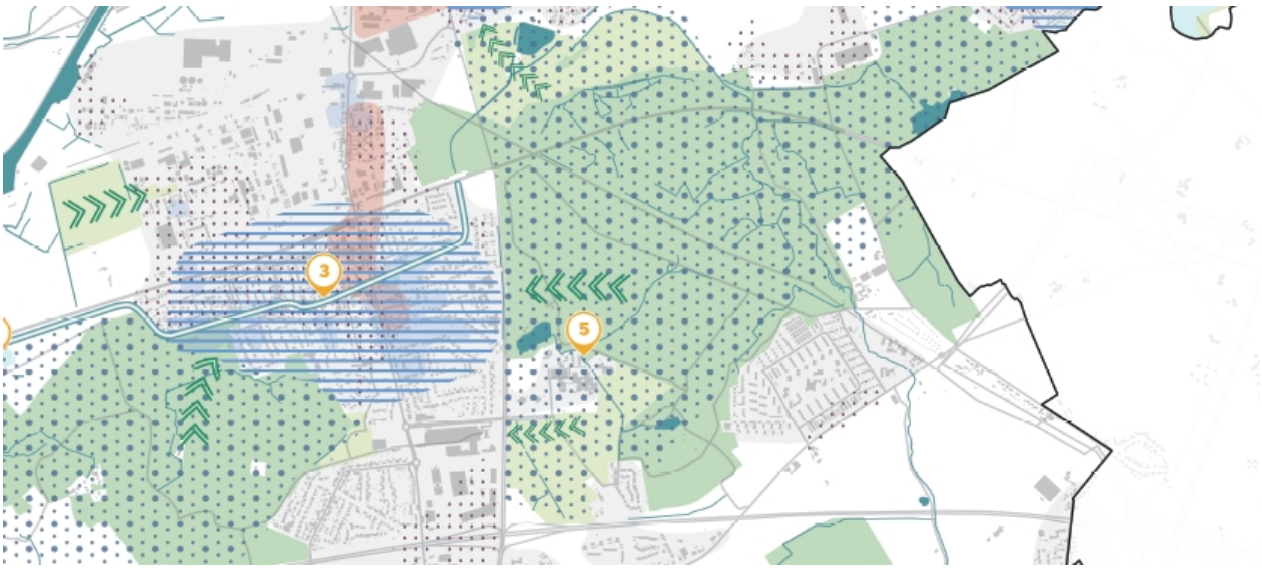
KLIMAANPASSUNGSKONZEPT

CASTROP-RAUXEL



Endfassung
11.05.2021

Auftraggeber:

Castrop-Rauxel
Europastadt im Grünen

EUV
STADTBETRIEB CASTROP-RAUXEL

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

Auftraggeber

Stadt Castrop-Rauxel
Bereich Stadtentwicklung und Statistik
Europaplatz 1
44575 Castrop-Rauxel

EUV Stadtbetrieb Castrop-Rauxel -AöR-
Westring 215
44575 Castrop-Rauxel
www.euv-stadtbetrieb.de

Auftragnehmer

Dr. Pecher AG
Niederlassung Emscher-Lippe
Goldbergstraße 14
D-45894 Gelsenkirchen
Tel: (0209) 3807820
www.pecher.de

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

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

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 03K10388).

Gelsenkirchen, Mai 2021

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS 2

ABBILDUNGSVERZEICHNIS 5

TABELLENVERZEICHNIS 6

I. ZUSAMMENFASSUNG 7

II. METHODIK 10

1. EINFÜHRUNG 10

1.1 Motivation 10
Hintergrund: Klimaanpassung von der globalen bis zur lokalen Ebene 12

1.2 Projektziele und –ablauf 14

1.3 Beteiligungsprozess 15

2. KLIMAWANDEL IN CASTROP-RAUXEL 17

2.1 Datengrundlagen und Methodik 17
2.1.1 Beobachteter Klimawandel 17
2.1.2 Erwarteter Klimawandel 17

2.2 Beobachteter Klimawandel 21

2.3 Erwarteter Klimawandel 23
2.3.1 Temperaturzunahme & Hitze 23
2.3.2 Niederschlagsverschiebung & Trockenheit 27
2.3.3 Starkniederschlag 29
2.3.4 Wind & Sturm 32

2.4 Zusammenfassung 33

3. BETROFFENHEITSANALYSE 34

3.1 Betroffenheit von kommunalen Handlungsfeldern 34
3.1.1 Handlungsfeld Gesundheit 35
3.1.2 Handungsfeld Natur und Stadtgrün 36
3.1.3 Handlungsfeld Gewässer 36
3.1.4 Handlungsfeld Verkehr 37

3.1.5 Handlungsfeld Gebäude 38
3.1.6 Handlungsfeld Ver- und Entsorgung 38

3.2 Betroffenheit des städtischen Raums 39
3.2.1 Betroffenheiten durch Hitze 39
3.2.2 Betroffenheiten durch Starkregen und Hochwasser 43

III. MAßNAHMEN 46

4. GESAMTSTRATEGIE ZUR KLIMAANPASSUNG 46

4.1 Ziele der Gesamtstrategie 46

4.2 Bisherige Studien und Vorhaben mit Relevanz für das Klimaanpassungskonzept 47

4.3 Handlungsstrategien und Schlüsselmaßnahmen für Castrop-Rauxel 48
4.3.1 Weiterführende Analysen 49
4.3.2 Maßnahmen im öffentlichen Raum 54
4.3.3 Maßnahmen zur Verstetigung der Klimaanpassung im Verwaltungshandeln 69
4.3.4 Maßnahmen zur Öffentlichkeitsbeteiligung bei der Klimaanpassung 78
4.3.5 „Ideenspeicher“ 83

4.4 Rahmenplan zur Klimaanpassung 84

4.5 Controlling-Konzept (Validierung) 89

LITERATURNACHWEIS 91

ANHANG 93

Anhang I: Klimawandel in Castrop-Rauxel 93
Methodik 93
Beobachteter Klimawandel 95
Niederschlagsverschiebung 97
Trockenheit 99
Starkniederschläge: *Starker Niederschlag (N ≥ 10 mm/d)* 101
Starkniederschläge: Stärkerer Niederschlag (N ≥ 20 mm/d) 101
Starkniederschläge: Starkniederschlag (N ≥ 30 mm/d) 102
Sturm 102

Anhang II: Beispielfragebögen 103

Anhang III: Betroffenheiten des städtischen Raumes 117

Anhang IV: Bestandsaufnahme klimaanpassungsrelevanter Informationen 118

Anhang V: Rahmenplan zur Klimaanpassung 125

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: 2012 wurde Castrop-Rauxel schon für ihr Engagement im Klimaschutz ausgezeichnet. Mit dem Klimaanpassungskonzept knüpft die Stadt nun an die bisherigen Methoden an. 10
Abb. 2: Schematischer Projektablauf zur Erarbeitung des Klimaanpassungskonzeptes in Castrop-Rauxel (nach BMUB 2014) 14
Abb. 3: Anthropogener Strahlungsantrieb der acht verschiedenen IPCC-Klimaszenarien (die schwarze Linie bis zum Jahr 2000 repräsentiert Messwerte; Cubasch et al. 2013) 19
Abb. 4: Konventionen und Bedeutung der grafischen Darstellung eines Box-Whisker Plots 21
Abb. 5: Entwicklung der Mitteltemperatur in Castrop-Rauxel im Zeitraum 1881 bis 2019 (eigene Berechnung nach DWD 2020b) 22
Abb. 6: Langjährige Entwicklung der jährl. Anzahl an Tagen mit > 30 mm Niederschlag in Castrop-Rauxel (nach DWD 2020c) 23
Abb. 7: Zeitlicher Trend der jährlichen Mitteltemperaturen in Castrop-Rauxel (alle RCP-Szenarien) 24
Abb. 8: Änderung der langjährigen monatlichen Mitteltemperaturen in Castrop-Rauxel (RCP 8.5) 25
Abb. 9: Änderung der langjährigen mittleren monatlichen Niederschlagssummen in Castrop-Rauxel (RCP 8.5) 28
Abb. 10: Änderung der langjährigen mittleren monatlichen klimatischen Wasserbilanz in Castrop-Rauxel (RCP 8.5) 29
Abb. 11: Zeitlicher Trend der Anzahl an Tagen pro Jahr mit stärkerem Niederschlag (N ≥ 20 mm/d) in Castrop-Rauxel (alle Szenarien) 30
Abb. 12: Änderung der Auftrittshäufigkeit von Starkniederschlagsereignissen mit N ≥ 30 mm/d innerhalb der jeweiligen 30-Jahr Periode in Castrop-Rauxel (ein Wert von 30 entspricht im Mittel einem zusätzlichen Ereignis pro Jahr; RCP 8.5) 32
Abb. 13: Aufbau der Betroffenheitsanalyse im Klimaanpassungskonzept 34
Abb. 14: Bodennahe Lufttemperatur in der Nacht in einem Ausschnitt des Castrop-Rauxeler Stadtgebiets (RVR 2020) 41
Abb. 15: Nächtlicher Kaltluftvolumenstrom in einem Ausschnitt des Castrop-Rauxeler Stadtgebiets (RVR 2020) 42
Abb. 16: Ausschnitt aus der Karte "Räumliche Betroffenheiten durch Überflutungen bei Starkregen" mit Darstellung der durch Starkregen hervorgerufenen Hotspots (Hintergrundkarte: Deutsche Topografische Karte 1:10.000 (Datenlizenz Deutschland – Zero – Version 2.0)) 44
Abb. 17: Ausschnitt aus der Planungshinweiskarte 61
Abb. 18: Auszug aus dem Rahmenplan Castrop-Rauxels mit alleiniger Darstellung der Fokusräume Hitzevorsorge (rot), Luftaustausch (Pfeil-Signaturen) und wertvoller Freiraum (hellgrün) sowie Waldbereiche (dunkelgrün) 87
Abb. 19: Auszug aus dem Rahmenplan Castrop-Rauxels mit alleiniger Darstellung der Fokusräume zur Überflutungsvorsorge (dunkelblau gestreift), Retention (blaue Punkte), Schwammstadt (rote Punkte), von Überflutungen durch Starkregen betroffene Flächen (hellblau) und Hochwasservorsorge (türkis-blau) 88

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Langjährige mittlere Entwicklung der Temperaturen, des Niederschlags sowie von meteorologischen Kenntagen in Castrop-Rauxel (nach DWD 2020c bzw. für die Tropennächte DWD-Station Essen-Bredeney (DWD 2020b)). 22
Tab. 2: Langjährige Änderung der Temperatur in Castrop-R. (P 15 = 15. Perzentil, P 50 = Median, P 85 = 85. Perzentil). 24
Tab. 3: Langjährige Änderung der thermischen Kenntage in Castrop-Rauxel (P 15 = 15. Perzentil, P 50 = Median, P 85 = 85. Perzentil)..... 26
Tab. 4: Langjährige Änderung der mittleren Niederschläge in Castrop-Rauxel (P 15 = 15. Perzentil, P 50 = Median, P 85 = 85. Perzentil). 27
Tab. 5: Änderung der Auftrittshäufigkeit von Starkniederschlagsereignissen (Anzahl Tage pro Jahr) sowie des maximalen Tagesniederschlags in Castrop-Rauxel (P 15 = 15. Perzentil, P 50 = Median, P 85 = 85. Perzentil)..... 31
Tab. 6: Maßnahmensammlung als Ideenspeicher für die Fortschreibung der Klimaanpassung 83

I. ZUSAMMENFASSUNG

Mit dem Beitritt des Klimabündnisses der europäischen Städte (Alianza del Clima) hat die Stadt Castrop-Rauxel schon 1995 den Zielen des Klimaschutzes zugestimmt und sich verpflichtet, diesen Zielen nachzukommen. Neben der Unterzeichnung des „Masterplans Energiewende und Klimaschutz“ 2012 wurden weiterhin stadtgebietsweite Klimatage durchgeführt und eine fortlaufende Klimaoffensive etabliert. Der KliMarkt offeriert Möglichkeiten, das Thema Klimaschutz und Klimaanpassung erlebbar zu machen. Der Beirat für klimagerechte Stadtentwicklung sowie die Online-Plattform CONSUL erlauben darüber hinaus Möglichkeiten zur Bürgerbeteiligung.

Am 04.07.2019 beschloss der Rat Castrop-Rauxel, sich zu den Zielen der Bundesregierung zur Reduzierung der CO2—Emissionen zu bekennen. Zusätzlich orientiert sich die Stadt dementsprechend auch an den Zielen der Bundesregierung zum Ausbau der erneuerbaren Energien. Das Thema der nachhaltigen Mobilität wird stetig, bspw. mithilfe des Elektromobilitätskonzeptes, ausgebaut werden.

Aufbauend auf den bereits vorhandenen Initiativen und Projekten, die die Stadt Castrop-Rauxel sowie der EUV Stadtbetrieb vorantreiben, soll In diesem Sinne zielt das vorliegende Klimaanpassungskonzept in diesem Sinne auf die Entwicklung von Strategien und Maßnahmen zur Anpassung an bereits beobachtete und zukünftig zu erwartende Klimaveränderungen in Castrop-Rauxel abzielen: Klimaanpassung wird neben dem Klimaschutz als ebenso wichtig angesehen und wird damit zukünftig verstärkt in den Fokus gerückt

Das Konzept teilt sich in zwei Phasen auf, welche 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 Castrop-Rauxel passende (und umsetzbare), prioritäre 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 Castrop-Rauxel, das anhand von Stationsdaten des Deutschen Wetterdienstes (gemessener Klimawandel) und Analysen des Regionalverbands Ruhr bzw. regionalen Klimamodellen (erwarteter Klimawandel) untersucht wurde. 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 Castrop-Rauxel folgende Kernaussagen zum erwarteten Klimawandel:

<u>TEMPERATURZUNAHME UND HITZE</u>

- Zunahme der Jahresmitteltemperaturen
- Rückgang von Frosttagen
- Mehr Heiße Tage
- Häufigere und länger andauernde Hitzeperioden

<u>NIEDERSCHLAGSVERSCHIEBUNG UND TROCKENHEIT</u>

- Keine Änderung der Jahresniederschlagsmenge
- Trockenere Sommer, feuchtere Winter- und Frühjahrsmonate
- Häufigere und länger andauernde Trockenperioden in der Vegetationszeit

<u>STARKREGEN</u>

- Tendenziell häufigere Starkregenereignisse

- Zunahme der Niederschlagsintensität
- Möglich: Modellbedingte Unterschätzung von Extremereignissen (z. B. Gewitterstürme)

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, Verkehr, Gebäude, Ver- und Entsorgung). Dabei wurden die für Castrop-Rauxel relevantesten Klimawirkungen priorisiert und Anpassungsziele formuliert. Auch ging es um die Frage, welche Maßnahmen zum Teil schon in den kommunalen Handlungsbereichen umgesetzt werden.

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 Leuchtturmeffektes möglichst kurzfristig vorbereitet werden sollten. Diese sogenannten Schlüsselmaßnahmen wurden vier Handlungsstrategien zur Klimaanpassung in Castrop-Rauxel zugeordnet:

1) Weitergehende Analysen und Untersuchungen

Schlüsselmaßnahme S1): Ausbau des Starkregenrisikomanagements
Schlüsselmaßnahme S2): Verrohrungskataster/ -management

2) Maßnahmen im öffentlichen Raum

Schlüsselmaßnahme S3): Hitzevorsorge in der Innenstadt
Schlüsselmaßnahme S4): „Schwammstadt“
Schlüsselmaßnahme S5): Überflutungsvorsorge an Hotspots
Schlüsselmaßnahme S6): Klimaanpassung an Haltestellen des ÖPNV
Schlüsselmaßnahme S7): Verbesserung der Gewässerstruktur und -güte
Schlüsselmaßnahme S8): Klimaangepasste öffentliche Gebäude

3) Maßnahmen zur Verstetigung im Verwaltungshandeln

Schlüsselmaßnahme S9): Verbindliche Vorgaben zu Vorgartengestaltung
Schlüsselmaßnahme S10): Klimaanpassungsmanagement in der Verwaltung stärken
Schlüsselmaßnahme S11): Standard-Checkliste für die Bauleitplanung
Schlüsselmaßnahme S12): Weiterentwicklung eines „Integrierten Stadtgrünkonzeptes“

4) Maßnahmen zur Kommunikation und Sensibilisierung

Schlüsselmaßnahme S13): Ausbau der Online-Beteiligung zur Klimaanpassung
Schlüsselmaßnahme S14): „KliMarkt“ beibehalten, ausbauen und dezentralisieren

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 Projektes hinaus 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 Castrop-Rauxel Leuchtturmprojekte im Stadtgebiet. An „Dringlichkeitsorten“ sollen konkrete Anpassungsmaßnahmen umgesetzt und der gesamte Planungsprozess fachlich und partizipativ begleitet werden. Schließlich sollen die Erfahrungen genutzt werden, um geeignete und wirksame Maßnahmen auch auf andere Stadtgebiete Castrop-Rauxels zu übertragen.

II. METHODIK

1. Einführung

1.1 MOTIVATION

Das Thema Klimaschutz hat bereits seit vielen Jahren eine hohe Bedeutung in der Stadt Castrop-Rauxel. So ist die Stadt bspw. schon 1995 dem Klimabündnis der europäischen Städte (Alianza del Clima) beigetreten, um sich für eine kontinuierliche Minderung der eigenen Treibhausgasemissionen einzusetzen: Alle fünf Jahre soll der CO_2-Ausstoß um zehn Prozent verringert werden. Dafür findet seit 2015 bereits eine Wärmemarktstrategie Anwendung, dessen Bestandteil ein integriertes, nachhaltiges und sozialverträgliches Wärmekonzept für die Stadt Castrop-Rauxel ist. Für die Verbesserung der ökologischen Situation im Stadtgebiet hat die Stadt – neben der Anwendung eines Luftreinhalteplanes sowie eines Altlastenkatasters – bereits eine Strategie zur stadtgebietsweiten Förderung von Gründächern in Bearbeitung und beabsichtigt ein Ausgleichsflächenkonzept zur Verbesserung der ökologischen Situation im Stadtgebiet. Im Sektor Mobilität baut die Stadt auf einem bereits bestehenden Nahverkehrsplan sowie einem Elektromobilitätskonzept auf und fördert parallel den Einsatz der Brennstoff- und Wasserstofftechnologie.

Neben diesen Strategien, Themen und Konzepten, deren Rahmen die Stadt im eigenen *Bericht zur umwelt- und klimaorientierten Stadtentwicklung* abgrenzt (Stadt Castrop-Rauxel, 2020), wurde Castrop-Rauxel 2012 wurde mit dem European Energy Award als Europäische Energie- und Klimaschutzkommune ausgezeichnet (Abb. 1).

Abb. 1: 2012 wurde Castrop-Rauxel schon für ihr Engagement im Klimaschutz ausgezeichnet. Mit dem Klimaanpassungskonzept knüpft die Stadt nun an die bisherigen Methoden an.

Darüber hinaus beschloss der Rat am 06.12.2012 die Aufstellung des „Masterplans Energiewende und Klimaschutz Castrop-Rauxel“, welcher verbindliche Ziele für die Jahre 2020 bis 2050 für die CO_2-Reduktion festlegt und dabei u. a. folgende Maßnahmen zur Weiterentwicklung und Umsetzung vorgibt:

- Ausbau von Erneuerbaren Energien
- Verstärkte Nutzung von Ökostrom
- Gesteigerte technische Energie-Effizienz
- Anpassung des persönlichen Verhaltens von Bürgern zur Verringerung des Energieverbrauches
- Gebäudedämmung und Modernisierung der Heizsysteme
- Verringerung des CO_2-Ausstoßes durch den Verkehr (inkl. Förderung des ÖPNV)
- Flächenschutz.

Die Themen werden auch im bürgernahen Beirat für klimagerechte Stadtentwicklung aufgegriffen,

der dem Umweltausschuss entsprechende Projekte vorschlägt.

Ergänzend zum Klimaschutz steht die Stadtgesellschaft vor der Herausforderung, Konzepte zu entwickeln, um sich an die unabwendbaren Folgen des Klimawandels anzupassen.

Zu den schon heute spürbaren Folgen zählen zunehmende Wetterextreme wie Starkregen, Hitze- und Trockenperioden. Das vorliegende Klimaanpassungskonzept stellt hierzu einen zentralen Baustein dar.

Das Klimaanpassungskonzept wurde als „Klimaschutzteilkonzept zur Klimaanpassung“ im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit gefördert (Förderkennzeichen 03K10388).

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. Die nächste Fortschreibung ist für die Jahre 2021/2022 angekündigt (6. Sachstandsbericht).

Nach vielen Jahren intensiver Verhandlungen haben 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 angesiedelte „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 2015, UBA 2019). 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 Klimaanpassungsstrategie des Landes sowie diverse Dienstleistungen 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 weitere Städte und Gemeinden über eigene Konzepte und Beratungsinstrumente (u. a. Stadt Bielefeld 2019, 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. Bereits bei dem Projektstart der Zukunftsinitiative haben die Kommunen der Emscherregion, die Emschergenossenschaft und das Land Nordrhein-Westfalen (NRW) sich zu einem gemeinsamen Engagement für eine zukunftsfähige und nachhaltige Stadtentwicklung in der Emscherregion bekannt, die den besonderen Anforderungen des demographischen Wandels und der Klimawandelanpassung entspricht. Durch politi-

sche Beschlussfassungen und bilaterale Kooperationsvereinbarungen werden hierzu konkrete Schritte und Maßnahmen vereinbart.

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. In NRW setzt die Landesregierung sich neue ambitionierte Klimaschutzziele und bringt derzeit ein eigenständiges Klimaanpassungsgesetz auf den Weg. Der Neuentwurf des Klimaschutzgesetzes verschärft das bestehende Ziel für 2050 deutlich (MULNV 2020).

1.2 PROJEKTZIELE UND –ABLAUF

Das Klimaanpassungskonzept legt den Grundstein für einen lokalen und langfristigen Prozess zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels in Castrop-Rauxel. Ziel ist es, die kommunale Widerstandsfähigkeit und Resilienz gegenüber klimatischen Veränderungen und Folgen zu erhöhen. Dafür wurde in einer ersten Projektphase untersucht, von welchen klimatischen Veränderungen zukünftig in Castrop-Rauxel auszugehen ist – und welche Folgen diese Klimaveränderungen nach sich ziehen (z. B. auf die menschliche Gesundheit, auf Grünflächen, auf den Wasserhaushalt und die Gewässer, auf den Verkehr und die Infrastruktur). Zur Beantwortung dieser Fragen lieferte das Gutachterteam fachlichen Input und wertete bestehende Analysen aus. Parallel erfolgte die Beteiligung lokaler Akteur*innen, um herauszufinden, welches die am stärksten betroffenen Bereiche in Castrop-Rauxel sind und wo diese liegen. Auch in der zweiten Projektphase wurde der Beteiligungsprozess fortgeführt, um für Castrop-Rauxel passende und umsetzbare Maßnahmen zur gezielten Anpassung zu finden. Dabei mussten 2020 in der Corona-Pandemie mit Tools zur Online-Beteiligung neue Wege gefunden werden. 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. 2).

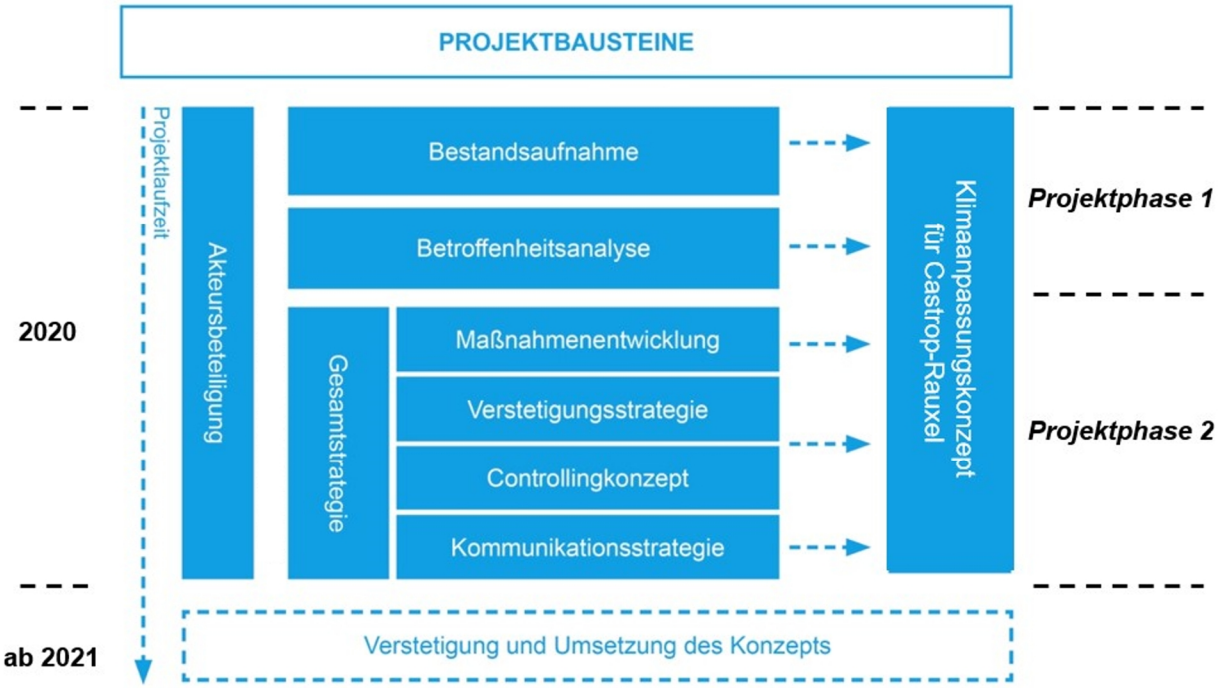


Abb. 2: Schematischer Projektablauf zur Erarbeitung des Klimaanpassungskonzeptes in Castrop-Rauxel (nach BMUB 2014)

1.3 BETEILIGUNGSPROZESS

Bei der Erstellung eines Klimaanpassungskonzeptes bildet die Einbindung der Expertise lokaler Schlüsselakteur*innen einen entscheidenden Erfolgsfaktor. Nur in Zusammenarbeit mit den lokalen Fachexpert*innen können die vor Ort bedeutsamen Klimawandelauswirkungen sowie wirksame Anpassungsmaßnahmen identifiziert werden. Zusätzlich fördert die frühzeitige Beteiligung der Stadtverwaltung und relevanter gesellschaftlicher Stakeholder neben der Qualität auch die Akzeptanz der Ergebnisse. Daneben erfolgt durch die gemeinsame interdisziplinäre Erarbeitung des Konzeptes eine Vernetzung der verschiedenen Fachabteilungen, die auch über den Projekthorizont hinaus Synergien bewirken können. Einerseits durch das bessere Verständnis der Belange anderer Aufgabenfelder und die Schließung etwaiger Wissens- und Erkenntnislücken, andererseits durch die Schaffung bzw. Festigung wichtiger Schnittstellen im Netzwerk der unterschiedlichen Stakeholder.

Die Mitwirkung lokaler Akteur*innen an der Erstellung des Klimaanpassungskonzeptes erfolgte an mehreren Stellen im Projektverlauf. Schon in der Bestandsaufnahme im Frühjahr 2020 lieferte die Beteiligung in Form der fachspezifischen Online-Befragung zu den Betroffenheiten der verschiedenen städtischen Handlungsfelder eine wichtige Basis für das Verständnis der lokalen klimawandelbedingten Herausforderungen. Die Ergebnisse dieser Analyse der Auswirkungen des Klimawandels auf das kommunale Handeln und der parallel erstellten Analyse der stadträumlichen Betroffenheit durch Hitze und Starkregen wurden im ersten verwaltungsinternen Workshop am 17.06.2020 vorgestellt. Dadurch gewannen die beteiligten Akteur*innen einen ersten Eindruck von den Herausforderungen, mit welchen sich die verschiedenen Fachbereiche der Castrop-Rauxeler Stadtverwaltung und Träger öffentlicher Belange durch den Klimawandel konfrontiert sehen. Im Rahmen der Veranstaltung bestand die Möglichkeit, etwaige Unklarheiten auszuräumen und gemeinsam mögliche Wiedersprüche der Analyseergebnisse zu erörtern. Ziel der Veranstaltung war es, gemeinsam die für Castrop-Rauxel relevantesten Auswirkungen der Klimaveränderungen zu identifizieren und zu priorisieren, um den Fokus des Klimaanpassungskonzepts auf die besonders betroffenen Bereiche lenken zu können.

Im Anschluss an den ersten Workshop erarbeitete das Projektteam mögliche Anpassungsmaßnahmen, die auf den Umgang mit den prioritären Auswirkungen abzielen. Die Zusammenstellung der Lösungsansätze basierte einerseits auf der Bestandsanalyse bisheriger Aktivitäten der Stadt und auf den Ergebnissen der Befragung. Zudem flossen gute Beispiele aus anderen Städten im In- und Ausland in die Maßnahmensammlung ein. Letztere wurde im Rahmen eines zweiten verwaltungsinternen Workshops am 05.10.2020 vorgestellt und diskutiert. In Abstimmung mit den Teilnehmern der Veranstaltung wurden die Effektivität der vorgeschlagenen Maßnahmen sowie potenzielle Umsetzungshindernisse und Synergien evaluiert und Schlüsselmaßnahmen für die Klimaanpassung Castrop-Rauxels ausgewählt. Die Schlüsselmaßnahmen wurden im Nachgang in Abstimmung mit den jeweils federführenden Dienststellen in Maßnahmensteckbriefen konkretisiert.

Ein zentrales Anliegen in der Konzepterstellung war es, neben der Verwaltung und den verwaltungsexternen Schlüsselakteur*innen auch die Castrop-Rauxeler Bürgerschaft aktiv an der Projekterstellung zu beteiligen. Da die ursprünglich vorgesehenen Beteiligungsveranstaltungen vor Ort aufgrund der pandemiebedingten Hygieneauflagen nicht stattfinden konnten, entschied sich die Stadt Castrop-Rauxel den Bürger*innen über die Online Plattform *mitmachen.castrop-rauxel.de* die Möglichkeit zu geben, sich an der Konzepterstellung zu beteiligen. Zunächst wurde ein Flyer erstellt, der über die Motivation und Hintergründe des Klimaanpassungskonzepts informiert. Darüber hinaus wurden den am Konzept Interessierten auf der Website umfangreiche

Informationen in Form von Steckbriefen (z. B. zum Klimawandel, zur Hitze und Starkregen und zu möglichen Anpassungsmaßnahmen) zur Verfügung gestellt. Nicht zuletzt wurde den Bürger*innen die Möglichkeit gegeben, online über die lokalen Betroffenheiten abzustimmen und selbst Vorschläge für Anpassungsmaßnahmen einzubringen.

Die Beteiligungsschritte sind nachfolgend zusammengefasst:

1) Betroffenheit der Bürger durch die Auswirkungen des Klimawandels
   03.09. – 02.10.2020
   a. Erstellung von vier Steckbriefen bzgl. Klimawandelfolgen, Klimaschutz und Klimaanpassung, Hitze und Trockenheit sowie Starkregen und Hochwasser
   b. Umfrage mit Rückmeldemöglichkeit zur individuellen Betroffenheit
2) Vorschläge / Ideen zur Maßnahmenplanung für Klimafolgen
   27.11.2020 – 15.01.2021
   a. Erstellung von Beispielmaßnahmen
   b. Möglichkeit zur Meldung eigener Maßnahmenvorschläge

Die Rückmeldungen aus der Online-Plattform sind in die Erstellung der Maßnahmensteckbriefe mit eingeflossen, z. B. die Umgestaltung von Vorgärten, Gründächer (Kapitel 4.3).

Auch die Lokalpolitik wurde in die Konzepterstellung einbezogen: Am 15.12.2020 wurde der Projektstand Vertreter*innen der Castrop-Rauxeler Stadtratsfraktionen im Rahmen einer Videositzung vorgestellt und anschließend Schwerpunkte bei den durch das Projektteam ausgearbeiteten Schlüsselmaßnahmen gesetzt.

.

2. Klimawandel in Castrop-Rauxel

2.1 DATENGRUNDLAGEN UND METHODIK

2.1.1 BEOBACHTETER KLIMAWANDEL

Die Beschreibung der klimatischen Entwicklung in Castrop-Rauxel basiert auf interpolierten Stationsdaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD; Kaspar et al. 2013). Die Daten weisen eine räumliche Auflösung von 1 x 1 km und eine zeitliche Auflösung von jährlichen Mittelwerten auf. Teilweise reichen die Beobachtungsdaten bis in das Jahr 1881 zurück (Jahresmitteltemperatur und Niederschlagssumme). Minimum- bzw. Maximumtemperaturen sind seit 1901 verfügbar und Daten zu thermischen Kennwerten sowie Starkniederschlägen seit 1951.

Anhand der Stadtgrenze Castrop-Rauxels wurden die entsprechenden Punkte aus dem regelmäßigen 1 x 1 km- Gitter extrahiert, räumlich aggregiert und zu repräsentativen Zeitreihen zusammengestellt. Diese jährlichen Zeitreihen wurden direkt ausgewertet. Zudem wurden daraus die Mittelwerte über 30-jährige Perioden gebildet, um Aussagen zur langfristigen klimatischen Entwicklung treffen zu können.

Die aus Stationsdaten erzeugten Gitterdaten weisen gewisse Unsicherheiten auf, die aus einer über die Zeit veränderten Stationsdichte und der Lage, der für die Interpolation verwendeten Stationen, resultieren können. Ferner hat sich die Messtechnik im betrachteten Zeithorizont weiterentwickelt, sodass bei älteren Zeitreihen höhere Messungenauigkeiten zu erwarten sind als bei Zeitreihen jüngeren Datums. Für die vorliegenden Auswertungen ist die Genauigkeit der Daten als vollkommen ausreichend anzusehen.

2.1.2 ERWARTETER KLIMAWANDEL

Die Analyse zukünftiger klimatischer Änderungen stützt sich auf Daten numerischer, regionaler Klimamodelle der EURO-CORDEX-Initiative. EURO-CORDEX ist der europäische Zweig der CORDEX-Initiative, die regionale Projektionen des Klimawandels für alle terrestrischen Gebiete der Erde im Rahmen des Zeitplanes des fünften IPCC[1] Assessment Reports (AR5) und darüber hinaus erstellt (Giorgi et al. 2009). EURO-CORDEX-Daten sind für die wissenschaftliche und kommerzielle Nutzung frei verfügbar und werden im Internet über mehrere Knoten der Earth System Grid Federation (ESGF) bereitgestellt[2].

Mit numerischen Klimamodellen kann das zukünftige Klima unter der Annahme verschiedener Emissionsszenarien simuliert und analysiert werden. Wie alle Modelle sind Klimamodelle Abbilder der Wirklichkeit und somit nicht „perfekt“. Die Ergebnisse von Klimamodellen beinhalten daher einen gewissen Anteil an Modellunsicherheit, der aus der Struktur des Modells, den verwendeten Techniken zur Modellierung der Atmosphärenphysik und der Parametrisierung bestimmter Prozesse resultiert. Aus diesem Grund ist es vorteilhaft, nicht nur die Simulationsergebnisse eines Modells, sondern mehrerer Modelle zu verwenden, ein sogenanntes Modellensemble.

Diesem Ansatz folgend, wurde für die Analyse der zukünftigen klimatischen Entwicklung von Castrop-Rauxel ein Modellensemble bestehend aus 39 Mitgliedern verwendet, d. h. Kombinationen aus globalen und regionalen Klimamodellen, die mit jeweils unterschiedlichen Klimaszenarien angetrieben werden (Tab. A 1 im Anhang). Da

[1] Intergovernmental Panel on Climate Change (“Weltklimarat”; IPCC 2014)

[2] Homepage: www.euro-cordex.net

EURO-CORDEX ein fortlaufendes Projekt ist und die Datenbanken mit den Modellergebnissen permanent aktualisiert werden, können bis zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Berichtes weitere Modellläufe für Europa hinzugekommen sein, die in der Auswertung nicht enthalten sind.

Die Mitglieder des Ensembles werden als gleichberechtigt angesehen und die Unterschiede in den Ergebnissen als Modellvariabilität betrachtet. Alle nachfolgenden Auswertungen wurden in enger Anlehnung an die Leitlinien zur Interpretation von Klimamodelldaten des Bund-Länder-Fachgesprächs „Interpretation regionaler Klimamodelldaten“ durchgeführt (Linke et al. 2016).

Räumliche und zeitliche Auflösung

Für die Auswertung wurden bis zum Jahr 2100 projizierte Daten mit einer zeitlichen Auflösung von einem Tag und einer räumlichen Auflösung von ca. 12,5 km (0,11 °) verwendet. Die Auswahl der entsprechenden Daten aus dem Gitter der Modellsimulationen, das Europa flächendeckend überspannt, erfolgte durch die Identifikation und Auswahl des dem Mittelpunkt von Castrop-Rauxel am nächsten gelegenen Gitterpunkts sowie der acht umliegenden Gitterpunkte. Die an diesen Gitterpunkten vorliegenden Zeitreihen der betrachteten meteorologischen Variablen wurden für jeden Zeitschritt (1 Tag) räumlich aggregiert, um auf diese Weise einheitliche, repräsentative Zeitreihen zu erhalten (vgl. DWD 2020a).

RCP-Szenarien

Hauptverantwortlich für den Anstieg der globalen Mitteltemperaturen sind anthropogen bedingte CO_2-Emissionen. Da heute noch nicht absehbar ist, wie sich die CO_2-Emissionen zukünftig entwickeln, werden diese in Klimamodellen in Form von Szenarien mit unterschiedlicher Entwicklung über die Zeit berücksichtigt, die bis zum Ende des Jahrhunderts einen bestimmten Strahlungsantrieb hervorrufen. Für Europa stehen aktuell drei verschiedene Klimaszenarien zur Verfügung: RCP 2.6, RCP 4.5 und RCP 8.5 (RCP = *Representative Concentration Pathways*). Die Zahl in der Bezeichnung der Szenarien benennt den mittleren Strahlungsantrieb in W/m^2, der in ihrem projizierten Verlauf zum Ende des 21. Jahrhunderts erreicht wird (Moss et al. 2010; Abb. 3):

- Das RCP-Szenario 2.6 beschreibt einen Anstieg des anthropogenen Strahlungsantriebes bis zum Jahr 2040 auf ca. 3 W/m^2. Zum Ende des Jahrhunderts sinkt dieser langsam auf 2,6 W/m^2 ab. Die globale Mitteltemperatur würde in diesem Szenario das 2 °C-Ziel nicht überschreiten, sodass RCP 2.6 auch als „Klimaschutzszenario“ bezeichnet wird.
- RCP 4.5 zeigt einen steilen Anstieg des anthropogenen Strahlungsantriebes bis etwa zur Mitte des 21. Jahrhunderts, der danach bis ca. 2075 nur noch geringfügig steigt und in der Folge stagniert.
- Das RCP-Szenario 8.5 weist den stärksten Anstieg des Strahlungsantriebes auf, der sich bis zum Ende des Jahrhunderts nicht abschwächt und eine Zunahme der globalen Mitteltemperatur um ca. 4,8 °C gegenüber dem Zeitraum 1985 – 2005 bewirken würde. Das RCP 8.5 wird auch als „Weiter wie bisher-Szenario" bezeichnet.

Die weltweiten CO_2-Emissionen verzeichnen seit den 1950er-Jahren einen permanenten Anstieg. Aktuell befinden wir uns, nach den Ergebnissen des Global Carbon Projektes, mit den globalen CO_2-Emissionen auf dem „Pfad“ des RCP-Szenarios 8.5 (Boden 2017, Peters et al. 2013). Selbst ein abrupter weltweiter Rückgang des CO_2-Ausstoßes würde, aufgrund der Trägheit des Klimasystems, in Kürze keine signifikante Änderung herbeiführen. Im vorliegenden Bericht sind aus diesem Grund vornehmlich Grafiken zu Klimaänderungen des RCP-Szenarios 8.5 platziert, die Auswertungen der RCP-Szenarien 2.6 und 4.5 finden sich jeweils im Anhang.

