



Integriertes Klimaanpassungskonzept für die Stadt Wilhelmshaven

2025



Impressum

Auftraggeber

Stadt Wilhelmshaven
-Der Oberbürgermeister-
FB Umwelt- und Klimaschutz
Abteilung Klimaschutz
Federführende Bearbeitung: Kapitel 2, 7, 8



Projektbearbeitung

GEO-NET Umweltconsulting GmbH

Große Pfahlstr. 5a, 30161 Hannover
<http://www.geo-net.de>
Federführende Bearbeitung: Kapitel 1, 3, 4, 5.1,
5.2, 6, 9



Dr. Pecher AG

Klinkerweg 5, 40699 Erkrath
www.pecher.de
Federführende Bearbeitung: Kapitel 4.2, 4.3, 5.2



KoRiS - Kommunikative Stadt- und Regionalentwicklung

Bödekerstraße 11, 30161 Hannover
www.koris-hannover.de
Federführende Bearbeitung: Kapitel 10



Projektförderung

Das Projekt "DAS-A.1: Erstellung eines integrierten Klimaanpassungskonzepts für die Stadt Wilhelmshaven" wurde durch die DAS-Förderrichtlinie "Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels" des Bundesministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMUKN) gefördert. Projektträgerin ist die Zukunft-Umwelt-Gesellschaft (ZUG).



Bundesministerium
für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

Förderkennzeichen: 67DAA00091

Laufzeit

Dezember 2023 bis Juni 2025

Datum

Hannover, 23.05.2025

Vorwort

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

Mit dem vorliegenden Klimaanpassungskonzept legt die Stadt Wilhelmshaven einen wichtigen Grundstein für die zukünftige Entwicklung unserer Stadt in Zeiten des Klimawandels. Dieses Konzept ist mehr als nur ein Ergebnis – es ist ein Ausblick in die Zukunft. Es zeigt auf, wie wir Wilhelmshaven gezielt auf die bereits spürbaren und noch kommenden Folgen des Klimawandels vorbereiten können.

In den vergangenen zwei Jahren wurde intensiv gearbeitet: Die aktuellen und künftigen Klimaveränderungen in Wilhelmshaven wurden ermittelt, Betroffenheiten in einer Klimarisikoanalyse identifiziert sowie geeignete Maßnahmen diskutiert und in eine Strategie für Wilhelmshaven überführt. Dieses zweijährige Projekt war dabei nur der Anfang eines langfristigen Prozesses. Denn Klimaanpassung ist keine einmalige Aufgabe – sie ist eine dauerhafte Herausforderung, die stetig an Bedeutung gewinnen wird.

Wir wissen: Die Auswirkungen des Klimawandels machen auch vor unserer Stadt nicht halt. Hitze, Starkregen, Sturmfluten – all das betrifft uns bereits heute und wird uns in Zukunft noch stärker fordern. Umso wichtiger ist es, dass wir jetzt vorausschauend handeln, statt später reagieren zu müssen. Das Klimaanpassungskonzept bietet dafür konkrete Ansätze und zeigt Wege auf, wie wir unsere Stadt resilient, lebenswert und zukunftssicher gestalten können.

Ich danke allen Beteiligten, die dieses Konzept durch ihr Wissen, ihr Engagement und ihre Perspektiven möglich gemacht haben. Nun gilt es, diesen Weg konsequent weiterzugehen – gemeinsam, entschlossen und mit einem klaren Ziel vor Augen: ein klimaangepasstes Wilhelmshaven.



A handwritten signature in blue ink that reads "Nikša Marušić". The signature is fluid and cursive.

Herr Nikša Marušić
(Stadtbaurat, Stadt Wilhelmshaven)

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	III
Abbildungsverzeichnis	VII
Tabellenverzeichnis	IX
Abkürzungsverzeichnis	X
Zusammenfassung	1
Einleitung	4
1.1 Die Ausgangssituation der Stadt Wilhelmshaven	5
1.2 Das Klimaanpassungskonzept für Wilhelmshaven	7
Aktivitäten zur Klimaanpassung in der Stadt Wilhelmshaven	9
Klimabericht: Klimawandel in Wilhelmshaven	11
1.3 Datengrundlage und Methodik.....	11
1.3.1 Gegenwärtiges Klima	11
1.3.2 Zukünftige Klimaveränderungen.....	11
1.4 Das vergangene und gegenwärtige Klima in Wilhelmshaven	16
1.4.1 Temperaturzunahmen und Hitze	16
1.4.2 Niederschlagsverschiebung und Trockenheit	17
1.4.3 Starkregen.....	19
1.4.4 Sturm	20
1.4.5 Meeresspiegelanstieg und Sturmfluten.....	20
1.5 Zukünftige Klimaveränderungen in Wilhelmshaven	22
1.5.1 Temperaturzunahme und Hitze	22
1.5.2 Niederschlagsverschiebung und Trockenheit	23
1.5.3 Starkregen.....	25
1.5.4 Sturm	26
1.5.5 Meeresspiegelanstieg und Sturmfluten.....	26
1.5.6 Binnenentwässerung	27
1.6 Zusammenfassung des Klimaberichts	28
Betroffenheitsanalyse	29
1.7 Klimarisikoanalyse	29
1.7.1 Grundlagen	29
1.7.2 Auswahl der Handlungsfelder.....	31
1.7.3 Ergebnisse	32
1.8 Räumliche Betroffenheitsanalyse.....	40
1.8.1 Betroffenheitskarten.....	40
1.8.2 Hotspotkarte.....	51

1.8.3	Fokusraumkarte	53
Gesamtstrategie zur Klimafolgenanpassung		55
1.9	Ableitung der Handlungserfordernisse	55
1.10	Ziele des Klimaanpassungskonzeptes.....	57
1.11	Einordnung der Strategie in übergeordnete Ziele.....	57
Maßnahmenkatalog für die Stadt Wilhelmshaven		59
1.12	Beteiligung von Akteur*innen und Bürger*innen.....	59
1.12.1	Identifikation von Akteur*innen	59
1.12.2	Beteiligungsphase	60
1.13	Herleitung der Maßnahmen.....	62
1.14	Maßnahmenkatalog	63
1.14.1	Handlungsfelder	63
1.14.2	Maßnahmensteckbriefe	65
1.14.3	Schlüsselmaßnahmen	66
1.14.4	Ideenspeicher	83
Verstetigungsstrategie		84
1.15	Ziele und Bausteine der Verstetigung	84
1.16	Verstetigung der Klimaanpassung in Wilhelmshaven	85
Controlling-Konzept.....		88
1.17	Monitoring der Ausgangslage	89
1.17.1	Klimamonitoring	89
1.17.2	Veränderung der Stadtstruktur.....	89
1.18	Fortschrittscontrolling	89
1.18.1	Klimawirkungsmonitoring.....	89
1.18.2	Maßnahmenumsetzung.....	93
1.18.3	Umsetzung des Controllings	94
Kommunikationsstrategie		96
1.19	Zuständigkeiten	96
1.20	Ziele der Kommunikation	96
1.21	Kommunikationskanäle zur Ansprache der Zielgruppen:	97
1.22	Zielgruppen	99
1.23	Kommunikationsanlässe.....	100
1.24	Schlüsselmaßnahme 16 „Informationskampagne ‚Was erwartet mich durch den Klimawandel und wie passe ich mich an?‘“	100
Literatur		102
Anhang		107

A.1	Ergänzende Abbildungen zum Klimabericht	107
A.2	Methodischer Anhang zur Stadtklimaanalyse.....	112
A.2.1	Untersuchungsgebiet	112
A.2.2	Betrachtete Wetterlage.....	112
A.2.3	Fitnah 3D.....	113
A.2.4	Modelleingangsdaten	114
A.2.5	Interpretationshilfe	116
A.3	Betroffenheitskarten	120
A.3.1	Stadtklima	120
A.3.2	Wasser	122
A.3.3	Landwirtschaft und Natur	125
A.4	Hotspotkarte	128
A.5	Fokusraumkarte.....	129
A.6	Klimawirkungsketten	130
A.7	Maßnahmen-Steckbrief	140
A.8	Maßnahmen-Kontrollblatt	141

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Räumliche Ausdehnung der für die Auswertung verwendeten Modell-Gitterpunkte (Hintergrundkarte: OpenStreetMap)	12
Abbildung 2: Strahlungsantrieb der verschiedenen <i>Representative Concentration Pathways (RCP)</i> und ihre Entwicklung bis 2100 (Quelle: Meinshausen et al., 2011).....	14
Abbildung 3: Jahresmitteltemperatur in Wilhelmshaven im Zeitraum 1881 bis 2023 (eigene Berechnung nach DWD, 2024a)	16
Abbildung 4: Räumliche Darstellung der Anzahl Heißer Tage pro Jahr ($T_{\max} \geq 30 \text{ °C}$) in verschiedenen Perioden in Wilhelmshaven (eigene Berechnung nach DWD, 2024a).....	17
Abbildung 5: Trockenheitsindex nach de Martonne in Wilhelmshaven im Zeitraum 1970 bis 2023 (eigene Berechnung nach DWD, 2024a)	18
Abbildung 6: Saisonmittelwerte der Bodenfeuchte (in % nFK) in Wilhelmshaven im Zeitraum 1991 bis 2023 (eigene Berechnung nach DWD, 2024a)	19
Abbildung 7: Räumliche Darstellung der Anzahl an Starkregenereignissen pro Jahr (> 30 mm pro Tag) in verschiedenen Perioden in Wilhelmshaven (eigene Berechnung nach DWD, 2024a)	20
Abbildung 8: Bisheriger Meeresspiegelanstieg am Pegel Cuxhaven (aus: Helmholtz-Zentrum Hereon, 2025) ...	21
Abbildung 9: Modellierete Jahresmitteltemperaturen in Wilhelmshaven (eigene Darstellung nach DWD, 2025b)	22
Abbildung 10: Änderung der mittleren saisonalen Niederschlagssummen in Wilhelmshaven (RCP 8.5) (eigene Darstellung nach DWD, 2025b)	24
Abbildung 11: Änderung der mittleren saisonalen klimatischen Wasserbilanz in Wilhelmshaven (RCP 8.5) (eigene Darstellung nach DWD, 2025b)	25
Abbildung 12: Betrachtungsebenen der Betroffenheitsanalyse (eigene Darstellung)	29
Abbildung 13: Systematik der Klimarisikoanalyse (eigene Darstellung nach UBA, 2022a).....	30
Abbildung 14: Klimawirkungskette des Handlungsfelds Stadtgrün (eigene Darstellung)	32
Abbildung 15: Synthese der Klimarisikoanalyse (eigene Darstellung)	39
Abbildung 16: Ausschnitt aus der Klimaanalysekarte Tag (eigene Darstellung)	41
Abbildung 17: Ausschnitt aus der Klimaanalysekarte Nacht (eigene Darstellung)	42
Abbildung 18: Exemplarische Darstellung der ermittelten Hauptfließwege und Überflutungsschwerpunkte im Stadtteil Heppens (Hintergrundkarte und Datengrundlage: Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2025) CC BY 4.0, Datengrundlage: © BKG (2025) dl-de/by-2-0)	44
Abbildung 19: Potenzielle Wassererosion in Wilhelmshaven (Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0, Datengrundlage: © GeoBasis-DE/LVermGeo SH/CC BY 4.0)	45
Abbildung 20: Betroffenheit durch einen Meeresspiegelanstieg von 82 cm in Wilhelmshaven (Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0, Datengrundlage: © BKG (2025) dl-de/by-2-0).....	47
Abbildung 21: Mittlere jährliche Grundwasserneubildung für den Zeitraum 1971 – 2000 in Wilhelmshaven (Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0, Datengrundlage: © GeoBasis-DE/LVermGeo SH/CC BY 4.0).....	48
Abbildung 22: Ausschnitt aus der Betroffenheitskarte Bodenerosion auf Ackerflächen mit verkürzter Legende (eigene Darstellung, Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0, Datengrundlage: siehe Betroffenheitskarte Bodenerosion auf Ackerflächen in Kapitel A.3.3 im Anhang)	49

Abbildung 23: Ausschnitt aus der Betroffenheitskarte Zusatzwasserbedarf in der Landwirtschaft (eigene Darstellung, Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0, Datengrundlage: siehe Betroffenheitskarte Zusatzwasserbedarf in der Landwirtschaft in Kapitel A.3.3 im Anhang)	50
Abbildung 24: Ausschnitt aus der Betroffenheitskarte Naturschutz und Biodiversität (eigene Darstellung, Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0, Datengrundlage: siehe Betroffenheitskarte Naturschutz und Biodiversität in Kapitel A.3.3 im Anhang)	51
Abbildung 25: Ausschnitt aus der Hotspotkarte (eigene Darstellung, Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0, Datengrundlage: siehe Hotspotkarte in Kapitel A.4 im Anhang)	53
Abbildung A 1: Konventionen und Bedeutung der grafischen Darstellung eines Box-Whisker Plots (eigene Darstellung)	107
Abbildung A 2: Jahresniederschlagssummen in Wilhelmshaven im Zeitraum 1881 bis 2023 (eigene Berechnung nach DWD, 2024a).....	108
Abbildung A 3: Anzahl Starkregenereignisse pro Jahr (> 30 mm/Tag) in Wilhelmshaven im Zeitraum 1951 bis 2023 (eigene Berechnung nach DWD, 2024a).....	108
Abbildung A 4: Änderung der saisonalen Mitteltemperaturen in den beiden Zukunftsperioden in Wilhelmshaven (RCP 2.6) (eigene Darstellung nach DWD, 2025b)	109
Abbildung A 5: Änderung der saisonalen Mitteltemperaturen in den beiden Zukunftsperioden in Wilhelmshaven (RCP 8.5) (eigene Darstellung nach DWD, 2025b)	109
Abbildung A 6: Änderung der mittleren saisonalen Niederschlagssummen in Wilhelmshaven (RCP 2.6) (eigene Darstellung nach DWD, 2025b)	110
Abbildung A 7: Änderung der mittleren klimatischen Wasserbilanz in Wilhelmshaven (RCP 2.6) (eigene Darstellung nach DWD, 2025b)	110
Abbildung A 8: Änderung der mittleren saisonalen Anzahl langanhaltender Trockenperioden in Wilhelmshaven (22-28 aufeinanderfolgende Tage mit einem Niederschlag < 0,1 mm/d, RCP 2.6) (eigene Darstellung nach DWD, 2025b)	111
Abbildung A 9: Änderung der mittleren saisonalen Anzahl langanhaltender Trockenperioden in Wilhelmshaven (22-28 aufeinanderfolgende Tage mit einem Niederschlag < 0,1 mm/d, RCP 8.5) (eigene Darstellung nach DWD, 2025b)	111
Abbildung A 10: Schematische Darstellung des Tagesgangs der Lufttemperatur und Vertikalprofil der Windgeschwindigkeit zur Mittagszeit verschiedener Landnutzungen (eigene Darstellung nach Groß, 1992)	113
Abbildung A 11: Nutzungsraster der Stadt Wilhelmshaven (eigene Darstellung)	115
Abbildung A 12: Schematische Darstellung des Kaltluftvolumenstroms (eigene Darstellung).....	118

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Aktivitäten zur Klimaanpassung auf Regional- und Kommunalebene (eigene Darstellung)	9
Tabelle 2: Aktivitäten zur Klimaanpassung auf Landesebene (eigene Darstellung).....	9
Tabelle 3: Aktivitäten zur Klimaanpassung auf Bundesebene (eigene Darstellung)	10
Tabelle 4: Langjährige mittlere Entwicklung der Temperaturen, des Niederschlags sowie von meteorologischen Kenntagen in Wilhelmshaven in der Vergangenheit (eigene Berechnung nach DWD, 2024a).....	17
Tabelle 5: Sturmereignisse und Orkane in der Periode 1971 – 2000 an der Wilhelmshaven am nächsten gelegenen DWD-Station Jever (eigene Berechnung nach DWD, 2024a).....	20
Tabelle 6: Änderung der Jahresmitteltemperatur, Anzahl thermischer Kenntage sowie Länge von Hitzeperioden in den beiden Zukunftsperioden in Wilhelmshaven (Minimum, Median und Maximum aller Modelläufe) (eigene Darstellung nach DWD, 2025b)	23
Tabelle 7: Änderung der mittleren Niederschläge, der klimatischen Wasserbilanz und der Anzahl an Trockentagen in Wilhelmshaven (Minimum, Median und Maximum aller Modelläufe) (eigene Darstellung nach DWD, 2025b)	24
Tabelle 8: Änderung der Auftrittshäufigkeit von Starkregenereignissen sowie des maximalen Tagesniederschlags in Wilhelmshaven (Minimum, Median und Maximum aller Modelläufe) (eigene Darstellung nach DWD, 2025b)	26
Tabelle 9: Zusammenfassung der relevanten Klimarisiken im Cluster Wasser (eigene Darstellung)	33
Tabelle 10: Zusammenfassung der relevanten Klimarisiken im Cluster Infrastruktur (eigene Darstellung).....	34
Tabelle 11: Zusammenfassung der relevanten Klimarisiken im Cluster Land und Landnutzung (eigene Darstellung)	35
Tabelle 12: Zusammenfassung der relevanten Klimarisiken im Cluster Gesundheit (eigene Darstellung).....	37
Tabelle 13: Zusammenfassung der relevanten Klimarisiken im Cluster Wirtschaft (eigene Darstellung)	38
Tabelle 14: Handlungserfordernisse (eigene Darstellung)	56
Tabelle 15: Beispielhafte Indikatoren für das Klimamonitoring (eigene Darstellung)	89
Tabelle 16: Klimawirkungsmonitoring im Cluster Wasser (eigene Darstellung)	90
Tabelle 17: Klimawirkungsmonitoring im Cluster Infrastruktur (eigene Darstellung)	91
Tabelle 18: Klimawirkungsmonitoring im Cluster Land und Landnutzung (eigene Darstellung)	91
Tabelle 19: Klimawirkungsmonitoring im Cluster Gesundheit (eigene Darstellung)	92
Tabelle 20: Klimawirkungsmonitoring im Cluster Wirtschaft (eigene Darstellung)	93
Tabelle 21: Erfolgsindikatoren für die Erfassung räumlicher Änderungen (eigene Darstellung).....	93
Tabelle 22: Geeignete Kommunikationskanäle und Zielgruppen der Schlüsselmaßnahme 16 und der Kommunikationsanlässe (eigene Darstellung)	101
Tabelle A 1: Bewertung der statistischen Signifikanz anhand des Trend-/Rauschverhältnisses (eigene Darstellung)	107
Tabelle A 2: Zuordnung von Schwellwerten zur für den Bewertungsindex PET in den Tagesstunden (Auszug nach VDI 3787, Blatt 2, 2022, S. 33)	116

Abkürzungsverzeichnis

AR5	Fünfter <i>IPCC Assessment Report</i>
BK50	Bodenkarte von Niedersachsen 1 : 50.000
BKG	Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
BMUKN	Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit
CWSS	<i>Common Wadden Sea Secretariat</i>
DAS	Deutsche Anpassungsstrategie
DGM	Digitales Geländemodell
DKRZ	Deutsches Klimarechenzentrum
DOP	Digitales Orthophoto
DOM	Digitales Oberflächenmodell
DNS	Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie
DWD	Deutscher Wetterdienst
eca	European Climate Adaption Award
eea	European Energy Award
FNP	Flächennutzungsplan
GGG	Grundstücke und Gebäude der Stadt Wilhelmshaven
IOOI	Input-Output-Outcome-Impact
<i>IPCC</i>	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
KAM	Klimaanpassungsmanagement
KAnG	Bundes-Klimaanpassungsgesetz
LBEG	Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie
LGLN	Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen
MWVLW RLP	Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau Rheinland-Pfalz
nFK	nutzbare Feldkapazität
nFKWe	nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum
NIKO	Niedersächsisches Kompetenzzentrum Klimawandel
PET	Physiologisch Äquivalente Temperatur
PMV	Predicted Mean Vote
<i>SDG</i>	<i>Sustainable Development Goal</i>
SRI	Starkregenindex
TBW	Technische Betriebe Wilhelmshaven
THW	Technisches Hilfswerk
ü. Gr.	über Grund
UBA	Umweltbundesamt
UFZ	Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung
UKLB	Ausschuss für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Brandschutz
UTCI	Universeller thermischer Klimaindex
VDI	Verein Deutscher Ingenieure e.V.
<i>WMO</i>	<i>World Meteorological Organisation</i>
WTF	Wilhelmshavener Touristik und Freizeit GmbH
WZ	Wilhelmshavener Zeitung
ZAMG	Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
ZKA	Zentrum KlimaAnpassung
Z-U-G	Zukunft-Umwelt-Gesellschaft gGmbH

Zusammenfassung

Aktivitäten zur Klimaanpassung in der Stadt Wilhelmshaven

In der Stadt Wilhelmshaven bzw. für die Stadt geltend wurden bereits Maßnahmen und Strategien angedacht, die zur Klimaanpassung der Stadt beitragen. In Kapitel 0 sind für die Umsetzung dieses Klimaanpassungskonzeptes relevante Pläne und Ziele der Klimaanpassung aufgeführt.

Klimawandel in Wilhelmshaven

Der Klimabericht in Kapitel 0 stellt die Erkenntnisse zu den beobachteten und erwarteten Ausprägungen des Klimawandels in Wilhelmshaven dar. In Wilhelmshaven zeigt sich der Klimawandel durch Temperaturzunahme und Hitze, saisonale Niederschlagsverschiebung hin zu trockeneren Sommern und feuchteren Wintern mit begleitender saisonaler Trockenheit sowie häufigere Starkregenereignisse.

Betroffenheitsanalyse

Im Rahmen der Betroffenheitsanalyse in Kapitel 0 wurde dargestellt, wie und wo die Stadt Wilhelmshaven von den Klimaänderungen betroffen ist. Anhand der Klimarisikoanalyse wurde die Betroffenheit Wilhelmshavens auf funktionaler Ebene untersucht. Die für Wilhelmshaven relevanten Klimarisiken der verschiedenen Handlungsfelder wurden in einem partizipativen Prozess mit lokalen Akteur*innen betrachtet und deren Betroffenheit vom Klimawandel evaluiert. Es wurden Klimarisiken mit besonderer Bedeutung für die Maßnahmenentwicklung identifiziert. Neben der Klimarisikoanalyse wurden anhand einer räumlichen Analyse untersucht, wie sich die Betroffenheiten von Hitze, Trockenheit und Starkregen im Stadtgebiet verteilen. Anschließend wurden die am stärksten von einem oder mehreren klimatischen Einflüssen betroffenen Bereiche im Stadtgebiet in einer Hotspotkarte dargestellt. In dieser Karte werden damit Räume priorisiert, in denen Anpassungsmaßnahmen auf Grund der Gefährdung besonders dringlich sind. Zudem liefert eine Fokusraumkarte Informationen über Flächen mit besonderer Bedeutung für die Klimaanpassung. Somit kann die Fokusraumkarte als Planungshilfe bei der konkreten Maßnahmenplanung dienen.

Gesamtstrategie zur Klimafolgenanpassung

Die Gesamtstrategie in Kapitel 0 wird ein Bezug des Klimaanpassungskonzeptes zu Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen hergestellt und das Klimaanpassungskonzeptes in den Kontext der Stadt Wilhelmshaven eingebettet. Zudem werden die Projektziele und die Ableitung von Handlungserfordernissen erläutert. Für die Klimaanpassung in Wilhelmshaven wurden folgende Ziele definiert:

1. Wassermengenmanagement mit Hochwasser-, Überflutungs- und Dürrevorsorge
2. Klimagerechter Stadtumbau
3. Klimaangepasste Landwirtschaft in ganzheitlicher Betrachtungsweise (gemeinsames Ziel mit dem Landkreis Friesland)
4. Ermittlung und Optimierung betroffener kritischer Infrastruktur
5. Sicherstellung eines nachhaltigen Küstenschutzes (gemeinsames Ziel mit dem Landkreis Friesland)
6. Klimaresiliente Ökosysteme

Aus den in der Klimarisikoanalyse identifizierten Klimarisiken mit besonderer Bedeutung für die Maßnahmenentwicklung wurden für jedes Projektziel Handlungserfordernisse herausgearbeitet, die eine Grundlage für die Maßnahmenentwicklung darstellen.

Maßnahmenkatalog

Im Kapitel 0 ist dargestellt, mit welchen Schlüsselmaßnahmen die Stadt Wilhelmshaven auf den Klimawandel reagieren will. Dazu gehört auch die Herleitung dieser Maßnahmen auf Basis der Betroffenheitsanalyse und einer umfassenden Akteur*innenbeteiligung. Um eine erfolgreiche Erstellung und spätere Umsetzung eines Klimaanpassungskonzeptes zu gewährleisten, ist eine bereits frühzeitige Einbindung von Akteur*innen wichtig. Nach einer Definition dieser Akteur*innen fand eine mehrstufige Beteiligungsphase statt, die aus einer öffentlichen Auftaktveranstaltung, einer Runde aus Fachworkshops zur Identifikation der Betroffenheiten und einer digitalen Informationsveranstaltung bestand. Zum Abschluss ist noch eine Abschlussveranstaltung geplant. Während all dieser Veranstaltung waren alle Beteiligten aufgefordert ihre Kenntnisse, ihr Fachwissen und ihre Vorschläge für Maßnahmen einzubringen. Neben allen in den Beteiligungsformaten eingebrachten Maßnahmenvorschlägen wurden weitere Maßnahmen auf Basis der Handlungserfordernisse abgeleitet. Die entstandene Longlist an Maßnahmen wurde in einem Fachworkshop partizipativ auf die wichtigsten Schlüsselmaßnahmen reduziert. Die 16 auf diese Weise identifizierten Schlüsselmaßnahmen sind auf Maßnahmensteckbriefen übersichtlich und mit für die Umsetzung wichtigen Rahmendaten dargestellt. Zu diesen Rahmendaten gehören neben den Zieldefinitionen auch eine Beschreibung, die Ressourcen und Voraussetzungen für die Umsetzung. Zur besseren Übersicht sind die Schlüsselmaßnahmen nach Handlungsfelder untergliedert, die einem künftigen Gesamtkatalog aller Maßnahmen aus dem Themenkomplex „Klima“ entsprechen. Als Abschluss des Kapitels sind einem Ideenspeicher alle Maßnahmen aufgeführt, die nicht priorisiert wurden und somit nicht kurzfristig angegangen werden sollen, dennoch aber bei der Identifikation künftiger Maßnahmen berücksichtigt werden sollen.

Verstetigungsstrategie

Die Verstetigungsstrategie in Kapitel 0 stellt dar, wie die Klimawandelanpassung langfristig und nachhaltig in die Strukturen und das Handeln der Stadt Wilhelmshaven integriert werden soll. Die Ziele der Verstetigung der Klimaanpassung in Wilhelmshaven liegen also konkret in der Verstetigung von Strukturen personeller Art, der Bildung, dem Erhalt und dem Ausbau von Netzwerken und Kooperationen, dem Anstreben weiterer politischer Beschlüsse als Grundlage für das weitere Handeln sowie der Berücksichtigung von Klimaanpassung in kommunalen (Planungs-)Prozessen, wozu auch die Bauleitplanung als elementarer Bestandteil städtischer Planungen gehört. Zur Erreichung dieser Ziele sind neben bereits stattfindenden Tätigkeiten und einigen der identifizierten Schlüsselmaßnahmen (Kapitel 1.14.3) noch weitere Schritte dargelegt, um die Klimaanpassung als integralen Bestandteil des Handelns der Stadt Wilhelmshaven zu implementieren.

Controlling-Konzept

Das Controlling-Konzept in Kapitel 0 begleitet die Umsetzung des Klimaanpassungskonzeptes. Anhand geeigneter Indikatoren sollen die weiteren klimatischen Veränderungen, ihre Wirkungen und die Umsetzung von Maßnahmen systematisch erfasst, dokumentiert und bewertet werden. Dabei wird zwischen dem Monitoring der Ausgangslage und dem Fortschrittscontrolling unterschieden. Während sich das Monitoring der Ausgangslage auf die Änderungen der Stadtstruktur und des Klimas bezieht, werden im Rahmen des Fortschrittscontrollings die Auswirkungen des Klimawandels auf Wilhelmshaven und die Maßnahmenumsetzung untersucht.

Kommunikationsstrategie

Die Kommunikationsstrategie in Kapitel 0 stellt dar, wie die Stadtgesellschaft von Wilhelmshaven für die Auswirkungen des Klimawandels sensibilisiert und über Maßnahmen zur Klimaanpassung informiert sowie dazu angeregt werden soll, die absehbaren Folgen des Klimawandels bei eigenen Aktivitäten zu berücksichtigen und die Maßnahmen zur Klimaanpassung zu unterstützen. Zielgruppen der Kommunikation sind Bürger*innen, Kommunalpolitik, Stadtverwaltung und Fachakteur*innen. Wichtigste

Kommunikationskanäle sind Pressearbeit, städtische Webseite, Social-Media-Kanäle, Intranet der Stadtverwaltung, Veranstaltungen, Vorträge, gezielte Ansprache von Multiplikatoren, Flyer und Broschüren, Plakate und städtische Anzeigetafeln. Kommunikationsanlässe können dabei insbesondere Meilensteine in der Maßnahmenumsetzung, bevorstehende Extremwetterereignissen und Informationskampagnen sein. Die Kommunikation im Rahmen der Schlüsselmaßnahme 16: Informationskampagne „Was erwartet mich durch den Klimawandel und wie passe ich mich an?“ ist besonders wichtig und umfasst verschiedene Teilkampagnen, die spezifische Zielgruppen ansprechen und verschiedene Kommunikationskanäle nutzen.

Einleitung

Der Klimawandel stellt die Menschheit vor eine ihrer größten Herausforderungen des 21. Jahrhunderts und voraussichtlich auch noch darüber hinaus. Trotz steigender Anstrengungen, die Treibhausgasemissionen zu reduzieren und die Maximalziele für die Erderwärmung einzuhalten, hat der Klimawandel bereits deutlich spürbare Folgen für die Umwelt, die darin lebenden Menschen und zahlreiche ihrer Lebens- und Wirtschaftsbereiche.

Während viele dieser Folgen wie beispielsweise eine Erhöhung der Jahresdurchschnittstemperatur, ein stetiger Meeresspiegelanstieg und eine Veränderung der Niederschlagsmuster und Jahreswasserbilanzen schleichend voranschreiten und sich dadurch viele globale Systeme kontinuierlich auf einen Kippunkt zubewegen, gibt es auch deutlich sichtbare Folgen des Klimawandels in Form von vermehrt auftretenden Extremwetterereignissen und klimabedingten Katastrophen. Mit Blick auf Deutschland sind da insbesondere die Starkregenbedingte Flutkatastrophe im Ahrtal 2021 oder das Hochwasser in Norddeutschland im Winter 2023/2024 zu nennen. Aber auch ganz aktuell spüren wir eine Form des Extremwetters. So berichtet der Deutsche Wetterdienst, dass wir uns 2025 auf das trockenste Frühjahr seit Beginn der Wetteraufzeichnungen in Deutschland zubewegen und die bisherigen Regenmengen zwischen der Hälfte und einem Drittel der durchschnittlichen Niederschlagssumme in diesem Zeitraum liegen (DWD, 2025a). Dies stellt unser Leben und Wirtschaften mit unserem daraus resultierenden Wasserbedarf aber auch unsere Umwelt vor ein Problem, mit dem wir uns bei einem voranschreiten des Klimawandels voraussichtlich häufiger konfrontiert sehen werden.

Die Folgen des Klimawandels stellen folglich eine der größten gesellschaftlichen und volkswirtschaftlichen Herausforderungen dar, mit denen sich die Menschen in Zukunft und auch bereits jetzt konfrontiert sehen werden. Es ist daher wichtig, bereits heute geeignete Schritte einzuleiten um Schutzgüter wie z. B. Umwelt und Wirtschaft, aber vor allem auch die Menschen selbst vor diesen negativen Auswirkungen des Klimawandels zu schützen. Auf diesem Feld agiert die Klimaanpassung, die im Gegensatz zum Klimaschutz nicht darauf abzielt, die lokalen Treibhausgasemissionen zu senken und dadurch den globalen Klimawandel zu verlangsamen, sondern ganz direkt die lokalen Folgen des globalen Klimawandels adressiert.

Um den negativen Auswirkungen des Klimawandels zu begegnen und den daraus entstehenden Gefahren und Risiken adäquat entgegenzuwirken, benennt das Bundes-Klimaanpassungsgesetz (KAnG) sechs Schlagwörter für die Zielsetzung einer Klimaanpassungsstrategie, die sich auf eine kommunale Anpassungsstrategie anwenden lassen. Zuerst muss eine Strategie **Relevanz** haben. Das bedeutet, eine Klimaanpassungsstrategie muss sich an den als besonders dringenden Klimawirkungen und deren Risiken für die Schutzgüter orientieren, diese priorisieren und handlungsleitend für betroffene Akteure sein. Dafür ist die **Zuverlässigkeit** besonders bedeutend. So müssen die Klimaanpassungsstrategie stets faktenbasiert sein. Ein wichtiger Aspekt für die Zuverlässigkeit einer Klimaanpassungsstrategie ist daher auch eine Fortschreibung und Anpassung an den aktuellen Stand der Wissenschaft mittels eines Monitorings, das zusätzlich fortlaufend die Zielerfüllung evaluiert und sicherstellt. **Vorsorge**bestimmungen sollen Unsicherheiten in der Risikoabschätzung vorbeugen und ein risikovermeidendes Handeln trotz Wissenslücken ermöglichen. Bei alledem ist es wichtig, dass die Ziele der kommunalen Klimaanpassung eine **Konsistenz** mit anderen Anpassungsstrategien aufweisen. Das im Rahmen dieses Projektes erstellte Klimaanpassungskonzept soll sich dementsprechend in das KAnG, die deutsche Anpassungsstrategie (DAS) und alle weiteren Konzepte und Vorhaben auf Landes-, Bundes-, oder EU-Ebene einordnen lassen. Zeitgleich soll eine Strategie in ihrer **Klarheit** nachvollziehbar für die Bürger*innen und Akteur*innen sein und ihre Lebensrealität betreffen. Auf diese Weise stößt nicht nur die Umsetzung des Klimaanpassungskonzeptes auf weniger Widerstände, weitergehend kann die Einbindung der Bevölkerung einen deutlich positiven Beitrag auf die Entwicklung haben, indem frischer Input neue

Denkanstöße liefert. Der wohl wichtigste Punkt für die Akzeptanz und Einbindung einer Klimaanpassungsstrategie in das Denken und Handeln auf allen Ebenen ist jedoch die **Machbarkeit**. Diese erfordert, dass eine Strategie Zielsetzungen anstrebt, die realistisch umsetzbar sind und Maßnahmen enthält, die sich in einem überblickbaren Zeitrahmen durchführen oder zumindest beginnen lassen.

Diese sechs Schlagwörter gilt es auch bei einem Klimaanpassungskonzept, das auf die Stadt Wilhelmshaven zugeschnitten ist, zu berücksichtigen. Das Urteil, ob dies der Stadt mit dem vorliegenden Konzept, das auf den folgenden Seiten unter anderem die Klimarisiken und Betroffenheiten der Stadt Wilhelmshaven darstellt, Schlüsselmaßnahmen aufzeigt und sich um die Verstetigung der Klimafolgenanpassung in Wilhelmshaven bemüht, erreicht werden kann, überlassen wir dabei Ihnen und freuen uns auf einen konstruktiven Austausch dazu.

1.1 Die Ausgangssituation der Stadt Wilhelmshaven

Die Stadt Wilhelmshaven ist eine kreisfreie Stadt an der Küste der ostfriesischen Halbinsel. Mit fast 79.000 Einwohnern (Stand 2024) gehört sie zu den zehn größten Städten Niedersachsens und als Oberzentrum zur Metropolregion Nordwest.

Statistischen Rahmendaten der Stadt Wilhelmshaven

Bei einer Fläche von 10.711 Hektar ist das Stadtgebiet knapp größer als das von Paris und ist von allen Seiten eingerahmt durch die Nordsee und den Landkreis Friesland. Etwa die Hälfte dieser Fläche ist mit Vegetation bestanden, wovon der größte Teil auf landwirtschaftlich genutzte Flächen entfällt (38,5%). Bewaldete Flächen fallen in Wilhelmshaven mit rund 1% der Gesamtfläche kaum ins Gewicht. Bei den weiteren mit Vegetation bestanden Flächen handelt es sich um rund 1.101 Hektar geschützter Flächen bestehend aus drei Naturschutzgebieten, 36 Landschaftsschutzgebieten und neun geschützten Landschaftsbestandteilen sowie sonstigem Stadtgrün. Zusammen mit den Flächen der Gewässer (5,5%) bilden sie die blau-grüne Infrastruktur der Stadt Wilhelmshaven. Die Siedlungsflächen in Wilhelmshaven nehmen rund 34% der Stadtfläche ein und untergliedern sich vor allem in Wohnbauflächen (etwa 11%), Industrie- und Gewerbeflächen (rund 13,5%) sowie Sport-, Freizeit- und Erholungsflächen (etwa 5%). Die Verkehrsflächen machen rund 11% der Stadtfläche aus. Insgesamt zeigt sich also, dass es sich bei Wilhelmshaven um eine relativ grüne Stadt handelt. Die genannten Flächenverhältnisse bedeuten allerdings auch, dass statistische Angaben wie eine Bevölkerungsdichte von 7,4 Personen je Hektar wenig aussagekräftig ist, da die Bevölkerung sehr ungleichmäßig über die Fläche der Stadt Wilhelmshaven verteilt ist. Während beispielsweise ein ländlich geprägter Stadtteil wie Sengwarden bei fast 24% der Stadtfläche nur eine Bevölkerungsdichte von 0,5 Personen je Hektar aufweist, leben in Stadtteilen wie Innenstadt und Bant mit Bevölkerungsdichten zwischen 50 und 55 Personen je Hektar deutlich mehr Menschen auf weniger Raum (Stand 2022). Der Baubestand in Wilhelmshaven setzt sich aus etwa 44.500 Wohn- und Nichtwohngebäuden zusammen von denen rund 17.500 Gebäude Wohnraum enthalten. Hiervon sind rund 37% Altbauten, die vor 1949 erbaut wurden (Stand 2022).

Das Stadtbild

Prägend für das Stadtbild und den Gesamteindruck von Wilhelmshaven sind die scheinbaren Gegensätze, die hier aufeinander treffen.

Auf der einen Seite ist Wilhelmshaven eine wichtige Industrie- und Hafenstadt, die neben dem einzigen deutschen Tiefwasserhafen, in dem auch Ultra Large Container Ships voll abladen können, auch den größten Bundeswehrstandort in Deutschland beherbergt. Als Industriestandort prägen Wilhelmshaven seit Jahrzehnten die Bereiche Energie und Chemie, die Produktion und Verarbeitung von Lebensmitteln sowie der Maschinen- und Anlagenbau. Aufgrund ihrer Lage stellt die Stadt Wilhelmshaven außerdem eine Energiedrehscheibe mit stetig steigender Bedeutung dar. Vermehrt rücken dabei insbesondere die

Themen Offshore-Leitungen, LNG und grüner Wasserstoff ins Blickfeld. So hat Wilhelmshaven als Energy Hub das Potential, zum Wasserstoffhotspot Europas zu werden und bietet dafür die optimalen Bedingungen für Import, Erzeugung, Nutzung und Speicherung. Darüber hinaus ist Wilhelmshaven mit seiner Infrastruktur Anlandungspunkt bestehender und geplanter Stromtrassen unter anderem zu den Offshore-Windparks. Insgesamt bietet Wilhelmshaven also perfekte Voraussetzungen, um als „Energiedrehscheibe 2.0“ einen wichtigen Beitrag zur Klimawende zu leisten.

Auf der anderen Seite liegt Wilhelmshaven direkt am Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer und ist somit Teil der „Biosphärenregion Niedersächsisches Wattenmeer“. Die Stadt beherbergt neben der zugehörigen Nationalparkverwaltung auch das gemeinsame Wattenmeer-Sekretariat (*Common Wadden Sea Secretariat, CWSS*) der Wattenmeeranrainerstaaten Niederlande, Dänemark und Deutschland, welches die Aufgaben der trilateralen Zusammenarbeit unterstützt, organisiert und koordiniert. Im Bereich Wissenschaft verfügt Wilhelmshaven mit einer Fachhochschule, einem Außenstandort der Universität Oldenburg direkt an der Küste sowie Forschungsinstituten wie beispielsweise dem Senckenberg auch über renommierte Zentren der Forschung.

Begünstigt durch die Küstenlage und in Verbindung mit dem gelebten Slogan „grüne Stadt am Meer“ ist Wilhelmshaven nicht nur für Forschung sowie maritime- und Energiewirtschaft, sondern auch für Touristen sehr attraktiv. So gibt es neben der Natur auch ein weites Spektrum an Attraktionen und jährlichen Großveranstaltungen. Insgesamt ist Wilhelmshaven daher ein beliebtes Reiseziel mit über 140.000 Übernachtungsgästen und rund 375.000 Übernachtungen (2024).

Ebenso wie sich die prägenden Elemente der Stadt Wilhelmshaven von anderen Städten unterscheiden, unterscheiden sich auch die hier vorliegenden Herausforderungen durch den Klimawandel, denen die Stadt begegnen muss. Die zu erwartenden Klimafolgen sind insbesondere durch die Küstenlage und das minimale Gefälle im Stadtgebiet geprägt und erfordern daher angepasste Maßnahmen, die im Rahmen des vorliegenden Konzeptes erarbeitet wurden. Insbesondere im Wassermengenmanagement erfordert eine tief gelegene Küstenstadt wie Wilhelmshaven ohne großes Fließgewässer individuelle Lösungen.

Die politisch-wirtschaftliche Ausgangslage

Die politisch-wirtschaftliche Ausgangslage lässt sich am besten als ambivalent beschreiben. Auf der einen Seite gibt es in der Kommunalpolitik einen breiten Konsens, dass die Klimaanpassung konzeptuell stärker berücksichtigt werden soll. Dazu wurde die Erstellung eines Klimaanpassungskonzeptes bereits lange vor der Verabschiedung des Bundes-Klimaanpassungsgesetzes (KANg) im Jahr 2024 beschlossen, um die Auswirkungen des Klimawandels zu evaluieren, um sich an zukünftige Risiken und Chancen adäquat anpassen zu können. Ein weiteres Beispiel für den Willen zur Klimaanpassung in Kommunalpolitik und Verwaltung zeigt sich in einem ambitionierten Flächenentsiegelungskataster von 2006, das somit bereits vor Einführung der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) von 2008 und lange vor dem Niedersächsischen Gesetz zur Förderung des Klimaschutzes und zur Minderung der Folgen des Klimawandels (NKlimaG), welches ein Entsiegelungskataster ab 2026 vorgibt, erstellt wurde.

Die wirtschaftliche Lage in der Stadt Wilhelmshaven gestaltet sich als schwieriger. Auch wenn zahlreiche Großprojekte im Stadtgebiet von Wilhelmshaven vorangetrieben werden, kämpft die Stadt Wilhelmshaven dennoch als Haushaltssicherungskommune mit Schulden sowie Fehlbeträgen im Haushalt. Hinzu kommt eine mit über 11% weit über dem aktuellen Bundes- (6,3%) und Landesdurchschnitt (6,1%) liegende Arbeitslosigkeit (Stand 04.2025), die eine Pro-Kopf-Kaufkraft von nur 87,6% des Bundesdurchschnitts (Stand 2022) bedingt.

In der Folge ist es wichtig, dass größere Ausgaben, wozu auch die Erstellung des vorliegenden Klimaanpassungskonzeptes sowie sich daraus ergebende Maßnahmen gehören, möglichst durch Fördermittel des Bundes oder des Landes gedeckt sind.

1.2 Das Klimaanpassungskonzept für Wilhelmshaven

Aus diesem Grund wurde im Jahr 2021 im Rat der Stadt Wilhelmshaven beschlossen, einen Förderantrag im Rahmen der Förderrichtlinie „Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels (DAS)“ des Bundesministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMUKN) bei der zugeordneten Projektträgerin [Zukunft-Umwelt-Gesellschaft gGmbH \(Z-U-G\)](#) zu stellen. Beantragt wurde dabei der Förderschwerpunkt A: „Einstieg in das kommunale Anpassungsmanagement“ zur „Erstellung eines Nachhaltigen Anpassungskonzeptes“ (A.1), der bei einer Förderquote von 90 % für Wilhelmshaven die Personalkosten eines Klimaanpassungsmanagements sowie eine professionelle Projektbegleitung durch Fachbüros umfasst. Die Personalstelle wurde zum Juli 2023 besetzt und die Fachbüros GEO-NET Umweltconsulting GmbH, Dr. Pecher AG und KoRis – Kommunikative Stadt- und Regionalentwicklung wurden im Dezember 2023 mit der professionellen Begleitung des Projektes beauftragt.

Insgesamt verfolgt die Stadt Wilhelmshaven mit diesem Förderprojekt das übergeordnete Ziel, ein nachhaltiges Klimafolgenmanagement zu etablieren. Dieses muss nicht nur in der Lage sein, den Status quo im Bereich der Klimarisiken und der Klimaanpassung in Wilhelmshaven zu ermitteln und transparent zu machen. Es muss auch Betroffenheiten durch den Klimawandel erfassen und bewerten, Anpassungspotentiale identifizieren und ein Pool an Anpassungsmaßnahmen zu allen städtischen Handlungsfeldern schaffen sowie die geeigneten Maßnahmen, die den zu erwartenden größten Effekt zum Schutz vor Klimarisiken mit sich bringen, in die Umsetzung zu bringen. Hierbei handelt es sich folglich um die Kernaspekte des vorliegenden Klimaanpassungskonzeptes.

Die konkreten auf das Stadtgebiet Wilhelmshaven bezogenen Projektziele im Rahmen des Förderantrages lauten dazu:

1. Wassermengenmanagement mit Hochwasser und Dürreschutz: Schaffung von intelligenten Lösungen zur Optimierung von Wasserabfluss und Wasserhaushalt
2. Klimagerechter Stadtumbau: zum Beispiel Nutzung von Nachverdichtungspotentialen mit Quartierskonzepten als möglichen Anschlussvorhaben
3. Klimaangepasste Landwirtschaft in ganzheitlicher Betrachtungsweise

Sowie optional:

4. Ermittlung und Optimierung betroffener kritischer Infrastruktur
5. Sicherstellung eines nachhaltigen Küstenschutzes

Um diese Ziele zu erreichen ist es elementar, dass das Klimaanpassungskonzept speziell auf den politischen, wirtschaftlichen und ökologischen Rahmen von Wilhelmshaven angepasst ist; also Handlungsfelder priorisiert wurden, in denen für die Stadt Wilhelmshaven das größte Risiko und somit der größte Handlungsbedarf identifiziert wurde. Außerdem wurde bei der Erstellung des Konzeptes auf einen hohen Grad an Beteiligung durch die Bevölkerung und lokale Akteur*innen gesetzt, um lokales Know-how zu nutzen und für Akzeptanz der erarbeiteten Maßnahmen zu werben. Aufgrund der räumlichen Nähe, einer ähnlichen Ausgangslage und der vielfach gemeinsamen Akteur*innen wurde bei der Erstellung des Klimaanpassungskonzeptes nicht nur kommunal gedacht, sondern auch interkommunal eng mit dem Klimaanpassungsmanagement des Landkreises Friesland zusammengearbeitet und sich ergebende Synergieeffekte genutzt. Die optimale Umsetzung der genannten Ziele, also Realisierung einer maßgeschneiderten kommunalen Klimaanpassungsstrategie, ist folglich nur mit einem Team aus

städtischen Vertreter*innen aus der Stadt Wilhelmshaven und dem Landkreis Friesland, Bürger*innen, Institutionen und lokalen Akteur*innen sowie kompetenten und engagierten externen Dienstleister*innen möglich. Im Weiteren wurde neben einem Teilkonzept zur Kontrolle der Zielerreichung durch die Maßnahmen sowie der stetigen Evaluation des Status quo der Stadt Wilhelmshaven im Bereich der Betroffenheiten durch den Klimawandel bei der Erstellung des Klimaanpassungskonzeptes auch die künftige Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit sowie die langfristige Versteigerung der Klimafolgenanpassung im Denken und Handeln der Stadt Wilhelmshaven berücksichtigt. Teil dieser Verstärkung ist auch die sich im folgenden Kapitel 0 anschließende konzeptionelle Einordnung des Klimaanpassungskonzeptes in die bisherigen Aktivitäten der Stadt Wilhelmshaven, des Landes und des Bundes, die einen Bezug zur Klimawandelanpassung aufweisen. Auf diese soll das vorliegende Konzept aufbauen und zugleich sinnvolle Ergänzungen bieten. Nur dadurch kann sichergestellt werden, dass das Klimafolgenmanagement nachhaltig etabliert wird, und einen übergeordneten Rahmen bildet, um Einzelmaßnahmen und Bestrebungen zu bündeln und gegebenenfalls gemeinschaftlich umzusetzen.

Aktivitäten zur Klimaanpassung in der Stadt Wilhelmshaven

Sowohl auf regionaler und kommunaler Ebene als auch auf Bundes- und Landesebene wurde das Thema Klimaanpassung bereits bearbeitet (siehe Tabelle 1 bis Tabelle 3). Die regionalen und kommunalen Aktivitäten stellen eine Grundlage für dieses Klimaanpassungskonzept sowie die daraus resultierende Umsetzung der Klimaanpassungsmaßnahmen dar. Die bundes- oder landesweit geltenden Produkte wie Strategien, Gesetze und Leitfäden unterstützen die Klimaanpassungsaktivitäten der Stadt Wilhelmshaven und bilden einen Rahmen für ebendiese.

Tabelle 1: Aktivitäten zur Klimaanpassung auf Regional- und Kommunalebene (eigene Darstellung)

Titel	Jahr	Autor/Hrsg.	Inhalt
Klima-Check für Beschlussvorhaben	seit 2023	Stadt Wilhelmshaven	Alle Beschlussvorlagen aus der Verwaltung werden zentral bewertet, um die Auswirkungen auf das Klima und die Klimaanpassung in allen Bereichen zu berücksichtigen und übersichtlich darzustellen.
Projekt Wilhelms Urban Farm	2023-2025	Wirtschaftsförderungsgesellschaft Wilhelmshaven mbH	Der Innenstadtbereich soll zu einem lebendigen, nachhaltigen und attraktiven Zentrum entwickelt werden. Das Projekt ist Teil des Förderprogramms „Zukunftsfähige Innenstädte und Zentren“ des Bundes.
Projekt KLIMARE:PAIR	in Planung	European Regional Development Fund (ERDF), Niedersächsisches Ministerium für Bundes- und Europaangelegenheiten und Regionale Entwicklung und Provinz Friesland	Das Interreg-Projekt ist geplant und soll die Kommunen und Hochschulen aus der Weser-Ems-Dollart-Region einbeziehen. Im Rahmen dieses Projektes sollen grenzüberschreitende Partnerschaften aufgebaut werden, um gemeinsam eine klimafreundliche, lebenswerte, resiliente und nachhaltig wirtschaftende Region zu fördern.
Forschungsprojekt KLEVER-Risk	2019-2023	Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Jade Hochschule	Im Rahmen des Forschungsprojektes wurden Binnenhochwasserrisiken untersucht (siehe Kapitel 1.5.6).

Tabelle 2: Aktivitäten zur Klimaanpassung auf Landesebene (eigene Darstellung)

Titel	Jahr	Autor/Hrsg.	Inhalt
Hinweiskarte Starkregengefahren für Niedersachsen	2024	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN)	Darstellung von Gebieten, die potenziell von Starkregenereignissen betroffen sein können. Diese Informationen sind frei zugänglich und können von Gemeinden, Planer*innen sowie Bürger*innen für eine bessere Vorbereitung auf extreme Wetterereignisse genutzt werden. Das Verständnis der Risiken von Starkregen kann dazu beitragen, geeignete Anpassungsmaßnahmen zur Schadensminimierung zu ergreifen.
Praxisleitfaden „Kommunale Starkregenvorsorge in Niedersachsen“	2024	Kommunale Umwelt-Aktion (UAN), Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz	Leitfaden mit Hilfestellungen/Empfehlungen zur Erarbeitung eines kommunalen Handlungskonzepts zur Starkregenvorsorge (Arbeitshilfe für kommunale Fachplaner*innen und Entscheidungsträger*innen).
NKlimaG – Niedersächsisches Klimagesetz (Novelle)	2023	Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (MU)	Verbindlicher Rahmen zur Umsetzung, der Klimaziele auf Landesebene, der Vorgaben zur Förderung erneuerbarer Energien, Energieeffizienz sowie zur Anpassung an den Klimawandel (z. B. NKlimaG §19 Entsiegelungskataster) umfasst.
Niedersächsische Strategie zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels	2021	Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (MU)	Konzept zur Festlegung von Maßnahmen zur Erhöhung der Resilienz gegenüber klimatischen Veränderungen in Niedersachsen. Sie umfasst verschiedene Handlungsfelder (z. B. Wasser-, Landwirtschaft, Naturschutz und Infrastruktur) und orientiert sich dabei an der nationalen Klimaanpassungsstrategie.
NIKO – Niedersächsisches	Seit 2021	Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (MU)	Online-Plattform, die Beratung und Information zu Klimawandel und Klimafolgenanpassung bietet.

Kompetenzzentrum Klimawandel			Klimadaten (Vergangenheit und projizierte Zukunft) werden kostenfrei zur Verfügung gestellt.
Klimawirkungsstudie für Niedersachsen	2019	Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (MU), Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN)	Umfassende Untersuchung, die sich mit den Auswirkungen des Klimawandels auf verschiedene Bereiche in Niedersachsen beschäftigt und als Grundlage für politische Entscheidungen und Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel dient.

Tabelle 3: Aktivitäten zur Klimaanpassung auf Bundesebene (eigene Darstellung)

Titel	Jahr	Autor/Hrsg.	Inhalt
DAS 2024 – Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel („Klimaanpassungsstrategie“)	2024	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz	Politisches Konzept mit Maßnahmen und Handlungsempfehlungen zur Klimaanpassung für Bund, Länder und Kommunen. Enthält messbare Ziele für die Klimaanpassung in Deutschland, denen Indikatoren zugeordnet sind, um die Zielerreichung messen zu können.
KAnG – Bundes-Klimaanpassungsgesetz	2024	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz	Verbindlicher Rahmen zur Umsetzung der Anpassungsstrategie an den Klimawandel in die Praxis. Es legt spezifische Vorgaben und Verantwortlichkeiten fest, um die Anpassung an den Klimawandel auf nationaler Ebene zu fördern.
KLiVO – Deutsches Klimavorsorgeportal	o.J.	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz	Online-Plattform, die Informationen/ Ressourcen zur Klimaanpassung bereitstellt, mit dem Ziel, Auswirkungen des Klimawandels besser zu verstehen und geeignete Maßnahmen zur Risikominderung zu entwickeln.

Klimabericht: Klimawandel in Wilhelmshaven

1.3 Datengrundlage und Methodik

1.3.1 Gegenwärtiges Klima

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

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

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

1.3.2 Zukünftige Klimaveränderungen

Die Auswertung des erwarteten Klimawandels bezieht sich auf die Fläche Wilhelmshavens sowie des angrenzenden Landkreises Friesland, in dem parallel zum vorliegenden Projekt ebenfalls ein Klimaanpassungskonzept erstellt wurde. Die räumliche Ausdehnung der jeweils für Wilhelmshaven und den Landkreis Friesland betrachteten Klimamodelle weist eine große Überschneidung auf, sodass bei einer getrennten Auswertung der beiden Gebiete keine signifikanten Unterschiede zu erwarten gewesen wären (vgl. Abbildung 1).

Datengrundlage der Zukunftsdaten

Die Analyse zukünftiger klimatischer Änderungen stützt sich auf Daten numerischer, regionaler Klimamodelle der *EURO-CORDEX*-Initiative. *EURO-CORDEX* ist der europäische Zweig der CORDEX-Initiative, die regionale Projektionen des Klimawandels für alle terrestrischen Gebiete der Erde im Rahmen des Zeitplanes des fünften *IPCC Assessment Reports (AR5)* und darüber hinaus erstellt (Giorgi et al., 2008). Durch den DWD wurde aus diesem übergeordneten Prozess ein für Deutschland repräsentatives Referenzensemble ausgewiesen (DWD, 2025b). Zudem wurden diese Daten einer Bias-Adjustierung unterzogen und auf eine höhere Auflösung regionalisiert.

Mit numerischen Klimamodellen kann das zukünftige Klima unter der Annahme verschiedener Emissionsszenarien simuliert und analysiert werden. Wie alle Modelle sind auch Klimamodelle Abbilder der Wirklichkeit und somit nicht „perfekt“. Die Ergebnisse von Klimamodellen beinhalten daher einen gewissen Anteil an Modellunsicherheit, der aus der Struktur des Modells, den verwendeten Techniken zur Modellierung der Atmosphärenphysik und der Parametrisierung bestimmter Prozesse resultiert.

Aus diesem Grund ist es vorteilhaft, nicht nur die Simulationsergebnisse eines Modells, sondern mehrerer Modelle zu verwenden, ein sogenanntes Modellensemble.

Diesem Ansatz folgend, wurde für die Analyse der zukünftigen klimatischen Entwicklung von Wilhelmshaven ein Modellensemble bestehend aus 13 Mitgliedern verwendet, d. h. Kombinationen aus globalen und regionalen Klimamodellen, die mit jeweils unterschiedlichen Klimaszenarien angetrieben werden. Das Modellensemble basiert auf dem oben beschriebenen regionalisierten DWD-Referenzensemble. Um der Modellauswahl der aktuellen Klimaprojektionsdaten für Niedersachsen und Bremen zu entsprechen, wurden zusätzlich Modellläufe des statistischen Regionalklimamodells WETTREG ausgewertet (AR5-NI v2.1, Hajati et al., 2022a).

Die Mitglieder des Ensembles werden als gleichberechtigt angesehen und die Unterschiede in den Ergebnissen als Modellvariabilität betrachtet. Alle nachfolgenden Auswertungen wurden in enger Anlehnung an die Leitlinien zur Interpretation von Klimamodelldaten des Bund-Länder-Fachgesprächs „Interpretation regionaler Klimamodelldaten“ durchgeführt (Linke, 2024).

Für die Auswertung wurden bis zum Jahr 2100 projizierte Daten mit einer zeitlichen Auflösung von einem Tag und einer räumlichen Auflösung von 5 km verwendet. Die Auswahl der entsprechenden Daten aus dem Gitter der Modellsimulationen, das Deutschland flächendeckend überspannt, erfolgte durch die Identifikation und Auswahl passender Gitterpunkte entsprechend der Grenzen Wilhelmshavens sowie des Landkreises Friesland (Abbildung 1). Die an diesen Gitterpunkten vorliegenden Zeitreihen der betrachteten meteorologischen Variablen wurden für jeden Zeitschritt (= ein Tag) räumlich aggregiert, um auf diese Weise einheitliche, repräsentative Zeitreihen zu erhalten. Dies führt beispielsweise dazu, dass Starkregenereignisse, welche oftmals kleinräumig und zeitlich kurz auftreten, von Regionalklimamodellen potenziell nicht erfasst und folglich sogar unterschätzt werden (DWD, 2020).

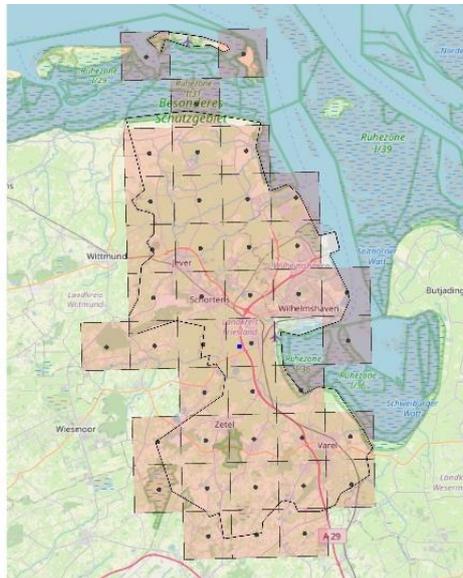


Abbildung 1: Räumliche Ausdehnung der für die Auswertung verwendeten Modell-Gitterpunkte (Hintergrundkarte: OpenStreetMap)

Klimaszenarien

Hauptverantwortlich für den Anstieg der globalen Mitteltemperaturen sind anthropogen bedingte CO₂-Emissionen. Da heute noch nicht absehbar ist, wie sich die CO₂-Emissionen zukünftig entwickeln, werden diese in Klimamodellen in Form von Szenarien mit unterschiedlichen Treibhausgasemissionspfaden über die Zeit berücksichtigt, die bis zum Ende des Jahrhunderts einen bestimmten Strahlungsantrieb hervorrufen. Für Europa stehen aktuell drei verschiedene Klimaszenarien zur Verfügung: RCP 2.6, 4.5

und 8.5 (*RCP = Representative Concentration Pathways*). Im 2022 veröffentlichten sechsten *IPCC*-Bericht wurden die *RCP*-Szenarien von *SSP*-Szenarien abgelöst, die soziökonomische Entwicklungspfade aufzeigen (*SSP = Shared Socioeconomic Pathways*) (DKRZ, 2025). Aktuell ist die Wissenschaft dabei, die *SSP*-Szenarien in die globalen und regionalen Klimamodelle zu integrieren (bspw. laufen im Projekt *CMIP6* erste Modellrechnungen mit den neuen Szenarien¹), sie sind jedoch noch nicht in den *EURO-CORDEX*-Daten und dem DWD-Referenzensemble enthalten. Die Zahl in der Bezeichnung der *RCP*-Szenarien benennt den mittleren Strahlungsantrieb in W/m^2 , der in ihrem projizierten Verlauf zum Ende des 21. Jahrhunderts erreicht wird (Moss et al., 2010) (Abbildung 2):

- Das *RCP*-Szenario 2.6 beschreibt einen Anstieg des anthropogenen Strahlungsantriebes bis zum Jahr 2040 auf ca. 3 W/m^2 . Bis zum Ende des Jahrhunderts sinkt dieser langsam, aber stetig auf $2,6 \text{ W/m}^2$ ab. Die globale Mitteltemperatur würde in diesem Szenario das 2 °C -Ziel nicht überschreiten, sodass *RCP 2.6* als „Klimaschutzszenario“ bezeichnet wird. Dieses Szenario basiert auf der Annahme, dass die Treibhausgasemissionen durch weltweite Anstrengungen und drastische Maßnahmen deutlich gemindert werden.
- Das *RCP*-Szenario 4.5 zeigt einen steilen Anstieg des anthropogenen Strahlungsantriebes bis etwa zur Mitte des 21. Jahrhunderts, der danach bis ca. 2075 nur noch geringfügig steigt und in der Folge stagniert. Bei diesem Szenario würden die globalen Mitteltemperaturen um $2,6 \text{ °C}$ gegenüber dem vorindustriellen Niveau steigen.
- Das *RCP*-Szenario 8.5 weist den stärksten Anstieg des Strahlungsantriebes auf, der sich bis zum Ende des Jahrhunderts nicht abschwächt und eine Zunahme der globalen Mitteltemperatur um ca. $4,8 \text{ °C}$ gegenüber dem vorindustriellen Zustand bewirken würde. Dieses Szenario entspricht einem weltweiten "Weiter-so-wie-bisher" in einer Klimapolitik aus 2010 und langfristig fortgesetzter Ausbeutung und Nutzung fossiler Energieträger.

Die weltweiten CO_2 -Emissionen verzeichnen seit den 1950er-Jahren einen permanenten Anstieg. In den letzten Dekaden befanden wir uns, nach den Ergebnissen des *Global Carbon* Projektes, mit den globalen CO_2 -Emissionen auf dem „Pfad“ des *RCP*-Szenarios 8.5 (Boden et al., 2017; Peters et al., 2013). Selbst ein abrupter weltweiter Rückgang des CO_2 -Ausstoßes würde, aufgrund der Trägheit des Klimasystems, in Kürze keine signifikante Änderung herbeiführen. Für die Einschätzung der Klimarisiken in den nächsten Jahrzehnten wird das *RCP 8.5* als geeignetes Szenario angesehen (Schwalm et al., 2020). Aus diesem Grund und im Sinne des Vorsorgegedankens werden im vorliegenden Bericht vornehmlich Grafiken zu Klimaänderungen des *RCP*-Szenarios 8.5 platziert. Das *RCP 4.5* wurde den Vorgaben des Landes Niedersachsen entsprechend nicht ausgewertet (vgl. Hajati et al., 2022a).

¹ *CMIP6* (*Coupled Model Intercomparison Project 6*) ist ein internationales Klimamodellvergleichsprojekt des Weltklimaforschungsprogramms (*World Climate Research Programme*)

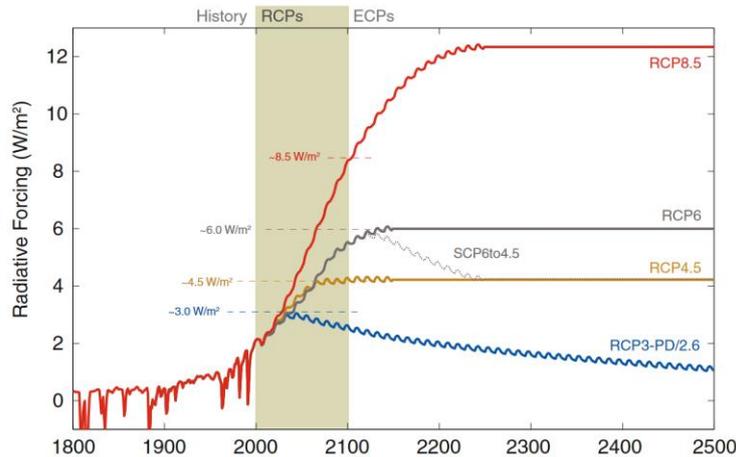


Abbildung 2: Strahlungsantrieb der verschiedenen *Representative Concentration Pathways* (RCP²) und ihre Entwicklung bis 2100 (Quelle: Meinshausen et al., 2011)

Datenverarbeitung

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

Die verwendeten Daten wurden im Zuge der Regionalisierung einer Bias-Adjustierung unterzogen. Trotzdem kann ein gewisses Maß an Unsicherheiten immer noch in den Daten enthalten sein. Es wird davon ausgegangen, dass der Wertebereich der Unsicherheiten für den Referenzzeitraum in etwa genauso groß ist wie für die Zukunftszeiträume. Bei einer ausschließlichen Betrachtung der Unterschiede zwischen Zukunft und Referenz haben diese Unsicherheiten, also deren Differenz, daher keinen Einfluss und man erhält eine robustere Aussage.

Die Analyse des erwarteten Klimawandels wurde mit zwei methodisch unterschiedlichen Herangehensweisen durchgeführt. Im ersten Ansatz wurden die Daten des Modellensembles zu zusammenhängenden Zeitreihen von 1971 – 2100 zusammengeführt und für jede betrachtete Variable untersucht, ob ein zeitlich linearer Trend vorliegt und die Entwicklung statistisch signifikant ist. Die statistische Signifikanz wurde anhand des Trend-/Rauschverhältnisses ermittelt (Tabelle A 1 im Anhang).

Das Klima eines Raumes wird repräsentiert durch den mittleren Zustand der Atmosphäre über einen Zeitraum von mindestens 30 Jahren. Für die Beschreibung des erwarteten Klimawandels werden klimatische Beobachtungen einer sogenannten Referenzperiode benötigt. Diese sollte einen Zeitraum umfassen, in dem die klimatischen Auswirkungen der globalen Erwärmung noch nicht so stark in Erscheinung getreten sind. Die *World Meteorological Organisation* (WMO) empfiehlt die Verwendung der sogenannten Klimanormalperiode von 1961 – 1990. Da jedoch bei einigen der verwendeten regionalen Klimamodelle der Zeitraum des Referenzlaufs erst 1971 beginnt, wurde im vorliegenden Konzept der Zeitraum von 1971 – 2000 als Referenzperiode festgelegt. Dieser ist im Verhältnis zu den betrachteten Zukunftszeiträumen noch ausreichend wenig vom Klimawandel beeinflusst, sodass eine vergleichende Betrachtung die wesentlichen klimatischen Veränderungen aufzeigt. Die Referenzperiode

² RCPs = *Representative Concentration Pathways* (repräsentativer Konzentrationspfad); ECP = *Extended Concentration Pathways*, sind ergänzende Szenarien bis 2300.

1971 – 2000 wird auch in der aktuellen bundesweiten Klimawirkungs- und Risikoanalyse verwendet (UBA, 2021). In Bezug auf die Klimawandelfolgen betrachtet die Klimawirkungs- und Risikoanalyse zwei Zukunftsperioden in der Mitte und zu Ende des Jahrhunderts, die hier übernommen wurden. Deshalb wurden im zweiten Ansatz für jede Variable zeitliche Mittelwerte über folgende Zeiträume berechnet:

- Referenzperiode: 1971 – 2000
- 1. Zukunftsperiode (Mitte des Jahrhunderts): 2031 – 2060
- 2. Zukunftsperiode (Ende des Jahrhunderts): 2071 – 2100

Von den einzelnen Variablen-Mittelwerten der jeweiligen Zukunftsperioden wurden die zugehörigen Mittelwerte der Referenzperiode subtrahiert und somit die langjährigen mittleren Änderungen für jede Variable berechnet. Die statistische Signifikanz der Änderungen wurde nach einem vom Bund-Länder-Fachgespräch zur „Interpretation von Modelldaten“ vorgeschlagenen statistischen Testschema ermittelt (vgl. Linke, 2024). Das Signifikanzniveau wurde einheitlich auf 95 % festgelegt. Dabei ist zu beachten, dass die Referenzläufe mit den Beobachtungsdaten des gleichen Zeitraumes nur in ihren klimatisch relevanten, statistischen Eigenschaften übereinstimmen. Sie sind auf kleineren Skalen (Jahre, Monate, Tage) nicht exakt miteinander vergleichbar. Die nachfolgenden Ausführungen enthalten eine Vielzahl von Grafiken in Form sogenannter Box-Whisker Plots. Diese haben den Vorteil, dass die Kennwerte statistischer Verteilungen schnell erfassbar und vergleichbar sind (Abbildung A 1 im Anhang).

1.4 Das vergangene und gegenwärtige Klima in Wilhelmshaven

Bezogen auf die letzten 30 Jahre (1991 – 2020) ist Wilhelmshaven durch eine langjährige Mitteltemperatur von 9,9 °C und eine mittlere Niederschlagssumme von 842 mm/Jahr gekennzeichnet (Tabelle 4). Damit weist Wilhelmshaven im Mittel höhere Temperaturen und Niederschlagsmengen als im deutschlandweiten Durchschnitt auf (9,3 °C bzw. 790 m/Jahr; UBA, 2022b, 2022c).

