter übertragen (entspricht dem Gitter des HYRAS-Datensatzes, ETRS89-LCC; siehe Rauthe et al., 2013) und einer BIAS-Adjustierung unterzogen, um die in den Klimamodellen enthaltenen systematischen Fehler (Bias) zu verringern.

Da die Klimamodelle sowohl methodische als auch modellbedingte Fehler aufweisen und die Atmosphäre ein chaotisches System ist, werden zur Betrachtung der Auswirkungen stets mehrere Modellergebnisse herangezogen, man spricht von Ensemble-Betrachtungen. Zudem ist es unerlässlich, Szenarien zu möglichen zukünftigen Emissionen von Treibhausgasen zu verwenden. Diesen Szenarien liegen unterschiedliche Annahmen über zukünftige globale Wirtschaftsentwicklungen (und damit resultierende Treibhausgasemissionspfade) zugrunde. Die aktuellen RCP-Szenarien (Representative Concentration Pathways) reichen von einem Klimaschutzszenario durch „rigorose Klimaschutzmaßnahmen“ (RCP 2.6), über das moderate RCP 4.5-Szenario bis zu einem Szenario “ungebremsten Wirtschaftswachstums“ mit hohen Treibhausgasemissionen (RCP 8.5) [IPCC, 2014, Umweltbericht NRW, 2016]. Die RCP-Szenarien zeigen jeweils unterschiedliche in CO_2-Äquivalenten angegebene Konzentrationen der Treibhausgase (siehe Abbildung 3-1). Jede dieser Konzentrationen würde den Strahlungsantrieb der Atmosphäre und damit den Treibhauseffekt signifikant beeinflussen. Und damit letztlich auch die Änderung der weltweiten globalen Lufttemperatur (Abbildung 3-1, untere Graphik).

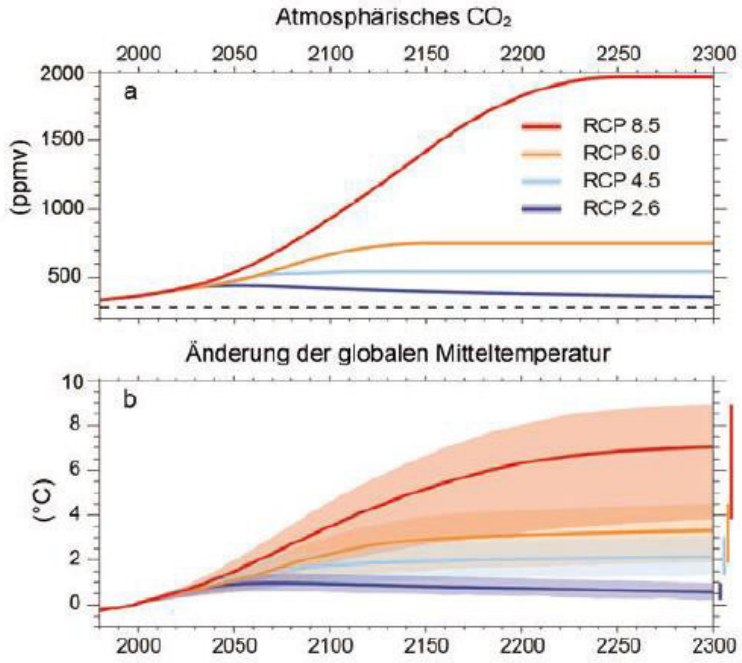


Abbildung 3-1: Entwicklung des atmosphärischen Kohlendioxids (oben) und der globalen Mitteltemperatur bis zum Jahr 2300 (unten) für die verschiedenen IPCC-Emissionsszenarien RCP 2.6 bis RCP8.5 [Nationaler Klimareport, 2016].

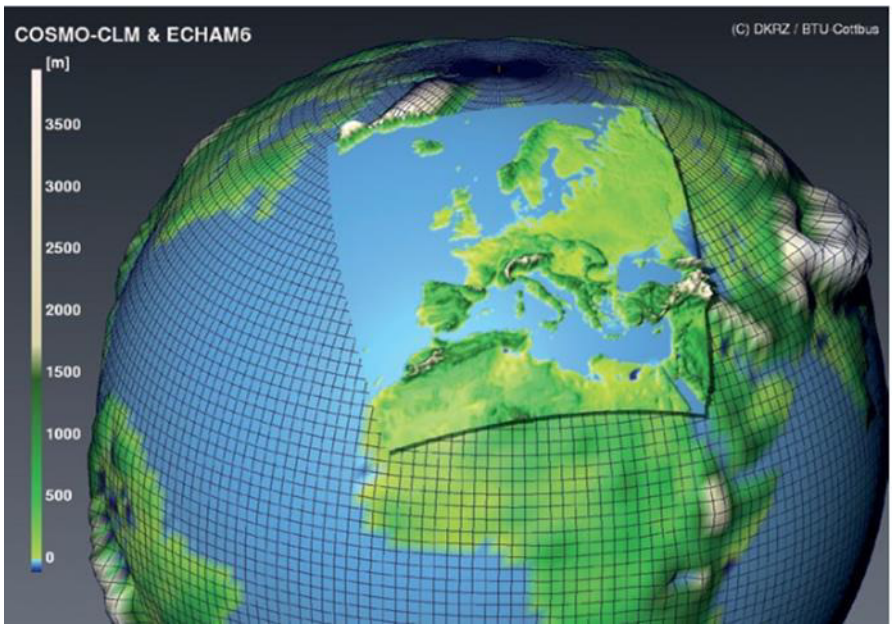


Abbildung 3-2: Beispiel für eine Koppelung eines Globalmodells (hier: ECHAM6) und einem Regionalmodell, hier dem dynamischen regionalen Klimamodell COSMO (COnsortium for Small-scale MOdelling)-CLM bzw. CCLM Modell, das aus dem Wettervorhersagemodell des Deutschen Wetterdienstes entwickelt und durch eine internationale Gemeinschaft von Wissenschaftlern der CLM (Climate Limited-area Modelling)-Community verwendet und weiterentwickelt wird (http://www.clm-community.eu). Quelle: DKRZ

Wie man von den Einzelergebnissen der Klimarechnungen zu einer statistischen Aussage (Perzentile) kommt, wird im Nachfolgenden beispielhaft erläutert.

