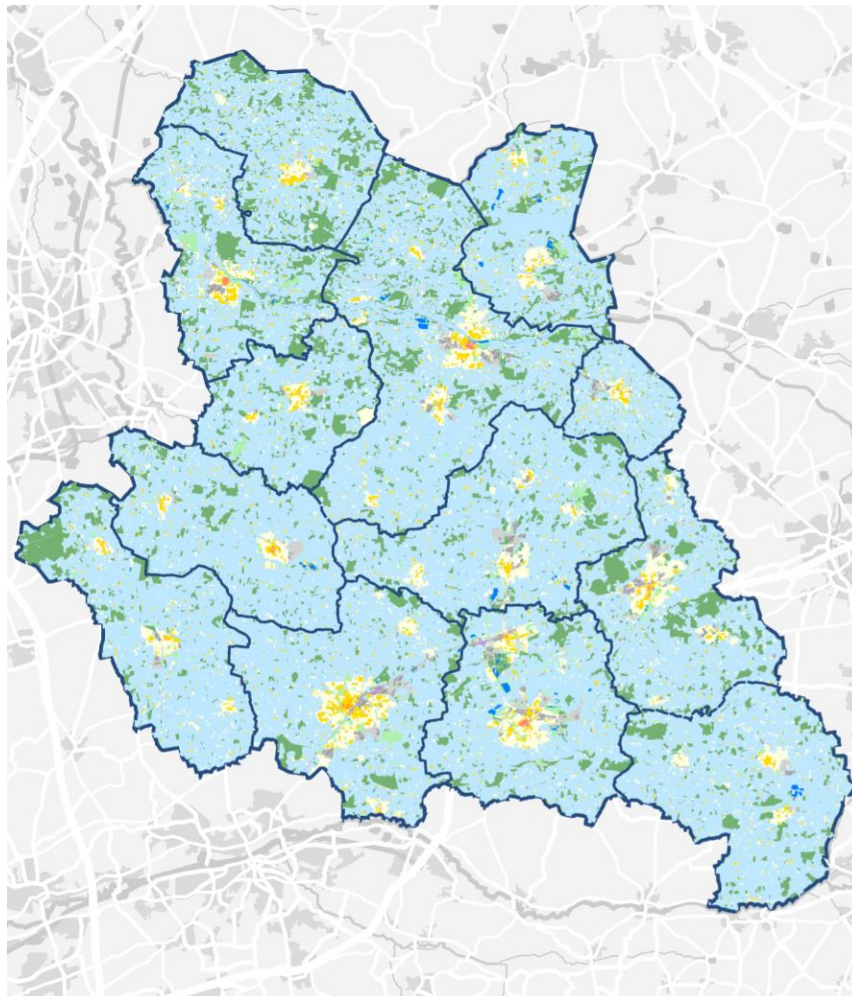


Kreis Warendorf

Klimaanpassungskonzept für den Kreis Warendorf und neun kreisangehörige Kommunen – Teilkonzept Stadt Beckum

Band II – Analysen

Bestandsanalysen, Betroffenheits- und Hotspotanalysen für den Kreis und die Stadt Beckum



Bearbeitung durch:

Gertec GmbH Ingenieurgesellschaft
Martin-Kremmer-Str. 12
45327 Essen
Telefon: +49 [0]201 24 564-0

**Auftraggeber:**

Kreis Warendorf
Amt für Umweltschutz und Straßenbau (66)
Waldenburger Str. 2
48231 Warendorf
02581-53-0
verwaltung@kreis-warendorf.de

**Co-Autoren**

Chiara Dombrowski, Klimaanpassungsmanagerin Kreis Warendorf
Lukas Wienstroer, Klimaanpassungsmanager Kreis Warendorf
chiara.dombrowski@kreis-warendorf.de | 02581-53-6647
lukas.wienstroer@kreis-warendorf.de | 02581-53-6646

Förderinformationen – Förderkennzeichen 67DAA00911:**Gefördert durch:**

Bundesministerium
für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Titelbild: Klimatope im Kreis Warendorf; Quelle: eigene Darstellung Gertec (Datenbasis: GeoBasis-DE/BKG (2024) CC BY 4.0, LANUK)

Eine Veröffentlichung/Vervielfältigung, auch auszugsweise, bedarf der Genehmigung durch den Kreis Warendorf oder einer der beteiligten Kommunen.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	3
1 Einführung	8
2 Bestandsanalyse	9
2.1 Methodik	9
2.1.1 Beobachteter Klimawandel von 1961 bis 2020	9
2.1.2 Trockenheit	9
2.1.3 Grundwasserneubildung	10
2.1.4 Luftaustausch	10
2.1.5 Klimaszenarien	11
2.2 Bestandsanalyse Kreis	12
2.2.1 Siedlungsstruktur und Bevölkerung	12
2.2.2 Beobachteter Klimawandel von 1961 bis 2020	14
2.2.3 Erwarteter Klimawandel (zukünftige Entwicklung von 2031 bis 2100)	18
2.3 Bestandsanalyse Stadt Beckum	20
2.3.1 Siedlungsstruktur und Bevölkerung	20
2.3.2 Beobachteter Klimawandel von 1961 bis 2020	24
2.3.3 Erwarteter Klimawandel (zukünftige Entwicklung von 2031 bis 2100)	29
3 Betroffenheits- und Hotspotanalyse	32
3.1 Hintergrund und Methodik	33
3.1.1 Räumliche Betroffenheit Stadtklima und Hitze	33
3.1.2 Räumliche Betroffenheit Starkregen und Hochwasser	35
3.1.3 Funktionale Betroffenheit	38
3.2 Betroffenheits- und Hotspotanalyse Stadt Beckum	39
3.2.1 Hitzebelastung in Tag- und Nachtsituation	39
3.2.2 Hotspots Stadtklima und Hitze	41
3.2.3 Hotspots Starkregen	43
3.2.4 Hotspots Hochwasser	45
3.2.5 Funktionale Betroffenheitsanalyse	47

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Räumliche Aufteilung der Flächennutzung innerhalb des Kreises im Vergleich	13
Abbildung 2	Anteil der über 65-Jährigen an der Bevölkerung	13
Abbildung 3	Anteil der unter 3-Jährigen an der Bevölkerung	14
Abbildung 4	Abweichung der jährlichen Temperaturen (Zeitraum 1960-2024) vom langjährigen Mittel der Klimanormalperiode 1961-1990	15
Abbildung 5	SMI-Jahresmittelwerte und Dürrejahre mit $SMI < 0,2$	17
Abbildung 6	Temperaturverlauf innerhalb des Kreis Warendorf	19
Abbildung 7	Räumliche Aufteilung der Flächennutzung in Beckum	20
Abbildung 8	Flächenversiegelung in Beckum	21
Abbildung 9	Klimatope in Beckum	22
Abbildung 10	Bevölkerungsdichte nach Bezirk in Beckum	23
Abbildung 11	Anteil der Über-65-Jährigen im 100 m-Raster in Beckum	23
Abbildung 12	Durchschnittsalter der Bevölkerung in Beckum	24
Abbildung 13	Dürreempfindlichkeit von Ackerland in Beckum	26
Abbildung 14	Dürreempfindlichkeit von Grünland in Beckum	27
Abbildung 15	Grundwasserneubildung in Beckum	28
Abbildung 16	Kaltluftvolumenströme und Kaltlufteinwirkbereiche in Beckum	29
Abbildung 97	Thermische Belastung als Physiologisch Äquivalente Temperatur (PET)	39
Abbildung 98	Kaltluftvolumenströme und nächtliche Überwärmung	40
Abbildung 99	Thermische Situation und Ausgleichsfunktion der Grünflächen	41
Abbildung 100	Beckumer Hitze-Hotspots	42
Abbildung 101	Beckumer Hitze-Hotspots inkl. betroffener kritischer Infrastruktur	42
Abbildung 102	Starkregengefahrenkarte des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie	43
Abbildung 103	Beckumer Starkregen Hotspots	44
Abbildung 104	Maximale Wassertiefen für HQ100 in Beckum	45
Abbildung 105	Flächennutzung innerhalb der Überschwemmungsgrenzen	46
Abbildung 106	Beckumer Hochwasser-Hotspots	47

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Temperaturveränderungen und Indikatorkennwerte von 1961 bis 2020	15
Tabelle 2	Jährliche Sonnenscheindauer von 1961 bis 2020	16
Tabelle 3	Niederschlagsveränderungen und Indikatorkennwerte von 1961 bis 2020	16
Tabelle 4	Ausgewählte markante Wetterereignisse der letzten 25 Jahre	18
Tabelle 5	Prognostizierte Entwicklung der Temperaturveränderung	18
Tabelle 6	Prognostizierte Entwicklung der Niederschlagsveränderung von 2031 bis 2100	19
Tabelle 7	Temperaturveränderungen und Indikatorkennwerte von 1961 bis 2020 in Beckum	25
Tabelle 8	Jährliche Sonnenscheindauer von 1961 bis 2020 in Beckum	25
Tabelle 9	Niederschlagsveränderungen und Indikatorkennwerte von 1961 bis 2020 in Beckum	25
Tabelle 10	Prognostizierte Entwicklung der Temperaturveränderung und Indikatorkennwerte	30
Tabelle 11	Prognostizierte Entwicklung der Niederschlagsveränderung und Indikatorkennwerte	31
Tabelle 52	Warnstufen Starkregen gemäß DWD	36
Tabelle 53	Warnstufen Starkregen (Dauerregen) gemäß DWD	37
Tabelle 54	SWOT-Analyse: Handlungssfeld Bauwesen Beckum	50
Tabelle 55	SWOT-Analyse: Handlungsfeld Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft Beckum	52
Tabelle 56	SWOT-Analyse: Handlungsfeld Bevölkerungsschutz und menschliche Gesundheit	56

Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
ABK	Abwasserbeseitigungskonzept
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
ASP	Ansprechpartnerinnen und Ansprechpartner
AT/a	Arbeitstage pro Jahr
AWG	Abfallwirtschaftsgesellschaft des Kreises Warendorf mbH
BKG	Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
BMUKN	Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
BNE	Bildung für nachhaltige Entwicklung
BuB	Bürgerinnen und Bürger
CIR	Color-Infrarot
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CO ₂ eq	Kohlenstoffdioxid-Äquivalent
DAS	Deutsche Anpassungsstrategie
DNS	Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie
DGM ₁	Digitales Geländemodell mit einer Gitterweite von 1 Meter
DLM	Digitales Landschaftsmodell
DPSIR	Driving forces, Pressures, States, Impacts and Responses
DWD	Deutscher Wetterdienst
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EEA	Europäische Umweltagentur
eea	European energy award
ESF	Europäischer Sozialfonds
EURO-CORDEX	Coordinated Downscaling Experiment for Europe
EW	Einwohnerinnen und Einwohner
GEP	Generalentwässerungsplan
gfw	Gesellschaft für Wirtschaftsförderung im Kreis Warendorf mbH
GHSP	Gesundheitlicher Hitzeschutzplan
ha	Hektar
HAP	Hitzeaktionsplan
HK	Handwerkskammer
HQ100	Hochwasserereignis mit statistischem Wiederkehrintervall von 100 Jahren
HQextrem	Hochwasserereignis mit statistischem Wiederkehrintervall von über 100 Jahren
HWGK	Hochwassergefahrenkarte
IKEK	Integriertes Kommunales Entwicklungskonzept
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
ISEK	Integriertes Stadtentwicklungskonzept
KAB	Klimaanpassungsbeauftragte, Klimaanpassungsbeauftragter in den Kommunen
KAK	Klimaanpassungskonzept
KAM	Klimaanpassungsmanagement, Klimaanpassungsmanagerin/-manager des Kreises
KAnG	Bundes-Klimaanpassungsgesetz
KIAnG	Klimaanpassungsgesetz NRW
KOSTRA	Koordinierte Starkniederschlags-Regionalisierungs-Auswertungen
KRITIS	Kritische Infrastruktur
KSM	Klimaschutzmanagement, Klimaschutzmanagerin/-manager
KVS	Kaltluftvolumenstrom

LANUV	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (Seit 1.4.2025 Landesamt für Natur, Umwelt und Klima Nordrhein-Westfalen (LANUK))
LuKIFG	Länder-und-Kommunal-Infrastrukturfinanzierungsgesetz
LWK	Landwirtschaftskammer
LZG NRW	Landeszentrum Gesundheit NRW
mGROWA	Modell zur Berechnung des monatlichen Großräumigen Wasserhaushalts
mNN	Meter über Normalnull
NABU	Naturschutzbund Deutschland e.V.
NBK	Niederschlagswasserbeseitigungskonzept
NGO	Non-Governmental Organization
NIB	Nachhaltig im Beruf
NKU	Netzwerk Klimaanpassung & Unternehmen.NRW
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development (deutsch: Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung)
PDCA	Plan-Do-Check-Act (iterativer Ansatz zur kontinuierlichen Verbesserung von Produkten, Personen und Dienstleistungen)
PET	Physiologisch Äquivalente Temperatur
ppm	Parts per million
RCP	Repräsentativer Konzentrationspfad (engl.: Representative Concentration Pathway)
ReKliEs-DE	Regionale Klimaprojektionen Ensemble für Deutschland
SAE	Stab für außergewöhnliche Ereignisse
SMI	Bodenfeuchteindex (engl.: Soil moisture index)
SO	Stadtwerke Ostmünsterland
SoMe	Social Media
SWOT	Stärken, Schwächen Chancen, Risiken (engl.: Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats)
t	Tonne
TEO	Feuerwehren Telgte, Everswinkel und Ostbevern, bilden zusammen den TEO-Verbund
TEO AöR	Abwasserbetrieb TEO Anstalt des öffentlichen Rechts (Telgte, Everswinkel, Ostbevern und Beelen)
THG	Treibhausgas
UBA	Umweltbundesamt
UFZ	Helmholtz Zentrum für Umweltforschung
UHI	Urbane Hitzeinsel (engl.: Urban Heat Island)
UKMP	Umwelt, Klimaschutz, Mobilität und Planung
UNB	Untere Naturschutzbehörde
UV	Ultraviolett(-strahlung)
VASS	Vektoren, Allergene, Schadtieren, Schadpflanzen
VHS	Volkshochschule
W	Watt
WBV	Wasserversorgung Beckum
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WLW	Westfälisch-Lippischer Landwirtschaftsverband
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
WuB	Wasser- und Bodenverbände
ZUG	Zukunft-Umwelt-Gesellschaft

1 Einführung

Das Klimaanpassungskonzept für den Kreis Warendorf und neun Kommunen ist aufgrund der Anforderungen durch die Förderrichtlinie sehr umfangreich. Aufgrund dessen wurde es zur besseren Lesbarkeit und Praktikabilität in drei thematische Bände gegliedert. **Band I – Rahmenbericht** liefert einen Überblick über das Gesamtkonzept und enthält wichtige Bausteine wie das Kommunikationskonzept, die Gesamtstrategie oder das Controlling und die Verstetigungsstrategie. **Band III – Maßnahmen** enthält die Maßnahmen für den Kreis und die Kommunen gemeinsam („kooperativ) sowie spezifisch für die jeweilige Kommune. Dieser Band, **Band II – Analysen**, enthält die Bestands-, Betroffenheits- und Hotspotanalyse.

Hier erfolgen vor allem Analysen des beobachteten und des erwarteten Klimawandels, sowie der Siedlungs- und Bevölkerungsstruktur. Da die Kommunen bereits über diverse Konzepte verfügen, die sich mit Bevölkerungs- und Siedlungsstrukturen beschäftigen, werden in der nachfolgenden Darstellung nur Kernelemente zur Charakterisierung der Kommunen genannt. Dabei wird insbesondere auf die Darstellung potenziell klimaanpassungsrelevanter Aspekte geachtet.

2 Bestandsanalyse

2.1 Methodik

2.1.1 Beobachteter Klimawandel von 1961 bis 2020

Wie in weiten Teilen NRWs sind die Auswirkungen des Klimawandels auch im Kreis Warendorf zu erkennen. Auf Basis der seit den 1950er Jahren erfassten Wetterdaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) wurden die klimatischen Änderungen umfassend ausgewertet. Die entsprechenden Daten stehen im Klimaatlas NRW und im Climate Data Center des DWD zur Verfügung. In den letzten Jahren spiegeln sich die klimatischen Änderungen hauptsächlich durch eine Veränderung lokaler Niederschläge und Temperaturen im Kreis wider.

Zur Ermittlung der Klimaentwicklung der letzten Jahrzehnte wurden die vieljährigen Mittel der Niederschläge und Lufttemperaturen sowie weitere vom DWD bereitgestellte Indikatorwerte für die Klimanormalperioden¹ seit 1961 zu Grunde gelegt. Die Daten des DWD wurden für das Kreisgebiet ausgewertet. Einzelmessdaten wurden flächenanteilig aggregiert.

Im Zusammenhang mit den betrachteten Kennwerten der Lufttemperatur und des lokalen Niederschlags wurden darüber hinaus auch Daten zu den Klimakenntagen ausgewertet. Im Einzelnen wurden dabei folgende Kenntage untersucht:

- Eistage: Tage, an denen die Lufttemperatur ganztägig unter 0 °C liegt
- Frostage: Tage, an denen die Lufttemperatur teilweise unter 0 °C liegt
- Sommertage: Tage, an denen das Maximum der Lufttemperatur ≥ 25 °C beträgt
- Heiße Tage: Tage, an denen das Maximum der Lufttemperatur ≥ 30 °C beträgt

2.1.2 Trockenheit

Das Helmholtz Zentrum für Umweltforschung (UFZ) liefert zur Einschätzung der Dürregefahr deutschlandweite Informationen zum täglichen Bodenfeuchtezustand. Auf Basis dieser modellierten Daten konnte für den Kreis Warendorf bzw. die Cluster Nord und Süd jeweils eine Zeitreihe von 1961-2022 zur Trockenheit des Bodens in einer Tiefe von durchschnittlich 1,8 m aufgestellt und untersucht werden. Die Bodenfeuchte wird anhand des Bodenfeuchteindex (SMI, soil moisture index) dargestellt. Dürre ist als SMI kleiner 0,2 definiert.

Zur besseren Einordnung der Trockenheit über die Jahre wird die Klassifizierung der SMI-Werte noch einmal dargestellt:

- SMI 0,20 - 0,30 = ungewöhnliche Trockenheit
- SMI 0,10 - 0,20 = moderate Dürre
- SMI 0,05 - 0,10 = schwere Dürre
- SMI 0,02 - 0,05 = extreme Dürre
- SMI 0,00 - 0,02 = außergewöhnliche Dürre

¹ Klimanormalperioden sind 30-jährige Zeiträume zur Beobachtung des Klimas. Diese Bezugszeiträume wurden in den 1930ern von der Weltorganisation für Meteorologie definiert und seitdem für Klimabeobachtungen genutzt.

2.1.3 Grundwasserneubildung

Der Klimawandel kann sich negativ auf den Grundwasserhaushalt und somit auf das vorhandene Grundwasserangebot auswirken.

Anhand des mGROWA-Modells zur Berechnung des monatlichen großräumigen Wasserhaushalts wurden im Rahmen dieses Konzepts Daten zur Grundwasserneubildung für die Klimanormalperioden seit 1981² aufbereitet. Das Modell wurde vom LANUK mit weiteren Partnerinnen und Partner entwickelt, um Aussagen zum Wasserhaushalt in Deutschland treffen zu können. In das Modell fließen unter anderem Daten des DWD ein. Das Modell stellt unter Berücksichtigung von Bodeneigenschaften, Landnutzung und der Topographie, Niederschlag und potenzielle Verdunstung gegenüber und bilanziert so die dem Grundwasser zufließende Niederschlagsmenge. Es handelt sich bei mGROWA-Modell um ein rasterzellenbasiertes Wasserhaushaltsmodell. In einem ersten Schritt erfolgt die Bilanzierung des täglichen Gesamtabflusses, wobei die Niederschlagsmenge und die Verdunstung einberechnet werden. Hierbei werden sowohl mehrere Bodenschichten als auch der Kapillaraufstieg beachtet. Die Werte werden über mehrere Jahre aggregiert. Unterschieden werden die Grundwasserneubildung in Form des infiltrierenden Sickerwassers, welches ins Grundwasser zufließt und die Netto-Grundwasserneubildung, bei welcher Verdunstungsverluste durch kapillaren Aufstieg berücksichtigt werden. Bei Beachtung des mehrjährigen Mittels können die beiden Werte gleichgesetzt werden. Weitere Details zur Berechnung können dem Fachbericht entnommen werden³.

2.1.4 Luftaustausch

Die Entstehung von Kaltluft in urbanen Gebieten ist eng mit den physikalischen Eigenschaften der Oberfläche und der topographischen Struktur verbunden. Nachts entsteht während windschwacher und wolkenarmer Wetterlagen Kaltluft über natürlichen oder naturnahen Oberflächen durch Wärmeabstrahlung. Dieser Prozess ist am effektivsten über Flächen mit geringer Vegetation, wie Grünland, Acker-, Brach- und Gartenland. Waldflächen tragen hauptsächlich aufgrund ihres größeren abkühlenden Luftvolumens zur Kaltluftmenge bei. Im Gegensatz zum Freiland wird die Luft hier jedoch weniger stark abgekühlt. In städtischen Umgebungen kühlen sich Oberflächen aufgrund der Wärmekapazität und Wärmeleitfähigkeit der bebauten und befestigten Flächen deutlich schlechter ab. Ein Kaltluftproduktionsvermögen ist hier kaum gegeben.

Die Funktionsweise des Kaltluftaustauschs in urbanen Räumen ist komplex. Der nächtliche Temperaturunterschied zwischen Stadt und kühlerem Umland führt zu einem Druckgradienten, welcher lokale Flurwinde begünstigt, die Kalt- und Frischluft in das Stadtgebiet tragen können. Bei gegebener Hangneigung und entsprechend geringer Rauigkeit der Oberfläche können darüber hinaus Kaltluftabflüsse als Hangabwinde entstehen. Die schwerere kalte Luft folgt dabei der Schwerkraft in Talrichtung. Eine wichtige Rolle beim Luftaustausch spielen sogenannte Luftleitbahnen, welche über ihre Ausrichtung in Windrichtung und ihre Schneisen-Funktionalität den Luftaustausch zwischen Siedlungsgebiet und Kaltluftentstehungsgebiet erleichtern können. Als Luftleitbahnen können beispielsweise geradlinige Freiflächen oder Wege dienen.

Im Rahmen dieses Konzeptes wurde auf Daten des LANUK zurückgegriffen⁴. Die Daten zum Luftaustausch setzen sich aus Informationen zur Richtung und Stärke des Kaltluftvolumenstroms für die nächtliche Situation zusammen. Der Kaltluftvolumenstrom wiederum setzt sich aus der Fließgeschwindigkeit der Kaltluft inklusive vertikaler und horizontaler Ausdehnung zusammen. Der Strömungsdurchgang wird in 100 m Rasterweite sekundlich gemessen. Strömungshindernisse wie Gebäude werden aufgrund der Rastergröße nur durch rasterzellen-spezifi-

² Frühere Datensätze liegen nicht vor

³ LANUK (2021): https://www.lanuk.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/3_fachberichte/30110b.pdf

⁴ LANUK: https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/umwelt_klima/klima/planungskarten/; Datenmethodik LANUK: https://www.lanuk.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/3_fachberichte/Fachbericht_86-Klimaanalyse_web-gesichert.pdf

sche Porosität indirekt erfasst. Die Kaltluftereinwirkbereiche wurden ebenfalls durch das LANUK zur Verfügung gestellt. In diesen Bereichen innerhalb von bebautem Raum liegen Windgeschwindigkeiten von mindestens 0,1 m/s vor.

2.1.5 Klimaszenarien

Die im Rahmen des Fünften Sachstandsberichts des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) entwickelten RCP-Szenarien 4.5 und 8.5 modellieren die zukünftige Entwicklung des Klimasystems und der Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2100 und bilden die Basis für die prognostizierten Klima-Entwicklungen in den folgenden Kapiteln. Während RCP 8.5 einen kontinuierlichen Anstieg der THG-Emissionen bis 2100 und damit ein „Weiter wie bisher“-Szenario beschreibt, wird im RCP 4.5 Szenario von begrenzten Klimaschutzmaßnahmen bis zum Ende des Jahrhunderts ausgegangen. In die RCP-Szenarien fließen auch die Rückkopplungen des Kohlenstoffkreislaufs, die Bevölkerungszunahme, das Bruttosozialprodukt und der Energieverbrauch neben anderen Faktoren ein.

Moderates Szenario RCP 4.5

Das RCP 4.5 Szenario beschreibt eine moderate Entwicklung der Treibhausgasemissionen, die nach einem Anstieg in den ersten Jahrzehnten des 21. Jahrhunderts ab etwa 2050 absinken. Im Jahr 2100 wird ein CO₂eq-Wert von etwa 650 ppm erreicht, was einem anthropogenen Strahlungsantrieb von 4,5 W/m² im Zeitraum 1850 bis 2100 entspricht. Dieses Szenario basiert auf der Annahme, dass weltweit moderate Klimaschutzmaßnahmen umgesetzt werden.

Im Vergleich zum vorindustriellen Niveau wird für das RCP 4.5 Szenario bis 2100 ein globaler Temperaturanstieg von etwa 2,4 °C prognostiziert. Die sommerlichen Niederschläge in Deutschland könnten um etwa 10-20 % abnehmen, wobei jedoch regionale Unterschiede bestehen bleiben. Auch die Wahrscheinlichkeit von Extremwetterereignissen wie Hitzewellen, Starkniederschlägen oder Dürren nimmt zu, allerdings in geringerem Maße als im Szenario RCP 8.5.

Extremes Szenario RCP 8.5

Das RCP 8.5 Szenario beschreibt den linearen Anstieg der Treibhausgasemissionen auf 1.370 ppm CO₂eq. im Jahr 2100, entsprechend einem anthropogenen Strahlungsantrieb von 8,5 W/m² im Zeitraum 1850 bis 2100. Dieses Szenario wird von der Wissenschaftsgemeinschaft als „sehr wahrscheinlich“ eingestuft. Es prognostiziert einen Anstieg der globalen Mitteltemperatur bis zum Jahr 2100 um ca. 4,8 °C und eine Abnahme von sommerlichen Niederschlägen in Deutschland um ca. 25 % im Vergleich zum vorindustriellen Wert. Entsprechend steigt auch die Wahrscheinlichkeit, Häufigkeit und Stärke von Extremwetterereignissen.

Klimaprojektionen

Die Betrachtung der zukünftigen Klimaentwicklung erfolgte anhand der zwei Szenarien. Die Klimaprojektionen von Kennwerten wie Temperatur, Niederschlag und Klimakenntagen für diese Szenarien basieren auf physikalischen Rechenmodellen und wurden unter Verwendung des DWD Referenzensemble v2018 erstellt, eine Auswahl von regionalen Klimaprojektionen aus den Projekten EURO-CORDEX und ReKliEs-DE. Das Modellensemble für das RCP 4.5-Szenario umfasst 12 Modelle, während für das RCP 8.5-Szenario 21 Modelle zur Verfügung standen. Zur Verbesserung der räumlichen Auflösung erfolgte durch den Deutschen Wetterdienst ein Downscaling auf eine 5 km x 5 km Auflösung.

Für die Auswertung wurden innerhalb der beiden Szenarien jeweils zwei 30-jährige Zeiträume als Klimareferenzperioden betrachtet: die „nahe Zukunft“ (2031-2060) und die „ferne Zukunft“ (2071-2100).