1.4.1 Temperaturzunahmen und Hitze

Verglichen mit früheren Perioden wird deutlich, dass in Wilhelmshaven in den letzten 30 Jahren (1991 – 2020), dem nationalen und globalen Trend folgend, eine deutliche Erwärmung stattgefunden hat (Tabelle 4). So ist die Jahresmitteltemperatur im Vergleich zur Referenzperiode 1971 – 2000 um 0,8 °C und seit Beginn der meteorologischen Aufzeichnungen sogar um 1,7 °C gestiegen (bezogen auf die Periode 1881 – 1910). Zudem sind vier der fünf wärmsten Jahre seit 1881 allesamt in der letzten Dekade aufgetreten (Abbildung 3).

Noch stärker als die „schleichende“ Änderung der Jahresmitteltemperatur wirken sich Hitzeperioden auf das Wohlbefinden und die Gesundheit der Bevölkerung aus. Die Anzahl an Sommertagen ($T_{\max} \geq 25$ °C) und insbesondere Heißen Tagen ($T_{\max} \geq 30$ °C) kann als Indiz für die Häufigkeit belastender Phasen verstanden werden. In Wilhelmshaven zeigt sich jeweils ein Anstieg dieser Kenntage: Im Vergleich der Periode 1991 – 2020 zu 1971 – 2000 ist die mittlere Anzahl an Sommertagen von 16 auf 20 pro Jahr und an Heißen Tagen von 2 auf 3 pro Jahr gestiegen (Tabelle 4, Abbildung 4). Im gleichen Zeitraum ist, diesem Trend folgend, auch die Anzahl der Frosttage von 56 auf 47 pro Jahr zurückgegangen.

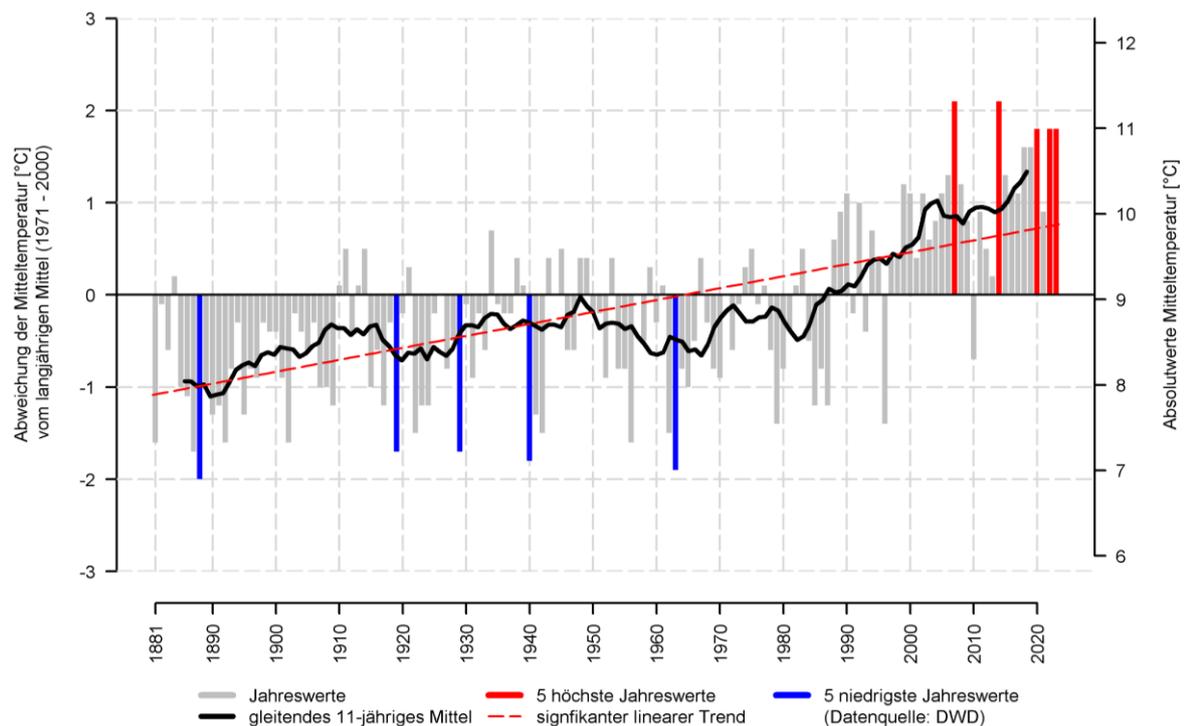
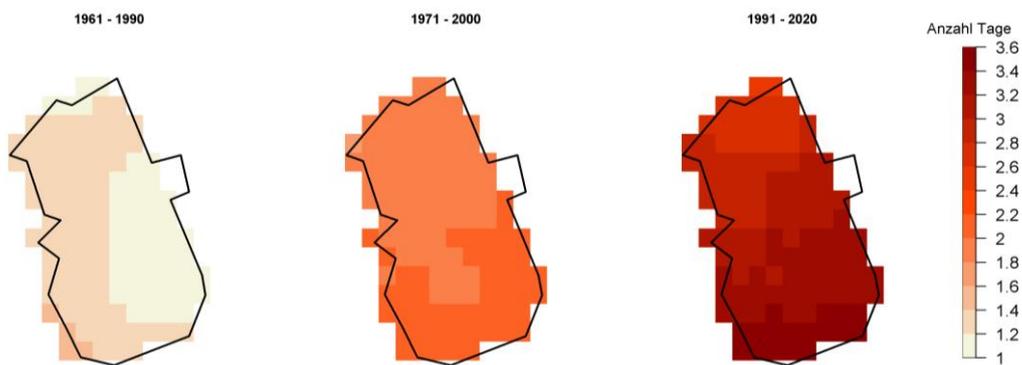


Abbildung 3: Jahresmitteltemperatur in Wilhelmshaven im Zeitraum 1881 bis 2023 (eigene Berechnung nach DWD, 2024a)

Tabelle 4: Langjährige mittlere Entwicklung der Temperaturen, des Niederschlags sowie von meteorologischen Kenntagen in Wilhelmshaven in der Vergangenheit (eigene Berechnung nach DWD, 2024a)

	1961-1990	1971-2000	1991-2020
Mittelwert der Lufttemperatur [°C]	8,7	9,1	9,9
Sommertage ($T_{\max} \geq 25 \text{ °C}$) [n/Jahr]	13	16	20
Heiße Tage ($T_{\max} \geq 30 \text{ °C}$) [n/Jahr]	1	2	3
Tropennächte ($T_{\min} \geq 20 \text{ °C}$) [n/Jahr]	keine Angabe	< 1	< 1
Frosttage ($T_{\min} < 0 \text{ °C}$) [n/Jahr]	63	56	47
Eistage ($T_{\max} < 0 \text{ °C}$) [n/Jahr]	17	13	11
Jahresniederschlag [mm/Jahr]	811	823	842
Tage mit Niederschlag > 10 mm [n/Jahr]	20	21	22
Tage mit Niederschlag > 20 mm [n/Jahr]	3	3	4
Tage mit Niederschlag > 30 mm [n/Jahr]	1	1	1


 Abbildung 4: Räumliche Darstellung der Anzahl Heißer Tage pro Jahr ($T_{\max} \geq 30 \text{ °C}$) in verschiedenen Perioden in Wilhelmshaven (eigene Berechnung nach DWD, 2024a)

1.4.2 Niederschlagsverschiebung und Trockenheit

In Bezug auf den Jahresniederschlag zeigt sich seit Beginn der systematischen Messungen Ende des 19. Jahrhunderts eine signifikante Zunahme (Abbildung A 2 im Anhang). Auch über die letzten ca. 60 Jahre ist ein zunehmender Trend des Jahresniederschlags erkennbar (Tabelle 4), wenngleich weniger deutlich, da sich feuchtere und trockenere Phasen abwechselten.

Ein mögliches Maß für Trockenheit ist der Trockenheitsindex nach de Martonne, der sich aus dem Jahresniederschlag und der Jahresmitteltemperatur ergibt (Gavrilov et al., 2019). Der Trockenheitsindex unterliegt in Wilhelmshaven deutlichen Schwankungen, die insbesondere auf variierende Jahresniederschlagssummen zurückzuführen sind. Auch wenn in den letzten Dekaden eine Abnahme des Trockenheitsindex vermutet werden kann, lässt sich bei einer Betrachtung ab 1970 kein signifikanter Trend feststellen (Abbildung 5). Dies ist darauf zurückzuführen, dass neben steigenden Temperaturen auch ein leicht ansteigender Trend der jährlichen Niederschlagsmengen beobachtet wurde (Abbildung A 2).

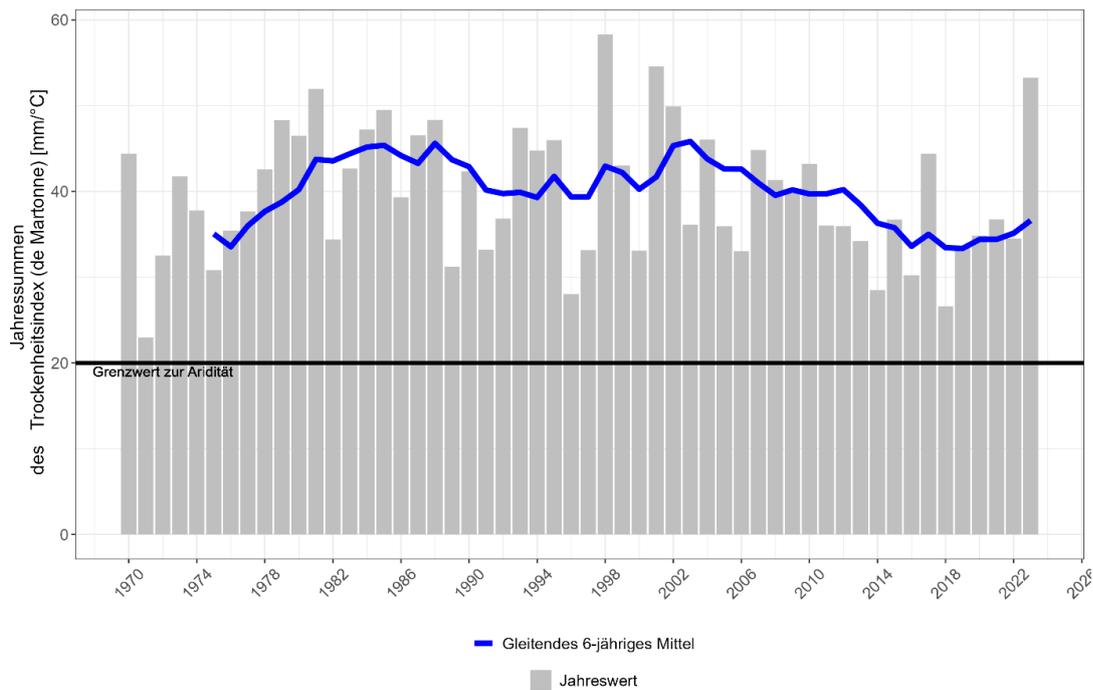


Abbildung 5: Trockenheitsindex nach de Martonne in Wilhelmshaven im Zeitraum 1970 bis 2023 (eigene Berechnung nach DWD, 2024a)

Auch die Bodenfeuchte, für die der Trockenheitsindex ein, jedoch nicht der einzige Faktor ist, hat sich in Wilhelmshaven über die letzten 30 Jahre gesehen nicht signifikant verändert (Abbildung 6). In der Einheit % nFK (nutzbare Feldkapazität) bedeutet ein Wert < 30 , dass Pflanzen unter Wasserstress stehen, während sie bei Werten > 50 % nFK optimal mit Wasser versorgt sind (MWVLW RLP, 2025). Erwartungsgemäß fällt die Bodenfeuchte im Sommer (orange Balken in Abbildung 6) deutlich geringer aus als in den anderen Jahreszeiten (graue Balken). Dauerhafter Wasserstress wurde im Mittel über das gesamte Stadtgebiet noch nicht festgestellt, es ist jedoch davon auszugehen, dass es in einzelnen Jahren mindestens lokal Bereiche gab (unter anderem abhängig von der Bodenart), in denen Pflanzen zeitweise unter Wasserstress standen.

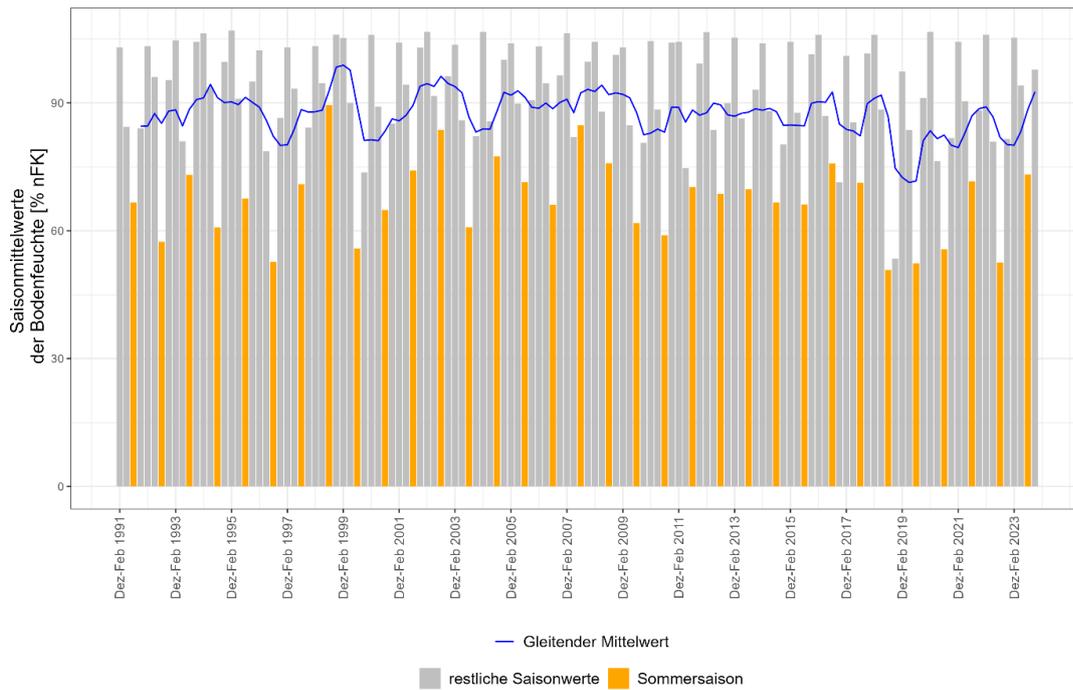


Abbildung 6: Saisonmittelwerte der Bodenfeuchte (in % nFK) in Wilhelmshaven im Zeitraum 1991 bis 2023 (eigene Berechnung nach DWD, 2024a)

1.4.3 Starkregen

Als Starkregen werden Regenereignisse bezeichnet, die eine hohe Intensität, d. h. eine im Verhältnis zu ihrer Dauer große Niederschlagssumme aufweisen. Gemäß DWA³ handelt es sich dabei um Regenereignisse, die in einzelnen Dauerstufen Regenhöhen mit Wiederkehrzeiten $T_n \geq 1$ Jahr aufweisen (DWA-Merkblatt 119, 2016). Niederschlag wird im Allgemeinen in der Einheit mm, gleichbedeutend mit L/m^2 , erfasst. Der DWD warnt vor Starkregen in drei Stufen, wenn folgende Schwellenwerte voraussichtlich überschritten werden: Regenmenge ≥ 15 mm/1 h bzw. ≥ 20 mm/6 h (Markante Wetterwarnung), Regenmenge > 25 mm/1 h bzw. > 35 mm/6 h (Unwetterwarnung) und Regenmenge > 40 mm/1 h bzw. > 60 mm/6 h (Warnung vor extremem Unwetter; DWD, 2024b). Da die Auswertung der *EURO-CORDEX*-Daten nicht für einzelne Stunden, sondern nur für einzelne Tage durchgeführt werden kann, werden in diesem Bericht zur Beschreibung von Starkregenereignissen Tage mit einem Niederschlag > 10 mm, > 20 mm und > 30 mm/d (hier als Starkregen bezeichnet) verwendet.

Zudem ist, wie eingangs erwähnt, zu berücksichtigen, dass Starkregenereignisse oftmals kleinräumig auftreten und somit von den, obgleich relativ hoch aufgelösten, Regionalklimamodellen potenziell nicht erfasst und folglich sogar unterschätzt werden können (DWD, 2020).

In Wilhelmshaven deutet sich in der Vergangenheit eine leicht zunehmende Häufigkeit von Starkregenereignissen an (Abbildung 7), die aufgrund ihrer Seltenheit jedoch statistisch nicht abschließend belegt werden kann, d. h. es können bisher keine signifikanten Zunahmen von Starkregen (im Mittel ca. 1 x pro Jahr) bzw. Ereignisse mit erhöhten Niederschlagsmengen festgestellt werden (Tabelle 4, Abbildung A 3).

³ Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall

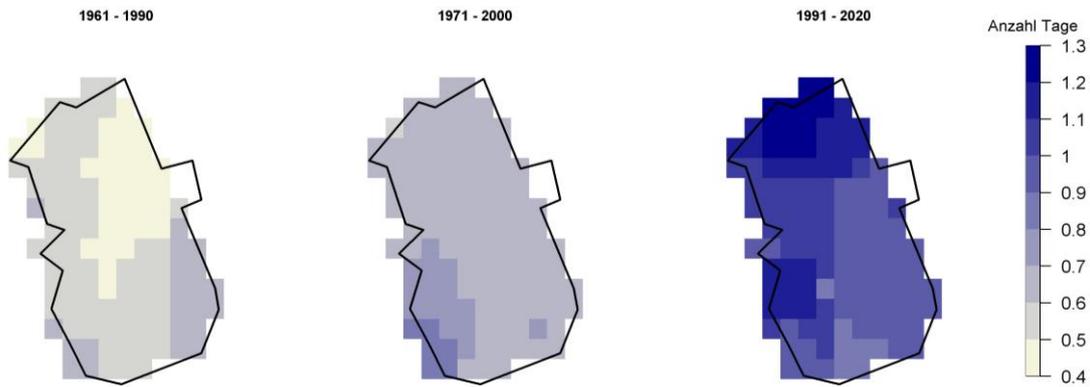


Abbildung 7: Räumliche Darstellung der Anzahl an Starkregenereignissen pro Jahr (> 30 mm pro Tag) in verschiedenen Perioden in Wilhelmshaven (eigene Berechnung nach DWD, 2024a)

1.4.4 Sturm

Ein Sturm wird als „Wind von großer Heftigkeit, [...] der erhebliche Schäden und Zerstörungen anrichten kann“ definiert (DWD, 2024b). Je nach Windgeschwindigkeit wird zwischen einem Sturm (Beaufort 9), schweren Sturm (Bft 10) und orkanartigen Sturm (Bft 11) unterschieden. In der Vergangenheit gab es in Wilhelmshaven im Mittel ca. 10 Stürme pro Jahr. Schwere bzw. orkanartige Stürme kamen regelmäßig, aber deutlich seltener vor (3,3 bzw. 1,0 pro Jahr; Tabelle 5). Orkane als Ereignisse mit noch höheren Windgeschwindigkeiten (Bft 12) traten unregelmäßig auf (im Mittel 0,4 pro Jahr). Innerhalb der Referenzperiode 1971 – 2000 zeigt sich jedoch eine gewisse Spannweite: In den meisten Jahren war in Wilhelmshaven kein Orkan zu verzeichnen, gelegentlich traten 1 oder 2 Orkane auf und in einem Jahr (1990) sogar 4 Orkane.

Tabelle 5: Sturmereignisse und Orkane in der Periode 1971 – 2000 an der Wilhelmshaven am nächsten gelegenen DWD-Station Jever (eigene Berechnung nach DWD, 2024a)

Ereignisse pro Jahr in der Periode 1971 – 2000		Mittelwert	Minimum – Maximum
Sturm	(Beaufort 9: 75 bis 88 km/h)	10	2 – 24
Schwerer Sturm	(Beaufort 10: 89 bis 102 km/h)	3,3	0 - 6
Orkanartiger Sturm	(Beaufort 11: 103 bis 117 km/h)	1,0	0 - 5
Orkan	(Beaufort 12: > 117 km/h)	0,4	0 - 4

1.4.5 Meeresspiegelanstieg und Sturmfluten

Pegel in der Nähe von Wilhelmshaven verzeichneten einen Meeresspiegelanstieg (siehe exemplarischen Pegel für Cuxhaven in Abbildung 8), für Wilhelmshaven bzw. den Jadebusen standen jedoch keine langjährigen Pegelstände des Meeresspiegels zur Verfügung. Folgende Aussagen zu den beobachteten Änderungen des Meeresspiegels in der Deutschen Bucht sind daher der Veröffentlichung „Norddeutschland im Klimawandel – Was wissen wir über Klima, Klimawandel und Auswirkungen in Norddeutschland?“ des Norddeutschen Küsten- und Klimabüros des Helmholtz-Zentrums Geesthacht entnommen:

„Der Meeresspiegel ist in der Deutschen Bucht innerhalb der letzten 100 Jahre etwa 15 bis 20 cm angestiegen. Eine ungewöhnliche Beschleunigung des Meeresspiegelanstiegs wurde hier in den letzten Jahrzehnten bisher nicht festgestellt. Dennoch ist ein fortlaufendes Monitoring des Meeresspiegelanstiegs und dessen Geschwindigkeit sehr wichtig, denn selbst bei einem starken künftigen Meeresspiegelanstieg in der Nordsee [...] könnte die damit einhergehende

deutliche Beschleunigung des relativen mittleren Meeresspiegelanstiegs in der Deutschen Bucht voraussichtlich nicht vor den 2020er-Jahren eindeutig detektiert werden.

Hohe Wasserstände und Sturmfluten können im Wesentlichen durch den Meeresspiegelanstieg, durch wasserbauliche Maßnahmen und durch ein verändertes Windklima höher auflaufen. Die Sturmaktivität hat sich in den vergangenen Jahrzehnten nicht systematisch geändert, sondern weist von Jahrzehnt zu Jahrzehnt starke Schwankungen auf. Daher laufen Nordseesturmfluten heute windbedingt nicht systematisch höher auf als vor einigen Jahrzehnten. Abgesehen von den regional sehr unterschiedlichen wasserbaulichen Maßnahmen, sind zunehmende Sturmfluthöhen hauptsächlich auf den Meeresspiegelanstieg zurückzuführen. Außerdem ist wegen des höheren Ausgangsniveaus weniger Wind notwendig, um Wasserstände auf Sturmflutniveau anzuheben. Dadurch hat sich auch die Sturmfluthäufigkeit erhöht (vgl. www.sturmflutmonitor.de). Auch der Seegang ist maßgeblich vom Windklima abhängig. Dementsprechend haben sich die Wellenhöhen in den letzten Jahrzehnten bisher nicht systematisch verändert“ (Meinke & Helmholtz-Zentrum Geesthacht, 2020, S. 29f).

Meeresspiegelanstieg seit 1843

Pegel: Cuxhaven

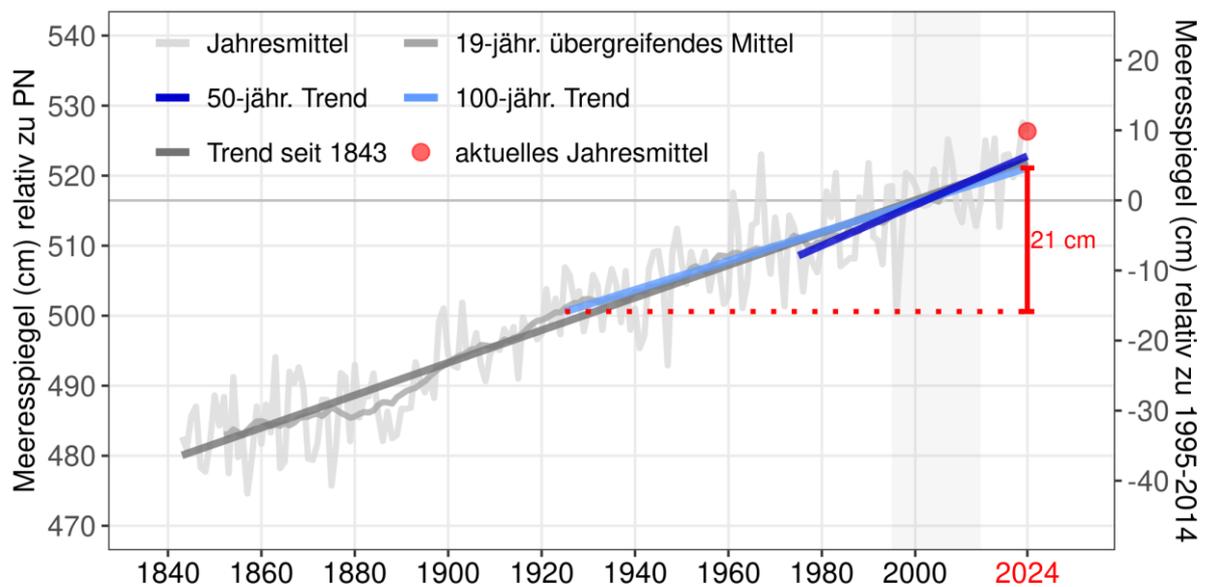


Abbildung 8: Bisheriger Meeresspiegelanstieg am Pegel Cuxhaven (aus: Helmholtz-Zentrum Hereon, 2025)

1.5 Zukünftige Klimaveränderungen in Wilhelmshaven

1.5.1 Temperaturzunahme und Hitze

Beide *RCP*-Szenarien zeigen eine Zunahme der Jahresmitteltemperaturen in Wilhelmshaven in den nächsten Dekaden (Abbildung 9). Ungefähr ab Mitte des Jahrhunderts machen sich die positiven Auswirkungen der im *RCP*-Szenario 2.6 angenommenen globalen Klimaschutzmaßnahmen bemerkbar, was in diesem Szenario zu einer Stagnation bis leichten Abnahme der Jahresmitteltemperatur bis zum Ende des Jahrhunderts führt. Im *RCP*-Szenario 8.5 verstärkt sich dagegen die Temperaturzunahme, sodass bis zum Ende des Jahrhunderts im Median eine um 3,5 °C erhöhte Jahresmitteltemperatur projiziert wird. Der Temperaturanstieg ist in allen Jahreszeiten erkennbar (Abbildung A 4, Abbildung A 5).

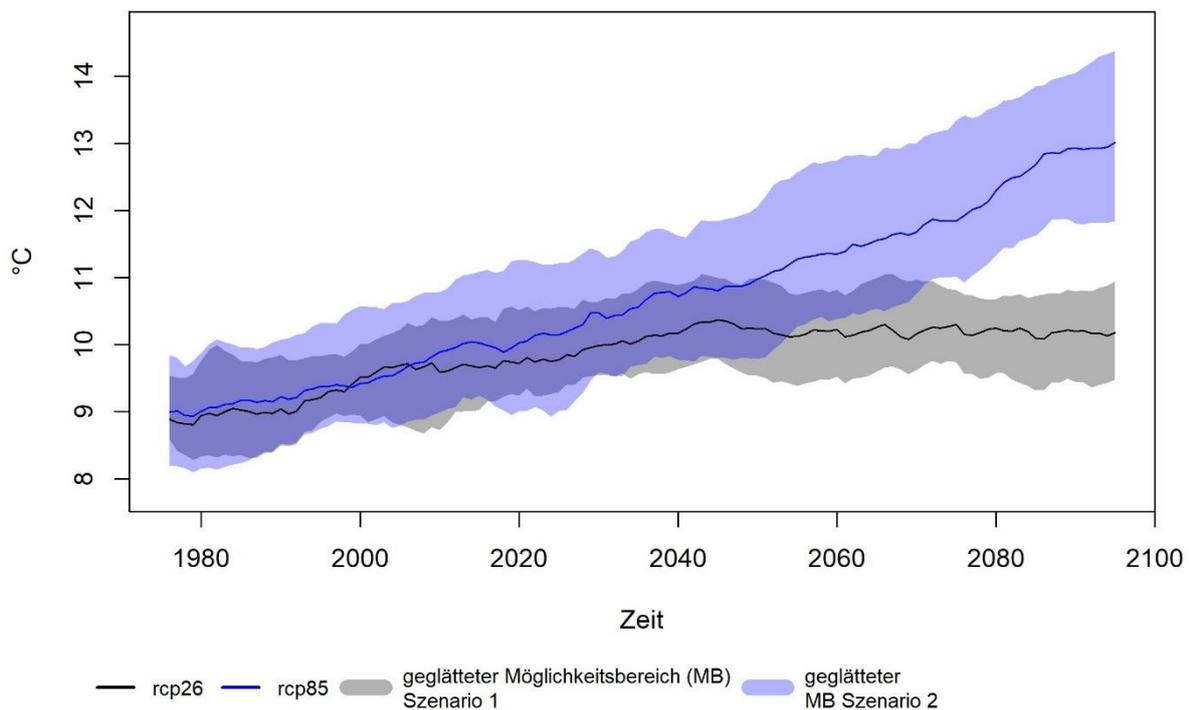


Abbildung 9: Modellerte Jahresmitteltemperaturen in Wilhelmshaven (eigene Darstellung nach DWD, 2025b)

Der projizierte Temperaturanstieg steht in direktem Zusammenhang mit der Entwicklung thermischer Kenntage, die für die Lebensqualität und Gesundheit der Bevölkerung noch relevanter sind als der allmähliche Temperaturanstieg. Die Anzahl an Sommertagen und Heißen Tagen nimmt zukünftig deutlich zu (Tabelle 6). So ist beispielsweise im *RCP*-Szenario 8.5 zum Ende des Jahrhunderts hin im Median mit 13 Heißen Tagen pro Jahr zu rechnen, während diese in der Referenzperiode (1971 – 2000) im Durchschnitt zweimal jährlich auftraten.

Tropennächte sind derzeit in Wilhelmshaven die Ausnahme. Je nach Szenario treten sie zur Mitte des Jahrhunderts weiterhin sehr selten (im Median nimmt die jährliche Anzahl der Tropennächte im *RCP*-Szenario 2.6 um 0,2 Nächte zu) bis selten, aber regelmäßig auf (im Median nimmt die jährliche Anzahl der Tropennächte im *RCP*-Szenario 8.5 um 0,6 Nächte zu). Bis Ende des Jahrhunderts ist die Entwicklung stärker vom jeweiligen Szenario abhängig. Während die Häufigkeit von Tropennächten im *RCP* 2.6 auf einem geringen Niveau verbleibt, projiziert das *RCP* 8.5 eine deutliche Zunahme. Demnach wären zum Ende des Jahrhunderts im Median 5 Tropennächte pro Jahr in Wilhelmshaven möglich. Zusätzlich muss berücksichtigt werden, dass die Klimamodelle den Wärmeinseleffekt nicht erfassen, d. h. in (inner)städtischen Bereichen eine höhere Anzahl an Tropennächten anzunehmen ist.

Tabelle 6: Änderung der Jahresmitteltemperatur, Anzahl thermischer Kenntage sowie Länge von Hitzeperioden in den beiden Zukunftsperioden in Wilhelmshaven (Minimum, Median und Maximum aller Modellläufe) (eigene Darstellung nach DWD, 2025b)

Variable	Szenario	Änderungen zur Referenzperiode 1971 – 2000					
		2031 – 2060			2071 – 2100		
		Min.	Me- dian	Max.	Min.	Me- dian	Max.
Jahresmitteltemperatur [°C]	<i>RCP 2.6</i>	0,9	1,2	1,3	0,7	1,2	1,3
	<i>RCP 8.5</i>	1,1	1,9	2,4	2,5	3,5	4,4
Sommertage ($T_{\max} \geq 25 \text{ °C}$) [n/Jahr]	<i>RCP 2.6</i>	6,8	10,7	19,7	7,9	10,9	17,8
	<i>RCP 8.5</i>	9,2	14,3	30,5	20,0	31,6	57,1
Heiße Tage ($T_{\max} \geq 30 \text{ °C}$) [n/Jahr]	<i>RCP 2.6</i>	1,6	2,7	5,3	1,9	2,9	6,1
	<i>RCP 8.5</i>	2,5	4,2	10,1	5,7	11,2	25,5
Tropennächte ($T_{\min} \geq 20 \text{ °C}$) [n/Jahr]	<i>RCP 2.6</i>	0,0	0,2	1,0	0,1	0,3	1,0
	<i>RCP 8.5</i>	-0,1	0,6	1,8	1,2	4,8	10,0
Länge von Hitzeperioden (aufeinanderfolgende Heiße Tage) [n]	<i>RCP 2.6</i>	0,2	0,8	2,0	0,4	0,8	2,2
	<i>RCP 8.5</i>	0,6	1,2	2,9	1,7	2,9	4,7
Frosttage ($T_{\min} < 0 \text{ °C}$) [n/Jahr]	<i>RCP 2.6</i>	-3,7	-5,5	-19,2	-1,7	-5,3	-15,5
	<i>RCP 8.5</i>	-4,8	-17,4	-36,1	-24,0	-33,2	-53,8
Eistage ($T_{\max} < 0 \text{ °C}$) [n/Jahr]	<i>RCP 2.6</i>	-1,1	-2,6	-4,3	-0,6	-2,8	-5,6
	<i>RCP 8.5</i>	-0,4	-4,7	-9,1	-4,1	-7,7	-11,4

Die Zunahme Heißer Tage lässt auf eine künftig steigende Häufigkeit von Hitzeperioden schließen, wobei es für Hitzeperioden keine eindeutige Definition gibt. Es handelt sich dabei um einen Zeitraum mit länger anhaltenden ungewöhnlich hohen Temperaturen. Hier werden aufeinanderfolgende Heiße Tage als Hitzeperiode verstanden. Unter dieser Annahme zeigt sich, dass Hitzeperioden in Wilhelmshaven zukünftig länger andauern. Im *RCP*-Szenario 8.5 erhöht sich die Länge von Hitzeperioden bis Ende des Jahrhunderts im Median um 2,9 Tage (Tabelle 6).

Frost- und Eistage treten in Wilhelmshaven zukünftig seltener auf (Tabelle 6) und sorgen für mildere Winter, die eine geringere Zahl an Tagen mit Frost- und Tauwechseln und eine verlängerte Vegetationsperiode nach sich ziehen.

1.5.2 Niederschlagsverschiebung und Trockenheit

In Bezug auf den Jahresniederschlag sind in Wilhelmshaven keine eindeutigen Auswirkungen durch den Klimawandel auszumachen. Für das *RCP*-Szenario 8.5 sind im Median steigende, im *RCP*-Szenario 2.6 dagegen gleichbleibende Jahresniederschläge über das 21. Jahrhundert zu verzeichnen, wobei jeweils große Abweichungen zwischen den verschiedenen Modellläufen bestehen (Tabelle 7).

Neben den Niederschlagssummen ist der Zeitpunkt, wann es (wieviel) regnet, u. a. für die Vegetation und den Bodenwasserhaushalt entscheidend. Bei einer saisonalen Betrachtung zeigen sich Unterschiede in der zukünftigen Entwicklung des Niederschlags in Wilhelmshaven. Im Winter sowie Frühjahr ist im *RCP*-Szenario 8.5 mit einer Zunahme der Niederschlagssummen zu rechnen. Bis Mitte des Jahrhunderts zeigen sich für den Sommer und Herbst keine eindeutigen Trends (im Median sehr geringe Änderungen bei hohen Spannbreiten der Modelle). Langfristig werden für den Herbst tendenziell

zunehmende, für den Sommer dagegen abnehmende Niederschlagssummen projiziert (Abbildung 10). Im RCP-Szenario 2.6 zeigen sich bis Ende des Jahrhunderts ähnliche Trends in Bezug auf die Winterniederschläge (leichte Zunahme) und Sommerniederschläge (Abnahme), während im Frühjahr und Herbst keine eindeutigen Änderungen der Niederschlagssummen zu erkennen sind (Abbildung A 6).

Tabelle 7: Änderung der mittleren Niederschläge, der klimatischen Wasserbilanz und der Anzahl an Trockentagen in Wilhelmshaven (Minimum, Median und Maximum aller Modellläufe) (eigene Darstellung nach DWD, 2025b)

Variable	Szenario	Änderungen zur Referenzperiode 1971 – 2000					
		2031 – 2060			2071 – 2100		
		Min.	Me-dian	Max.	Min.	Me-dian	Max.
Jahresniederschlag [mm/Jahr]	RCP 2.6	-103,8	-5,7	42,3	-84,5	0,5	54,0
	RCP 8.5	-51,3	42,0	84,8	-27,0	63,1	103,0
Klimatische Wasserbilanz (Nie-derschlag – pot. Verdunstung) [mm/Jahr]	RCP 2.6	-122,3	-28,0	31,1	-98,6	-22,8	24,1
	RCP 8.5	-66,4	23,9	54,8	-76,1	3,9	119,8
Trockentage (Tage mit < 0,1 mm Niederschlag) [n/Jahr]	RCP 2.6	1,1	22,3	28,9	3,1	20,4	26,0
	RCP 8.5	-3,6	20,2	22,8	1,1	22,3	36,9

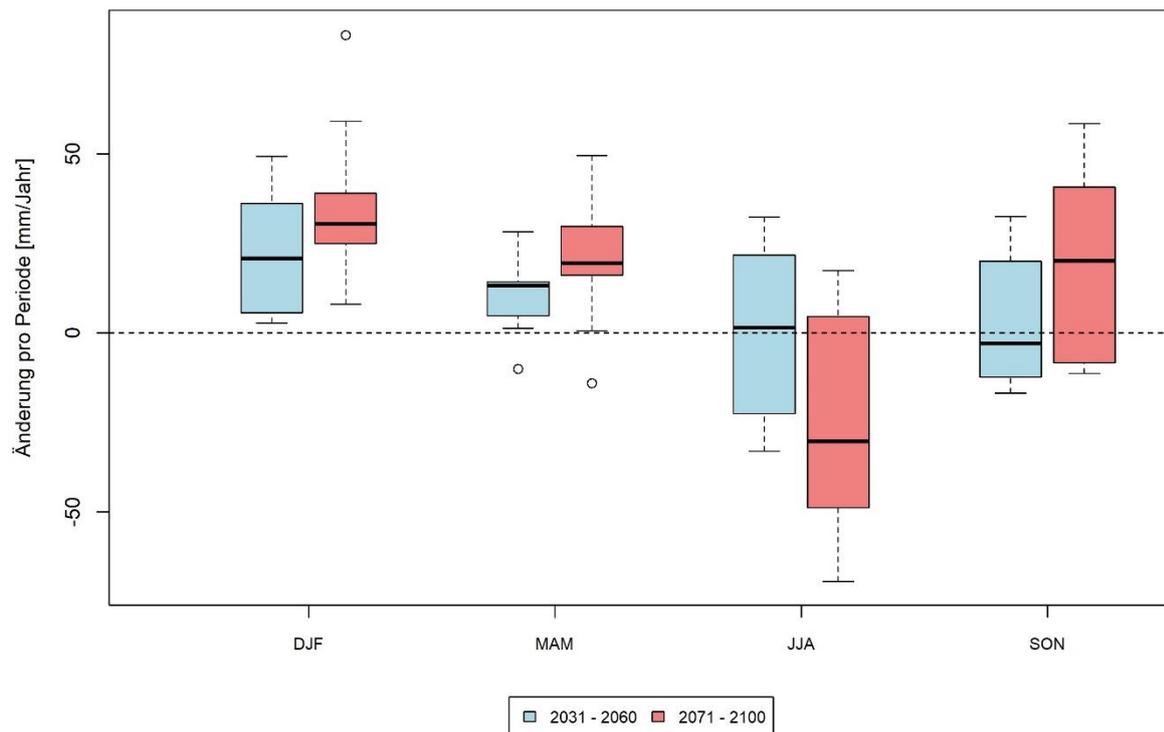


Abbildung 10: Änderung der mittleren saisonalen Niederschlagssummen in Wilhelmshaven (RCP 8.5) (eigene Darstellung nach DWD, 2025b)

Begriffe wie Trockenheit oder Dürre sind nicht eindeutig definiert und die Bewertung dieser Ereignisse hängt oftmals von der jeweiligen fachlichen oder individuellen Sichtweise ab. Im allgemeinen Verständnis sind Trockenheit und Dürre durch einen Mangel an Wasser oder Feuchtigkeit gekennzeichnet, der aus einem Niederschlagsdefizit resultiert und über einen längeren Zeitraum zu Wasserknappheit führen kann. Als erstes Indiz für Trockenheit kann die Anzahl an Trockentagen verstanden werden (hier

definiert als Tage mit einem Niederschlag $< 0,1$ mm). Zukünftig ist in Wilhelmshaven in beiden RCP-Szenarien mit einer Zunahme an Trockentagen zu rechnen (Tabelle 7).

Ein weiterer Indikator für Trockenheit kann die klimatische Wasserbilanz als Differenz von Niederschlag (Wasserdargebot) zu potenzieller Verdunstung (Wasserverlust) sein. Je nach Szenario ist von einer moderaten Abnahme (RCP 2.6) bzw. moderaten Zunahme (RCP 8.5) der klimatischen Wasserbilanz in Wilhelmshaven auszugehen (Tabelle 7). Die jahreszeitlichen Änderungen der klimatischen Wasserbilanz folgen den Trends der saisonalen Niederschlagsverschiebung. Insbesondere langfristig ist in Wilhelmshaven mit trockeneren Sommern und feuchteren Wintermonaten zu rechnen (Abbildung 11, Abbildung A 7). Die abnehmende klimatische Wasserbilanz im Sommer lässt häufigere bzw. längere anhaltende Trockenperioden vermuten, jedoch sind die in den Modellen projizierten Änderungen zu gering, um valide Aussagen treffen zu können (vgl. exemplarisch die Häufigkeit längerer Trockenperioden in Abbildung A 8 und Abbildung A 9).

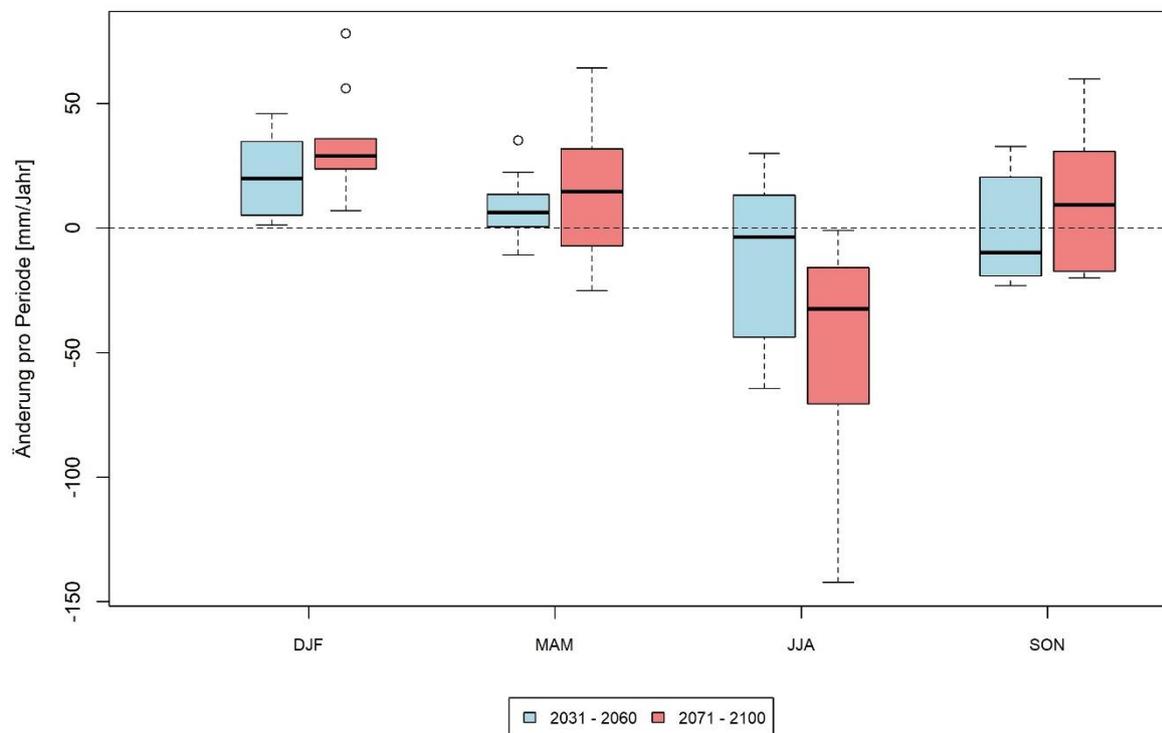


Abbildung 11: Änderung der mittleren saisonalen klimatischen Wasserbilanz in Wilhelmshaven (RCP 8.5) (eigene Darstellung nach DWD, 2025b)

1.5.3 Starkregen

Infolge des Klimawandels ist grundsätzlich eine wärmere Atmosphäre zu erwarten, die mehr Wasserdampf aufnehmen kann, sodass auch mehr Wasser für Niederschlagsereignisse zur Verfügung steht (vgl. ZAMG, 2020). Dieser allgemein zu erwartende Prozess ist auch in den regionalen Klimamodellen für Wilhelmshaven zu erkennen. Für die betrachteten Starkregenereignisse (> 10 , > 20 sowie > 30 mm pro Tag) projizieren die Modelle jeweils steigende Häufigkeiten, wobei die Zunahmen im RCP-Szenario 8.5 zum Ende des Jahrhunderts hin am größten sind und generell stärker ausfallen als im RCP-Szenario 2.6 (Tabelle 8). Die Zunahme des mittleren maximalen Tagesniederschlags lässt zudem darauf schließen, dass die Niederschlagsintensität ebenfalls zunimmt.

Tabelle 8: Änderung der Auftrittshäufigkeit von Starkregenereignissen sowie des maximalen Tagesniederschlags in Wilhelmshaven (Minimum, Median und Maximum aller Modellläufe) (eigene Darstellung nach DWD, 2025b)

Variable	Szenario	Änderungen zur Referenzperiode 1971 – 2000					
		2031 – 2060			2071 – 2100		
		Min.	Me- dian	Max.	Min.	Me- dian	Max.
Tagesniederschlag > 10 mm/d [n/Jahr]	RCP 2.6	-0,5	4,5	7,3	-0,8	5,2	8,1
	RCP 8.5	-0,7	6,2	11,1	-1,1	8,2	10,4
Tagesniederschlag > 20 mm/d [n/Jahr]	RCP 2.6	-0,4	1,2	1,6	0,2	0,9	2,2
	RCP 8.5	0,1	2,2	4,1	0,9	3,4	6,7
Tagesniederschlag > 30 mm/d [n/Jahr]	RCP 2.6	-0,2	0,6	1,0	0,1	0,5	1,0
	RCP 8.5	-0,2	0,9	1,7	0,6	1,6	3,6
Maximaler Tagesniederschlag [mm/Tag]	RCP 2.6	-8,5	2,8	12,2	-6	1,1	8,7
	RCP 8.5	-4,5	4,0	13,8	-4,4	9,2	26,2

1.5.4 Sturm

In keinem der betrachteten Klimaszenarien sind signifikante Zunahmen oder Abnahmen der Auftrittshäufigkeit von Stürmen bis zum Jahr 2100 in Wilhelmshaven auszumachen (ohne Abbildung).

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

1.5.5 Meeresspiegelanstieg und Sturmfluten

Aus den *EURO-CORDEX*-Daten können keine Aussagen zur künftigen Änderung des Meeresspiegels getroffen werden. Folgende Erkenntnisse zu den Auswirkungen des Klimawandels auf den Meeresspiegel sind der Veröffentlichung „Norddeutschland im Klimawandel – Was wissen wir über Klima, Klimawandel und Auswirkungen in Norddeutschland?“ des Norddeutschen Küsten- und Klimabüros des Helmholtz-Zentrums Geesthacht entnommen:

„Der Meeresspiegel wird auch künftig weltweit und in der Nordsee weiter ansteigen. Je nach zukünftigem Treibhausgasausstoß kann der globale mittlere Meeresspiegelanstieg bis Ende des Jahrhunderts (2081–2100) etwa 30 bis 80 cm betragen. Aber auch extremere Anstiege sind nicht auszuschließen. Ergebnisse von Studien zu den künftig möglichen Meeresspiegelanstiegen in der Nordsee bewegen sich im Rahmen der globalen Spannbreite.“

Die künftige Entwicklung von Sturmflutwasserständen hängt neben dem Meeresspiegelanstieg weiterhin maßgeblich von der künftigen Entwicklung des Windklimas ab. Diese ist [...] unklar. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass sich bis Ende des 21. Jahrhunderts Sturmintensitäten erhöhen und Stürme häufiger auftreten. Neben dem Meeresspiegelanstieg können

Sturmfluten somit künftig auch windbedingt höher auflaufen, bei Nordseesturmfluten insgesamt bis Ende des Jahrhunderts etwa 40 bis 120 cm. Studien über den Seegang zeigen eine Zunahme der höchsten Wellenhöhen für die östliche Nordsee und das Skagerrak und teilweise eine Abnahme in der westlichen Nordsee“ (Meinke & Helmholtz-Zentrum Geesthacht, 2020, S. 31f).

1.5.6 Binnenentwässerung

Die möglichen Folgen des Klimawandels für die Binnenentwässerung wurden im KLEVER-Risk-Forschungsprojekt für Ostfriesland untersucht. Die zentralen Erkenntnisse scheinen auf Wilhelmshaven übertragbar und werden folgend aus der Veröffentlichung „Management von Binnenhochwasserrisiken im Küstenraum“ der Universität Oldenburg, Jade Hochschule und weiterer Partner übernommen:

„Der Anstieg des Meeresspiegels wirkt sich auf die Binnenentwässerung sowohl durch die Veränderungen des Tideniedrig- als auch des Tidehochwassers aus. Über das Tideniedrigwasser nimmt der Meeresspiegelanstieg Einfluss auf die künftigen Sielmöglichkeiten. Sinkt der Wasserstand bei Ebbe weniger tief ab, wird die Entwässerung im Sielbetrieb eingeschränkt oder sogar gänzlich unmöglich, sodass verstärkt auf den Pumpenbetrieb ausgewichen werden muss. Durch den Anstieg des Tidehochwassers wird künftig allerdings auch der Pumpenbetrieb erschwert. Die Pumpen der Mündungsschöpfwerke sind für eine bestimmte geodätische Förderhöhe (Höhendifferenz zwischen Binnen- und Außenwasserstand) ausgelegt. Wird bei hohen Außenwasserständen eine kritische geodätische Förderhöhe überschritten, nimmt die Pumpleistung sichtbar ab, teilweise müssen die Pumpen zum Schutz der Technik sogar ganz abgestellt werden. Steigende Außenwasserstände bedeuten damit, dass die Pumpen künftig entsprechend häufiger unter größerer Belastung laufen bzw. abgeschaltet werden müssen und weniger Wasser fördern können“ (KLEVER-Risk – Universität Oldenburg, Jade Hochschule und Kooperationspartner, 2023, S. 18).

1.6 Zusammenfassung des Klimaberichts

Die Aussagen zum erwarteten Klimawandel in Wilhelmshaven gelten für Mitte (2031 – 2060) und Ende des Jahrhunderts (2071 – 2100) und stützen sich auf ein Modellensemble der *EURO-CORDEX*-Initiative, das verschiedene Entwicklungspfade der Treibhausgas-Emissionen berücksichtigt. Dabei wurden die Vorgaben des Landes Niedersachsen beachtet.

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

Für den Jahresniederschlag ist zukünftig keine eindeutige Änderung infolge des Klimawandels in Wilhelmshaven zu erwarten. Entscheidender sind saisonale Verschiebungen des Niederschlags mit einem Trend zu geringeren Niederschlagsmengen im Sommer und höheren Werten im Winter. Entsprechend des *RCP*-Szenarios 8.5 ist auch im Frühjahr mit zunehmenden Niederschlagsmengen zu rechnen. Dieser Trend wirkt sich auch auf die klimatische Wasserbilanz aus, die sich über das Jahr gesehen lediglich leicht ändert, in der saisonalen Betrachtung jedoch deutliche Veränderungen zeigt. So ist für das *RCP*-Szenario 8.5 in den Winter- und Frühjahrsmonaten mit einem Anstieg der klimatischen Wasserbilanz zu rechnen. Aufgrund geringerer Niederschläge bei steigenden Verdunstungsraten ist dagegen im Sommer von einer Abnahme der klimatischen Wasserbilanz und einem Rückgang des natürlichen Wasserdargebots auszugehen. Die abnehmende klimatische Wasserbilanz im Sommer lässt häufigere bzw. längere anhaltende Trockenperioden vermuten, jedoch sind die in den Modellen projizierten Änderungen zu gering, um valide Aussagen treffen zu können.

Infolge der Temperaturzunahme ist zukünftig von häufigeren und intensiveren Starkregenereignissen auszugehen. Die regionalen Klimamodelle bestätigen diesen Trend für Wilhelmshaven und zeigen jeweils steigende Häufigkeiten für Ereignisse mit mehr als 10, 20 sowie 30 mm pro Tag, wobei die Zunahmen im *RCP*-Szenario 8.5 zum Ende des Jahrhunderts hin am größten sind.

In keinem der betrachteten Klimaszenarien sind signifikante Zunahmen oder Abnahmen der Auftrittshäufigkeit von Stürmen bis zum Jahr 2100 in Wilhelmshaven auszumachen. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die regionalen Klimamodelle teilweise nicht in der Lage sind, Böen korrekt zu reproduzieren und daher Sturmereignisse oftmals nur unzureichend abbilden. Zudem ist festzuhalten, dass eine wärmere Atmosphäre mindestens das Potential zur Bildung von Stürmen erhöht.

In der Nordsee wird der Meeresspiegel künftig weiter ansteigen (je nach Szenario um 30 bis 80 cm bis Ende des Jahrhunderts, wobei auch extremere Anstiege nicht auszuschließen sind). Als Konsequenz sind häufigere und höher auflaufende Sturmfluten zu erwarten. Zudem wirkt sich der Anstieg des Meeresspiegels auf die Binnenentwässerung sowohl durch die Veränderungen des Tideniedrig- als auch des Tidehochwassers aus. Dabei muss mit einem erhöhtem Entwässerungsbedarf bei gleichzeitig reduzierten Sielzeiten und Pumpleistungen gerechnet werden.

Betroffenheitsanalyse

Im Rahmen der Betroffenheitsanalyse wurde untersucht, wie und wo die Stadt Wilhelmshaven besonders von den Klimaänderungen betroffen ist (Abbildung 12). Einerseits wurde untersucht, welche kommunalen Aktivitäten und Handlungsfelder sich am stärksten mit den klimatischen Veränderungen und deren Folgen auseinandersetzen müssen (Klimarisikoanalyse). Darüber hinaus stellte sich die Frage, wo sich in der Stadt Wilhelmshaven die am stärksten bzw. die weniger von den Auswirkungen des Klimawandels betroffenen Gebiete befinden (räumliche Analyse). Die Hotspots der räumlichen Analyse wurden zusammenfassend in einer Hotspotkarte dargestellt.

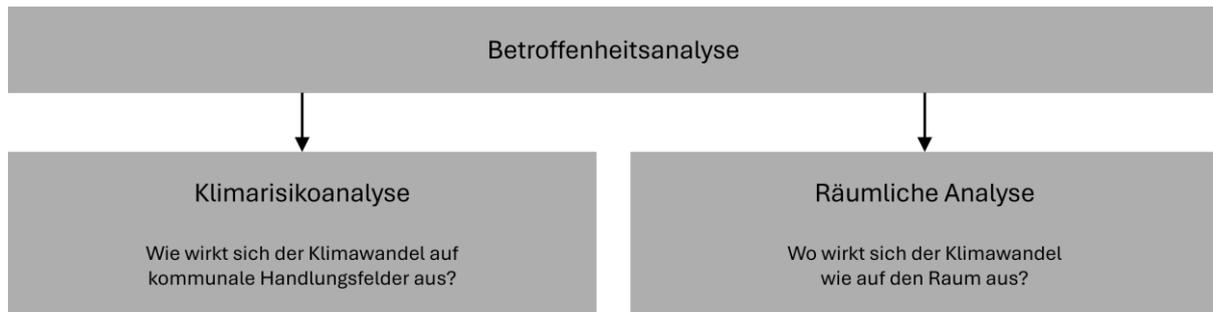


Abbildung 12: Betrachtungsebenen der Betroffenheitsanalyse (eigene Darstellung)

1.7 Klimarisikoanalyse

Im Rahmen der Klimarisikoanalyse wurde die funktionale Betroffenheit der Stadt Wilhelmshaven von den erwarteten Klimaänderungen untersucht. Es wurden vordergründig folgende Fragestellungen behandelt:

- Wie wirkt sich der Klimawandel heute und in Zukunft in der Stadt Wilhelmshaven aus?
- Welche Handlungsfelder sind besonders von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen?
- Welche Querverbindungen bestehen zwischen den Klimarisiken?

1.7.1 Grundlagen

Die Bewertung der Klimarisiken, die eine Stadt in ihrer Gesamtheit betreffen, ist ein grundlegender Bestandteil der zielgerichteten Entwicklung von Anpassungsmaßnahmen. Erst durch eine breit angelegte Analyse der spezifischen Klimaänderungen und deren Auswirkungen auf alle Bereiche einer Kommune wird eine passgenaue und effektive Entwicklung von Strategien zur Klimafolgenanpassung ermöglicht. Der Fokus der Klimarisikoanalyse liegt dabei zunächst auf der Auswertung der regionalen Klimatendenzen für Temperaturänderungen und Niederschlagsverschiebungen sowie dem Auftreten von Extremwetterereignissen wie Hitzewellen, Trockenheit, Starkregen und Stürmen in ihren bisherigen und zukünftigen Ausprägungen (siehe Kapitel 0).

Die Klimarisiken werden mit Blick auf die nahe Zukunft (2031 – 2060) bewertet, da dies dem gewöhnlichen Planungshorizont von Verwaltungen entspricht. Langfristige Folgen des Klimawandels, die die ferne Zukunft (2071 – 2100) betreffen, werden im Rahmen der Klimarisikoanalyse ebenfalls einbezogen. Dabei wird die gesamte Spannbreite der möglichen Klimaänderungen betrachtet, indem entsprechend der Vorgaben des Landes Niedersachsen die Szenarien RCP2.6 und RCP8.5 berücksichtigt wurden (Hajati et al., 2022b). Auf Grund des Vorsorgeprinzips und der bisher beobachteten Klimatendenzen findet das pessimistischere RCP 8.5-Szenario besondere Beachtung (siehe Kapitel 1.3.2). Grundlage für die Klimarisikoanalyse bildet die ISO-Norm 14091:2021 „Anpassung an den Klimawandel - Vulnerabilität, Auswirkungen und Risikobewertung“ aus dem Jahre 2021, welche im Jahr 2022 vom

Umweltbundesamt aufgegriffen und in dem Leitfaden „Klimarisikoanalyse auf kommunaler Ebene“ adaptiert wurde (UBA, 2022a) (siehe Abbildung 13).

Entscheidend für die Klimarisikoanalyse ist die partizipative und integrierte Bewertung von relevanten Handlungsfeldern im betrachteten Gebiet, welche möglichst breit gefächert die wichtigsten Handlungsfelder für die Klimafolgenanpassung abdecken. Unter aktiver Beteiligung lokaler Fachpersonen für die verschiedenen Handlungsfelder wird die abschließende Bewertung der spezifischen Klimarisiken für die Zukunftsszenarien in Form von Wirkungsketten dargestellt (siehe Kapitel 1.12). Die identifizierten Klimarisiken entsprechen somit der qualitativen Bewertung der themenspezifischen negativen Auswirkungen des Klimawandels auf Grundlage der quantitativen Auswertung der räumlich vorliegenden klimatischen Daten. Durch diese sektorübergreifende Herangehensweise werden die wichtigsten Klimarisiken auf kommunaler Ebene sichtbar gemacht. Sie dienen als Schnittstelle für eine priorisierte Maßnahmenentwicklung im Sinne einer integrierten Klimafolgenanpassung.

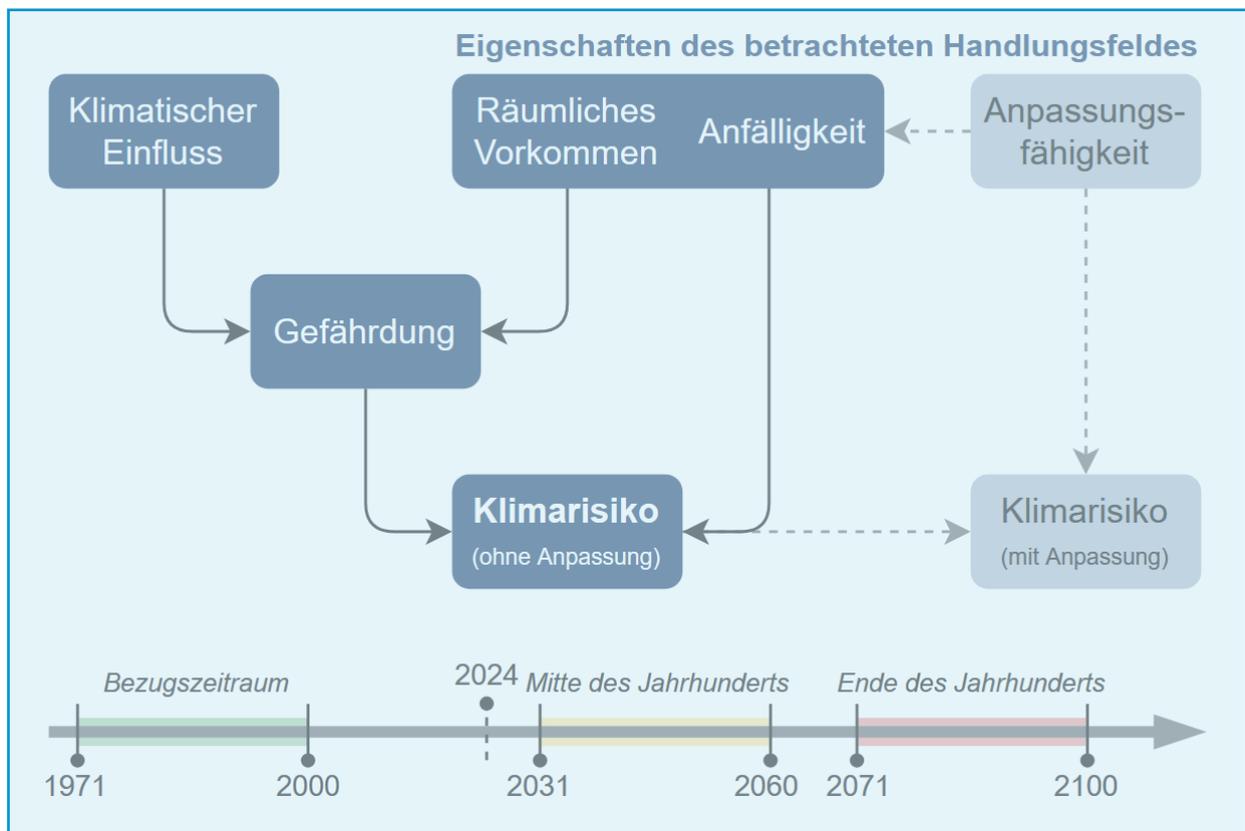


Abbildung 13: Systematik der Klimarisikoanalyse (eigene Darstellung nach UBA, 2022a)

Grundlegende Definitionen

Klimatischer Einfluss: „Ein sich ändernder Aspekt des Klimasystems, der eine Komponente eines menschengemachten oder natürlichen Systems beeinflusst“ (UBA, 2022a, S. 19; vgl. IPCC, 2023a). Die Auswertung erfolgt auf Basis vorliegender Daten des Deutschen Wetterdienstes in der Stadt Wilhelmshaven für den Bezugszeitraum und die Zukunftsszenarien zur Mitte und zum Ende des Jahrhunderts.

Räumliches Vorkommen: Auch Exposition genannt. „Vorhandensein von Systemen wie Menschen, Existenzgrundlagen, Arten bzw. Ökosystemen, Umweltfunktionen, -leistungen und -ressourcen, Infrastruktur oder ökonomischem, sozialem oder kulturellem Vermögen in Gegenden und Umständen, die betroffen sein könnten“ (UBA, 2022a, S. 19; angelehnt an ISO 14091; IPCC, 2023a). Die in der Stadt Wilhelmshaven betroffenen Systeme werden durch die Handlungsfelder dargestellt.

Gefährdung: „Klimatische oder klimabedingte physikalische Ereignisse [(Extremwetter)] oder Trends [(Temperaturanstieg, Niederschlagsverschiebungen)] bzw. deren physische Folgen [(z. B. Trockenheit, Überflutungen)]“ (UBA, 2022a, S. 19). Beschreibt die negativen Folgen des klimatischen Einflusses mit Bezug auf das räumliche Vorkommen. Die Gefährdungen führen zu lokalen Auswirkungen des Klimawandels.

Anfälligkeit: Auch Sensitivität genannt. „Ausmaß zu dem ein System [bzw. Handlungsfeld] durch Schwankungen oder Änderungen des Klimas vor- oder nachteilig beeinflusst wird (angelehnt an ISO 14091; [IPCC, 2023a]). Faktoren für die Anfälligkeit eines Systems sind z. B. Baumartenzusammensetzung oder Altersstruktur der Bevölkerung“ (UBA, 2022a, S. 19). Beschreibt die vorliegenden Eigenschaften eines Systems bzw. Handlungsfeldes in Bezug auf die Klimarisiken.

Klimarisiko: „Das Potenzial für nachteilige Folgen für menschengemachte oder natürliche Systeme“ (UBA, 2022a, S. 19) unter Berücksichtigung des klimatischen Einflusses und der Gefährdungslage, sowie der Vielfalt der Eigenschaften, die ein Handlungsfeld beschreiben. Das Klimarisiko stellt somit die abschließende Bewertung der Auswirkungen des Klimawandels auf ein betroffenes System innerhalb der Handlungsfelder dar (vgl. UBA, 2022a).

Anpassungsfähigkeit: „Fähigkeit von Systemen wie Institutionen, Menschen und [Natur], sich auf potenzielle Schäden [und Risiken] einzustellen, Vorteile zu nutzen oder auf Auswirkungen zu reagieren“ (UBA, 2022a, S. 19). Bei der vorliegenden Klimarisikoanalyse wird die Anpassungsfähigkeit der einzelnen Klimarisiken nicht bewertet. Im Rahmen der Klimafolgenanpassung repräsentiert die Maßnahmenentwicklung die Schnittstelle zur Verbesserung der Anpassungsfähigkeit in den unterschiedlichen Handlungsfeldern der Stadt Wilhelmshaven.

1.7.2 Auswahl der Handlungsfelder

Die Deutsche Anpassungsstrategie (DAS) definierte auf Bundesebene 15 Handlungsfelder im Kontext der Klimafolgenanpassung (vgl. BMUKN, 2008). Ähnlich werden im Bundes-Klimaanpassungsgesetz (KAN-G) 15 Handlungsfelder und sieben Cluster für die Klimaanpassung auf Bundesebene vorgegeben. Aufgrund verschiedener prägender Charakteristika (wie z. B. geografischer Lage, Landnutzung oder Wirtschaftsstruktur) entfalten nicht alle dieser Handlungsfelder Relevanz für die Anpassungsstrategie der Stadt Wilhelmshaven (z. B. Forstwirtschaft). Zu Beginn der Konzepterstellung wurde daher mit Blick auf die Stadt Wilhelmshaven evaluiert, welche der Themenbereiche im Anpassungskonzept betrachtet und zusammengefasst werden können. Im Ergebnis wurden alle relevanten Handlungsfelder der DAS in zehn Handlungsfelder für die Klimarisikoanalyse gebündelt:

1. Mensch und Gesundheit (DAS: Menschliche Gesundheit, Katastrophenschutz)
2. Ver- und Entsorgung (DAS: Energiewirtschaft, Wasserwirtschaft, Industrie und Gewerbe)
3. Gewässer, Wasserhaushalt und Küstenschutz (DAS: Wasserhaushalt, Küsten- und Meereschutz, Boden)
4. Landwirtschaft, Fischerei und Wald (DAS: Landwirtschaft, Wald- und Forstwirtschaft, Boden, Fischerei)
5. Artenschutz und Biodiversität (DAS: Biologische Vielfalt, Boden)
6. Stadtgrün (DAS: Biologische Vielfalt, Boden)
7. Bauwesen und Immobilien (DAS: Bauwesen, Industrie und Gewerbe)
8. Verkehr und Mobilität (DAS: Verkehr, Verkehrsinfrastruktur)
9. Wirtschaft und Tourismus (DAS: Finanzwirtschaft, Tourismuswirtschaft, Industrie und Gewerbe)
10. Hafen (DAS: Verkehr, Verkehrsinfrastruktur)

1.7.3 Ergebnisse

1.7.3.1 Klimawirkungskette

Zu allen Handlungsfeldern wurden Klimawirkungsketten erstellt (siehe Klimawirkungsketten in Kapitel A.6 im Anhang). Für ein besseres Verständnis der Methode und ihrer Ergebnisse wird die Klimawirkungskette zum Handlungsfeld Stadtgrün (Abbildung 14) beispielhaft erläutert. Die obere Hälfte der Wirkungskette zeigt sowohl die klimatischen Einflüsse und Zusammenhänge als auch ihre Gefährdung für die abiotischen Lebensbedingungen und die Verschiebung von Vegetationsperioden. Der untere Teil der Wirkungskette zeigt die bewerteten Klimarisiken und dadurch eine Abstufung der Klimarisiken im Handlungsfeld Stadtgrün.

