

Betroffenheiten



7.1 Begriff

Um zielgerichtet Strategien und Maßnahmen zur kommunalen Anpassung an den Klimawandel entwickeln zu können, ist es zunächst notwendig, zu analysieren, wie eine Stadt von den zu erwartenden Klimaveränderungen („Klimasignalen“) „betroffen“ ist. Die Betroffenheit wird dabei von zwei Komponenten, der Exposition und der Empfindlichkeit, bestimmt.

Die **Exposition** gibt an, inwieweit eine Stadt oder ein kommunales Handlungsfeld bestimmten Änderungen von Klimaparametern (z. B. Niederschlag, Temperatur etc.) ausgesetzt ist. Sie bildet somit ein Maß für die lokale Ausprägung globaler Klimaveränderungen.

Die **Empfindlichkeit** (oder Sensitivität) beschreibt, wie stark eine Stadt oder ein kommunales Handlungsfeld durch Klimaänderungen beeinflussbar bzw. veränderbar ist. Die Veränderung kann sowohl positive als auch negative Auswirkungen mit sich bringen und sie kann eine direkte (z. B. Verlust von Stadtbäumen durch Stürme) oder eine indirekte (z. B. Einkommensverluste für die Wirtschaft durch Verkehrseinschränkungen während bzw. nach einem Sturmereignis) Folge von Klimaänderungen sein.

Abbildung 78 fasst den Kontext zwischen der Exposition und der Sensitivität zusammen.

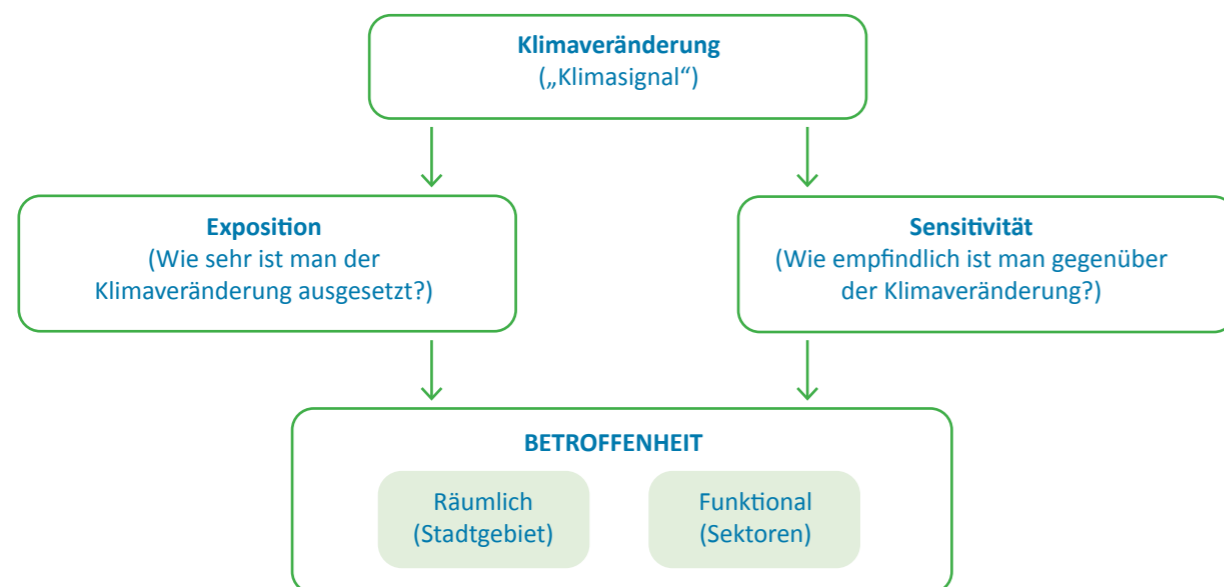


ABB. 78 Begriff „Betroffenheit“

Um in einem nächsten Schritt die **Verwundbarkeit** (Vulnerabilität) der Stadtgemeinden gegenüber Klimaveränderungen und deren Folgen analysieren zu können, muss neben der Betroffenheit auch die **Anpassungsfähigkeit** der beiden Städte betrachtet werden. Im Rahmen der Klimaanpassungsstrategie Bremen/Bremerhaven wurden Anpassungskapazitäten nicht betrachtet, sondern es wurde zunächst eine reine Betroffenheitsanalyse durchgeführt, um (gemäß den Förderrichtlinien des BMUB) die für die beiden Stadtgemeinden relevanten Betroffenheiten identifizieren und eine erste Priorisierung vornehmen zu können. Dabei wurde im Rahmen der Analysen zwischen der räumlichen und der funktionalen Betroffenheit differenziert (Kapitel 5.2). Dieser Unterscheidung lagen die folgenden Fragen zugrunde:

1. Wo befinden sich in den beiden Stadtgebieten besonders durch die Klimaveränderung beeinflusste Bereiche? (Räumliche Betroffenheit)
2. Welche Systeme und Handlungen sind besonders von den Auswirkungen der Klimaveränderungen betroffen? (Funktionale Betroffenheit)

7.2 Ergebnisse

Ausgehend von den in Kapitel 6 beschriebenen Erkenntnissen der Klimaforschung geht die vorliegende Anpassungsstrategie bei der Betroffenheitsanalyse für Bremen und Bremerhaven von den in Abbildung 79 zusammengefassten Klimaveränderungen aus. Für jeden der vier betrachteten Klimaparameter

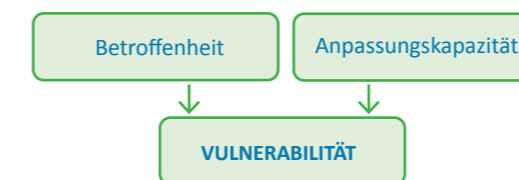
- Temperaturzunahme und Hitze
- Starkniederschläge
- Niederschlagsverschiebungen und Trockenheit
- Stürme und Sturmfluten

wurden ausgewählte räumliche und umfassende funktionale Wirkungsanalysen durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Analysen für die Stadtgemeinden Bremen und Bremerhaven werden auf den folgenden Seiten in Form von Karten (siehe Seite 112–125) bzw. in Betroffenheitstabellen (siehe Seite 126–133) detailliert erläutert.

Die Ergebnisse der räumlichen und funktionalen Betroffenheitsanalysen bildeten eine entscheidende Grundlage für die Ziel- und Maßnahmenentwicklung im Rahmen der Strategieerstellung.

Verwundbarkeit und Anpassungsfähigkeit:

Die Vulnerabilität bzw. Verwundbarkeit gegenüber unerwünschten Auswirkungen von Klimaänderungen ist stark von der jeweiligen lokalen Ausgangssituation abhängig und wird neben der Betroffenheit (Exposition und Sensitivität) zusätzlich von der „Anpassungskapazität“ bestimmt. Letztere beschreibt das gesamte Potenzial einer Kommune, sich auf den Klimawandel mit seinen Folgen einzustellen. Die Anpassungsfähigkeit hängt vorwiegend davon ab, welche Institutionen, Fähigkeiten und Ressourcen ihr zur Verfügung stehen. Weiter ist die Anpassungsfähigkeit stark abhängig von dem politischen Willen, wichtige Schritte in Richtung Anpassung zu gehen.



Betrachtete Klimaveränderungen



- Zunahme der Jahresdurchschnittstemperaturen
- Mehr Sommertage ($\geq 25^\circ\text{C}$) und Tropennächte ($\geq 20^\circ\text{C}$)
- häufigere und länger andauernde Hitzeperioden



- Zunahme der Intensität und der Häufigkeit von Starkniederschlägen (insb. im Sommerhalbjahr)



- Trockenere Sommer und feuchtere Winter
- Häufigere und länger andauernde Trockenperioden im Sommer



- Zunahme der Stürme (insb. im Winter)
- Erhöhung der Sturmflutwasserstände (in Verbindung mit dem Meeresspiegelanstieg)

ABB. 79 Zusammenfassung der im Rahmen der Strategie betrachteten Klimaveränderungen

Der klimawandelbedingte Anstieg der Temperatur und die damit verbundene erwartete Zunahme von Hitzetagen und Tropennächten wird bereits in den nächsten Jahrzehnten zu einer spürbaren Verschlechterung der aktuellen thermischen Situation führen. In den bereits heute von Überwärmung betroffenen Stadtbereichen ist mit intensiveren und häufigeren Belastungssituationen zu rechnen. Darüber hinaus wird es auch in einigen bisher thermisch eher günstigen Bereichen sowohl in den Nachtstunden als auch tagsüber zu relevanten humanbioklimatischen Belastungen kommen.

Anhand einer modellbasierten Klimaanalyse wurde die räumliche Belastung durch Temperaturzunahme und Hitze für Bremen bewertet und ausgewiesen. Die Karte zeigt die Siedlungsflächen Bremens klassifiziert nach nächtlicher thermischer Belastung. Als Siedlungsflächen sind alle Flächen ausgewiesen die industriell, gewerblich oder zum Wohnen genutzt werden. Der Anteil der Bereiche mit weniger günstigen bis ungünstigen humanbioklimatischen Eigenschaften liegt bei 34 % (vgl. Abbildung 80). Betrachtet man nur die Flächen mit Wohnbebauung, weisen etwa 82 % Prozent davon eine günstige bis sehr günstige humanbioklimatische Situation auf, was auf eine relativ geringe thermische Belastung der Bevölkerung und einen, zumindest in thermischer Hinsicht, guten Wohnkomfort schließen lässt

Hinweis: Die unterschiedlichen analytischen Ausgangslagen für Bremen (numerische Klimaanalyse) und Bremerhaven (Klimatopkartierung) lassen hinsichtlich der thermischen Belastungssituation einen direkten Vergleich beider Städte nicht zu. So können für Bremen mithilfe der durchgeführten mesoskaligen Klimasimulation einerseits Aussagen auf Basis räumlich wesentlich höher aufgelöster Ergebnisse getroffen werden und andererseits kann das stadtklimatische Prozessgeschehen wie z. B. die Entstehung von Kaltluftbereichen sowie die nächtliche Kaltluftzufuhr in die Betrachtungen mit einbezogen werden. Die Klimatopkarte Bremerhavens zeigt hingegen nur potenziell thermische Ungunstbereiche auf, ohne die tatsächlichen stadtklimatischen Prozesse berücksichtigen zu können.