Unter Berücksichtigung unterschiedlicher Modellergebnisse innerhalb der Simulationen wurde ein „Erwartungskorridor“ für beide Szenarien ermittelt, welcher die potenziellen Ober- und Untergrenzen der zu erwartenden Entwicklung darstellen soll. Für die betrachteten zukünftig steigenden Klimakennwerte wurde dafür jeweils das 15. (für RCP 4.5) und das 85. Perzentil der Ergebnisse (für RCP 8.5) als untere bzw. obere Grenze dieses Korridors festgelegt. Das bedeutet, dass beim 15. Perzentil 15 % der Modelle geringere Ergebnisse oder Veränderungen zeigen, während beim 85. Perzentil 15 % der Modelle größere Ergebnisse oder Veränderungen aufweisen. Um die gewünschten Betrachtungskorridore auch für Klimakennwerte wie Frosttage und Eistage, welche sich zukünftig durch eine Verringerung auszeichnen, zu ermöglichen, wurden aufgrund der Berechnungsmethodik für diese Kennwerte die jeweils anderen Perzentile berücksichtigt (85. Perzentil für RCP 4.5 und 15. Perzentil für RCP 8.5). Im Folgenden⁵ werden die prognostizierten Entwicklungen der zukünftigen Klimareferenzperioden mit den langjährigen Mittelwerten der Referenzperiode 1991 bis 2020 verglichen.

2.2 Bestandsanalyse Kreis

2.2.1 Siedlungsstruktur und Bevölkerung

Der Kreis Warendorf hat eine Fläche von insgesamt knapp 1.320 km² und gut 282.000 Einwohnerinnen und Einwohner. Die Siedlungsstruktur ist eher klein- bis mittelstädtisch geprägt. Im Konzeptraum sind Beckum und Oelde mit 37.000 und 30.000 Einwohnerinnen und Einwohnern die größten Kommunen, Beelen und Everswinkel mit 6.000 bzw. 10.000 Einwohnerinnen und Einwohnern die kleinsten⁶. Typisch insbesondere für die kleineren Orte sind die umliegenden Bauernschaften. Das Kreisgebiet besteht zu weiten Teilen aus flachwelliger „münsterländischer Parklandschaft“, welche sich wiederum in die Westfälische Bucht eingliedert. Der höchste Punkt ist der Mackenberg in Oelde mit 173 m Höhe als Teil der Beckumer Berge. In der nördlichen Hälfte des Kreises durchfließt die Ems das Gebiet von Ost nach West und tangiert dabei auf einem sehr kurzen Stück die Orte Beelen und Sassenberg und fließt durch das komplette Stadtgebiet von Telgte. Im Süden, in der Gemeinde Wadersloh, stößt das Kreisgebiet an die Lippe. Die Werse, als etwas größerer Fluss der Kategorie zweiter Ordnung, fließt von Osten nach Westen durch Beckum und Drensteinfurt, biegt hier nach Norden und mündet zwischen Münster und Telgte in die Ems. Zahlreiche weitere Bäche durchziehen die einzelnen Kommunegebiete, die lokal für Überflutungs- und Überschwemmungsereignisse relevant werden können.

Abbildung 1 macht die räumliche Aufteilung der Flächennutzung innerhalb der Kommunen im Kreis im Vergleich zum NRW-weiten Durchschnitt deutlich. Insgesamt ist erkennbar, dass der Anteil an Landwirtschaftsflächen mit 69,7 % im Kreis deutlich oberhalb des NRW-Durchschnitts von 46,7 % liegt. Dementsprechend gering fallen auch die Waldflächenanteile innerhalb der Kommunen des Kreis Warendorf aus (5,3 bis 19,7 %). In Beelen sind die Unterschiede gegenüber NRW besonders deutlich. 75 % der Fläche machen hier Landwirtschaftsflächen und 5,3 % Waldflächen aus. Ähnlich verhält es sich in Wadersloh, wobei hier auch die Gebäude- und Freiflächenanteile auch im Verhältnis zum restlichen Kreisgebiet mit 6,9 % verhältnismäßig gering sind.

⁵ Jeweils kommunenspezifisch und für den Kreis in den Kapiteln „Erwarteter Klimawandel (zukünftige Entwicklung von 2031 bis 2100)“

⁶ Quelle für Bevölkerungszahlen und Prognosen Landesdatenbank NRW, Stand 2022

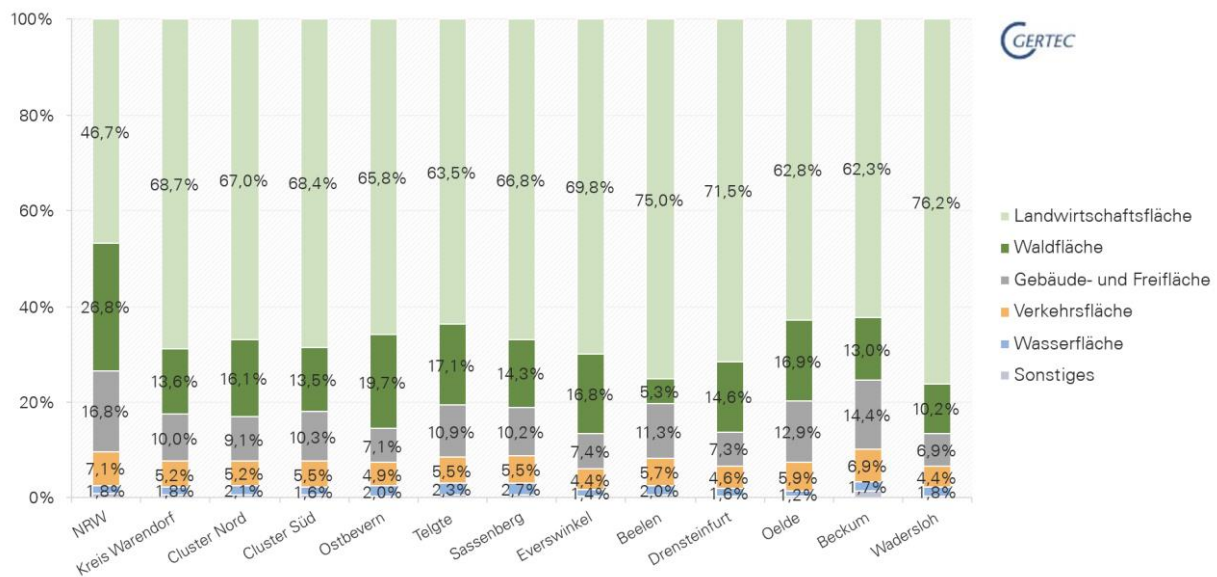


Abbildung 1 Räumliche Aufteilung der Flächennutzung innerhalb des Kreises im Vergleich (Quelle: ALKIS)

Betrachtet man die Entwicklung der Anteile der vulnerablen Gruppen (über 65-Jährige und unter 3-Jährige) bis 2045 in [Abbildung 2](#) und [Abbildung 3](#) wird deutlich, dass der Anteil der über 65-Jährigen zukünftig in allen Kommunen des Kreises ansteigen wird. Mit 32 % ist dieser Anteil in Drensteinfurt in 2045 am größten. Darüber hinaus ist hier über die Jahre auch mit der stärkste Anstieg der über 65-Jährigen zu verzeichnen (Zunahme um 11,5 %-Punkte). Nur in Beelen steigt der Anteil voraussichtlich noch stärker an (31,9 %-Punkte von 2022 bis 2045). Der Anteil der unter 3-Jährigen hingegen nimmt im gesamten Kreisgebiet bis 2045 kontinuierlich ab. Hier sticht Ostbevern aktuell mit einem besonders hohen Anteil von 3,5 % hervor. 2045 liegt der Anteil der unter 3-Jährigen in jeder Kommune zwischen 2 und 2,5 %.

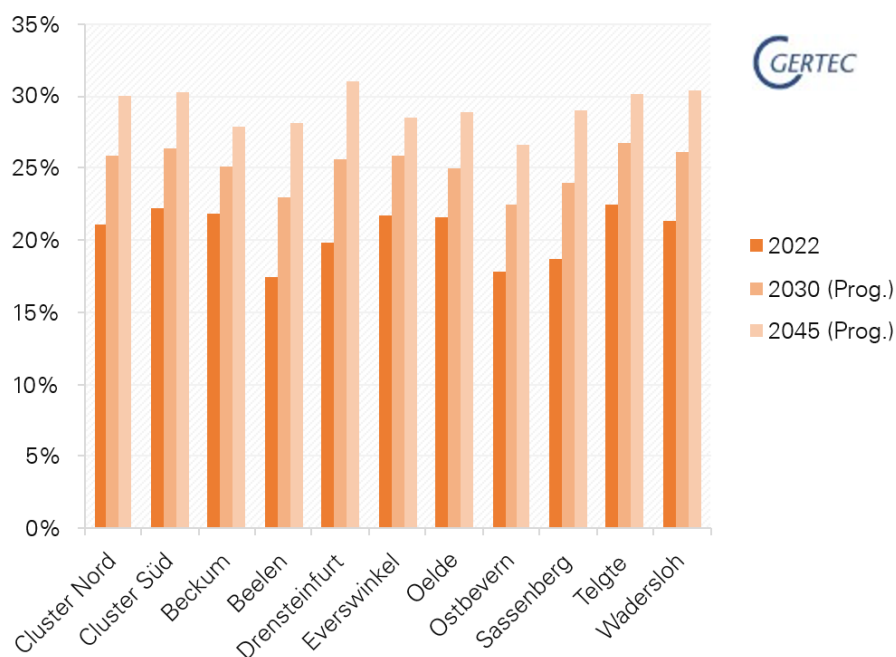


Abbildung 2 Anteil der über 65-Jährigen an der Bevölkerung (Quelle: Zensus 2022, Landesdatenbank NRW)

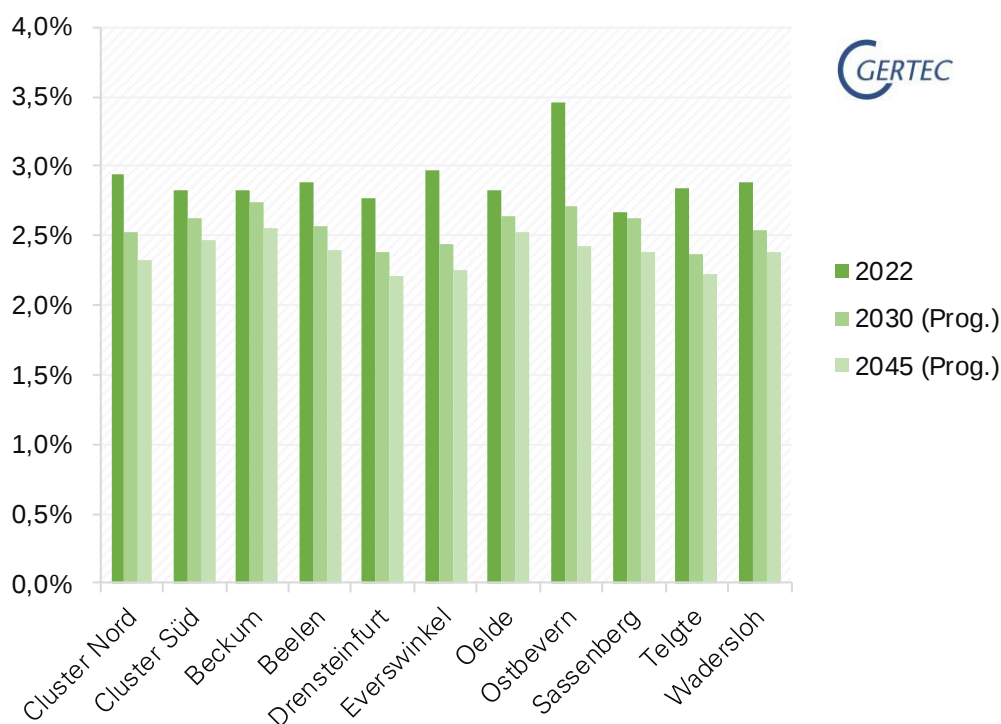


Abbildung 3 Anteil der unter 3-Jährigen an der Bevölkerung (Quelle: Zensus 2022, Landesdatenbank NRW)

2.2.2 Beobachteter Klimawandel von 1961 bis 2020⁷

Der Klimawandel der Vergangenheit und der Zukunft wird vor allem anhand der Klimaelemente Temperatur, Niederschlag und Trockenheit deutlich, weswegen diese in den nachfolgenden Kapiteln für den Kreis dargestellt werden. Detailliertere Betrachtungen befinden sich in den Kapiteln für die einzelnen Kommunen.

2.2.2.1 Temperatur

Der Vergleich der mittleren Lufttemperatur in den Referenzperioden von 1961 bis 1990 und 1991 bis 2020 zeigt einen Anstieg der Temperatur um bis zu 1 °C (ca. 11,1 %) (vgl. [Tabelle 1](#)). Noch deutlichere Änderungen sind bei den Tagen mit Extremtemperaturen innerhalb der unterschiedlichen Jahreszeiten zu sehen. Die Anzahl heißer Tage pro Jahr mit Temperaturen über 30 °C ist in den Jahren von 1991-2020 gegenüber 1961-1990 um vier Tage angestiegen, was einer Zunahme von 91,7 % entspricht. Die Anzahl der Sommertage (über 25 °C) ist um 11 Tage angestiegen, was eine Zunahme um 42,3 % bedeutet. Zudem hat sich die Sonnenscheindauer um bis zu 109 Stunden pro Jahr (7,4 %) erhöht (vgl. [Tabelle 2](#)). Demgegenüber reduzierte sich die Häufigkeit der Frost- und Eistage im gleichen Zeitraum um 8 bzw. um 5 Tage pro Jahr, was mit dem bereits bemerkten Anstieg der Lufttemperaturen einhergeht. Höhere Temperaturen führen zu einem Anstieg der Verdunstung und des Wasserdampfgehalts der Luft (gemäß Clausius-Clapeyron-Gleichung je 1 °C-Temperaturzunahme um bis zu 7 %) ⁸, was als ursächlich für die veränderten Niederschlagsmuster (z. B. erhöhte Wahrscheinlichkeit Starkregen, vgl. [Kapitel 2.2.2.1](#)) angesehen werden kann.

⁷ Für eine einfacherer Lesbarkeit werden in den Tabellen in diesem Kapitel in der Regel gerundete Werte dargestellt. Da die Werte der prozentualen Änderung anhand der ungerundeten Ausgangswerte berechnet wurden, können diese von den Ergebnissen einer Nachberechnung anhand der dargestellten gerundeten Werte (teilweise stark) abweichen.

⁸ Helmholtz Klima Dialogplattform: <https://www.helmholtz-klima.de/klimafakten/behauptung-der-zusammenhang-von-extremwettern-und-klimawandel-ist-nicht-eindeutig-belegt#:~:text=Zudem%20beeinflussen%20warme%20Temperaturen%20die%20Verdunstung:%20Je,mehr%20Wasser%20in%20der%20Atmosph%C3%A4re%20bedeutet%20schlicht%2CJ>

Eine Betrachtung der Abweichungen der Jahresmitteltemperaturen im Zeitraum 1960 bis 2024 vom langjährigen Mittel der Klimanormalperiode 1961-1990 macht deutlich, dass sowohl die Anzahl der Temperaturabweichungen nach oben als auch die Höhe der Abweichungen in den letzten Jahren stetig zugenommen haben (vgl. [Abbildung 4](#)). So wurde seit dem Jahr 2019 bereits viermal eine Jahresmitteltemperatur erreicht, welche mindestens 2 °C über dem langjährigen Mittel lag (2020: 11,5 °C, 2022: 11,6 °C, 2023: 11,6 °C, 2024: 11,8 °C). Die Betrachtung der Jahresmitteltemperaturen über die Zeitreihe von 1961 bis 2024 als 11-jähriges gleitendes Mittel macht darüber hinaus den kontinuierlich steigenden Temperaturtrend seit etwa 1981 deutlich.

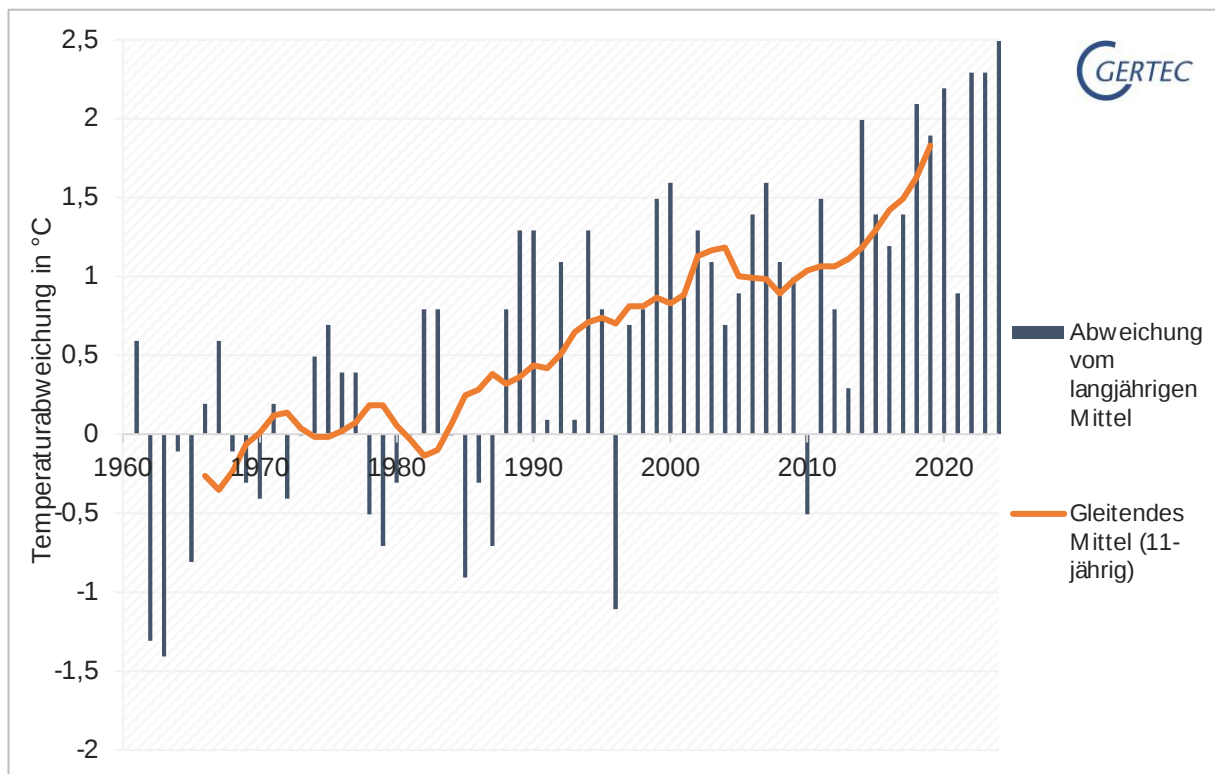


Abbildung 4 Abweichung der jährlichen Temperaturen (Zeitraum 1960-2024) vom langjährigen Mittel der Klimanormalperiode 1961-1990 im Kreis Warendorf (Quelle: LANUV, DWD)

	1961-1990	1971-2000	1981-2010	1991-2020	Änderung 1991-2020 gegenüber 1961-1990
Mittlere Temperatur [°C]	9,3	9,6	9,9	10,3	1 (11,1 %)
Eistage (ganztäglich < 0 °C)	14	11	11	9	-5 (-38,8 %)
Frosttage (teilweise < 0 °C)	64	58	59	56	-8 (-12,2 %)
Sommertage (> 25 °C)	27	30	34	38	11 (42,3 %)
Heiße Tage (> 30 °C)	4	6	7	8	4 (91,7 %)

Tabelle 1 Temperaturveränderungen und Indikatorwerte von 1961 bis 2020 im Kreis Warendorf (Quelle: LANUV, DWD)

	1961-1990	1971-2000	1981-2010	1991-2020	Änderung 1991-2020 gegenüber 1961-1990
Sonnenscheindauer gesamt [h]	1476	1488	1519	1586	109 (7,4 %)

Tabelle 2 Jährliche Sonnenscheindauer von 1961 bis 2020 im Kreis Warendorf (Quelle: LANUV, DWD) Niederschlag

Der Vergleich der durchschnittlichen, jährlichen Niederschlagsmenge der Referenzperioden von 1961 bis 1990 sowie von 1991 bis 2020 im Kreis Warendorf zeigt insgesamt eine sehr leichte Zunahme von etwa 0,2 % (vgl. [Tabelle 3](#)). Diese Niederschlagszunahme fand hauptsächlich in den Winterhalbjahren statt (+8,2 %), wohingegen der Sommerniederschlag bis zur aktuellen Referenzperiode (1991 bis 2020) um 6,7 % abgenommen hat. Die Starkniederschlagstage mit insgesamt mehr als 10 mm bzw. 20 mm pro Tag innerhalb eines Jahres haben um jeweils 1 Tag zugenommen. Die Starkniederschlagstage mit über 30 mm pro Tag haben dagegen stagniert. Die Entwicklung deutet darauf hin, dass sich die Niederschläge stärker auf einzelne, intensivere Ereignisse konzentrieren, während längere Trockenphasen im Sommer wahrscheinlicher werden.

	1961-1990	1971-2000	1981-2010	1991-2020	Änderung 1991-2020 gegenüber 1961-1990
Niederschlagssumme gesamt [mm]	764	763	803	765	1 (0,2 %)
Niederschlagssumme Winterhalbjahr [mm]	365	382	410	395	30 (8,2 %)
Niederschlagssumme Sommerhalbjahr [mm]	399	382	394	372	-27 (-6,7 %)
Niederschlagstage gesamt > 10 mm/Tag	19	19	20	20	1 (5,3 %)
Niederschlagstage gesamt > 20 mm/Tag	3	3	4	4	1 (33,3 %)
Niederschlagstage gesamt > 30 mm/Tag	1	0	1	1	0 (0,0 %)

Tabelle 3 Niederschlagsveränderungen und Indikatorkennwerte von 1961 bis 2020 im Kreis Warendorf (Quelle: LANUV, DWD)

2.2.2.3 Trockenheit

In [Abbildung 5](#) ist die Bodenfeuchte anhand des Bodenfeuchteindex (SMI, soil moisture index) dargestellt. Dürre ist als SMI kleiner 0,2 definiert. Die Abbildung zeigt eine deutliche Zunahme der Abfolge von Dürrejahre im Kreis Warendorf. Von den insgesamt 7 Jahren mit einem SMI-Jahresmittelwert von unter 0,2 seit 1960 sind vier Dürrejahre in den letzten vier Jahren dieser Zeitreihe zu beobachten. Für die Jahre 2019 und 2022 konnte jeweils ein SMI von 0,05 bzw. 0,04 und damit extreme Dürre festgestellt werden.

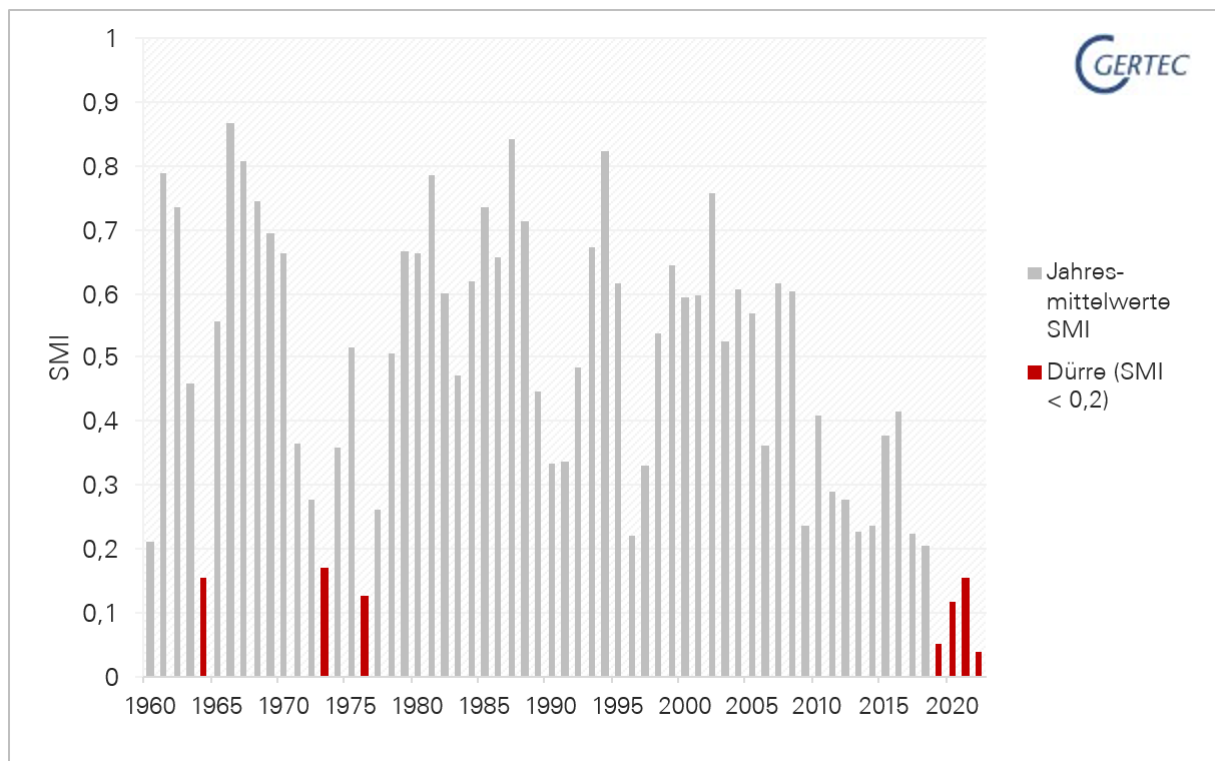


Abbildung 5 SMI-Jahresmittelwerte und Dürrejahre mit SMI < 0,2 im Kreis Warendorf (Quelle: UFZ Dürremonitor)

2.2.2.4 Ausgewählte markante Wetterereignisse der letzten 25 Jahre

Die nachfolgende Tabelle 4 zeigt ausgewählte, markante Wetterereignisse im Kreis Warendorf bzw. im regionalen Umfeld, die die in den Vorkapiteln genannten Zahlen und Kenntage verbildlichen.

Datum	Was	Link	Wo	Kommentar
Sommer 2003	Hitze	Jahrhundertsommer	Kreisweit	„Jahrhundertsommer“
01.11.2005	Schnee	Schneechaos	Münsterland	
18.01.2007	Orkan „Kyrill“	10 Jahre nach Orkan Kyrill	NRW	
10.08.2007	Hochwasser		mehrere Stellen im Kreisgebiet	Werse, Axtbach
22.08.2007	Hochwasser		mehrere Stellen im Kreisgebiet	Werse, Axtbach
10.01.2011	Hochwasser		Albersloh, Everswinkel, K13 Möhlerstr.	Werse, Ems, Bever
12.08.2015	Starkregen	Starkregen in Oelde	Oelde, Kernstadt	Axtbach
18.01.2018	Orkan „Friederike“	Sturmschäden an Pflaumenallee in Beckum beseitigt	Beckum	
Sommer 2018	Hitze	Wetterkapriolen gehören zu unserem Betriebsrisiko	Kreisweit	
Sommer 2019	Hitze		Kreisweit	

09.02.2020	Orkan „Sabine“	Orkantief Sabine löst am 09./10. Februar 2020 (dwd.de)	Kreisweit	
23.10.2020	Unwetter	Bilanz des Unwetters	Beckum	
01.07.2021	Starkregen	Starkregen im Müns-terland	Kreisweit, vor allem Beckum, Wadersloh	
Sommer 2022	Hitze / Dürre			
12.09.2023	Starkregen	Großeinsatz wegen Hochwasser in Oelde	Oelde, Beckum, A2 überflutet	
13.09.2023	Starkregen	In der Spitze 270 Kräfte im Einsatz Stadt Beckum	Beckum, Vellern	Stichelbach
Herbst/Winter 2023/24	Hochwasser	Das Weihnachtshochwasser 2023	Warendorf, Wadersloh und Telgte	Ems 4.50 m, Weihnachtshochwasser
13.07.2024	Tornado	Unwetter: Tornado in Telgte	Telgte, Sendenhorst	
13.08.2024	Hitze	Rekordverdächtige 36,2 Grad in Ostenfelde gemessen	Ostenfelde	36,2 Grad
Frühjahr 2025	Dürre	Trockenheit macht Landwirten im Kreis Warendorf zu schaffen	Kreisweit, Ostbevern	inkl. Waldbrand Tatenhausener Weg

Tabelle 4 Ausgewählte markante Wetterereignisse der letzten 25 Jahre im Kreis Warendorf

2.2.3 Erwarteter Klimawandel (zukünftige Entwicklung von 2031 bis 2100)

Zukünftige Veränderungen des Klimas lassen sich auf Grund verfügbarer Daten vor allem über die Klimaelemente Temperatur und Niederschlag abbilden, weswegen diese in den nachfolgenden Kapiteln beleuchtet und mit der letzten gültigen Klimanormalperiode verglichen werden.