Durch die erwartete saisonale Verschiebung der Niederschläge und der resultierenden Änderung der klimatischen Wasserbilanz stellen Schäden und Verluste an Bäumen und anderen Pflanzen einerseits bedingt durch Trockenheit und andererseits bedingt durch Vernässung des Untergrundes ein hohes Risiko dar. Die Extremwetterereignisse Starkregen und Sturm führen mit einem mittel-hohen Risiko zu Schäden und Verlust an Böden und der Vegetation. Ein mittleres Risiko wird bezüglich des Schädlingsbefalls an Pflanzen, einem erhöhten Totholzaufkommen und dem Verlust zusammenhängender Grünstrukturen erwartet. Die Veränderungen von städtischen Grünflächen wirken sich wiederum auf den Unterhaltsbedarf dieser aus, der mit einem erhöhten Bewässerungs- und Pflegebedarf einhergehen wird. Ebenso wird ein erhöhter Planungsaufwand für städtische Grünflächen erwartet. In Bezug auf die Nutzung städtischer Grünflächen wird insbesondere mit der Einschränkung der Ökosystemleistungen und mit Nutzungseinschränkungen von Grün- und Freizeitflächen bei Extremwetter gerechnet. Zudem sind die zunehmende Inanspruchnahme und Abnutzung der städtischen Grünflächen von mittlerer Bedeutung. Die Betrachtung der Wirkungsketten ermöglicht somit ein gemeinsames Verständnis der unterschiedlichen Betroffenheiten innerhalb der definierten Handlungsfelder und stellt eine Grundlage für die Ziel- und Maßnahmenentwicklung dar.

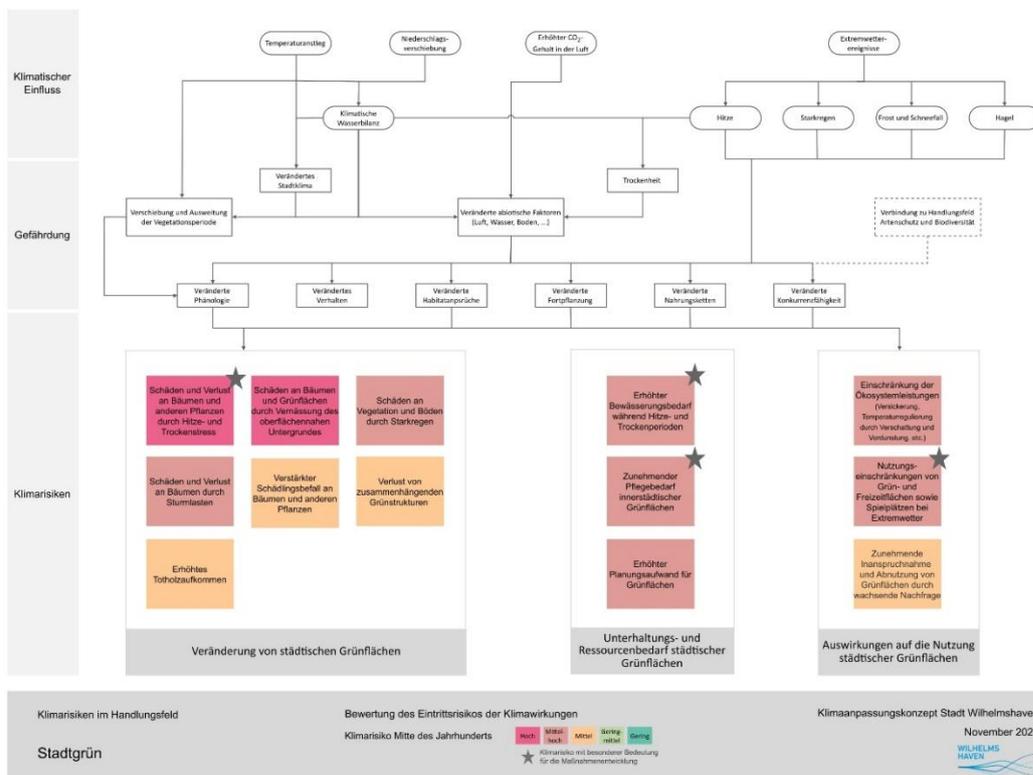


Abbildung 14: Klimawirkungskette des Handlungsfelds Stadtgrün (eigene Darstellung)

1.7.3.2 Zusammenfassende Bewertung der Klimarisiken

Die nachfolgenden Tabellen stellen eine Übersicht über alle besonders relevanten Klimarisiken (mittelhoch oder hoch bewertete sowie für die Maßnahmenentwicklung bedeutende Risiken) je Cluster für die Mitte des Jahrhunderts dar. Die Einstufung als besonders relevantes Klimarisiko erfolgte auf Basis der Diskussion und Bewertung dieser gemeinsam mit den lokalen Fachakteur*innen. Diese besonders relevanten Klimarisiken wurden nachfolgend zusammengefasst (siehe Tabelle 9 bis Tabelle 13). Eine vollständige Abbildung aller Klimarisiken und Querverbindungen ist den Klimawirkungsketten im Anhang zu entnehmen. Darüber hinaus sind die Besonderheiten der einzelnen Cluster textlich hervorgehoben.

Cluster Wasser

Das Cluster Wasser bezieht sich auf die Gewässer, den Wasserhaushalt und den Küstenschutz. In diesem Cluster wurden keine Klimarisiken mit hoher Eintrittswahrscheinlichkeit identifiziert. Eine mittelhohe Gefährdung ist in der Stadt Wilhelmshaven in Bezug auf die schwankende Wasserverfügbarkeit absehbar. Die phasenweise erwartete Wasserknappheit wird verstärkt durch einen zunehmenden Bedarf an Trinkwasser, der sich u. a. aus der saisonal zunehmenden Hitze und Trockenheit ergibt. Ein auch damit einhergehender, zunehmender Wassernutzungskonflikt wird als mittel-hohes Klimarisiko bewertet. Außerdem werden saisonal große Niederschlagsmengen gepaart mit dem steigenden Meeresspiegelanstieg die Binnenentwässerung stark beanspruchen und das Risiko von Überflutungen erhöhen. Darüber hinaus wird die Gefährdung der Küstenlinie durch den Meeresspiegelanstieg und Küstenhochwasser sowie der nötige Aufwand zum Schutz vor Sturmfluten zunehmen. Neben der saisonalen Änderung der Wasservolumina wird sich durch den Klimawandel auch die Qualität der Gewässer durch vermehrte Algenbildung und Eutrophierung verschlechtern.

Tabelle 9: Zusammenfassung der relevanten Klimarisiken im Cluster Wasser (eigene Darstellung)

Zusammenfassung	Besonders relevante Klimarisiken für den weiteren Prozess
	<ul style="list-style-type: none"> ● Hohes Risiko ● Mittleres-hohes Risiko ● Geringes bis mittleres Risiko mit besonderer Bedeutung für die Maßnahmenentwicklung
Veränderungen der Grundwasserverhältnisse	● Verstärkung der jahreszeitlichen Schwankungen des Grundwasserspiegels
Zunehmende Konflikte in Bezug auf die Wassernutzung	● Zunehmende Konflikte in Bezug auf die Wassernutzung (Trinkwasser, Landwirtschaft, Industrie)
Zu viel und zu wenig Wasser in Oberflächengewässern	● Gefährdung der Binnenentwässerung
	● Zunahme von Niedrigwasserständen bei Trockenperioden
	● Zunahme der Gefahr von Überflutungen durch Starkregen
Verschlechterung des Gewässerzustandes	● Erhöhte Belastung durch Algen und Eutrophierung einschließlich Geruchsbelastung
Gefährdung der Küsten und des Wattenmeeres	● Gefährdung der Küstenbereiche durch den Meeresspiegelanstieg
	● Steigender Personal-, Ressourcen- und Planungsbedarf zur Sicherung vor Sturmfluten
	● Gefährdung des Wattenmeeres durch den Meeresspiegelanstieg

Cluster Infrastruktur

Im Cluster Infrastruktur werden vorwiegend die Ver- und Entsorgung, der Verkehr und die Mobilität sowie Bauwesen und Immobilien betroffen sein. Die Ursache der Klimarisiken stellen häufig Starkregeneignisse dar, aber auch Hitze und Trockenheit beeinflussen die Infrastruktur stark. In der nahen Zukunft ist es wahrscheinlich, dass besonders die Entwässerungsinfrastruktur von den phasenweisen zunehmenden Niederschlagsmengen und dem ansteigenden Meeresspiegel betroffen sein wird. Starkregen, Sturm und Hitze beeinträchtigen die Verkehrsinfrastruktur, die Verkehrssicherheit und den Verkehrsablauf mit mittel-hohem Risiko. Die steigenden Temperaturen werden zu einem Rückgang der Nutzungsqualität von Bürogebäuden bei Hitze führen.

Auch die Häfen sind wichtige Bestandteile der Infrastruktur, die von den Klimaänderungen betroffen sein werden. Aufgrund der ebenfalls hohen Bedeutung der Häfen für die Wirtschaft in der Stadt Wilhelmshaven sind die Häfen im Rahmen dieses Klimaanpassungskonzeptes dem Cluster Wirtschaft zugeordnet und werden an dieser Stelle nicht näher betrachtet.

Tabelle 10: Zusammenfassung der relevanten Klimarisiken im Cluster Infrastruktur (eigene Darstellung)

Zusammenfassung	Besonders relevante Klimarisiken für den weiteren Prozess
	<ul style="list-style-type: none"> ● Hohes Risiko ● Mittleres-hohes Risiko ● Geringes bis mittleres Risiko mit besonderer Bedeutung für die Maßnahmenentwicklung
Beeinträchtigung der Wasserversorgung	<ul style="list-style-type: none"> ● Eingeschränkte Wasserverfügbarkeit aus Oberflächengewässern ● Steigender (Trink-)Wasserbedarf in Trockenperioden (insbesondere auch für Bewässerung)
Überlastung der Entwässerungsinfrastruktur	<ul style="list-style-type: none"> ● Steigender Aufwand für die Binnenentwässerung durch Anstieg des mittleren Tidehochwassers ● Zunahme der Pumpleistung und des energetischen Aufwandes an Schöpfwerken ● Überlastung des Kanalnetzes (vor allem Mischwasserkanalnetz) bei Starkregen ● Überlastung der Kläranlagen nach Starkregen ● Erhöhter Ressourcenbedarf für die Kanal- und Gewässerunterhaltung sowie für die Stadtreinigung
Steigender Unterhaltsbedarf an wasserbaulichen Einrichtungen	<ul style="list-style-type: none"> ● Steigender Unterhaltsaufwand für Schutzbauwerke, Risikokommunikation, Alarmdienste, etc. ● Schäden an wasserbaulichen Anlagen (Sohlbefestigung, Brücken, Durchlässe, Verrohrungen) durch Starkregen
Beeinträchtigung des Energiesektors	<ul style="list-style-type: none"> ● Zunehmende Konflikte der Energiewirtschaft in Bezug auf die Wassernutzung (Wasserstoffproduktion) ● Beeinträchtigung der Energienetze durch Starkregen oder Hitze
Schäden an Gebäuden durch Extremwetter	<ul style="list-style-type: none"> ● Schäden an Gebäuden durch starkregenbedingte Überflutungen und Abflüsse ● Schäden an Gebäuden durch Sturm und Windwurf
Beeinträchtigung der Gebäudenutzung bei Hitze	<ul style="list-style-type: none"> ● Rückgang der Nutzungsqualität von Bürogebäuden bei Hitze ● Erhöhter Kühlungs- und Energiebedarf in Gebäuden ● Verschlechterung des Innenraumklimas von (Wohn-) Gebäuden (Tag- und Nachtsituation)

	● Zunehmende Konflikte zwischen dem Denkmalschutz und der baulichen Hitzeanpassung
Beschädigung der Verkehrsinfrastruktur	● Überflutungen und Unterspülung der Straßen- und Schieneninfrastruktur bei Starkregen
	● Schäden an Verkehrsinfrastruktur und Ausfall von Verkehrswegen durch umfallende Bäume
	● Aufheizen von Verkehrsflächen und Hitzeschäden an Straßen- und Schieneninfrastruktur (z. B. Blow-ups)
	● Schäden an Straßen durch Hitze oder häufige Frost-Tau-Zyklen
Beeinträchtigungen im Verkehr	● Behinderung des Verkehrsablaufs durch umstürzende Bäume und Totholz bei Sturm
	● Behinderungen des Verkehrsablaufs durch Überflutungen bei Starkregen
	● Behinderung von Rettungsrouten durch Sturm und Starkregen
	● Erhöhte Hitzebelastung für Fuß- und Radverkehr
Erhöhung der Unfallgefahr bei Sturm und Starkregen	● Unfallgefahr durch Sturm und Windwurf (insbesondere durch umfallende Bäume und herabfallendes Totholz)
	● Unfallgefahr durch Aquaplaning

Cluster Land und Landnutzung

In dem Cluster Land und Landnutzung sind und werden vorwiegend der Artenschutz und die Biodiversität, das Stadtgrün sowie die Landwirtschaft, Fischerei und Wald von den Folgen des Klimawandels betroffen sein. Sowohl die Veränderungen durch den langsamen Temperaturanstieg als auch der Umgang mit saisonal zu wenig oder zu viel Wasser stellen die klimatische Ursache für viele Klimarisiken in diesem Cluster dar.

Insbesondere Hitze- und Trockenstress sowie Starkregen und die daraus folgende Vernässung des oberflächennahen Untergrundes gefährden das Stadtgrün in Wilhelmshaven. In naher Zukunft werden diese Grünflächen mit hoher Wahrscheinlichkeit durch die Auswirkungen des Klimawandels geschädigt. Die klimatischen Veränderungen führen zu einer Gefährdung der Bodenfunktionen und zu einer Veränderung und Beeinträchtigung der Lebensräume und Ökosysteme. In der Stadt Wilhelmshaven werden besonders die Feuchtgebiete und Feuchtwiesen beeinträchtigt werden. Die Auswirkungen auf den Boden, die Lebensräume und die Ökosysteme führen zu einer Veränderung der Artenzusammensetzung und der Populationen. Ein Verlust der Artenvielfalt in der Stadt Wilhelmshaven ist dadurch sehr wahrscheinlich. Die Besonderheiten bezüglich der Biodiversität sind die stark ausgeprägten Auswirkungen auf andere Handlungsfelder innerhalb des Clusters Land und Landnutzung, aber auch auf die menschliche Gesundheit. Die Landwirtschaft wird besonders durch die schwankenden und teilweise extremen Wasserverfügbarkeiten gefährdet. In naher Zukunft werden Schäden an landwirtschaftlichen Flächen und Nutzpflanzen einerseits durch Trockenheit und andererseits durch Staunässe erwartet. Zusätzlich wird ein erhöhter Hitzestress und damit einhergehend eine verminderte Leistung von Nutztieren erwartet.

Tabelle 11: Zusammenfassung der relevanten Klimarisiken im Cluster Land und Landnutzung (eigene Darstellung)

Zusammenfassung	Besonders relevante Klimarisiken für den weiteren Prozess
	● Hohes Risiko
	● Mittleres-hohes Risiko
	● Geringes bis mittleres Risiko mit besonderer Bedeutung für die Maßnahmenentwicklung

Beschädigung von Bäumen und Grünflächen	● Schäden und Verlust an Bäumen und anderen Pflanzen durch Hitze- und Trockenstress
	● Schäden an Bäumen und Grünflächen durch Vernässung des oberflächennahen Untergrundes
	● Schäden an Vegetation und Böden durch Starkregen
	● Schäden und Verlust an Bäumen durch Sturmlasten
Erhöhter Unterhaltungsbedarf städtischer Grünflächen	● Erhöhter Bewässerungsbedarf während Hitze- und Trockenperioden
	● Zunehmender Pflegebedarf innerstädtischer Grünflächen
	● Erhöhter Planungsaufwand für Grünflächen
Auswirkungen auf die Funktionen städtischer Grünflächen	● Einschränkung der Ökosystemleistungen (Versickerung, Temperaturregulierung durch Verschattung und Verdunstung, etc.)
	● Nutzungseinschränkungen von Grün- und Freizeitflächen sowie Spielplätzen bei Extremwetter
Beeinträchtigung der Bodenfunktionen	● Rückgang der Bodenfunktionen (Filterung, Puffer, Habitat) durch schwankenden Wasserhaushalt
	● Vernässung des Bodens
Veränderung der Artenzusammensetzung und Populationen	● Verlust der Artenvielfalt durch Verschieben von Arealen
	● Veränderungen der Standortbedingungen heimischer Tier- und Pflanzenarten
	● Ausbreitung invasiver, wärmeliebender Tier- und Pflanzenarten
Beeinträchtigung und Veränderung der Vegetation und Struktur von Ökosystemen	● Beeinträchtigung von Feuchtgebieten und Feuchtwiesen
	● Zunahme der Anfälligkeit für Pflanzen- und Baumkrankheiten durch Hitze- und Trockenstress
	● Veränderung aquatischer Ökosysteme durch Hitze und veränderte Wasserpegel
	● Naturräumliche Veränderungen an Küsten
	● Verringerung der CO ₂ -Speicherfähigkeit
	● Veränderung der Vegetation und Struktur der Ökosysteme (Lebensräume, Nahrungsangebot für Fauna)
	● Höhere Belastung oder Versagen von Küstenökosystemen
Schäden an landwirtschaftlichen Flächen und Infrastrukturen durch Trockenheit und Hochwasser	● Schäden an landwirtschaftlichen Flächen feuchter und nasser Standorte durch zunehmende Trockenheit
	● Schäden an landwirtschaftlichen Flächen und Infrastrukturen durch Rückstau bei Tidehochwasser
	● Schäden an landwirtschaftlichen Flächen durch Überschwemmung (Hochwasser)
Rückgang von Ertrag und Qualität der Ernteprodukte	● Trockenschäden an Nutzpflanzen
	● Schäden an Nutzpflanzen durch erhöhte Staunässe
	● Ertragseinbußen bzw. Qualitätsverluste von Ernteprodukten
	● Befall durch Schädlinge und Zunahme von Pflanzenkrankheiten
	● Erhöhte Unsicherheiten in der Anbauplanung
	● Erhöhter Hitzestress und verminderte Leistung von Nutztieren

Herausforderungen in der Tierhaltung und Fischerei	● Stress durch Schädlinge und Krankheiten bzw. Rückgang der Fischbestände durch steigende Temperaturen
	● Verbreitung wärmeliebender Arten in der Nordsee
	● Auftreten von (neuen) Krankheiten
Beeinträchtigung der Vitalität und Funktion von Wäldern	● Hitze- und Trockenstress der Bäume und Wälder
	● Schäden an Bäumen und Wäldern durch Schädlinge (begünstigt durch Trockenheit und Hitze)
	● Einschränkung der Ökosystemleistungen (Nutz-, Erholungs-, Schutz- und Regulierungsfunktionen)

Cluster Gesundheit

Einige Klimarisiken innerhalb des Clusters Gesundheit wurden ebenfalls einem hohen Eintrittsrisiko zugeordnet. Insbesondere die Veränderungen durch den Temperaturanstieg und damit verbundene Hitzeereignisse stellen ein Klimarisiko für die Bevölkerung in der Stadt Wilhelmshaven dar. Vulnerable Bevölkerungsgruppen und soziale Infrastrukturen sind dabei besonders betroffen, wodurch die soziale Ungleichheit verschärft wird. Zusätzlich gefährden Extremwetterereignisse wie Hitze, Starkregen, Sturm oder Hochwasser die Gesundheit der Bevölkerung und stellen die Funktionsfähigkeit des Katastrophenschutzes und der medizinischen Infrastruktur vor Herausforderungen. Diese Herausforderungen werden durch das wahrscheinliche Auftreten neuer Überträger von Krankheitserregern verschärft. Die Besonderheit des Clusters Gesundheit ist, dass einige Klimarisiken in anderen Clustern mit einer Beeinträchtigung des Menschen und seiner Gesundheit einhergehen und somit die Risiken in diesem Cluster verstärken.

Tabelle 12: Zusammenfassung der relevanten Klimarisiken im Cluster Gesundheit (eigene Darstellung)

Zusammenfassung	Besonders relevante Klimarisiken für den weiteren Prozess
	<ul style="list-style-type: none"> ● Hohes Risiko ● Mittleres-hohes Risiko ● Geringes bis mittleres Risiko mit besonderer Bedeutung für die Maßnahmenentwicklung
Hitzebelastung der Bevölkerung	<ul style="list-style-type: none"> ● Hitzebelastung und Hitzestress durch mehr heiße Tage und Nächte (insb. bei vulnerablen Gruppen) ● Hitzebedingt zunehmende Krankheiten und Mortalität durch bspw. Hitzschlag, Dehydrierung (insb. bei vulnerablen Gruppen) ● Hitzebelastung bei der Arbeit, insbesondere bei der körperlichen Arbeit und im Freien
Belastung sozialer (Infra-) Strukturen durch Extremwetterereignisse	<ul style="list-style-type: none"> ● Verstärkung sozialer Ungleichheiten durch stärkere Betroffenheit vulnerabler Bevölkerungsgruppen ● Beeinträchtigung sozialer Infrastrukturen durch Hitzefolgen (Kitas, Schulen, Pflegedienste...)
Beeinträchtigung des Bevölkerungsschutzes während Extremereignissen	<ul style="list-style-type: none"> ● Belastung der Rettungsdienste, Krankenhäuser und des medizinischen Personals während Extremereignissen ● Herausforderungen für die Kommunikation bei Extremereignissen und Hitzevorsorge (z. B. mit Wohnungslosen, Geflüchteten, ...)
Zunahme von Krankheiten	<ul style="list-style-type: none"> ● Auftreten neuer Überträger von Krankheitserregern durch Verbreitung schädlicher Arten (Mücken, Zecken, ...) ● Zunahme von Ängsten infolge der Klimawandelfolgen (finanziell, existenziell)

- Zunahme psychischer Erkrankungen durch Wissen um Klimawandelfolgen
- Gesundheitsschäden durch UV-Strahlung (Erhöhtes Hautkrebsrisiko)

Cluster Wirtschaft

Im Cluster Wirtschaft wurden im Wesentlichen die Handlungsfelder Hafen sowie Wirtschaft und Tourismus betrachtet. Die Hafenlogistik wird in der Stadt Wilhelmshaven besonders durch Sturmwasserstände auf See gefährdet sein. Folglich werden vermehrt Anlauf- und Transportengpässe erwartet. Zudem wird die Beschädigung von Gütern, Hafeninfrastrukturen und Hafensuprastrukturen als Klimarisiko mit einer hohen Eintrittswahrscheinlichkeit bewertet. Die Beeinträchtigungen bei der Güterumlagerung sowie des landgestützten Warenverkehrs stellen Klimarisiken mit einer mittel-hohen Eintrittswahrscheinlichkeit dar. Im Handlungsfeld Wirtschaft und Tourismus wurden keine Klimarisiken mit hoher Eintrittswahrscheinlichkeit identifiziert. Klimarisiken mit einer mittel-hohen Eintrittswahrscheinlichkeit sind sowohl in der Wirtschaft als auch im Tourismus zu finden. Durch Hitze wird die Arbeits- und Produktionsleistung sinken und der Energiebedarf und Wasserverbrauch werden steigen. Die Infrastruktur für Tourismus und Freizeit wird mit einer mittel-hohen Wahrscheinlichkeit in Form von Schäden an Sportflächen sowie Beschädigung und Verlust von Grünstrukturen durch die Klimaänderungen betroffen sein, was eine Minderung der Aufenthaltsqualität auf diesen Flächen zur Folge hätte. Ebenso werden die touristisch wichtigen Bereiche und Einrichtungen mit einem mittel-hohen Risiko an Aufenthaltsqualität verlieren. Außerdem ist mit vermehrter Beeinträchtigung von Freiluftveranstaltungen wie beispielsweise dem „Wochenende an der Jade“ bis hin zu einem Ausfall kleinerer Freiluftveranstaltungen durch Hitze oder Starkregenereignisse zu rechnen.

Tabelle 13: Zusammenfassung der relevanten Klimarisiken im Cluster Wirtschaft (eigene Darstellung)

Zusammenfassung	Besonders relevante Klimarisiken für den weiteren Prozess
	<ul style="list-style-type: none"> ● Hohes Risiko ● Mittleres-hohes Risiko ● Geringes bis mittleres Risiko mit besonderer Bedeutung für die Maßnahmenentwicklung
Beeinträchtigung der Wirtschaftsleistung	<ul style="list-style-type: none"> ● Abnehmende Arbeits- und Produktionsleistung durch sinkende Leistungsfähigkeit bei Hitze ● Erhöhter Energieverbrauch und Wasserbedarf für die Kühlung von Waren und Produktionsprozessen bei Hitze
Beeinträchtigung von Tourismus- und Freizeitangeboten	<ul style="list-style-type: none"> ● Verringerte Aufenthaltsqualität durch geschädigte Grünstrukturen ● Beeinträchtigung oder Ausfall von Freiluftveranstaltungen durch Extremwetter (z. B. „Wochenende an der Jade“) ● Verringerte Aufenthaltsqualität in touristisch wichtigen Bereichen und Einrichtungen durch Hitze ● Schäden an Sportflächen durch Trockenheit und Hitze ● Schäden an Sportflächen durch Starkregen ● Verringerte Rentabilität durch erhöhten Aufwand für Veranstaltungen (Organisation, Sicherheit)
Beschädigung an Gütern, dem Betriebsgelände und der Infrastruktur am Hafen	<ul style="list-style-type: none"> ● Schäden an Gütern infolge von Sturm, Niederschlag, Hitze und Hagel ● Schäden an Hafeninfrastrukturen und -suprastrukturen durch Sturmfluten und Meeresspiegelanstieg ● Anlauf- und Transportengpässe bei Sturmwasserständen auf See

Einschränkung der Hafenverkehrslogistik

- Einschränkungen bei der Be- und Umladung von Gütern durch Sturm
- Beeinträchtigung des landesgestützten Warenverkehrs (Lieferketten, etc.) durch Sturm, Starkregen und Hitze

1.7.3.3 *Synthese*

Aus allen partizipativ erstellten Klimarisikoanalysen wurde eine Synthese für die Stadt Wilhelmshaven erstellt (Abbildung 15). Die Darstellung zeigt die prozentuale und absolute Verteilung von Klimarisiken für die Mitte des Jahrhunderts (von gering bis hoch) in allen betrachteten Handlungsfeldern, welche den fünf inhaltlichen Clustern Land und Landnutzung, Wasser, Infrastruktur, Wirtschaft und Gesundheit zugeordnet und in ihnen zusammengefasst sind. Die zahlreichen Verknüpfungen der Klimarisiken miteinander sind durch die Anordnung der Handlungsfelder im Kreis symbolisiert. Bei der Darstellung handelt es sich nicht um ein statisches Ergebnis, sondern um den derzeitigen Stand eines kontinuierlichen Prozesses. Sowohl durch neue Erkenntnisse als auch durch die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen kann und sollte eine Neubewertung stattfinden. Aus der Synthese der besonders relevanten Klimarisiken wurden Handlungserfordernisse für die Stadt Wilhelmshaven abgeleitet (siehe Kapitel 1.9).

KLIMARISIKOANALYSE - SYNTHESE

Die Abbildung zeigt die Verteilung von Klimarisiken der Stadt Wilhelmshaven innerhalb von definierten Handlungsfeldern. Die Ergebnisse basieren auf quantitativen Klimadaten und qualitativem Wissen von lokalen Fachakteuren.

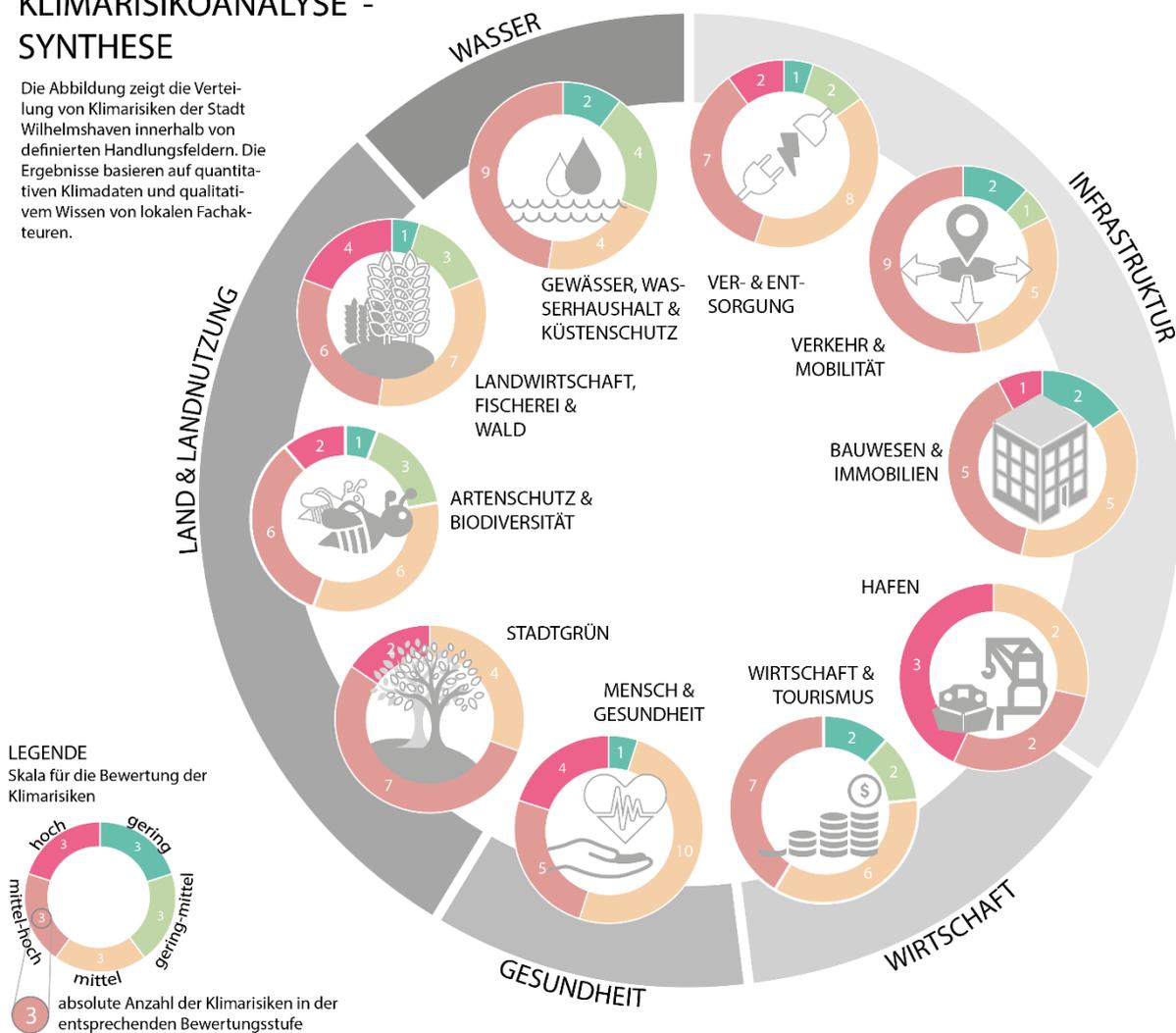


Abbildung 15: Synthese der Klimarisikoanalyse (eigene Darstellung)

1.8 Räumliche Betroffenheitsanalyse

Während die Klimarisikoanalyse die sich ändernden Herausforderungen des aktuellen und zukünftigen Klimawandels auf wesentliche Handlungsfelder mit Blick auf die Handlungsmöglichkeiten der Verwaltung der Stadt Wilhelmshaven betrachtet, zielt die räumliche Analyse auf die Darstellung der Verteilung der klimatischen Einflüsse Hitze, Trockenheit, Starkregen und Hochwasser im Stadtgebiet ab. Hierzu wurden Betroffenheitskarten zu den Themen

- Stadtklima (Klimaanalysekarte Tag und Nacht)
- Starkregen
- Grundwasser
- Meeresspiegelanstieg
- Bodenerosion auf Ackerflächen
- Zusatzwasserbedarf in der Landwirtschaft
- Naturschutz und Biodiversität

erstellt. Die Karten zum Thema Hitze sind das Produkt einer Stadtklimaanalyse, die im Rahmen der Erstellung des Klimaanpassungskonzeptes durchgeführt wurde. Darüber hinaus wurden Vergangenheitsdaten und – falls verfügbar – projizierte Daten auf der Basis von Bestandsdaten verwendet, um die übrigen Betroffenheitskarten zu erstellen. Anhand der Betroffenheitskarten wurden jeweils die potenziell am stärksten betroffenen Flächen identifiziert und in einer weiteren Karte, der Hotspotkarte, überlagert dargestellt.

1.8.1 Betroffenheitskarten

1.8.1.1 Stadtklima

Als wichtiger Bestandteil der Analyse der räumlichen Betroffenheit Wilhelmshavens durch den Klimawandel gibt die Stadtklimaanalyse detaillierte Einblicke in die Ausprägung und räumliche Verteilung die Wärmebelastung an heißen Tagen sowie der nächtlichen Temperaturverhältnisse und Kaltluftströmungen in autochthonen Tropennächten.

Städte haben ein eigenes Klima, das maßgeblich durch die Bebauungsstruktur und Stadtgröße bestimmt wird. Insbesondere in Sommernächten bildet sich eine sogenannte städtische Wärmeinsel aus, welche durch höhere Temperaturen im Siedlungsraum im Vergleich zum weitgehend unbebauten und naturnahen Umland charakterisiert ist. Dieser Wärmeinseleffekt tritt in Folge lokaler Variationen der klimaökologischen Bedingungen räumlich differenziert auf, d. h. bestimmte Bereiche innerhalb des Stadtgebietes können deutlich stärker überwärmt sein als andere. Um diese Hotspots in Wilhelmshaven ebenso wie bedeutende Grünflächen mit kühlender Wirkung zu identifizieren, wurde eine modellgestützte Stadtklimaanalyse mit dem Stadtklimamodell FITNAH 3D mit einer hohen räumlichen Auflösung von 5 m eingesetzt (für ergänzende Informationen siehe Kapitel Methodischer Anhang zur Stadtklimaanalyse im Anhang). Im Ergebnis stellt die Klimamodellierung das derzeitige klimatische Geschehen (Status Quo) in Wilhelmshaven sowohl am Tag als auch in der Nacht flächenhaft für das gesamte Stadtgebiet an einem autochthonen Sommertag dar (für detailliertere Erläuterung der Methodik siehe Kapitel Methodischer Anhang zur Stadtklimaanalyse im Anhang).

Klimaanalysekarte Tag

Für die Situation um 14:00 Uhr werden die Modellergebnisse der PET (Physiologisch äquivalente Temperatur) herangezogen (siehe Abbildung 16 und Kapitel A.3.1 Stadtklima im Anhang). Neben der Lufttemperatur berücksichtigt diese unter anderem die Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit sowie Sonneneinstrahlung und kann, vereinfacht ausgedrückt, als gefühlte Temperatur verstanden werden. Die

Modellrechnung beruht auf der Annahme einer sommerlichen Strahlungswetterlage ohne Bewölkung, sodass die Wärmebelastung stark von der Verschattung abhängt. Zudem ist die PET über Gewässern vergleichsweise kalt, da Gewässer an einem heißen Sommertag kälter sind als ihre Umgebung und somit eine ausgleichende, kühlende Wirkung auf die PET haben. Mit einer Spannweite von 31 °C reichen die Unterschiede in Wilhelmshaven von 17 °C bis 48 °C. Die geringsten Werte finden sich dem entsprechend in Gebieten mit Baumbestand (z. B. Stadtpark, Grodenflächen) und in der Nähe von Gewässern (z. B. am Ufer der Maade, über den Hafenbecken).

Auch begrünte Freiflächen, wie Innenhöfe, Parks (z. B. Kurpark) oder Friedhöfe (z. B. Friedhof Aldenburg) treten als Bereiche mit geringer Wärmebelastung hervor und eignen sich an heißen Sommertagen als Rückzugsorte für die Wilhelmshavener Bevölkerung. Je nach Bebauungsdichte und Grünanteil weisen die meisten Siedlungsräume moderate bis extrem starke Wärmebelastungen auf (gelb bis rot). Die höchsten Werte mit stellenweise extremen Wärmebelastungen sind über versiegelten gewerblich genutzten Gebieten (z. B. Gewerbegebiet nördlicher Kanalhafen bis Havermonikenstraße, Gewerbegebiet Ebkeriege, Gewerbegebiet an der Junkerei, Jade Weser Port) und im versiegelten und unverschatteten Straßenraum zu finden. Unter der Annahme eines Sommertags ohne Bewölkung zeigen auch unversiegelte Freiflächen, wie Grün- und Ackerland insbesondere durch die direkte Sonneneinstrahlung relativ hohe Wärmebelastungen.

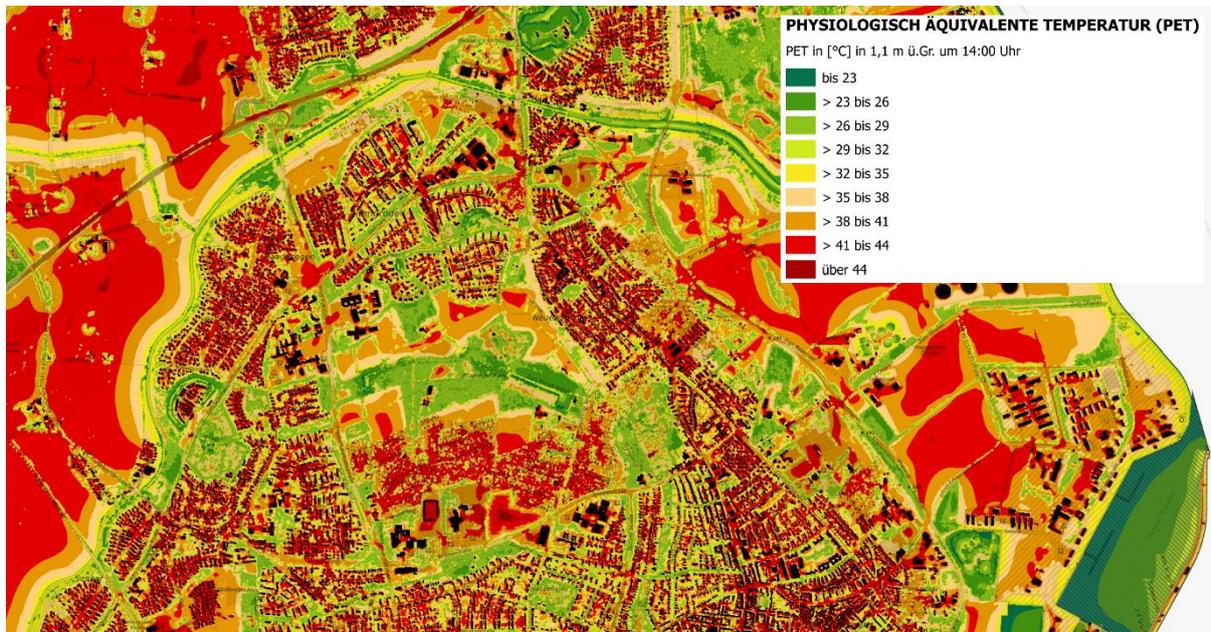


Abbildung 16: Ausschnitt aus der Klimaanalysekarte Tag (eigene Darstellung)

Klimaanalysekarte Nacht

Die Klimaanalysekarte Nacht stellt eine Verschneidung verschiedener, für das nächtliche Stadtklima relevanter Parameter dar (siehe Abbildung 17 und Kapitel A.3.1 Stadtklima im Anhang). Im Siedlungsraum ist die nächtliche Lufttemperatur um 04:00 Uhr in 2 m über Grund dargestellt. Hochversiegelte und innenstädtische Bereiche weisen eine besonders starke Überwärmung und somit ungünstige Bedingungen auf. In Wilhelmshaven treten stark überwärmte Bereiche v.a. in den Stadtteilen Heppens, Bant und Innenstadt sowie am Jade-Weser-Port auf. Grün- und Freiflächen sind für den Kaltluftprozess wichtige Flächen, auf denen Kaltluftentstehungsgebiete identifiziert wurden. Aus dem bodennahen Strömungsfeld wurden Kaltluftleitbahnen, Parkwinde und lokale Kaltluftaustauschflächen herausgearbeitet und symbolisch hervorgehoben. Diese Flächen und Winde tragen wesentlich zur nächtlichen Abkühlung des Siedlungsraumes bei. Zudem liegt ein ausgeprägtes Land-See-Windsystem im Uferbereich vor. Da die Landfläche nachts stärker auskühlt als Wasserflächen und hierdurch Unterschiede in der

Lufttemperatur entstehen, bildet sich nachts ein Landwind vom Binnenland in Richtung Jadebusen als Ausgleichsströmung aus.

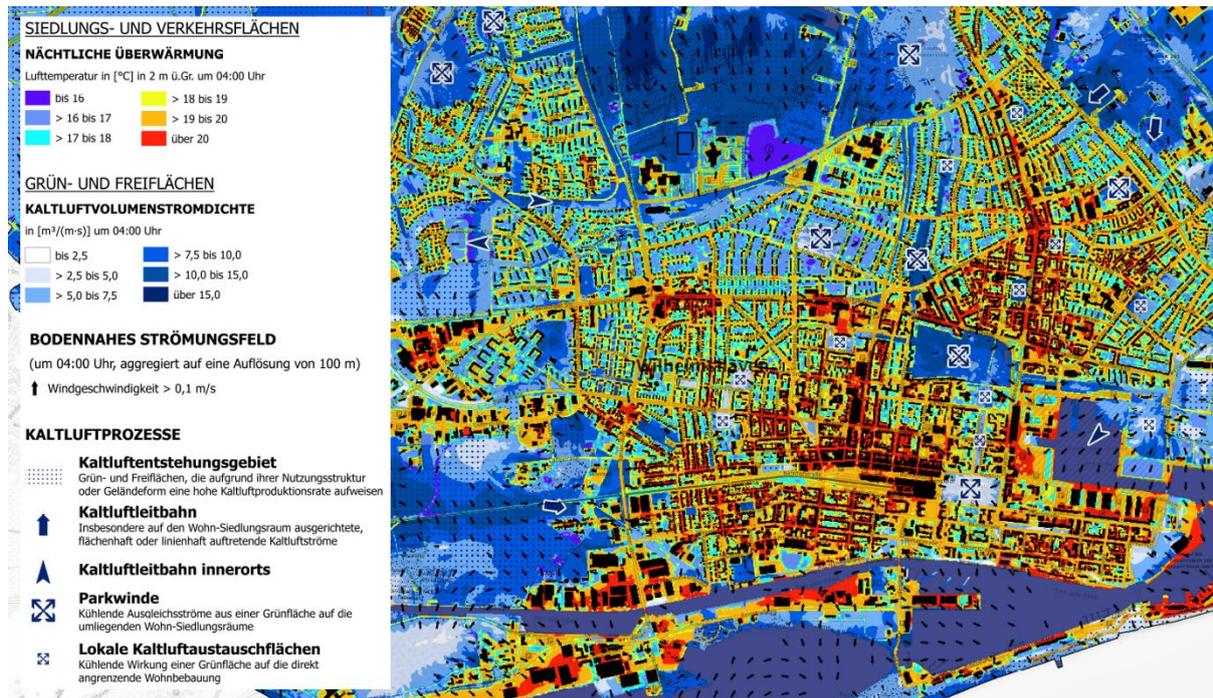


Abbildung 17: Ausschnitt aus der Klimaanalysekarte Nacht (eigene Darstellung)

1.8.1.2 Wasser

Im Zuge des Klimawandels ist mit einer Verschärfung von Trockenheit (temporär zu wenig Wasser) und Starkregen (temporär zu viel Wasser) zu rechnen. So zeigen die Ergebnisse der Klimawirkungsrisikoanalyse 2021 in Deutschland, dass viele Klimawirkungen mit Wasser verbunden sind – entweder einem Überschuss an Wasser (Starkregen, Überflutungen, Überschwemmungen) oder einem Mangel an Wasser (Trockenheit, Dürre, Niedrigwasser). Schauer & Baumgarten (2024) identifizieren von insgesamt 108 Klimawirkungen 31 mit einem sehr dringenden Handlungsbedarf, zu denen auch Starkregen und Überschwemmungen zählen.

Im Hinblick auf das Stadtklima können langanhaltende Trockenphasen die Vitalität des Stadtraumes mit den grünen Infrastrukturen beeinträchtigen und damit zu einer verminderten Verdunstungskühlung führen. Im Gegensatz dazu können Stark- und Dauerregen ebenfalls zu Schäden und Gefahren im Stadtgebiet führen.

Starkregen

Um die Bereiche des Stadtgebietes zu ermitteln, in denen Auswirkungen von Starkniederschlägen besonders spürbar sein können, wurden für Wilhelmshaven die zur Verfügung stehenden Grundlagendaten ausgewertet. Für die Betroffenheitsanalyse Starkregen standen dabei zwei Themen im Fokus:

- Flächen, auf denen örtlich mit Überflutungen zu rechnen ist oder Bereiche, in denen eine große Anzahl an Überflutungsschwerpunkten festzustellen ist
- Hauptfließwege, welche in Abhängigkeit der Topografie lokal viel Wasser transportieren und zu Erosionsvorgängen führen können

Im Rahmen des Klimaanpassungskonzeptes wurden die Ergebnisse der Hinweiskarte Starkregen des Landes für ein außergewöhnliches Starkregenereignis (100-jährlichen Ereignis, SRI 7, Beregnung über

60 Minuten gem. KOSTRA-DWD 2020, Nachlaufzeit von 60 Minuten) hinsichtlich der Betroffenheiten für Wilhelmshaven analysiert (BKG, 2025) herangezogen.

Diese Hinweiskarte Starkregengefahren stellt eine erste Orientierungshilfe hinsichtlich Überflutungsgefahren dar. Bei der Berechnung der Hinweiskarte Starkregengefahren kamen verschiedene Datensätze zum Einsatz (für Niedersachsen bspw. ALKIS Stand 01/2023 und DGM1 zwischen 2022 und 2021). Durchlässe, Verrohrungen und sonstige abflussrelevante Bauwerke wurden generell ab einem Durchmesser von 50 cm in das Modell mit einbezogen. Kleinere Durchmesser sind bei Starkregenereignissen häufig nicht mehr abflusswirksam und wurden daher nicht berücksichtigt. Pump- und Schöpfwerke konnten in die Berechnung mit einbezogen werden. Eine Verknüpfung mit dem städtischen Kanalnetz erfolgte im Modell nicht. Auch sind in der Hinweiskarte des Landes keine kleinräumigeren Betrachtungen über lokale Begebenheiten (z. B. Versickerungsleistungen des Bodens, die Kanalisation oder kleinräumig abflussrelevante Strukturen, wie Mauern oder Bordsteine) enthalten.

Diesem Nachteil begegnet die Stadt Wilhelmshaven, indem die Technischen Betriebe Wilhelmshaven (TBW) derzeit eine Starkregengefahrenkarte auf Grundlage eines gekoppelten 1D/2D-Kanalnetzmodells fortschreiben. Die Ergebnisse dieser kommunalen Karte berücksichtigen lokale Eigenschaften und sind daher vorrangig für kommunale Planungen zur Risikoeinschätzung und Gefahrenabwehr zu verwenden.

Ergänzend zu den Auswertungen der Hinweiskarte Starkregengefahren wurden die potenziellen Hauptfließwege bei Starkregen durch eine topografische Analyse ermittelt. Diese Betrachtung erfolgt ohne Berücksichtigung einer spezifischen Niederschlagsbelastung und nur auf Grundlage der topografischen Randbedingungen. Damit können vor allem Hauptfließwege und deren Entstehungsgebiete identifiziert und zugeordnet werden. Für die Berechnung wurde zunächst das hydrologisch relevante Einzugsgebiet der Stadt Wilhelmshaven ermittelt. Dieses Gebiet ist mit rund 145,4 km² deutlich größer als die Stadtfläche (107,5 km²). Für dieses Einzugsgebiet wurde ein Höhenmodell auf Basis eines digitalen Geländemodells mit einer räumlichen Auflösung von 1x1 m aufgebaut (DGM 1, 2021). Im Stadtgebiet wurden sowohl Gebäude als Fließhindernisse als auch Durchlässe integriert.

Aus den Ergebnissen der Hinweiskarte Starkregengefahren des Landes Niedersachsen geht hervor, dass sich in Wilhelmshaven bei Starkregen tendenziell viele kleine überflutete Bereiche in Grünanlagen und an Privatbebauungen ausbilden können. Sie verteilen sich über das gesamte Stadtgebiet und treten vor allem in Siedlungsgebieten auf. Es ist auch damit zu rechnen, dass die zahlreichen kleinen Entwässerungsgräben in den Siedlungsräumen bei Starkregen viel Wasser führen. Dies muss nicht immer zu Überflutungen führen, jedoch ist das Gefährdungspotenzial bei Starkregen in diesen Bereichen erhöht. Kleinräumige Überflutungen können beispielsweise entlang der Straße „An der Vogelwarte“ im Stadtteil Rüsterei oder im Stadtteil Heppens entstehen. Mit größeren Überflutungsflächen ist außerdem beispielsweise an der Bismarckstraße im Bereich der Grundschule Stadtmitte zu rechnen.

Bei Starkregen können sich in Wilhelmshaven – trotz der flachen Topografie – auch Fließwege ausbilden. Die topografische Analyse zeigt, dass der Großteil dieser Fließwege innerhalb bzw. entlang der vorhandenen Grabenstrukturen verläuft. Dennoch können auch auf Straßen größere Fließwege entstehen. Hier können z. B. in der Stadtmitte von Wilhelmshaven die Werftstraße sowie die Bremer Straße, im Stadtteil Heppens die Norderney- und Wangeroogstraße sowie der Halligenweg oder im Stadtteil Himmelreich/Coldewei die Steinstraße, Rostocker Straße und Klinkerstraße betroffen sein. Exemplarisch werden in Abbildung 18 die auf Grundlage der Hinweiskarte Starkregengefahren ermittelten, aggregierten Überflutungsschwerpunkte sowie die auf der topografischen Analyse basierenden Hauptfließwege dargestellt.

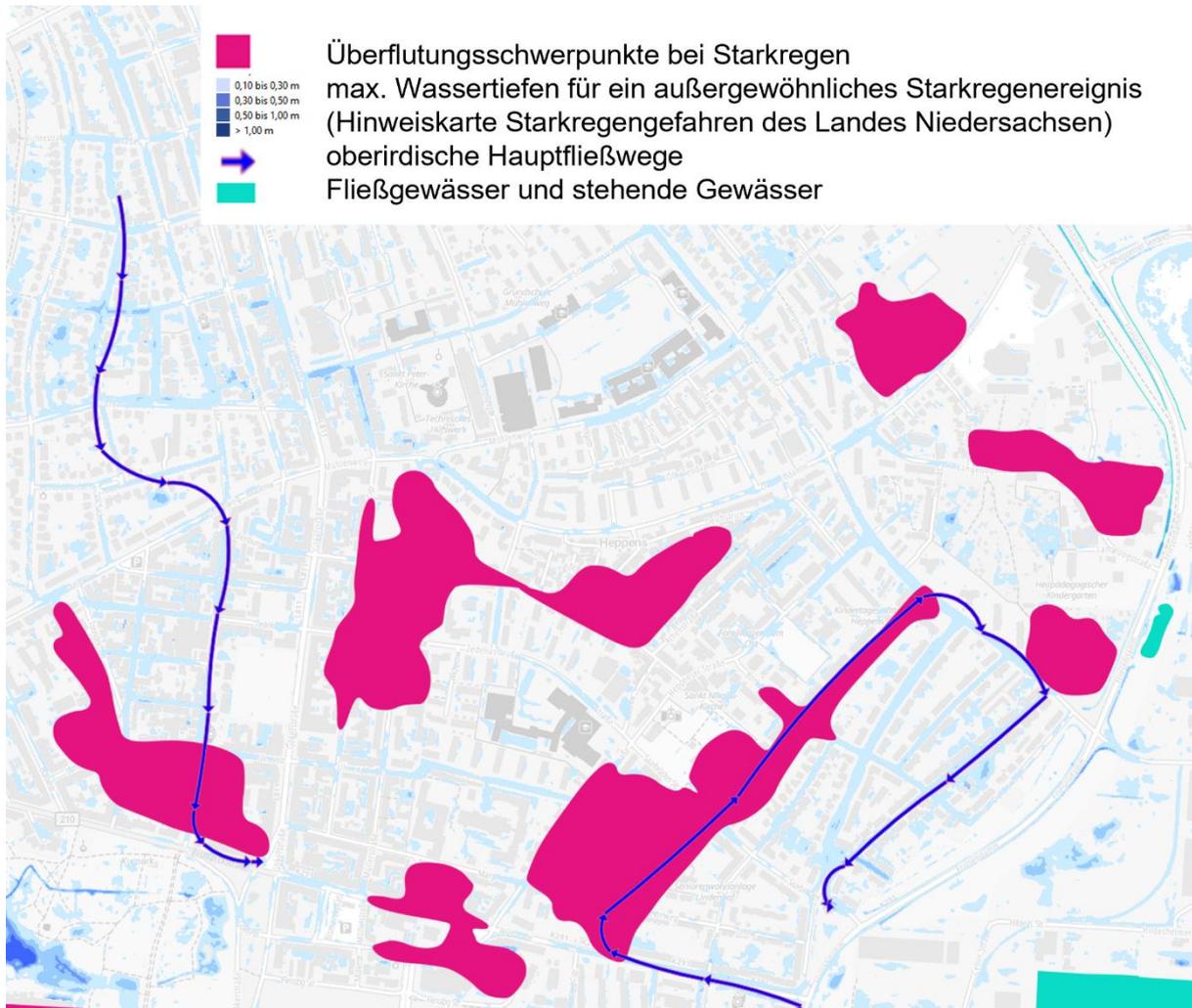


Abbildung 18: Exemplarische Darstellung der ermittelten Hauptfließwege und Überflutungsschwerpunkte im Stadtteil Heppens (Hintergrundkarte und Datengrundlage: Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2025) CC BY 4.0, Datengrundlage: © BKG (2025) dl-de/by-2-0)

Abhängig von der Oberflächenbeschaffenheit können Fließwege, in denen zum Teil hohe Fließgeschwindigkeiten auftreten, zu Erosionsprozessen und Abtransport des Bodens führen. In der Betroffenheitskarte Starkregen wird aus diesem Grund ebenfalls die potenzielle Erosionsgefährdung durch Wasser in einer kleinen Karte dargestellt (Abbildung 19).

Zur Auswertung der potenziellen Erosionsgefährdung wurden die „KStufen der potenziellen Wassererosion“ des NIBIS® Kartenservers⁴, welche sich auf das gesamte Stadtgebiet beziehen, verwendet. Im Laufe der Projektbearbeitung wurden die Ergebnisse zur „Bodenerosion auf Ackerflächen“, welche in einer separaten Betroffenheitskarte dargestellt werden, aktualisiert. Ein Vergleich der Ergebnisse zeigt, dass sich lediglich geringe Unterschiede auf den landwirtschaftlichen Flächen ergeben. Für die Hotspot-Ermittlung wurde das potenzielle Gesamtausmaß der Erosion jedoch als nicht signifikant eingestuft.

⁴ NIBIS® Kartenserver (2022): KStufen der potenziellen Wassererosion. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.

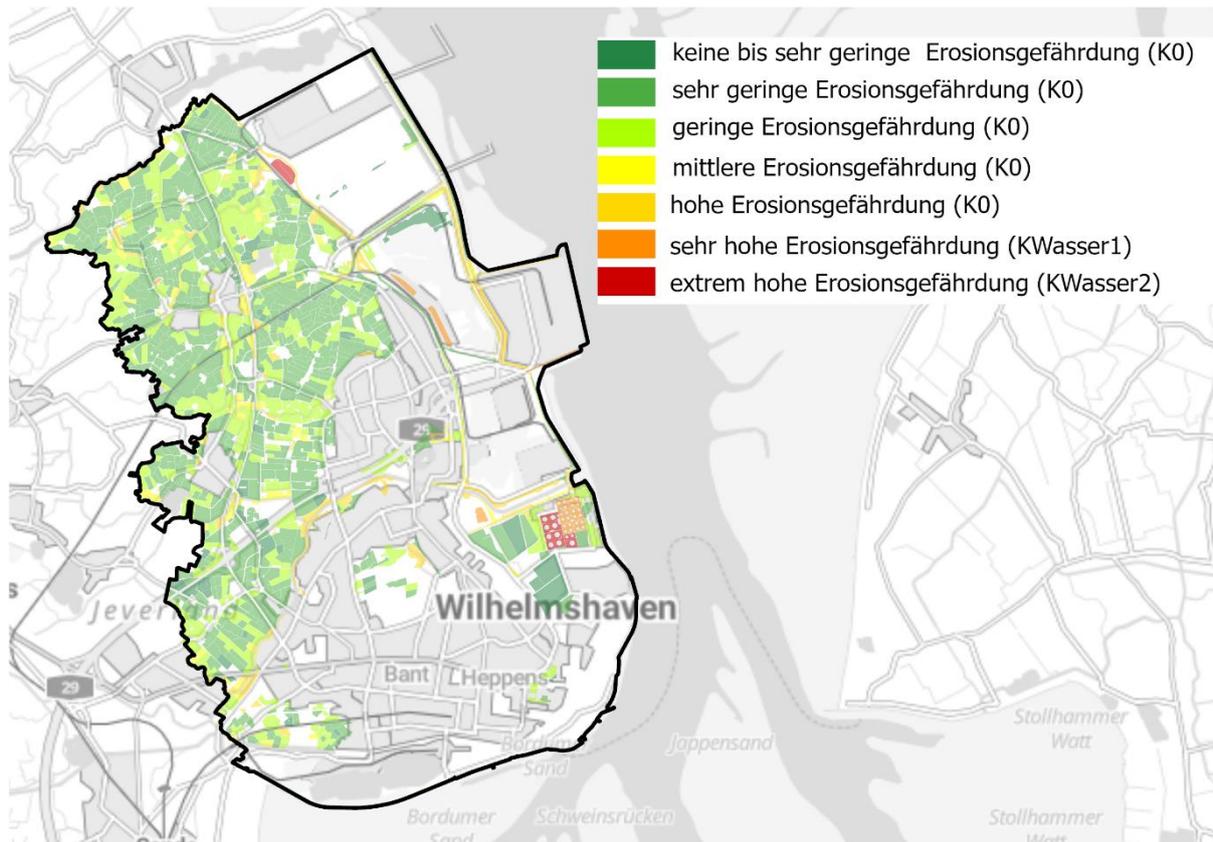


Abbildung 19: Potenzielle Wassererosion in Wilhelmshaven (Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0, Datengrundlage: © GeoBasis-DE/LVermGeo SH/CC BY 4.0)

Anhand von Abbildung 19 wird deutlich, dass in Wilhelmshaven sowohl aufgrund der Oberflächenbeschaffenheit als auch aufgrund des Niederschlags keine erhöhten Erosionsgefährdungen zu erwarten sind.

Hinweis: In der Darstellung der potenziellen Wassererosion sind im östlichen Stadtteil Heppenser Groden (Marinestützpunkt Heppenser Groden und Tanklager der Nord-West Oelleitung GmbH (NWO)) sehr hohe bis extrem hohe Erosionsgefährdungen durch Wasser dargestellt. Im Rahmen des Klimaanpassungskonzeptes wurden keine eigenen Analysen zur Erosionsgefährdung erstellt, sondern auf die frei verfügbaren landesweiten Daten zurückgegriffen. Die sehr hohe bis extrem hohe Erosionsgefährdung in diesen Bereichen ist zu prüfen.

Binnenhochwasser

Die Betroffenheit durch Binnenhochwasser nimmt in Wilhelmshaven eine untergeordnete bzw. nicht signifikante Rolle ein. Gemäß Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (EG-HWRM-RL) sind in Wilhelmshaven keine Gewässer als Risikogewässer eingestuft. Dennoch kann es bei den vielen kleinen und mittelgroßen Gräben und Fließgewässern im Stadtgebiet zu besonders hohen Abflüssen bei Starkregen kommen. Eine Überlagerung zwischen starkregenbedingten Überflutungen und Überschwemmungen der Gräben ist daher nicht auszuschließen und kann die Situation weiter verschärfen. Aufgrund des fortschreitenden Klimawandels ist in der Zukunft außerdem mit einer Zunahme dieser Ereignisse zu rechnen.

Meeresspiegelanstieg

Im sechsten vom IPCC veröffentlichten Sachstandsbericht zum Klimawandel wird von einem zu erwartenden Meeresspiegelanstieg für das kritische Klimaszenario RCP 8.5 von 63 bis 101 cm ausgegangen (IPCC, 2023b, vgl. Kapitel 4).

Für die Einschätzung der Betroffenheit durch den Meeresspiegelanstieg in Wilhelmshaven wurde der mittlere zu erwartende Meeresspiegelanstieg von 82 cm (63 – 101 cm) bis zum Ende des Jahrhunderts auf Basis des RCP 8.5 verwendet. Die Ergebnisse werden in der Betroffenheitskarte „Meeresspiegelanstieg“ dargestellt. Grundlage der Ergebnisse ist eine Berechnung ohne das Vorhandensein von Schöpfwerken und Sielen, wodurch ein Ausfall der Entwässerungsanlagen abgebildet wird. Es werden also nicht die zu erwartenden Überschwemmungstiefen bei einem Meeresspiegelanstieg dargestellt, sondern qualitativ jene Flächen, deren Entwässerung bei einem Anstieg des Meeresspiegels betroffen wären. Ohne das Vorhandensein von Sielen und Schöpfwerken, d. h. bei einem Ausfall der Entwässerungsanlagen, kann ein Rückstau des Wassers zu Überschwemmungen und Schäden an Menschen und Infrastrukturen führen. Die Auswirkungen des Meeresspiegelanstiegs ohne das Vorhandensein von Deichen oder mit zu niedrigen Deichen wird an dieser Stelle vernachlässigt, da diese baulichen Anlagen unabdingbar für Wilhelmshaven sind.

Grundsätzlich ist die Betroffenheit durch den Meeresspiegelanstieg in Wilhelmshaven als eher gering einzuschätzen. Es gibt wenige Bereiche, die negativ von einem Ansteigen des Meeresspiegels betroffen sein könnten. Bei einem Meeresspiegelanstieg von 82 cm (Referenz DHHN2016) handelt es sich dabei insbesondere um zwei Bereiche außerhalb des Siedlungsraumes, in denen bei steigendem Meeresspiegel keine Entwässerung im Freispiegelabfluss mehr möglich ist (siehe Abbildung 20). Im Norden der Stadt kann es nördlich von Sengwarden entlang des Inhauser Tiefs zu großflächigen Überflutungen auf landwirtschaftlichen Flächen kommen. Im Südwesten der Stadt handelt es sich um Flächen um die Maade, die ebenfalls landwirtschaftlich genutzt sind. Weiterhin kann das Ansteigen des Meeresspiegels die Versalzung (vgl. Erläuterungen zur Grundwasserneubildung) vorantreiben.

Die Betroffenheit durch einen mittleren zu erwartenden Meeresspiegelanstieg von 42 cm bis zum Ende des Jahrhunderts auf Basis des RCP 1.9 ist auf der kleinen Karte der Betroffenheitskarte „Meeresspiegelanstieg“ (siehe Kapitel A.3.2 im Anhang) dargestellt und fällt erwartungsgemäß deutlich geringer aus.

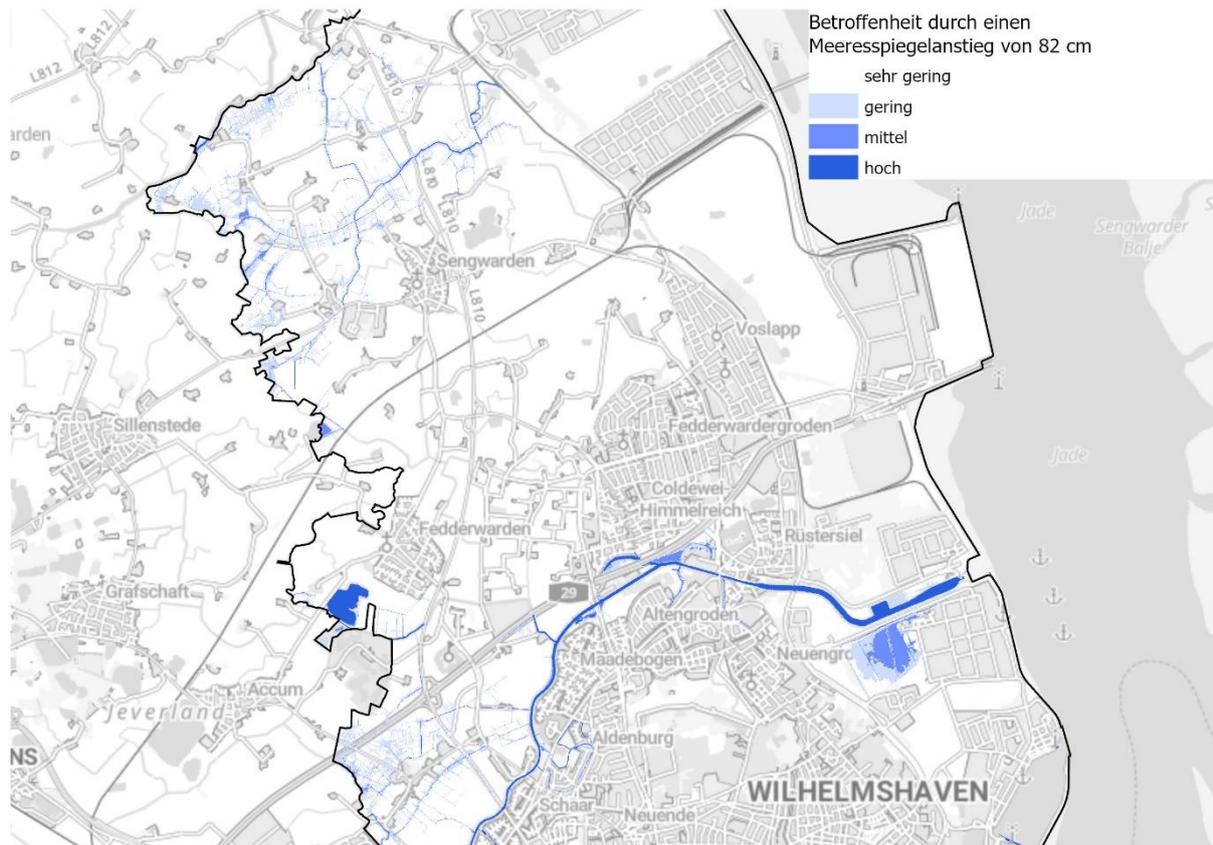


Abbildung 20: Betroffenheit durch einen Meeresspiegelanstieg von 82 cm in Wilhelmshaven (Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0, Datengrundlage: © BKG (2025) dl-de/by-2-0)

Grundwasserneubildung

Die Grundwasserneubildungsrate gibt Aufschluss über das Verhältnis zwischen Grundwasserneubildung und Grundwasserentnahme und stellt damit die Resilienz der Stadt Wilhelmshaven gegenüber Trockenheit dar. Ein positiver Wert bedeutet, dass mehr Grundwasser neu gebildet als entnommen wird. Je höher der Wert der Grundwasserneubildungsrate in mm/a, desto mehr Grundwasser steht in den Bodenpassagen zur Verfügung. Die Informationen über die Grundwasserneubildungsrate werden in der Betroffenheitskarte auf Basis des NIBIS® Kartenservers dargestellt.⁵ Die mittlere jährliche Grundwasserneubildung für den Zeitraum 1971-2000 wurde mit der Methode mGROWA („monatlicher großräumiger Wasserhaushalt“) berechnet.⁶

Für den Zeitraum 1971 – 2000 wiesen in Wilhelmshaven vor allem die ländlichen Bereiche im (Nord-)Westen eine Grundwasserzehrung auf (Abbildung 21). Weitere Bereiche, die eine negative Grundwasserneubildung aufweisen, sind die Sportanlage des SV Wilhelmshaven in Rüstertiel mit dem südlich angrenzenden Wohngebiet um den Heinrich-Heine-Ring, der Bereich vom Ehrenfriedhof über den Stadtpark und die Kleingartenanlage bis zum Solarpark an der Friedenstraße, die Bereiche westlich des Friesendamms zwischen dem Sportplatz an der Freiligrathstraße bis zum Triftweg und der südliche Teil von Heppens und Tonndeich.

Im Rahmen des Klimawandels ist bei dem kritischen Klimaszenario RCP 8.5 bis zum Ende des 21. Jahrhunderts (2071 – 2100) davon auszugehen, dass sich die mittlere jährliche Grundwasserneubildung

⁵ LBEG - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (2022): Grundwasserneubildung für die Klimaszenarien-Zeiträume (Methode: mGROWA22) – Niedersächsisches Bodeninformationssystem (NIBIS®); Hannover.

⁶ Weitere Informationen finden sich unter Hydrogeologische Karte von Niedersachsen 1 : 50 000 – Mittlere jährliche Grundwasserneubildung 1971 - 2000, Methode mGROWA22 - NUMIS

weiter verringert. Insbesondere in den Bereichen mit derzeit noch positiver Grundwasserneubildung ist mit einer Verschlechterung der Grundwasserneubildungsrate um bis zu 100 mm/a zu rechnen.

Eine geringe Grundwasserneubildungsrate stellt die Küstengebiete vor eine besondere Problematik. Eine niedrige Rate mindert den Gegendruck der Süßwasserkörper gegen das Salzwasser und kann an der Küste zu einer erhöhten Salzwasserintrusion in die Süßwasseraquifere führen. Dadurch wird eine Verschiebung der Salzwassergrenzen im Grundwasserkörper hervorgerufen, was in einer fortschreitenden Versalzung des Grundwassers resultiert.