Quelle: GEO-NET (2012): Klimaanalyse für das Stadtgebiet der Hansestadt Bremen

KARTE BREMEN 1

Potenzielle Belastung an Hitzetagen in der Stadtgemeinde Bremen

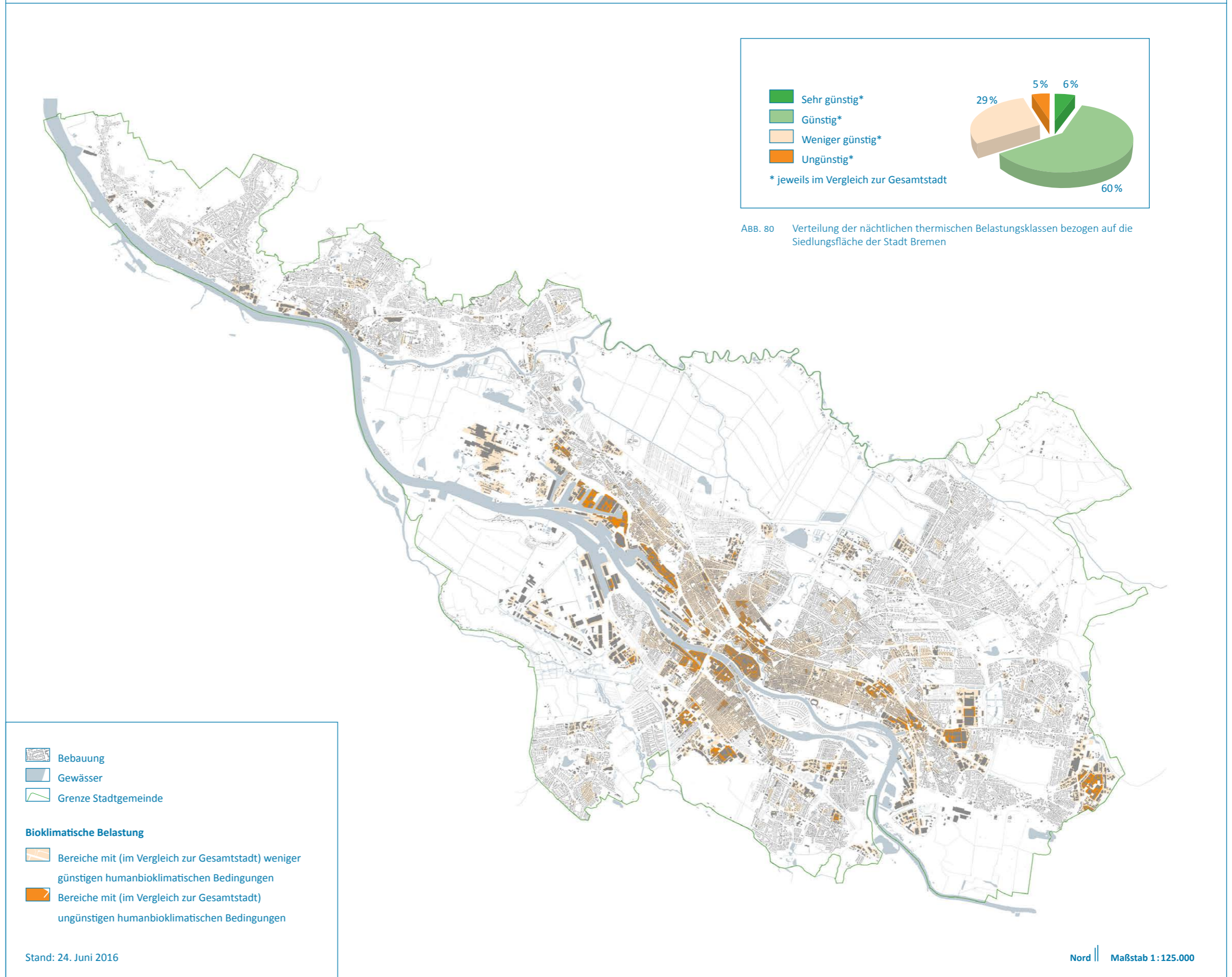


ABB. 80 Verteilung der nächtlichen thermischen Belastungsklassen bezogen auf die Siedlungsfläche der Stadt Bremen



POTENZIELLE BELASTUNG AN HITZETAGEN

Für die Stadt Bremerhaven wurde zur Analyse der thermischen Belastung eine Klimatopkarte nach VDI-Richtlinie 3787 erstellt, die es erlaubt, Räume auszuweisen, die potenziell thermisch belastet sind. Klimatope beschreiben Gebiete mit ähnlichen mikroklimatischen Ausprägungen. Diese unterscheiden sich vor allem hinsichtlich des thermischen Tagesgangs, der vertikalen Rauigkeit (Windfeldstörung), der topografischen Lage und/oder Exposition sowie insbesondere hinsichtlich der Art der realen Flächennutzung. Klimatope werden aus den entsprechenden Geobasis- und Landnutzungsfachdaten abgeleitet, abgegrenzt und zugeordnet.

Potenziell thermisch belastet sind vor allem jene Flächen, die den Klassen Innenstadtklima, Stadtklima und Gewerbe- und Industrieklima zuzuordnen sind. Hier akkumulieren sich für die thermische Situation ungünstige Eigenschaften wie etwa ein hoher Versiegelungsgrad und/oder eine hohe Bebauungsdichte. In diesen Bereichen sind somit potenziell die höchsten thermischen Belastungen an Hitzetagen und während mehrtägiger Hitzeperioden zu erwarten. Dies wurde durch die Ergebnisse einer temporären Messkampagne des DWD im Sommer 2015 bestätigt. Der Wärmeinseleffekt der Bremerhavener Innenstadt ist durch einen mittleren Temperaturunterschied von +0,4 °C für Tageshöchsttemperaturen und +1,7 °C für tägliche Minimumtemperaturen gegenüber dem Umland gekennzeichnet.^[53]

Der Anteil von Flächen der Klimatopkategorien Innenstadtklima, Stadtklima und Gewerbe- und Industrieklima liegt zusammen bei ca. 18% an der Gesamtfläche Bremerhavens [Abb. 78], wobei die Flächen mit Industrie- und Gewerbeklima eindeutig dominieren. Obwohl die Klimatope Stadtklima und Innenstadtklima nur mit Anteilen von jeweils 1% vertreten sind, muss davon ausgegangen werden, dass aufgrund der in diesen Bereichen hohen Bevölkerungsdichte eine erhöhte Betroffenheit gegenüber thermischer Belastung gegeben ist.

Hinweis: Die unterschiedlichen analytischen Ausgangslagen für Bremen (numerische Klimaanalyse) und Bremerhaven (Klimatopkartierung) lassen hinsichtlich der thermischen Belastungssituation einen direkten Vergleich nicht zu. Die Klimatopkarte zeigt nur potenziell thermische Ungunzbereiche auf, ohne die tatsächlichen stadtklimatischen Prozesse berücksichtigen zu können.

Quellen: VDI-Richtlinie 3787, Blatt 1, Klima- und Lufthygienekarten für Städte und Regionen. ALKIS – Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem der Stadt Bremerhaven, Kataster- und Vermessungsamt Bremerhaven

KARTE BREMERHAVEN 1

Potenzielle Belastung an Hitzetagen in der Stadtgemeinde Bremerhaven

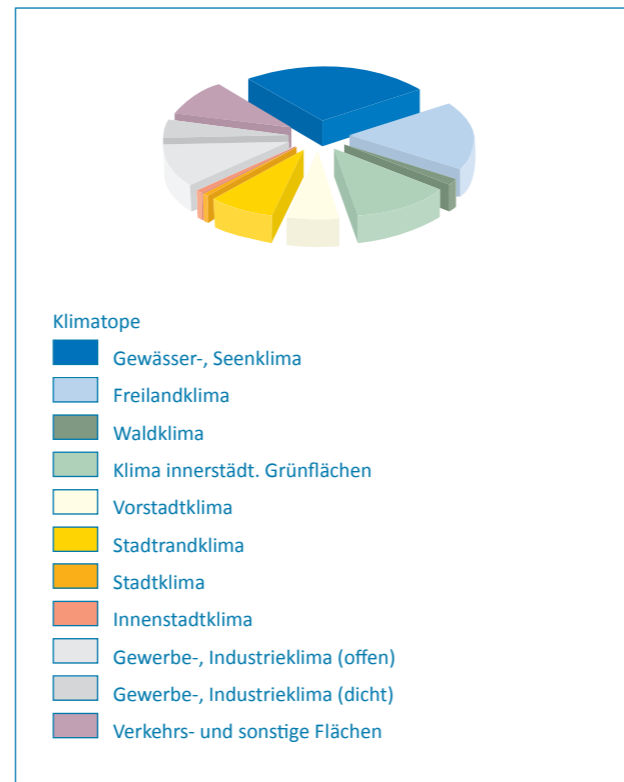
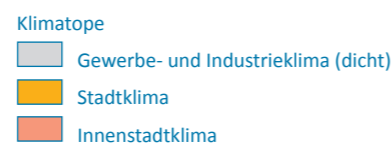
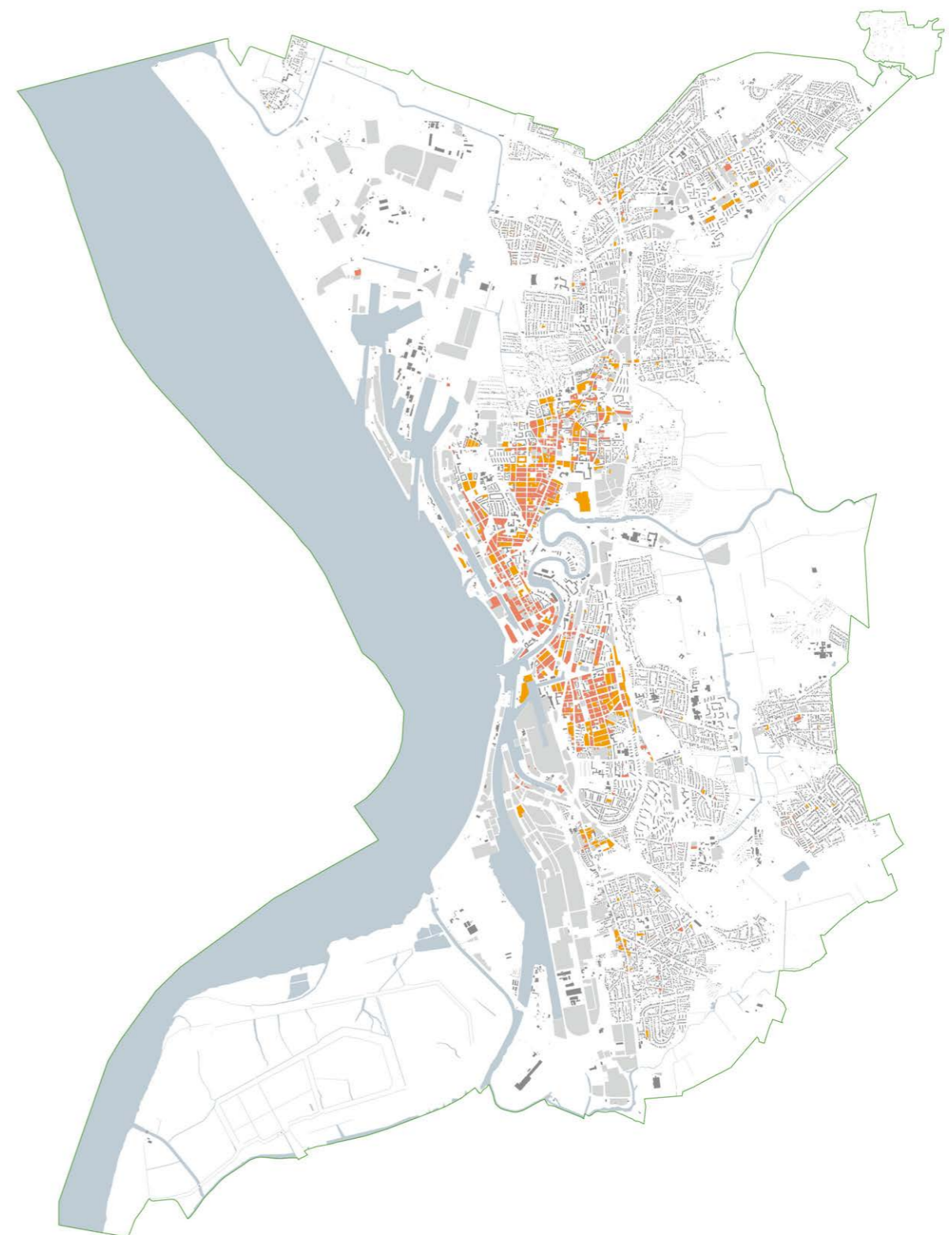