2.2.3.1 Temperatur

Die prognostizierten Temperaturdaten für den Kreis Warendorf in [Tabelle 5](#) zeigen einen klaren Erwärmungstrend über das 21. Jahrhundert hinweg, mit deutlichen Unterschieden zwischen den Szenarien RCP 4.5 und RCP 8.5. Bereits im moderaten Szenario RCP 4.5 steigt die mittlere Temperatur bis zum Ende des Jahrhunderts von aktuell 10,3 °C auf 11 °C, während im RCP 8.5-Szenario ein drastischer Anstieg auf 14 °C prognostiziert wird. Diese Entwicklung verdeutlicht eine zunehmende Belastung durch Hitze, insbesondere im RCP 8.5-Szenario. [Abbildung 6](#) macht den Unterschied zwischen den Szenarien grafisch deutlich.

	1991-2020	2031-2060 RCP 4.5	2071-2100 RCP 4.5	2031-2060 RCP 8.5	2071-2100 RCP 8.5
Mittlere Temperatur [°C]	10,3	10,4	11,0	11,8	14,0

Tabelle 5 Prognostizierte Entwicklung der Temperaturveränderung von 2031 bis 2100 für RCP 4.5 und RCP 8.5 im Kreis Warendorf (Quelle: LANUK, DWD)

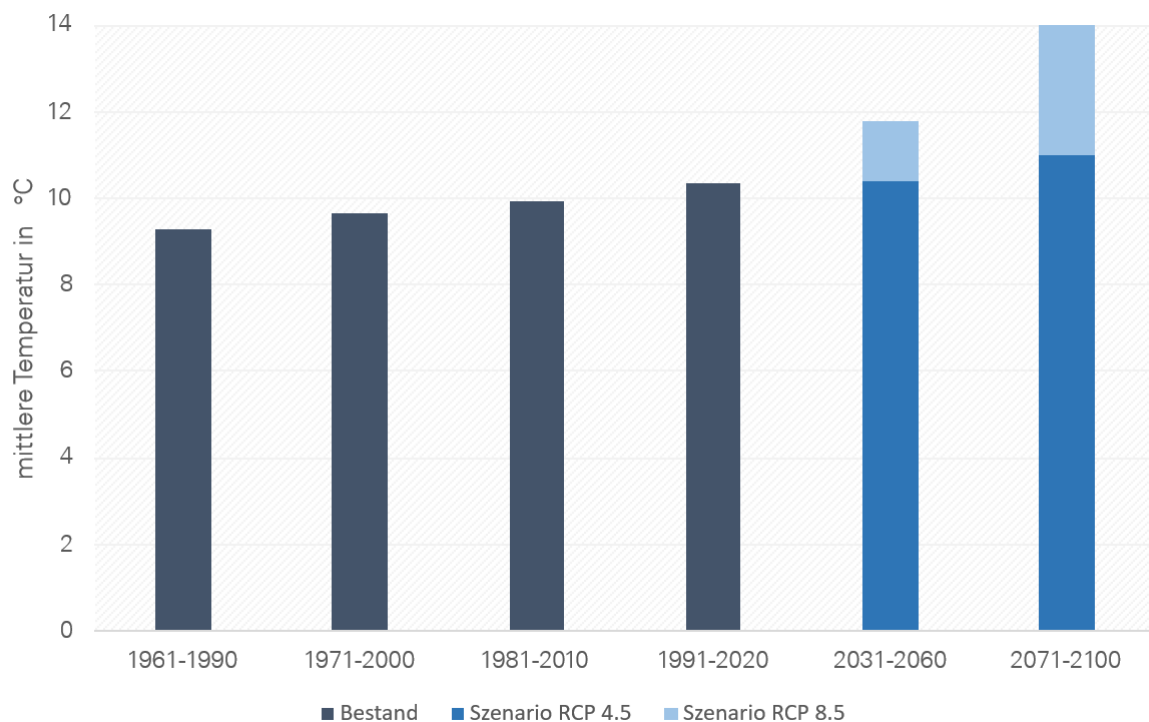


Abbildung 6 Temperaturverlauf innerhalb des Kreis Warendorf über die Klimareferenzperioden 1961-1990 bis 2071-2100 unterteilt nach RCP-Szenarien

2.2.3.2 Niederschlag

Tabelle 6 zeigt die prognostizierten Entwicklungen der langjährigen Mittel der Niederschlagsmengen für die Szenarien RCP 4.5 und RCP 8.5. Betrachtet werden das 15. Perzentil für RCP 4.5 und das 85. Perzentil für RCP 8.5.

Die prognostizierte Entwicklung der Niederschlagsmengen zeigt ein differenziertes Bild in Abhängigkeit vom Zeitraum und vom gewählten Emissionsszenario. Die jährliche Gesamtniederschlagsmenge steigt deutlich von derzeit 765 mm (1991-2020) auf bis zu 883 mm im Zeitraum 2071-2100 unter dem RCP 8.5-Szenario (85. Perzentil).

	1991-2020	2031-2060 RCP 4.5	2071-2100 RCP 4.5	2031-2060 RCP 8.5	2071-2100 RCP 8.5
Niederschlagssumme gesamt [mm]	765	773	764	865	883

Tabelle 6 Prognostizierte Entwicklung der Niederschlagsveränderung von 2031 bis 2100 für RCP 4.5 und RCP 8.5 im Kreis Warendorf (Quelle: LANUK, DWD)

Weitere relevante Indikatorwerte zur zukünftigen Entwicklung des Klimas werden in den folgenden Kapiteln jeweils kommunenscharf betrachtet.

2.3 Bestandsanalyse Stadt Beckum

2.3.1 Siedlungsstruktur und Bevölkerung

Beckum befindet sich im südlichen Teil des Warendorfer Kreisgebiets. Mit 36.647 Einwohnerinnen und Einwohnern⁹ (Stand 2022) ist Beckum die bevölkerungsreichste der im Konzept betrachteten Kommunen¹⁰.

Landwirtschaftsflächen dominieren einen Großteil der kommunalen Flächen und nehmen insbesondere das äußere Gebiet ein. Waldflächen sind nur sehr kleinteilig vorhanden. Größere zusammenhängende Flächen finden sich vor allem im Süden und Norden. Die kompakte, dicht bebaute Siedlungsfläche konzentriert sich zentral. Mit Neubeckum gibt es darüber hinaus ebenfalls im Norden größere Gebäude- und Freiflächen. Im Norden und Osten von Beckum sind große Bereiche mit Sonstiger Nutzung erkennbar. Hierbei handelt es sich vorwiegend um Steinbrüche, welche teilweise bereits auch einige Wasserflächen abbilden. Weitere Wasserflächen (teilweise in ehemaligen Steinbrüchen) finden sich punktuell verteilt, vor allem zwischen Beckum und Neubeckum entlang größerer Grünzüge und östlich des Hauptsiedlungsbereichs von Beckum. Die räumliche Struktur zeigt ein klares Zentrum-Peripherie-Muster. Die räumliche Aufteilung der Nutzungsarten in Beckum ist in [Abbildung 7](#) dargestellt.

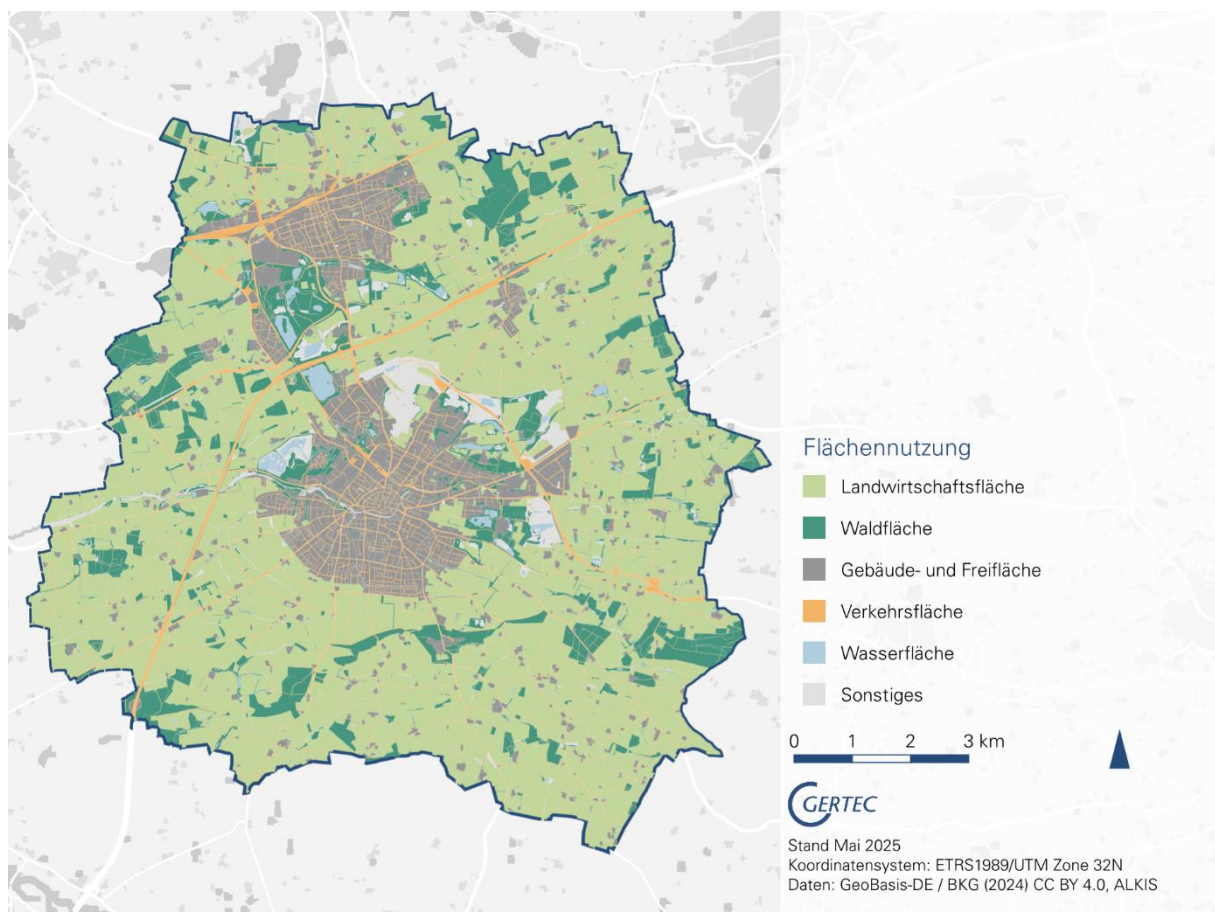


Abbildung 7 Räumliche Aufteilung der Flächennutzung in Beckum (Quelle: ALKIS)

[Abbildung 8](#) verdeutlicht zusätzlich den Versiegelungsgrad innerhalb der Kommune. Hohe Versiegelungsgrade konzentrieren sich vor allem auf den zentralen Siedlungsbereich, wo auch die größte Dichte an Gebäuden und

⁹ Landesdatenbank NRW, Stand 2022

¹⁰ Größte Kommune im Kreis ist Ahlen.

Straßenflächen vorhanden ist. Gerade im Bereich der Gewerbeflächen nordwestlich von Beckum und südlich von Neubeckum sind besonders hohe Versiegelungsgrade erkennbar. Aber auch das unmittelbare Stadtzentrum von Beckum fällt mit höheren Versiegelungsraten auf.

Überwiegende Teile der Kommune, insbesondere die großflächigen landwirtschaftlichen Nutzungen und Waldflächen, weisen darüber hinaus keine oder nur sehr geringe Versiegelung auf. Es wird jedoch auch deutlich, dass Einzelgebäude oder Gehöfte im Außenbereich für sich genommen sehr hohe Versiegelungsgrade mit entsprechenden Hitzeproblematiken aufweisen.

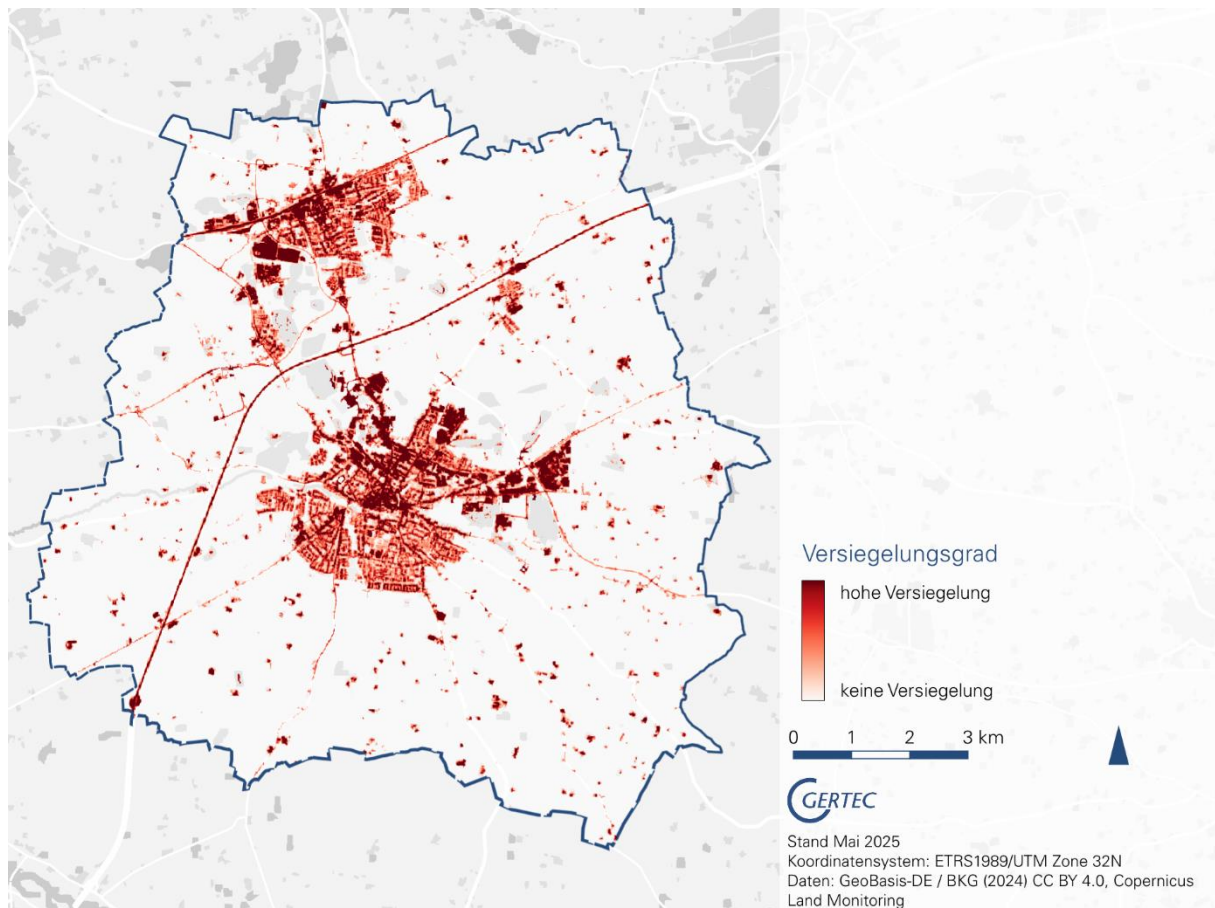


Abbildung 8 Flächenversiegelung in Beckum (Quelle: Copernicus Land Monitoring)

Die **Abbildung 9** zeigt die Verteilung der Klimatope innerhalb von Beckum. Freilandklima dominiert den überwiegenden Teil des äußeren Stadtgebiets. Insbesondere im Westen, Süden und Osten sind größere zusammenhängende Freilandbereiche erkennbar. Die Waldklimabereiche treten ebenfalls verstärkt in den Randlagen auf, mit Schwerpunkten im Norden und Süden, wo größere Waldflächen vorhanden sind. Innerhalb des Siedlungsgebiets sind die Übergänge deutlich: Die Vorstadtklimabereiche bilden einen Gürtel um die dichte Stadtstruktur. Das Stadtrandklima und das Stadtklima konzentrieren sich um das zentrale Siedlungsgebiet. Das Innenstadtklima, welches besonders wärmebelastet ist, ist nur kleinflächig in den Zentrenlagen der beiden Ortsteile zu finden. Größere zusammenhängende Bereiche mit Gewerbe- und Industrieklima liegen hauptsächlich entlang der Verkehrsachsen im Südwesten von Neubeckum und im Nordosten von Beckum.

Besonders positiv wirken sich innerstädtische Grünflächen mit kühlendem Mikroklima aus, die punktuell in der Siedlungsstruktur verteilt sind, etwa im Westen in Nähe der Gewässer. Die Gewässer- und Seenklimabereiche

sind überwiegend kleinflächig, befinden sich aber ebenfalls im westlichen Stadtgebiet und wirken lokal klimaregulierend. Insgesamt zeigt sich ein klassisches Stadt-Umland-Klimamuster mit zunehmender Wärmebelastung zum Zentrum hin und kühlenden Einflussfaktoren in den Randbereichen.

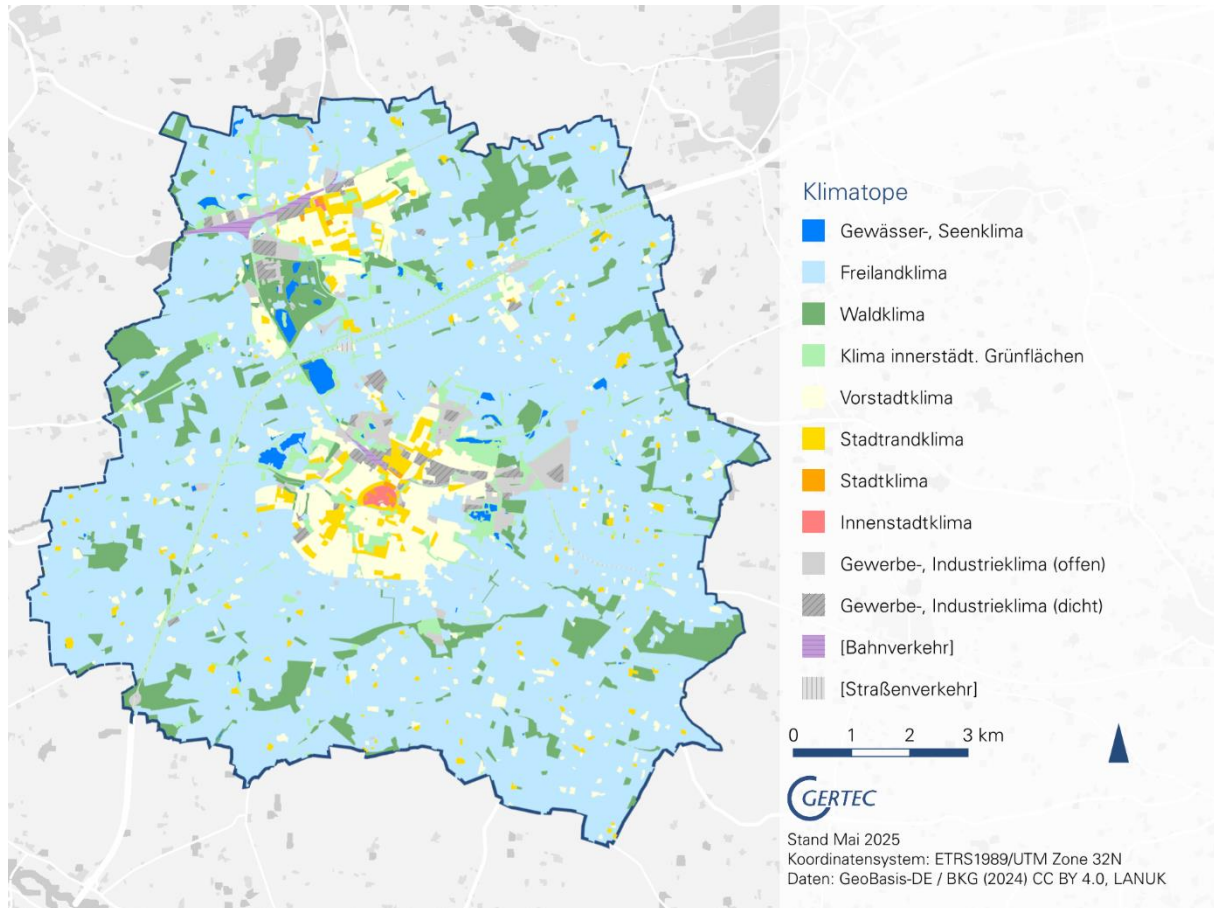


Abbildung 9 Klimatope in Beckum (Quelle: Klimaatlas NRW¹¹)

Die Analyse der Bevölkerungsstruktur zeigt deutliche räumliche Unterschiede innerhalb des Stadtgebiets. Die Bevölkerungsdichte folgt insgesamt einem typischen Muster: Sie nimmt zum Stadtzentrum hin deutlich zu und erreicht dort ihr Maximum mit etwa 7.580 Einwohnenden pro km², während die äußeren Stadtbereiche deutlich geringer besiedelt sind (vgl. [Abbildung 10](#)).

[Abbildung 11](#) zeigt den Anteil der über 65-Jährigen im Stadtgebiet. Es wird deutlich, dass gerade in den dünn besiedelten Außenbereichen der Anteil nicht selten bei mindestens 50 % liegt, im Südosten häufig bei über 80 %. Darüber hinaus fällt auf, dass der Anteil der über 65-Jährigen im südlichen Teil der Stadt Beckum insgesamt höher ausfällt als im nördlichen Siedlungsgebiet. Besonders auffällig ist zudem das hohe Durchschnittsalter in der Siedlung Vellern im Nordosten sowie in den Bereichen westlich von Neubeckum. Grundsätzlich lässt sich jedoch beobachten, dass innerhalb der beiden großen Siedlungskerne die Bevölkerung im Durchschnitt jünger ist als in den peripheren Lagen (vgl. [Abbildung 12](#)).

¹¹ Die Darstellung des Stadtrandklimas im Bereich der Wohngebiete südlich des Siedlungskerns ist durch Änderungen der Flächennutzung während der Analyse fehlerhaft.

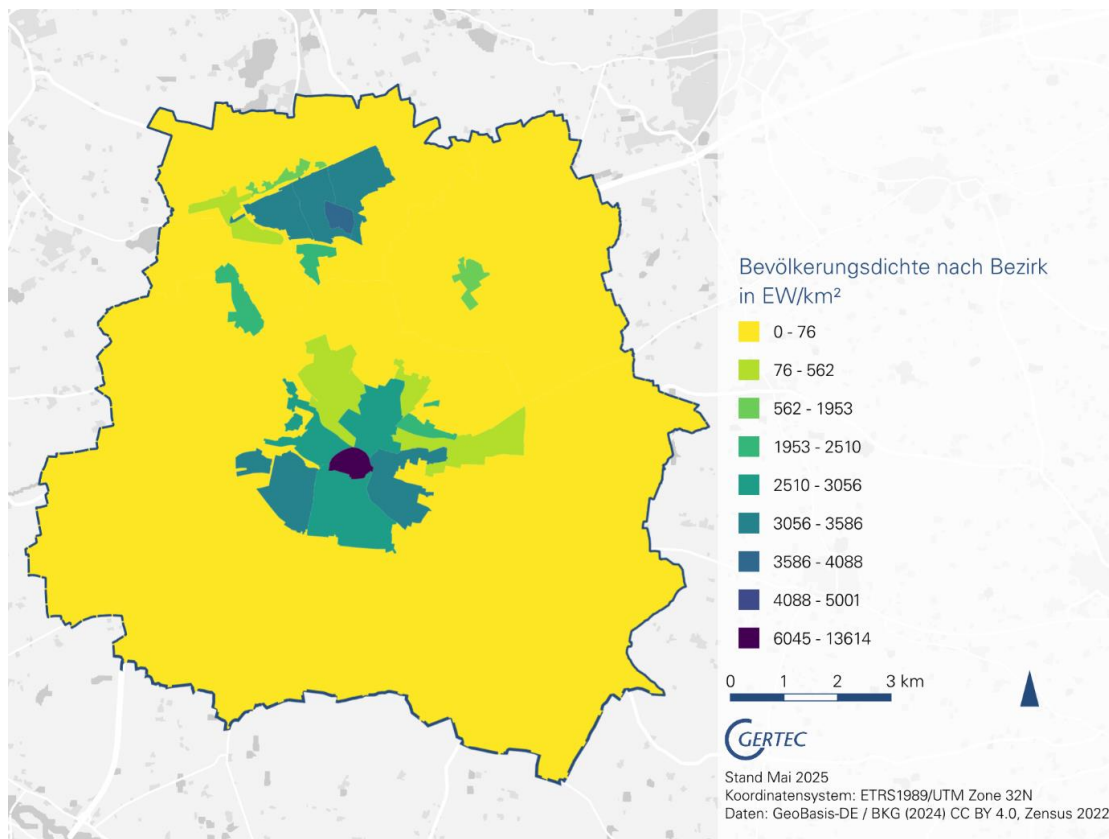


Abbildung 10 Bevölkerungsdichte nach Bezirk in Beckum (Quelle: Zensus 2022)

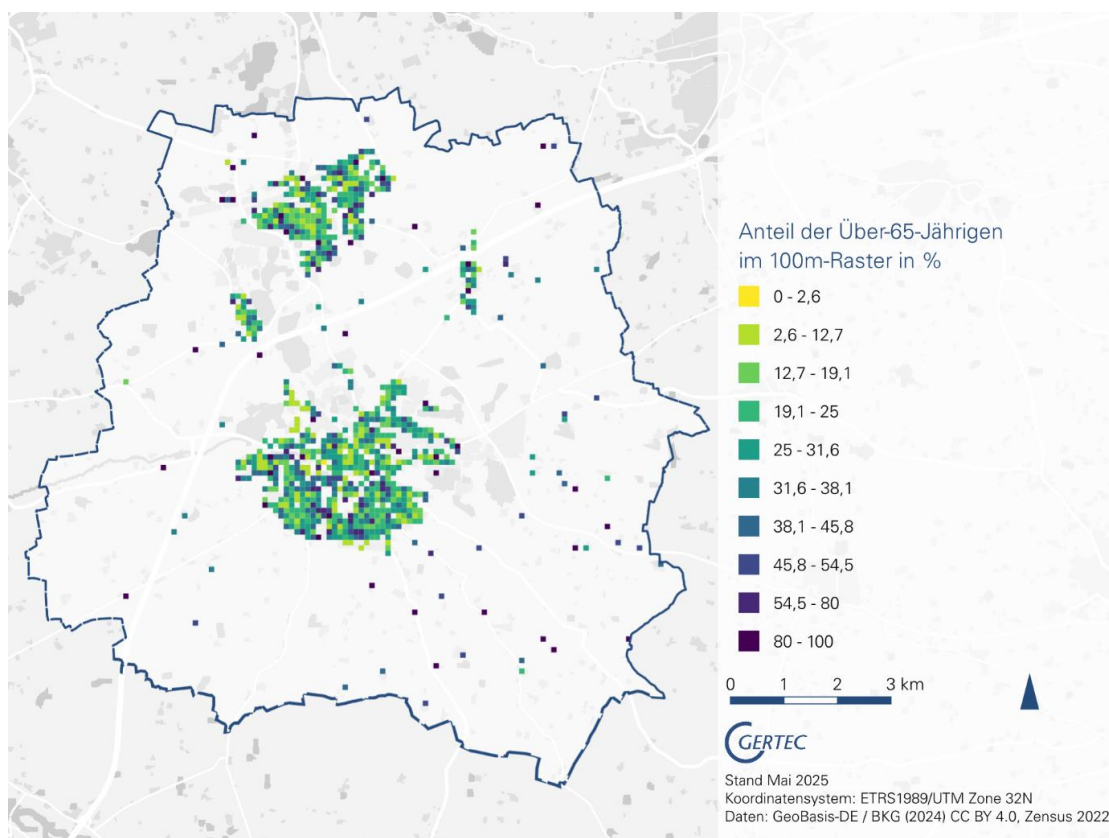


Abbildung 11 Anteil der Über-65-Jährigen im 100 m-Raster in Beckum (Quelle: Zensus 2022)

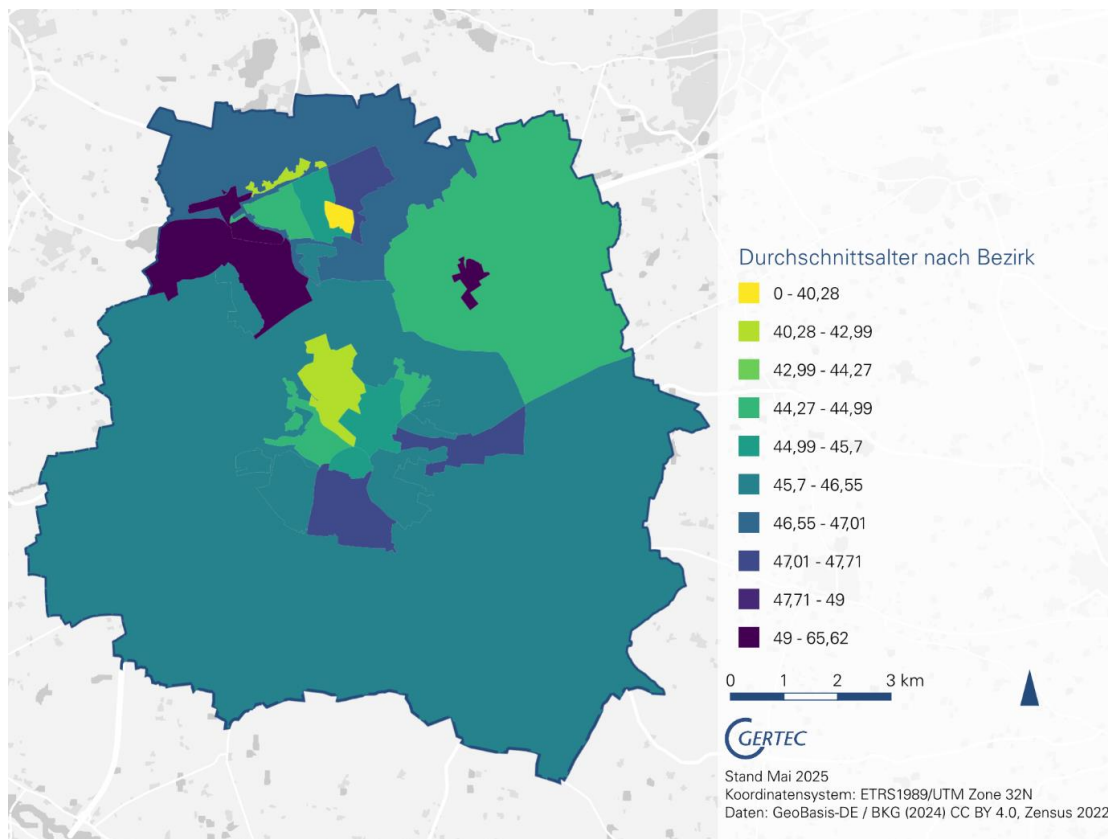


Abbildung 12 Durchschnittsalter der Bevölkerung in Beckum (Quelle: Zensus 2022)

2.3.2 Beobachteter Klimawandel von 1961 bis 2020¹²

Der Klimawandel der Vergangenheit wird vor allem anhand der Kenngrößen Temperatur und Niederschlag deutlich, weswegen diese in den nachfolgenden Kapiteln detailliert dargestellt werden. Sekundäre Klimaparameter, die aussagekräftig für bereits auftretende Be- oder Entlastungen sind, wie Dürreempfindlichkeit von Acker- oder Grünland, Grundwasserneubildung und Kaltluftströme werden ebenfalls analysiert.