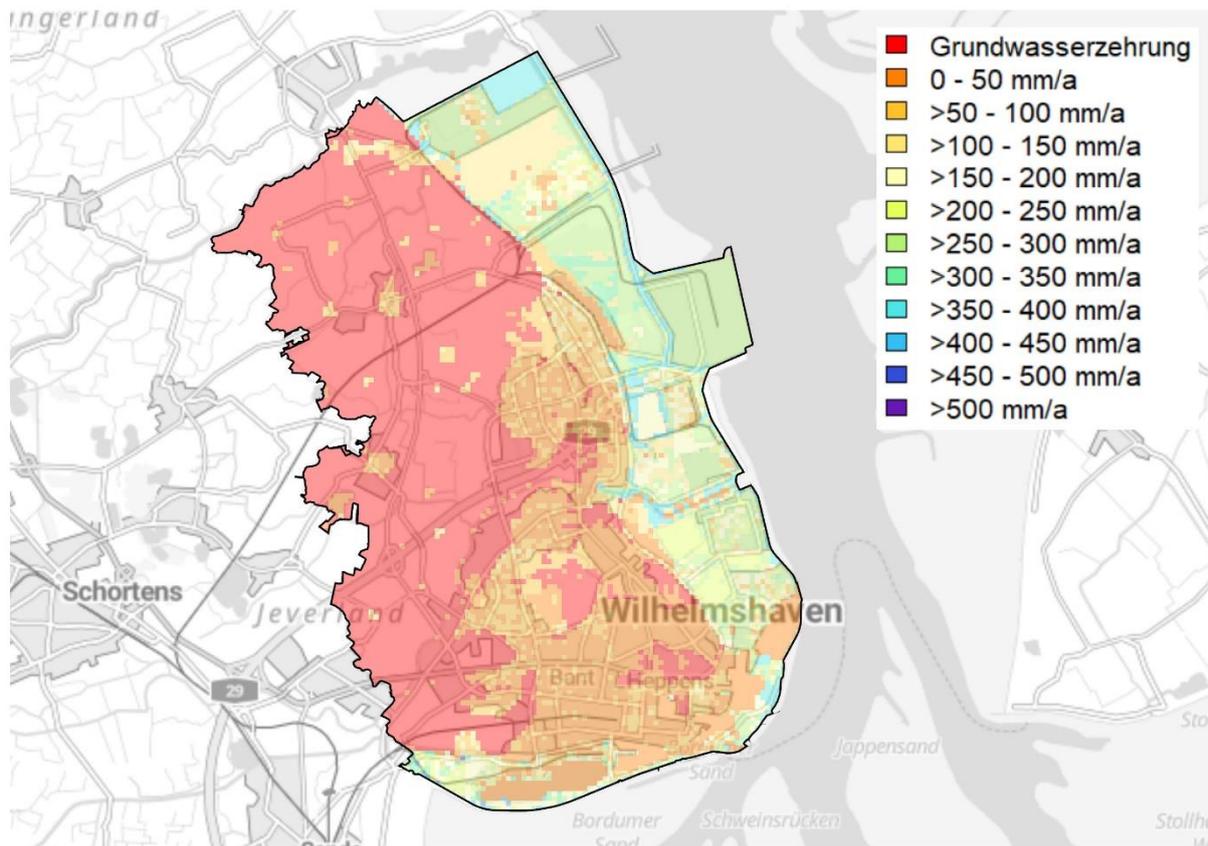


Abbildung 21: Mittlere jährliche Grundwasserneubildung für den Zeitraum 1971 – 2000 in Wilhelmshaven (Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0, Datengrundlage: © GeoBasis-DE/LVermGeo SH/CC BY 4.0)

1.8.1.3 Landwirtschaft und Natur

Bodenerosion auf Ackerflächen

Die Bodenerosion auf Ackerflächen wird in der Stadt Wilhelmshaven maßgeblich von den klimatischen Parametern Niederschlag und Wind bestimmt. Da sich die Erosivität der Niederschläge und des Windes durch den Klimawandel voraussichtlich erhöhen wird (vgl. Kapitel 0), wird der aktuelle Zustand nachfolgend genauer analysiert.

Die Erosionsgefährdung auf Ackerflächen durch Wasser ist für den Zeitraum 1971 bis 2000 weitestgehend als sehr gering bis gering einzustufen. Lediglich vereinzelt wiesen die Ackerflächen eine mittlere oder hohe Erosionsgefährdung durch Wasser auf. Da die Erosionsgefährdung unter der Annahme der Schwarzbrache (keine Bodenbedeckung) ermittelt wurde, ist tatsächlich von einer noch geringeren Erosionsgefährdung auszugehen. Eine Zunahme der potenziellen Erosionsgefährdung um mehr als 5 t/ha/a wird bis zur Zeitperiode 2071 bis 2100 lediglich vereinzelt und größtenteils im Heppenser Groden angenommen (siehe Abbildung 22 und Kapitel A.3.3 im Anhang).

Die Erosionsgefährdung der Ackerböden durch Wind war in der Stadt Wilhelmshaven ebenfalls gering ausgeprägt (siehe Nebenkarte der Betroffenheitskarte Bodenerosion auf Ackerflächen in Kapitel A.3.3 im Anhang). Eine Einschätzung über die zukünftige Entwicklung der potenziellen Bodenerosion durch Wind kann aktuell allerdings nicht getroffen werden, da die Datengrundlage und die Projektionsicherheit der Veränderungen der Windverhältnisse durch den Klimawandel zum jetzigen Zeitpunkt nicht ausreichend und verlässlich sind.

Bodenerosion war im Zeitraum 1971 – 2000 insgesamt lediglich schwach ausgeprägt. In Bezug auf die Klimaanpassung ist hinsichtlich der Reduzierung der Bodenerosion auf Ackerflächen kein dringender Handlungsbedarf abzusehen.

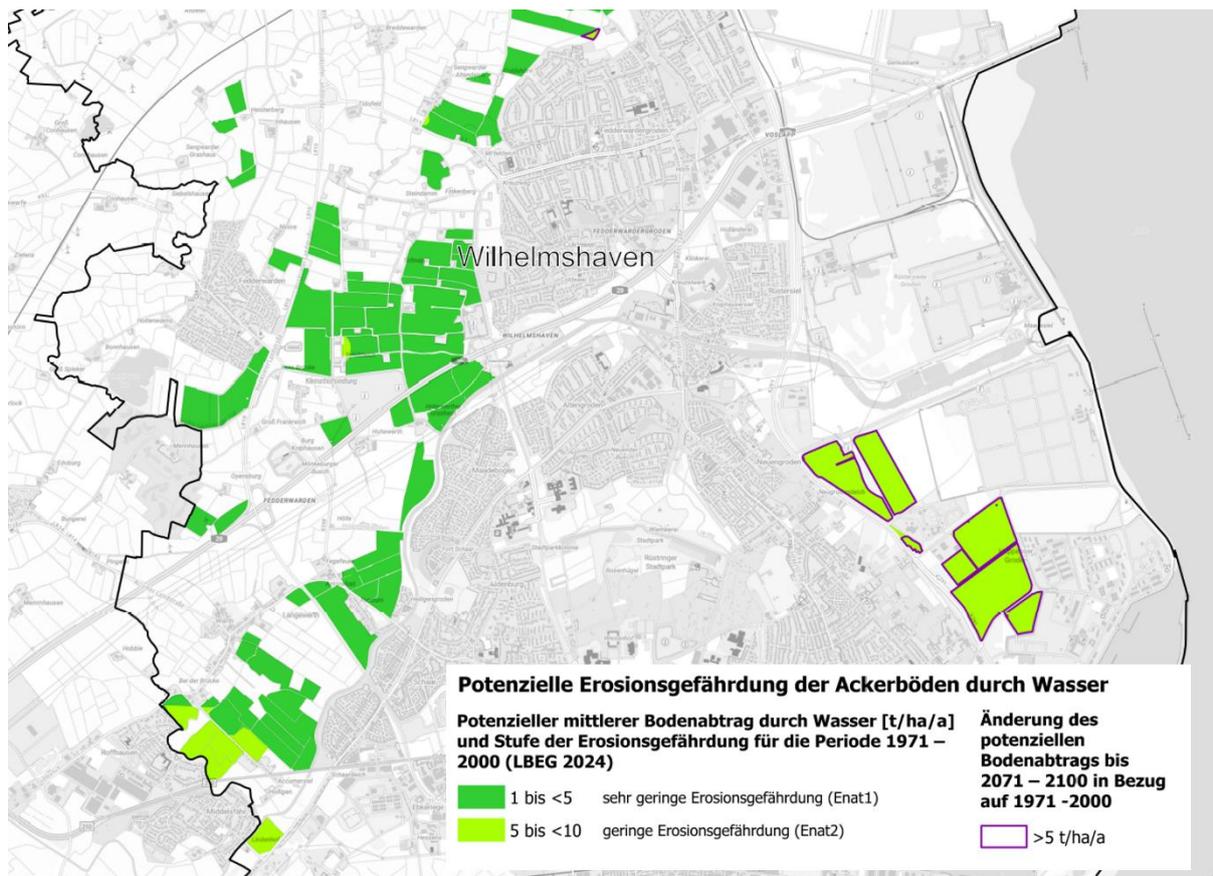


Abbildung 22: Ausschnitt aus der Betroffenheitskarte Bodenerosion auf Ackerflächen mit verkürzter Legende (eigene Darstellung, Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0, Datengrundlage: siehe Betroffenheitskarte Bodenerosion auf Ackerflächen in Kapitel A.3.3 im Anhang)

Zusatzwasserbedarf in der Landwirtschaft

Langanhaltende Trockenperioden stellen eine Gefährdung für die land- und forstwirtschaftlichen Flächen dar. In den Jahren 2018 bis 2022 führte der Wassermangel dazu, dass ein außergewöhnlich großer Anteil des Bundesgebiets in der Vegetationsperiode von außergewöhnlicher Dürre betroffen war (vgl. UFZ, 2024).

Die Betroffenheitskarte zum Zusatzwasserbedarf in der Landwirtschaft basiert auf öffentlichen Daten des LBEGs (LBEG, 2022). Zusatzwasserbedarf wird dabei als „die mittlere Beregnungsmenge innerhalb der Vegetationsperiode (April-September) verstanden, die zur Aufrechterhaltung eines Bodenwassergehaltes von mindestens 40 % der nutzbaren Feldkapazität (nFK) im effektiven Wurzelraum (nFKWe) erforderlich ist“ (LBEG, 2022). Die Darstellung beschränkt sich auf Flächen, bei denen es sich laut der

BK50 um Ackerflächen handelt (vgl. LBEG, 2017). Ergänzend ist für diese Flächen die Bodenfruchtbarkeit eingearbeitet (LBEG, 2019).

Im Zeitraum 1971 – 2000 wiesen die Ackerflächen durchweg einen mittleren Zusatzwasserbedarf von maximal 20 mm pro Vegetationsperiode auf, was entsprechend der Klassifikation des LBEGs (2025) keinem mittleren Zusatzwasserbedarf entspricht. Unter dem RCP-Szenario 8.5 wird der mittlere Zusatzwasserbedarf auf den Ackerflächen in Wilhelmshaven voraussichtlich um maximal 10 mm pro Vegetationsperiode zunehmen (siehe Abbildung 23 und in Kapitel A.3.3 im Anhang).

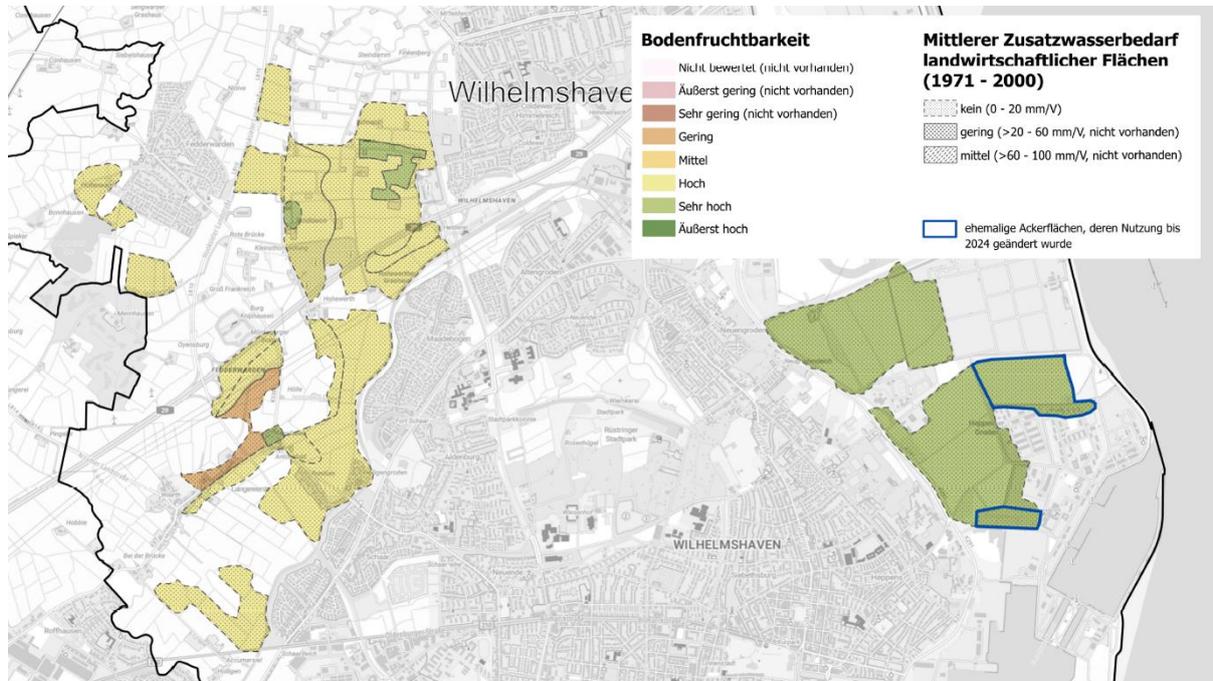


Abbildung 23: Ausschnitt aus der Betroffenheitskarte Zusatzwasserbedarf in der Landwirtschaft (eigene Darstellung, Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0, Datengrundlage: siehe Betroffenheitskarte Zusatzwasserbedarf in der Landwirtschaft in Kapitel A.3.3 im Anhang)

Naturschutz und Biodiversität

Die Betroffenheitskarte Naturschutz und Biodiversität zeigt die nach dem Bundesnaturschutzgesetz als Natura 2000-Gebiete sowie als Natur- und Landschaftsschutzgebiete geschützten Flächen in der Stadt Wilhelmshaven und stellt überdies besonders wasserabhängige Biotoptypen mit einer erhöhten Empfindlichkeit gegenüber einer Absenkung des Grundwasserstandes bzw. Einschränkungen der Wasserverfügbarkeit dar (siehe Abbildung 24 und in Kapitel A.3.3 im Anhang).

Schutzgebiete tragen direkt zum Schutz ökologisch wertvoller Lebensräume und der dort lebenden Arten bei (BMUKN, 2024) und haben somit eine positive Auswirkung auf die biologische Vielfalt. Durch klimawandelbedingte Änderungen von Temperatur, Niederschlagsverhältnissen und Wasserverfügbarkeit werden die Standorteigenschaften der Lebensräume beeinflusst, wodurch sich zukünftig Veränderungen von Artengemeinschaften und Ökosysteme (Art-Areal-Verschiebungen) ergeben können. Mit einer hohen Wahrscheinlichkeit wird die biologische Vielfalt dadurch beeinflusst. Dies kann dazu führen, dass Schutzzwecke bzw. Pflege- und Erhaltungsziele ggf. nicht mehr oder nur teilweise umsetzbar sind (Doyle & Ristow, 2006). Auch kann es zu einer Schwächung des für den Erhalt der Biodiversität besonders wichtigen Biotopverbundes (Vernetzung der Lebensräume) kommen. Da sich Schutzgebiete aus verschiedenen Lebensraumtypen zusammensetzen, sind Einzelfalluntersuchungen nötig, um die klimawandelbedingten Auswirkungen auf einzelne Gebiete einordnen zu können. Dennoch ist zukünftig von erschwerten Bedingungen für Schutzgebiete auszugehen.

Neben den Schutzgebieten sind insbesondere wassergebundene Lebensräume und Ökosysteme, wie Feuchtgebiete, Waldbestände sowie Fließ- und Stillgewässer, und die an sie gebundenen Arten als besonders sensibel gegenüber Erwärmung bzw. Wassermangel oder absinkende Wasserstände (zunehmende Trockenheit) anzusehen. Diese können bei langanhaltenden Trockenperioden zukünftig in ihrem Bestand gefährdet werden. In der Stadt Wilhelmshaven ist für derartige Biotoptypen somit eine hohe Gefährdung bezüglich schwankender Wasserverfügbarkeiten sowie Hitze- und Trockenstress (vgl. Kapitel 0) absehbar.

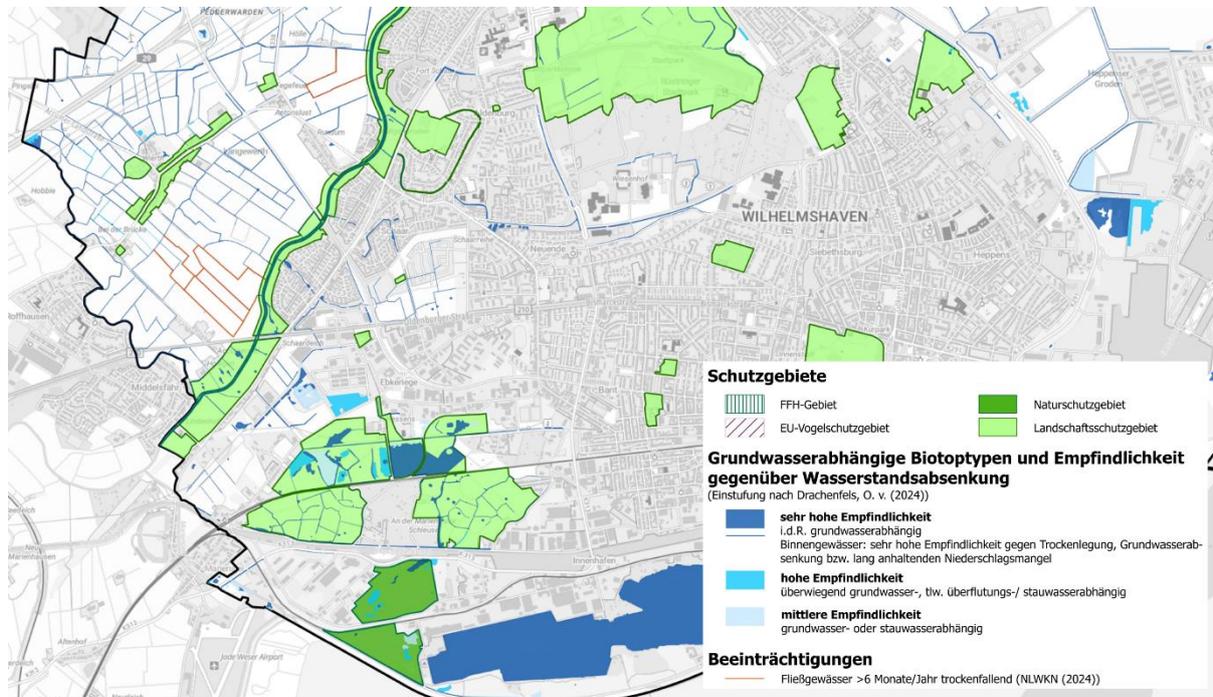


Abbildung 24: Ausschnitt aus der Betroffenheitskarte Naturschutz und Biodiversität (eigene Darstellung, Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0, Datengrundlage: siehe Betroffenheitskarte Naturschutz und Biodiversität in Kapitel A.3.3 im Anhang)

1.8.2 Hotspotkarte

Als Synthese der räumlichen Betroffenheitsanalyse werden die zuvor dargestellten Untersuchungsergebnisse der Betroffenheitskarten in einer integrierten Karte für die Stadt Wilhelmshaven zusammengeführt (siehe Abbildung 25 und in Kapitel A.3.3 im Anhang). Diese Karte verortet die am stärksten durch die Klimafolgen betroffenen Bereiche („Hotspots“) in der Stadt Wilhelmshaven und priorisiert damit Räume, in denen Anpassungsmaßnahmen auf Grund der Gefährdung besonders dringlich sind. Zwar können auch in anderen Gebieten des Stadtgebiets thermische und hydrologische Belastungen auftreten, doch ist es der Anspruch der Hotspot-Karte zunächst die wichtigsten Belastungsbereiche darzustellen. Somit können die dargestellten Klimarisiken auch außerhalb dieser Hotspots selbstverständlich nicht ausgeschlossen werden.

Als Hitze-Hotspots wurden diejenigen Flächen ausgewiesen, die gemäß der Stadtklimaanalyse eine sehr ungünstige humanbioklimatische Situation aufweisen. Hier wird unterschieden zwischen der Tag- und Nachtsituation sowie zwischen dem Siedlungs- und dem Straßenraum. Als Hitzehotspot am Tag wurden zusammenhängende Flächen über 3 ha im Siedlungsraum bzw. zusammenhängende Flächen über 0,5 ha im Straßenraum mit extrem starker Wärmebelastung (PET über 41 °C) ausgewiesen. Zusammenhängende Siedlungsflächen über 3 ha, die eine nächtliche Lufttemperatur von über 19 °C aufweisen, wurden ebenfalls als Hotspots ausgewiesen. Für die Nachtsituation wurden keine Hitze-Hotspots im Straßenraum ausgewiesen.

Für die Definition der Hotspots im Themenbereich Starkregen wurden die Ergebnisse der landesweiten Hinweiskarte Starkregengefahren (BKG, 2025) analysiert. Um für die Starkregenvorsorge wichtige Bereiche zu identifizieren, wurden die maximalen Wassertiefen der Hinweiskarte Starkregengefahren auf örtlich großflächige Überflutungen oder Bereiche mit örtlich angrenzenden kleinräumigen Überflutungen ab einer maximalen Wassertiefe von 30 cm bei einem außergewöhnlichen Starkregenereignis analysiert. Die abschließende Definition der Hotspots erfolgte unter Berücksichtigung der Flächennutzung und Hauptfließwege sowie einer Priorisierung und gutachterlichen Einschätzung aller zuvor identifizierten Bereiche. So werden in der Hotspotkarte nur jene (aggregierten) Bereiche hervorgehoben, in denen es zu besonders hohen Wassertiefen bei Starkregen kommen kann.

Aufgrund der Tatsache, dass im 2D-Oberflächenabflussmodell der landesweiten Hinweiskarte Starkregen keine Versickerungsfähigkeit der Böden und keine Leistungsfähigkeit des Kanalnetzes berücksichtigt wurde, ergeben sich bspw. auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen und den zahlreichen größeren Gartenflächen im Innenstadtbereich Wilhelmshavens flächendeckend maximale Wassertiefen unter 30 cm. Diese Bereiche sowie lokale maximale Wassertiefen über 30 cm an einzelnen Gebäudekomplexen wurden nicht als Überflutungsschwerpunkte im Rahmen des Klimaanpassungskonzeptes ermittelt.

Bei einer Fortschreibung des Klimaanpassungskonzeptes ist zu empfehlen, auf die kommunalen Ergebnisse der Starkregengefahrenkarte der Technischen Betriebe Wilhelmshaven, welche derzeit erarbeitet bzw. fortgeschrieben wird, zurückzugreifen. So können auch die in Kapitel 1.8.1.2 erläuterten lokalen Besonderheiten berücksichtigt werden, um die Präzision der Hotspots weiter zu erhöhen oder Hotspots an bereits durch die Stadt Wilhelmshaven durchgeführte Maßnahmen anzupassen.

Zusätzlich zu den Überflutungshotspots werden in der Hotspotkarte Fließwege dargestellt. Hierbei handelt es sich um großräumige (Haupt-)Fließwege, die sich bei Starkregen bilden können und in der Regel ein großes Einzugsgebiet haben.

Die Hotspots für die Betroffenheit durch den Meeresspiegelanstieg wurden auf Basis der Ergebnisse der Betroffenheitskarte für den mittleren zu erwartenden Meeresspiegelanstieg von 82 cm bis zum Ende des Jahrhunderts im Rahmen des RCP 8.5 zusammengefasst und abstrahiert.

Für das Thema Grundwasser sind Hotspots für jene Bereiche zusammenfassend dargestellt, in denen eine Grundwasserzehrung (negative Grundwasserneubildung) ausgewiesen wird.

Die Hotspots im Themenbereich „Besonders durch Wasserstandsabsenkung gefährdete ökologisch wertvolle Bereiche“ umfassen naturschutzrechtliche Schutzgebiete (Natura 2000-, Natur- und Landschaftsschutzgebiete), deren Schutzgegenstand/-zweck sich auf wassergebundene Arten oder Lebensräume bezieht sowie weitere wassergebundene Biotope und Ökosysteme außerhalb von Schutzgebieten mit einer Mindestgröße von 3 ha, die eine sehr hohe Empfindlichkeit gegenüber Veränderungen des Landschaftswasserhaushaltes aufweisen. In diesen Bereichen können zukünftig Wassermangel bzw. absinkende Wasserstände (zunehmende Trockenheit) zu Veränderungen der Vegetationsbestände und in der Folge zu einer Verringerung des Lebensraumangebots sowie des Nährstoffdargebots führen und somit wasser- oder überflutungsabhängige Biotop- bzw. Lebensraumtypen verstärkt gefährden. Auf diese Weise kann es zu einer Verarmung der Biodiversität in der Stadt Wilhelmshaven kommen.

Aufgrund der Oberbodenstrukturen ist die Erosionsgefährdung in Wilhelmshaven als eher gering einzuschätzen, weshalb keine Erosions-Hotspots ausgegeben werden. Auch die Bodenerosion auf Ackerflächen sowie der Zusatzwasserbedarf in der Landwirtschaft stellen für die Stadt Wilhelmshaven aktuell kein prioritäres Risiko dar. Daher wurden für diesen Themenbereich ebenfalls keine Hotspots extrahiert.

FLÄCHEN MIT ERHÖHTER BETROFFENHEIT DURCH DEN KLIMAWANDEL

- Hitzebelastung am Tag - Siedlungsraum**
Zusammenhängende Bereiche im Siedlungsraum über 3 ha mit einer besonders hohen Hitzebelastung am Tag. Dabei wird die Aufenthaltsqualität im Außenraum betrachtet (die Situation innerhalb von Gebäuden hängt von weiteren Bedingungen ab).
- Hitzebelastung am Tag - Straßenraum**
Zusammenhängende Bereiche im Straßenraum über 0,5 ha im Siedlungsraum mit einer besonders hohen Hitzebelastung am Tag. Dabei wird die Aufenthaltsqualität im Außenraum betrachtet (die Situation innerhalb von Gebäuden hängt von weiteren Bedingungen ab).
- Hitzebelastung in der Nacht - Siedlungsraum**
Zusammenhängende Bereiche im bewohnten Siedlungsraum über 3 ha mit einer besonders hohen nächtlichen Überwärmung. Dabei wird die Aufenthaltsqualität im Außenraum betrachtet (die Situation innerhalb von Gebäuden hängt von weiteren Bedingungen ab).
- Besonders relevante Fließwege bei Starkregen - Siedlungsraum**
Diese Abflusssachsen zeichnen sich bei Starkregen durch erhöhte Fließgeschwindigkeiten aus und können im Siedlungsraum Menschen und Infrastrukturen gefährden sowie landwirtschaftliche Flächen negativ beeinträchtigen. Mit erhöhten Fließgeschwindigkeiten ist auch in den vielen Gräben in Wilhelmshaven zu rechnen.
- Potenziell durch den Meeresspiegelanstieg betroffene Bereiche**
Diese Bereiche können bei Ausfall der Entwässerungsinfrastruktur (fehlende Pumpleistung) bei steigendem Meeresspiegel durch Rückfluss bzw. Rückstau von Wasser in das Binnenland verstärkt betroffen sein.
- Besonders durch Überflutungen gefährdete Bereiche bei Starkregen**
In diesen Bereichen kann es bei Starkregenereignissen zu erhöhten Wassertiefen (ab 30 cm) kommen, die Menschen und Infrastrukturen gefährden können.
- Grundwasserzehrung**
Diese Bereiche zeichnen sich durch eine negative Grundwasserneubildungsrate, also ein Absinken des Grundwasserstandes, aus.
- Besonders durch Wasserstandsabsenkung gefährdete ökologisch wertvolle Bereiche**
In Bereichen wasserabhängiger Schutzgebiete (Natura 2000, Natur-/ Landschaftsschutzgebiete) sowie weiterer wassergebundener Biotop/Ökosysteme ab 3 ha können absinkende (Grund-)Wasserstände (zunehmende Trockenheit) zu einer verstärkten Gefährdung von wasser- oder überflutungsbabhängigen Biotop- bzw. Lebensraumtypen führen.

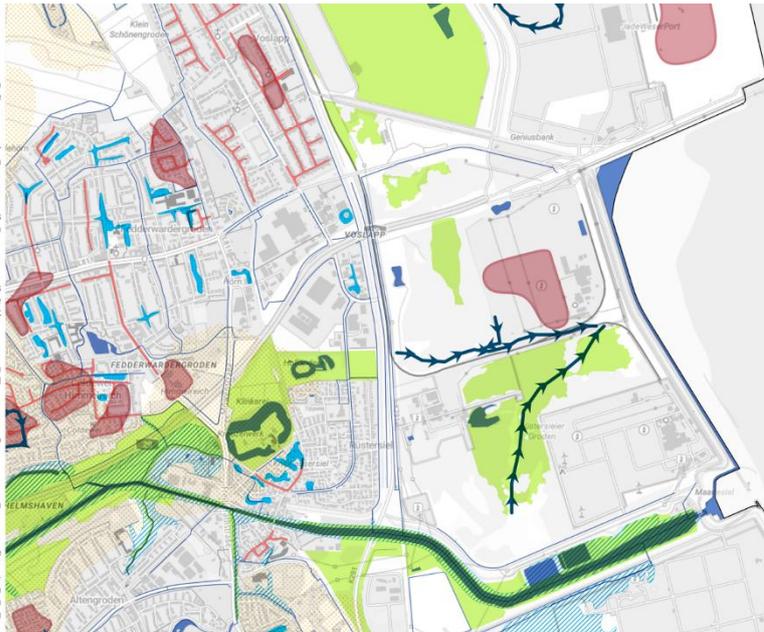


Abbildung 25: Ausschnitt aus der Hotspotkarte (eigene Darstellung, Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0, Datengrundlage: siehe Hotspotkarte in Kapitel A.4 im Anhang)

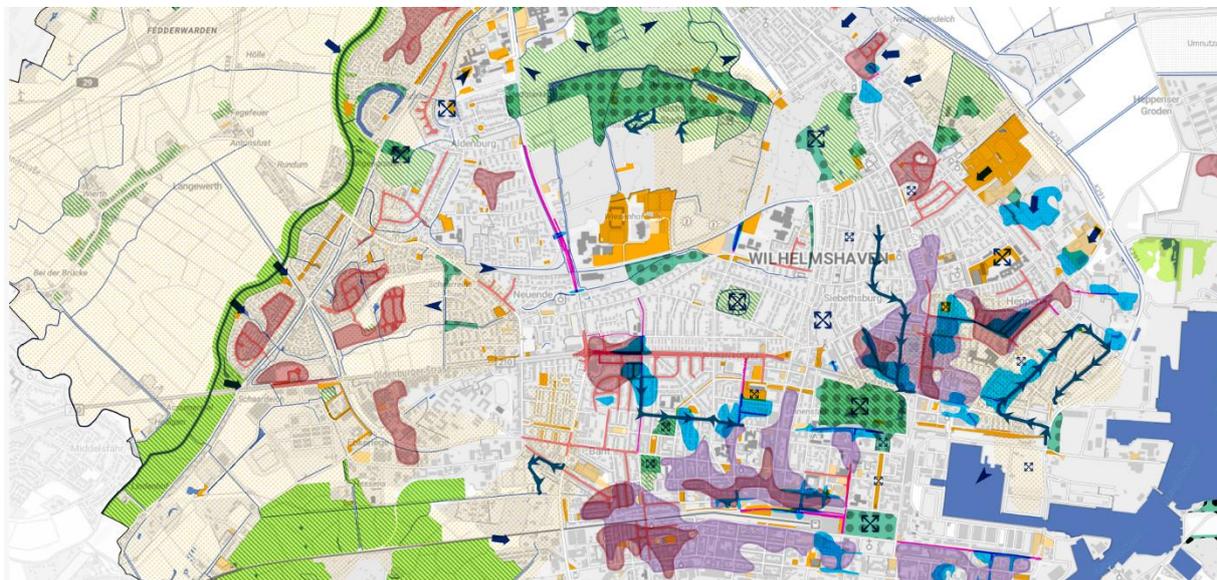
1.8.3 Fokusraumkarte

In der Fokusraumkarte sind Flächen mit erhöhter Betroffenheit durch den Klimawandel (Hotspots) und Flächen mit besonderer Bedeutung für die Klimaanpassung als Fokusräume überlagernd dargestellt (siehe Abbildung 26). Im Rahmen der Klimaanpassung sollten diese Flächen besondere Aufmerksamkeit erfahren. Dennoch ist stets zu berücksichtigen, dass es sich lediglich um eine Momentaufnahme der zum Zeitpunkt der Erstellung des Klimaanpassungskonzeptes am stärksten betroffenen Flächen (Hotspots) bzw. der Flächen mit der positivsten Bedeutung für die Klimaanpassung handelt. Die Fokusraumkarte kann somit als Planungshilfe bei der konkreten Maßnahmenplanung dienen. Über die dargestellten Flächen hinaus können sich weitere besonders vom Klimawandel betroffene bzw. besonders positiv wirkende Flächen im Stadtgebiet befinden. Der Einzelfall ist immer separat anhand der Detailkarten oder auf Basis einer Aktualisierung der Datengrundlage zu prüfen.

Flächen mit erhöhter Betroffenheit durch den Klimawandel (Hotspots) sind bei der Umsetzung von Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels bevorzugt zu berücksichtigen. Dazu sind den Flächen grundlegende Handlungsempfehlungen zugeordnet. Auf überwärmten Flächen sollten somit Maßnahmen zur Verminderung der Wärmebelastung wie Verschattung oder Begrünung umgesetzt werden. Auf potenziell von Überflutung betroffenen Flächen sollte die Überflutungsvorsorge implementiert werden. In den Fokusräumen für die Trockenheitsvorsorge sollte ein angepasstes Bewässerungsmanagement eingeführt und in den Fokusräumen für den Erhalt der wasserstandsabhängigen Biotop Maßnahmen zum Erhalt und zur Entwicklung von Lebensräumen und der Biotopvernetzung umgesetzt werden. Grundlegend sind Anpassungsmaßnahmen aber auch außerhalb der Fokusräume sinnvoll für die Klimaanpassung Wilhelmshavens und sollten im Zuge von Sanierungsvorhaben und Bautätigkeiten immer mitgedacht und geprüft werden.

Ergänzend dazu sind mit den Flächen mit besonderer Bedeutung für die Klimaanpassung Fokusräume dargestellt, die für die Klimaanpassung einen positiven Einfluss haben. Die ausgewiesenen Grün- und Freiflächen sowie Kaltluftleitbahnen reduzieren die Hitzebelastung in der Stadt. Die Stadt Wilhelmshaven verfügt bereits über viele öffentlich zugängliche Grünflächen, die an heißen Sommertagen eine hohe klimatische Aufenthaltsqualität aufweisen und somit als Aufenthalts- und Rückzugsorte für die Bevölkerung bei Hitze dienen können. Diese Grünflächen befinden sich sowohl im als auch außerhalb

des Siedlungsraumes. Der Erhalt und die Pflege dieser Flächen sind vor dem Hintergrund der klimawandelbedingt steigenden Temperaturen von großer Bedeutung. Zudem kühlt sich hier die Lufttemperatur während autochthoner Wetterlagen nachts ab, wodurch die im Ausgleichsraum entstehende Kaltluft über Kaltluftleitbahnen in die Siedlungen strömen kann. Damit die nächtliche Abkühlung der Stadt Wilhelmshaven nicht beeinträchtigt wird, sollten diese Korridore erhalten und frei von Barrieren gehalten werden. Darüber hinaus dienen multifunktionale Flächen der Überflutungsvorsorge. Im Sinne einer wassersensiblen Stadtgestaltung können bestehende Plätze sowie Sport-, Freizeit- und Erholungsflächen oder auch Straßenräume aufgrund ihrer Nutzung geeignet sein, Oberflächenwasser bei einem Starkregenereignis zurückzuhalten und temporär zu speichern. In der Fokusraumkarte werden Flächen dargestellt, die aufgrund ihrer Flächennutzung und mit einer Größe von über 500 m² grundsätzlich für eine multifunktionale Nutzung geeignet sind. Diese Flächen können sich sowohl im städtischen als auch im nicht städtischen Eigentum befinden. Besonders hervorzuheben sind jene Flächen, die in unmittelbarer Nähe zu den ausgewiesenen Überflutungsschwerpunkten bei Starkregen liegen. Bei der Abgrenzung sind immer auch die Flächen im Umfeld, die tatsächliche Nutzung und die Topografie mitzubetrachten.



FLÄCHEN MIT ERHÖHTER BETROFFENHEIT DURCH DEN KLIMAWANDEL

-  **Fokusräume für die Hitzevorsorge**
In diesen zusammenhängenden Bereichen im Siedlungs- (über 3 ha) und Straßenraum (über 0,5 ha, linienhafte Darstellung) können besonders starke Wärmebelastungen am Tag (rot) und in der Nacht (violett) auftreten. Zur Reduzierung der Überwärmung sollten hier u.a. Maßnahmen zur Verschattung, Entseelung und Begrünung umgesetzt werden.
-  **Besonders relevante Fließwege bei Starkregen - Siedlungsraum**
Diese Abflusssachsen zeichnen sich bei Starkregen durch erhöhte Fließgeschwindigkeiten aus und können im Siedlungsraum Menschen und Infrastrukturen gefährden sowie landwirtschaftliche Flächen negativ beeinträchtigen.
-  **Fokusräume für die Überflutungsvorsorge**
In diesen Bereichen kann es bei Starkregenereignissen zu erhöhten Wassertiefen (> 30 cm) kommen, die Menschen und Infrastrukturen gefährden können. In diesen Bereichen sowie entlang der Fließwege sollte ein besonderes Augenmerk auf Maßnahmen zur starkregenbedingten Überflutungsvorsorge gelegt werden, zum Beispiel durch Objektschutzmaßnahmen, Notabflusswege oder temporären Rückhalt von Abflussspitzen.
-  **Fokusräume für die Trockenheitsvorsorge**
In diesen Bereichen ist eine negative Grundwasserneubildungsrate (Absinken des Grundwassers) zu beobachten. Für diese Flächen bietet sich die Entwicklung einer Strategie für ein angepasstes Bewässerungsmanagement an.
-  **Fokusräume für den Erhalt der wasserstandsabhängigen Biotope**
Besonders durch Wasserstandsabsenkung gefährdete ökologisch wertvolle Flächen. In Bereichen wasserabhängiger Schutzgebiete (Natura 2000, Natur-/Landschaftsschutzgebiete) sowie weiterer wassergebundener Biotope/Ökosysteme (dargestellt ab 3 ha) können absinkende Wasserstände (zunehmende Trockenheit) zu einer verstärkten Gefährdung von wasser oder überflutungsabhängigen Biotop bzw. Ökosystemtypen führen. Auf diesen Flächen sollten Maßnahmen zur Erhalt und zur Entwicklung von Lebensräumen und der Biotopvernetzung umgesetzt werden.

FLÄCHEN MIT BESONDERER BEDEUTUNG FÜR DIE KLIMAAANPASSUNG

-  **Fokusräume für den Schutz von Grün- und Freiflächen**
Öffentlich zugängliche Grünflächen (ab 0,5 ha) mit klimatisch hoher Aufenthaltsqualität im Siedlungsraum (grüne Punkte) und außerorts (schwarze Punkte). Diese Grünflächen weisen an einem heißen Sommertag relativ günstige klimatische Verhältnisse auf und sollten als Rückzugsorte für die Bevölkerung erhalten bleiben und gepflegt werden.
 -  **Fokusräume für den Erhalt der Kaltluftzufuhr**
Über diese Korridore und Flächen wird das Wilhelmshavener Stadtgebiet mit Kaltluft versorgt. Diese Kaltluftversorgung sollte unbeeinträchtigt erhalten bleiben.
 -  **Multifunktionale Flächen - städtisches (dunkelorange) und nicht-städtisches (hellorange) Eigentum**
Flächen, die aufgrund ihrer Nutzung (Platz oder Sport-, Freizeit und Erholungsflächen) geeignet sein können, Oberflächenwasser bei einem Starkregenereignis zurückzuhalten und zu speichern und somit zu einer wassersensiblen Stadtgestaltung beitragen können.
 -  **Multifunktionale Flächen - Straßenraum**
Straßenverkehrsflächen, auf denen sich ein Überflutungsschwerpunkt befindet oder an die ein Überflutungsschwerpunkt angrenzt. Oberflächenwasser könnte auf diesen Verkehrsflächen unkritisch zurückgehalten werden, wenn eine Durchfahrbarkeit der Straßen temporär im Starkregenereignisfall eingeschränkt sein kann.
- Auch weitere Flächen in Wilhelmshaven können eine besondere Bedeutung für die Klimaanpassung haben. Zu diesen standen jedoch keine räumlichen Daten zur Verfügung.

Abbildung 26: Ausschnitt aus der Fokusraumkarte mit verkürzter Legende (eigene Darstellung, Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2025) CC BY 4.0, Datengrundlage: siehe Fokusraumkarte in Kapitel A.5 im Anhang)

Gesamtstrategie zur Klimafolgenanpassung

In der Gesamtstrategie wird der Schritt von der Klimarisikoanalyse hin zur Maßnahmenentwicklung erläutert. Zudem wird auf die Ziele des Klimaanpassungskonzeptes eingegangen und diese in Bezug zu bestehenden Zielen aus weiteren Konzepten in Wilhelmshaven gesetzt. Konkret wurden Handlungserfordernisse aus der Klimarisikoanalyse abgeleitet. Zudem wurden die bereits im Vorfeld formulierten Ziele des Klimaanpassungskonzeptes geprüft, überarbeitet und erweitert. Die Handlungserfordernisse und die überarbeiteten Ziele des Klimaanpassungskonzeptes bildeten die Grundlage für die Entwicklung der Klimaanpassungsmaßnahmen (siehe Kapitel 0).

Klimaanpassung ist eine interdisziplinäre Aufgabe. Genauso wie ein Fachbereich allein nicht in der Lage ist, Klimaanpassung der Stadt Wilhelmshaven ganzheitlich umzusetzen, so verringern die Klimaanpassungsmaßnahmen nicht ausschließlich die erwarteten Klimarisiken, sondern bedienen auch weitere Ziele, die in Verbindung mit den involvierten Handlungsfeldern stehen. Die Schlüsselmaßnahmen für die Klimaanpassung adressieren somit neben den Zielen der Klimaanpassung einige der Ziele der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie (DNS), der deutschen Überführung der "Sustainable Development Goals" (SDGs) der Vereinten Nationen (siehe Abbildung 27). Der konkrete Bezug der einzelnen Maßnahmen zu den Nachhaltigkeitszielen ist in den Maßnahmensteckbriefen dargestellt. Die interdisziplinäre Ausrichtung der Klimaanpassung weist somit das Potenzial auf, die nachhaltige Entwicklung in Wilhelmshaven im Sinne der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie zu fördern.



Abbildung 27: Nachhaltigkeitsziele, die im Rahmen des Klimaanpassungskonzeptes adressiert werden (Icons aus: Vereinte Nationen, 2024)

1.9 Ableitung der Handlungserfordernisse

Ausgehend von den in der Klimarisikoanalyse partizipativ ermittelten, besonders relevanten Klimarisiken wurden Handlungserfordernisse (siehe Tabelle 14) abgeleitet, die für den Klimaanpassungsprozess der nächsten Jahrzehnte in Wilhelmshaven als prioritär eingestuft wurden und die somit die Basis für die erarbeiteten Maßnahmen (siehe Kapitel 0) bilden. Aus dem besonders relevanten Klimarisiko „Hitzebelastung der Bevölkerung“ leitet sich bspw. der Handlungsbedarf „Erhalt und Verbesserung des thermischen Komforts sowie Schutz der Bevölkerung vor Hitzestress“ ab (siehe Tabelle 14).

Tabelle 14: Handlungserfordernisse (eigene Darstellung)

Cluster Wasser		
Handlungsfeld Gewässer, Wasserhaushalt und Küstenschutz		
<ul style="list-style-type: none"> ■ Erhalt der Grundwasserneubildung ■ Etablierung eines klimaangepassten Wassermengenmanagements zur Anpassung an Abflussschwankungen (Oberflächengewässer) und ein verändertes Grundwasserdargebot ■ Konfliktprävention und -management in Bezug auf die Wassernutzung (Trinkwasser, Landwirtschaft, Industrie) ■ Erhalt der Gewässerqualität von Oberflächengewässern ■ Schutz der Küste und des Wattenmeeres vor Schäden durch Sturmfluten und den Meeresspiegelanstieg 		
Cluster Infrastruktur		
Handlungsfeld Versorgung und Entsorgung	Handlungsfeld Bauwesen und Immobilien	Handlungsfeld Verkehr und Mobilität
<ul style="list-style-type: none"> ■ Schutz kritischer Infrastrukturen und Sicherstellung der Funktionsfähigkeit der Ver- und Entsorgungsinfrastruktur bei Extremwetterereignissen ■ Anpassung der Siel-/Schöpfwerke an den erhöhten Entwässerungsbedarf bei gleichzeitig reduzierten Sielzeiten 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sensibilisierung privater Gebäudeeigentümer*innen und von Unternehmen für den Objektschutz gegenüber Klimaeinflüssen ■ Schutz städtischer Gebäude vor Schäden durch Extremwetterereignisse 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Anpassung der Verkehrsinfrastruktur an Extremwetterereignisse ■ Reduzierung der Beeinträchtigung des Verkehrs und Sicherung des Verkehrsablaufes bei Extremwetterereignissen
Cluster Land und Landnutzung		
Handlungsfeld Stadtgrün	Handlungsfeld Artenschutz und Biodiversität	Handlungsfeld Landwirtschaft, Fischerei und Wald
<ul style="list-style-type: none"> ■ Schutz und Förderung der Resilienz von Grün- und Freiflächen gegenüber Hitze, Trockenheit und Extremwetterereignissen 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Erhalt und Förderung der lokalen Biodiversität und der Ökosystemleistungen ■ Schutz und Erhalt von Feuchtgebieten und Feuchtwiesen ■ Eindämmung der Einschleppung und Verbreitung invasiver Tier- und Pflanzenarten 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Schutz landwirtschaftlicher Flächen und Infrastrukturen vor Schäden durch Trockenheit und Hochwasser ■ Sicherung des Ertrags und der Qualität von Ernteprodukten bei schwankender Wasserverfügbarkeit ■ Anpassung der Tierhaltung und Fischerei an steigende Temperaturen ■ Langfristiger Schutz der Vitalität und Funktion von Wäldern
Cluster Gesundheit		
Handlungsfeld Mensch und Gesundheit		
<ul style="list-style-type: none"> ■ Erhalt und Verbesserung des thermischen Komforts sowie Schutz der Bevölkerung vor Hitzestress ■ Besonderer Schutz vulnerabler Bevölkerungsgruppen und sozialer Einrichtungen vor Belastungen durch die Auswirkungen des Klimawandels ■ Sicherstellung der Funktionsfähigkeit von Gesundheitseinrichtungen und Rettungsdiensten während und nach Extremereignissen ■ Information der Öffentlichkeit über lokale Anpassungsmöglichkeiten an die Folgen des Klimawandels 		
Cluster Wirtschaft		
Handlungsfeld Wirtschaft und Tourismus	Handlungsfeld Hafen	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Verbesserung der Arbeitsbedingungen in Gebäuden sowie für Tätigkeiten im Freien in Hitzeperioden ■ Gewährleistung attraktiver Tourismus- und Freizeitangebote bei Hitze und weiteren Extremwetterereignissen 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Schutz der Häfen vor Schäden und Verkehrseinschränkungen durch Sturmfluten und Extremwetterereignissen 	

1.10 Ziele des Klimaanpassungskonzeptes

Zu Beginn des Projektes wurden Ziele für das Klimaanpassungskonzept durch das Klimaanpassungsmanagement definiert. Im Rahmen der Gesamtstrategie wurden diese Ziele überprüft. Da die ermittelten Handlungserfordernisse für die Stadt Wilhelmshaven sich zu einem Großteil von den ursprünglichen Zielen abdecken ließen, wurden diese Ziele auf Basis der Auswertung der Klimadaten und der Betroffenheitsanalyse inhaltlich bestätigt und sprachlich angepasst. Zudem wurde das Ziel „Klimaresiliente Ökosysteme“ ergänzt, um die übrigen Handlungserfordernisse in die Gesamtstrategie zu integrieren. Die gemeinsamen Ziele mit dem Landkreis Friesland wurden definiert, um auch in der Maßnahmenumsetzung Zusammenarbeit und Synergien mit der benachbarten Region zu ermöglichen. Die Ziele des Klimaanpassungskonzeptes sind nachfolgend aufgelistet.

Projektziele:

- 1. Wassermengenmanagement mit Hochwasser-, Überflutungs- und Dürrevorsorge**
Die Weiterentwicklung des Wassermengenmanagements soll die Stadt Wilhelmshaven auf die durch den Klimawandel zunehmenden Gefährdungen durch Hochwasser und Überflutungen sowie Dürre vorbereiten und die Schäden, die durch zu viel oder zu wenig Wasser entstehen, auf ein Minimum reduzieren.
- 2. Klimagerechter Stadtumbau**
Ein Klimaangepasster Stadtumbau soll Menschen, Infrastrukturen und städtische Ökosysteme bestmöglich vor den Auswirkungen und resultierenden Beeinträchtigungen und Schäden durch Auswirkungen des Klimawandels schützen.
- 3. Klimaangepasste Landwirtschaft in ganzheitlicher Betrachtungsweise** (gemeinsames Ziel mit dem Landkreis Friesland)
Der landwirtschaftliche Sektor soll auf die erwarteten Klimaänderungen vorbereitet werden und eine nachhaltige Sicherung der lokalen Landwirtschaft erfolgen. Neben Qualität und Quantität der Ernte spielen u. a. das Tierwohl, der Erhalt landwirtschaftlicher Grundlagen (z. B. Bodenqualität) und wirtschaftliche Aspekte eine entscheidende Rolle.
- 4. Ermittlung und Optimierung betroffener kritischer Infrastruktur**
Die Beeinträchtigung kritischer Infrastrukturen kann schwerwiegende Auswirkungen auf viele verschiedene Bereiche haben. Daher soll ermittelt werden, welche kritische Infrastrukturen von den Folgen des Klimawandels betroffen sind und es sollen vorsorgend Anpassungsmaßnahmen umgesetzt werden.
- 5. Sicherstellung eines nachhaltigen Küstenschutzes** (gemeinsames Ziel mit dem Landkreis Friesland)
Durch die direkte Lage am Jadebusen ist die Stadt Wilhelmshaven unmittelbar vom klimawandelbedingten Meeresspiegelanstieg betroffen. Ein angepasster Küstenschutz soll die Stadt auch zukünftig sichern.
- 6. Klimaresiliente Ökosysteme**
Die Auswirkungen des Klimawandels beeinträchtigen lokale Ökosysteme. Um die Funktionsfähigkeit der Ökosysteme auch zukünftig zu erhalten, sollen diese bei der Anpassung an die sich ändernden klimatischen Bedingungen unterstützt werden.

In Verbindung mit den Projektzielen können räumliche Ziele für die Klimaanpassung in Wilhelmshaven bestimmt werden. Die Fokusraumkarte ist eine erste Grundlage dafür (siehe Kapitel 1.8.3), die in den nächsten Jahren durch weitere räumliche Daten ergänzt und durch eine verbindliche Berücksichtigung der Handlungsempfehlungen an Gewicht in Abwägungsbelangen gewinnen kann.

1.11 Einordnung der Strategie in übergeordnete Ziele

In der Stadt Wilhelmshaven wurden bereits Strategien und Konzepte entwickelt oder befinden sich aktuell in der Entwicklung, die einen direkten oder indirekten Bezug zur Klimaanpassung aufweisen. Darunter fallen vordergründig:

- Stadtentwicklungskonzept (ISEK StEP Plus 2014)
- Verkehrsentwicklungsplan (2015)
- Baumschutzsatzung (1986, letzte Überarbeitung 2016)
- Tourismus- und Marketingkonzept (2018)

- Hotelentwicklungskonzept (2018)
- Einzelhandelsentwicklungskonzept (2019)
- Wohnraumversorgungskonzept (2022)
- Innenstadtstrategie (2023)
- Klima-Check Beschlussvorlage für Gremien (aktiv seit 2023)
- Grüne Region am Meer (2024, gemeinsam mit dem Landkreis Friesland, Ratifizierung 2025)
- Abwassergebührensatzung (1981, letzte Überarbeitung 2025)
- Fortschreibung Flächennutzungsplan (FNP, in Erarbeitung)
- Gewerbeflächenentwicklungskonzept (im Rahmen der FNP-Fortschreibung in Erarbeitung)
- Wohnbauentwicklungskonzept (im Rahmen der FNP-Fortschreibung in Erarbeitung)
- Freiflächen-Photovoltaik-Entwicklungskonzept (im Rahmen der FNP-Fortschreibung in Erarbeitung)

Diese Konzepte und Strategien wurden hinsichtlich möglicher Überschneidungen und Synergien, aber auch Konfliktpotenziale in Bezug auf die Klimaanpassung untersucht. Die meisten Ziele und Maßnahmen der gelisteten Konzepte und Strategien greifen Aspekte der Klimaanpassung auf und tragen somit positiv zur Klimaanpassung in Wilhelmshaven bei. Es gibt jedoch in vielen Fällen noch Ausbaupotential, dass bei einer zukünftigen Überarbeitung oder Fortschreibung der Konzepte und Strategien konsequent mitgedacht und integriert werden sollte. Zwischen den Belangen der Klimaanpassung und den Zielen anderer Konzepte sind jedoch auch Zielkonflikte möglich und einige Konzepte könnten mit Einschränkungen für die Klimaanpassung einhergehen. Hauptgründe dafür sind häufig eine Flächenkonkurrenz sowie fehlende personelle und insbesondere finanzielle Ressourcen.

Dieses Klimaanpassungskonzept ergänzt die bereits vorliegenden Konzepte und Strategien der Stadt Wilhelmshaven strukturell um eine weitere wesentliche Facette. Damit soll die Umsetzung aller Anpassungsaktivitäten strukturiert und beschleunigt und die vom Klimawandel betroffenen Handlungsfelder möglichst gut an die Folgen des Klimawandels angepasst werden. Auf übergeordneter Ebene werden mit dem Klimaanpassungskonzept folgende Handlungsmaximen für die Klimaanpassung der Stadt Wilhelmshaven verfolgt:

- Die Wohn-, Arbeits- und Lebensqualität in Wilhelmshaven wird in den nächsten Jahrzehnten erhalten und verbessert.
- Die Stadt mit Bebauung, Infrastruktur und Naturräumen wird sukzessive weiterentwickelt und gestaltet, sodass negative Folgen des Klimawandels abgemildert werden.
- Klimaanpassung wird als Querschnittsaufgabe verstanden und umgesetzt, daher werden Informationen weitergegeben, Akteur*innen und Bürger*innen eingebunden und zur Eigenvorsorge angeregt.
- Klimaanpassung wird als Planungskriterium etabliert.

Maßnahmenkatalog für die Stadt Wilhelmshaven

Um auf die herausgearbeiteten Handlungserfordernisse reagieren zu können und dadurch die in Kapitel 1.10 definierten Ziele für die Klimaanpassung in der Stadt Wilhelmshaven zu erreichen, ist es notwendig, einen fundiert hergeleiteten Maßnahmenkatalog zu entwickeln und für die Umsetzung vorzubereiten.

Hierzu muss gemeinsam mit Fachakteur*innen und auf Basis der Handlungserfordernisse eine Liste mit adäquaten Maßnahmen erstellt werden und die erfolgversprechendsten von ihnen als Schlüsselmaßnahmen identifiziert werden. In Vorbereitung für die spätere Umsetzung ist es darüber hinaus hilfreich, diese Schlüsselmaßnahmen auf Maßnahmensteckbriefen näher zu erläutern.

1.12 Beteiligung von Akteur*innen und Bürger*innen

Um eine erfolgreiche Erstellung und spätere Umsetzung eines Klimaanpassungskonzeptes zu gewährleisten, ist eine bereits frühzeitige Einbindung einer breiten Gruppe von Vertreter*innen aus der Verwaltung, der lokalen Wirtschaft, Verbänden und Vereinen sowie Bürger*innen zielführend. Zur besseren Lesbarkeit werden im Folgenden die Termini „Akteur*innen“ und „Fachakteur*innen“ als Begriffe für die o.g. Gruppen verwendet. „Fachakteur*innen“ wird sich dabei lediglich auf die Personengruppen beziehen, die beruflich mit dem Themenkomplex Klimafolgenanpassung oder den Themen der Fachworkshops verbunden sind. „Akteur*innen“ hingegen soll alle Personengruppen umfassen, die sich unabhängig vom Kontext mit der lokalen Klimafolgenanpassung befassen und sich aus einer beruflichen oder intrinsischen Motivation in das Thema einbringen wollen.

Im Prozess der Klimaanpassung bringt die integrative und partizipative Teilhabe der Bürger*innen und Fachakteur*innen an der Entstehung des Konzeptes und der Entwicklung der Maßnahmen viele Vorteile mit sich. So werden beispielsweise Bürger*innen durch ihre Beteiligung in die Lage versetzt, selbst in ihrer Kommune aktiv zu werden und klimaangepasst zu handeln. Außerdem können bereits frühzeitig unterschiedliche Sorgen, Interessen und Perspektiven berücksichtigt werden und sich das Klimaanpassungskonzept dadurch auf eine breitere Akzeptanzbasis und daraus folgende Handlungsbereitschaft stützen. Darüber hinaus kann durch die Interaktion mit Akteur*innen von regional verfügbarem Fachwissen und Erfahrungen profitiert werden und das Konzept so auf ein solides Fundament bauen, das die regionalen Besonderheiten berücksichtigt. Synergien für die spätere Umsetzung ergeben sich dabei ebenso wie Kooperationen für künftige Projekte. Die Bewertung und Priorisierung der Schlüsselmaßnahmen bleiben durch die Beteiligung der Akteur*innen nachvollziehbar und legitim.

1.12.1 Identifikation von Akteur*innen

Der erste Schritt für eine erfolgreiche Beteiligung ist die Identifikation der Akteur*innen mit einem Bezug zur Stadt Wilhelmshaven und dem direkten Umland. Dazu gehören neben der Kernverwaltung der Stadt Wilhelmshaven sowie den städtischen Eigenbetrieben auch Fachakteur*innen wie beispielsweise der NLWKN, die Wasser- und Bodenverbände, das Kreislandvolk und die Landwirtschaftskammer. Gesondert genannt werden muss der benachbarte Landkreis Friesland als wesentlicher Akteur. Einen allgemeinen Überblick über die Akteur*innen in der Klimaanpassung gibt die Abbildung 28. Wichtig ist dabei, dass alle adressierten Akteur*innen mindestens eine der folgenden Grundvoraussetzungen mitbringen:

- Betroffenheit durch den Klimawandel
- Intrinsische Motivation zur Anpassung an den Klimawandel
- Fähigkeiten und Möglichkeiten, Anpassungsmaßnahmen anzugehen

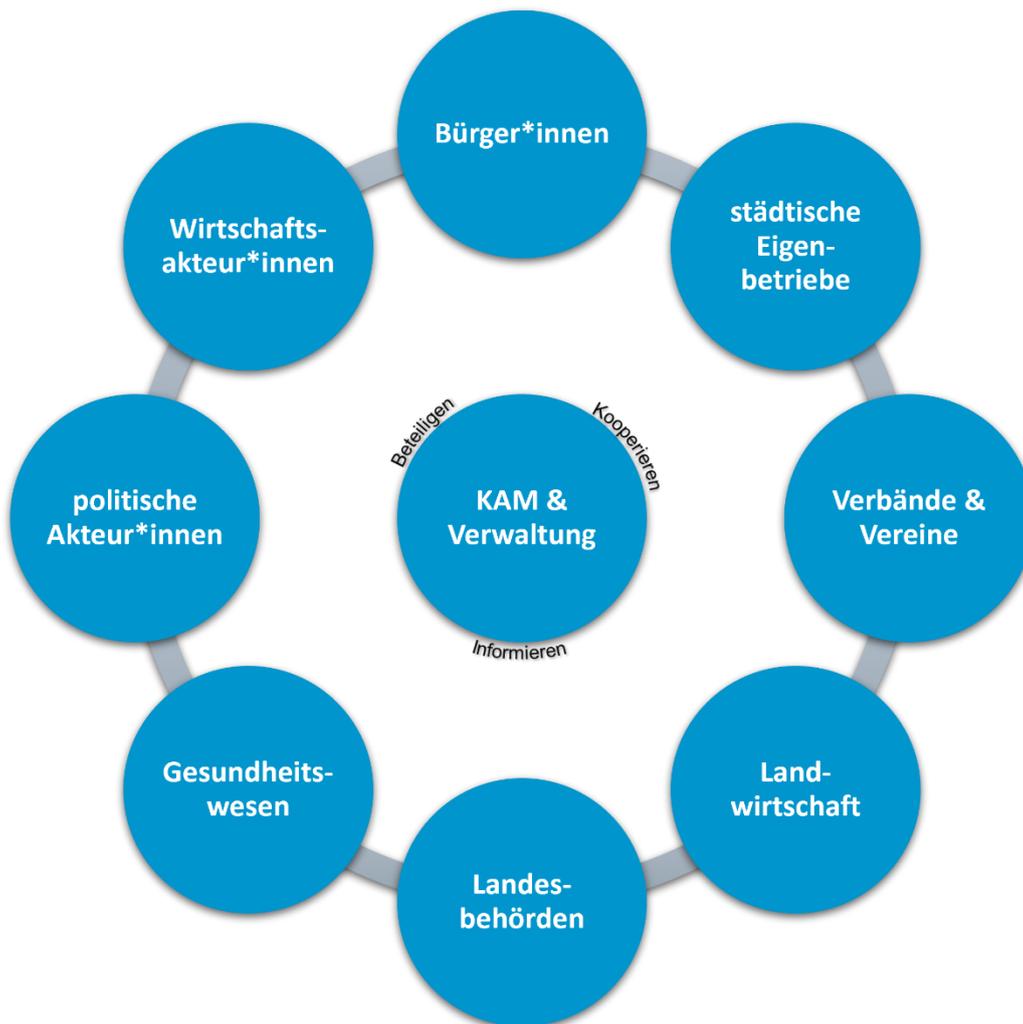


Abbildung 28: Überblick über beteiligte Akteur*innen bei der Erstellung eines integrierten Klimaanpassungskonzeptes (eigene Darstellung)

1.12.2 Beteiligungsphase

Auftaktveranstaltung

Als Auftakt zur Phase der Beteiligung am Klimaanpassungskonzept für die Stadt Wilhelmshaven fand am 19.03.2024 eine Auftaktveranstaltung im großen Saal der Volkshochschule Wilhelmshaven statt, in der sich sowohl Bürger*innen als auch Fachakteur*innen über das Vorhaben informieren konnten. Bereits die Begrüßungsworte durch den Oberbürgermeister Carsten Feist machten dabei die Bedeutung der Klimawandelanpassung für die Stadt Wilhelmshaven deutlich. Im Anschluss folgte eine Vorstellung des noch neuen Klimaanpassungsteams durch Klimawandelanpassungsmanager Torben Böckenkröger sowie ein Überblick über Anlass und Ziele des Projektes. Nach einem fachlichen Input zur Betroffenheit der Stadt Wilhelmshaven auf Basis erster Analysen und Daten zum lokalen Klimawandel (Janko Löbig, GEO-NET & Anna-Lisa Maaß, Dr. Pecher AG) wurde in einen Gruppenworkshop übergeleitet. Dazu konnten die Besucher*innen an den vier Themenstationen „Wassermengenmanagement und Küstenschutz“, „Land und Landnutzung“, „Menschliche Gesundheit“ und „Infrastruktur und Stadtentwicklung“ gemeinsam bekannte Betroffenheiten diskutieren. Leitfragen dafür lauteten zum Beispiel:

- Wie schätzen Sie die Betroffenheiten ein?
- Wo sehen Sie Handlungsbedarf?
- Welche Verbände, Einrichtungen, usw. sollten eingebunden werden?

Fachworkshops

Für die Fachakteur*innen fanden im zweiten und dritten Quartal 2024 insgesamt fünf Fachworkshops zu den Themen:

- Sicherstellung eines nachhaltigen Küstenschutzes (13.05.2024),
- Klimaangepasste Landwirtschaft als Küstenlandkreis (14.05.2024),
- Betroffenheit kritischer Infrastruktur (16.05.2024),
- Klimagerechter Stadtumbau – Fokus Mensch und Gesundheit (29.05.2024),
- Klimagerechter Stadtumbau – Fokus Regenwassermanagement (08.07.2024)

statt. Für jeden Fachworkshop wurden speziell ausgewählte Fachakteur*innen eingeladen, um gemeinsam eine partizipative und integrierte Bewertung der bestehenden Betroffenheiten und künftigen Klimarisiken in den für sie relevanten Handlungsfeldern vorzunehmen (siehe Klimarisikoanalyse in Kapitel 1.7). Über dieses Kernziel des Fachworkshops hinaus wurde das Know-how der Fachakteur*innen außerdem aktiviert, um einerseits bereits bestehende und laufende Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel in den jeweiligen Arbeitsfeldern zu sammeln und andererseits neue Ideen für Maßnahmen einzubringen. Da viele identifizierte Fachakteur*innen sowohl in der Stadt Wilhelmshaven als auch im Landkreis Friesland aktiv sind, wurde, im Sinne der interkommunalen Zusammenarbeit, wo immer möglich, eine gemeinsame Ansprache gewählt. Aus diesem Grund fanden die ersten drei Fachworkshops gemeinsam statt.

Digitales Bürgerformat

Am 16.12.2024 fand ein digitaler Workshop für alle Interessierten statt, in dem nochmal ein Impulsvortrag zum aktuellen Stand der Klimafolgenanpassung geben und die Ergebnisse der Klimarisikoanalyse präsentiert wurden. In einer abschließenden Diskussion mit offenem Ende hatten die Beteiligten auch hier wieder die Möglichkeit, ihre Maßnahmenvorschläge zielgerichtet und gegebenenfalls räumlich verortet einzubringen. Ein [Mitschnitt dieser Veranstaltung](#) wurde auch auf der Videoplattform YouTube hochgeladen, um es mehr Interessierten zu ermöglichen, an dem Format teilzunehmen.

Abschlussveranstaltung

Eine voraussichtlich am 27.06.2025 stattfindende Abschlussveranstaltung mit den verwaltungsinternen Akteur*innen wird direkt in den Maßnahmenbeginn überleiten.

1.13 Herleitung der Maßnahmen

Im Kapitel 1.9 wurden auf Basis der Klimarisikoanalyse und der räumlichen Betroffenheiten die besonders relevanten Klimarisiken für Wilhelmshaven identifiziert und daraus Handlungserfordernisse für die Klimaanpassung in Wilhelmshaven abgeleitet. Für diese Handlungserfordernisse wurden nun geeignete Maßnahmen gesammelt und in einer Liste zusammengetragen.

Neben diesen aus den Handlungserfordernissen abgeleiteten Maßnahmen, kamen viele Vorschläge auch aus den Fachworkshops und den Veranstaltungen zur Bürger*innenbeteiligung. Im Nachgang zu allen Beteiligungsformaten und Workshop-Runden wurden alle vorgeschlagenen Maßnahmen auf ihren Bezug zur Klimaanpassung geprüft und bei erfolgreicher Prüfung zusammen mit den aus den Handlungserfordernissen abgeleiteten Maßnahmen zu einer „Longlist an Maßnahmen zur Klimaanpassung in Wilhelmshaven“ zusammengeführt.

In einem abschließenden Workshop am 21.01.2025 im Ratssaal der Stadt Wilhelmshaven, bei dem nochmal vorwiegend die Kernverwaltung und die städtischen Eigenbetriebe eingeladen waren, wurden alle Maßnahmen auf dieser „Longlist“ mit einer Kurzbeschreibung ausgehängt. Alle Teilnehmer*innen konnten dann die für sie besonders relevanten Maßnahmen markieren und diese später in drei

Kleingruppen zu den Einflussradien „Selber machen!“, „Fördern, steuern, verhandeln!“ und „Informieren, beteiligen, aktivieren!“ weiter diskutieren. Im Nachgang dieser Veranstaltung wurden die Maßnahmen mit den meisten Markern als Schlüsselmaßnahmen für die Klimafolgenanpassung in Wilhelmshaven identifiziert. Andere Maßnahmen mit nur wenigen Markern wurden vorerst in den Ideenspeicher (siehe Ideenspeicher in Kapitel 1.14.4) verschoben und einige zum Teil explizit ausgeschlossene Maßnahmen wurden verworfen.

Die auf diese Weise hergeleiteten Schlüsselmaßnahmen adressieren einen Großteil der zuvor identifizierten Handlungserfordernisse. Die Handlungserfordernisse:

- Anpassung der Sied-/Schöpfwerke an den erhöhten Entwässerungsbedarf bei gleichzeitig reduzierten Siedzeiten,
- Eindämmung der Einschleppung und Verbreitung invasiver Tier- und Pflanzenarten,
- Schutz landwirtschaftlicher Flächen und Infrastrukturen vor Schäden durch Trockenheit und Hochwasser,
- Sicherung des Ertrags und der Qualität von Ernteprodukten bei schwankender Wasserverfügbarkeit,
- Anpassung der Tierhaltung und Fischerei an steigende Temperaturen,
- Langfristiger Schutz der Vitalität und Funktion von Wäldern,
- Sicherstellung der Funktionsfähigkeit von Gesundheitseinrichtungen und Rettungsdiensten während und nach Extremereignissen und
- Schutz der Häfen vor Schäden und Verkehrseinschränkungen durch Sturmfluten und Extremwetterereignissen

werden lediglich durch Maßnahmen aus dem Ideenspeicher abgedeckt und sollen somit zu einem späteren Zeitpunkt wieder berücksichtigt werden. Gründe dafür sind beispielsweise eine nicht ausreichende Effektstärke oder begrenzte Einflussmöglichkeiten der Stadt Wilhelmshaven auf diese Themenfelder, um diese Maßnahmen prioritär anzugehen.

Das Handlungserfordernis:

- Konfliktprävention und -management in Bezug auf die Wassernutzung (Trinkwasser, Landwirtschaft, Industrie)

wurde im Maßnahmenkatalog nicht adressiert, wird aber bei einer zukünftigen Fortschreibung des Maßnahmenkataloges (siehe Kapitel 0) erneut zur Ermittlung neuer Maßnahmen herangezogen.

Nach einer abschließenden Präsentation der identifizierten Schlüsselmaßnahmen in der Fachbereichsleitungsrunde des Dezernats III der Stadt Wilhelmshaven wurden die nachfolgenden Maßnahmensteckbriefe angefertigt.