ABB. 81 Anteil der einzelnen Klimatope an der Gesamtfläche Bremerhavens



Stand: 24. Juni 2016

Nord | Maßstab 1:75.000



STARKREGENBEDINGTE ÜBERFLUTUNGEN

Mit dem Klimawandel werden über die nächsten Jahrzehnte an Intensität und Häufigkeit zunehmende Starkregenereignisse erwartet. Die Karte stellt die Bereiche im Stadtgebiet dar, die bei extremen Niederschlagsereignissen mit unterschiedlicher Schwere von Überflutungen betroffen sein können. Die Grundlage der Darstellung bilden Niederschlagsabflussanalysen (Stand: Mai 2013; Projekt KLAS*), wobei außergewöhnliche Regenereignisse mit einer statistischen Wiederkehrzeit von 50 Jahren betrachtet wurden.

Da Bremen durch sehr geringe Höhenunterschiede gekennzeichnet ist, wird der Abfluss von Starkregen an der Oberfläche weniger durch die Geländeform als durch Gebäude, versiegelte Flächen und entwässerungstechnische Anlagen bestimmt (die Wirkung des Kanalnetzes kann derzeit nur im mischentwässerten Teil Bremens berücksichtigt werden).

Für die Bewertung der Überflutungsgefährdung wurden die räumliche Ausbreitung der Überflutung sowie maximale Wasserstände, die sich aus der computerbasierten Simulation ergeben, berücksichtigt. Die potenzielle Betroffenheit wird in drei Klassen („gering“, „mäßig“ und „hoch“) eingeteilt.

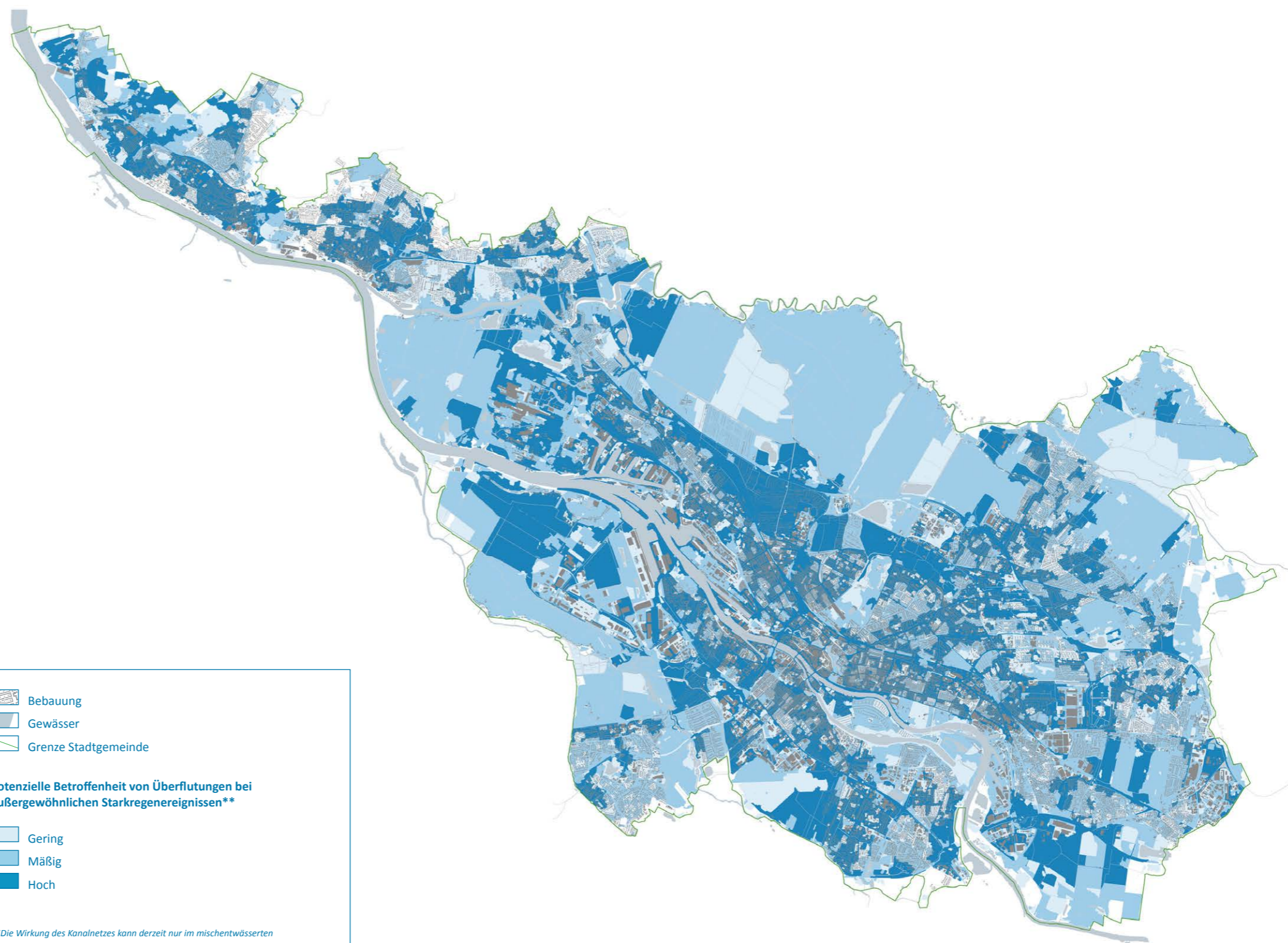
Die Simulationsergebnisse erhalten durch die mögliche Verschneidung mit besonders überflutungssensiblen Siedlungs- und Infrastrukturen der Stadt eine hohe Aussagekraft. Daher ist die Karte als eine grundlegende Planungsinformation angelegt, mit deren Hilfe räumliche Auswertungen stadtgebietsweit und in hoher räumlicher Auflösung, möglich sind.

**Das Projekt KLAS erarbeitet seit 2012 Konzepte und Maßnahmen zur Starkregenvorsorge im Kontext der Klimaanpassung und hat die für die Darstellung der Belastung und Anpassungspotenziale notwendigen Grundlagendaten erarbeitet (siehe Seite 97).*

Quelle: Digitales Geländemodell mit Gitterweite 5 m, Überstauvolumina aus einer hydrodynamischen Kanalnetzrechnung, Wasserstände aus einer Oberflächenabfluss-Simulation (Projekt KLAS).

KARTE BREMEN 2

Starkregenbedingte Überflutungen in der Stadtgemeinde Bremen



Bebauung
 Gewässer
 Grenze Stadtgemeinde

Potenzielle Betroffenheit von Überflutungen bei außergewöhnlichen Starkregenereignissen**

Gering
 Mäßig
 Hoch

**Die Wirkung des Kanalnetzes kann derzeit nur im mischentwässerten Teil Bremens berücksichtigt werden.

Stand: 24. Juni 2016

Nord | Maßstab 1 : 125.000



STARKREGENBEDINGTE ÜBERFLUTUNGEN

Auch in Bremerhaven ist in der Zukunft ein vermehrtes Auftreten von Starkregenereignissen zu erwarten. Auf der Grundlage von Niederschlagsabflussanalysen wurde analog zu Bremen auch für Bremerhaven eine Karte erstellt, bei der Bereiche des Bremerhavener Stadtgebietes dargestellt sind, die bei extremen Niederschlagsereignissen mit unterschiedlicher Schwere von Überflutungen betroffen sein können. Hierbei wurden, wie in Bremen, Regenereignisse außergewöhnlicher Intensität mit einer statistischen Wiederkehrzeit von 50 Jahren betrachtet.

Da auch Bremerhaven durch sehr geringe Höhenunterschiede geprägt ist, wird der Abfluss von stärkeren Niederschlägen an der Oberfläche – insbesondere durch Gebäude, versiegelte Flächen und entwässerungstechnische Anlagen – bestimmt. Die Wirkung des Kanalnetzes (Austritt von Wasser aus der Kanalisation durch überstauende Schächte) kann derzeit bei einer stadtgebietsweiten Auswertung noch nicht berücksichtigt werden. Weiterführende Analysen sind im Rahmen der Schlüsselmaßnahme BHV 1 „Stadtgebietsweite Bewertung von Überflutungsgefährdungen in Bremerhaven“ vorgesehen.

Für die Bewertung der Überflutungsgefährdung wurden die räumliche Ausbreitung der Überflutung sowie maximale Wasserstände, die sich aus der computerbasierten Simulation ergeben, berücksichtigt. Die potenzielle Betroffenheit wird in drei Klassen („gering“, „mäßig“ und „hoch“) eingeteilt.

Die Simulationsergebnisse erhalten durch die mögliche Verschneidung mit besonders überflutungssensiblen Teilen der Siedlungs- und Infrastrukturen der Stadt eine hohe Aussagekraft. Daher ist die Karte als eine grundlegende Planungsinformation angelegt, mit deren Hilfe räumliche Auswertungen stadtgebietsweit und in hoher räumlicher Auflösung möglich sind.