Hat ein Ensemble regionaler Modelle etwa die in Abbildung 3-3 dargestellte Verteilung von Simulationswerten der bodennahen Lufttemperatur ergeben, werden diese Werte zunächst ihrer Größe nach geordnet (Abbildung 3-4) und dann abschließend erfolgt die Einteilung in Perzentile (Abbildung 3-5).

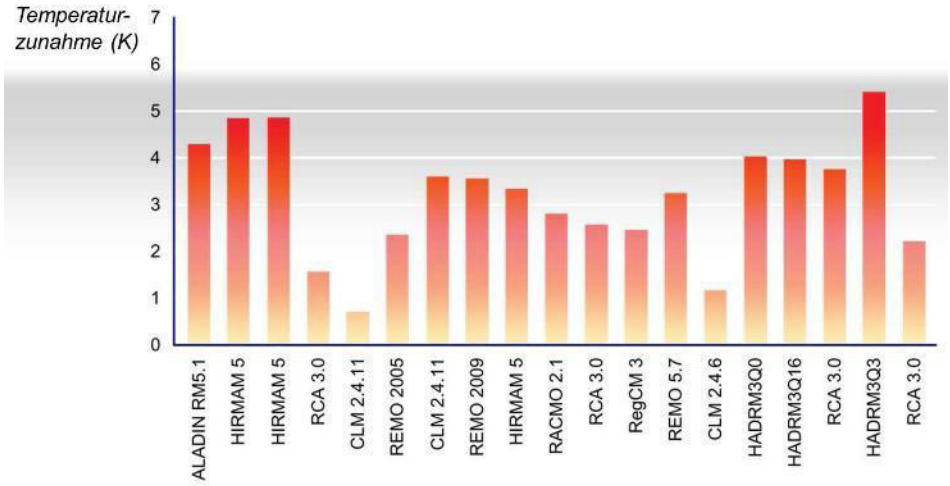


Abbildung 3-3: Beispiel von Ergebnissen regionaler Klimamodelle in unsortierte Folge

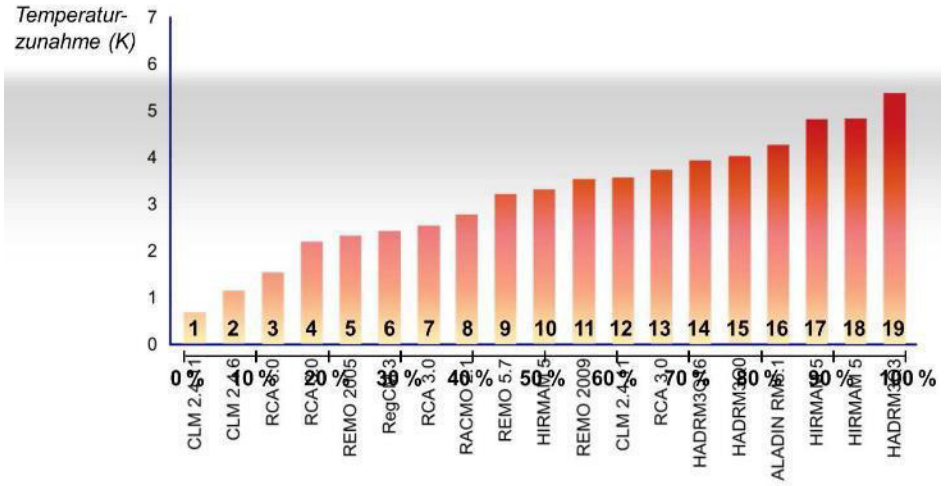


Abbildung 3-4: Ihrem Wert nach geordnete Simulationswerte, vergleiche Abbildung 3-3

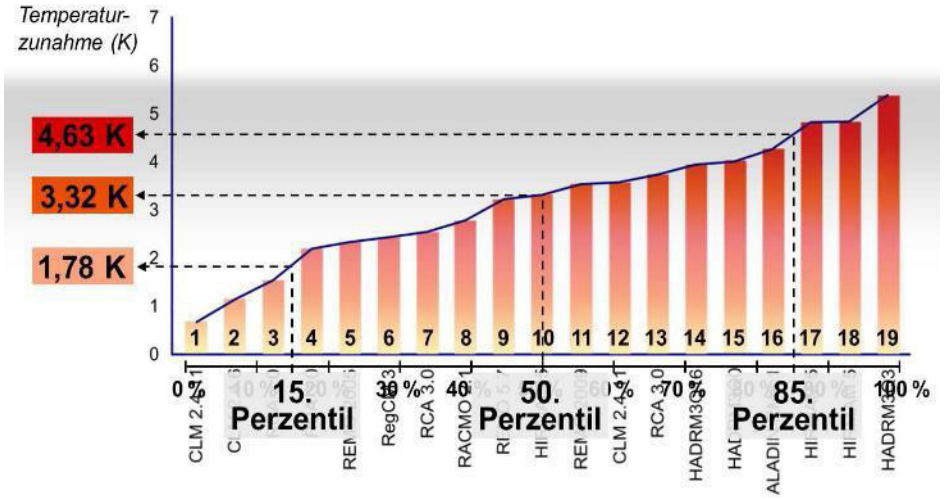


Abbildung 3-5: Einteilung der Werte aus Abbildung 3-4 in Perzentile.

In dem Beispiel (Abbildung 3-5) liegen die Ergebnisse von 50 % der Modelle über und die von 50 Prozent unter dem 50. Perzentil. In dem Intervall zwischen dem 15. und 85. Perzentil befinden sich 70 % der Simulationen, 15 % der Modelle errechnen niedrigere und 15 % errechnen höhere Werte. Im Allgemeinen, und auch hier in diesem Bericht, wird die Spanne zwischen dem 15. und 85. Perzentil als eine realistische Spannbreite möglicher Änderungen angesehen: nur 30 % aller betrachteten Modelle zeigen Werte außerhalb dieser Spannweite (15 % höhere, 15 % niedrigere Werte).

