

Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr

08.01.2018

Tel. Nr. 361-17247

Dr. Voßeler

Tel. Nr. 361-4136

**Deputation für Umwelt, Bau, Verkehr,
Stadtentwicklung, Energie
und Landwirtschaft (L/S)**

Vorlage Nr. 19/374 (L/S)

**Deputationsvorlage
für die Sitzung der Deputation
für Umwelt, Bau, Verkehr, Stadtentwicklung,
Energie und Landwirtschaft (L/S)
am 18.01.2018**

**Strategie des Landes und der Stadtgemeinden Bremen und Bremerhaven zur
Anpassung an die Folgen des Klimawandels**

A. Problem

Die Erderwärmung und der daraus resultierende Klimawandel bedrohen die natürlichen Lebensgrundlagen der Menschen weltweit. Neben den gravierenden Folgen des Klimawandels für die Gesundheit der Menschen sowie für Infrastruktur, Natur und Umwelt werden auch enorme volkswirtschaftliche Belastungen prognostiziert. Der Klimawandel ist damit eine der zentralen globalen Herausforderungen.

Das Land Bremen und seine beiden Stadtgemeinden bereiten sich deshalb vorsorgend auf Klimaveränderungen vor. Als eines der ersten Bundesländer hat die Freie Hansestadt Bremen hierfür einen gesetzlichen Rahmen geschaffen: Mit Beschluss des Klimaschutz- und Energiegesetzes hat die Bremische Bürgerschaft den Senat der Freien Hansestadt Bremen im März 2015 beauftragt, gemeinsam mit den Stadtgemeinden Bremen und Bremerhaven eine Strategie zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels zu entwickeln. Mithilfe dieser Strategie sollen die Toleranz und die Widerstandsfähigkeit gegenüber unvermeidbaren Klimaveränderungen und deren Folgen sowie die Vorsorge und das Reaktionsvermögen der Stadtgemeinden sowie der Bürgerinnen und Bürger verbessert werden. So sollen auch bei potenziell eintretenden Klimafolgen gute Lebens- und Arbeitsbedingungen und die Wettbewerbsfähigkeit in der Region erhalten bleiben.

B. Lösung

Dem gesetzlichen Auftrag entsprechend wird die Strategie des Landes und der Stadtgemeinden Bremen und Bremerhaven zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels zur Beschlussfassung vorgelegt (siehe Anlage).

Strategieentwicklung im Verbundprojekt

Die Gesamtstrategie wurde mithilfe eines umfassenden Beteiligungsprozesses in den Jahren 2016 und 2017 erarbeitet (s.u.). Dabei konnte bereits auf verschiedene Projektergebnisse, Erfahrungen und Ansätze des Landes, der Region und der Stadtgemeinden zurückgegriffen werden. Beispielsweise wurden für die Stadtgemeinde Bremerhaven bereits vorliegende Berechnungen zum Einfluss des Meeresspiegelanstiegs auf das Grundwasser berücksichtigt. Für die Stadtgemeinde Bremen wurden u.a. bereits vorliegende Ergebnisse aus der Aufstellung des Landschaftsprogramms oder Berechnungen zur Starkregenvorsorge herangezogen. Auf der Grundlage von umfangreichen Betroffenheitsanalysen wurden Schlüsselmaßnahmen jeweils für das Land und seine beiden Stadtgemeinden formuliert. Schlüsselmaßnahmen sind prioritäre Maßnahmen, die für die Anpassungsstrategie als besonders zielführend angesehen werden und deren Umsetzung aus Gründen der Dringlichkeit oder des Leuchtturmeffekts vorrangig vorbereitet werden sollten.

Der Bund hat die Entwicklung der kommunalen Strategien als Verbundprojekt im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI) gefördert. Der Senat (in der Sitzung am 03. November 2015) und der Haushalts- und Finanzausschuss (in der Sitzung am 04. Dezember 2015) haben der Beauftragung externer Beratungen zu diesem Verbundprojekt zugestimmt.

Bisherige Gremienbefassungen

Im Bau- und Umweltausschuss Bremerhaven erfolgte am 14. November 2016 ein mündlicher Zwischenbericht zum Stand der Strategieentwicklung.

Die Deputation für Umwelt, Bau, Verkehr, Stadtentwicklung, Energie und Landwirtschaft (L) hat am 24. November 2016 den Bericht der Verwaltung zum Stand der Entwicklung der Klimaanpassungsstrategie für Bremen und Bremerhaven zur Kenntnis genommen und diesen – aufgrund der ressortübergreifenden Relevanz des Themas – den folgenden Deputationen und Ausschüssen zur Kenntnisnahme weitergeleitet:

- Staatliche Deputation für Gesundheit und Verbraucherschutz
- Staatliche Deputation für Kinder und Bildung
- Staatliche Deputation für Inneres
- Staatliche Deputation für Wirtschaft, Arbeit und Häfen
- Ausschuss für Angelegenheiten der Häfen
- Ausschuss für Bundes- und Europaangelegenheiten, internationale Kontakte und Entwicklungszusammenarbeit
- Ausschuss für Wissenschaft, Medien, Datenschutz und Informationsfreiheit
- Ausschuss für Bürgerbeteiligung, bürgerschaftliches Engagement und Beiräte (Stadt)

Beteiligungsprozess

An der Strategieentwicklung waren die folgenden Ressorts und Institutionen im Rahmen der hierzu eingerichteten Projektgruppe beteiligt:

für Bremen (Stadt und Land)

- Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr
- Der Senator für Wirtschaft, Arbeit und Häfen
- Der Senator für Inneres
- Die Bevollmächtigte der Freien Hansestadt Bremen beim Bund, für Europa und Entwicklungszusammenarbeit
- Die Senatorin für Wissenschaft, Gesundheit und Verbraucherschutz
- Die Senatorin für Finanzen
- Die Senatorin für Kinder und Bildung
- Die Senatorin für Soziales, Jugend, Frauen, Integration und Sport
- Senatskanzlei
- Amt für Straßen und Verkehr (ASV)
- Umweltbetrieb Bremen (UBB)
- Gesundheitsamt Bremen
- wesernetz Bremen GmbH
- Geologischer Dienst für Bremen
- bremenports GmbH & Co. KG

für Bremerhaven (Stadt)

- Umweltschutzamt Bremerhaven
- Stadtplanungsamt Bremerhaven
- Seestadt Immobilien
- Feuerwehr/Katastrophenschutz Bremerhaven
- Gesundheitsamt Bremerhaven
- Bremerhavener Entsorgungsgesellschaft mbH (BEG)
- Entsorgungsbetriebe Bremerhaven (EBB)
- bremenports GmbH & Co. KG
- Bremerhavener Gesellschaft für Investitionsförderung und Stadtentwicklung mbH (BIS)
- wesernetz Bremerhaven GmbH

Im Rahmen von Fachworkshops waren zudem weitere Institutionen an der Strategieentwicklung beteiligt, unter anderem:

- Handelskammer Bremen und IHK für Bremen und Bremerhaven
- Arbeitnehmerkammer Bremen
- Bremischer Deichverband am rechten Weserufer
- Bremischer Deichverband am linken Weserufer
- hanseWasser Bremen GmbH
- BUND Landesverband Bremen e.V.
- Immobilien Bremen AöR
- GEWOBA Aktiengesellschaft Wohnen und Bauen
- Städtische Wohnungsgesellschaft Bremerhaven mbH (STÄWOG)
- Ortspolizei Bremerhaven
- Wirtschaftsförderung Bremen GmbH (WFB)
- Bremer Straßenbahn Aktiengesellschaft (BSAG)

- Zweckverband Verkehrsverbund Bremen / Niedersachsen (ZVBN)
- Metropolregion Bremen-Oldenburg im Nordwesten e.V.
- Hanseatische Naturentwicklung GmbH (haneg)
- Verein für Innere Mission Bremen
- Wissenschaftliche Einrichtungen (z. B. Universität Bremen, Hochschule Bremen, Hochschule Bremerhaven, Alfred-Wegener-Institut)
- Deutscher Wetterdienst (DWD)
- Fischereihafen-Betriebsgesellschaft mbH (FBG)
- EUROGATE Container Terminal Bremerhaven GmbH
- Klimahaus® Betriebsgesellschaft mbH.

Ausblick

Für die Strategieumsetzung ist eine maßnahmenbezogene weitere Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger sowie der Verbände und Kammern vorgesehen. Ebenso ist eine weiterführende Zusammenarbeit mit wissenschaftlichen Einrichtungen im Land Bremen geplant. Ein regionaler Austausch und gegebenenfalls die Abstimmung und Koordination eines gemeinsamen Vorgehens mit den angrenzenden Kommunen ist vorgesehen.

C. Alternativen

Keine Alternativen. Das Bremische Klimaschutz- und Energiegesetz (BremKEG), veröffentlicht am 26. März 2015, schreibt die Entwicklung einer Anpassungsstrategie an die Folgen des Klimawandels vor.

D. Finanzielle und personalwirtschaftliche Auswirkungen, Genderprüfung

Mit dieser Vorlage und der Verabschiedung der vorgelegten Strategie des Landes und der Stadtgemeinden Bremen und Bremerhaven zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels sind keine zusätzlichen finanziellen und personalwirtschaftlichen Auswirkungen verbunden. Aus den Schlüsselmaßnahmen der Strategie können sich in zukünftigen Haushalten erhebliche Finanzbedarfe ergeben. Es ist außerdem beabsichtigt, geeignete Leistungskennzahlen zu entwickeln und diese in den entsprechenden Produktgruppenhaushalten zu berücksichtigen.

Die Strategie soll als Basis des Landes und der Stadtgemeinden dienen, weitere Fördermittel zu akquirieren und Pilotprojekte zu initiieren. So hat der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr für das Forschungsprojekt „Resiliente Zukunftsstadt Bremen“ (BREsilient) bereits erfolgreich Mittel des BMBF eingeworben (Laufzeit 01.11.2017-31.10.2020). Im Rahmen dieses zu 100% aus Drittmitteln geförderten Verbundprojektes werden u. a. die regionalwirtschaftlichen Effekte der Strategieumsetzung modelliert, indirekte Auswirkungen des Klimawandels auf die Hafenwirtschaft und Logistik in der Region analysiert und hochwasserschutzbezogene Maßnahmen umgesetzt.

Es gibt genderspezifische Betroffenheiten gegenüber den Folgen des Klimawandels, da der Klimawandel viele Bereiche des öffentlichen Lebens wie auch der privaten Lebensführung beeinflusst. Durch die Vielfältigkeit der Auswirkungen des Klimawandels sind diese Betroffenheiten hier jedoch im Einzelnen nicht darstellbar, sondern jeweils bei der Konkretisierung und Umsetzung von Maßnahmen im Rahmen der Klimaanpassung im Einzelnen zu berücksichtigen.

E. Beteiligung / Abstimmung

Die zur Beschlussfassung vorgelegte Klimaanpassungsstrategie ist mit der Senatskanzlei, der Senatorin für Finanzen, dem Senator für Wirtschaft, Arbeit und Häfen, dem Senator für Inneres, der Senatorin für Wissenschaft, Gesundheit und Verbraucherschutz, der Senatorin für Kinder und Bildung sowie mit der Senatorin für Soziales, Jugend, Frauen, Integration und Sport abgestimmt.

Die kommunale Strategie für Bremerhaven soll voraussichtlich am 17. Januar 2018 dem Magistrat der Stadt Bremerhaven und der Stadtverordnetenversammlung Bremerhaven voraussichtlich am 08. Februar 2018 zur Beschlussfassung vorgelegt werden.

F. Öffentlichkeitsarbeit / Veröffentlichung nach dem Informationsfreiheitsgesetz

Einer Veröffentlichung im zentralen elektronischen Informationsregister steht nichts entgegen. Nach Beschlussfassung ist der Druck einer Kurzfassung der Strategie vorgesehen. Die Umsetzung der Strategie wird in den kommenden Jahren außerdem mit anlassbezogener Öffentlichkeitsarbeit begleitet.

G. Beschlussvorschlag

1. Die Deputation für Umwelt, Bau, Verkehr, Stadtentwicklung, Energie und Landwirtschaft (S) beschließt die Anpassungsstrategie der Stadtgemeinde Bremen und bittet den Senator für Umwelt, Bau und Verkehr um Weiterleitung über den Senat an die Bremische Bürgerschaft (Stadtbürgerschaft).
2. Die Deputation für Umwelt, Bau, Verkehr, Stadtentwicklung, Energie und Landwirtschaft (L) beschließt die Anpassungsstrategie des Landes Bremen und bittet den Senator für Umwelt, Bau und Verkehr um Weiterleitung über den Senat an die Bremische Bürgerschaft (Landtag).

Anlage

Klimaanpassungsstrategie

Bremen. Bremerhaven.



**BREMEN
BREMERHAVEN**
ZWEI STÄDTE. EIN LAND.

Impressum

Herausgeber

Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr
Contrescarpe 72
28195 Bremen
www.bbaumwelt.bremen.de



Umweltschutzamt
Klimastadtbüro
Bürgermeister-Smidt-Straße 100
27568 Bremerhaven
www.bremerhaven.de



Projektsteuerung/Redaktion

Dr. Christof Voßeler (SUBV, Referat Umweltinnovationen
& Anpassung an den Klimawandel)
Till Scherzinger (Klimastadtbüro Bremerhaven)

Bearbeitung

MUST Städtebau
Eigelstein 103–113
50668 Köln
www.must.eu



BPW baumgart+partner
Ostertorsteinweg 70–71
28203 Bremen
www.bpw-baumgart.de



GEO-NET Umweltconsulting GmbH
Große Pfahlstraße 5a
30161 Hannover
www.geo-net.de



Dr. Pecher AG
Klinkerweg 5
40699 Erkrath
www.pecher.de



Unterstützt durch

Deutscher Wetterdienst
Alfred-Wegener-Institut
Norddeutsches Klimabüro



Konzept und Layout

MUST & Studio Lisa Pommerenke

Bremen, Januar 2018

Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

das globale Klima ändert sich. Auch im Land Bremen mit seinen beiden Stadtgemeinden werden die Veränderungen spürbar. Die schwierigen internationalen Klimaverhandlungen machen deutlich, wie wichtig das eigenständige und verantwortliche Handeln vor Ort ist. Seit vielen Jahren betreiben wir deshalb eine sehr ambitionierte Klimaschutzpolitik. Das Land Bremen und seine Städte Bremen und Bremerhaven leisten so ihren Beitrag, die globale Erwärmung und ihre Folgen einzudämmen. Extreme Wetterereignisse sind ein Beispiel für die Folgen der Klimaveränderung; wir kennen sie aus den Medien oder aus persönlicher Erfahrung. Aber nicht nur extreme Wetterphänomene, sondern auch schleichende Änderungen des Wetters, wie etwa regenreichere Herbst- und Wintermonate oder längere Trockenperioden im Sommer sind zu erwarten. Auf diese Folgen des Klimawandels müssen wir uns gezielt vorbereiten. Mit Verabschiedung des Bremer Klimaschutz- und Energiegesetzes im Jahr 2015 hat die Bremische Bürgerschaft deshalb die Erarbeitung einer Strategie zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels festgeschrieben.

Die hier vorliegende Anpassungsstrategie liefert einen konkreten Handlungsrahmen für Politik und Verwaltung, wie das Land und die Stadtgemeinden robust gegenüber Klimafolgen entwickelt werden können und wie die Eigenvorsorge der Bevölkerung gestärkt werden kann. Zentrale Handlungsansätze zeigen die Schlüsselmaßnahmen. Der Schutz der Bevölkerung durch Gesundheitsvorsorge, Hochwasserschutz und Starkregenvorsorge sowie die langfristige Verbesserung der Aufenthaltsqualität in unseren Städten durch Freiraumplanung und städtisches Grün sind dabei wichtige Handlungsfelder. Einige Maßnahmen wurden bereits auf den Weg gebracht. Nun kommt es darauf an, nicht nachzulassen und die hier vorgelegten Maßnahmen in den kommenden Jahren entschlossen umzusetzen. Jede Aktivität, die unvermeidbare Klimafolgen abmildert, lohnt sich langfristig: Sie mindert das Risiko gegenüber Klimafolgen für alle Bürgerinnen und Bürger und dient der Erhaltung guter Lebens- und Arbeitsbedingungen im Land Bremen und der Wettbewerbsfähigkeit der Region.

Mit freundlichen Grüßen



Dr. Joachim Lohse
Senator für Umwelt, Bau und Verkehr



Dr. Susanne Benöhr-Laqueur
Stadträtin und Dezernentin für das
Umweltschutzamt Bremerhaven

A Klimaanpassungsstrategie

1	EINLEITUNG	7
<i>Welche Motivation und welches Ziel steckt hinter der Klimaanpassungsstrategie?</i>		

2	BEWERTUNG DER KLIMAFOLGEN FÜR BREMEN UND BREMERHAVEN	15
2.1	Räumliche Auswirkungen der Klimaveränderungen	17
2.2	Auswirkungen der Klimaveränderungen auf einzelne Sektoren und Handlungsfelder	20
<i>Wie relevant ist der Klimawandel für Bremen und Bremerhaven?</i>		

3	ZIELE UND SCHLÜSSELMASSNAHMEN DER ANPASSUNGSTRATEGIE	23
3.1	Ziele der Anpassungsstrategie	24
3.2	Schlüsselmaßnahmen	29
3.3	Schlüsselmaßnahmen für die Stadtgemeinde Bremen	30
3.4	Schlüsselmaßnahmen für die Stadtgemeinde Bremerhaven	42
3.5	Schlüsselmaßnahmen für das Land Bremen	52
<i>Welche Anpassungsziele lassen sich formulieren und was sind die dringlichsten Aufgaben?</i>		

4	UMSETZUNG UND KOMMUNIKATION DER STRATEGIE	63
4.1	Umsetzung	64
4.2	Kommunikation	66
<i>Wie geht es nach der Verabschiedung der Klimaanpassungsstrategie weiter?</i>		

B Detailergebnisse der Strategieentwicklung

5	METHODIK DER STRATEGIEENTWICKLUNG	73
5.1	Bestandsaufnahme	74
5.2	Betroffenheitsanalyse	75
5.3	Zielformulierung	81
5.4	Maßnahmensammlung	82
5.5	Auswahl von Schlüsselmaßnahmen	83
<i>Wie wurde die Klimaanpassungsstrategie für Bremen und Bremerhaven erarbeitet?</i>		

6	KLIMAWANDEL IN BREMEN UND BREMERHAVEN	85
6.1	Einführung	86
6.2	Temperaturzunahme und Hitze	88
6.3	Starkniederschläge	94
6.4	Niederschlagsverschiebung und Trockenheit	98
6.5	Stürme und Sturmfluten	102
<i>Welche Klimaveränderungen kommen konkret auf Bremen und Bremerhaven zu?</i>		

7	BETROFFENHEITEN	107
7.1	Begriff	108
7.2	Ergebnisse	109
	– Karten	110
	– Bewertung der Betroffenheiten	126
<i>Wie stark sind die beiden Stadtgemeinden vom Klimawandel und dessen Folgen betroffen?</i>		

QUELLENVERZEICHNISSE	135
Literaturquellen	136
Bildquellen	138

ANHANG	141
Maßnahmenkataloge	142

Klimaanpassungsstrategie

1

Einleitung

WARUM ERARBEITEN DAS LAND UND DIE STADTGEMEINDEN BREMEN UND BREMERHAVEN EINE ANPASSUNGSSTRATEGIE AN DIE FOLGEN DES KLIMAWANDELS?

Das globale und lokale Klima ändert sich, auch im Land Bremen. Die schwerwiegendsten Folgen des Klimawandels sind eher in den Ländern des globalen Südens zu erwarten. Dort reichen die Ressourcen für die Anpassungen und den Umgang mit Klimafolgen bislang bei weitem nicht aus, um den Herausforderungen angemessen begegnen zu können. Auch der europäische Raum ist von Klimafolgen betroffen. Im Sinne der Risikoprävention und Daseinsvorsorge ist es sinnvoll, sich frühzeitig diesen langfristigen Herausforderungen zu stellen. Das Land Bremen und seine beiden Stadtgemeinden entwickeln die Anpassungsstrategie zum Schutz der Bevölkerung und um mögliche zukünftige Schadenskosten zu vermeiden. Bremen und Bremerhaven stehen dabei nicht allein, etwa die Hälfte der deutschen Großstädte haben bereits eine Anpassungsstrategie oder eine integrierte Klimaschutz- und -anpassungsstrategie erarbeitet.^[1]

Als eines der ersten Bundesländer hat die Freie Hansestadt Bremen hierfür einen gesetzlichen Rahmen geschaffen. Mit Beschluss des Klimaschutz- und Energiegesetzes hat die Bremische Bürgerschaft den Senat der Freien Hansestadt Bremen im März 2015 beauftragt, gemeinsam mit den Stadtgemeinden Bremen und Bremerhaven eine Strategie zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels zu entwickeln. Mithilfe dieser Strategie sollen die Toleranz und die Widerstandsfähigkeit gegenüber Klimaveränderungen und deren Folgen sowie die Vorsorge und das Reaktionsvermögen der Stadtgemeinden sowie der Bürgerinnen und Bürger gestärkt werden. Langfristig sollen auch bei potenziell eintretenden Klimafolgen gute Lebens- und Arbeitsbedingungen und die Wettbewerbsfähigkeit in der Region erhalten bleiben.



ABB. 01

WIE VERÄNDERT SICH DAS KLIMA IM LAND BREMEN?

Seit Beginn der Temperaturlaufzeichnung im Jahr 1881 wurden im Land Bremen fünf der zehn wärmsten Jahre in den letzten zehn Jahren gemessen. Von 1881 bis 2016 ist das Jahresmittel der Lufttemperatur in Bremen und Bremerhaven um ca. 1,3 °C angestiegen. Bei einem „Weiter-wie-bisher-Szenario“ läge entsprechend den Auswertungen des Deutschen Wetterdienstes die mittlere regionale Erwärmung bis Ende des Jahrhunderts bei 3,6 °C (Bandbreite 2,5–4,9 °C).^[2]

Sehr wahrscheinlich ist, dass zukünftig auch höhere Extremtemperaturen häufiger auftreten. Außerdem ist davon auszugehen, dass Häufigkeit und Intensität der Extremniederschläge zunehmen. Die Vegetationsperioden und damit die phänologischen Jahreszeiten verändern sich ebenfalls. Frühling, Sommer und Herbst beginnen in der Bremer Region heute schon deutlich früher als noch vor 30 bis 40 Jahren. Dieser Trend wird sich vermutlich fortsetzen, der Winter verkürzt sich. Der Meeresspiegel steigt und führt zu höheren Sturmflutwasserständen und weiteren Auswirkungen auf das küstennahe Wasserregime.

INWIEFERN IST DAS LAND BREMEN VOM KLIMAWANDEL BETROFFEN?

Das Land Bremen ist Teil einer nordwestdeutschen Klimaregion, die geprägt ist von der Meeresnähe, der niedrigen Geländehöhe und geringen Höhenunterschieden. Die erwarteten regionalen Klimaänderungen sind im nordwestdeutschen Tiefland vergleichbar. Unterschiedliche lokale Ausgangssituationen, d. h. die unterschiedliche kleinräumige geografische Lage, Infrastruktur, Vermögenswerte, Bevölkerungsdichte etc., ergeben lokal unterschiedliche Betroffenheiten.

Durch die küstennahe Lage und die tidebeeinflussten Gewässer besteht eine besondere Exposition Bremens und Bremerhavens gegenüber dem steigenden Meeresspiegel. Die Exposition gegenüber Starkregenereignissen ist in allen Regionen Norddeutschlands gleichermaßen gegeben.

Der Temperaturanstieg und häufigere Hitzeperioden stellen sich in südeuropäischen und z.T. auch in süddeutschen Städten gravierender dar. Für die Stadtgemeinden Bremen und Bremerhaven ist die Betrachtung von Hitze und Stadtklima vor allem im Hinblick auf die Belastung sensibler oder besonders exponierter Bevöl-

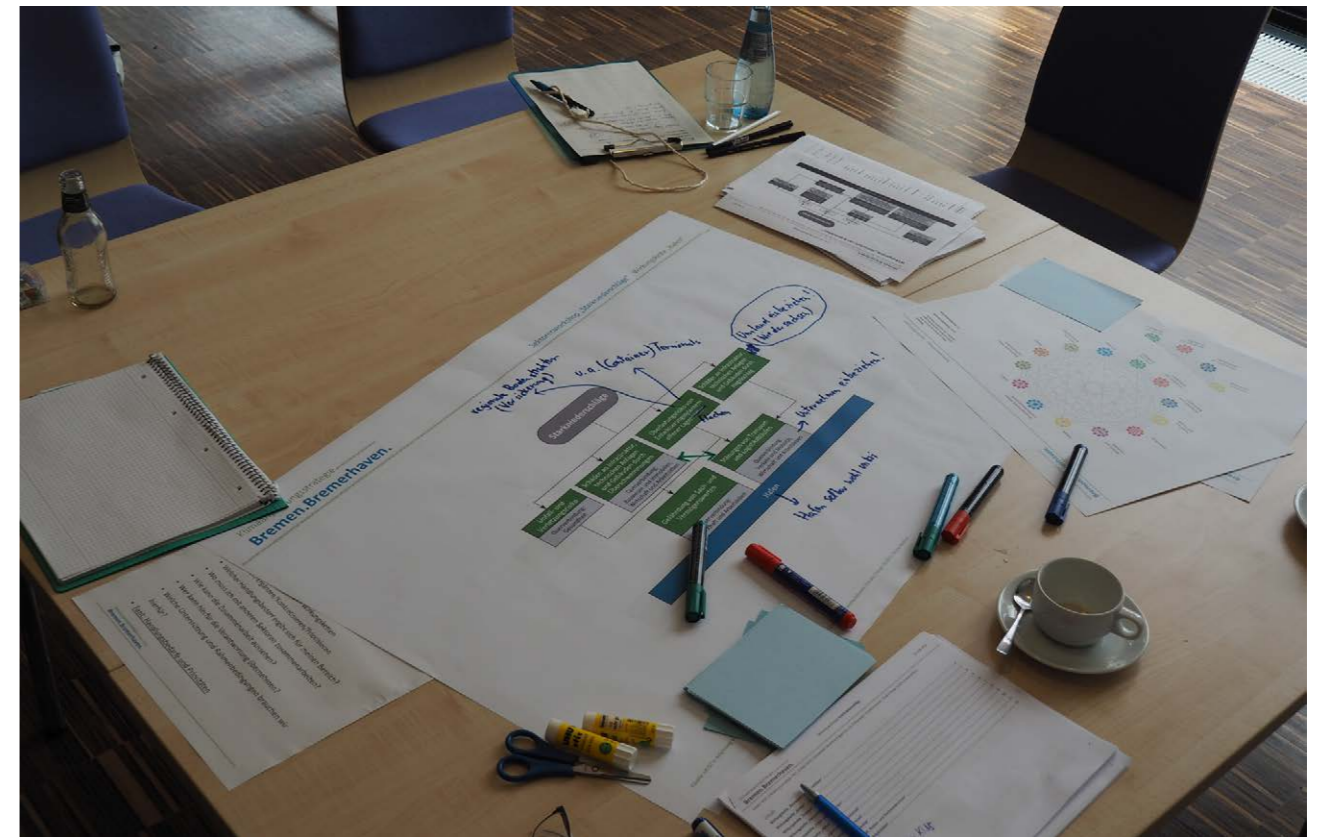


ABB. 02

kerungsgruppen und der Erhalt einer langfristig hohen Lebens- und Aufenthaltsqualität in den Stadtgebieten wichtig.