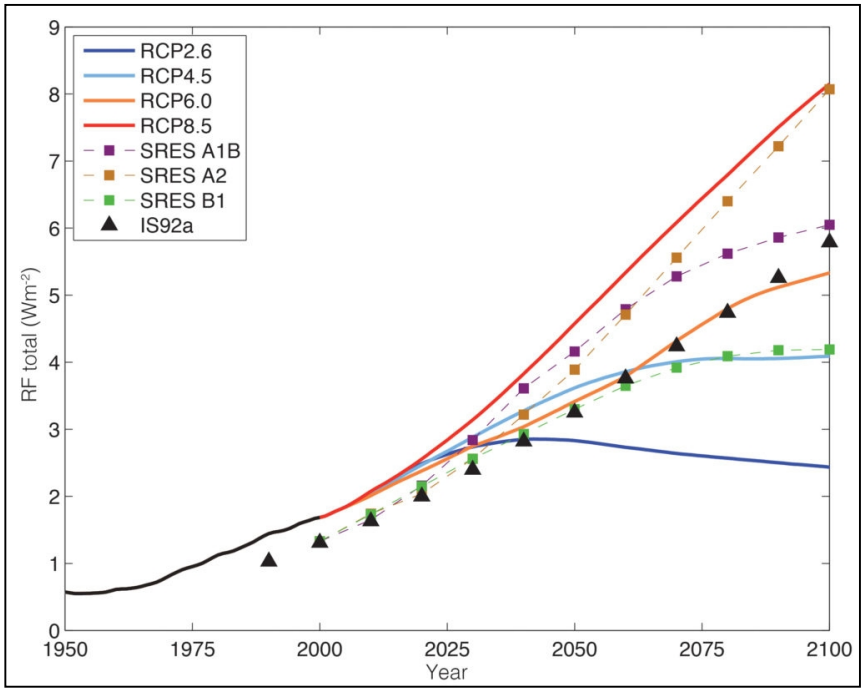


Abb. 3: Anthropogener Strahlungsantrieb der acht verschiedenen IPCC-Klimaszenarien (die schwarze Linie bis zum Jahr 2000 repräsentiert Messwerte; Cubasch et al. 2013)

Meteorologische Kenntage

Eine etablierte Methode zur Beschreibung von klimatischen Änderungen ist die Verwendung von Kenntagen. Dies sind z. B. die Anzahl von Sommertagen oder Tropennächten innerhalb eines zu benennenden Zeitraumes (oftmals jährlich). Die Bestimmung dieser Kenntage kann entweder anhand von Schwellenwerten wie bspw. $T_{max} \geq 25$ °C für Sommertage (schwellenwertbasiert) oder anhand von statistischen Maßen wie bspw. dem 95. Perzentil der statistischen Verteilung erfolgen (perzentilbasiert; siehe ReKliEs-De 2017). Für die Betrachtung des zukünftigen Klimawandels in Castrop-Rauxel wurden schwellenwertbasierte Kenntage verwendet.

Einige Modellläufe der regionalen Klimamodelle zeigen bei bestimmten meteorologischen Variablen teilweise systematische Abweichungen (Bias) von den realen Gegebenheiten. Es wird davon ausgegangen, dass der Wertebereich der Abweichungen für den Referenzzeitraum in etwa genauso groß ist wie für die Zukunftszeiträume. Bei einer ausschließlichen Betrachtung der Unterschiede zwischen Zukunft und Referenz haben die Abweichungen, also deren Differenz, daher keinen Einfluss auf die Aussage.

Bei der schwellenwertbasierten Berechnung von Kenntagen können die benannten systematischen Abweichungen jedoch zu einer Unter- bzw. Überschätzung der Schwellenwerte im Vergleich zu den beobachteten Werten führen. „Ist ein Modell z. B. im Mittel etwas zu warm, so werden in diesem Modell möglicherweise auch besonders viele warme und/oder besonders wenige kalte Kenntage identifiziert“ (ReKliEs-De 2017). Aus diesem Grund wurden für jede Modellsimulation die Schwellenwerte mit der Methode des Quantile-Mappings adjustiert (Piani et al. 2010, Themeßl et al. 2011). Für jeden Kenntag wurde dementsprechend aus den Beobachtungsdaten das jeweilige Perzentil der statistischen Verteilung berechnet und anhand dieses Perzentilwertes aus dem Referenzlauf jeder Modellsimulation der adjustierte Schwellenwert bestimmt (vgl. Abb. A 1 im Anhang). Die Auswertung der Regionalmodellsimulationen wurde dann mit den adjustierten Kenntagen durchgeführt, um systematische Verzerrungen der Ergebnisse weitgehend zu vermeiden.

Statistische Auswertung

Die Analyse des zukünftigen Klimawandels wurde mit zwei methodisch unterschiedlichen Herangehensweisen durchgeführt. Im ersten Ansatz wurden die Daten des Modellensembles zu zusammenhängenden Zeitreihen von 1971 – 2100 zusammengeführt und für jede betrachtete Variable untersucht, ob ein zeitlicher linearer Trend vorliegt und die Trendentwicklung statistisch signifikant ist. Die statistische Signifikanz wurde anhand des Trend-/Rauschverhältnisses ermittelt (vgl. Tab. A 2 im Anhang).

Für die Beschreibung des zukünftigen Klimawandels werden klimatische Beobachtungen einer sogenannten Referenzperiode benötigt. Diese sollte einen Zeitraum umfassen, in dem die klimatischen Auswirkungen der globalen Erwärmung noch nicht so stark in Erscheinung getreten sind. Die World Meteorological Organisation (WMO) empfiehlt die Verwendung der sogenannten 30-jährigen Klimanormalperiode von 1961 – 1990. Da jedoch bei einigen der verwendeten regionalen Klimamodelle der Zeitraum des Referenzlaufs erst 1971 beginnt, wurde hier der Zeitraum von 1971 – 2000 als Referenzperiode festgelegt. Dieser ist im Verhältnis zu den betrachteten Zukunftszeiträumen noch ausreichend wenig vom Klimawandel beeinflusst, sodass eine vergleichende Betrachtung die wesentlichen klimatischen Veränderungen aufzeigt.

Das Klima eines Raumes wird repräsentiert durch den mittleren Zustand der Atmosphäre über einen Zeitraum von mindestens 30 Jahren, deshalb wurden im zweiten Ansatz für jede Variable zeitliche Mittelwerte über folgende Zeiträume berechnet:

- Referenzperiode: 1971 – 2000
- 1. Zukunftsperiode: 2021 – 2050 (nahe Zukunft)
- 2. Zukunftsperiode: 2041 – 2070 (mittelfristige Zukunft)
- 3. Zukunftsperiode: 2071 – 2100 (ferne Zukunft)

Von den einzelnen Variablen-Mittelwerten der jeweiligen Zukunftsperiode wurden die zugehörigen Mittelwerte der Referenzperiode subtrahiert und somit die langjährigen mittleren Änderungen für jede Variable berechnet. Die statistische Signifikanz der Änderungen wurde nach einem vom Bund-Länder-Fachgespräch zur „Interpretation von Modelldaten“ vorgeschlagenen statistischen Testschema ermittelt (vgl. Linke et al. 2016). Das Signifikanzniveau wurde einheitlich auf 95 % festgelegt. Dabei ist unbedingt zu beachten, dass die Referenzläufe mit den Beobachtungsdaten des gleichen Zeitraumes nur in ihren klimatisch relevanten, statistischen Eigenschaften übereinstimmen. Sie sind auf kleineren Zeitskalen (Jahre, Monate, Tage) nicht exakt miteinander vergleichbar.

Die nachfolgenden Ausführungen enthalten eine Vielzahl von Grafiken in Form sogenannter Box-Whisker Plots. Diese haben den Vorteil, dass die Kennwerte statistischer Verteilungen schnell erfassbar und vergleichbar sind (siehe Abb. 4).

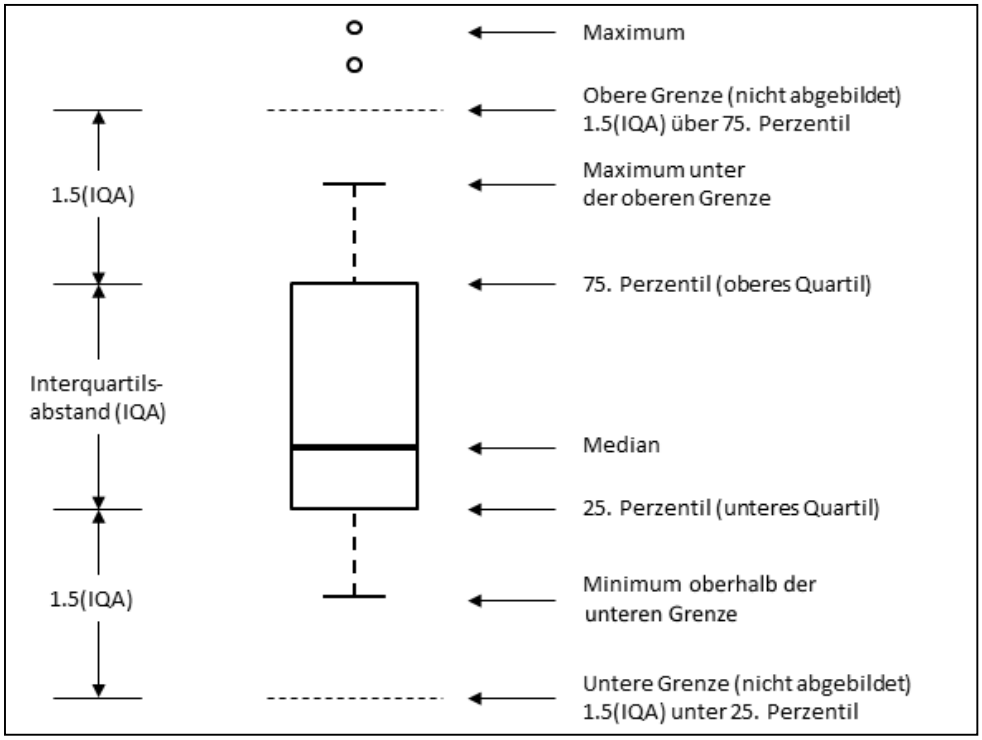


Abb. 4: Konventionen und Bedeutung der grafischen Darstellung eines Box-Whisker Plots

2.2 BEOBACHTETER KLIMAWANDEL

Nordrhein-Westfalen liegt in einem überwiegend maritim geprägten Bereich mit allgemein kühleren Sommern und milderen Wintern und zählt damit zum warm-gemäßigten Regenklima (Cf-Klima nach Köppen; Klimaatlas NRW 2020). Unter kontinentalem Einfluss kann es im Sommer zu höheren Temperaturen und trockenen Phasen, im Winter zu Kälteperioden kommen. Castrop-Rauxel ist der naturräumlichen Haupteinheit der "Westfälischen Tieflandbucht“ zuzuordnen. Im nördlichen Teil wird das Stadtgebiet durch die Lage im Emschertal geprägt (der niedrigste Punkt liegt auf 50 m über NN). Richtung Süden schließt sich der durch Bachtäler stark gegliederte Höhenzug „Castroper Höhen“ an (höchster Punkt auf 147 m NN). Durch diese Abstufung in der Geländestruktur wird das Regionalklima zusätzlich von der Geländestruktur bestimmt (Stadt Castrop-Rauxel 2012).

Das warm-gemäßigte Klima in Castrop-Rauxel spiegelt sich in einer Jahresmitteltemperatur von 10,1 °C in der Referenzperiode 1971 – 2000 wider. Beim Blick in die Vergangenheit wird deutlich, dass in Castrop-Rauxel – dem nationalen und globalen Trend folgend – bereits eine deutliche Erwärmung stattgefunden hat. So ist die Temperatur seit Beginn der meteorologischen Aufzeichnungen um 1,5 °C gestiegen (Mittelwert 1990 – 2019 im Vergleich zu 1881 – 2010). Zudem sind die fünf wärmsten Jahre seit 1881 allesamt in den letzten drei Dekaden aufgetreten (Abb. 5).

Die beobachtete Erwärmung geht mit einer deutlichen Veränderung der Anzahl meteorologischer Kenntage einher. So ist die Anzahl an Sommertagen in Castrop-Rauxel um 13 Tage auf durchschnittlich 41 Tage pro Jahr im Vergleich der Perioden 1961 – 1990 zu 1990 – 2019 gestiegen und hat sich die Auftrittshäufigkeit der, als besonders belastend geltenden, Heißen Tage sogar verdoppelt (Tab. 1). Eine entgegengesetzte Entwicklung zeigen Frost- bzw. Eistage, deren Anzahl im selben Zeitraum um 3 bzw. 5 Tage pro Jahr zurückgegangen ist. Tropennächte treten gegenwärtig relativ selten auf, sodass die beobachteten Änderungen statistisch nicht ausreichend belastbar sind.

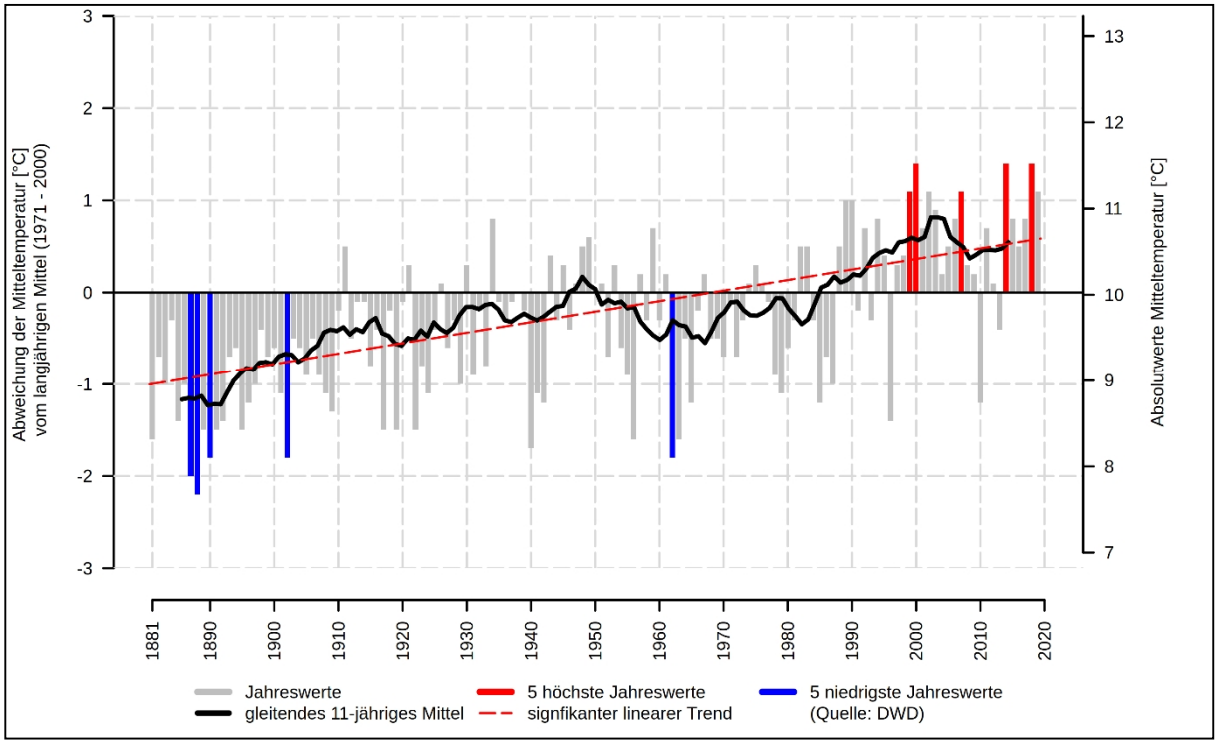


Abb. 5: Entwicklung der Mitteltemperatur in Castrop-Rauxel im Zeitraum 1881 bis 2019 (eigene Berechnung nach DWD 2020b)

Tab. 1: Langjährige mittlere Entwicklung der Temperaturen, des Niederschlags sowie von meteorologischen Kenntagen in Castrop-Rauxel (nach DWD 2020c bzw. für die Tropennächte DWD-Station Essen-Bredeney (DWD 2020b)).

	1961-1990	1971-2000	1990-2019
tägliches Maximum der Lufttemperatur [°C]	13,7	14,1	14,9
Mittelwert der Lufttemperatur [°C]	9,8	10,1	10,6
tägliches Minimum der Lufttemperatur [°C]	6,0	6,3	6,4
Sommertage ($T_{max} \geq 25$ °C) [n/Jahr]	28	32	41
Heiße Tage ($T_{max} \geq 30$ °C) [n/Jahr]	5	6	10
Tropennächte ($T_{min} \geq 20$ °C) [n/Jahr]	1,2	1,7	1,7
Frosttage ($T_{min} < 0$ °C) [n/Jahr]	57	51	54
Eistage ($T_{max} < 0$ °C) [n/Jahr]	12	9	7
Jahresniederschlag [mm/Jahr]	815	809	819
Tage mit Niederschlag > 10 mm [n/Jahr]	21	21	22
Tage mit Niederschlag > 20 mm [n/Jahr]	4	4	5
Tage mit Niederschlag > 30 mm [n/Jahr]	1	1	1

In Bezug auf den Niederschlag sind in der Vergangenheit geringfügige Auswirkungen durch den Klimawandel festzustellen. Zwar zeigt sich ein Trend steigender Jahresniederschläge seit Beginn der systematischen Messungen Ende des 19. Jahrhunderts (Abb. A 2 im Anhang), über die letzten ca. 60 Jahre sind jedoch keine relevanten Veränderungen auszumachen und die mittlere jährliche Niederschlagsmenge schwankte um 815 mm (Tab. 1).

Mit der zunehmenden Erwärmung steigt das Potenzial für Starkniederschläge, die statistisch schwer zu erfassen sind, da sie eine hohe räumliche und zeitliche Variabilität besitzen und oftmals nur lokal auftreten. Eine flächendeckende Erfassung solcher Ereignisse mittels Radar ist erst seit Beginn des 21. Jahrhunderts möglich (siehe *www.dwd.de/DE/leistungen/radolan/radolan.html*). Diese Zeitreihen sind jedoch noch zu kurz, um gesicherte klimatische Aussagen treffen zu können. Längere Zeitreihen liegen für Tageswerte des Niederschlags vor. Dabei können nur Häufigkeiten von Niederschlägen über einem bestimmten Schwellenwert ausgewertet werden (bspw. Tage > 10 mm Niederschlag), eine Kombination mit der Dauer des zugehörigen Ereignisses ist nicht möglich.

Seit Mitte des 20. Jahrhunderts sind in Castrop-Rauxel keine signifikanten Änderungen an Tagesniederschlägen von mehr als 10, 20 bzw. 30 mm zu erkennen (Tab. 1). Für die Anzahl an Tagen mit Niederschlägen > 30 mm deutet sich eine leicht zunehmende Häufigkeit an (vgl. Abb. 6), die aufgrund ihrer Seltenheit jedoch statistisch nicht abschließend belegt werden kann. Das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW führt derzeit im Projekt ExUS 2020 landesweit weitere Analysen durch, die nach Projektabschluss zukünftig in die Planungen einbezogen werden sollten (LANUV 2020).

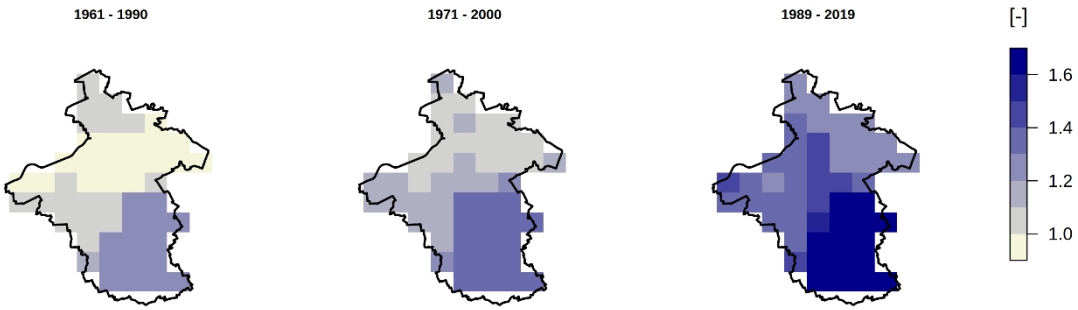


Abb. 6: Langjährige Entwicklung der jährl. Anzahl an Tagen mit > 30 mm Niederschlag in Castrop-Rauxel (nach DWD 2020c)

2.3 ERWARTETER KLIMAWANDEL

2.3.1 TEMPERATURZUNAHME & HITZE

Alle drei RCP-Szenarien projizieren ein deutliches Ansteigen der Jahresmitteltemperatur in Castrop-Rauxel bis zum Jahr 2100. Dies gilt nicht nur für den in Abb. 7 gezeigten Median des Modellensembles, vielmehr weisen sämtliche Modellkombinationen des Ensembles einen Anstieg der jährlichen Mitteltemperaturen auf, sodass der Trend als äußerst robust einzuschätzen ist. Noch stärker als die Mitteltemperaturen steigen die Maximum- und insbesondere Minimumtemperaturen[3] (Tab. 2).

Der Temperaturanstieg fällt im RCP-Szenario 8.5 am stärksten aus. Dabei tritt in allen drei Zukunftsperioden eine deutliche Zunahme auf, wobei die stärksten Zunahmen am Ende des Jahrhunderts zu verzeichnen sind. Im RCP-Szenario 2.6 wird ein moderater Temperaturanstieg und ungefähr ab Mitte des Jahrhunderts eine

[3] Minimum- bzw. Maximumtemperaturen beschreiben entweder den jährlichen oder 30-jährigen Mittelwert der täglichen Tiefst- bzw. Höchsttemperatur.

Stagnation erwartet, da sich dann die positiven Auswirkungen der im RCP 2.6 angenommenen globalen Klimaschutzmaßnahmen bemerkbar machen.

Zum Ende des Jahrhunderts nimmt die Unsicherheit und damit auch Variabilität der erwarteten Temperaturänderung zu, was durch den Möglichkeitsbereich abgebildet wird (kleinster bis größter Wert in den Modellergebnissen). Der Erwartungsbereich zeigt die Bandbreite zwischen dem 15. und 85. Perzentil des Modellensembles. Ferner sei darauf hingewiesen, dass der in Abb. 7 abgebildete, bereits vergangene Zeitraum ab 1971 durch Modelldaten und nicht durch Beobachtungsdaten repräsentiert wird (dies gilt für alle Diagramme mit Zeitreihen von Modelldaten in diesem Kapitel).

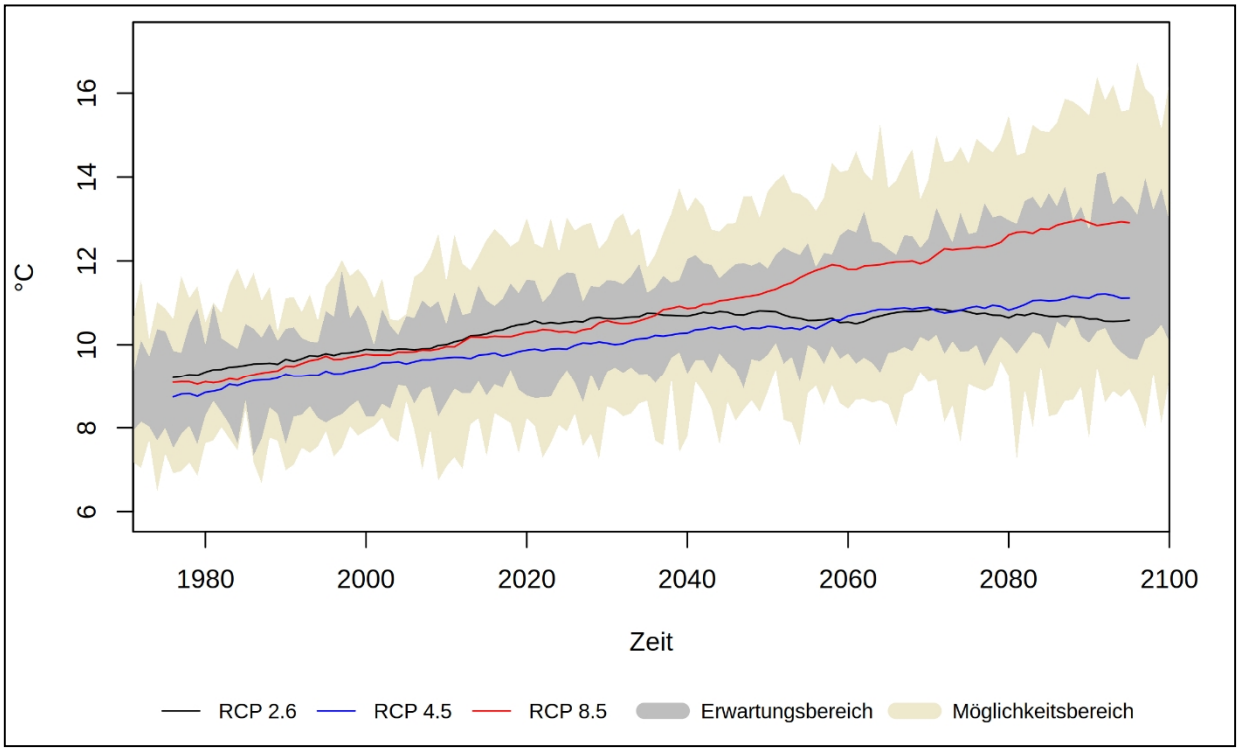


Abb. 7: Zeitlicher Trend der jährlichen Mitteltemperaturen in Castrop-Rauxel (alle RCP-Szenarien)

Im Jahresgang ist ein Temperaturanstieg in allen Monaten erkennbar, jedoch treten im Sommer und Winter größere Temperaturänderungen auf als im Frühjahr und Herbst (Abb. 8). Dieses Muster zeigen alle drei RCP-Szenarien (vgl. Abb. A 3 im Anhang), wobei die Zunahmen im RCP 8.5 am höchsten ausfallen und sich generell zum Ende des Jahrhunderts verstärken (rote Boxen in Abb. 8).

Tab. 2: Langjährige Änderung der Temperatur in Castrop-R. (P 15 = 15. Perzentil, P 50 = Median, P 85 = 85. Perzentil).

Variable	Szenario	Änderung im Zeitraum gegenüber 1971 – 2000								
		2021 – 2050			2041 – 2070			2071 – 2100		
		P 15	P 50	P 85	P 15	P 50	P 85	P 15	P 50	P 85
Jahresmittel-temperatur [°C]	RCP 2.6	0,8	1,1	1,4	0,9	1,2	1,5	0,9	1,1	1,5
	RCP 4.5	0,7	1,1	1,5	0,9	1,6	2,2	1,4	2	2,6

	RCP 8.5	0,9	1,4	1,8	1,6	2,2	2,8	2,7	3,6	4,6
Mittleres Tagesminimum der Temperatur [°C]	RCP 2.6	1,4	2,3	3,3	1,5	2,4	3,4	2	3	4
	RCP 4.5	1,6	3	3,9	2,4	4,3	5,8	3,5	4,3	6
	RCP 8.5	1,5	3	3,9	2,8	4,9	6,3	5,7	7,4	8,3
Mittleres Tagesmaximum der Temperatur [°C]	RCP 2.6	1	1,9	3,1	0,8	1,8	3,2	0,8	2	2,9
	RCP 4.5	0,8	1,2	2,2	1	2	2,9	1,7	2,5	3,8
	RCP 8.5	0,9	1,9	2,7	2,4	2,9	4,4	3,7	5,5	7,7

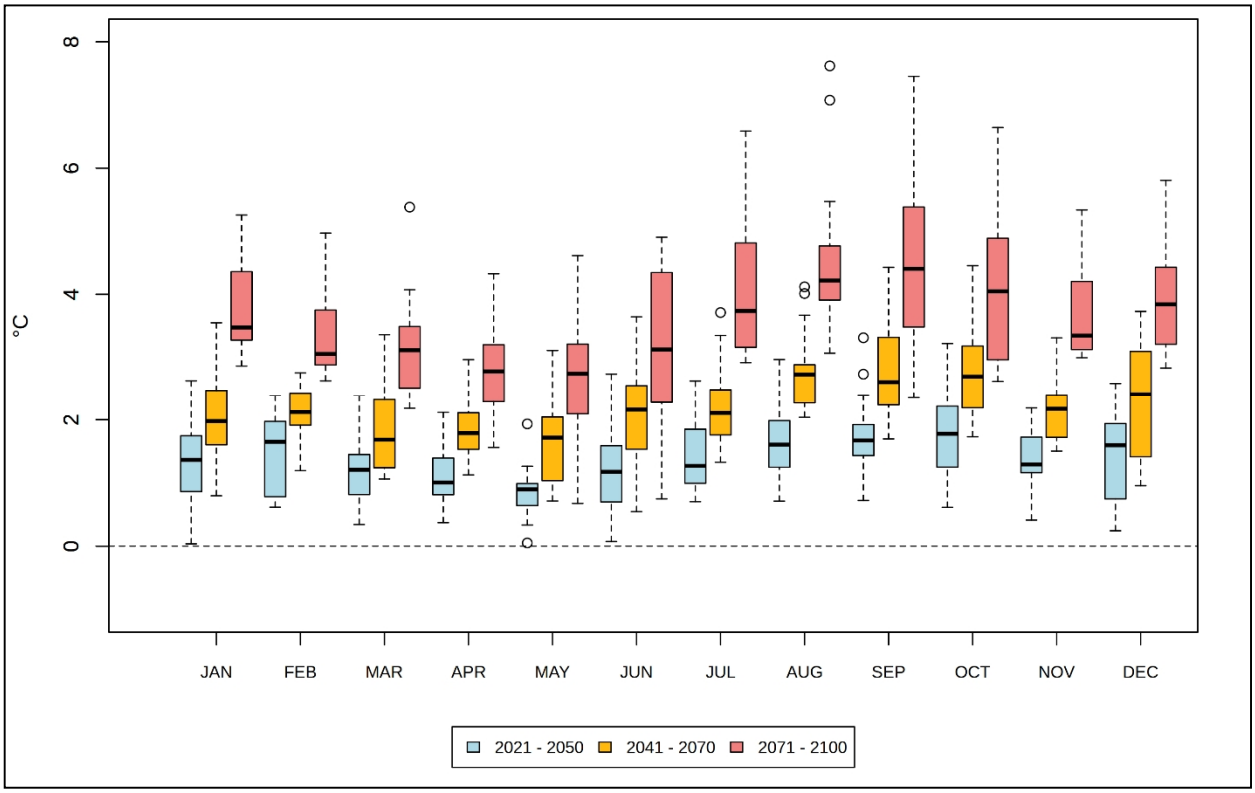


Abb. 8: Änderung der langjährigen monatlichen Mitteltemperaturen in Castrop-Rauxel (RCP 8.5)

Der projizierte Temperaturanstieg steht in direktem Zusammenhang mit der Entwicklung thermischer Kenntage, die eine anschaulichere Sicht auf klimatische Änderungen zulassen. So nimmt die durchschnittliche jährliche Anzahl an Sommertagen und Heißen Tagen zukünftig deutlich zu (

Tab. 3). Bspw. ist im RCP 8.5 zum Ende des Jahrhunderts hin im Mittel mit 19 Heißen Tagen pro Jahr zu rechnen, während diese in der Referenzperiode nur 6-mal jährlich auftraten (1971 – 2000).

Tropennächte treten in Castrop-Rauxel derzeit eher selten auf (im Mittel knapp 2 Tropennächte pro Jahr). In der nahen Zukunft (2021 – 2050) wird eine Spanne von weiterhin 2 bis maximal 8 Tropennächte pro Jahr erwartet, wobei die statistische Signifikanz aufgrund des seltenen Auftretens eingeschränkt ist. In der zweiten Hälfte des Jahrhunderts wird die Entwicklung vom zugrunde gelegten Szenario beeinflusst. Während die Häufigkeit von Tropennächten im RCP 2.6 nur minimal steigt, prognostiziert das RCP 8.5 eine merkliche Zunahme. Demnach wären in der 3. Zukunftsperiode 3 bis 24 Tropennächte pro Jahr in Castrop-Rauxel möglich (

Tab. 3). Zusätzlich ist zu berücksichtigen, dass die Klimamodelle den Wärmeinseleffekt nicht erfassen, d. h. in innerstädtischen Bereichen eine höhere Anzahl an Tropennächten anzunehmen ist.

Die Zunahme der Heißen Tage lässt auf eine künftig steigende Häufigkeit von Hitzeperioden und Hitzewellen schließen. Für Hitzeperioden gibt es keine eindeutige Definition. Es handelt sich dabei im Wesentlichen um einen Zeitraum mit länger anhaltenden ungewöhnlich hohen Temperaturen. Wird eine Tageshöchsttemperatur von 30 °C verwendet und die Länge aufeinanderfolgender Tage betrachtet, die diesen Schwellenwert mindestens erreichen, zeigt die Mehrzahl der Modelle einen Trend länger andauernder Hitzeperioden in Castrop-Rauxel (Abb. A 4 im Anhang).

Tab. 3: Langjährige Änderung der thermischen Kenntage in Castrop-Rauxel (P 15 = 15. Perzentil, P 50 = Median, P 85 = 85. Perzentil).

Kenntag	Szenario	Änderung im Zeitraum gegenüber 1971 – 2000								
		2021 – 2050			2041 – 2070			2071 – 2100		
		P 15	P 50	P 85	P 15	P 50	P 85	P 15	P 50	P 85
Sommertage (T_{max} ≥ 25 °C) [n/Jahr]	RCP 2.6	6	10	16	5	10	18	7	9	17
	RCP 4.5	5	7	11	7	11	18	10	14	16
	RCP 8.5	6	8	19	14	18	36	22	33	64
Heiße Tage (T_{max} ≥ 30 °C) [n/Jahr]	RCP 2.6	2	4	7	1	4	8	2	5	8
	RCP 4.5	2	3	5	3	5	7	3	5	9
	RCP 8.5	2	4	12	4	8	17	9	13	40
Tropennächte (T_{min} ≥ 20 °C) [n/Jahr]	RCP 2.6	0	0	1	0	0	1	0	1	2
	RCP 4.5	0	0	2	0	1	3	0	2	4
	RCP 8.5	0	1	6	0	3	9	1	7	22
Frosttage (T_{min} < 0 °C) [n/Jahr]	RCP 2.6	-23	-14	-13	-25	-17	-11	-24	-17	-12
	RCP 4.5	-26	-20	-12	-33	-26	-12	-40	-34	-18
	RCP 8.5	-28	-24	-15	-38	-35	-26	-59	-50	-34
Eistage (T_{max} < 0 °C) [n/Jahr]	RCP 2.6	-6	-5	-3	-5	-4	-4	-6	-6	-4
	RCP 4.5	-8	-5	-2	-11	-7	-2	-10	-7	-6
	RCP 8.5	-8	-6	-2	-10	-7	-4	-13	-10	-8

Neben den auf die hohen Temperaturen abzielenden Kenntagen führt die eingangs beschriebene, deutliche Zunahme der Minimumtemperaturen zu einer Abnahme an Frost- und Eistagen. In Castrop-Rauxel werden im langjährigen Mittel 51 Frosttage bzw. 9 Eistage pro Jahr beobachtet (Referenzperiode 1971 – 2000). Selbst unter der Annahme des „Klimaschutz"-Szenarios RCP 2.6 würden zum Ende des Jahrhunderts im Mittel jährlich nur noch 34 Frosttage bzw. 3 Eistage auftreten.

Dieser Trend lässt ein häufigeres Auftreten milderer Winter erwarten, die eine geringere Zahl an Tagen mit Frost- und Tauwechseln und eine verlängerte Vegetationsperiode nach sich ziehen.

2.3.2 NIEDERSCHLAGSVERSCHIEBUNG & TROCKENHEIT

2.3.2.1 NIEDERSCHLAGSVERSCHIEBUNG

In Bezug auf die Jahresniederschlagssumme sind in Castrop-Rauxel keine eindeutigen Auswirkungen durch den Klimawandel auszumachen. Wird der Median aller Modellrechnungen herangezogen, zeigen die RCP-Szenarien 4.5 und 8.5 leicht steigende Jahresniederschläge über das 21. Jahrhundert, während infolge des RCP 2.6 langfristig keine relevanten Änderungen zu erwarten sind (Tab. 4, auch Abb. A 5 im Anhang). Mit Blick auf den Erwartungsbereich[4] zeigt sich eine gewisse Variabilität zwischen den Modellen, die teilweise leichte Abnahmen voraussagen, in der Mehrzahl jedoch auf relativ geringe Auswirkungen schließen lassen – bis auf wenige Ausnahmen weicht der zukünftige mittlere Jahresniederschlag um weniger als 10 % von den derzeitigen Verhältnissen ab. Insgesamt kann für Castrop-Rauxel eine Tendenz zukünftig leicht steigender Jahresniederschläge abgeleitet werden, die aufgrund der relativ geringen Änderungen jedoch keine statistische Signifikanz aufweist.

Neben den Niederschlagssummen ist der Zeitpunkt, wann es (wieviel) regnet entscheidend u. a. für die Vegetation und den Bodenwasserhaushalt. Der Blick auf den Jahresgang offenbart saisonale Unterschiede in der zukünftigen Entwicklung des Niederschlags. In allen RCP-Szenarien ist eine Tendenz geringerer Niederschläge im Sommer und leicht höherer Werte in den übrigen Monaten zu erkennen. Am stärksten treten diese Effekte bei langfristiger Betrachtung bis Ende des Jahrhunderts und im RCP-Szenario 8.5 auf, das gerade für den Juli und August deutlich geringere Niederschlagssummen projiziert (Abb. 9). Die RCP-Szenarien 2.6 und RCP 4.5 weisen, wenn auch in geringerer Ausprägung, dieselben Änderungsmuster auf (Abb. A 6 im Anhang). Die in den Abbildungen wahrnehmbare Niederschlagsverschiebung mit Abnahmen im Sommer und Zunahmen vornehmlich im Winter beinhaltet statistische Unsicherheiten, sollte jedoch als auffallende Tendenz mindestens Erwähnung finden.

Tab. 4: Langjährige Änderung der mittleren Niederschläge in Castrop-Rauxel (P 15 = 15. Perzentil, P 50 = Median, P 85 = 85. Perzentil).

Variable	Szenario	Änderung im Zeitraum gegenüber 1971 – 2000								
		2021 – 2050			2041 – 2070			2071 – 2100		
		P 15	P 50	P 85	P 15	P 50	P 85	P 15	P 50	P 85
Jahresniederschlag [mm/Jahr]	RCP 2.6	-44	29	55	-65	6	35	-34	7	21
	RCP 4.5	6	34	81	-5	35	89	6	31	80
	RCP 8.5	4	39	71	2	35	73	-2	59	138

[4] In der Bandbreite vom 15. bis 85. Perzentil liegende Modellergebnisse

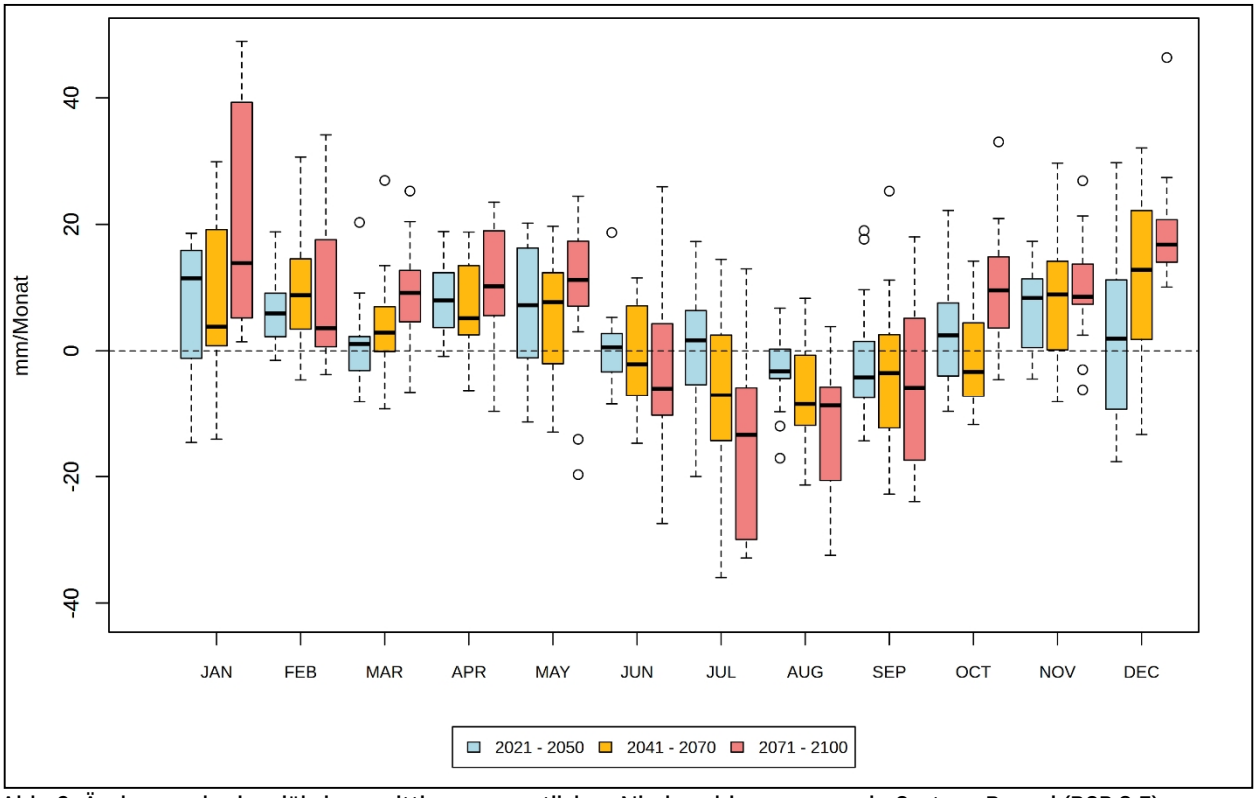


Abb. 9: Änderung der langjährigen mittleren monatlichen Niederschlagssummen in Castrop-Rauxel (RCP 8.5)

2.3.2.2 TROCKENHEIT

Begriffe wie Trockenheit oder Dürre sind nicht eindeutig definiert und die Bewertung dieser Ereignisse hängt oftmals von der jeweiligen fachlichen oder individuellen Sichtweise ab. Im allgemeinen Verständnis sind Trockenheit und Dürre durch einen Mangel an Wasser oder Feuchtigkeit gekennzeichnet, der aus einem Niederschlagsdefizit resultiert und über einen längeren Zeitraum zu Wasserknappheit führen kann. Ein Indikator für Trockenheit ist die klimatische Wasserbilanz als Differenz von Niederschlag (Wasserdargebot) zu potenzieller Verdunstung (Wasserverlust).