1.14 Maßnahmenkatalog

1.14.1 Handlungsfelder

Im Themenkomplex Klima, also den Themen Klimaschutz und Klimaanpassung, ist in der Stadt Wilhelmshaven aktuell viel Bewegung und es werden neue Konzepte und dazugehörige Maßnahmenkataloge entwickelt. Um leichter Synergien identifizieren zu können, ist es ein Ziel, alle entstehenden Maßnahmenkataloge auch aus den Konzepten zu extrahieren um sie in einen „Gesamtmaßnahmenkatalog Klima“ für Wilhelmshaven einzubetten. Darin einfließen sollen neben den Maßnahmen zur Klimaanpassung beispielsweise auch die Maßnahmen aus dem Klimaschutzkonzept, dem Radverkehrskonzept, der Strategie für die klimaneutrale Verwaltung und der kommunalen Wärmeplanung. Um dies zu ermöglichen und den „Gesamtmaßnahmenkatalog Klima“ zu strukturieren ist es notwendig, die

Handlungsfelder so zu definieren, dass sich alle Maßnahmen aus dem Themenkomplex Klima zuordnen lassen. Naturgemäß handelt es sich dabei um mehr und teilweise anders gelagerte Handlungsfelder, als es bei ausschließlicher Betrachtung der Klimaanpassung der Fall wäre. In Abbildung 30 sind alle diese Handlungsfelder und Teilhandlungsfelder für Wilhelmshaven aus dem Themenkomplex Klima dargestellt. Die Zuordnung der Schlüsselmaßnahmen zu den Handlungsfeldern im vorliegenden Konzept wird nach diesem Schema erfolgen.

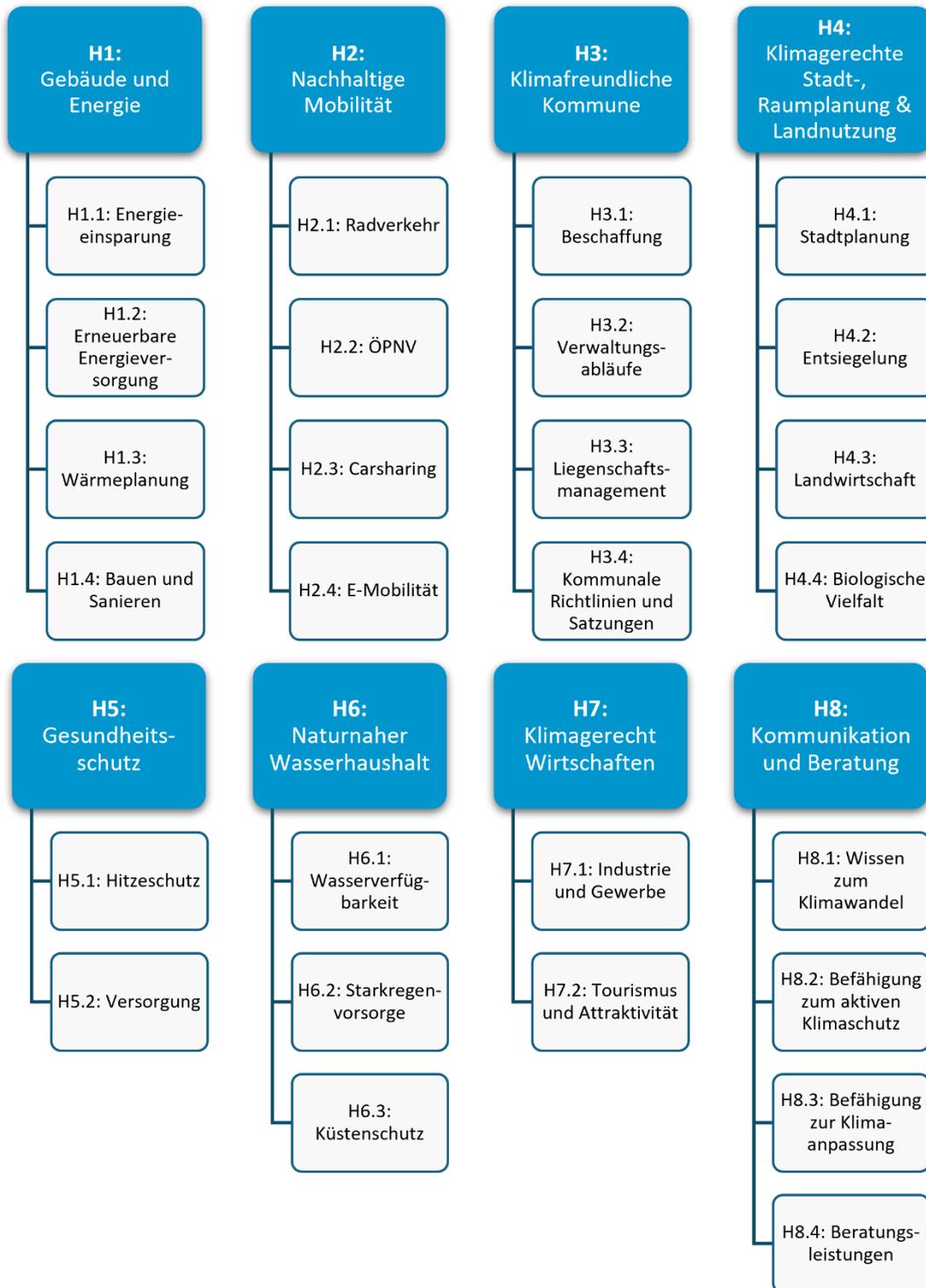


Abbildung 30: Handlungsfelder im Klimaschutz und der Klimaanpassung in Wilhelmshaven (eigene Darstellung)

1.14.2 Maßnahmensteckbriefe

Für alle identifizierten Schlüsselmaßnahmen wurden so genannte Maßnahmensteckbriefe ausgefüllt, um einen Überblick über die Inhalte, Voraussetzungen und Schritte der Maßnahmenumsetzung zu geben sowie wichtige Rahmendaten übersichtlich darzustellen. Dies soll den Maßnahmenbeginn sowie die weitere Umsetzung der erleichtern.

Konkret enthalten die Maßnahmensteckbriefe nach einem prägnanten Titel und einer Zuordnung zu den Handlungsfeldern und Nachhaltigkeitszielen, eine Definition der Ziele und Zielgruppen sowie eine Kurzbeschreibung mit drei weiteren Untergliederungen. In letzterer werden die Kernelemente der Maßnahme definiert, die Ausgangslage bzw. die Betroffenheit gegebenenfalls aus dem vorliegenden Konzept abgeleitet und dargestellt, der Maßnahmenbeginn dargelegt und die zu erreichenden Teilschritte und Meilensteine aufgezählt. Die nachfolgende Schätzung des Ressourcenbedarfs soll nur als grobe Orientierung dienen, wie hoch die zu erwartenden Kosten und der Personal- und Zeitaufwand sein werden. Dazu gehört auch, ob die Bearbeitung vor allem intern oder extern erfolgen wird. Sobald eine genaue Summe der zu erwartenden Kosten für eine Maßnahme vorliegt, kann diese nachgetragen werden. Nach einer kurzen Einordnung, wer die Maßnahme initiieren wird und welche internen und externen Akteur*innen beteiligt sein werden, folgt eine Einschätzung zur Maßnahmenbewertung. Diese soll einen groben Überblick über die Maßnahmenwirksamkeit geben und nutzt dafür die direkte Effektivität der Maßnahme, die Wirkungskdauer und die Reichweite (von der Maßnahme begünstigte Personen) als Parameter. Am Ende des Maßnahmensteckbriefs sind nochmals wichtige Rahmenbedingungen aufgelistet, wie beispielweise das Vorliegen oder die Notwendigkeit einer Legitimation, die Finanzierungsmöglichkeiten sowie Synergieeffekte oder Zielkonflikte mit anderen Zielen und Tätigkeiten der Stadt Wilhelmshaven. Die Maßnahmensteckbriefe schließen mit einem Feld für Anmerkungen, in dem Quellen und Links eingetragen oder auf Best-Practice-Beispiele verwiesen werden kann. Im Anhangskapitel Maßnahmen-Steckbrief ist ein blanko Maßnahmensteckbrief mit erklärenden Texten zu den einzelnen Feldern und Angaben abgebildet.

1.14.3 Schlüsselmaßnahmen

Leitfaden zur klimagerechten Anpassung vorhandener städtischer Liegenschaften erstellen und Hochbaustandards für kommunale Bauvorhaben entwickeln und einführen		H 1.4	
Zielsetzung & Indikator SMART-Ziel?	Ziel ist die Schaffung kühler, moderner öffentlicher Gebäude, die an die Folgen des Klimawandels angepasst sind.		
Zielgruppe	Stadtverwaltung, Bürger*innen		
Kurzbeschreibung	Die Hochbaustandards für Neubau und Sanierungen städtischer Liegenschaften sollen um Maßnahmen zur Klimaanpassung erweitert werden. Dadurch sollen sächliche und gesundheitliche Schäden mit Bezug zu städt. Liegenschaften durch Hitze, Starkregen und Hochwasser verhindert werden.		
a) Ausgangslage & Betroffenheit	Eine Analyse des Mikroklimas im Stadtraum liegt vor. Viele städt. Gebäude liegen in Hotspots schädlicher Klimaauswirkungen, weisen jedoch einen alten, wenig resilienten Baustandard auf.		
b) Maßnahmenbeginn	Die Ermittlung mangelhafter Gebäude in Hotspotlagen muss durchgeführt werden und geplante Sanierungen evaluiert werden.		
c) Teilschritte & Meilensteine	Entwurfbaukasten nach Handlungsebenen städtischer Planung strukturieren, Erstellung eines gemeinsamen Leitfadens mit allen Akteur*innen mit dem Ziel, Hitzeschutz und Starkregenvorsorge auf öffentlichen Liegenschaften sicherzustellen. Faktoren dafür sind bspw.: Standortauswahl, Gestaltungsansprüche und Qualitätskriterien beim Neubau und bei der Sanierung öffentlicher Gebäude), Sanierung des aktuellen Baubestands mit Fokus auf den Bau klimaresilienter Gebäude und der Sanierung besonders betroffener Gebäude.		
Ressourcenbedarf			Summe
	Umsetzungsdauer	●●○○○○	
	initiale Kosten	●○○○○○	
	Personalaufwand	●●●○○○	
	Folge-/Betriebskosten	●●●●●●	
Bearbeitung	intern		
Initiator	Klimaanpassungsmanagement		
Beteiligte Akteure	Fachbereich Stadtplanung und Stadterneuerung, Bauordnungsamt, Gesundheitsamt, Gebäude und Grundstücke WHV (GGS)		
Maßnahmenbewertung	Effektivität	●●●●○	
	Wirkungsdauer	●●●●●●	
	begünstigte Personen	●●○○○○	
Legitimation	Der fertige Leitfaden muss durch einen Ratsbeschluss bestätigt werden, um verpflichtend gültig zu sein und in allen künftigen Bauvorhaben Anwendung zu finden.		
Finanzierungsmöglichkeiten	Eine Finanzierung ist nicht notwendig.		
Wechselwirkungen mit anderen Zielen & Maßnahmen	Die Kriterien sollten bereits von vornherein die Aspekte der Klimaanpassung UND des Klimaschutzes berücksichtigen und durch gemeinsame Lösungen Synergien schaffen.		
Mögliche Hemmnisse & Zielkonflikte	Neue Bauvorhaben können durch höhere Standards höhere Baukosten mit sich bringen		
Anmerkungen			

Klimaangepasste Asphaltmischungen und Straßenbeläge bei Straßensanierungen verwenden		H 1.4	
Zielsetzung & Indikator SMART-Ziel?	Im Straßenraum soll die Reflektion der Wärmestrahlung erhöht, die Versickerung von Niederschlagswasser begünstigt und Kühlung durch Verdunstung gefördert werden.	3 	8 
Zielgruppe	Bürger*innen, Besucher*innen, Tourist*innen	9 	
Kurzbeschreibung	Aufgrund der dunklen Oberfläche und der Wasserundurchlässigkeit von Asphaltbelägen auf Straßen wird zum einen viel Wärmestrahlung absorbiert und die Stadt somit zusätzlich erhitzt. Zum anderen werden starkregenbedingte Überflutungen begünstigt. Zur Klimaanpassung soll der Straßenbelag möglichst viel Wärmestrahlung reflektieren und Versickerung und Speicherung von Wasser ermöglichen. Im Straßenbelag gespeichertes Wasser könnte die Stadt an Heißen Tagen durch Verdunstung kühlen.		
a) Ausgangslage & Betroffenheit	Die Straßen in Wilhelmshaven sind überwiegend in dunklem und wasserundurchlässigem Material gehalten.		
b) Maßnahmenbeginn	Bei anstehenden Straßensanierungen oder Baustellen im Straßenbereich sollen bisherige Straßenbeläge durch klimaangepasste Straßenbeläge ersetzt werden.		
c) Teilschritte & Meilensteine	Klimaangepasste Straßenbeläge recherchieren und auf die Eignung und Einsatzmöglichkeiten für Wilhelmshaven prüfen, mögliche Mehrkosten ermitteln, klimaangepasste Asphaltmischungen verwenden.		
Ressourcenbedarf		Summe	
	Umsetzungsdauer	● ● ● ● ●	
	initiale Kosten	● ● ● ● ○	
	Personalaufwand	● ● ○ ○ ○	
	Folge-/Betriebskosten	● ○ ○ ○ ○	
	Bearbeitung	teils intern, teils extern	
Initiator	Klimaanpassungsmanagement		
Beteiligte Akteure	Technische Betriebe WHV (TBW)		
Maßnahmenbewertung	Effektivität	● ● ● ○ ○	
	Wirkungsdauer	● ● ● ● ●	
	begünstigte Personen	● ● ● ○ ○	
Legitimation	Die Abhängigkeit von Ratsbeschlüssen hängt vom Kostenrahmen einzelner Maßnahmen ab.		
Finanzierungsmöglichkeiten	Haushaltsmittel sind nicht eingeplant, Fördermittel müssen vorab akquiriert werden.		
Wechselwirkungen mit anderen Zielen & Maßnahmen	Eine Synergie kann entstehen, sofern dies gezielt bei sowieso anstehenden Sanierungen berücksichtigt wird.		
Mögliche Hemmnisse und Zielkonflikte			
Anmerkungen			

Satzungen für eine klimaangepasste Gestaltung von Grünflächen und Gebäuden von Privatleuten und Unternehmen entwickeln und einführen		H 3.4	
Zielsetzung & Indikator SMART-Ziel?	Die Klimaanpassung privater Gebäude und Grundstücke soll angeregt, gefördert und im Einzelfall per Satzung vorgeschrieben werden.	3 	13 
Zielgruppe	Grundeigentümer*innen	15 	
Kurzbeschreibung	Die Klimaanpassung privater Gebäude und Grundstücke kann erfolgen durch die Begrünung von Innenhöfen, Aufbereitung privater Gärten und Fassaden- und/oder Dachbegrünung zur Erhöhung der Verdunstungskühlung. Vorgaben dazu sollen in einer Satzung festgehalten werden und den Bürger*innen an die Hand gegeben werden.		
a) Ausgangslage & Betroffenheit	Viele Grundstücke liegen in stark durch den Klimawandel betroffenen Bereichen. Die Problemlagen unterscheiden sich, da die Betroffenheiten sowie die Ausgestaltung der Grundstücke und somit die Resilienz gegen Klimafolgen variieren. Gesetze (z. B. zu Schottergärten) werden nicht konsequent umgesetzt.		
b) Maßnahmenbeginn	Ein Dialog mit den städt. Eigenbetrieben kann jederzeit aufgenommen werden. Vor Maßnahmenbeginn sollten eigene Liegenschaften umgestaltet werden, um der Bevölkerung als Vorbild zu dienen.		
c) Teilschritte & Meilensteine	Kontrolle bereits bestehender Satzungen hinsichtlich Klimafolgenanpassung und ggf. Aktualität (u. a. Baumschutzsatzung, Gestaltungssatzungen, Abwassergebührensatzung, ...), Entwicklung neuer bzw. Anpassung der bestehenden Satzungen, konsequente Umsetzung bereits bestehender Vorgaben.		
Ressourcenbedarf			Summe
	Umsetzungsdauer	●●●○○	
	initiale Kosten	●○○○○	
	Personalaufwand	●●●●○	
	Folge-/Betriebskosten	●○○○○	
Bearbeitung	intern		
Initiator	Klimaanpassungsmanagement		
Beteiligte Akteure	Fachbereich Kommunikation & Koordination, Technische Betriebe WHV (TBW), Gebäude und Grundstücke WHV (GGs), Fachbereich Umwelt und Klimaschutz (insb. Untere Naturschutzbehörde)		
Maßnahmenbewertung	Effektivität	●●●●○	
	Wirkungsdauer	●●●●●	
	begünstigte Personen	●●●○○	
Legitimation	Nicht überbaute Flächen von Baugrundstücken müssen gemäß §9 Niedersächsische Bauordnung Grünflächen sein. Eine neue oder geänderte Satzung muss durch einen Ratsbeschluss ratifiziert werden.		
Finanzierungsmöglichkeiten	Eine Abdeckung über den Haushalt ist möglich.		
Wechselwirkungen mit anderen Zielen & Maßnahmen			
Mögliche Hemmnisse & Zielkonflikte			
Anmerkungen	https://verbraucher.org/media/file/4041.Web TH 324 Ratgeber Klima.pdf		

Klimawandelgerechte Kriterien für Leistungsverzeichnisse und Wettbewerbsverfahren ermitteln und etablieren		H 3.4	
Zielsetzung & Indikator SMART-Ziel?	Ziel ist die Berücksichtigung von Klimaaspekten bei der Vergabe kommunaler Aufträge und im Optimalfall bereits vorher.	9 	11 
Zielgruppe	Stadtverwaltung, Unternehmen	13 	
Kurzbeschreibung	Für städtische Auftragsvergaben soll geprüft werden, welche rechtlichen, praktischen und umsetzbaren Möglichkeiten es gibt, die Berücksichtigung von Klimaaspekten und somit von gesamtgesellschaftlichem und ökologischen Nutzen, festzulegen. Durch derartige Kriterien können Unternehmen von ökonomischem Nutzen der konsequenten Beachtung von Klimakriterien überzeugt werden.		
a) Ausgangslage & Betroffenheit	Die Berücksichtigung von Klimaaspekten bei der Ausschreibung hängt bisher fast nur von der Stelle ab, die das Leistungsverzeichnis erstellt. Bei der Vergabe sind Klimaaspekte bisher zumeist nicht berücksichtigt.		
b) Maßnahmenbeginn	Ein Arbeitskreis insbesondere mit der Vergabestelle sowie Stellen, die besonders viele Ausschreibungen durchführen, kann unmittelbar gebildet werden.		
c) Teilschritte & Meilensteine	Prüfung konkreter Wettbewerbsvorteile für Angebote, die die Klimaanpassung über die Pflichtvorgaben hinaus berücksichtigen, nach Vergaberecht; ggf. Aufnahme dieser Kriterien in die standardmäßige Bewertung der eingehenden Angebote, Aufnahme der Aspekte der Anpassung bereits in die Leistungsverzeichnisse: dazu gezielt ein Problembewusstsein bei erstellenden Mitarbeiter*innen schaffen, Motivation bisher passiver Akteure anregen, Handlungsspielräume aufzeigen.		
Ressourcenbedarf		Summe	
	Umsetzungsdauer	●●○○○○	
	initiale Kosten	●○○○○○	
	Personalaufwand	●●●○○○	
	Folge-/Betriebskosten	●○○○○○	
	Bearbeitung	intern	
Initiator	Klimaanpassungsmanagement		
Beteiligte Akteure	Rechtsamt (insb. Vergabestelle), Technische Betriebe WHV (TBW), Gebäude und Grundstücke WHV (GGS)		
Maßnahmenbewertung	Effektivität	●●●●○	
	Wirkungsdauer	●●●●●	
	begünstigte Personen	●●○○○○	
Legitimation	Der fertige Katalog muss durch einen Ratsbeschluss bestätigt werden, um verpflichtend gültig zu sein und in allen Vergabeverfahren Anwendung zu finden.		
Finanzierungsmöglichkeiten	Eine Finanzierung ist nicht notwendig.		
Wechselwirkungen mit anderen Zielen & Maßnahmen	Die Kriterien sollten bereits von vornherein die Aspekte der Klimaanpassung UND des Klimaschutzes berücksichtigen und durch gemeinsame Lösungen Synergien schaffen.		
Mögliche Hemmnisse & Zielkonflikte	Es ist zu gewährleisten, dass keine ungerechten Wettbewerbsvorteile zu erreichen sind.		
Anmerkungen			

Stadtinternen Vorgabenkatalog zur Berücksichtigung der Klimaanpassung in der Bauleitplanung erstellen und etablieren		H 4.1	
Zielsetzung & Indikator SMART-Ziel?	Die Bauleitplanung soll als starkes Instrument der Raumplanung genutzt werden, um insbesondere in Neubaugebieten gezielt auf eine klimaresiliente Stadt hinzuwirken.		
Zielgruppe	Stadtverwaltung, Grundeigentümer*innen		
Kurzbeschreibung	Gemeinsam mit der Stadtplanung und ggf. weiteren Akteuren der Stadt Wilhelmshaven soll ein verpflichtend einzuhaltender Maßnahmenkatalog mit optionalen zusätzlichen Möglichkeiten erstellt werden.		
a) Ausgangslage & Betroffenheit	In vielen Fällen berücksichtigt die Bauleitplanung bereits Aspekte der Klimaanpassung. Einige Möglichkeiten sind jedoch bisher nicht bekannt oder werden noch nicht vollumfänglich ausgeschöpft.		
b) Maßnahmenbeginn	Die Maßnahme kann unmittelbar durch Bildung einer Arbeitsgruppe begonnen werden.		
c) Teilschritte & Meilensteine	Arbeitsgruppe bilden, Prüfung bisheriger Vorlagen und Standardtextbausteine hinsichtlich der Auswirkungen des Klimawandels, Checkliste mit Kriterien und Möglichkeiten erstellen: z. B. Kaltluftströmungen, Anlage multifunktionaler Flächen, Versiegelung vermeiden, möglichst viele Grünflächen, usw., raumbezogene Schlüsselmaßnahmen identifizieren, Erstellung eines Kataloges, abschließende Ratifizierung.		
Ressourcenbedarf			Summe
	Umsetzungsdauer	●●○○○○	
	initiale Kosten	●○○○○○	
	Personalaufwand	●●●○○○	
	Folge-/Betriebskosten	●●●○○○	
	Bearbeitung	intern	
Initiator	Klimaanpassungsmanagement		
Beteiligte Akteure	Fachbereich Stadtplanung und Stadterneuerung		
Maßnahmenbewertung	Effektivität	●●●●●●	
	Wirkungsdauer	●●●●●●	
	begünstigte Personen	●●●●●●	
Legitimation	Der fertige Katalog muss durch einen Ratsbeschluss bestätigt werden, um verpflichtend gültig zu sein und in allen Fällen der Bauleitplanung Anwendung zu finden.		
Finanzierungsmöglichkeiten	Eine Finanzierung ist nicht notwendig.		
Wechselwirkungen mit anderen Zielen & Maßnahmen	Der Vorgabenkatalog sollte bereits von vornherein die Aspekte der Klimaanpassung UND des Klimaschutzes berücksichtigen und durch gemeinsame Lösungen Synergien schaffen.		
Mögliche Hemmnisse & Zielkonflikte	Mögliche Auswirkungen von Vorgaben auf den Bestand in BPlangebieten sind zu prüfen und zu berücksichtigen.		
Anmerkungen	https://www.stadt-muenster.de/fileadmin/user_upload/stadt-muenster/61_stadtplanung/pdf/Bebauungsplan/Klima-Leitfaden_1-0.pdf , https://www.staedteregion-aachen.de/fileadmin/user_upload/A_70/A70.5_Klimaschutz/70.5_Dateien/Dateien/ESKAPE_Checkliste_klimaangepasste_Bauleitplanung_ISB.pdf https://www.klimaschutz-emslan.de/pdf_files/allgemein/leitfaden-klimaschutz-und-klimaanpassung.pdf		

Blau-grüne Infrastrukturen in Grün- und Verkehrsflächen integrieren		H 4.1	
Zielsetzung & Indikator SMART-Ziel?	Ausbau und die Integration blau-grüner Infrastrukturen auf Grün- und Verkehrsflächen soll primär Räume für Wasserrückhaltung schaffen. Zusätzlich kann so an Hitzetagen die Umgebungstemperatur gesenkt werden.	3 	9 
Zielgruppe	Personen im öffentlichen Raum	13 	15 
Kurzbeschreibung	In der Verkehrsplanung soll die Flächenentsiegelung (z. B. von Lager- und Parkflächen) berücksichtigt werden und möglichst viel Verkehrsraum blau-grün gestaltet werden, um so die Retention und die Versickerung von Wasser zu steigern. Zusätzlich wird durch die mögliche Beschattung und Begrünung ein kühlender Effekt erzielt. Grünflächen sollen nach Möglichkeit um "blaue" Facetten aufgewertet werden.		
a) Ausgangslage & Betroffenheit	Aktuell gibt es keine konkrete diesbezügliche Verkehrsplanung. Viele Grünflächen sind noch nicht als mögliche Retentionsflächen angelegt. Die geringen Sickerraten durch die lokalen Kleiböden schränken zwar die Wirksamkeit der Maßnahmen ein, betonen aber zugleich die Notwendigkeit. Im Verkehrsraum ist bei der Maßnahmenentwicklung insbesondere die Barrierefreiheit zu beachten.		
b) Maßnahmenbeginn	Die Auswahl geeigneter Flächen über die Analyse von Gefahrenkarten kann unmittelbar beginnen.		
c) Teilschritte & Meilensteine	Einarbeiten des Entwässerungskonzeptes bei zukünftigen Planungen, Dazu gehören: Entsiegelungsmaßnahmen, Errichtung multifunktionaler Flächen durch Integration von Wasserrückhaltefunktionen in Grünflächen und Verkehrsflächen (bspw. durch Versickerungsmulden), Integration von Notabflusswegen in Verkehrsinfrastruktur.		
Ressourcenbedarf			Summe
	Umsetzungsdauer	●●●●○	
	initiale Kosten	●●●○○	
	Personalaufwand	●●●○○	
	Folge-/Betriebskosten	●●●○○	
	Bearbeitung	teils intern, teils extern	
Initiator	Fachbereich Stadtplanung und Stadterneuerung,		
Beteiligte Akteure	Technische Betriebe WHV (TBW), Klimaanpassungsmanagement		
Maßnahmenbewertung	Effektivität	●●●○○	
	Wirkungsdauer	●●●●●	
	begünstigte Personen	●●●●○	
Legitimation	Die Abhängigkeit von Ratsbeschlüssen hängt vom Kostenrahmen einzelner Maßnahmen ab.		
Finanzierungsmöglichkeiten	Haushaltsmittel sind nicht eingeplant, Fördermittel müssen vorab akquiriert werden.		
Wechselwirkungen mit anderen Zielen & Maßnahmen	Es gibt Wechselwirkungen zu den aktuellen Sanierungsarbeiten der Technischen Betriebe WHV (TBW) sowie zur städtischen Verkehrsentwicklung.		
Mögliche Hemmnisse & Zielkonflikte	Alle Teilvorhaben bringen einen größeren Pflegeaufwand für die städtischen Flächen mit sich.		
Anmerkungen	Potsdam: grünes Kreuz entlang der Konrad-Wolf-Allee https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/366/dokumente/factsheet_best_practice_muv_potsdam.pdf		

Entsiegelungspotenziale auf Basis des Entsiegelungskatasters des Landes erheben und umsetzen		H 4.2	
Zielsetzung & Indikator SMART-Ziel?	Die auf Basis des Entsiegelungskatasters vom Land Niedersachsen ermittelten Flächen sollen identifiziert und entsiegelt werden.		
Zielgruppe	Bürger*innen		
Kurzbeschreibung	Durch die Entsiegelung soll die Versickerung von Regenwasser gefördert werden, wodurch die Grundwasserneubildung begünstigt und Belastung der Kanalisation sowie Überflutungen reduziert werden. Zudem verbessern entsiegelte Flächen das Mikroklima (geringere nächtliche Überwärmung).		
a) Ausgangslage & Betroffenheit	Das Entsiegelungskataster des Landes ist derzeit in Erarbeitung. Der gesamte Straßenraum ist betroffen, v.a. Bereiche mit hoher Wärmebelastung in der Nacht (siehe Stadtklimaanalyse).		
b) Maßnahmenbeginn	Nach Veröffentlichung des Entsiegelungskatasters. Bereits vorher sind Entsiegelungen bei anstehenden Straßensanierungen zu prüfen.		
c) Teilschritte & Meilensteine	Zu entsiegelnde Flächen auf Basis des Entsiegelungskatasters und der Klimaanalysekarten sowie der Hotspotkarte priorisieren, Entsiegelungen stetig durchführen, Erstellung einer Jahresbilanz zu Ver- und Entsiegelungen.		
Ressourcenbedarf		Summe	
	Umsetzungsdauer	●●●●●●	
	initiale Kosten	●○○○○○	
	Personalaufwand	●●●○○○	
	Folge-/Betriebskosten	●○○○○○	
Bearbeitung	intern		
Initiator	Klimaanpassungsmanagement		
Beteiligte Akteure	Technische Betriebe WHV (TBW), Gebäude und Grundstücke WHV (GGG)		
Maßnahmenbewertung	Effektivität	●●●●●●	
	Wirkungsdauer	●●●●●○	
	begünstigte Personen	●●●○○○	
Legitimation	Die Aufgabe stellt eine gesetzliche Pflichtaufgabe nach dem NKlimaG dar. Einzelne Entsiegelungsmaßnahmen benötigen je nach Kostenumfang einen Ratsbeschluss.		
Finanzierungsmöglichkeiten	Die Finanzierung der Fortführung des Entsiegelungskatasters ist durch §19 NKlimaG abgedeckt. Für größere Entsiegelungsmaßnahme gibt es immer wieder Förderprogramme, die abgerufen werden müssen.		
Wechselwirkungen mit anderen Zielen & Maßnahmen			
Mögliche Hemmnisse & Zielkonflikte	Alle Entsiegelungen bringen einen größeren Pflegeaufwand für die städtischen Flächen mit sich.		
Anmerkungen	Hohe Außenwirkung mit Vorbildfunktion.		

Leistungsfähigen Biotopverbund entwickeln und umsetzen (ggf. gemeinsam mit dem LK Friesland)		H 4.4	
Zielsetzung & Indikator	Mit einem leistungsfähigen Biotopverbund sollen Ökosysteme widerstandsfähiger gegenüber den Folgen des Klimawandels gemacht und insbesondere die lokale biologische Vielfalt gefördert sowie Ökosystemleistungen erhalten werden.	11	14
Zielgruppe	Stadt- und Kreisverwaltung, Flächeneigentümer*innen	15	17
Kurzbeschreibung	Um die Biotopvernetzung zu stärken, werden Maßnahmen zur Förderung der Biodiversität ergriffen und das Biotopverbundkonzept aus dem Landschaftsrahmenplan umgesetzt. Dabei wird eine Zusammenarbeit mit dem LK Friesland angestrebt.		
a) Ausgangslage & Betroffenheit	Es existiert bereits eine Biosphärenregion Niedersächsisches Wattenmeer. Außerdem sind viele Biotope bereits vernetzt und bei der Gesamtbetrachtung von Ökosystemen dürfen die Grenzen einer Kommune nur eine Untergeordnete Rolle spielen.		
b) Maßnahmenbeginn			
c) Teilschritte & Meilensteine	Biodiversitätsförderung an Acker-, Grün- und Gewässerrandstreifen sowie Straßenbegleitgrün muss erfolgen. Dazu soll ein fachliches Biotopverbundkonzept umgesetzt werden.		
Ressourcenbedarf			Summe
	Umsetzungsdauer	● ● ● ● ●	
	initiale Kosten	● ● ○ ○ ○	
	Personalaufwand	● ● ● ○ ○	
	Folge-/Betriebskosten	● ● ● ○ ○	
	Bearbeitung	teils intern, teils extern	
Initiator	Klimaanpassungsmanagement		
Beteiligte Akteure	Untere Naturschutzbehörden		
Maßnahmenbewertung	Effektivität	● ● ● ○ ○	
	Wirkungsdauer	● ● ● ● ●	
	begünstigte Personen	● ● ○ ○ ○	
Legitimation	Ein fertiges Konzept müsste vom Rat beschlossen werden.		
Finanzierungsmöglichkeiten	Haushaltsmittel sind nicht eingeplant, Fördermittel müssen vorab akquiriert werden.		
Wechselwirkungen mit anderen Zielen & Maßnahmen	Es existieren Synergien zu den Zielen und Projekten der Biosphärenregion Niedersächsisches Wattenmeer.		
Mögliche Hemmnisse & Zielkonflikte			
Anmerkungen	Die Maßnahme soll in enger Kooperation mit dem Landkreis Friesland durchgeführt werden.		

Aufenthaltsqualität bei Hitze in der Innenstadt, auf belebten Plätzen und an touristischen Orten steigern		H 5.1	
Zielsetzung & Indikator SMART-Ziel?	Die Aufenthaltsqualität bei Hitze soll in der Innenstadt, auf belebten Plätzen und an touristischen Orten in Wilhelmshaven verbessert werden.	3 	9 
Zielgruppe	Personen im öffentlichen Raum	15 	
Kurzbeschreibung	In der Innenstadt, auf belebten Plätzen und an touristischen Orten soll das Mikroklima bei Hitze beispielsweise durch Verschattung, Begrünung und Entsiegelung verbessert werden. Sitzgelegenheiten und eine öffentliche Trinkwasserbereitstellung erhöhen die Aufenthaltsqualität darüber hinaus (s. Trinkwasser auf belebten Plätzen / an belebten Orten und in Hitzeperioden bereitstellen).		
a) Ausgangslage & Betroffenheit	Insbesondere auf belebten bzw. frequentierten Plätzen und an touristischen Orten können hohe Wärmebelastungen am Tag auftreten (siehe Hotspot-Karte und Stadtklimaanalyse).		
b) Maßnahmenbeginn	Mit der Identifizierung und Priorisierung kann unmittelbar begonnen werden.		
c) Teilschritte & Meilensteine	Flächen identifizieren und priorisieren, flächenspezifische Maßnahmen zur Aufenthaltsqualitätssteigerung bei Hitze ausarbeiten und umsetzen, z. B. Gemeinschafts-/Bürgergärten schaffen.		
Ressourcenbedarf			Summe
	Umsetzungsdauer	●●●●○	
	initiale Kosten	●●●●○	
	Personalaufwand	●●○○○	
	Folge-/Betriebskosten	●●●○○	
Bearbeitung	intern		
Initiator	Klimaanpassungsmanagement		
Beteiligte Akteure	Technische Betriebe WHV (TBW), Gebäude und Grundstücke WHV (GGs), Wilhelmshaven Touristik & Freizeit (WTF), Fachbereich Stadtplanung und Stadterneuerung		
Maßnahmenbewertung	Effektivität	●●●●○	
	Wirkungsdauer	●●●●○	
	begünstigte Personen	●●●●○	
Legitimation	Die Abhängigkeit von Ratsbeschlüssen hängt vom Kostenrahmen einzelner Maßnahmen ab.		
Finanzierungsmöglichkeiten	Haushaltsmittel sind nicht eingeplant, Fördermittel müssen vorab akquiriert werden.		
Wechselwirkungen mit anderen Zielen & Maßnahmen	Es existieren mögliche Synergien zu touristischen Konzepten, dem Kulturmaßnahmenkonzept sowie weiteren städtischen Vorhaben.		
Mögliche Hemmnisse & Zielkonflikte	Alle Teilvorhaben bringen einen größeren Pflegeaufwand für die städtischen Flächen mit sich.		
Anmerkungen	Partizipative Einbindung der Stadtgesellschaft möglich, hohe Außenwirkung mit Vorbildfunktion.		

Öffentliche kühle Räume in Hitzeperioden schaffen bzw. öffnen		H 5.1	
Zielsetzung & Indikator SMART-Ziel?	In Hitzeperioden sollen öffentlich zugängliche kühle Räume geschaffen bzw. bestehende kühle Räume geöffnet werden.	3 	9
Zielgruppe	Bürger*innen, Personen im öffentlichen Raum	10 	15
Kurzbeschreibung	In Hitzeperioden sollen in städtischen Gebäuden Räume geschaffen bzw. geöffnet werden, die klimatisiert bzw. wenig aufgeheizt sind und von der Allgemeinheit in Hitzeperioden aufgesucht werden können. Dort sollen Sitzgelegenheiten vorhanden sein und Trinkwasser bereitgestellt werden. Die Maßnahme kann mit der Maßnahme „Informationskampagne "Was erwartet mich durch den Klimawandel und wie passe ich mich an?" verknüpft werden.		
a) Ausgangslage & Betroffenheit	Bedarf besteht insbesondere in der Innenstadt und an belebten Orten sowie im Umfeld von dichter Wohnbebauung ohne Privatgärten (MFH etc.), insbesondere in den identifizierten Hitze-Hotspots.		
b) Maßnahmenbeginn	Öffnung und Bewerbung erster Räume ggf. schon im Sommer 2025.		
c) Teilschritte & Meilensteine	Bestehende städtische kühle Räume identifizieren, öffnen, ggf. aufwerten und bewerben, weitere nicht-städtische kühle Räume anstreben (Kirchen, etc.).		
Ressourcenbedarf			Summe
	Umsetzungsdauer	●●○○○	
	initiale Kosten	●●○○○	
	Personalaufwand	●●●○○	
	Folge-/Betriebskosten	●●○○○	
Bearbeitung	intern		
Initiator	Klimaanpassungsmanagement		
Beteiligte Akteure	Gebäude und Grundstücke WHV (GGS)		
Maßnahmenbewertung	Effektivität	●●●●○	
	Wirkungsdauer	●●●○○	
	begünstigte Personen	●●●●○	
Legitimation	Die Abhängigkeit von Ratsbeschlüssen hängt vom Kostenrahmen einzelner Maßnahmen ab.		
Finanzierungsmöglichkeiten	Haushaltsmittel sind nicht eingeplant, Fördermittel müssen vorab akquiriert werden.		
Wechselwirkungen mit anderen Zielen & Maßnahmen	Die Ausgestaltung und Verortung städt. kühler Orte können sich gegebenenfalls mit anderen städt. Konzepten decken.		
Mögliche Hemmnisse & Zielkonflikte	Die Öffnung von städt. Räumen bedarf gegebenenfalls einer rechtlichen Abklärung.		
Anmerkungen			

Hitzebelastete Fuß- und Radwege sowie Parkplätze verschatten		H 5.1	
Zielsetzung & Indikator SMART-Ziel?	Die Wärmebelastung der Verkehrsteilnehmenden verringern.	3 	9 
Zielgruppe	Bürger*innen, Besucher*innen, Tourist*innen	15 	
Kurzbeschreibung	Fuß- und Radwege sowie öffentliche Parkplätze sollen verschattet werden. Hierzu können insbesondere Bäume gepflanzt, ggf. auch Sonnensegel oder Bedachungen (bspw. mit integrierten Solarpanelen) errichtet werden. Dabei muss die Instandhaltung und Pflege gewährleistet werden.		
a) Ausgangslage & Betroffenheit	Insbesondere versiegelte Wege und Parkplätze weisen teilweise eine hohe Wärmebelastung am Tag auf (siehe Hotspot-Karte und Stadtklimaanalyse).		
b) Maßnahmenbeginn	Mit der Identifizierung und Priorisierung kann unmittelbar begonnen werden.		
c) Teilschritte & Meilensteine	Hitzebelastete Fuß- und Radwege sowie Parkplätze identifizieren, Maßnahmen zur Verschattung bei anstehenden Sanierungen prüfen und darüber hinaus proaktiv angehen.		
Ressourcenbedarf		Summe	
	Umsetzungsdauer	●●●○○	
	initiale Kosten	●●●●○	
	Personalaufwand	●●○○○	
	Folge-/Betriebskosten	●●●●○	
Bearbeitung	intern		
Initiator	Klimaanpassungsmanagement		
Beteiligte Akteure	Technische Betriebe WHV (TBW), Gebäude und Grundstücke WHV (GGS)		
Maßnahmenbewertung	Effektivität	●●●●○	
	Wirkungsdauer	●●●●●	
	begünstigte Personen	●●●●●	
Legitimation	Die Abhängigkeit von Ratsbeschlüssen hängt vom Kostenrahmen einzelner Maßnahmen ab.		
Finanzierungsmöglichkeiten	Haushaltsmittel sind nicht eingeplant, Fördermittel müssen vorab akquiriert werden.		
Wechselwirkungen mit anderen Zielen & Maßnahmen	Insbesondere eine mögliche Überdachung mit Solarpanelen stellt eine Synergie zum Klimaschutz dar.		
Mögliche Hemmnisse & Zielkonflikte	Alle Teilvorhaben bringen einen größeren Pflegeaufwand für die städtischen Flächen mit sich.		
Anmerkungen			

Arbeitsbedingungen für städtische Beschäftigte in Hitzeperioden verbessern		H 5.1	
Zielsetzung & Indikator SMART-Ziel?	Die Arbeitsbedingungen in Hitzeperioden sollen für städtische Beschäftigte im Außendienst und in Gebäuden verbessert werden.	 	
Zielgruppe	Kommunale Mitarbeiter*innen, Schüler*innen		
Kurzbeschreibung	Zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen in Hitzeperioden sollen flexiblere Arbeitszeiten ermöglicht, ausreichend Wasser und insbesondere für im Freien Tätige geeignete Pausenräume und bei Bedarf geeignete Dienstkleidung zur Verfügung gestellt werden. Zudem ist der Hitzeschutz städtischer Gebäude zu verbessern.		
a) Ausgangslage & Betroffenheit	Bei Hitze heizen sich vor allem unsanierte Gebäude stark auf, wodurch die Gesundheit beeinträchtigt und die Arbeitsleistung reduziert wird. Im Freien Tätige sind der Hitzebelastung im besonderen Maße ausgesetzt.		
b) Maßnahmenbeginn	Umsetzung erster Maßnahmen bereits im Sommer 2025		
c) Teilschritte & Meilensteine	Arbeitszeiten bei Hitze flexibel gestalten, Bedarfe und Möglichkeiten der im freien Tätigen prüfen, Trinkwasserbereitstellung organisieren, Hitzeschutzmaßnahmen an Bestandsgebäuden erarbeiten und umsetzen.		
Ressourcenbedarf			Summe
	Umsetzungsdauer	●●●○○○	
	initiale Kosten	●●●○○○	
	Personalaufwand	●●●○○○	
	Folge-/Betriebskosten	●●○○○○	
Bearbeitung	intern		
Initiator	Klimaanpassungsmanagement		
Beteiligte Akteure	Gebäude und Grundstücke WHV (GGS), Technische Betriebe WHV (TBW)		
Maßnahmenbewertung	Effektivität	●●●●●●	
	Wirkungsdauer	●●●●●●	
	begünstigte Personen	●●●○○○	
Legitimation	Die Abhängigkeit von Ratsbeschlüssen hängt vom Kostenrahmen einzelner Maßnahmen ab.		
Finanzierungsmöglichkeiten	Haushaltsmittel sind nicht eingeplant, Fördermittel müssen vorab akquiriert werden.		
Wechselwirkungen mit anderen Zielen & Maßnahmen	Es ergeben sich Wechselwirkungen mit der energetischen Sanierung der Gebäude und somit mit dem Ziel, Klimaneutralität bis 2040 zu erreichen.		
Mögliche Hemmnisse & Zielkonflikte			
Anmerkungen	Die Option, die Schüler*innen und Lehrkräfte einzubeziehen und den Erarbeitungsprozess partizipativ zu gestalten kann geprüft und abgewogen werden.		

Trinkwasser auf belebten Plätzen / an belebten Orten und in Hitzeperioden bereitstellen		H 6.1	
Zielsetzung & Indikator SMART-Ziel?	Trinkwasser soll für möglichst viele sich in Wilhelmshaven aufhaltende Menschen während Hitzeperioden bereitgestellt werden.	3 	6 
Zielgruppe	Bürger*innen, Besucher*innen, Tourist*innen	9 	12 
Kurzbeschreibung	Installation von Trinkwasserspendern an bestimmten, stark frequentierten Plätzen und darüber hinaus Bereitstellung von Trinkwasser während Hitzeperioden, bspw. in städtischen Gebäuden (siehe Maßnahme "kühle Räume") oder in Kooperation mit dem Handel (Refill-Projekt). Die Maßnahme kann mit der Maßnahme „Informationskampagne "Was erwartet mich durch den Klimawandel und wie passe ich mich an"" verknüpft werden.		
a) Ausgangslage & Betroffenheit	Eine uneingeschränkte Versorgung mit Trinkwasser ist im öffentlichen Raum in Wilhelmshaven derzeit nicht gewährleistet. Besonders vulnerable Gruppen sind auf eine ausreichende Trinkwasserzufuhr bei Hitze angewiesen. Öffentliche Trinkwasserversorgung ermöglicht somit gesellschaftliche Teilhabe.		
b) Maßnahmenbeginn	Einrichtung erster Angebote vor dem Sommer 2025		
c) Teilschritte & Meilensteine	Organisation der Trinkwasserbereitstellung in städtischen Gebäuden inkl. der Bewerbung der Angebote, Kontakt zu Handel etc. aufbauen, um Refill-Angebot zu erweitern, Errichtung von Trinkwasserspendern.		
Ressourcenbedarf		Summe	
	Umsetzungsdauer	●●○○○	
	initiale Kosten	●●●○○	
	Personalaufwand	●●●○○	
	Folge-/Betriebskosten	●●○○○	
	Bearbeitung	teils intern, teils extern	
Initiator	Klimaanpassungsmanagement		
Beteiligte Akteure	Technische Betriebe WHV (TBW), Gebäude und Grundstücke WHV (GGS)		
Maßnahmenbewertung	Effektivität	●●●●●	
	Wirkungsdauer	●●●●○	
	begünstigte Personen	●●●●○	
Legitimation	50§ (1) Wasserhaushaltsgesetz fordert, dass Trinkwasser aus dem Leitungsnetz an öffentlichen Orten durch Innen- und Außenanlagen zur Verfügung gestellt wird.		
Finanzierungsmöglichkeiten	Eine Abdeckung über den Haushalt ist möglich.		
Wechselwirkungen mit anderen Zielen & Maßnahmen	In WHV gibt es bereits in einigen Bereichen REFILL-Stationen, an denen beispielsweise in Geschäften oder in öff. Gebäuden Trinkflaschen aufgefüllt werden können. Dieses Netzwerk kann effektiv erweitert werden. Es gibt Synergieeffekte mit weiteren Maßnahmen dieses Konzeptes sowie mit weiteren städt. Konzepten.		
Mögliche Hemmnisse & Zielkonflikte	Ein vergleichbarer früherer Trinkbrunnen wurde kontinuierlich beschädigt und schlussendlich durch die GEW Wilhelmshaven entfernt. Ein neuer Trinkbrunnen müsste sich erst als positives Beispiel bewähren.		
Anmerkungen			

Klimaangepasste Gestaltung und Betrieb von Entwässerungsgräben und Gewässern im Sinne eines ganzheitlichen Wassermengenmanagements		H 6.2	
Zielsetzung & Indikator SMART-Ziel?	Ziel ist die Erstellung eines Konzepts für klimaangepasste Gestaltung und Betrieb von Entwässerungsgräben und Gewässern im Sinne des ganzheitlichen Wassermengenmanagements.	6 	9 
Zielgruppe	Grundeigentümer*innen, Landwirtschaft	14 	
Kurzbeschreibung	Der Fokus der klimaangepassten Gestaltung und des klimaangepassten Betriebs liegt hier auf der Sicherung von Abflüssen, der Unterhaltung von Durchlässen sowie der Schaffung/Freihaltung von Räumstreifen. Betrachtet werden soll auch die Aufwertung von bestehenden Entwässerungsgräben zu Stauraumgräben, um eine zeitliche verzögerte Abgabe großer Wassermengen zu ermöglichen.		
a) Ausgangslage & Betroffenheit	Es liegt eine Starkregengefahrenkarte für das Stadtgebiet vor. Auch sind die Betroffenheiten bei einem Ausfall der seeseitigen Entwässerung identifiziert. Die Betroffenheiten im Stadtgebiet sollten gemeinsam mit den Technischen Betrieben Wilhelmshaven und der unteren Wasserbehörde vor Maßnahmenbeginn identifiziert werden. Hinweise dazu können neben der Starkregengefahrenkarte auch den im Rahmen des Klimaanpassungskonzeptes erstellen Betroffenheitskarten entnommen werden.		
b) Maßnahmenbeginn	Es muss eine Arbeitsgruppe mit den städtischen Akteuren gebildet werden. Aufgrund der Arbeitsbelastung der Akteure ist es wichtig, diese mit diesem Konzept nach Kräften zu unterstützen und ggf. Arbeit abzunehmen.		
c) Teilschritte & Meilensteine	Ermittlung überprägter Gewässer mit geringer Resilienz gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels, Abgleich mit den Betroffenheiten, Erfassung geeigneter Retentionsflächen, Analyse der Fließwege (ggf.), Konzepterarbeitung für Entwässerungsgräben (Bestandteile können neben der Aufwertung von Gräben auch die Berücksichtigung landwirtschaftlicher Flächen zur Erweiterung des System von Entwässerungsgräben im Ernstfall und Notabflusswegen (Gräben) zur Ableitung des Regenwassers in Gewässer oder geeignete Retentionsflächen sein), Anstoß und Umsetzung erster Maßnahmen aus dem Konzept.		
Ressourcenbedarf			Summe
	Umsetzungsdauer	● ● ● ● ● ●	
	initiale Kosten	● ● ● ● ● ○	
	Personalaufwand	● ● ● ● ● ○	
	Folge-/Betriebskosten	● ● ● ● ● ○	
Bearbeitung	teils intern, teils extern		
Initiator	Technische Betriebe WHV (TBW)		
Beteiligte Akteure	Fachbereich Umwelt- und Klimaschutz, Gebäude und Grundstücke WHV (GGS)		
Maßnahmenbewertung	Effektivität	● ● ● ● ● ○	
	Wirkungsdauer	● ● ● ● ● ○	
	begünstigte Personen	● ● ● ● ○ ○	
Legitimation	Die Abhängigkeit von Ratsbeschlüssen hängt vom Kostenrahmen einzelner Maßnahmen ab.		
Finanzierungsmöglichkeiten	Haushaltsmittel sind nicht eingeplant, Fördermittel müssen vorab akquiriert werden.		

Wechselwirkungen mit anderen Zielen & Maßnahmen	Es gibt Synergien mit der Starkregengefahrenanalyse der TBW.
Mögliche Hemmnisse & Zielkonflikte	Es kann zu Flächennutzungskonflikten und zu Konflikten durch Besitzverhältnisse kommen. Jede Teilmaßnahme bedeutet einen höheren Personalaufwand.
Anmerkungen	

Flächen für den Ausbau des Küstenschutzes zur Anpassung an den Meeresspiegelanstieg vorhalten		H 6.3	
Zielsetzung & Indikator SMART-Ziel?	Die Kommune Wilhelmshaven soll an die Folgen des steigenden Meeresspiegels angepasst und somit vor Schaden bewahrt werden.	3 	9 
Zielgruppe	Bürger*innen	14 	17 
Kurzbeschreibung	Der Küstenschutz soll eine präzisere Rolle in der Flächenplanung einnehmen. Dazu sind Dialoge mit den Fachakteuren vorgesehen, um auch weitere Möglichkeiten des Küstenschutzes zu evaluieren.		
a) Ausgangslage & Betroffenheit	Flächen für die Kleisicherung sind in der Findung und die Bestickhöhen werden regelmäßig vom NLWKN definiert.		
b) Maßnahmenbeginn	Bereits bestehende Dialogplattformen können stets genutzt werden, um sich zu diesen Themen auszutauschen und Vorschläge zu entwerfen.		
c) Teilschritte & Meilensteine	Inhaltliche Begleitung der Definition von bedarfsangemessenen Kleisicherungsflächen, Erörterung weiterer Möglichkeiten des Küstenschutzes (Deichvorland vergrößern zugunsten von Materialgewinnungsflächen/angepasstes Sedimentmanagement, Kompensationszwang bei Küstenschutzmaßnahmen prüfen, um den Küstenschutz zu entlasten, Deichschutzzonen erweitern um Platz für Klimadeiche mit deutlich größerer Grundfläche zu lassen, Nutzung der Deichschutzzonen prüfen).		
Ressourcenbedarf			Summe
	Umsetzungsdauer	●●●●●●	
	initiale Kosten	●○○○○○	
	Personalaufwand	●●○○○○	
	Folge-/Betriebskosten	●●○○○○	
Bearbeitung	teils intern, teils extern		
Initiator	Fachbereich Stadtplanung und Stadterneuerung		
Beteiligte Akteure	Fachbereich Umwelt und Klimaschutz (insb.: Untere Deichbehörde), Deichband & NLWKN, Gebäude und Grundstücke WHV (GGS)		
Maßnahmenbewertung	Effektivität	●●●○○○	
	Wirkungsdauer	●●●●●○	
	begünstigte Personen	●●●○○○	
Legitimation	Zur Umsetzung ist ein Ratsbeschluss nötig.		
Finanzierungsmöglichkeiten	Eine weitere Finanzierung ist zu diesem Zeitpunkt nicht notwendig.		
Wechselwirkungen mit anderen Zielen & Maßnahmen	Es gibt Wechselwirkungen mit dem aktuell in der Erstellung befindlichen neuen Flächennutzungsplan der Stadt Wilhelmshaven.		
Mögliche Hemmnisse & Zielkonflikte	Es kann zu Flächennutzungskonflikten kommen.		
Anmerkungen			

Informationskampagne "Was erwartet mich durch den Klimawandel und wie passe ich mich an?"		H 8.3	
Zielsetzung & Indikator SMART-Ziel?	Die Bevölkerung soll über lokale Klimaveränderungen informiert werden und ihr sollen Handlungsweisen zur Schadensvermeidung an die Hand gegeben werden.	3 	4 
Zielgruppe	Bürger*innen	10 	15 
Kurzbeschreibung	Die Sensibilisierung sowie die Beteiligung der Bevölkerung am Prozess der Klimaanpassung sollen gefördert werden. Das Bewusstsein für Problematik und regionale Betroffenheit soll geschaffen werden und Bürger*innen befähigt und motiviert werden, selbst zu handeln.		
a) Ausgangslage & Betroffenheit	Betroffenheiten variieren zwischen den Stadtgebieten und den Personengruppen ebenso, wie das Wissen zu den erwartbaren Klimafolgen. Daher besteht der Bedarf, möglichst viele verschiedene Personengruppen anzusprechen.		
b) Maßnahmenbeginn	Mit der Maßnahme kann sofort begonnen werden. Auslöser für die einzelnen Kampagnen sollte die jahreszeitliche Betroffenheit sein.		
c) Teilschritte & Meilensteine	Konkrete Formate/Kampagnen: "Wie passe ich mein Haus und Grundstück an den Klimawandel an", Wilhelmshaven bei Extremwetter ("Wilhelmshaven bei Hitze", "Wilhelmshaven bei (Stark-)Regen"), gezielte Informationen und Angebote für wohnungslose Menschen in Hitzeperioden schaffen und kommunizieren, Informationskampagne "Wie verhalte ich mich bei Extremwetter?", "Leitlinien und Handlungsempfehlungen zur Anpassung an den Klimawandel für soziale, medizinische und pflegerische Einrichtungen".		
Ressourcenbedarf			Summe
	Umsetzungsdauer	● ● ● ○ ○	
	initiale Kosten	● ○ ○ ○ ○	
	Personalaufwand	● ● ● ○ ○	
	Folge-/Betriebskosten	● ○ ○ ○ ○	
	Bearbeitung	intern	
Initiator	Klimaanpassungsmanagement		
Beteiligte Akteure	Fachbereich Kommunikation & Koordination		
Maßnahmenbewertung	Effektivität	● ● ● ● ○	
	Wirkungsdauer	● ● ● ○ ○	
	begünstigte Personen	● ● ● ● ●	
Legitimation	Das Vorhaben trägt zu den Zielsetzungen des Umweltinformationsgesetzes bei.		
Finanzierungsmöglichkeiten	Eine Abdeckung über den Haushalt sowie im Rahmen der Anschlussförderung ist möglich.		
Wechselwirkungen mit anderen Zielen & Maßnahmen	Wechselwirkungen mit anderen Informationskampagnen der Stadt, vor allem aus dem Bereich Klimaschutz, sind zu erwarten.		
Mögliche Hemmnisse & Zielkonflikte	Es müssen neue Wege der Kommunikation erschlossen werden, um die Klimakommunikation auch in Bevölkerungsgruppen zu tragen, die bisher nicht ausreichend einbezogen sind und an der Fortentwicklung teilhaben. Gegner*innen/Leugner*innen des Klimawandels könnten mobil werden und ebenfalls mobilisieren.		
Anmerkungen	https://www.marburg-biedenkopf.de/microsites/klimaschutz/team-klimaschutz-und-erneuerbare-energien/klimabildung/klima-dialog/klima-dialo.php		

1.14.4 Ideenspeicher

Neben den als Schlüsselmaßnahmen identifizierten und in Form von Maßnahmensteckbriefen dargestellten Maßnahmen, wurden in den oben genannten Beteiligungsformaten und Herleitungswegen auch Maßnahmen gesammelt, denen keine hohe Priorität zugeordnet wurde.

Der folgende Ideenspeicher wurde eingeführt, damit diese Maßnahmen, die aus verschiedenen Gründen nicht priorisiert wurden, sich aber potenziell für eine spätere Umsetzung eignen, bei der zukünftigen Entwicklung eines fortgeschriebenen Maßnahmenkataloges (siehe Kapitel 0) berücksichtigt werden können:

- Trinkflaschen an Schulen sponsern
- Anreize für eine klimaangepasste Gestaltung von Grünflächen und Gebäuden von Privatleuten und Unternehmen schaffen
- Dialog zwischen Stadt und Landwirtschaft zu den Folgen des Klimawandels und Maßnahmen zur Anpassung ausbauen und verstetigen
- (Frühkindliche) Bildungsangebote zum Klimawandel schaffen (Kitas, Schulen)
- Entwicklung eines Konzeptes zur Anpassung der Häfen an Sturmfluten und weiteren Extremwetterereignissen
- Maßnahmen zur Böschungssicherung entwickeln und umsetzen
- Gewässerrandstreifen Umsetzung des Niedersächsischen Weges
- Integrative Planung und Zusammenarbeit zum Schutz und zur Förderung der Resilienz von Grün- und Freiflächen gegenüber Hitze, Trockenheit und Extremwetterereignissen
- Fachbereichsübergreifende Risikoanalyse bei Extremwetterereignissen ausweiten
- Nutzung von Abwasser und Sielwasser
- Überwachung der Gewässerqualität und –quantität
- Betroffenheitsanalyse von kommunalen sozialen, medizinischen und pflegerischen Einrichtungen in Bezug auf Extremwetterereignisse durchführen und Anpassungsmaßnahmen umsetzen
- Tiny Forests schaffen
- Förderprogramm zur Anlage von Feuchtwiesen schaffen
- Ausbreitung invasiver Tier- und Pflanzenarten managen
- Intensivierung der Kommunikation mit den Sielachten, Deichverbänden und dem NLWKN zur Anpassung der Siel- und Schöpfwerke an den erhöhten Entwässerungsbedarf und Kommunikation mit lokalen Landwirtschaftsbetrieben

Verstetigungsstrategie

Der Klimawandel ist stetig voranschreitender Prozess und seine Auswirkungen werden sich in Zukunft perspektivisch weiter verstärken. Folglich ist auch die Klimawandelanpassung als gesamtgesellschaftliche Aufgabe nicht mit dem vorliegenden Konzept und den enthaltenen Schlüsselmaßnahmen beendet. Vielmehr muss sie kontinuierlich fortgeführt werden, um den Auswirkungen des Klimawandels auch in Zukunft noch adäquat begegnen zu können.

1.15 Ziele und Bausteine der Verstetigung

Ziel dieser Verstetigungsstrategie ist die dauerhafte Etablierung der Querschnittsaufgabe Klimaanpassung als fester Bestandteil in allen Planungs- und Entscheidungsprozessen in der Stadt Wilhelmshaven, sowie die Schaffung eines kontinuierlichen Austausches, der die Weiterentwicklung Klimaanpassung in Wilhelmshaven sicherstellt. Dies beinhaltet die Integration der Erkenntnisse zu Betroffenheiten durch den Klimawandel, der Handlungserfordernisse und der Schlüsselmaßnahmen aus dem Klimaanpassungskonzept in die alltägliche Arbeit der verschiedenen Fachbereiche. Dazu sollen bereits während der Erstellung des vorliegenden Konzeptes geschaffene Instrumente und Strukturen konsequent genutzt und weiterentwickelt werden. Außerdem sollen zukünftig weitere Bausteine angegangen werden, die in diesem Konzept und den Maßnahmen noch nicht explizit angesprochen wurden. Die Publikation „[Klimalotse](#)“ des Umweltbundesamtes (2022) benennt folgende wichtige Bausteine zum Erreichen des Ziels der Verstetigung der Klimaanpassung:

- **Strukturen verstetigen:** Das Klimaanpassungsmanagement (KAM) sollte personell und strukturell dauerhaft erhalten bleiben, um die Umsetzung des Klimaanpassungskonzeptes zu begleiten. Ein geeignetes Mittel dazu kann die Akquise von Fördermitteln sein. Die Hauptaufgaben des KAMs sollten in der fachlichen Unterstützung von Akteur*innen, der Vorbereitung, Planung und Umsetzung von Maßnahmen aus dem Maßnahmenkatalog sowie der Anwendung des Controlling- und des Kommunikationskonzeptes liegen. Als fester Bestandteil des KAMs sollte auch eine ressortübergreifende Arbeitsgruppe regelmäßig zusammenkommen, um über den Fortschritt in den jeweiligen Arbeitsfeldern zu berichten.
- **Netzwerke und Kooperationen erhalten und erneuern:** Bereits bei der Erstellung des Klimaanpassungskonzeptes begonnene Zusammenarbeiten und Netzwerke sollten fortgesetzt und ausgebaut werden. Diese und neue Netzwerke, ggf. unter direkter Beteiligung bestimmter Zielgruppen, die im Optimalfall ein intrinsisches Interesse an einer Zusammenarbeit im Themenkomplex Klimaanpassung aufweisen und über die notwendige (Personal-)Ressourcen verfügen, können bei der zukünftigen Maßnahmenumsetzung durch ihre Beteiligung helfen. Auch sollten Netzwerke zu Nachbarkommunen ausgebaut werden.
- **Politische Beschlüsse:** Politische Beschlüsse können die Verstetigung der Klimaanpassung unterstützen, indem sie Handlungsaufträge für die Verwaltung darstellen und dabei helfen können, finanzielle Ressourcen bereitzustellen. Erneute Beschlüsse künftiger fortgeschriebener Maßnahmenkataloge können der Klimaanpassung weiteren Rückenwind geben und haben eine Signalwirkung nach innen und außen.
- **Klimaanpassungsbelange bei kommunalen (Planungs-)Prozessen und Entscheidungsprozessen berücksichtigen:** Im Zuge des so genannten „Anpassungs-Mainstreaming“ sollen Aspekte der Klimaanpassung in die regulären und alltäglichen Prozesse der kommunalen (planerischen) Arbeit integriert werden. Eine besondere Stütze dabei sollten Best Practice-Beispiele aus anderen Kommunen sein. Ein möglicher Integrationspunkt für die Berücksichtigung der Klimaanpassung bei kommunalen Planungsprozessen sind der nachfolgende Baustein Bauleitplanung, der Stadtumbau sowie ein integriertes Stadtentwicklungskonzept. Außerdem sollte die

Klimaanpassung mit allen weiteren künftig entstehenden sektoralen Fachkonzepten wie z. B. Grün- und Freiflächenkonzepten verzahnt werden.

- **Klimaanpassung in die Bauleitplanung integrieren:** Da seit der Novelle des Baugesetzbuches (BauGB) von 2011 die Klimaanpassung als klares Ziel für die Bauleit- und Flächennutzungsplanung genannt wird, sollte die kommunale Bauleitplanung durch die Stadtplanung und das KAM hinsichtlich Möglichkeiten zur Klimaanpassung überprüft werden. Der Gesetzgeber gibt dafür verschiedene Werkzeuge an die Hand. Im Flächennutzungsplan können beispielsweise Überschwemmungsgebiete und aus Gründen der Klimaanpassung freizuhalten Gebiete dargestellt werden. Im rechtsverbindlichen Bebauungsplan gibt es darüber hinaus weitreichendere Möglichkeiten, Festsetzungen zugunsten der Klimaanpassung zu treffen. Dazu gehören beispielsweise Festsetzungen zum Hochwasserschutz, zur Begrenzung der Versiegelung und Sickerfähigkeit von teilversiegelten Flächen, für Grünflächen, für Bindungen an Bepflanzungen, zum Baumerhalt uvm.
- **Kommunale Satzungen:** Die Möglichkeit, kommunale Klimaanpassung mittels der Integration in bestehende und neue Satzungen (wie Baumschutzsatzung, Abwassersatzung, usw.) zu verankern, sollte geprüft werden.

1.16 Verstetigung der Klimaanpassung in Wilhelmshaven

Einige der identifizierten Schlüsselmaßnahmen zur Klimafolgenanpassung in Wilhelmshaven (Kapitel 1.14.3) tragen bereits aktiv zur Verstetigung bei. Insbesondere sind hier die Maßnahmen „Entsiegelungspotenziale auf Basis des Entsiegelungskatasters des Landes erheben und umsetzen“, „Stadtinternen Vorgabenkatalog zur Berücksichtigung der Klimaanpassung in der Bauleitplanung erstellen und etablieren“, „Klimawandelgerechte Kriterien für Leistungsverzeichnisse und Wettbewerbsverfahren ermitteln und etablieren“, „Satzungen für eine klimaangepasste Gestaltung von Grünflächen und Gebäuden von Privatleuten und Unternehmen entwickeln und einführen“ und „Leitfaden zur klimagerechten Anpassung vorhandener städtischer Liegenschaften erstellen und Hochbaustandards für kommunale Bauvorhaben entwickeln und einführen“ zu nennen. Darüber hinaus ist das in Kapitel 0 beschriebene Controlling-Konzept ein wichtiges Instrument, um die fortlaufende Evaluation der Klimafolgen für das Stadtgebiet zu sichern. Aus diesem Teilkonzept können auch weitere zukünftige Maßnahmen abgeleitet und entwickelt werden, die die langfristige Fortführung der Klimaanpassung in Wilhelmshaven ermöglichen. Wichtig ist aber auch, dass bei allen Bausteinen zur Verstetigung der Klimaanpassung in Wilhelmshaven auch die Ressourcenökonomie und Effizienz berücksichtigt werden. So dürfen die finanziellen aber vor allem auch personellen Ressourcen und Zeitkontingente nicht verschwendet werden und die Verstetigung der Klimaanpassung den Verwaltungsaufwand nicht signifikant erhöhen.

Im Folgenden soll näher auf bereits **vorhandenen und geplanten Vorhaben** im Bereich der Bausteine der Verstetigung der Klimaanpassung in Wilhelmshaven eingegangen werden.

Im Baustein der zu **verstetigenden Strukturen** gibt es bei der Stadt Wilhelmshaven bereits ein personell besetztes Klimaanpassungsmanagement. Es ist angestrebt die Stelle durch die Anschlussförderung zur Erstellung dieses Konzeptes zu finanzieren (Förderrichtlinie Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels: Förderschwerpunkt A.2 Umsetzungsvorhaben (Anschlussvorhaben)). Die Aufgaben des KAM sind dabei im Wesentlichen durch die Förderrichtlinie definiert und entsprechen den oben genannten aus dem Klimakompass. Dazu gehören insbesondere das Anstoßen und die Umsetzung der identifizierten Schlüsselmaßnahmen, das Einwerben von Fördermitteln für die Projekte der Klimaanpassung, die Durchführung des Controllings der Klimafolgen und der Maßnahmenwirksamkeit (siehe Kapitel 0), die Umsetzung des Kommunikationskonzeptes (Kapitel 0) sowie die künftige Auswahl weiterer Maßnahmen auf Basis der Ergebnisse des Controllings oder aus dem Ideenspeicher. Die Struktur einer ressortübergreifenden Arbeitsgruppe soll in Wilhelmshaven in der Form aufgebaut werden, als

dass sich das „Klima-Team“ innerhalb der Stadtverwaltung regelmäßig trifft und sich zu den aktuellen Tätigkeiten, Vorhaben und Problemen mit Bezug zur Klimaanpassung aber auch zum Klimaschutz austauscht. Anlassbezogen sollen dazu andere Akteure aus der Stadtverwaltung oder externe Akteure zum interdisziplinären Austausch eingeladen werden. Eine regelmäßige größere Gesprächsrunde würde zu viele Kapazitäten binden, die an wichtigeren Punkten der Beteiligung sinnvoller eingesetzt werden sollten.

Im Baustein der **Netzwerke und Kooperationen** ist insbesondere auf die bereits bestehende enge Zusammenarbeit mit dem Landkreis Friesland hinzuweisen. Diese fand besonders im Rahmen der Fachworkshops statt und hat mit der Maßnahme „Leistungsfähigen Biotopverbund entwickeln und umsetzen“ sogar zu einem gemeinsamen Vorhaben sowie mehreren gemeinsamen Betroffenheitskarten zu den Themen Meeresspiegelanstieg, Grundwasser, Bodenerosion, Zusatzwasserbedarf und Natur & Biodiversität geführt. In Zukunft soll diese Zusammenarbeit fortgeführt und in Form von gemeinsamen Aktionen weiter ausgebaut werden. Erweitert durch einen Erfahrungsaustausch mit anderen Kommunen ist so ein effizienter Wissenstransfer möglich. Neben diesen interkommunalen Netzwerken wurden im Rahmen der Erstellung des Klimaanpassungskonzeptes auch Netzwerke innerhalb der Verwaltung sowie zu lokalen und regionalen Fachakteuren aufgebaut. Dies hat es ermöglicht, die für die Umsetzung besonders wichtigen und motivierten Akteure zu identifizieren und diese in der Umsetzungsphase noch stärker einzubinden. Vorteile ergeben sich durch den profitablen Austausch von Daten, Ressourcen und Know-how sowie die Möglichkeit gemeinsam Vorhaben angehen zu können.

Die unmittelbaren **politischen Beschlüsse** durch den Rat der Stadt Wilhelmshaven sollen das Konzept, den dazugehörigen Katalog an Schlüsselmaßnahmen sowie die Anschlussförderung zur Umsetzung des Klimaanpassungskonzeptes umfassen. Diese Beschlüsse werden als Legitimierung und Handlungsauftrag für die künftige Arbeit des KAMs dienen. Zusätzlich wird in Zukunft für alle Maßnahmen, die eine größere Finanzierung oder anderweitige Ressourcen benötigen, ein weiterer Ratsbeschluss angestrebt werden. Auch alle erstellten Satzungen und Leitlinien sollen durch einen Beschluss ratifiziert und dadurch festgesetzt werden.