Die Klimaanpassungsstrategie definiert entsprechend den lokalen Betroffenheiten spezifische Schlüsselmaßnahmen zum vorsorgenden Umgang mit allen wichtigen Klimafolgen in den beiden Stadtgemeinden Bremen und Bremerhaven.

WIE DRINGLICH IST DIE ANPASSUNG AN DEN KLIMAWANDEL?

Klimafolgen wirken sukzessive aufgrund der Veränderungen des Wetterregimes über mehrere Jahrzehnte. Sie können aber durch Extremwetterereignisse auch sehr plötzlich und innerhalb kürzerer Zeitabstände auftreten. Vor diesem Hintergrund wird mit der Anpassungsstrategie ein langfristig ausgerichteter strategischer Rahmen geschaffen, wie sowohl schleichenden als auch abrupt auftretenden Klimafolgen begegnet werden kann. Eine nachhaltige Stärkung der Klimarobustheit kann dabei vor allem durch die Integration der Erkenntnisse zum Klimawandel in die jeweiligen Fachpolitiken und Planungsentscheidungen des Landes und der Stadtgemeinden realisiert werden. Die in dieser Strategie definierten Schlüsselmaßnahmen wurden

insbesondere mit dem Ziel der Integrations- und Anschlussfähigkeit und ihrer langfristigen Wirkung formuliert. Einige Maßnahmen wurden bereits auf den Weg gebracht. Andere bedürfen weiterer Konkretisierung und sukzessiver Umsetzung in den kommenden Jahren.

AN WEN RICHTET SICH DIE KLIMAAANPASSUNGSSTRATEGIE?

Die Anpassung an die Folgen des Klimawandels ist eine langfristige gesamtgesellschaftliche Herausforderung. Die im Rahmen der Anpassungsstrategie erarbeiteten Maßnahmen richten sich vorrangig an die Akteure der öffentlichen Hand. Im Vordergrund steht, was Politik und Verwaltung tun können, um die Robustheit der Systeme des Landes und der Stadtgemeinden gegenüber Klimafolgen zu stärken bzw. deren Anpassungsfähigkeit zu erhöhen. Hierzu gehört auch, die Eigenvorsorge der Bevölkerung zu stärken. Einzelne Maßnahmen unterstützen z. B. Aktivitäten zur Starkregenvorsorge auf privaten Grundstücken oder richten sich an sensible Bevölkerungsgruppen, wie allein lebende ältere Menschen. Insgesamt soll in den kommenden Jahren das Wissen und das öffentliche Bewusstsein zu Klimafolgen und Anpassungsoptionen weiter verbessert werden.

RECHNEN SICH MASSNAHMEN ZUR KLIMAANPASSUNG?

Maßgebliche ökonomische Untersuchungen kommen zu dem Schluss, dass eine vorsorgende Anpassung an Klimafolgen vorteilhaft ist, denn die volkswirtschaftlichen Kosten klimawandelbedingter Schäden können, ganz abgesehen von Gefahren für Leib und Leben, erheblich sein. Zwischen 1970 und 2014 entstanden in Deutschland volkswirtschaftliche Schäden durch klimabezogene Naturgefahren in Höhe von rund 90 Milliarden Euro.^[3] Generell besteht die Herausforderung darin, trotz kurzfristig drängender Aufgaben der öffentlichen Hand, Entscheidungen heute schon so auszurichten, dass der zukünftige Nutzen realisiert werden kann. Beispielsweise erzeugt die Integration von Klimawandelaspekten in Planungsentscheidungen kurzfristig höheren Aufwand. Diesem Aufwand steht ein zukünftiger und dauerhafter Nutzen gegenüber.

Klimaanpassung ist eine Daueraufgabe, die in den entsprechenden Fachhaushalten den Einsatz von Landesmitteln bzw. kommunalen Mitteln und auch Personalressourcen erfordern wird. Die Umsetzung von kostenwirksamen Maßnahmen ist dabei jeweils im Einzelfall in den Fachhaushalten zu sichern und die Ausgestaltung hinsichtlich Effizienz und Effektivität stetig zu prüfen.

Die hier vorgelegte Anpassungsstrategie soll auch als Basis des Landes und der Stadtgemeinden dienen, weitere Fördermittel zu akquirieren und Pilotprojekte zu initiieren. Auf EU- und Bundesebene stehen Fördermittel zur Verfügung, um nicht-investive Projekte zur Anpassung



ABB. 03

Klimaanpassung und Nachhaltigkeit

In den vom Bremer Senat im März 2015 beschlossenen Entwicklungspolitischen Leitlinien bekennt sich die Freie Hansestadt Bremen zu ihrer Verantwortung im Rahmen der globalen Klimagerechtigkeit. Die Anpassungsstrategie trägt in diesem Zusammenhang zum Erreichen der globalen Nachhaltigkeitsziele (Sustainable Development Goals, SDG) bei.

Entsprechend dem Nachhaltigkeitsziel 11(b) soll bis 2020 die Zahl der Städte und Siedlungen, die integrierte Politiken und Pläne zur Förderung der Inklusion, der Ressourceneffizienz, der Abschwächung des Klimawandels, der Klimaanpassung und der Widerstandsfähigkeit gegenüber Katastrophen beschließen und umsetzen, wesentlich erhöhen und gemäß dem Sendai-Rahmen für Katastrophenvorsorge 2015-2030 ein ganzheitliches Katastrophenrisikomanagement auf allen Ebenen entwickeln und umsetzen.

ZIELE FÜR
NACHHALTIGE
ENTWICKLUNG



ung an den Klimawandel zu unterstützen. Förderprojekte können z. B. dahingehend unterstützen, einzelne Schlüsselmaßnahmen zu initiieren, weitere fachliche Grundlagen zu schaffen oder Pilotmaßnahmen umzusetzen.

IN WELCHEM KONTEXT STEHT DIE ANPASSUNGSSTRATEGIE UND WELCHEN BEITRAG LIEFERT SIE FÜR ANDERE STRATEGIEN?

Mit dem Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen wurden nicht nur Klimaschutzziele vereinbart, um die Erderwärmung deutlich unter 2 °C gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu halten. Gleichzeitig wurde auch der Notwendigkeit der Anpassung an die Folgen des Klimawandels Rechnung getragen. Auf europäischer Ebene hat die EU-Kommission 2013 aufgrund des Handlungsbedarfs eine europäische Anpassungsstrategie vorgelegt, der zufolge die Anpassung an den Klimawandel eine zwingend notwendige Ergänzung der europäischen Klimaschutzpolitik darstellt. Die Bundesregierung hat bereits 2008 mit der Verabschiedung der „Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel“ (DAS) und dem nachfolgenden „Aktionsplan Anpassung an den Klimawandel“ einen umfassenden Rahmen für die Strategieentwicklungen auf Landes-, regionaler und kommunaler Ebene gesetzt.



ABB. 04

Auch der Deutsche Städtetag hat 2012 mit seinem Positionspapier „Anpassung an den Klimawandel – Empfehlungen und Maßnahmen der Städte“ die kommunalen Herausforderungen der Klimaanpassung klar benannt.

Mit dem bremischen Klimaschutz und Energieprogramm (KEP 2020) hat der Senat der Freien Hansestadt Bremen im Jahr 2009 ambitionierte Ziele und Maßnahmen zur Minderung von Treibhausgasen (Mitigation) verabschiedet. Die Anpassungsstrategie (Adaptation) ergänzt die Klimaschutzpolitik des Landes und der Stadtgemeinden. Sie liefert einen strategischen Rahmen für fachspezifische Ansätze.

Gemäß § 13 des Bremer Klimaschutz- und Energiegesetzes (BremKEG) sind städtebauliche Konzepte zu erstellen, welche die kommunalen Ziele und Strategien zum Klimaschutz und zur Klimaanpassung für Bremen und Bremerhaven beinhalten. Die Ausgestaltung der Klimaanpassungsaspekte der städtebaulichen Konzepte wurde mit dieser Strategie erarbeitet. Eine weitere Konkretisierung erfolgt im Rahmen der Umsetzung der für Bauleitplanung und städtebauliche Verträge relevanten Schlüsselmaßnahmen.

Ergebnisse laufender und abgeschlossener Prozesse fließen in die Anpassungsstrategie ein. Hierzu zählen z. B. die Neuaufstellung des Landschaftsprogramms in Bremen und Bremerhaven, Strategien der Starkregenvorsorge der Stadtgemeinde Bremen (KLAS-Klima-Anpassungsstrategie Extreme Regenereignisse) oder

auch die auf Ebene der Metropolregion Nordwest erarbeiteten Forschungsergebnisse zur Anpassung an den Klimawandel. Die Anpassungsstrategie unterstützt außerdem die Bemühungen zum vorbeugenden Katastrophenschutz und leistet einen Beitrag zur Umsetzung der Europastrategie des Landes Bremen.

WIE GEHT ES WEITER?

Die Anpassung an den Klimawandel ist eine langfristige Aufgabe. Diese Strategie definiert Schlüsselmaßnahmen, deren Umsetzung in den kommenden Jahren durch die zuständigen Stellen initiiert wird. Begleitet wird die Umsetzung im Rahmen des Monitorings durch die bereits etablierten ressortübergreifenden Arbeitsgruppen. Über den Fortschritt der Umsetzung soll im Abstand von fünf Jahren berichtet werden. Im Land Bremen gibt es eine große Bandbreite an klimabezogenen Forschungseinrichtungen, deren Expertise auch nach Verabschiedung der Anpassungsstrategie weiterhin aktiv eingebunden werden soll. Die Kommunikationsstrategie soll die weitere Konkretisierung und Umsetzung der hier vorgestellten Maßnahmen und weiteren Projekten unterstützen. Außerdem soll sie eine differenzierte Kommunikation mit und Partizipation von Bürgerinnen und Bürgern ermöglichen. Klimawandel endet nicht an den Grenzen von Bremen und Bremerhaven. Deswegen wird ein regionaler Austausch und wo notwendig die Abstimmung und Koordination eines gemeinsamen Vorgehens mit den angrenzenden Kommunen angestrebt.

WIE WURDE DIE STRATEGIE ERARBEITET?

Die Strategieentwicklung wurde als kommunales Verbundprojekt im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI) des Bundes gefördert. Die Federführung für die Strategieentwicklung und weitere Umsetzung liegt beim Senator für Umwelt, Bau und Verkehr in enger Kooperation mit dem Umweltschutzamt Bremerhaven (Klimastadtbüro). Für die fachliche und organisatorische Unterstützung wurde ein Gutachterteam, bestehend aus MUST Städtebau (Amsterdam/Köln), BPW baumgart+partner (Bremen), GEO-NET Umweltconsulting (Hannover) und Dr. Pecher AG (Erkrath) beauftragt. Unterstützt wurde der Strategieprozess außerdem vom Deutschen Wetterdienst (DWD) im Rahmen der Verwaltungsvereinbarung mit dem Land Bremen sowie durch das Alfred-Wegener-Institut (AWI) und das Norddeutsche Klimabüro am Helmholtz-Zentrum Geesthacht. In der Verwaltung erfolgte die fachliche Begleitung für Bremen und Bremerhaven jeweils im Rahmen einer ressortübergreifenden Projektgruppe.

Für die Erarbeitung der Strategie konnte bereits auf verschiedene Projektergebnisse, Erfahrungen und Ansätze des Landes, der Region und der Stadtgemeinden zurückgegriffen werden. Diese Erkenntnisse wurden in die gesamtstrategische Konzeption einbezogen, welche alle relevanten Handlungsbereiche der beiden Stadtgemeinden entsprechend ihrer jeweiligen Betroffenheiten und Handlungsoptionen umfassen. Die Entwicklung der Strategie erfolgte z. T. in parallel laufenden Arbeitsschritten [Abb. 05].

In den einzelnen Arbeitsschritten wurden in unterschiedlichen Beteiligungsformaten [Abb. 06] die jeweiligen Betroffenheiten in Bremen und Bremerhaven identifiziert und – über den fachpolitischen Blick hinaus – integrierte Lösungswege und Strategien der Anpassung entwickelt. Die Anpassungsstrategie beinhaltet deshalb Informationen und fachliche Einschätzungen aller beteiligten Ressorts, Ämter und Institutionen des Landes und der Stadtgemeinden.

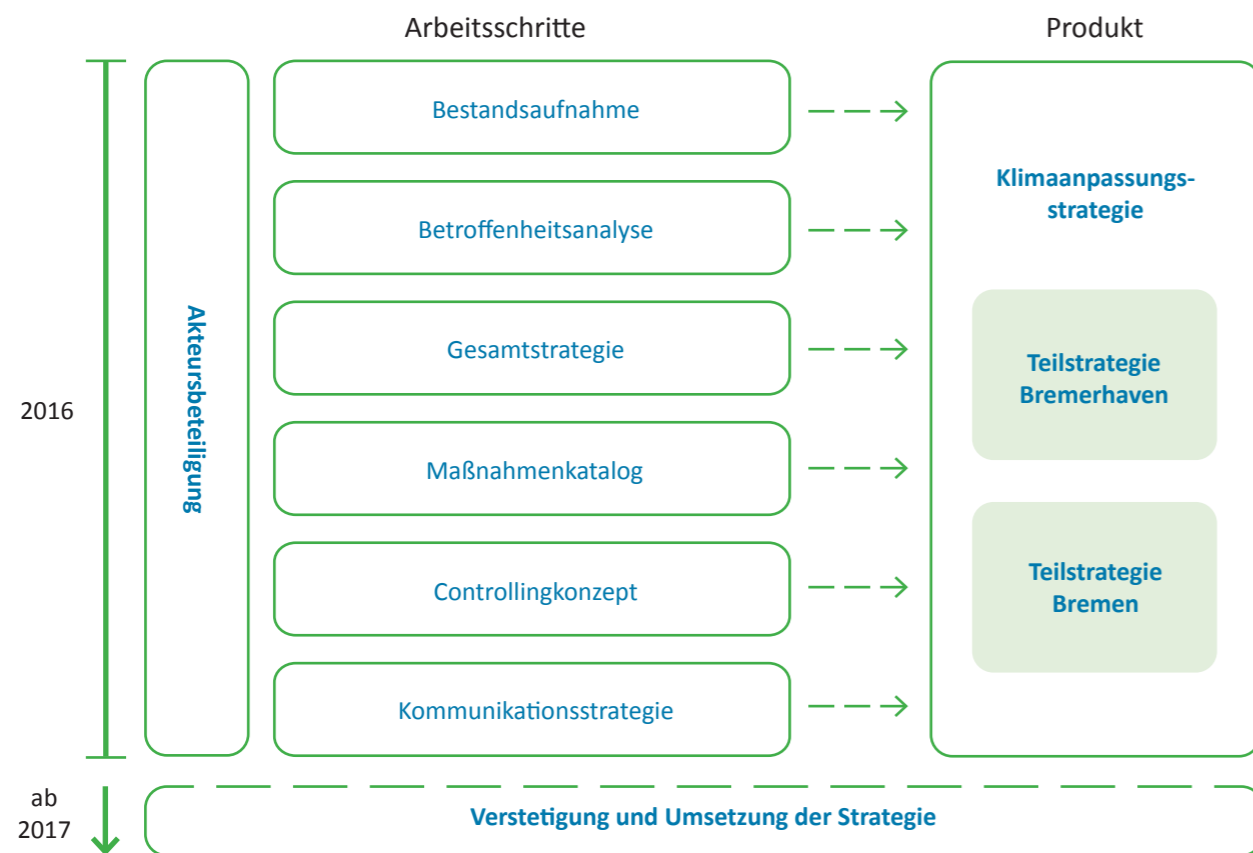


ABB. 05 Projektbausteine und Prozessablauf

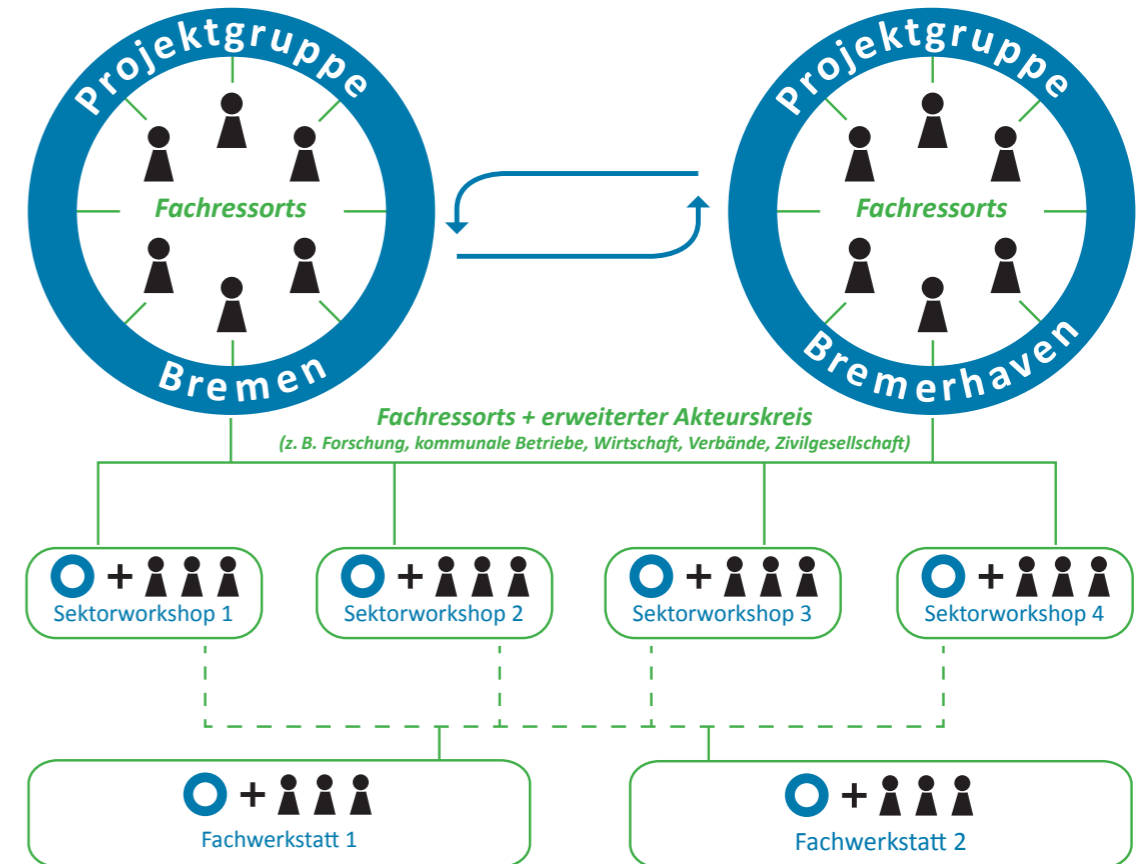


ABB. 06 Beteiligungsformate

WER WURDE BETEILIGT?

Aufbauend auf Erfahrungen anderer Kommunen und aus Forschungsprojekten wurde im Rahmen der Strategieerarbeitung eine umfangreiche Akteursbeteiligung durchgeführt. Zu Beginn des Projektes wurde ein Akteursnetzwerk identifiziert und zusammengestellt, in dem alle für die Klimaanpassung relevanten Akteure, insbesondere die im Rahmen der Betroffenheitsanalyse identifizierten Sektoren, vertreten sind (z. B. Gesundheit, Wasserwirtschaft, Naturschutz, Stadtplanung etc.). Für diesen erweiterten Akteurskreis wurden je nach Projektverlauf unterschiedliche Beteiligungsformate entwickelt. Eine Beteiligung der Öffentlichkeit war in der Entwicklungsphase aus Gründen der Komplexität noch nicht vorgesehen, ein Konzept für einen anschließenden Kommunikations- und Partizipationsprozess ist Bestandteil der Strategie (siehe Kapitel 4).

Die **ressortübergreifenden Projektgruppen** für Bremen und Bremerhaven setzten sich aus etwa 20 VertreterInnen verschiedener Ressorts der beiden Stadtverwaltungen zusammen. Sie unterstützten die Gutachter in der

Einordnung und Schärfung der Ergebnisse und trugen die Diskussion aus dem Prozess in die Ressorts, um dort die fachliche Abstimmung vorzubereiten.

Im Rahmen von vier **Sektorenworkshops** wurde mit dem Erfahrungsschatz und den Kenntnissen der teilnehmenden VertreterInnen unterschiedlicher lokaler Handlungsfelder eine Spezifizierung der lokalen Betroffenheitsmuster vorgenommen. Dieser Schritt stellte eine entscheidende Weichenstellung für die anschließende Strategie-, Ziel- und Maßnahmenentwicklung dar.

In zwei **Fachwerkstätten** wurden die Zwischenergebnisse einem erweiterten Akteurskreis vorgestellt und erste Strategieansätze und Maßnahmen für Bremerhaven und Bremen erarbeitet. In diesem Zusammenhang wurden die Eckpunkte der Klimaanpassungsstrategie, Schlüsselprojekte, Anpassungsbedarfe in den Verwaltungsstrukturen sowie die weitere Zusammenarbeit zwischen Bremen und Bremerhaven in der Umsetzungsphase thematisiert. Zudem wurden laufende oder geplante Projekte identifiziert, die sich im Hinblick auf die Bedarfe der Klimaanpassung qualifizieren lassen.

Bewertung der Klimafolgen für Bremen und Bremerhaven



Der Klimawandel wird, trotz aller Anstrengungen zum Klimaschutz, vor den Stadtgemeinden Bremen und Bremerhaven nicht haltmachen, sodass es erforderlich ist, Lösungsansätze zur Anpassung an die zu erwartenden Veränderungen zu entwickeln. Um der Bestandsaufnahme und der Betroffenheitsanalyse eine Struktur zu geben, wurden im Rahmen der Erstellung der Klimaanpassungsstrategie für Bremen und Bremerhaven die folgenden Klimaparameter bzw. -veränderungen unterschieden und betrachtet:

1. Temperaturzunahme und Hitze
2. Starkniederschläge
3. Niederschlagsverschiebungen und Trockenheit
4. Stürme und Sturmfluten

Die folgenden Seiten geben einen zusammenfassenden Überblick über diese konkreten Klimaparameter sowie über deren räumlichen und funktionalen Auswirkungen in Bremen und Bremerhaven. Die Aussagen basieren auf den für die Region vorliegenden Messdaten und Klimaprojektionen des DWD sowie auf den Erkenntnissen der im Rahmen der Strategieerstellung durchgeführten Wirkungsanalysen. Die detaillierten Ergebnisse der klimatischen Untersuchungen und der Betroffenheitsanalysen können den Kapiteln 6 und 7 entnommen werden.



ABB. 07

2.1 Räumliche Auswirkungen der Klimaveränderungen

Temperaturzunahme und Hitze

In den Städten Bremen und Bremerhaven ist, wie in Gesamtdeutschland, ein deutlicher Erwärmungstrend zu verzeichnen. So ist in den letzten Jahrzehnten die langjährige Mitteltemperatur signifikant gestiegen. Damit verbunden ist eine Zunahme sogenannter thermischer Kenntage wie Sommertage ($T_{\max} \geq 25^\circ\text{C}$), Hitzetage ($T_{\max} \geq 30^\circ\text{C}$) und Tropennächte ($T_{\min} \geq 20^\circ\text{C}$).

Trotz den in der norddeutschen Tiefebene herrschenden Verhältnissen entsprechend guten Durchlüftung Bremerhavens, bilden sich auch dort innerstädtische Hitzeinseln. Herrschen in Bremen im Vergleich zu Bremerhaven mehr Hitze- und Sommertagen vor, so wurden Bremerhaven mehr Tropennächte registriert. In beiden Städten geht die sommerliche Erwärmung mit einem Rückgang der winterlichen Frosttage ($T_{\min} \leq 0^\circ\text{C}$) und Eistage ($T_{\max} \leq 0^\circ\text{C}$) einher.