In der Jahressumme sind keine relevanten Änderungen der klimatischen Wasserbilanz in Castrop-Rauxel feststellbar. Die erwarteten monatlichen Änderungen weisen allerdings entscheidende jahreszeitliche Differenzen auf. Während die Winter- und Frühjahrsmonate überwiegend (leicht) positive Änderungen der klimatischen Wasserbilanz zeigen, sind im RCP 8.5 in den Monaten Juni bis September Abnahmen erkennbar (Abb. 10). Diese saisonale Verschiebung der klimatischen Wasserbilanz gilt für alle drei Zukunftsperioden, wobei die Effekte am deutlichsten zum Ende des Jahrhunderts auftreten. In der 1. Zukunftsperiode fallen die Änderungen in den Sommermonaten noch gering aus, doch kann diese Tendenz die zukünftige Situation gerade in heute bereits von Wasserknappheit betroffenen Gebieten verschärfen. Genau wie beim Niederschlag zeigt die Entwicklung in den RCP-Szenarien 2.6 und 4.5 vergleichbare Muster (Abb. A 7 im Anhang), doch muss berücksichtigt werden, dass die genannten Ergebnisse wiederum mit Unsicherheiten behaftet sind, da die Variabilität des Niederschlags mitentscheidend für die klimatische Wasserbilanz wirkt.

Die abnehmende klimatische Wasserbilanz im Sommer lässt häufigere bzw. länger anhaltende Trockenperioden vermuten, jedoch sind die in den Modellen projizierten Änderungen zu gering, um valide Aussagen treffen zu können (vgl. exemplarisch die Häufigkeit extremer Trockenperioden in Abb. A 8 im Anhang).

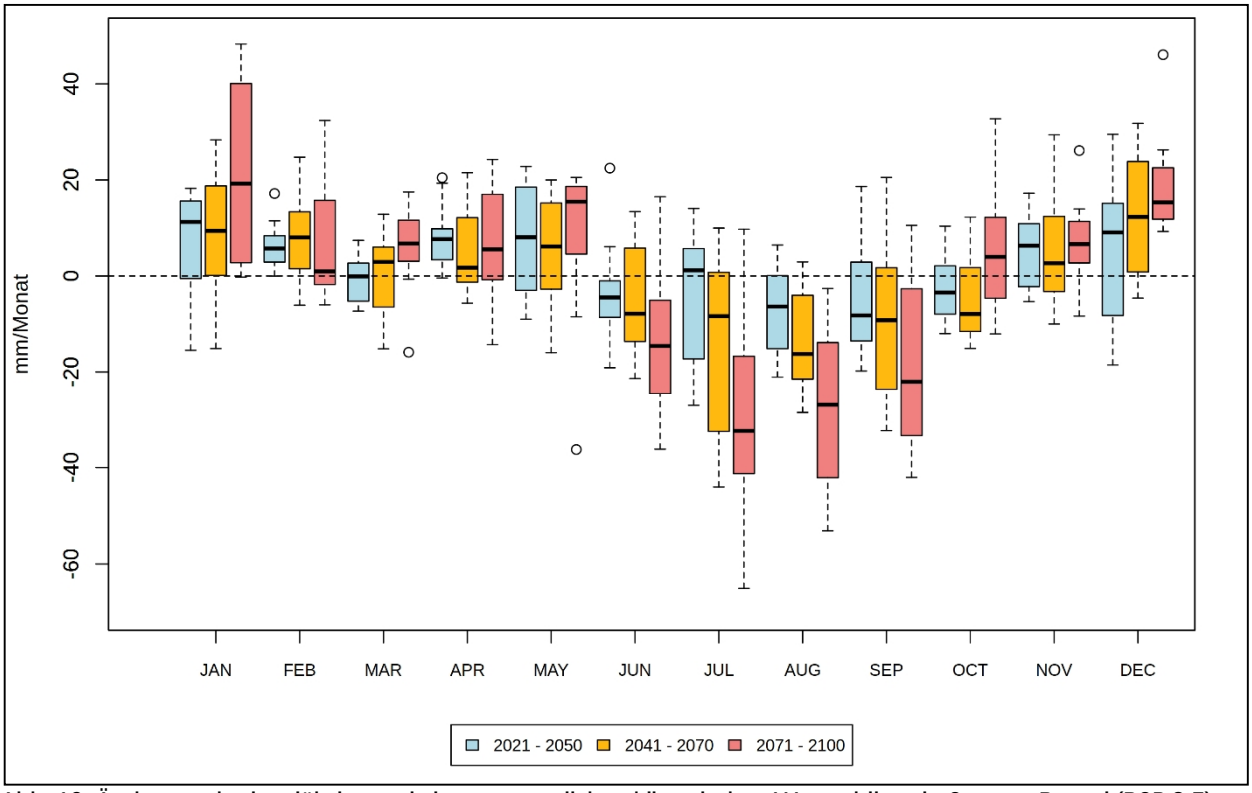


Abb. 10: Änderung der langjährigen mittleren monatlichen klimatischen Wasserbilanz in Castrop-Rauxel (RCP 8.5)

2.3.3 STARKNIEDERSCHLAG

Mehr noch als die mittleren Niederschlagssummen ist besonders für Städte und Gemeinden die Veränderung der Häufigkeit und Intensität von Starkniederschlägen relevant. Verschiedene Ereignisse in jüngster Vergangenheit haben gezeigt, dass diese ein erhebliches Schadens- und Gefahrenpotenzial besitzen.

Als Starkniederschläge (synonym: Starkregen) werden Niederschläge bezeichnet, die eine hohe Intensität, d. h. eine im Verhältnis zu ihrer Dauer große Niederschlagssumme aufweisen. Starkregenereignisse können dabei je nach Definition sowohl Niederschläge kurzer Dauer als auch mehrerer Stunden (oder über Tage) anhaltende Niederschläge sein (Rauthe et al. 2014). Neben der Dauer eines solchen Ereignisses ist die Größe der betroffenen Fläche wesentlich.

Der DWD warnt vor Starkregen in zwei Stufen, wenn folgende Schwellenwerte voraussichtlich überschritten werden: Regenmenge ≥ 10 mm/1 h bzw. ≥ 20 mm/6 h (Markante Wetterwarnung) oder Regenmenge ≥ 25 mm/1 h bzw. ≥ 35 mm/6 h (Unwetterwarnung; DWD 2020d). In der Klimaforschung wird meist die Tagesniederschlagssumme betrachtet. Dabei werden Schwellenwerte festgelegt (z. B. N ≥ 20 mm/d), deren Überschreitung als Starkniederschlag verstanden werden kann. Diese sind jedoch nicht einheitlich definiert, sodass verschiedene Ansätze zu deren Bestimmung existieren. In diesem Bericht werden daher folgende Schwellenwerte der täglichen Niederschlagssumme zur Identifizierung von Starkregenereignissen festgelegt:

- Starker Niederschlag: N ≥ 10 mm/d
- Stärkerer Niederschlag: N ≥ 20 mm/d
- Starkniederschlag: N ≥ 30 mm/d

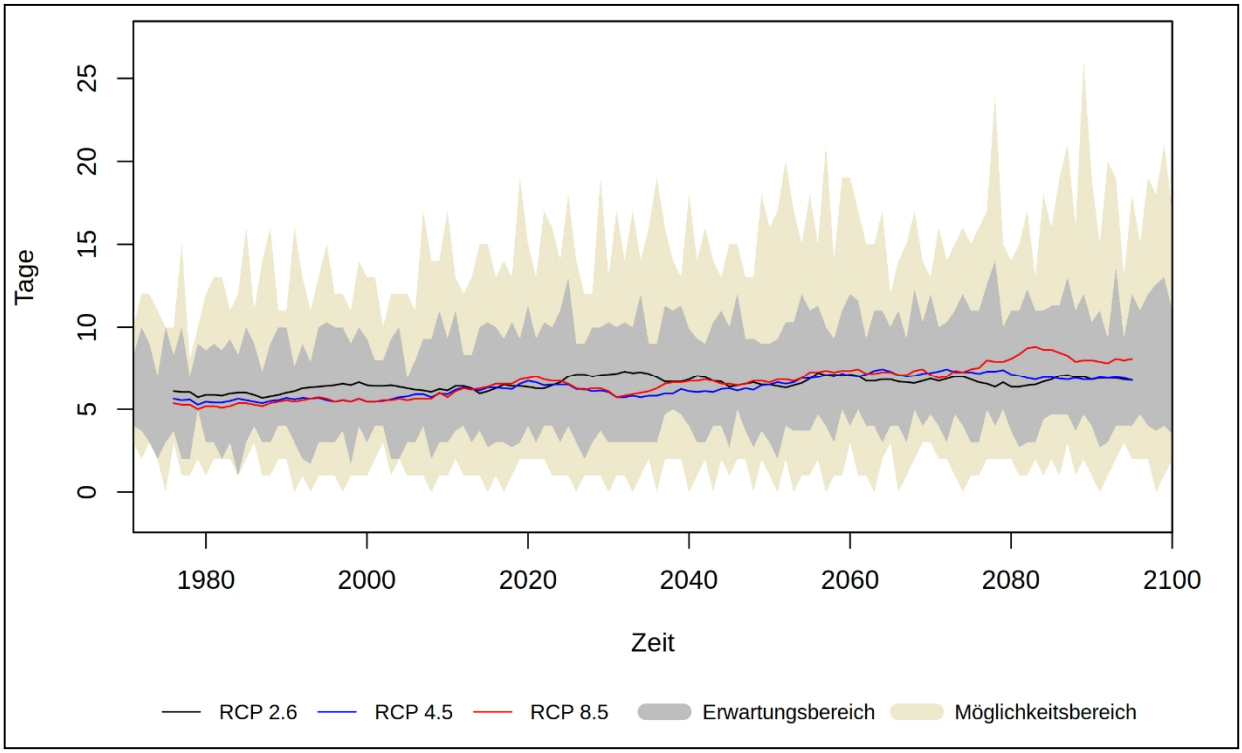


Abb. 11: Zeitlicher Trend der Anzahl an Tagen pro Jahr mit stärkerem Niederschlag (N ≥ 20 mm/d) in Castrop-Rauxel (alle Szenarien)

Sollten in der Zukunft zeitlich und räumlich höher aufgelöste regionale Klimamodelle vorliegen, die auch konvektive Starkregen kürzerer Dauerstufen abbilden, sind diese in den Planungen zu berücksichtigen. Diese Modelle und die Nutzung der Ergebnisse sind Gegenstand aktueller Forschung (u. a. Projekt ISAP in der Region Stuttgart; VRS 2020).

Starkregenereignisse treten definitionsgemäß eher selten auf, so dass auch die mittleren jährlichen Änderungen der Häufigkeit solcher Ereignisse äußerst gering ausfallen und statistische Auswertungen derzeit nur bedingt möglich sind. Dies wird bspw. bei der langjährigen Entwicklung der Auftrittshäufigkeit stärkerer Niederschläge (N ≥ 20 mm/d) deutlich, die keinen eindeutigen Trend zulässt (Abb. 11).

Aufgrund des enormen Schadenspotenzials dürfen jedoch (in absolute Zahlen) geringe Änderungen nicht außer Acht gelassen werden. So projizieren die aktuellen regionalen Klimamodelle für die Ereignisse N ≥ 10 mm/d und N ≥ 20 mm/d überwiegend steigende Häufigkeiten, wobei die Zunahmen zum Ende des Jahrhunderts hin am größten sind (

Tab. 5). Bei diesen Zahlen sind die genannten Unsicherheiten zu beachten, doch zumindest im RCP-Szenario 8.5 liefert knapp die Hälfte der Modelle signifikante Zunahmen.

Starkniederschläge ≥ 30 mm/d treten momentan sehr selten auf (im Mittel ein Ereignis pro Jahr) und haben eine hohe räumliche und zeitliche Variabilität, sodass valide Prognosen derzeit kaum möglich sind. Gerade langfristig und unter Annahme des RCP-Szenarios 8.5 wird jedoch im Mittel mit einem zusätzlichen Starkniederschlagsereignis pro Jahr gerechnet (Abb. 12).

Die Zunahme von Tagen mit mindestens starkem Niederschlag ist verbunden mit einer Abnahme von Tagen mit Niederschlägen < 10 mm/d. Angesichts kaum veränderter oder gar zunehmender Jahresniederschlagssummen bedeutet dies, dass die Häufigkeit von Tagen mit Niederschlag im Mittel abnimmt, die Niederschlagsintensität jedoch zunimmt. Mit einfachen Worten: Es regnet

weniger, aber wenn, dann stärker als im Referenzzeitraum.

Die genannten Unsicherheiten und derzeitigen Modelleinschränkungen bezüglich der von den Regionalmodellen abgebildeten (insb. extremen) Niederschläge ist bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen. Auf der anderen Seite muss erwähnt werden, dass Starkregenereignisse oftmals kleinräumig auftreten und somit von den, obgleich relativ hoch aufgelösten, Regionalklimamodellen nicht erfasst und potenziell unterschätzt werden (DWD 2020a). Eine wärmere Atmosphäre kann zudem mehr Wasserdampf aufnehmen, was dazu führt, dass auch mehr Wasser für Niederschlagsereignisse zur Verfügung steht (vgl. ZAMG 2020). Somit erhöht sich die Wahrscheinlichkeit der Zunahme starker Niederschlagsereignisse angesichts steigender Temperaturen. In Ansätzen deutet sich dieser Effekt in den bisherigen Ergebnissen an, die insb. langfristig und im RCP-Szenario 8.5 einen Anstieg der mittleren maximalen täglichen Niederschlagsmenge verzeichnen.

Tab. 5: Änderung der Auftrittshäufigkeit von Starkniederschlagsereignissen (Anzahl Tage pro Jahr) sowie des maximalen Tagesniederschlags in Castrop-Rauxel (P 15 = 15. Perzentil, P 50 = Median, P 85 = 85. Perzentil).

Kenntag	Szenario	Änderung im Zeitraum gegenüber 1971 – 2000								
		2021 – 2050			2041 – 2070			2071 – 2100		
		P 15	P 50	P 85	P 15	P 50	P 85	P 15	P 50	P 85
Starker Niederschlag (N ≥ 10mm/d) [n/Jahr]	RCP 2.6	-1	1	3	-1	1	3	-1	1	2
	RCP 4.5	0	2	5	0	2	5	1	2	5
	RCP 8.5	0	3	4	1	3	5	2	4	7
Stärkerer Niederschlag (N ≥ 20mm/d) [n/Jahr]	RCP 2.6	0	1	1	0	0	1	-1	1	1
	RCP 4.5	0	1	1	1	2	2	1	2	2
	RCP 8.5	0	1	2	0	1	2	2	3	5
Starkniederschlag (N ≥ 30mm/d) [n/Jahr]	RCP 2.6	0	0	1	0	0	1	0	0	1
	RCP 4.5	0	0	1	0	0	1	0	1	1
	RCP 8.5	0	0	1	0	1	1	1	1	2
Maximaler Tagesniederschlag [mm/d]	RCP 2.6	-2	1	5	-3	1	5	-2	3	5
	RCP 4.5	0	4	9	0	3	8	2	5	8
	RCP 8.5	0	4	7	1	6	9	4	8	15

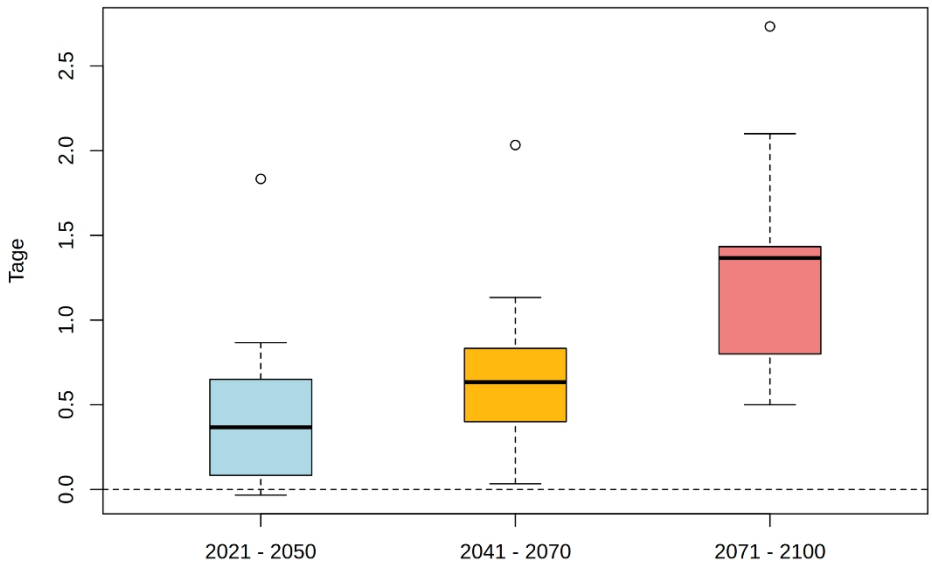


Abb. 12: Änderung der Auftrittshäufigkeit von Starkniederschlagsereignissen mit N ≥ 30 mm/d innerhalb der jeweiligen 30-Jahr Periode in Castrop-Rauxel (ein Wert von 30 entspricht im Mittel einem zusätzlichen Ereignis pro Jahr; RCP 8.5)

2.3.4 WIND & STURM

Ein Sturm wird als „Wind von großer Heftigkeit, nach der Beaufort-Skala der Stärke 9 bis 11 [...], der erhebliche Schäden und Zerstörungen anrichten kann“, definiert (DWD 2020d). Folgende Sturmklassen werden dabei gemäß DWD anhand ihrer Windstärke eingeteilt:

- Sturm:
  Beaufort 9 (75 bis 88 km/h)
- Schwerer Sturm:
  Beaufort 10 (89 bis 102 km/h)
- Orkanartiger Sturm:
  Beaufort 11 (103 bis 117 km/h)
- Orkan:
  Beaufort 12 (> 117 km/h)

Genau wie Starkniederschläge gehören Stürme zu den seltenen Ereignissen, sodass sie nur bedingt statistisch auswertbar sind. Hinzu kommt, dass die regionalen Klimamodelle teilweise nicht in der Lage sind, Böen korrekt zu reproduzieren und daher Sturmereignisse oftmals nur unzureichend abbilden. Es ist jedoch anzunehmen, dass sich in einer wärmeren Atmosphäre aufgrund von mehr verfügbarer latenter Wärme, die beim Phasenübergang von Wasserdampf zu Flüssigwasser frei wird, potenziell stärkere Stürme ausbilden können (Pinto et al. 2009, Fink et al. 2012, Pinto und Ryers 2017). Dies hätte eine Zunahme der Sturmaktivität über Westeuropa zur Folge, wobei noch nicht eindeutig geklärt werden konnte, ob die Häufigkeit der Sturmereignisse zunimmt oder ob bei gleichbleibender Häufigkeit die Intensität steigt, also die Stärke der auftretenden Windgeschwindigkeiten (Pinto et al. 2009, Donat et al. 2010, McDonald 2011, Pinto und Ryers 2017).

Die Analyse zur Häufigkeit von Sturmereignissen ergab für Castrop-Rauxel in allen drei Klimaszenarien keinen eindeutigen Trend bis zum Jahr 2100 (weder Zu- noch Abnahmen; ohne Abbildung). Dementsprechend weist kaum ein Modell des Ensembles signifikante Trends auf, sodass sich keine validen Aussagen zur zukünftigen Entwicklung der Auftrittshäufigkeit von Stürmen ableiten lassen.

2.4 ZUSAMMENFASSUNG

Die Aussagen zum erwarteten Klimawandel in Castrop-Rauxel gelten für die nahe (2021 – 2050), mittlere (2041 – 2070) sowie ferne Zukunft (2071 – 2100) und stützen sich auf ein Modellensemble der EURO-CORDEX-Initiative, das verschiedene Entwicklungspfade der Treibhausgas-Emissionen berücksichtigt.

Die Projektionen verdeutlichen, dass sich der beobachtete Trend einer Erwärmung zukünftig fortsetzt. So werden weiterhin steigende Jahresmitteltemperaturen bis zum Ende des Jahrhunderts erwartet. Die mit dem Temperaturanstieg einhergehende Erwärmung bedingt eine Zunahme an Sommertagen, Heißen Tagen und Tropennächten, zudem gibt es Hinweise, dass die Länge von Hitzeperioden zunimmt. Frost- und Eistage treten dagegen zukünftig seltener auf und sorgen für mildere Winter, die eine geringere Zahl an Tagen mit Frost-/Tauwechseln und eine verlängerte Vegetationsperiode nach sich ziehen.

Für den Jahresniederschlag ist eine langfristig leicht steigende, wenn auch nicht signifikante, Tendenz in Castrop-Rauxel zu erkennen. Entscheidender sind saisonale Verschiebungen des Niederschlags mit einem Trend zu geringeren Niederschlagsmengen im Sommer und höheren Werten im Winter und Frühjahr. Die Niederschlagsverschiebung beeinflusst maßgeblich die klimatische Wasserbilanz, die über das Jahr gesehen annähernd konstant bleibt, in der saisonalen Betrachtung jedoch deutliche Veränderungen zeigt. So ist in den Winter- und Frühjahrsmonaten mit einem Anstieg der klimatischen Wasserbilanz zu rechnen. Aufgrund geringerer Niederschläge bei steigenden Verdunstungsraten ist dagegen im Sommer von einer Abnahme der klimatischen Wasserbilanz und einem Rückgang des natürlichen Wasserdargebots auszugehen. Die Projektionen der Klimamodelle legen folglich, obgleich statistisch schwer erfassbar, den Schluss nahe, dass in Zukunft mit einer vermehrten sommerlichen Trockenheit gerechnet werden muss. Besonders betroffen dürften dabei Gebiete sein, die heute bereits Trockenheitstendenzen aufweisen.

Starkniederschläge zählen zu den seltenen Ereignissen, sodass statistische Auswertungen derzeit nur bedingt möglich sind. Aufgrund ihres enormen Schadenspotenzials dürfen jedoch selbst geringe Änderungen nicht außer Acht gelassen werden. Die regionalen Klimamodelle projizieren für Niederschlagsereignisse N ≥ 10 mm/d sowie N ≥ 20 mm/d überwiegend steigende Häufigkeiten, wobei die Zunahmen zum Ende des Jahrhunderts hin am größten sind. Für Starkniederschläge ≥ 30 mm/d sind valide Aussagen derzeit kaum möglich, doch deutet sich langfristig eine Tendenz leicht steigender Auftrittshäufigkeiten an. Die Zunahme von Tagen mit mindestens starkem Niederschlag ist verbunden mit einer rückläufigen Anzahl von Tagen mit Niederschlägen < 10 mm/d, woraus gefolgert werden kann, dass die Häufigkeit von Tagen mit Niederschlag im Mittel abnimmt, die Niederschlagsintensität jedoch zunimmt.

Genau wie Starkniederschläge gehören Stürme zu den seltenen Ereignissen, die nur bedingt statistisch auswertbar sind. Hinzu kommt, dass die regionalen Klimamodelle teilweise nicht in der Lage sind, Böen korrekt zu reproduzieren und daher Sturmereignisse oftmals nur unzureichend abbilden. Daher sind in Castrop-Rauxel keine validen Aussagen zur zukünftigen Entwicklung der Auftrittshäufigkeit von Stürmen ableitbar. Eine durch die zunehmende Erwärmung aufgeheizte Atmosphäre besitzt jedoch mehr latente Wärme, woraus sich ein Potenzial für heftigere Sturmereignisse - und auch Starkregenereignisse – ergibt. Daher sollten Stürme, obwohl mit den derzeitigen Modellen keine zunehmende Häufigkeit nachweisbar ist, bei Klimaanpassungsmaßnahmen in Betracht gezogen werden – nicht zuletzt angesichts des Ausmaßes und der Häufung jüngster Ereignisse, auch im Stadtgebiet Castrop-Rauxels (u. a. Orkan „Kyrill“ im Januar 2007, Sturmtief „Xaver“ im Dezember 2013, Gewittersturm „Ela“ im Juni 2014, Orkantief „Friederike“ im Januar 2018, Sturmtief „Eberhard“ im März 2019).

3. Betroffenheitsanalyse

Im Zuge der Konzepterstellung stellte die Analyse der lokalen Betroffenheit den zentralen Grundstein für die darauf aufbauende Anpassungsstrategie dar. Die Betroffenheitsanalyse erfolgte dabei auf zwei Ebenen (Abb. 13). Zum einen untersuchte das Projektteam Auswirkungen der klimatischen Veränderungen auf die kommunale Handlungsfähigkeit und auf die Aufgabenwahrnehmung der einzelnen Fachbereiche in Castrop-Rauxel. Die Bewertung der Klimawirkungen auf die kommunalen Handlungsfelder erfolgte durch die beteiligten Akteur*innen im Rahmen der Ämterbefragung und eines ersten Workshops (siehe Kapitel 1.3).

Die zweite Ebene der Betroffenheitsanalyse stellt die parallel erstellte Untersuchung zur Änderung der klimatischen Parameter (Temperatur, Niederschlag etc.) in Castrop-Rauxel und die daraus resultierenden Auswirkungen für den Stadtraum dar. Von besonderer Bedeutung war hier die Analyse der lokalen Ausprägung der städtischen Wärmeinseln in sommerlichen Hitzeperioden und die Analyse der starkregenbedingten Überflutungsgefahren.

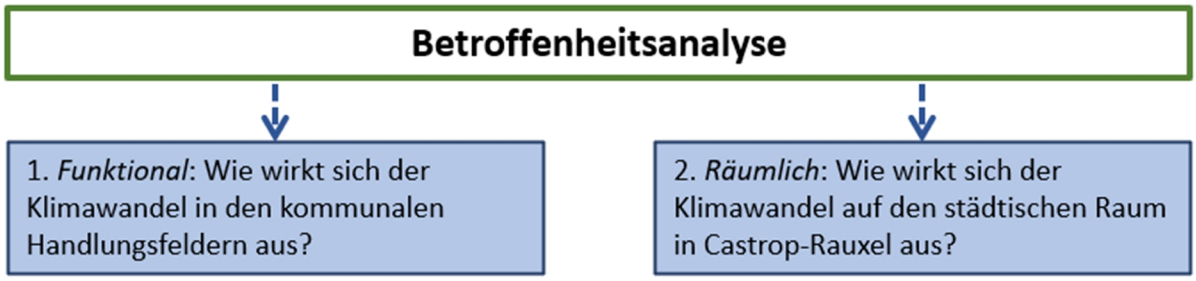


Abb. 13: Aufbau der Betroffenheitsanalyse im Klimaanpassungskonzept

3.1 BETROFFENHEIT VON KOMMUNALEN HANDLUNGSFELDERN

Die Deutsche Anpassungsstrategie (DAS) definiert auf Bundesebene 14 Handlungsfelder im Kontext der Anpassung an die Klimafolgen. Nicht alle dieser Handlungsfelder entfalten Relevanz für jede kommunale Anpassungsstrategie. Ob und in welchem Ausmaß ein Handlungsfeld betroffen ist, wird häufig maßgeblich geprägt durch verschiedene lokale Rahmenbedingungen und Charakteristika einer Stadt oder Gemeinde (wie z. B. geographische Lage, Landnutzung oder Wirtschaftsstruktur). Zu Beginn der Konzepterstellung wurde im Rahmen der Bestandsaufnahme in Abstimmung mit der Stadt Castrop-Rauxel evaluiert, welche Handlungsfelder im Klimaanpassungskonzept betrachtet werden sollen. Dabei wurden die folgenden Felder ausgewählt:

- Menschliche Gesundheit,
- Natur und Stadtgrün,
- Energieversorgung,
- Land- und Forstwirtschaft,
- Wasserver- und Abwasserentsorgung,
- Gewässer,
- Katastrophenschutz,
- Öffentliche Gebäude,
- Verkehr,
- Wirtschaft und
- Stadtplanung.

Für die ausgewählten Handlungsfelder wurden Schlüsselakteur*innen inner- und außerhalb der Castrop-Rauxeler Verwaltung identifiziert, die im Rahmen der Befragung (Fragebögen im Anhang II: Beispielfragebögen) eine fachspezifische Einschätzung der Relevanz unterschiedlicher Klimawandelwirkungen abgaben. Mit Hilfe dieser Fachexpertise war eine Abwägung möglich, welche Auswirkungen des Klimawandels Castrop-Rauxel schon heute vor neue Herausforderungen stellen und welche zukünftig voraussichtlich hinzukommen werden.

Im Rahmen der Betroffenheitsanalyse wurden die Ergebnisse der Befragung in die sechs folgenden Wirkungsbereiche geclustert, die teils deckungsgleich mit den Handlungsfeldern der Deutschen Anpassungsstrategie (DAS) sind, teils mehrere zusammenfassen oder leichte Abwandlungen vornehmen:

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

Gegliedert nach diesen Handlungsfeldern sind nachfolgend die zentralen Ergebnisse der Befragung und der Diskussion des ersten Workshops u. a. mit EUV Stadtbetrieb, Stadtplanung und Stadtentwässerung zusammengefasst.

3.1.1 HANDLUNGSFELD GESUNDHEIT

Die menschliche Gesundheit und das allgemeine körperliche Wohlbefinden werden stark durch klimatische Faktoren beeinflusst. Die erwartete allgemeine Temperaturzunahme und die daraus folgende Zunahme der Dauer und Intensität sommerlicher Hitzeperioden entfalten durch ihre vielfältigen Auswirkungen auf die Gesundheit der Bevölkerung in Castrop-Rauxel somit zunehmend Relevanz. Schon heute verzeichnet die Stadt eine deutliche Zunahme der Hitzebelastung der Bevölkerung und der Fälle von Hitzestress.

Die temperaturbedingte Verschlechterung der bioklimatischen Situation stellt vor allem sensible und vulnerable Bevölkerungsgruppen (z. B. ältere Menschen, chronisch Kranke, Kleinkinder, Obdachlose) vor besondere Herausforderungen. Eine besondere Sensitivität entsteht bspw. durch den mit fortschreitendem Alter veränderten Prozess der körperlichen Wärmeabgabe, wodurch die Fähigkeit des Körpers zur Regulierung der Körpertemperatur abnimmt. Doch auch eine erhöhte Vulnerabilität steigert die Gefahr von Hitzestress, bspw. wenn Personen nicht in der Lage sind ihr Umfeld so zu verändern, dass sie der Hitze weniger direkt ausgesetzt sind. Dies trifft einerseits auf Obdachlose zu, aber auch auf Personen, deren Beruf auch in Hitzeperioden körperliche Arbeit im Freien erfordert. Die Überlastung des Herz-Kreislauf-Systems durch Hitze drückt sich bspw. in Unwohlsein, Dehydrierung und Kreislaufproblemen wie Schwindel aus (im Extremfall bis hin zur Bewusstlosigkeit). Aufgrund des demografischen Wandels muss davon ausgegangen werden, dass das Risikopotenzial hitzebedingter Erkrankungen steigt. Hitzewellen haben somit auch Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit von Beschäftigten und könnten dadurch zukünftig sogar eine Veränderung von Produktions- und Arbeitszeiten bewirken.

Auch indirekt kann Hitze gesundheitliche Beeinträchtigungen hervorrufen, z. B. durch die Verbreitung invasiver Arten (diese können Allergien auslösen oder Krankheiten übertragen), die Verminderung der (Trink-)Wasserqualität sowie Magen- und Darmerkrankungen infolge erschwerter Bedingungen in der Lebensmittelhygiene (z. B. in der Einhaltung von Kühlketten).

Neben der Hitze stellen auch andere Extremwetterereignisse (Stürme, Gewitter, Starkregen) eine Gefahr für die menschliche Gesundheit dar. Durch Überflutungen, Windwurf und Blitzaktivität kann es zu (mitunter tödlichen) Verletzungen kommen. Gleichzeitig bewirken solche Ereignisse eine zusätzliche Belastung der Gesundheitsinfrastruktur (Rettungsdienste, Krankenhäuser, Ärzte).

3.1.2 HANDUNGSFELD NATUR UND STADTGRÜN

Die lokalen Ökosysteme haben sich über einen vergleichsweise langen Zeitraum an die spezifischen klimatischen Gegebenheiten im Raum Castrop-Rauxel angepasst. Auch die vom Menschen angepflanzte Vegetation (z. B. in Parks oder die Stadtbäume) wurden unter Berücksichtigung der bekannten Temperaturspannen und Niederschlagsmuster ausgewählt. Die Veränderung dieser Klimaparameter bewirkt schon heute eine Störung von Biotopen und Habitaten sowie eine Einschränkung von Ökosystemdienstleistungen (z. B. Reinigung von Luft und Wasser, Erosionsschutz, Bestäubung, Bodenbildung, Nährstoffkreisläufe). Dies geht einher mit dem Rückgang oder sogar mit einem Aussterben standortheimischer Arten sowie der Ausbreitung invasiver, z. T. verdrängender Arten (z. B. Buchsbaumzünsler, Scheinakazie, japanischer Knöterich).

Auch die Unterhaltung städtischer Grünflächen und Pflege von Straßenbäumen in Castrop-Rauxel wird durch den Klimawandel massiv beeinflusst. Die zunehmende Sommertrockenheit bewirkt einen erhöhten Bewässerungsbedarf, um Trockenstress oder sogar Absterben der Vegetation zu verhindern. Straßenbäume leiden aufgrund der geringeren Bodenfeuchte unter den sie umgebenden versiegelten Flächen besonders unter längerer Trockenheit. Die neuen klimatischen Gegebenheiten bewirken somit veränderte Anforderungen an die Artenzusammensetzung von Stadtbäumen und in städtischen Grünflächen. So werden in Castrop-Rauxel schon heute bei Neupflanzungen häufig amerikanische Baumarten gewählt, da diese lange Trockenphasen besser überstehen als heimische Arten. Weiterhin bewirken die häufiger auftretenden Extremwetterereignisse eine zusätzliche Zunahme des Unterhaltungsbedarfes (z. B. für Beseitigung von umgeworfenen Bäumen oder Schäden nach Überschwemmungen oder für die Bewässerung in Trockenzeiten).

Gleichermaßen stellt der Klimawandel auch für die Land- und Forstwirtschaft eine große Herausforderung dar, indem lange bewährte Prozesse nicht mehr funktionieren oder Bestände und Feldfrüchte zunehmend beschädigt werden. Beide Fachbereiche, sowohl die Land- als auch die Forstwirtschaft, analysieren die klimatischen Veränderungen und ihre Wirkungen schon seit längerer Zeit selbst sehr genau und entwickeln eigene Konzepte und Strategien zur Anpassung an die veränderten Gegebenheiten.

3.1.3 HANDLUNGSFELD GEWÄSSER

Die veränderten Niederschlagsmuster und Lufttemperaturen haben einen großen Einfluss auf das Abflussverhalten sowie auf die Qualität von Oberflächengewässern und den Grundwasserspiegel bzw. die Grundwasserneubildung. Geringere Niederschlagssummen im Sommer reduzieren in dieser Jahreszeit den Bodenwassergehalt und die Sickerwassermenge, während zunehmende Niederschläge im Winterhalbjahr die Grundwasserneubildung fördern können. Insgesamt besteht zwischen Sommer- und Winterhalbjahr jedoch kein Ausgleich: Im Castroper Hügelland sinkt der Grundwasserstand nachweis-

lich, Höhenschotter sind teilweise trockengefallen und es gibt kaum noch wasserführende Schichten.

Durch die Zunahme von Starkregenereignissen und länger andauernden Niederschlägen bewirkt der Klimawandel in Castrop-Rauxel schon heute eine Zunahme von Sturzfluten und Hochwasserabflüssen in Fließgewässern. Daneben werden durch diese Extremwetterereignisse auch Oberflächengewässer beeinflusst: Es kommt vermehrt zu Erosionsschäden an Böschungen und Schäden an wasserbaulichen Anlagen (z. B. Durchlässen, Verrohrungen, Sohlbefestigungen und Brücken). Zudem bewirken Starkregenereignisse einen erhöhten Schadstoffeintrag (Eintrag von Schwebstoffen, Düngemitteln und Pestiziden) in Gewässer, die an Ackerflächen liegen oder in die große Verkehrsflächen entwässert werden sowie eine Gewässerbelastung durch hydraulischen Stress. Schon stärkere Niederschläge, die noch keinen Schaden an der Infrastruktur verursachen, führen planmäßig zu einem Mischwasserabschlag zur Entlastung der Kläranlagen, was ebenfalls zu einer Verschlechterung des Gewässerzustandes beiträgt. In Castrop-Rauxel bestehen derzeit zwei genehmigte Mischwassereinleitungen.

Gleichzeitig bewirkt der Klimawandel durch länger andauernde Trockenperioden in den Sommermonaten eine Zunahme von Niedrigwasserständen oder sogar ein Austrocknen der Gewässer. Besonders kleinere Gewässer verzeichnen durch ihre starke Aufheizung in Hitzeperioden auch einen deutlichen Rückgang der Gewässerqualität.

3.1.4 HANDLUNGSFELD VERKEHR

Die Effizienz und die Resilienz der Verkehrsinfrastruktur ist zentral für die Erfüllung der Mobilitätsbedürfnisse der Castrop-Rauxeler Bevölkerung und für die lokale Wirtschaftsentwicklung. Der Klimawandel birgt in dieser Hinsicht viele Herausforderungen. Er kann sowohl eine Zunahme von Beschädigungen an der Verkehrsinfrastruktur als auch Unterbrechungen des Verkehrsablaufes und eine Beeinträchtigung der Verkehrssicherheit bewirken.

Schon heute wird in Castrop-Rauxel eine Zunahme von Schäden an Straßen- und Schieneninfrastrukturen infolge von Extremwetterereignissen beobachtet: Stürme führen zu Windwurf und können hochragende Anlagen (Stromversorgung, Signale) beschädigen, Starkregen bewirkt Überschwemmungen, Unterspülungen und Bodenrutschungen während Hitze zu Spurrillen im Asphalt oder Blow-Ups in Betonbelägen führt. Auch von längeren Trockenphasen wird zukünftig eine Gefahr durch die Begünstigung von Böschungsbränden in Straßen- und Schienennähe ausgehen.

Grundsätzlich kann zudem schon heute eine Beeinträchtigung des Verkehrsablaufes durch den Klimawandel diagnostiziert werden: Hitze-, Überflutungs- und Sturmschäden bewirken Streckensperrungen und unterbrechen somit auch Logistikabläufe oder den öffentlichen Nahverkehr. Im schlimmsten Fall behindern extremwetterbedingte Schäden auch Rettungsdienste und die Feuerwehr beim Erreichen ihrer Einsatzorte. Überflutungen von Unterführungen sind in Castrop-Rauxel in der Vergangenheit bereits häufiger aufgetreten.

Überdies wird die allgemeine Verkehrssicherheit durch die Änderung der klimatischen Gegebenheiten beeinflusst: So wird die Unfallgefahr durch häufiger auftretende Starkregenereignisse und daraus resultierende Aquaplaning-Gefahr bereits heute erhöht. Daneben steigt die zunehmende Unfallgefahr durch Windwurf und Stürme allgemein. Und auch die zunehmende sommerliche Hitzebelastung kann zukünftig zu einer Zunahme von Unfällen führen, da die Aufmerksamkeit und Konzentrationsfähigkeit der Verkehrsteilnehmer*innen stark beeinträchtigt sein kann.