Der aktuelle Sonderbericht 1,5 Grad des IPCC [IPCC, 2018] sagt aus, dass die im Pariser Abkommen vereinbarte Obergrenze des erdweiten Temperaturanstiegs auf maximal 2 Grad, besser 1,5 Grad (über dem vorindustriellen Niveau) nur dann erreichbar ist, wenn die weltweiten Treibhausgasemissionen rasch und drastisch gesenkt werden. Die derzeitigen aktuellen Werte der Treibhausgas-Emissionen sowie der Treibhausgas-Konzentrationen, zeigen weiter-

hin ansteigende Tendenz, so dass das Erreichen des 1,5 Grad-Ziel wohl nur mit größten Anstrengungen aller Staaten der Erde erreichbar sein wird und momentan als eher nicht realistisch eingeschätzt werden muss. Daher werden in diesem Bericht nicht das RCP 2.6 („Klimaschutzszenario"), sondern die Emissionsszenarien RCP 4.5 („Stabilisierungsszenario" mit einem mittleren Strahlungsantrieb) und RCP 8.5 (hohe Treibhausgasemissionen - „weiter wie bisher"-Szenario) verwendet. So wird eine Spannweite zwischen einem realistischen, möglichen (RCP 4.5) und einem extremen zukünftigen Klima (RCP 8.5) aufgespannt.

Durch die Verwendung des 15., 50. und 85. Perzentils werden wiederum 70 % der Modellergebnisse je betrachteten Emissionsszenario (RCP 4.5 und RCP 8.5) abgebildet.

Um eine Abschätzung der Änderungen des Klimas bis Mitte / Ende des Jahrhunderts in Mülheim an der Ruhr zu erhalten, wird ein Gebiet von 5 mal 5 Gitterzellen (räumliche Auflösung 5 km x 5 km je Gitterzelle) ausgewählt und ausgewertet, das Mülheim an der Ruhr und seine Umgebung enthält (siehe Abbildung 3-6b).

Folgende Auswertungen für das Gebiet der Stadt Mülheim an der Ruhr werden präsentiert:

- Änderung der mittleren jährlichen Lufttemperatur (Jahreswerte) sowie der mittleren Lufttemperatur für den Sommer (Juni, Juli, August) und den Winter (Dezember, Januar, Februar)
- Änderung der mittleren Niederschlagsumme (Jahreswerte) und der mittleren Niederschlagssummen für den Sommer und den Winter
- Änderung der mittleren jährlichen Anzahl von Tagen mit Niederschlagssummen von mehr als 10 mm
- Änderung der mittleren jährlichen Anzahl von Sommertagen

Die Werte geben die sogenannten Änderungssignale an, d.h. die Differenzen der Werte der Perioden 2021 bis 2050 (**nahe Zukunft**) und 2071 bis 2100 (**ferne Zukunft**) bezogen auf die Referenzperiode 1971 bis 2000.

Die Ergebnisse der verwendeten Ensembles werden auf einem äquidistanten Gitter in einer 5 km x 5 km räumlichen Auflösung (geographische Koordinaten) dargestellt. Die Abbildung 3-6a zeigt ein Beispiel für das Land NRW. Für die Betrachtungen für die Stadt Mülheim an der Ruhr wurde ein Gebiet mit 5 mal 5 Gitterpunkten gewählt (Abbildung 3-6b)

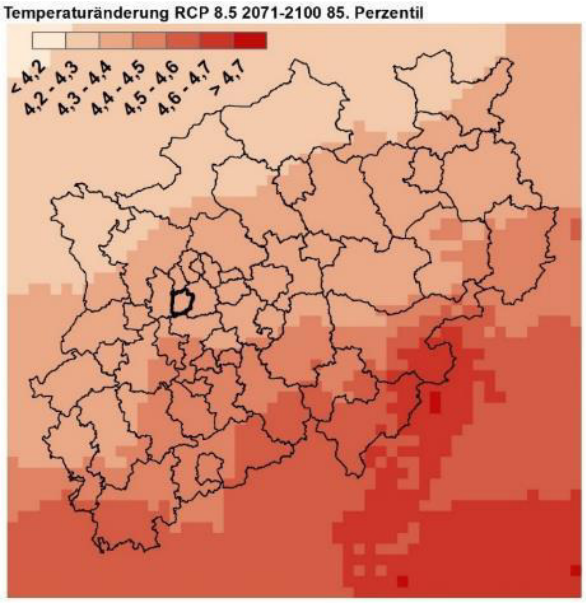


Abbildung 3-6a: Beispiel (Änderungssignal der Lufttemperatur, 85. Perzentil) für das räumliche Raster (5 km x 5 km) des verwendeten Ensembles der Klimaprojektionsrechnungen für das Land NRW

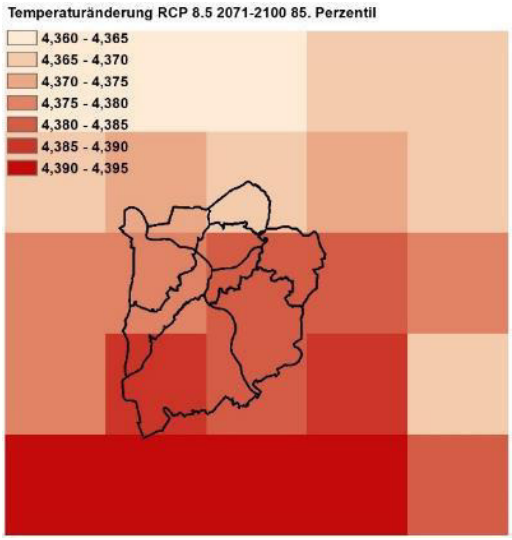


Abbildung 3-6b: Darstellung des verwendeten räumlichen Rasters für die Stadt Mülheim an der Ruhr plus Umgebung (5 x 5 Gitterpunkte je 5 km x 5 km Auflösung) am Beispiel der Lufttemperatur

Der Stand der Auswertung ist der 30.06.2018. Dies bedeutet, dass alle zu diesem Zeitpunkt dem DWD verfügbaren und verwertbaren Modelläufe verwendet und zu einem Ensemble verarbeitet wurden. Nach dem Stichtag erfolgte Änderungen (z.B. durch einen Rückzug von Klimaprojektionsdaten oder durch eine Aufstockung des Ensembles mit neuen Klimasimulationsrechnungen) sind somit nicht berücksichtigt.