Im deutschlandweiten Vergleich zählen die Städte Bremen und Bremerhaven zu den Orten mit eher moderaten Temperaturen. In beiden Städten liegt die Anzahl der thermischen Kenntage unter den Durchschnittswerten für ganz Deutschland (ca. 28 Sommertage und ca. 9 Hitzetage). Im regionalen Vergleich ist z. B. in der Oberrheinischen Tiefebene, der westdeutschen Tieflandsbucht oder aber dem südostdeutschen Beckenland mit mehr thermischen Kenntagen als in Bremen und Bremerhaven zu rechnen.^[4] Basierend auf den Ergebnissen aktueller Klimamodellrechnungen werden jedoch für beide Städte eine weitere Temperaturzunahme prognostiziert. In Bremerhaven z. B. deutet dies auf eine Verdreifachung der Sommertage in den nächsten 50 Jahren hin.^[5]

Bremen weist entsprechend der modellbasierten Klimaanalyse derzeit eine relativ geringe nächtliche thermische Belastung der Bevölkerung auf, da ca. 82% der Wohnbaufläche den Kategorien günstige bis sehr günstige humanbioklimatische Situation zugeordnet werden konnten (siehe Seite 112). Weniger günstige bis ungünstige Bedingungen zeigen sich vor allem in den stark versiegelten Innenstadtbereichen sowie in Industrie- und Gewerbegebieten. Wird das gesamte Stadtgebiet Bremens betrachtet, liegt der Flächenanteil von Bereichen mit weniger günstigen bis ungünstigen humanbioklimatischen Eigenschaften am Gesamtflächenanteil bei

11%. Vor allem stark versiegelte, gewerblich und industriell geprägte Gebiete weisen den größten Anteil an Flächen mit einer weniger günstigen bis ungünstigen humanbioklimatischen Situation auf. Um mögliche zukünftige Auswirkungen für die arbeitende Bevölkerung zu beurteilen, sind weitergehende Analysen notwendig.



ABB. 08

Die räumliche Ausprägung der thermischen Belastung der Stadt Bremerhaven wurde anhand einer im Rahmen der Anpassungsstrategie erstellten Klimatopkarte abgeschätzt. Dabei handelt es sich um einen einfachen empirischen Ansatz, mit welchem es möglich ist, die potenzielle thermische Belastung flächenhaft auszuweisen. Besonders Flächen der Klimatopkategorien „Stadtklima“, „Innenstadtklima“ sowie „Gewerbe- und Industrieklima“ sind von belastender Erwärmung betroffen. Dies trifft in Bremerhaven auf 18% der Stadtfläche zu. Messungen des DWD aus den Sommermonaten des Jahres 2015 haben diesen Wärmeinseleffekt des Stadtkörpers gegenüber dem Umland bestätigt. So liegt der Temperaturunterschied der Tageshöchsttemperaturen bei durchschnittlich $+0,4^\circ\text{C}$ und der täglichen Minimumtemperaturen bei durchschnittlich $+1,7^\circ\text{C}$.

Für die Stadtgemeinde Bremen liegt bereits eine modellbasierte Stadtklimaanalyse vor. Für Bremerhaven liefert die erstellte Klimatopkarte eine gute Grundlage für weitere Analysen. Mithilfe weiterführender modellbasierter Klimaanalysen kann das mikroklimatische Prozessgeschehen wie der Einfluss von klimatischen Ausgleichsräumen auf Belastungsräume ermittelt und räumlich ausgewiesen werden. Weitere Aussagekraft ist zu erreichen, indem die vorliegende Darstellung der Ist-Situation ergänzt wird mit Analysen zur zukünftigen städtebaulichen und stadtklimatischen Entwicklung unter dem Einfluss des Klimawandels oder der Verschnei-

dung der Informationen mit räumlich differenzierten Empfindlichkeiten, z. B. der Bevölkerung oder von sensiblen Flächen und Gebäudenutzungen.

Starkniederschläge

Lokal auftretende Starkregen verursachen bereits unter den aktuell herrschenden Klimabedingungen immer wieder schwere Überflutungen mit erheblichen Sachschäden. Die besondere Relevanz derartiger Schadensereignisse wird durch aktuelle Schadensberichte der Versicherungswirtschaft unterstrichen.^[6] Vorgaben zur Planung von Entwässerungssystemen fordern deshalb explizit eine Berücksichtigung der Auswirkungen des Klimawandels.^[7] Maßnahmen, die Stadtgebiete widerstandsfähiger gegen die Auswirkungen von Starkregenereignissen machen sind daher ein wichtiger Bestandteil dieser Anpassungsstrategie.

Im vergangenen halben Jahrhundert war die Eintrittswahrscheinlichkeit von Starkregentagen mit Tagessummen von größer oder gleich 20 mm in Bremerhaven deutlich stärker ausgeprägt als in Bremen.^[8] Die kurzfristige Vorhersagbarkeit des Auftretens ist für diese in der Regel kleinräumigen Phänomene kaum möglich. Starkregen, die zu Überflutungen im urbanen Raum führen, liegen in Dauerstufen zwischen einer und wenigen Stunden. Die zeitliche Auflösung für Projektionen aus Klimamodellen liegt derzeit noch im Bereich von Tagessummen. Damit sind Trendaussagen aus Klimamodellen für einzelne Starkregen nicht in gleichem Maße möglich wie etwa für Extreme der Lufttemperatur, die eine zeitlich und räumlich gleichförmigere Größe darstellt. Je nach zugrundeliegender Klimaprojektion ist für die mittel- und langfristige Zukunft jedoch eine Zunahme der Starkregentage (Tagessummen von größer oder gleich 20 mm) für das Bundesland Bremen ableitbar.



ABB. 09

Aus aktuellen Forschungen ergibt sich für den Zeitraum um 2050 für große Teile Deutschlands eine mehr als 30%ige Zunahme der Starkregentage mit Tagessummen von größer als 25 mm Niederschlag.^[9] Für die Küstengebiete entlang der Nordsee gilt dieser Befund als robust. Eine räumliche Eingrenzung des Auftretens ist dabei nicht möglich, die Auswirkungen können jeden Teil der Stadtgebiete gleichermaßen betreffen.

Die Ergebnisse der Überflutungsanalysen (siehe Seite 116–119) lassen jedoch eine relative Einstufung der Überflutungsgefahr durch Starkregen zu. Ein Gefahrenpotenzial ergibt sich in den Stadtgemeinden Bremen und Bremerhaven wegen des geringen Gefälles nicht durch Sturzfluten, sondern durch Überflutungen tiefer gelegener Flächen im urbanen Raum. Die Aussagekraft der Oberflächenabflusssimulation ergibt sich dabei aus der Überlagerung ihrer Ergebnisse mit raumbezogenen Daten potenzieller Betroffenheiten, wie etwa besonders sensiblen (z. B. Krankenhäuser, Stromversorgung) oder tief liegenden Einrichtungen (z. B. Unterführungen, Garagen). Im Stadtgebiet Bremen wurden solche Risikoanalysen für sensible Einrichtungen bereits begonnen. Analysen zum Oberflächenabfluss wurden im Rahmen der Betroffenheitsanalyse zur Anpassungsstrategie auch für Bremerhaven durchgeführt. Darauf aufbauend sind weitere Analysen und Maßnahmen bereits geplant.

Niederschlagsverschiebung und Trockenheit

Die mittleren jährlichen Niederschlagssummen in Bremen und Bremerhaven haben in den letzten Jahrzehnten, wie auch in vielen Regionen Deutschlands, zugenommen. Dabei trugen insbesondere die Winter- und Herbstmonate zu dieser Zunahme bei. Die Zukunftsprojektionen weisen nur unwesentliche Änderungen in den jährlichen Niederschlagssummen auf. Jahreszeitlich wird angenommen, dass sich die Herbst- und Winterniederschläge weiter zunehmen und die Sommerniederschläge abnehmen. Niederschlagsverschiebung und Trockenheit werden in Bremen und Bremerhaven einen spürbaren Einfluss auf den örtlichen Wasserhaushalt haben. Die feuchteren Wintermonate werden, bei gleichzeitig steigenden Temperaturen, zu einem erhöhten Abflussaufkommen der Gewässer führen.

In den Sommermonaten dagegen ist aufgrund höherer Verdunstungsraten und einer vermuteten Veränderung des Niederschlagsverhaltens (weniger Niederschlagsereignisse mit dafür höherer Intensität) mit einem verringerten natürlichen Wasserdargebot zu rechnen. Häufigere und längere Trockenperioden werden erwartet. Bremerhaven sieht sich unter diesen veränderten

Bedingungen hinsichtlich der Entwässerung der Küstenniederungsgebiete vor eine besondere Herausforderung gestellt. Die zu entwässernde Wassermenge kann saisonal und aber auch in noch viel kürzeren Zeitabschnitten durch Starkniederschläge erheblich anschwellen. Das trifft in Bremerhaven vor allem für die Geeste zu, aber auch für das Flusssystem der Weser, wobei häufigere und längere Trockenphasen zu einer weiteren Verringerung der Abflüsse führen können.

Erste Berechnungen mit Prognosedaten zur Grundwasserneubildung bis zum Jahr 2100 wurden durch den Geologischen Dienst für Bremen (GDfB) errechnet. Die ersten Modellergebnisse sagen für den Durchschnitt des modellierten Stadtgebietes Bremens (ohne Bremen-Nord) nur kleine Veränderungen der Grundwasserstände im weiteren Verlauf des 21. Jahrhunderts vorher. Hier wurde der mögliche Einfluss des steigenden Meeresspiegels allerdings noch nicht einbezogen. Die geringeren Grundwasserneubildungsraten führen voraussichtlich in Bremen-Nord besonders auf der höher liegenden Geest zu einem Absinken der Grundwasserstände. Allerdings wird hier eine Kompensation durch den Anstieg des Weserwasserstandes erwartet. Der Einfluss des Weserwassers auf das Grundwasser wird dort zunehmen.

Für Bremerhaven wurde der Meeresspiegelanstieg in den Modellrechnungen bereits berücksichtigt. Hier zeigt sich, dass mit einem weiter ins Land hineinreichenden Einfluss des Seewassers auf das Grundwasser zu rechnen ist.

Für weitergehende Aussagen zu zukünftigen Grundwasserständen und deren Folgen sind weitere Analysen notwendig. Dies bezieht sich insbesondere auf mögliche Auswirkungen des Meeresspiegelanstiegs auf den Grundwasserstand im Stadtgebiet Bremen und die Ermittlung der Minima und Maxima im jahreszeitlichen Verlauf des Grundwasserstandes in beiden Stadtgebieten.

Stürme und Sturmfluten

Bremen und Bremerhaven waren in der Vergangenheit bereits mehrmals starken Sturmereignissen ausgesetzt. Für Bremen entsteht eine veränderte Gefährdungslage, wenn auf die Weser nach starken Regenfällen Binnengewässer-Flutwellen und drückende Sturmfluten zusammenfallen. Die aktuellen Klimaprojektionen lassen keine eindeutige Aussage zur zukünftigen Entwicklung der Häufigkeit und Intensität von Sturmereignissen zu. Jedoch gilt ein Anstieg des Meeresspiegels in der Zukunft als relativ sicher. Bei einem starken Klimawandel



ABB. 10

wird von einem Meeresspiegelanstieg ausgegangen, der bis Ende des Jahrhunderts bei 30 cm bis über einem Meter liegen kann.

Das Zusammenwirken von höherem Meeresspiegel und Sturmereignissen resultiert in höheren Sturmflutwasserständen. Mittelfristig wird der aktuelle Küstenschutz (bereits geplante Maßnahmen inbegriffen) seine Wirksamkeit behalten. Langfristig besteht jedoch Handlungsbedarf. Die Karten zur Gefährdung durch Sturmfluten verdeutlichen die Exponiertheit beider Städte gegenüber möglichen Überschwemmungen durch Sturmfluten und/oder Flusshochwasser (Seite 122–125). Mit den bestehenden, öffentlich zugänglichen Hochwassergefahrenkarten stehen aktuelle und detaillierte kartografische Instrumente zur Verfügung, mit denen raumplanerische Analysen durch Überlagerung mit verschiedenen Themen ermöglicht werden.

Küstennahe Großstädte wie Bremen und Bremerhaven sind bei Stürmen per se nicht nur durch wasserbedingte Schäden betroffen, sondern auch direkt durch die hohen Windgeschwindigkeiten. Treffen Winde auf Städte, so können sie durch die Anordnung von Bauten in einzelnen Teilräumen kanalisiert und dadurch zusätzlich verstärkt werden. Insbesondere Stadtbäume, wichtige Verkehrsadern, Versorgungssysteme, Menschen sowie privater und öffentlicher Besitz können so in sicherer gewählten Räumen schlagartig hoch gefährdet sein. Die analytische Beschreibung und Abschätzung räumlich differenzierter Betroffenheiten lässt sich methodisch bereits heute durchführen. Im Rahmen der Umsetzung der Anpassungsstrategie kann eine weiterführende modellgestützte Betroffenheitsanalyse Hinweise auf Sturmschadensrisiken geben, die sich aus veränderten Häufigkeiten, Intensitäten und Zugbahnen von Sturmfluten und/oder Gewitterzellen ergeben.

2.2 Auswirkungen der Klimaveränderungen auf einzelne Sektoren und Handlungsfelder

In der Gesamtschau der Auswertungen zu den Auswirkungen der betrachteten Klimaveränderungen wird deutlich, dass die Betroffenheiten der einzelnen Sektoren je nach Klimaparameter sehr unterschiedlich sind [Abb. 11]. Während die graduelle Temperaturzunahme vor allem das urbane Ökosystem (Boden, Gewässer, Flora, Fauna) beeinflusst, führt die erwartete Zunahme der Hitzetage und Tropennächte vor allem zu einer Verstärkung der humanbioklimatischen Belastung der Bevölkerung durch Hitzestress. Dadurch steigen einerseits die Anforderungen an den Gesundheitssektor (z. B. an die Rettungs- und Pflegedienste oder an die Unterstützung allein lebender sensibler Bevölkerungsgruppen) zur Bewältigung von Hitzewellen im Sinne der Daseinsvorsorge. Andererseits wachsen die Ansprüche an den Bausektor, den Klimakomfort in Gebäuden und öffentlichen Räumen aufrechtzuerhalten.

Die erwartete Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Starkregenereignissen erhöht vor allem die Gefahr von Überflutungsschäden an Gebäuden und gewerblichen Anlagen sowie an Infrastrukturen. Insbesondere der Energiesektor, aber auch die Verkehrsanlagen stellen hier besonders sensible Bereiche dar, da es als Folge von Überflutungen in Bereichen der Städte zu Versorgungsengpässen oder zur Beeinträchtigung von Verkehrsabläufen kommen kann. Die steigenden Durchschnittstemperaturen und die veränderten Niederschläge wirken auf alle Größen des Wasserkreislaufs. Die durch die Temperaturzunahme und durch längere Trockenperioden erhöhte Verdunstung und der durch die veränderte Niederschlagsverteilung beeinflusste Oberflächenabfluss wirken über die Wasserbilanz auf die Grundwasserneubildung.

Stärkere Schwankungen des Grundwasserspiegels können vor allem negative Folgen für Baugrund und Bauwerke in Form von Setzungen oder Durchfeuchtungen haben. Der veränderte Bodenwasserhaushalt stellt insbesondere den Bodenschutz und die Wasserwirtschaft vor neue Herausforderungen (vor allem in den Moor- und Marschgebieten). Nicht zuletzt führt die klimawandelbedingte Erhöhung der Tideniedrigwasserstände zu einer Verminderung des Gefälles zwischen den Wasserständen der Nordsee bzw. der Unterweser und denen der Siele, was zur Folge hat, dass weniger durch freien

Sielzug entwässert werden kann und stattdessen mehr Wasser gepumpt werden muss.

Die mögliche Zunahme der Trockenperioden und deren Einfluss auf die Bewässerung betrifft auch die Landwirtschaft sowie die städtischen Grünflächen. Länger anhaltende Trockenperioden stellen zusammen mit den allgemein zunehmenden Temperaturen die Hauptursachen für eine langfristige Verschlechterung der Lebensbedingungen für heimisches Stadtgrün dar, sodass in Zukunft verstärkt Baum- und Pflanzenarten mit einer stärkeren Toleranz für Hitze und Trockenheit ausgewählt werden müssen.

Extreme Sturmereignisse betreffen insbesondere den städtischen Baumbestand. So zählen neben Schäden an Gebäuden und der Infrastruktur besonders Gefahren durch umstürzende Bäume zu den Auswirkungen extrem hoher Windgeschwindigkeiten. Unter der Annahme der Deichsicherheit wird die wachsende Zahl von Sturmwasserständen (in Verbindung mit dem Meeresspiegelanstieg) auch in Zukunft insbesondere den Küstenschutz und den Hafen herausfordern, die Schutzbauwerke stetig an den Klimawandel anzupassen.

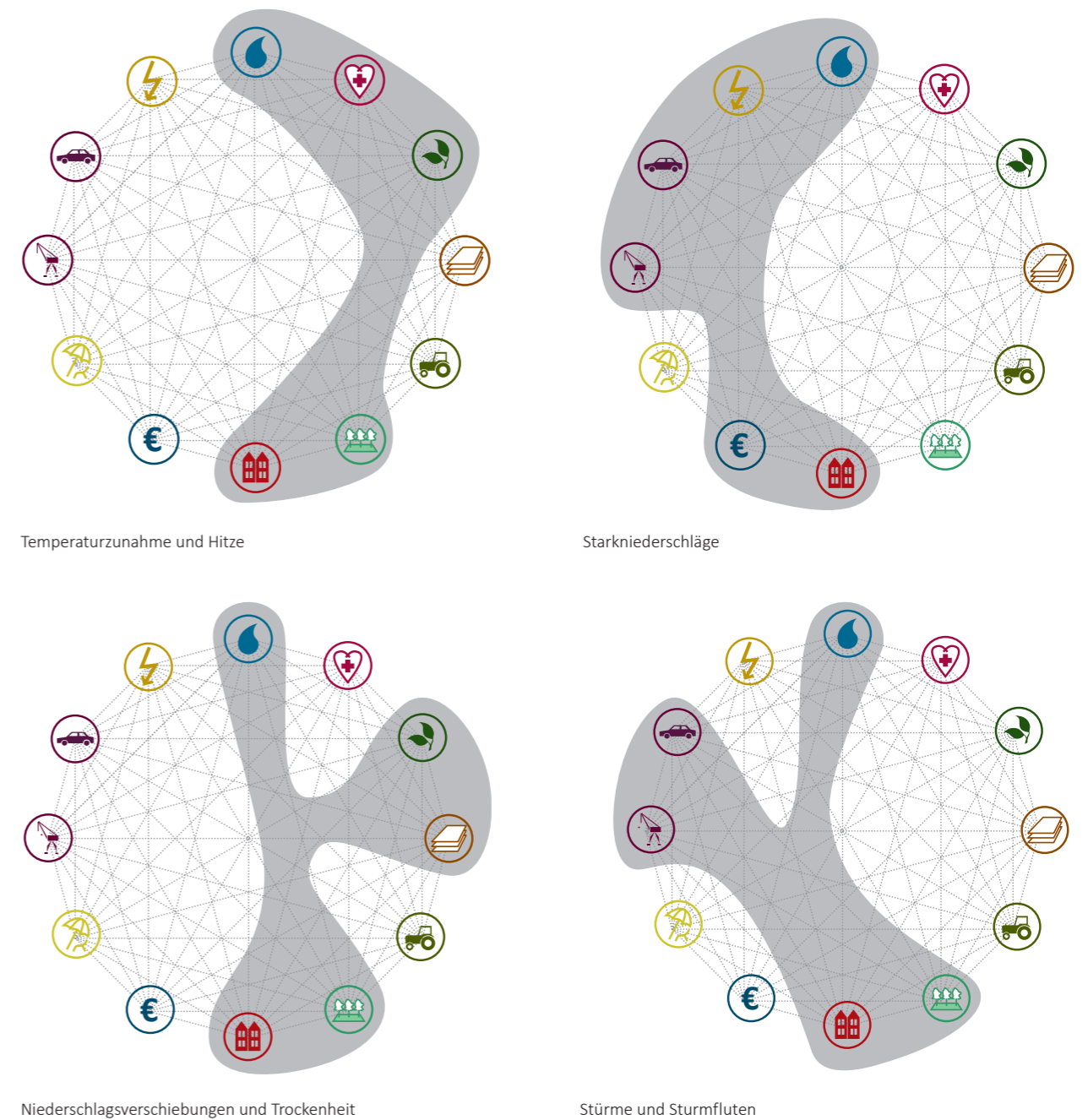


Abb. 11 Sektoren mit dem höchsten Anpassungsbedarf

Legende

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

Ziele und Schlüsselmaßnahmen der Anpassungsstrategie

3.1 Ziele der Anpassungsstrategie

Die Anpassungsstrategie der Stadtgemeinden Bremen und Bremerhaven an die Folgen des Klimawandels soll dazu beitragen, langfristig gute Lebens- und Arbeitsbedingungen sowie die Wettbewerbsfähigkeit in der Region zu erhalten. Ziel ist es, die Robustheit und die Klimatoleranz der beiden Städte langfristig zu erhöhen,

damit die Anfälligkeit gegenüber den Auswirkungen der projizierten Klimaveränderungen gemindert wird. Vor dem Hintergrund dieses Oberzieles wurden ausgehend von der Betroffenheitsanalyse insgesamt 19 Teilziele [Abb. 12] formuliert, die im Folgenden näher erläutert werden sollen.

ZIELE FÜR DAS WIRKUNGSFELD MENSCH

ZIEL M1: Unterstützung der Bevölkerung bei der Bewältigung extremer humanbioklimatischer Belastungen

Auch in Bremen und Bremerhaven wird es künftig voraussichtlich deutlich mehr heiße Tage und sogenannte tropische Nächte geben. Hitze belastet das Herz-Kreislauf-System und verringert die Leistungsfähigkeit (Hitze-Stress). In den Nächten kann der Erholungsschlaf beeinträchtigt sein. Bei dem Aufenthalt im Freien drohen zusätzlich Gefahren durch die intensivere Sonneneinstrahlung. Die Bevölkerung, vor allem besonders gefährdete Gruppen (z. B. Ältere, Kleinkinder, chronisch Kranke und im Freien Tätige) müssen in Zukunft noch besser vor diesen Belastungen geschützt werden und das Gesundheits- und Pflegesystem in den beiden Stadtgemeinden dafür gerüstet sein.

ZIEL M2: Vermeidung von Personenschäden bei Sturm- und Starkregenereignissen

Bei außergewöhnlichen (Gewitter-)Stürmen und Starkniederschlagsereignissen können Menschen durch Überflutungen oder Windwurf zu Schaden kommen. Besonders gefährdet sind dabei Personen, die sich während der Ereignisse im Freien und an Tiefpunkten im Stadtgebiet aufhalten. Ein besonderes Augenmerk sollte zudem auf sensible Bevölkerungsgruppen (Ältere Menschen, Kinder, Behinderte) gelegt werden. Um extremwetterbedingte Personenschäden in Bremen und Bremerhaven zu vermeiden, sind effiziente Warnsysteme, die Minimierung von Gefahrenquellen und regelmäßige Informationen über angemessene Verhaltensweisen von erheblicher Bedeutung.

ZIELE FÜR DAS WIRKUNGSFELD UMWELT

ZIEL U1: Erhöhung der Resistenz sowie Schutz von Bäumen und anderen Anpflanzungen gegenüber Hitze- und Trockenstress sowie Sturmlasten

Auch für Bäume und Pflanzen stellen die klimatischen Veränderungen Herausforderungen dar, mit denen sie unterschiedlich gut zurecht kommen. Viele der derzeit in Bremen und Bremerhaven verbreiteten Arten werden bereits heute durch die Zunahme von Hitzeereignissen und Trockenperioden geschwächt und sind anfälliger für Krankheiten sowie Schädlingsbefall, wodurch der Pflegebedarf deutlich zunimmt. Auch Stürme verursachen regelmäßig Schäden an dem Pflanzenbestand, und umfallende Bäume sowie Astwurf können Menschen gefährden. Gleichzeitig erfüllen nur ausreichend gesunde Bäume und Pflanzen stadtklimatische Funkti-

onen, die in Zeiten des Klimawandels umso wichtiger werden. Um diese Funktionen zu stärken, gilt es, die Widerstandsfähigkeit des Stadtgrüns gegenüber den zu erwartenden klimatischen Veränderungen zu erhöhen.

ZIEL U2: Eindämmung der Einschleppung und Verbreitung invasiver wärmeliebender Tier- und Pflanzenarten

Die bereits eingetretenen und sich abzeichnenden Klimaveränderungen beeinflussen die Artenzusammensetzung der Flora und Fauna. Es findet ein natürlicher (Anpassungs-)Prozess statt. Die Ausbreitung sogenannter invasiver Arten, die sich durch die geänderten klimatischen Bedingungen nun auch in Norddeutschland ansiedeln bzw. verbreiten können, kann weitreichende Probleme mit sich führen. Als invasiv gelten Arten, die Biotope, andere Arten oder Lebensgemeinschaften beeinträchtigen und durch deren Verdrängung der biologischen Vielfalt schaden. Von einigen dieser Arten gehen auch gesundheitliche Gefahren aus, wie von dem hochallergenen Potenzial der Beifuß-Ambrosie. Andere invasive Arten, wie der Japan-Knöterich, können wiederum Schäden an Infrastrukturen (z. B. an Deichen und Uferbefestigungen) hervorrufen. Einige der invasiven Arten breiten sich so schnell aus, dass deren Bekämpfung ab einem gewissen Vorkommen kaum noch möglich ist. Ziele sind daher eine regionalspezifische Identifizierung, eine Erfassung sowie ggf. eine Bekämpfung von (potenziell) gefährlichen Arten.

ZIEL U3: Sicherung ausreichend großer Flächen und Korridore zur natürlichen Anpassung der Verbreitung von Arten

Für eine natürliche Anpassung der Arten an die klimatischen Veränderungen und insbesondere zum Erhalt der heimischen Artenvielfalt sind ausreichend große Räume und Wanderungskorridore erforderlich, damit den Arten die Möglichkeit gegeben wird, auf andere Standorte auszuweichen. Vor dem Hintergrund der in Bremen und Bremerhaven angestrebten Innenentwicklung bzw. Nachverdichtung gilt es, die hierfür notwendigen Flächen v.a. im Feuchtgrünlandring, im Wald- und Heidegebiet der Geest sowie im Verlauf der Fließgewässer langfristig zu sichern und so zu bewirtschaften, dass sich wildlebende Pflanzen und Tiere auf natürlichem Wege ansiedeln können.