Im Baustein der Berücksichtigung der Klimaanpassung **bei kommunalen (Planungs-) Prozessen und Entscheidungsprozessen** ist zu nennen, dass bereits seit 2023 alle Beschlussvorlagen aus der Verwaltung hinsichtlich eines Bezuges zu und der Auswirkungen auf den Klimaschutz und die Klimafolgenanpassung bewertet werden. Dies soll Entscheidungsträger*innen und Akteur*innen zu mehr Bewusstsein für die Folgen des Klimawandels und zu einem angepassten Agieren animieren. Darüber hinaus werden die Vorgaben, Satzungen und Leitlinien, die im Rahmen der bereits genannten Schlüsselmaßnahmen entstehen sollen, wesentlich zur dauerhaften Verankerung der Klimafolgenanpassung in Wilhelmshaven beitragen. In Fachkonzepten findet bereits häufig eine Einbindung des KAM der Stadt Wilhelmshaven statt. Diese soll fortgeführt und in Zukunft weiter ausgebaut werden, auch damit das KAM einen Überblick über alle Vorgänge mit Klimaanpassungsbezug erhält. Außerdem ist die Integration der im Rahmen des Klimaanpassungskonzeptes erstellten Karten und sonstiger Daten mit Raumbezug in das städtische Geoinformationssystem der Stadt Wilhelmshaven (WebGIS) ein wichtiger Aspekt. Dadurch werden alle städtischen Mitarbeiter*innen direkten Zugriff auf die Daten haben, ohne einen Umweg über das KAM gehen zu müssen oder die Daten aufwändig im Klimaanpassungskonzept zu recherchieren. So sollen alle Mitarbeitenden für die räumlichen Klimafolgen sensibilisiert werden und die Möglichkeit erhalten, diese in ihrer täglichen Arbeit in den unterschiedlichsten Fachbereichen zu berücksichtigen.

Die Verstetigung der Klimaanpassung durch konsequente **Berücksichtigung in der Bauleitplanung** entspricht gänzlich der im Rahmen dieses Konzeptes identifizierten Schlüsselmaßnahme „Stadtinternen Vorgabenkatalog zur Berücksichtigung der Klimaanpassung in der Bauleitplanung erstellen und etablieren“. Zur Umsetzung sollen Best Practice-Beispiele herangezogen werden. Insbesondere in diesem

Baustein soll ein Synergieeffekt durch die gemeinsame Betrachtung von Klimaschutz und Klimaanpassung erzielt werden. Bis zur Umsetzung der Maßnahme erfolgt der Berücksichtigung der Klimafolgenanpassung weiter über Stellungnahmen im Rahmen der Beteiligung zur Bauleitplanung.

Der Baustein der Verstetigung der Klimafolgenanpassung über **kommunale Satzungen** wird vollständig von der Maßnahme „Satzungen für eine klimaangepasste Gestaltung von Grünflächen und Gebäuden von Privatleuten und Unternehmen entwickeln und einführen“ abgedeckt. Auch wenn der Maßnahmentitel vor allem Bürger*innen adressiert, sollen im Rahmen der Umsetzung auch bestehende städtische Satzungen überprüft und ggf. um Aspekte der Klimaanpassung erweitert werden.

Über diese Bausteine hinaus gibt es auch noch **weitere Möglichkeiten**, die Klimaanpassung in Wilhelmshaven zu verankern. Beispielhaft soll hier nur ein möglicher Denkanstoß gegeben werden, der darüber hinaus noch eine nach außen sichtbare Vorbildfunktion erfüllen kann. Es ist denkbar, in Zukunft eine Zertifizierung in Form des „[European Climate Adaption Award](#)“ (eca) anzustreben. Dabei handelt es sich um ein Management- und Zertifizierungssystem vergleichbar mit dem „European Energy Award“ (eea, vgl. European Climate Adaptation Award, 2025). Dies würde die Akzeptanz für das Thema in der Kommunalpolitik, bei den Bürger*innen, der lokalen Wirtschaft und bei den städtischen Mitarbeiter*innen durch die öffentliche Sichtbarkeit steigern und zugleich, durch verschiedene Stufen der Zertifizierung, dazu motivieren, die so genannte „Extrameile“ zu gehen, um in der Klimaanpassung den „Gold“-Standard zu erreichen.

Controlling-Konzept

Für eine erfolgreiche Umsetzung des vorliegenden Klimaanpassungskonzeptes ist ein effektives Controlling von entscheidender Bedeutung, um die weiteren klimatischen Veränderungen, ihre Auswirkungen und die Umsetzung von Maßnahmen systematisch zu erfassen, zu dokumentieren und zu bewerten. Zentral ist die Auswahl von passenden Indikatoren und eine Festlegung von Abläufen für die Erfassung und Aufbereitung der Daten. Bezüglich der Auswahl geeigneter Indikatoren sollen fortlaufend auch die bestehenden Monitoring- und Controlling-Konzepte des Landes Niedersachsen (Indikatorenblätter zum Klimafolgenmonitoringbericht für Niedersachsen 2023) und des Bundes (Indikatoren der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie) berücksichtigt werden.

Dieses Controlling-Konzept bietet einen strukturierten Ansatz, um die Umsetzung des Klimaanpassungskonzeptes fortlaufend zu überwachen sowie die Umsetzung und Effizienz der getroffenen Maßnahmen sicherzustellen. Durch eine präzise und transparente Kontrolle behält die Stadt Wilhelmshaven den Überblick über Änderungen, kann darauf aktiv reagieren und steigert somit die Resilienz, um die langfristige Anpassung an den Klimawandel kontinuierlich voranzutreiben. Nach ca. drei Jahren werden alle gesammelten Daten genutzt, um den Umsetzungsstand des Klimaanpassungskonzeptes und die Stadtstruktur gemeinsam zu evaluieren und die nächsten Schritte zu definieren. Das Controlling stellt somit eine Grundlage für eine regelmäßige Aktualisierung des vorliegenden Konzeptes dar. Das Controlling unterscheidet zwischen drei Säulen, die auf unterschiedliche Fragestellungen fokussieren. Die notwendigen Arbeitsschritte, Zeitschienen und Produkte sind in Abbildung 31 zusammengefasst.



Abbildung 31: Bausteine des Controlling-Konzeptes für die Stadt Wilhelmshaven (eigene Darstellung)

1.17 Monitoring der Ausgangslage

1.17.1 Klimamonitoring

Das Monitoring der Klimawandelndaten dient zum einen der Aktualisierung des Wissens um den Klimawandel und bietet zum anderen Zahlen und Fakten für die Sensibilisierung relevanter Akteur*innen und der Bevölkerung. Für das Monitoring der Klimawandelndaten wurde eine Auswahl von Indikatoren gewählt, die an das Klimamonitoring des Landes Niedersachsen anknüpfen.

Ablauf: Die genannten Indikatoren werden zu Beginn eines neuen Jahres für das vergangene Jahr ausgewertet und in einem ca. zweiseitigen Dokument zusammengefasst. Dieser Arbeitsschritt kann durch das Klimaanpassungsmanagement durchgeführt werden oder durch eine externe Dienstleistung unterstützt werden. Zu beachten ist hierbei, dass klimatische Trends erst ab einer längeren Betrachtung (i. d. R. 30 Jahre) abgeleitet werden können.

Tabelle 15: Beispielhafte Indikatoren für das Klimamonitoring (eigene Darstellung)

Indikatoren: Zustand	Exemplarische Datenquellen
Mittlere, Maximale, Minimale Lufttemperatur im Jahr	Lokale Werte (Climate Data Center des DWD),
Anzahl der Tropennächte pro Jahr ($T_{min} > 20\text{ °C}$)	Niedersächsisches Kompetenzzentrum Klimawandel (NIKO) und
Anzahl der Heißen Tage pro Jahr ($T_{max} > 30\text{ °C}$)	Landesweite/regionale Trends (Klimafolgenmonitoringbereich, erscheint nicht jährlich)
Anzahl der Sommertage pro Jahr ($T_{max} > 25\text{ °C}$)	
Auswertung der Hitzewarnungen seit 2005	
Anzahl der Frosttage pro Jahr	
Anzahl der Eistage pro Jahr	
Jahreszeitenniederschlagssummen	
Tage mit Niederschlägen $> 30\text{ mm}$ pro Jahr	
Bodenfeuchte	
Meeresspiegel	Hereon Meeresspiegelmonitor
Sturmfluten	Landesweite/regionale Trends (Klimafolgenmonitoringbereich, erscheint nicht jährlich)
Trockenperioden	

1.17.2 Veränderung der Stadtstruktur

Die Stadtstruktur wirkt sich auf das Stadtklima in Wilhelmshaven aus. Beispielsweise bestimmt die Bebauung, wo Kaltluft in die Siedlungen strömt und wo sich überwärmte Flächen befinden. Auch Faktoren wie Versickerung, Verdunstung und Retention in der Stadt werden maßgeblich von der Stadtstruktur bestimmt. Daher wird die Stadtstruktur im Rahmen des Controllings jährlich überprüft und Veränderungen erfasst. Während Messgrößen wie beispielsweise die Raten von Ver- und Entsiegelung quantitativ erfasst werden, werden andere Aspekte der Stadtstruktur qualitativ erhoben. Hierzu zählen beispielsweise Veränderungen stark frequentierter Orte, Flächennutzungsänderungen und die Etablierung klimaangepasster Flächen.

1.18 Fortschrittscontrolling

1.18.1 Klimawirkungsmonitoring

Eine Quantifizierung einzelner Klimarisiken und Klimafolgen über einen längeren Zeitraum lässt Rückschlüsse auf die Wirkung von umgesetzten Maßnahmen zu und gibt somit Hinweise auf die Erreichung der inhaltlichen Ziele. Da die Klimarisiken nicht vollständig abgebildet werden können und Veränderungen multikausal sein können, handelt es sich dabei um Stellvertreterindikatoren, sogenannte Proxyindikatoren (siehe Tabelle 16 bis Tabelle 20).

Ablauf: Die genannten Proxyindikatoren werden zu Beginn eines neuen Jahres für das vergangene Jahr gesammelt und in einem geeigneten Format strukturiert aufgeführt. Nach ca. fünf Jahren werden die Daten genutzt, um die bestehende Risikoeinschätzung zu aktualisieren und die Erreichung der Ziele einzuschätzen. Klimarisiken, die nicht quantifiziert werden können, sollten weiterhin qualitativ durch lokale Fachakteur*innen eingeordnet werden.

Tabelle 16: Klimawirkungsmonitoring im Cluster Wasser (eigene Darstellung)

Indikatoren: Auswirkung	Datenquelle	Zusammengefasstes Klimarisiko	Handlungserfordernis
Minimum, Mittel und Maximum des Grundwasserstandes	NLWKN	Veränderungen der Grundwasserhältnisse	Erhalt der Grundwasserneubildung
Niedrige Wasserstände oder trockengefallenen Gewässer/Gräben	Sichtkontrollen, Informationen, Pegelstände	Zu viel und zu wenig Wasser in Oberflächengewässern	Etablierung eines klimangepassten Wassermengenmanagements zur Anpassung an Abflussschwankungen (Oberflächengewässer) und verändertem Grundwasserangebot
Änderungen in der Wasserbilanz zugunsten einer stärkeren Entnahme Steigerung des lokalen Wasserbedarfs	Trinkwasserversorger (GEW), Stadt Wilhelmshaven (Untere Wasserbehörde)	Zunehmende Konflikte in Bezug auf die Wassernutzung	Konfliktprävention und -management in Bezug auf die Wassernutzung (Trinkwasser, Landwirtschaft, Industrie)
Minimum, Mittel und Maximum der Nitrat- und Phosphatkonzentration Anzahl der Tage mit Badeverbot aufgrund von Blaualgen	NLWKN , Stadt Wilhelmshaven (Gesundheitsamt, Untere Wasserbehörde), Klimafolgenmonitoringbericht (landesweiter Trend, erscheint nicht jährlich)	Verschlechterung des Gewässerzustandes	Erhalt der Gewässerqualität von Oberflächengewässern
Jährliche Kosten zur Reparatur von Sturmflutschäden an der Küste Materialbedarf für Deichbau Anpassung des Deichbesticks	NLWKN, Stadt Wilhelmshaven (Untere Deichbehörde), Wasser- und Bodenverbände	Gefährdung der Küsten und des Wattenmeeres	Schutz der Küste und des Wattenmeeres vor Schäden durch Sturmfluten und den Meeresspiegelanstieg

Tabelle 17: Klimawirkungsmonitoring im Cluster Infrastruktur (eigene Darstellung)

Indikatoren: Auswirkung	Datenquelle	Zusammengefasstes Klimarisiko	Handlungserfordernis
<p>Durch Extremwetterereignisse entstandene Kosten (Material, Dienstleistungen, Personalstunden) für</p> <ul style="list-style-type: none"> - die Reparatur und Wiederherstellung kritischer Infrastruktur und der Ver- und Entsorgungsinfrastruktur - die Reparatur und Wiederherstellung von privaten Gebäuden - die Reparatur städtischer Gebäude - die Reparatur und Wiederherstellung der Verkehrsinfrastruktur 	<p>Stadt Wilhelmshaven (TBW, Feuerwehr, GGS)</p>	<p>Beeinträchtigung der Wasserversorgung</p> <p>Steigender Unterhaltungsbedarf an wasserbaulichen Einrichtungen</p> <p>Beeinträchtigung des Energiesektors</p> <p>Schäden an Gebäuden durch Extremwetter</p> <p>Beeinträchtigung der Gebäudenutzung bei Hitze</p> <p>Beschädigung der Verkehrsinfrastruktur</p>	<p>Schutz kritischer Infrastrukturen und Sicherstellung der Funktionsfähigkeit der Ver- und Entsorgungsinfrastruktur bei Extremwetterereignissen</p> <p>Sensibilisierung privater Gebäudeeigentümer*innen und von Unternehmen für den Objektschutz gegenüber Klimaeinflüssen</p> <p>Schutz städtischer Gebäude vor Schäden durch Extremwetterereignisse</p> <p>Anpassung der Verkehrsinfrastruktur an Extremwetterereignisse</p>
<p>Pumpleistung der Schöpfwerke</p>	<p>Wasser- und Bodenverbände, Stadt Wilhelmshaven (Untere Deichbehörde)</p>	<p>Überlastung der Entwässerungsinfrastruktur</p>	<p>Anpassung der Siel-/Schöpfwerke an den erhöhten Entwässerungsbedarf bei gleichzeitig reduzierten Sielzeiten</p>
<p>Anzahl der Verkehrsunfälle bei Starkregen/Extremwetterereignissen</p> <p>Anzahl der Tage mit Ausfällen im ÖPNV in Wilhelmshaven an Tagen mit Extremwetter oder bedingt durch Extremwetterereignisse</p>	<p>Unfallstatistik der Polizei in Wilhelmshaven, Stadtwerke-Verkehrsgesellschaft Wilhelmshaven GmbH, Verkehrsverbund Ems-Jade, Nordwestbahn GmbH</p>	<p>Beeinträchtigungen im Verkehr</p> <p>Erhöhung der Unfallgefahr bei Sturm und Starkregen</p>	<p>Reduzierung der Beeinträchtigung des Verkehrs und Sicherung des Verkehrsablaufes bei Extremwetterereignissen</p>

Tabelle 18: Klimawirkungsmonitoring im Cluster Land und Landnutzung (eigene Darstellung)

Indikatoren: Auswirkung	Datenquelle	Zusammengefasstes Klimarisiko	Handlungserfordernis
<p>Wasserbedarf zur Bewässerung städtischer Bäume und Grünflächen sowie dadurch entstandene Kosten</p> <p>Entstandene Kosten zur Wiederherstellung hitze- oder extremwetterbedingter Schäden an städtischem Grün</p>	<p>Stadt Wilhelmshaven (TBW, Untere Naturschutzbehörde)</p>	<p>Beschädigung von Bäumen und Grünflächen</p> <p>Erhöhter Unterhaltungsbedarf städtischer Grünflächen</p>	<p>Schutz und Förderung der Resilienz von Grün- und Freiflächen gegenüber Hitze, Trockenheit und Extremwetterereignissen</p>
<p>Indikatoren hierfür müssen noch partizipativ entwickelt werden</p>	<p>Stadt Wilhelmshaven (TBW, Untere Naturschutzbehörde), Umweltverbände</p>	<p>Auswirkungen auf die Funktionen städtischer Grünflächen</p> <p>Beeinträchtigung und Veränderung der</p>	<p>Erhalt und Förderung der lokalen Biodiversität und der Ökosystemleistungen</p>

		Vegetation und Struktur von Ökosystemen	Beeinträchtigung der Bodenfunktionen	
Indikatoren hierfür müssen noch partizipativ entwickelt werden				Schutz und Erhalt von Feuchtgebieten und Feuchtwiesen
Vorkommen invasiver Arten Artenmonitoring	Stadt Wilhelmshaven (Untere Natur-schutzbehörde), Umweltverbände		Veränderung der Arten-zusammensetzung und Populationen	Eindämmung der Ein-schleppung und Verbrei-tung invasiver Tier- und Pflanzenarten ☒
Durch Extremwetterereignisse entstandene Kosten und Ernteaussfälle	Landwirtschaftskammer, Kreislandvolk		Schäden an landwirt-schaftlichen Flächen und Infrastrukturen durch Trockenheit und Hochwasser	Schutz landwirtschaftlicher Flächen und Infra-strukturen vor Schäden durch Trockenheit und Hochwasser
Ernteertrag pro Sorte	Erntebericht Deutschland des BMEL, Bodennutzung und Ernte in Niedersachsen		Rückgang von Ertrag und Qualität der Ernte-produkte	Sicherung des Ertrags und der Qualität von Ernteprodukten bei schwankender Wasser-verfügbarkeit
Indikatoren hierfür müssen noch partizipativ entwickelt werden	Landwirtschaftskammer, Kreislandvolk, Veterinäramt JadeWeser		Herausforderungen in der Tierhaltung und Fi-scherei	Anpassung der Tierhal-tung und Fischerei an steigende Temperaturen
Indikatoren hierfür müssen noch partizipativ entwickelt werden	Stadt Wilhelmshaven (Untere Natur-schutzbehörde)		Beeinträchtigung der Vi-talität und Funktion von Wäldern	Langfristiger Schutz der Vitalität und Funktion von Wäldern

Tabelle 19: Klimawirkungsmonitoring im Cluster Gesundheit (eigene Darstellung)

Indikatoren: Auswirkung	Datenquelle	Zusammengefasstes Klima-risiko	Handlungserfordernis
Hitzebedingte Einweisungen in Krankenhäuser Hitzebedingte Todesfälle	Stadt Wilhelmshaven (Gesundheitsamt), Klinikum Wilhelmshaven, Friesland Kliniken gGmbH, RKI, Klimafolgenmonitoringbe-richt (landesweiter Trend, erscheint nicht jährlich)	Hitzebelastung der Bevölke-rung	Erhalt und Verbesserung des thermischen Komforts sowie Schutz der Bevölke-rung vor Hitzestress
Indikatoren hierfür müssen noch partizipativ entwickelt werden	Stadt Wilhelmshaven (Gesundheitsamt, Fachbereich Soziales)	Belastung sozialer (Infra-) Strukturen durch Extremwetterereignisse	Besonderer Schutz vul-nerabler Bevölkerungsgrup-pen und sozialer Einrichtun-gen vor Belastungen durch die Auswirkungen des Kli-mawandels
Technische Hilfsleistung der Feuerwehr in der Kategorie Wasser- und Sturmschäden	Stadt Wilhelmshaven (Feu-erwehr), THW	Beeinträchtigung des Bevöl-kerungsschutzes während Extremereignissen	Sicherstellung der Funkti-onsfähigkeit von Gesund-heitseinrichtungen und Ret-tungsdiensten während und nach Extremereignissen
Auftreten lokal "neuer" Krankheiten und Überträger Vermehrtes Auftreten von Krankheiten, die im Bezug zum Klimawandel stehen	Stadt Wilhelmshaven (Gesundheitsamt, Fachbereich Soziales)	Zunahme von Krankheiten	Information der Öffentlich-keit über lokale Anpas-sungsmöglichkeiten an die Folgen des Klimawandels

Tabelle 20: Klimawirkungsmonitoring im Cluster Wirtschaft (eigene Darstellung)

Indikatoren: Auswirkung	Datenquelle	Zusammengefasstes Klimarisiko	Handlungserfordernis
Indikatoren hierfür müssen noch partizipativ entwickelt werden	Stadt Wilhelmshaven (Fachbereich Wirtschaft und Regionalmanagement), Wirtschaftsförderungsgesellschaft Wilhelmshaven mbH, Industrie- und Handelskammer	Beeinträchtigung der Wirtschaftsleistung	Verbesserung der Arbeitsbedingungen in Gebäuden sowie für Tätigkeiten im Freien in Hitzeperioden
Anzahl und Anteil der aufgrund von Extremwetterereignissen beeinträchtigten oder abgesagten öffentlichen Freiluftveranstaltungen pro Jahr	Stadt Wilhelmshaven (Fachbereich Kommunikation & Koordination), Wilhelmshavener Touristik und Freizeit GmbH (WTF)	Beeinträchtigung von Tourismus- und Freizeitangeboten	Gewährleistung attraktiver Tourismus- und Freizeitangebote bei Hitze und weiteren Extremwetterereignissen
Durch Sturmfluten entstandene Schäden in Euro an der Hafeninfrasturktur und in Bezug auf Güter	Hafenbetreibende Unternehmen und Gesellschaften	Beschädigung an Gütern, dem Betriebsgelände und der Infrastruktur am Hafen Einschränkung der Hafenvverkehrslogistik	Schutz der Häfen vor Schäden und Verkehrseinschränkungen durch Sturmfluten und Extremwetterereignissen

1.18.2 Maßnahmenumsetzung

Die Umsetzung der Schlüsselmaßnahmen wird jährlich anhand der definierten Umsetzungsschritte in geeigneter Form dokumentiert. Zusätzlich werden Indikatoren erfasst, die die Umsetzung der räumlichen Änderungen abbilden (Beispiele siehe Tabelle 21). Darüber hinaus sind den Schlüsselmaßnahmen Erfolgsindikatoren zugewiesen, die ebenfalls jährlich erfasst und dokumentiert sowie alle fünf Jahre evaluiert werden. Hierin ist inbegriffen, ob die Umsetzung der Maßnahme bereits begonnen wurde.

Tabelle 21: Erfolgsindikatoren für die Erfassung räumlicher Änderungen (eigene Darstellung)

Indikatoren: Reaktion	Datenquelle
Anzahl neu geschaffener Abfluss- und Retentionsräume	Stadt Wilhelmshaven
Entsiegelte Fläche und Jahresbilanz der kommunalen Neuversiegelung in m ²	
Anzahl neu gepflanzter Bäume	
Fläche begrünter Fassaden und Dächer	

Zusätzlich zu den inhaltlichen Zielen soll auch der Fortschritt der Verstetigung der Klimaanpassung in der Stadt Wilhelmshaven sowie der Fortschritt in der (Klima-)Kommunikation dokumentiert werden. Hierzu werden als Kernindikatoren insbesondere die neu geschaffenen oder verbesserten methodischen und informatorischen Instrumente zusammengestellt. Dazu gehören unter anderem angepasste Prozesse und Strukturen in der Stadtverwaltung, neue oder weiterentwickelte Informationsmöglichkeiten für Bürger*innen sowie eine Erfassung der insgesamt durch Öffentlichkeitsarbeit und Sensibilisierungsmaßnahmen erreichten Personen.

Methodisch liegt dem Controlling der Maßnahmenumsetzung das Input-Output-Outcome-Impact (IOOI)-Wirkmodell zugrunde. Beim Input handelt es sich um eine Auflistung der Ressourcen, die für die Maßnahmenumsetzung benötigt wurden. Dazu können sowohl personelle- und finanzielle Ressourcen gehören als auch Know-how o. Ä.. Messbar wird dieser Parameter beispielsweise durch eine entsprechende Buchhaltung und notwendige Vorbereitungsmaßnahmen. Die Parameter Output, Outcome und Impact stehen auf der Ergebnisseite der Maßnahme. Mit dem Parameter Output werden die

konkreten Ergebnisse beziehungsweise Produkte der zu evaluierenden Maßnahme erfasst. Ermittelt wird der Output beispielsweise anhand einer entsprechenden Maßnahmendokumentation und Verwendungsnachweisen für die Ressourcen des Inputs. Der Parameter Outcome gibt die unmittelbare Wirkung der Maßnahme an. Darunter wird auf der einen Seite die direkte Wirkung auf die Zielgruppe und auf der anderen Seite die räumliche Wirkung im direkten Einflussbereich der Maßnahme verstanden. Indikatoren zur Definition des Outcomes können beispielsweise Befragungen und Reaktionen, aber auch messbare Veränderungen der Belastung durch den Klimawandel sein. Der letzte Parameter Impact betrachtet die langfristige Wirkung im größeren Kontext. Er beschreibt also, ob die Maßnahme dazu beigetragen hat, die langfristigen Anpassungsziele zu erreichen. Vorher-Nachher-Analysen, Projektevaluationen, Zeitreihenanalysen und empirische Erhebungen sind Beispielinstrumente, die für die Erhebung des Impacts herangezogen werden können. Um den Input, Output, Outcome und Impact einer Maßnahme regelmäßig evaluieren zu können, sollten entsprechende Messmethoden idealerweise vor Maßnahmenbeginn vorbereitet werden. Maßnahmenspezifische Erfolgsindikatoren sind in den Maßnahmensteckbriefen der Schlüsselmaßnahmen gelistet.

Die IOOI-Methode wurde zum Maßnahmencontrolling um den Aspekt der Umsetzung erweitert, um über das Wirkungsmonitoring hinaus den Stand der Umsetzung sowie bei der Umsetzung entstandene Hindernisse zu überwachen. So ist ein Learning für die zukünftige Umsetzung von Maßnahmen möglich. Dazu soll in diesem Parameter erfasst werden, welche Umsetzungsschritte bereits durchgeführt wurde und welche noch bevorstehen. Auch soll auf Probleme bei der Umsetzung sowie auf Aspekte, die gut funktioniert haben, hingewiesen werden.

Für das Monitoring der konkreten Maßnahmen soll das Maßnahmen-Kontrollblatt (siehe Kapitel A.8 im Anhang) verwendet werden. Im ersten Schritt zur Erstellung des individuellen Wirkungsmodells wird die Maßnahme beschrieben. Im Anschluss werden die fünf Parameter Input, Umsetzung, Output, Outcome und Impact für die Maßnahme erfasst. Für die Erhebung ist das KAM verantwortlich. In regelmäßigen Feedbackrunden mit allen an der Maßnahmenumsetzung Beteiligten werden der Stand und der Verlauf der Umsetzung sowie die Wirkung der Maßnahme nach der IOOI-Methode reflektiert und das Maßnahmen-Kontrollblatt entsprechend ausgefüllt. Zudem wird geprüft, ob die entsprechenden Maßnahmen weiterhin relevant sind.

1.18.3 Umsetzung des Controllings

Für die Umsetzung des Controllings ist das KAM verantwortlich. Dabei kann die Erhebung der dargestellten verwaltungsinternen und -externen Indikatoren sukzessive aufgebaut werden. Die bereits identifizierten Datenquellen müssen dementsprechend schrittweise um weitere Datenquellen ergänzt werden. Dem kommt zugute, dass die Verfügbarkeit klimawandelbezogener Daten stetig zunimmt. Alle Daten werden jährlich erhoben und in die oben beschriebenen Produkte überführt. Der mit dem Controlling verbundene Zeitaufwand für das KAM liegt initial bei ungefähr 15 Arbeitstagen pro Jahr und anschließend bei ca. zehn Arbeitstagen pro Jahr.

Die Berichtserstattung sollte im Wesentlichen auf drei Reichweiteebenen erfolgen. Verwaltungsintern soll die Berichterstattung in der zu schaffenden ressortübergreifenden Arbeitsgruppe (siehe Verstärkungsstrategie in Kapitel 0) sowie innerhalb der Abteilung Klimaschutz („Klima Team“) quartalsweise erfolgen. Auf der politischen Ebene soll der zuständige Fachausschuss regelmäßig informiert werden. Aktuell handelt es sich dabei um den UKLB (Ausschuss für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Brandschutz) in Wilhelmshaven. Das politische Gremium sollte einmal im Jahr über den Fortgang informiert werden. Da die Umsetzung der meisten Maßnahmen ohnehin einen vorherigen politischen Beschluss erfordert, werden die Gremien auch auf diesem Weg über den Beginn neuer Maßnahmen informiert. Die Öffentlichkeit soll vor allem über die Internetseite regelmäßig informiert werden. Hier sollen alle Informationen und Ergebnisse des Controllings zur Verfügung gestellt werden, sobald diese

vorliegen. Darüber hinaus soll bei allen kommenden Veranstaltungen ein kurzer Überblick gegeben werden, um auch direkt über die Fortschritte zu informieren. Aus diesem Grund ist die Festlegung eines Intervalls hier nicht zielführend.

Kommunikationsstrategie

Der Klimawandel stellt eine der größten Herausforderungen des 21. Jahrhunderts dar. Extremwetterereignisse, wie die Flutkatastrophe im Ahrtal 2021 oder auch das Hochwasser in Norddeutschland im Winter 2023/2024, veränderte Niederschlagsmuster und steigende Temperaturen beeinflussen bereits heute zahlreiche Lebens- und Wirtschaftsbereiche und sind in den letzten Jahren vermehrt in den Fokus der überregionalen Berichterstattung gerückt. Neben Maßnahmen zur Reduktion von Treibhausgasemissionen gewinnen Strategien zur Anpassung an die bereits spürbaren und zukünftigen Folgen des Klimawandels medial an Aufmerksamkeit. Aufgrund von regional variierenden Betroffenheiten unterscheiden sich jedoch auch die adäquaten Maßnahmen stark voneinander.

Um die erarbeiteten Betroffenheiten und Maßnahmen mit lokalem Bezug in die Stadtgesellschaft zu tragen und zu erläutern, ist ein wirkungsvolles Kommunikationskonzept essenziell. Es soll Verständnis, Akzeptanz und aktive Mitwirkung aller relevanten Akteur*innen in der Gesellschaft fördern, indem es Wissen über Risiken und Handlungsmöglichkeiten vermittelt, Vertrauen in Maßnahmen stärkt und den Dialog zwischen Politik, Verwaltung, Wissenschaft, Wirtschaft und Bevölkerung anregt. Dabei müssen unterschiedliche Zielgruppen mit ihren spezifischen Informationsbedürfnissen und Kommunikationsgewohnheiten berücksichtigt werden.

1.19 Zuständigkeiten

Das Klimawandelanpassungsmanagement (KAM) gestaltet die Kommunikation und Beteiligung zur Klimaanpassung in enger Abstimmung und Zusammenarbeit mit Fachbereich 13 „Kommunikation und Koordination“ und bindet bei Bedarf weitere Fachbereiche ein.

1.20 Ziele der Kommunikation

Die Kommunikation zur Anpassung an den Klimawandel in Wilhelmshaven hat das Ziel, eine erfolgreiche Umsetzung des Klimaanpassungskonzeptes der Stadt Wilhelmshaven zu unterstützen sowie auf die langfristige Implementierung der Klimaanpassung in das lokale Denken und Handeln hinzuwirken. Erreicht werden können diese langfristig resilienten Strukturen in der Stadt Wilhelmshaven nur durch gemeinsame Aktivitäten vieler Akteure*innen notwendig. Dazu ist es erforderlich, dass die lokalen Auswirkungen des Klimawandels sowie die Aktivitäten der Stadt für Stadtgesellschaft und nicht zuletzt für die Kommunalpolitik nachvollziehbar sind und dadurch Akzeptanz finden. Folglich sollen die Anpassungsmaßnahmen gesellschaftlich unterstützt und die Stadtgesellschaft zu eigenem Handeln inspiriert werden. Erreicht werden kann dies durch eine kontinuierliche, transparente und wissenschaftsorientierte Kommunikation, die gezielt auf die unterschiedlichen Zielgruppen ausgerichtet ist und ihnen die Möglichkeit bietet, an der Klimaanpassung zu partizipieren.

Im Wesentlichen gibt es in der Kommunikation zur Klimawandelanpassung zwei übergeordneten Themenkomplexe. Diesen lassen sich alle Ziele der Kommunikation zuordnen:

1. Informationen zum Klimawandel
2. Strategien und Maßnahmen

Zum Themenkomplex „Informationen zum Klimawandel“ gehören alle Ziele, die noch nicht auf Handlungsweisen ausgerichtet sind, und vor allem dazu dienen sollen, den Zielgruppen Wissen zum Klimawandel und seinen Folgen in der Stadt Wilhelmshaven zu vermitteln. Konkret lauten die Ziele dieses Themenkomplexes:

- **Differenzierung:** Häufig werden die Begriffe Klimaschutz und Klimaanpassung fälschlich synonym verwendet. Es ist daher wichtig die Unterschiede und insbesondere die unterschiedlichen Wirkungsweisen des Klimaschutzes und der Klimaanpassung darzustellen. Während der

Klimaschutz lokale Treibhausgasemissionen reduziert, um den globalen Klimawandel abzumildern, reagiert die Klimawandelanpassung auf die lokalen Folgen des Klimawandels. Der Klimawandel agiert also lokal für eine globale Wirkung während die Klimawandelanpassung lokal wirkt, um auf die globale Veränderung zu reagieren. Naturgemäß haben diese Themenbereiche dennoch viele Überschneidungen und Synergien und sollten zumeist zusammen betrachtet werden.

- **Information:** Zielgruppengerechte Informationen zum Klimawandel, den Auswirkungen auf Wilhelmshaven, das Stadtgebiet und die Bürger*innen sollen verbreitet werden. Dazu gehören die bisherigen und bereits stattfindenden Auswirkungen ebenso wie die zukünftig zu erwartenden.
- **Sensibilisierung:** Die Zielgruppen sollen ein Problembewusstsein entwickeln, indem sie für die konkreten Betroffenheiten und Risiken des Klimawandels (siehe Kapitel 0) für die verschiedenen Teile der Gesellschaft sensibilisiert werden.

Der Themenkomplex „Strategien und Maßnahmen“ umfasst alle Ziele der Kommunikation, die mit der aktiven Anpassung an die Folgen des Klimawandels zu tun haben. Dabei ist es unerheblich, von wem diese Aktivitäten ausgehen:

- **Information:** Die Zielgruppen sollen über die Aktivitäten und Maßnahmen der Stadt Wilhelmshaven, die einen Bezug zur Klimaanpassung leisten und die Bürger*innen dadurch schützen, informiert werden.
- **Akzeptanz:** Bei den Zielgruppen soll die Akzeptanz der Tätigkeiten und Vorhaben erzielt werden, indem neben der Notwendigkeit insbesondere auch die ökonomischen, ökologischen und sozialen Vorteile vermittelt werden.
- **Unterstützung und Beteiligung:** Die Zielgruppen sollen angeregt werden, aktiv mitzuwirken und die Maßnahmenumsetzung zu unterstützen, indem sie z. B. Anregungen und Hinweise, aber auch Kritik einbringen.
- **Handlungsmöglichkeiten:** Es sollen für alle Zielgruppen Handlungsmöglichkeiten aufgezeigt werden, um negative Folgen des Klimawandels zu vermindern.
- **Anregung und Motivation:** Es soll eine intrinsische Motivation geweckt werden, selbst über Möglichkeiten der Klimaanpassung im eigenen beruflichen und sozialen Umfeld nachzudenken und diese umzusetzen.

1.21 Kommunikationskanäle zur Ansprache der Zielgruppen:

Um die verschiedenen Zielgruppen zu erreichen, bieten sich verschiedene Formate und Kommunikationskanäle an. Die Wahl der Kanäle ist abhängig von der sozialen Gruppe, dem Alter und dem Thema sowie dem gewünschten Grad des Austausches. Eine Ansprache durch mehrere Kommunikationskanäle hat sich als besonders zielführend erwiesen. Bei allen Kommunikationskanälen ist eine möglichst weitgehende Barrierefreiheit anzustreben.

- **Pressearbeit und Berichterstattung:** In enger Zusammenarbeit mit dem Fachbereich Kommunikation & Koordination sollen Pressemitteilungen und Pressetermine mit der Wilhelmshavener Zeitung (WZ) sowie gegebenenfalls lokalen Radiosendern wie dem Radio Jade zu einer verstärkten Berichterstattung und Sichtbarmachung des Themas Klimawandel und Klimawandelanpassung führen. Dazu sollen Medienvertreter*innen auch verstärkt zu Veranstaltungen eingeladen werden. Auch anlassbezogene Spotlights zu Themenschwerpunkten wie erwarteten Wetterextremen sind hier denkbar.
- **Webseite:** Die Webseite der Stadt zum Thema Klimaanpassung soll eine zentrale Rolle in der Kommunikation einnehmen. Neben den o. g. Pressemitteilungen soll auf der Webseite

regelmäßig über Aktivitäten des Klimaanpassungsmanagements sowie die Evaluation und Fortschreibung des Klimaanpassungskonzeptes berichtet werden.

Außerdem soll die Webseite Hintergrundinformationen in Form von eigenen und auch von anderen Stellen zur Verfügung gestellten Informationen zum Klimawandel und verschiedenen Anpassungsmöglichkeiten möglichst umfassend und gebündelt für die breite Öffentlichkeit sowie auch Fachakteure zur Verfügung stellen. Dazu gehören auch Leitfäden, Drucksachen sowie die im Rahmen des Klimaanpassungskonzeptes erstellten Karten und zukünftige weitere Ergebnisse. Zu den externen Informationsquellen können beispielsweise die Seiten des [Umweltbundesamtes](#), des [Zentrums Klimaanpassung](#), des [Niedersächsischen Kompetenzzentrums Klimawandel](#) und des [Deutschen Wetterdienstes](#) gehören. Auch Beteiligungsformate sollen über die Webseite möglich sein.

- **Social Media:** Die städtischen Kanäle auf den sozialen Medien können die Reichweite stark erhöhen und bieten zugleich eine Möglichkeit des Austausches. Hier sind insbesondere die vom Fachbereich Kommunikation & Koordination betreuten reichweitestarken Kanäle auf Instagram und Facebook zu nennen. Mitschnitte von Veranstaltungen sollen auch auf dem städtischen YouTube-Kanal hochgeladen werden, um auch Interessierten, die nicht vor Ort sein konnten, eine Teilhabe zu ermöglichen.
- **Intranet:** Für die kommunalen Mitarbeiter*innen gibt es ein Intranet. Darüber kann das Kollegium Informationen zur Klimaanpassung erhalten und zum Mitwirken animiert werden.
- **Veranstaltungen:** Vor-Ort-Veranstaltungen und in reduziertem Maße auch Onlineveranstaltungen ermöglichen eine intensive und unmittelbare Form, um mit den Zielgruppen in den direkten Austausch zu kommen. Auf Veranstaltungen kann das KAM informieren und die Zielgruppe zu eigenen Aktivitäten animieren. Eigens organisierte Veranstaltungen wie beispielsweise Hitzeaktionstage, Filmvorführungen oder Diskussionen können Aufmerksamkeit schaffen. Denkbar ist auch die Teilnahme an Festen wie dem „Wochenende an der Jade“, dem Naturkarussell, dem Ernte-Dank-Fest und ähnlichem in Form von Informations- und Aktivitätsständen. Auch ein Infostand auf Messen wie beispielsweise der „Pflege- & Gesundheitsmesse“ ist möglich. Synergien können sich hier insbesondere durch die Zusammenarbeit mit den Themen Klimaschutz, Nachhaltigkeit und Fairtrade ergeben.
- **Vorträge:** Vorträge in politischen Gremien sowie Einladungen zu Vorträgen in anderen Rahmen sollen für Sachstandsinformationen dienen. Diese können zu aktuellen Maßnahmen, für Evaluationsergebnisse aus dem Controlling-Konzept (siehe Kapitel 0) sowie zielgerichtete Information zu angefragten Themen genutzt werden.
- **Ansprache von Multiplikatoren:** Viele Zielgruppen oder Teile von Zielgruppen sind bereits in Strukturen aktiv. Die Strukturen von Multiplikatoren zu nutzen, ist gleichzeitig ein einfaches wie effektives Mittel. Die Zielgruppe kennt die Multiplikatoren und die Kommunikationskanäle bestehen. Denkbar sind unter anderem Impulse in Mitgliederversammlungen oder anderen Veranstaltungen. Mögliche Multiplikatoren können unter anderem sein: Schulen, soziale Träger wie der AWO Kreisverband Wilhelmshaven/Friesland e. V. und DRK-Kreisverband Wilhelmshaven e.V., der Kreislandvolkverband Friesland e.V., Wohnbaugenossenschaften und Bauvereine oder Arbeitgeberverbände.
- **Flyer und Broschüren:** Insbesondere in Kombination mit anderen Kommunikationswegen können Flyer und Broschüren als „Take-Home-Message“ dafür sorgen, dass Informationen und Anregungen nachhaltig an die Zielgruppen gebracht werden und auch im Nachgang nochmals über die Thematik gesprochen wird. Die Inhalte sollten übersichtlich und gut verständlich dargestellt werden, um allen Zielgruppen eine schnelle Informationsgewinnung zu ermöglichen.
- **Plakate und städtische Anzeigetafeln:** Plakatwerbung kann eine große Sichtbarkeit im städtischen Raum schaffen und unterschiedlichste Zielgruppen erreichen. Aus Kostengründen sowie

um Aufmerksamkeit zu erregen, eignet sich dieser Kanal vor allem für kurzfristige, punktuell konzentrierte Informationskampagnen wie z. B. zu Aktionswochen.

- **Gesprächsangebote:** Das KAM soll für alle Zielgruppen für individuelle Gespräche bereitstehen, um so gezielt auf die Bedürfnisse eingehen zu können.

1.22 Zielgruppen

Die Kommunikation im Rahmen der Klimaanpassung richtet sich an unterschiedliche Zielgruppen, die über die verschiedenen Kommunikationskanäle und mit unterschiedlichen Zielsetzungen angesprochen werden sollen. Dabei ist besonders zu beachten, dass die Zielgruppen in Teilen bereits über ein gutes Wissen zum Klimawandel und den Anpassungsmöglichkeiten verfügen. Die Kommunikation umfasst dabei sowohl die verwaltungsinterne Kommunikation wie auch eine Adressierung von Akteur*innen und Bürger*innen im Stadtgebiet und darüber hinaus. Die Zielgruppen für die Kommunikation zur Klimaanpassung und die ihnen zuzuordnenden Ziele und Kommunikationskanäle in der Stadt Wilhelmshaven lassen sich wie folgt differenzieren:

- **Bürger*innen:** Zahlreiche Maßnahmen betreffen die breite Bevölkerung wie z. B. Gebäudeeigentümer*innen, private Haushalte, Kinder und Jugendliche wie auch ältere Menschen. In der Kommunikation mit Bürger*innen wird die Erfüllung aller zuvor genannten Ziele angestrebt. Somit sollen die Bürger*innen ausführlich über den Klimawandel und seine Folgen informiert werden, einen Überblick und die Möglichkeit zur Teilhabe an Maßnahmen erhalten sowie zum eigenen Handeln inspiriert werden. Geeignete Kommunikationskanäle dafür sind insbesondere die Pressearbeit, die Webseite und Social Media, aber auch Veranstaltungsformate sowie Flyer und Broschüren.
- **Politische Vertreter*innen:** Der Stadtrat und seine Gremien sind von besonderer Bedeutung für die Maßnahmengestaltung, Beschlussfassung und Finanzierung. Hier ist besonders der Ausschuss für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Brandschutz (UKLB) relevant. Ziel der Kommunikation mit den politischen Vertreter*innen ist vor allem die fortlaufende Sensibilisierung für den Klimawandel und seine Folgen, sowie die Information über und das Einwerben von Akzeptanz für städtische Tätigkeiten zur Anpassung an den Klimawandel. Geeignete Kommunikationskanäle sind insbesondere Vorträge und die Website der Stadt.
- **Stadtverwaltung:** Städtische Mitarbeitende sind eine große und wichtige Zielgruppe, weil das Klimaanpassungskonzept im Schwerpunkt ein städtisches Konzept ist. Der Vorteil ist, dass die Mitarbeitenden bereits organisiert sind und häufig bereits persönliche Kontakte bestehen. Ziele in der Kommunikation mit der Stadtverwaltung sind, ähnlich wie bei der Kommunikation mit politischen Vertreter*innen, die fortlaufende Sensibilisierung für den Klimawandel und seine Folgen, sowie die Information über und das Einwerben von Akzeptanz für städtische Aktivitäten zur Anpassung an den Klimawandel. Hinzu kommt noch das Anregen von Beteiligung und das Aufzeigen von Handlungsmöglichkeiten für die eigenen Arbeitsfelder. Um diese Ziele zu erreichen, bieten sich als Kommunikationskanäle vor allem das städtische Intranet sowie die Website und individuelle Gespräche an.
- **Fachakteur*innen:** Fachakteur*innen sind Personen und Personengruppen, die mit ihrer beruflichen oder privaten Tätigkeit mit dem Klimawandel und seinen Folgen befasst sind und in ihrer Position die Möglichkeit haben, Maßnahmen anzustoßen oder zu unterstützen. Zu dieser Zielgruppe werden auch Multiplikatoren wie Vereine, Netzwerke, Verbände und Unternehmen gezählt, die eine wichtige Funktion sowohl als Mittler*in als auch als eigenständige Interessensvertretung spielen. Ziele in der Kommunikation mit den Fachakteur*innen sind ebenso vielfältig wie mit den Bürger*innen. Insbesondere sollen aber Handlungsmöglichkeiten für das eigene Handeln aufgezeigt werden und die Mitwirkung an städtischen Maßnahmen angeregt

werden. Zu bevorzugende Kommunikationskanäle mit den Fachakteuren sind Veranstaltungen, Vorträge und individuelle Gesprächsangebote.

1.23 Kommunikationsanlässe

Neben konkreten Zielgruppen, Botschaften und Kanälen, braucht es das richtige Timing, damit Kommunikation wirkt. Für das richtige Timing können konkrete Anlässe notwendig sein. Konkrete Kommunikationsanlässe sind beispielsweise:

- **Meilensteine in Maßnahmenumsetzung:** Der Beschluss von Maßnahmen kann Anlass sein, in der Bevölkerung für Akzeptanz zu werben und die geplanten Schritte transparent darzustellen. Auch Meilensteine in der Umsetzung (Abschluss einzelner Bausteine) oder die Fertigstellung von Maßnahmen bieten Gelegenheiten die Maßnahmen und daraus resultierende Vorteile darzustellen.
- **Vor prognostizierten Extremwetterereignissen:** Vor Zeiträumen, in denen Extremwetterergebnisse wahrscheinlich sind, ist es sinnvoll, die Bevölkerung für Vorsorgemaßnahmen zu sensibilisieren. Zu Beginn des Sommers können Hitzevorsorge und zu Beginn des Herbstes Maßnahmen zum Schutz vor Sturmfluten in den Kommunikationskanälen platziert werden. Kooperationen mit den Medien und Anbietern für Außenwerbung können hier zielführend sein.
- **Informationskampagnen:** Im Rahmen der Woche der Klimaanpassung des Zentrums KlimaAnpassung (ZKA) oder in klimatisch passenden Jahreszeiten können Informationskampagnen stattfinden.

Da der Klimawandel jedoch fortlaufend relevant ist, sollte eine Informationsverbreitung ohne konkreten Anlass stattfinden, um durch Wiederholung ein tieferes Problembewusstsein zu schaffen. Hier kann die Präsenz bei Veranstaltungen Dritter für eine Informationsverbreitung geeignet sein (siehe auch Kommunikationskanäle).

1.24 Schlüsselmaßnahme 16 „Informationskampagne ‚Was erwartet mich durch den Klimawandel und wie passe ich mich an?‘“

Die Schlüsselmaßnahme 16 „Informationskampagne ‚Was erwartet mich durch den Klimawandel und wie passe ich mich an?‘“ im Einflussradius „Informieren, Kooperieren, Aktivieren“ hat eine große Bedeutung für die Kommunikation zur Anpassung an den Klimawandel und ist im Maßnahmensteckbrief detailliert beschrieben. Die folgende Übersicht in Tabelle 22 zeigt geeignete Kommunikationskanäle und Zielgruppen der Schlüsselmaßnahme und der Kommunikationsanlässe.

Auch in Maßnahmen anderer Einflussradien wird Kommunikation relevant sein. Dort sind die voranstehenden Ausführungen dieses Kapitels zu berücksichtigen.

Tabelle 22: Geeignete Kommunikationskanäle und Zielgruppen der Schlüsselmaßnahme 16 und der Kommunikationsanlässe (eigene Darstellung)

Maßnahmen	Kommunikationskanäle/Medien								Zielgruppen			
	Pressearbeit	Webseite und Intranet	Social Media	Veranstaltungen und Vorträge	Publikationen	Plakate und städt. Anzeigetafeln	Multiplikator*innen	Gesprächsangebote	Bürger*innen	politische Vertreter*innen	Stadtverwaltung	Fachakteur*innen
Schlüsselmaßnahme 16: Informationskampagne „Was erwartet mich durch den Klimawandel und wie passe ich mich an?“	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Teilkampagne: „Wie passe ich mein Haus und Grundstück an den Klimawandel an?“	•	•	•	•	•	•	•	•	•			•
Teilkampagne: Wilhelmshaven bei Extremwetter („Wilhelmshaven bei Hitze“ und „Wilhelmshaven bei (Stark)-Regen“)	•	•	•		•				•	•	•	
Teilkampagne: „Wie verhalte ich mich bei Extremwetter?“	•	•	•		•				•	•	•	•
Teilkampagne: Informationen für wohnungslose Menschen in Hitzeperioden					•	•	•	•	•		•	
Teilkampagne: „Leitlinien und Handlungsempfehlungen zur Anpassung an den Klimawandel für soziale, medizinische und pflegerische Einrichtungen“		•		•	•		•				•	•
Weitere Kommunikationsanlässe												
Meilensteine in Maßnahmenumsetzung	•	•	•	•					•	•	•	•
Vor prognostizierten Extremwetterereignissen	•	•	•		•				•		•	•
Informationskampagnen zu besonderen Anlässen	•	•	•	•	•	•	•	•	•			•
Fortlaufende Kommunikation ohne Anlass	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Literatur

- BKG. (2025). *Aufstellung der Datenurheber/Bereitsteller: Hinweiskarte Starkregengefahren (HWK_SRG)*. Aufstellung der Datenurheber/Bereitsteller: Hinweiskarte Starkregengefahren (HWK_SRG). https://sgx.geodatenzentrum.de/web_public/gdz/datenquellen/datenquellen_hwk_srg.pdf
- BMUKN. (2008). *Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel*. <https://www.bundesumweltministerium.de/download/deutsche-anpassungsstrategie-an-den-klimawandel>
- BMUKN. (2024). *Gebietsschutz und Vernetzung*. <https://www.bundesumweltministerium.de/themen/naturschutz/ueberblick-naturschutz/gebietsschutz-und-vernetzung>
- Boden, T. A., Marland, G., & Andres, R. J. (2017). *Global, Regional, and National Fossil-Fuel CO₂ Emissions (1751–2014)*. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A. https://doi.org/10.3334/CDIAC/00001_V2017
- DKRZ. (2025). *Die SSP-Szenarien*. <https://www.dkrz.de/de/kommunikation/klimasimulationen/cmip6-de/die-ssp-szenarien>
- Donat, M., Leckebusch, G., Pinto, J., & Ulbrich, U. (2010). European storminess and associated circulation weather types: Future changes deduced from a multi-model ensemble of GCM simulations. *Climate Research*, 42(1), 27–43. <https://doi.org/10.3354/cr00853>
- Doyle, U., & Ristow, M. (2006). Biodiversitäts- und Naturschutz vor dem Hintergrund des Klimawandels: Für einen dynamischen integrativen Schutz der biologischen Vielfalt. *Naturschutz und Landschaftsplanung*, 38(4), 101–107.
- DWD. (2020). *Nationaler Klimareport* (4. Aufl.).
- DWD. (2024a). *Climate Data Center (CDC). Beobachtungs- und Rasterdaten*. Climate Data Center (CDC). Beobachtungs- und Rasterdaten. https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/
- DWD. (2024b). *Wetter- und Klimalexikon*. Wetter- und Klimalexikon. https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/lexikon_node.html
- DWD. (2025a). *Anhaltende Trockenheit – Update und klimatologische Einordnung*. https://www.dwd.de/DE/wetter/thema_des_tages/2025/5/15.html
- DWD. (2025b). *Datensätze auf der Basis der RCP-Szenarien*. Datensätze auf der Basis der RCP-Szenarien. https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaforschung/klimaprojektionen/fuer_deutschland/fuer_dtld_rcp-datensatz_node.html
- European Climate Adaptation Award. (2025). *Anpassung an die Folgen des Klimawandels in Kommunen*. <https://www.european-climate-award.de/>
- Fink, A. H., Pohle, S., Pinto, J. G., & Knippertz, P. (2012). Diagnosing the influence of diabatic processes on the explosive deepening of extratropical cyclones. *Geophysical Research Letters*, 39(7), L07803. <https://doi.org/10.1029/2012GL051025>

- Gavrilov, M. B., An, W., Xu, C., Radaković, M. G., Hao, Q., Yang, F., Guo, Z., Perić, Z., Gavrilov, G., & Marković, S. B. (2019). Independent Aridity and Drought Pieces of Evidence Based on Meteorological Data and Tree Ring Data in Southeast Banat, Vojvodina, Serbia. *Atmosphere*, 10(10), 586. <https://doi.org/10.3390/atmos10100586>
- Giorgi, F., Jones, C., & Asrar, G. R. (2008). Addressing climate information needs at the regional level: The CORDEX framework. *WMO Bulletin*, 53(3), 175–183.
- Groß, G. (1992). Results of supercomputer simulations of meteorological mesoscale phenomena. *Fluid Dynamics Research*, 10(4–6), 483–498. [https://doi.org/10.1016/0169-5983\(92\)90035-U](https://doi.org/10.1016/0169-5983(92)90035-U)
- Gross, G. (1992). Results of supercomputer simulations of meteorological mesoscale phenomena. *Fluid Dynamics Research*, 10(4–6), 483–498. [https://doi.org/10.1016/0169-5983\(92\)90035-U](https://doi.org/10.1016/0169-5983(92)90035-U)
- Hajati, M.-C., Harders, D., Petry, U., Elbracht, Dr. J., & Engel, N. (2022a). *Dokumentation der niedersächsischen Klimaprojektionsdaten AR5-NI v2.1* (Version 24.08.2022) [PDF]. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie. https://doi.org/10.48476/GE-OfAKT_39_1_2022
- Hajati, M.-C., Harders, D., Petry, U., Elbracht, Dr. J., & Engel, N. (2022b). *Dokumentation der niedersächsischen Klimaprojektionsdaten AR5-NI v2.1* (Version 24.08.2022) [PDF]. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie. https://doi.org/10.48476/GE-OfAKT_39_1_2022
- Helmholtz-Zentrum Hereon. (2025). *Bisheriger Meeresspiegelanstieg*. Bisheriger Meeresspiegelanstieg. <https://hub.hereon.de/portal/apps/experiencebuilder/experience/?id=edff9e34b05c40138b4180bed6ea6f28&page=Cuxhaven&views=Bisheriger-Anstieg%2CBisheriger-Anstieg---%2CBisheriger-Anstieg-->
- Hübener, H., Spekat, A., Bülow, K., Früh, B., Keuler, K., Menz, C., Radtke, K., Ramthun, H., Rathmann, T., Steger, C., Toussaint, F., & Warrach-Sagi, K. (2017). *ReKliEs-De Nutzerhandbuch*. https://doi.org/10.2312/WDC/REKLIESDE_NUTZERHANDBUCH
- IPCC. (2023a). Annex I: Glossary. *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 119–130. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.002>
- IPCC. (2023b). *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]*. IPCC, Geneva, Switzerland. (First, S. 35–115). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>
- Jendritzky, G. (1990). *Methodik zur räumlichen Bewertung der thermischen Komponente im Bioklima des Menschen* (Bd. 114). ARL.

- Kaspar, F., Müller-Westermeier, G., Penda, E., Mächel, H., Zimmermann, K., Kaiser-Weiss, A., & Deutschländer, T. (2013). Monitoring of climate change in Germany – data, products and services of Germany’s National Climate Data Centre. *Advances in Science and Research*, 10(1), 99–106. <https://doi.org/10.5194/asr-10-99-2013>
- KLEVER-Risk – Universität Oldenburg, Jade Hochschule und Kooperationspartner. (2023). *Management von Binnenhochwasserrisiken im Küstenraum. Roadmap für eine erfolgreiche Klimaanpassung im westlichen Ostfriesland. Broschüre des Projekts „Klimaanpassung und Extremwettervorsorge – Verbandsübergreifendes Management von Binnenhochwasserrisiken im westlichen Ostfriesland (KLEVER-Risk)“*. <https://uol.de/fileadmin/proj/klever/KLEVER-Risk/KLEVER-Risk-Ergebnisbroschuere.pdf?v=1682611847>
- Kuttler, W. (1999). Human-biometeorologische Bewertung stadtklimatologischer Erkenntnisse für die Planungspraxis. *Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Institut für Meteorologie der Universität Leipzig und dem Institut für Troposphärenforschung e. V. Leipzig*, 13, 100–115.
- LBEG. (2017). *Bodenkarte von Niedersachsen 1: 50 000 (BK50N)* [Dataset]. <https://nibis.lbeg.de/net3/public/ikxcms/default.aspx?pgid=989>
- LBEG. (2019). *Bodenkarte von Niedersachsen 1: 50 000—Bodenfruchtbarkeit (Ertragsfähigkeit) (BK50BF)* [Dataset]. <https://nibis.lbeg.de/net3/public/ikxcms/default.aspx?pgid=1017>
- LBEG. (2022). *Potenzieller Zusatzwasserbedarf 1971-2000 (BMBM50J_1971)* [Dataset]. <https://nibis.lbeg.de/net3/public/ikxcms/default.aspx?pgid=1763>
- LGLN. (2024). *Geotopographie*. <https://ni-lgln-opengeodata.hub.arcgis.com/pages/opengeodata>
- Linke, C. (2024). *Leitlinien zur Interpretation regionaler Klimamodelldaten des Bund-Länder-Fachgespräches „Interpretation regionaler Klimamodelldaten“*.
- Matzarakis, A., & Mayer, H. (1996). Another kind of environmental stress: Thermal stress. *WHO newsletter*, 7–10.
- Mayer, H., Beckroege, W., & Matzarakis, A. (1994). *Bestimmung von stadtklimarelevanten Luftleitbahnen* (UVP-Report 5, S. 265–268).
- McDonald, R. E. (2011). Understanding the impact of climate change on Northern Hemisphere extra-tropical cyclones. *Climate Dynamics*, 37(7–8), 1399–1425. <https://doi.org/10.1007/s00382-010-0916-x>
- Meinke, I. & Helmholtz-Zentrum Geesthacht (Hrsg.). (2020). *Norddeutschland im Klimawandel: Was wissen wir über Klima, Klimawandel und Auswirkungen in Norddeutschland?* Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH.
- Meinshausen, M., Smith, S. J., Calvin, K., Daniel, J. S., Kainuma, M. L. T., Lamarque, J.-F., Matsu-moto, K., Montzka, S. A., Raper, S. C. B., Riahi, K., Thomson, A., Velders, G. J. M., & Van Vuuren, D. P. P. (2011). The RCP greenhouse gas concentrations and their extensions from 1765 to 2300. *Climatic Change*, 109(1–2), 213–241. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0156-z>

- Moss, R. H., Edmonds, J. A., Hibbard, K. A., Manning, M. R., Rose, S. K., Van Vuuren, D. P., Carter, T. R., Emori, S., Kainuma, M., Kram, T., Meehl, G. A., Mitchell, J. F. B., Nakicenovic, N., Riahi, K., Smith, S. J., Stouffer, R. J., Thomson, A. M., Weyant, J. P., & Wilbanks, T. J. (2010). The next generation of scenarios for climate change research and assessment. *Nature*, 463(7282), 747–756. <https://doi.org/10.1038/nature08823>
- MWVLW RLP. (2025). *Wetterdaten Rheinland-Pfalz. Bodenfeuchte Hilfe*. <https://www.wetter.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/b81d6f06b181d7e7c1256e920051ac19/6449e62b480fcb10c1257d5f0034e7b5?OpenDocument>
- NIBIS Kartenserver: Powered by cardo.Map. (2025). <https://nibis.lbeg.de/cardomap3/>
- Peters, G. P., Andrew, R. M., Boden, T., Canadell, J. G., Ciais, P., Le Quéré, C., Marland, G., Raupach, M. R., & Wilson, C. (2013). The challenge to keep global warming below 2 °C. *Nature Climate Change*, 3(1), 4–6. <https://doi.org/10.1038/nclimate1783>
- Pinto, J. G., & Reyers, M. (2017). Winde und Zyklonen. In G. P. Brasseur, D. Jacob, & S. Schuck-Zöller (Hrsg.), *Klimawandel in Deutschland* (S. 67–75). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-50397-3_8
- Pinto, J. G., Zacharias, S., Fink, A. H., Leckebusch, G. C., & Ulbrich, U. (2009). Factors contributing to the development of extreme North Atlantic cyclones and their relationship with the NAO. *Climate Dynamics*, 32, 711–737. <https://doi.org/10.1007/s00382-008-0525-0>
- Schauser, I., & Baumgarten, C. (2024). Der Klimawandel und das Wasser: Risiken für Deutschland. *Korrespondenz Wasserwirtschaft*, 17(2), 89–94.
- Schwalm, C. R., Glendon, S., & Duffy, P. B. (2020). RCP8.5 tracks cumulative CO₂ emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(33), 19656–19657. <https://doi.org/10.1073/pnas.2007117117>
- UBA. (2021). Klimawirkungs- und Risikoanalyse für Deutschland 2021 (Kurzfassung). *CLIMATE CHANGE*, 26/2021. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/KWRA-Zusammenfassung>
- UBA. (2022a). *Klimarisikoanalysen auf kommunaler Ebene. Handlungsempfehlungen zur Umsetzung der ISO 14091*. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/2022_uba-fachbroschuere_kra_auf_kommunaler_ebene.pdf
- UBA. (2022b). *Trends der Lufttemperatur*. Trends der Lufttemperatur. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/trends-der-lufttemperatur#steigende-durchschnittstemperaturen-weltweit>
- UBA. (2022c). *Trends der Niederschlagshöhe* [Text]. Trends der Niederschlagshöhe; Umweltbundesamt. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/trends-der-niederschlagshoehe>
- UBA. (2023). *Richtiges Heizen schützt das Klima und den Geldbeutel*. <https://www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag/heizen-bauen/heizen-raumtemperatur>

- UFZ. (2024). *Dürren 1952—2023 (jährlich)*. <https://www.ufz.de/index.php?de=47252>
- Umweltbundesamt. (2022). *Klimalotse*. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/werkzeuge-der-anpassung/klimalotse>
- VDI 3787, Blatt 2. (2008). *Umweltmeteorologie. Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung von Klima und Lufthygiene für die Stadt- und Regionalplanung. Teil I: Klima*.
- VDI 3787, Blatt 2. (2022). *Umweltmeteorologie. Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung der thermischen Komponente des Klimas*. <https://www.vdi.de/richtlinien/details/vdi-3787-blatt-2-umweltmeteorologie-methoden-zur-human-biometeorologischen-bewertung-der-thermischen-komponente-des-klimas>
- Vereinte Nationen. (2024). *Ziele für nachhaltige Entwicklung*. <https://unric.org/de/17ziele/>
- Wippermann, F. & Deutsche Forschungsgemeinschaft. (1988). *Physikalische Grundlagen des Klimas und Klimamodelle: Forschungsschwerpunkt d. Dt. Forschungsgemeinschaft 1978 - 1985; Abschlussbericht*. VCH.
- ZAMG. (2020). *Starkniederschlag*. <https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/informationsportal-klimawandel/klimavergangenheit/neoklima/starkniederschlag>

Anhang

A.1 Ergänzende Abbildungen zum Klimabericht

Tabelle A 1: Bewertung der statistischen Signifikanz anhand des Trend-/Rauschverhältnisses (eigene Darstellung)

Trend- / Rauschverhältnis	Bewertung
$\geq 2,0$	sehr stark zunehmend
$\geq 1,5$ und $< 2,0$	stark zunehmend
$\geq 1,0$ und $< 1,5$	schwach zunehmend
$< 1,0$ und $> -1,0$	kein Trend
$\leq -1,0$ und $> -1,5$	schwach abnehmend
$\leq -1,5$ und $> -2,0$	stark abnehmend
$\leq -2,0$	sehr stark abnehmend

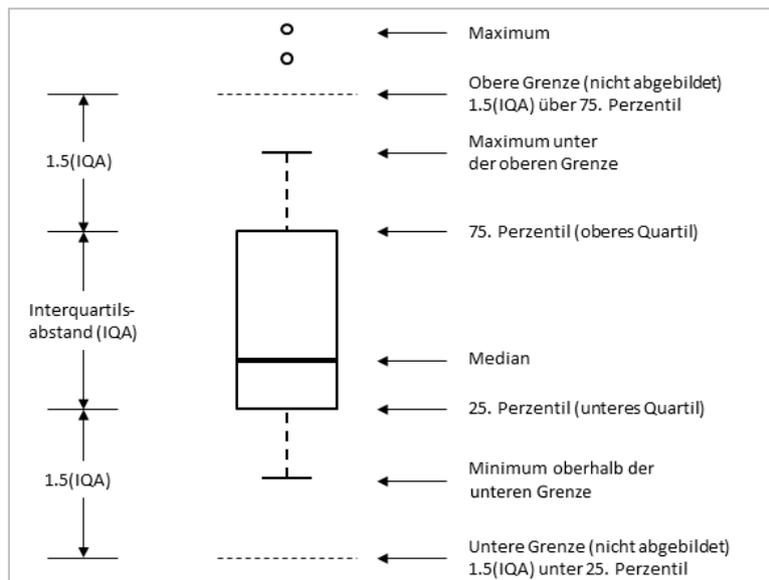


Abbildung A 1: Konventionen und Bedeutung der grafischen Darstellung eines Box-Whisker Plots (eigene Darstellung)

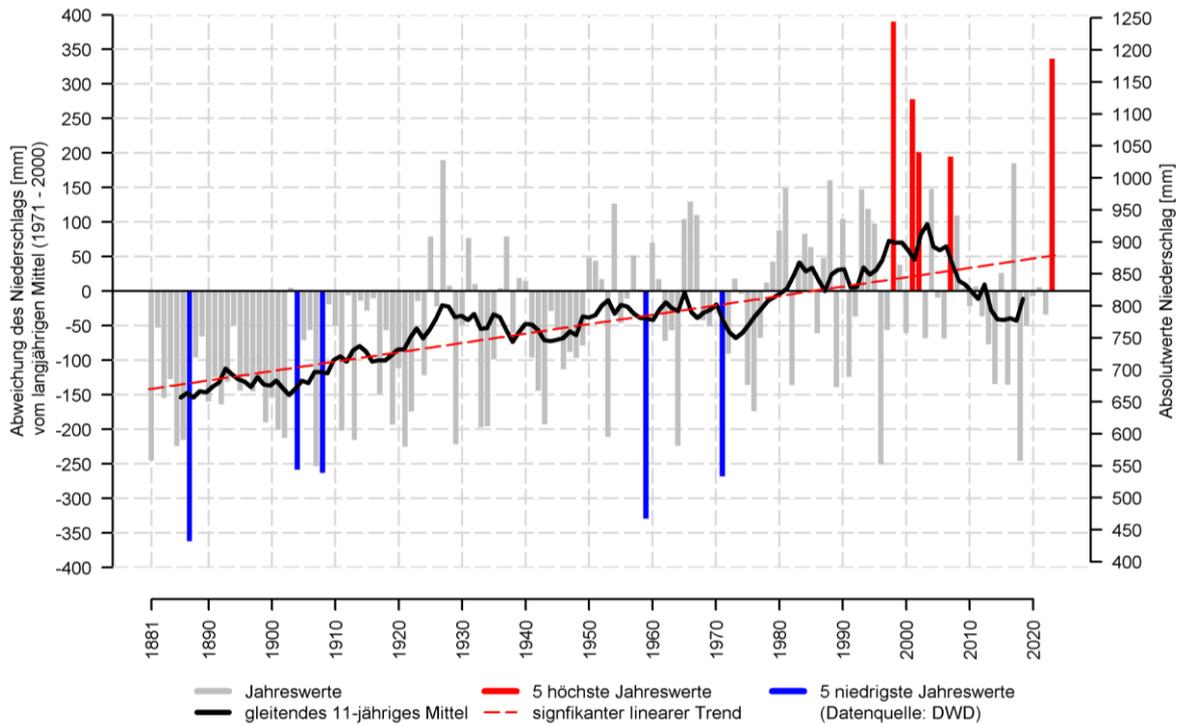


Abbildung A 2: Jahresniederschlagssummen in Wilhelmshaven im Zeitraum 1881 bis 2023 (eigene Berechnung nach DWD, 2024a)