2.3.2.1 Temperatur

Tabelle 7 macht deutlich, dass es in Beckum in den vergangenen Jahrzehnten bereits einen deutlichen Temperaturanstieg gegeben hat. Die durchschnittliche Jahrestemperatur erhöhte sich von 9,1 °C im Zeitraum 1961-1990 auf 10,2 °C in der Referenzperiode 1991-2020, was einem Anstieg um etwa 1 °C bzw. 11,5 % entspricht. Parallel dazu ging die Anzahl der Eistage deutlich zurück (-34,1 %), ebenso die Zahl der Frosttage (-15 %). Damit einher geht ein starker Zuwachs an warmen Tagen. Die Zahl der Sommertage stieg um 40,1 % von 27 auf 37 Tage im Jahr, die der heißen Tage hat sich im zeitlichen Verlauf sogar fast verdoppelt. Auch die in Tabelle 8 dargestellte Sonnenscheindauer zeigt einen positiven Trend mit einem Anstieg von 8,6 % gegenüber der Vergleichsperiode 1961-1990. Insgesamt verdeutlichen die Daten die Zunahme von Hitzeperioden und den gleichzeitigen Rückgang winterlicher Kälteereignisse als eindeutige Folge des Klimawandels.

¹² Für eine einfacherer Lesbarkeit werden in den Tabellen in diesem Kapitel in der Regel gerundete Werte dargestellt. Da die Werte der prozentualen Änderung anhand der ungerundeten Ausgangswerte berechnet wurden, können diese von den Ergebnissen einer Nachberechnung anhand der dargestellten gerundeten Werte (teilweise stark) abweichen.

	1961-1990	1971-2000	1981-2010	1991-2020	Änderung 1991-2020 gegenüber 1961-1990
Mittlere Temperatur [°C]	9,1	9,4	9,7	10,2	1 (11,5 %)
Eistage (ganztäglich < 0 °C)	15	12	12	10	-5 (-34,1 %)
Frosttage (teilweise < 0 °C)	69	63	63	58	-10 (-15,0 %)
Sommertage (> 25 °C)	27	29	33	37	11 (40,1 %)
Heiße Tage (> 30 °C)	4	6	7	8	4 (93,4 %)

Tabelle 7 Temperaturveränderungen und Indikatorkennwerte von 1961 bis 2020 in Beckum (Quelle: LANUV, DWD)

	1961-1990	1971-2000	1981-2010	1991-2020	Änderung 1991-2020 gegenüber 1961-1990
Sonnenscheindauer gesamt [h]	1473	1496	1518	1600	126 (8,6 %)

Tabelle 8 Jährliche Sonnenscheindauer von 1961 bis 2020 in Beckum (Quelle: LANUV, DWD)

2.3.2.2 Niederschlag

Die in [Tabelle 9](#) dargestellten Niederschlagsdaten für Beckum zeigen insgesamt ein stabiles, jedoch innerhalb des Jahres ungleich verteiltes Muster. Die jährliche Gesamtniederschlagsmenge ist seit 1961 quasi unverändert. Es fällt allerdings eine deutliche Verschiebung zwischen den Jahreszeiten auf. Im Winterhalbjahr fiel in der Referenzperiode 1991–2020 knapp 8 % mehr Niederschlag als noch im Zeitraum 1961–1990, während im zeitlichen Verlauf innerhalb des Sommerhalbjahrs ein Rückgang um rund 6 % zu verzeichnen ist. Gleichzeitig hat die Zahl der Tage mit Tagesniederschlagsmengen über 10 mm bzw. 20 mm zugenommen, während die Häufigkeit von extremen Starkregenereignissen mit mehr als 30 mm Niederschlag nahezu unverändert geblieben ist. Die Wahrscheinlichkeit längerer Trockenperioden im Sommer kann damit insgesamt zunehmen, da sich der Jahresniederschlag vermehrt auf kürzere, aber dafür intensivere Ereignisse konzentriert.

	1961-1990	1971-2000	1981-2010	1991-2020	Änderung 1991-2020 gegenüber 1961-1990
Niederschlagssumme gesamt [mm]	809	808	852	810	1 (0,1 %)
Niederschlagssumme Winterhalbjahr [mm]	385	401	431	416	31 (7,9 %)
Niederschlagssumme Sommerhalbjahr [mm]	424	407	421	396	-27 (-6,4 %)
Niederschlagstage gesamt > 10 mm/Tag	20,4	-	-	21,1	0,7 (3,3 %)
Niederschlagstage gesamt > 20 mm/Tag	4,0	-	-	5,0	1 (25,5 %)
Niederschlagstage gesamt > 30 mm/Tag	1,0	-	-	1,0	0 (0,0 %)

Tabelle 9 Niederschlagsveränderungen und Indikatorkennwerte von 1961 bis 2020 in Beckum (Quelle: LANUV, DWD)

2.3.2.3 Weitere Klimaparameter

Abbildung 13 und Abbildung 14 zeigen die Empfindlichkeit gegenüber Dürre von Ackerland und Grünland innerhalb der Kommune auf. Insgesamt wird deutlich, dass Acker- und Grünland unter Berücksichtigung des Gesamtwasserhaushalts des Bodens in Beckum durchaus dürrerempfindlich sind. Grünland ist hier aufgrund einer geringeren Durchwurzelungstiefe noch deutlicher betroffen. Auffällig ist die sehr hohe Dürrerempfindlichkeit für Acker- als auch Grünland am südwestlichen Stadtgebietsrand. Anstehender Lehm Boden kann hier die Wasserverfügbarkeit für Pflanzen beeinträchtigen.

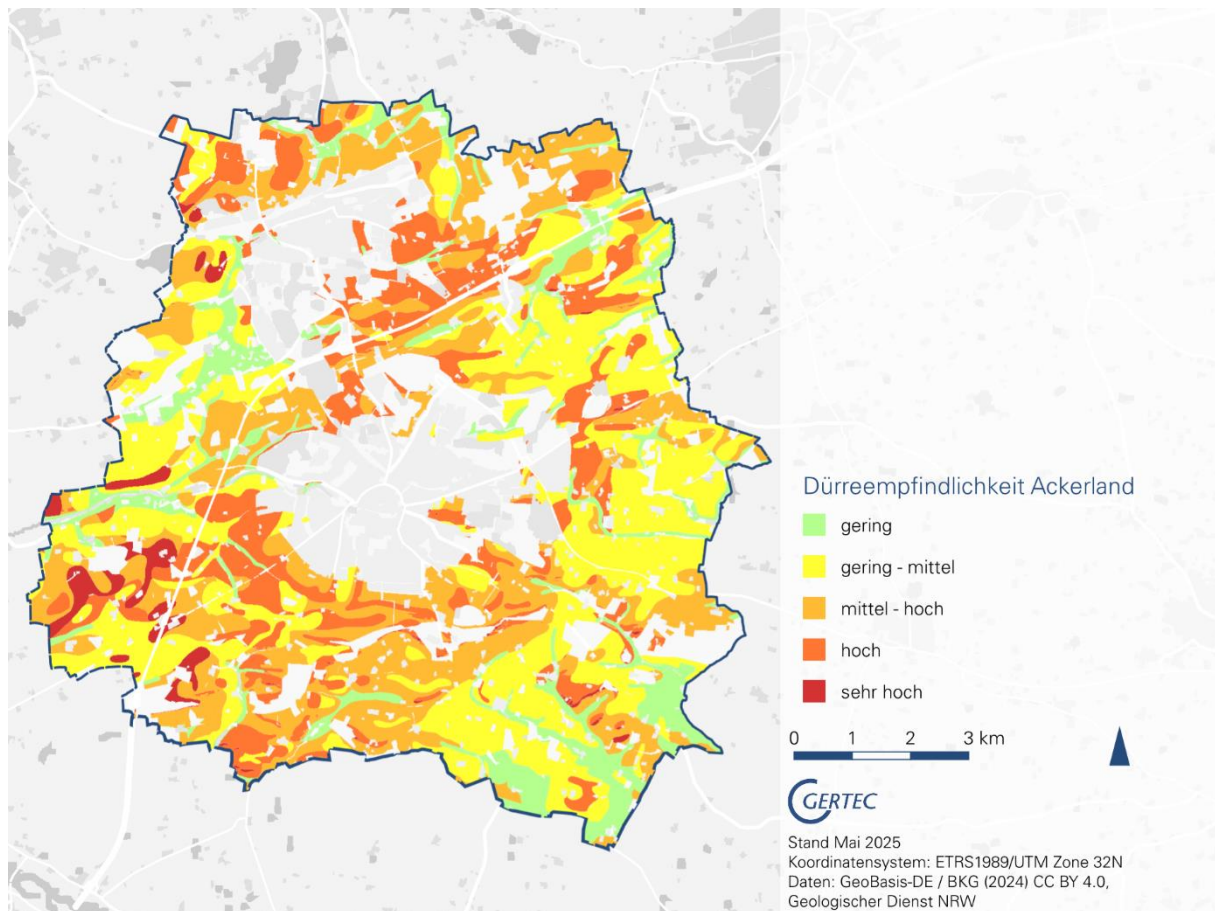


Abbildung 13 Dürrerempfindlichkeit von Ackerland in Beckum (Quelle: Geologischer Dienst NRW)

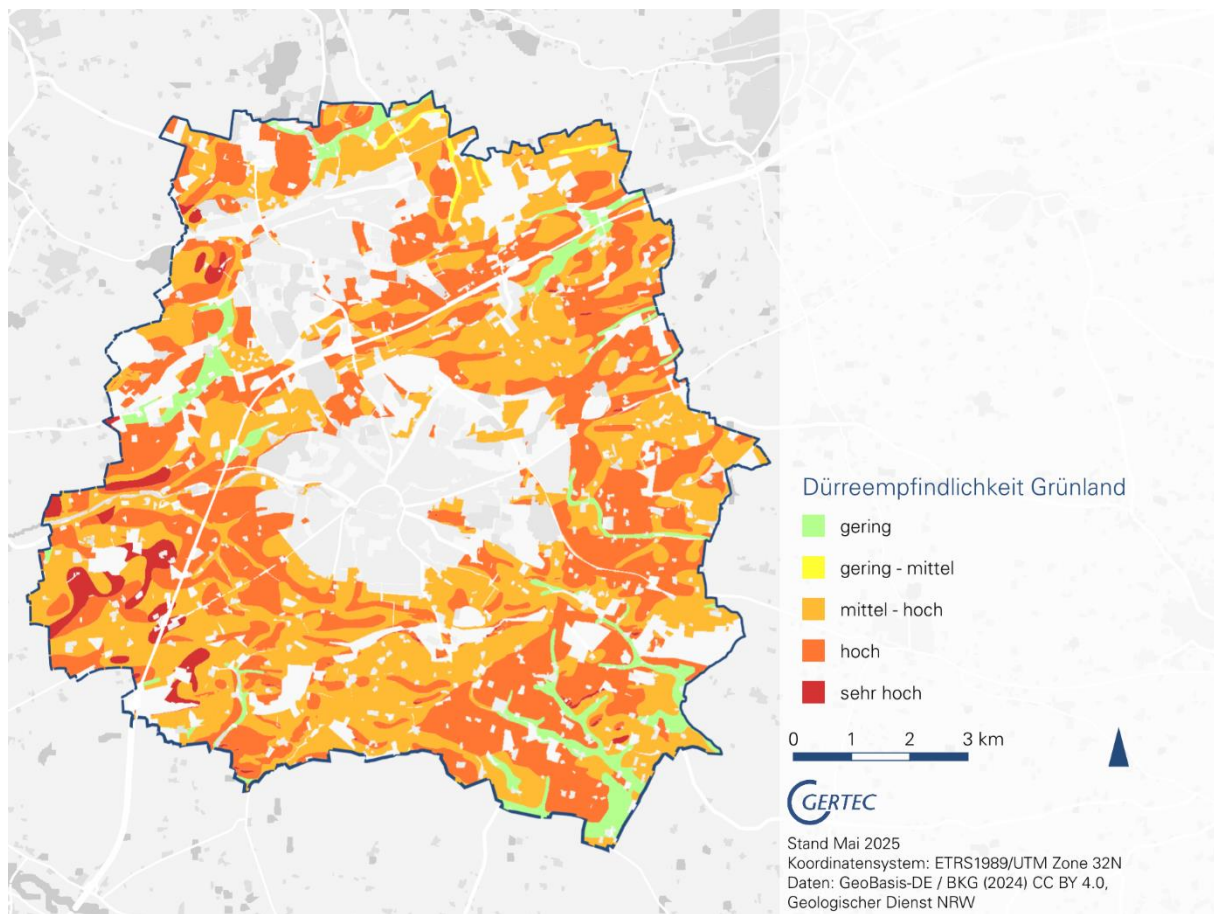


Abbildung 14 Dürreempfindlichkeit von Grünland in Beckum (Quelle: Geologischer Dienst NRW)

Die räumliche Darstellung der Grundwasserneubildung im Stadtgebiet von Beckum wird in [Abbildung 15](#) für die Klimanormalperioden 1981-2010 und 1991-2020 sowie für den Zeitraum 2011-2020 dargestellt.

Die Abbildung macht die Abweichungen innerhalb der Dekade von 2011-2020 gegenüber der Referenzperiode 1991-2020 und der Referenzperiode 1981-2010 deutlich. Es ist erkennbar, dass die Grundwasserneubildung über die dargestellten Zeiträume beständig zurückgegangen ist. Gerade innerhalb des letzten Jahrzehnts ist die jährliche Grundwasserneubildungsrate nahezu auf dem gesamten Stadtgebiet auf etwa 50-100 mm/a zurückgegangen. Zusätzlich hat die Grundwasserzehrung gerade im Südosten und Nordwesten des Stadtgebiets deutlich zugenommen. Klimawandelbedingte erhöhte Temperaturen haben in dieser Zeit zu erhöhter Evaporation (Verdunstung) geführt, was in Kombination mit veränderten Niederschlagsmustern geringere Grundwasserneubildung zur Folge hat.

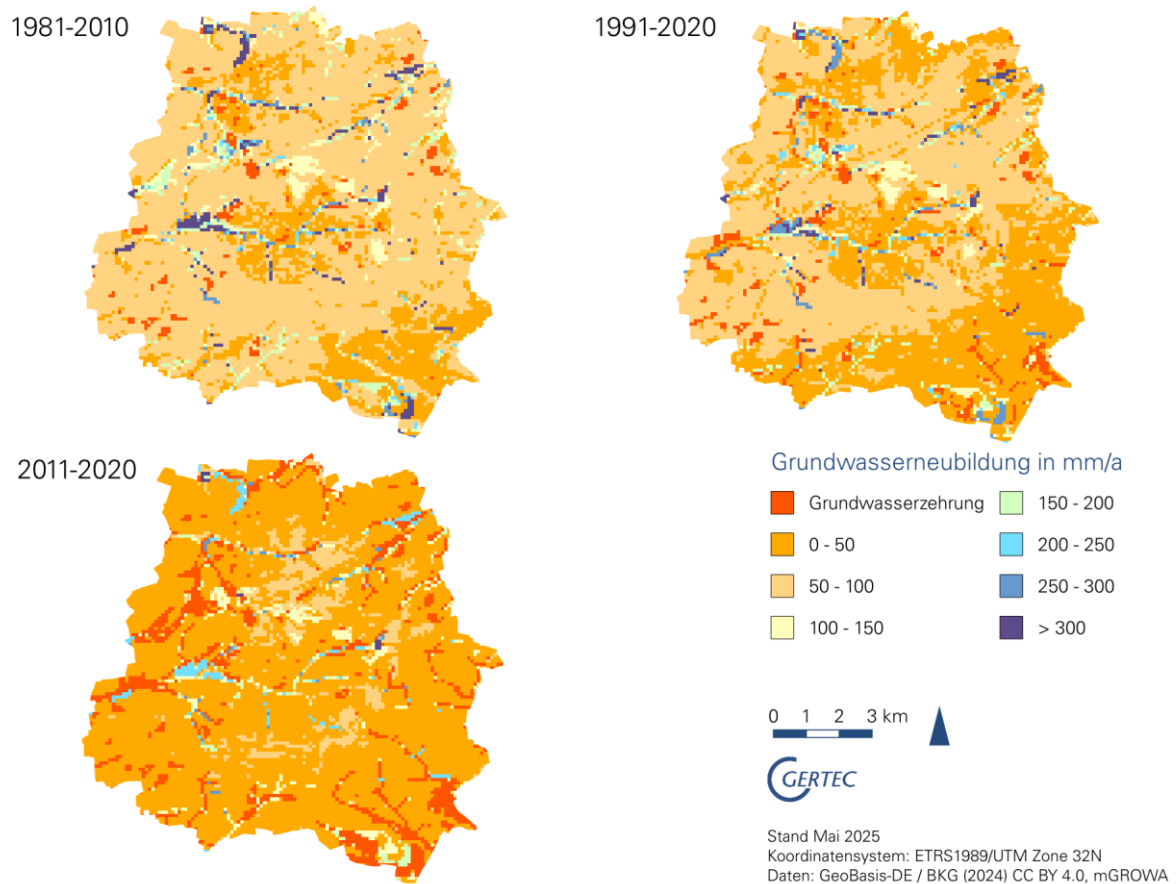


Abbildung 15 Grundwasserneubildung in Beckum (Quelle: mGROWA)

Auf dem Stadtgebiet von Beckum entstehen aufgrund der topographischen Lage der Stadt ausgeprägte Kaltluftvolumenströme in Richtung Süden und Südwesten, die sich in Form von Hangabwinden bemerkbar machen. Diese Kaltluftbewegungen entwickeln sich vor allem über den Grünland- und Landwirtschaftsflächen. Der Einfluss der Kaltluft ist lediglich im südlichen Teil der Stadt Beckum sowie in Teilbereichen von Neubeckum deutlicher spürbar. Dort sorgen die abfließenden Kaltluftströme für eine nächtliche Abkühlung und beeinflussen das lokale Mikroklima. Insgesamt bewegen sich die Kaltluftvolumenströme tendenziell aber weg von den großen Siedlungsgebieten. Die Einwirkbereiche und Kaltluftströme sind in [Abbildung 16](#) dargestellt.

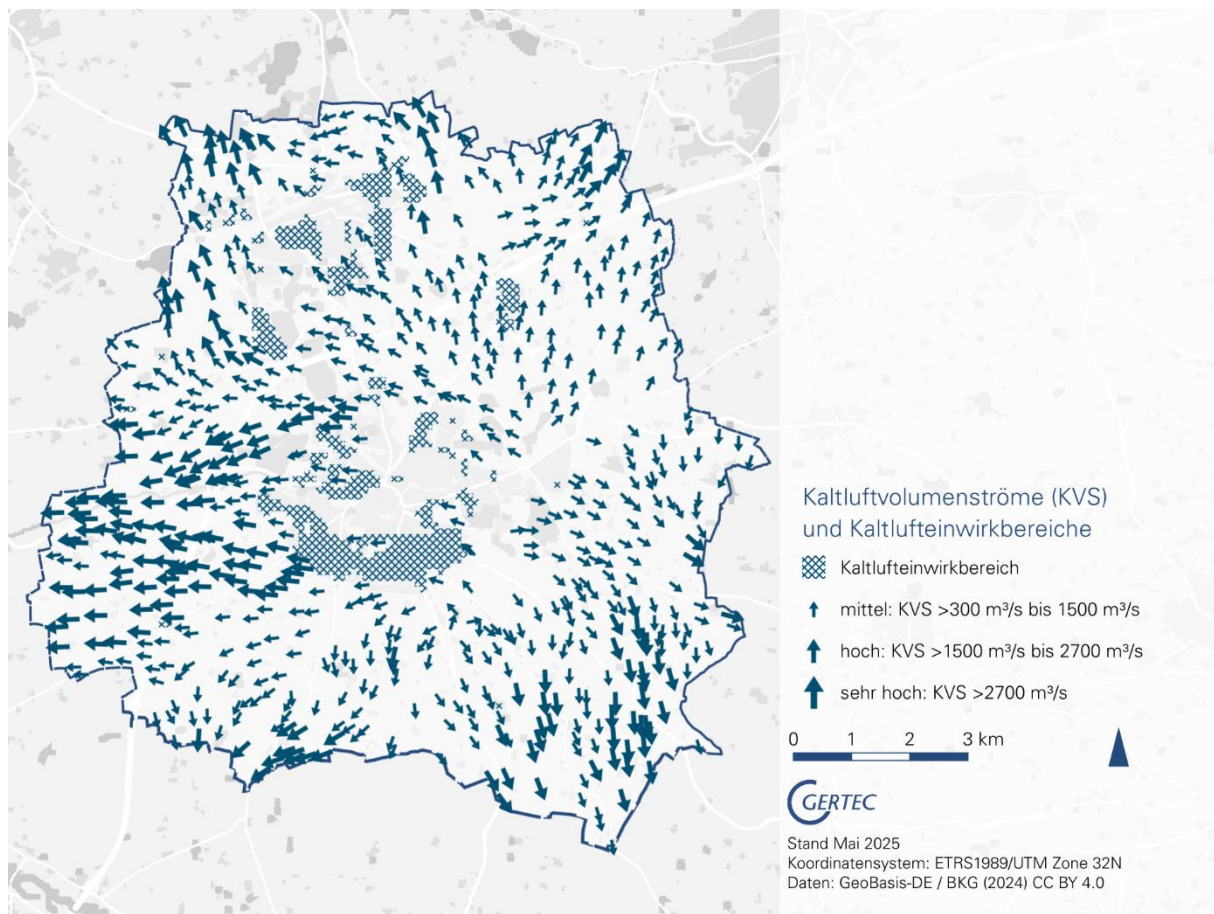


Abbildung 16 Kaltluftvolumenströme und Kaltlufteinwirkbereiche in Beckum (Quelle: LANUK)

2.3.3 Erwarteter Klimawandel (zukünftige Entwicklung von 2031 bis 2100)

Zukünftige Veränderungen des Klimas lassen sich auf Grund verfügbarer Daten vor allem über die Klimaelemente Temperatur und Niederschlag abbilden, weswegen diese in den nachfolgenden Kapiteln beleuchtet und mit der letzten gültigen Klimanormalperiode verglichen werden.

2.3.3.1 Temperatur

Die prognostizierten Temperaturdaten für Beckum in [Tabelle 10](#) zeigen einen klaren Erwärmungstrend über das 21. Jahrhundert hinweg, mit deutlichen Unterschieden zwischen den Szenarien RCP 4.5 und RCP 8.5. Bereits im moderaten Szenario RCP 4.5 steigt die mittlere Temperatur bis zum Ende des Jahrhunderts von aktuell 10,2 °C auf 10,9 °C, während im RCP 8.5-Szenario ein drastischer Anstieg auf 14 °C prognostiziert wird. Die Anzahl der Eistage nimmt dabei deutlich ab – von heute 10 auf nur noch einen Tag jährlich im RCP 8.5 bis 2100. Auch Frosttage gehen stark zurück, von 58 auf nur noch 12. Gleichzeitig steigen die warmen Tage erheblich: Heiße Tage mit über 30 °C verdreifachen sich (von 8 auf 29), und auch die Zahl der Sommertage wächst deutlich auf bis zu 81 im Jahr. Diese Entwicklung verdeutlicht eine zunehmende Belastung durch Hitze, insbesondere im RCP 8.5-Szenario.

	1991-2020	2031-2060 RCP 4.5	2071-2100 RCP 4.5	2031-2060 RCP 8.5	2071-2100 RCP 8.5
Mittlere Temperatur [°C]	10,2	10,3	10,9	11,7	14
Eistage (ganztäglich < 0 °C)	10	12	7	4	1
Frosttage (teilweise < 0 °C)	58	56	47	32	12
Sommertage (> 25 °C)	37	37	43	51	81
Heiße Tage (> 30 °C)	8	9	11	15	29

Tabelle 10 Prognostizierte Entwicklung der Temperaturveränderung und Indikator Kennwerte von 2031 bis 2100 für RCP 4.5 und RCP 8.5 in Beckum (Quelle: LANUK, DWD)

2.3.3.2 Niederschlag

Tabelle 11 zeigt die prognostizierten Entwicklungen der langjährigen Mittel der Niederschlagsmengen und damit einhergehender weiterer Indikatorwerte für die Szenarien RCP 4.5 und RCP 8.5. Betrachtet werden das 15. Perzentil für RCP 4.5 und das 85. Perzentil für RCP 8.5.