ZIEL U4: Schutz der Gewässergüte und des Gewässerzustandes zur Vermeidung und zum Ausgleich ökologischer Belastungen durch Trockenheit und Hitze

Hitze- und Trockenperioden sind eine zunehmende Belastung für die Ökosysteme von Gewässern. Die Erwär-

Ziele der Anpassungsstrategie für Bremen und Bremerhaven

ZIELKATALOGE

ZIELE FÜR DAS WIRKUNGSFELD MENSCH (M)

1. Unterstützung der Bevölkerung bei der Bewältigung extremer humanbioklimatischer Belastungen
2. Vermeidung von Personenschäden bei Sturm- und Starkregenereignissen

ZIELE FÜR DAS WIRKUNGSFELD UMWELT (U)

1. Erhöhung der Resistenz sowie Schutz von Bäumen und anderen Anpflanzungen gegenüber Hitze- und Trockenstress sowie Sturmlasten
2. Eindämmung der Einschleppung und Verbreitung invasiver wärmeliebender Tier- und Pflanzenarten
3. Sicherung ausreichend großer Flächen und Korridore zur natürlichen Anpassung der Verbreitung von Arten
4. Schutz der Gewässergüte und des Gewässerzustandes zur Vermeidung und zum Ausgleich ökologischer Belastungen durch Trockenheit und Hitze
5. Stärkung der Bodenfunktionen und der Bodendiversität gegenüber Erwärmung und schwankenden Wassergehalten
6. Vermeidung von Schadstoffeinträgen bei Starkregenereignissen in Böden und Gewässer
7. Schutz des küstennahen Grundwassers vor Versalzung (nur Bremerhaven)

ZIELE FÜR DAS WIRKUNGSFELD GEBÄUDE UND INFRASTRUKTUREN (G)

1. Erhalt oder Verbesserung der Anlagenkühlung und des Klimakomforts in Gebäuden unter Vermeidung unnötiger Energieverbräuche
2. Vermeidung bzw. Reduzierung der Aufheizung exponierter Verkehrs- und Freiflächen
3. Verbesserung des Objektschutzes zur Reduktion extremwetterbedingter Schäden an Gebäuden, Anlagen und Gütern
4. Sicherung und Entlastung von Ableitungssystemen und Schutz von Gewässern bei außergewöhnlichen Starkregen
5. Sicherstellung der Funktionsfähigkeit technischer Infrastrukturen (Energie, Wasser, Telekommunikation) bei extremen Unwettern
6. Schutz von Verkehrsinfrastrukturen vor wetterbedingten Schäden und Sicherung des fluss- und landseitigen Verkehrsablaufes während und nach Extremwetterereignissen
7. Gewährleistung langfristiger Anpassungskapazitäten im Küstenschutz (inkl. Binnenentwässerung) vor dem Hintergrund der Meeresspiegelerhöhung

ÜBERGREIFENDE ZIELE (Ü)

1. Stärkung der fachressortübergreifenden Zusammenarbeit und Weiterführung bereits etablierter Strukturen, Prozesse und Maßnahmen zur Klimaanpassung
2. Information und Sensibilisierung von Politik, Verwaltung und Öffentlichkeit für das Thema Klimaanpassung und den daraus resultierenden Handlungsbedarf
3. Ausbau der nationalen und internationalen Vernetzung zum fachlichen Austausch und zur Unterstützung in Fragen der Klimafolgenanpassung

ABB. 12 Zielkataloge

mung des Wassers, geringere Fließgeschwindigkeiten sowie die verminderte Verdünnung von Schadstoffen durch die niedrigeren Wasserstände können allesamt zu einer Verschlechterung der Wasserqualität beitragen und somit zu verschlechterten Lebensbedingungen der aquatischen Flora und Fauna führen. Es gibt Faktoren, welche die Überwärmung und Qualitätsverschlechterung der Gewässer zusätzlich begünstigen, beispielsweise die Einleitung von erwärmtem Wasser aus der Industrie, Uferbereiche ohne schattenspendende Vegetation, Verlangsamung durch Staustufen oder stillstehendes Wasser in künstlich angelegten Gewässern. Durch die Klimaveränderungen verschlammten Gewässer auch schneller, der Reinigungsaufwand nimmt zu. Um die Gewässergüte und -qualität auch bei steigender Erwärmung und zunehmender Trockenheit nicht zu gefährden und um die Ziele der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie in Bremen und Bremerhaven zu erreichen, besteht zusätzlicher Handlungsbedarf.

ZIEL U5: Stärkung der Bodenfunktionen und der Biodiversität gegenüber Erwärmung und schwankenden Wassergehalten zum Ausgleich ökologischer Belastungen durch Trockenheit und Hitze

Böden sind Bestandteil des Klimasystems und somit bestehen vielfältige Wechselbeziehungen zwischen den klimatischen Veränderungen und dem Ökosystem Boden sowie seinen vielen wichtigen Funktionen. Das Klima beeinflusst dabei nicht nur den Boden, sondern der Boden hat auch einen Einfluss auf das Klima, denn Boden und Atmosphäre tauschen wechselseitig Energie aus. Der Boden speichert Wasser für die Pflanzen. Über die Verdunstung der Pflanzen beeinflusst der Boden wesentlich sowohl das lokale als auch das regionale Klima. Durch die Umwandlung von Wasser in Wasserdampf wird der umgebenden Luft Energie entzogen, wodurch sie sich abkühlt. Funktionsfähige Böden sind daher ein wichtiger Baustein, wenn es im Sommer um die Vermeidung von Hitzestau in den Stadtgemeinden Bremen und Bremerhaven geht. Böden filtern nicht zuletzt Schadstoffe und tragen dadurch zum Schutz des Grundwassers bei. Insbesondere Moorböden binden außerdem große Mengen CO₂, sofern sie dauerhaft durchfeuchtet sind. Dem Schutz der Böden und dem Erhalt der Bodenfunktionen im Klimawandel kommt demnach eine hohe Bedeutung zu.

ZIEL U6: Vermeidung von Schadstoffeinträgen bei Starkregenereignissen in Böden und Gewässer

Durch die voraussichtlich in Bremen und Bremerhaven zunehmenden Starkniederschläge steigt auch die Gefahr, dass Böden und Gewässer durch den Eintrag von Schad- und Nährstoffen sowie Erosion belastet werden.

Da Regen aus der Atmosphäre Staub, Ruß und Gase löst und auf Dächern oder sonstigen befestigten Flächen vorhandenen Staub und Schadstoffe mitschwemmt, können Niederschlagsabflüsse manchmal sehr schadstoffhaltig sein und müssen behandelt werden. Eine starkregenbedingte Überflutung von z. B. landwirtschaftlichen Flächen, Tankanlagen oder Industrieflächen kann zu einem Austritt umweltgefährdender Stoffe (Heizöl, Dünger etc.) führen. Maßnahmen zum Schutz von Böden und Gewässern vor dem Eintrag derartiger Schadstoffe, haben eine hohe Priorität, u. a. auch um die Ziele der Wasserrahmenrichtlinie einhalten zu können.

ZIEL U7: Schutz des küstennahen Grundwassers vor Versalzung

Eine Versalzung des Grundwassers beeinträchtigt die Qualität des Grundwassers und seine Nutzbarkeit für Mensch und Natur. Gefährdungen durch Versalzung ergeben sich durch das Eindringen von Salzwasser aus dem Mündungsbereich der Weser in angrenzende Grundwasserleiter. Aber auch durch Ablaugung der bis in die Nähe der Erdoberfläche aufgestiegenen Salzstöcke kommt es in einigen Bereichen Bremerhavens zu hohen Salzgehalten im Grundwasser. 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. Es gilt daher frühzeitig Maßnahmen zu ergreifen, die der Grundwasserversalzung entgegenwirken.

ZIELE FÜR DAS WIRKUNGSFELD GEBÄUDE UND INFRASTRUKTUREN

ZIEL G1: Erhalt oder Verbesserung des Klimakomforts in Gebäuden unter Vermeidung unnötiger Energieverbräuche

Überwärmte Wohn- und Arbeitsräume können zu gesundheitlichen Belastungen und zu einem Rückgang der Produktivität führen. Auch für den störungsfreien Betrieb von kühlbedürftigen technischen Anlagen steigt durch die zunehmende Erwärmung der Kühlbedarf. Bei der Gestaltung und Ausstattung von Wohn- und Gewerbegebäuden in Bremen und Bremerhaven werden Maßnahmen zum Hitzeschutz daher mit dem Klimawandel zunehmend wichtiger. Es gilt dabei Maßnahmen zu finden, die dem Klimaschutz nicht entgegenstehen.

Zusätzliche Energieverbräuche (z. B. durch Klimaanlage) sind dementsprechend möglichst zu vermeiden. Stattdessen sind neben städtebaulichen und architektonischen Lösungen zur Heizvorsorge auch solche Maßnahmen denkbar, die auf Verhaltensänderungen bei der Kühlung und Lüftung abzielen.

ZIEL G2: Vermeidung bzw. Reduzierung der Aufheizung exponierter Verkehrs- und Freiflächen

Insbesondere in dicht bebauten Innenstadtgebieten der Stadtgemeinden Bremen und Bremerhaven heizen sich unverschattete, vegetationsarme und versiegelte Flächen sehr stark auf. Durch den Wärmeineffekt sinkt bei hochsommerlichen Hitzeperioden die Aufenthaltsqualität in den Städten. Auch die nächtliche Abkühlung wird verringert. Neben den humanbioklimatischen Belastungen für die Bevölkerung kann es durch Hitze- und Strahlungseinflüsse auch zu Materialschäden kommen, z. B. an Verkehrs-, Sport- und Grünflächen. Insbesondere Letztere sind angesichts der Zunahme von Hitzetagen und einer Verlängerung der warmen Jahreszeit gleichzeitig einer wachsenden Beanspruchung durch den Menschen ausgesetzt. Dadurch kann es zu einer verstärkten Abnutzung und zu einem daraus resultierenden erhöhten Pflegebedarf kommen. Um die ohnehin stattfindende Erwärmung nicht zusätzlich zu verstärken und die Lebensdauer von Freiflächen und Oberflächenmaterialien zu erhöhen, sind Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Reduzierung der Aufheizung exponierter Verkehrs- und Freiflächen zu ergreifen.

ZIEL G3: Verbesserung des Objektschutzes zur Reduktion extremwetterbedingter Schäden an Gebäuden, Anlagen und Gütern

Die klimatischen Veränderungen und die erwartete Zunahme extremer Wetterereignisse erhöhen den Stellenwert von Objektschutzmaßnahmen. Die durch Extremwetterereignisse (z. B. Stürme oder starkregenbedingte Überflutungen) entstandenen Schäden können immens sein und schlimmstenfalls private oder gewerbliche Existenzen bedrohen. Zudem kann es durch die Beschädigung von gewerblichen Gebäuden, Anlagen und Gütern zu Produktionsausfällen und Betriebsstörungen kommen, die sich wiederum auf nachgelagerte Produktionszweige und Logistikbetriebe auswirken. Ausgewählte und konkret abgestimmte Maßnahmen zum Objektschutz können die Empfindlichkeit der Gebäude, Anlagen und Güter in Bremen und Bremerhaven gegenüber Naturgefahren reduzieren.

ZIEL G4: Sicherung und Entlastung von Ableitungssystemen und Schutz von Gewässern bei außergewöhnlichen Starkregen

In den zurückliegenden Jahren haben lokal auftretende Starkregen mehrfach Überflutungen mit erheblichen Schäden verursacht (z. B. in Bremen, im August 2011). Durch den Klimawandel kommt es in den Stadtgemeinden voraussichtlich zu einer Zunahme der Häufigkeit und Intensitäten solcher Ereignisse. Dadurch wird sich die Überflutungsgefahr spürbar erhöhen. Diese Umstände machen es notwendig, frühzeitig Maßnahmen zu ergreifen, um zukünftig Schäden durch außergewöhnliche Starkregen zu vermeiden. Die Leistungsgrenzen der Kanäle und der Fließgewässer bei Starkregen machen es erforderlich, die wasserwirtschaftlichen Anforderungen (im Sinne einer kommunalen Gemeinschaftsaufgabe) vermehrt mit städtebaulichen und stadtoökologischen Ansprüchen zu kombinieren und Regenwassermanagement und Elemente der Starkregenvorsorge im Sinne einer „wassersensiblen Stadtentwicklung“ frühzeitig und kontinuierlich in die Planung und den Umbau von Siedlungen einzubinden.

ZIEL G5: Sicherstellung der Funktionsfähigkeit technischer Infrastrukturen (Energie, Wasser, Telekommunikation) bei extremen Unwettern

Zunehmende Extremwetterereignisse stellen eine Gefährdung für die gesamte technische Infrastruktur (Telekommunikation, Energie, Wasserver- und -entsorgung) in Bremen und Bremerhaven dar. Schäden und Ausfälle dieser Infrastrukturen können zu weitreichenden Konsequenzen und zu hohen Folgekosten führen. Auch die Bewältigung von akuten, durch extreme Wetterereignisse hervorgerufenen Notlagen wird z. B. durch Stromausfälle oder Unterbrechungen der Telekommunikation deutlich erschwert, weshalb der Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit der technischen Infrastruktur eine hohe Priorität zukommt.

ZIEL G6: Schutz von Verkehrsinfrastrukturen vor wetterbedingten Schäden und Sicherung des fluss- und landseitigen Verkehrsablaufes während und nach Extremwetterereignissen

Durch die zunehmenden Hitzeereignisse, die stärkere Einstrahlung und den häufigeren Wechsel von Tau- und Frostperioden können die Schienen und Straßenbeläge in Bremen und Bremerhaven vermehrt Schaden nehmen. Aber auch technische Verkehrsleitsysteme und Betriebsfahrzeuge sind größeren Belastungen ausgesetzt. Für die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit der Region ist es wichtig, Verkehrsbeeinträchtigungen während oder als Folge von Extremwetterereignissen so weit wie möglich zu vermeiden bzw. schnellstmöglich zu beheben.

Neben der Schaffung robuster Verkehrsinfrastrukturen müssen auch organisatorische Maßnahmen entwickelt werden, die eine Aufrechterhaltung bzw. eine zügige Wiederherstellung des Verkehrsflusses während und nach Extremwetterereignissen sicherstellen.

ZIEL G7: Gewährleistung langfristiger Anpassungskapazitäten im Küstenschutz vor dem Hintergrund der Meeresspiegelerhöhung

Die Klimaanpassungsstrategie für Bremen und Bremerhaven geht grundsätzlich von der Deichsicherheit und der Umsetzung des Generalplanes Küstenschutz und den dort verankerten Maßnahmen aus. Dennoch muss sichergestellt werden, dass der Küstenschutz und die Entwässerung des Binnenlandes dauerhaft und langfristig gewährleistet ist, auch falls der Meeresspiegel noch stärker und schneller ansteigt als bislang angenommen.

ÜBERGREIFENDE ZIELE

ZIEL Ü1: Stärkung der fachressortübergreifenden Zusammenarbeit und Weiterführung bereits etablierter Strukturen, Prozesse und Maßnahmen zur Klimaanpassung

Die Anpassung an die klimatischen Veränderungen erfordert einen fachressortübergreifenden Austausch und eine aktive Zusammenarbeit der unterschiedlichen Sektoren. In Bremen und Bremerhaven kann bereits auf mehrere vorhandene Strukturen und Prozesse mit Bezug zum Klimawandel und zur Klimaanpassung zurückgegriffen werden. Diese gilt es für die erfolgreiche Umsetzung der Anpassungsstrategie und deren Monitoring dauerhaft zu stärken und weiter zu vernetzen. Um die fachübergreifende Zusammenarbeit zu koordinieren und die Sektoren zielorientiert einzubinden, empfiehlt sich darüber hinaus eine institutionelle Verankerung der Klimaanpassung. Gute Voraussetzungen sind zudem gegeben, wenn die Klimaanpassung auf politischer Ebene hoch angesiedelt und ihre Integration in das Verwaltungshandeln durch einen politischen Beschluss legitimiert wird.

ZIEL Ü2: Information und Sensibilisierung von Politik, Verwaltung und Öffentlichkeit für das Thema Klimaanpassung und den daraus resultierenden Handlungsbedarf

Eine erfolgreiche Anpassung an den Klimawandel erfordert breite Unterstützung und Handlungsbereitschaft vonseiten der Politik, Verwaltung und Öffentlichkeit. Aus diesem Grunde sind die Kommunikation und die Information über Klimafolgen und Anpassungsoptionen

sowohl innerhalb der Verwaltung als auch gegenüber der Politik und der Öffentlichkeit von entscheidender Bedeutung. Auch wenn das Thema Klimaanpassung in der Fachwelt mittlerweile etabliert ist, sind weite Teile der Bevölkerung noch nicht mit ihm vertraut. Es bedarf daher geeigneter Kommunikationsstrukturen, um die Auswirkungen der erwarteten klimatischen Veränderungen aufzuzeigen und die Bedeutung der Anpassung an den Klimawandel für Bremen und Bremerhaven hervorzuheben. In diesem Zusammenhang gilt es herauszustellen, dass vorausschauende Maßnahmen zur Klimaanpassung immer das Ziel verfolgen, negative Auswirkungen zu vermeiden oder zu reduzieren und die Lebensqualität zu erhalten oder zu verbessern. Auch die Bildung ist ein Schlüssel, um Akteure auf verschiedenen Ebenen für neue Themen und die Notwendigkeit ihrer Umsetzung zu sensibilisieren und so langfristige Verhaltensänderungen zu erreichen. Durch Angebote und Module der Bildung für nachhaltige Entwicklung kann über die globalen Zusammenhänge und Auswirkungen des Klimawandels sowie die daraus resultierende Notwendigkeit zum Handeln im Bereich Klimaschutz und Klimaanpassung informiert werden.

ZIEL Ü3: Ausbau der nationalen und internationalen Vernetzung zum fachlichen Austausch und zur Unterstützung in Fragen der Klimafolgenanpassung

Da die klimatischen Veränderungen eine globale Herausforderung darstellen, gibt es bereits diverse Erfahrungen und Ansätze aus anderen Städten und Ländern, von denen über einen fachlichen Austausch gelernt werden kann. Erfolgreich durchgeführte Anpassungsmaßnahmen können ein Vorbild für Bremen und Bremerhaven sein. Daher lohnt es sich, vorhandene Netzwerke mit Städten im In- und Ausland zu nutzen, um den fachlichen Austausch in Anpassungsfragen zu verstärken und gegenseitig von jeweiligen Erfahrungen zu profitieren. Durch die Unterstützung von und Zusammenarbeit mit Partnern im globalen Süden zum Klimaschutz und zur Klimaanpassung übernimmt die Freie Hansestadt Bremen außerdem Verantwortung im Rahmen der globalen Klimagerechtigkeit.

3.2 Schlüsselmaßnahmen

Bei Schlüsselmaßnahmen handelt es sich um prioritäre Maßnahmen, die für die Umsetzung der Anpassungsstrategie als besonders zielführend angesehen werden und aus Gründen der Dringlichkeit oder des Leuchtturmeffekts vorrangig vorbereitet werden sollten. Dazu zählen auch diejenigen Maßnahmen, deren Umsetzung bereits begonnen wurde und im Sinne der Klimaanpassung fortgeführt werden sollen. Die Schlüsselmaßnahmen wurden vor dem Hintergrund formuliert, sie möglichst effizient in bestehende Fachpolitiken einzugliedern und/oder mit bestehenden Prozessen zu verknüpfen. Gleichwohl bedürfen Maßnahmenkonkretisierung und –umsetzung sowie Weiterentwicklung und Evaluierung finanzielle und personelle Verwaltungsressourcen.

Unter Berücksichtigung der lokalen Betroffenheiten und Ziele benennt die Klimaanpassungsstrategie Schlüsselmaßnahmen, die auf den folgenden Seiten in Steckbriefen erläutert werden. Diese geben, neben einer Beschreibung der Maßnahme, zunächst an, welchen Akteuren bzw. Dienststellen voraussichtlich die Federführung für die konkrete Planung und Umsetzung der Maßnahmen obliegen wird und welche weiteren Akteure beteiligt werden sollten. Außerdem wird aufgezeigt, ob durch die Umsetzung der Maßnahme Synergien mit anderen Schlüsselmaßnahmen oder sonstigen Aktivitäten (z. B. Klimaschutz, Nachhaltigkeit) der Stadtgemeinden bzw. des Landes erzielt werden können.

Die Steckbriefe enthalten auch Einschätzungen zu den wirtschaftlichen Effekten der Maßnahmen. Klimaanpassung hat grundsätzlich immer das Ziel, materielle und immaterielle Schäden infolge der klimatischen Änderungen vorzubeugen oder aus den Chancen der Klimaveränderungen einen Nutzen zu erzielen. In der Regel werden dafür Anfangsinvestitionen erforderlich, die sich langfristig rentieren. Ferner werden der wirtschaftliche Nutzen der einzelnen Maßnahmen aufgezeigt und (sofern möglich) Fördermöglichkeiten benannt. Es wird auch darauf hingewiesen, an welche bestehenden Instrumente und Projekte bei der Realisierung der Maßnahmen angeknüpft werden kann. Zum Teil benennen die Steckbriefe auch bereits konkrete Modellprojekte, die sich zur Maßnahmenprobung eignen würden. Zuletzt werden Hinweise auf gute, bereits umgesetzte Beispiele oder auf sonstige Referenzen gegeben.



ABB. 13



ABB. 14

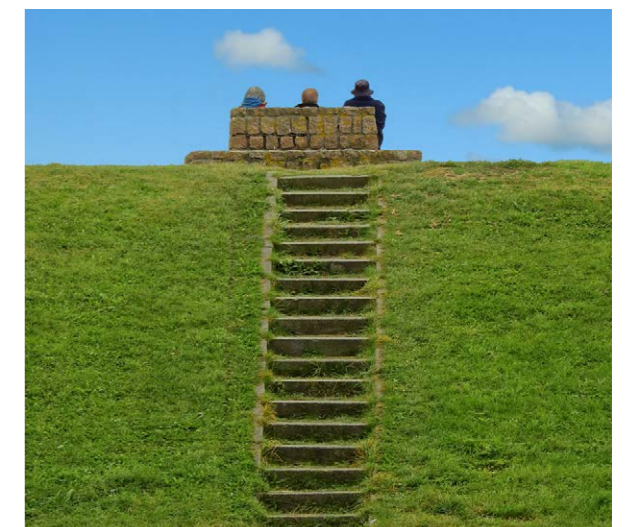













ABB. 15

3.3 Schlüsselmaßnahmen für die Stadtgemeinde Bremen



ABB. 16

- HB 1 Auskunfts- und Informationssystem Starkregenvorsorge (AIS) 
- HB 2 Umsetzung von Maßnahmen zur Überflutungsvorsorge bei Kanalerneuerungsprojekten 
- HB 3 Klimaangepasste Gestaltung und Unterhaltung von Gewässern 
- HB 4 Intensivierung des naturnahen Umgangs mit Regenwasser 
- HB 5 Strategie zur Dach- und Freiflächenbegrünung insbesondere bei der Innenentwicklung 
- HB 6 Handlungskonzept Stadtbäume 
- HB 7 Trinkwasserbereitstellung an Hitzetagen 
- HB 8 Verfahrensregeln zur Berücksichtigung der Klimaanpassung in formellen und informellen Planungs- und Entscheidungsprozessen 
- HB 9 Umsetzungsmanagement für die Klimaanpassungsstrategie 
- HB 10 Evaluierung der Anwendung der Stadtklimaanalyse in Planungsverfahren 