Quelle: Digitales Geländemodell mit Gitterweite 5 m, Wasserstände aus einer Oberflächenabfluss-Simulation (Bearbeitung analog zum Projekt KLAS Bremen des SUBV Bremen)

KARTE BREMERHAVEN 2

Starkregenbedingte Überflutungen in der Stadtgemeinde Bremerhaven



-  Bebauung
-  Gewässer
-  Grenze Stadtgemeinde

Potenzielle Betroffenheit von Überflutungen bei außergewöhnlichen Starkregenereignissen

-  Gering
-  Mäßig
-  Hoch

Stand: 24. Juni 2016

Nord | Maßstab 1:75.000

Für die Stadtgebiete Bremen und Bremerhaven wurden mögliche Änderungen des Grundwasserspiegels für die Zukunft (2071-2100) anhand erster hydrogeologischer Modelle abgeschätzt. Für das Stadtgebiet Bremen wurde die Modellierungen der Grundwasserstände auf der Grundlage klimatischer Eingangsdaten aus Klimamodellen für die Bremer Region durchgeführt, die insbesondere höhere Temperaturen und damit höhere Verdunstungsraten im Sommer nahelegen. Insbesondere wirkt die veränderte Verteilung des Niederschlagsgeschehens während des Jahres auf den hydrologischen Kreislauf und beeinflusst so die Grundwasserstände.

Während das verwendete Modell nur leichte Veränderungen im Bremer Stadtgebiet zeigt, könnten die Auswirkungen im Gebiet von Bremen-Nord stärker ausfallen. Verschiedene Modellläufe prognostizieren zunächst einen durchschnittlichen Anstieg im unteren Dezimeterbereich (2011-2040) und dann ein Absinken (2041-2100) unter die heutigen Grundwasserstände. Diese Ergebnisse müssen durch weitere Untersuchungen verifiziert und anschließend bewertet werden.

Bremerhaven liegt im Bereich der Mündung der Weser in die Nordsee. Damit wird das Grundwasser deutlich durch den klimabedingten Meeresspiegelanstieg beeinflusst. Hier konnte aufgrund von Forschungsergebnissen in ersten Modellberechnungen bereits ein Meeresspiegelanstieg von 0,74 m bis zum Ende des Jahrhunderts berücksichtigt werden.^[54] Der hier dargestellte Kartenausschnitt stellt mögliche Änderungen des Grundwasserspiegels für die Zukunft (2071–2100) beispielhaft dar, die anhand des gewählten Modells projiziert wurden. Als Modellgrundlage wurden die Ergebnisse des A1B-Szenarios in Kombination mit dem statistischen Regionalmodell WettReg2010 (Erläuterung siehe Seite 78) genutzt.

Es zeigt sich im fluss- und küstennahen Bereich, dass die Grundwasserstände überwiegend durch den Wasserstand der Nordsee und der Weser beeinflusst werden. Mit dem Abstand von der Küste, steigt die Bedeutung anderer Einflussfaktoren auf die Grundwasserstände. Höhere Verdunstungsraten können zu einer geringeren Grundwasserneubildung und daraus resultierend zu sinkenden Grundwasserständen führen. Die modellierten Szenarien zeigen klar den Einfluss des Meeres-

spiegelanstieges auf den Grundwasserstand in Bremerhaven. Dabei wurde für die küstennahen Bereiche ein mit dem Meeresspiegelanstieg korrespondierender Grundwasserstand prognostiziert, während der Effekt in den weiter von der Weser entfernten Stadtgebieten abnimmt.

Bei den bisherigen Berechnungen wurden nur Jahresdurchschnittswerte berücksichtigt. Weitere Auswertungen sind notwendig, um die Schwankungen des Grundwasserspiegels im jahreszeitlichen Verlauf unter diesen Bedingungen darstellen zu können.

Die ersten Untersuchungen zeigen: der Klimawandel wird sich einerseits auf den Grundwasserstand auswirken und dabei andererseits lokal und zeitlich variabel ausgeprägt sein. In weiteren Berechnungen muss diese Variabilität berücksichtigt werden, indem die bestehenden Arbeiten und Modellrechnungen fortgesetzt werden und durch ein angepasstes Monitoring stets zu verifizieren sind.




Quelle: Modellierungsergebnisse des Geologischen Dienstes für Bremen (GDfB)

KARTE BREMERHAVEN 3 (AUSSCHNITT)
Grundwasserabsenkung und -anstieg in der Stadtgemeinde Bremerhaven für das Szenario 2071–2100



-  Bebauung
-  Gewässer

Mögliche Veränderungen des Grundwassers im Jahresmittel
(unter Berücksichtigung des Meeresspiegelanstiegs im Vergleich zur aktuellen Situation 1981–2010)

-  0,0–0,5 m Absenkung
-  0,0–0,5 m Anstieg
-  0,5–1,0 m Anstieg

Stand: 24. Juni 2016

Nord | Maßstab 1 : 125.000



HOCHWASSERRISIKO

Bei starken Stürmen kann das Wasser aus der Nordsee über die Wesermündung in die Weser gedrückt werden, wobei das Flusswasser entgegen der Fließrichtung aufgestaut wird. Die Hochwasserwelle, die sich bildet, wird durch Eindeichungen und Vertiefungsmaßnahmen an der Weser verstärkt. Nach etwa eineinhalb Stunden erreicht die Sturmflut das Stadtgebiet von Bremen, wobei das Zusammenwirken von Tide, Weserpegel und ggf. Starkregenereignissen entscheidend für die Ausprägung von potenziellen Überflutungen ist.

Neben den Deichen schützen Hochwasserschutzwände und Sturmflutsperrwerke an den Wesernebenflüssen das Stadtgebiet. Ein moderater Anstieg des Meeresspiegels in den kommenden Jahrzehnten ist bei den Planungen für weitere Deicherhöhungen bereits berücksichtigt. Der darüber hinausgehende Meeresspiegelanstieg in der fernerer Zukunft ist naturgemäß heute schwieriger zu quantifizieren, wird jedoch als plausibel und wahrscheinlich angesehen.

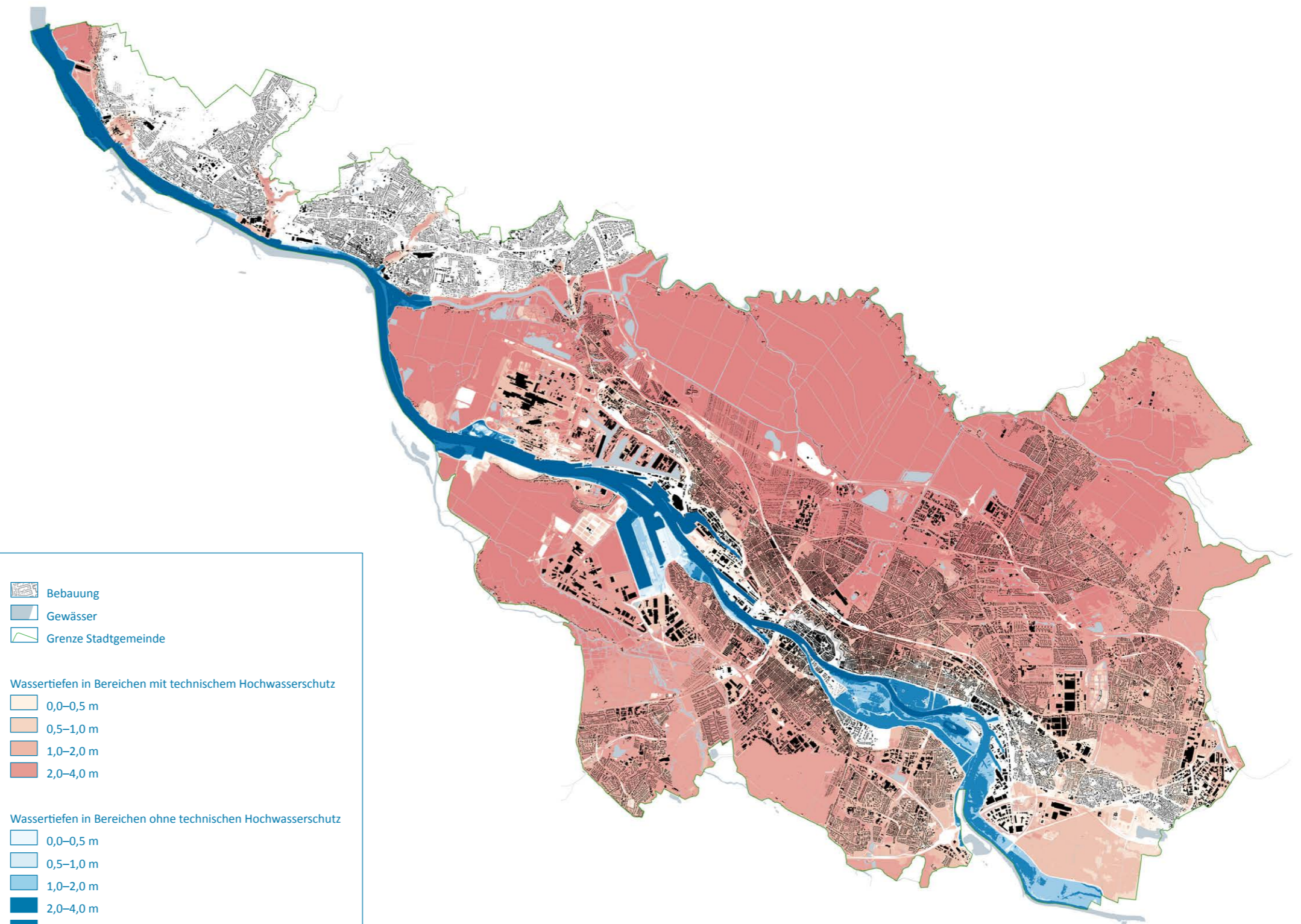
Küstengebiete wie das der Unterweser in Bremen sind ausreichend durch Deiche oder Sperrwerke (Lesum, Ochtum und Hunte) vor Überflutung geschützt. Die Gebiete hinter diesen Schutzvorrichtungen werden daher in aller Regel nicht überflutet. Das Wasserhaushaltsgesetz schreibt für die Feststellung der Überflutungsgefährdung die Berechnung eines Sturmflutereignisses vor, das mit niedriger Wahrscheinlichkeit (statistisch etwa alle 4.000 bis 7.000 Jahre) eintritt.

In der Karte sind Wassertiefen der Überflutung dargestellt, die sich einstellen würden, wenn das Stadtgebiet Bremens durch ein solches Extremereignis überflutet würde. Dabei wird zwischen Gebieten mit und ohne technischen Hochwasserschutz unterschieden. Die in Rottönen gehaltenen Flächen stellen Überflutungstiefen in Bereichen dar, für die ein technischer Hochwasserschutz vorliegt und die nur dann überflutet würden, wenn diese Hochwasserschutzanlagen vollständig versagten oder nicht existieren würden. Die in Blautönen gehaltenen Flächen stellen Überflutungstiefen in Bereichen dar, für die kein technischer Hochwasserschutz vorhanden ist. Bei einem Extremereignis würden sich diese Überflutungen also tatsächlich in der Tiefe einstellen, die in der Karte angezeigt ist.