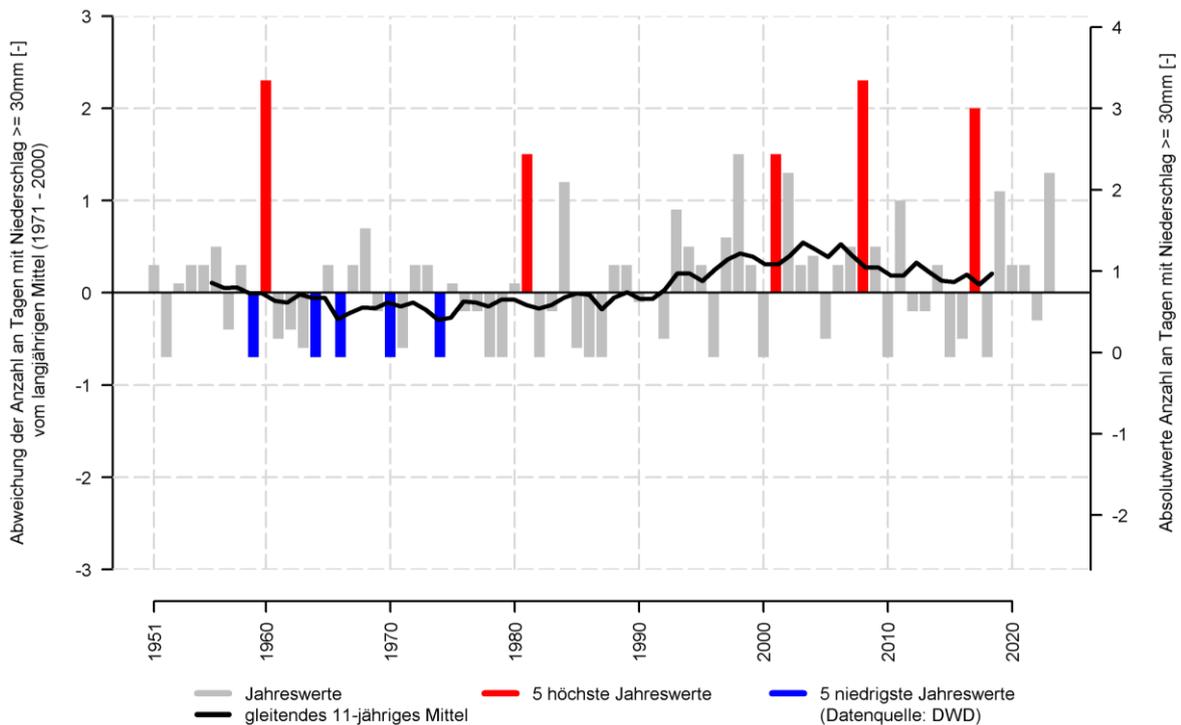


Abbildung A 3: Anzahl Starkregenereignisse pro Jahr (> 30 mm/Tag) in Wilhelmshaven im Zeitraum 1951 bis 2023 (eigene Berechnung nach DWD, 2024a)

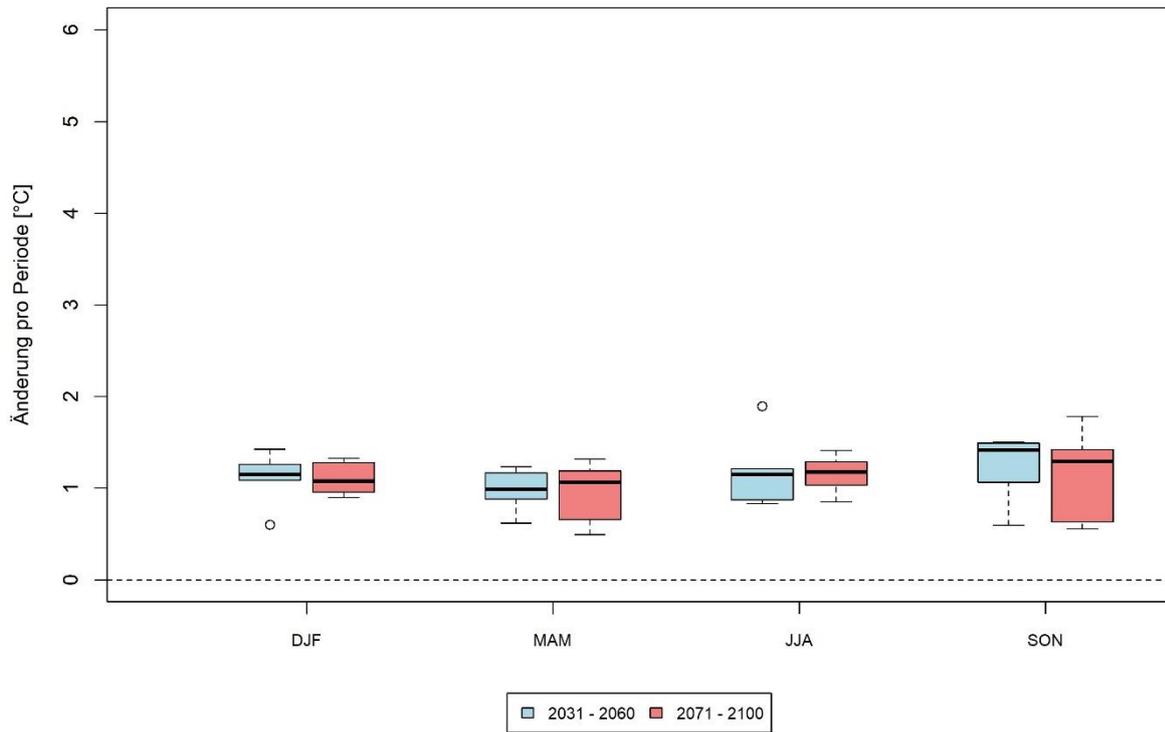


Abbildung A 4: Änderung der saisonalen Mitteltemperaturen in den beiden Zukunftsperioden in Wilhelmshaven (RCP 2.6) (eigene Darstellung nach DWD, 2025b)

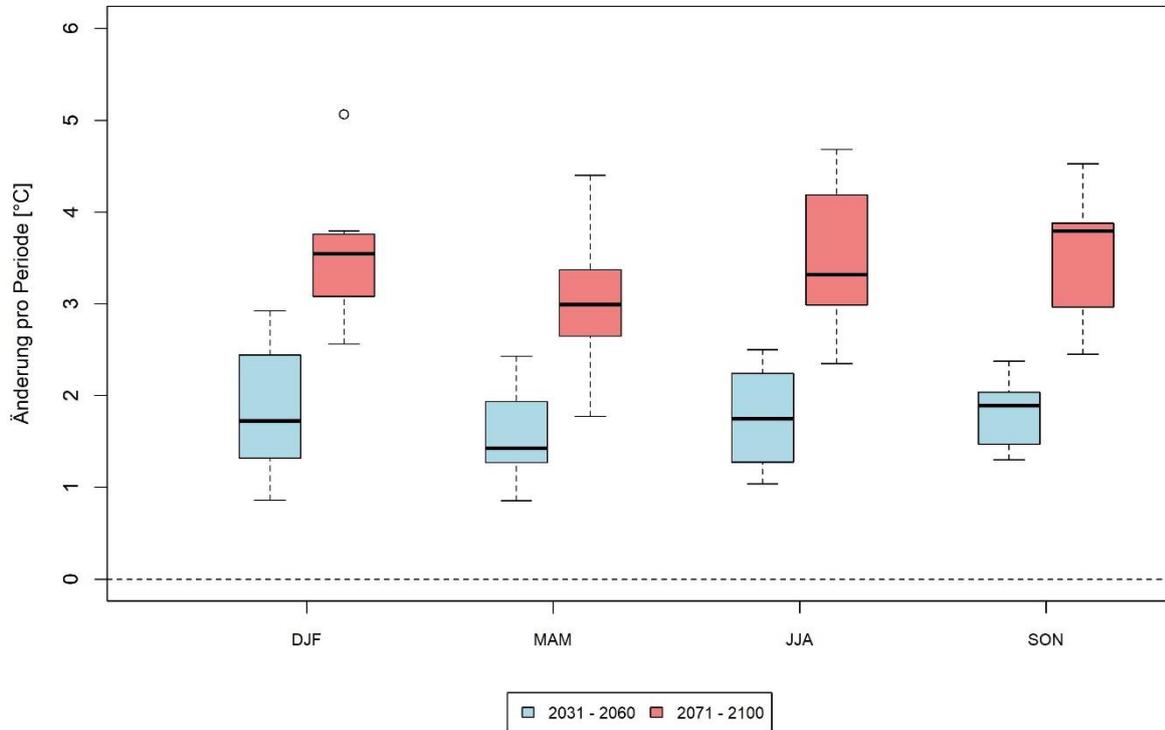


Abbildung A 5: Änderung der saisonalen Mitteltemperaturen in den beiden Zukunftsperioden in Wilhelmshaven (RCP 8.5) (eigene Darstellung nach DWD, 2025b)

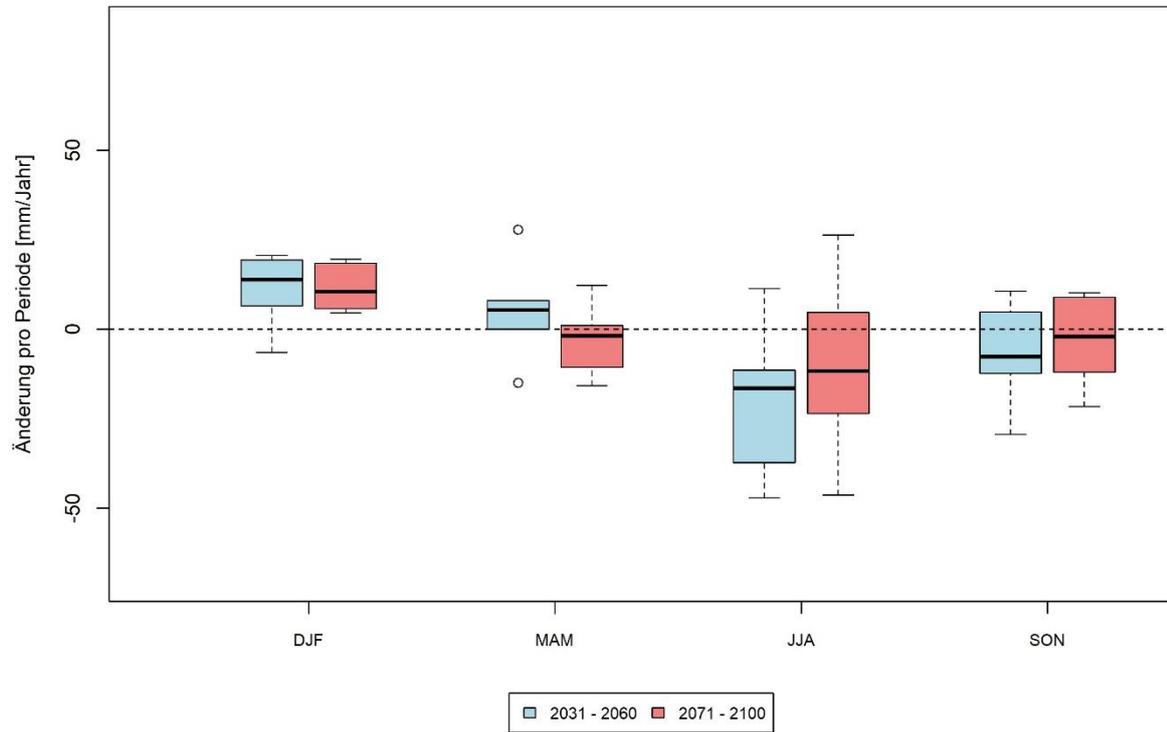


Abbildung A 6: Änderung der mittleren saisonalen Niederschlagssummen in Wilhelmshaven (RCP 2.6) (eigene Darstellung nach DWD, 2025b)

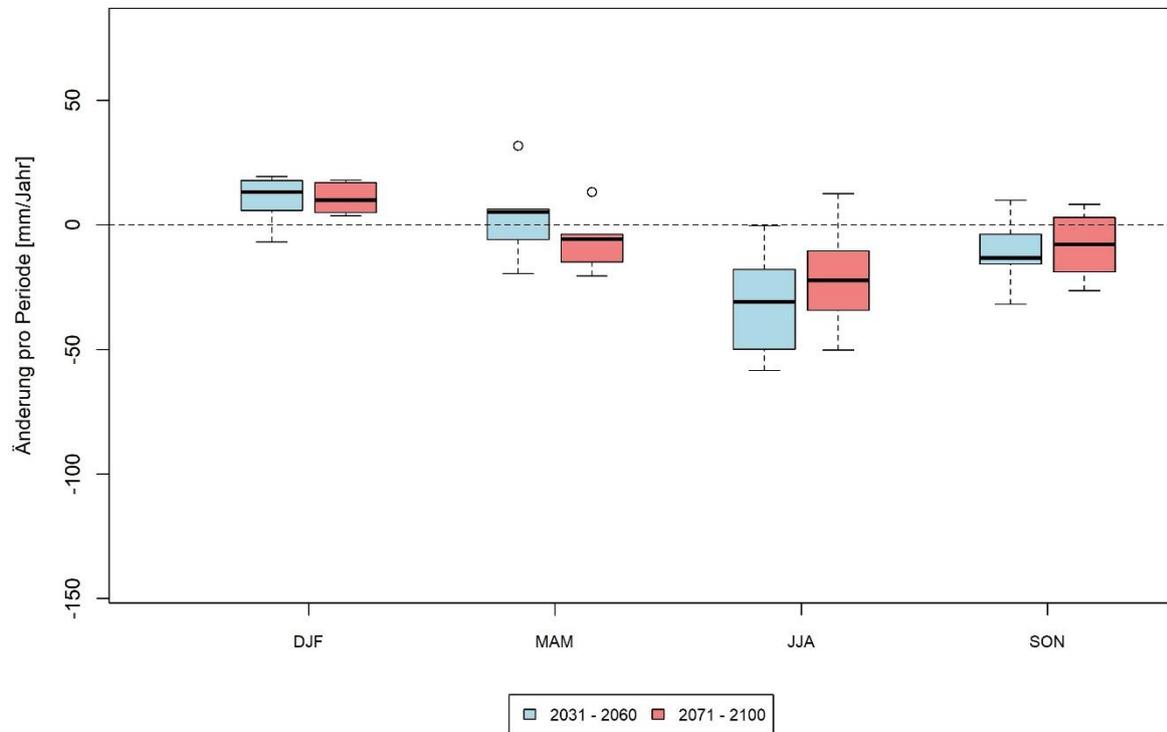


Abbildung A 7: Änderung der mittleren klimatischen Wasserbilanz in Wilhelmshaven (RCP 2.6) (eigene Darstellung nach DWD, 2025b)

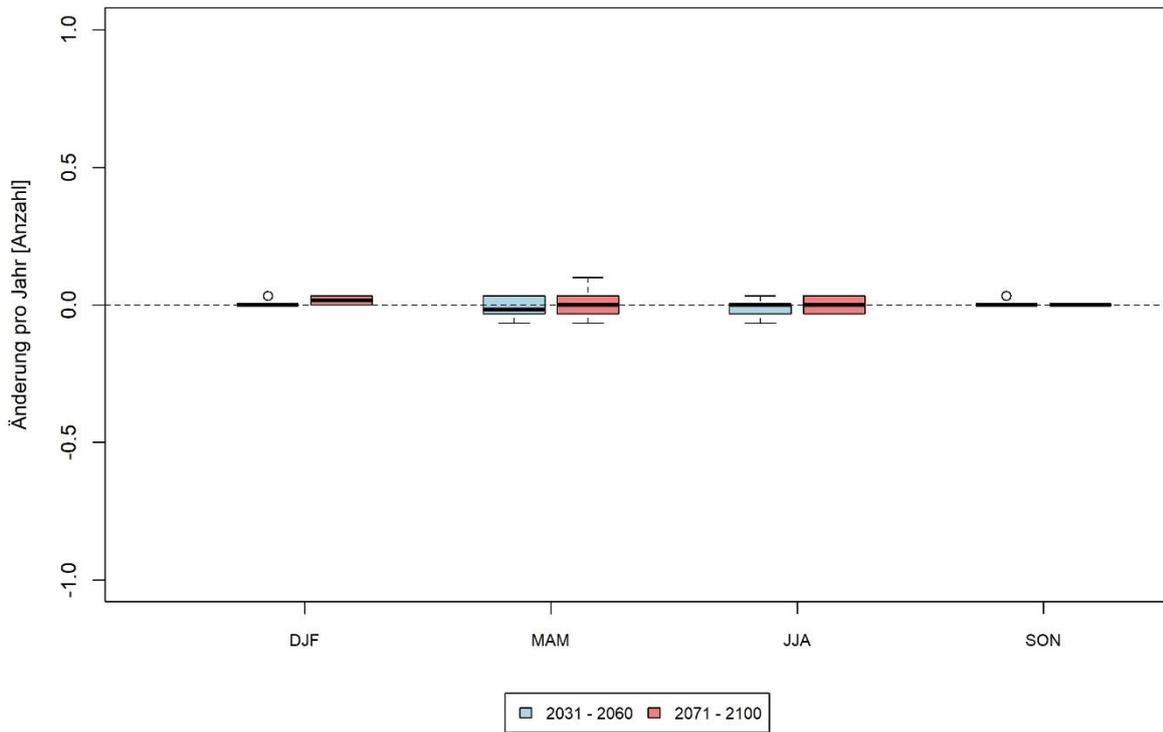


Abbildung A 8: Änderung der mittleren saisonalen Anzahl langanhaltender Trockenperioden in Wilhelmshaven (22-28 aufeinanderfolgende Tage mit einem Niederschlag < 0,1 mm/d, RCP 2.6) (eigene Darstellung nach DWD, 2025b)

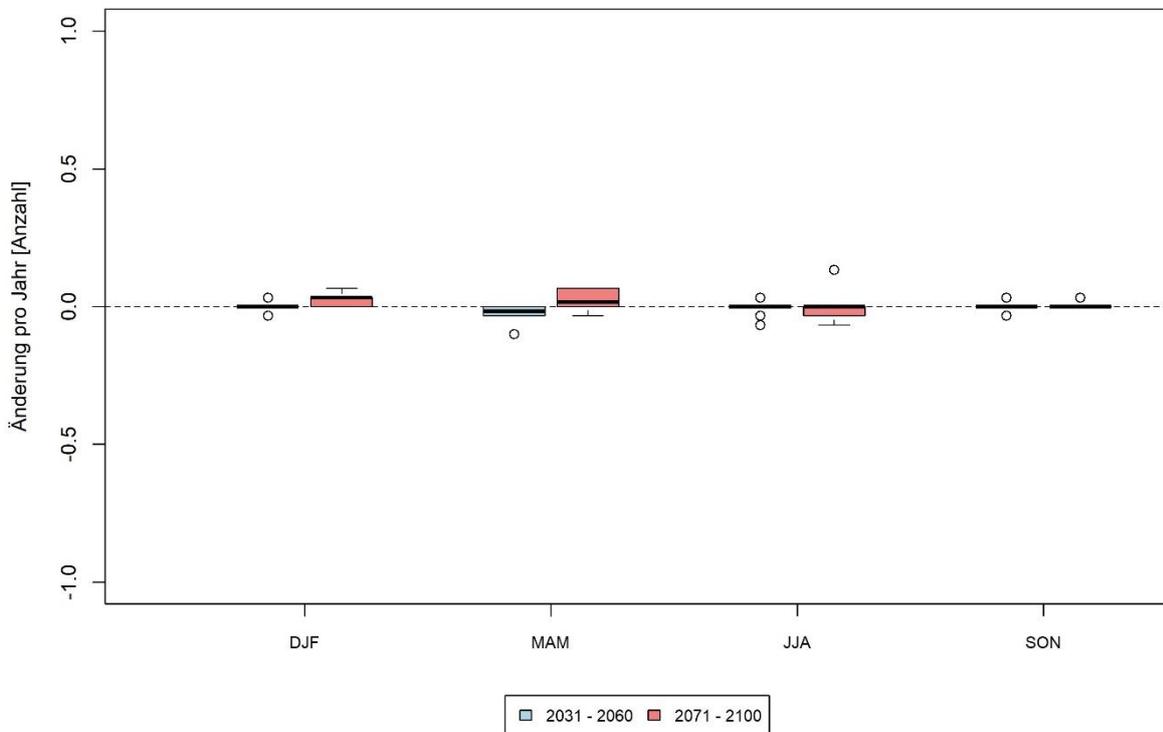


Abbildung A 9: Änderung der mittleren saisonalen Anzahl langanhaltender Trockenperioden in Wilhelmshaven (22-28 aufeinanderfolgende Tage mit einem Niederschlag < 0,1 mm/d, RCP 8.5) (eigene Darstellung nach DWD, 2025b)

A.2 Methodischer Anhang zur Stadtklimaanalyse

A.2.1 Untersuchungsgebiet

Die Stadt Wilhelmshaven liegt im Norden Niedersachsens am Jadebusen. Das Stadtgebiet erstreckt sich über eine Fläche von 107 km². Das für die Modellrechnung verwendete rechteckige Untersuchungsgebiet spannt eine Fläche von etwa 236 km² auf (ca. 13,8 km x 17,1 km), damit die angrenzenden Grün- und Wasserflächen miterfasst werden.

A.2.2 Betrachtete Wetterlage

Die Klimaanalyse legt einen autochthonen Sommertag als meteorologische Rahmenbedingung für die Modellrechnung zugrunde. Autochthone Bedingungen herrschen im Sommer (Juni, Juli, August) in Wilhelmshaven an 5 – 7 Tagen pro Monat⁷ vor. Diese werden durch wolkenlosen Himmel und einen nur sehr schwach überlagernden synoptischen Wind gekennzeichnet, sodass sich die lokalklimatischen Besonderheiten einer Stadt bzw. Region besonders gut ausprägen. Charakteristisch für solch eine (Hochdruck-) Wetterlage ist die Entstehung von Flurwinden, d. h. durch den Temperaturunterschied zwischen kühleren Freiflächen und wärmeren Siedlungsräumen angetriebene Ausgleichsströmungen. Ein weiteres, regionaltypisches Flurwindensystem ist das Land-Seewind-System, welches sich durch die Temperaturdifferenz zwischen Land und Wasser ausbildet und nachts zu einem Landwind und tagsüber zu einem Seewind führt.

In Abbildung A 10 sind schematisch die für eine austauscharme sommerliche Wetterlage simulierten tageszeitlichen Veränderungen der Temperatur und Vertikalprofile der Windgeschwindigkeit zur Mittagszeit für die Landnutzungsformen Freiland, Stadt und Wald dargestellt. Beim Temperaturverlauf zeigt sich, dass unversiegelte Freiflächen wie z. B. Wiesen und bebaute Flächen ähnlich hohe Temperaturen zur Mittagszeit aufweisen können, während die nächtliche Abkühlung über Siedlungsflächen deutlich geringer ist (Wärmeinseleffekt). Waldflächen nehmen eine mittlere Ausprägung ein, da die nächtliche Auskühlung durch das Kronendach gedämpft wird. Hinsichtlich der Windgeschwindigkeit wird die Hinderniswirkung von Bebauung und Vegetationsstrukturen im Vertikalprofil deutlich.

⁷ Aufgrund der regional besten Datenverfügbarkeit wurde die Station Wittmundhafen als Datengrundlage verwendet.

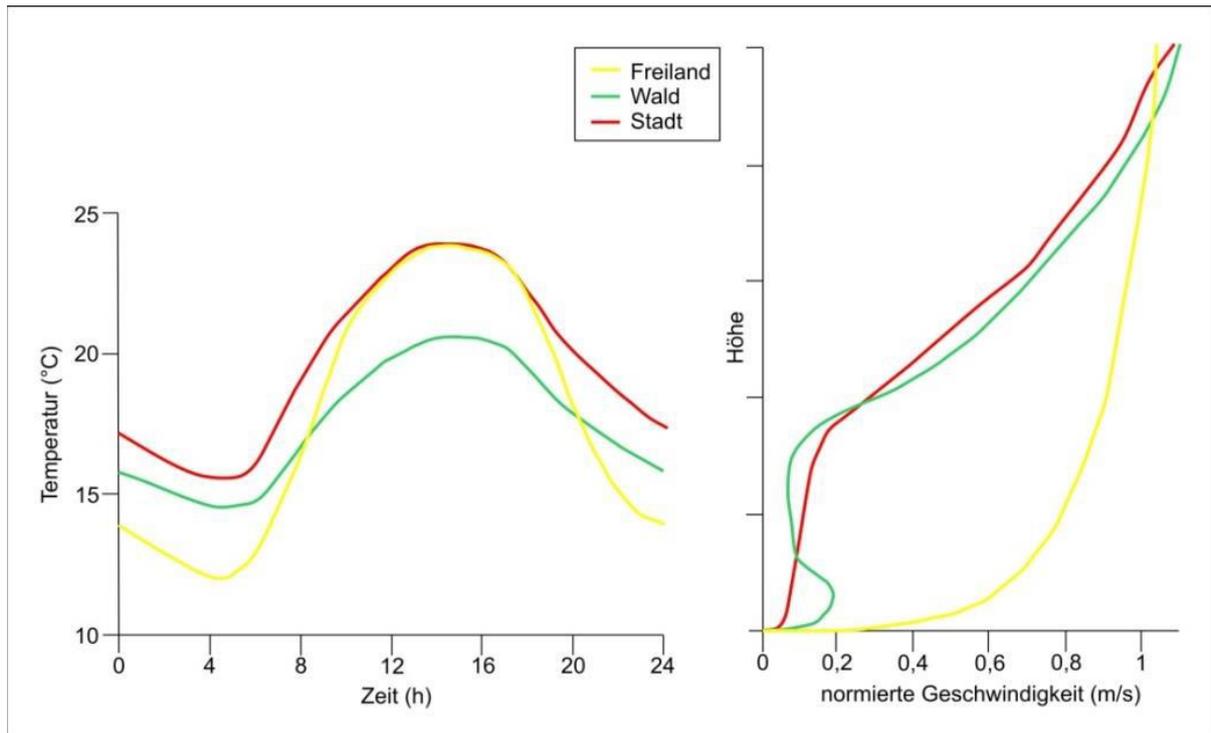


Abbildung A 10: Schematische Darstellung des Tagesgangs der Lufttemperatur und Vertikalprofil der Windgeschwindigkeit zur Mittagszeit verschiedener Landnutzungen (eigene Darstellung nach Groß, 1992)

A.2.3 Fitnah 3D

In der Praxis spielen sich umweltmeteorologische Fragestellungen meist in der Größenordnung einer Stadt bzw. Region ab. Die dabei relevanten meteorologischen Phänomene weisen eine räumliche Erstreckung von wenigen Metern bis hin zu einigen Kilometern und eine Zeitdauer von Minuten bis Stunden auf. Als mesoskalige Phänomene werden dabei bspw. Flurwinde, Land-See-Winde oder die städtische Wärmeinsel bezeichnet, während der Einfluss von Hindernissen auf den Wind (z. B. Kanalisierung, Umströmung) oder die Wirkung verschattender Maßnahmen mikroskalige Effekte darstellen.

Obwohl die allgemeine Struktur und physikalischen Ursachen solch lokalklimatischer Phänomene im Wesentlichen bekannt sind, gibt es nach wie vor offene Fragen hinsichtlich der räumlichen Übertragbarkeit auf andere Standorte oder der Wechselwirkungen einzelner Strömungssysteme untereinander. Zwar kann die Verteilung meteorologischer Größen wie Wind und Temperatur durch Messungen ermittelt werden, aufgrund der großen räumlichen und zeitlichen Variation der meteorologischen Felder sind Messungen allerdings nur punktuell repräsentativ und eine Übertragung (insb. in komplexen Umgebungen) in benachbarte Räume nur selten möglich. Entsprechend schwierig ist es, aus einer beschränkten Anzahl von Beobachtungen eine umfassende (also flächenhafte) stadtklimatologische Bewertung vornehmen zu können.

Beginnend mit einem Schwerpunktprogramm der Deutschen Forschungsgemeinschaft wurden in Deutschland eine Reihe meso- und mikroskaliger Modelle konzipiert und realisiert (Wippermann & Deutsche Forschungsgemeinschaft, 1988) und der heutige Entwicklungsstand dieser Modelle ist extrem hoch. Zusammen mit den über die letzten Dekaden gewonnenen Erfahrungen im Umgang mit diesen Modellen steht somit, neben Messungen vor Ort und Windkanalstudien, ein weiteres leistungsfähiges Werkzeug zur Bearbeitung umweltmeteorologischer Fragestellungen in der Stadt- und Landschaftsplanung zur Verfügung. Die Modelle basieren, genauso wie Wettervorhersage- und Klimamodelle, auf einem Satz sehr ähnlicher Bilanz- und Erhaltungsgleichungen. Das Grundgerüst besteht aus den Gleichungen für die Impulserhaltung (Navier-Stokes Bewegungsgleichung), der Massenerhaltung

(Kontinuitätsgleichung) und der Energieerhaltung (1. Hauptsatz der Thermodynamik). Für tieferegehende Informationen zu FITNAH 3D wird u. a. auf Groß (1992) verwiesen.

Modelle wie FITNAH 3D können demnach deutlich besser zur Beantwortung stadtklimatologischer Fragestellungen herangezogen werden als rein aus Messkampagnen gewonnene Werte, indem sie physikalisch fundiert die räumlichen und/oder zeitlichen Lücken zwischen den Messungen schließen, weitere meteorologische Größen berechnen und Wind- bzw. Temperaturfelder in ihrer raumfüllenden Struktur ermitteln. Die Modellrechnungen bieten darüber hinaus den Vorteil, dass Planungsvarianten und Ausgleichsmaßnahmen in ihrer Wirkung und Effizienz studiert und auf diese Art und Weise optimierte Lösungen gefunden werden können.

Die Lösung der Gleichungssysteme erfolgt in einem numerischen Raster. Die Rasterweite muss dabei so fein gewählt werden, dass die lokalklimatischen Besonderheiten des Untersuchungsraumes vom jeweiligen Modell erfasst werden können. Je feiner das Raster gewählt wird, umso mehr Details und Strukturen werden aufgelöst. Allerdings steigen mit feiner werdender Rasterweite die Anforderungen an Rechenzeit und die benötigten Eingangsdaten. Hier muss ein Kompromiss zwischen Notwendigkeit und Machbarkeit gefunden werden. In der vorliegenden Untersuchung beträgt die für die Modellierung mit FITNAH 3D verwendete horizontale räumliche Maschenweite 5 m (mikroskalige Modellrechnung). Die vertikale Gitterweite ist dagegen nicht äquidistant und in der bodennahen Atmosphäre besonders dicht angeordnet, um die starke Variation der meteorologischen Größen realistisch zu erfassen. So liegen die untersten Rechenflächen in Höhen von 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50 und 70 m über Grund (ü.Gr.). Nach oben hin wird der Abstand immer größer und die Modellobergrenze liegt in einer Höhe von 3000 m ü.Gr. In dieser Höhe wird angenommen, dass die am Erdboden durch Orographie (Einfluss des Geländes auf das Wetter) und Landnutzung verursachten Störungen abgeklungen sind.

A.2.4 Modelleingangsdaten

Ein numerisches Modell wie FITNAH 3D benötigt spezifische Eingangsdaten, die charakteristisch für die Landschaft des Untersuchungsgebiets sind. Geländehöhe und Nutzungsstruktur sind wichtige Eingangsdaten für die Modellierung, da über die Oberflächengestalt, die Höhe der jeweiligen Nutzungsstrukturen sowie deren Versiegelungsgrad das Strömungs- und Temperaturfeld entscheidend beeinflusst wird. Eine wichtige Modelleingangsgröße stellt zudem die Höhe der Baustrukturen dar, welche einen maßgeblichen Einfluss auf das lokale Windfeld ausübt. Die Gebäudegeometrien wurden als 3D-Modell vom LGLN (2024) bezogen. Auf Grundlage dieser Informationen sowie unter Einbeziehung eines hochaufgelösten digitalen Oberflächenmodells (DOM) wurde den die Gebäude repräsentierenden Rasterzellen jeweils eine individuelle Strukturhöhe zugewiesen. Mit der hohen räumlichen Auflösung von 5 m x 5 m war es möglich, die Gebäudestrukturen realitätsnah zu erfassen und ihren Einfluss auf den nächtlichen Luftaustausch abzubilden. Ebenso war es anhand des DOM möglich, Einzelbäume inklusive Strukturhöhe abzuleiten. Insgesamt wurden für das Wilhelmshavener Stadtgebiet elf Landnutzungsklassen, welche jeweils unterschiedliche physikalische Eigenschaften besitzen, definiert (siehe Abbildung A 11).

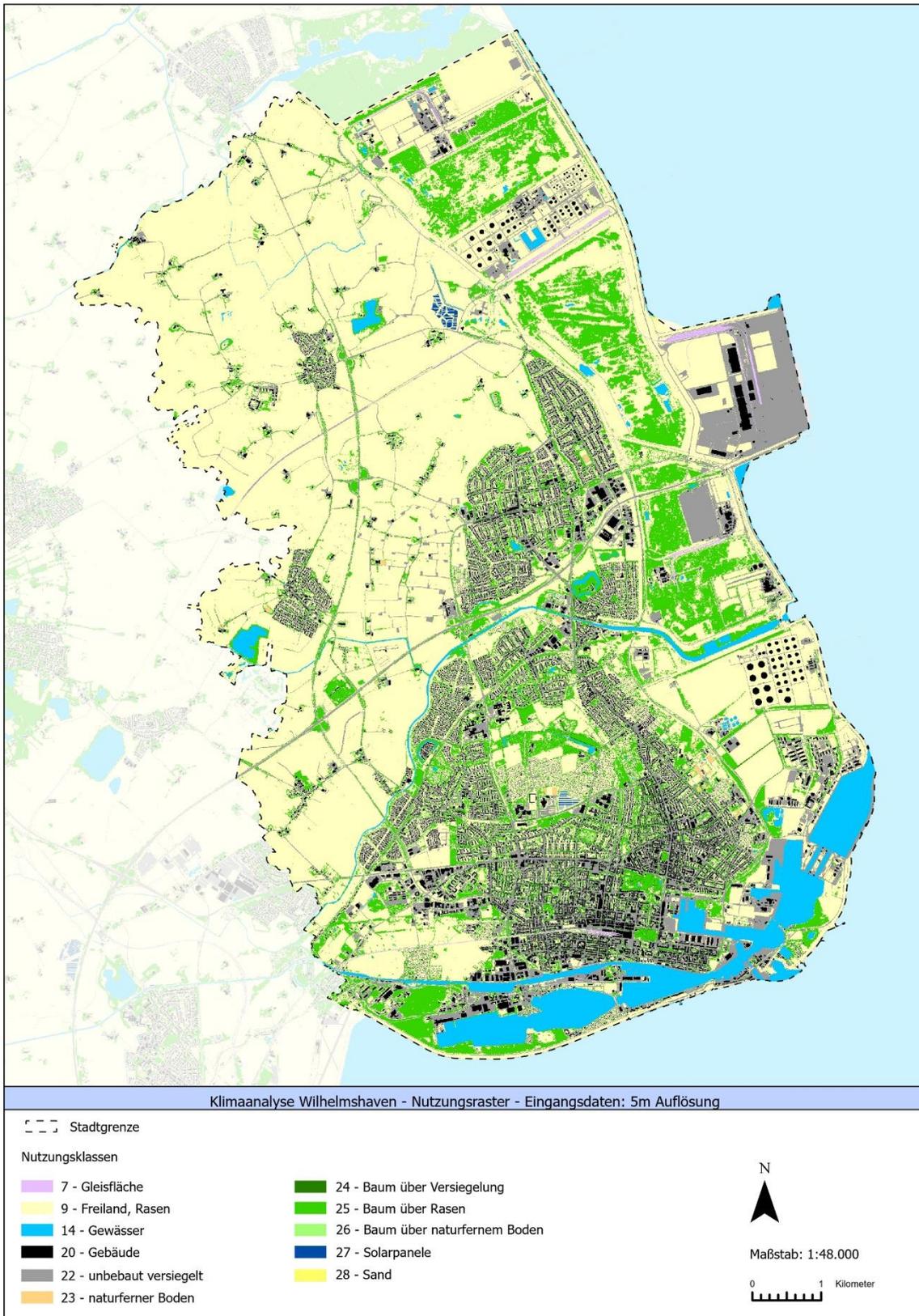


Abbildung A 11: Nutzungsraster der Stadt Wilhelmshaven (eigene Darstellung)

A.2.5 Interpretationshilfe

Die rasterbasierten Modellergebnisse beschreiben die Parameter Lufttemperatur, Kaltluftproduktion, Kaltluftströmungsfeld und Kaltluftvolumenstrom (Nachtsituation) sowie Physiologisch Äquivalente Temperatur (PET; Tagsituation). Die Ergebnisse basieren auf einer horizontalen räumlichen Auflösung von 5 m (pro Rasterzelle ein Wert) und einer autochthonen Sommerwetterlage. Für den Aufenthaltsbereich des Menschen gelten die Ergebnisse in 2 m über Grund und betrachten den Zeitpunkt 04 Uhr für die Nachtsituation (maximale Abkühlung) bzw. in 1,1 m über Grund und den Zeitpunkt 14 Uhr für die Tagsituation (maximale Einstrahlung). Für die Darstellung in den Ergebniskarten wurden die Werte mittels einer bilinearen Interpolation geglättet.

Thermische Belastung am Tage

Meteorologische Parameter wirken nicht unabhängig voneinander, sondern in biometeorologischen Wirkungskomplexen auf das Wohlbefinden des Menschen ein. Zur Bewertung werden Indizes verwendet (Kenngrößen), die Aussagen zur Lufttemperatur und Luftfeuchte, zur Windgeschwindigkeit sowie zu kurz- und langwelligen Strahlungsflüssen kombinieren. Wärmehaushaltsmodelle berechnen den Wärmeaustausch einer „Norm-Person“ mit seiner Umgebung und können so die Wärmebelastung eines Menschen abschätzen⁸.

In der vorliegenden Analyse wird zur Bewertung der Tagsituation der humanbioklimatische Index Physiologisch Äquivalente Temperatur (PET) um 14 Uhr herangezogen (Matzarakis & Mayer, 1996). Gegenüber vergleichbaren Indizes hat die PET den Vorteil, aufgrund der °C-Einheit besser nachvollzogen werden zu können⁹. Darüber hinaus hat sich die PET in der Fachwelt zu einer Art „Quasi-Standard“ entwickelt, sodass sich die Ergebnisse mit denen anderer Städte vergleichen lassen. Wie die übrigen humanbiometeorologischen Indizes bezieht sich die PET auf außenklimatische Bedingungen und zeigt eine starke Abhängigkeit von der Strahlungstemperatur (Kuttler, 1999). Mit Blick auf die Wärmebelastung ist sie damit vor allem für die Bewertung des Aufenthalts im Freien und am Tage einsetzbar. Für die PET existiert in der VDI-Richtlinie 3787, Blatt 9 eine absolute Bewertungsskala, die das thermische Empfinden und die physiologische Belastungsstufen quantifizieren (z. B. *Starke Wärmebelastung* ab PET 35 °C; siehe Tabelle A 2). Die PET bezieht sich auf eine Höhe von 1,1 m über Grund, dabei handelt es sich um den Körperschwerpunkt eines Norm-Menschen mit 1,75 m Körpergröße.

Tabelle A 2: Zuordnung von Schwellwerten zur für den Bewertungsindex PET in den Tagesstunden (Auszug nach VDI 3787, Blatt 2, 2022, S. 33)

PET in °C	Thermisches Empfinden	Belastungskategorie
PET > 41	sehr heiß	extrem starke Wärmebelastung/Hitzestress
35 < PET ≤ 41	heiß	starke Wärmebelastung/Hitzestress
29 < PET ≤ 35	warm	moderate Wärmebelastung
23 < PET ≤ 29	leicht warm	leichte Wärmebelastung
18 < PET ≤ 23	komfortabel (neutral)	kein thermischer Stress

Nächtliches Temperaturfeld

Die Ermittlung des bodennahen Temperaturfeldes ermöglicht es, Bereiche mit potenziellen bioklimatischen Belastungen abzugrenzen und die räumliche Ausprägung sowie Wirksamkeit von Kalt- bzw.

⁸ Energiebilanzmodelle für den menschlichen Wärmehaushalt bezogen auf das Temperaturempfinden einer Durchschnittsperson („Klima-Michel“ mit folgenden Annahmen: 1,75 m Körpergröße, 75 kg Körpergewicht, 1,9 m² Körperoberfläche, etwa 35 Jahre alt; vgl. Jendritzky, 1990).

⁹ Beispiele für weitere Kenngrößen sind der Predicted Mean Vote (PMV) und Universeller thermischer Klimaindex (UTCI).

Frischlufströmungen abzuschätzen. Die aufgeführten Absolutwerte der Lufttemperatur sind exemplarisch für eine autochthone Sommernacht in Wilhelmshaven als besondere Wetterlage zu verstehen. Die daraus abgeleiteten relativen Unterschiede innerhalb verschiedener Bereiche bzw. zwischen den Nutzungsstrukturen gelten dagegen weitgehend auch während anderer Wetterlagen.

In der Nacht steht weniger der Aufenthalt im Freien als vielmehr die Möglichkeit eines erholsamen Schlafes im Innenraum im Vordergrund. Nach VDI-Richtlinie 3787, Blatt 2 besteht ein Zusammenhang zwischen Außen- und Innenraumluft, sodass die Temperatur der Außenluft die entscheidende Größe für die Beurteilung der Nachtsituation darstellt (VDI 3787, Blatt 2, 2008). Als optimale Schlaftemperaturen werden gemeinhin 17 °C angegeben (UBA, 2023), während Tropennächte mit einer Minimumtemperatur ≥ 20 °C als besonders belastend gelten.

Kaltluftproduktion

Wie im vorherigen Kapitel gesehen, wirkt die Abkühlung der Bodenoberfläche maßgeblich auf das nächtliche Temperaturfeld. Als Maß für die Abkühlung kann die Kaltluftproduktionsrate dienen, die anzeigt wie viel Kaltluft über einer Fläche um 04 Uhr nachts entsteht. Sie wird in $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ angegeben.

Kaltluftströmungsfeld

Lokalen Strömungssystemen wie Flurwinden (oder in Wilhelmshaven weniger relevanten Hangabwinden) kommt eine besondere landschaftsplanerische Bedeutung zu: Größere Siedlungen wirken aufgrund ihrer hohen aerodynamischen Rauigkeit als Strömungshindernis, sodass die Durchlüftung der Stadtkörper herabgesetzt ist. Die Abfuhr überwärmter und schadstoffbelasteter Luftmassen in den Straßenschluchten kann in Abhängigkeit von der Bebauungsart und -dichte deutlich eingeschränkt sein. Speziell bei austauschschwachen Wetterlagen wirken sich diese Faktoren bioklimatisch zumeist ungünstig aus. Daher können die genannten Strömungssysteme durch die Zufuhr kühlerer und frischer Luft eine bedeutende klima- und immissionsökologische Ausgleichsleistung für die Belastungsräume erbringen.

Weil die Ausgleichsleistung einer grünbestimmten Fläche nicht allein aus der Geschwindigkeit der Kaltluftströmung resultiert, sondern zu einem wesentlichen Teil durch die Mächtigkeit der Kaltluftschicht mitbestimmt wird, muss zur Bewertung der Grünflächen ein umfassenderer Klimaparameter herangezogen werden: der sogenannte Kaltluftvolumenstrom. Vereinfacht ausgedrückt stellt er das Produkt aus der Fließgeschwindigkeit der Kaltluft, ihrer vertikalen Ausdehnung (Schichthöhe) und der horizontalen Ausdehnung des durchflossenen Querschnitts dar. Der Kaltluftvolumenstrom beschreibt somit diejenige Menge an Kaltluft in der Einheit m^3 , die in jeder Sekunde durch den Querschnitt bspw. einer Leitbahn fließt (siehe Abbildung A 12).

Wie auch die anderen Klimaparameter ist der Kaltluftvolumenstrom eine Größe, die während der Nachtstunden in ihrer Stärke und Richtung veränderlich ist. Die sich im Verlauf der Nacht einstellenden Strömungsgeschwindigkeiten hängen im Wesentlichen von der Temperaturdifferenz der Kaltluft gegenüber der Umgebungsluft, der Hangneigung und der Oberflächenrauigkeit ab. Die Mächtigkeit der Kaltluftschicht nimmt im Verlaufe einer Nacht in der Regel zu und ist, genau wie die Luftaustauschprozesse allgemein, meist erst in der zweiten Nachthälfte vollständig entwickelt.

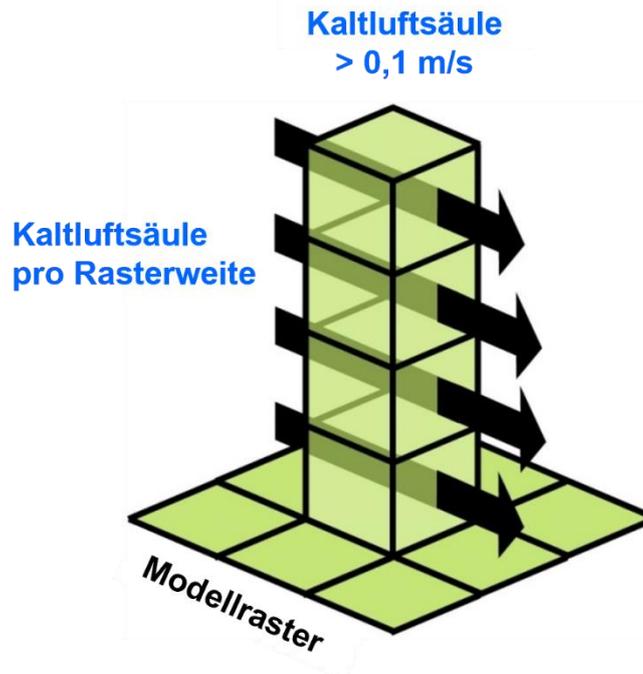


Abbildung A 12: Schematische Darstellung des Kaltluftvolumenstroms (eigene Darstellung)

Klimaanalysekarte

Die Klimaanalysekarte fasst die einzelnen Analyseparameter der Nachtsituation zusammen und bildet die Funktionen und Prozesse des nächtlichen Luftaustausches im gesamten Untersuchungsraum ab (Strömungsfeld, Kaltluftaustauschprozesse). Für Siedlungsflächen stellt sie die nächtliche Überwärmung dar (Wärmeinseleffekt), basierend auf der bodennahen Lufttemperatur in einer autochthonen Sommernacht um 04 Uhr morgens. Für die Situation um 14 Uhr ist die PET der einzige ausschlaggebende Parameter, sodass auf die Erstellung einer Klimaanalysekarte für die Tagsituation verzichtet wurde. Die Karte der PET kann jedoch auch als „Klimaanalysekarte für die Tagsituation“ verstanden werden.

In der Klimaanalysekarte für die Nachtsituation sind für die Grün- und Freiflächen die Modellergebnisse des Kaltluftvolumenstroms dargestellt. Bei den Siedlungs- und Verkehrsflächen steht dagegen die nächtliche Überwärmung im Vordergrund, welche anhand der Lufttemperatur in 2 m ü. Gr. beschrieben wird. Weiterhin ist das bodennahe Strömungsfeld ab einer als klimaökologisch wirksam angesehenen Windgeschwindigkeit von 0,1 m/s mit einer Pfeilsignatur abgebildet. Das Strömungsfeld wurde für eine bessere Lesbarkeit der Karte auf eine Auflösung von 100 m aggregiert. Neben dem modellierten Strömungsfeld sind in der Karte besondere Kaltluftprozesse hervorgehoben, welche in der Stadt Wilhelmshaven eine wichtige Rolle spielen. Dazu zählen die Systeme von Kaltluftleitbahnen, Kaltluftabflüssen und Parkwinden. Ebenso sind Kaltluftentstehungsgebiete abgebildet.

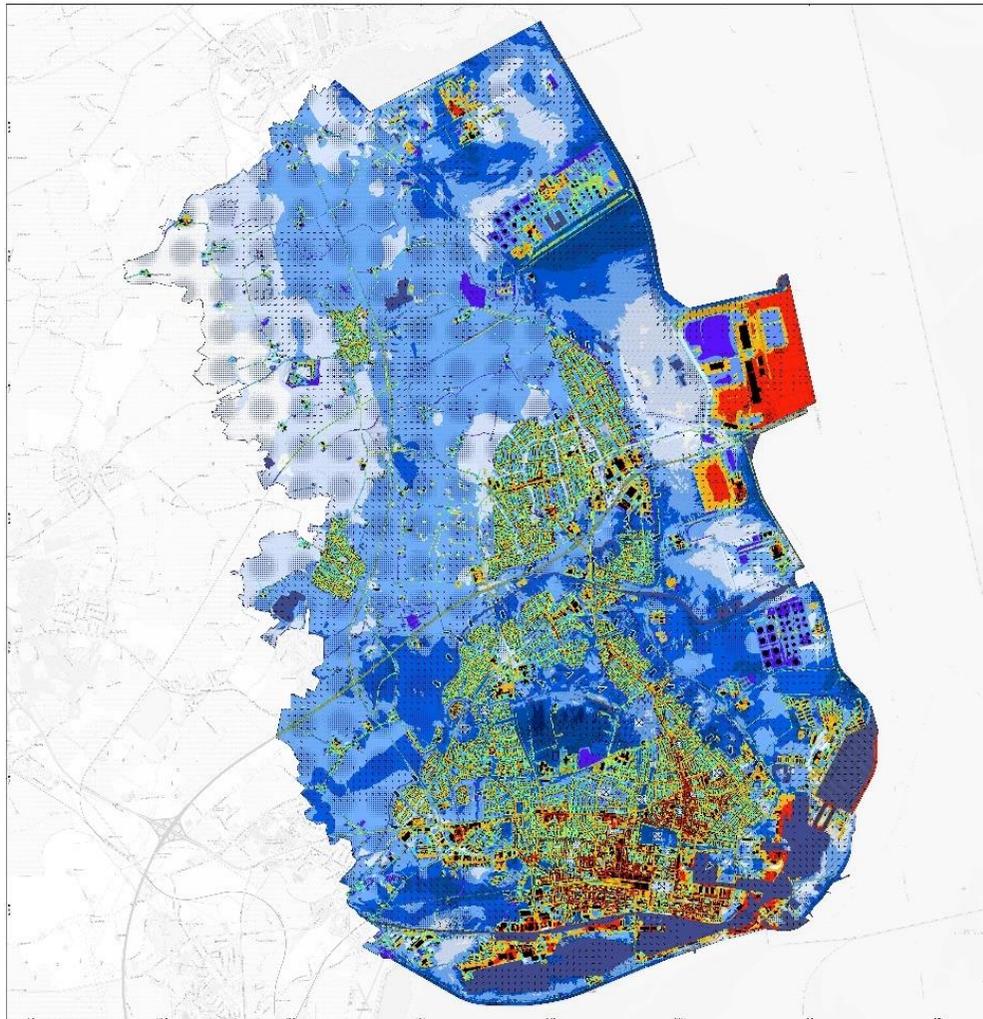
Kaltluftentstehungsgebiete kennzeichnen Grünflächen mit einer besonders hohen Kaltluftproduktionsrate und speisen die verschiedenen Kaltluftströmungen bzw. reichen teilweise sogar über diese hinaus. Grünflächen wurden als Kaltluftentstehungsgebiete gekennzeichnet, wenn sie mindestens $26,5 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ Kaltluft produzieren. Die Grenze entspricht dem Mittelwert der Kaltluftproduktionsrate der Grünflächen im Wilhelmshavener Stadtgebiet.

Kaltluftleitbahnen sind lineare Strukturen, die Kaltluftentstehungsgebiete (Ausgleichsräume) und Belastungsbereiche (Wirkungsräume) miteinander verbinden und einen elementaren Bestandteil des Luftaustausches darstellen. Sie sind in ihrer Breite räumlich begrenzt, mindestens jedoch 50 m breit (Mayer et al., 1994) und zum belasteten Siedlungsraum ausgerichtet. Insbesondere entlang von

Grünachsen dringt Kaltluft in die Bebauung ein und kann dort die thermische Belastung senken. Im Laufe einer (autochthonen) Sommernacht steigt die Kaltluftmächtigkeit i. d. R. an, sodass geringe Hindernisse überwunden werden können. **Kaltluftleitbahnen innerorts** entsprechen im Wesentlichen den beschriebenen Kaltluftleitbahnen mit dem Unterschied, dass die Kaltluftentstehungsgebiete innerhalb des Siedlungsraumes liegen.

Zudem gibt es innerstädtische Grünflächen, welche in der Nacht ihre kühle Luft radial in die bebaute Umgebung transportieren. Diese sogenannten **Parkwinde**, d. h. thermisch hervorgerufene Ausgleichsströmungen aus einer umbauten Grünfläche, treten auf größeren Grünflächen auf, die in eine deutlich wärmere Umgebung eingebettet sind. Da die Parkwinde im Vergleich zu Kaltluftabflüssen eher schwach sind, hängt die Reichweite dieser Ausgleichsströmungen auch stark von den Strömungshindernissen in der Umgebung ab. Breite Straßenzüge bzw. rauigkeitsarme Strukturen und eine strömungsparelle Ausrichtung der Gebäudekörper begünstigen ein weites Eindringen von kühlerer Parkluft.

Lokale Kaltluftaustauschflächen bezeichnen Kaltluftströmungen von kleineren Grünflächen im Siedlungsraum in die bebaute Umgebung. Im Vergleich zum Parkwind weisen die lokalen Kaltluftaustauschflächen aufgrund ihrer geringeren Größe eine untergeordnete Relevanz für das Stadtklima auf.



SIEDLUNGS- UND VERKEHRSFLÄCHEN

NÄCHTLICHE ÜBERWÄRMUNG
Lufttemperatur in [°C] in 2 m 0.6s um 04:00 Uhr

bis 16	> 18 bis 19
> 16 bis 17	> 19 bis 20
> 17 bis 18	über 20

GRÜN- UND FREIFLÄCHEN

KALLLUFTVOLUMENSTROMDICHTEN
in [m³/(m²s)] um 04:00 Uhr

bis 2,5	> 7,5 bis 10,0
> 2,5 bis 5,0	> 10,0 bis 15,0
> 5,0 bis 7,5	über 15,0

BODENNAHES STRÖMUNGSFELD
(um 04:00 Uhr, aggregiert auf eine Auflösung von 100 m)
↑ Windgeschwindigkeit > 0,1 m/s

KALLLUFTPROZESSE

- Kaltluftentstehungsgebiet**
Grün- und Freiflächen, die aufgrund ihrer Nutzungsstruktur oder Geländeform eine hohe Kaltluftproduktionsrate aufweisen
- Kaltluftleitbahn**
insbesondere auf den Wohn-Siedlungsraum ausgerichtete, flächenhaft oder linienhaft auftretende Kaltluftform
- Kaltluftleitbahn innerorts**
- Parkwinde**
Kühlende Ausgleichsströme aus einer Grünfläche auf die umliegenden Wohn-Siedlungsräume
- Lokale Kaltluftaustauschflächen**
Kühlende Wirkung einer Grünfläche auf ein direkt angrenzende Wohnbauung

RAUMSTRUKTUREN

- Gebäude
- Gewässer
- Stadtgrenze
- Tideabhängiges Gewässer

STADTKLIMAANALYSE WILHELMSHAVEN
- Klimaanalysekarte Nacht -

WETTERBEDINGUNGSFAKTOREN	STADTKLIMADATEN
BASETEMPERATUR: 10,0; 10,0 (10,0) (10,0) MEERESÜBERHOHE: 2,0; 2,0 (2,0) (2,0) STRATIFIKATION: 10,0; 10,0 (10,0) (10,0) VEGETATION: 10,0 WINDRICHUNG: 10,0 WINDGESCHW. (m/s): 10,0	KLIMADATENSATZ: 10,0 KLIMADATENSATZ: 10,0 KLIMADATENSATZ: 10,0 KLIMADATENSATZ: 10,0

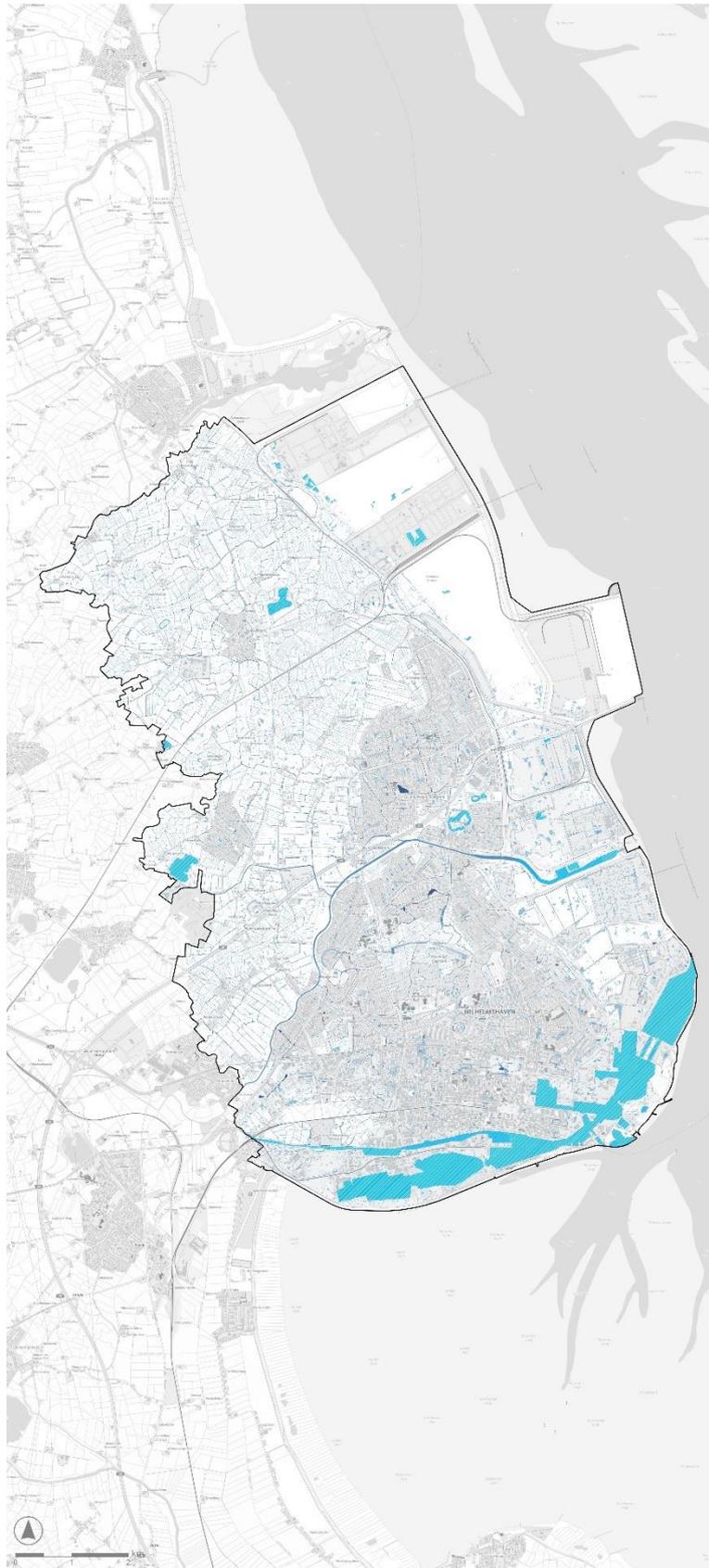
Die Klimaanalysekarte zeigt die Verteilung und Prozesse des städtischen Kaltluftbestandes in Wilhelmshaven ab der Siedlungsstruktur über die nächtliche Überwärmung der flächenhaften Lufttemperatur. Die Ergebnisse deuten auf einer ausdehnenden Siedlungsstruktur, die im Wintermonat im Mittel um 2,2 °C über die Umgebung liegt.

Die Karte zeigt die Verteilung des Kaltluftbestandes im Stadtgebiet von Wilhelmshaven im Jahr 2020.

Auftraggeber: Stadt Wilhelmshaven, Dez. 2020

Ausführende: URBAN KLIMA CONSULTING GMBH, 2020

A.3.2 Wasser



Klimaanpassungskonzept Stadt Wilhelmshaven

Betroffenheitskarte Starkregen

Maximale Wassertiefen im Falle eines außergewöhnlichen Starkregenereignisses (SRI 7)

0,10 - ≤ 0,25 m	Wasserfläche größerer stehender Gewässer oder Hofenbäckern
0,25 - ≤ 0,50 m	
> 0,50 m	

Erläuterung:

In der Hauptkarte sind die maximalen Wassertiefen, die sich bei einem außergewöhnlichen Starkregenereignis mit dem Starkregenindex (SRI) 7 in Wilhelmshaven auf der Geländeoberfläche einstellen können, dargestellt. Der zwölfstufige Starkregenindex stellt einen allgemeinverständlichen Ansatz zur Risikokommunikation bei Starkregenereignissen dar. Ein Niederschlagsereignis mit dem SRI 7 entspricht einem Starkregen, der statistisch gesehen einmal in 100 Jahren auftritt und als außergewöhnlicher Starkregen eingestuft wird.

Die Ergebnisse basieren auf einer zweidimensionalen Oberflächenabflusssimulation mit gekoppelter eindimensionaler Modellierung des Kanalnetzes, welche durch die Lindschulte Ingenieurgesellschaft mbH im Auftrag der Technischen Betriebe Wilhelmshaven im Rahmen der Erstellung des Generalentwässerungsplans durchgeführt wurden. Die Simulation der Oberflächenabflüsse wurde auf einem Digitalen Geländemodell mit einer Zellengröße von 1 m gerechnet (DGM1, 2017). In den Siedlungsstrukturen von Wilhelmshaven können sich bei Starkregen tendenziell viele kleine überflutete Bereiche in Grünanlagen und Privatbebauungen ausbilden. Zudem ist damit zu rechnen, dass die vielen kleinen Entwässerungsgräben in den Siedlungsräumen viel Wasser führen. Es kommt nicht immer zu Überflutungen durch die Gräben, dennoch ist das Gefährdungspotenzial im Bereich dieser Gräben bei Starkregen erhöht.

In der kleinen Karte wird die potenzielle Erosionsgefährdung durch Wasser dargestellt. Erhöhte Erosionsgefährdungen sind in Wilhelmshaven bei Starkregen nicht zu erwarten.

Gemäß Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (EG-HWRM-RL) sind in Wilhelmshaven keine Gewässer als Risikogewässer eingestuft. Dennoch kann es bei den vielen Gräben und Fließgewässern zu besonders hohen Abflüssen bei Starkregen kommen. Eine Überlagerung zwischen starkregenbedingten Überflutungen und Überschwemmungen der Gewässer ist nicht auszuschließen und kann die Situation weiter verschärfen.

KStufen der potenziellen Wassererosion
 (Potenzielle Erosionsgefährdung durch Wasser durch Multiplikation von Bodenerodierbarkeitsfaktor, Regionalfaktor und Hangneigung; **Datenquelle:** NIBIS/9) Kartennutzer (2022); KStufen der potenziellen Wassererosion, Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover)

Raumstruktur

Verwaltungsgrenzen der Stadt Wilhelmshaven

Datenquelle Raumstruktur: OpenGeoData.NL des Landesamts für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen (LGLN) (Online: <https://n1-h1n-opengeoportal.hub.ogis.com>)

Koordinatensystem: UTM 32N (ESPG: 25832)

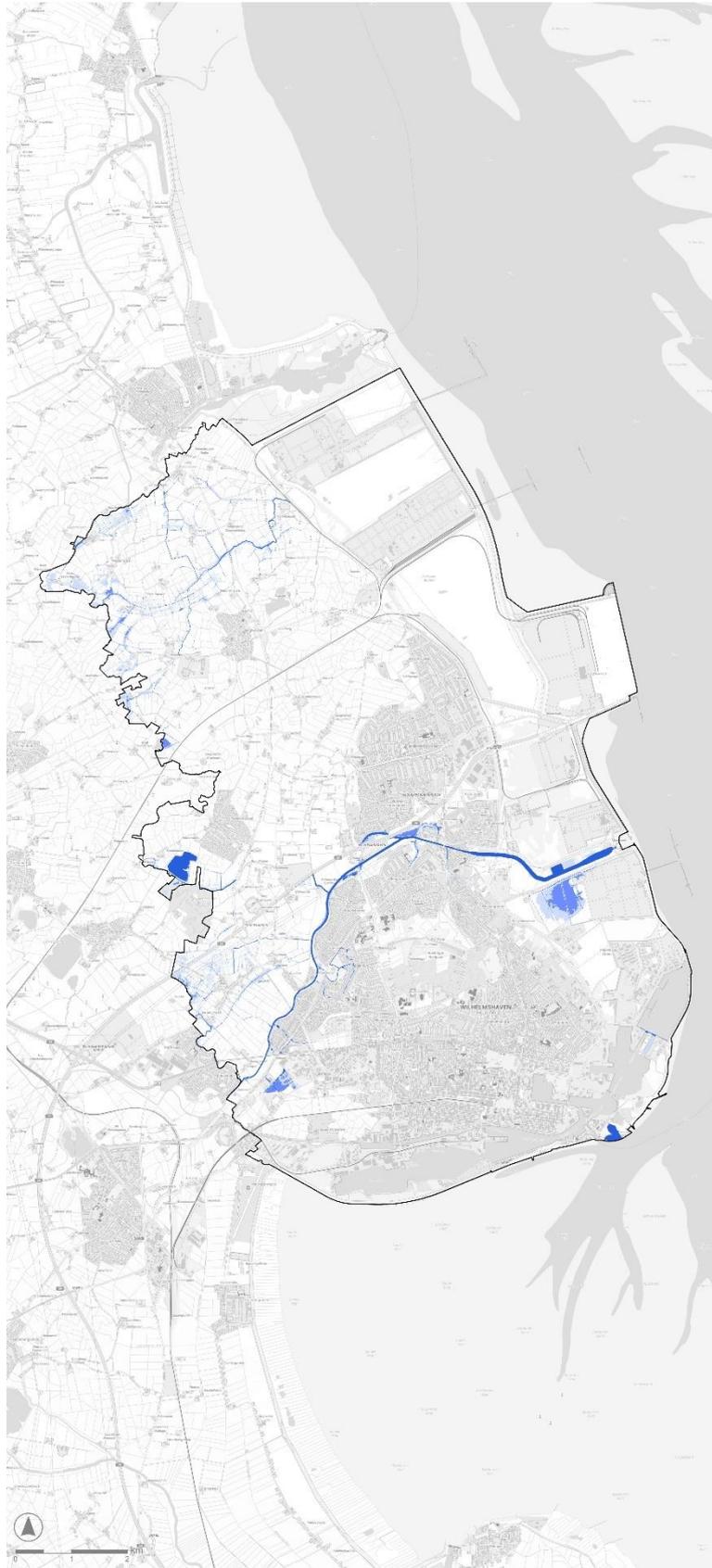
Hintergrundkarte: basemap.de Web Raster Grau (Quellennormer CC BY 4.0; © GeoBasis-DE / <https://www.bvg.bund.de>) (2024) <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Copyright: © 2024 Stadt Wilhelmshaven · Der Oberbürgermeister

Rückfragen zur Karte können an das Klimaanpassungsmanagement Wilhelmshaven gesendet werden: klimaschutz@wilhelmshaven.de

Diese Karte wurde im **September 2024** erstellt.

<p>Auftraggeber: Stadt Wilhelmshaven Herr Jürgen Weidert 48149 Wilhelmshaven</p>	<p>Auftragnehmer: Dr. Ines Jap Klausurstr. 5 20098 Bremer www.inec.de</p>	<p>ISO 9001 zertifiziert TÜV SÜD 3035 Bremer www.tuv-sud.de</p>	<p>KARTEN Basemap.de 3035 Bremer www.basemap.de</p>
--	--	---	---



Klimaanpassungskonzept Stadt Wilhelmshaven

Betroffenheitskarte Meeresspiegelanstieg

Betroffenheit durch einen mittleren zu erwartenden Meeresspiegelanstieg von 82 cm bis zum Ende des Jahrhunderts auf Basis des RCP 8.5

- gering
- mittel
- hoch

(Datenquelle: Quellenvermerk CC BY 4.0; © GeoBasis-DE / BKG (2024) © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie)

Erläuterung:

Der Meeresspiegelanstieg ist eine wesentliche Folge des Klimawandels (IPCC, 2023).

Im relativen Vergleich zum Zeitraum 1995-2014 wird der wahrscheinliche Meeresspiegelanstieg bis zum Ende des Jahrhunderts im Szenario RCP 8.5 zwischen 63 und 101 cm betragen (im Mittel 82 cm). Für das Szenario RCP 1.9 beträgt die wahrscheinliche Spannweite zwischen 28 und 55 cm (im Mittel 42 cm).

Grundlage der dargestellten Ergebnisse ist eine Berechnung ohne das Vorhandensein von Schöpfwerken und Sielen, wodurch ein Ausfall der Entwässerungsanlagen abgebildet wird. In der Karte sind jene Bereiche dargestellt, die in diesem Fall von einem Meeresspiegelanstieg von 82 cm (Referenz DHHN2016) betroffen wären. Bei steigendem Meeresspiegel können diese Flächen nicht mehr im Freispiegelabfluss, d. h. ohne den Einsatz von Pumpen, entwässert werden. Durch einen ungeplanten Rückfluss von Wasser aus dem Meer über die Gewässer können dann Schäden an Gebäuden und Infrastrukturen entstehen. Es werden nicht die grundsätzlichen Wassertiefen bei steigendem Meeresspiegel im Binnenland dargestellt.

In Wilhelmshaven ist die Betroffenheit der Entwässerung durch den Meeresspiegelanstieg als eher gering einzuschätzen. Es können am ehesten nicht besiedelte Flächen entlang der Maade im Süden der Stadt sowie entlang des Inhauser Tiefs im Norden der Stadt von Überschwemmungen betroffen sein.

Um die Spannweite der Betroffenheit durch einen Meeresspiegelanstieg bei verschiedenen Klimaszenarien aufzuzeigen, ist in der kleinen Karte die Betroffenheit durch einen mittleren zu erwartenden Meeresspiegelanstieg von 42 cm bis zum Ende des Jahrhunderts auf Basis des RCP 1.9 dargestellt. Erwartungsgemäß zeigt sich, dass die Betroffenheit hier noch geringer ausfällt und lediglich die Maade kurz vor Mündung beim Maadesiel betroffen wäre.

Neben der Betroffenheit der Entwässerung kann das Ansteigen des Meeresspiegels zu Versalzung und Grundhochwasser führen.