SCHLÜSSELMASSNAHME HB 1 Auskunfts- und Informationssystem Starkregenvorsorge (AIS)* 	
Maßnahmenbeschreibung	Das im Rahmen des Projektes KLAS mit Fördermitteln der Deutschen Bundesstiftung Umwelt entwickelte, GIS-basierte Auskunfts- und Informationssystem Starkregenvorsorge (AIS) für Bremen soll umgesetzt und für den dauerhaften Betrieb freigeschaltet werden. Es wird allen wichtigen Akteuren städtischer Planungsprozesse, insbesondere Infrastrukturträgern sowie der Stadt-, Straßen- und Freiraumplanung, in einer anwendungsfreundlichen Form Datengrundlagen zu Überflutungsgefahren und Anpassungspotenzialen zur Verfügung stellen und so Entscheidungsprozesse zum Risikomanagement und zur wassersensiblen Stadtentwicklung unterstützen. Darüber hinaus soll das System eine Grundlage bilden, Bremer GrundstückseigentümerInnen über potenzielle Überflutungsgefahren zu informieren und so die Eigenvorsorge auf den privaten Grundstücken durch Objektschutzmaßnahmen zu stärken. Das AIS soll, dauerhaft fachlich administriert, regelmäßig aktualisiert und um zusätzliche Berechnungsergebnisse zu Überflutungsgefahren, -risiken und Anpassungspotenzialen erweitert werden. Ergänzend zum Auskunfts- und Informationssystem soll das bereits etablierte, kostenlose Beratungsangebot der hanseWasser zu den Themen Schutz vor Rückstau aus dem Kanal, Sicherheit durch dichte Grundleitungen und Schutz vor Überflutung durch Oberflächenwasser weitergeführt werden.
Zielrichtung	– Ziele M2, G3, G4, G5, G6, U5, U6, Ü1, Ü2 (siehe Seite 24)
Federführung	– Projekt KLAS (Klimaanpassungsstrategie Extreme Regenereignisse) des SUBV, Ref. 33 – Kooperationspartner: Stadtentwässerung (hanseWasser/Umweltbetrieb Bremen)
Weitere Akteure	– Infrastrukturträger (wesernetz, Senator für Inneres, Polizei, Feuerwehr, BSAG, Stadtreinigung, Immobilien Bremen, Liegenschaftsmanager der Sozial-, Bildungs-, Gesundheitsressorts) – SUBV, Abt. 6 und Abt. 7 (Stadtplanung, Stadtentwicklung) – Amt für Straßen und Verkehr – Geoinformation Bremen
Wechselwirkungen	– Wissenstransfer und Kommunikation sind wichtige Bausteine der Sensibilisierung im Hinblick auf die Folgen des Klimawandels und die Notwendigkeit zur Prävention. Durch das Auskunfts- und Informationssystem können Infrastrukturträger und Grundstückseigentümer noch stärker für gezielte Maßnahmen zum Objektschutz gegen starkregenbedingte Überflutungen sensibilisiert werden. – Es bestehen Wechselwirkungen mit den Schlüsselmaßnahmen HB 4 (Intensivierung des naturnahen Umgangs mit Regenwasser) und HB 8 (Verfahrensregeln zur Berücksichtigung der Klimaanpassung in formellen und informellen Planungs- und Entscheidungsprozessen): das Auskunfts- und Informationssystem kann im Rahmen von Planungsverfahren die Identifikation sowohl von Gefahrenbereichen als auch von Potenzialflächen für eine naturnahe Regenwasserbewirtschaftung unterstützen. Wie die systematische Nutzung im Rahmen einer Behördenfunktion sowie die Integration bei Planungsverfahren effizient erfolgen kann, wird deshalb im Rahmen der Schlüsselmaßnahme HB 8 erarbeitet.
Finanzielle Auswirkungen/Wirtschaftlichkeit	– Durch die zielgruppenspezifische Aufbereitung der vorhandenen Datengrundlagen und durch die frühzeitige Sensibilisierung für Objektschutzmaßnahmen können Sachschäden und daraus entstehende Folgekosten vermieden bzw. gering gehalten werden. – Für den Betrieb, die Administration und die fachgerechte Pflege ist eine stetige und ausreichende Ausstattung mit finanziellen Mitteln erforderlich.
Anknüpfungspunkte	– Kostenloses Beratungsangebot der hanseWasser für Bremer GrundstückseigentümerInnen zu den Themen Schutz vor Rückstau aus dem Kanal, Sicherheit durch dichte Grundleitungen sowie zum Schutz vor Überflutung durch Oberflächenwasser – Ergebnisse von KLAS I und KLAS II
Modellprojekt	– Risikoanalyse der Stromversorgungsinfrastruktur im Stadtteil Bremen-Findorff und Darstellung der Analyseergebnisse im Auskunfts- und Informationssystem Starkregenvorsorge (AIS), Kooperation des Projektes KLAS mit wesernetz
Gute Beispiele	– www.starkgegenstarkregen.de (Lippeverband) – www.starkregengefahr.de (u. a. Städte Ditzingen, Leonberg, Markgröningen und Stuttgart) – Themenstadtplan Dresden – Online-Angebot (www.steb-koeln.de) zur Starkregenvorsorge der Stadtentwässerungsbetriebe Köln
Anmerkungen	*Maßnahme des Projektes KLAS

SCHLÜSSELMASSNAHME HB 2

Umsetzung von Maßnahmen zur Überflutungsvorsorge bei Kanalerneuerungsprojekten*



Maßnahmenbeschreibung

Die Bereiche, in denen aus den stadtgebietsweit vorliegenden Überflutungsberechnungen oder aus der Generalentwässerungsplanung Überflutungsgefahren bekannt sind, sind mit den Gebieten, in denen eine bauliche Kanalsanierung notwendig ist, zu überlagern. So besteht ein Ansatzpunkt für die Umsetzung und Finanzierung von Maßnahmen zur Überflutungsvorsorge. In den identifizierten Bereichen soll zukünftig eine Überflutungsprüfung durchgeführt werden, d. h., die Gefahren sollen detailliert ermittelt und die Schadenspotenziale festgestellt werden. Bei bestehenden Überflutungsrisiken sind Maßnahmen zur Minderung der Überflutungsgefahren zu ergreifen. Zusätzlich oder alternativ zu einer Berücksichtigung der hydraulischen Anforderungen im Kanalnetz ist eine Anpassung der Oberfläche zur Überflutungsvorsorge bei der Wiederherstellung der Straßendecke denkbar. Ziel ist der schadlose Rückhalt von Niederschlagswasser in ungefährdeten Bereichen. In enger Zusammenarbeit der Stadtentwässerung mit der Straßen- und Freiraumplanung soll die Umgestaltung von Verkehrs- und Freiflächen als temporäre Rückhalteräume für Starkregen (unter Berücksichtigung der Anforderungen an die Verkehrssicherheit) ins Auge gefasst werden. Die funktionalen Anforderungen der Überflutungsvorsorge an die Anpassung der Oberflächen von öffentlichen Räumen müssen im Einklang mit der städtebaulichen Gestaltung stehen. Je nach Einzelfall sind Wettbewerbe, Beratungen im Gestaltungsgremium oder allgemeine Beratungen durch den Fachbereich Bau und Stadtentwicklung durchzuführen. Die Bremer Erklärung ist dabei zu beachten.

Zielrichtung	– Ziele G3, G4, G5, G6, M2, U6, Ü1, Ü2 (siehe Seite 24)
Federführung	– Stadtentwässerung (Umweltbetrieb Bremen, hanseWasser) – Amt für Straßen und Verkehr – Abstimmung des Verfahrens im Rahmen von KLAS (Projektleitung: SUBV, Ref. 33)
Weitere Akteure	– Grünordnung/Freiraumplanung (SUBV, Ref. 30, Umweltbetrieb Bremen) – Stadtplanung, Stadtentwicklung (SUBV, Abt. 6 und Abt. 7)
Wechselwirkungen	– Eine multifunktionale Nutzung von Freiflächen zur Zwischenspeicherung von Niederschlagswasser birgt gestalterische Potenziale für die Stadt- und Freiraumgestaltung sowie für die Intensivierung des naturnahen Umgangs mit Regenwasser zur Starkregen- und Hitzevorsorge (siehe Schlüsselmaßnahme HB 4). Hinweise hierzu finden sich im KLAS-Merkblatt „Wassersensible Stadt- & Freiraumgestaltung“.
Finanzielle Auswirkungen/Wirtschaftlichkeit	– Durch den Rückhalt von Niederschlagsspitzen in der Fläche können in erheblichem Maße öffentliche Mittel für kostenintensive Entwässerungseinrichtungen (Regenrückhaltebecken, Staukanäle) eingespart werden. – Aus volkswirtschaftlicher Sicht können durch den kontrollierten Rückhalt auf wenig schadensanfälligen Flächen Personen- und Sachschäden bzw. daraus resultierende Folgekosten vermieden werden.
Anknüpfungspunkte	– Projekt KLAS (Arbeitsschwerpunkte Überflutungsvorsorge, vorliegende Überflutungsberechnungen)
Modellprojekte	– Sielpfad/Borchersweg – „Klein–Mexiko“
Gute Beispiele	
Anmerkungen	– Einen vollumfänglichen Schutz vor Überflutungen durch Maßnahmen im öffentlichen Raum kann es nicht geben. Daher müssen ergänzend zusätzliche Objektschutzmaßnahmen durch die Grundstückseigentümer umgesetzt werden. – Die funktionalen Ansprüche an die Flächen müssen nach wie vor beibehalten werden. Das an der Oberfläche anfallende Regenwasser sollte die Benutzbarkeit und den Bestand der betroffenen Flächen grundsätzlich möglichst wenig beeinträchtigen. – Begleitend zu der Maßnahme sollte das Landeswassergesetz im Hinblick auf Möglichkeiten der Finanzierung von Maßnahmen zur Überflutungsvorsorge aus Entwässerungsgebühren überprüft werden. – Eine verstärkte Nutzung von Straßen für den Abfluss und für den temporären Rückhalt von Abflussspitzen muss einhergehen mit einer ämterübergreifenden Diskussion über Standards im Straßenbau sowie über die baulichen und betrieblichen Anforderungen an Straßeneinläufe.

*Maßnahme des Projektes KLAS

SCHLÜSSELMASSNAHME HB 3

Klimaangepasste Gestaltung und Unterhaltung von Gewässern



Maßnahmenbeschreibung

Um die negativen Folgen der klimatischen Veränderungen der Luft- und Wassertemperatur und der Niederschlagsverteilung auf die Bremer Gewässer gering zu halten, sollen die Stillgewässer und die Fließgewässer geschützt und strukturell beeinträchtigte Gewässer in Bremen möglichst naturnah weiterentwickelt werden (siehe Anmerkungen). In einem ersten Schritt sollen die Potenziale für eine naturnahe Umgestaltung ermittelt werden. Anschließend sollen in den identifizierten Gewässern Strukturen geschaffen werden, die der Gefahr von Sauerstoffdefiziten entgegenwirken. In Fließgewässern kann dieses über einen ausgewogenen Pflanzenbestand sowie die Verringerung der stofflichen Einträge durch Misch- und Niederschlagswasser erreicht werden.

Für Stillgewässer sind Unterhaltungsformen zu entwickeln, die die Klimaanpassungsaspekte berücksichtigen. So soll bei Gewässern in der Landschaft eine möglichst eigendynamische Entwicklung von Ufern und Verlandungszonen gewährleistet werden. Bei Parkgewässern sollen darüber hinaus geeignete Wasserzuführungen zur Erhöhung des Wasservolumens im Sommer geprüft werden.

Begleitend zu den genannten Maßnahmen sind Analysen zu kostengünstigen und gleichsam schonenden Methoden zur regelmäßigen Entschlammung von Stillgewässern und gestauten Fließgewässern durchzuführen. Auch die Aktualisierung des Wärmelastplans Weser ist in Erwägung zu ziehen.

Zielrichtung	– Ziele G4, U3, U4, U6 (siehe Seite 24)
Federführung	– Naturnahe Gewässerentwicklung: SUBV, Ref. 33 (Qualitative Wasserwirtschaft) – Pflege und Entwicklung der Parkgewässer: SUBV, Ref. 30 (Grünordnung)
Weitere Akteure	– Deichverbände – Umweltbetrieb Bremen – Senator für Umwelt, Bau und Verkehr, Ref. 31 (Naturschutz und Landschaftspflege)
Wechselwirkungen	– Durch den Schutz und die klimagerechte Entwicklung von Gewässern können heimische Tier- und Pflanzenarten erhalten und das Eindringen neuer Arten (Neobiota) verhindert werden. – Durch den Schutz der Gewässer vor stofflichen Einträgen aus Misch- und Niederschlagswasser können Sauerstoffdefizite im Gewässer reduziert werden (siehe Schlüsselmaßnahme HB 4 und HB 5). – Bei der naturnahen Gestaltung der Gewässer werden auch die Potentiale als Ausgleichsmaßnahmen nach § 1a Abs. 3 BauGB geprüft.
Finanzielle Auswirkungen/Wirtschaftlichkeit	– Maßnahmen der naturnahen Gewässergestaltung werden z. T. im Rahmen der Umsetzung der Wasser-rahmenrichtlinie erfolgen. – Es ist eine ausreichende und stetige Ausstattung mit finanziellen Mitteln für eine kontinuierliche Gewässerunterhaltung sicherzustellen.
Anknüpfungspunkte	– Umsetzung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie im Land Bremen – Alternativenprüfung zur Gewässerentschlammung durch externe Gutachter – Kompensationsflächenmanagement im Klimawandel (KommKlima) - Anpassungsmaßnahmen im Bremer Feuchtgrünland zum Erhalt von Ökosystemleistungen und Empfehlungen für die Eingriffsregelung“
Modellprojekte	– Strukturverbesserung an der kleinen Wümme im Bereich Blockland – Verbesserung der Wasserführung und Wasserqualität in Oberneulander Parks – Gewässer- und klimaschonende Entsandung des Vegesacker Hafens
Gute Beispiele	– Maßnahmenprogramme zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie – Bisherige Maßnahmen zur punktuellen Unterhaltung der Stillgewässer
Anmerkungen	– Gewässer mit einer naturnahen Gestaltung weisen eine höhere Biodiversität auf. Sie sind damit gegenüber Veränderungen anpassungsfähiger. In naturfern ausgestalteten Gewässern dominieren in der Regel wenige Arten. Neobiota können sich schneller etablieren und ggf. die bestehenden Populationen komplett verdrängen. Bei einer höheren Artenvielfalt ist dieses Risiko deutlich geringer. – Erhöhte Luft- und Wassertemperaturen führen dazu, dass die Sauerstoffaufnahme im Gewässer sinkt, gleichzeitig finden verstärkt Stoffwechsel- und Abbauprozesse statt, die wiederum Sauerstoff verbrauchen. Sauerstoffdefizite im Gewässer können zu Fischsterben führen und belasten die Insekten.

SCHLÜSSELMASSNAHME HB 4

Intensivierung des naturnahen Umgangs mit Regenwasser



Maßnahmenbeschreibung

Die wasserdurchlässige Gestaltung von Oberflächen und der Rückhalt von Regenwasser auf den Grundstücken soll sowohl auf öffentlichen als auch auf privaten Grundstücken intensiviert werden.

Diese Maßnahmen tragen zur wasserwirtschaftlich gebotenen Erhaltung des Gebietswasserhaushalts und dem damit verbundenen Kleinklima sowie zur Vorsorge von Überflutungen bei. So wird das Regenwasser nicht ausschließlich in Kanalisation und Oberflächengewässer abgeleitet, sondern ein maßgeblicher Anteil wird zur Versickerung und zur Verdunstung gebracht. Die Potentiale von Entsiegelungen, Versickerungen, wasserdurchlässigen Gestaltungen und die Möglichkeiten der Verdunstung von Regenwasser sind im Einzelfall zu ermitteln. Daneben sind die Möglichkeiten und Grenzen von Hinweisen oder ggf. Festsetzungen zum naturnahen Umgang mit Regenwasser in Bauleitplänen zu prüfen. In einem ersten Schritt sind vertiefende Analysen zur Ermittlung der Entsiegelungspotenziale durchzuführen. Darüber hinaus sollen die vorhandenen Informations- und Beratungsangebote zur naturnahen Regenwasserbewirtschaftung intensiviert werden. Hierzu zählt auch eine weitere Verbreitung des KLAS-Merkblattes zur wassersensiblen Stadt- und Freiraumgestaltung.

In den Bebauungsplanverfahren unterliegt der Belang des naturnahen Umgangs mit Regenwasser grundsätzlich der Abwägung mit weiteren Belangen der Bauleitplanung, insbesondere dem Ziel der Innenentwicklung und der Gewerbeflächenentwicklung. Vor allem die Nutzung von Entsiegelungspotenzialen kann zu Zielkonflikten führen. Allerdings zeigen die Erfahrungen jüngerer Planungsvorhaben, dass diese Anforderungen mit den Zielen der Innenentwicklung und der Nachverdichtung integrierbar sind, wenn eine angemessene städtebauliche Dichte auf das Quartier bezogen wird und wenn ein breites Spektrum an Maßnahmen für einen naturnahen Umgang mit Regenwasser genutzt wird.

Zielrichtung	– Ziele U1, U4, U5, U6, G1, G2, G3, G4, Ü2 (siehe Seite 24)
Federführung	– Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr, Ref. 33 (Qualitative Wasserwirtschaft, Team Abwasserbeseitigung, Regenwasserbewirtschaftung)
Weitere Akteure	– Bremer Umweltberatung; hanseWasser; Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr, Ref. 30/31 sowie Abt. 6 und Abt. 7 (Stadtplanung, Stadtentwicklung); Immobilien Bremen; Liegenschaftsmanagement der Ressorts; Wirtschaftsförderung Bremen; SWAH/Gewerbeflächenentwicklung; Lokale Initiativen
Wechselwirkungen	<ul style="list-style-type: none"> – Hohe Synergiepotenziale (Hitzevorsorge und Stadtklima, Drosselung von Abflussspitzen im Kanalnetz, Regenwassernutzung, Schaffung von Lebensräumen für Flora/Fauna, Feinstaubbindung) – Das Auskunftssystem Starkregenvorsorge (Schlüsselmaßnahme HB 1) kann die Maßnahme zielführend unterstützen. – Es bestehen große Synergiepotenziale mit der Strategie zur Dach- und Freiflächenbegrünung (siehe Schlüsselmaßnahme HB 5). – Eine systematische Berücksichtigung von Anpassungsbelangen in (in-)formellen Verwaltungs- und Planungsverfahren (siehe Schlüsselmaßnahme HB 8) kann den naturnahen Umgang mit Regenwasser unterstützen.
Finanzielle Auswirkungen/Wirtschaftlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> – Es werden gesamtwirtschaftliche Vorteile durch den naturnahen Umgang mit Regenwasser erwartet. – Durch die quellenbezogene Abflussminderung können Sachschäden durch Überflutungen und daraus entstehende Folgekosten vermieden bzw. gering gehalten werden. – Langfristige Mittelbereitstellung für Förderprogramm „Ökologische Regenwasserbewirtschaftung“ sowie Informations- und Beratungsangebote – Die Sicherstellung der Behördenfunktion für die Vertretung der Belange des naturnahen Umgangs mit Regenwasser (siehe auch Schlüsselmaßnahme HB 8) in öffentlichen Planungs- und Bauvorhaben (u.a. Bauleitplanung) erfordert eine stetige und ausreichende Ausstattung mit Ressourcen bzw. Finanzmitteln.
Anknüpfungspunkte	<ul style="list-style-type: none"> – Beratungsangebote der Bremer Umweltberatung und der hanseWasser – Broschüren „Regenwasser natürlich, dezentral, bewirtschaften“ und „Bremer Häuser im Klimawandel – Schutz vor Starkregen und Hitze“ – Förderprogramm „Ökologische Regenwasserbewirtschaftung“ des Landes Bremen – Projekt KLAS (Arbeitsbereich Wassersensible Stadtentwicklung) – Grundsanierung der Münchener Straße
Modellprojekte	<ul style="list-style-type: none"> – Naturnaher Umgang mit Regenwasser: Gartenstadt Werdersee, Neues Hulsberg-Viertel, Dedesdorfer Platz – Oberschule Ohlenhof: Vorbildfunktion für den naturnahen Umgang mit Regenwasser und Starkregen
Gute Beispiele	– RISA-Hamburg
Anmerkungen	– Wichtige Voraussetzung für die Umsetzung der Maßnahme bildet die zielgerichtete Fortführung des Förderprogramms „Ökologische Regenwasserbewirtschaftung“ durch das Land Bremen.

SCHLÜSSELMASSNAHME HB 5

Strategie zur Dach- und Freiflächenbegrünung insbesondere bei der Innenentwicklung



Maßnahmenbeschreibung

Mit besonderem Fokus auf die Innenentwicklung soll für die bereits dicht bebauten, stadtklimatisch belasteten und/oder überflutunggefährdeten, bzw. im Flächennutzungsplan mit einer Grünschräffur gekennzeichneten Stadtbereiche eine Begrünungsstrategie für Bremen erarbeitet werden, welche die unterschiedlichen Instrumente und Ansätze zur Stärkung der Durchgrünung von Bestandsgebieten analysiert und gesamtstrategisch zusammenführt. Einzubeziehen sind Informations- und Beratungsangebote (wie z.B. die Stadtklimaanalyse, das Auskunftssystem KLAS, ein zu erstellendes Dachbegrünungskataster), finanzielle Anreize und Förderungen sowie der stadtplanerische und satzungsrechtliche Handlungsrahmen.

Im Rahmen der Strategieentwicklung sollen auch die Möglichkeiten und Grenzen von Hinweisen, ggf. Festsetzungen in Bauleitplänen und vertraglichen Vereinbarungen zur Dach- und Freiflächenbegrünung geprüft werden. Hierbei werden auch die Vor- und Nachteile des Erlasses örtlicher Satzungen und der damit verbundene Ressourcenbedarf sowie die Finanzierung der Umsetzung untersucht werden. In diesem Zusammenhang bereitet der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr eine rechtliche Regelung für die Intensivierung der Dachbegrünung in der Stadtgemeinde Bremen vor. Die Strategieansätze sollen über Pilotprojekte umgesetzt und evaluiert werden. Als Pilotprojekt für die Aufstellung einer örtlichen Satzung wird die Bahnhofsvorstadt vorgeschlagen. Die vorhandenen Informations- und Beratungsangebote zur Dachbegrünung sollen in diesem Zusammenhang fortgeführt und ggf. angepasst bzw. intensiviert werden.

Zielrichtung	– Ziele M1, U4, U6, G1, G2, G4, Ü1, Ü2 (siehe Seite 24)
Federführung	– Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr, Abt. 3, Ref. 31 (Naturschutz und Landschaftspflege) sowie Ref. 33 (Qualitative Wasserwirtschaft, Team Abwasserbeseitigung, Regenwasserbewirtschaftung)
Weitere Akteure	– Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr, Ref. 30/31 sowie Abt. 6 und Abt. 7; Bremer Umweltberatung; hanseWasser; Immobilien Bremen; Liegenschaftsmanagement der Ressorts; Wirtschaftsförderung Bremen; SWAH/Gewerbeflächenentwicklung; Lokale Initiativen
Wechselwirkungen	<ul style="list-style-type: none"> – Dachbegrünung und Freiflächenbegrünung können im Rahmen der Innenentwicklung der wachsenden Stadt Bremen im dicht bebauten Bestand zahlreiche Synergieeffekte für die Anpassung an den Klimawandel bewirken. Neben einem Beitrag zur Starkregenvorsorge durch Retention, Verdunstung und Versickerung sind die Effekte für eine Verbesserung der bioklimatischen und lufthygienischen Verhältnisse und wichtige Ökosystemleistungen hervorzuheben. Sie filtern Staub aus der Luft, Wasserverdunstung und Schattenwurf wirkt an heißen Sommertagen angenehm kühlend und verbessert die Aufenthaltsqualität maßgeblich – Es bestehen große Synergiepotenziale mit der naturnahen Regenwasserbewirtschaftung (siehe Schlüsselmaßnahme HB 4). – Die Maßnahme unterstützt eine systematischere Berücksichtigung von Anpassungsbelangen in formellen/informellen Verwaltungs- und Planungsverfahren (siehe Schlüsselmaßnahme HB 8).
Finanzielle Auswirkungen/Wirtschaftlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> – Umsetzung der Strategie erzeugt Ressourcenbedarf. – Finanzielle Vorteile für Gebäudeeigentümer durch Einsparung der Regenwassergebühr und langfristige Amortisation. – Durch die quellenbezogene Abflussminderung können Sachschäden durch Überflutungen und daraus entstehende Folgekosten vermieden bzw. gering gehalten werden. – Durch die Verbesserung des Stadtklimas und der Lebensqualität können gesamtwirtschaftliche Vorteile i. S. v. Ökosystemdienstleistungen erreicht werden.
Anknüpfungspunkte	<ul style="list-style-type: none"> – Beratungsangebote der Bremer Umweltberatung und der hanseWasser – Broschüren „Regenwasser natürlich dezentral bewirtschaften“ und „Bremer Häuser im Klimawandel – Schutz vor Starkregen und Hitze“ – Förderprogramm „Ökologische Regenwasserbewirtschaftung“ des Landes Bremen – Projekt KLAS (Arbeitsbereich Wassersensible Stadtentwicklung) – Vermeidungsgrundsatz und ggf. Kompensation nach der Eingriffsregelung
Modellprojekt	<ul style="list-style-type: none"> – Aufstellung einer örtlichen Satzung im Bereich Bahnhofsvorstadt – Dachbegrünung auf fiskalischen Gebäuden, z. B. Schulbauten (Vorbildfunktion)
Gute Beispiele	– Hamburger Gründachstrategie
Anmerkungen	– Wichtige Voraussetzung für die Umsetzung der Maßnahme bildet die zielgerichtete Fortführung des Förderprogramms „Ökologische Regenwasserbewirtschaftung“ durch das Land Bremen



Maßnahmenbeschreibung

Zur Steigerung der Verschattung und der Verdunstungskühlung in der Stadt soll ein fachressortübergreifendes Konzept zur Erhöhung des Baumanteils, insbesondere in verdichteten und mit Grün unterversorgten Stadtteilen, sowie zum zukünftigen Umgang mit bestehenden Stadtbäumen in Bremen erarbeitet werden. Für die zielgerichtete Auswahl guter Standorte sowie zur Optimierung der Baumstandorte in der Stadt (bei gleichzeitigem Rückhalt von Regenwasser) gilt es, Kriterien und integrierte Lösungen zu entwickeln, bei denen die Konflikte der Baumpflanzungen mit den Anforderungen der Straßenraumgestaltung (insb. Parkraum, Gebäudeabstand und Stadtbild) und anderer Nutzungen (insb. Leitungen im Untergrund) gelöst werden.

Im Bestand sollen zum Erhalt von Bäumen und Sträuchern an kritischen Standorten die Baumstandorte optimiert und die Bodeneigenschaften im Wurzelraum verbessert werden. Bäume, deren Erhalt unter Kosten-Nutzen-Aspekten nicht sinnvoll ist, sollten langfristig entfernt bzw. ausgetauscht werden. Bei Neupflanzungen sollen, ausgehend von aktuellen Forschungserkenntnissen, verstärkt klimaresistente Strauch- und Baumarten bzw. -sorten ausgewählt werden, sodass eine möglichst breite Arten- und Sortenvielfalt entsteht. Hierzu zählen vor allem solche Gehölze, die sowohl sommerliche Hitze und Trockenheit überstehen als auch Frost und Kälte bewältigen können. Zudem soll ein möglichst breites Artenspektrum eingesetzt werden, um den Schädlingsbefall gering zu halten.

Ergänzend zu den genannten Maßnahmen sollen an bestimmten Einzelstandorten innovative Bewässerungsstrategien (z. B. über Zisternen) erprobt werden. In diesem Zusammenhang ist auch der Einsatz erweiterter Pflanzgruben mit Retentionsmöglichkeiten („stormwater treepits“), insbesondere in überflutungsgefährdeten Lagen, zu prüfen.