Quelle: Daten der Hochwasser-Gefahrenkarten gemäß Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (SUBV Bremen)

KARTE BREMEN 4

Hochwasserrisiko in der Stadtgemeinde Bremen



- Bebauung
- Gewässer
- Grenze Stadtgemeinde

Wassertiefen in Bereichen mit technischem Hochwasserschutz

- 0,0–0,5 m
- 0,5–1,0 m
- 1,0–2,0 m
- 2,0–4,0 m

Wassertiefen in Bereichen ohne technischen Hochwasserschutz

- 0,0–0,5 m
- 0,5–1,0 m
- 1,0–2,0 m
- 2,0–4,0 m
- > 4m

Stand: 24. Juni 2016

Nord | Maßstab 1 : 125.000



HOCHWASSERRISIKO

Bremerhaven ist Sturmfluten direkter ausgesetzt als die Gebiete weiter im Landesinnern. Bei Sturmfluten bedroht das Nordseewasser durch Überflutung das direkt an der Küste und niedrig gelegene Stadtgebiet Bremerhavens. Das Zusammenwirken von Tide, Weserpegel und etwaigen Starkregenereignissen ist dabei entscheidend für das Ausmaß möglicher Überflutungen. Die Aufstauung einer Hochwasserwelle wird durch Eindeichungen und Vertiefungen der Weser noch begünstigt.

Ein wesentlicher Schutzmechanismus für das Stadtgebiet Bremerhavens besteht neben den Deichen, die teilweise in jüngerer Vergangenheit schon erhöht wurden, im Geestesperrwerk, das seit seinem Bestehen (1957) schwere Überflutungen vom Stadtgebiet abgehalten hat. Derzeit ist ein Neubau dieses Sperrwerks geplant, das auch höheren Sturmfluten standhalten kann.

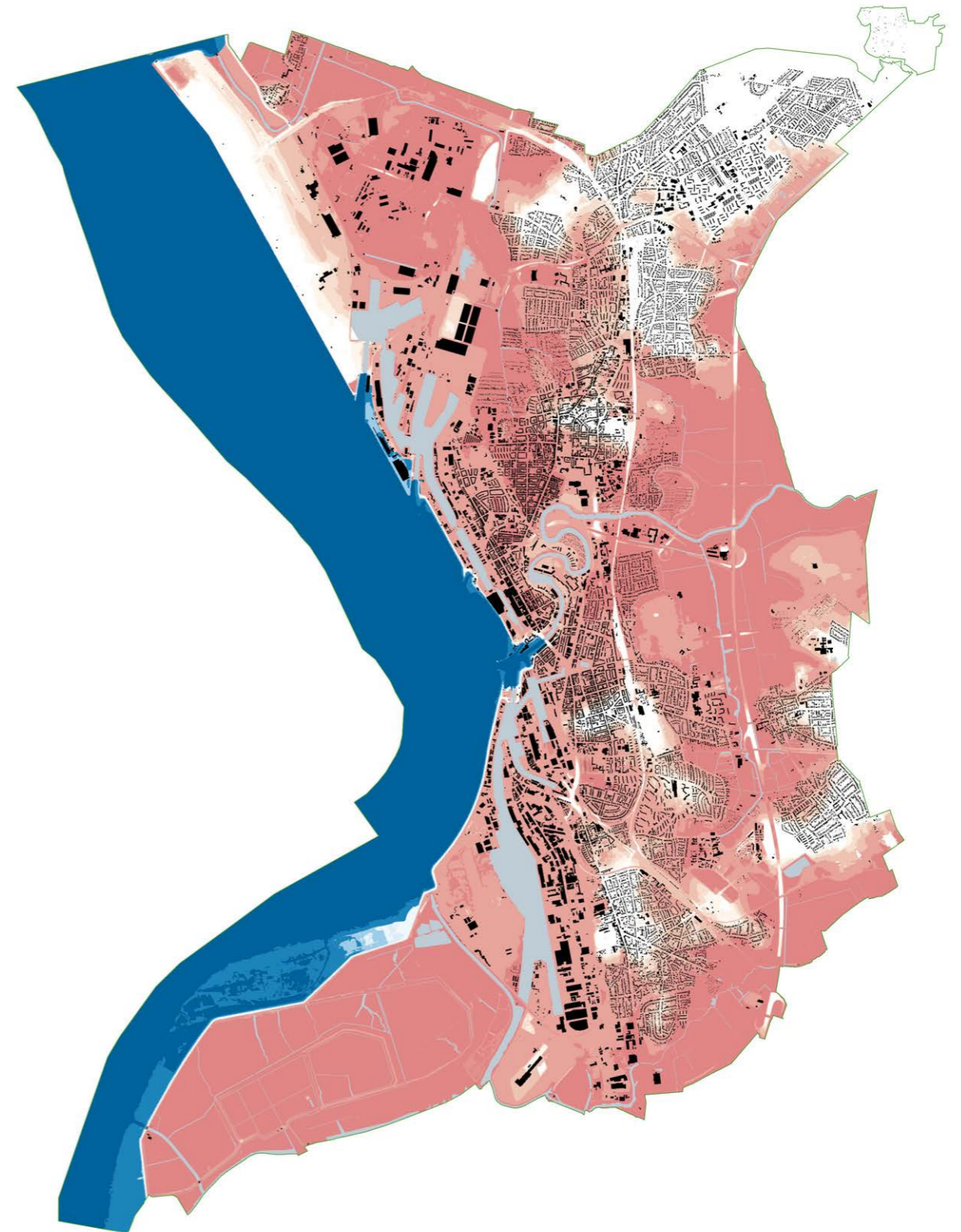
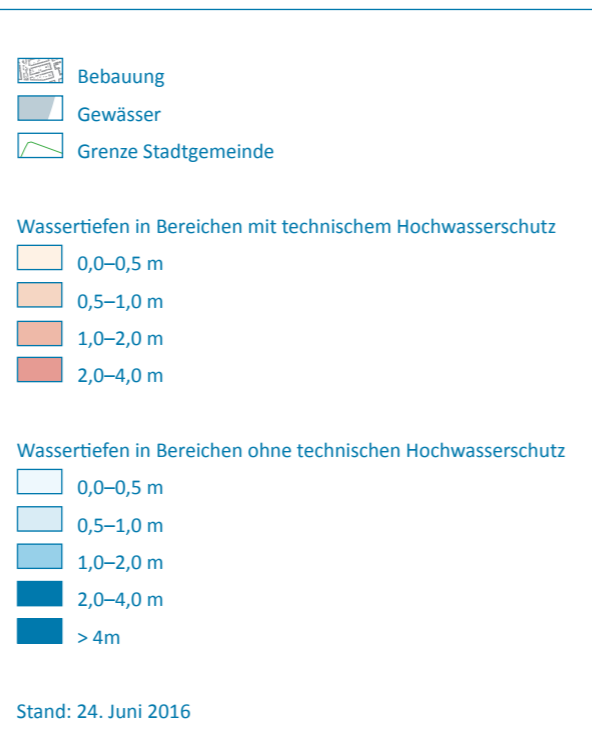
Da Küstengebiete wie das Stadtgebiet Bremerhavens ausreichend durch Deiche und Sperrwerke vor Überflutung geschützt sind, schreibt das Wasserhaushaltsgesetz für die Feststellung der Überflutungsgefährdung die Berechnung eines Sturmflutereignisses vor, das mit niedriger Wahrscheinlichkeit (statistisch etwa alle 4.000 bis 7.000 Jahre) eintritt.

In der Karte sind Wassertiefen der Überflutung dargestellt, die sich einstellen würden, wenn das Stadtgebiet Bremerhavens durch ein solches Extremereignis überflutet würde. Dabei wird zwischen Gebieten mit und ohne technischen Hochwasserschutz unterschieden. Die in Rottönen gehaltenen Flächen stellen Überflutungstiefen in Bereichen dar, für die ein technischer Hochwasserschutz vorliegt und die nur dann überflutet würden, wenn diese Hochwasserschutzanlagen vollständig versagten oder nicht existieren würden. Die in Blautönen gehaltenen Flächen stellen Überflutungstiefen in Bereichen dar, für die kein gewidmeter technischer Hochwasserschutz, z.B. privater Hochwasserschutz oder Verwallungen, vorhanden ist. Bei einem Extremereignis und gleichzeitigem Versagen der Hochwasserschutzanlagen (z.B. Deiche) würden sich diese Überflutungen also tatsächlich in der Tiefe einstellen, die in der Karte angezeigt ist.

Quelle: Daten der Hochwasser-Gefahrenkarten gemäß Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (SUBV Bremen)