3.1 Lufttemperatur

Ein weiterer Anstieg der Lufttemperatur (Temperatur in 2 m Höhe über Grund) in Nordrhein-Westfalen, und somit auch in Mülheim an der Ruhr, ist so gut wie sicher zu erwarten (siehe Abbildung 3-7). Für den Zeithorizont 2071 bis 2100 beträgt der modellierte Anstieg der bodennahen Lufttemperatur in NRW gegenüber der Referenzperiode (1971 bis 2000) etwa 1 Kelvin (RCP 4.5, 15. Perzentil und über 4 Kelvin (RCP 8.5, 85. Perzentil).

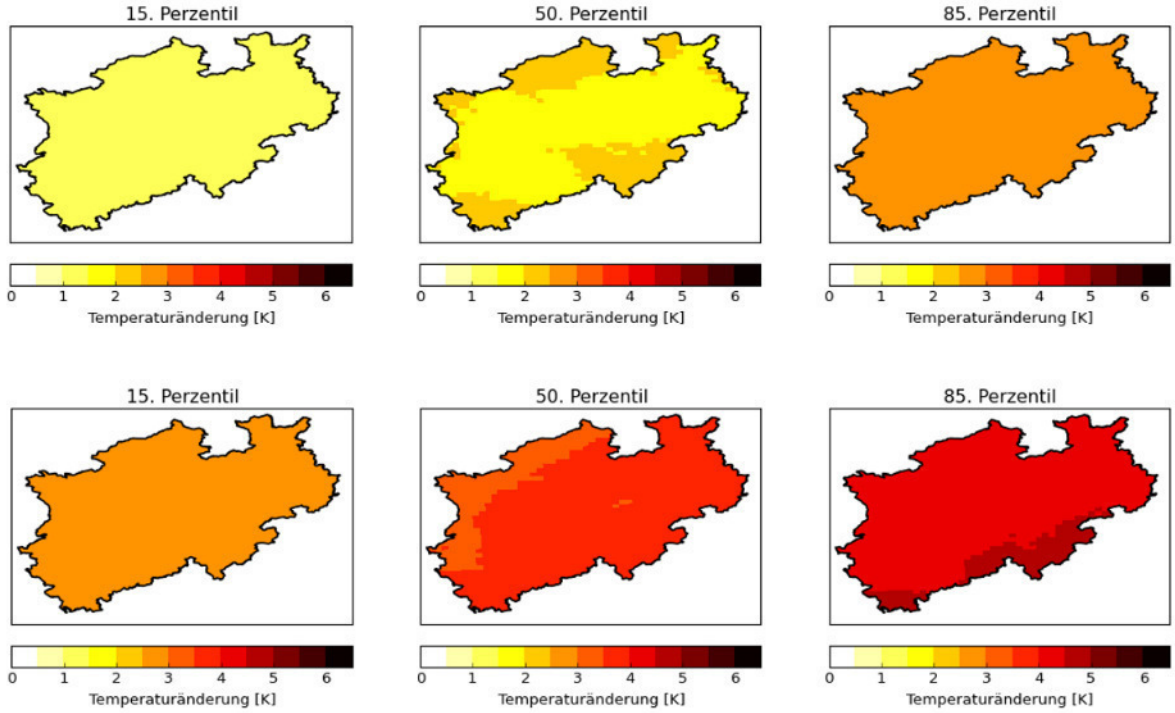


Abbildung 3-7: Änderung der mittleren jährlichen Lufttemperatur (in Kelvin) in der Periode 2071 bis 2100 in NRW (bezogen auf die Referenzperiode 1971 bis 2000); betrachtet werden das „Stabilisierungsszenario“ RCP 4.5 (oben) und das „weiter wie bisher“-Szenario RCP 8.5 (unten), jeweils für das 15., 50. und 85. Perzentil (Quelle: DWD)

Zur Abschätzung der klimatischen Veränderungen für die Stadt Mülheim an der Ruhr wird ein räumliches arithmetisches Mittel aus den betrachteten Gitterboxen betrachtet, die das Stadtgebiet überdecken (siehe Abbildung 3-6b). Die Spannweite der betrachteten Szenarien (RCP 4.5 und RCP 8.5) und der herangezogenen Perzentile (15., 50., 85.) ergibt für die Jahresmitteltemperatur (siehe Tabelle 3-1):

- Für der Periode 2021 bis 2050 (nahe Zukunft) ergibt sich eine erwartete **Zunahme der Jahresmitteltemperatur um etwa 0,6 bis 1,7 Kelvin**[1] gegenüber der Vergleichsperiode 1971 bis 2000 und
- für die ferne Zukunft (2071 bis 2100) wird ein Temperaturanstieg zwischen **1,3 und 4,4 Kelvin** erwartet.

[1] Temperaturdifferenzen werden in der Meteorologie meist mit Kelvin bezeichnet. Eine Temperaturdifferenz von 1 Kelvin entspricht einer Temperaturdifferenz von einem Grad Celsius.