Zielrichtung	– Ziele U1, U3, G2, M1 (siehe Seite 24)
Federführung	– Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr, Ref. 30 (Grünordnung)
Weitere Akteure	– Umweltbetrieb Bremen; ASV; Leitungsträger; Ausführende Gartenbaufirmen
Wechselwirkungen	<ul style="list-style-type: none"> – Synergiepotenziale: Gesunde Bäume erfüllen vielfältige Funktionen in der Stadt. Sie produzieren Sauerstoff, binden CO₂, filtern Schadstoffe aus der Luft, spenden Schatten, wirken sich positiv auf das Wohnumfeld aus, sind Lebensraum. Bei entsprechender Dimensionierung der Pflanzgruben bieten Bäume das Potenzial, die Versickerung und den Rückhalt von Regenwasser zu unterstützen und somit den natürlichen Wasserkreislauf zu erhalten. – Konfliktpotenziale: In Mengen herabfallendes Laub, Früchte und Blüten können auf Straßen verkehrsfördernd wirken, Dachrinnen und Abläufe verstopfen und Gewässer belasten. Baumwurzeln können bei beengten Verhältnissen Leitungen/Kanäle, aber auch Bauwerke beschädigen sowie Wohnraum unzumutbar beschatten. Durch die Anpflanzung neuer Baumarten, z. B. in Alleen, kann sich der stadtbildprägende Charakter verändern.
Finanzielle Auswirkungen/Wirtschaftlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> – Es ist eine ausreichende und stetige finanzielle Ausstattung mit Mitteln für die fachgerechte Pflege und Unterhaltung der Bäume erforderlich. – Im Rahmen der Konzepterstellung werden auch Finanzierungsmöglichkeiten geprüft. Dies beinhaltet u. a. die Prüfung, in welchem Umfang Ausgleichsmaßnahmen nach § 1 a Abs. 3 BauGB einen Beitrag im Sinne dieser Schlüsselmaßnahme leisten können. – Eine klimagerechte Artenauswahl sowie ein Standort, der den Ansprüchen der Bäume gerecht wird, führen zu einem gesünderen Baumbestand und reduzieren dadurch langfristig die Kosten für Baumpflege und -unterhalt.
Anknüpfungspunkte	<ul style="list-style-type: none"> – Baumkataster der Stadtgemeinde Bremen – Erfahrungen aus dem Projekt „Klima-Boulevard Münchener Straße“ (insb. vertragliche Vereinbarungen mit Leitungsträgern)
Modellprojekte	– Neupflanzungen in neuen Wohnquartieren (Neues Hulsberg-Viertel, Gartenstadt Werdersee, Ellener Hof), an der Stadtstrecke, in vorhandenen breiten Straßen wie Kirchbachstraße und in engen Straßen wie Meyer- und Delmestraße in der Neustadt.
Gute Beispiele	<ul style="list-style-type: none"> – Stadtbaumkonzept „Bäume in Jena – Stadt- und Straßenbäume im Klimawandel“ – Zukunftsbaumliste der Landeshauptstadt Düsseldorf – Baumliste der Gartenamtsleiterkonferenz (GALK)
Anmerkungen	– Es empfiehlt sich, neue Baumarten und -sorten längerjährig (> 20 Jahre) zunächst an ausgewählten Standorten zu erproben, um ihre Robustheit gegenüber klimatischen Veränderungen im Rahmen des Klimafolgenmonitorings zu beobachten.



Maßnahmenbeschreibung

Bei Hitze ist eine ausreichende Flüssigkeitszunahme von großer Bedeutung, um eine Dehydrierung zu vermeiden. Besonderer Aufmerksamkeit bedürfen vor allem sensible Bevölkerungsgruppen wie z. B. ältere Menschen, chronisch Kranke, Kleinkinder oder Obdachlose. Zur besseren Bewältigung von Hitzeperioden soll der Bremer Bevölkerung künftig im öffentlichen Raum, insbesondere in öffentlich zugänglichen Gebäuden (z. B. städtischen Gebäuden, Schulgebäuden, Kindertagesstätten, im Einzelhandel, ggf. auf öffentlichen Plätzen sowie in Gebäuden, die auch an Wochenenden zugänglich sind) kostenloses Trinkwasser bereitgestellt werden. Die Folgen des Klimawandels und die steigende Anzahl älterer Menschen in der Bevölkerung machen es erforderlich, weitere Standorte in Bremen auf ihre Eignung für Trinkwasserspender zu prüfen. Es soll ein Konzept erarbeitet werden, wie, wo und in welcher Anzahl öffentlich zugängliche Trinkwasserspender in Bremen eingerichtet werden und wie die Einrichtungs- und Folgekosten, insbesondere durch Spenden, Patenschaften und/oder Sponsoring, finanziert werden können. Außerdem soll geprüft werden, wie allein lebende ältere Menschen zu Hause daran erinnert werden können, ausreichend zu trinken, und wie eine Informationskampagne für schutzbedürftige Bevölkerungsgruppen (ohne Zugang zu üblichen mobilen Medien) durchgeführt werden kann.

Zielrichtung	– Ziel M1 (siehe Seite 24)
Federführung	– N.N. (Infrage kommen verschiedene Ressorts, z. B. Gesundheits-, Sozial-, Bauressort, ggf. im Rahmen einer Arbeitsgruppe/Steuerungsgruppe)
Weitere Akteure	<ul style="list-style-type: none"> – Gesundheitsamt Bremen – Senatorin für Soziales, Jugend, Frauen, Integration und Sport (SJFIS) – Senatorin für Wissenschaft, Gesundheit und Verbraucherschutz (SWG) – Lebensmittelüberwachungs-, Tierschutz- und Veterinärdienst des Landes Bremen (LMTVet) – Krankenversicherungen – swb – Immobilien Bremen – Stadtplanung – Einzelhandel/Gastgewerbe/Schulen/Museen/Bürgerhäuser – Kirchliche Institutionen – Softwaredienstleister – Stadtmarketing
Wechselwirkungen	<ul style="list-style-type: none"> – Förderung guter Nachbarschaft/sozialer Kontrolle – Positiver Einfluss auf Stadtmarketing/Tourismus – Synergien mit dem Umwelt- und Klimaschutz durch Reduzierung des Gebrauchs von Plastikflaschen – Evtl. Raumnutzungskonflikte im öffentlichen Raum (Standortsuche)
Finanzielle Auswirkungen/Wirtschaftlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> – Patenschaften – Kosteneinsparung für Bau von Trinkbrunnen bei verstärkter Einbindung privater Partner – Ggf. Finanzierung der Herstellung und des Betriebes der öffentlichen Trinkspender über Sponsoring (lokale Wirtschaft, swb, Krankenversicherungen)
Anknüpfungspunkte	– Projekt „Nette Toilette“
Modellprojekte	– Trinkwasserspender in/an öffentlichen Einrichtungen und/oder in Einkaufspassagen
Gute Beispiele	<ul style="list-style-type: none"> – Trinkwasserbrunnenkarte Nürnberg – „Hitzetelefon Sonnenschirm“ Kassel – „Refill Hamburg“
Anmerkungen	<ul style="list-style-type: none"> – Bedarf einer regelmäßigen Kontrolle der Hygiene der Trinkwasserspender durch die Betreiber im Hinblick auf Verunreinigungen und Krankheitserreger – Barrierefreier und kindgerechter Zugang zu den Trinkwasserspendern – Gute Erreichbarkeit der Spendereinrichtung (ggf. auch in privaten Einkaufsläden möglich) – Nutzbarkeit ohne zusätzliche Trinkgefäße – Vermeidung direkter Sonneneinstrahlung und warmer Standorte von Trinkwasserspendern

SCHLÜSSELMASSNAHME HB 8

Verfahrensregeln zur Berücksichtigung der Klimaanpassung in formellen und informellen Planungs- und Entscheidungsprozessen



Maßnahmenbeschreibung

Der planerische Umgang mit Klimafolgen stellt seit 2011 im BauGB einen Abwägungsbelang im Rahmen der Bauleitplanung und des Stadtbau dar. Aufbauend auf erste Erfahrungen aus diesen formellen Verfahren sollen für das Ressort Umwelt, Bau und Verkehr verwaltungsinterne Verfahrensregelungen für die Kooperation zwischen den Fachbereichen Umwelt und Bau erarbeitet werden, wo und wie die Belange der Klimaanpassung frühzeitig in den Prozessen der städtebaulichen Planungen und Projekte (insb. Bauleitplanung, Entwicklungskonzepte, städtebauliche Wettbewerbe) berücksichtigt werden können.

Zentrale Belange der Anpassung, vor allem die Starkregen- und Hitzevorsorge sowie der Hochwasserschutz, sollen innerhalb der Verwaltungsorganisation über fachliche Stellungnahmen in Planungs- und Entscheidungsprozessen vertreten werden. Hierzu sind im Fachbereich Umwelt die Behördenfunktionen für die verschiedenen Belange der Klimaanpassung zu identifizieren und langfristig sicherzustellen.

Ergänzend zu den genannten Maßnahmen sollen die klimarelevanten Grundlagendaten (z. B. Karten Starkregen, Hitze, Grundwasser) als Planungshinweise auf dem GEOserver aufbereitet und niedrigschwellig bereitgestellt werden

Zielrichtung	– Querschnittorientiert bzgl. aller Wirkungsfelder der klimatischen Veränderungen
Federführung	– Fachbereich Umwelt, Abt. 3, unterstützt durch Ref. 20 (Umweltinnovationen & Anpassung an den Klimawandel)
Weitere Akteure	– Träger der Bauleitplanung sowie alle mit Planung befassten Fachressorts; Gesundheitsamt; Infrastrukturtträger; Eigentümer öffentlicher Liegenschaften; SWAH/Gewerbeflächenentwicklung; Politik; Externe Planungsbüros
Wechselwirkungen	<ul style="list-style-type: none"> – Eine systematischere Berücksichtigung von Anpassungsbelangen in formellen/informellen Verwaltungs- und Planungsverfahren kann insbesondere den Überflutungsschutz (Schlüsselmaßnahmen HB 1 und HB 2), den naturnahen Umgang mit Regenwasser (Schlüsselmaßnahmen HB 4 und HB 5) sowie die klimagerechte Entwicklung des Stadtgrüns (Schlüsselmaßnahme HB 6) unterstützen. – Im Rahmen der Entwicklung dieser Verfahrensregeln wird auch geprüft, ob und ggf. inwieweit Stellungnahmen zur Thematik Klimaanpassung im Fachbereich Umwelt gebündelt werden können.
Finanzielle Auswirkungen/Wirtschaftlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> – Die frühzeitige Berücksichtigung der klimatischen Veränderungen in Planungsprozessen beugt teuren Fehlplanungen vor und dient dazu, (z. T. kostenintensive) Schäden durch Klimafolgen zu vermeiden oder zu verringern. – Im Einzelfall können aus den Anforderungen der Klimaanpassung erhöhte Aufwendungen für die Planung (z. B. Fachgutachten, Fachplanungen) entstehen, bzw. infolge der Planung erhöhte Aufwendungen für die Umsetzung baulicher Maßnahmen und deren dauerhafte Unterhaltung; dafür sind zusätzliche Finanzmittel bereitzustellen. – Die Sicherstellung der Behördenfunktion für die Vertretung der zentralen Belange erfordert eine stetige und ausreichende Ausstattung mit Ressourcen bzw. Finanzmitteln.
Anknüpfungspunkte	<ul style="list-style-type: none"> – Beiplan Klimaanpassung zum Flächennutzungsplan Bremen – Landschaftsprogramm Bremen 2015 – KLAS-Merkblatt „Wassersensible Stadt- und Freiraumgestaltung in Bremen“ (2015)
Modellprojekte	– Neues Hulsberg-Viertel, Gartenstadt Werdersee, Könecke und Co.
Gute Beispiele	
Anmerkungen	<ul style="list-style-type: none"> – Die Anpassung an den Klimawandel wird als Bestandteil der integrierten Stadtentwicklung verstanden. Sie ist ein Belang unter vielen und es bedarf immer einer planungsfallbezogenen Abwägung mit anderen Belangen. Insbesondere zwischen der Strategie der wachsenden Stadt im Rahmen der Innenentwicklung (hohe städtebauliche Dichte, Urbanität, sparsamer Umgang mit Grund und Boden, Energie- und Ressourceneffizienz) und dem Erhalt der aus Sicht der Klimaanpassung wichtigen Freiflächen können Zielkonflikte entstehen. – Allgemein ordnen sich potenzielle Maßnahmen in den Rahmen der zur Verfügung stehenden kommunalwirtschaftlichen Ressourcen (Finanzmittel, Personal) ein. – Die Maßnahme kann langfristig analog auch auf weitere räumlich und stadtklimatisch relevante Planungs- und Entscheidungsprozesse bezogen werden (z. B. Gewerbeflächenentwicklung, Hochbauwettbewerbe, öffentliche Bauvorhaben und Ausschreibungen, Grundstücksvergaben, Gebäudebewirtschaftung). Hierzu bedarf es jedoch zunächst einer weiteren Abstimmung mit den zuständigen Stellen.

SCHLÜSSELMASSNAHME HB 9

Umsetzungsmanagement für die Klimaanpassungsstrategie



Maßnahmenbeschreibung

Die im Rahmen der Strategieerstellung ins Leben gerufenen Aktivitäten, Netzwerke und Maßnahmen sollen dauerhaft in der Stadtgemeinde Bremen verankert werden. Hierzu gilt es, Umsetzungsstrukturen zu schaffen und die Umsetzung der Schlüsselmaßnahmen kontinuierlich mithilfe eines Monitoring zu beobachten. Darüber hinaus soll der Austausch in Fragen der Klimaanpassung im Rahmen verwaltungsinterner und interkommunaler Netzwerke fachbezogen ausgebaut werden.

Die ressortübergreifende Arbeitsgruppe wird fortgesetzt und begleitet den Monitoringprozess der Strategieumsetzung. Sie bildet außerdem eine Plattform zum Erfahrungsaustausch bei der Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen, z. B. auch im Hinblick auf die Kommunikation mit der Öffentlichkeit.

Einige Maßnahmen sind nur mit erheblichem finanziellen Aufwand und/oder externer Expertise umsetzbar. Im Rahmen des Umsetzungsmanagements sollen deshalb die zuständigen Stellen bei der Akquisition von Drittmitteln im Bereich Klimaanpassung unterstützt werden. Für das Umsetzungsmanagement der Klimaanpassungsstrategie werden durch den Senator für Umwelt, Bau und Verkehr (Ref. 20) Fördermittel für die Einstellung einer KlimaanpassungsmanagerIn beim Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) beantragt, insbesondere für das Prozessmonitoring der Strategieumsetzung, für die Anfertigung eines Monitoringberichts, für die regelmäßige Fortschreibung der Klimaanpassungsstrategie sowie für die Unterstützung bei Drittmittelakquise.

Zielrichtung	– Ziele Ü1, Ü2, Ü3 (siehe Seite 24)
Federführung	– Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr, Ref. 20 (Umweltinnovationen & Anpassung an den Klimawandel)
Weitere Akteure	<ul style="list-style-type: none"> – Ressortübergreifende Arbeitsgruppe – Alle zuständigen Stellen des Landes und der Stadtgemeinde (bedarfsbezogen)
Wechselwirkungen	– Durch ein dauerhaft institutionalisiertes Umsetzungsmanagement können der Wissenstransfer zur Klimaanpassung (siehe Schlüsselmaßnahme LAND 6) sowie die Berücksichtigung der Klimaanpassung in formellen und informellen Planungs- und Entscheidungsprozessen (siehe Schlüsselmaßnahme HB 8) begleitet und unterstützt werden.
Finanzielle Auswirkungen/Wirtschaftlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> – Die Zuwendung für die Einstellung einer KlimaanpassungsmanagerIn durch einen nicht rückzahlbaren Zuschuss erfolgt in Höhe von bis zu 90 % der zuwendungsfähigen Ausgaben. – Die Mittelbereitstellung durch das Land im Rahmen einer Projektakquisition führt mittelfristig zu mehr Einnahmen im Land Bremen. Es ist davon auszugehen, dass die Investition in die Projektakquisition inhaltlich und finanziell vorteilhaft für das Land und die Stadtgemeinden ist. – Darüberhinaus ist das langfristige, über die Einstellung einer KlimaanpassungsmanagerIn hinausgehende, Umsetzungsmanagement sicherzustellen.
Anknüpfungspunkte	– Aktuell ist die Beantragung eines Förderprojekts in Vorbereitung, das u. a. Erkenntnisse bei der Bewertung von Kosten und Nutzen geplanter Anpassungsmaßnahmen liefern soll.
Modellprojekt	
Gute Beispiele	– Stabsstelle Klimaschutz und Klimaanpassung der Stadt Neuss
Anmerkungen	– Das Land etabliert einen Fonds für Drittmittelakquisition. Die zuständigen Stellen der beiden Stadtgemeinden können finanzielle Mittel für die Beauftragung externer Unterstützung bei komplexen Antragstellungsverfahren für Klimaanpassungsprojekte beantragen.



Maßnahmenbeschreibung

Es soll geprüft werden, inwieweit die vorliegende Stadtklimaanalyse und der Beiplan Klimaanpassung zum Flächennutzungsplan für die Stadtgemeinde Bremen im Rahmen von räumlich und klimatisch relevanten Planungs- und Genehmigungsverfahren betrachtet und berücksichtigt werden. Darüber hinaus ist zu prüfen, ob diese Planungsinstrumente geeignet sind und welche vertiefenden Studien ggf. benötigt werden, um Anpassungsbelange im Rahmen der vorbereitenden und verbindlichen Bauleitplanung zu stärken.

Zielrichtung	– Ziele M3, G3, G5, G6, U6 (siehe Seite 24)
Federführung	– Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr, Ref. 31 (Naturschutz und Landschaftspflege)
Weitere Akteure	– Stadtplanung, Bauordnung – Bauherren (Wohnungsbaugesellschaften, Unternehmen, Grundstückseigentümer)
Wechselwirkungen	– Beitrag zur nachhaltigen Innenentwicklung durch gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse (insb. Minderung gesundheitlicher Risiken für hitzesensible Personengruppen) sowie funktionsfähige Freiräume für Wasserhaushalt, Wohnumfeld, Naherholung, Biotopvernetzung
Finanzielle Auswirkungen/ Wirtschaftlichkeit	– Die Evaluierung kann im Rahmen der geplanten Überprüfung und Standardentwicklung der Grünordnungsplanung in Bremen durch das Planungs- und Umweltressort erfolgen. – Vertiefende Klimaanalysen werden je nach Anlass vergeben und aus Planungsmitteln, ggf. durch Vorhabenträger, finanziert. Gegebenenfalls sind anlassbezogen zusätzliche Planungsmittel notwendig.
Anknüpfungspunkte	– Verankerung der Grünordnungsplanung in Bremen – Vorbereitende Planungen für das Gebiet der Galopprennbahn Vahr sowie verschiedene Vorhaben der Innenentwicklung in klimatisch weniger günstigen Bereichen oder Frischluftbahnen
Modellprojekte	– Gartenstadt Werdersee, Neues Hulsberg-Viertel sowie weitere städtebaulichen Planungen, welche die Stadtklimaanalyse berücksichtigt haben
Gute Beispiele	– In die Evaluation können Erfahrungen aus anderen Städten mit Stadtklimaanalysen (Hamburg) und schon heute hoher Betroffenheit (z.B. Stuttgart, Karlsruhe) einbezogen werden
Anmerkungen	



3.4 Schlüsselmaßnahmen für die Stadtgemeinde Bremerhaven



Abb. 17

BHV 1 Stadtgebietsweite Bewertung von Überflutungsgefährdungen in Bremerhaven

BHV 2 Konzept für eine wassersensible Stadt- und Freiraumgestaltung

BHV 3 Konzept zum Schutz vor Überhitzung in öffentlichen Gebäuden

BHV 4 Handlungskonzept Stadtbäume

BHV 5 Trinkwasserbereitstellung an Hitzetagen

BHV 6 Leitlinien zur Berücksichtigung der Klimaanpassung in formellen und informellen Planungs- und Entscheidungsprozessen

BHV 7 Umsetzungsmanagement für die Klimaanpassungsstrategie

BHV 8 Klimawandelgerechte Gewerbeflächenentwicklung (am Beispiel Luneplate)

BHV 9 Klimaangepasste Gestaltung und Unterhaltung von Gewässern



SCHLÜSSELMASSNAHME BHV 1

Stadtgebietsweite Bewertung von Überflutungsgefährdungen in Bremerhaven



Maßnahmenbeschreibung

Vor dem Hintergrund des Klimawandels und der damit einhergehenden Zunahme von Starkregenereignissen sind eine nachhaltige Überflutungsvorsorge sowie eine langfristige wassersensible Stadtentwicklung wichtige Bausteine einer kommunalen Anpassungsstrategie. Es ist davon auszugehen, dass die klimabedingte Änderung der Niederschlagswassercharakteristik zu einer Häufung von extremen Niederschlagsereignissen führt.

Im Zuge der Erarbeitung des Klimaanpassungskonzeptes soll für das Stadtgebiet Bremerhaven eine topografische Überflutungsanalyse durchgeführt werden. Hierbei sollen Überflutungsgefahren bei Starkregen und Schwerpunkte der Überflutungsgefährdung identifiziert werden. Dazu ist es notwendig, eine Überflutungsbetrachtung gemäß DWA-M 119 durchzuführen und in diesem Rahmen auf der Grundlage aktueller, hochaufgelöster Laserscan-Daten der Geländeoberfläche von Bremerhaven (DGM2 oder feiner) eine topografische Analyse des Stadtgebietes sowie eine Simulation des Oberflächenabflusses bei Starkregen zu realisieren. Zudem sind Maßnahmen zum Risikomanagement, zur wassersensiblen Stadtentwicklung und zur Information der Öffentlichkeit nur auf Grundlage entsprechender Analysen möglich. Zusätzlich zur topographischen Überflutungsbetrachtung erfolgt eine Überschneidung mit den vorhandenen Vorflutern und dem Kanalnetz. Eine Überschneidung mit dem Thema Hochwasserschutz/Sturmfluten erscheint wahrscheinlich.

Langfristig sollte auch für Bremerhaven die Möglichkeit des Aufbaus eines Auskunft- und Informationssystems (ähnlich wie in dem Bremer Projekt KLAS II, siehe Schlüsselmaßnahme HB 1) geprüft werden.

Zielrichtung	– Ziele G3, G4, G5, G6, M2, U6 (siehe Seite 24)
Federführung	– Umweltschutzamt Bremerhaven, Wasserbehörde
Weitere Akteure	– Entsorgungsbetriebe; BEG logistics GmbH; Stadtplanungsamt; Amt für Straßen- und Brückenbau; Vermessungs- und Katasteramt; BIS mbH; FBG mbH; Untere Naturschutzbehörde; Klimastadtbüro
Wechselwirkungen	<ul style="list-style-type: none"> – Die stadtgebietsweite Bewertung von Überflutungsgefährdungen soll zeitnah die Basis für weitere Planung der Überflutungsvorsorge im Sinne einer „kommunalen Gemeinschaftsaufgabe“ bilden. – Die 2D-Berechnungen können dann bereits bei der Erstellung des neuen Generalentwässerungsplanes (GEP) sehr wichtige Hinweise zu Überflutungsschwerpunkten liefern und stellen damit eine wertvolle Hilfe zur Festlegung der Abarbeitung des GEP dar. – Durch eine systematische Kartierung der Überflutungsgefahren können Infrastrukturträger und Grundstückseigentümer noch stärker für gezielte Maßnahmen zum Objektschutz gegen starkregenbedingte Überflutungen sensibilisiert werden. – Es bestehen Wechselwirkungen mit den Schlüsselmaßnahmen BHV 2 und BHV 6. Die Überflutungsanalysen können im Rahmen von Planungsverfahren die Identifikation sowohl von Gefahrenbereichen als auch von Potenzialflächen für eine naturnahe Regenwasserbewirtschaftung unterstützen.
Finanzielle Auswirkungen/ Wirtschaftlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> – Es entstehen Kosten (ca. 25.000 Euro) für die Bereitstellung von topografischen und hydraulischen Untersuchungen zur stadtgebietsweiten Überflutungsanalyse in Bremerhaven durch externe Gutachter. – Identifizierung von Überflutungsschwerpunkten kann Folgekosten (insb. bauliche Maßnahmen) auf betroffene Bereiche beschränken und damit Kosten senken.
Anknüpfungspunkte	– Anwendung ausgewählter Erkenntnisse aus dem unter Beteiligung Bremerhavener Fachressorts durchgeführten Projekt KLAS und der in diesem Rahmen erarbeiteten Überflutungsanalysen für Bremen.
Modellprojekte	
Gute Beispiele	– Ergebnisse des Projektes KLAS (www.klas-bremen.de)
Anmerkungen	<ul style="list-style-type: none"> – Im Rahmen der Klimaanpassungsstrategie wurde bereits eine durch einen angenommenen Starkregen hervorgerufene Überflutung für das Bremerhavener Stadtgebiet auf der Grundlage eines DGM5 (Digitales Geländemodell) simuliert. Die Ergebnisse dieser Analyse wurden dem Magistrat der Stadt Bremerhaven zur Verfügung gestellt. – Die fachlich beteiligten Akteure sind bereits in Kontakt mit externen Gutachtern, um Untersuchungen zur stadtgebietsweiten Überflutungsanalyse in Bremerhaven erstellen zu lassen.

SCHLÜSSELMASSNAHME BHV 2

Konzept für eine wassersensible Stadt- und Freiraumgestaltung



Maßnahmenbeschreibung

Die naturnahe bzw. ökologische Regenwasserbewirtschaftung soll in Bremerhaven intensiviert werden. Gleichzeitig sollen Rückhaltepotenziale in Siedlungsgebieten gefunden werden, auf die im zukünftigen Starkregenfall zurückgegriffen werden kann.