Betroffenheit durch einen mittleren zu erwartenden Meeresspiegelanstieg von 42 cm bis zum Ende des Jahrhunderts auf Basis des RCP 1.9

(Datenquelle: Quellenvermerk CC BY 4.0; © GeoBasis-DE / BKG (2024) © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie)

Raumstruktur

Verwaltungsgrenzen der Stadt Wilhelmshaven

Datenquelle Raumstruktur: OpenGeoData.NL des Landesamts für Geoinformation und Landesmessung Niedersachsen (LGLN) (Online: <https://nln-geo.opendata.hub.org/is.com>)

Koordinatensystem: UTM 32N (ESPG: 25832)

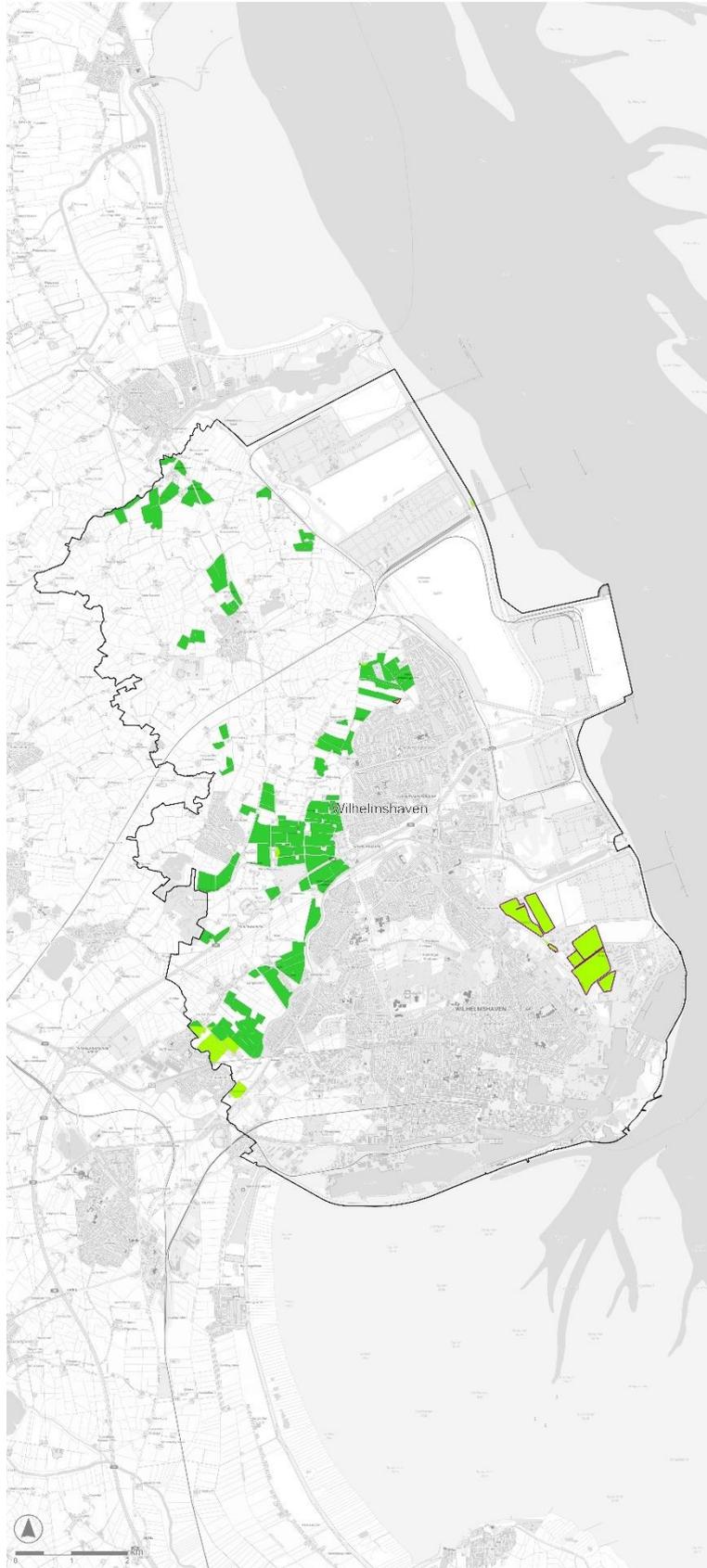
Hintergrundkarte: basemap.de Web Raster Grau (Quellenvermerk CC BY 4.0; © GeoBasis-DE / <https://www.bkg.bund.de/> (2024) <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Literatur: IPCC, 2023: Sections. In: *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, H. Los and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 35-115, doi: 10.59327/IPCC/AR6/9789291691647

Diese Karte wurde im **September 2024** erstellt.

<p>Auftraggeber: Stadt Wilhelmshaven Bürgeramt Hafenstraße 1 48565 Wilhelmshaven Tel: 04471 20-1000 www.wilhelmshaven.de</p>	<p>Auftragsnehmer: Dr. Pecher AG Klimawerk Königsplatz 1 26123 Bremerhaven www.dr-pecher.de</p>	<p>GeoNET Consulting Ernst-Hacke-Straße 1a 26123 Bremerhaven www.geo-net.de</p>	<p>KaRT GIS Bismarckstraße 11 26123 Bremerhaven www.kart-gis.de</p>
---	--	--	--

A.3.3 Landwirtschaft und Natur



Klimaanpassungskonzept Stadt Wilhelmshaven

Betroffenheitskarte
Bodenerosion auf Ackerflächen

Potenzielle Erosionsgefährdung der Ackerböden durch Wasser
Potenzieller mittlerer Bodenabtrag durch Wasser [t/ha/a] und Stufe der Erosionsgefährdung für die Periode 1971 – 2000 (LBEG 2024)

1 bis <5	sehr geringe Erosionsgefährdung (Ena1)
5 bis <10	geringe Erosionsgefährdung (Ena2)

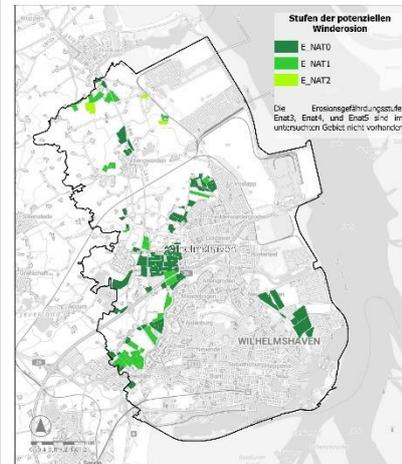
Änderung des potenziellen Bodenabtrags bis 2071 – 2100 in Bezug auf 1971 - 2000

> 5 t/ha/a

Die Erosionsgefährdungsstufen Ena0, Ena1, Ena2 und Ena3 sind im untersuchten Gebiet nicht vorhanden.
Datenquelle: Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG, 2024): Erosionsgefährdung durch Wasser nach DIN 19708 (unveröffentlicht). Die Daten zur landwirtschaftlichen Nutzfläche sind amtlich und stammen vom Serviszentrum Landesentwicklung und Agrarförderung (SLA).

Erläuterung:
 In der Hauptkarte ist die Erosionsgefährdung der Ackerböden durch Wasser in der Stadt Wilhelmshaven als der potenzielle mittlere Bodenabtrag für die Periode 1971 – 2000 dargestellt. In der Stadt Wilhelmshaven war die potenzielle mittlere Bodenerosion auf Ackerböden durch Wasser in der Periode 1971 – 2000 überwiegend auf einem sehr geringen Niveau. Der potenzielle mittlere Bodenabtrag wurde anhand der Allgemeinen Bodenabtragsgleichung (ABAG) unter der Annahme, dass die Böden frei von Bodenbedeckung sind (Schwarzbrache) ermittelt. In der ABAG wird der Faktor "Erosivität der Niederschläge" berücksichtigt, welche vom Klimawandel direkt beeinflusst wird. Die "Erosivität der Niederschläge" wird in der Stadt Wilhelmshaven mit den klimawandelbedingten Veränderungen des Niederschlagsregimes zunehmen (MU 2019). Entsprechend wird bis zur Periode 2071 – 2100 eine Zunahme des potenziellen mittleren Bodenabtrags erwartet, jedoch steigt die Bodenerosion durch Wasser voraussichtlich nur bei wenigen Flächen um mehr als 5 t/ha/a. Die Gewissheit der Projektion ist aus methodischen Gründen gering, weshalb keine Unterscheidung von verschiedenen Klimawandelszenarien vorgenommen wurde.

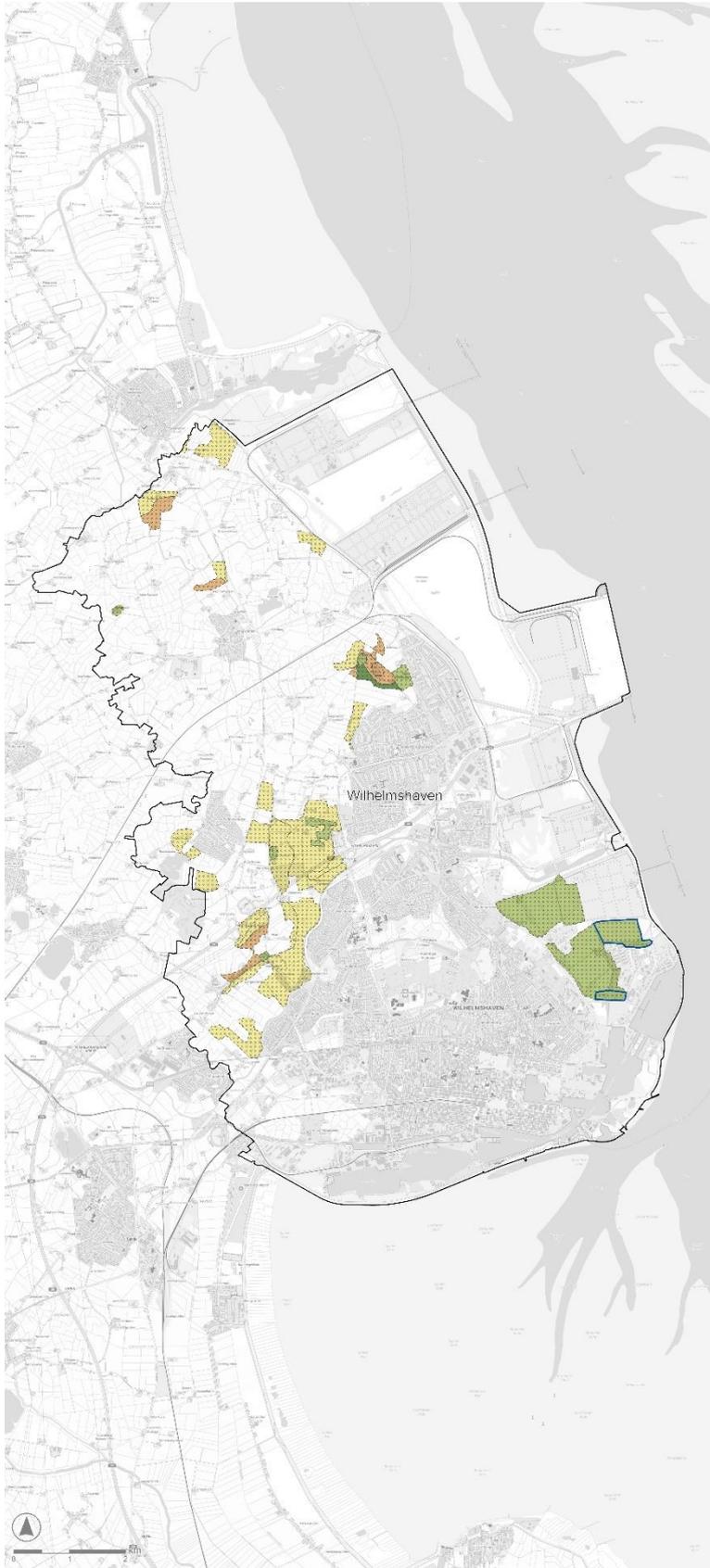
Die Bodenerosion durch Wind ist im untersuchten Gebiet ebenfalls gering ausgeprägt (s. kleine Karte). Die Ackerböden der Stadt Wilhelmshaven weisen vorwiegend keine oder eine sehr geringe Erosion durch Wind auf. Der Einfluss des Klimawandels auf die lokalen Windverhältnisse kann nicht verlässlich getroffen werden und entsprechend kann keine belastbare Aussage zur zukünftigen Bodenerosion durch Wind getroffen werden.



Erosionsgefährdung der Ackerböden durch Wind in der Stadt Wilhelmshaven
 (Datenquelle: NIBES© Kartenserver (2024): Abschätzung der potenziellen Erosionsgefährdung durch Wind gemäß Anhang 4 der GAP-Koordinatensystem-Vereinbarung (GAPKoordV) GÜOZ 5. - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover)

Raumstruktur
 Verwaltungsgrenzen
Datenquelle Raumstruktur: OpenGeoData.NL des Landesamts für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen (LGLN) (URL: <https://ngeo.opengeodata.hub.arcgis.com>)
Koordinatensystem: UTM 32N (EPSG: 2352)
Hintergrundkarte: Screenshot de Web-Router Grau (Quellennorm CC BY 4.0: © GeBasis DE / <https://www.rdg-bund.de> (2024) <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)
Literatur: Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz (MU, H19, 2019): Klimawandelschutz Niedersachsen, Wissenschaftlicher Hintergrundbericht, Hannover.
 Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG, 2024): Methodik zur Ermittlung von landwirtschaftlichen Flächen nach dem Grad ihrer Erosionsgefährdung durch Wasser in Niedersachsen, Hannover: https://www.lbeg.niedersachsen.de/download/780/31/Methodik_GAP_KoordV/2023_Wasserosion_01_03_2024.pdf
 Die Karte wurde im **September 2024** erstellt.

Auftraggeber: Stadt Wilhelmshaven, Dr. Thilo Koppstein, thilo.koppstein@wsh.de, www.wsh.de
Auftragnehmer: pacher, Dr. Thilo Koppstein, thilo.koppstein@pacher.de, www.pacher.de
SEB NE Umweltwissen: Elke Heisterich, elke.heisterich@seb-niedersachsen.de, www.seb-niedersachsen.de
SEB GW: Philipp Heisterich, philipp.heisterich@seb-niedersachsen.de, www.seb-niedersachsen.de



Klimaanpassungskonzept Stadt Wilhelmshaven

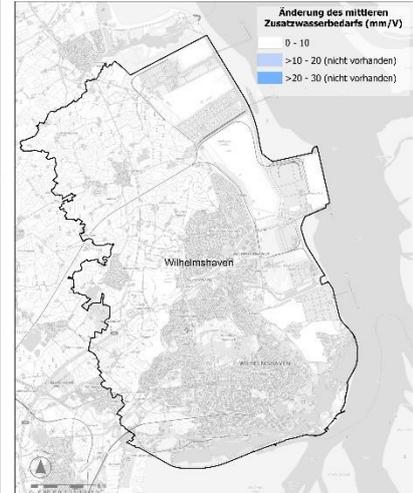
Betroffenheitskarte
Zusatzwasserbedarf in der Landwirtschaft

- | | |
|---|--|
| <p>Bodenfruchtbarkeit</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Nicht bewertet (nicht vorhanden) ■ Äußerst gering (nicht vorhanden) ■ Sehr gering (nicht vorhanden) ■ Gering ■ Mittel ■ Hoch ■ Sehr hoch ■ Äußerst hoch | <p>Mittlerer Zusatzwasserbedarf landwirtschaftlicher Flächen (1971 - 2000)</p> <ul style="list-style-type: none"> □ kein (0 - 20 mm/V) □ gering (>20 - 60 mm/V, nicht vorhanden) □ mittel (>60 - 100 mm/V, nicht vorhanden) <p>□ ehemalige Ackerflächen, deren Nutzung bis 2024 geändert wurde</p> |
|---|--|

Datenquellen:
 NIBDS: Körtgenwetter (2021): Potentieller Zusatzwasserbedarf 1971-2000. - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.
 NIBDS: Körtgenwetter (2021): Bodenkarte von Niedersachsen 1 : 50 000 - Bodenfruchtbarkeit (Ertragsfähigkeit). - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.
 Die Daten der landwirtschaftlichen Nutzflächen (Ackerflächen) beziehen sich auf den Zeitraum 1971-2000 und stammen aus der digitalen Nutzungsdifferenzierbaren Kodierkarte von Niedersachsen 1:50.000 (NKS0).

Erläuterung:
 In der Hauptkarte ist die natürliche Bodenfruchtbarkeit sowie der Zusatzwasserbedarf auf Ackerflächen für die Periode 1971 - 2000 durch die mittlere Beregnungsmenge landwirtschaftlicher Flächen im Stadtgebiet Wilhelmshaven auf Basis zurückprojizierter Modelldaten dargestellt. Im Referenzzeitraum 1971 - 2000 wiesen alle landwirtschaftlich genutzten Ackerflächen der Stadt Wilhelmshaven keinen zusätzlichen Wasserbedarf auf. Geringe (>20 - 60 mm/V), mittlere (>60 - 100 mm/V), hohe (>100 - 140 mm/V) und sehr hohe (>140 mm/V) Zusatzwasserbedarfe traten in Wilhelmshaven in der Periode 1971 - 2000 im Mittel nicht auf.

Klimawandelbedingte jahreszeitliche Verlagerungen der Niederschläge (Zunahmen im Winter, Abnahmen im Sommer im RPC-Szenario 8.5) und der gleichzeitig auftretende Temperaturanstieg wirken sich auf die Menge des landwirtschaftlich genutzten Wassers aus (höhere Verdunstungsraten, Rückgang der klimatischen Wasserbilanz in den Sommermonaten). In Wilhelmshaven wird keine wesentliche Zunahme des zusätzlichen Bewässerungsbedarfs von maximal 5 mm/V erwartet (RCP-Szenario 8.5, s. Nebenkarte).



Änderung des mittleren Zusatzwasserbedarfs der Ackerflächen in der Stadt Wilhelmshaven bis Ende des Jahrhunderts (2071 - 2100) im Vergleich zur Referenzperiode (1971 - 2000) im RCP-Szenario 8.5
Datenquelle: NIBDS: Körtgenwetter (2021). Änderung des Potenziellen Zusatzwasserbedarfs für den 30-jährigen Zeitraum 2071-2100 zu 1971-2000, kein Klimaschutz-Szenario (RCP8.5). - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.

Raumstruktur
 □ Verwaltungsgrenzen der Stadt Wilhelmshaven

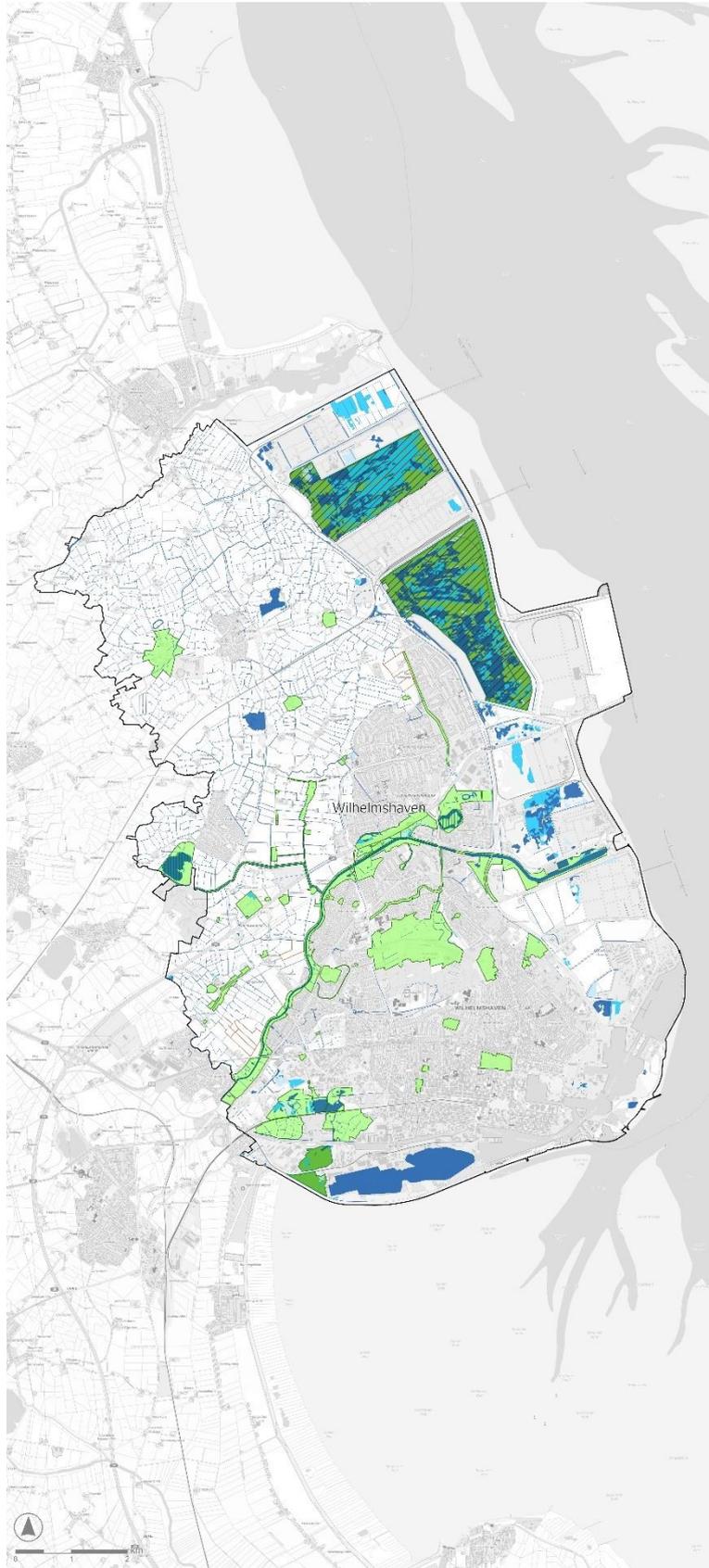
Datenquelle Raumstruktur: OpenGeoData NE des Landesamts für Geoinformation und Landentwicklung Niedersachsen (LGN) (Online: <https://nwi-ghn-ooegeoportal.hub.arcgis.com>)

Koordinatensystem: UTM 32N (EPSG: 25832)

Hintergrundkarte: basecamp.de Web Raster Grau (Quellvermerk CC BY 4.0: © GeoBasis DE / <https://www.blg.bund.de/>) (2024) <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Die Karte wurde im September 2024 erstellt.

<p>Auftraggeber: Stadt Wilhelmshaven Dr. Detlef Pöschel Wilhelmschloß 1 48575 Wilhelmshaven detlef.poeschel@st.wilhelmshaven.de</p>	<p>Auftragnehmer: Dr. Ingrid Heide Klocknerstr. 1 48575 Wilhelmshaven www.paecher.de</p>	<p>SEB NE Umweltwissen Elke Pöschel 50 2024, Hannover www.seb-nw.de</p>	<p>GeoBasis DE 2024, Hannover www.geo-basis.de</p>
---	---	--	--



Klimaanpassungskonzept Stadt Wilhelmshaven

**Betroffenheitskarte
Naturschutz und Biodiversität**

Schutzgebiete

- FFH-Gebiet
- EU-Vogelschutzgebiet
- Naturschutzgebiet
- Landschaftsschutzgebiet

Datenquelle: Stadt Wilhelmshaven (2018): Daten aus Fortschreibung Landschaftsrahmenplan 2018, Wilhelmshaven.

Grundwasserabhängige Biotypen und Empfindlichkeit gegenüber Wasserstandsabsenkung
(Einstufung nach Drachenfels, O. v. (2024))

- sehr hohe Empfindlichkeit**
i.d.R. grundwasserabhängig
Binnengewässer: sehr hohe Empfindlichkeit gegen Trockenlegung, Grundwasserabsenkung bzw. lang anhaltenden Niederschlagsmangel
- hohe Empfindlichkeit**
überwiegend grundwasser-; thw. überflutungs-/stauwasserabhängig
- mittlere Empfindlichkeit**
grundwasser- oder stauwasserabhängig

Beeinträchtigungen

- Fließgewässer >6 Monate/Jahr trockenfallend (NLWKV (2024))

Datenquelle: Stadt Wilhelmshaven (2018): Biotypenkartierung aus Fortschreibung Landschaftsrahmenplan 2018, Wilhelmshaven.
Drachenfels, O. v. (2024): Rote Liste der Biotypen in Niedersachsen – Regenerationsfähigkeit, Biotopwerte, Grundwasserabhängigkeit, Nährstoffempfindlichkeit, Gefährdung. In: Inform.d. Naturschutz Niedersachs. 43 (2) (7/24): 69–140.
Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKV, 2024): Verzeichnis trockenfallender Gewässer: © 2024, daten@nlwkn.niedersachsen.de; © GeoBasis-DE/AGN (2024), CC-BY 4.0, Daten geändert

Erläuterung:

Die Hauptkarte zeigt Natura 2000-Gebiete sowie Natur- und Landschaftsschutzgebiete. Ein hohes Vorkommen von Schutzflächen begünstigt tendenziell die Biodiversität. Generell wirken sich Änderungen der Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse auf die Standortbedingungen in Habitats aus.
Bis Ende des Jahrhunderts ist mit einer Zunahme sowohl der Jahresmitteltemperatur (Abb. 1) als auch der Minimal- und Maximaltemperaturen zu rechnen. Entsprechend verlängert sich mit hoher Wahrscheinlichkeit die Vegetationsperiode. Je nach Szenario ist in Bezug auf die Jahresniederschlagssumme mit einer leichten bis moderaten Zunahme zu rechnen. Gleichzeitig ist eine Verschiebung der Niederschlagsmengen hin zu trockeneren Sommermonaten zu beobachten. Auch die saisonale klimatische Wasserbilanz weist eine Abnahme in einem Großteil der Vegetationsperiode auf (Abb. 2), so dass insgesamt von erschwerten Bedingungen für Schutzgebiete auszugehen ist.
Besonders sensibel gegenüber Trockenheit sind wassergebundene Biotope/Ökosysteme, die empfindlich gegenüber Wasserstandsabsenkungen reagieren. Dabei handelt es sich um grundwasserabhängige oder von Überflutungen abhängige Biotypen (z.B. Nass-/Feuchtwiesen, Röhrichte und Riede, Sumpfflächen) sowie Binnengewässer, die generell eine sehr hohe Empfindlichkeit gegenüber Trockenlegung und vielfach auch gegen Grundwasserabsenkung und/oder lang anhaltenden Niederschlagsmangel aufweisen. Einige Fließgewässerabschnitte im Stadtgebiet fallen bereits regelmäßig trocken (>6 Monate/Jahr).

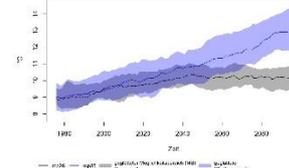


Abb. 1 Modellierter Jahresmitteltemperatur in der Stadt Wilhelmshaven bis 2100 für das RCP-Szenario 2.6 (schwarz) und das RCP-Szenario 8.5 (blau)
(Datenquelle: Berechnungen GEO-NET Umweltkonsulting)

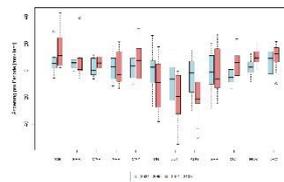


Abb. 2 Langjährige Änderung der klimatischen Wasserbilanz in der Stadt Wilhelmshaven bis Mitte (2031–2050, blau) und Ende des Jahrhunderts (2071–2100, rot) im Vergleich zur Referenzperiode (1971–2000) (RCP-Szenario 8.5)
(Datenquelle: Berechnungen GEO-NET Umweltkonsulting)

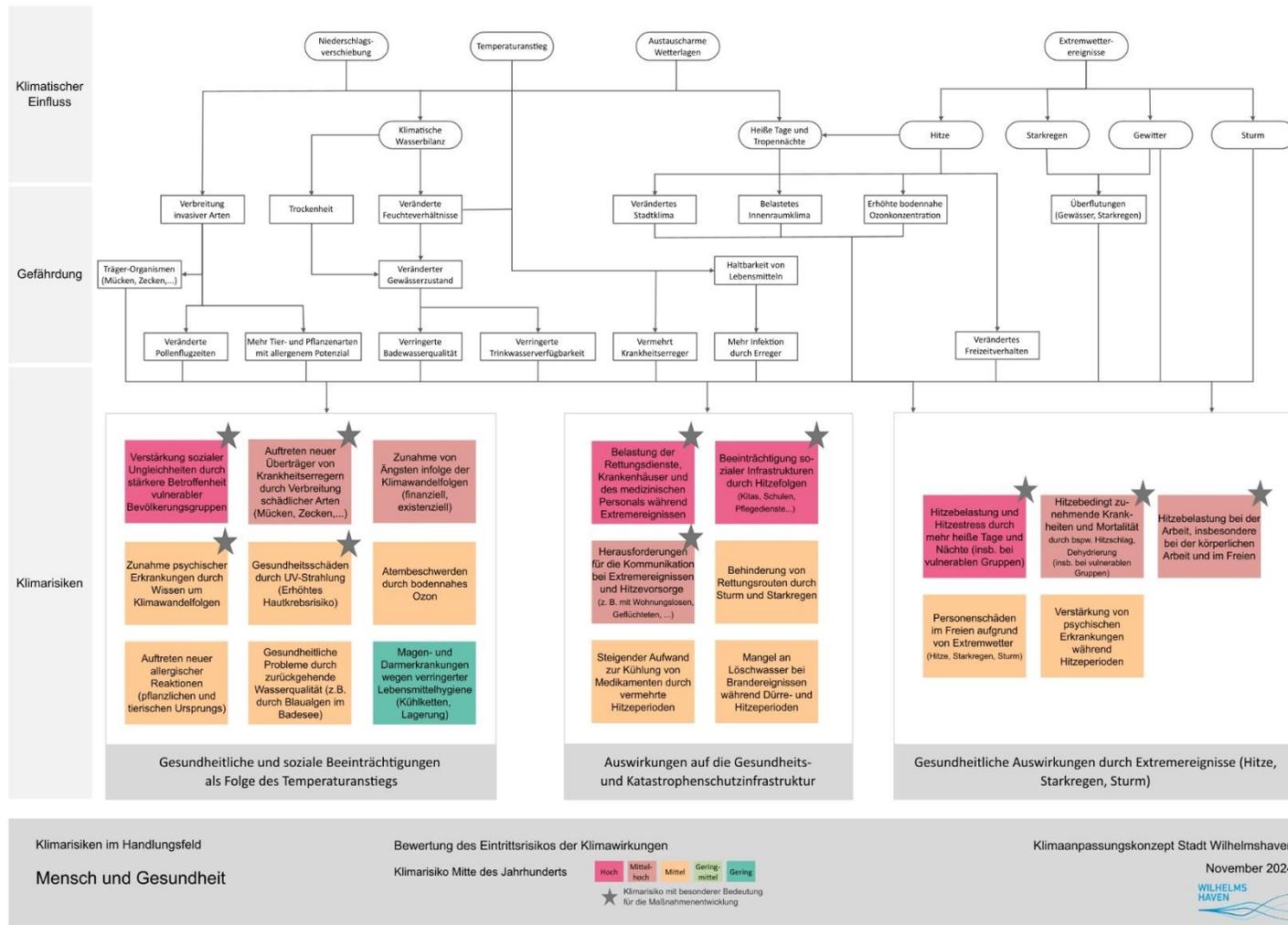
Raumstruktur

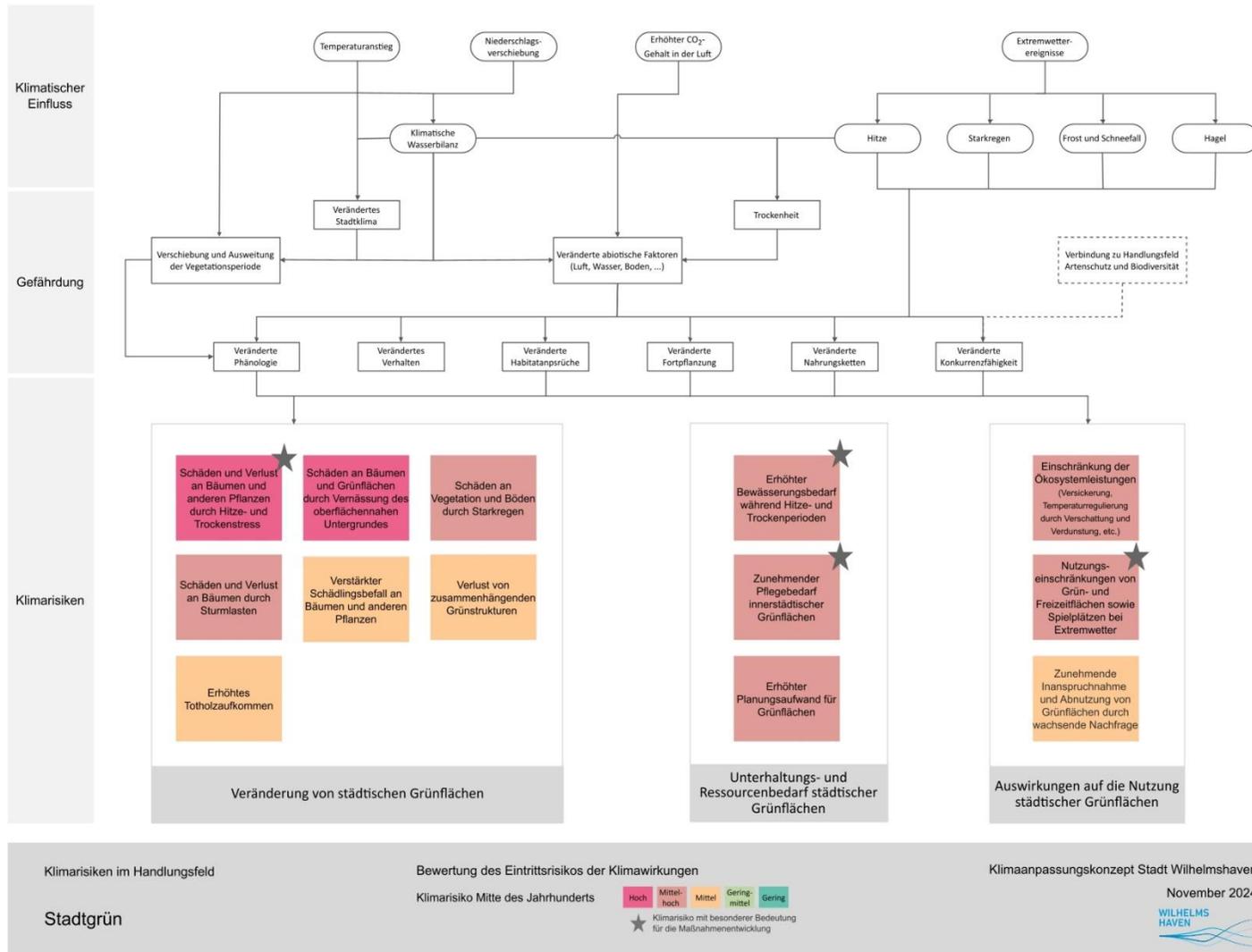
- Verwaltungsgrenzen

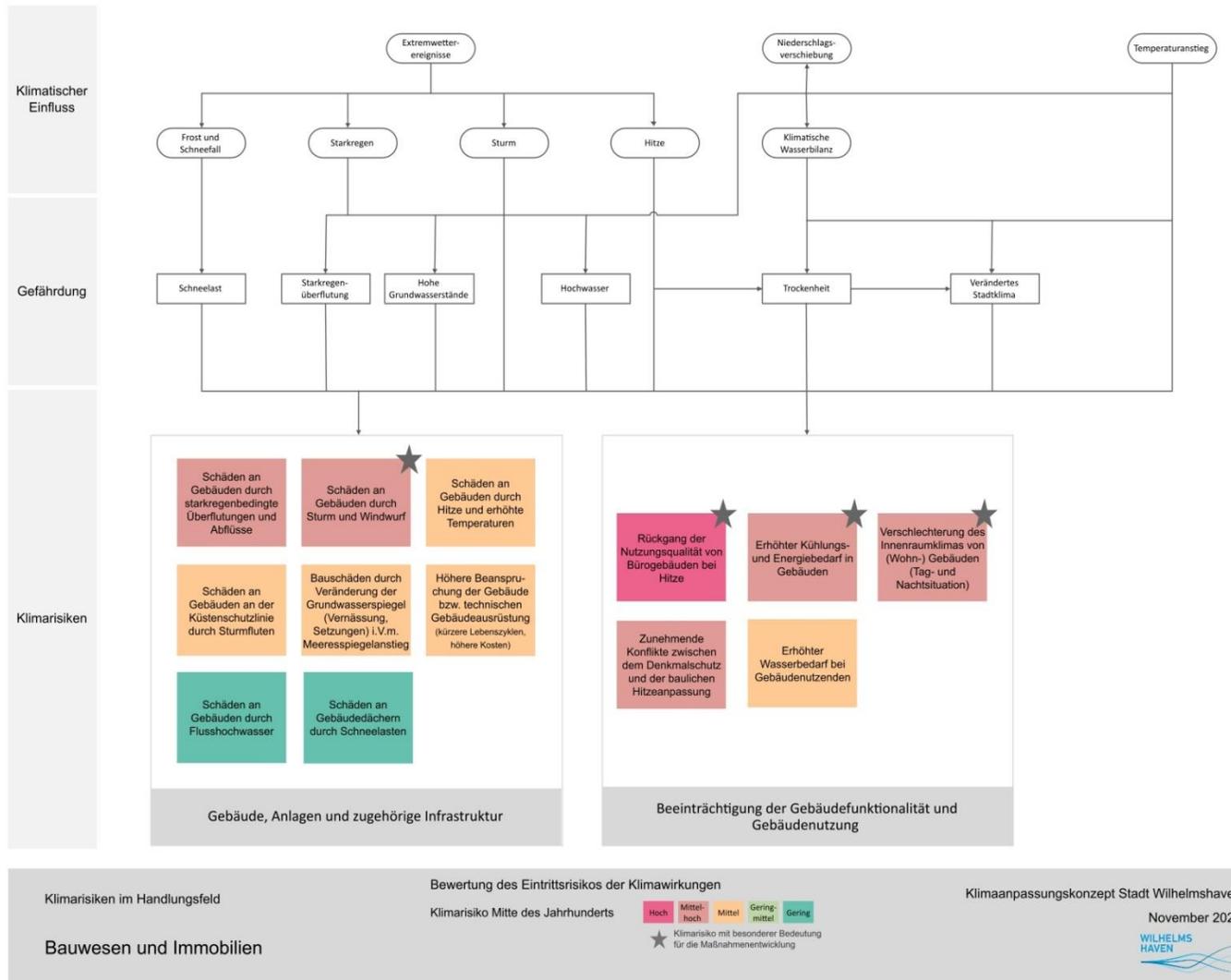
Datenquelle Raumstruktur: OpenGeoData.NL des Landesamts für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen (LGLN) (Online: <https://nls.gis.niedersachsen.de>)
Koordinatensystem: UTM 32N (EPSG: 31462)
Hintergrundkarte: basemap.de Web Raster Grau (Quellenmerk CC BY 4.0; © GeoBasis-DE / <https://www.bkg.bund.de/> (2024) <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)
Die Karte wurde im **September 2024** erstellt.

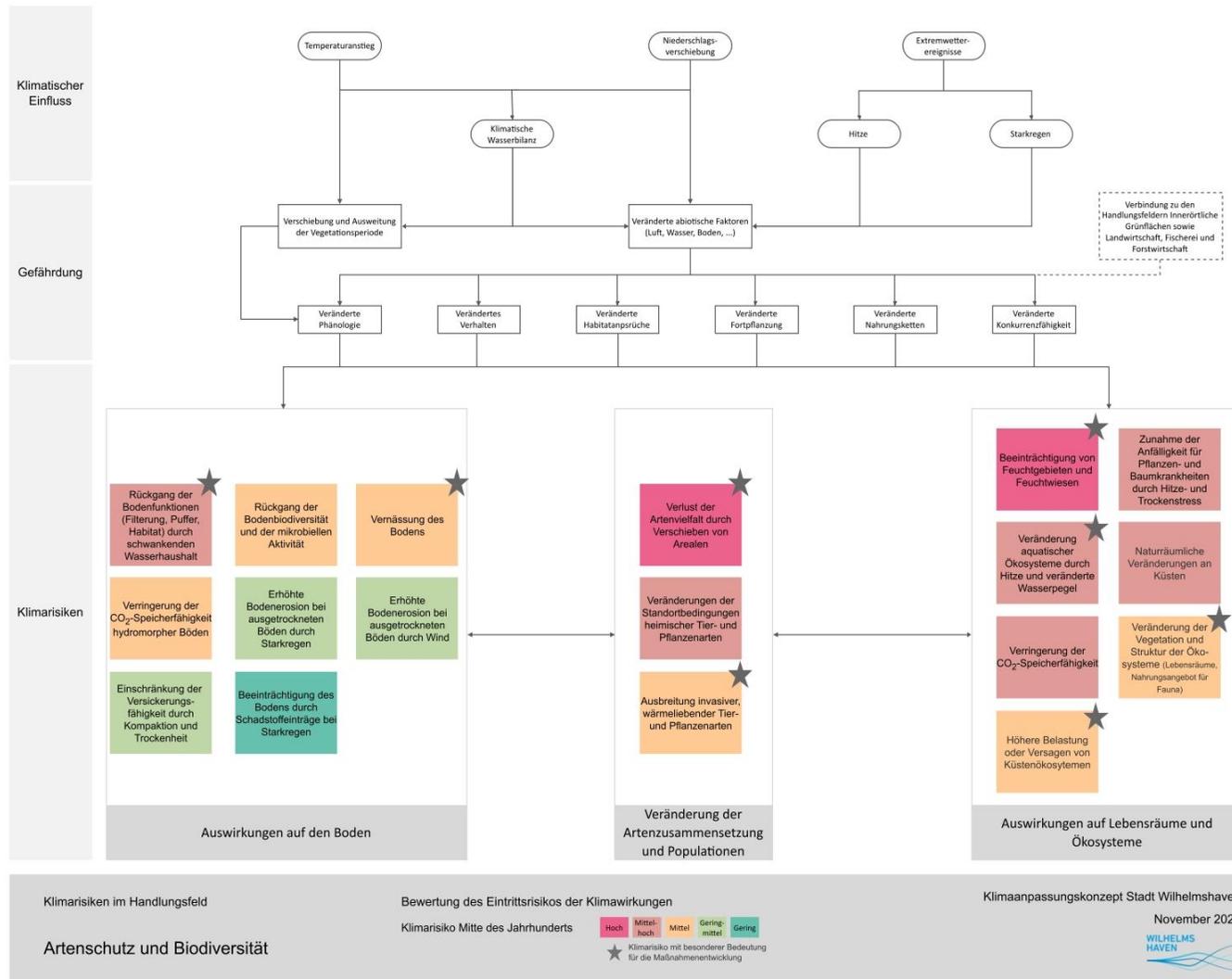
<p>Auftraggeber: Stadt Wilhelmshaven Gemeindeverwaltung Wilhelmshaven 26365 Wilhelmshaven</p>	<p>Auftragnehmer: Geo-NET Klosterstr. 2 48151 Bielefeld www.geo-net.de</p> <p>pecher</p>	<p>SEO-NET Umweltkonsulting Erika-Platz 5a 48151 Bielefeld www.seo-net.de</p>	<p>Geo-Basis Postfach 31 30855 Hannover www.geo-basis.de</p>
--	--	--	---

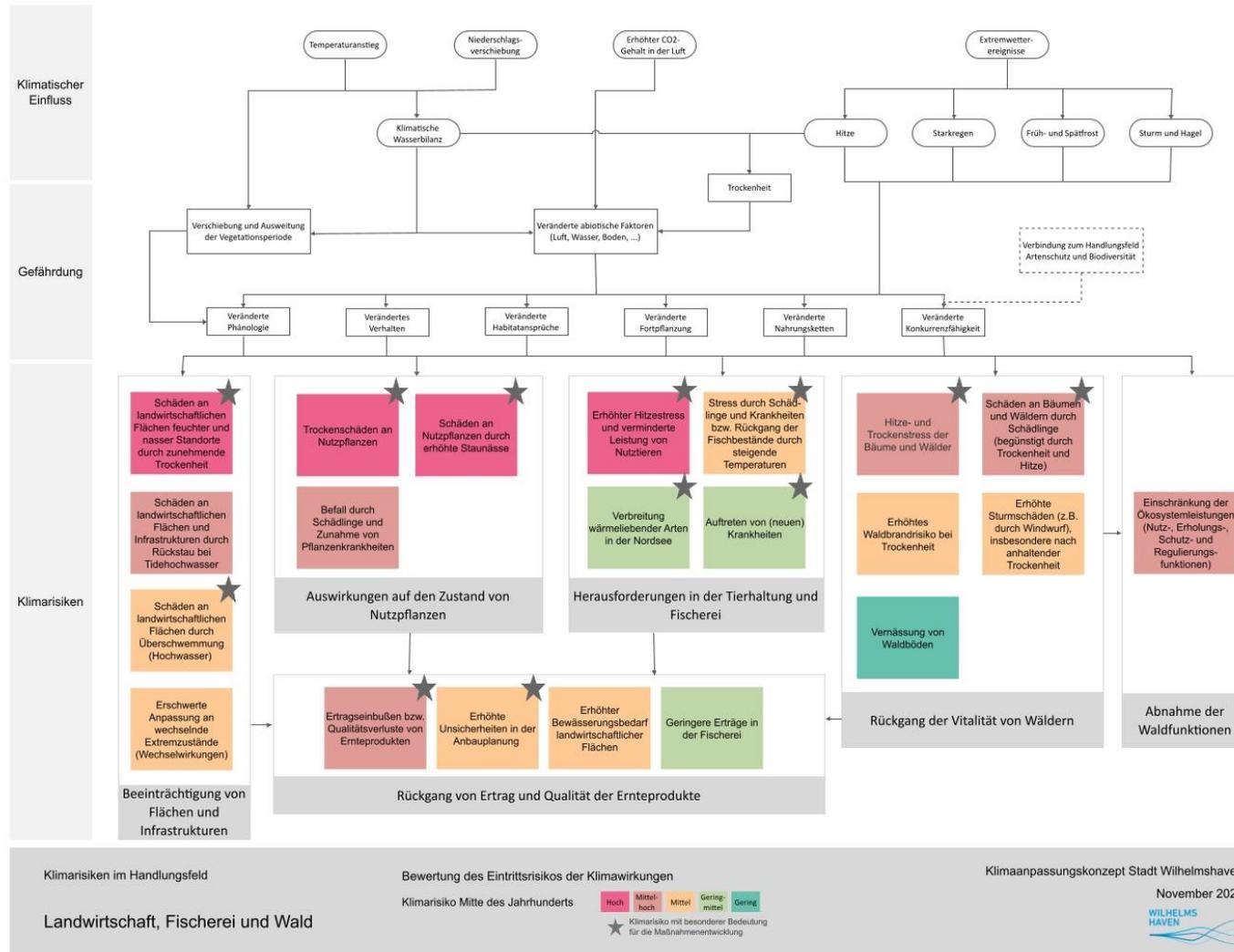
A.6 Klimawirkungsketten

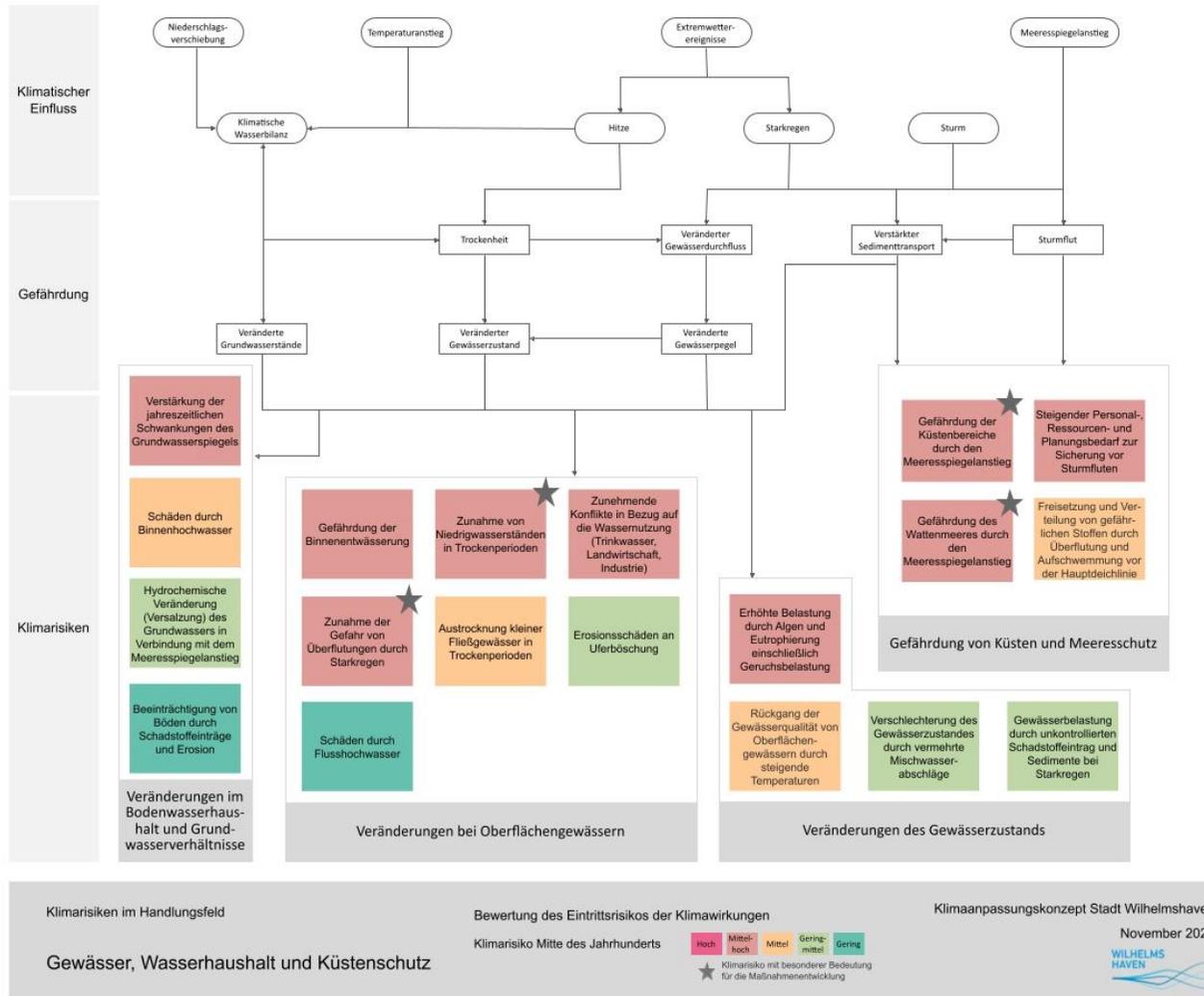


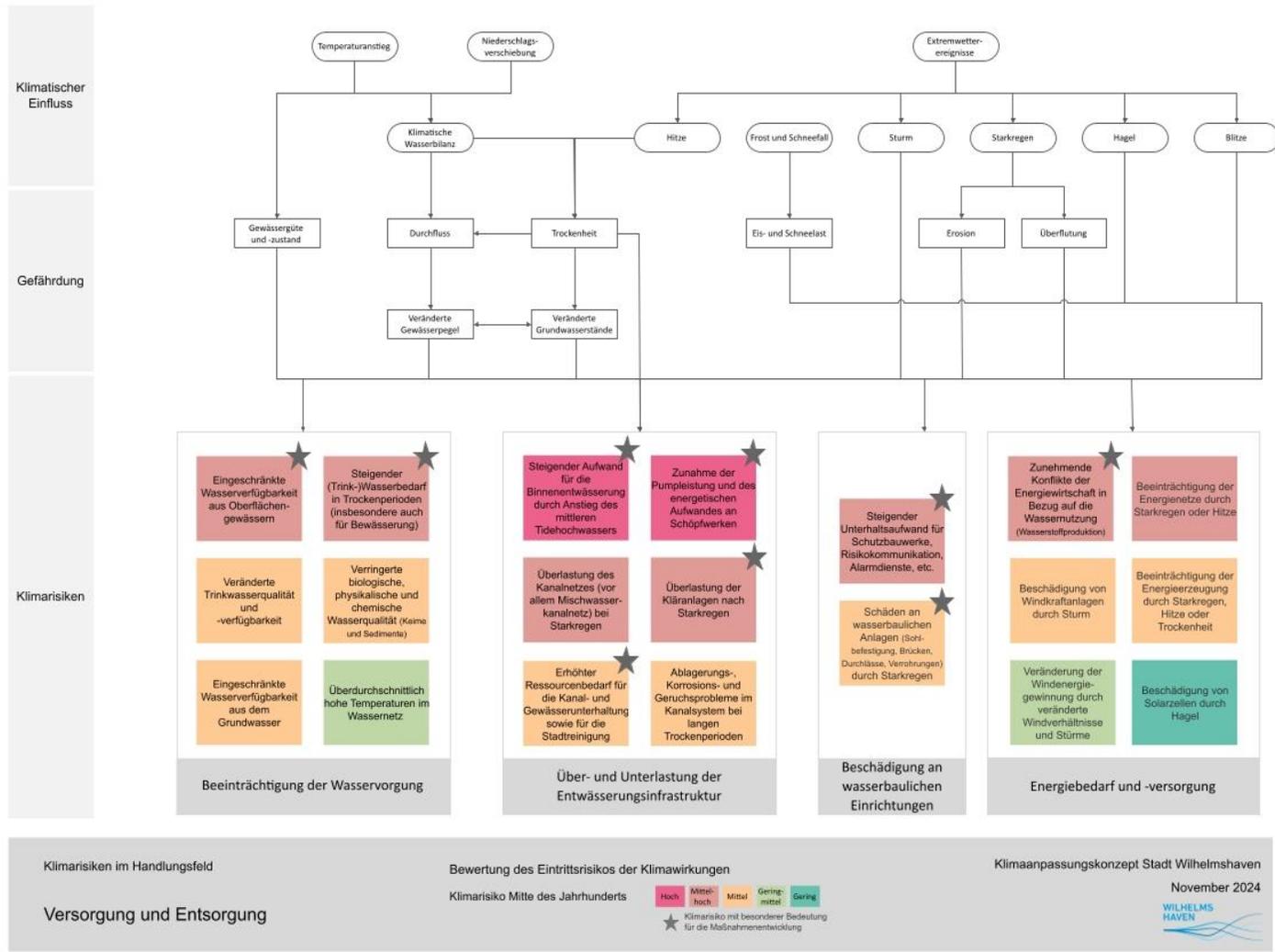


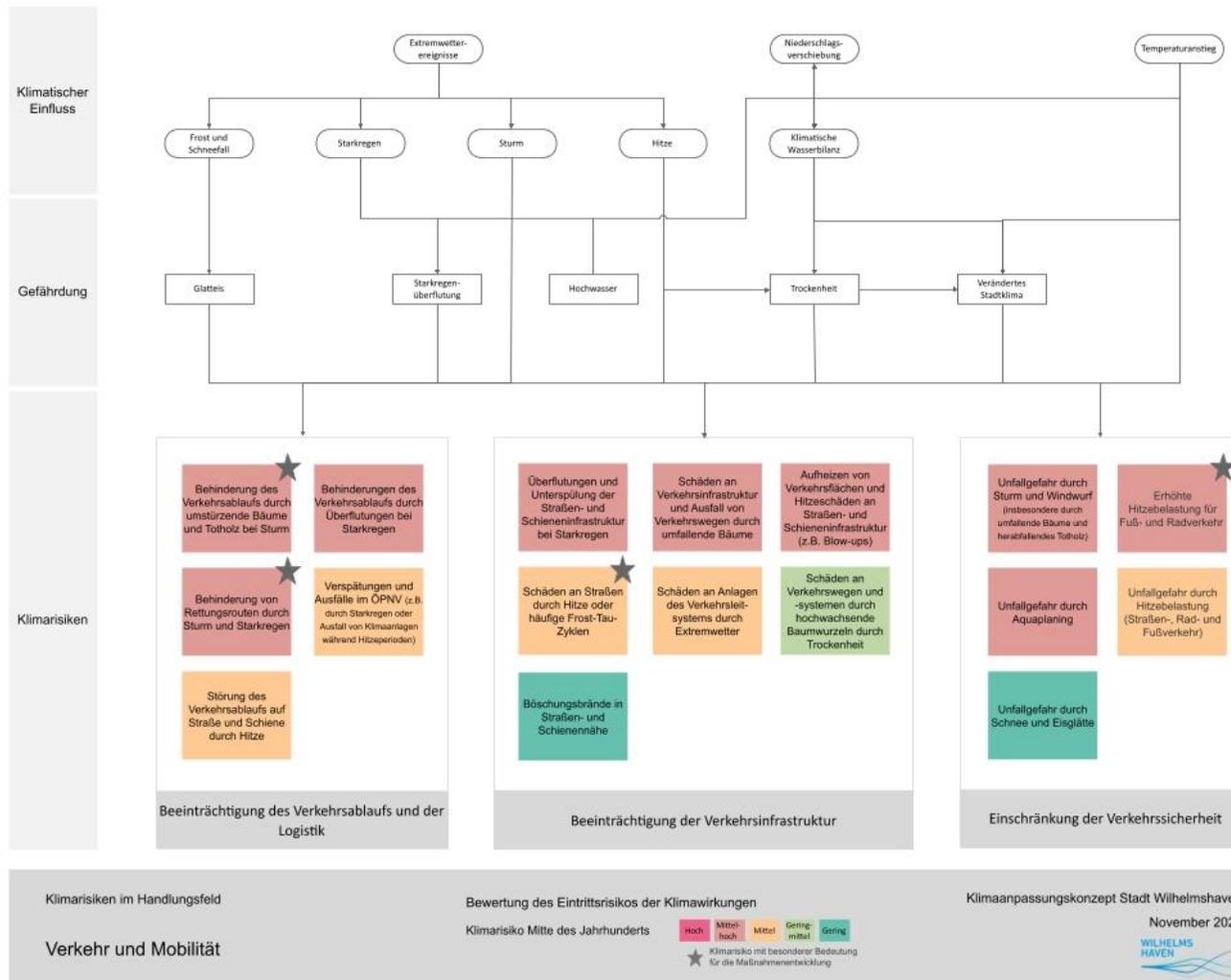


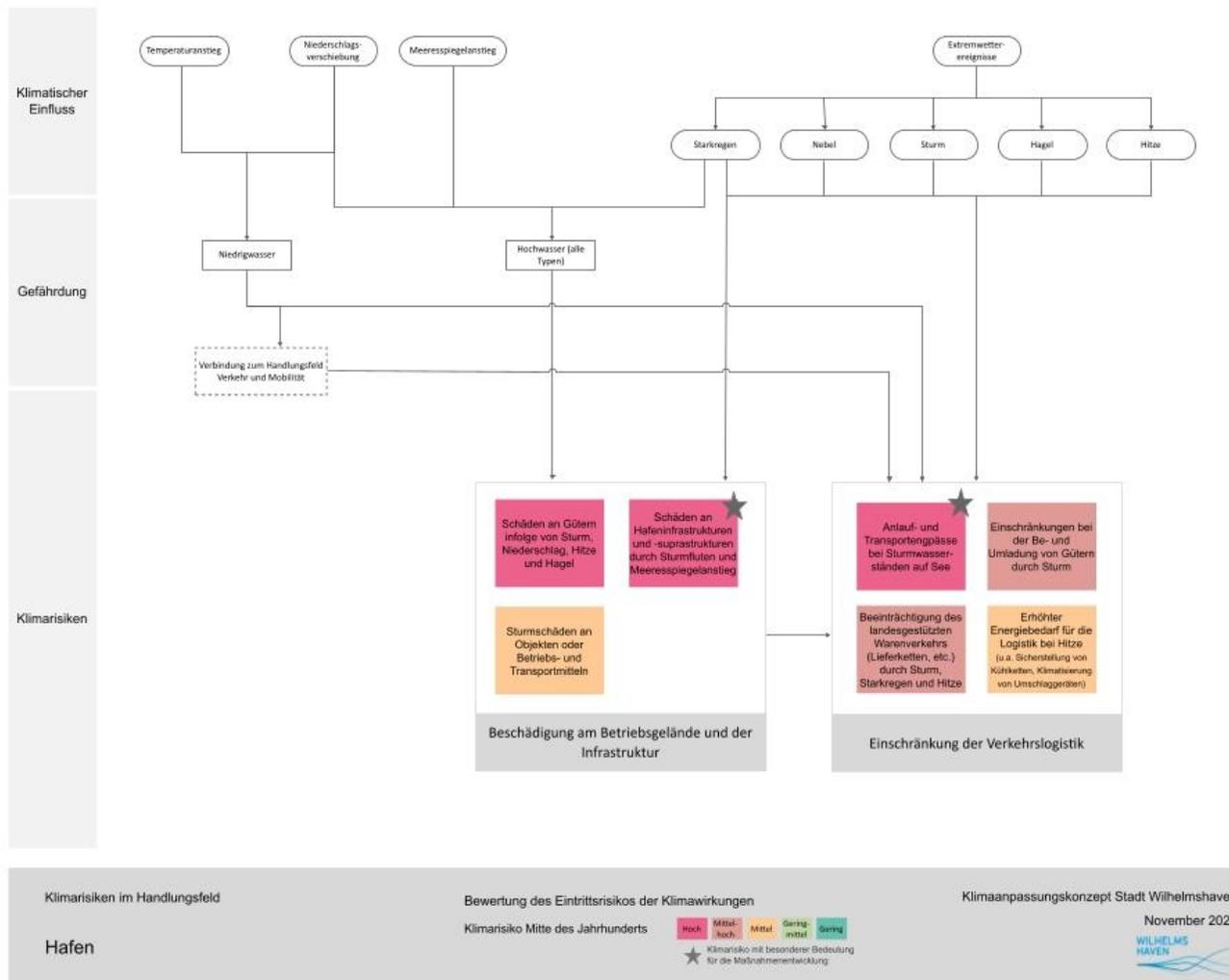


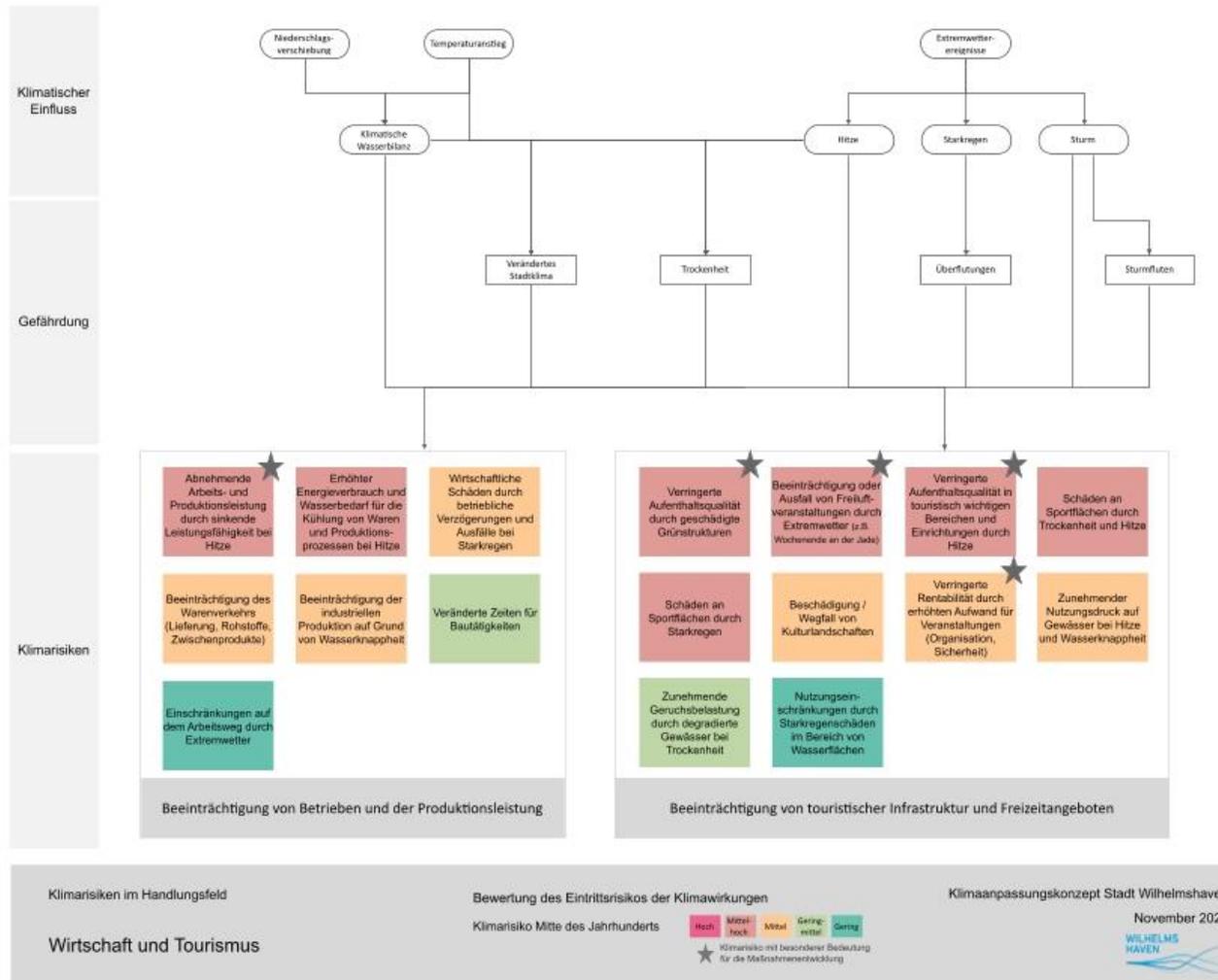












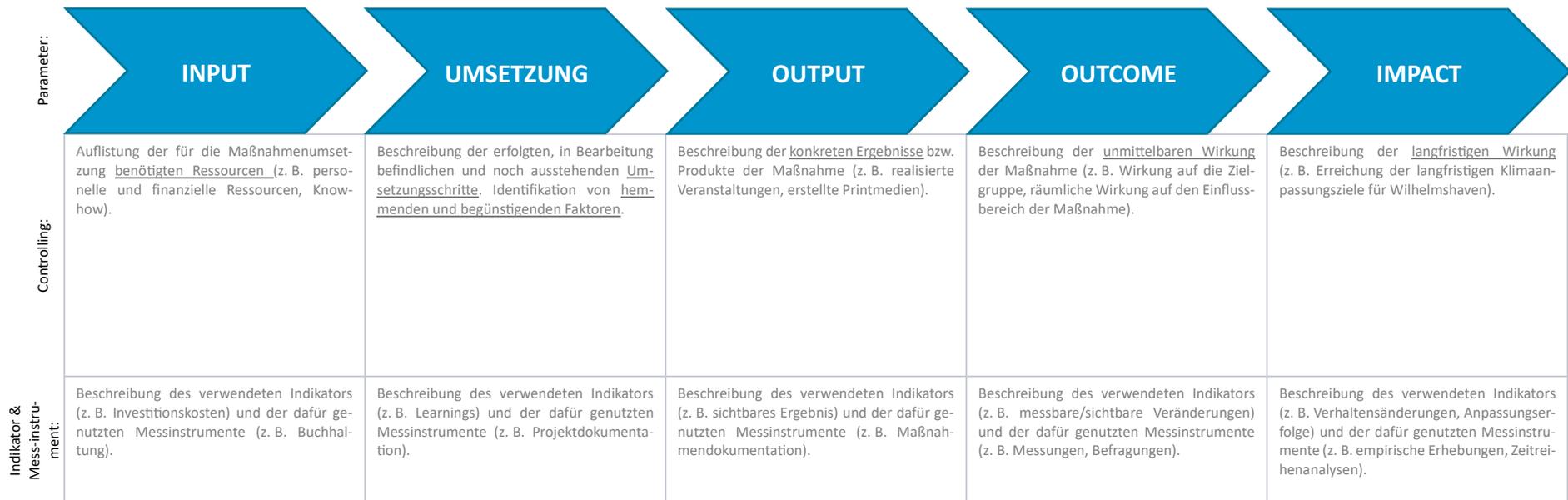
A.7 Maßnahmen-Steckbrief

Maßnahmentitel		Handlungsfeld	
Zielsetzung & Indikator	Was sind die Ziele? Wie ist die Zielerreichung messbar? Welchen Indikator gibt es? Handelt es sich um ein SMART-Ziel?	 Nachhaltigkeitsziele	
Zielgruppe	Wen soll die Maßnahme erreichen?		
Kurzbeschreibung	Was sind die Kernelemente der Maßnahme?		
a) Ausgangslage & Betroffenheit	Wie ist die Ausgangslage? Wo ist der Startpunkt? Gibt es eine Betroffenheitsanalyse oder eine andere Risikoeinschätzung?		
b) Maßnahmenbeginn	Wie ist der Maßnahmenbeginn definiert? Gibt es einen Auslöser?		
c) Teilschritte & Meilensteine	Welche Teilschritte gibt es? Gibt es untergeordnete Maßnahmen, auf die verwiesen wird? Welche Meilensteine gibt es?		
Ressourcenbedarf		Summe	
	Umsetzungsdauer	● ○ ○ ○ ○ ○	Einschätzung
	initiale Kosten	● ○ ○ ○ ○ ○	
	Personalaufwand	● ○ ○ ○ ○ ○	
	Folge-/Betriebskosten	● ○ ○ ○ ○ ○	
Bearbeitung	Wo liegt die Bearbeitung?		
Initiator	Wer ist der/die federführende/r Akteur*in?		
Beteiligte Akteure	Welche internen und externen Akteur*innen sind beteiligt? Wo bieten sich Kooperationen an?		
Maßnahmenbewertung	Effektivität	● ○ ○ ○ ○ ○	Einschätzung
	Wirkungsdauer	● ○ ○ ○ ○ ○	
	begünstigte Personen	● ○ ○ ○ ○ ○	
Legitimation	Gibt es eine gesetzliche Grundlage und/oder einen Ratsbeschluss? Welche Grundlagen müssen geschaffen werden?		
Finanzierungsmöglichkeiten	Gibt es Fördermöglichkeiten oder sind bereits Haushaltsmittel eingeplant?		
Wechselwirkungen mit anderen Zielen & Maßnahmen	Mit welchen anderen Zielen und Strategien der Stadt gibt es Wechselwirkungen oder Synergien?		
Mögliche Hemmnisse & Zielkonflikte	Mit welchen anderen Zielen und Strategien der Stadt gibt es Zielkonflikte? Welche Hemmnisse oder Probleme können auftreten?		
Anmerkungen - Quellen - Links - Best Practice-Beispiele	Gibt es hilfreiche Links zu Quellen oder Best Practice-Beispielen? Gibt es sonstige Anmerkungen, die bei der Planung und Umsetzung hilfreich sein können?		

A.8 Maßnahmen-Kontrollblatt

Maßnahmentitel:	Handlungsfeld:
Kurzbeschreibung:	
Umsetzungsschritte & Meilensteine:	

Umsetzungszeitraum:	
Entstandene Kosten:	
Entstandener Aufwand:	



Ergebnisbewertung:

Ausfülldatum:	
Bearbeiter*in:	