Tabelle 3-1: Änderungssignal der mittleren jährlichen Lufttemperatur (in Kelvin) im Gebiet von Mülheim an der Ruhr für die Emissionsszenarien RCP 4.5 und RCP 8.5, die nahe Zukunft (2021-2050) und die ferne Zukunft (2071-2100) als Spannweite zwischen 15. und 85. Perzentil, jeweils bezogen auf die Referenzperiode 1971 bis 2000

Änderung der Lufttemperatur					
		nahe Zukunft		ferne Zukunft	
	Szenario	von	bis	von	bis
Jahr	RCP4.5	0,6	1,6	**1,3**	**2,7**
	RCP8.5	0,8	1,7	**2,7**	**4,4**
Sommer	RCP4.5	0,8	1,4	**1,4**	**2,5**
	RCP8.5	0,9	1,9	**2,9**	**4,6**
Winter	RCP4.5	0,7	1,7	**1,4**	**2,5**
	RCP8.5	0,6	1,8	**2,9**	**4,2**

Zusätzlich zu den Jahresmitteltemperaturen werden auch die mittleren Temperaturänderungen für den Sommer (Monate Juni, Juli, August) und den Winter (Monate Dezember, Januar, Februar) für die nahe und ferne Zukunft betrachtet:

- **Sommer**: Temperaturzunahme von 0,8 bis 1,9 Kelvin (nahe Zukunft) und von 1,4 bis 4,6 Kelvin (ferne Zukunft)
- **Winter**: Temperaturzunahme von 0,7 bis 1,8 Kelvin (nahe Zukunft) und von 1,4 bis 4,2 Kelvin (ferne Zukunft).

Eine Reduktion der Treibhausgase, die zu einem Emissionspfad entsprechend dem Emissionsszenario RCP 4.5 führt (siehe Abbildung 3-1), lässt für die Jahresmitteltemperatur einen deutlich geringeren Anstieg erwarten als bei dem „weiter-wie-bisher"-Szenario (RCP 8.5), besonders zum Ende des Jahrhunderts (ferne Zukunft): der Anstieg reduziert sich von der Spanne 2,7 bis 4,4 Kelvin (RCP8.5) auf die Spanne 1,3 bis 2,7 Kelvin. Dies gilt auch für den Sommer: die zu erwartende Spanne 2,9 bis 4,6 Kelvin (RCP 8.5) verringert sich auf die Spanne 1,4 bis 2,5 Kelvin (siehe Tabelle 3-1).

Für eine Abschätzung der Zunahme der Wärmebelastung – und somit der Gesundheitsgefährdung für die Menschen - ist die mittlere jährliche Lufttemperatur keine brauchbare Größe. Häufig werden hierfür Energiebilanzmodelle des Menschen verwendet, die über Größen wie die „Gefühlte Temperatur" eine Bewertung der Wärmebelastung erlauben [DWD Internet -> Wetterlexikon]. Hier soll, da o.g. Größen derzeit in Kombination mit den Klimaprojektionsdaten noch nicht zur Verfügung stehen – die Zunahme der Wärmebelastung durch die Anzahl der Sommertage (Anzahl der Tage mit mindesten 25 Grad) abgeschätzt werden.

Die Anzahl der Sommertage in Mülheim an der Ruhr beträgt im Mittel 30 bis 40 Sommertage pro Jahr (Periode 1981 bis 2010, siehe Abbildung 2-6a).

Für die nahe Zukunft (2021 bis 2050) zeigen die betrachteten Emissionsszenarien (RCP 4.5, RCP 8.5) eine Zunahme der Anzahl der Sommertage (im Vergleich zur Referenzperiode 1971

bis 2000) um im Mittel von 4 bis 17 Tagen. Bis Ende des Jahrhunderts (2071 bis 2100) könnte die Anzahl der Sommertage um bis zu 52 Tage (Spanne von 13 bis 52 Tage) ansteigen (siehe Tabelle 3.2).

Tabelle 3-2: Änderungssignal der mittleren jährlichen Anzahl von Sommertagen im Gebiet von Mülheim an der Ruhr für die Emissionsszenarien RCP 4.5 und RCP 8.5, die nahe Zukunft (2021-2050) und die ferne Zukunft (2071-2100) als Spannweite zwischen 15. und 85. Perzentil, jeweils bezogen auf die Referenzperiode 1971 bis 2000

Änderung der Anzahl der Sommertage					
		nahe Zukunft		ferne Zukunft	
	Szenario	von	bis	von	bis
Jahr	RCP4.5	4	16	**13**	**24**
	RCP8.5	6	17	**28**	**52**

Dass Klimaschutzmaßnahmen regional und weltweit wichtig sind, zeigt Tabelle 3-2: Wenn die Treibhausgasemissionen soweit zurückgehen, dass das RCP 4.5-Szenario eingehalten werden kann (siehe Abbildung 3-1), dürfte die Zunahme die Anzahl der Sommertage bis Ende des Jahrhunderts mit 13 bis 24 Sommertagen deutlich geringer ausfallen als im RCP 8.5-Szenario mit 28 bis 52 Tagen.

Zusammenfassung

Im Zuge des fortschreitenden Klimawandels in Mülheim an der Ruhr werden die Jahresmitteltemperaturen bis zum Ende des Jahrhunderts weiter ansteigen. Auch die gesundheitsgefährdende Wärmebelastung – hier allerdings nur durch die Kennzahl „Sommertage“ beschrieben – wird weiter zunehmen. Wenn rasche und umfassende Klimaschutzmaßnahmen (regional wie erdenweit) durchgeführt werden, die einen Pfad zum Szenario RCP 4.5 eröffnen (siehe Abbildung 3-1), so erscheint es möglich, die Temperaturzunahme zum Ende des Jahrhunderts von maximal über 4 Kelvin auf unter 3 Kelvin zu senken. Damit wäre man aber noch weit vom Ziel des Paris-Abkommens entfernt. Auch die Zunahme der Anzahl der Sommertage könnte in einem RCP 4.5-Szenario mit maximal 24 Tagen pro Jahr deutlich geringer ausfallen als im „weiter-wie-bisher“-Emissionsszenario RCP 8.5.

3.2 Niederschlag

Die Niederschlagsänderungen (in Prozent) für das Gebiet Mülheim an der Ruhr sind für die Zeitscheiben nahe und ferne Zukunft sowie die Emissionsszenarien RCP 4.5 und RCP 8.5 in Tabelle 3-3 zusammengefasst.