3.1.5 HANDLUNGSFELD GEBÄUDE

Die Veränderung der klimatischen Gegebenheiten wirkt sich auch auf Gebäude und zugehörige Infrastrukturen aus. Schon heute werden vermehrt Schäden durch Starkregen und Stürme bzw. Windwurf festgestellt. Zukünftig kann es zusätzlich zu Schäden an Gebäuden durch Veränderung des Grundwasserspiegels kommen (z. B. Setzungen oder Vernässung). Eine große Herausforderung stellt in Zukunft zudem die Zunahme der Dauer und Intensität von Hitzewellen dar: Hitze kann die Gebäudefunktionalität stark beeinträchtigen, denn intensivere und länger andauernde sommerliche Hitzeperioden verschlechtern das Innenraumklima in Gebäuden mitunter stark. Mit der Zunahme „Heißer Tage“ (Tage, deren höchste Temperatur oberhalb von 30 °C liegt) und „Tropennächte“ (Nächte deren geringste Temperatur 20 °C nicht unterschreitet) heizen sich Gebäude zunehmend auf und können auch nachts nicht auskühlen. Dadurch erhöht sich der Kühlungsbedarf, um ein nutzerfreundliches Innenraumklima zu sichern und die Hitzebelastung der Nutzer*innen zu reduzieren. Ein verstärkter Einsatz herkömmlicher Klimaanlagen läuft durch den hohen Strombedarf mit entsprechenden Kosten und die Wärmeabgabe im Außenraum jedoch den Zielen des Klimaschutzes zuwider.

3.1.6 HANDLUNGSFELD VER- UND ENTSORGUNG

Die Versorgung mit Energie und Wasser sowie die Abwasserentsorgung ist für die Sicherung der Grundbedürfnisse und der Lebensqualität der Castrop-Rauxeler Bevölkerung von besonderer Bedeutung. Die Änderung der klimatischen Gegebenheiten bewirkt potenziell verschiedenste Beeinträchtigungen der Ver- und Entsorgung, auf die schon heute reagiert werden muss.

Eine Veränderung in der Sicherung der Energieversorgung wurde in der Befragung nicht direkt dem Klimawandel zugeschrieben, sondern eher indirekt dem vermehrten Umstieg auf erneuerbare Energien. Trotzdem wirkt sich der Klimawandel bereits heute deutlich auf jahreszeitliche Verbrauchsmuster aus: Durch die milderen Winter nimmt der Heizenergiebedarf in dieser Jahreszeit ab, während der Kühlenergiebedarf in den allgemein wärmeren Sommermonaten mit höheren Temperaturspitzen in dieser Saison zunimmt. Stärker durch den Klimawandel beeinträchtigt wird die Energieinfrastruktur: Schäden an Leitungsnetzen (durch Gewitter, Stürme oder Starkregen) haben bereits in den letzten Jahren spürbar zugenommen. Dezentrale regenerative Erzeugungsanlagen sind zudem anfälliger gegen zukünftig noch zunehmende Extremwetterlagen (z. B. durch Sturmschäden an Windkraftanlagen und Hagelschäden an Solarzellen). Inwiefern zukünftig zusätzlich Netzüberlastungen und Spannungsbandverletzungen zu erwarten sind, ist noch nicht absehbar.

Im Bereich der Wasserversorgung werden in Castrop-Rauxel keine grundsätzlichen Einschränkungen der Versorgungssicherheit durch den Klimawandel erwartet. Das Grundwasser im Bereich des Stadtgebietes Castrop-Rauxels ist aufgrund der hydrogeologischen Gegebenheiten und einer teilweise hohen Chloridbelastung nicht nutzbar. Der erwartete Rückgang des Grundwasserspiegels bringt somit keine Implikationen für die Wasserversorgung mit sich, da diese anderweitig gesichert ist (siehe Wasserversorgungskonzept der Stadt Castrop-Rauxel): Das Verbundrohrnetz mit den umliegenden Städten sichert auch zukünftig eine zuverlässige Wasserversorgung. Über das Transportnetz der GELSENWASSER AG wird das Trinkwasser von den Wasserwerken Haltern am See und Witten in das Stadtgebiet von Castrop-Rauxel geliefert und über das Wasserverteilnetz an die Endkunden abgegeben. Die bereits spürbaren Auswirkungen des Klimawandels beschränken sich somit derzeit

auf das Verbraucherverhalten: Gerade während sommerlicher Hitzeperioden kommt es zur Erhöhung der Spitzenfaktoren bzw. der Netzbelastung.

Im Bereich der Entwässerung sind hingegen bereits heute deutlichere Auswirkungen des Klimawandels erkennbar. Durch die Zunahme von Starkregenereignissen kommt es häufiger zu einer Überlastung des Kanalnetzes und daraus resultierenden kanalinduzierten Überflutungen bzw. zum Rückstau innerhalb ungeschützter Gebäude. Gleichzeitig resultieren aus der Zunahme der Häufigkeit und Dauer von Trockenperioden vermehrt Ablagerungs-, Korrosions- und Geruchsprobleme im Kanalsystem. Durch die geringen Abflüsse verringert sich die Schleppkraft im Kanal, insbesondere in Mischwasserkanälen kommt es dadurch vermehrt zu Ablagerungen, die durch Kanalspülungen entfernt werden müssen. Auch das Auftreten von Rattenplagen infolge anhaltender Trockenperioden musste in Castrop-Rauxel bereits häufiger beobachtet werden. Die zur Anwendung kommenden Rodentizide sind jedoch keine nachhaltige Lösung zur Bekämpfung dieser Erscheinung, da sie sich über die Nahrungskette anreichern, bei der konventionellen Abwasserreinigung nicht vollständig eliminiert werden und somit Gewässer langfristig belasten können.

3.2 BETROFFENHEIT DES STÄDTISCHEN RAUMS

3.2.1 BETROFFENHEITEN DURCH HITZE

Datengrundlage

Grundlage für die folgenden Aussagen sind eine vom Regionalverband Ruhr erstellte Stadtklimaanalyse[5] (RVR 2020) sowie das Fachinformationssystem FIS Klimaanpassung des Landes NRW (www.lanuv.nrw.de). Auf dieser Basis konnten flächendeckende Ergebnisse verschiedener meteorologischer Parameter (u. a. nächtliche Lufttemperatur, Kaltluftströmung) abgeleitet werden. Ergänzend werden in einer Vulnerabilitätsanalyse die räumliche Ausprägung der thermischen Belastung mit demografischen Kennzahlen zur Bevölkerungsdichte und Altersstruktur verschnitten.

Die Ergebnisse der Klimaanalyse gelten für den Zeitpunkt 04:00 Uhr nachts und spiegeln den Zeitpunkt der maximalen Abkühlung wider. Sie beruhen auf einer Simulation mit dem Klimamodell FITNAH-3D. Mit einer mesoskaligen Auflösung erlaubt die Modellrechnung stadtgebietsweite und quartiersbezogene Rückschlüsse. Da Gebäude oder Bäume im Modell nicht einzeln aufgelöst werden konnten, sind jedoch keine Aussagen für einzelne Baublöcke möglich. Auch konnte aufgrund der räumlichen Auflösung die Tagsituation nicht betrachtet werden, da die Aufenthaltsqualität im Außenraum maßgeblich durch die Verschattung von Bäumen, Gebäuden, etc. gesteuert wird. Der Modellrechnung liegt eine sommerliche Strahlungswetterlage zugrunde, in der sich die lokalklimatischen Besonderheiten einer Stadt ausprägen (keine Bewölkung, kein übergeordneter Luftaustausch). Eine solche „autochthone Wetterlage“ wird bei stadtklimatischen Untersuchungen typischerweise betrachtet und tritt jeden Sommer mehrfach auf (an ca. 15 - 20 % der Sommertage).

Die Stadtklimaanalyse bezieht sich auf den Status quo und enthält keine Modellrechnungen, die den Klimawandel abbilden. Auf Basis von Projektionen zum Klimawandel konnten jedoch auf der räumlichen Ebene von Klimatopen[6] Aussagen zur gegenwärtigen und zukünftigen Verteilung ther-

[5] In Absprache mit dem EUV Stadtbetrieb und dank Erlaubnis durch den RVR konnten die Ergebnisse der Stadtklimaanalyse im Rahmen dieses Projekts genutzt werden.

[6] Gebiete mit ähnlichen mikroklimatischen Ausprägungen

mischer Kenntage (u. a. Sommertage, Tropennächte) sowie überwärmter Bereiche im Castrop-Rauxeler Stadtgebiet abgeleitet werden.

Ergebnisse der Klimaanalyse

Unter der Annahme einer sommerlichen Strahlungswetterlage weist die bodennahe Lufttemperatur in Castrop-Rauxel eine Spannweite von ca. 14 °C bis 21 °C auf. Die Lufttemperatur wird u. a. über die bauliche Dichte, den Versiegelungsgrad, Grünflächenanteil und die Anbindung an größere klimatische Ausgleichsräume gesteuert. So werden die höchsten Werte (um 21 °C) im Stadtzentrum Castrops und den Gewerbeflächen nördlich des Hauptbahnhofs erreicht (Abb. 14). In den zentralen Bereichen der Stadtteile treten überwiegend Temperaturen von 19 bis 20 °C auf (z. B. in Castrop und Habinghorst), während die übrigen Wohngebiete ein relativ homogenes Temperaturfeld aufweisen (ca. 18 bis 19 °C), das zum Siedlungsrand und in aufgelockerter Bebauung abfällt (Werte unter 18 °C).

Die geringsten Temperaturen treten über landwirtschaftlich genutzten Freiflächen auf, vornehmlich im nördlichen Stadtgebiet sowie westlich und östlich des Stadtzentrums (unter 15 °C). Auch viele städtische Grünflächen bieten eine kühlende Ausgleichsfunktion (z. B. Erin-Park, Stadtgarten).

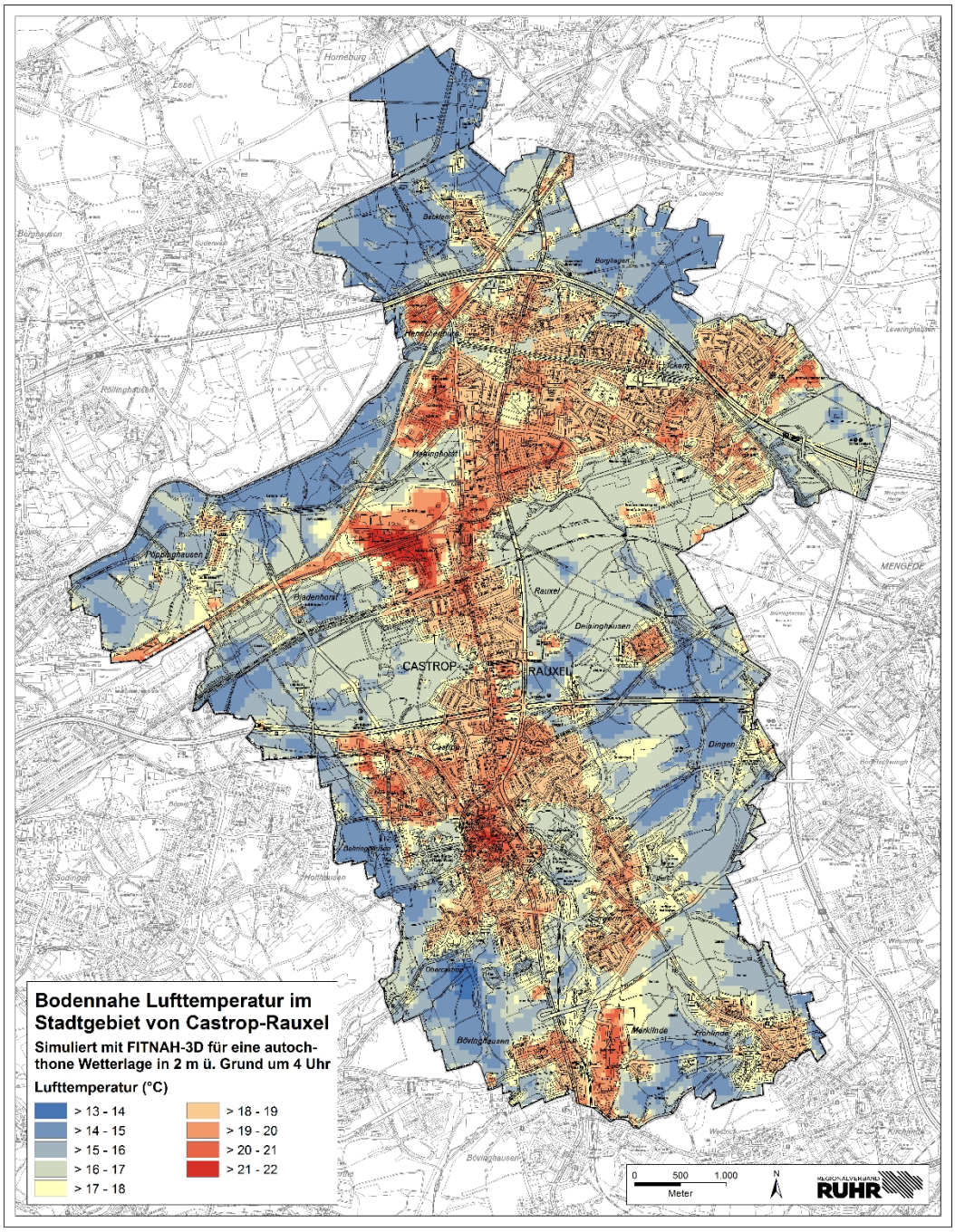


Abb. 14: Bodennahe Lufttemperatur in der Nacht in einem Ausschnitt des Castrop-Rauxeler Stadtgebiets (RVR 2020)

Die Durchlüftung und der Kaltlufthaushalt Castrop-Rauxels werden über die bodennahe nächtliche Windgeschwindigkeit beschrieben. Ein weiterer wichtiger Parameter ist der Kaltluftvolumenstrom, der als Maß für den Zustrom von Kaltluft verstanden werden kann. Durch ihn lassen sich Ausgleichsströmungen beschreiben, die entweder durch das Relief (Kaltluftabflüsse) oder Temperaturunterschiede im Stadtgebiet (Flurwinde) bedingt werden.

Aufgrund des stärkeren Reliefs sind die Kaltluftvolumenströme im südlichen Teil Castrop-Rauxels stärker ausgeprägt mit den höchsten Werten im Westen von Behringhausen, im Osten (Dingen, Deininghausen) sowie in Frohlinde (Stadtgrenze zu Dortmund; Abb. 15).

An vielen Stellen des Stadtgebiets sind Kaltluft-transporte von Frei- und Waldflächen in Richtung der angrenzenden Siedlungsbereiche zu verzeichnen, wobei die Eindringtiefe in das bebaute

Gebiet u. a. von der Siedlungsgröße, Bebauungsdichte, Gebäudeausrichtung und dem Relief abhängt. Vorteilhaft wirken sich dabei aufgelockerte Bebauungsstrukturen, vernetzte Grünflächen und eine Anbindung an das unbebaute Umland aus. Mit den Kaltluftabflüssen über die Rennwiese und der Anbindung an die Freiflächen im Behringhauser Feld bzw. Bereich Hecklenbruch über den Erin-Park werden diese Voraussetzungen im Bereich des Stadtzentrums Castrops erfüllt, sodass dort eine vergleichsweise günstige Ausgangssituation hinsichtlich der Kaltluftzuströme herrscht, die eine noch stärkere Wärmebelastung verhindert. Eine reduzierte Durchströmung erfahren dagegen Teile von Habinghorst, was an dem generell geringeren Niveau der Kaltluftvolumenströme und einer weniger stark ausgeprägten Grünvernetzung liegt. In Bezug auf das regionale Strömungsgeschehen weisen die Emscher und der Rhein-Herne-Kanal wichtige Funktionen als Luftleitbahnen für das Castrop-Rauxeler Stadtgebiet auf.

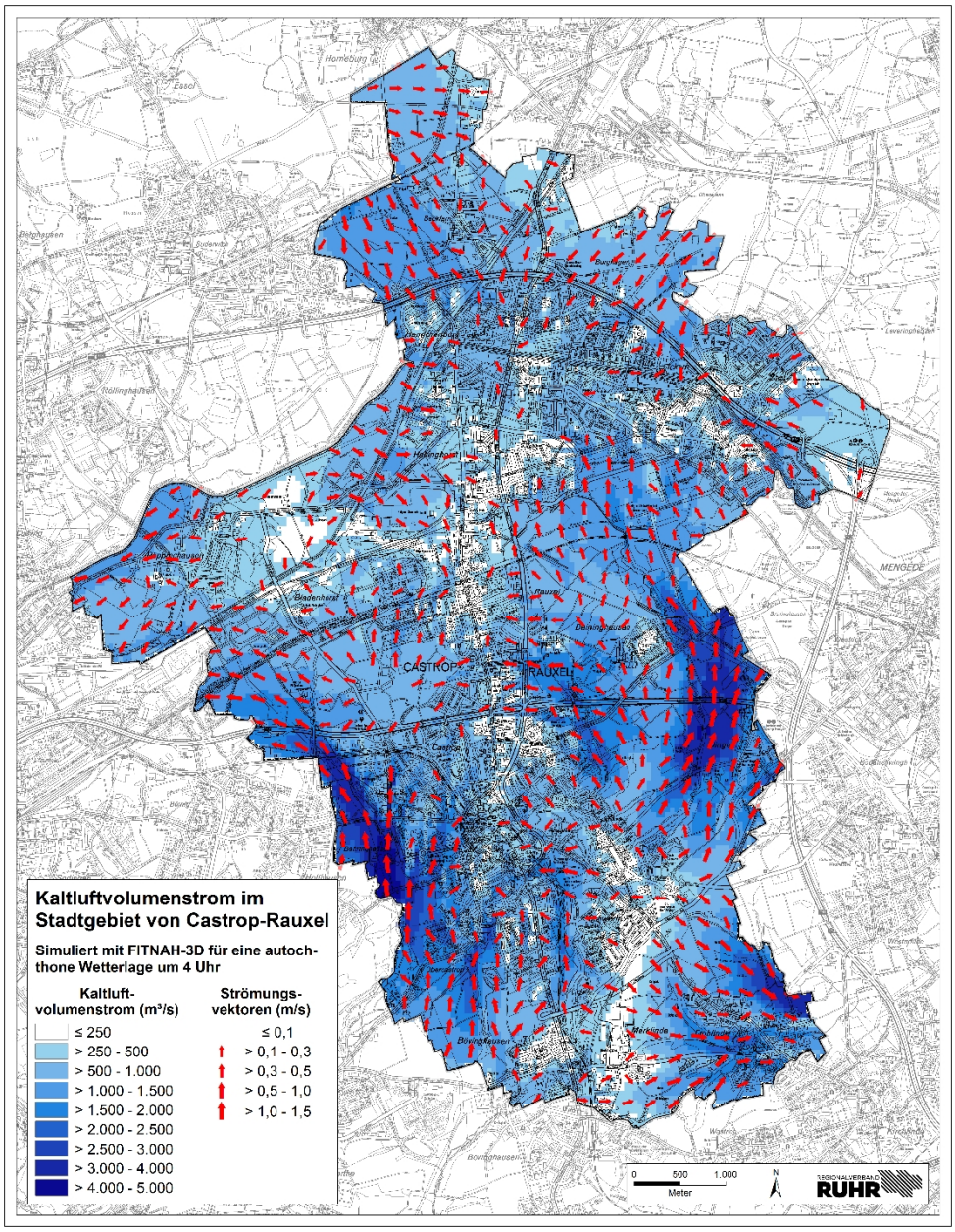


Abb. 15: Nächtlicher Kaltluftvolumenstrom in einem Ausschnitt des Castrop-Rauxeler Stadtgebiets (RVR 2020)

3.2.2 BETROFFENHEITEN DURCH STARKREGEN UND HOCHWASSER

Analog zu den räumlichen Betroffenheiten bei Hitze, welche im vorigen Kapitel 3.2.1 beleuchtet wurden, werden in diesem Kapitel Aussagen zu den bei Starkregen hervorgerufenen Betroffenheiten durch Überflutungen im urbanen Raum getroffen. Um im städtischen Raum geeignete Maßnahmen zur Verbesserung des Lebensumfeldes bzw. zur Anpassung an die erwarteten Folgen des Klimawandels vornehmen zu können, ist eine genaue Kenntnis der räumlichen Betroffenheiten durch Überflutungen in Folge von Starkregen von Relevanz. Es werden Starkregen-Hotspots entwickelt, die die besonders überflutungsgefährdeten Bereiche im Stadtgebiet hervorheben. Im Fokus stehen Bereiche, in denen mit großflächigen Überflutungen bei Starkregen zu rechnen ist. Darüber hinaus wurden Hauptfließwege ermittelt, an denen mit erhöhten Oberflächenabflüssen und Fließgeschwindigkeiten gerechnet werden muss. Hier kann es u. a. zu verstärkten Erosionsvorgängen kommen. Die Auswertung der räumlichen Betroffenheiten bei Hitze und Starkregen bildet die Grundlage für die Identifikation von sog. Fokusräumen im Rahmenplan und eine nachfolgende Maßnahmenentwicklung.

Datengrundlage

Für die Darstellung der räumlichen Betroffenheiten durch Überflutungen bei Starkregen wurden Daten aus verschiedenen Quellen im GIS analysiert, überlagert und miteinander verschnitten. Es wurden die nachfolgend aufgelisteten Berechnungen sowie zum Teil öffentlich zugänglichen Kartenmaterialien herangezogen:

- Fließwege aus der topografischen Fließwegeanalyse
- Ergebnisse der 2D-Oberflächenabflussmodellierung mit max. Wasserständen bei einem extremen Starkregen (T = 100a, D = 60min) aus der Generellen Entwässerungsplanung (GEP)
- Erodierbarkeit des Oberbodens (Bodenkarte des Geologischen Dienstes NRW)
- Fließgewässer und stehende Gewässer im Stadtgebiet (Gewässerstationierungskarte NRW und ALKIS-Daten)
- Gefährdete Überschwemmungsgebiete sowie 100-jährlichen Hochwassers (Hochwasserrisikokarten der Bezirksregierung Münster)

Die im Rahmen der Oberflächenabflussmodellierung berechneten maximalen Wasserstände bei einem Starkregenereignis mit einer statistischen Jährlichkeit von T = 100 a und einer Dauer von D = 60 min sind in der Karte Betroffenheiten durch Überflutungen bei Starkregen zur besseren Übersichtlichkeit erst ab einem Wasserstand von 10 cm flächendeckend dargestellt. Zusätzlich sind überflutete Flächen von mehr als 500 m² mit Wassertiefen größer 20 cm zusätzlich extra hervorgehoben. Dadurch wird die visuelle Identifikation von Hotspots im Stadtgebiet erleichtert. Hotspots sind Bereiche mit großen Wasserflächen bei gleichzeitiger lokaler großer Wassertiefe.

Die in der Karte dargestellten Fließwege kennzeichnen die sich aufgrund der vorliegenden topografischen Verhältnisse ausbildenden Abflusswege bei Starkregen. Geländesenken und Tiefenlinien der Geländeoberfläche führen zur lokalen Zusammenführung von Wasserwegen. Die Fließwegeanalyse wurde mit Hilfe eines digitalen Geländemodells (Raster mit gleichmäßiger Gitterweite der Auflösung 1 m x 1 m) durchgeführt. Die Kategorisierung der berechneten Fließwege erfolgte hierbei anhand der Einzugsgebiete in Hektar: Im Falle von Starkregenereignissen bilden diese Fließwege großräumige Abflusswege, für die bei entsprechenden Planungen von Retentionsräumen oder Notabflusswegen analysiert werden können.

Zur Bewertung der Anfälligkeit des anstehenden Bodens gegenüber Wassererosion im Stadtgebiet wird der in der Bodenkarte BK50 des Landesbetriebes Geologischer Dienst NRW enthaltene Parameter „Erodierbarkeit des Oberbodens“ in der

Karte dargestellt. Die Erodierbarkeit des Oberbodens wird in Werte von 0,0 bis 0,5 eingestuft, von „sehr gering“ bis „sehr hoch“. In der Karte „Räumliche Betroffenheiten durch Überflutungen bei Starkregen“ (Anhang III: Betroffenheiten des städtischen Raumes) werden ausschließlich solche Flächen dargestellt, bei denen im Starkregenfall mit hoher bis sehr hohe Erodierbarkeit gerechnet werden muss. Dies ist insbesondere für schluff- und feinstsandreiche Böden, die einen geringen Zusammenhalt des Korngefüges aufweisen und vergleichsweise leicht sind, der Fall. Von Bedeutung ist dieser Parameter insbesondere für landwirtschaftliche Flächen. Die in der Karte dargestellte Einstufung dient lediglich der Voreinschätzung und bedarf bei konkreten Maßnahmenplanungen nochmals der Erarbeitung eines lokalen Bodengutachtens, um die Erosionsgefährdung eindeutig bewerten zu können.

Weiterhin sind in der Karte „Räumliche Betroffenheiten durch Überflutungen bei Starkregen“ das Gewässernetz in Castrop-Rauxel sowie überschwemmungsgefährdete Gebiete eines 100-jährlichen Flusshochwassers dargestellt. Diese Flächen dienen dazu, solche Stadtgebiete zu identifizieren, die einer besonderen Gefährdung bei gleichzeitig mit einem Starkregenereignis auftretenden Flusshochwasser unterliegen.

Abb. 16 zeigt einen Ausschnitt aus der Karte der „Räumlichen Betroffenheiten durch Überflutungen bei Starkregen“.

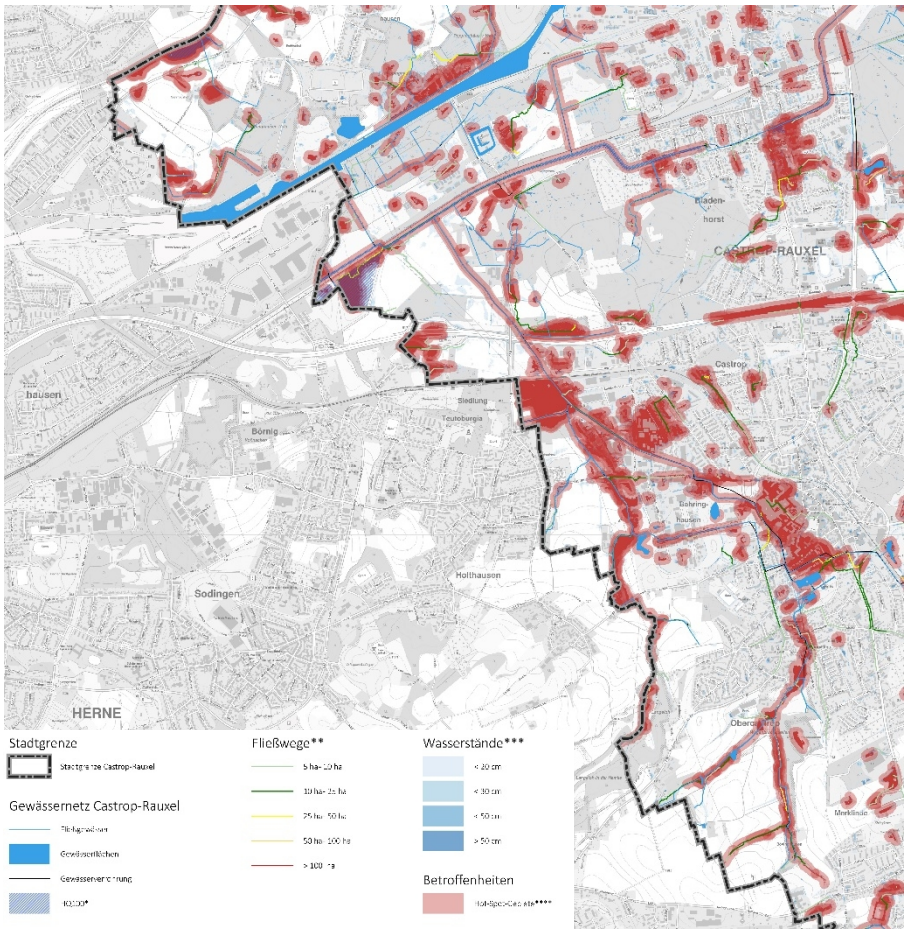


Abb. 16: Ausschnitt aus der Karte "Räumliche Betroffenheiten durch Überflutungen bei Starkregen" mit Darstellung der durch Starkregen hervorgerufenen Hotspots
(Hintergrundkarte: Deutsche Topografische Karte 1:10.000 (Datenlizenz Deutschland – Zero – Version 2.0))

Ergebnisse der Analyse „Starkregen“

Aus der Analyse der räumlichen Betroffenheiten durch Starkregen lassen sich die folgenden wesentlichen Erkenntnisse ableiten:

- Aufgrund der Topografie treten vor allem im südlichen Stadtgebiet deutlichere Fließwege auf.
- Gebiete, die bei Starkregen gefährdet sind, verteilen sich über das gesamte Stadtgebiet.
- Unterführungen und lokale Tiefpunkte lassen sich aus der 2D-Analyse bereits deutlich erkennen.

Aus der Hochwasserrisikoanalyse der Bezirksregierung Münster wird deutlich, dass durch die Hochwasserschutzmaßnahmen an der Emscher bei seltenen Ereignissen, die nur einmal in 100 Jahren auftreten, keine maßgeblichen Schäden zu erwarten sind. Die Emscher bleibt im eingedeichten Bereich.

III. MAßNAHMEN

4. Gesamtstrategie zur Klimaanpassung

4.1 ZIELE DER GESAMTSTRATEGIE

Folgende übergeordnete Kernziele werden mit der Gesamtstrategie zur Klimaanpassung in Castrop-Rauxel verfolgt:

1) Wissensbasis für die Klimaanpassung in Castrop-Rauxel ausbauen und fortschreiben!
2) Öffentliche Räume in Castrop-Rauxel klimagerecht nachhaltiger planen und resilient ausbauen!
3) Klimaanpassung in der Castrop-Rauxeler Verwaltung verstetigen und validieren!
4) Die Öffentlichkeit an der Klimaanpassung in Castrop-Rauxel beteiligen!

Nachdem im Rahmen der Betroffenheitsanalyse die für Castrop-Rauxel relevantesten Wirkungen durch die beteiligten Akteur*innen bewertet und priorisiert wurden (vgl. Kapitel 3), schloss sich die Formulierung der vier oben genannten Ziele zur Anpassung an die erwarteten Klimawandelfolgen für Castrop-Rauxel an.

In einem anschließenden Schritt wurden mit den beteiligten Akteur*innen Maßnahmen zusammengetragen, die zur Erreichung der anvisierten Ziele beitragen: Dabei kommen sowohl bereits laufende als auch zukünftig denkbare Maßnahmen in Frage. 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 Akteur*innen 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 galt es, bestmöglich an die bisherigen Aktivitäten der Stadt Castrop-Rauxel 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. Darüber hinaus sind auch Erkenntnisse aus der digitalen Bürgerbeteiligung sowie der Politik mit eingeflossen. Alle Vorschläge wurden fachlich geprüft und den entsprechenden Zielen zugeordnet. Teilweise wurden seitens der Gutachter auf Basis der Erfahrungen aus anderen Städten weitere Maßnahmenvorschläge ergänzt.

Über die so entstandenen zielspezifischen Maßnahmenkataloge wurde im zweiten Workshop diskutiert und die Vorgehen bewertet. Dabei wurden aus der Vielzahl der gesammelten Maß-

nahmenoptionen diejenigen (prioritären) Maßnahmen ausgewählt und gruppiert, die für die Umsetzung des Anpassungskonzeptes als besonders zielführend angesehen werden und die aus Gründen der Dringlichkeit oder der Wirkung als „Leuchtturmprojekt“ möglichst kurzfristig vorbereitet werden sollten.

Im folgenden Kapitel 4.2 werden die bisherigen Maßnahmen und Studien, die zum Thema Klimaanpassung in Castrop-Rauxel schon vorliegen bzw. bearbeitet wurden, jeweils kurz vorgestellt. In Kapitel 4.3 werden diese Erkenntnisse und Informationen dann erweitert um neue, konkrete Handlungsstrategien, die in Form von Steckbriefen die erarbeiteten Schlüsselmaßnahmen konkretisieren.

4.2 BISHERIGE STUDIEN UND VORHABEN MIT RELEVANZ FÜR DAS KLIMAANPASSUNGSKONZEPT

Zu Beginn des Projektes wurde – ausgehend von dem Bericht zur umwelt- und klimaorientierten Stadtentwicklung (Stadt Castrop-Rauxel, 2020) geprüft, welche klimaanpassungsrelevanten Informationen und Studien in Castrop-Rauxel vorliegen und welche Erkenntnisse daraus genutzt werden können (formelle bzw. informelle Planungsunterlagen, kommunale und regionale Studien oder sonstige Konzepte; Tab. A 3 im Anhang).

Dabei handelt es sich um laufende Maßnahmen der Stadt (bspw. die Gründachstrategie) und insbesondere vorhandene räumliche Analysen mit Bezug zur Klimaanpassung (bspw. 2D-Überflutungsmodellierung im Rahmen der Generellen Entwässerungsplanung des EUV Stadtbetriebs, Regionale Klimaanalyse des Regionalverbands Ruhr), die für die Betroffenheitsanalyse von Bedeutung sind. Zudem bieten viele Konzepte Synergien oder Anknüpfungspunkte für die Entwicklung von Anpassungsmaßnahmen in Castrop-Rauxel (z. B. DigiQuartier zu altersgerechten Quartieren, Maßnahmenplanungen im Rahmen der Zukunftsinitiative Wasser in der Stadt von morgen).

Die Ergebnisse der Stadtklimaanalyse wurden der Ableitung räumlicher Betroffenheiten im vorliegenden Klimaanpassungskonzept zu Grunde gelegt.

Zu den Themenfeldern Klimaschutz, Energie, Nachhaltigkeit und Umwelt gibt es in Castrop-Rauxel seit einigen Jahren die auf operativer Ebene vom EUV Stadtbetrieb in Kooperation mit der Verbraucherzentrale organisierte Veranstaltungsreihe „HÖMMA! KLIMA!“, darunter z. B. der seit 2018 jährlich stattfindende „KliMarkt“. Aufgrund seiner Bekanntheit wäre das Format ein möglicher Anknüpfungspunkt, um Themen der Klimaanpassung zu platzieren bzw. über die Erkenntnisse des Klimaanpassungskonzeptes (KLAK) zu informieren.

Mit dem 2019 einberufenen „Beirat für klimagerechte Stadtentwicklung“, der eine vorberatende Funktion für den Umweltausschuss übernimmt, wurden innerhalb der Verwaltung und Politik Strukturen geschaffen, die den anvisierten Klimaanpassungsprozess unterstützen.

Die im Sinne des Klimaschutzes geplante Installation von Wasserstationen im öffentlichen Raum dient gleichzeitig der Klimaanpassung (Trinkwasser an Hitzetagen). In Kooperation mit der Gelsenwasser AG plant die Stadtverwaltung Castrop-Rauxel zwei Trinkwasserstationen an der Wilhelmschule und am Ernst-Barlach-Gymnasium. Mittelfristiges Ziel ist es, Trinkwasserspender künftig in allen Schulen und im Altstadtbereich (Fußgängerzone) für die Allgemeinheit zu installieren.

4.3 HANDLUNGSSTRATEGIEN UND SCHLÜSSELMAßNAHMEN FÜR CASTROP-RAUXEL

Nachfolgend sind die erarbeiteten Maßnahmen zur Erreichung der übergeordneten Ziele (Kapitel 4.1) in Form von Steckbriefen beschrieben. Diese Maßnahmenauswahl der sogenannten Schlüsselmaßnahmen, spiegelt wider, in welchen Bereichen ein „Aktivwerden“ im Rahmen der Klimaanpassung besonders effizient ist. Die Schlüsselmaßnahmen reichen von baulich-räumlichen Lösungen bis zu Konzepten zur Etablierung des Themenfeldes Klimaanpassung in der Castrop-Rauxeler Verwaltung und Sensibilisierung der Öffentlichkeit (Verstetigung). Die Schlüsselmaßnahmen wurden in vier Maßnahmenkategorien gegliedert:

1) Analysen ausweiten, um das Klimafolgenwissen für Castrop-Rauxel zu erweitern
   - ü S1) Ausbau des Starkregenrisikomanagements
   - ü S2) Verrohrungskataster/-management

2) Maßnahmen im öffentlichen Raum zur Hitze- und Starkregenvorsorge
   - ü S3) Hitzevorsorge in der Innenstadt
   - ü S4) Schwammstadt
   - ü S5) Überflutungsvorsorge an Hotspots
   - ü S6) Klimaanpassung an Haltestellen
   - ü S7) Verbesserung der Gewässerstruktur und -güte
   - ü S8) Klimaangepasste Gebäude

3) „Verstetigungsstrategie“: Klimaanpassung in das Verwaltungshandeln der Stadt Castrop-Rauxel integrieren
   - ü S9) Vorgaben zur Vorgartengestaltung
   - ü S10) Klimaanpassung in der Verwaltung stärken
   - ü S11) Checkliste für die Bauleitplanung
   - ü S12) Integriertes Stadtgrünkonzept

4) Maßnahmen zur Stärkung der Kommunikationswege mit der Öffentlichkeit
   - ü S13) Ausbau der Online-Beteiligung zur Klimaanpassung
   - ü S14) „KliMarkt“ beibehalten, ausbauen und dezentralisieren

Besonders hervorzuheben sind die Synergieeffekte zwischen einzelnen Schlüsselmaßnahmen. In jedem Steckbrief sind daher auch die Wechselwirkungen zu anderen Steckbriefen beschrieben.

Diese Gesamtstrategie zur Klimaanpassung soll außerdem nicht im Gegensatz zu anderen Klima*schutz*zielen Castrop-Rauxels stehen: Klimaschutz und Klimaanpassung sollen stets zusammen und integrativ gedacht werden. Ressourcenschutz spielt daher eine wichtige Rolle bei der Maßnahmenumsetzung.

Darüber hinaus sind bei der konkreten Umsetzung der Strategie Chancen und Hemmnisse sowie erforderliche personelle Ressourcen abzuwägen.

Die nachfolgenden Maßnahmensteckbriefe wurden von den Projektbeteiligten in enger Abstimmung mit den Akteur*innen der Fachämter der Stadt Castrop-Rauxel erarbeitet.

4.3.1 WEITERFÜHRENDE ANALYSEN

Das Wissen über die Entwicklung des Klimawandels und die Kenntnis der möglichen Folgen für Castrop-Rauxel sind zwei wichtige Grundlagen. Sie fungieren zum einen als Basis für das vorliegende Klimaanpassungskonzept und bilden zum anderen den Grundstein für einen *langfristigen* Anpassungsprozess und die stetige Umsetzung der Maßnahmen. Die Anpassungsstrategie „Weiterführende Analysen“ soll bestehende Wissensdefizite zu den Auswirkungen des Klimawandels sowie zu wichtigen Prozessen und Infrastrukturen in der Stadt Castrop-Rauxel erweitern und vertiefen.

So liegen bspw. Ergebnisse einer Überflutungssimulation aus dem GEP vor, es fehlen derzeit aber noch Aussagen zur Risikoabschätzung. Entsprechend der Förderrichtlinien des Landes NRW kann die bislang vorliegende 2D-Überflutungssimulation um eine Vulnerabilitäts- und sich anschließende Risikoanalyse erweitert werden, um nicht nur eine Gefährdungsminderung sondern auch eine Risikominimierung zu erreichen (vgl. Schlüsselmaßnahme 1). Gleichzeitig geht mit dem Starkregenrisikomanagement auch eine fortlaufende Aktualisierung des Wissens einher. Die in Kapitel 2 aufgeführten meteorologischen und statistischen Grundlagen für die Einschätzung klimawandelbedingter Parameter fußen auf dem *derzeitigen* Stand der Technik und können bei sich ändernden Rahmenbedingungen (bspw. durch erfolgreiche Wirkung bereits umgesetzter Anpassungsmaßnahmen) variieren. Daher gilt es sicherzustellen, dass die Fachbereiche, die das Klimaanpassungskonzept nutzen, dieses mit den gegenwärtigen Erkenntnissen der Forschung abgleichen und ggf. neue Erkenntnisse in ihre Planungen integrieren.