Die prognostizierte Entwicklung der Niederschlagsveränderungen zeigt ein differenziertes Bild in Abhängigkeit vom Zeitraum und vom gewählten Emissionsszenario. Die jährliche Gesamtniederschlagsmenge steigt deutlich von derzeit 810 mm (1991-2020) auf bis zu 928 mm im Zeitraum 2071-2100 unter dem RCP 8.5-Szenario (85. Perzentil). Insbesondere im Sommerhalbjahr ist innerhalb dieses Szenarios ein deutlicher Anstieg zu erkennen: von aktuell 396 mm auf bis zu 461 mm bis zum Ende des Jahrhunderts. Im Winterhalbjahr bleiben die Veränderungen moderater; ein leichter Rückgang ist im Szenario RCP 4.5 (15. Perzentil) über den gesamten Zeitraum zu beobachten, das RCP 8.5 Szenario hingegen stellt auch hier einen Anstieg bis 2100 fest.

Die Extremniederschlagstage nehmen innerhalb beider Szenarien ebenfalls tendenziell zu. Während die Anzahl der Tage mit >10 mm Niederschlag leicht zunimmt (aktuell 21,1 Tage, langfristig bis zu 26 Tage unter RCP 8.5 (22 Tage unter RCP 4.5)), steigt die Häufigkeit starker Ereignisse über 20 mm pro Tag von derzeit 5 auf bis zu 7 Tage (RCP 8.5). Sehr starke Niederschlagsereignisse mit mehr als 50 mm pro Tag treten bislang kaum auf, könnten jedoch zukünftig mit einer geringen, aber zunehmenden Wahrscheinlichkeit (bis zu 0,3 Tage jährlich) auftreten. Insgesamt deuten die Projektionen besonders unter dem Szenario RCP 8.5 auf intensivere Sommerniederschläge und insgesamt eine Zunahme extremer Ereignisse hin, was potenzielle Auswirkungen auf Überflutungsrisiken durch Hochwasser und Starkregen sowie den Wasserhaushalt erwarten lässt.

	1991-2020	2031-2060 RCP 4.5 (15. Perzentil)	2071-2100 RCP 4.5 (15. Perzentil)	2031-2060 RCP 8.5 (85. Perzentil)	2071-2100 RCP 8.5 (85. Perzentil)
Niederschlagssumme gesamt [mm]	810	821	815	905	928
Niederschlagssumme Winter- halbjahr [mm]	416	411	405	461	467
Niederschlagssumme Sommer- halbjahr [mm]	396	410	410	444	461
Niederschlagstage gesamt > 10 mm/Tag	21,1	21	22	24	26
Niederschlagstage gesamt > 20 mm/Tag	5,0	4	4	6	7
Niederschlagstage gesamt > 50 mm/Tag	-	0,1	0,1	0,2	0,3

Tabelle 11 Prognostizierte Entwicklung der Niederschlagsveränderung und Indikatorkennwerte von 2031 bis 2100 für RCP 4.5 und RCP 8.5 in Beckum (Quelle: LANUK, DWD)

3 Betroffenheits- und Hotspotanalyse

Für eine sinnvolle Ausarbeitung von Zielen und Maßnahmen innerhalb des vorliegenden Konzepts, ist ein Verständnis der Betroffenheiten gegenüber Klimawandelveränderungen innerhalb des Kreises notwendig. Das Umweltbundesamt (UBA) definiert die Betroffenheit oder Vulnerabilität gegenüber dem Klimawandel als den Grad, zu dem ein System – sei es ein Ökosystem, ein wirtschaftliches oder ein soziales System – durch den Klimawandel gefährdet ist. Diese Definition beruht auf dem durch das IPCC 2004/2007 etablierten Begriff der Vulnerabilität als eine Einschätzung der Gefährdung von Systemen durch den Klimawandel.

Zur Ermittlung der Betroffenheit bzw. Vulnerabilität wird eine Abschätzung der Anpassungskapazität eines Systems und der Klimawirkungsbewertung vorgenommen. Dabei wird das Zusammenspiel von Exposition und Sensitivität des Systems berücksichtigt, wobei zwischen einer räumlichen und einer funktionalen Betroffenheit unterschieden werden muss.

Exposition beschreibt dabei, inwieweit ein bestimmtes Gebiet oder ein Handlungsfeld den Auswirkungen des Klimawandels ausgesetzt ist. Dies kann sich auf Temperaturerhöhungen, veränderte Niederschlagsmuster, Extremwetterereignisse und andere klimatische Faktoren beziehen. Eine detaillierte Kartierung dieser exponierten Bereiche ermöglicht eine präzise Analyse der räumlichen Dimension der Betroffenheit. Auf der funktionalen Ebene bezieht sich die Exposition auf die spezifischen Handlungsfelder, Sektoren oder sozialen Gruppen, die anfällig für klimatische Veränderungen sind. Zum Beispiel können Landwirtschaft, Wasserversorgung, Gesundheitswesen oder soziale Gemeinschaften unterschiedliche Grade der Exposition gegenüber verschiedenen klimatischen Risiken aufweisen. Sensitivität hingegen beschreibt die Anfälligkeit oder Empfindlichkeit eines Systems oder einer Gemeinschaft gegenüber den identifizierten klimatischen Veränderungen. Die Kombination von Exposition und Sensitivität führt somit zu Betroffenheit.

Der Klimawandel hat weitreichende Folgen, die sich in verschiedenen Bereichen manifestieren, sowohl durch akute Ereignisse als auch durch langsam fortschreitende Veränderungen. Diese Entwicklungen erfordern Anpassungsmaßnahmen auf lokaler Ebene, um den Herausforderungen des Klimawandels zu begegnen und die Widerstandskraft zu stärken.

Akute Auswirkungen

Akute Auswirkungen des Klimawandels umfassen in der Regel plötzliche und extreme Wetterereignisse wie Stürme, Starkregen und Hitzewellen, die unmittelbare Schäden verursachen und oft zu humanitären Krisen führen. Die Anpassungen an diese Ereignisse erfordern nicht nur kurzfristige Maßnahmen zur Bewältigung gesundheitlicher Risiken, sondern auch zur Sicherung der städtischen Infrastruktur. Stark steigende Temperaturen während Hitzeperioden in den Sommermonaten erhöhen beispielsweise das Risiko von Hitzebelastungen. Hier gilt es, Sofortmaßnahmen zu ergreifen, um die Lebensqualität der Bürgerinnen und Bürger zu schützen und die Widerstandsfähigkeit der städtischen Systeme zu stärken. Präventive Anpassungsmechanismen, wie z. B. Hitzeaktionspläne können in diesen Fällen helfen.

Langsam fortschreitende Auswirkungen

Die langsam fortschreitenden Auswirkungen des Klimawandels unterscheiden sich von den akuten Auswirkungen in Bezug auf ihre zeitliche Dynamik und ihre Effekte auf die Umwelt und die Gesellschaft. Sie prägen das Stadtgeschehen über einen längeren Zeitraum. Eine Verschiebung der Wasserverfügbarkeit und die Veränderung von Ökosystemen und der Artenvielfalt aufgrund von Klimaänderungen beispielsweise wirken sich allmählich auf die Umwelt, die Landwirtschaft und die Lebensgrundlagen der Bevölkerung aus. Diese Entwicklungen erfordern eine

vorausschauende und nachhaltige Planung, um die Anpassungsfähigkeit des Kreises an veränderte Umweltbedingungen langfristig sicherzustellen.

3.1 Hintergrund und Methodik

3.1.1 Räumliche Betroffenheit Stadtklima und Hitze

Die gezielte Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel erfordert eine präzise Identifikation von Gebieten, die eine erhöhte Sensitivität gegenüber den Folgen des Klimawandels aufweisen. Die räumliche Betroffenheitsanalyse bezieht sich auf die Untersuchung und Bewertung der Auswirkungen des erwarteten und bereits beobachteten Klimawandels auf diese Bereiche innerhalb des Kreises Warendorf.

Die städtische Klimatologie und die damit einhergehende Hitzeentwicklung sind komplexe Phänomene, die von einer Vielzahl von Faktoren beeinflusst werden. Im Gegensatz zum makroskaligen Klima, in dem Zirkulationsprozesse langsam auf anthropogene Veränderungen reagieren, zeigen die unteren bodennahen Luftschichten eine hohe Empfindlichkeit gegenüber lokalen Veränderungen. Diese reagieren schnell auf Änderungen und können somit lokal begrenzte Klimatope ausformen¹³.

Klimatope sind Flächen mit ähnlichen lufthygienischen und mikroklimatischen Eigenschaften, primär geprägt durch ihre Flächenbeschaffenheit¹⁴. Die Realnutzungskartierungen von besiedelten Gebieten dienen als Grundlage für diese Klassifikation, da die mikroklimatischen Verhältnisse in der Regel durch die Art der Bebauung bestimmt werden. Diese allgemeine Zuordnung von Flächennutzung und Klimatopen ermöglicht es, Klimainformationen durch Analogieschlüsse zuzuordnen, ohne für jede Flächennutzungsart spezifische Klimaindikatoren erheben zu müssen.

Ein Vergleich der Lufttemperaturen im urbanen Raum mit den angrenzenden ländlichen Gebieten verdeutlicht signifikante Unterschiede, insbesondere bei wolkenarmen und schwachwindigen Wetterlagen (autochthone Wetterlagen). Im Jahresmittel resultiert dies in einer um bis zu 1,5 °C höheren Temperatur in Innenstädten im Vergleich zu Außenbezirken. Während des Sommers können zeitweise Temperaturunterschiede von 5-10 °C auftreten.

Diese Phänomene, als sogenannte Hitzeinseln oder Urban Heat Islands (UHI) bekannt, manifestieren sich besonders nachts, wenn keine direkte Sonneneinstrahlung mehr vorhanden ist. Aufgrund unterschiedlicher Wärmekapazität und Wärmeleitfähigkeit der städtischen Materialien kühlen städtische Gebiete nachts langsamer ab als ihre umgebende Landschaft¹⁵.

Die Wärmespeicherung im versiegelten Untergrund und durch Bauwerke im urbanen Raum ist bis zu 40 % größer als im nicht bebauten Umland. Gleichzeitig nimmt der fühlbare Wärmestrom in bebauten Gebieten bis zu 50 % zu, während die Windgeschwindigkeiten aufgrund der erhöhten Rauigkeit innerhalb starker Bebauung um bis zu 20 % abnehmen, jedoch mit einer Zunahme der Böigkeit einhergehend¹⁶.

¹³ Bruse, M. (1999). „Die Auswirkungen kleinskaliger Umweltgestaltung auf das Mikroklima: Entwicklung des prognostischen numerischen Modells ENVI-met zur Simulation der Wind-, Temperatur- und Feuchteverteilung in städtischen Strukturen“. Diss. Ruhr-Universität. Bochum.

¹⁴ Kuttler, W., Dütemeyer, D. und Barlag, A.-B. (2013). Handlungsleitfaden – Steuerungswerkzeug zur städtebaulichen Anpassung an thermische Belastungen im Klimawandel. Hrsg. von Universität Duisburg-Essen, Angewandte Klimatologie und Landschaftsökologie. Duisburg.

¹⁵ Malberg, H. (2007). Meteorologie und Klimatologie. Springer-Verlag. Berlin und Heidelberg.

¹⁶ Kuttler, W. (2004). „Stadtklima“. In: Umweltwissenschaften und Schadstoff-Forschung 16.3, S. 187-199.

Besondere Herausforderungen in Bezug auf die Hitzebelastung der Menschen ergeben sich so in den Klimatopen des „Stadtklimas“ und des „Innenstadtklimas“. Hier können aufgrund der genannten Wärmespeichereigenschaften von Gebäuden, hoher Versiegelungsraten, anthropogener Wärmeemissionen, durch Bebauung beeinträchtigte Windgeschwindigkeiten und das Fehlen von Grünflächen verstärkt Hitzeinseln entstehen.

Die nachfolgenden Feststellungen basieren auf verfügbaren Analysen aus dem Klimaatlas des LANUK (www.klimaatlas.nrw.de). Die dort vorliegenden Klimaanalysen wurden mit einer Auflösung von 100 m x 100 m durchgeführt. Die Simulation erfolgte dabei für einen sommerlichen Strahlungstag für den folgende Kenngrößen gelten: Lufttemperatur um 21 Uhr: 20 °C, relative Feuchte 50 %, unbewölkt, windschwach. Unter Verwendung dieser Quelle konnten für dieses Konzept flächendeckende Ergebnisse verschiedener meteorologischer Parameter ermittelt und miteinander verschnitten werden, um besonders durch Hitzestress betroffene Bereiche innerhalb der einzelnen Kommunen zu identifizieren.

Die Physiologisch Äquivalente Temperatur (PET) ist dabei ein Maß für die thermische Belastung, das verschiedene meteorologische Parameter integriert, um das menschliche Wärmeempfinden zu simulieren. Sie berücksichtigt Faktoren wie Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit und Strahlungseinflüsse. Die PET ermöglicht eine ganzheitliche Bewertung der thermischen Umgebung und liefert eine standardisierte Temperatur, die die gleiche physiologische Wirkung auf den menschlichen Körper hat, wie die tatsächlich gemessenen Umweltbedingungen. Die ermittelte PET ist dabei definiert als die Lufttemperatur in einem Innenraum (relative Luftfeuchte 50 %, Windstille), bei welcher die Körperkern- und Hauttemperatur des Menschen identisch zu denen innerhalb der betrachteten Situation ist.

Klimawandelvorsorgebereiche werden in diesem Zusammenhang vom LANUK definiert als Gebiete, für die durch den Klimawandel unter Annahme eines pauschalen Temperaturanstiegs von 1 °C bis zur Mitte des Jahrhunderts eine solche Zunahme der thermischen Belastung erwartet wird, sodass diese Flächen dann zusätzlich in die höchsten klimatischen Belastungsklassen einzuordnen wären.

Als weiterer Schritt der Hotspotabgrenzung im Kontext der Hitzebelastung wurden zusätzliche Kriterien berücksichtigt. Insbesondere wurden die Bevölkerungsdichte sowie die Altersstruktur als relevante Faktoren herangezogen¹⁷. Eine höhere Einwohnerinnen- und Einwohnerdichte deutet auf eine potenziell größere Anzahl von Menschen hin, die einer möglichen Hitzebelastung ausgesetzt sind. Parallel dazu zeigt sich, dass insbesondere ältere Menschen, Schwangere und Kleinkinder aufgrund einer schlechteren Anpassung an extreme Hitze gesundheitlichen Folgen ausgesetzt sein können. Gebiete mit einem hohen Anteil älterer Menschen wurden daher als anfälliger für Hitzestress charakterisiert. Es ist zu beachten, dass aufgrund des prognostizierten demographischen Wandels der Anteil der über 65-Jährigen an der Bevölkerung in Zukunft zunehmen wird (vgl. [Abbildung 2](#)).

Besondere Aufmerksamkeit gilt der Wohnbevölkerung, die insbesondere nachts aufgrund mangelnder Abkühlung im Bereich städtischer Wärmeinseln einer Hitzebelastung nicht ausweichen kann. Diese Gruppe wird in der Analyse als besonders anfällig gegenüber Hitzestress betrachtet. Im Gegensatz dazu kann tagsüber bei einem Aufenthalt im Innenstadtbereich einer Hitzebelastung durch Standortwechsel und Vermeidung besonnener Standorte entgegengewirkt werden. Innenstadtbereiche, die nicht hauptsächlich als Wohngebiete fungieren, sowie Industrie- und Gewerbegebiete, die einen geringen Anteil an Wohnbevölkerung aufweisen, werden daher als Gebiete mit einer etwas niedrigeren Anfälligkeitsstufe eingestuft.

Zur Ermittlung der Hotspots im Bereich Stadtklima und Hitze wurden die einzelnen Datensätze klassifiziert und miteinander verschnitten. Zur Klassifizierung wurden die einzelnen Datenebenen mittels z-Transformation¹⁸ normiert, in Klassen von jeweils der Breite einer Standardabweichung eingeteilt und so vergleichbar gemacht. So

¹⁷ Die Bevölkerungsdichte und Altersstruktur konnten aufgrund der Datenlage nur auf Stadtbezirksebene betrachtet werden.

¹⁸ Die z-Transformation dient der Standardisierung von Daten, indem vom betrachteten Wert der Mittelwert abgezogen und anschließend durch die Standardabweichung geteilt wird.

konnten die Bereiche, welche von Hitze betroffen sind, weiter untergliedert und Fokusbereiche herausgestellt werden.

Für die Festlegung der Hotspots sind folgende Daten berücksichtigt worden:

- Thermische Belastung am Tag (PET > 29 °C)
- Nächtliche Überwärmung (Temperatur um 4 Uhr nachts > 17 °C)
- Klimawandelvorsorgebereiche
- Tatsächliche Nutzung (Wohnbauflächen)
- Altersstruktur
- Bevölkerungsdichte
- Kaltlufteinwirkbereiche

Bereiche innerhalb des Stadtgebiets mit Physiologisch Äquivalenten Temperaturen (PET) von mehr als 29 °C, wurden bei der Ermittlung der Hotspots als Grundfläche angenommen. Weitere Daten wurden zur Gewichtung des Hitzestresses innerhalb dieser Flächen verwendet. Die Gewichtungsfaktoren Altersstruktur, Bevölkerungsdichte und nächtliche Klimawandelvorsorgebereiche wurden dabei nur auf Wohngebiete innerhalb der Hotspotbereiche angewandt.

„Hitze-Hotspots“ werden in den nachfolgenden Kapiteln auf Ebene der gesamten Kommune dargestellt. Zooms auf Kartenausschnitte sind im Rahmen von GIS möglich und können bei den KAM angefragt werden.

3.1.2 Räumliche Betroffenheit Starkregen und Hochwasser

Überschwemmungsgefahr besteht im Kreis Warendorf durch Fließgewässer sowie Überflutungsgefahr durch lokale Starkregenereignisse. Die Topografie spielt eine entscheidende Rolle für die Betroffenheit durch Starkregen und Hochwasser, wobei Niederungen und Gebiete mit begrenzter Entwässerung besonders anfällig für Überflutungen bzw. Überschwemmungen sind.

Starkregenereignisse stellen eine erhebliche Herausforderung im Rahmen der Klimaanpassung dar, insbesondere in Bezug auf potenzielle Überflutungen. Kurzzeitige Starkregenereignisse sind mit konvektiven Prozessen verbunden, bei denen feuchtwarme Luft aufsteigt und während des Abkühlens als Niederschlag kondensiert. In Folge entstehen massive Gewitterwolken, aus denen dann intensive Regenfälle resultieren. In der Regel treten diese Ereignisse vor allem im Sommerhalbjahr auf.

Durch eine Zunahme von Starkregenereignissen erhöht sich das Risiko von Bodenerosion und Überflutungen in tiefer liegenden Gebieten, sowie in Bereichen mit eingeschränkter Abflusskapazität. Kanalisationssysteme sind oft nicht auf die Bewältigung von Starkregen ausgelegt, was zu Rückstau und Überflutungen führen kann. Insbesondere in städtischen Ballungsräumen, wo die Versiegelung von Flächen die natürliche Versickerung von Regenwasser beeinträchtigt, wird diese Problematik besonders kritisch.

Der Deutsche Wetterdienst definiert Starkregen als Niederschlagsmengen von 15 bis 25 l/m² innerhalb einer Stunde oder 20 bis 35 l/m² in einem Zeitraum von 6 Stunden für markante Wetterwarnungen. Für Unwetterwarnungen gelten Regenmengen von über 25 bis 40 l/m² innerhalb einer Stunde oder über 35 l/m² bis 60 l/m² in einem Zeitraum von 6 Stunden. Warnungen vor extremen Unwettern werden bei Regenmengen von über 40 l/m² innerhalb einer Stunde oder über 60 l/m² in einem Zeitraum von 6 Stunden herausgegeben (vgl. [Tabelle 12](#)).

	in 1 Stunde	in 6 Stunden	Warnstufe und -bezeichnung
Starkregen	15-25 l/m ²	20-35 l/m ²	2 – Markante Wetterwarnung
Heftiger Starkregen	25-40 l/m ²	35-60 l/m ²	3 – Unwetterwarnung
Extrem heftiger Starkregen	> 40 l/m ²	> 60 l/m ²	4 – Warnung vor extremem Unwetter

Tabelle 12 Warnstufen Starkregen gemäß DWD (Quelle DWD, eigene Darstellung Gertec nach DWD¹⁹)

Aufgrund der Natur der Niederschlagsentwicklung in Gewitterzellen ist eine präzise räumliche Vorhersage dieser konvektiven Starkregenereignisse derzeit noch nicht möglich. Die spezifische räumliche Betroffenheit einzelner Stadtteile und Kommunen für auftretende Ereignisse kann daher, wenn überhaupt, nur mit kurzer Vorwarnzeit prognostiziert werden. Grundsätzlich müssen daher die gesamten Stadtgebiete als gleichermaßen durch Starkregen gefährdet betrachtet werden.

Die vom Bundesamt für Kartographie und Geodäsie bereitgestellte Starkregengefahrenkarte für NRW beruht auf Modellberechnungen und macht für den Kreis Warendorf und dessen Kommunen die besonders gefährdeten Bereiche deutlich. Es wird von einem extremen Starkregenereignis mit einem statistischen Wiederkehrintervall von mehr als 100 Jahren ausgegangen. Die Modellberechnung erfolgte unter Verwendung von Blockregen, wobei eine konstante Niederschlagsintensität von 100 mm/m²/h über den gesamten Zeitraum angenommen wurde. Die in der Karte vorliegenden Daten umfassen jeweils die maximalen Wasserstandshöhen.

Für die Erstellung einer landesweiten hochaufgelösten Reliefstruktur innerhalb des Modells wurden frei verfügbare Datenquellen wie DGM1 (geobasis NRW), ALKIS-Daten (Basis DLM, Hausumringe und Landnutzung) sowie KOSTRA-Daten des DWD verwendet. In Kombination mit den regionalen Niederschlagsdaten des DWD wurden mithilfe eines 2D-hydroneumerischen Oberflächenabflussmodells die zeitlich und räumlich differenzierten Wassertiefen und Geschwindigkeiten während eines Starkregenereignisses visualisiert. Zusätzlich wurden Lagekoordinaten von Pumpwerken von Wasserverbänden für die Simulation herangezogen. Die Genauigkeiten der Simulation hängen von den örtlichen Gegebenheiten sowie deren realistischer Integration in das Modell ab.

Durch die Verknüpfung eines Oberflächenmodells mit einem hydrodynamischen Kanalnetzmodell in einer bidirektional gekoppelten Abfluss-Simulation können die realen Bedingungen noch präziser wiedergegeben werden, indem der Wasseraustausch zwischen Oberfläche und Kanalnetz berücksichtigt wird. Aufgrund des betrachteten Flächenausmaßes innerhalb des Modells ist eine solche gekoppelte Simulation jedoch technisch nicht realisierbar.

Auch Dauerregen kann ein Problem darstellen und zu Überschwemmungen, mit Schäden beispielsweise an Infrastruktur und Landwirtschaft, führen. Die entsprechenden Warnstufen des DWD zeigt die nachfolgende [Tabelle 13](#).

¹⁹ https://www.dwd.de/DE/wetter/warnungen_aktuell/kriterien/warnkriterien.html

	in 12 Stunden	in 24 Stunden	in 48 Stunden	in 72 Stunden	Warnstufe
Dauerregen	25-40 l/m ²	30-50 l/m ²	40-60 l/m ²	60-90 l/m ²	2
Ergiebiger Dauerregen	40-70 l/m ²	50-80 l/m ²	60-90 l/m ²	90-120 l/m ²	3
Extrem ergiebiger Dauerregen	> 70 l/m ²	> 80 l/m ²	> 90 l/m ²	> 120 l/m ²	4

Tabelle 13 Warnstufen Starkregen (Dauerregen) gemäß DWD (Quelle DWD, eigene Darstellung Gertec nach DWD²⁰)

Hochwasser sind natürliche Ereignisse, die in Folge langanhaltender und großräumiger Niederschläge, kurzzeitigem und lokal begrenztem Starkregen oder durch erhöhte Niederschlagsmengen im Winter entstehen. Die Entstehung von Hochwasser hängt von der Stärke der Niederschläge und den Eigenschaften des Einzugsgebietes ab. Durch den Klimawandel nehmen Extremwetterereignisse wie Starkniederschläge zu, was die Hochwassergefahr verstärkt.

Die Hochwassergefahrenkarten für NRW des LANUK liefern Informationen zu Überflutungsflächen und Wassertiefen bei Überschwemmungen von Risikogewässern nach § 74 des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG). Diese Karten sind entscheidende Instrumente im Hochwasserrisikomanagement, da sie eine präzise Visualisierung von Gefährdungsbereichen ermöglichen.

Die Hochwasserkarten werden auf Grundlage von Modellberechnungen erstellt, die zunächst die maßgeblichen Hochwasserabflüsse an Fließgewässern mittels Niederschlag-Abfluss-Modellen bestimmen und klassifizieren. Die Erstellung des zugrundeliegenden Geländemodells basiert in der Regel auf Daten von Laserscan-Befliegungen, wobei eine Gitterweite von einem Meter verwendet wird, um eine präzise Höhenabbildung zu gewährleisten. Durch die Anwendung hydraulischer Simulationsmodelle werden Wasserstände, Fließgeschwindigkeiten und das Ausmaß der Überflutung ermittelt. Die Auswahl des geeigneten Modells erfolgt, entsprechend der Gebietsstruktur und des Fließgewässertyps, unter Berücksichtigung der Topografie und Talcharakteristik. Dies gewährleistet eine an die örtlichen Gegebenheiten angepasste Modellierung.

Innerhalb der Gefahrenkarten wird unterschieden zwischen Überschwemmungsgebieten und überschwemmungsgefährdeten Gebieten. Überschwemmungsgebiete sind gemäß § 76 Abs. 1 WHG definiert als Gebiete, die bei einem Hochwasserereignis eines oberirdischen Gewässers überschwemmt, durchflossen oder für die Hochwasserrückhaltung in Anspruch genommen werden. Diese Gebiete umfassen insbesondere die Flächen zwischen oberirdischen Gewässern und Deichen oder Hochufern. Die festgelegte Bemessungsgrundlage gemäß § 76 Abs. 2 WHG orientiert sich bundeseinheitlich an einem Hochwasserereignis, das statistisch ein Wiederkehrintervall von 100 Jahren (HQ100) aufweist. Überschwemmungsgebiete werden durch behördliche Verordnungen auf Grundlage von Berechnungen festgelegt. Die Ausweisung geht mit speziellen Schutzvorschriften einher, die durch ordnungsbehördliche Maßnahmen verbindlich werden.

Auf der anderen Seite sind überschwemmungsgefährdete Gebiete solche, die erst bei Überschreiten eines 100-jährigen Hochwasserereignisses überschwemmt werden oder die vor einem solchen Ereignis geschützt werden sollen. Diese Gebiete sind in erster Linie bei Versagen von Deichen oder Hochufern betroffen. Überschwemmungsgefährdete Gebiete werden ebenfalls durch die unteren Wasserbehörden festgesetzt und in Kartenform veröffentlicht.

Die Erfahrungen der kreisangehörigen Kommunen zeigen, dass auch Fließgewässer, die keine Risikogewässer gemäß § 74 des WHG sind, Hochwasser führen und Schäden verursachen können. Diese können in den Analysen

²⁰ https://www.dwd.de/DE/wetter/warnungen_aktuell/kriterien/warnkriterien.html

nur bedingt (z. B. über die Karten zur Starkregengefahr) berücksichtigt werden. Wichtig sind daher ihre Aufnahme in den kommunalen SWOT-Analysen sowie die Ortskenntnisse und Erfahrungen der Entscheider vor Ort, um drohenden Gefahren aktiv zu begegnen. Das Land NRW (LANUK) arbeitet im Rahmen von Pilotprojekten (z. B. KI-HopE-DE – KI-gestützte Hochwasserprognose für kleine Einzugsgebiete in Deutschland) daran, diese Wissenslücke offiziell zu schließen.