Tabelle 3-3: Änderungssignal des Niederschlags (in Prozent) im Gebiet von Mülheim an der Ruhr für die Emissionsszenarien RCP 4.5 und RCP 8.5, die nahe Zukunft (2021-2050) und die ferne Zukunft (2071-2100), dargestellt als Spannweite zwischen dem 15. und dem 85. Perzentil, jeweils bezogen auf die Referenzperiode 1971 bis 2000

Änderung des Niederschlags (%)					
		nahe Zukunft		ferne Zukunft	
	Szenario	von	bis	von	bis
Jahr	RCP4.5	-0,1	7,6	**1,1**	**12,5**
	RCP8.5	-1,2	6,3	**-2,4**	**11,9**
Sommer	RCP4.5	-11,4	9,2	**-13,7**	**8,7**
	RCP8.5	-12,7	5	**-21,7**	**-0,8**
Winter	RCP4.5	1,2	13,8	**1,5**	**14,7**
	RCP8.5	-6,1	17,7	**6,7**	**26,2**

Für die **nahe Zukunft** (2021 bis 2050) lassen die Projektionen für die betrachteten Emissionsszenarien (RCP 4.5, RCP 8.5) eine leichte Abnahme (-1,2 %) bis zu einer Zunahme von etwa 8 Prozent des mittleren Jahresniederschlags erwarten. Für den Sommer (Juni, Juli, August) ist keine klare Tendenz zu erkennen: die Spanne der Ergebnisse reicht von einer Abnahme des Sommerniederschlags (-12,7 %) bis zu einer Zunahme von 9,2 Prozent. Für den Winterniederschlag (Dezember, Januar, Februar) zeigt die überwiegende Anzahl der Projektionsrechnungen einen Anstieg der Winterniederschläge bis zu 18 Prozent.

Die Aussagen für die **ferne Zukunft** (2021 bis 2100) sind deutlich klarer. Sowohl für den mittleren Jahresniederschlag (-2,4 bis +12,5 %) als auch für den Winterniederschlag (1,6 bis 26,2 Prozent) lassen die Projektionsrechnungen einen deutlichen Anstieg der Niederschlagsmengen gegenüber der Vergleichsperiode 1971 bis 2000 erwarten. Der Sommer hingen zeigt überwiegend eine Abnahme der Niederschlagssummen (+8,7 bis -21,7 %) im Vergleich zur Vergleichsperiode.

Für Städte sind – auch hinsichtlich erforderlicher Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel – Starkniederschläge relevanter als mittlere Niederschlagssummen: wird es zukünftig häufiger zu Starkniederschlagsereignissen mit gravierenden Folgen für die Menschen und die städtische Infrastruktur?

Die Beantwortung dieser Frage ist derzeit Gegenstand der Wissenschaft und Forschung. Zur besseren Erfassung konvektiver Ereignisse (Gewitter, Starkregenereignisse) ist zukünftig eine höhere Modellauflösung der Klimamodelle erforderlich (sog. konvektionserlaubende Modelle).

Einen ersten Hinweis darauf, ob die derzeitigen Klimaprojektionen eine Zunahme von Starkregenereignissen zeigen, bietet die Auszählung der Anzahl der Tage mit Schwellenwerten des Niederschlags (hier: 10 mm pro Tag).

Bisher traten in Mülheim an der Ruhr im Mittel der Jahre 1971 bis 2000 an knapp 30 Tagen im Jahr Niederschläge von mindestens 10 mm auf (Daten der DWD-Station Essen-Bredeney), mit zunehmender Tendenz.

Bei der nachfolgenden Betrachtung wurde – abweichend von den vorherigen - nur das 85. Perzentil betrachtet und dabei die Unterschiede innerhalb des betrachteten Gebiets. Für die nahe Zukunft (2021 bis 2050) könnte die Anzahl dieser Tage um 2 bis 4 Tage zunehmen, für die ferne Zukunft (2071 bis 2100) um 3 bis 6 Tage (Tabelle 3-4).

Tabelle 3-4: Änderung der mittleren Anzahl der Tage mit Niederschlagsmengen von mindestens 10 mm (pro Jahr) im Gebiet von Mülheim an der Ruhr für die Emissionsszenarien RCP 4.5 und RCP 8.5, die nahe Zukunft (2021-2050) und die ferne Zukunft (2071-2100) für das 85. Perzentil

Änderung der Anzahl der Tage mit Niederschlag von mindestens 10 mm					
		nahe Zukunft		ferne Zukunft	
	Szenario	von	bis	von	bis
Jahr	RCP4.5	2	4	**3**	**6**
	RCP8.5	2	4	**4**	**6**

Diese Auswertungen, die keine Extremwertstatistiken darstellen, legen die Vermutung nahe, dass in Mülheim an der Ruhr zukünftig häufiger mit Starkregenereignissen zu rechnen ist. Dieser Trend wird durch indirekte Untersuchungsmethoden (z.B. Auszählung von Wetterlagen, die für Starkregenereignisse typisch sind) – in anderen Bereichen Deutschlands – gestützt [Hänsel et al., 2015].

Die Betrachtungen zur Entwicklung zu den Starkniederschlägen weisen eine hohe Unsicherheit auf, nicht zuletzt durch die zu grobe räumliche Auflösung der derzeitigen Klimamodelle. Dies bedeutet, dass konvektive Ereignisse (Gewitter) nicht direkt modelliert, sondern nur parametrisiert in die Modellrechnungen eingehen.

Zusammenfassung

Die Aussagen aus den Klimaprojektionsrechnungen zum Niederschlag sind mit mehr Unsicherheiten behaftet, als die Aussagen zu der Temperatur. Die Klimaprojektionen für Mülheim an der Ruhr zeigen einen Anstieg der Niederschlagsmengen für das Jahr und den Winter, während sie für die mittleren Sommerniederschläge, insbesondere in der fernen Zukunft, eine deutliche Abnahme erwarten lassen. Ob und in welcher Größenordnung (sommerliche) Starkregenereignisse zunehmen werden, lässt sich nach derzeitigem Stand der Wissenschaft noch nicht abschließend beantworten, auch wenn eine Zunahme solcher Ereignisse plausibel erscheint.