Die bisherigen Analysen sollen zusätzlich durch die Erstellung eines stadtgebietsweiten Verrohrungskatasters erweitert werden, um hydraulische Engpässe in der Stadt zu erfassen. Gleichzeitig ist der Aufbau eines Verrohrungs*managements* ein wichtiger Bestandteil des Controllingkonzeptes für das Klimaanpassungskonzept in Castrop-Rauxel (vgl. Kapitel 4.5). So kann hydraulischen Engpässen nachhaltig begegnet werden (Schlüsselmaßnahme 2).

Bei der Erweiterung von Klimawandelwissen für die Stadt Castrop-Rauxel bietet sich oft auch die Möglichkeit, bestehende Erkenntnisse anderer Kommunen und Regionen zu nutzen und – sofern sinnvoll – gezielt auf Castrop-Rauxel zu übertragen. In der Tabellenzeile „Gute Beispiele“ der jeweiligen Schlüsselmaßnahme werden gute Beispiele aus anderen Städten und Projekten aufgezeigt.

Die Handlungsstrategie hat zum Ziel, vielseitige Geo- und Sachinformationen zum Klimawandel für Castrop-Rauxel karten- und ortsbasiert zur Verfügung zu stellen. Im Sinne der Verstetigungsstrategie (vgl. Kapitel 4.3.3) und des Controllings müssen diese Informationen fortwährend zusammengetragen und in der Verwaltung kommuniziert werden, um die Klimaanpassung in Castrop-Rauxel zu verfestigen.

Land NRW (2020)
Datenlizenz Deutschland-
Namensnennung – Version 2.0
https://www.wms.nrw.de/geobasiswms_nrw_abk

Schlüsselmaßnahme S1 Ausbau des Starkregenrisikomanagements	
Maßnahmenbeschreibung Bislang liegen für die Stadt Castrop-Rauxel die Ergebnisse einer 2D-Überflutungssimulation sowie einer topografischen Fließweganalyse vor. In der Karte der räumlichen Betroffenheiten „Starkregen“ wurden aus diesen Grundlagen potenzielle Gefahrenbereiche in Folge von Starkregen im Stadtgebiet ausgewiesen. Im Sinne eines kommunalen Starkregenrisikomanagements sollten diese Darstellungen um eine Vulnerabilitätsanalyse und eine sich anschließende Risikoanalyse mit Handlungskonzept Starkregen gemäß den Förderrichtlinien des Landes NRW erweitert werden: Eine Schadenspotenzialanalyse deckt Objekte, Bereiche und Infrastruktureinrichtungen auf, die ein Schadenspotenzial für die menschliche Gesundheit, Gebäude und Inventar, Infrastruktur, Wirtschafts- und Industrieanlagen, etc. aufweisen. In der Risikoanalyse werden diese Bereiche mit den Gefahrenbereichen aus der Starkregenanalyse überlagert (Zusammentreffen von Eintrittswahrscheinlichkeit (Gefährdung) mit Schadenspotenzial). Auf dieser Basis wird dann ein konkretes Handlungskonzept entwickelt, dessen Ziel es ist, die Maßnahmen im öffentlichen und privaten Raum übergreifend zu koordinieren und priorisieren, um die größtmögliche Wirksamkeit in Bezug auf Risikominderung zu erreichen. Das Handlungskonzept muss Konzepte zur Informations- und Flächenvorsorge, zum Krisenmanagement sowie zu konkreten baulichen Maßnahmen für die Überflutungsvorsorge umfassen.	
Federführung	- EUV Stadtbetrieb Castrop-Rauxel
Weitere Akteur*innen	- Stadtplanung und Bauordnung (Bereich 61) - Stadtentwicklung (Bereich 12) - Stadtgrün und Friedhofswesen (Bereich 67) - Feuerwehr (Bereich 37) - Verkehr (sowohl Bereich 32 als auch Bereich 12)) - Untere Naturschutzbehörde (Kreis Recklinghausen)
Wechsel-wirkungen	- Maßnahmen zur Stärkung des lokalen Wasserhaushaltes (z. B. Baumrigolen, Gründächer) - Maßnahmen zur Hitzevorsorge - Erstellung eines Verrohrungskatasters (Schlüsselmaßnahme S2)
Finanzielle Auswirkungen / Wirtschaftlich-keit	- Fördermöglichkeiten zur Umsetzung der Arbeitshilfe bzw. des Leitfadens zum Kommunalen Starkregenrisikomanagement des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (50 % Förderung)

	- Das Starkregenrisikomanagement kann zur Prävention kostenintensiver Schäden durch Starkregen beitragen. Außerdem können zur Verfügung stehende Mittel für den Überflutungs- oder Hochwasserschutz zielgerichteter eingesetzt werden.
Anknüpfungs-punkte	- Analysen aus der Generellen Entwässerungsplanung - Erstellung eines integrierten Handlungskonzeptes in Verbindung mit Schlüssel-maßnahme S2 (Verrohrungskataster)
Gute Beispiele	- Arbeitshilfe kommunales Starkregenrisikomanagement, Land NRW - Projekt KLAS Bremen - Förderprojekt der Stadt Wuppertal zum Starkregenrisikomanagement
Anmerkungen	

Schlüsselmaßnahme S2 Verrohrungskataster/-management	
Maßnahmenbeschreibung Im Falle eines Starkregens bilden sich Fließwege an der Oberfläche im Stadtgebiet aus. Hohe Abflüsse führen dann insbesondere an Gewässerverrohrungen, an Einlaufpunkten in das Kanalnetz und an Durchlässen aufgrund von hydraulischen Engpässen (mehr oder weniger verengte Querschnitte) zu unterschiedlich starkem Rückstau oder Überflutung der Einlaufbauwerke. Verstärkt werden diese Effekte durch Ablagerungen oder Geschwemmsel. Um die relevanten Bauwerke im Stadtgebiet zukünftig „managen“ zu können, soll in einem ersten Arbeitsschritt ein Verrohrungskataster erarbeitet werden, welches bauliche Kenndaten und Angaben zur hydraulischen Bedeutung enthält. Hierzu gehören neben den Abmessungen (Durchmesser, Gefälle, Material) auch Angaben zu den vorhandenen Rechenanlagen (2-dimensional, 3-dimensional; automatische Reinigung) sowie vorhandenen messtechnischen Überwachungseinrichtungen. Aus den Angaben soll in einem zweiten Arbeitsschritt mit den Ergebnissen der 2D-Modellierung ein Konzept zur Priorisierung von Instandsetzungs-, Unterhaltungs- und Monitoringmaßnahmen im Sinne eines Verrohrungs*managements* erarbeitet werden.	
Federführung	- EUV Stadtbetrieb Castrop-Rauxel
Weitere Akteur*innen	- Feuerwehr (Bereich 37) - EGLV
Wechselwirkungen	- Zusammenwirken mit Schlüsselmaßnahme 1 (Ausbau des Starkregenrisikomanagements): Das Verrohrungskataster erweitert die Wissensbasis, die für ein umfängliches Starkregenrisikomanagement von Bedeutung ist - Generelle Entwässerungsplanung
Finanzielle Auswirkungen / Wirtschaftlichkeit	- Für die Umsetzung von Unterhaltungs- und Überwachungsmaßnahmen der Verrohrungen sollten ausreichend finanzielle Mittel sichergestellt sein. - Vermeidung von Schäden durch Überflutungen an hydraulischen Zwangspunkten.
Anknüpfungspunkte	- Generelle Entwässerungsplanung
Gute Beispiele	- Rückhaltung von Treibgut im Forstrevier Sulzburg (https://neuwied.eu/fileadmin/inhalte/bauen/pdf/Offenlage_BPL_751_II_April_2019/Abwasserbeseitigung_-_Oberfl%C3%A4chenwasserbeseitigung/VIII_WBW-IBH-Starkregenbroschuere.pdf, S. 35)

	- Konzept der Stadt Bielefeld - Projekt KLAS Bremen (Modul Unterführungskataster)
Anmerkungen	

4.3.2 MAßNAHMEN IM ÖFFENTLICHEN RAUM

Die in Kapitel 2 auf Castrop-Rauxel skalierten Ergebnisse der Klimawandelanalyse bestätigen den wahrnehmbaren Trend häufiger Extremereignisse. Dazu zählen vermehrt auftretende Starkregenereignisse sowie länger andauernde Hitzeperioden. Bei schwer zu vorhersagenden räumlichen und zeitlichen Ausdehnungen von Starkniederschlägen ist es gleichzeitig von hoher Priorität, verbreitet Vorsorgemaßnahmen im *öffentlichen Raum* umzusetzen. So kann die Gefährdung und das daraus resultierende Risiko bei bestimmter Eintrittswahrscheinlichkeit minimiert werden.

Ein erster Schritt ist die Überflutungsvorsorge in Hotspots (Schlüsselmaßname 5): Eine gezielte Flächenumgestaltung und veränderte Nutzung von Flächen kann im Falle eines Starkregens verbesserten Rückhalt und geringere resultierende Überflutungswahrscheinlichkeiten gewähren. Die Planung und Umsetzung von Vorsorgemaßnahmen zur Minderung von starkregeninduzierten Überflutungen kann begleitet werden durch die in diesem Kapitel vorgestellte Handlungskarte zur Starkregenvorsorge und wassersensiblen Stadtentwicklung, welche die Starkregen-Hotspots aufzeigt und basierend auf den Berechnungsergebnissen geeignete Maßnahmen ortsbezogen und gruppiert vorschlägt. Maßgeblich zur Überflutungssituation tragen auch Stadtgewässer bei. Durch die oftmals stark anthropogene Einflussnahme auf den Gewässerverlauf und die -struktur innerhalb des Stadtraumes können die Fließgewässer große Wasservolumina in Folge von hohen Oberflächenabflüssen nicht mehr ausreichend schnell ableiten. Eine Ausbreitung des Gewässers ist im dicht bebauten Stadtbild oft nicht vorgesehen. Vor diesem Hintergrund sollten die in Castrop-Rauxel vorhandenen Gewässer möglichst nah an ihren Urzustand zurückgeführt werden (Schlüsselmaßnahme 7).

Eine verbesserte Gewässergüte und -struktur trägt nicht nur zur Überflutungsvorsorge bei, sondern kann sich auch positiv auf das *Stadtklima* auswirken. Dies ist besonders wichtig vor dem Hintergrund, dass sich die thermische Belastung infolge des Klimawandels im Laufe des 21. Jahrhunderts weiter verstärken wird (vgl. Kapitel 2). Bereits heute sind im Stadtgebiet vermehrt überhitzte Bereiche vorhanden, sogenannte Wärmeinseln. Diese können sich negativ auf die Lebensqualität und Gesundheit der Bürger*innen Castrop-Rauxels auswirken. Die Maßnahmen im *öffentlichen Raum* zielen deshalb auch darauf ab, diese negativen Auswirkungen zu minimieren, Synergieeffekte mit der Überflutungsvorsorge zu nutzen und so zur Gesundheit und Lebensqualität der Bevölkerung positiv beizutragen. So können bspw. bereits kleine Maßnahmen zur Hitzevorsorge in der Innenstadt beitragen (Schlüsselmaßnahme 3). Einen besonderen Synergieeffekt zur Überflutungsvorsorge können auch Maßnahmen zum Aufbau der sogenannten „Schwammstadt“ mit sich bringen: Diese impliziert eine Stadtgestaltung, mithilfe derer Niederschlagswasser schadlos abgeleitet und von der Stadt wie ein „Schwamm“ aufgefasst werden kann, um es bspw. verzögert dem Grundwasser zuzuführen. Diese Maßnahme (Schlüsselmaßnahme 4) wirkt sich durch kühlende Verdunstungseffekte auch insbesondere auf das Stadtklima und positiv auf die Hitzevorsorge aus. Eine klimaangepasste Gestaltung der Gebäude (Schlüsselmaßnahme 8) erweitert die stadtklimatische Verbesserungsmaßnahme zusätzlich um eine Anpassung auf Seiten der Bevölkerung. Durch Fassadenbegrünung kann die heiße Luft außerhalb der Gebäude gehalten und so die Lebensqualität der Bürger*innen erhöht werden.

Die Maßnahmen im öffentlichen Raum gründen auf den Rahmenplan zur Klimaanpassung, welcher als zentrales Ergebnis aus dem Klimaanpassungskonzept hervorgeht (Kap. 4.4).

Schlüsselmaßnahme S3 Hitzevorsorge in der Innenstadt	
Maßnahmenbeschreibung In den Ortszentren Castrop-Rauxels ist die Hitzebelastung an heißen Tagen aufgrund der baulichen Dichte besonders hoch. Durch die Lage im Inneren des Siedlungskörpers und durch die dichte Bebauung ist die Ausprägung der städtischen Wärmeinsel hier stärker als in locker besiedelten Stadtrandbereichen. Zudem werden die innerstädtischen Bereiche tagsüber von vielen Menschen frequentiert, die der Hitzebelastung ausgesetzt werden. Die Schlüsselmaßnahme „Hitzevorsorge in der Innenstadt“ zielt darauf ab, Projekte umzusetzen, die zu einer Minderung der Aufheizung des Stadtraumes beitragen und die Aufenthaltsqualität für die Castrop-Rauxeler Bevölkerung in der Innenstadt verbessern. Zur Anpassung des Stadtraumes gibt es eine Vielzahl von Maßnahmen, deren primäre Ziele meist die Erhöhung der Verdunstungskühlung und die Optimierung der lokalen Strahlungsbilanz sind. Mögliche Anpassungsmaßnahmen sind: - Begrünung: z. B. Baumpflanzungen, Anlage von Grünflächen und Pflanzbeeten, mobiles Grün, Gebäudebegrünung (z. B. Fassadenbegrünung). Die Vegetation wirkt durch Verdunstung kühlend auf den Stadtraum und Bäume spenden zusätzlich Schatten. Die Austtattung von Straßenbäumen mit Baumrigolen wirkt sich zusätzlich positiv aus. - Optimierung der Oberflächenalbedo: Durch den Einsatz heller Materialien wird das Rückstrahlvermögen von Oberflächen verbessert. Sie reflektieren einen größeren Anteil des einfallenden Sonnenlichts und heizen sich dadurch weniger auf. - Verschattung: Um stark frequentierte öffentliche Räume zu verschatten, können neben Bäumen auch konstruktive Elemente wie Sonnensegel, Sonnenschirme und Pergolen eingesetzt werden. - Entsiegelung: Durchlässige Oberflächen ermöglichen eine Versickerung, Verdunstung und Speicherung anfallenden Niederschlagswassers zu Kühlungs- und Bewässerungszwecken in Hitze- und Trockenperioden - Wasserelemente: Insbesondere bewegtes Wasser (Springbrunnen, Fontänenfelder, Zerstäuber) hat einen hohen Kühleffekt auf das Umfeld. Auch stehende Gewässer wie Weiher, Teiche oder Kanäle können kühlend auf den umliegenden Stadtraum wirken. - Trinkbrunnen: Trinkbrunnen haben keinen kühlenden Effekt auf den Stadtraum, doch sie können helfen, hitzebedingte gesundheitliche Risiken (z. B. Dehydrierung) zu vermeiden und unterstützen die Bevölkerung somit bei der Bewältigung von Hitzewellen.	
Federführung	- Stadtgrün und Friedhofswesen (Bereich 67) - Stadtplanung und Bauordnung (Bereich 61) - Stadtentwicklung und Statistik (Bereich 12) - Straßeninfrastruktur (EUV Stadtbetrieb)
Weitere Akteur*innen	- Stadtentwässerung/Umwelt (EUV Stadtbetrieb)

Wechsel-wirkungen	- Maßnahmen zur Hitzevorsorge können zur Aufwertung des Stadtbildes beitragen und die Aufenthaltsqualität eines Ortes erhöhen. - Es bestehen Synergiepotenziale mit der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung. - Stadtbäume haben eine ambivalente Wirkung auf die Luftqualität: Einerseits binden Bäume Feinstaub, gleichzeitig reduzieren sie durch ihr Volumen den Luftaustausch auf Straßenniveau und können so die Konzentration von Luftschadstoffen (z. B. aus dem KFZ-Verkehr) erhöhen. - Die Anlage von Grünanlagen und Pflanzbeeten kann bei abgestimmter Artenauswahl positiv für das urbane Ökosystem und die lokale Biodiversität sein. - Hitzevorsorge in verdichteten Ortszentren ist besonders effizient, da sich hier regelmäßig viele Stadtbürger*innen aufhalten und von der Verbesserung des Stadtklimas profitieren.
Finanzielle Auswirkungen / Wirtschaftlichkeit	- Die Kosten der jeweiligen baulichen Maßnahmen sind in hohem Maße abhängig von der Größe der Fläche, ihrem Ausgangszustand und der Gestaltung. - Finanzielle Mittel können besonders effizient eingesetzt werden, wenn Hitzevorsorgemaßnahmen in anstehende Bau- oder Sanierungsprojekte integriert werden. - Für die Umsetzung von investiven Maßnahmen der Begrünung, Verdunstung und Kühlung zur Minderung des urbanen Wärmeinseleffekts können Fördermittel des Landes akquiriert werden (z. B. Sonderprogramm „Klimaresilienz in Kommunen“ im Rahmen der Corona-Hilfe oder Städtebauförderung)
Anknüpfungs-punkte	- Projekt „Grün in der Stadt“ (2012) - KRIS („Klimaresiliente Region mit internationaler Strahlkraft“; Gebietskulisse RVR – beginnt ab 2. Hälfte 2021)
Gute Beispiele	
Anmerkungen	Im Rahmenplan für die Klimaanpassung in Castrop-Rauxel sind besonders hitzebelastete Gebiete ausgewiesen („*Fokusraum Hitzevorsorge*“), die bei der Umsetzung von Maßnahmen prioritär behandelt werden sollten. Eine Umsetzung der möglichen Maßnahmen steht im Zusammenspiel mit unterschiedlichen Belangen (z. B. Denkmalschutz, Ver- und Entsorgungseinrichtungen, Brandschutz, Verfügbarkeit von Flächen, etc.).

Schlüsselmaßnahme S4 Umsetzung des Schwammstadtprinzips	
Maßnahmenbeschreibung In den bebauten Bereichen Castrop-Rauxels wird in erheblichem Maße in den natürlichen Wasserkreislauf eingegriffen. Durch den z. T. hohen Versiegelungsgrad wird ein großer Anteil des Niederschlags über das Kanalnetz in die Vorflut abgeführt und somit dem lokalen Wasserkreislauf entzogen. Ziel einer dezentralen Regenwasserbewirtschaftung ist es, diesen Kreislauf wieder zu stärken und den Abfluss zu reduzieren, indem Möglichkeiten der Versickerung, Verdunstung und Speicherung des Niederschlags geschaffen werden. In diesem Kontext wird häufig das Bild der „Schwammstadt“ verwendet: Wie ein Schwamm saugt die Stadt Regenwasser auf und hält es zurück, um es zu einem späteren Zeitpunkt wieder abzugeben. Dies leistet einen nicht zu unterschätzenden Beitrag zur Hitze- und Trockenheitsvorsorge. Das im Boden oder in Rückhalteelementen (z. B. Zisternen) gespeicherte Wasser steht in Hitzeperioden zur Bewässerung und Verdunstung zur Verfügung (entweder über Vegetation oder direkt über den Oberboden) und wirkt dadurch kühlend auf den umliegenden Stadtraum. Maßnahmen der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung im Sinne der Schwammstadt umfassen: - Die Entsiegelung von Oberflächen und die Verwendung wasserdurchlässiger Beläge mit möglichst niedrigen Abflussbeiwerten. - Die Förderung der Versickerung von Niederschlägen und der Grundwasserneubildung über Mulden und Mulden-Rigolensysteme. - Die Förderung des Rückhalts und der Speicherung von Abflussspitzen, z. B. durch Baumrigolen, urban wetlands, unterirdische Zisternen und (Retentions-)Gründächer	
Federführung	- Stadtplanung und Bauordnung (Bereich 61) - Stadtentwicklung und Statistik (Bereiche 12) - Stadtentwässerung/Umwelt (EUV Stadtbetrieb)
Weitere Akteur*innen	- Straßeninfrastruktur (EUV Stadtbetrieb) - Stadtgrün und Friedhofswesen (Bereich 67)
Wechselwirkungen	Maßnahmen zur dezentralen Regenwasserbewirtschaftung: - weisen vielseitige Synergien mit der Hitzevorsorge (S3) auf, - fördern die Grundwasserneubildung, - können ein ergänzender Bestandteil der Überflutungsvorsorge (Schlüsselmaßnahme S5) sein, z. B. durch die Schaffung von zusätzlichen Retentionsvolumina in Mulden und Rigolen für den Starkregenfall, - leisten (in Abhängigkeit der Umsetzung) einen Beitrag zur Verbesserung urbaner Ökosysteme,

	- können das Ortsbild verbessern und die Aufenthaltsqualität eines Stadtraums erhöhen.
Finanzielle Auswirkungen / Wirtschaftlichkeit	- Die Kosten sind maßgeblich abhängig von der konkreten Ausgestaltung und dem Umfang der Maßnahme sowie von den Gegebenheiten vor Ort. - Die Umsetzung der Maßnahme kann Kosteneinsparungen an anderer Stelle bewirken (z. B. weniger Schäden durch Überflutungen, weniger Bewässerung in den trockenen Sommermonaten). - Für die Umsetzung von investiven Maßnahmen der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung im Sinne der Schwammstadt können Fördermittel akquiriert werden (z. B. Sonderprogramm „Klimaresilienz in Kommunen“ im Rahmen der Corona-Hilfe; ZI Wasser in der Stadt von Morgen; Städtebauförderung)
Anknüpfungspunkte	- Zukunftsvereinbarung Regenwasser 2005-2020 (2015) - Zukunftsinitiative „Wasser in der Stadt von morgen“ (KRIS) - Gründachstrategie Castrop-Rauxel - Projekt „Grün in der Stadt“ (2012)
Gute Beispiele	- Freiburg im Breisgau: Neugestaltung des Zollhallenplatzes und Regenwasserbewirtschaftung im Quartier Vauban - Münster: Regenwasserbewirtschaftung Oxford-Kaserne - Essen-Altenessen: Mehrgenerationenquartier „Johanniskirchgärten“, Universitätsviertel – grüne Mitte Essen - Gelsenkirchen: Schüngelberg-Siedlung - Berlin: Schumacher-Quartier - Hannover: Kronsberg
Anmerkungen	Im Rahmenplan für die Klimaanpassung in Castrop-Rauxel sind Gebiete, welche sich für die Umsetzung von Schwammstadt-Maßnahmen in besonderem Maße eignen, als *Fokusraum Schwammstadt* ausgewiesen.

Schlüsselmaßnahme S5 Überflutungsvorsorge an Hotspots	
Maßnahmenbeschreibung In Bereichen, die im Rahmen der Betroffenheitsanalyse durch Starkregen als Hotspots und im Rahmenplan als „Fokusräume Starkregenvorsorge“ beschrieben worden sind, sollten Maßnahmen zur Überflutungsvorsorge in Betracht gezogen werden. In diesen Gebieten sollen öffentliche und private Gebäude und kritische Infrastruktur hinsichtlich potenzieller Gefahren und Schadenspotenziale bewertet werden. Bei bestehenden Überflutungsrisiken sind Objektschutzmaßnahmen zur Minderung der Überflutungsgefahren zu prüfen. Ergänzend sollte ein schadloser Rückhalt von Niederschlagswasser in ungefährdeten Bereichen erreicht werden, um auch so das Überflutungsrisiko für Objekte und Gebäude in den Hotspots zu reduzieren. Hierzu ist eine enge Zusammenarbeit der Stadtentwässerung mit den weiteren Fachressorts erforderlich. Zu einigen wichtigen Maßnahmen gehören: Ø Multifunktionale Flächennutzung: An geeigneten Stellen im Castrop-Rauxeler Stadtgebiet können z. B. Verkehrs- und Freiflächen als temporäre Rückhalteräume für Starkregen ins Auge gefasst werden, unter Berücksichtigung der Anforderungen an die Verkehrssicherheit. Ø Oberflächige Abflusswege sicherstellen: Notabflusswege im Frei- und Straßenraum können bspw. durch den gezielten Einsatz von Hochborden bzw. dem Absenken an anderen Stellen oder der Errichtung eines umgekehrten Dachprofils erwirkt werden. Die funktionalen Anforderungen, die mit der Überflutungsvorsorge einhergehen und besonders auf die Anpassung von Oberflächen im öffentlichen Raum gerichtet sind, müssen mit den Richtlinien der städtebaulichen Gestaltung konform sein.	
Federführung	- Stadtentwässerung (EUV Stadtbetrieb) - Amt für Ordnung und Bürgerservice (Bereich 32)
Weitere Akteur*innen	- Stadtgrün und Friedhofswesen (Bereich 67) - Stadtentwicklung (Bereich 12) - Stadtplanung und Bauordnung (Bereich 61)
Wechselwirkungen	- Die multifunktionale Flächennutzung zum Rückhalt von Niederschlagswasser bringt gestalterische Potenziale für die Stadt- und Freiraumplanung sowie für die Förderung des naturnahen Umgangs mit Regenwasser und den lokalen Wasserhaushalt mit sich (siehe Schlüsselmaßnahme S4 „Schwammstadt“).

Finanzielle Auswirkungen / Wirtschaftlichkeit	- Maßnahmen im Straßenraum können mit Kanalsanierungen oder vergleichbaren Arbeiten kombiniert werden (z. B. Straßenerneuerung). - Vorsorgemaßnahmen zur Starkregenvorsorge reduzieren finanzielle Schäden im Starkregenfall - Durch die kontrollierte Ableitung von Niederschlagswasser und den Schutz von Gebäuden vor Überflutungen können Personenschäden reduziert werden.
Anknüpfungspunkte	- Die Überflutungsvorsorge in Hotspots knüpft an Ergebnisse der Planungshinweiskarte Starkregen an (siehe unten). - Maßnahmen des EUV insbesondere zur Sensibilisierung der Bevölkerung (Informationskampagnen).
Mögliches Pilotprojekt	- Südliche Altstadt-Straße: Am Stadtgarten
Gute Beispiele	- Starkregenvorsorgeportal der Stadtgemeinde Bremen mit Beratungsangebot zur Starkregenvorsorge zur Stärkung der Eigenvorsorge - Umsetzungsbeispiele in Wesseling und Köln aus dem Projekt MURIEL - Verkehrslenkung bei Starkregen (Projekt des OOWV: CATCH in Oldenburg) - Projekt KLAS Bremen (Beratung der Bürger in Überflutungsschwerpunkten im Stadtgebiet) - Projekt MURIEL der DBU - Regenrückhaltebecken an der Gertrudstraße (befindet sich in Planung und Prüfung)
Anmerkungen	- Die städtischen Maßnahmen zur Überflutungsvorsorge im öffentlichen Raum wirken effizient nur in Kombination mit Objektschutzmaßnahmen seitens der Grundstückseigentümer. - Als Grundlage des Rahmenplans wurde eine Planungshinweiskarte *Starkregenvorsorge und wassersensible Stadtentwicklung* erarbeitet. Sie stellt auch eine wichtige Grundlage zur räumlichen Priorisierung von Maßnahmen zur Überflutungsvorsorge an Hotspots dar.

Planungshinweiskarte Starkregenvorsorge und wassersensible Stadtentwicklung

Im Rahmen des parallel laufenden Projektes zur Erstellung eines Generalentwässerungsplanes (GEP) in Castrop-Rauxel wurden eine 2D-Oberflächensimulation sowie eine topografische Fließwegeanalyse erstellt. Für die Berechnung der Wasserstände wurde das digitale Geländemodell DGM 1 verwendet (1m Raster, 2012/2018), welches mit einem extremen Starkregen (T = 100 a, D = 60 min) belastet wurde. Die Nachlaufzeit des Regens wurde mit t = 1 h angesetzt, außerdem wurden Rauigkeiten berücksichtigt. Die Versickerungsfähigkeit des Bodens wurde bei der Berechnung außer Betracht gelassen, (Worst-Case-Szenario).

Die Ergebnisse der Simulationen wurden genutzt, um die Planungshinweiskarte „Starkregenvorsorge und wassersensible Stadtentwicklung“ zu erstellen. Diese Karte ist ein elementarer Baustein zur Ermittlung der räumlichen Betroffenheiten (Kapitel 3.2.2) sowie im weiteren Projektverlauf zur Maßnahmenfindung und Erstellung einer räumlichen Analyse für die Stadt Castrop-Rauxel. Durch Verschneidung und Analyse verschiedener Grundlagenkarten werden Such- und Potenzialräume für Anpassungsmaßnahmen in der Stadt Castrop-Rauxel dargestellt. Abb. 17 zeigt einen Ausschnitt aus der Planungshinweiskarte.

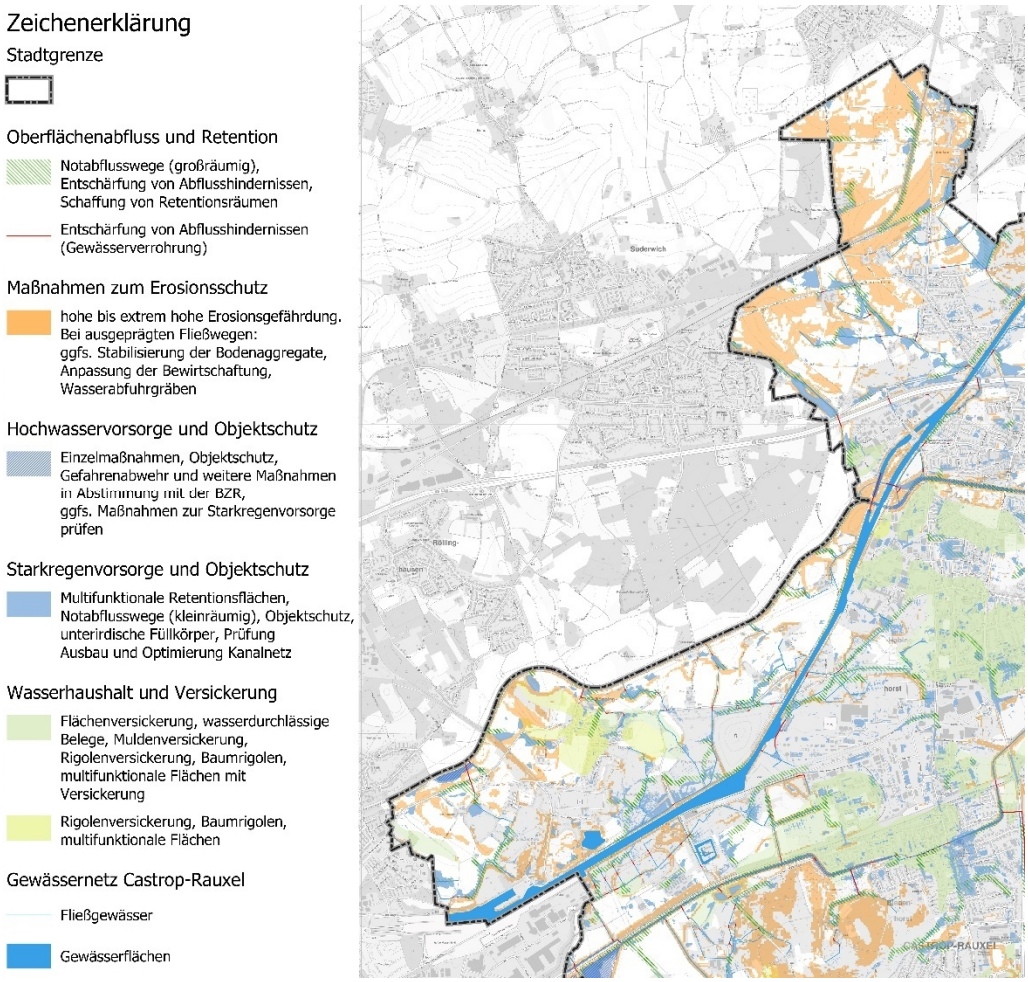


Abb. 17: Ausschnitt aus der Planungshinweiskarte

Für die Gruppierung von Maßnahmen wurden die folgenden Grundlagendaten analysiert und miteinander verschnitten:

- Versickerungseignung (Bodenkarte des Geologischen Dienstes NRW)
- Natürliche Erosionsgefährdung der Böden (Opengeodata.NRW – Landesbetrieb Information und Technik Nordrhein-Westfalen)
- Fließwege aus der topografischen Fließweganalyse
- Wasserstände aus der 2D-Oberflächensimulation eines extremen Starkregens (T = 100a, D = 60min)
- Gewässernetz Castrop-Rauxel: Fließgewässer und stehende Gewässer
- Überschwemmungsflächen eines HQ100, die nicht durch eine Hochwassereinrichtung geschützt sind

Aus diesen Daten wurden die folgenden vier Maßnahmengruppen hergeleitet:

1) *Oberflächenabfluss und Retention*
   Bei Starkregen entstehen Hauptfließwege, entlang derer Retentionsräume geschaffen und Abflusshindernisse entschärft werden können (insbesondere auch die Analyse von Gewässerverrohrungen bzw. Durchlässen).
2) *Maßnahmen zum Erosionsschutz*
   Auf den markierten Flächen besteht bei Starkregen erhöhtes Erosionspotenzial. Es sollten wenn möglich Bodenaggregate stabilisiert werden oder die Bewirtschaftung dieser Flächen entsprechend angepasst werden, um Vorsorge zu betreiben (Zwischenfrüchte, Grünstreifen zum Erosionsschutz).
3) *Hochwasservorsorge und Objektschutz*
   Diese Flächen können bei Flusshochwasser oder starkregeninduzierten Hochwässern überflutet werden. In Einzelfällen sollten Maßnahmen zum Objektschutz und zur Gefahrenabwehr entwickelt werden. Hier sind bereits Maßnahmenprogramme im Rahmen des Hochwasserrisikomanagements erarbeitet (Emscherdeiche).
4) *Starkregenvorsorge und Objektschutz*
   Diese Flächen ergeben sich aus der 2D-Überflutungssimulation (GEP-Bearbeitung; Wassertand > 10 cm für Lastfall T = 100 a). In diesen Bereichen sollten Objektschutzmaßnahmen in Erwägung gezogen werden. Multifunktionale Flächennutzung, die Schaffung kleinräumiger Notabflusswege, der Einsatz von Rigolen oder eine weitergehende Prüfung der Leistung des Kanalnetzes und ggf. dessen Optimierung sind weitere Maßnahmenbausteine zur Überflutungsvorsorge.
5) *Wasserhaushalt und Versickerung*
   Auf diesen Flächen ist der Boden grundsätzlich für eine Versickerung geeignet. Aus diesem Grund sollten hier Maßnahmen zur Förderung des lokalen Wasserhaushaltes vorgesehen werden. Dazu können Flächenversickerungen zählen, aber auch Rigolen, wasserdurchlässige Flächenbeläge und multifunktionale Flächennutzungen.

Die fünf Maßnahmengruppen in der Planungshinweiskarte stellen eine Zusammenfassung von wichtigen Themenbereichen im Rahmen der Starkregenvorsorge im Kontext der Klimaanpassung in Castrop-Rauxel dar.

Schlüsselmaßnahme S6 Klimaanpassung an Haltestellen des ÖPNV	
Maßnahmenbeschreibung An den Haltestellen des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) in Castrop-Rauxel halten sich regelmäßig Menschen auf, die hier in besonderem Maße durch Extremwetterereignisse wie sommerliche Hitze, Starkregen oder Stürme beeinträchtigt werden. Da in Zukunft häufiger mit derartigen Wetterbedingungen gerechnet werden muss, wird angestrebt, die Haltestellen des ÖPNV in der Stadt mit einem angemessenen und schattenspendenden Witterungsschutz auszustatten. Eine klimawandelgerechte Gestaltung der Wartehäuschen kann einen Beitrag zur Verbesserung des Mikroklimas leisten. So können durch die Begrünung der Dachflächen oder der Seitenwände (z. B. mit Sedum-Arten, Gräsern und Kräutern) kühlende Verdunstungseffekte erzielt werden. In Abhängigkeit der Mächtigkeit der Substratauflage wird zudem ein Teil des Niederschlags zurückgehalten. Somit wird der Abfluss verringert und der natürliche Wasserkreislauf gestärkt. Durch die vergleichsweise kleine bepflanzbare Fläche ist der kühlende Effekt auf den umliegenden Stadtraum zwar nicht besonders hoch, die Begrünung soll jedoch auch dazu beitragen in der Bevölkerung ein Bewusstsein für die Klimaanpassung in Castrop-Rauxel zu schaffen.	
Federführung	- EUV Stadtbetrieb - Stadt Castrop-Rauxel
Weitere Akteur*innen	- Stadtgrün und Friedhofswesen (Bereich 67) - Straßeninfrastruktur (EUV Stadtbetrieb)
Wechselwirkungen	- Durch die Begrünung von Wartehäuschen werden die Bestrebungen der Stadt Castrop-Rauxel im Bereich Klimaanpassung im Stadtraum sichtbar. Eine begleitende Informationskampagne kann zur Sensibilisierung der Bürger*innen für die Belange der Klimaanpassung beitragen und private Initiativen motivieren. - Die Begrünung der Wartehäuschen kann zudem zum Erhalt bzw. zur Unterstützung der Biodiversität beitragen. - Zusätzlich bewirkt die Begrünung eine Erhöhung der Aufenthaltsqualität und Verbesserung des Stadtbildes. - Durch den Rückhalt und durch die Verdunstung von Niederschlagswasser bestehen Synergien mit den Schlüsselmaßnahmen S3 (Hitzevorsorge) und S4 (Schwammstadt). - Einige Wartehäuschen in Castrop-Rauxel sind bereits mit Solarpanelen auf den Dächern ausgestattet. Dadurch können Raumnutzungskonkurrenzen

	entstehen. Grundsätzlich ist die Kombination von Solarpanelen und Dachbegrünungen möglich und steigert sogar deren Effizienz. Daher sind möglichst kombinierte Lösungen (z. B. aufgeständerte Panele) zu entwickeln
Finanzielle Auswirkungen / Wirtschaftlichkeit	- Es entstehen einmalige Kosten für die Anschaffung bzw. Anpassung der Wartehäuschen. - Es entstehen regelmäßige Kosten für die Pflege der Begrünung, die in hohem Maße abhängig von den ausgewählten Arten und allgemeinen Stadtortfaktoren ist. Es sollte sichergestellt werden, dass auch in längeren Trockenperioden keine Bewässerung der Begrünung erforderlich ist. - Für die Umsetzung der Maßnahme können Fördermittel des Landes akquiriert werden (z. B. Sonderprogramm „Klimaresilienz in Kommunen“ im Rahmen der Corona-Hilfe)
Anknüpfungspunkte	- Laufende Umgestaltung und Ausstattung der Wartehäuschen mit Anlagen Solarenergiegewinnung
Gute Beispiele	- Anpassung von Haltestellen im Rahmen des KLIMZUG („Klimawandel zukunftsfähig gestalten“) Projekts in Nordhessen - Installation von Dachbegrünungen auf Wartehäuschen in Utrecht
Anmerkungen	

Schlüsselmaßnahme S7 Verbesserung der Gewässerstruktur und -güte	
Maßnahmenbeschreibung Gewässer in der Stadt wirken sich auch positiv auf das Stadtklima aus. Dabei stehen die positiven Wirkungen (z. B. in Form von Retention, Kühlung und Schutz vor Bodenerosionen) im engen kausalen Zusammenhang mit dem ökologischen Wert der Gewässer, sodass die Erhaltung und Renaturierung der Gewässer steht im Rahmen dieser Schlüsselmaßnahme im Fokus steht. Anhand von Renaturierungsmaßnahmen kann die Gestalt der Stadtgewässer wieder an das natürliche Leitbild angenähert werden, sodass sich dort wieder mehr Tiere und Pflanzen ansiedeln können und ggf. ein guter ökologischer Zustand erreicht werden kann. Auch die hydraulische Durchgängigkeit soll durch diese Maßnahmen verbessert werden. Ein verbesserter ökologischer Zustand muss ggf. durch eine Verringerung der Nährstoff-, Sediment- und Pestizideinträge erreicht werden. Damit geht auch eine Minderung der stofflichen Einträge durch Misch- und Niederschlagswasser einher. Hierzu sind im Einzelfall weitergehende Anforderungen an die Einleitung von Niederschlagswasser zu prüfen. Für Stillgewässer sind Unterhaltungsformen zu entwickeln, die auch Klimaanpassungsaspekte berücksichtigen. Dazu zählt bspw., bei Parkgewässern geeignete Wasserzufuhren zur Erhöhung des Wasservolumens im Sommer zu prüfen.	
Federführung	- EUV Stadtbetrieb: Umweltressort (Gewässerunterhaltung)
Weitere Akteur*innen	- Stadtgrün und Friedhofswesen (Bereich 67) - Wohnungsbauunternehmen in Castrop-Rauxel
Wechselwirkungen	- Maßnahmen zur Schwammstadt zur Stärkung des lokalen Wasserhaushaltes - Maßnahmen zur Hitzevorsorge (blau-grüne Bänder) - Bei den Arbeiten zur Verbesserung der Gewässerstruktur kann auch der Hochwasserschutz verbessert bzw. erneuert werden.
Finanzielle Auswirkungen / Wirtschaftlichkeit	- Maßnahmen der naturnahen Gewässergestaltung können zum Teil im Rahmen der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie erfolgen. - Förderoptionen im Rahmen der Zukunftsinitiative Wasser in der Stadt von morgen prüfen - Die Gewässerrenaturierung und -gestaltung sind laufende, kontinuierliche Maßnahmen, für die eine ausreichende und stetige Ausstattung mit finanziellen Mitteln sichergestellt werden muss.
Anknüpfungspunkte	- Maßnahmen zum Emscherumbau und Umsetzung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie in der Stadt Castrop-Rauxel - Maßnahmen zur Umsetzung des Trennerlasses NRW

	- Maßnahmen zur Umsetzung der Anforderungen an Mischwassereinleitungen
Gute Beispiele	- Maßnahmenprogramme zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie - Bisherige Maßnahmen zur ökologischen Verbesserung der Emscher (Umwandlung der „schwarzen“ Emscher in die „Blaue Emscher“ mit Wohnqualität und Freizeitcharakter)
Anmerkungen	- Gewässer mit einer naturnahen Gestaltung weisen eine hohe Biodiversität auf. Sie sind damit gegenüber Veränderungen (z. B. Klimaänderungen) anpassungsfähiger. - Besonders die Sauerstoffverhältnisse im Gewässer können bei erhöhten Wasser- und Lufttemperaturen gestört sein. Sauerstoffdefizite durch eine geringere Sauerstoffaufnahmekapazität und zu hohe Stoffeinträge können zu Artensterben führen.