Hierzu soll eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe „wassersensible Stadtgestaltung“ gegründet werden, die ein Konzept entwickelt, das

- zunächst die ungenutzten Retentionspotenziale sowohl im Entwässerungsnetz als auch in öffentlichen Freiräumen und Gewässern identifiziert,
- eine verbesserte Steuerung und Ausnutzung freier Kapazitäten im Kanalnetz anvisiert,
- Lösungen zur naturnahen Umgestaltung von Gewässern und zur Reaktivierung von Gräben zur Retention von Starkregen unter Beachtung ökologischer Standards aufzeigt,
- in enger Zusammenarbeit mit der Stadtentwässerung und der Stadt- und Landschaftsplanung die Möglichkeiten der Herstellung von Verkehrs- und Freiflächen als temporäre Rückhalteräume für Starkregen (unter Berücksichtigung der Anforderungen an die Verkehrssicherheit) absteckt und
- die Möglichkeiten und Grenzen von Hinweisen oder ggf. verbindlichen Festsetzungen zum Umgang mit Regenwasser im Rahmen der Bauleitplanung prüft.

Zielrichtung	– Ziele G1, G2, G3, G4, M2, U5 (siehe Seite 24)
Federführung	– Umweltschutzamt, Wasserbehörde
Weitere Akteure	<ul style="list-style-type: none"> – Stadtplanungsamt – Amt für Straßen- und Brückenbau – Gartenbauamt – Entsorgungsbetriebe Bremerhaven – Bremerhavener Gesellschaft für Investitionsförderung und Stadtentwicklung mbH (BIS) – BEG logistics GmbH – Seestadt Immobilien – Städtische Wohnungsgesellschaft Bremerhaven (STÄWOG) – Naturschutzbehörde
Wechselwirkungen	– Eine multifunktionale Nutzung von Freiflächen zur Zwischenspeicherung von Niederschlagswasser birgt gestalterische Potenziale für die Stadt- und Freiraumgestaltung und fördert die biologische Vielfalt. Um für diese Synergiepotenziale zu sensibilisieren, empfiehlt sich eine Verbreitung des KLAS-Merkblattes „Wassersensible Stadt- und Freiraumgestaltung“ in der Bremerhavener Planungs- und Bauverwaltung und eine Weiterleitung der Broschüre an beauftragte Fachbüros.
Finanzielle Auswirkungen/ Wirtschaftlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> – Durch die Retention von Niederschlagsspitzen in der Fläche können in erheblichem Maße öffentliche Mittel für kostenintensive Entwässerungseinrichtungen (Regenrückhaltebecken, Staukanäle) eingespart werden. – Aus volkswirtschaftlicher Sicht können durch den kontrollierten Rückhalt auf wenig schadensanfälligen Flächen Personen- und Sachschäden bzw. daraus resultierende Folgekosten vermieden werden. – Maßnahmen können unter Umständen auch als naturschutzfachliche Kompensationsmaßnahmen (nach Bundesnaturschutzgesetz) angerechnet werden.
Anknüpfungspunkte	– Projekt Überflutungsanalyse für Bremerhaven
Modellprojekte	<ul style="list-style-type: none"> – Zukünftiges Gewerbegebiet Luneplate – Quartier am Warrings-Park
Gute Beispiele	<ul style="list-style-type: none"> – Regenrückhaltebecken Luneort – Baugebiet Reinkenheider Forst II – Regenrückhaltebecken Carl-Schurz-Kaserne
Anmerkungen	– Das Klima beeinflusst alle Komponenten des Wasserkreislaufs. Klimatische Veränderungen haben daher weitreichende Konsequenzen für alle wasserbezogenen Nutzungen. Ob und wie stark ein Bereich oder eine Nutzung von den Veränderungen betroffen ist, muss untersucht werden. Gegenwärtig gibt es einige Maßnahmen, die neben der direkten baulichen Anpassung an den Klimawandel prinzipielle positive Auswirkungen haben, z. B. Förderung der biologischen Vielfalt, Renaturierung bestehender Gewässer, viele Maßnahmen aus der Wasserrahmenrichtlinie sowie Maßnahmen aus der wassersensiblen Stadt- und Freiraumgestaltung und der naturnahen bzw. ökologischen Regenwasserbewirtschaftung.

SCHLÜSSELMASSNAHME BHV 3

Konzept zum Schutz vor Überhitzung in öffentlichen Gebäuden



Maßnahmenbeschreibung

Zur Senkung des Kühlenergiebedarfes und zur Erhöhung des Klimakomforts in städtischen Gebäuden in Bremerhaven (Zuständigkeitsbereich Seestadt Immobilien) soll ein Konzept erarbeitet werden, wie durch temporäre oder dauerhafte Sonnenschutzmaßnahmen an den Gebäuden bzw. im angrenzenden öffentlichen Raum eine Abkühlung in den Innenräumen erzielt werden kann. Hierzu soll zunächst eine Bestandsaufnahme und eine Analyse der städtischen Gebäude (inkl. deren klimatischer Umgebung) in Bremerhaven mit Risiko einer hohen Wärmebelastung an heißen Tagen durchgeführt werden. Das Konzept soll insbesondere Maßnahmen zur Verdunstungskühlung und zur Verschattung durch die Verwendung von Pflanzen (insb. Laubbäumen) oder technischen Elementen als auch die Berücksichtigung des Reflexions- und Wärmespeicherverhaltens bei der Gestaltung größerer Oberflächen (z. B. Dächern, Plätzen etc.) beinhalten. Für öffentliche Neubauten soll das Konzept darüber hinaus Strategien für eine bauliche Hitzevorsorge (Gebäudeorientierung, Sonnenexposition, windunterstützte Kühlung, Gebäudegeometrie, Fensteranordnung und -größen) formulieren. Nicht zuletzt sollen Lösungen entwickelt werden, mit denen in den warmen Sommermonaten die Nachtkühlung effektiver genutzt werden kann. Dies umfasst sowohl organisatorische Maßnahmen (z. B. über Hausmeister- oder Sicherheitsdienste) als auch technische Systeme (wie z. B. intelligente Fassaden oder die Installation und automatische Steuerung von Nachtlüftungskappen). Ergänzend sollen auch die Gebäudenutzer gezielt über ein richtiges Verhalten zur Senkung des Energieverbrauches und der laufenden Kosten (insb. zum Lüftungsverhalten) informiert werden.

Zielrichtung	– Ziele G1, G2, M1 (siehe Seite 24)
Federführung	– Seestadt Immobilien
Weitere Akteure	<ul style="list-style-type: none"> – Gartenbauamt – Klimastadtbüro – Stadtplanungsamt
Wechselwirkungen	<ul style="list-style-type: none"> – Die thermische Optimierung hat neben der Erhöhung des Klimakomforts auch Auswirkungen auf den CO₂-Ausstoß und schafft somit Synergien mit dem Klimaschutz. – Durch die Informationskampagne zur Klimaanpassung (siehe Schlüsselmaßnahme LAND 6) kann insbesondere die Umsetzung der verhaltensbezogenen Maßnahmen unterstützt werden. – Die Stadtklimaanalyse (siehe Schlüsselmaßnahme LAND 1) für Bremerhaven kann nützliche Informationen für die Betroffenheitsanalyse städtischer Gebäude liefern. – Es bestehen Synergiepotenziale mit den stadtklimatisch relevanten Schlüsselmaßnahmen zur Sicherung klimarelevanter Grünflächen und -korridore, zum naturnahen Umgang mit Regenwasser und zur Erhöhung des Baumanteils (siehe Schlüsselmaßnahmen LAND 2, BHV 2 und BHV 4).
Finanzielle Auswirkungen/ Wirtschaftlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> – Es werden Kosten für die Einbindung externen, gutachterlichen Sachverständigen entstehen (Analyse, Bestandsaufnahme). – Durch Maßnahmen zur Senkung des Kühlenergiebedarfes können langfristig die laufenden Kosten für die Gebäudebewirtschaftung gesenkt werden.
Anknüpfungspunkte	<ul style="list-style-type: none"> – Laufende und abgeschlossene Energiesparprogramme (Schulen, Kitas) – Planungskonzepte für laufende Neubauten
Modellprojekt	– Monitoring in einem Neubau, z. B. Berufsbildende Schulen Sophie Scholl im Schulzentrum Geschwister Scholl in Bremerhaven
Gute Beispiele	
Anmerkungen	

SCHLÜSSELMASSNAHME BHV 4
Handlungskonzept Stadtbäume



Maßnahmenbeschreibung

Zur Steigerung der Verschattung, der CO₂-Bindung und der Verdunstungskühlung in der Stadt soll ein fachressortübergreifendes Konzept zur Erhöhung des Baumanteils sowie zum zukünftigen Umgang mit bestehenden Stadtbäumen in Bremerhaven erarbeitet werden. Für die zielgerichtete Auswahl guter Standorte sowie zur Optimierung der Baumstandorte in der Stadt gilt es hierbei, Kriterien und integrierte Lösungen zu entwickeln, bei denen die Konflikte der Baumpflanzungen mit den Anforderungen der Straßenraumgestaltung (insb. Leitungen, Parkraum, Stadtbild) gelöst werden.

Im Bestand sollen zum Erhalt von Bäumen und Sträuchern an kritischen Standorten die Baumstandorte optimiert und die Bodeneigenschaften im Wurzelraum verbessert werden. Bäume, deren Erhalt unter Kosten-Nutzen-Aspekten nicht sinnvoll ist, sollten langfristig entfernt bzw. ausgetauscht werden. Bei Neupflanzungen sollen, ausgehend von aktuellen Forschungserkenntnissen, klimaresistente Strauch- und Baumarten bzw. -sorten ausgewählt werden. Hierzu zählen vor allem solche Bäume, die sowohl sommerliche Hitze und Trockenheit überstehen als auch Frost und Kälte bewältigen können. Zudem soll ein möglichst breites Artenspektrum eingesetzt werden, um bei auftretenden Krankheiten oder Schädlingsbefall die Schäden gering zu halten.

Ergänzend zu den genannten Maßnahmen sollen an bestimmten Einzelstandorten innovative Strategien zur Belüftung, Düngung, Bodenverbesserung sowie Bewässerung (z. B. über Zisternen) erprobt werden. In diesem Zusammenhang ist auch der Einsatz erweiterter Pflanzgruben mit Retentionsmöglichkeiten (Baumrigolen oder „stormwater treepits“) insbesondere in überflutungsgefährdeten Lagen zu prüfen.

Zielrichtung	– Ziele U1, U3, G1, G2, M1 (siehe Seite 24)
Federführung	– Gartenbauamt
Weitere Akteure	– Stadtplanungsamt; Amt für Straßen- und Brückenbau; Seestadt Immobilien; Bremerhavener Gesellschaft für Investitionsförderung und Stadtentwicklung mbH (BIS); Städtische Wohnungsgesellschaft (STÄWOG); Entsorgungsbetriebe; Naturschutzbehörde; Leitungsträger; Ausführende Gartenbaufirmen
Wechselwirkungen	<ul style="list-style-type: none"> – Synergiepotenziale: Gesunde Bäume erfüllen vielfältige Funktionen in der Stadt. Sie produzieren Sauerstoff, binden CO₂, filtern Schadstoffe aus der Luft, spenden Schatten, sind temperaturnausgleichend und erhöhen somit die Aufenthaltsqualität, wirken sich positiv auf das Wohnumfeld aus und sind Lebensraum für urbane Fauna. Bei entsprechender Dimensionierung befördern Pflanzgruben die Versickerung und den Rückhalt von Regenwasser und erhalten somit den natürlichen Wasserkreislauf. Optimal versorgte Bäume sind widerstandsfähig gegenüber Krankheiten. – Konfliktpotenziale: Laub kann Straßen, Abläufe und Gewässer verunreinigen und Baumwurzeln können bei beengten Verhältnissen Leitungen beschädigen. Durch die Anpflanzung neuer Baumarten, z. B. in Alleen, kann sich der stadtbildprägende Charakter verändern. Eine ungünstige Standort- bzw. Baumauswahl kann eine zu starke Beschattung von Innenräumen zur Folge haben.
Finanzielle Auswirkungen/Wirtschaftlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> – Es ist eine ausreichende und stetige finanzielle Ausstattung mit Mitteln für die fachgerechte Pflege und Unterhaltung der Bäume erforderlich. – Eine klimagerechte Artenauswahl sowie ein Standort, der den Ansprüchen der Bäume gerecht wird, führen zu einem gesünderen Baumbestand und reduzieren dadurch langfristig die Kosten für Baumpflege und -unterhalt.
Anknüpfungspunkte	<ul style="list-style-type: none"> – Baumkataster der Stadtgemeinde Bremerhaven für alle städtischen Bäume einschl. Gesellschaften – Zukunftsbaumliste Bremerhaven
Modellprojekte	<ul style="list-style-type: none"> – Waldemar-Becké-Platz – Laufende Straßenumbauprojekte (z. B. Borriesstraße, Rickmersstraße)
Gute Beispiele	<ul style="list-style-type: none"> – Stadtbaumkonzept „Bäume in Jena – Stadt- und Straßenbäume im Klimawandel“ – Zukunftsbaumliste der Landeshauptstadt Düsseldorf
Anmerkungen	– Es empfiehlt sich, neue Baumarten und -sorten zunächst an ausgewählten Standorten zu erproben, um ihre Robustheit gegenüber klimatischen Veränderungen im Rahmen des Klimafolgenmonitorings zu beobachten.

SCHLÜSSELMASSNAHME BHV 5
Trinkwasserbereitstellung an Hitzetagen



Maßnahmenbeschreibung

Bei Hitze ist eine ausreichende Flüssigkeitszunahme von großer Bedeutung, um eine Dehydratisierung zu vermeiden. Dies betrifft vor allem sensible Bevölkerungsgruppen wie z. B. ältere Menschen, chronisch Kranke, Kleinkinder oder Obdachlose. Zur besseren Bewältigung von Hitzeperioden, soll für die Bremerhavener Bevölkerung künftig im öffentlichen Raum, insbesondere in öffentlich zugänglichen Gebäuden (z. B. städtischen Gebäuden, im Einzelhandel und ggf. auf öffentlichen Plätzen), kostenloses Trinkwasser bereitgestellt werden. Die Folgen des Klimawandels und die Zunahme der Anzahl älterer Menschen in der Bevölkerung machen es erforderlich, Standorte in Bremerhaven auf ihre Eignung für die Abgabe bzw. Bereitstellung von Trinkwasser zu prüfen. Es soll ein Konzept erarbeitet werden, wie, wo und in welcher Anzahl öffentlich Trinkwasser bereitgestellt wird bzw. Trinkwasserspender in Bremerhaven eingerichtet werden und wie die Einrichtungs- und Folgekosten, insbesondere durch Spenden und/oder Sponsoring, finanziert werden können.

Auf die Trinkspenderstandorte soll in mobilen Medien und/oder ggf. auf Wegweisern hingewiesen werden. Gleichzeitig soll eine Informationskampagne, insbesondere für schutzbedürftige Bevölkerungsgruppen (ohne Zugang zu üblichen mobilen Medien), durchgeführt werden.

Zielrichtung	– Ziel M1 (siehe Seite 24)
Federführung	– N.N.
Weitere Akteure	<ul style="list-style-type: none"> – Gesundheitsamt – Lebensmittelüberwachungs-, Tierschutz und Veterinärdienst des Landes Bremen (LMTVet) – Krankenversicherungen – swb – Seestadt-Immobilien – Stadtplanung – Einzelhandel, Gastgewerbe – Kirchliche Institutionen – Softwaredienstleister (z. B. für die angedachte Brunnen-App)
Wechselwirkungen	<ul style="list-style-type: none"> – Förderung guter Nachbarschaft/sozialer Kontrolle – Positiver Einfluss auf Stadtmarketing/Tourismus/Image – Evtl. Abfallkonflikt durch den Gebrauch von nicht nachhaltigen Trinkgefäßen – Evtl. Raumnutzungskonflikte im öffentlichen Raum (Standortsuche)
Finanzielle Auswirkungen/Wirtschaftlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> – Patenschaften – Kosteneinsparung durch die Einbeziehung von vorhandenen Strukturen – Kosteneinsparung für Bau von Trinkbrunnen bei verstärkter Einbindung Privater Partner – Ggf. Finanzierung der Herstellung und des Betriebes der öffentlichen Trinkspender über Sponsoring (lokale Wirtschaft, swb, Krankenversicherungen)
Anknüpfungspunkte	– Projekt „Nette Toilette“
Modellprojekte	<ul style="list-style-type: none"> – Trinkwasserspender in/an öffentlichen Einrichtungen und/oder in Einkaufspassagen – Bereitstellung von Trinkwasser aus vorhandenen Installationen des Einzelhandels
Gute Beispiele	<ul style="list-style-type: none"> – Trinkwasserbrunnenkarte Nürnberg – „Hitzetelefon Sonnenschirm“ Kassel – „Refill Hamburg“
Anmerkungen	<ul style="list-style-type: none"> – Bedarf einer regelmäßigen Kontrolle der Hygiene der Trinkwasserspender durch die Betreiber im Hinblick auf Verunreinigungen und Krankheitserreger – Barrierefreier und kindgerechter Zugang zu den Trinkwasserspendern – Gute Erreichbarkeit der Spendereinrichtung (ggf. auch in privaten Einkaufsläden möglich) – Nutzbarkeit ohne zusätzliche Trinkgefäße – Vermeidung direkter Sonneneinstrahlung und warmer Standorte von Trinkwasserspendern – Rückgriff auf vorhandene Strukturen erhöht die Umsetzbarkeit



Maßnahmenbeschreibung

Der planerische Umgang mit Klimafolgen stellt seit 2011 im BauGB einen Abwägungsbelang im Rahmen der Bauleitplanung und des Stadtumbaus dar. Seit März 2015 stehen die Stadtgemeinden des Bundeslandes Bremen in der Pflicht, jeweils klimagerechte Stadtentwicklungskonzepte aufzulegen (§ 13 BremKEG). Damit bestehen für die Stadtgemeinde Bremerhaven bereits die formellen Voraussetzungen, nach denen entsprechende Leitlinien zur Anpassung an den Klimawandel ausgearbeitet und umgesetzt werden können, um die Klimaanpassung künftig in die weiteren räumlichen und stadtklimatisch relevanten Planungs- und Entscheidungsprozesse zu integrieren (neben Stadtentwicklungskonzepten wären das z. B. Rahmenpläne, Gewerbeflächenentwicklung, Einzelhandelskonzepte, Städte- und Hochbauwettbewerbe, jedwede öffentlichen Bauvorhaben und Ausschreibungen, Genehmigungsverfahren, städtebauliche Verträge, Gebäudebewirtschaftung). Die Leitlinien sollen einerseits gute Argumente liefern, warum sich die Kommunalverwaltung und die in ihrem Auftrag handelnden Unternehmen verstärkt mit Klimaanpassung auseinandersetzen sollten (Sensibilisierung). Daneben sollen greifbare Planungsanforderungen begründet festgelegt und qualifizierende Hinweise gegeben werden, wie die Belange der Klimaanpassung konkret in formellen Planverfahren, informellen Planungsprozessen und durch Standardisierung von städtebaulichen Verträgen berücksichtigt werden können (Praxishilfe). Um, über die oben genannten stadtplanerischen Schwerpunkte hinaus, zentrale Belange der Anpassung innerhalb der kommunalen Verwaltungsorganisation zu besetzen und in Planungs- und Entscheidungsprozesse über eigene Stellungnahmen einfließen zu lassen, empfiehlt es sich, innerhalb der Verwaltung „Kümmerer“ in Sachen Klimawandel zu benennen. Dazu können Mitarbeiter in Schlüsselpositionen identifiziert bzw. ein neuer Beauftragter ernannt oder eingestellt werden.

Ergänzend zu den Leitlinien sollen die klimarelevanten Grundlagendaten (z. B. die Karten Starkregen, Hitze, Grundwasser) als Planungshinweise auf WebOffice bereitgestellt werden.

Zielrichtung	– Alle Ziele (siehe Seite 24)
Federführung	– Magistratskanzlei – Personalentwicklung, organisatorische Grundsatzangelegenheiten – Seestadt-Immobilien – Stadtplanungsamt
Weitere Akteure	– Alle Fachressorts – Eigenbetriebe und städtische Gesellschaften – Infrastrukturträger – Politik – Externe Planungsbüros
Wechselwirkungen	– Mögliche Interessenskonflikte zwischen Klimaschutz und Klimaanpassung (siehe Anmerkungen)
Finanzielle Auswirkungen/Wirtschaftlichkeit	– Es entstehen einmalige Kosten für Ausarbeitung von Leitlinien und ggf. für eine externe Unterstützung oder für gutachterliche Einschätzungen. – Die frühzeitige Berücksichtigung der klimatischen Veränderungen in Planungsprozessen beugt teuren Fehlplanungen vor und dient dazu, (z. T. kostenintensive) Schäden durch Klimafolgen zu vermeiden oder zu verringern.
Anknüpfungspunkte	– AG zur Leitlinienentwicklung zur Umsetzung des § 13 BremKEG, Personal- und Organisationsausschuss
Modellprojekt	
Gute Beispiele	– Stadtentwicklungsplan Klima Berlin – Handbuch klimagerechte Stadtentwicklung Jena – Klimawandelgerechte Stadtentwicklung (BMVBS)
Anmerkungen	– Klimaanpassung bleibt ein Belang unter vielen und es bedarf immer einer situationsbedingten Abwägung mit anderen Interessen. Insbesondere in Bezug auf den Konflikt zwischen hoher städtebaulicher Dichte (Klimaschutz, Energieeffizienz) und aus Sicht der Klimaanpassung wichtigen Freiflächen können raumplanerische Interessenkonflikte entstehen. Sie sind dann fallbezogen aufzulösen. Darüber hinaus müssen die Leitlinien zur Klimaanpassung auch anderen Herausforderungen wie wirtschaftlichen oder demografischen Veränderungen, Zielen des Strukturwandels und finanziellen Begrenzungen im kommunalen Haushalt Rechnung tragen, sodass es letztlich vor allem um einen flexibleren Umgang mit unterschiedlichen, parallelen Veränderungsprozessen geht. – Da keine gesetzlichen Fristen festgelegt sind, bedarf es der Konkretisierung der Umsetzungszeiträume zur Fest- und Fortschreibung einer klimagerechten Stadtentwicklung.



Maßnahmenbeschreibung

Die Klimaanpassungsstrategie empfiehlt zahlreiche Maßnahmen zur Strategieumsetzung. Hierzu zählt die Schlüsselmaßnahme, innerhalb der Kommunalverwaltungen eine zweifelsfreie Zuständigkeit für die Begleitung und Beobachtung der Strategieumsetzung zu benennen. Angesichts der Maßnahmenfülle sowie der hohen organisatorisch-strukturellen Vielfaltigkeit des Themas und der damit verbundenen Komplexität der Strategieumsetzung muss dazu unstreitig eine neue Stelle eingerichtet werden. Zu deren Kernaufgaben wird gehören, geeignete Umsetzungsstrukturen innerhalb des Magistrats zu identifizieren, ggf. deren Einrichtung zu initiieren sowie über diese Strukturen eine strategische Klimaanpassung zu aktivieren. Der Aktivierungsgrad wird durch ein Monitoring regelmäßig dokumentiert. Anhand des Monitorings sind Hemmnisse zu analysieren und Lösungsvorschläge zur Nachsteuerung zu entwickeln. Wo nötig, soll den Fachämtern Hilfestellung bei der Akquise von Drittmitteln zur Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen gegeben werden. Darüber hinaus ist der verwaltungsinterne Austausch zur Klimaanpassung auszubauen, die Verbindung des Magistrats zu bundes- und landespolitischen Ebenen und Einrichtungen sicherzustellen und die Positionierung Bremerhavens in interkommunalen Netzwerken zu gewährleisten. Im Rahmen verwaltungsinterner und interkommunaler Netzwerke ist der Austausch in Fragen der Klimaanpassung zu fördern.

Dazu werden Fördermittel für den Einsatz einer KlimaanpassungsmanagerIn zur Begleitung der Strategieumsetzung beim Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) beantragt.

Zielrichtung	– Ziele Ü1, Ü2, Ü3 (siehe Seite 24)
Federführung	– Klimastadtbüro
Weitere Akteure	– Fachämter, Referate, Magistratskanzlei
Wechselwirkungen	– Synergien: Durch ein dauerhaft institutionalisiertes Umsetzungsmanagement können der Wissenstransfer in Sachen Klimaanpassung (siehe Schlüsselmaßnahme LAND 6) sowie die Berücksichtigung der Leitlinien zur Klimaanpassung in Planungs- und Entscheidungsprozessen (siehe Schlüsselmaßnahme BHV 6) begleitet und unterstützt werden. Klimaschutzmaßnahmen können unter dem Aspekt der Anpassung neu überlegt werden (Ausschluss einer „Übersteuerung“). Erhöhte Widerstandsfähigkeit lokaler Wertschöpfungsketten gegen schleichende Umweltveränderungen. – Konfliktpotenziale: Organisatorische Anpassungen berühren Einflussphären, Friktionen mit existenten Leitlinien, unklare Zuständigkeiten bei Maßnahmen mit dem Charakter von Querschnittsaufgaben, Überforderung durch „noch ein“ Klimathema
Finanzielle Auswirkungen/Wirtschaftlichkeit	– Die Zuwendung für die Einstellung einer KlimaanpassungsmanagerIn durch einen nicht rückzahlbaren Zuschuss erfolgt voraussichtlich mit deutlich mehr als 50 % der zuwendungsfähigen Ausgaben. – Langfristig günstige Beeinflussung lokaler Wertschöpfungsketten (Robustheit)
Anknüpfungspunkte	– Mit dem Klimastadtbüro besteht bereits eine Koordinierungsstelle für die Umsetzung des Klimastadtprozesses.
Modellprojekt	
Gute Beispiele	– Stabsstelle Klimaschutz und Klimaanpassung der Stadt Neuss – „Positionspapier Anpassung an den Klimawandel – Empfehlungen und Maßnahmen der Städte“ (Deutscher Städtetag 2012, S. 15)
Anmerkungen	

SCHLÜSSELMASSNAHME BHV 8

Klimawandelgerechte Gewerbeflächenentwicklung (am Beispiel Luneplate)



Maßnahmenbeschreibung

Der Klimawandel stellt auch die Wirtschaft vor große Herausforderungen. Unternehmen können durch eine nachhaltig ausgerichtete Wirtschaftsweise dazu beitragen, sowohl das Ausmaß des zukünftigen Klimawandels zu begrenzen als auch ihre Schadensanfälligkeit gegenüber den nicht mehr zu vermeidenden Klima- und Wettereinwirkungen zu verringern. Durch geeignete Rahmenbedingungen, die bereits bei der Erschließung von neuen Gewerbeflächen berücksichtigt werden, können die angesiedelten Unternehmen hierbei unterstützt werden. Am Beispiel der Entwicklung eines nachhaltig ausgerichteten Gewerbegebiets auf der Luneplate in Bremerhaven sollen hierfür geeignete Maßnahmen identifiziert und evaluiert werden. Zur Übertragbarkeit der Ergebnisse soll ein Leitfaden erstellt werden, der Handlungsempfehlungen zur Grundstücks- und Flächenentwässerung, Versiegelung, Dachbegrünung, Gebäudestellung und zu klimawandeltauglichen Baumbepflanzungen beinhaltet.