KARTE BREMERHAVEN 4

Hochwasserrisiko in der Stadtgemeinde Bremerhaven



Nord | Maßstab 1 : 75.000

Wirkungsfeld	ID	Mögliche Wirkungen	Kumulative Effekte			Besonders sensitive Bereiche/Elemente	Betroffene Sektoren		Relevanz
			NT	SN	ST		Direkt	Indirekt	
Gebäude und Infrastrukturen	TH01	Mehraufwand zur Sicherung eines guten Innenraumklimas und Kühlung von privaten/öffentlichen Gebäuden ¹				Gemeinschaftseinrichtungen, Wohn- und Verwaltungsgebäude, Krankenhäuser	🏠 ⚡		●●●
	TH02	Aufheizen von Verkehrs- und Freiflächen durch erhöhte Einstrahlung				Unverschattete und versiegelte Bereiche, Innenstadtlagen, Straßen, Gewerbeflächen	☀️ 🚗 ⚡	🏠	●●●
	TH03	Steigender Energieverbrauch für Kühlungsmaßnahmen im industriellen und gewerblichen Bereich				Gewerbeimmobilien, Lebensmittelbranche, Häfen/Container, Einzelhandel	🏠 ⚡ 🚚 🏪		●●●
	TH04	Steigender Energieverbrauch zur Fahrzeugkühlung				Busse, Bahnen, Straßenbahnen	🚗 ⚡		●●
	TH05	Sinkender Heizbedarf				Gebäudebestand, Öffentlicher Personennahverkehr	⚡ 🏠 🚗		●
	TH06	Folgeschäden durch kürzere Trocknungsphasen/schnellere Fertigstellung als Folge verlängerter Bausaison	+			Neubauten	🏠 ⚡		●
	TH07	Verschleiß öffentlicher Grün-/Freizeitanlagen durch erhöhte Einstrahlung sowie längere und intensivere Nutzung		+	+	Öffentliche Parks und Grünflächen, Uferbereiche, Freizeitanlagen, Wälder	☀️ 🌳 🚶 ⚡	🏠	●●●
	TH08	Hitzebedingte Schäden an Gütern bei Lagerung und Transport (Kühlketten) sowie an technischen Anlagen		+	+	Häfen (Container), Landwirtschaft, Nahrungsmittelindustrie, Gefahrgut verarbeitende Betriebe	🚚 ⚡	🏠	●●●
	TH09	Erhöhte Materialbeanspruchung/Beschädigung von Verkehrswegen durch Hitze und Temperaturschwankungen		+		Schwerverkehrsbereiche (Haltestellen, Industriefahrten, Brücken, Autobahnen)	🚗 ⚡	🏠	●
Umwelt	TH10	Zunahme von Pflanzen- und Baumkrankheiten (Hitzestress, Pilze, Schädlingsbefall etc.)	+			Öffentliche Parkanlagen, Straßenbäume, Waldflächen	🌳 🏠 🚶	🏠	●●●
	TH11	Erhöhter Wasserbedarf zur Bewässerung von Grünflächen und Vegetation ²	+			Öffentliche Parkanlagen, Bäume (insb. Jungbäume bis 10 Jahre)	☀️ 💧 🌳 🚶	🏠	●●●
	TH12	Ausbreitung invasiver wärmeliebender Tier- und Pflanzenarten ³	+			Gewässerränder, Naturschutzgebiete, Häfen, Straßenrandbepflanzung	🌳 🏠 🚶 🌊 🚚		●●●
	TH13	Verschiebung von Arealen sowie Ausweitung und Rückzug von Arten	+			Naturschutz- und Feuchtgebiete, Straßen- und Parkanlagenbepflanzungen, Biotopvernetzung	🌳 🏠 🚶 🌊	🏠	●●●
	TH14	Beeinträchtigung des physikalisch-chemischen Gewässerzustands durch Erwärmung ⁴	+	+		Stehende Gewässer, Fließgewässer	🌊 🚶	🏠	●●●
	TH15	Veränderung der Bodenfunktionen/-diversität durch erhöhte Bodentemperaturen und steigende Verdunstung ⁵	+			Moorböden, landwirtschaftliche Ertragsflächen, Grundwasser	🌳 🏠 🚶 🌊	🏠	●●●
	TH16	Steigender Ressourcen- und Personalbedarf für Grünpflege, Bewässerung und Müllentsorgung	+	+	+	Öffentliche Verkehrs- und Grünflächen, Friedhöfe, Sportflächen	🌳 🚶 🚗	🏠	●●●
Mensch	TH17	Gesundheitsbelastung durch sinkende Gewässerqualität (Algenbildung, wasserbürtige Krankheitserreger etc.)	+	+		(Bade-)Gewässer (Bremen)	🏠 🌊 🚶	🏠	●●
	TH18	Zunehmende Herz-Kreislauf-Belastung und Unfallrisiken durch Hitzestress				Alleinlebende Senioren, Sportler, Schwangere, Kranke, Kleinkinder, Obdachlose, Verkehrsteilnehmer ⁶	🏠 ⚡ 🚶	🏠 🚗	●●●
	TH19	Steigendes Hautkrebrisiko durch intensivere UV-Strahlung und verändertes Freizeitverhalten				Im Freien Tätige, Kinder, Sportler; Spiel-, Sportplätze und Schulhöfe	🏠 ⚡ 🚶		●●
	TH20	Magen-Darm-Erkrankungen aufgrund schlechter Lebensmittelhygiene (verringerte Haltbarkeit von Lebensmitteln)				(Alleinlebende) Senioren, Kinder, Kranke	🏠	🏠	●●
	TH21	Legionellenproblematik bei unzureichender Pflege und Wartung von Kühlanlagen				Große Klimaanlagen, z. B. in Gemeinschaftseinrichtungen, an Arbeitsstätten	🏠 🏠	🏠	●●
	TH22	Ausbreitung von Krankheitsüberträgern (Zecken, Mücken etc.) ⁷	+			Kinder, Senioren, Allergiker, Nutztierhaltung	🏠 🚶	🏠	●●
	TH23	(Sprunghaft) ansteigende Belastung des Gesundheits- und Bestattungswesens ⁸		+	+	Krankenhäuser, Alten- und Pflegeheime, Rettungsdienste, Ärzte, Gesundheitsamt, Servicewohnen	🏠 ⚡	🏠	●●●
	TH24	Abnehmende Arbeits- und Produktionsleistung durch sinkende Konzentrations- und Leistungsfähigkeit				Im Freien Tätige (z. B. auf Baustellen); nicht-klimatisierte Bürogebäude	⚡ 🏠		●●●
	TH25	Negative Veränderungen der Luftqualität und Erhöhung der bodennahen Ozonkonzentration in der Atemluft ⁹	+			Stark verdichtete (innerstädtische) Bereiche, Hauptverkehrsstraßen, Industriegebiete	🏠 🚗 🏠	🏠	●●

Hinweise

- Baulicher Mehraufwand/Nachrüstungsbedarf in Bezug auf Dämmung, Gebäudelüftung, Verschattung etc. Im Bereich der Gebäudekühlung gibt es Innovationsbedarf;
- Es können Nutzungskonflikte mit der Trink-, Kühl- und Brauchwasserversorgung auftreten.
- Riesenhörnchen und Springkraut treten bereits vermehrt auf und führen zu Problemen. Invasive Pflanzen an Straßenrändern erhöhen den Unterhaltungsaufwand.
- Die Konzentrationen an gelöstem Sauerstoff verringern sich bei steigenden Temperaturen in Gewässern. Bei geringen Fließgeschwindigkeiten ist die Sauerstoffzehrung zusätzlich erhöht. Hohe Temperaturen lassen außerdem den Kühlwasserbedarf ansteigen, wodurch die Aufwärmung der Gewässer zusätzlich verstärkt wird.
- Die Erwärmung des Bodens führt zu einer gesteigerten mikrobiellen Aktivität in den Böden und Auswirkungen auf den Stickstoff-

- und Phosphorhaushalt, Stoffaustragen und den Humusgehalt (dieser sinkt, wenn es gleichzeitig zu einer Abnahme der Bodenfeuchte kommt). Insbesondere Moorböden erfüllen eine wichtige Kühlfunktion. Trocknen diese aufgrund steigender Temperaturen aus, verlieren sie diese Funktion und setzen große Mengen CO₂ frei.
- Vor allem in nicht-klimatisierten Bussen im Regionalverkehr und an unverschatteten Haltestellen, insbesondere an Verkehrsknoten wie Bahnhöfen und dem ZOB in Bremen.
 - Die Ausbreitung wird zusätzlich verstärkt durch den Reise- und Containerverkehr. Die Zunahme kann außerdem zu Einschränkungen bei Blutspenden führen.
 - Zusätzlicher Aufwand u. a. für Pflege, Verschattung, Kühlungs- und Informationsmaßnahmen. Dieser wird verstärkt durch demografische Effekte.
 - Während lang andauernder Hitze-/Dürreperioden können diffuse Staubquellen (Baustellen, Schüttgutlager, Umladevorgänge) die Luftqualität zusätzlich beeinträchtigen.

Legende

- Kumulative Effekte**
NT Niederschlagsverschiebung und Trockenheit
SN Starkniederschläge
ST Stürme und Sturmfluten

- Relevanz (aus Sicht der Projektgruppen)**
 ● Gering
 ●● Mittel
 ●●● Hoch

Sektoren

- 🏠 Bauwesen und Immobilien
- 🚗 Verkehr und Mobilität
- 🏠 Gesundheit
- 🌳 Natur- und Artenschutz
- 🚚 Land- und Forstwirtschaft
- ⚡ Wirtschaft
- 🏠 Boden
- 🌳 Grün- und Freiflächen
- 🚶 Tourismus und Freizeit

⚡ Energie

- 💧 Wasserwirtschaft
- 🚚 Hafen

Querschnittssektoren

- 🏠 Stadt- und Landschaftsplanung
- 🚚 Katastrophen-/Bevölkerungsschutz

Wirkungsfeld	ID	Mögliche Wirkungen	Kumulative Effekte			Besonders sensitive Bereiche/Elemente	Betroffene Sektoren		Relevanz
			NT	TH	ST		Direkt	Indirekt	
Gebäude und Infrastrukturen	SN01	Überlastung des Kanalnetzes (Überstau/Überflutung) bei Niederschlagsintensitäten jenseits der Bemessungsgrenzen				Kanalsystem, Regenrückhalteanlagen, Straßenentwässerung, Grundstücksentwässerung	☔, 🏠, 🚗, 🇪🇺, 🏠, ⚡, 🌿	🚒, 🏠	●●●
	SN02	Beschädigung von privaten/öffentlichen Gebäuden und Objekten durch Überflutungen			+	Keller, Tiefgaragen, Einzelhandel, Versorgung, soz. Infrastruktur Feuerwehr und Rettungsdienste	🏠, 🇪🇺, ☔, 🚗, 🏠, ⚡, 🚒, 🏠	🚒, 🏠	●●●
	SN03	Schäden durch (wilden) Oberflächenabfluss im Außenbereich ¹	+			Stark versiegelte Bereiche (insb. Gewerbegebiete), landwirtschaftliche Flächen	🇪🇺, 🏠, ☔, 🚗, 🌿	🚒, 🏠	●●
	SN04	Überschwemmung oder Unterspülung von Straßen, Wegen und Schieneninfrastrukturen			+	Unterführungen, Tunnel, Stellwerke, Wege mit wassergebundenen Decken	☔, 🇪🇺, 🚗, 🌿, ☔	🚒, 🏠	●●●
	SN05	Beschädigung und Ausfall von Versorgungsanlagen und -netzen (Strom, Gas, Wasser, Abwasser, Telekommunikation)			+	Umspannwerke, zentrale Trafostationen, Rettungsdienste, Pumpwerke ²	⚡, 🇪🇺, ☔, 🏠	🚒, 🏠	●●●
	SN06	Schäden an oberirdischen Leitungsnetzen durch Eisregen und nassen Schnee (Schwingungen)			+	Freileitungen	⚡, 🇪🇺, 🚗	🚒, 🏠	●
	SN07	Schäden an gewerblichen und industriellen Anlagen oder an Betriebsmittel und Wirtschaftsgütern ³		+	+	Gewerbebetriebe, technische Anlagen, Außenlager, Container- und Autoterminals, Landwirtschaft	🇪🇺, ☔, 🚗, 🏠, 🏠	🚒, 🏠	●●●
	SN08	Eingeschränkte Verkehrssicherheit/steigender Unterhaltungsaufwand für Grün-/Freizeitanlagen durch Überflutungen			+	Spiel- und Sportplätze, Friedhöfe, Parkanlagen	🌿, 🏠, 🚗	🚒, 🏠	●●
	SN09	Zunehmender Reinigungs- und Unterhaltungsaufwand der Zuläufe für die Straßenentwässerung			+	Straßeneinläufe in Bereichen mit vielen Stadtbäumen	☔, 🌿, 🌿	🚒, 🏠	●●●
	SN10	Erhöhter Abfluss in Gewässern		+	+	Vorfluter, Gewässer, Fleete, Gräben, Fließgewässerorganismen ⁴	☔, 🌿, ⚡	🚒, 🏠	●●●
	SN11	Beeinträchtigung/Ausfall von Freiluftveranstaltungen oder von touristischen Angeboten ⁵			+	Open-Air-Kino, Jahrmärkte, Festivals, Rhododendronpark etc.	🚗, 🇪🇺	🚒	●
	SN12	Behinderung des landgestützten Waren- und Pendlerverkehrs (Lieferketten, Arbeitswege, ÖPNV) ⁶		+	+	Straßenbahnen, Busverkehr, Lkw-Verkehr; Verbindungsstrecken zwischen HB/BHV	☔, 🇪🇺, 🚗, 🚗, ☔	🚒, 🏠	●●●
	SN13	Störung von Betriebs- und Produktionsprozessen durch Überflutungsschäden	+	+	+	Handel, Produktionsanlagen, Häfen	🇪🇺, 🚗, ☔, 🏠	🚒, 🏠	●●●
	SN14	Zunahme der Pumpleistung und des energetischen Aufwandes der Schöpfwerke	+			Schöpfwerke	☔, ⚡		●●●
	SN15	Erhöhter Ressourcenbedarf für die Kanal- und Gewässerunterhaltung ⁷ sowie für die Stadtreinigung	+	+	+	Grün- und Gewässerpflege, Stadtreinigung, Abfallentsorgung	☔, 🚗, 🌿		●●●
Umwelt	SN16	Schädigung und Verlust von Bodenfunktionen durch Schadstoffeinträge				Naturhaushalt; Forst- und Landwirtschaftsflächen	🏠, ☔, 🚗, 🌿, 🌿	🚒	●●●
	SN17	Beeinträchtigung des physikalisch-chemischen Gewässerzustands durch hydraulische/biologische/stoffliche Belastung ⁸			+	(Bade-)Gewässer, Naturschutzgebiete (Gewässer)	☔, 🌿, 🚗, 🏠	🚒	●●●
	SN18	Schäden an Vegetation/Erntepflanzen durch erhöhte Staunässe ⁹			+	Landwirtschaft, Parkanlagen, Stadtbäume	🚗, 🌿, ☔		●
	SN19	Freisetzung und Verteilung von gefährlichen Stoffen durch Überflutung und Aufschwemmungen			+	Industrieanlagen, Gefahrgutcontainer, Schrottplätze, Öltanks, Abfalllagerstätten, Klärwerke	🇪🇺, 🚗, ☔, 🚗, 🏠, 🌿	🚒	●●●
Mensch	SN20	Unfallgefahr durch Aquaplaning und aufschwimmende Schachtdeckel				Straßen in schlechtem Erhaltungszustand, Unterführungen	☔, 🚗, 🏠	🚒	●
	SN21	Personenschäden durch eindringendes Wasser in Gebäude oder Einstau an Tiefpunkten			+	Souterrainwohnungen, Keller, Tiefgaragen, Retentionsmulden, Unterführungen	🏠, 🏠, ☔	🚒, 🏠	●●●
	SN22	Behinderung von Rettungswegen durch Überflutungen			+	Tunnel und Unterführungen, Hauptverkehrsstraßen	🏠, ☔, 🚗	🚒	●●●
	SN23	Erhöhter Ressourcenbedarf und Belastung der Rettungsdienste und der Feuerwehr	+	+	+	Rettungswesen, Katastrophen- und Bevölkerungsschutz	🏠, 🌿, ☔	🚒	●●●
	SN24	Beschädigung und Ausfall sozialer Infrastrukturen durch Überflutungen			+	Kindergärten, Alten- und Pflegeheime, Krankenhäuser	🏠, 🏠, ☔	🚒, 🏠	●●●