Schlüsselmaßnahme S8 Klimaangepasste öffentliche Gebäude	
Maßnahmenbeschreibung Zur Sicherung des thermischen Komforts in Innenräumen in sommerlichen Hitzeperioden ist es notwendig, die Möglichkeiten einer klimagerechten Gestaltung der Gebäudehülle und innovative Maßnahmen zur Innenraumkühlung beim Neubau und bei der Sanierung von Gebäuden umzusetzen. Das Ziel der Stadt Castrop-Rauxel ist es daher, private Bauherr*innen zur Umsetzung solcher Maßnahmen anzuregen, indem die Stadt selbst als Vorbild vorangeht und künftig das klimagerechte Bauen im kommunalen Hochbau oder bei der Sanierung kommunaler Gebäude fördert. Es wird einerseits angestrebt, bekannte und erprobte Maßnahmen umzusetzen, wie z. B. Gebäudebegrünungen. Darüber hinaus sollen beim Bau oder bei der Sanierung öffentlicher Gebäude (z. B. Schulen, Kitas, Verwaltungsgebäude) innovative Ansätze zur ressourcenschonenden Gebäudekühlung gefördert werden. Konkret sollte die Umsetzbarkeit der folgenden Maßnahmen frühzeitig geprüft werden: - Dach- und Fassadenbegrünung - Verschattung von Fassaden und Fenstern durch konstruktive Elemente - Angepasste Farb- und Materialwahl (Albedo, Wärmeleitfähigkeit, spezifische Wärmekapazität) - Ressourcenschonende Gebäudekühlung (bspw. automatisierte Nachlüftungssysteme, Adiabate Abluftkühlung, Absorptionskälteanlagen, Kühlung mit Eisspeicher-Heizungen, Kühlung über Erdreich- oder Grundwasserwärmepumpen) - Angepasste Gestaltung der die Gebäude umgebenden Freiflächen.	
Federführung	- Immobilienmanagement (Bereich 60)
Weitere Akteur*innen	- Stadtgrün und Friedhofswesen (Bereich 67)
Wechselwirkungen	- Es können potenzielle Synergien mit der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung und Starkregenvorsorge erzielt werden (S5). - Durch Gebäudebegrünungen kann das lokale Mikroklima und urbane Ökosystem (Biotopverbund, Artenvielfalt) positiv beeinflusst werden. - Gebäudebegrünungen können durch ihre Wirkung als Schadstoffsenke die Luftqualität verbessern.
Finanzielle Auswirkungen / Wirtschaftlichkeit	- Durch die Investition in eine klimaangepasste Gebäudehülle und ressourcenschonende Innenraumkühlung wird verhindert, dass eine Nachrüstung mit herkömmlichen Klimaanlagen erforderlich wird, die langfristig durch ihren hohen Energieverbrauch hohe Betriebskosten verursachen und dem Klimaschutz entgegenwirken.

	- Die Dämmwirkung von Gebäudebegrünungen kann im Winter Heizkosten reduzieren. - Da viele Maßnahmen eine Verringerung der Betriebskosten eines Gebäudes bewirken können, lohnt sich eine Lebenszyklus-Betrachtung zur Evaluierung von Investitionen. - Neben den genannten Kostenfaktoren hat die Klimaanpassung von Gebäuden durch ihre Verbesserung des Innenraumklimas einen nicht direkt monetär quantifizierbaren, positiven Einfluss auf die Gesundheit und das allgemeine Wohlbefinden der Menschen, die sich dort aufhalten. - Für die Umsetzung von Maßnahmen der Gebäudebegrünung können Fördermittel des Landes akquiriert werden (z. B. Sonderprogramm „Klimaresilienz in Kommunen“ im Rahmen der Corona-Hilfe oder Städtebauförderung)
Anknüpfungspunkte	
Gute Beispiele	- Richtlinie „Dresden baut grün“: Selbstverpflichtungserklärung der Landeshauptstadt Dresden bei allen kommunalen Hochbauvorhaben, Maßnahmen zur Gebäudebegrünung, dezentralen Regenwasserbewirtschaftung und zur Verbesserung der Resilienz gegenüber Hitze und Starkregen umzusetzen.
Anmerkungen	

4.3.3 MAßNAHMEN ZUR VERSTETIGUNG DER KLIMAANPASSUNG IM VERWALTUNGSHANDELN

Ziel der folgenden Maßnahmen ist es, die Aspekte der Klimaanpassung zukünftig in alle relevanten Planungs- und Genehmigungsprozesse in Castrop-Rauxel zu integrieren und von Beginn an mit zu berücksichtigen. Dies soll möglichst ohne spürbare Erhöhung des Verwaltungsaufwandes erfolgen. Vor dem Hintergrund, dass die Vorsorge vor den Folgen des Klimawandels eine verwaltungsinterne Querschnittsaufgabe und Bestandteil der integrierten Stadtentwicklung ist, müssen die Anpassungsmaßnahmen stadtplanerisch koordiniert und stets eng mit den beteiligten Fachämtern (Stadtplanung, EUV, Stadtgrün und Friedhofswesen, Stadtentwicklung, Verkehr, ...) verfolgt werden.

Ausgehend von den vorliegenden Erkenntnissen zum Klimawandel in Castrop-Rauxel (Kapitel 2) sowie den ermittelten Betroffenheiten im urbanen Raum (Kapitel 3) soll zukünftig im Rahmen der planerischen Abwägung mitberücksichtigt werden, inwieweit die räumlichen Planungen den Anforderungen der Klimaanpassung entsprechen: Werden klimawirksame Bereiche (z. B. Kaltluftentstehungsgebiete, Niederschlagsabflusswege, wertvolle Grünraume, etc.) in ihrer Wirksamkeit beeinträchtigt oder können Klimawandelfolgen durch Modifikationen der bisherigen Planungen minimiert werden? Bei größeren Planungen und Entwicklungsprojekten können zusätzliche Fachgutachten für die Konkretisierung der gesamtstädtischen Planungshinweise hilfreich sein. Hierzu können bspw. mikroskalige Stadtklimamodelle und 1D-2D-Überflutungssimulationen zählen.

Da es sich bei der Klimaanpassung bislang nicht um eine etablierte Pflichtaufgabe handelt, die bei den Planungsverfahren berücksichtigt werden musste, bedarf es verwaltungsinternen Verfahrensregeln für die Kooperation zwischen den beteiligten Fachbereichen. So soll klar werden, an welcher Stelle die Belange der Klimaanpassung mit in die Planungsprozesse einbezogen werden können und sollen. Anhand von allgemeingültigen Standards soll die Klimaanpassung in Castrop-Rauxel künftig ein *fester Bestandteil* in relevanten Planungs- und Entscheidungsprozessen werden. Sie ist ein Belang unter vielen, weshalb es immer einer planungsfallbezogenen Abwägung mit anderen Belangen bedarf. Insbesondere zwischen dem wachsenden Bedarf im Rahmen der städtischen Innenentwicklung (hohe städtebauliche Dichte, Urbanität, sparsamer Umgang mit Grund und Boden, Energie- und Ressourceneffizienz) und dem Erhalt von klimaanpassungstechnisch wichtigen Freiflächen können Zielkonflikte entstehen. Die potenziellen Mittel ordnen sich generell in den Rahmen der zur Verfügung stehenden kommunal-wirtschaftlichen Mittel (Finanzen, Personal) ein.

Die Verstetigung der Klimaanpassung im Castrop-Rauxeler Verwaltungshandeln kann erst dann gänzlich gegeben sein, wenn das Thema auch explizit auf politischer Ebene kommuniziert wird. Politische Grundsatzbeschlüsse können ein elementarer Baustein für die Etablierung von wirkungsvollen Strukturen sein (siehe bspw. Schlüsselmaßnahme S9). Jegliche politischen Beschlüsse sollten im Zusammenhang mit einer allgemeinen Leitbilddiskussion zur klimagerechten Stadtentwicklung in Castrop-Rauxel stehen.

Schlüsselmaßnahme S9 Verbindliche Vorgaben zur Vorgartengestaltung	
Maßnahmenbeschreibung Grüne (Vor-)Gärten haben einen positiven Effekt auf das Mikroklima: Die Vegetation spendet Schatten und wirkt durch Verdunstung kühlend. Gleichzeitig wird der natürliche Wasserkreislauf gestärkt. Die Böden ermöglichen eine Versickerung und Speicherung des Regenwassers, wodurch der Abfluss reduziert wird. Durch die aktuell zu beobachtende Zunahme der Umwandlung grüner Vorgärten in Schottergärten verlieren diese Flächen ihre wichtige Funktion für das Lokalklima. Aus diesem Grund möchte die Stadt Castrop-Rauxel der Schaffung neuer Schottergärten durch die Aufstellung einer Satzung entgegenwirken. Auf Basis der Bauordnung wird bereits die Begrünung von Gärten gefordert (§ 8 Abs. 1 BauO NRW 2018; ähnlich zur vorherigen Regelung). Eine klassische Satzung mit Vorgaben zur Gestaltung grüner Vorgärten ist weitergehend auf Basis des § 89 Abs. 1 der Bauordnung möglich (Nr. 5 „Gestaltung der unbebauten Flächen“ sowie Nr. 1 „Begrünung baulicher Anlagen“). Indem die unbebauten Teile der bebauten Grünflächen begrünt werden, wird zum einen die Versickerungsfähigkeit und Retention verbessert sowie zum anderen der „Verschotterung“ der Vorgärten entgegengewirkt. Neben der Verabschiedung einer Satzung zur Gestaltung der Bodenbeschaffenheit und Oberfläche unbebauter Flächen wird empfohlen, in Bebauungsplänen konkrete Festsetzungen zur Vermeidung von Schottergärten zu treffen. Bebauungspläne bieten Möglichkeiten, textliche Festsetzungen zur Gestaltung unbebauter Flächen (z. B. bestimmte Pflanzenarten, Mischungsverhältnisse und Dichten) zu formulieren. Im Zuge von ohnehin anstehenden B-Plan Neuaufstellungen oder Änderungen sollten diese Möglichkeiten genutzt werden. Begleitend zur Entwicklung verbindlicher Vorgaben sollte eine Informationskampagne durchgeführt werden, um der Öffentlichkeit den Wert und die Vorteile grüner Vorgärten aufzuzeigen.	
Federführung	- Stadtplanung und Bauordnung (Bereich 61)
Weitere Akteur*innen	- Presse- und Öffentlichkeitsarbeit (Stabsstelle 0/13) - EUV-Stadtbetrieb (Umweltressort)
Wechsel-wirkungen	- Begrünte Vorgärten sind wichtig für das urbane Ökosystem: Sie stellen Lebensräume dar und sind, unter anderem, für Insekten von großer Bedeutung. - In Abhängigkeit der Gestaltung können Vorgärten auch einen Beitrag zu Starkregenvorsorge leisten (z. B. durch Integration einer kleinen Retentionsmulde).

	- Durchlässige Böden fördern die Grundwasserneubildung und die Vegetation verbessert die Luftqualität. - Grüne Vorgärten werten das Ortsbild auf.
Finanzielle Auswirkungen / Wirtschaftlichkeit	- Sollte der Satzung ein begleitendes Kommunikationskonzept zur Seite gestellt werden, entstehen unter Umständen weitere Kosten für Sensibilisierung und für die Beratung der Bevölkerung. - Zur Umsetzung und insbesondere den Vollzug der Satzung(en) sind die erforderlichen und zur Verfügung stehenden, personellen Ressourcen abzuwägen.
Anknüpfungspunkte	
Gute Beispiele	- Publikation des Städte- und Gemeindebundes Nordrhein-Westfalen: Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Schottergärten – Baurechtliche Instrumente und praktische Beispiele
Anmerkungen	Die Bauordnung NRW verpflichtet bereits zur Begrünung von Vorgärten, dort heißt es in §8 (1): „*Die nicht mit Gebäuden oder vergleichbaren baulichen Anlagen überbauten Flächen der bebauten Grundstücke sind* *1. wasseraufnahmefähig zu belassen und herzustellen und* *2. zu begrünen oder zu bepflanzen,* *soweit dem nicht die Erfordernis einer anderen zulässigen Verwendung der Flächen entgegenstehen.*“ Schottergärten dienen in der Regel keiner Verwendung und sind daher nicht zulässig. Da dies in der Praxis jedoch keine Umsetzung findet, betrachtet die Stadt Castrop-Rauxel den Erlass einer entsprechenden Satzung zur Bodenbeschaffenheit und Oberfläche unbebauter Flächen als notwendig. Die Satzung sollte einen Verweis auf § 8 Abs. 1 Satz 1 BauO NRW enthalten, um hervorzuheben, dass die Satzung lediglich bereits geltendes Recht abbildet. Die Durchsetzung der Satzung sowie etwaiger bauplanerischer Festsetzungen und des § 8 Abs. 1 Satz 1 BauO NRW können durch bauordnungsrechtliche Ordnungsverfügungen sichergestellt werden. Die Ermächtigungsgrundlage hierfür stellt § 58 Abs. 2 BauO NRW dar.

Schlüsselmaßnahme S10 Klimaanpassung in der Verwaltung stärken	
Maßnahmenbeschreibung Der planerische Umgang mit Klimafolgen und die im Rahmen der Erstellung der Klimaanpassungsstrategie ins Leben gerufenen Aktivitäten, Netzwerke und Maßnahmen sollen dauerhaft in der Stadt Castrop-Rauxel verankert werden: Die Schlüsselmaßnahmen sollen in die „Alltagsarbeit“ der Ämter integriert werden. Zur Etablierung des Themas „Klimaanpassung“ ist eine Verankerung auf allen Ebenen der Verwaltung wichtig, dies umfasst sowohl die strategische als auch die operative Arbeit und reicht von der Arbeitsebene bis hin zum Verwaltungsvorstand. Im Weiteren sind Schlüsselmaßnahmen zu konkretisieren und fortzuschreiben. Die letztliche Umsetzung der Schlüsselmaßnahmen ist kontinuierlich mithilfe des Controllings und Monitorings zu überprüfen. Darüber hinaus ist der Erfahrungsaustausch bei der Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen und die Kommunikation mit der Öffentlichkeit zu koordinieren. Eine Bündelung der Aktivitäten könnte an strategischer Stelle im Betrieb 3 erfolgen, wenn dafür personelle Ressourcen bereitgestellt werden können. Ein turnusmäßiger Austausch zum Stand der Umsetzung des Klimaanpassungskonzeptes kann den Gesamtprozess sinnvoll strukturieren.	
Federführung	- An strategischer Stelle, in Betrieb 3 (sofern personelle Ressourcen vorhanden)
Weitere Akteur*innen	- Betrieb 3 der Stadtverwaltung (mit den Bereichen 12, 60, 61, 62, 67) - Klimaschutzkoordinatorin - EUV Stadtbetrieb - Presse- und Öffentlichkeitsarbeit (Stabsstelle 0/13)
Wechselwirkungen	- Um die Klimaanpassung in der Verwaltung zu stärken, kann die Checkliste zur Bauleitplanung (Schlüsselmaßnahme 13) genutzt werden. - Verbindliche Vorgaben und Vollzug (Schlüsselmaßnahme S9) können die Verankerung in der Verwaltung stärken. - Durch die Stärkung des Themas „Klimaanpassung“ in der Verwaltung können der Wissenstransfer sowie die Berücksichtigung in formellen und informellen Planungs- und Entscheidungsprozessen begleitet und unterstützt werden.
Finanzielle Auswirkungen / Wirtschaftlichkeit	- Die Sicherstellung der Umsetzung von Klimaanpassung in der Verwaltung für die Vertretung der zentralen Belange erfordert eine stetige und ausreichende Ausstattung mit Ressourcen

Anknüpfungs-punkte	- Bestehende Abstimmungsrunden aus dem Klimaanpassungskonzept.
Gute Beispiele	- Arbeitsgruppe Klimaanpassung der Stadt Düsseldorf. - Serviceorganisation Zukunftsinitiative Wasser in der Stadt von morgen
Anmerkungen	

Schlüsselmaßnahme S11 Standard-Checkliste für die Bauleitplanung	
Maßnahmenbeschreibung Für die klimagerechte Entwicklung der Castrop-Rauxeler Stadtstruktur ist die Bauleitplanung von besonderer Bedeutung. Durch die verbindlichen planerischen Regelungen (in B-Plänen und örtlichen Bauvorschriften) und Maßnahmen (wie bspw. die Freihaltung von Kaltluftentstehungsgebieten und Überschwemmungsflächen) kann eine stringente Bindung an die Prinzipien der Klimaanpassung forciert werden. Das BauGB bietet ein breites Spektrum an Möglichkeiten, Maßnahmen zum Umgang mit dem Klimawandel über Planzeichen oder textlich im Bebauungsplan festzusetzen. Mit einer für die Stadt Castrop-Rauxel zu entwickelnden Checkliste werden dabei die Belange des Klimaschutzes und der Klimaanpassung systematisch und standardisiert im Planungsprozess abgebildet. Die Checkliste unterstützt und dokumentiert die strukturierte Überprüfung und Bewertung der jeweiligen Anforderungen von Klimaschutz und Klimaanpassung in Bauleitplanverfahren. So entsteht bereits im Planungsprozess eine umfassende Übersicht über den Umgang mit den Belangen der Klimaanpassung und des Klimaschutzes.	
Federführung	- Stadtplanung und Bauordnung (Bereich 61)
Weitere Akteur*innen	- Stadtentwicklung und Statistik (Bereich 12) - EUV Umwelt
Wechselwirkungen	- Die Entwicklung einer Checkliste für die Klimaanpassung in der Bauleitplanung stärkt das Bewusstsein der beteiligten Akteur*innen für das Handlungsfeld. Somit ist es ein wichtiger Baustein für die Verstetigung der Klimaanpassung im Verwaltungshandeln (Schlüsselmaßnahme S10).
Finanzielle Auswirkungen / Wirtschaftlichkeit	- Die Checkliste kann intern oder extern entwickelt werden.. - Die Umsetzung der Maßnahme stellt einen effizienten Einsatz von Mittel dar, da durch die Checkliste zukünftig eine stärkere Berücksichtigung der Klimaanpassung in der Planung gesichert wird. Dadurch wirkt die Maßnahme auf eine Vielzahl von Einzelentwicklungen und Bauvorhaben ein.
Anknüpfungspunkte	

Gute Beispiele	- „Klima-Check in der Bauleitplanung – Checkliste Klimaschutz und Klimaanpassung“ (BestKlima, RWTH Aachen) - Arbeitshilfe für Wassersensibilität in Bebauungsplänen Handreichung für die Planungspraxis (Zukunftsinitiative „Wasser in der Stadt von morgen“)
Anmerkungen	

Schlüsselmaßnahme S12 Weiterentwicklung eines „Integrierten Stadtgrünkonzeptes“	
Maßnahmenbeschreibung Das Stadtgrün ist für die Klimaanpassung in Castrop-Rauxel von besonderer Bedeutung, da es durch Verschattung und Verdunstungskühlung in zweifacher Hinsicht kühlend wirkt. Für die Vegetation stellt der urbane Raum bereits heute einen Extremstandort dar. Es ist davon auszugehen, dass es zukünftig zu weiteren, klimawandelbedingten Herausforderungen kommen wird. Höhere Temperaturen bewirken einen höheren Wasserbedarf der Pflanzen, dem längere und intensiver werdende Trockenperioden gegenüberstehen. Für die nachhaltige Sicherung und Weiterentwicklung des Stadtgrüns in Castrop-Rauxel soll ein systematisches, integriertes und zukunftsorientiertes Stadtgrünkonzept entwickelt werden. Dieses soll nicht nur eine Analyse der lokal differenzierten Standortparameter und deren Veränderung in Folge des Klimawandels beinhalten, sondern auch konkrete, daraus abgeleitete Empfehlungen für die Anlage und Pflege der Vegetation. Das Konzept soll Hinweise für die angepasste Artenpalette des jeweiligen Standorts, die Anlage der Pflanzgruben (Volumen des Wurzelraums, Substrateigenschaften, Größe der Baumscheiben, Integration von Rigolen oder anderen Elementen, welche die Wasserversorgung verbessern) und die Anpassung von Pflegeparametern (Intervalle und Zeitpunkte) enthalten. Bei der Auswahl der Arten sollen insbesondere auf deren Trockenstresstoleranz geachtet werden und auf eine möglichst hohe Diversität bzw. die Vermeidung eines Übergewichts einiger weniger Arten (um die Anfälligkeit des Bestandes für Schädlinge zu reduzieren). Angesichts der Haushaltslage der Stadt Castrop-Rauxel und der personellen Situation des Bereichs Stadtgrün und Friedhofswesen dient das Stadtgrünkonzept nicht zuletzt dazu, aufzuzeigen, welche Ressourcen zur Erhaltung und Optimierung des Stadtgrüns in Castrop-Rauxel notwendig sein werden, um eine qualitätsvolle und klimawandelgerechte Pflege gewährleisten zu können.	
Federführung	- Stadtgrün und Friedhofswesen (Bereich 67)
Weitere Akteur*innen	- Stadtplanung und Bauordnung (Bereich 61) - EUV Stadtbetrieb
Wechselwirkungen	- Das Stadtgrün ist ein wichtiger Bestandteil des urbanen Ökosystems und Lebensraum sowie Nahrungsquelle für viele Arten. - Pflanzbeete und Straßenbäume erhöhen die Aufenthaltsqualität und werten das Stadtbild auf. - Vegetation bindet Feinstaub und weitere Luftschadstoffe und leistet somit einen wichtigen Beitrag zur Luftreinhaltung.

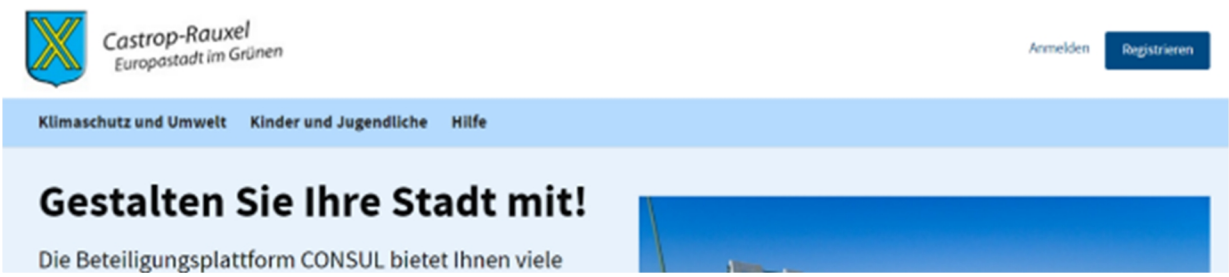
Finanzielle Auswirkungen / Wirtschaftlichkeit	- Für die Entwicklung des Konzeptes fallen einmalige Kosten an. - Durch das Konzept wird auf die sich wandelnden klimatischen Gegebenheiten reagiert, die schon heute negative Auswirkungen auf die Vitalität des Stadtgrüns haben. Durch diese Anpassungsmaßnahme können zukünftige Kosten durch Ausfall oder höheren Pflegebedarf des Stadtgrüns vorgebeugt werden. - Die Kühlung des Stadtraums durch Grün ist häufig wirksamer als andere Anpassungsmaßnahmen und somit ein effizienter Einsatz finanzieller Ressourcen für die Klimaanpassung. - Die Umsetzung des Konzepts trägt dem Prinzip der Lebenszykluskosten Rechnung: So ist bspw. der Einsatz von Baumrigolen kostenintensiver als herkömmliche Pflanzgruben, durch die Verringerung des Bewässerungsbedarfs kann die Investition jedoch langfristig mehr als amortisiert werden.
Anknüpfungspunkte	- Projekt „Grün in der Stadt“ (2012)
Gute Beispiele	- Stadtbaumkonzept der Stadt Jena - Stadtgrünkonzept Erfurt (in Entwicklung)
Anmerkungen	Im Rahmen des Konzeptes kann auch eine stärkere Einbeziehung der Bevölkerung angestrebt werden: Durch die Kommunikation der wichtigen Funktionen der Vegetation im Rahmen der Klimaanpassung kann die Bevölkerung für die Thematik sensibilisiert und zur Mitwirkung angeregt werden (z. B. durch Patenschaften für Baumscheiben oder Gießpatenschaften).

4.3.4 MAßNAHMEN ZUR ÖFFENTLICHKEITSBETEILIGUNG BEI DER KLIMAANPASSUNG

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

Um private Akteur*innen für eine Beteiligung am Anpassungsprozess zu motivieren, bedarf es neben den fachlichen Grundlagen, die im Klimaanpassungskonzept erarbeitet wurden, einer intensiven und transparenten Kommunikation. Die Adressaten dieser Kommunikation sind sehr heterogen. Hierzu zählen die Bürger*innen sowie die in Castrop-Rauxel ansässigen Unternehmen, Vereine, Bürgerinitiativen und Bildungseinrichtungen. Das die Zielgruppen verbindende Element ist die Stadt, in der die Menschen leben und arbeiten sowie die ortsspezifischen Anforderungen, die der Klimawandel in Castrop-Rauxel mit sich bringt. Die erarbeiteten Karten zur räumlichen Betroffenheit und Maßnahmen sollten daher in die Kommunikation einbezogen werden.

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 Castrop-Rauxel als auch für die individuellen Zielgruppen ergibt.



Schlüsselmaßnahme S13 Ausbau der Online-Beteiligung zur Klimaanpassung	
Maßnahmenbeschreibung Damit sowohl die Bevölkerung Castrop-Rauxels als auch Entscheider*innen in Politik und Wirtschaft einerseits die Maßnahmen zur Klimaanpassung nachvollziehen und sich darüber hinaus auch in den stetig laufenden Prozess einbringen können, sollen die Ergebnisse des Anpassungskonzeptes auf der Online-Beteiligungs-Plattform („CONSUL“) aufbereitet und in für Fachfremde verständlicher Sprache kommuniziert werden. Diese Plattform ist im Klimaanpassungskonzept bereits erstmals genutzt worden und über die Homepage der Stadt Castrop-Rauxel erreichbar. Die Bürger*innen haben die Möglichkeit, der Verwaltung Hinweise über klimatisch besonders belastete Stadtbereiche zu geben und eigene Maßnahmenideen zur Klimaanpassung vorzuschlagen. Darüber hinaus können sie für vorhandene Maßnahmen und Ideen abstimmen und eigene Ansichten darlegen. Ergänzend sind bestehende Informationskanäle in den sozialen Medien zu bespielen. Die Online-Beteiligungs-Plattform soll auch zukünftig unterschiedliche Bausteine umfassen: *Baustein 1: Information & Sensibilisierung (bereits vorliegend – auszubauen)* Bereitstellung allgemeiner Informationen zu den individuellen Klimawandelfolgen in Castrop-Rauxel: • Bereits heute spürbar und zukünftig erwartete Klimaveränderungen in Castrop-Rauxel • Erläuterung des Klimaanpassungskonzeptes und der Ziele anhand der Schlüsselmaßnahmen • Hinweise für Möglichkeiten zur Eigenvorsorge seitens der Bürger *Baustein 2: Beteiligung an der Umsetzung der Klimaanpassung* Möglichkeiten zur Partizipation an der Fortschreibung und der Umsetzung des Anpassungsprozesses, z. B. durch: • Beschreibung von Maßnahmenfortschritten • Aufnahme von Maßnahmenvorschlägen (wie bereits im Klimaanpassungskonzept erfolgt) • Zusammenfassung der Ergebnisse der Arbeitsgruppen Klimaanpassung • Aufnahme von „Leuchtturmprojekten“	
Federführung	- An strategischer Stelle, in Betrieb 3 (sofern personelle Ressourcen vorhanden) - Klimaschutzkoordinatorin
Weitere Akteur*innen	- Stadtplanung und Bauordnung (Bereich 61) - Gesundheitsamt - Stadtentwicklung und Statistik (Bereich 12)

	- EUV Stadtbetrieb (Stadtentwässerung) - Ordnung und Bürgerservice (Bereich 32) - Presse- und Öffentlichkeitsarbeit (Stabsstelle 0/13) - Digitalisierungsbeauftragter
Wechsel-wirkungen	- Umsetzungsfortschritte zu Schlüsselmaßnahmen im öffentlichen Raum sowie Analysen bzw. deren Ergebnisse und neue Maßnahmenideen sollen kontinuierlich in das Online-Portal eingespeist und aktualisiert werden. - Die Wahrnehmung des Themas „Klimaanpassung“ wird gestärkt. - Die Nutzung der Online-Beteiligungsplattform leistet einen Beitrag zur Verstetigung und zum Controlling des Klimaanpassungskonzeptes, da Maßnahmenentwicklungen und -umsetzungen online begleitet und dokumentiert werden.
Finanzielle Auswirkungen / Wirtschaftlichkeit	- Das bereits bestehende Online-Portal (www.mitmachen.castrop-rauxel.de) wird genutzt und erweitert. Bei der Integration/ Aktualisierung der klimaanpassungsrelevanten Inhalte in das Portal sowie bei der Auswertung entstehen jeweils einmalige Kosten. Im Vergleich zu klassischen Kommunikations- und Beteiligungsformaten (z. B. Flyer, Poster, Briefumfrage) ist die Handhabung der Online-Plattform kostengünstiger und kann ein breites Publikum verschiedenster Zielgruppen erreichen.
Anknüpfungs-punkte	- Die Erfahrungen aus der Online-Beteiligung können mit den Meldungen im Idee- und Mängelmelder der EUV verknüpft werden.
Gute Beispiele	- KomPass-Datenbank des Umweltbundesamtes -
Anmerkungen	- Die Online-Beteiligungs-Plattform bedarf einer stetigen Aktualisierung, Auswertung und Pflege.

Schlüsselmaßnahme S14 „KliMarkt“ beibehalten, ausbauen und dezentralisieren	
Maßnahmenbeschreibung Der „KliMarkt“ ist ein Veranstaltungsformat, das seit 2018 einmal jährlich nachmittags in Castrop-Rauxel stattfindet. Rund um den Reiterbrunnen und auf dem Boulevard am Marktplatz gibt es Informations- und Verkaufsstände, die regionale, saisonale und fair gehandelte Waren sowie Bio-Produkte anbieten. Mit diesem Format sollen die Themen Nachhaltigkeit, Klimaschutz und Fairer Handel den Castrop-Rauxeler Bürgern vor Augen geführt werden. Der KliMarkt soll die Bürger*innen zum Erleben und Ausprobieren anregen und das eigene Bewusstsein für das Thema Klimaschutz und Klimaanpassung schärfen. In Zukunft soll das Format um eine quartiersbezogene Ebene erweitert werden, um noch mehr Bürger*innen Castrop-Rauxels aller Zielgruppen erreichen zu können und Ergebnisse räumlicher Analysen (z. B. Starkregengefährdung) vor Ort zu präsentieren. Darüber hinaus soll das Konzept so erweitert und flexibilisiert werden, dass eine kurzfristige Ansprache der Bürger auch unmittelbar nach Starkregenereignissen möglich ist: Anhand von ereignisbezogenen Postern und Informationen soll schnell in den „Nach-Extremereignissen-Phasen“ reagiert werden können, da eine ereignisbezogene Ansprache der Öffentlichkeit oftmals mehr Wirkung erzielt.	
Federführung	- Klimaschutzkoordination des EUV Stadtbetriebes
Weitere Akteur*innen	- Betrieb 3 der Stadtverwaltung mit Bereichen 12, 60, 61, 62, 67 - EUV Stadtbetrieb
Wechselwirkungen	- Der KliMarkt ist unabhängig von anderen öffentlichen Formaten, wie z. B. verkaufsoffene Sonntage. Er wird in Zusammenarbeit mit lokalen und regionalen Akteur*innen, Händlern und Vereinen ausgerichtet. - Themen wie E-Mobilität, Regionalität (Landwirtschaft), Upcycling oder Repair-Cafés spielen auf dem Markt eine Rolle. - Der EUV thematisiert die Thematiken Abfallvermeidung und Klimaschutz.
Finanzielle Auswirkungen / Wirtschaftlichkeit	- Der KliMarkt trägt sich zum großen Teil selbst, da er in Zusammenarbeit mit lokalen und regionalen Akteur*innen, Händlern und Vereinen stattfindet. Der Kostenaufwand für den KliMarkt ist dadurch auf die Vorbereitung und Organisation begrenzt.
Anknüpfungspunkte	- Bisher fand der KliMarkt jährlich während der Fairen Woche (https://www.faire-woche.de/start) sowie im Rahmen der Klima Challenge RUHR des Regiongalverbands Ruhr (RVR) statt (http://www.ruhr2022.de/).

Gute Beispiele	- KliMarkt-Veranstaltungen 2018 und 2019 - Konzepte zur partizipativen Planung aus dem Projekt iResilience in Dortmund und Köln
Anmerkungen	

.

4.3.5 „IDEENSPEICHER“

In diesem Kapitel werden weitere Maßnahmen zusammengefasst, die von den Beteiligten der Workshops und durch die Online-Beteiligung über die Plattform CONSUL im Laufe der Konzepterstellung eingebracht, jedoch nicht als Schlüsselmaßnahmen in Betracht gezogen wurden. Diese Maßnahmen sollen im Sinne eines „Ideenspeichers“ für einen späteren Zeitpunkt, z. B. die Fortschreibung des Konzeptes zurückgehalten werden.

Tab. 6: Maßnahmensammlung als Ideenspeicher für die Fortschreibung der Klimaanpassung

Maßnahmen	Handlungsstrategie	Herkunft
Trinkbrunnen	Maßnahmen im öffentlichen Raum zur Hitzevorsorge	Interner Maßnahmenworkshop
Begrünung des ehemaligen Hertiegebäudes	Maßnahmen im öffentlichen Raum zur Hitzevorsorge	Online-Beteiligung
Forcierung von Dachbegrünung an den Hotspots (z. B. auf dem Bunkerdach als Pocketpark)	Maßnahmen im öffentlichen Raum zur Überflutungsvorsorge	Online-Beteiligung Politik-Beteiligung
Blühstreifen	Maßnahmen im öffentlichen Raum (eher Naturschutz)	Online-Beteiligung Politik-Beteiligung
Regengärten / Rigolen auf/unter bisher versiegelten Flächen	Maßnahmen im öffentlichen Raum zur Überflutungsvorsorge	Online-Beteiligung
Grüne Schulhöfe	Maßnahmen im öffentlichen Raum zur Hitze- und Starkregenvorsorge	Interner Maßnahmenworkshop
Mobiles Grün	Maßnahmen im öffentlichen Raum zur Hitze- und Starkregenvorsorge	Interner Maßnahmenworkshop
Karten im internen Stadt-GIS zur Verfügung stellen	Maßnahmen zur Verstetigung der Klimaanpassung	Interner Maßnahmenworkshop Politik-Beteiligung
Klimaresiliente Fahrbahndecken	Maßnahmen im öffentlichen Raum zur Hitzevorsorge	Ämterbefragung (Fragebögen)
Temperatursensoren zum Monitoring der Hitzeinseln	Maßnahmen im öffentlichen Raum zur Hitzevorsorge	Interner Maßnahmenworkshop
Weitere Untersuchungen zum Grundwasserrückgang	Weiterführende Analysen	Ämterbefragung (Fragebögen)
Nutzung des Verrohrungskatasters als Grundlage für die Weiterentwicklung und Renaturierung von Gewässern (Gewässerdurchgängigkeit im Mittelpunkt)	Weiterführende Analysen	Interner Maßnahmenworkshop

4.4 RAHMENPLAN ZUR KLIMAANPASSUNG

Die in den vorigen Kapiteln beschriebenen stadträumlichen Schlüsselmaßnamen 3 bis 8 für die Hitzeminderung und die Überflutungsvorsorge können grundsätzlich an vielen Stellen in Castrop-Rauxel umgesetzt werden. Für einen möglichst effizienten Einsatz von Mitteln empfiehlt es sich allerdings, vorrangige Handlungsräume zu identifizieren, die sich durch eine besonders starke Belastung durch Hitze und/oder Überflutungsgefahren bei Starkregen auszeichnen. Die Umsetzung von Maßnahmen zur Klimaanpassung in diesen Gebieten ist besonders zielführend und effektiv. Diese prioritär zu behandelnden Gebiete, die sogenannten „Fokusräume“, ergeben sich einerseits aus der Betroffenheit der Räume (z. B. Hitzeentwicklung, Überflutungsgefahren; vgl. Kapitel 0) sowie andererseits aus räumlichen Eignungskriterien für die Maßnahmenumsetzung (z. B. Versickerungspotenziale, Retentionsmöglichkeiten). Darüber hinaus werden diejenigen Flächen dargestellt, die für die Erhaltung des thermischen Komforts innerhalb des Siedlungskörpers besonders relevant und somit zu schützen sind (wichtige Luftleitbahnen, Kaltluftproduktionsflächen).

Stadtklimatische Fokusräume

Aus klimaökologischer Sicht steht die Frage im Mittelpunkt, wo im Stadtgebiet Castrop-Rauxels überwärmte (= thermisch belastete) Siedlungsgebiete zu finden sind. Neben der Verortung dieser Betroffenheit „Hitze“ interessiert auch, welche (Grün-)Flächen ausgleichend auf das klimatische Geschehen wirken. Dies können Flächen sein, die den Kalt- bzw. Frischlufttransport begünstigen (Leitbahnen) oder die eine kühlende Wirkung auf ihre Umgebung haben (Kaltluftproduktion). Zudem besitzen öffentlich zugängliche Parks mit ihrer Verschattung eine hohe Bedeutung als Rückzugsorte an heißen Tagen.

Für den Rahmenplan wurden aus der Analyse der Klimadaten Fokusräume zur Hitzevorsorge (vorrangige Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen) sowie zum Luftaustausch bzw. zu wertvollen Freiräumen (für den Siedlungsraum - vorrangigen Sicherung) abgeleitet.

Als Fokusräume Hitzevorsorge wurden dabei jene Wohngebiete ausgewiesen[7], in denen eine hohe thermische Belastung herrscht (ermittelt über die nächtliche Lufttemperatur) und die eine überdurchschnittliche Bevölkerungsdichte und/oder hohen Anteil vulnerabler Bevölkerungsgruppen aufweisen[8] – die so ermittelten Fokusräume können folglich als stadtklimatische Hotspots verstanden werden. Auch in anderen Stadtgebieten können thermische Belastungen auftreten, doch ist es der Anspruch des Rahmenplans, die wichtigsten Belastungsbereiche (anschaulich) darzustellen. Daher wurden kleinräumige Bereiche (z. B. einzelne Baublöcke), die die genannten Kriterien erfüllen, nicht als Hotspots in den Rahmenplan aufgenommen. Nebeneinanderliegende Hotspots wurden aggregiert und zu Fokusräumen in einer räumlichen Auflösung von Quartieren schematisiert. Auf dieser Basis wurden Fokusräume zur Hitzevorsorge insb. in den Zentren von Castrop und Habinghorst sowie um den Hauptbahnhof identifiziert. Weitere lokale Hotspots treten im Bereich der Freiheitstraße (Henrichenburg) und Ickerner Str. (Habinghorst) auf.