Zur Ermittlung der Hotspots im Bereich Starkregen und Hochwasser wurden die einzelnen Datensätze mit Hilfe einer z-Transformation normiert, klassifiziert und miteinander verschnitten. So konnten die Bereiche, die von Überflutungen und Überschwemmungen am stärksten betroffen sind, weiter untergliedert werden und Fokusbereiche herausgestellt werden. Für die Festlegung der Hotspots wurden folgende Daten berücksichtigt:

- Wasserstände bei extremen Starkregenereignissen ($> 0,1$ m)
- Versiegelungsgrad
- Überschwemmungsgrenzen und Wasserstände Hochwasser HQextrem
- Tatsächliche Nutzung
- Altersstruktur
- Bevölkerungsdichte

Für die Hotspot-Ermittlung im Bereich Starkregen wurden die Flächen mit einem maximalen Wasserstand von mindestens $0,1$ m und einer Gesamtausbreitung von mindestens 500 m² als Grundfläche angenommen und mit weiteren Daten verschnitten und gewichtet. Dabei wurden Starkregen-Wassertiefen und der Versiegelungsgrad klassifiziert und bei der Gewichtung einzelner Flächen berücksichtigt. Gewichtungsfaktoren zur Altersstruktur und der Bevölkerungsdichte wurden dabei nur auf Wohngebiete innerhalb der Hotspotbereiche angewandt.

Für die Hotspot-Ermittlung im Bereich Hochwasser wurden die Überschwemmungsgrenzen für ein HQextrem-Hochwasser als Grundfläche angenommen. Beifolgender Datenverschneidung wurden Wassertiefen und der Versiegelungsgrad klassifiziert und bei der Gewichtung einzelner Flächen berücksichtigt. Gewichtungsfaktoren zur Altersstruktur und der Bevölkerungsdichte wurden dabei nur auf Wohngebiete innerhalb der Hotspotbereiche angewandt. Die Hotspots für Hochwasser werden abweichend von der generellen Gefahrenermittlung mit HQextrem als Grundlage berechnet, sodass mithilfe der abgestuften Legende detailliertere Aussagen zu der möglichen Betroffenheit gemacht werden können.

Hotspots zu den Themen Starkregen und Hochwasser werden in den nachfolgenden Kapiteln auf Ebene der gesamten Kommune dargestellt. Zooms auf relevante Kartenausschnitte sind im Rahmen von GIS möglich und können bei den KAM angefragt werden.

3.1.3 Funktionale Betroffenheit

Die funktionale Betroffenheitsanalyse dient der Identifikation von Größen wie Temperatur, Grundwasseranreicherung oder Landnutzung, deren klimawandelbedingte Veränderung über ihre Funktion in andere Handlungsfelder des Betrachtungsraums ausstrahlen und hierdurch die negativen Folgen des Klimawandels im Kreis Warendorf verstärken. Ziel ist außerdem, Ansatzpunkte für die Entwicklung von Anpassungsmaßnahmen herauszustellen.

Mit Hilfe einer SWOT-Analyse, diese steht für die englischen Begriffe „Strengths“ (Stärken), „Weaknesses“ (Schwächen), „Opportunities“ (Chancen) und „Threats“ (Risiken), lassen sich die Handlungsfelder im Hinblick auf klimabedingte Veränderungen strukturieren. Die vier Komponenten bilden die Grundlage der Analyse, um sowohl interne als auch externe Faktoren, die auf das System einwirken, zu identifizieren und zu bewerten. Diese Form

der Analyse ist ein bewährtes strategisches Planungsinstrument, das hilft, die Ausgangslage einer Fragestellung systematisch zu bewerten.

Die internen Faktoren umfassen Stärken und Schwächen. Stärken sind positive Eigenschaften oder Ressourcen, die zur Zielerreichung beitragen können, während Schwächen die Zielerreichung erschweren können. Die externen Faktoren, Chancen und Risiken, resultieren aus Entwicklungen und Einflüssen außerhalb des Systems, die entweder positive Möglichkeiten schaffen oder aber potenzielle Bedrohungen darstellen können.

Im Kontext des vorliegenden Klimaanpassungskonzepts sollen so die funktionalen Betroffenheiten durch den Klimawandel innerhalb verschiedener Handlungsfelder analysiert werden. Ziel ist es, fundierte strategische Empfehlungen zu entwickeln, die zur Stärkung der Klimaanpassungsfähigkeit der Kommunen des Kreises beitragen und Prioritäten für Maßnahmen setzen können.

Die folgenden Betroffenheitsanalysen orientieren sich grundsätzlich an den Handlungsfeldern dieses Konzeptes, die auf Themenfeldern der Deutschen Anpassungsstrategie fußen. Bei den Handlungsfeldern handelt es sich nicht um eine trennscharfe Einteilung, weshalb eine Mehrfachnennung von Auswirkungen nicht immer vermeidbar ist. Vielmehr verdeutlichen sie die Komplexität und die Tragweite von Klimawandelfolgen.

3.2 Betroffenheits- und Hotspotanalyse Stadt Beckum

3.2.1 Hitzebelastung in Tag- und Nachtsituation

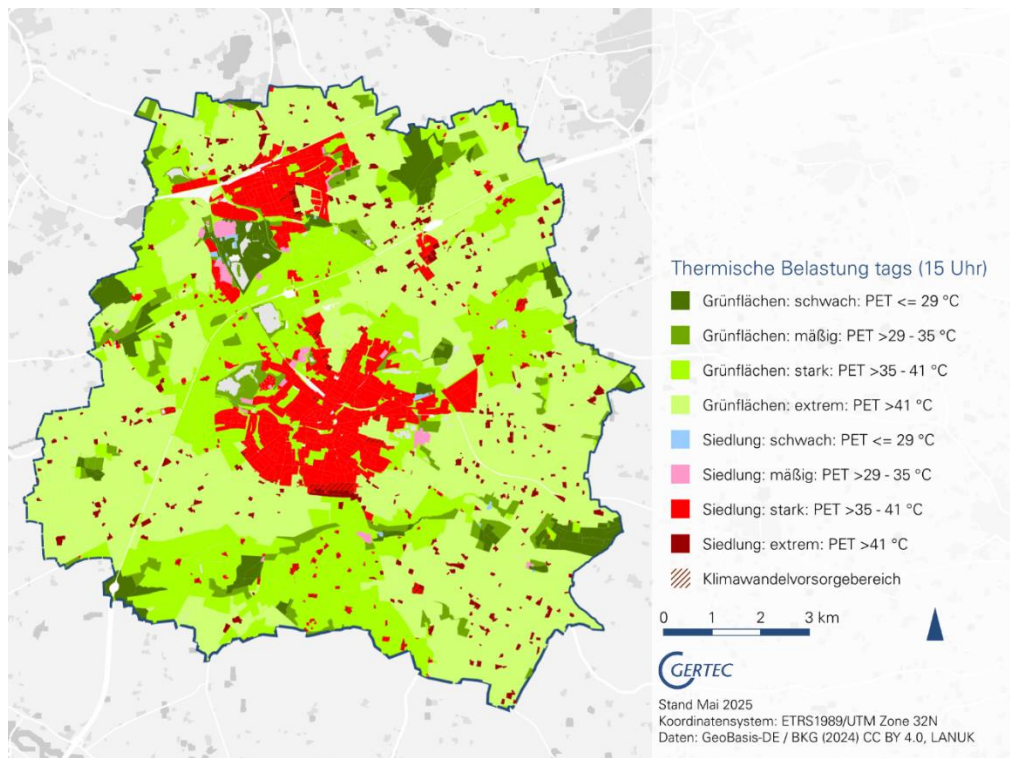


Abbildung 17 Thermische Belastung als Physiologisch Äquivalente Temperatur (PET) (Quelle: Klimaatlas NRW)

In **Abbildung 17** wird die starke thermische Belastung in den dichter bebauten Teilen des Stadtgebiets deutlich. Hier werden großflächig PET-Werte von bis zu 41 °C angegeben²¹. Durch die exponierte Lage sind auch vereinzelte Ansiedlungen außerhalb des Hauptsiedlungsgebiets von starker bis extremer thermischer Belastung betroffen.

Aufgrund der nächtlichen Kaltluftvolumenströme und der geringeren Wärmespeicherkapazitäten innerhalb der ländlicheren Lagen kommt es in diesen Bereichen nicht zu einer nächtlichen Überwärmung. Die großflächigen Grünflächen, welche die äußeren Siedlungsflächen umgeben, sorgen ebenfalls dafür, dass es in den Randbereichen der Hauptsiedlungsgebiete zu keiner nächtlichen Überwärmung kommt (**Abbildung 18**). Nur im Innenstadtbereich von Beckum und nördlich des Siechenbachs wird eine mäßige bis starke nächtliche Überwärmung (teilweise über 20 °C) festgestellt. Die erhöhten Wärmespeicherkapazitäten der Bauwerke und versiegelten Untergründe und die kaum vorhandene Einwirkung der Kaltluftströme in diesen Bereichen sorgen für eine schlechtere nächtliche Abkühlung.

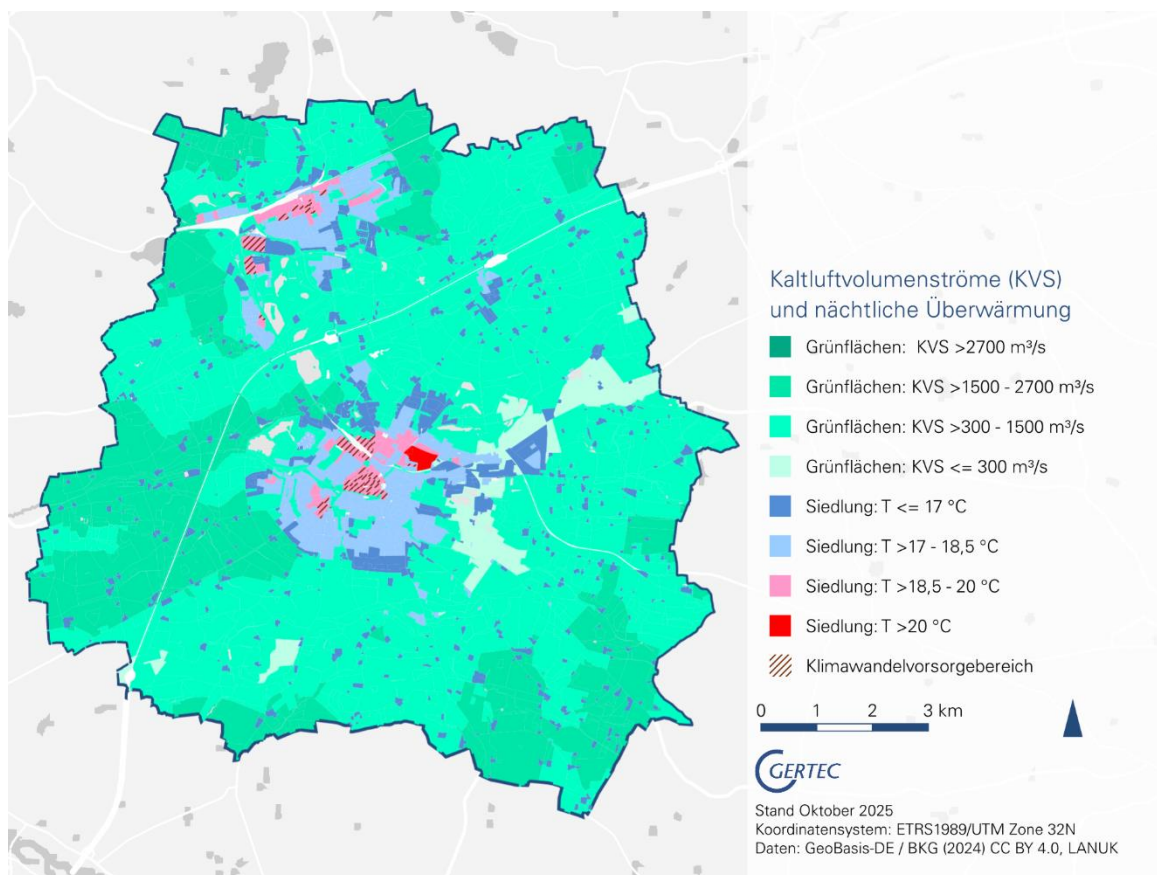


Abbildung 18 Kaltluftvolumenströme und nächtliche Überwärmung (Quelle: Klimaatlas NRW)

Abbildung 19 zeigt zusammenfassend die thermische Situation innerhalb der Siedlungsbereiche und die bestehende Ausgleichsfunktion der umliegenden Grünflächen. Es wird deutlich, dass den Beckumer Waldflächen im Westen am Dyckerhoffsee und entlang der Werse sowie südlich von Neubeckum die höchste Ausgleichsfunktion zukommt. Das beeinflusst die Siedlungsbereiche in direkter Umgebung positiv. In den Innenbereichen von Neubeckum und Beckum sowie im Industriegebiet nördlich des Siechenbachs kommt es insgesamt zu ungünstigen

²¹ Hinweis: Aufgrund der vorhandenen Datengrundlage wird die Fläche des relativ neuen Wohngebiets am südlichen Stadtrand als extrem thermisch belastet (PET > 41 °C) dargestellt. Diese extreme Belastung ist ein Darstellungsfehler und wurde in der neuen Klimaanalyse des LANUK behoben (dort wird die Belastung als mäßig angegeben). Diese aktualisierten Daten waren jedoch zum Zeitpunkt der Analyse noch nicht vorhanden. Sobald die aktualisierte Datengrundlage vorliegt, wird die betroffene Abbildung ersetzt. Dies hat keinen Einfluss auf die ermittelten Hotspots für Beckum. Im Vergleich mit der nächtlichen Überwärmung ist die unterschiedliche Berechnung zu beachten. In die Berechnung für die Tagessituation fließt der Faktor Wind nicht ein, weshalb sich diese Analyse deutlich von der nächtlichen Situation unterscheiden kann.

thermischen Situationen und auch vereinzelte außenliegende Hofstellen weisen eine ungünstige thermische Situation auf, was insbesondere Betriebe mit Viehhaltung vor Herausforderungen stellen kann. Deutlich wird zudem, dass große Teile der Hauptsiedlungsbereiche als Klimawandelvorsorgebereiche eingestuft werden und damit erhöhte Betroffenheiten durch zukünftige Erwärmungen aufweisen.

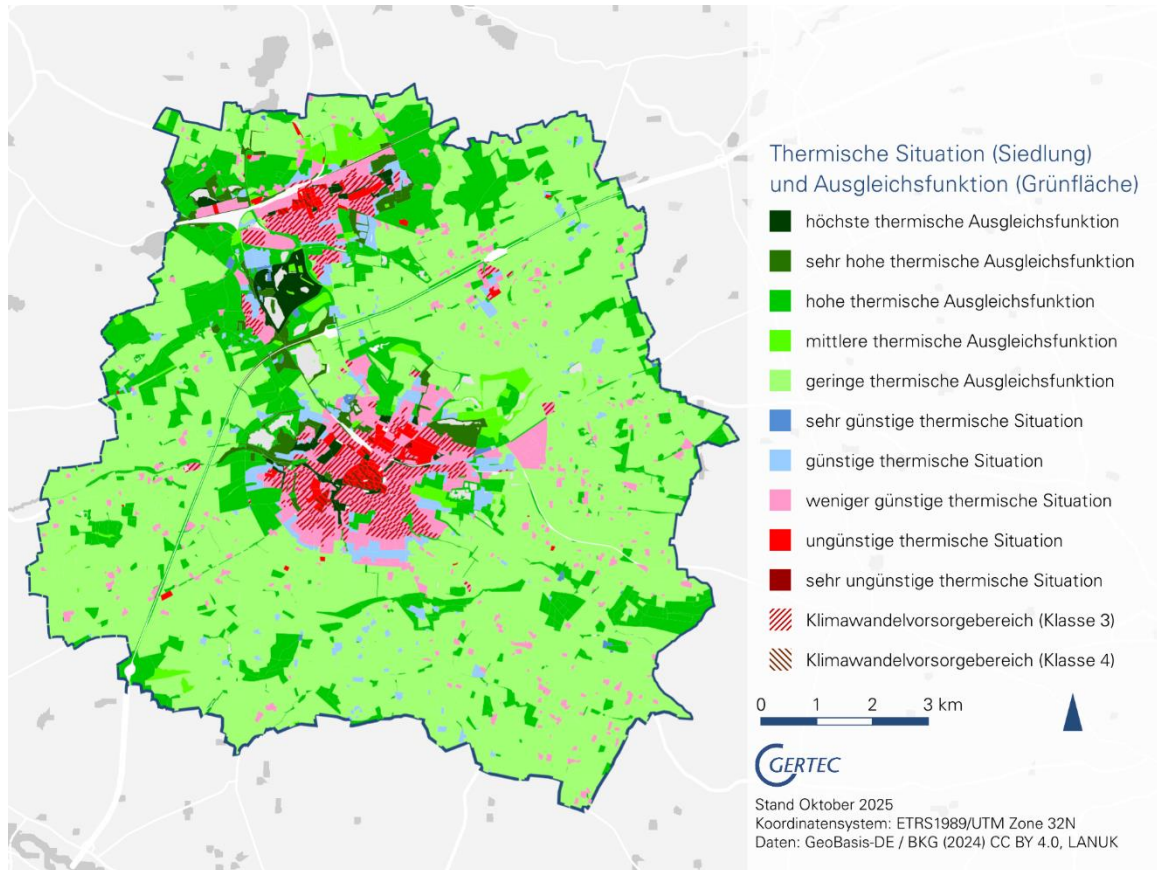


Abbildung 19 Thermische Situation und Ausgleichsfunktion der Grünflächen (inkl. Klimawandelvorsorgebereiche Quelle: Klimaatlas NRW)

3.2.2 Hotspots Stadtklima und Hitze

Abbildung 20 und **Abbildung 21** zeigen eine Übersicht der Hitzestress-Hotspots im gesamten Stadtgebiet bzw. in den besonders betroffenen Bereichen der Innenstadt von Beckum. Es wird deutlich, dass die Wohngebiete südwestlich der Beckumer Innenstadt in geringerem Umfang betroffen sind und die Hotspots sich neben der Innenstadt in erster Linie in vorwiegend gewerblich genutzten Stadtbereichen befinden. Im stark betroffenen Innenstadtbereich sind einige kritische Infrastrukturen, wie Verwaltungsgebäude und eine Kindertagesstätte angesiedelt.

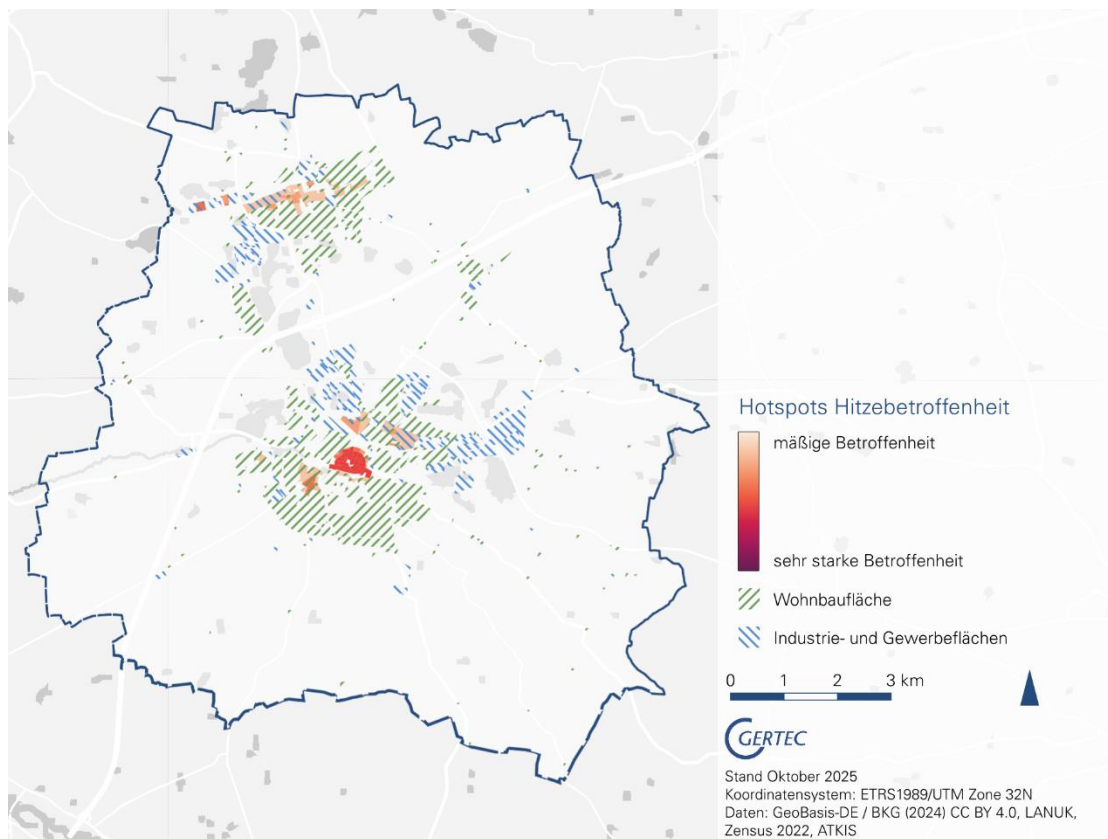


Abbildung 20 Beckumer Hitze-Hotspots (eigene Darstellung)

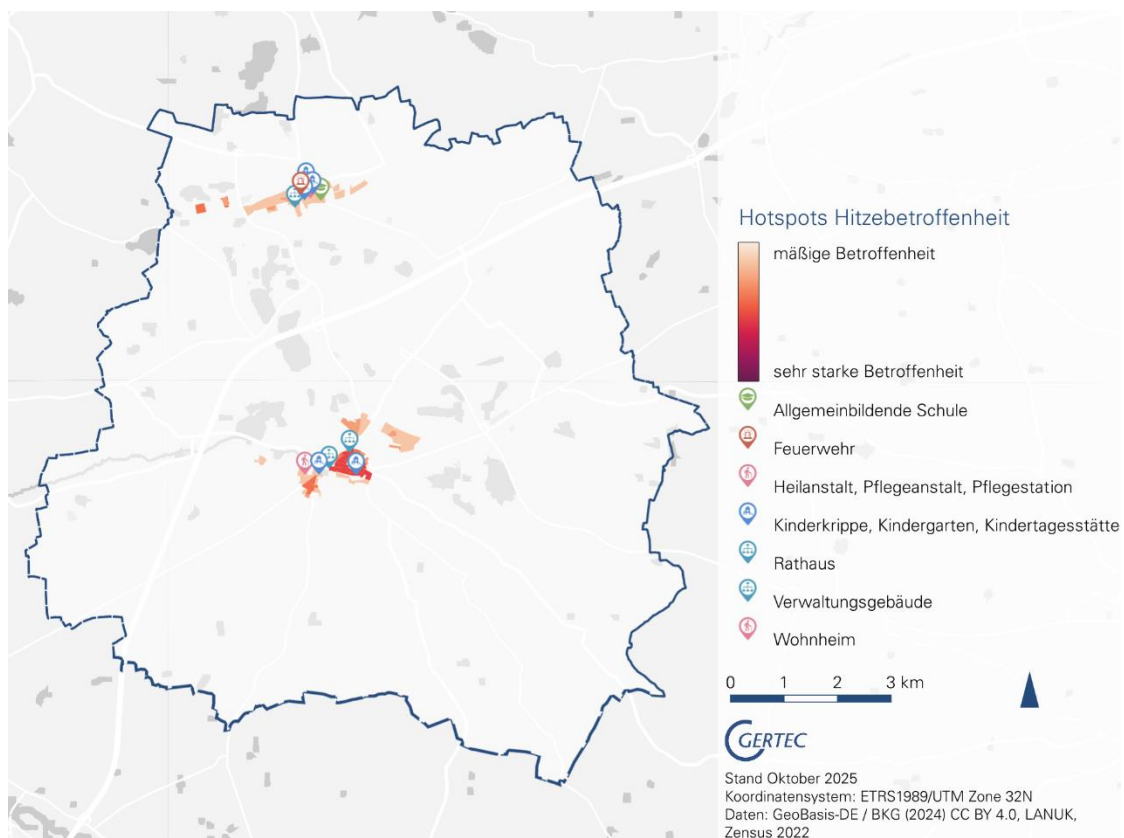


Abbildung 21 Beckumer Hitze-Hotspots inkl. betroffener kritischer Infrastruktur (eigene Darstellung)

3.2.3 Hotspots Starkregen

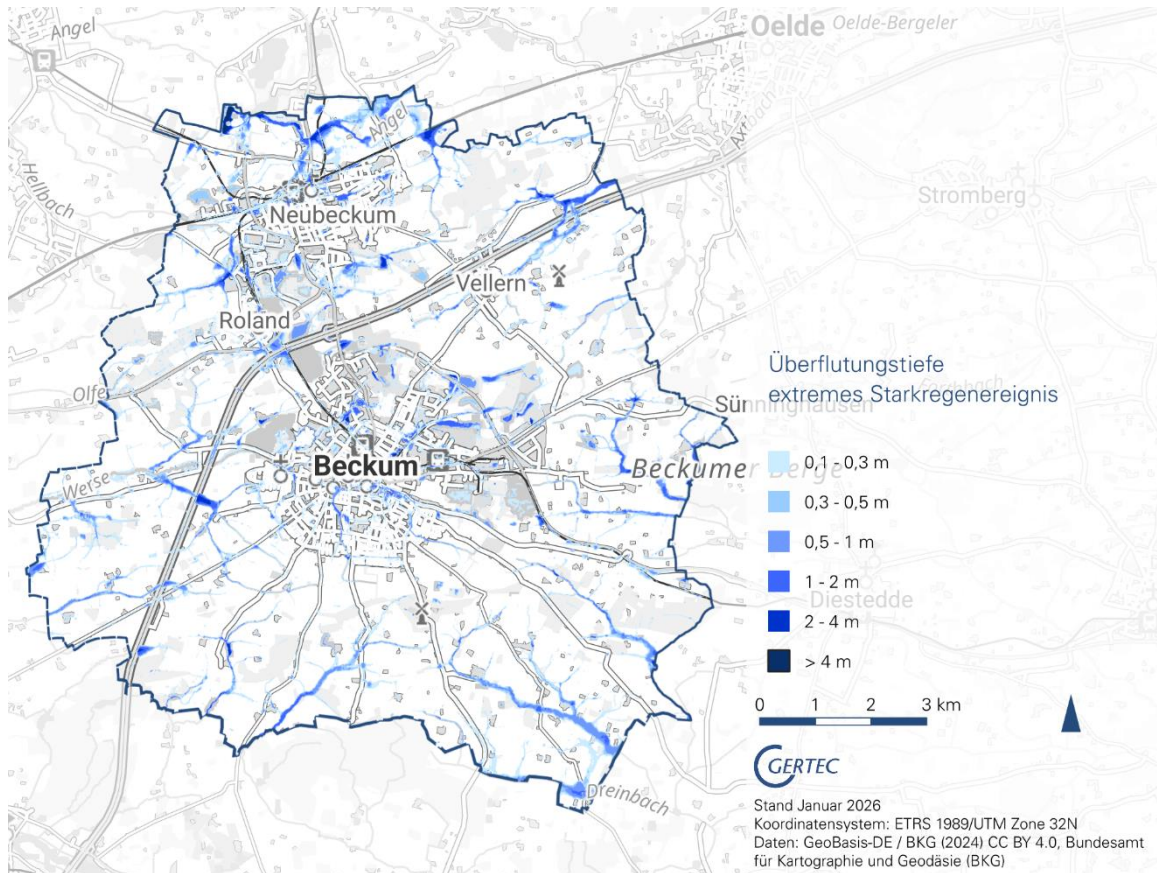


Abbildung 22 Starkregengefahrenkarte des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie (für Beckum (extremes Ereignis) (Quelle: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie)

Die vom Bundesamt für Kartographie und Geodäsie bereitgestellte Starkregengefahrenkarte für NRW beruht auf Modellberechnungen und macht für Beckum die im Stadtgebiet besonders gefährdeten Bereiche deutlich (vgl. [Abbildung 22](#)). Es zeigt sich, dass die Auswirkungen solcher Ereignisse sich in kleinräumigen Gebieten mit erhöhten Wasserständen manifestieren, die über das gesamte Stadtgebiet verteilt auftreten.