* Ein Teil der in der funktionalen Betroffenheitsanalyse genannten Wirkungen durch Starkregen (ohne Hagel, Schnee) wurde bereits für die Stadtgemeinde Bremen in der Betroffenheitsanalyse des Projektes KLAS (siehe Seite 97) untersucht und mit Konzepten und Maßnahmen zur Starkregenvorsorge in der Stadtgemeinde Bremen hinterlegt. Die Auswertung basiert auf den Ergebnissen von KLAS.

Hinweise

- Der Zufluss von insbesondere Gewerbegrundstücken/landwirtschaftlich genutzten Flächen beschleunigt die Überlastung der Straßenentwässerung.
- Zur Gefährdungslage der Pumpwerke wird derzeit eine Analyse durchgeführt.
- Erhöhte Wasserstände auf Betriebsarealen können zum Aufschwimmen von Behältern und infolge dessen zum Abriss von Rohrleitungsverbindungen führen. Vorratslager und Abfalllagerstätten können überflutet und deren Inhalte verteilt werden, wodurch es zu Schadstoffeintrag (z. B. auf landwirtschaftlichen Nutzflächen) kommen kann.

- Bei kurzfristig erhöhten Fließgeschwindigkeiten steigt die Gefahr des Abdriftens von Tieren und Pflanzen.
- Auch die Erreichbarkeit der Veranstaltungen und Angebote kann durch Starkniederschläge stark beeinträchtigt werden.
- Bremen bildet ein Nadelöhr für den Waren- und Pendlerverkehr nach Bremerhaven.
- Durch Erosion und Sedimentation etc. steigt der Unterhaltungsaufwand an Gewässern.
- Zum Beispiel durch Dünger-/Nährstoffeintrag aus Landwirtschaft (länderübergreifendes Problem zwischen Bremen und Niedersachsen).
- Das Ausmaß des Schadens hängt von der jeweiligen Wachstumsphase der Pflanzen bzw. dem Zeitpunkt im Erntezyklus ab.

Legende

Kumulative Effekte

- NT Niederschlagsverschiebung und Trockenheit
- TH Temperaturzunahme und Hitze
- ST Stürme und Sturmfluten

Relevanz (aus Sicht der Projektgruppen)

- Gering
- Mittel
- Hoch

Sektoren

- 🏠 Bauwesen und Immobilien
- 🚗 Verkehr und Mobilität
- 🏠 Gesundheit
- 🌿 Natur- und Artenschutz
- 🚗 Land- und Forstwirtschaft
- 🇪🇺 Wirtschaft
- 🏠 Boden
- 🌿 Grün- und Freiflächen
- 🌿 Tourismus und Freizeit

⚡ Energie

☔ Wasserwirtschaft

🚗 Hafen

Querschnittssektoren

- 🏠 Stadt- und Landschaftsplanung
- 🚒 Katastrophen-/Bevölkerungsschutz



Wirkungsfeld	ID	Mögliche Wirkungen	Kumulative Effekte			Besonders sensitive Bereiche/Elemente	Betroffene Sektoren		Relevanz
			TH	SN	ST		Direkt	Indirekt	
Gebäude und Infrastrukturen	NT01	Bauschäden durch Veränderung der Grundwasserspiegel (Vernässungen, Setzungen) i. V. m. Meeresspiegelanstieg	+	+	+	Keller, unterirdische Anlagen, Tiefgaragen in Gebieten mit hohem Grundwasserstand ¹			•••
	NT02	Hygienische Probleme in Innenräumen durch lang anhaltende Feuchtigkeit (Schimmelbildung etc.)		+		Gebäudebestand			••
	NT03	Ablagerung und Korrosion im Kanalnetz sowie Geruchsbelästigung aus Kanälen durch Trockenheit	+			Kanalsystem, Pumpwerke, Industrie			••
	NT04	Leistungsreduktion von Kraftwerken aufgrund eingeschränkter Kühlwasserentnahme bei Trockenheit ²	+			Thermische Kraftwerke (HB)			••
	NT05	Einschränkung der Binnenschifffahrt durch Hoch- und Niedrigwasser (auch in Niedersachsen) ³			+	Häfen, Betriebe/Industrie mit Abhängigkeit vom binnenschifffahrtsgebundenen Güterverkehr			•••
	NT06	Beeinträchtigung der industriellen/landwirtschaftlichen Produktion aufgrund von Wasserknappheit	+			Lebensmittelindustrie (BHV), Brauereibetriebe (HB)			•
	NT07	Beeinträchtigung von Produktionsprozessen und Logistik aufgrund von hoher Luftfeuchtigkeit		+		Feuchtigkeitsempfindliche Güter und deren Logistik- und Verarbeitungsbetriebe, Lagerstätten			•
	NT08	Straßenschäden durch häufigere Wechsel zwischen Frost- und Tauwetterlagen	+	+		Straßen und Wege, versiegelte Parkplätze, Hofflächen, Autobahnen			•••
Umwelt	NT09	Eutrophierung der Gewässer durch Erosion trockener Böden (insb. im Umland) ⁴	+			Gewässer nahe der Landesgrenze zu Niedersachsen			•
	NT10	Veränderung der Filter-, Puffer-, Habitat- und Produktionsfunktion der Böden durch schwankenden Wassergehalt ⁵	+	+		Sensible Feuchtgebiete, Moor- und Marschböden ⁶			•••
	NT11	Steigender (Trink-)Wasserbedarf in Trockenperioden (insb. für Bewässerung) ⁷	+			Landwirtschaft, öffentliche Grünflächen (insb. Bäume), Privathaushalte, Trinkwasserversorgung			••
	NT12	Vegetationsschäden durch abnehmende Grundwasserstände und Trockenstress	+			Bäume mit hohem Wasserbedarf, grundwasserabhängige Ökosysteme			•••
	NT13	Schäden an Bäumen und Grünflächen durch Vernässung des oberflächennahen Untergrundes		+		Parkanlagen, Bäume, Gartendenkmalpflege, Baumschulen, Friedhöfe			••
	NT14	Brand- und Astwurfisiko aufgrund von Trockenheit	+			Bäume, Böschungsbewuchs, Heiden, Geestwälder, Haufwerke, Halden, Dämme und Materiallager			••
	NT15	Ausbreitung invasiver wärmeliebender Tier- und Pflanzenarten	+			Gewässerränder, Naturschutzgebiete, Häfen			•••
	NT16	Verschiebung von Arealen sowie Ausweitung und Rückzug von Arten ⁸	+			Naturschutzgebiete, Straßen- und Parkanlagenbepflanzungen, Biotopvernetzung, Feuchtgebiete			•••
	NT17	Beeinträchtigung des Gewässerzustandes sowie der aquatischen Flora/Fauna durch Trockenheit	+			(Bade-)Gewässer, Grundwasser			•••
	NT18	Hydrochemische Veränderung (Versalzung) des Grundwassers in Verbindung mit dem Meeresspiegelanstieg ⁹				Marschgewässer und Grundwasser im küstennahen Bereich, Trinkwassergewinnung			•••
	NT19	Steigender Ressourcen- und Personalbedarf für Grünpflege (Kontrolle, Bewässerung) und Winterdienst	+	+	+	Grünflächenpflege, Winterdienst			•••
Mensch	NT20	Gesundheitsbelastung durch sinkende Wasserqualität (Algenbildung, wasserbürtige Krankheitserreger etc.)	+	+		Badegewässer			••
	NT21	Ausweitung von heimischen und Ansiedlung von neuen Krankheitserregern und -überträgern	+			Kinder, Senioren, Allergiker, Nutztierhaltung, Campingplätze, im Freien Tätige			••
	NT22	Zunehmende Herz-Kreislauf-Belastung durch schwüle Wetterlagen	+			(Alleinlebende) Senioren, Sportler, Schwangere, Kranke, Kleinkinder, Obdachlose, Verkehrsteilnehmer			•••