Bei den Grünflächen gilt umso mehr, dass es neben den Fokusräumen weitere wertvolle Grünflächen geben kann. Die Abgrenzung der Fokusräume erfolgt wiederum unter dem Gedanken einer Priorisierung anhand der Auswertung

[7] In der Nacht steht die Schlafqualität im Vordergrund, sodass nur Wohngebiete betrachtet wurden. Da die Klimaanalyse keine Ergebnisse zur Belastung am Tage ausweist, wurden bei der Ermittlung der Fokusräume keine Gewerbegebiete berücksichtigt, da in diesen die Aufenthaltsqualität im Freien der entscheidende Faktor ist.

[8] Bevölkerungsdichte ≥ 6.100 Einwohner*innen/km² bzw. Anteil der Personen über 65 Jahre ≥ 23 % (jeweils bezogen auf Baublöcke; vgl. RVR 2020)

vorhandener Klimadaten. Dabei wurden die relevanten Informationen zu Kaltluftabflüssen (z. B. aus der Rennwiese), Luftleitbahnen (z. B. entlang der Emscher) und weiteren für den Luftaustausch wichtigen Flächen (z. B. Erin-Park) in dem Rahmenplan als Fokusraum Luftaustausch generalisiert dargestellt (sofern die Strömung auf das Stadtgebiet weist).

Mit diesen Signaturen in Verbindung stehende Grünflächen wurden als Fokusraum wertvoller Freiraum definiert. Diese haben eine hohe Bedeutung für den Kaltlufttransport und die Kaltluftproduktion. Durch eine angepasste Bauweise und/oder durch ein Freihalten der Flächen sollten diese Funktionen erhalten bleiben. Besonders Grünzüge stellen wertvolle Freiräume dar. Eine angepasste Bauweise kann bspw. durch eine zielgerichtete Gebäudekörperstellung erreicht werden. Schließlich wurden gutachterlich Grünflächen ergänzt, für die eine wichtige Funktion als Rückzugsorte an heißen Tagen postuliert werden kann – dabei handelt es sich insb. um städtische Parkflächen (z. B. Stadtgarten in Castrop). Die bedeutenden Grünflächen sind stark schematisiert worden, sodass weitere Grünanlagen im Stadtgebiet insbesondere kleinerer Ausdehnungen im direkten Wohnumfeld als Rückzugsorte fungieren.

An den wertvollen Freiraum angelehnt sind die dargestellten Flächen für den Fokusraum Wald. Äquivalent zu den Flächen des für den Luftaustausch wichtigen Freiraums können auch großflächige Waldareale im Stadtgebiet wichtige klimatische Funktionen übernehmen (geringere Wärmebelastung am Tag, Frischluftproduktion, Schattenspende). Darüber hinaus können Waldbestände weitere für die Klimaanpassung wichtige Funktionen übernehmen (Lebensraum, Bodenschutz, Wasserrückhalt, Erholung, ...).

Fokusräume zur Überflutungsvorsorge

Aus Sicht der Starkregen- und Überflutungsvorsorge dient der Rahmenplan der Verortung von Gebieten, die von Überflutungen in Folge von Starkregen und/oder Hochwasser am stärksten betroffen sind (Abb. 19). Diese Bereiche, die eine besonders hohe Betroffenheit bei Starkregenereignissen aufweisen, werden als Fokusraum Starkregenvorsorge dargestellt. Die Ergebnisse aus der 2D-Überflutungssimulation weisen hier besondere Hotspots auf, in denen das Niederschlagswasser auf der Oberfläche auf zusammenhängenden Flächen (> 500 m²) mehrere Dezimeter (> 30 cm) hochsteht. Aufgrund des besonderen Gefährdungspotenzials bei Starkregen sollte hier ein verstärktes Augenmerk auf Maßnahmen gesetzt werden, die einen Schutz von Gebäuden und Infrastrukturen leisten können. Dazu zählen zum einen spezifische Objektschutzmaßnahmen, zum anderen auch die Schaffung von kleinräumigen Notabflusswegen, die das Regenwasser gezielt schadensfrei ableiten, oder in dichter besiedelten Bereichen die Umsetzung multifunktionaler Flächen, in denen das Regenwasser zeitweise schadens- und gefahrenfrei zwischengespeichert werden kann. Die Fokusräume zur Starkregenvorsorge werden im Rahmenplan ergänzt durch stadtgebietsweit dargestellte kleinräumige Flächen, bei denen es sich um überflutungsgefährdete Bereiche bei Starkregen handelt. Für diese Flächen wurde *keine* Priorisierung vorgenommen. Hierbei handelt es sich um bei Starkregen von Überflutungen betroffene Orte, an denen das Wasser grundsätzlich höher einstauen kann.

Zur Starkregenvorsorge im Siedlungsraum trägt auch ein gezielter Rückhalt von Niederschlagswasser in Außenbereichen bei. Über die Kenntnis der Fließwege aus der topografischen Fließweganalyse lassen sich Flächen im Außenbereich ermitteln, auf denen das auf der Oberfläche abfließende Niederschlagswasser in den Außengebieten zurückgehalten werden kann. Hierbei handelt es sich um den im Rahmenplan dargestellten Fokusraum Retention. In diesen Räumen liegen in der Regel Hauptfließwege, die ohne Zurückhaltung das Wasser in Richtung der Starkregen-Hotspots transportieren. In den Außengebieten (Freiland außerhalb der Siedlungsräume) ist der Rückhalt in der Regel einfacher und großflächiger möglich.

Neben den durch Starkregen induzierten Überflutungsgefahren spielen auch Überschwemmungen durch Flusshochwasser eine bedeutende Rolle in der Überflutungsvorsorge. Im Rahmenplan zur Klimaanpassung finden sich potenziell von Hochwasser betroffene Gebiete im Fokusraum Hochwasservorsorge wieder. Wichtig ist es, in diesem Fokusraum Flächen für die Retention von Hochwasserspitzen vorzusehen (z. B. Auen). Zu den Bereichen der Hochwasservorsorge zählen überschwemmungsgefährdete Gebiete, welche bei Versagen von vorhandenen Hochwasserschutzeinrichtungen überflutet sein können.

Neben der gezielten Ableitung oder Retention von Niederschlagswasser spielt in der Klimaanpassung die Niederschlagswasser*bewirtschaftung* eine wichtige Rolle. Im Fokusraum „Schwammstadt“ sind jene Bereiche hervorgehoben, die sich für einen naturnahen Umgang mit dem Niederschlagswasser eignen und so den lokalen Wasserhaushalt fördern und den natürlichen Wasserkreislauf stärken. Dazu zählen dezentrale Maßnahmen zur Versickerung, Speicherung und Verdunstung von Niederschlagswasser (z. B. in Form von Mulden- oder Flächenversickerung). Für die Identifizierung der Fokusräume „Schwammstadt“ wurden versickerungsfähige Flächen entsprechend der Bodenkarte BK 50 des Geologischen Dienstes NRW Versickerungsverhältnisse herangezogen. Diese Flächen wurden nur über Siedlungsbereichen ausgewiesen, da nur in bebauten Strukturen das Prinzip der „Schwammstadt“ konsequent sinnvoll ist. Grundsätzlich sind in allen übrigen Siedlungsbereichen Maßnahmen zur lokalen, naturnahen Rückhaltung und Versickerung von Niederschlagswasser als sinnvoll anzusehen.

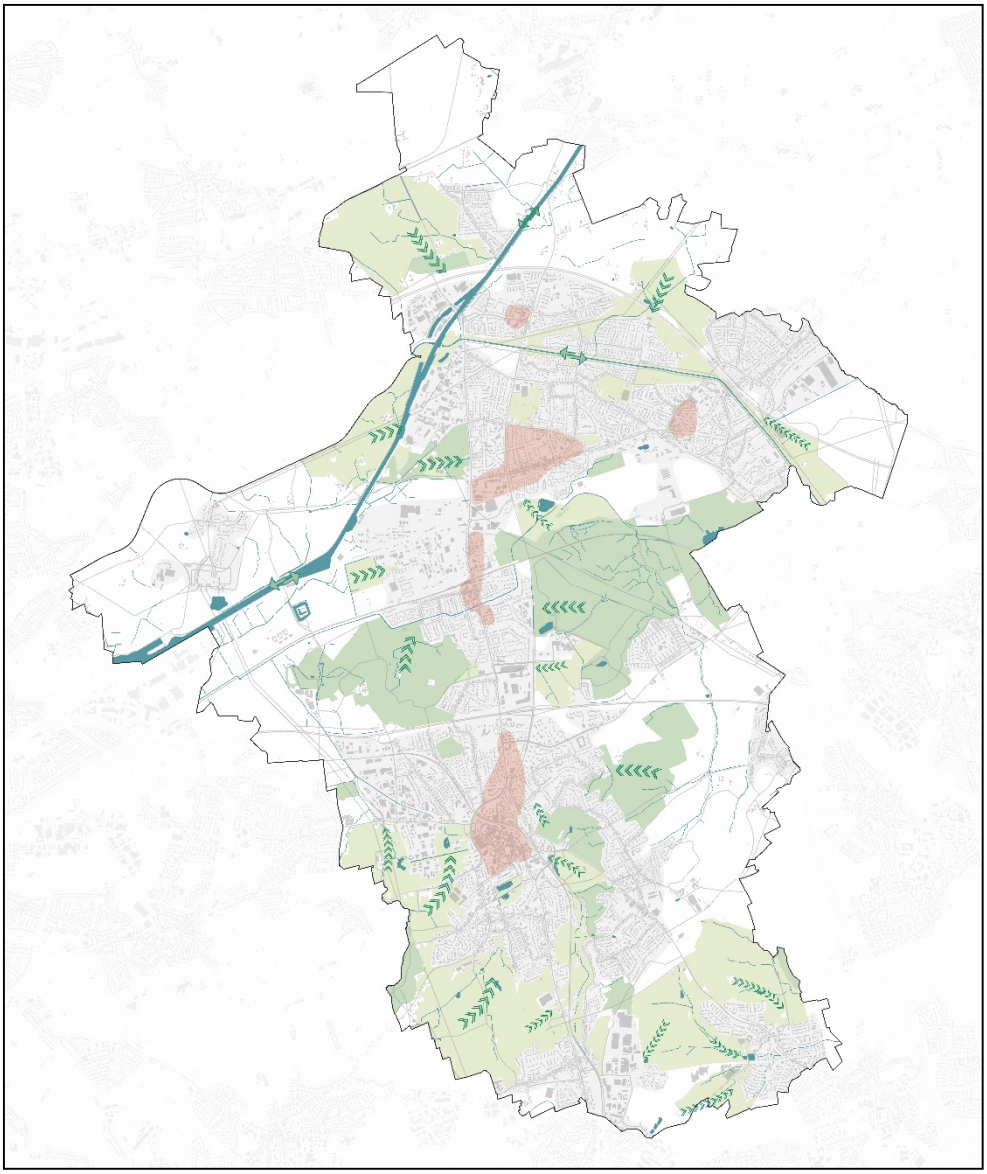


Abb. 18: Auszug aus dem Rahmenplan Castrop-Rauxels mit alleiniger Darstellung der Fokusräume Hitzevorsorge (rot), Luftaustausch (Pfeil-Signaturen) und wertvoller Freiraum (hellgrün) sowie Waldbereiche (dunkelgrün)

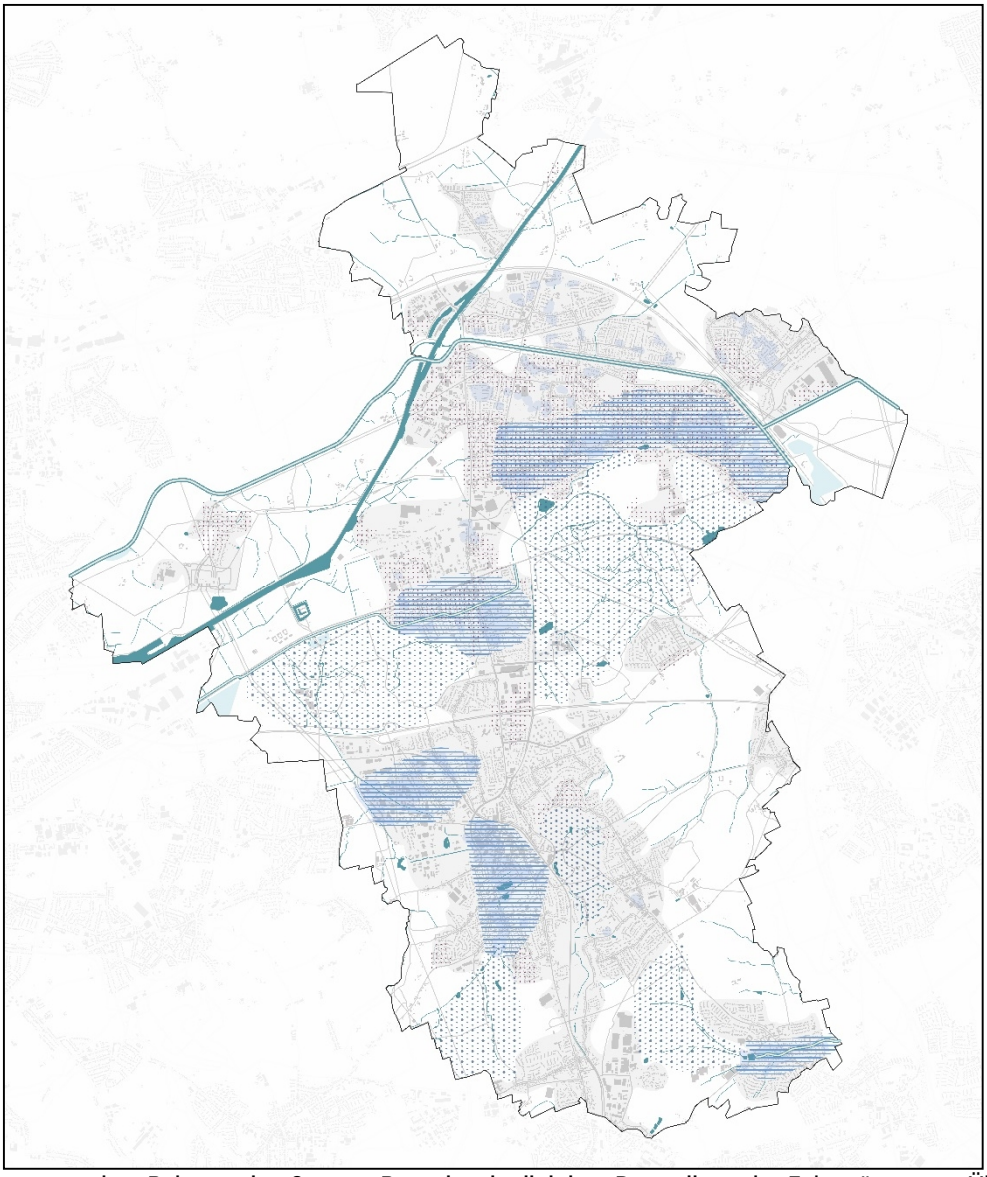


Abb. 19: Auszug aus dem Rahmenplan Castrop-Rauxels mit alleiniger Darstellung der Fokusräume zur Überflutungsvorsorge (dunkelblau gestreift), Retention (blaue Punkte), Schwammstadt (rote Punkte), von Überflutungen durch Starkregen betroffene Flächen (hellblau) und Hochwasservorsorge (türkis-blau)

4.5 CONTROLLING-KONZEPT (VALIDIERUNG)

Die Anpassung an den Klimawandel in Castrop-Rauxel kann nur dann erfolgreich und langfristig gelingen, wenn die Erreichung der Ziele und Umsetzung der Maßnahmen fortlaufend koordiniert, kontrolliert und kritisch geprüft wird. Solch ein Controlling muss über eine reine Daten- bzw. Faktensammlung hinausgehen und im Sinne einer echten Evaluation den kommunalen Anpassungsprozess dokumentieren und bewerten. Hierfür wird die modell- und datenbasierte Bewertung umgesetzter Maßnahmen vorgesehen. Kernbestandteile sind die Erstellung von Wasserbilanzen und mikroskaligen Wirkmodellierungen zur Überflutungssimulation. Diese Evaluierung dient der Betrachtung der Umsetzung der Schlüsselmaßnahmen sowie deren Wirkungs- bzw. Zielerreichungskontrolle.

Es ist vorgesehen, die strategischen Ziele anhand von Indikatoren, z. B. Kennzahlen zur Wasserbilanz oder von Starkregen betroffene Gebäude, Länge des Grabensystems, etc., zu operationalisieren, um einen transparenten Bewertungsmaßstab zu generieren. In jedem Fall ist eine Bewertung dahingehend vorzunehmen, inwiefern die einzelnen Maßnahmen als erfolgreich und abschließend umgesetzt betrachtet werden können, oder ob noch Nachsteuerungen vorgenommen werden müssen. Bei (noch) nicht umgesetzten Maßnahmen stehen die Identifizierung von möglichen Umsetzungshindernissen sowie Empfehlungen zur Überwindung der Hindernisse im Mittelpunkt des Evaluationsprozesses.

Vorschläge zur Bewertung der Wirkweise von Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen macht das Merkblatt DWA-M 102-4/BWK-M 3-4, welches im Dezember 2020 als Entwurfsfassung veröffentlicht wurde (Frist bis zur Stellungnahme: 28.02.21). Das Merkblatt enthält Grundlagen und gibt methodische Empfehlungen zur Bewertung von Wasserhaushaltsgrößen.

Angelehnt an das DWA-M 102-4/BWK-M 3-4 kann die Wasserbilanzierung im städtischen Raum auch mit Hilfe des Modells *WABILA* modelliert werden: Im Rahmen einer Bachelorarbeit, untergeordnet dem Klimaanpassungskonzept Castrop-Rauxel, wurde diese Methodik genauer untersucht. Zielgröße war die Rückführung der anthropogen veränderten Wasserbilanz hin zur natürlichen Wasserbilanz auf Basis der Altstadt Castrop-Rauxels, welche das Modellquartier für die Modellierung darstellte. Untersuchungen für auf die lokalen Anforderungen abgestimmte Maßnahmen (z. B. Gründächer oder Versickerungsflächen) haben ergeben, dass eine hohe Effektivität für die Wiederherstellung der Wasserbilanz modelliert und erreicht werden kann. *WABILA* ist ein einfaches Wasserbilanz-Modell, welches im Zuge des BMBF-geförderten Projektes *SAMUWA* (Die Stadt als Hydrologisches System im Wandel – Schritte zu einem anpassungsfähigen Management des urbanen Wasserhaushalts) entwickelt wurde (Deister et. al, 2016).

Ein weiteres Kernelement können zielgerichtete Gespräche zum Thema Klimaanpassung bspw. mittels Leitfragen-gestützten (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 Wirksamkeit 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.

Je nach Maßnahme können konkretere Arbeitsschritte zur Unterstützung der Umsetzung oder

auch die Modifikation einzelner Schlüsselmaßnahmen anfallen. In Einzelfällen kann auch die Aufgabe einer Schlüsselmaßnahme erforderlich sein, wenn sich bspw. die Rahmenbedingungen geändert haben und die Maßnahme nicht mehr als wirksam zur Erreichung der Ziele angesehen wird. In diesem Fall sollten Entscheidungen transparent begründet und geprüft werden, ob andere Maßnahmen die Erreichung der ursprünglich angedachten Ziele unterstützen können.

Die Erkenntnisse des Controllings sollen regelmäßig veröffentlicht und der interessierten Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden. Dafür bietet sich bspw. die „Castrop-Rauxel-App“ an, die die digitalen Angebote der Stadtverwaltung, des EUV Stadtbetriebes sowie der Stadtwerke als mobile Anwendung vereint. Auch der Internetauftritt der Stadt-Castrop Rauxel kann als Schnittstelle dienen. Zudem sollten die relevanten politischen Ausschüsse seitens der Stadt Castrop-Rauxel regelmäßig über den Fortschritt des Anpassungsprozesses informiert werden (angedacht ist ein jährlicher Turnus). Die Bekanntgabe kann auch durch den EUV Stadtbetrieb erfolgen. Hier ist eine interne Absprache erforderlich.

Weiterhin kann der Beirat für klimagerechte Stadtentwicklung als Schnittstelle zwischen Planungsprozessen und Öffentlichkeit dienen: In vier für interessierte Bürger offenen Arbeitsgruppen werden die Themenfelder Gebäude und Energie, Mobilität, Müllvermeidung und umweltgerechte Stadtentwicklung behandelt. Der Beirat selbst besteht aus Vertretern der Verwaltung, Politik und den Hauptansprechpartnern der einzelnen Arbeitsgruppen. Die Entwicklung von Projekten findet auf die „bottom-up“-Art statt: Der Beirat schlägt dem Umweltausschuss Projekte vor. Geplant ist, zukünftig auch noch eine weitere, fünfte Gruppe zur Klimaanpassung einzurichten oder alternativ das Thema Klimaanpassung stärker in den einzelnen Arbeitsgruppen in den Fokus zu rücken.

Neben der Evaluation der Klimaanpassungsmaßnahmen spielt auch die weitere Entwicklung des Klimawandels selbst eine wichtige Rolle für das Controlling des Konzeptes. Klimastationen im Stadtgebiet können kontinuierlich ausgewertet und dabei überprüft werden, ob der Klimawandel im vorhergesagten Ausmaß stattfindet oder ob sich Abweichungen ergeben, die für die Ziele und Maßnahmen des Anpassungsprozesses relevant sein könnten.

Darüber hinaus soll im Rahmen des klimatischen Monitorings der Frage nachgegangen werden, zu welchen Auswirkungen Extremereignisse im Castrop-Rauxeler Stadtgebiet im Berichtszeitraum geführt haben. Als Erhebungsmethode werden Experteninterviews mit Vertreter*innen der Fachämter empfohlen, die ggf. bereits in die Erstellung des Anpassungskonzeptes eingebunden waren. Die Erhebung sollte alle zwei Jahre erfolgen. Bei einzelnen Extremereignissen oder sich abzeichnenden Schäden durch den Klimawandel, sind jedoch anlassbezogene Untersuchungen der Ursachen, Auswirkungen und des Umgangs mit den Folgen anzustreben.

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. Bspw. wurde aufgrund geringer Beteiligungen nach dem ersten Umfragezeitraum eine erste Revision der Plattform umgesetzt: (Teilnehmende müssen sich nicht eigene Maßnahmen ausdenken, sondern können vorhandene Maßnahmenvorschläge kommentieren und abstimmen. Weiterhin sind auch freie Vorschläge möglich.)

Literaturnachweis

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.

Boden T.A., Marland G., Andres R.J. (2017): Global, Regional, and National Fossil-Fuel CO2 Emissions. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A.

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

Bundesregierung (2011): Aktionsplan Anpassung.

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

Deister L, Brenne F., Stokman A., Henrichs M., Jeskulke M., Hoppe H., Uhl M. (2016): Wassersensible Stadt- und Freiraumplanung: Handlungsstrategien und Maßnahmenkonzepte zur Anpassung an Klimatrends und Extremwetter; SAMUWA Publikation.

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

Donat M. G., Leckebusch G. C., Pinto J. G., Ulbrich U. (2010): European storminess and associated circulation weather types: future changes deduced from a multi-model ensemble of GCM simulations. Climate Research 42:27–43.

DWD – Deutscher Wetterdienst (2020a): Nationaler Klima-report. 4. Korrigierte Auflage. Stand Errata 8. Juni 2020.

DWD – Deutscher Wetterdienst (2020b): Datenbasis: Beobachtungsdaten des DWD. Freier Online-Zugang zu Klimadaten: *ftp://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany.*

DWD – Deutscher Wetterdienst (2020c): Datenbasis: Rasterdaten des DWD. Freier Online-Zugang zu Klimadaten: *ftp://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/grids_germany.*

DWD – Deutscher Wetterdienst (2020d): Wetterlexikon (Homepage). Online: *www.dwd.de/DE/service/lexikon/lexikon_node.html* (Abruf 28.09.2020).

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.

Fink A. H., Pohle S., Pinto J. G., Knippertz P. (2012): Diagnosing the influence of diabatic processes on the explosive deepening of extratropical cyclones. Geophysical Research Letters 39:L07803.

Giorgi F., Jones C., Asrar G. R. (2009): Adressing climate information needs at the regional level: the CORDEX framework, WMO Bulletin, 58(3):175-183.

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.

Kaspar F., Müller-Westermeier G., Penda E., Mächel H., Zimmermann K., Kaiser-Weiss A., Deutschländer T. (2013): Monitoring of climate change in Germany – data, products and services of Germany's National Climate Data Centre. Advances in Science and Research, 10(1), 99-106.

Klimaatlas NRW (2020): Digitaler Klimaatlas Nordrhein-Westfalen. Hrsg.: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV). Online: *www.klimaatlas.nrw.de/Klima_NRW* (Abruf 28.09.2020)

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

LANUV (2020): Extremwertstatistische Untersuchung von Starkniederschlägen in NRW (ExUS 2020). https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/klima/pdf/pdf_fuer_Klima/LANUV_Handout_EXUS_WEB.pdf

Linke C. et al. (2016): Leitlinien zur Interpretation regionaler Klimamodelldaten des Bund-Länder-Fachgespräches „Interpretation regionaler Klimamodelldaten“, Potsdam, 56 S.

McDonald R. E. (2011): Understanding the impact of climate change on Northern hemisphere extratropical cyclones. Climate Dynamics 37:1399–1425.

Moss R. H., Edmonds J. A., Hibbard K. A., Manning M. R., Rose S. K., van Vuuren D. P., Carter T. R., Emori S., Kainuma M., Kram T., Meehl G. A., Mitchell J. F. B., Nakicenovic N., Riahi K., Smith S. J., Stouffer R .J., Thomson A. M., Weyant J. P., Wilbanks T. J. (2010): The next generation of scenarios for climate change research and assessment. Nature 463, 747–756.

MULNV (2020) Pressemeldung 21.12.2020: Kabinett beschließt verschärftes Klimaschutzgesetz und bundesweit erstes Klimaanpassungsgesetz https://www.umwelt.nrw.de/presse/detail/kabinett-beschliesst-verschaerftes-klimaschutzgesetz-und-bundesweit-erstes-klimaanpassungsgesetz-1608561407

Peters G.P., Andrew R.M., Boden T., Canadell J.G., Ciais P., Le Quéré C., Marland G., Raupach M.R., Wilson C. (2013): The challenge to keep global warming below 2 °C. Nat. Clim. Change 3, 4–6.

Piani C., Haerter J.O., Coppola E. (2010): Statistical bias correction for daily precipitation in regional climate models over Europe. Theor Appl Climatol 99:187–192

Pinto J. G., Ryers M. (2017): Winde und Zyklonen. In: Brasseur G., Jacob D., Schuck-Zöller S. (Hrsg.) (2017): Klimawandel in Deutschland.

Pinto J. G., Zacharias S., Fink A. H., Leckebusch G. C., Ulbrich U. (2009): Factors contributing to the development of extreme North Atlantic cyclones and their relationship with the NAO. Climate Dynamics 32:711–737

Rauthe M., Malitz G., Gratzki A., Becker A. (2014): Starkregen. In: Becker P., Hüttl R. F. (Hrsg.): Forschungsfeld Naturgefahren. Potsdam und Offenbach, S. 112.

ReKliEs-De (2017): Regionale Klimaprojektionen Ensemble für Deutschland – Nutzerhandbuch.

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

RVR – Regionalverband Ruhr (2020): Klimaanalyse Stadt Castrop-Rauxel. Im Auftrag des EUV Stadtbetriebes (unveröffentlicht).

Stadt Bielefeld (2019): Konzept zur Klimaanpassung. https://www.bielefeld.de/de/un/stkl/klk/

Stadt Bochum (2012): Klimaanpassungskonzept Bochum.

Stadt Castrop-Rauxel (2012): Flächennutzungsplan 2025 der Stadt Castrop-Rauxel.

Stadt Castrop-Rauxel (2020): Bericht zur umwelt- und klimaorientierten Stadtenwicklung.

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

Themeßl M.J., Gobiet A., Leuprecht A. (2011): Empirical-statistical downscaling and error correction of daily precipitation from regional climate models. Int J Climatol 31(10):1530–1544.

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

UBA – Umweltbundesamt (2018): Trends der Lufttemperatur. https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/trends-der-lufttemperatur

UBA – Umweltbundesamt (2019): Monitoringbericht 2019 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Download: https:// www.umweltbundesamt.de/publikationen/umweltbundesamt-2019-monitoringbericht-2019-zur

VRS – Verband Region Stuttgart (2020): ISAP - Integrative stadtregionale Anpassungsstrategien in einer polyzentrischen Wachstumsregion https://www.region-stuttgart.org/isap/

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

ZAMG – Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (2020): Starkniederschlag. Online: *https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/informationsportal-klimawandel/klimavergangenheit/neoklima/starkniederschlag* (Abruf 14.10.2020)

Anhang

ANHANG I: KLIMAWANDEL IN CASTROP-RAUXEL

METHODIK

Tab. A 1: Für das verwendete Modellensemble verfügbare Ensemblemitglieder (Modellkombinationen) und Szenarien (Historical, RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 8.5). GCM bzw. RCM = Globales bzw. Regionales Klimamodell (Global / Regional Climate Model).

	GCM	RCM	Historical	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5
1	CanESM2	CCLM	ü	×	×	ü
2	EC-EARTH	CCLM	ü	ü	ü	ü
3	EC-EARTH	RACMO22E	ü	ü	ü	ü
4	EC-EARTH	RACMO22E	ü	×	ü	ü
5	EC-EARTH	RCA4	ü	ü	ü	ü
6	IPSL-CM5A	RCA4	ü	×	ü	ü
7	MIROC5	CCLM	ü	ü	×	×
8	MIROC5	REMO2015	ü	×	×	ü
9	HadGEM2-ES	WETTREG2013	ü	×	×	ü
10	HadGEM2-ES	CCLM	ü	×	ü	ü
11	HadGEM2-ES	RACMO22E	ü	ü	ü	ü
12	HadGEM2-ES	STARS3	ü	ü	×	×
13	HadGEM2-ES	RCA4	ü	ü	ü	ü
14	MPI-ESM	WETTREG2013	ü	ü	×	×
15	MPI-ESM	CCLM	ü	×	ü	ü
16	MPI-ESM	REMO2009	ü	ü	ü	ü
17	MPI-ESM	REMO2009	ü	ü	ü	ü
18	MPI-ESM	STARS3	ü	ü	×	×
19	MPI-ESM	RCA4	ü	ü	ü	ü

Tab. A 2: Bewertung der statistischen Signifikanz anhand des Trend-/Rauschverhältnisses.

Trend- / Rauschverhältnis	Bewertung
≥ 2,0	sehr stark zunehmend
≥ 1,5 und < 2,0	stark zunehmend
≥ 1,0 und < 1,5	schwach zunehmend
< 1,0 und > -1,0	kein Trend
≤ -1,0 und > -1,5	schwach abnehmend
≤ -1,5 und > -2,0	stark abnehmend
≤ -2,0	sehr stark abnehmend

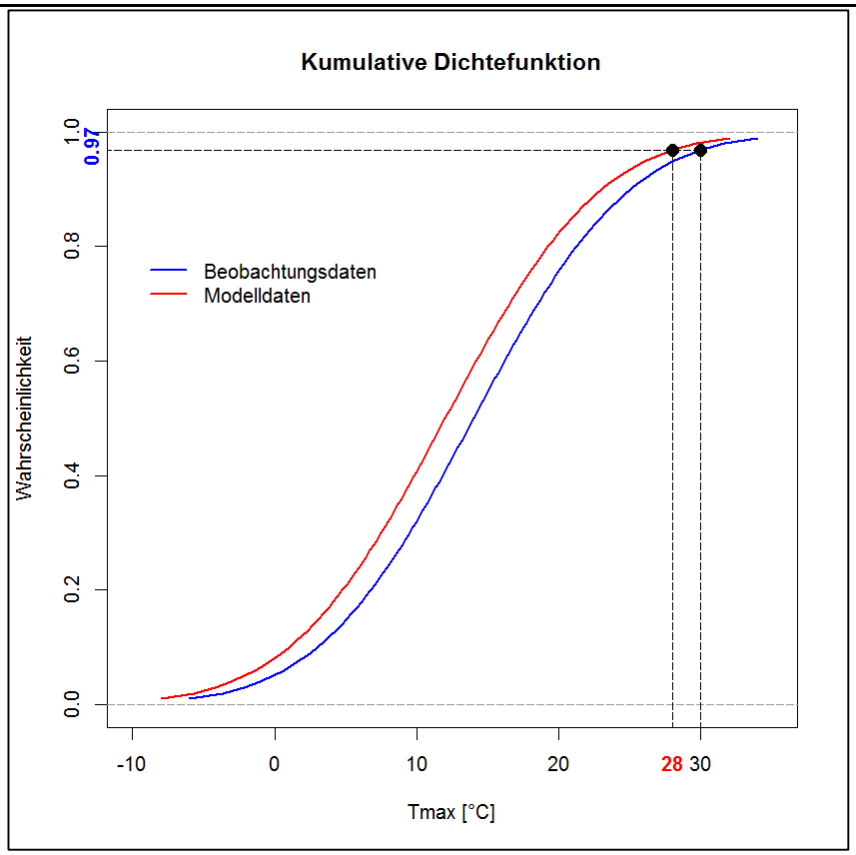


Abb. A 1: Methode der Adjustierung von Schwellenwerten für Kenntage. Die blaue Zahl auf der y-Achse zeigt das berechnete Perzentil des Schwellenwertes und die rote Zahl auf der x-Achse zeigt den adjustierten Schwellenwert

BEOBACHTETER KLIMAWANDEL

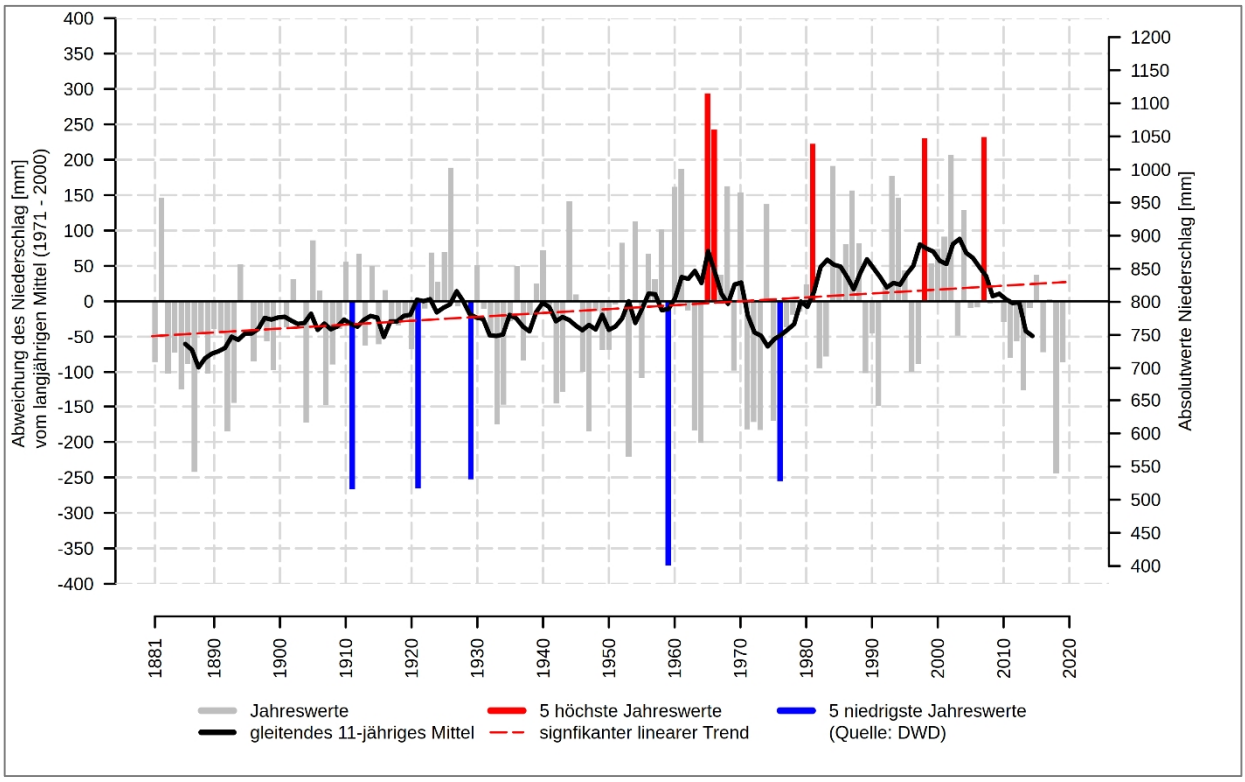


Abb. A 2: Entwicklung des Niederschlags in Castrop-Rauxel (Quelle: nach DWD 2020b) Temperaturzunahme und Hitze

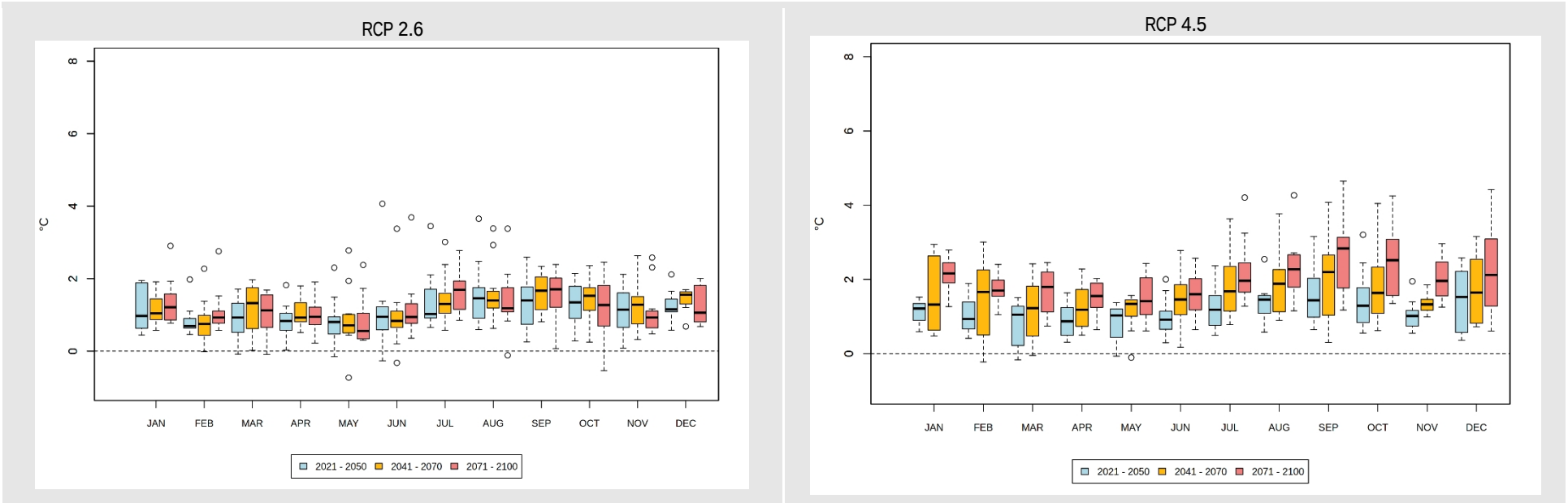


Abb. A 3: Änderung der langjährigen monatlichen Mitteltemperaturen in Castrop-Rauxel für das RCP 2.6 (links) sowie RCP 4.5 (rechts)

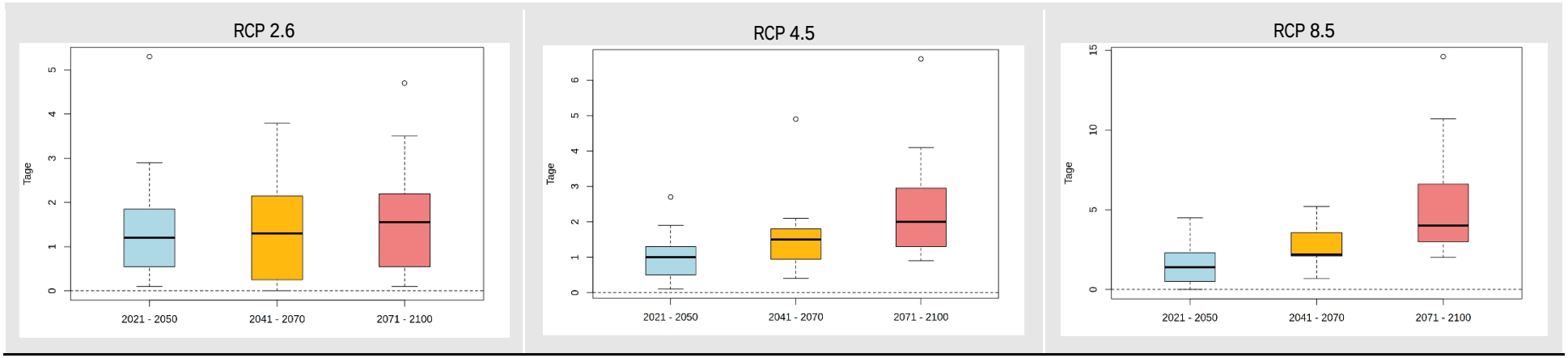


Abb. A 4: Änderung der Länge von Hitzeperioden (aufeinanderfolgende Tage mit $T_{max} \geq 30$ °C) in Castrop-Rauxel in den Zukunftsperioden für die RCP-Szenarien 2.6, 4.5 und 8.5