Besonders betroffen sind Senken und Tallagen entlang der Fließgewässer im gesamten Stadtgebiet. Innerhalb der Siedlungsgebiete sind die betroffenen Flächen zwar meistens kleinräumiger, aber insgesamt über das gesamte Gebiet verteilt. Besonders hervorzuheben sind hier die Bereiche östlich des Beckumer Stadtkerns am Lipweg, im Bereich des Kollenbachs sowie in Neubeckum einzelne Senken entlang der Bahntrasse und im Bereich Breslauer Straße/Spiekerstraße.

[Abbildung 23](#) zeigt eine Übersicht der Starkregen-Hotspots im gesamten Stadtgebiet. Besonders betroffen sind Teilbereiche der Beckumer Innenstadt, sowie Gewerbeflächen entlang der Bahntrasse in Neubeckum. Teilweise befindet sich kritische Infrastruktur in diesen Gebieten.

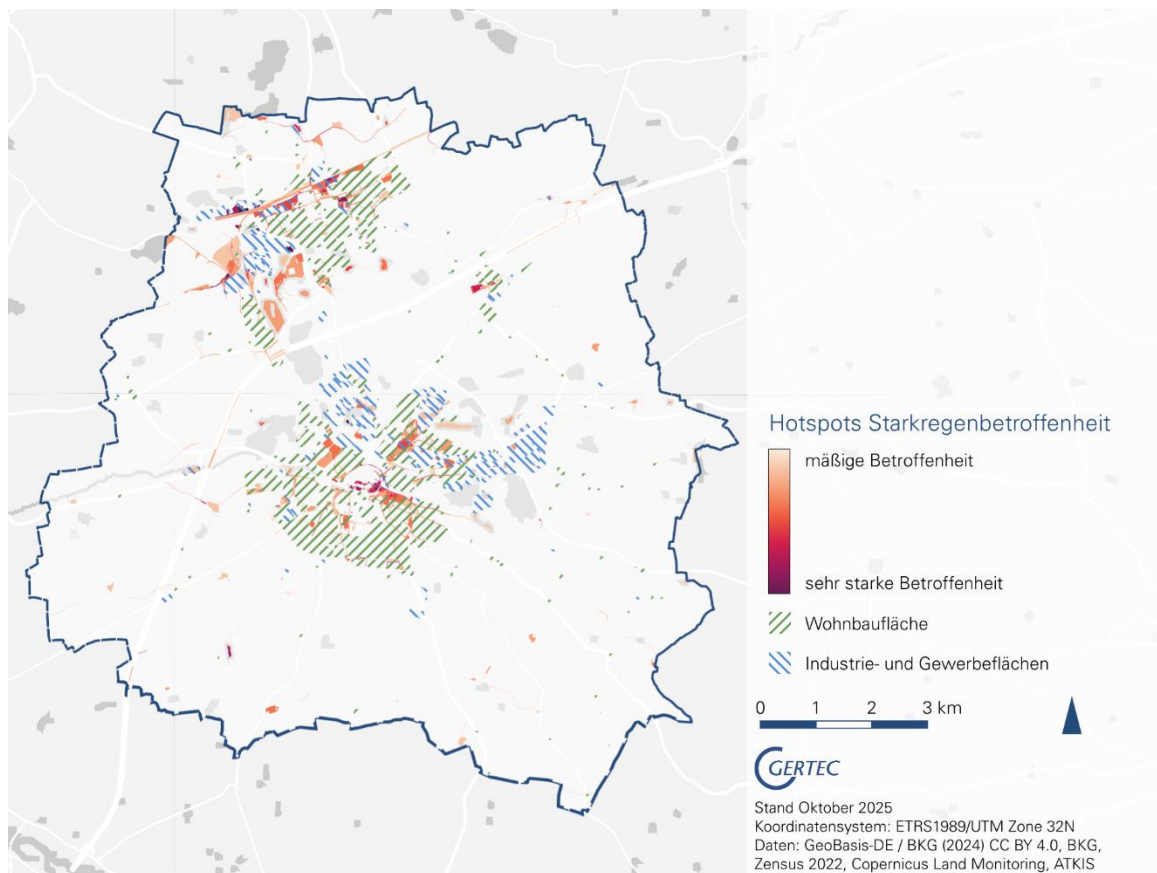


Abbildung 23 Beckumer Starkregen Hotspots (eigene Darstellung)

3.2.4 Hotspots Hochwasser

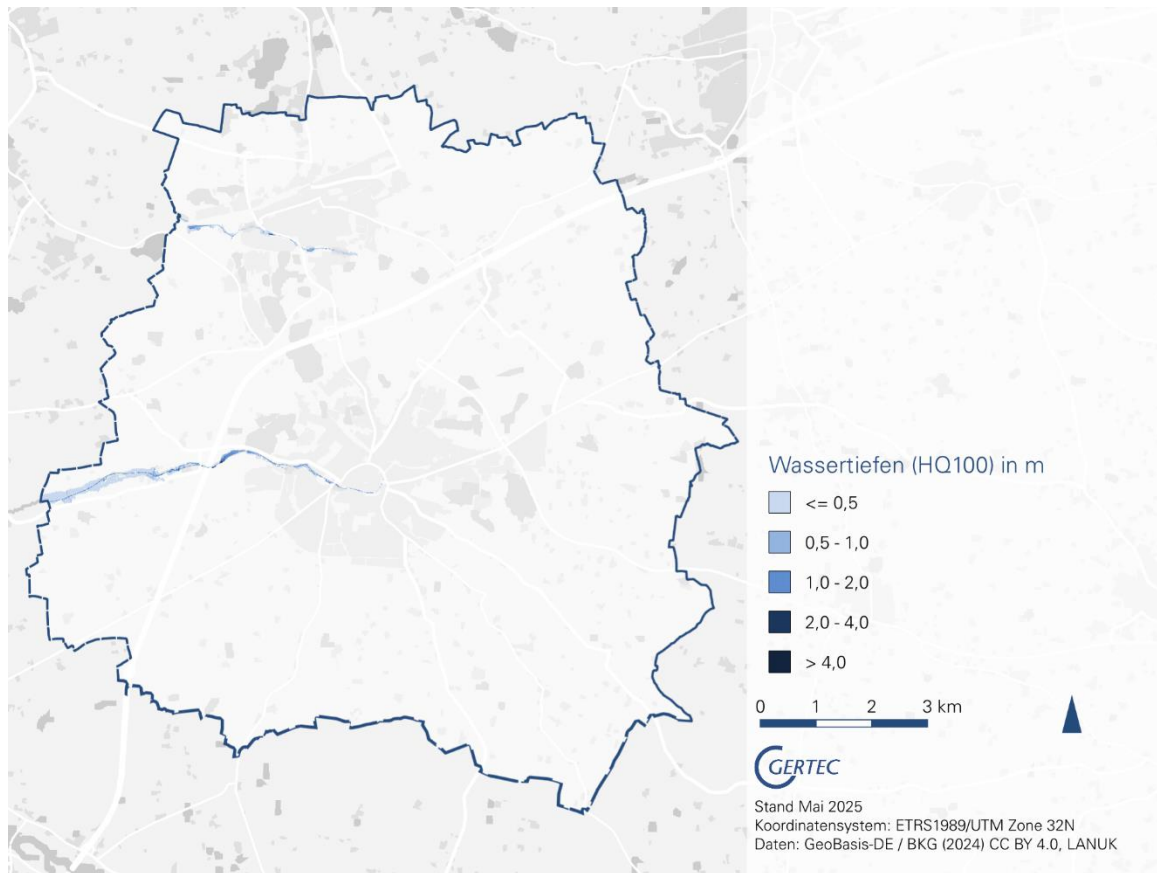


Abbildung 24 Maximale Wassertiefen für HQ100 in Beckum (Quelle: Hochwassergefahrenkarte NRW)

Abbildung 24 zeigt die maximalen Wassertiefen innerhalb von Beckum bei einem 100-jährigen Hochwasserereignis. Es wird deutlich, dass Überschwemmungen entlang einzelner Fließgewässer wie Werse oder Hellbach aufgrund ihrer Größe nur kleinräumigere Überschwemmungen im Stadtgebiet hervorrufen. Großflächige überschwemmungsgefährdete Gebiete sind nicht vorhanden.

Die Betrachtung der Flächennutzung in Abbildung 25 macht deutlich, dass hauptsächlich Landwirtschaftsflächen betroffen sind. Lediglich innerhalb der Siedlungszentren sind vereinzelt Wohn- und Industrie- und Gewerbeflächen betroffen. Die Ausdehnung der Überschwemmungsgebiete ist hier aber geringer und die Stadt ist auf HQ100 vorbereitet.

Es ist zu beachten, dass es im Einzelfall auch an kleineren Fließgewässern kleinräumig zu Überschwemmungen kommen kann. Problematisch ist auch Überschwemmung durch Starkregenereignisse aufgrund des Versiegelungsgrads und des begrenzten Abflusses im Innenstadtbereich. Das gilt es vor Ort nachzuhalten und entsprechende Maßnahmen zu ergreifen. Hinweise kann auch die Starkregen-Analyse (vgl. Kapitel 3.2.3 geben).

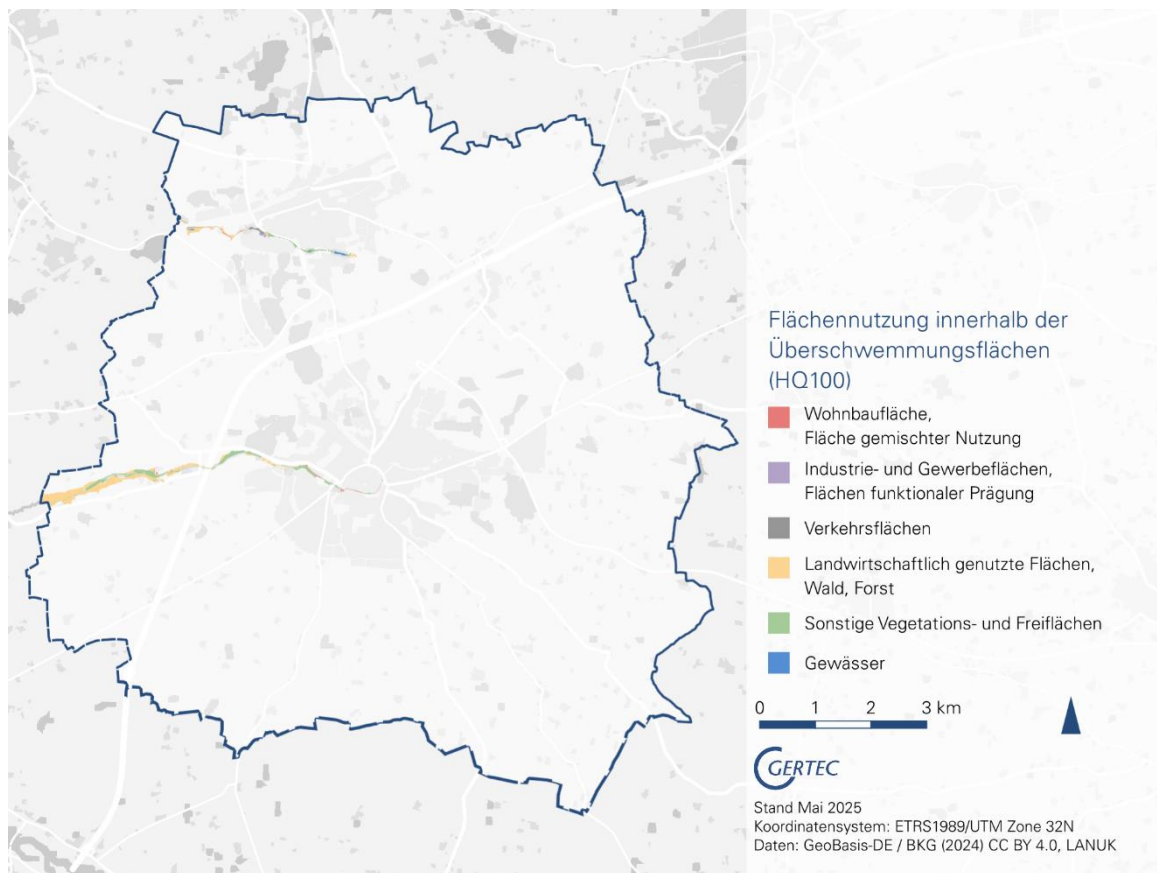


Abbildung 25 Flächennutzung innerhalb der Überschwemmungsgrenzen in Beckum (Quelle: Hochwasserrisikokarte NRW)

Abbildung 26 zeigt eine Übersicht der Hochwasser-Hotspots im gesamten Stadtgebiet. Hotspots sind im südöstlichen Stadtkern von Beckum sowie im westlichen Teil von Neubeckum westlich der B475 vorhanden. Hier befindet sich mit einer Kindertagesstätte kritische Infrastruktur. Bis HQ100 ist die Stadt jedoch bereits technisch abgesichert.

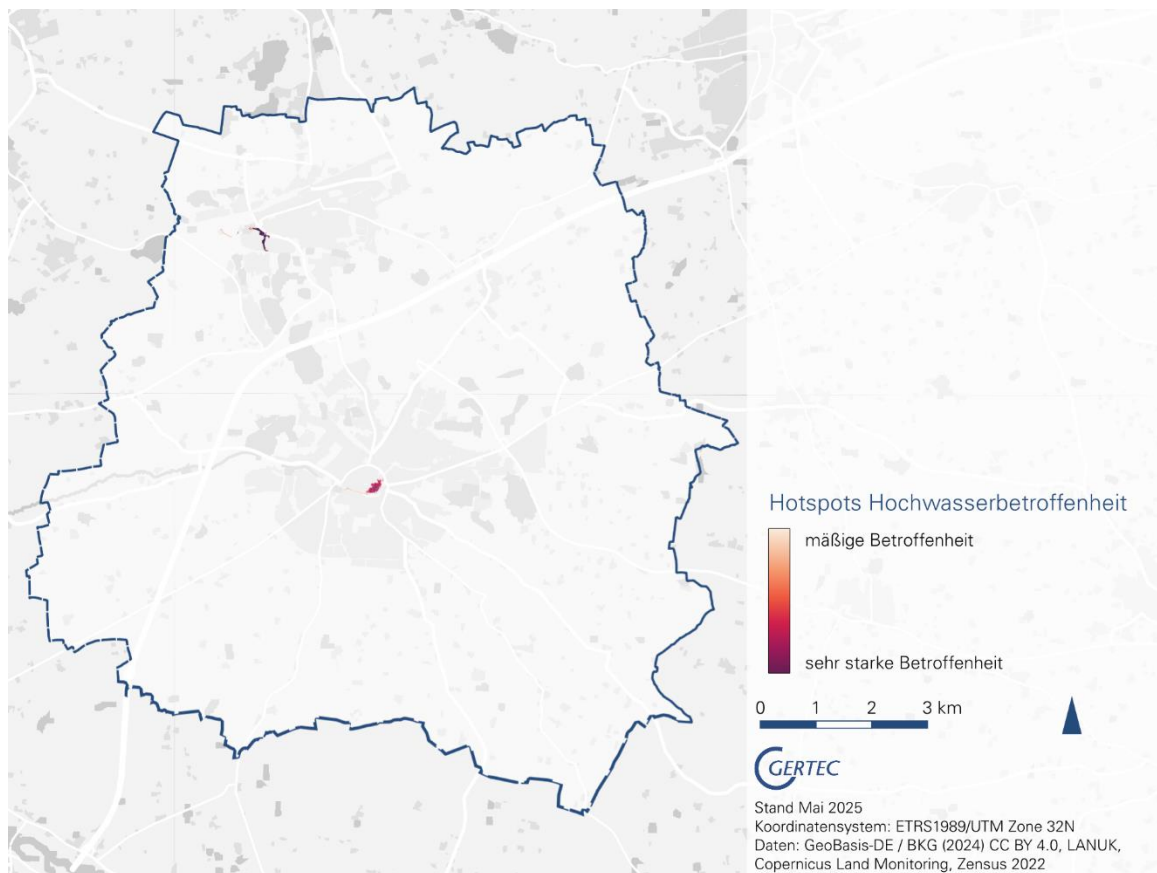


Abbildung 26 Beckumer Hochwasser-Hotspots (eigene Darstellung)

3.2.5 Funktionale Betroffenheitsanalyse

Im Rahmen der funktionalen Betroffenheitsanalyse werden die nachfolgenden Handlungsfelder betrachtet:

- Bauwesen
- Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft
- Bevölkerungsschutz und menschliche Gesundheit

Sekundär werden Aspekte weiterer Handlungsfelder mitbetrachtet, darunter insbesondere Biologische Vielfalt und landwirtschaftliche Aspekte.

3.2.5.1 Handlungsfeld Bauwesen

In diesem Handlungsfeld finden sich Aspekte der Handlungsfelder „Stadtentwicklung und kommunale Planung“, „Bauen und Wohnen“, „Verkehr und Verkehrsinfrastruktur“, „Industrie und Gewerbe“ sowie „Biologische Vielfalt“ der Deutschen Anpassungsstrategie. Bei den vier letztgenannten sind direkte Betroffenheiten durch den Klimawandel gegeben, wohingegen das Handlungsfeld „Stadtentwicklung und kommunale Planung“ an sich nicht direkt betroffen ist, sondern eher Lösungsansätze für alle betroffenen städtischen Bereiche liefern kann und muss. Betroffenheiten resultieren aus den typischen Klimawandelfolgen, wie Hitze, Trockenheit, Starkregen, Sturm etc., sind im Stadtgebiet äußerst vielfältig und werden zum Teil in den anderen Handlungsfeldern dieses Konzepts beschrieben, wie etwa „Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft“ (vgl. Kapitel 3.2.5.2) und „Bevölkerungsschutz und menschliche Gesundheit“ (vgl. Kapitel 3.2.5.3).

Das Handlungsfeld Bauwesen hat die Aufgabe, das gesamte Stadtgebiet im Blick zu behalten und mit geschickten Entscheidungen, Betroffenheiten in den diversen Belangen zu mindern oder vorzubeugen und dabei Nutzungs- und Interessenkonflikten zu begegnen. Dieses Handlungsfeld hat eine zentrale, steuernde Funktion, welches in seiner Wirkung auf viele weitere Themenfelder ausstrahlt.

Zukünftig wird es allgemein nötig sein, eine Anpassung der Stadtstrukturen an höhere Temperaturen, Extremwetterereignisse und Veränderungen im Grundwasserspiegel vorzunehmen, dies gilt jedoch auch speziell für eine entsprechende Anpassung der Gebäude in Beckum. In Bezug auf höhere Temperaturen sind vor allem Gebäude und Einrichtungen in den dichter versiegelten Stadtteilen, aber auch die Industrie- und Gewerbegebiete betroffen, da Baumaterialien wie Beton und Asphalt die Wärme aus Sonneneinstrahlung länger speichern und so auch nachts noch abgeben. Dies kann insbesondere in den Sommermonaten Juni bis August zu einer erhöhten thermischen Belastung (sogenannte Hitzeinselbildung) führen und mindert die Aufenthalts- und Wohnqualität in diesen Gebieten. Tagsüber verstärkt der Hitzeinseleffekt die Auswirkungen der prognostizierten häufigeren „Heißen Tage“, sodass insbesondere in der Innenstadt und in den betroffenen Gewerbegebieten mit einem hitzebedingten Rückgang der Produktivität zu rechnen ist. Das Umweltbundesamt geht davon aus, dass durch die steigenden Temperaturen städtische Hitzeinseln bis zur Mitte des 21. Jahrhunderts verstärkt auch in den Monaten Mai und September auftreten werden, was die gesundheitliche Belastung im städtischen Raum erhöht und in Industriegebieten zu zusätzlichen Anforderungen an Prozesskühlung führt. Aber auch die zunehmende Flächenversiegelung in urbanen Räumen, Trockenheit und Stickstoffbelastung tragen zu einem Rückgang von temperatenausgleichenden Freiflächen und städtischem Grün bei. Städtische Bäume werden durch Hitze, Bodenversiegelung und damit einhergehendem reduzierten Wurzelraum, Abgase und andere Faktoren belastet, die durch höhere Durchschnittstemperaturen, häufigere Hitzeinselbildung und verlagerte Niederschlagsereignisse weiter verstärkt werden.

Folgen des Klimawandels können auch Schäden an Gebäuden verursachen sowie die Gebäudefunktionalität einschränken. Höhere Durchschnittstemperaturen können sich laut Umweltbundesamt auf den Wasserhaushalt, insbesondere den Grundwasserspiegel auswirken, was zu Absackungen oder einer temporären Vernässung mit folgender Setzung des Bodens und damit zu Schäden an Gebäuden führen kann²². Eine sekundäre Folge von Stauwasser infolge von beispielsweise Starkniederschlägen ist, dass bei Eindringen in das Gebäude mit Mineralöl, Chemikalien und Fäkalien belastete Sedimente mit dem Wasser verteilt werden und dass die Feuchtigkeit die Baustanz angreift. Gleiches gilt für die steigende Anzahl von Extremwetterereignissen, die Überschwemmungen, Erosion und Hagelschäden mit sich bringen, die wiederum zu Gebäude- und Infrastrukturschäden führen können. Je stärker ein Gebiet versiegelt ist, desto höher ist das Risiko für Rückstau und Überschwemmungen während starker Regenfälle, wenn das Regenwasser nicht schnell genug versickern kann und die Bemessungsgrenze des Kanalsystems überschritten wird.²³ In lokalen Fließgewässern, wie der Werse oder dem Hellbach kann die zusätzliche Wassermenge die Fließgeschwindigkeit erhöhen, was zu Unterspülungen und Schäden an umliegenden Gebäuden und Infrastruktur führen kann (Betroffenheit ist jedoch eher gering, vgl. [Kapitel 3.2.4](#)). Entsprechend müssen sowohl Wohngebäude als auch Infrastruktur wie Straßen, Kanalisation und Strom- und Wärmeversorgung an zukünftige Gefahren angepasst werden. Hier besteht ein fließender Übergang in das bzw. eine starke Verflechtung mit dem Handlungsfeld „Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft“.

Die Raumordnungs-, Regional- und Bauleitplanung kann als Steuerungsinstrument wesentlich zur Abschwächung von Klimafolgenwirkungen beitragen, indem beispielsweise Flächen als Überschwemmungsfläche eingepflanzt und Infrastruktur in möglichst risikoarmen Bereichen errichtet wird. Andererseits kann sie auch Nutzungskonflikte mindern und multifunktionale Nutzungsformen vorantreiben, insbesondere in Bezug auf die Ressourcen Boden und (Trink-)Wasser.

²² Umweltbundesamt, 2023. Monitoringbericht 2023 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel – Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung. S.13.

²³ Umweltbundesamt, 2023. Monitoringbericht 2023 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel – Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung. S. 224.

Dies kann beispielsweise bedeuten, dass eine starke Klimaanpassung als expliziter Abwägungsgrund in Planungsentscheidungen eingeführt wird. Neben der Sicherung von klimawirksamen Flächen und deren Vernetzung hat die kommunale Flächenplanung auch die Aufgabe, den Zuwachs von Siedlungs- und Verkehrsflächen zu begrenzen, Luftleitbahnen freizuhalten und für hitzeangepasstes Stadtgrün zu sorgen. Darüber hinaus ist die Kommune für die Klimaanpassung ihrer eigenen Gebäude verantwortlich.

Biologische Vielfalt

Ökosysteme und die biologische Vielfalt sind durch viele verschiedene Faktoren gefährdet, von denen der Klimawandel nur ein Teilaspekt ist. Gefährdung erfolgt durch Verkleinerung und Zerschneidung von Ökosystemen aufgrund von Landnahmen und Versiegelungen (für Gebäude, Straßen oder sonstige Infrastruktur), Umweltverschmutzung, Monokulturen in Land- und Forstwirtschaft, Vielfalt-verhindernde Bewirtschaftungsweisen (Mähen, Düngung, Vernichtung von Ackerbegleitgrün oder aus Sicht der Landwirtschaft schädlichen Insekten oder Pilzen). Globalisierung sorgt für die Einwanderung fremder Arten, die schlimmstenfalls so konkurrenzstark sind, dass heimische Tier- und Pflanzenarten verdrängt werden (beispielsweise japanischer Staudenknöterich, Springkraut, Riesenbärenklau).

Vor allem die durch den Klimawandel hervorgerufene Erwärmung wirkt sich auf die Ökosysteme aus. Aquatische Ökosysteme (beispielsweise Dyckerhoffsee) leiden in warmen und trockenen Phasen durch niedrige Pegelstände und steigende Wassertemperaturen, was sich negativ auf die Populationen von Pflanzen und Tieren auswirkt bzw. die Massenausbreitung unerwünschter Pflanzen oder Tiere zusätzlich fördern kann.

Auswirkungen auf die Biodiversität entstehen einerseits durch strukturelle Veränderungen infolge der eher „schleichenden“ Erwärmung, andererseits akut durch Hitze- und Dürrephasen oder Starkregenereignisse. Diese klimatischen Änderungen, die normalerweise über tausende von Jahren graduell geschehen, werden durch das Tempo des Klimawandels beschleunigt und innerhalb von nur wenigen Jahrzehnten erfolgen. Die vielfältigen und komplexen Wechselwirkungen in Ökosystemen geraten aus dem Gleichgewicht und einheimische Tier- und Pflanzenarten können sich nicht in ausreichendem Maße anpassen, was für viele Arten existenzbedrohend ist. Dadurch werden auch die Gesundheit der einheimischen Ökosysteme (u. a. Wälder, Seen, Feuchtgebiete) sowie die Ökosystemdienstleistungen²⁴ geschädigt, welche oft für selbstverständlich gehalten werden. Gleichzeitig sinkt auch die Resilienz des Ökosystems gegenüber dem Klimawandel mit jeder verlorenen Spezies²⁵. Laut Heinrich-Böll-Stiftung werden in der Hauptgruppe „Offenland“, in die die Siedlungs- und Landschaftsstrukturen der Stadt Beckum eingeordnet werden können, nur 51 von 202 Lebensraumtypen als „aktuell ohne Verlustrisiko“ aufgeführt. Die übrigen Lebensraumtypen sind in verschiedenen Graden gefährdet bis hin zu von Vernichtung bedroht (Stand 2016)²⁶.

Die klimatischen Veränderungen können darüber hinaus dazu führen, dass sich vom Menschen eingebrachte Pflanzen mit ursprünglich anderem Lebensraum (Neophyten) stärker ausbreiten und heimische Flora und Fauna weiter verdrängen. Beispielhaft sei hier das Drüsige Springkraut genannt, welches – aus Indien stammend – im 19. Jahrhundert als Zierpflanze nach Europa gebracht wurde und aufgrund seiner starken verwilderten Ausbreitung seit 2017 auf der „Liste invasiver gebietsfremder Arten von unionsweiter Bedeutung“ steht.

Akute Dürre- und Trockenheitsphasen können die Vitalität der Vegetation stark einschränken und sich damit auch auf die von ihr abhängige Tierwelt auswirken. Bei Bäumen oder Wäldern im Trockenstress droht (bei Laubbäu-

²⁴ Z. B. saubere Luft und Wasser, die aus dem natürlichen Ökosystem entstehen, ohne dass Menschen das beeinflussen müssen.