Hinweise

- In Bremen sind u. a. Schwachhausen, Horn-Lehe, Borgfeld und Findorff bereits heute von hohen Grundwasserständen und Vernässungen des oberflächennahen Untergrundes betroffen. In Bremerhaven ist insbesondere der Bereich Surheide von einem Grundwasseranstieg betroffen, in Bremerhaven-Lehe („Schiefhäuser“) treten Probleme durch Setzungen auf.
- Steigen die Wassertemperaturen, sinkt der Wirkungsgrad der Kühlwassernutzung und die Kraftwerke benötigen entsprechend mehr Wasser aus den Niedrigwasser führenden Flüssen, das wiederum wärmer in das Gewässer zurückgeleitet wird. Eine Drosselung der Kapazitätsauslastung, im Extremfall der Notkühlbetrieb bei Ausfall der Stromerzeugung, könnte erforderlich werden. Häufige Lastwechsel erhöhen die Beanspruchung der Anlagen.
- Regelmäßig kommt es für die Binnenschifffahrt zu Beschränkungen der Befahrbarkeit von Wasserstraßen durch Hoch- und Niedrigwasser sowie durch Eisgang. Beispielsweise an der Mittelweser, die eine wichtige Verbindung im wasserseitigen Hinterlandverkehr der bremischen und niedersächsischen Häfen darstellt.
- Bodenerosion durch Wind ist in Norddeutschland grundsätzlich relevant; in Bremen und Bremerhaven gibt es allerdings fast ausschließlich Grünlandnutzung und somit kaum brachliegende

Äcker, aber im direkt angrenzenden Umland wird u. a. viel Mais angebaut.

- Geringere Bodenwassergehalte haben eine gesteigerte Mineralisierungsrate (Zersetzung) der organischen Substanz und damit eine verstärkte Freisetzung von Kohlendioxid zur Folge.
- Querbezug zum Thema Klimaschutz: Insbesondere Moorböden sind wichtige Kohlenstoffspeicher. Beim Austrocknen des Moores geht diese Funktion verloren.
- Es können Nutzungskonflikte mit der Trink-, Kühl- und Brauchwasserversorgung auftreten.
- Grundsätzlich ist die Verschiebung nicht nur negativ zu bewerten, sondern es ergeben sich auch viele positive Aspekte – es stellt sich aus Naturschutzsicht die Frage, welche Entwicklungen als „gut“ oder „schlecht“ zu bewerten sind. Die Natur kann sich gut an Klimaveränderungen anpassen, solange sie die Räume dazu hat.
- Ansteigende Meereswasserstände führen zu einem erhöhten Austausch zwischen Süß- und Salzwasser in der Vermischungszone zwischen landbürtig zufließendem Grundwasser und fluss-/küstenbürtigem Uferfiltrat. Die Versalzung kann weitreichende Folgen z. B. für die Trinkwassergewinnung haben. Zudem kann ein hoher Salzgehalt von Kühl- und Brauchwasser den zuverlässigen und rentablen Betrieb von Kraftwerken und Industrieanlagen beeinträchtigen und die Anlagensicherheit gefährden.

Legende

Kumulative Effekte

- SN Starkniederschläge
- TH Temperaturzunahme und Hitze
- ST Stürme und Sturmfluten

Relevanz (aus Sicht der Projektgruppen)

- Gering
- Mittel
- Hoch

Sektoren

- Bauwesen und Immobilien
- Verkehr und Mobilität
- Gesundheit
- Natur- und Artenschutz
- Land- und Forstwirtschaft
- Wirtschaft
- Boden
- Grün- und Freiflächen
- Tourismus und Freizeit

Energie

- Wasserwirtschaft
- Hafen

Querschnittssektoren

- Stadt- und Landschaftsplanung
- Katastrophen-/Bevölkerungsschutz



Wirkungsfeld	ID	Mögliche Wirkungen	Kumulative Effekte			Besonders sensitive Bereiche/Elemente	Betroffene Sektoren		Relevanz
			NT	SN	TH		Direkt	Indirekt	
Gebäude und Infrastrukturen	ST01	Schäden an Gebäuden und Anlagen durch Sturmlasten		+		Leichtbauten, herausragende Gebäudeteile, Kulturgüter, Industrie-, Gewerbebauten			•••
	ST02	Sturmschäden an Objekten (Sachwerten) oder an Betriebs- und Transportmitteln		+	+	Industrie, Gewerbe, Lagerflächen, Häfen (Container), Landwirtschaft, Gefahrgüter			•••
	ST03	Schäden an Verkehrswegen und -systemen durch Stürme		+		Lichtsignalanlagen, Verkehrsleitsysteme, Bahn- und Straßenbahntrassen (Oberleitungen)			•
	ST04	Sturmbedingte Beschädigung und/oder Ausfall von Versorgungsanlagen ¹		+	+	Windkraftanlagen, Umspannwerke, Strommasten und -leitungen, Telekommunikation			••
	ST05	Beschädigung /Nutzungseinschränkungen von Grün- und Freizeiflächen durch Sturmlasten		+		Wälder, Spielplätze, Sportanlagen, Freizeitwege, Grünanlagen, Parks			••
	ST06	Steigender Unterhaltungsaufwand für Schutzbauwerke, Risikokommunikation, Alarmdienste etc.		+		Sperrwerke, Deiche, Polder, Redundante Infrastrukturen			•••
	ST07	Steigender Aufwand für die Binnenentwässerung durch den Anstieg des mittleren Tideniedrigwassers		+		Pumpwerke, Gräben			•••
	ST08	Wirtschaftliche (Folge-)Schäden durch betriebliche Verzögerungen, Ausfälle und Zerstörungen		+		Häfen, maritime Einrichtungen, industrielle und gewerbliche Betriebe			•••
	ST09	Anlauf- und Transportengpässe bei Sturmwaterständen auf See				Windparks, Häfen, Weseranlieger, Containerschifffahrt			•••
	ST10	Landseitige Verkehrsbehinderungen und -unterbrechungen durch Sturm ²		+		Häfen, Rettungswagen, Pendler, Güterlogistik/Warenverkehr (Just-in-time-Produktion)			•••
	ST11	(Langfristiger) Anpassungsbedarf im Küstenschutz (im Zusammenhang mit dem Meeresspiegelanstieg)				Sperrwerke, Deiche, Polder, redundante Infrastrukturen, Schutzkonzepte, Notfallpläne			•••
	ST12	Freisetzung und Verteilung von gefährlichen Stoffen durch Überflutung und Aufschwimmen vor der Hauptdeichlinie		+		Industrieanlagen, Gefahrgutcontainer, Schrottplätze, Öltanks, Abfallagerstätten, Klärwerke			•••
Umwelt	ST13	Beschädigung von land- und forstwirtschaftlichen Flächen und Infrastrukturen durch Rückstau ³ bei Tidehochwasser		+		Wälder, landwirtschaftliche Ertragsflächen, Ställe			•
	ST14	Beschädigung und Verlust von Stadtbäumen und Waldflächen durch Sturmlasten ⁴	+	+	+	Wälder, Grünanlagen, Friedhöfe, Stadtbäume (insb. Pappeln und Baumweiden), Spielplätze			•••
	ST15	Veränderung von Naturschutz-, Forst- und Landwirtschaftsflächen durch Hochwasserschutzmaßnahmen ⁵				Deichangrenzende Flächen			••
	ST16	Beeinträchtigung von Böden und Gewässern durch Erosion oder Schadstoffeinträge		+		Gefahrstoffcontainer			•
	ST17	Steigender Aufwand für Aufrechterhaltung und Wiederherstellung der Verkehrssicherheit von Bäumen		+		Kontrolle und Pflege von Grünanlagen und Bäumen			•••
Mensch	ST18	Unfall- und Verletzungsrisiko durch Windwurf (insb. Totholz)		+		Fußgänger, Radfahrer, Autofahrer, im Freien Tätige			•••

* Die Betroffenheitsanalyse basiert auf der Annahme der Deichsicherheit und der Umsetzung des Generalplanes Küstenschutz. Personen-, Sach- und Umweltschäden durch Sturmflutwellen bei einem potenziellen Deichbruch werden demnach nicht betrachtet. Hier wird auf die Vulnerabilitätsanalysen im Zuge des Hochwasserrisikomanagements verwiesen

Hinweise

- 1 Windkraftanlagen müssen ab einer gewissen Windgeschwindigkeit abgeschaltet werden, um die Turbinen nicht zu gefährden. Wasserkraftwerksnutzung wird mit steigen dem Meeresspiegel auf Dauer immer uneffektiver. Windwurf von Bäumen könnte ggf. zu Leitungsschäden führen.
- 2 Für den Transport von Rohstoffen und Gütern gibt es innerhalb der Verkehrssysteme keine Puffer, sie sind derzeit bis an das Maximum ausgereizt. Ein Ausweichen auf andere Verkehrsmittel ist daher nicht möglich. Es liegen allerdings Notfallpläne vor und die Informationsketten funktionieren gut.
- 3 Schäden, die indirekt infolge von Sturmfluten durch Rückstau entstehen, treten insbesondere in Kombination mit Stark- und Dauerregenereignissen auf, weil dann keine Entwässerung in die Weser stattfinden kann.

- 4 Das Astwurfrisiko und Schadensausmaß ist insbesondere in den trockenen Sommermonaten erhöht, da die Bäume geschwächt und die Äste voll belaubt sind. Sommerstürme kommen außerdem oftmals nicht aus der gewohnten Windrichtung, das macht die Bäume anfälliger.
- 5 Zum Beispiel werden durch die Retentionsmaßnahmen und Deichrückverlegungen landwirtschaftliche Flächen beansprucht, deren Nutzung dann aufgegeben werden muss, weil keine alternativen Flächen zur Verfügung stehen. Es sind jedoch auch Zugewinne von Naturschutzflächen durch Ausweitungen denkbar.

Legende

- Kumulative Effekte**
NT Niederschlagsverschiebung und Trockenheit
TH Temperaturzunahme und Hitze
SN Starkniederschläge

- Relevanz (aus Sicht der Projektgruppen)**
 • Gering
 •• Mittel
 ••• Hoch

Sektoren

- Bauwesen und Immobilien
- Verkehr und Mobilität
- Gesundheit
- Natur- und Artenschutz
- Land- und Forstwirtschaft
- Wirtschaft
- Boden
- Grün- und Freiflächen
- Tourismus und Freizeit

- Energie
- Wasserwirtschaft
- Hafen

Querschnittssektoren

- Stadt- und Landschaftsplanung
- Katastrophen-/Bevölkerungsschutz