NIEDERSCHLAGSVERSCHIEBUNG

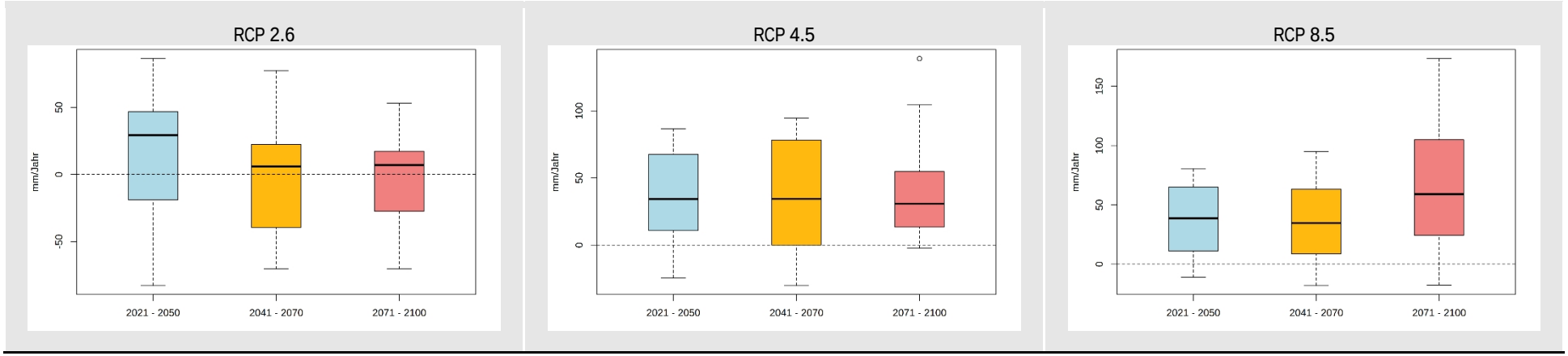


Abb. A 5: Änderung der langjährigen mittleren jährlichen Niederschlagssumme in Castrop-Rauxel in den drei Zukunftsperioden für die RCP-Szenarien 2.6, 4.5 sowie 8.5

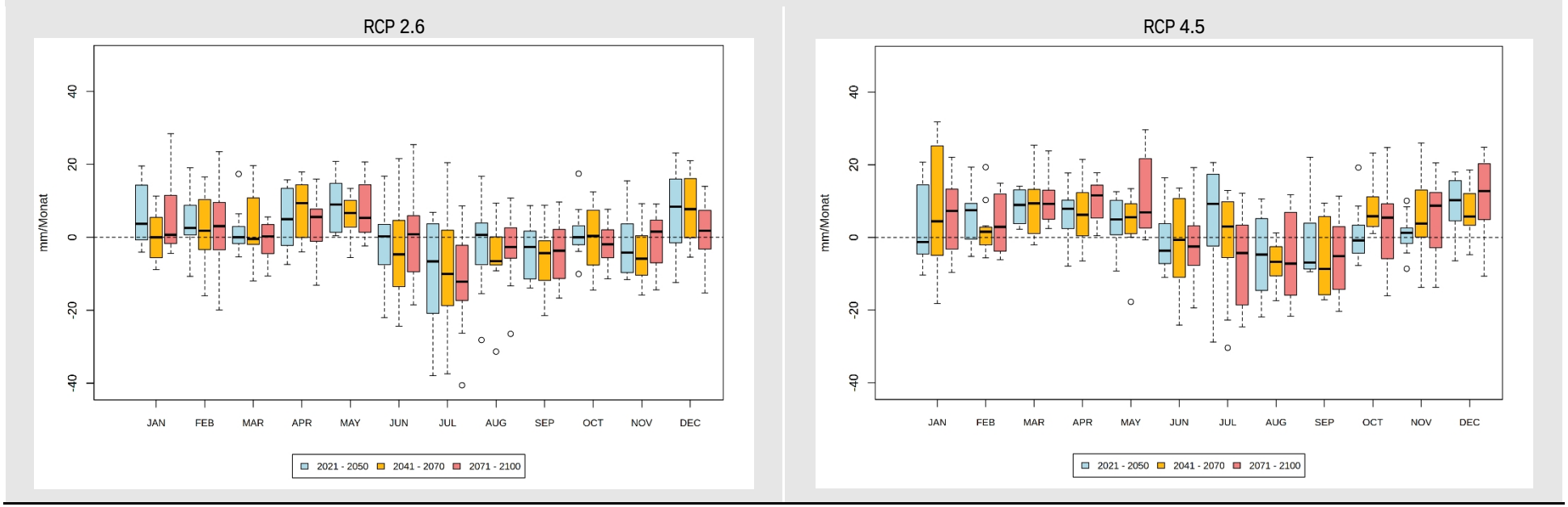


Abb. A 6: Änderung der langjährigen mittleren monatlichen Niederschlagssummen in Castrop-Rauxel für das RCP 2.6 (links) sowie RCP 4.5 (rechts)

TROCKENHEIT

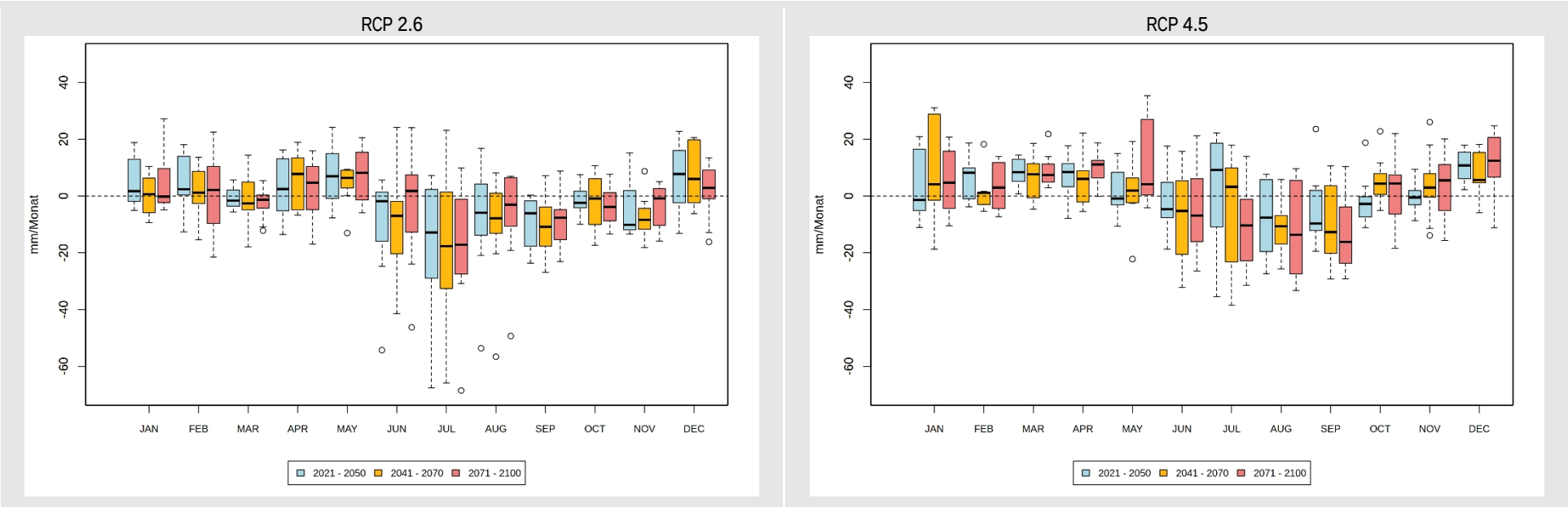


Abb. A 7: Änderung der langjährigen mittleren monatlichen klimatischen Wasserbilanz in Castrop-Rauxel für das RCP 2.6 (links) sowie RCP 4.5 (rechts)

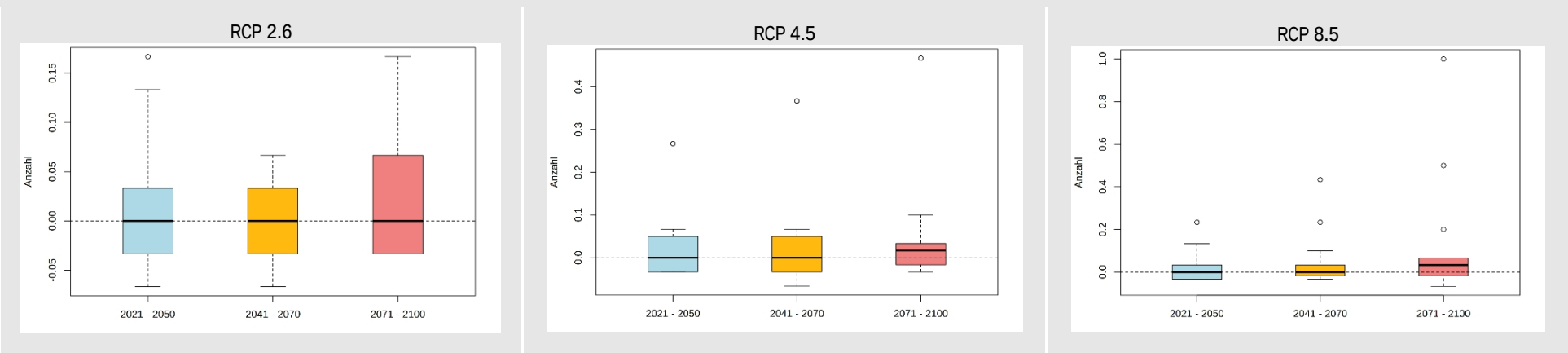


Abb. A 8: Änderung der langjährigen mittleren Anzahl extremer Trockenperioden (mehr als 28 aufeinanderfolgende Tage mit einem Niederschlag < 1 mm) in den drei Zukunftsperioden für die RCP-Szenarien 2.6 (links), 4.5 (Mitte) sowie 8.5 (rechts)

STARKNIEDERSCHLÄGE: *STARKER NIEDERSCHLAG (N ≥ 10 MM/D)*

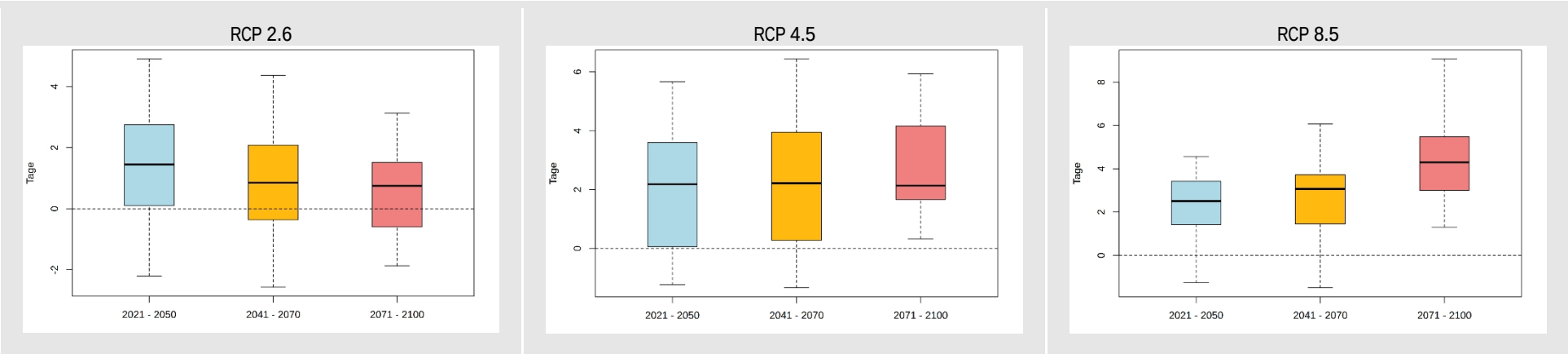


Abb. A 9: Änderung der Auftrittshäufigkeit von Niederschlagsereignissen mit N ≥ 10 mm/d innerhalb der jeweiligen 30-jährigen Periode in Castrop-Rauxel (ein Wert von 30 entspricht also im Mittel einem zusätzlichen Ereignis pro Jahr) in den drei Zukunftsperioden für die RCP-Szenarien 2.6 (links), 4.5 (Mitte) sowie 8.5 (rechts)

STARKNIEDERSCHLÄGE: STÄRKERER NIEDERSCHLAG (N ≥ 20 MM/D)

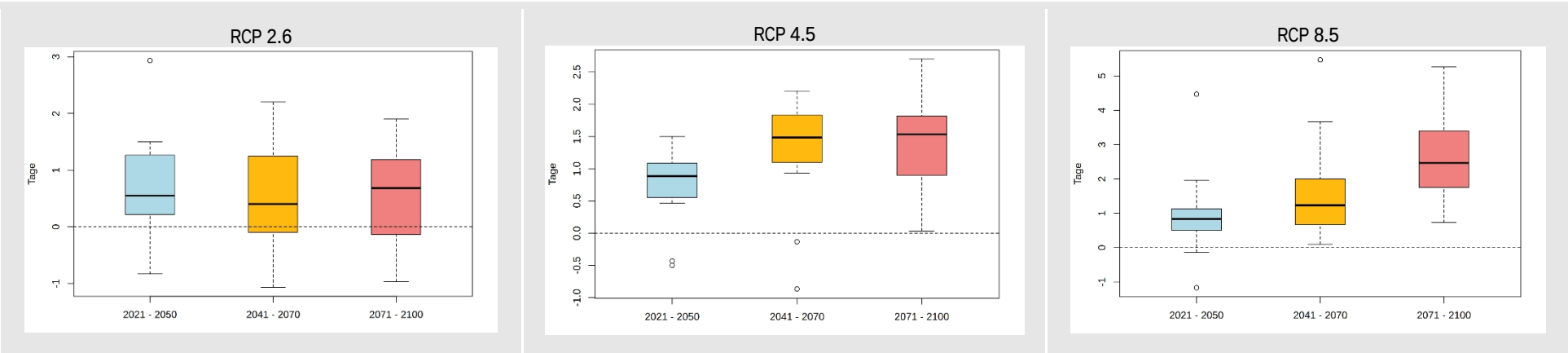


Abb. A 10: Änderung der Auftrittshäufigkeit von Niederschlagsereignissen mit N ≥ 20 mm/d innerhalb der jeweiligen 30-jährigen Periode in Castrop-Rauxel (ein Wert von 30 entspricht also im Mittel einem zusätzlichen Ereignis pro Jahr) in den drei Zukunftsperioden für die RCP-Szenarien 2.6 (links), 4.5 (Mitte) sowie 8.5 (rechts)

STARKNIEDERSCHLÄGE: STARKNIEDERSCHLAG (N ≥ 30 MM/D)

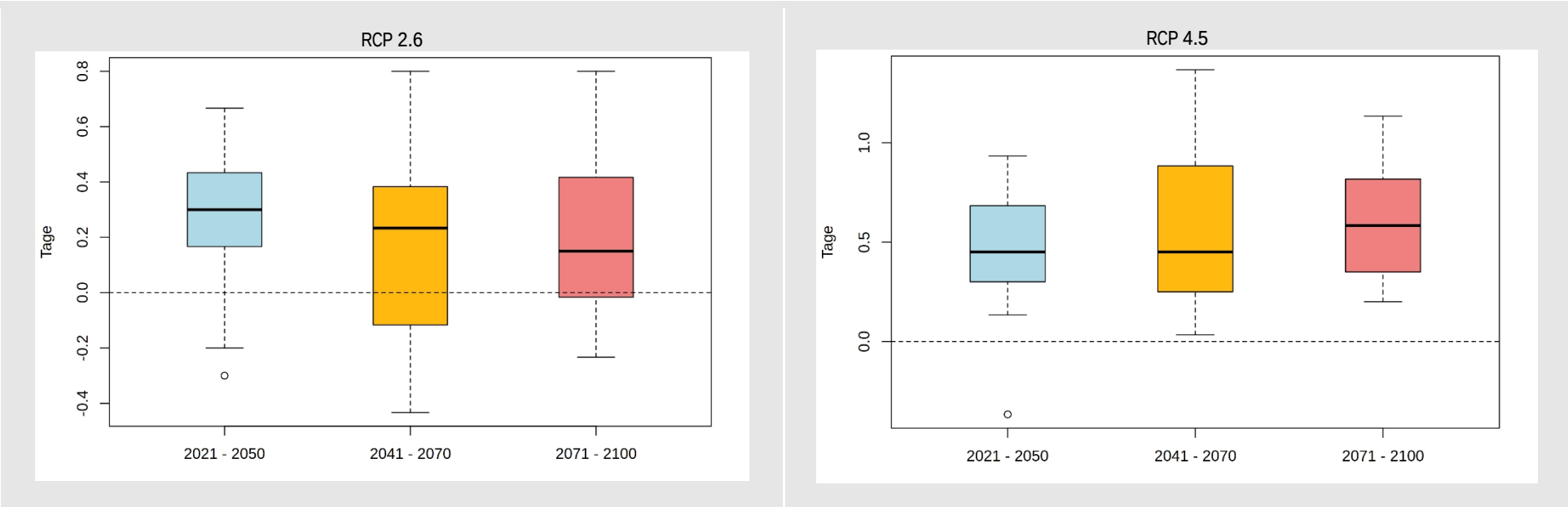


Abb. A 11: Änderung der Auftrittshäufigkeit von Niederschlagsereignissen mit N ≥ 30 mm/d innerhalb der jeweiligen 30-jährigen Periode in Castrop-Rauxel (ein Wert von 30 entspricht also im Mittel einem zusätzlichen Ereignis pro Jahr) in den drei Zukunftsperioden für die RCP-Szenarien 2.6 (links) sowie 4.5 (rechts)

STURM

Die Auswertungen zum Thema Sturm erbrachten aufgrund der hohen Unsicherheit der Ergebnisse keine validen Aussagen. Aus diesem Grund sind die betreffenden Abbildungen und Tabellen an dieser Stelle nicht mit aufgeführt.

ANHANG II: BEISPIELFRAGEBÖGEN

Die im Rahmen der funktionalen Betroffenheitsanalyse an ausgewählte Vertreter*innen 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.

Klimaanpassungskonzept Castrop-Rauxel

Fragebogen Gewässer

Name

Fachbereich

Datum

I. Hintergrund: Klimawandel in Castrop-Rauxel

Der Klimawandel hat bereits in der Vergangenheit zu spürbaren Veränderungen der klimatischen Gegebenheiten in Castrop-Rauxel 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 – 4,6 °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 weitestgehend 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 (> 30 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 von mindestens ähnlichen Sturmereignissen wie bisher auszugehen.

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

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 in Castrop-Rauxel bereits umgesetzt bzw. sind aus Ihrer Sicht zukünftig denkbar?

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

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

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 Sicker-wassermenge	☐	☐	☐	
Abflussverhältnisse von Fließgewässern				
Verschärfung der Hochwasserabflüsse der Gewässer bei länger andauernden Niederschlägen	☐	☐	☐	
Zunahme von Niedrigwasserständen in Trocken-perioden	☐	☐	☐	
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 in Castrop-Rauxel bereits umgesetzt bzw. sind aus Ihrer Sicht zukünftig denkbar?

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

Klimaanpassungskonzept Castrop-Rauxel

Fragebogen Stadtplanung

Name

Fachbereich

Datum

I. Hintergrund: Klimawandel in Castrop-Rauxel

Der Klimawandel hat bereits in der Vergangenheit zu spürbaren Veränderungen der klimatischen Gegebenheiten in Castrop-Rauxel 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 – 4,6 °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 weitestgehend 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 (> 30 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 von mindestens ähnlichen Sturmereignissen wie bisher auszugehen.

II. Welche Klimafolgen sind aus Ihrer Sicht für die Stadtplanung bzw. für den Städtebau in Castrop-Rauxel 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 in Castrop-Rauxel bereits heute im Rahmen von Planungsprozessen berücksichtigt?

Bitte erläutern sie…

IV. Welche Anpassungsmaßnahmen im Bereich der Stadtplanung/des Städtebaus werden in Castrop-Rauxel bereits heute umgesetzt?

Anpassungsmaßnahmen	Erläuterungen *(bei Bedarf)*

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

Anpassungsmaßnahmen	Erläuterungen *(bei Bedarf)*

VI. Wo sehen Sie Anknüpfungspunkte, um das Thema Klimaanpassung im Rahmen der Stadtplanung/des Städtebaus in Castrop-Rauxel 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	☐	
	☐	
	☐	

ANHANG III: BETROFFENHEITEN DES STÄDTISCHEN RAUMES

ANHANG IV: BESTANDSAUFNAHME KLIMAANPASSUNGSRELEVANTER INFORMATIONEN

Tab. A 3: Bestandsaufnahme klimaanpassungsrelevanter Informationen und Vorhaben in Castrop-Rauxel

Aktionsprogramm 2030 zum Masterplan Energiewende und Klimaschutz in Castrop-Rauxel (2015)

Erstellt durch Gertec GmbH Ingenieurgesellschaft (Essen) in Zusammenarbeit mit Planersocietät – Stadtplanung, Verkehrsplanung, Kommunikation (Dortmund) im Auftrag des EUV Stadtbetriebs Castrop-Rauxel

Online: www.euv-stadtbetrieb.de/private-haushalte/klimaschutz/masterplan-energiewende-c-r/aktionsprogramm-2030

Inhalt und Ziele

Als Ergebnis eines umfangreichen Beteiligungsprozesses entstandener Zwischenbericht zum Masterplan Energiewende und Klimaschutz, in dem folgende Themenfeldern bewertet wurden:

- Ausbau erneuerbare Energien,
- Ausbau des Nah- und Fernwärmenetzes,
- Modernisierung des Wohngebäudebestandes,
- Energieeffizienz in neuen Wohngebieten,
- Möglichkeiten für Mieter in benachteiligten Wohnungen und Siedlungen,
- Schulen und Bildungsträger als Multiplikatoren,
- Zukunft der Mobilität

Zu jedem Themenfeld wurden in einem partizipativen Prozess Projekte identifiziert, die bis 2020 durchgeführt werden sollen.

Relevanz für das KLAK

Kein direkter Bezug zum Thema Klimaanpassung, jedoch bieten einige der Projekte Anknüpfungspunkte für das Klimaanpassungskonzept Castrop-Rauxel, darunter u. a.:

- Online-Kompetenzplattform für Erneuerbare Energien und Energieeffizienz (PV5)
- Berater- und Handwerkernetzwerk (PV6)
- Planungsleitfaden Innenentwicklung (NEU2)
- Beraterstammtisch (NEU4)

Hochwasser- und Starkregenvorsorge

Inhalt und Ziele

Hochwasserrisikomanagement und Maßnahmenplanung Castrop-Rauxel (2015)

Bezirksregierung Münster und Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV NRW)

Online: www.flussgebiete.nrw.de/hochwasserrisikomanagement-plaene-und-karten-8400

- Ist-Situation der Hochwassergefährdung
  - Gewässer mit potenziellem signifikanten Hochwasserrisiko: Deininghauser Bach, Emscher, Landwehrbach, Nettebach / Frohlinder Mühlenbach
- Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten für $HQ_{häufig}$, HQ_{100}, HQ_{extrem}
- Maßnahmenplanung für Castrop-Rauxel als Bestandteil des Generalentwässerungsplanes

Broschüre „Schutz vor Kellerüberflutung“ (2015)

EUV Stadtbetrieb Castrop-Rauxel (Hrsg.)
Online:www.euv-stadtbetrieb.de/private-haushalte/stadtentwaesserung/grundstuecksentwaesserung

- Leitfaden für Hauseigentümer*innen, Bauherr*innen und Architekt*innen zum Schutz gegen Rückstau aus der Kanalisation und Überflutung durch Oberflächenwasser

Zukunftsvereinbarung Regenwasser 2005 – 2020 (2015); aktuelles Förderprojekt „Klimaresiliente Region mit internationaler Strahlkraft (KRIS)“

Emschergenossenschaft, Stadt Castrop-Rauxel und weitere Kommunen
Online: www.castrop-rauxel.de/inhalte/wohnen_wirtschaft/umwelt_und_gruen/umweltschutz/zukunftsvereinbarung_regenwasser/index.php

- Im Rahmen der Zukunftsvereinbarung hat sich die Stadt mit Ratsbeschluss vom 19.05.2005 dazu verpflichtet, 15 Prozent der versiegelten Flächen innerhalb des Stadtgebiets in den nächsten 15 Jahren von der Kanalisation abzukoppeln.
- Online verfügbare Bauanleitungen der Emschergenossenschaft zu Mulden-/Rigolenversickerung, Flächenversickerung, Durchlässige Befestigung, etc. (Link s. o.)
- Über das Förderprojekt KRIS werden lokale Maßnahmen zur integrierten Stadtgestaltung in einer gemeinsamen Servicestelle gebündelt umgesetzt (Laufzeit 2020-2030).

Zukunftsinitiative Wasser in der Stadt von morgen

Emschergenossenschaft/Lippeverband, Stadt Castrop-Rauxel und weitere Kommunen
Online: www.wasser-in-der-stadt.de

- Die Kommunen der Emscherregion – darunter auch Castrop-Rauxel –, die Emschergenossenschaft und das Land NRW bekennen sich zu einem gemeinsamen Engagement für eine zukunftsfähige und nachhaltige Stadtentwicklung, die den besonderen Anforderungen des demografischen Wandels und der Klimawandelanpassung entspricht. Am 15.05.2014 haben sie deshalb eine Absichtserklärung zur Zukunftsinitiative „Wasser in der Stadt von morgen“ unterzeichnet. Durch politische Beschlussfassungen und bilaterale Kooperationsvereinbarungen werden hierzu konkrete Schritte und Maßnahmen vereinbart.
- Der 2019 fortgeschriebenen Maßnahmenplan 2020+, die Ziele und Handlungsfelder der Zukunftsinitiative, eine Übersicht zu den Experten-Netzwerken inkl. Ansprechpartner sowie zur Architektur der Zukunftsinitiative stehen als PDF-Dokument zum Download zur Verfügung.

Beratungsnachmittag „Wetterextreme! Wie schütze ich mein Eigentum?“ (08.06.2018)

- Vorträge, Informationen und Fragestunde zu den Folgen von Überflutungen und Starkregen sowie Präventivmaßnahmen zur Anpassung
- Beratungsnachmittage auch in Bezug auf andere Wetterextreme denkbar

Ergebnisse der Generellen Entwässerungsplanung (GEP) / Starkregenanalysen (in Erarbeitung)

EUV – Stadt Castrop-Rauxel

- Im Rahmen des GEP werden Überstau- und Überflutungsbetrachtungen für das gesamte Kanalnetz der Stadt Castrop-Rauxel erarbeitet

- Ergänzend zu den Nachweisen nach DIN EN752/DWA-A 118 wird eine 2D-Modellierung für das Stadtgebiet erstellt

Relevanz für das KLAK

Hochwasserschutz

EUV – Stadt Castrop-Rauxel

- In den Hochwassergefahrenkarten ist kein spezielles Szenario "Klimaänderung" enthalten. Aus diesem Grunde sind hier Einzelfallprüfungen nötig. Bei der Fortschreibung werden allerdings zukünftige Trends berücksichtigt.
- Alle Hochwasserschutzmaßnahmen dienen auch der Klimaanpassung (Zunahme von Wetterextremen).
- Anknüpfungspunkte für das KLAK ergeben sich aus der „Hochwassergefährdung und Maßnahmenplanung Castrop-Rauxel (2015)“
  - Berücksichtigung von Hochwasserrisiken bei der Änderung bzw. Fortschreibung der Regionalpläne (F01-01)
  - Nutzungsanpassungen in der Landwirtschaft (F04-02)
  - Informationsmaterial für Ver- und Entsorger (T08-04)
  - Fortbildungs- und Schulungsangebote (z. B. für Architekten*innen; V04-01)
  - Verbesserung der Hochwasservorhersage (Verfügbarkeit der hydrologischen Messdaten, Optimierung Messnetze etc.; V06-02)
  - Evaluierung und Nachbereitung von Katastropheneinsätzen (N01-02)

Maßnahmen zur Starkregenvorsorge mit Bezug zur generellen Entwässerungsplanung

EUV – Stadt Castrop-Rauxel

- Mit den Ergebnissen aus der generellen Entwässerungsplanung und zukünftig darauf aufbauenden Risikoanalysen ist eine sehr gute Datengrundlage zur Beurteilung von Gefahren und Risiken vorhanden
- Darüber hinaus hat die Stadt Castrop-Rauxel bereits Maßnahmen zur Sensibilisierung und Beratung der Bevölkerung getroffen (Beratungsnachmittage, Flyer)
- Übungen des EUV Stadtbetriebs (Überflutungsvorsorge; Flutung einer Unterführung) dienen der Gefahrenabwehr und Daseinsvorsorge und stellen damit Elemente der Maßnahmen der Klimaanpassung dar.
- Durch den Klimawandel nimmt die Häufigkeit und Intensität von Starkregenereignissen voraussichtlich zu. Daher nimmt die Starkregenvorsorge eine wichtige Rolle im Klimaanpassungskonzept (KLAK) ein.
- Die vorhandenen Starkregenanalysen werden bspw. im Rahmen des KLAKs in Wert gesetzt („Planungshinweiskarte“ Starkregen) und in die Erstellung räumlicher Auswertungen einfließen

Instrumente und Maßnahmenplanungen der Zukunftsinitiative (ZI) „Wasser in der Stadt von morgen“

- Maßnahmen (z. B. geplante Entflechtungen und Abkopplungen) lassen sich in die Maßnahmen des KLAK integrieren
- Instrumente des KLAKs und der ZI bieten Synergien
- Finanzierungsmöglichkeiten im Rahmen der ZI (neue Förderprogramme) dienen auch der Klimaanpassung

Wasserversorgungskonzept der Stadt Castrop-Rauxel für die Jahre 2018 bis 2023

EUV Stadtbetrieb Castrop-Rauxel

Online: www.euv-stadtbetrieb.de/private-haushalte/umweltschutz/wasserversorgungskonzept

Inhalt und Ziele	Das Landeswassergesetz NRW verlangt von den Städten und Gemeinden, dass sie in einem Wasserversorgungskonzept den Stand der öffentlichen Wasserversorgung beschreiben und erläutern, wie sie die Versorgung in Zukunft sicherstellen wollen. Im Kern steht die Beantwortung der Fragen, wo dem Trinkwasser Gefahr droht und wie man es schützen kann. Im vorliegenden Wasserversorgungskonzept für die Stadt Castrop-Rauxel ist dargestellt, woher das Trinkwasser stammt, wie es aufbereitet wird, auf welchem Weg es in das Versorgungs-gebiet transportiert und in der Stadt Castrop-Rauxel verteilt wird. Aussagen zu Werkstoffen, Alter und Schadensanfälligkeit der Leitungen geben Hinweise auf den Zustand des Rohrnetzes und lassen erkennen, dass kein Investitionsstau besteht. Das Wasserversorgungskonzept kommt zu dem Fazit, dass die Wasserversorgung von Castrop-Rauxel sicher ist (ausreichende Wasserkapazitäten, gute Trinkwasserqualität, Versorgungssicherheit).
Relevanz für das KLAK	Durch den Klimawandel sind Auswirkungen auf die Wasserversorgung potenziell möglich (Wasserquantität und -qualität). Werden die meteorologischen Folgen des Klimawandels und Ergebnisse des KLAKs bei zukünftigen Wasserversorgungskonzepten berücksichtigt, ist auch langfristig von einer gesicherten Wasserversorgung in Castrop-Rauxel auszugehen. Bisher sind hierzu keine detaillierten Aussagen enthalten.

Gründachstrategie (2019 bzw. laufend)

Stadt Castrop-Rauxel

Inhalt und Ziele	Im November 2019 verabschiedete der Rat der Stadt Castrop-Rauxel die Gründachstrategie für das Stadtgebiet Castrop-Rauxel. Damit soll auf eine verstärkte Umsetzung von Dachbegrünungen hingewirkt werden (bspw. soll Dachbegrünung künftig regelmäßiger Bestandteil in Neubaugebieten werden). Außerdem wird derzeit ein Gründach-Informationsflyer für Bürger*innen erstellt.
Relevanz für das KLAK	Eine Ausweitung der Dachbegrünung dient als ein Baustein u. a. der Starkregenvorsorge (Reduzierung des Niederschlagswassers), der Stärkung des lokalen Wasserhaushaltes sowie der Hitzevorsorge (positive Effekte insbesondere auf Gebäudeenergie bzw. Innenraumklima, zudem auf Außenraumklima in Dachniveau) und ist daher eine wichtige Maßnahme zur Klimaanpassung.

Stadtklima und Klimaanpassung (laufend)

Regionalverband Ruhr (RVR)

Online: www.rvr.ruhr/themen/oekologie-umwelt/startseite-klima/stadtklima-und-klimaanpassung

Inhalt und Ziele

Analyse Stadt Castrop-Rauxel (RVR 2020, im Auftrag des EUV Stadtbetriebes)

- Mittels des Stadtklimamodells FITNAH wurde die klimatische Situation innerhalb des Stadtgebietes analysiert und bewertet sowie Planungshinweise vor dem Hintergrund der prognostizierten klimatischen Veränderungen im Laufe des 21. Jahrhunderts ausgewiesen.
- Die Klimaanalyse bietet folgende Inhalte (Auswahl):
  - Flächenhafte Ausprägung ausgewählter Klimaelemente (Lufttemperatur, Kaltluftströmungsfeld, etc.)
  - Klimaanalysekarte
  - Veränderung meteorologischer Kenntage durch den Klimawandel im Castrop-Rauxeler Stadtgebiet (Heiße Tage, Tropennächte, etc.)
  - Vulnerabilitätsanalyse (Verschneidung von Bevölkerungsdaten und Wärmeinselbereichen)

Klimaserver fürs Ruhrgebiet

- Öffentlich zugängliches Geoinformationssystem u. a. mit den Ergebnissen der Klimaanalyse des RVR (Online: https://klima.geoportal.ruhr)

Regionales Gründachkataster (in Castrop-Rauxel Stand 2012)

- Das Gründachkataster zeigt an, wie gut sich Gebäude für ein Gründach eignen. Darüber hinaus können die eingesparte Abwassermenge, die CO_2-Absorption und der gehaltene Feinstaub pro Jahr geschätzt werden
- RVR in Kooperation mit der Emschergenossenschaft

Relevanz für das KLAK

Für die Erstellung des Klimaanpassungskonzeptes werden die Ergebnisse und Erkenntnisse der Analyse mit einbezogen. Inhaltlich liefern sie eine wichtige (Fach-)Grundlage für die Betroffenheitsanalyse und Maßnahmenentwicklung. Zudem werden die räumlichen Ergebnisdaten bei der Zusammenfassung besonderer Belastungsbereiche in weiteren räumlichen Analysen berücksichtigt.

DigiQuartier

Kooperationsprojekt zwischen Kreisverwaltung Recklinghausen, Rhein-Ruhr-Institut der Universität Duisburg Essen sowie Institut für Arbeit und Technik in Gelsenkirchen und wird durch das Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen gefördert

Online: www.castrop-rauxel.de/inhalte/wohnen_wirtschaft/stadtentwicklung/projekte_und_masterplaene/digiquartier.php

Inhalt und Ziele

Als eine von drei Modellkommunen beteiligt sich die Stadt Castrop-Rauxel am Projekt „DigiQuartier“ des Kreises Recklinghausen, das sich mit altersgerechten Quartieren für Senioren, Familien und Kindern befasst. Mithilfe moderner Technik sollen Akteur*innen im Quartier miteinander vernetzt und informiert werden, um gemäß dem Leitbild „ambulant vor stationär“ eine ganzheitliche Quartierentwicklung voranzutreiben, um länger selbstständig in der eigenen Wohnung leben zu können.

In Castrop-Rauxel wurde bereits ein Modellquartier im Stadtteil Habinghorst initiiert und fertiggestellt. Im Rahmen von Beteiligungsverfahren konnten die Bürger*innen ihre Wünsche, Befürchtungen und Erwartungen einbringen.

Relevanz für das KLAK

Die im Projekt angestrebten technischen Lösungen sowie entstehenden Netzwerke bieten Synergien zu Belangen der Klimaanpassung (etwa Hitzewarnungen, Trinkerinnerungen).

Grün in der Stadt (laufend)

Stadt Castrop-Rauxel

Online: www.castrop-rauxel.de/Inhalte/Wohnen_Wirtschaft/Umwelt_und_Gruen/Gruen/index.php

Inhalt und Ziele

In welchem Umfang öffentliche Grünflächen, Parkanlagen und Gewerbegebiete gepflegt werden können, wurde 2012 angesichts der Haushaltslage der Stadt Castrop-Rauxel und der personellen Situation des Bereichs Stadtgrün und Friedhofswesen überdacht. Insgesamt wurde deutlich, dass eine qualitätsvolle Pflege aller Flächen durch die Stadtverwaltung (derzeit) nicht möglich ist. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit die Bedeutung der Flächen und Aufgaben zu kategorisieren und zu priorisieren.

Neben Aspekten bspw. der Verkehrssicherheit, der Bedeutung für die Stadt und des politischen Willens sollen auch Wünsche der Bürger*innen in das Grünflächenmanagement mit einbezogen werden. Alle Einwohner*innen Castrop-Rauxels sind eingeladen, dem Bereich Stadtgrün und Friedhofswesen Vorschläge zu machen, welche Grünflächen ihnen besonders wichtig sind. Auch Verbesserungsvorschläge für die Pflege oder das Angebot, eine Patenschaft für eine Grünfläche, ein Pflanzbeet o. ä. zu übernehmen, nimmt die Stadtverwaltung gerne entgegen.

Eine Baumschutzsatzung regelt den Schutz des Baumbestandes innerhalb der im Zusammenhang bebauten Ortsteile und des Geltungsbereichs der Bebauungspläne (Stand 29.11.2018).

Die Stadt Castrop-Rauxel hat 2015 eine Vorschlagsliste für die Neupflanzung von Stadtbäumen erstellt. Außerdem soll das Baumkataster in das CasGeoportal eingepflegt und weiterentwickelt werden, bspw. durch die Aufnahme eines eigenen Katasters für geschützte Bäume. Mit diesem kann künftig eine automatisierte Auswertung erfolgen, die z. B. die Kontrolle von im Bebauungsplan festgesetzten Bäumen oder Ersatzpflanzungen erleichtert.

Relevanz für das KLAK	Unter anderem durch eine saisonale Niederschlagsverschiebung und zunehmende sommerliche Trockenheit und Hitzeperioden wird sich der Klimawandel auch auf das Management von Grünflächen auswirken und u. U. zu einem erhöhten Pflege- bzw. Bewässerungsaufwand führen. Die im Rahmen des Klimaanpassungskonzepts gewonnenen Erkenntnisse sollten daher in die Priorisierung der Aufgaben und Flächen des Grünflächenmanagements führen und ggf. die ehrenamtlichen Patenschaften ausgeweitet werden. Auch auf Stadtbäume wirkt sich der Klimawandel aus, sodass die Vorschlagsliste für deren Neupflanzung ggf. eine Aktualisierung benötigt.

Fachbeitrag des Naturschutzes und der Landschaftspflege für den RVR (2017)

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

Online: www.lanuv.nrw.de/natur/landschaftsplanung/fachbeitrag

Inhalt und Ziele	w Bestandsaufnahme der Landschaftsräume (Schutzgebiete, Biotope, Boden, Gewässer, Erholungsgebiete, etc.) w Biotopverbund besonderer/herausragender Bedeutung w 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, ...)
Relevanz für das KLAK	w Keine Untersuchung der Auswirkungen des Klimawandels auf konkrete Landschaftsräume - Die Bewertung und Maßnahmen sind jedoch auch auf die Anpassung an den Klimawandel ausgerichtet w Die für den Status quo mögliche Datengrundlage für das Klimaanpassungskonzept - Räumliche Analysen zu den Auswirkungen des Klimawandels empfohlen

ANHANG V: RAHMENPLAN ZUR KLIMAANPASSUNG