²⁵ Quarks, 2022. <https://www.quarks.de/umwelt/tierwelt/warum-wir-biodiversitaet-brauchen/>

²⁶ Heinrich Böll Stiftung, 2019. <https://www.boell.de/de/2019/01/09/biodiversitaet-deutschland-artenvielfalt-geht-verloren>; Von 202 Lebensraumtypen im Bereich Offenland kann für 10 aufgrund einer defizitären Datenlage keine Aussage getroffen werden.

men) der Verlust der Kronen oder von Teilen davon, was wiederum zur Gefährdung von Menschen durch herabstürzende Äste führen kann. Es drohen weiterhin Schädlingsbefall (Stichwort „Borkenkäfer“) oder gesteigerte Waldbrandgefahr.

Im Bereich der privaten Haushalte sorgen gewisse Moden, wie die Gestaltung von Schottergärten, die Vorliebe für Pflanzen mit wenig ökologischem Nutzen (bspw. Kirschlorbeer, Forsythie) oder aber einfach der Wunsch nach pflegeleichten Gärten für Einschränkungen der biologischen Vielfalt.

Im Gegensatz zu natürlichen Freiflächen oder Wäldern gilt für Stadtgrün und privates Grün, dass ihre Vitalität und Verdunstungsleistung durch Bewässerung gestärkt und erhalten werden kann, jedoch ist der Einsatz von Trinkwasser hierfür als kritisch anzusehen.

Für die Stadt Beckum bestehen Aufgaben, aber auch Handlungsmöglichkeiten, die sich zum Teil auch im Maßnahmenkatalog wiederfinden. Dabei bestehen Handlungsspielräume über die Stadtentwicklung und die kommunale Planung für eine Aufwertung und eine Vernetzung vorhandener Flächen zu sorgen. Vor dem Hintergrund der im Münsterland relativ „grünen“ Siedlungsstruktur und den Erfahrungen der Kommunen mit Bürgerinnen- und Bürgerbeteiligungen bietet sich eine gute Ausgangsbasis für eine akteursgetragene Maßnahmenumsetzung.

Stärken	Schwächen
• Masterplan Beckum mit Handlungsfeld Stadtentwicklung und Klimaanpassung • Erfahrungen mit klimaangepasster Flächengestaltung (z. B. umfassende Renaturierungsprojekte an Werse und Hellbach) • Nachhaltigkeitsstrategie und Fortschreibung ISEK mit Ansätzen zu Klimaanpassung	• fehlende Digitalisierung im Grünflächenmanagement • knappe finanzielle und personelle Ressourcen • Anpassungen im Bestand sind schwieriger zu realisieren als im Neubau
Chancen	Risiken
• Aufgelassene Steinbrüche und Gesamtrekultivierungsplan • konzeptionelle Grundlagen zur Stadtentwicklung vorhanden, in die Klimaanpassung integriert werden kann • mehr oder weniger stabile Bevölkerungsentwicklung (Prognose) bis 2050 • bestehende Bautätigkeiten • Verwaltung kann die gesamte Kommune im Blick halten und in vielen Bereichen Einfluss nehmen • Vorbildfunktion Stadt nutzen • Sich ändernde Gesetzeslagen und Förderkulturen	• relativ hoher Versiegelungs- und Bebauungsgrad (Kreisvergleich) • Umsetzung von Maßnahmen außerhalb der Verwaltung kaum beeinflussbar

Tabelle 14 SWOT-Analyse: Handlungsfeld Bauwesen Beckum

3.2.5.2 Handlungsfeld Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft

Der Wasserhaushalt eines Gebietes wird durch Niederschläge und Evapotranspiration bestimmt, die wiederum stark von den örtlichen Temperaturen und der Einstrahlung abhängen. Die Niederschlagsprognosen in den beiden Klimaszenarien (vgl. Kapitel 2.3.3.2) sagen eine Zunahme der Niederschlagsmengen bei gleichzeitiger saisonaler Verschiebung in die Wintermonate vorher, außerdem eine Zunahme von Starkregenereignissen.

Die Temperaturen in Beckum nehmen zu (vgl. [Kapitel 2.3.3.1](#)) gleichzeitig kommt es zu einem leichten Rückgang der Grundwasserneubildung (vgl. [Kapitel 2.3.2.3](#)). Dieser Trend ist deutschlandweit zu beobachten, ganz Deutschland verliert seit 2000 etwa 2,5 Gigatonnen Wasser pro Jahr²⁷.

An den örtlichen Fließgewässern (Beispielsweise Werse und Hellbach) ist ganzjährig mit Überflutungen zu rechnen, die sowohl von Starkniederschlägen als auch Flusshochwasser verursacht werden können (vgl. [Kapitel 3.2](#))²⁸. Auch abseits der Fließgewässer ist in lokalen Senken mit Überflutungen zu rechnen. Starkregenereignisse bergen neben Schäden an Gebäuden und Infrastruktur auch die Gefahr von Erosionsereignissen durch abfließendes Wasser, die wiederum beispielsweise der Landwirtschaft schaden (Abtrag von Boden auf Ackerflächen) oder zu Unterspülungen und damit Schäden an Gebäuden und Infrastruktur führen können (absackende/abrutschende Straßen und Gebäude). Stehendes Wasser auf landwirtschaftlichen Flächen schadet der Landwirtschaft ebenfalls, in dem Böden unbearbeitbar werden und Kulturen im feuchten Boden ersticken.

Die Verschiebung der Niederschläge aus den Sommermonaten in Richtung Wintermonate hat Folgen für die Wasserverfügbarkeit in der Vegetationsperiode. Reduzierte Niederschläge bzw. größtenteils oberflächlich abfließende Starkregenereignisse führen zu Wassermangel in den Sommermonaten, mit Folgen für die Vegetation – bspw. landwirtschaftlich genutzte Flächen (Äcker oder Wiesen), Wälder, Gärten, Parks und sonstige Grünflächen. Kann nicht zum Erhalt der Wasserversorgung bewässert werden, drohen Ernteeinbußen und eine reduzierte Kühlwirkung durch verringerte Evapotranspiration. Langfristig entstehen dauerhafte (Dürre-)Schäden an der Vegetation, wie bspw. das Absterben einzelner Pflanzen oder ganzer Wälder (Kalamitätsflächen, auch infolge eines Borkenkäferbefalls²⁹). Hier sind direkte Wechselwirkungen von Wasserhaushalt und Vegetation/Biodiversität ersichtlich (vgl. [Kapitel 3.2.5.1](#)). Die reduzierte Kühlleistung der Vegetation kann in Siedlungsgebieten auch das Mikroklima verändern und die menschliche Gesundheit beeinträchtigen (vgl. [Kapitel 3.2.5.3](#)).

Die große Herausforderung der Wasserwirtschaft besteht darin, saisonalen Verlagerungseffekten (zu viel oder zu wenig Wasser) mit entsprechenden Maßnahmen zu begegnen. Dabei sind entsprechende Wasserqualitäten, bspw. für Trinkwasser, Brauchwasser oder Kühlwasser, zu berücksichtigen.

Trinkwasser in Beckum kommt bis auf wenige Ausnahmen (Selbstversorger mit eigenen Brunnen) über die Wasserversorgung Beckum (WVB). Gemäß dem aktuellen Wasserversorgungskonzept aus dem Jahr 2024 wird die Gefahr einer Einschränkung der Trinkwasserversorgung infolge von Trockenheit als gering eingestuft, da verschiedene Bezugsquellen zur Verfügung stehen. Risiken werden eher durch erhöhte Schadstoffbelastung („Nitrat“) und vergleichsweise hohe Abwasseranteile in Phasen mit geringem Wasserangebot gesehen, welche die Wassergüte beeinträchtigen.

Beckum ist im Kreisvergleich verhältnismäßig stark versiegelt, was sich bei Starkregenereignissen negativ auf die Siedlungsentwässerung auswirken kann. Neue Baugebiete und Nachverdichtungen erhöhen die Auslastung der bestehenden Kanalisation. Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass kommunale Kanalisationen nicht für die Ableitung von Starkregenereignissen dimensioniert sind. Selbst bei Vorhandensein technischer Möglichkeiten wäre eine solche Anpassung wirtschaftlich nicht durchführbar.

²⁷ Umweltbundesamt, 2023. Monitoringbericht 2023 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel – Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung. S. 13.

²⁸ Flusshochwasser bezieht sich hier nicht auf die Ergebnisse der Hochwassergefahrenkarten des LANUK für NRW für Risikogewässer nach § 74 des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG)

²⁹ Hier liegt eine Wirkkette vor. Trockenschäden/-stress erhöhen die Verwundbarkeit gegenüber Schädlingen.

Stärken	Schwächen
• Niederschlags-/Abfluss-Modell obere Werse • Enger Kontakt zur örtlichen Wasserversorgung WVB • Nachhaltigkeitsstrategie und Fortschreibung ISEK mit Ansätzen zu Klimaanpassung • Relevante Konzepte zeigen Handlungsbedarf auf (z. B. Wasserversorgungskonzept, Abwasserbeseitigungskonzept, Generalentwässerungsplan) • Erfahrung mit Hochwasser- und Starkregenereignissen	• fehlende Starkregen-Analyse • knappe finanzielle und personelle Ressourcen
Chancen	Risiken
• Attraktivierung der (Innen-)Stadt durch Gestaltung multifunktionaler und versickerungsfördernder Flächen	• Überflutungsgefahr durch lokale Fließgewässer • relativ hoher Versiegelungs- und Bebauungsgrad (Kreisvergleich); • sinkende Grundwasserneubildung bis Grundwasserzehrung • Fehlendes Bewusstsein/fehlende Anpassungshandlungen bei Bevölkerung

Tabelle 15 SWOT-Analyse: Handlungsfeld Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft Beckum

3.2.5.3 Handlungsfeld Bevölkerungsschutz und menschliche Gesundheit

Menschliche Gesundheit ist vor allem durch Hitze und Hitzefolgen sowie allgemeine Folgen steigender Durchschnittstemperaturen betroffen. Nachgelagert spielen auch VASS (Vektoren, Allergene, Schadtieren, Schadpflanzen; z. B. invasive Arten), die sich in Folge des Klimawandels ausbreiten, eine Rolle. Sekundär besteht Gefahr (für Leib und Leben) durch Überflutungen infolge von Hochwasser oder starken Niederschlagsereignissen.

Durch steigende Temperaturen und Hitzewellen kommt es bereits heute, zukünftig verstärkt, zu erhöhten Gesundheitsrisiken (z. B. Herz-Kreislauf-Probleme) und einer Zunahme der Morbidität. Das bedeutet, dass die Krankheitshäufigkeit bezogen auf eine bestimmte Bevölkerungsgruppe in einem bestimmten Zeitraum, insbesondere bei älteren Menschen (Altersgruppe 74+) ³⁰, jungen Menschen (Kleinkinder) oder Menschen mit Vorerkrankung, zunimmt. Auch die Mortalität (Sterblichkeit) steigt. Außerdem ist durch die längere Vegetationsperiode mit einem stärkeren Pollenflug und dem Aufkommen invasiver Arten und neuer Krankheiten zu rechnen, es kommt zu steigender Belastung durch UV-Strahlen, eventueller Beeinträchtigung der Trinkwasserqualität sowie zu Luftbelastungen infolge zunehmender Inversionswetterlagen.

Die Zunahme von meteorologischen Ereignistagen („Sommertage“, „heiße Tage“ oder „Tropennächte“ ³¹ etc.) wird auch die Stadt Beckum beeinflussen (vgl. Kapitel 2.3.3.1). Dieser Aspekt sowie der Aspekt des demographischen Wandels (vgl. Kapitel 2.3.1) führen in den nächsten Jahren und Jahrzehnten zu einer steigenden Anfälligkeit gegenüber Hitzewellen.

Die Zunahme der Sommertage auf bis zu 43 Tage (RCP 4.5) bzw. 81 Tage (RCP 8.5) pro Jahr bis zum Ende des Jahrhunderts sowie eine Häufung der heißen Tage im selben Zeitraum auf bis zu 11 Tage (RCP 4.5) bzw. 29 Tage

³⁰ Bereits in der Gruppe Altersgruppe 65+ werden durch Wärme gesundheitliche Belastungen beobachtet, in Altersgruppe 74+ lässt sich wiederum eine erhöhte Sterblichkeit während Hitzephasen beobachten. Quelle: Umweltbundesamt, 2012. <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/515/dokumente/4298.pdf>

³¹ Eine Tropennacht ist eine Nacht in der das Minimum der Lufttemperatur $\geq 20^\circ\text{C}$ beträgt.

(RCP 8.5) pro Jahr wird die bioklimatische Wärmebelastung für die zunehmend alternde Bevölkerung über den Faktor Lufttemperatur weiter verschärfen. Das Gesundheitsrisiko durch erhöhte Temperaturen steigt insbesondere in den dichter bebauten und versiegelten Siedlungsflächen, wobei weite Teile insbesondere ländlicher Kommunen im Münsterland sich durch eine vergleichsweise lockerer Bebauungsstruktur und teils große Gärten auszeichnen und somit im Vergleich etwas weniger unter Hitzestress leiden.

Menschen der Altersgruppe 74+ sind durch die Wärmebelastung besonders gesundheitlich gefährdet. Das Umweltbundesamt³² geht in dieser Altersgruppe von einem hitzebedingten Anstieg der Mortalität um 6,6 % bei einer mäßigen Wärmebelastung (gefühlte Temperatur 26 - 32 °C bzw. PET 29 - 35 °C) bzw. um 12 % bei einer hohen Wärmebelastung (gefühlte Temperatur 32 - 38 °C bzw. PET 35 - 41 °C) aus.

Außerdem geht mit der Wärmebelastung eine zusätzliche Belastung des Gesundheitssystems einher. Es werden mehr Menschen mit hitzebedingten gesundheitlichen Problemen ambulant oder stationär behandelt werden müssen und auch der Sanitäts- und Rettungsdienst, Pflege- und Altersheime und soziale Dienste, das St. Elisabeth-Hospital aber auch Sportzentren, Kindergärten und Schulen müssen mit Wissen und zusätzlichem Personal auf die Situation vorbereitet werden³³.

Auch in Bezug auf das Bauwesen machen sich die höheren Temperaturen und zusätzlichen Hitze- und Sommertage im Rahmen der menschlichen Gesundheit bemerkbar. Die Produktivität derjenigen, die im Außenbereich tätig sind, nimmt ab 30 °C Außentemperatur ab, Pausen- und Arbeitszeiten werden zum Schutz der Gesundheit verlängert bzw. verlagert werden müssen. Dies kann Auswirkungen auf Dauer und Kosten von Neubau- und Instandsetzungsvorhaben haben. Außerdem dürfen Wohnungslose, die der Wärmebelastung teilweise ohne Zugang zu Schatten und ausreichend Trinkwasser ausgesetzt sind, nicht vergessen werden. Sie zählen mitunter zu den ersten Opfern einer Hitzewelle.

Auch das Gesundheitsrisiko durch UV-Strahlung steigt durch die vermehrte Einstrahlung und damit einhergehend das Hautkrebsrisiko. Dies gilt insbesondere für Menschen, die sich häufig im Freien aufhalten. Erste Studien deuten laut Umweltbundesamt darauf hin, dass das Aufkommen von Niedrigozonereignissen im Frühjahr in den letzten zwei Jahrzehnten zwar abgenommen hat, diese Jahreszeit aber insgesamt am stärksten von Niedrigozonereignissen betroffen ist³⁴. Zwischen 1961 und 2020 ist die mittlere Anzahl der jährlichen Sonnenstunden in Beckum um ca. 8,6 % gestiegen, was auf Veränderungen der Aerosole und der Bewölkung zurückzuführen ist. Somit treffen die Niedrigozonereignisse³⁵ oft mit mehr Sonnenstunden zusammen, was besonders im Frühjahr zu stärkerer UV-Einstrahlung führt. Gleichzeitig haben die meisten Menschen im Frühjahr noch keinen hohen natürlichen Hautschutz und gehen oft unvorsichtig mit ihrer Sonnenexpositionsdauer um. Besonders betroffen sind Kinder, deren Haut und Augen weniger resilient gegenüber UV-Strahlung sind als die von Erwachsenen. Lange und starke Exposition gegenüber UV-Strahlen schädigen das Erbgut, wodurch das Hautkrebsrisiko steigt.³⁶ Mit einer höheren Hautkrebsrate steigen auch die Kosten für das Gesundheitswesen.

Im öffentlichen Raum ist die Trinkwasserverfügbarkeit, insbesondere im Sommer und während Hitzeperioden zunehmend von Bedeutung. Ein wichtiger Faktor für die gesundheitlichen Risiken während heißer Tage, Sommertage oder auch Tropennächten ist der Flüssigkeits- und Elektrolytverlust durch starkes Schwitzen, was gerade bei hochbetagten Menschen zu Herz-Kreislauf-Problemen führen oder andere bestehende gesundheitliche Beschwerden verstärken kann. Die Möglichkeit regelmäßig an sauberes Trinkwasser zu kommen, wird daher zunehmend wichtig für das gesellschaftliche Leben.

³² <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/515/dokumente/4298.pdf>

³³ Umweltbundesamt, 2023. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/umwelt-gesundheit/gesundheitsrisiken-durch-hitze#gesundheitsrisiko-hitze>

³⁴ Umweltbundesamt, 2023. Monitoringbericht 2023 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel – Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung. S.55.

³⁵ Ein Niedrigozonereignis bezeichnet eine Wetterlage, bei der die bodennahe Ozonkonzentration ungewöhnlich deutlich unter den langjährigen Durchschnittswerten liegt.

³⁶ Bundesamt für Strahlenschutz, 2025: <https://www.bfs.de/DE/themen/opt/uv/wirkung/einfuehrung/einfuehrung.html>

Neben der thermischen Belastung wird ein vermehrtes Auftreten von Inversionswetterlagen prognostiziert, bei denen ein Austausch zwischen den unteren und oberen Luftschichten besonders gering ist. Dies führt zu einer Erhöhung der Lufttemperatur innerhalb der bodennahen Luftschichten in der ohnehin schon warmen Stadt, was sich besonders ungünstig auf die Luftqualität auswirkt, da bodennahes Ozon und Emissionen kaum abgeführt werden können. Dies stellt vor allem für Kinder und Menschen, die an dicht befahrenen Straßen wohnen, ein Gesundheitsrisiko dar, da sie während dieser Inversionswetterlagen u. a. einer höheren Stickstoff- und Feinstaubbelastung ausgesetzt sind³⁷. Bis zum Ende des Jahrhunderts wird ein zusätzliches hohes Risiko für Atemwegsbeschwerden infolge von Luftverunreinigungen als möglich angesehen³⁸.

Eine weitere Konsequenz der ansteigenden Temperaturen in Beckum ist mittelfristig die Ausweitung der Lebensräume neuer Tier- und Pflanzenarten und mit ihnen die Verbreitung neuer Infektionskrankheiten (z. B. durch Zoonosen³⁹). Diese Prozesse werden durch u. a. längere Vegetationsperioden begünstigt. Ein bekanntes Beispiel ist die Ausweitung der Infektionsgebiete von Lyme-Borreliose, die überwiegend zwischen 40 und 60 Grad nördlicher Breite auftritt. Durch mildere, nassere Winter und wärmere Frühjahre sind die übertragenden Zeckenarten länger aktiv und treten dichter auf, was das Ansteckungsrisiko erhöht. Wärmere Frühjahrsmitteltemperaturen verlängern außerdem die Vegetationsperioden, wodurch der Pollenflug früher beginnt⁴⁰. Diese Mehrfachbelastung über zunehmend längere Zeiträume kann zu einem Produktivitätsverlust durch vermehrte Krankheitstage führen.

Gesundheitsvorsorge gegenüber Hitze kann individuell durch Verhaltensanpassungen erfolgen. Wesentliche Möglichkeiten bestehen jedoch im Bereich der Stadtentwicklung und kommunalen Planung (vgl. Kapitel 3.2.5.1). Hier sind vor allem Maßnahmen zu nennen, die der Verhinderung von Hitze im bebauten Raum dienen, wie beispielsweise Entsiegelungs-, Begrünungs- und Verschattungsmaßnahmen, Maßnahmen zur Vernetzung von Grün, Maßnahmen zur blauen Infrastruktur (auch Benebelungsmaßnahmen oder Trinkbrunnen) oder (planerische) Maßnahmen zur Erhaltung von Kaltluftentstehungsgebieten, Maßnahmen zur Erhaltung oder Schaffung von Frischluftschneisen sowie ggf. diverse Vorgaben bei Neubaugebieten (Gebäudeausrichtung/-anordnung, Farben, Bepflanzung etc.). Im Gegensatz zur allgemeinen Gesundheitsvorsorge durch Hitzeschutz für die Bevölkerung hat die Stadt gegenüber den Mitarbeitenden der Stadtverwaltung eine konkrete Fürsorgepflicht. Hier sind bauliche Maßnahmen des Hitzeschutzes an Verwaltungsgebäuden (Verschattung, Kühlung, Erhöhung der Albedo etc.), Anpassung von Arbeitszeiten, Anpassung von im Freien stattfindenden Arbeiten, Sensibilisierung und Information zu nennen.

Wirkungsvoll ist darüber hinaus die individuelle Verhaltensanpassung an Hitze. Um diese zu stärken, kann die Stadt mit Kampagnen und Informationsmaterialien arbeiten. Anpassungen auf individueller Ebene sind beispielsweise direkte Sonne zu meiden, Aktivitäten an Hitze anpassen, leicht essen und viel trinken. Darüber hinaus besteht, ähnlich wie bei der Verwaltung und ihren Mitarbeitenden, auch im privaten Gebäudebestand die Möglichkeit, für Verschattung, Albedoerhöhung oder die Steigerung der Verdunstungskühlung durch beispielsweise Gartengestaltung bzw. Entsiegelungsmaßnahmen zu sorgen.

Die arbeitende Bevölkerung ist, was Hitze am Tag angeht, von den Vorsorgemaßnahmen ihrer Arbeitgebenden abhängig. Arbeitgebende können dieselben Maßnahmen ergreifen wie die Verwaltung gegenüber ihren Mitarbeitenden. Durch entsprechende Informationen und Aktivitäten sollten Unternehmen zum Thema informiert und sensibilisiert werden.

³⁷https://www.rki.de/DE/Content/Kommissionen/UmweltKommission/Stellungnahmen_Berichte/Downloads/stellungnahme_Luftqualitaetsregulierung.pdf?__blob=publicationFile

³⁸ Umweltbundesamt, 2023. Monitoringbericht 2023 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel – Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung. S.37.

³⁹ Bundesinstitut für Risikobewertung, k.D. Zoonosen bezeichnen Infektionskrankheiten, die von Bakterien, Viren, Pilzen oder Prionen verursacht und wechselseitig zwischen Tieren und Menschen übertragen werden können.

⁴⁰ Umweltbundesamt, 2023. Monitoringbericht 2023 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel – Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung. S.45.

Ein Fokus sollte auch auf der Gesundheitsinfrastruktur liegen. Pflegeeinrichtungen, Altenheime, das Krankenhaus, Arztpraxen, Kitas und Sportvereine könnten beispielsweise an ein Hitzefrühwarnsystem angeschlossen werden. Erste Studien des Umweltbundesamtes von 2012 weisen darauf hin, dass Hitzefrühwarnsysteme ca. 30 % der hitzebedingten Todesfälle an einem Hitzetag verhindern können⁴¹. Mit der frühzeitigen Einführung eines Hitzewarnsystems kann die Stadt Beckum dazu beitragen, die örtlichen Rettungskräfte und Gesundheitsversorgung während der Hitzetage im Sommer nicht zusätzlich zu belasten. Die genannten Stellen sollten angeregt werden, die Klimaresilienz ihrer Gebäude zu prüfen und ggf. Maßnahmen wie Sonnenschutz, Kühltechnik und Wärmeisolierung an der Gebäudehülle und -technik vorzunehmen. Im Rettungsdienst besteht ggf. zusätzlicher Personalbedarf sowie Nachrüstungsbedarf der Fahrzeuge mit Kühltechnik, um die gesundheitliche Auswirkung von Hitze auf Einsatzkräfte und Patientinnen und Patienten zu lindern.

Allgemein kommt der Kommune die Aufgabe zu, gegenüber den diversen Zielgruppen zu kommunizieren, diese zu den genannten Verhaltensänderungen und ggf. baulichen/flächennutzungstechnischen Maßnahmen zu informieren sowie diese zu entsprechenden Änderungen anzuregen.

Bevölkerungsschutz wird im Sinne des Klimawandels vor allem durch seine strukturellen und organisatorischen Eigenschaften relevant. Die Aufgaben reichen in alle Handlungsfelder herein und werden vor allem durch den Kreis übernommen. Da in Folge des Klimawandels mit einer Zunahme Bevölkerungsschutz-relevanter Ereignisse zu rechnen ist (z. B. Hochwasser und Überflutungen, Hitzewellen, Sturmereignisse, Wald- und Flächenbrände) hat der Kreis bereits begonnen, vermehrt Maßnahmen zu ergreifen. So wurde ein Bevölkerungsschutzmobil angeschafft, welches seit 2024 verfügbar ist und von den Kommunen ausgeliehen werden kann. Ein Bevölkerungsschutzzentrum in direkter Nachbarschaft zum Kreishaus befindet sich aktuell noch in der Planungsphase. Das Vorhaben wurde aber bereits genehmigt und der Bau soll spätestens 2028 abgeschlossen sein.

Die Erstellung eines Katastrophenschutzbedarfsplan zur Ermittlung konkreter Handlungsbedarfe auf Kreisebene ist geplant, ein eigener Plan liegt nicht vor. Für den kreisweiten Katastrophenschutzplan ist eine gute Kooperation mit den Kreiskommunen und entsprechenden Akteurinnen und Akteuren, wie Feuerwehr, Rettungsdienst, THW etc. notwendig. Entsprechende Großübungen können helfen, den Plan zu erproben und sich auf kommende große Gefahrensituationen vorzubereiten.

Durch den Klimawandel werden VASS stärker verbreitet, so dass auch hier ein koordinierter Austausch auf Kreisebene notwendig wird.

Grundsätzlich ist ein verstärkter Austausch auf Kreisebene sinnvoll, da zunehmende Gefahrenlagen mit größerem Ausmaß und teils zunehmender Dauer den koordinierten Einsatz aller vorhandenen Ressourcen erforderlich machen werden.

Mindestens seit der Corona-Pandemie sind die Stäbe für außergewöhnliche Ereignisse (SAE) in den Kommunen fest etabliert. Eine regelmäßige Erprobung, in Kooperation/Koordination mit entsprechenden Übungen des Kreises sorgt für den Ernstfall für einen reibungslosen Einsatz und erprobte vor-Ort Kommunikationsstrukturen.

Stärken	Schwächen
• Fairtrade-Stadt • Beckumer Berge als Erholungsraum • Einbettung in Aktivitäten des Kreises (z. B. Bevölkerungsschutzzentrum) • Relativ hoher Anteil an Gewässerfläche im Stadtgebiet (Erholungsraum, Verdunstungsfläche) (Kreisvergleich)	• knappe finanzielle und personelle Ressourcen • unzureichende Information der Bevölkerung • Verhaltensanpassung der Bevölkerung schwer beeinflussbar

⁴¹ Umweltbundesamt, 2012. Kosten und Nutzen von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel – Analyse von 28 Anpassungsmaßnahmen in Deutschland. [online] <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/515/dokumente/4298.pdf>

Chancen	Risiken
• Strukturen zur Beteiligung vorhanden: Nutzung von „Beteiligung NRW“, Nutzung einer Mängel-Melde-App, Ehrenamtsplattform • Einbettung in Aktivitäten des Kreises (z. B. kreisweiter Katastrophenschutzbedarfsplan) • Einbindung von „Münsterland ist Klimaland“ • Vorbildfunktion Stadt nutzen	• relativ hoher Versiegelungs- und Bebauungsgrad (Kreisvergleich) • Zunehmende Alterung der Bevölkerung (insbesondere Zunahme der Risikogruppe mit Alter 70+; ggf. sinkender Wille zur Hausumfeld-Gestaltung)

Tabelle 16 SWOT-Analyse: Handlungsfeld Bevölkerungsschutz und menschliche Gesundheit