4 Literatur

IPCC, 2014: Climate Change 2014, Synthesis Report Summary for Policymakers (Synthesebericht des 5. Sachstandsbericht): https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full.pdf (zuletzt aufgerufen: 27.12.2019)

IPCC, 2018: IPCC Special Report Global Warming of 1.5 ºC; Summary for Policymakers. https://report.ipcc.ch/sr15/pdf/sr15_spm_final.pdf (zuletzt aufgerufen am 27.12.2019)

Hänsel, Stephanie; Schucknecht, Anne; Böttcher, Falk; Bernhofer, Christian; Matschullat, Jörg, 2015: Niederschlagsveränderungen in Sachsen von 1901 bis 2100: Starkniederschlags- und Trockenheitstrends. Berichte des DWD Nr. 246

LANUV, 2013: Klimawandelgerechte Metropole Köln. Abschlussbericht. LANUV-Fachbericht Nr. 50

Nationaler Klimareport, 2016: Nationaler Klimareport 2016, Klima – Gestern, heute und in der Zukunft. Deutscher Wetterdienst

Rauthe M, Steiner H, Riediger U, Mazurkiewicz A, Gratzki A (2013): A Central European precipitation climatology – Part I: Generation and validation of a high-resolution gridded daily data set (HYRAS). Met Z, 22(3), 235-256, doi:10.1127/0941-2048/2013/0436.

Roeckner E (2003): Allgemeine Zirkulationsmodelle, Atmosphäre. In: Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), Numerische Klimamodelle – Was können sie, wo müssen sie verbessert werden? Teil II: Modellierung natürlicher Klimaschwankungen, Promet, 29, 6-14.

Umweltbericht NRW, 2016: Umweltbericht Nordrhein-Westfalen 2016, Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen

Name
Fachbereich
Datum

I. Hintergrund: Klimawandel in Mülheim an der Ruhr

Der Klimawandel hat bereits in der Vergangenheit zu spürbaren Veränderungen der klimatischen Gegebenheiten in Mülheim geführt. Aus den Ergebnissen von 39 Klimamodellen können darüber hinaus Prognosen zum erwarteten Klimawandel bis zum Jahr 2100 abgeleitet werden.

Die deutlichsten Änderungen ergeben sich für temperaturabhängige Parameter, etwa der sich fortsetzende Trend steigender Jahresmitteltemperaturen (je nach Modell und Szenario liegt die Zunahme bis Ende des Jahrhunderts bei 0,9 – 4,2 °C). Darüber hinaus nimmt die Anzahl der als besonders belastend geltenden Kenntage wie *Heiße Tage* ($T_{max} \geq 30$ °C) oder *Tropennächte* ($T_{min} \geq 20$ °C) zu. Gleichzeitig wird es weniger *Frosttage* geben, sodass sich die Vegetationsperiode verlängert.

Über das Jahr gesehen ist mit steigenden Niederschlagssummen zu rechnen, die im Wesentlichen auf eine Zunahme der Intensität zurückzuführen sind – die Anzahl an Tagen mit Niederschlag bleibt hingegen nahezu konstant. Infolge eines geänderten Niederschlagmusters ergeben sich trockenere Sommer und feuchtere Winter- bzw. Frühjahrsmonate – im Jahresmittel ist für die klimatische Wasserbilanz dagegen kein klarer Trend erkennbar.

Während Starkregenereignisse (> 50 mm/Tag) in Zukunft moderat häufiger auftreten und intensiver ausfallen können, sind in Bezug auf die Häufigkeit bzw. Intensität von Sturmereignissen keine neuen bzw. sich verschärfenden Konflikte ableitbar. Für beide Extremereignisse gilt, dass die Prognosen noch mit Unsicherheiten behaftet sind (trotz ihrer sehr hohen räumlichen Auflösung können die regionalen Klimamodelle bspw. Gewitterzellen oder einzelne Böen noch nicht erfassen), allerdings ist auch in Zukunft mit mindestens ähnlichen Starkregen- und Sturmereignissen wie bisher auszugehen.

II. Was sind aus Ihrer Sicht (mögliche) Auswirkungen des Klimawandels auf das Handlungsfeld Gewässer in Mülheim?

Auswirkungen	Bereits heute spürbar	Zukünftig erwartet	Nicht relevant	Erläuterungen *(bei Bedarf)*
Grundwasser/Bodenwasserhaushalt				
Rückgang des mittleren Grundwasserstandes	☐	☐	☐	
Verstärkung der jahreszeitlichen Schwankungen des Grundwasserspiegels	☐	☐	☐	
Veränderung des Bodenwassergehalts bzw. der Sickerwassermenge	☐	☐	☐	
Abflussverhältnisse von Fließgewässern				
Verschärfung der Hochwasserabflüsse der Gewässer bei länger andauernden Niederschlägen	☐	☐	☐	
Zunahme von Niedrigwasserständen in Trockenperioden	☐	☐	☐	
Zunahme von Sturzfluten bei Starkregen	☐	☐	☐	

Schäden an Oberflächengewässern				
Erosionsschäden an Böschungen	☐	☐	☐	

Schäden an wasserbaulichen Anlagen (z.B. Durchlässe, Verrohrungen, Sohlbefestigungen, Brücken)	☐	☐	☐	
Gewässerzustand				
Rückgang der Gewässerqualität von Oberflächengewässern (z.B. infolge steigender Temperaturen)	☐	☐	☐	
Austrocknen von Oberflächengewässern	☐	☐	☐	
Gewässerbelastung durch hydraulischen Stress	☐	☐	☐	
Verschlechterung des Gewässerzustandes durch vermehrte Mischwasserabschläge	☐	☐	☐	
Gewässerbelastung durch Eintrag von Schadstoffen als Folge von Überflutungen (z.B. aus Industrie, Verkehr und Landwirtschaft)	☐	☐	☐	
Weitere Auswirkungen *(bei Bedarf bitte ergänzen)*				
	☐	☐	☐	
	☐	☐	☐	
	☐	☐	☐	

III. Welche Maßnahmen zur Klimaanpassung werden bereits in Mülheim umgesetzt bzw. sind aus Ihrer Sicht zukünftig denkbar?

Bereits umgesetzte/geplante Anpassungsmaßnahmen im Handlungsfeld Gewässer	Erläuterungen
Zukünftig denkbare Anpassungsmaßnahmen im Handlungsfeld Gewässer	**Erläuterungen**

Name
Fachbereich
Datum

I. Hintergrund: Klimawandel in Mülheim an der Ruhr

Der Klimawandel hat bereits in der Vergangenheit zu spürbaren Veränderungen der klimatischen Gegebenheiten in Mülheim geführt. Aus den Ergebnissen von 39 Klimamodellen können darüber hinaus Prognosen zum erwarteten Klimawandel bis zum Jahr 2100 abgeleitet werden.

Die deutlichsten Änderungen ergeben sich für temperaturabhängige Parameter, etwa der sich fortsetzende Trend steigender Jahresmitteltemperaturen (je nach Modell und Szenario liegt die Zunahme bis Ende des Jahrhunderts bei 0,9 – 4,2 °C). Darüber hinaus nimmt die Anzahl der als besonders belastend geltenden Kenntage wie *Heiße Tage* ($T_{max} \geq 30$ °C) oder *Tropennächte* ($T_{min} \geq 20$ °C) zu. Gleichzeitig wird es weniger *Frosttage* geben, sodass sich die Vegetationsperiode verlängert.

Über das Jahr gesehen ist mit steigenden Niederschlagssummen zu rechnen, die im Wesentlichen auf eine Zunahme der Intensität zurückzuführen sind. Die Anzahl an Tagen mit Niederschlag bleibt hingegen nahezu konstant. Infolge eines geänderten Niederschlagmusters ergeben sich trockenere Sommer und feuchtere Winter- bzw. Frühjahrsmonate. Im Jahresmittel ist für die klimatische Wasserbilanz dagegen kein klarer Trend erkennbar.

Während Starkregenereignisse (> 50 mm/Tag) in Zukunft moderat häufiger auftreten und intensiver ausfallen können, sind in Bezug auf die Häufigkeit bzw. Intensität von Sturmereignissen keine neuen bzw. sich verschärfenden Konflikte ableitbar. Für beide Extremereignisse gilt, dass die Prognosen noch mit Unsicherheiten behaftet sind (trotz ihrer sehr hohen räumlichen Auflösung können die regionalen Klimamodelle bspw. Gewitterzellen oder einzelne Böen noch nicht erfassen), allerdings ist auch in Zukunft mit mindestens ähnlichen Starkregen- und Sturmereignissen wie bisher auszugehen.

II. Welche Klimafolgen sind aus Ihrer Sicht für die Stadtplanung bzw. für den Städtebau relevant?

Auswirkungen	Wenig relevant	Relevant	Sehr Relevant	Erläuterungen *(bei Bedarf)*
Überflutungen im Stadtgebiet durch Starkregen	☐	☐	☐	
Hochwasser (Fließgewässer)	☐	☐	☐	
Hitze in der Stadt	☐	☐	☐	
Trockenperioden	☐	☐	☐	
Sturmereignisse	☐	☐	☐	
	☐	☐	☐	
	☐	☐	☐	

III. Inwieweit werden Aspekte der Klimaanpassung bereits heute im Rahmen von Planungsprozessen berücksichtigt?

Bitte erläutern sie…

IV. Welche Anpassungsmaßnahmen im Bereich der Stadtplanung/des Städtebaus werden <u>bereits heute</u> umgesetzt?

Anpassungsmaßnahmen	**Erläuterungen** *(bei Bedarf)*

V. Welche zusätzlichen Anpassungsmaßnahmen im Bereich der Stadtplanung/des Städtebaus sind zukünftig denkbar?

Anpassungsmaßnahmen	**Erläuterungen** *(bei Bedarf)*

VI. Wo sehen Sie Anknüpfungspunkte, um das Thema Klimaanpassung im Rahmen der Stadtplanung/des Städtebaus verstärkt zu berücksichtigen?

Anknüpfungspunkte		**Erläuterungen** *(bei Bedarf)*
Informelle Konzepte (z.B. Grün)	☐	
verbindliche Bauleitplanung (z.B. über Festsetzungen und Hinweise im Bebauungsplan, im Umweltbericht)	☐	
Städtebauliche Verträge	☐	
Forderungskataloge bei städtebaulichen/architektonischen Wettbewerben	☐	
bei Stellungnahmen im Rahmen von Baugenehmigungen	☐	
Städtebauförderung (Stadtumbau etc.)	☐	
Förderprogramme (z.B. Dach und Fassadenbegrünung)	☐	
Ortsrechtliche Satzungen (z.B. Begrünung)	☐	
Straßen- und Freiraumgestaltung	☐	
	☐	

	☐

VII. Was benötigen Sie, um Aspekte der Klimafolgenanpassung im Rahmen der Planung besser berücksichtigen zu können?

benötigte Instrumente/Maßnahmen	**Erläuterungen** *(bei Bedarf)*
Darstellung potenzieller Überflutungsflächen und -fließwege (Starkregengefahrenkarte)	☐
Darstellung hitzebelasteter Gebiete in der Stadt und mikroklimatisch bedeutsamer Entlastungsflächen (Stadtklimaanalyse)	☐
Standard-Checkliste für Klimaanpassungsbelange	☐
Praxis-Leitfaden zur Klimaanpassung mit guten Beispielen	☐
Ansprechpartner für Fragen zur Klimaanpassung innerhalb der Verwaltung	☐
einen politischen Grundsatzbeschluss zur Klimaanpassung	☐
	☐
	☐



Herausgeber:
Stadt Mülheim an der Ruhr
Der Oberbürgermeister

Verantwortlich:
Derzernat VI - Stabstelle Klimaschutz
und Klimaanpassung
September 2019

Konzept und Layout:
GEO-NET Umweltconsulting, Hannover
MUST Städtebau, Köln
Dr. Pecher AG, Erkrath

Kontakt:
Stadt Mülheim an der Ruhr
Ulrike Marx
Hans-Böckler-Platz 5 45468
Mülheim an der Ruhr
Tel.: 0208/455 6815
E-mail: Ulrike.Marx@muelheim-ruhr.de