Zielrichtung	– G1, G2, G3, G4, G5, G6, M1, M2, U1 (siehe Seite 24)
Federführung	– Bremerhavener Gesellschaft für Investitionsförderung und Stadtentwicklung mbH (BIS)
Weitere Akteure	– Umweltschutzamt – Stadtplanungsamt – BEG logistics GmbH – Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr, Ref. 20 (Umweltinnovationen & Anpassung an den Klimawandel)
Wechselwirkungen	– Die klimagerechte Gewerbegebietsentwicklung wird Wechselwirkungen zu weiteren Schlüsselmaßnahmen für Bremerhaven erzeugen (Konzept für eine wassersensible Stadt- und Freiraumgestaltung, Konzept zum Schutz vor Überhitzung in öffentlichen Gebäuden und Handlungskonzept Stadtbäume).
Finanzielle Auswirkungen/Wirtschaftlichkeit	– Umsetzung der Maßnahme erzeugt Ressourcenbedarf. – Durch die Verringerung von Sachschäden durch Überflutungen und Sturm entstehen finanzielle Vorteile für die auf der Fläche angesiedelten Unternehmen. – Die Maßnahme hat Leuchtturmcharakter und erhöht aufgrund des besonderen Image die Chance zur Ansiedlung neuer Unternehmen. – Durch die Verbesserung des Stadtklimas und der Lebensqualität können gesamtwirtschaftliche Vorteile erreicht werden.
Anknüpfungspunkte	– Kooperationsvertrag zwischen BIS und dem Climate Service Center Germany (GERICS)
Modellprojekt	– Luneplate
Gute Beispiele	– Gewerbeflächen im Klimawandel – klimAix-Leitfaden für klimagerechte Gewerbeflächenentwicklung (inkl. Anfälligkeits-Check für Unternehmen), gefördert vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) im Rahmen des ExWoSt-Forschungsprogramms – Projekt „Green Economy“, gefördert aus Mitteln der „Gemeinschaftsaufgabe Verbesserung der Regionalen Wirtschaftsstruktur“ (GRW)
Anmerkungen	– Wichtige Voraussetzung für die Umsetzung der Maßnahme bildet die Fortführung des GRW-Projektes „Green Economy“, das derzeit bis zum 31.12.2018 befristet ist.

SCHLÜSSELMASSNAHME BHV 9

Klimaangepasste Gestaltung und Unterhaltung von Gewässern



Maßnahmenbeschreibung

Damit die Folgen der klimatischen Veränderungen der Luft- und Wassertemperatur gering gehalten werden, sollen oberirdische Gewässer sowie strukturell beeinträchtigte Gewässer in Bremerhaven naturnah weiterentwickelt werden. Begleitend zu den genannten Maßnahmen sind Analysen zu kostengünstigen und gleichzeitig schonenden Methoden zur regelmäßigen Entschlammung von angestauten Gewässern und Stillgewässern durchzuführen.

Zielrichtung	– Ziele G4, U3, U4, U6 (siehe Seite 24)
Federführung	– Naturnahe Gewässerentwicklung: Umweltschutzamt, Wasserbehörde – – Pflege und Entwicklung der Stillgewässer: Gartenbauamt
Weitere Akteure	– Entsorgungsbetriebe Bremerhaven – BEG logistics GmbH – Stadtplanungsamt – Bremerhavener Gesellschaft für Investitionsförderung und Stadtentwicklung mbH (BIS) – Naturschutzbehörde
Wechselwirkungen	– Durch den Schutz der Gewässer vor Einträgen aus der Regenwasserkanalisation können Sauerstoffdefizite reduziert werden.
Finanzielle Auswirkungen/Wirtschaftlichkeit	– Maßnahmen zur naturnahen Gewässergestaltung werden beim Senator für Bau und Umwelt beantragt.
Anknüpfungspunkte	– Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie im Land Bremen – Alternativenprüfung zur Gewässerentschlammung durch limnologische Ingenieurbüros
Modellprojekt	– Revitalisierung der Neuen Aue
Gute Beispiele	
Anmerkungen	– Erhöhte Wassertemperaturen führen dazu, dass die Sauerstoffaufnahme im Gewässer sinkt, gleichzeitig finden verstärkt Stoffwechsel- und Abbauprozesse statt, die wiederum Sauerstoff verbrauchen. Sauerstoffdefizite können zu Algenbildung und Fischsterben führen.

3.5 Schlüsselmaßnahmen für das Land Bremen



ABB. 18

LAND 1 Bedarfsprüfung für eine Stadtklimaanalyse für Bremerhaven



LAND 2 Fachkarte zur Sicherung und Weiterentwicklung klimatisch relevanter Grünflächen und -korridore in Bremerhaven



LAND 3 Monitoring des Grundwassers



LAND 4 Adaptives und phänologisches Schutzgebietsmanagement



LAND 5 Sicherstellung langfristig klimawandelgerechter Küstenschutzsysteme



LAND 6 Informationskampagne zur Klimaanpassung für Politik, Verwaltung, Wirtschaft und Öffentlichkeit



LAND 7 Integriertes Konzept zur Bewältigung von Extremwetterereignissen



LAND 8 Klimaanpassungskonzepte für die Hafenanlagen in Bremen und Bremerhaven



LAND 9 Modellierung klimawandelbedingter Grundwasseränderungen im Land Bremen



SCHLÜSSELMASSNAHME LAND 1 Bedarfsprüfung für eine Stadtklimaanalyse für Bremerhaven



Maßnahmenbeschreibung

Es soll geprüft werden, inwieweit ein Bedarf besteht, für die Stadtgemeinde Bremerhaven eine Stadtklimaanalyse durchzuführen. Hierzu sollen zunächst die Ergebnisse der Temperaturmessfahrten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) ausgewertet werden. 2017 soll die Arbeitsgruppe zum Landschaftsprogramm (LAPRO) entscheiden, ob aus Sicht des Landes ein Bedarf an weiterführenden Modellierungen besteht oder ob eine kartografische Analyse und Darstellung der Stadtklimatope bzw. des Versiegelungsgrades für die Stadtgemeinde Bremerhaven ausreichend ist.

Zielrichtung	– Ziele M1, G3, G5, G6, U6 (siehe Seite 24)
Federführung	– Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr, Ref. 31 (Naturschutz und Landschaftspflege)
Weitere Akteure	– Arbeitsgruppe LAPRO Bremerhaven
Wechselwirkungen	– Klärung geeigneter Planungsgrundlagen für die Sicherung und Entwicklung stadtklimatisch wirksamer Grünflächen und Grünkorridore in Bremerhaven (siehe Schlüsselmaßnahme LAND 2).
Finanzielle Auswirkungen/Wirtschaftlichkeit	– Die Bedarfsprüfung erfolgt im Rahmen der Bearbeitung des Landschaftsprogramms Bremen, Teil Bremerhaven, ohne Mehrkosten.
Anknüpfungspunkte	– LAPRO Bremen, Teil Bremerhaven
Modellprojekte	
Gute Beispiele	– Stadtklimaanalyse für die Stadtgemeinde Bremen
Anmerkungen	

SCHLÜSSELMASSNAHME LAND 2

Fachkarte zur Sicherung und Weiterentwicklung klimatisch relevanter Grünflächen und -korridore in Bremerhaven



Maßnahmenbeschreibung

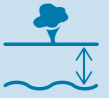
Im Rahmen des Landschaftsprogramms für Bremerhaven soll eine Fachkarte erstellt werden, welche die stadtklimatisch relevanten Grünflächen und Grünkorridore darstellt und Planungshinweise zur Verbesserung der bioklimatischen Situation in verdichteten und thermisch vorbelasteten Siedlungsräumen gibt. Die Fachkarte soll auch Hinweise geben, in welchen Stadtgebieten Frischluftbahnen durch die Entwicklung angrenzender Brachflächen zu Grünflächen gestärkt werden können.

Als begleitende Maßnahme soll ein Brachflächenkataster für Bremerhaven erarbeitet werden. Darüber hinaus sollen Steuerungsgruppen zwischen Naturschutz und Landwirtschaft bzw. Naturschutz und Gewerbe zur klimagerechten Lösung von Flächennutzungskonflikten (unter Einbindung des Landkreises Cuxhaven) etabliert werden.

Zielrichtung	– Ziele G2, G4, U3, U5, U6, M1 (siehe Seite 24)
Federführung	– Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr, Ref. 31 (Naturschutz und Landschaftspflege)
Weitere Akteure	– Gartenbauamt Bremerhaven – Stadtplanungsamt Bremerhaven – Naturschutzbehörde
Wechselwirkungen	– Der Erhalt von Kaltluftentstehungsgebieten und Kaltluftbahnen kann (in Ergänzung zu weiteren Begrünnungsmaßnahmen wie Baumpflanzungen etc.) eine hohe Bedeutung für den Schutz vor zunehmenden Hitzebelastungen in der Stadt haben. – Es bieten sich Synergiepotenziale mit dem Überflutungsschutz durch die Vermeidung bzw. Reduzierung der Versiegelung und die Nutzung der Freiräume als (temporäre) Rückhalteflächen von Starkregenabflussspitzen (siehe Schlüsselmaßnahmen HB 4, BHV 2 und BHV 4). – Die Sicherung von Grünflächen und Grünkorridoren wirkt dem Verlust von erlebbarer Biodiversität in der Stadt entgegen.
Finanzielle Auswirkungen/Wirtschaftlichkeit	– Die Erstellung der Fachkarte erfolgt im Rahmen der gesetzlichen Pflichtaufgabe der Landschaftsplanung und verursacht keine Mehrkosten. Durch die Ermittlung von „Hotspots“ für bioklimatische Ausgleichsmaßnahmen und für die Sicherstellung der Kaltluftentstehung und -zufuhr können die Kosten der Hitzevorsorge, z. B. für Kühlmaßnahmen in den innerstädtischen Überwärmungsgebieten oder für die Betreuung von sensiblen Bevölkerungsgruppen an Hitzetagen gesenkt werden.
Anknüpfungspunkte	– Landschaftsprogramm Bremen, Teil Bremen
Modellprojekt	
Gute Beispiele	– Planungshinweiskarte für die Landeshauptstadt Düsseldorf – Städtebaulicher Rahmenplan Klimaanpassung Karlsruhe
Anmerkungen	– Die Erstellung und Pflege eines Brachflächenkatasters setzt eine personelle Besetzung der Grünordnung im Gartenbauamt der Stadtgemeinde Bremerhaven voraus.

SCHLÜSSELMASSNAHME LAND 3

Monitoring des Grundwassers



Maßnahmenbeschreibung

Bremen unterhält seit Mitte der 1950er Jahre ein Grundwasserniveaumessnetz mit umfangreichem Datenbestand. Die Erhebung erfolgt mit dem Ziel, sowohl die Auswertung, Analyse und Interpretation bestehender Daten durchzuführen als auch die räumliche und fachliche Optimierung des Messnetzes zu erreichen. Unter anderem sollen aufbauend auf den bisherigen Arbeiten des Geologischen Dienstes für Bremen (GDfB) die durch den Klimawandel bedingten Veränderungen des Grundwassers im Rahmen des optimierten Monitorings weitergehend modelliert und analysiert werden. Im Zusammenhang mit den langfristig prognostizierten Niederschlagsverschiebungen in Bremen und Bremerhaven sollen durch weitere Messpunkte und kürzere Messungszyklen sowie durch die weitergehende Optimierung der kurzfristigen Datenverfügbarkeit flächendeckend die gefährdeten Gebiete für Setzungen oder Vernässungen identifiziert werden.

Neben dem Grundwasserniveaumessnetz verfügt Bremen über 150 Messstellen zum Monitoring der Grundwasserqualität. Seit 1986 erfolgt die systematische Erfassung der Qualität des Grundwassers über das Grundmessnetz sowie Sondermessnetze mit Messstellen zur Qualität der Wasserversorgung, Emittentenmessstellen und Schadensfallmessstellen. Unter Verwendung der Daten beider Messnetze soll in Bremerhaven das Monitoring im Hinblick auf eine möglicherweise zunehmende Versalzung des Grundwassers infolge eines beschleunigten Anstiegs des Meeresspiegels intensiviert werden. Die Ergebnisse des Monitorings zu den klimawandelbedingten Veränderungen sollen in die digitale Datenbasis des Geologischen Dienstes für Bremen zur internen Nutzung der Verwaltung im Land Bremen („Geoplan“) übernommen werden.

Zielrichtung	– Ziele G3, U4, U5, U7 (siehe Seite 24)
Federführung	– Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr, Ref. 32 (Wasserwirtschaft, Hochwasser-, Küsten- und Meeresumweltschutz) und Ref. 33 (Qualitative Wasserwirtschaft, Gewässerschutz, Abwasserbeseitigung)
Weitere Akteure	– Geologischer Dienst für Bremen (GDfB) – Magistrat der Stadt Bremerhaven – Geoinformation Bremen
Wechselwirkungen	– Es bestehen Synergiepotenziale mit der Modellierung der Grundwasseränderungen (Schlüsselmaßnahme LAND 9) – Bewertung der Informationen zur Versalzung des Grundwassers in Bremerhaven hinsichtlich möglicher Auswirkungen auf die Trinkwassergewinnung. – Die im Rahmen des Monitorings generierten Informationen könnten ggf. mit dem Auskunft- und Informationssystem Starkregenvorsorge (siehe Schlüsselmaßnahme HB 1) verbunden werden, um hier Synergien zu erzielen.
Finanzielle Auswirkungen/Wirtschaftlichkeit	– Durch die Aufbereitung der vorhandenen Datengrundlagen und durch die frühzeitige Sensibilisierung für Maßnahmen zum Schutz vor Vernässung oder Setzungen können Sachschäden und daraus entstehende Folgekosten vermieden bzw. minimiert werden.
Anknüpfungspunkte	– Fortführung des „Geoplan“, inkl. der Grundwasser- und Geotechnischen Planungskarte Bremerhaven – Untersuchungen zu klimabedingten Änderungen des Grundwasserstandes in Bremen (SUBV und GDfB)
Modellprojekt	– Vorläufige Auswertungen lassen vermuten, dass insbesondere Teile von Bremen-Findorff sehr sensibel auf Starkregenereignisse reagieren und es dort verstärkt zu Vernässungen durch aufsteigendes Grundwasser kommen kann. Allerdings sind weder die Datengrundlage noch die zur Verfügung stehenden Messstellen für eine qualifizierte Auswertung dieser Frage ausreichend. Das bisher bestehende Monitoring ist daher entsprechend anzupassen.
Gute Beispiele	
Anmerkungen	– Die Untersuchungen sollten mit einer Optimierung und Modernisierung der bestehenden Grundwassermessnetze einhergehen.

SCHLÜSSELMASSNAHME LAND 4

Adaptives und phänologisches Schutzgebietsmanagement



Maßnahmenbeschreibung

Die auf Monitoring basierende Fortschreibung von Managementplänen und die flexibel auf die jeweilige Witterung eingehende Gebietsbetreuung (adaptives und phänologisches Schutzgebietsmanagement) in Bremen und Bremerhaven sollen, in Kooperation mit den landwirtschaftlichen Betrieben, verstetigt und ausgeweitet werden.

Zielrichtung	– Ziele U1, U2 (siehe Seite 24)
Federführung	– Für die Stadt Bremen und die Natura-2000-Gebiete im Land Bremen: der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr, Ref. 31 (Naturschutz und Landschaftspflege) – Für das übrige Stadtgebiet von Bremerhaven: Magistrat (Umweltschutzamt)
Weitere Akteure	– Stadt Bremen: Hanseatische Naturentwicklung GmbH, Bund für Umwelt und Naturschutz Landesverband Bremen e. V., Stiftung NordWest Natur, Deichverbände, weitere mit Managementaufgaben beauftragte Personen und Institutionen, landwirtschaftliche Betriebe als Kooperationspartner – Stadt Bremerhaven: bremenports, Stiftung Rohniederung, ggf. weitere beauftragte Institutionen
Wechselwirkungen	– Schutz, Pflege und Entwicklung von Natur und Landschaft sowie der biologischen Vielfalt, der Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts sowie des Erholungswerts stadtnaher Freiräume – Sicherung von Einkommensmöglichkeiten für umweltschonend wirtschaftende landwirtschaftliche Betriebe, insbesondere Förderung boden- und gewässerschonender sowie die Biodiversität schützender Bewirtschaftungsmethoden – Beitrag zur Erreichung der Qualitätsziele nach EU-Wasserrahmenrichtlinie für Grundwasser und Oberflächengewässer – Bewirtschaftungsauflagen dürfen den Fortbestand der landwirtschaftlichen Betriebe nicht zusätzlich gefährden.
Finanzielle Auswirkungen/Wirtschaftlichkeit	– Die Maßnahme ist erforderlich, um rechtliche Verpflichtungen zur Sicherung des Status quo und Erreichung spezifischer Entwicklungsziele (Europäisches Schutzgebietsnetz Natura 2000, naturschutzrechtliche Kompensationsverpflichtungen) dauerhaft, auch unter den Bedingungen des Klimawandels, zu erfüllen. Mehraufwendungen wie z. B. durch die Aufnahme klimasensibler Arten in das bestehende Monitoring sind wirtschaftlich, weil sie eine Überprüfung des Kosten-Nutzen-Verhältnisses von Maßnahmen induzieren und Anpassungen sowohl von Maßnahmen als auch von Zielen begründen können.
Anknüpfungspunkte	– Die Maßnahme ist in den Natura-2000-Gebieten in Bremen und Bremerhaven etabliert; eine Ausweitung auf Grünlandgebiete mit regionaler Naturschutzbedeutung setzt eine zusätzliche Finanzierung voraus. – In Bremerhaven besteht mit der Zweckbestimmung der 2016 gegründeten Stiftung Rohniederung und der geplanten Aufwertung der Rohniederung zum Naturschutzgebiet ein Anknüpfungspunkt.
Modellprojekt	
Gute Beispiele	– Das bestehende Management der Natura-2000-Gebiete ist Vorbild für die beabsichtigte Ausweitung.
Anmerkungen	– Die Sicherung der Finanzierung beruht bisher im Wesentlichen auf einer Kofinanzierung durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER) und das Aufkommen nach dem Bremischen Wasserentnahmegebührengesetz (BremWEGG). Das entsprechende Förderprogramm ist im siebenjährigen Turnus gemeinsam mit Niedersachsen neu aufzustellen. – Aus Landessicht hat die Finanzierung des Schutzgebietsmanagements in den Natura-2000-Gebieten höchste Priorität.

SCHLÜSSELMASSNAHME LAND 5

Sicherstellung langfristig klimawandelgerechter Küstenschutzsysteme



Maßnahmenbeschreibung

Angesichts der Unsicherheiten, mit denen die Klimaprojektionen verbunden sind, sollen die im Generalplan Küstenschutz (siehe Anmerkungen) gelisteten Maßnahmen kontinuierlich überprüft und ggf. angepasst werden. Dadurch soll sichergestellt werden, dass die Schutzzeineinrichtungen und Notfallsysteme anhaltend funktionsfähig bleiben. Um gleichzeitig die Entwässerung des Binnenlandes unter Berücksichtigung des Meeresspiegelanstiegs dauerhaft zu gewährleisten, sollen u. a. die untergeordneten Gewässer (Gräben) neu erfasst werden. Außerdem soll untersucht werden, ob die Leistungsfähigkeit im Hinblick auf die gestiegenen Anforderungen infolge des Klimawandels noch ausreichend ist. In diesem Zusammenhang soll auch geprüft werden, ob die Schöpfwerke zur Binnenentwässerung noch ausreichend dimensioniert sind oder zukünftig ausgebaut bzw. ergänzt werden müssen. Des Weiteren soll die Vulnerabilität kleinerer Flussläufe in Hinsicht auf Extremereignisse bei gleichzeitig auftretenden Sturmfluten untersucht und ggf. Strategien zur Vermeidung oder Verminderung nachteiliger Folgen im Rahmen eines integrierten Hochwasserrisikomanagements aufgestellt werden. Daneben soll die Leistungsfähigkeit von Gewässern 2. und 3. Ordnung vor dem Hintergrund gestiegener Anforderungen infolge des Klimawandels systematisch aufgenommen und analysiert werden.

Zielrichtung	– Ziele G6, G7, M2 (siehe Seite 24)
Federführung	– Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr, Ref. 32 (Hochwasser- und Küstenschutz)
Weitere Akteure	– Der Senator für Wirtschaft, Arbeit und Häfen (SWAH) – Deichverbände am rechten Weserufer (DVR) und am linken Weserufer (DVL)
Wechselwirkungen	– Synergiepotenziale bestehen mit jedem Bereich der Wasserwirtschaft, wie der Stadtentwässerung, KLAS oder auch der Stadtentwicklung. – Die genannten Maßnahmen müssen einhergehen mit einer Fortschreibung der Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten und der Umsetzung der Maßnahmen des Hochwasserrisikomanagementplanes sowie der Generalpläne Küstenschutz.
Finanzielle Auswirkungen/Wirtschaftlichkeit	– In Bremen sollen 65 % (rund 52 km) der Landesschutzdeiche mit einem Kostenvolumen von 279 Millionen Euro bis 2030 erhöht und verstärkt werden. Bei einem weiteren Meeresspiegelanstieg können die Kosten jedoch über dem vorgesehenen Ausgabenniveau liegen. Durch ein Monitoring des Meeresspiegels und der Sturmwasserstände sowie durch eine dauerhafte Überprüfung der Klimaprojektionen für das Land können potenzielle Folgekosten für nachträgliche Anpassungen reduziert werden. – Im Falle des Versagens der Deichanlagen können sowohl Personen- als auch Sachschäden bei öffentlichen Infrastruktursystemen und im privaten Sektor entstehen. Durch eine klimawandelgerechte Sicherstellung des Küstenschutzes lassen sich die daraus resultierenden Kosten minimieren. Zudem können kostenintensive Maßnahmen zum Objektschutz an Gebäuden und Infrastrukturen vermieden werden.
Anknüpfungspunkt	– Generalplan Küstenschutz
Modellprojekte	
Gute Beispiele	– Generalplan Küstenschutz (Teile 1 & 3) – BMBF-Projekt im Förderrahmen Regionales Wasserressourcen-Management für den nachhaltigen Gewässerschutz in Deutschland (ReWaM): „Sicherstellung der Entwässerung küstennaher, urbaner Räume unter Berücksichtigung des Klimawandels“ (StuCK)
Anmerkungen	– Rund 86% des Landes Bremen sind potenziell durch Hochwasser gefährdet. Innerhalb dieser Gebiete leben rund 515.000 Menschen. Daher ist der Schutz vor Hochwasser von jeher eine existenzielle Aufgabe Bremens. Neben dem im Binnenland durch Niederschläge und Schneeschmelze entstehenden Hochwasser an der Ober- und Mittelweser, Geeste, Wümme, Lesum, Ochtum, Ihle, Schönebecker Aue, Beckedorfer Beeke und Blumenthaler Aue besteht für Bremen zusätzlich die Gefahr durch Sturmfluten von der Nordsee, die zu sehr hohen Wasserständen führen können. Treffen eine Sturmflut und ein Binnenhochwasser aufeinander, ergibt sich eine besondere Bedrohungslage. Mit dem Klimawandel wird der Deichschutz in Bremen und Bremerhaven zukünftig noch mehr an Bedeutung gewinnen. Das Land hat 2007 gemeinsam mit dem Land Niedersachsen den Generalplan Küstenschutz aufgestellt, der alle aus jetziger Sicht notwendigen Maßnahmen umfasst. Auch der durch die globale Erwärmung zu erwartende Anstieg des Meeresspiegels und die Sturmfluthäufigkeit werden in diesem Generalplan berücksichtigt. Zum einen wurde der für die Bemessung der Küstenschutzanlagen zugrundeliegende jeweilige Extremwasserstand um einen Klimazuschlag von 50 cm erhöht. Zum anderen wurde das sogenannte konstruktive Klimavorsorgemaß eingeführt. Dieses sieht vor, dass bei allen Baumaßnahmen bereits konstruktiv eine evtl. später notwendige Erhöhung um 75 cm eingeplant wird.



Maßnahmenbeschreibung

Die Kommunikationsmaßnahmen zum Klimawandel sollen fortgeführt, intensiviert und ergänzt werden. In enger Zusammenarbeit des Landes mit den beiden Stadtgemeinden sollen geeignete Kommunikationsstrukturen und Instrumente genutzt werden, um öffentliches Bewusstsein zu schaffen sowie Wissen über Klimafolgen und Anpassungsmöglichkeiten aufzubauen.

Über eine zielgruppenspezifische Ansprache soll dabei einerseits die Notwendigkeit und die Bedeutung der Klimaanpassung für die Lebensqualität in den Stadtgemeinden hervorgehoben werden. Darüber hinaus soll in der Öffentlichkeit ein Bewusstsein für die Risiken durch Klimaveränderungen geschaffen werden (Risikokommunikation), aber auch der Nutzen von Klimaanpassungsmaßnahmen vermittelt werden (Nutzenkommunikation). Hierzu gilt es, vorhandene Kommunikationsansätze weiter auszubauen und zu ergänzen, d. h. die fachbezogene Kommunikation zu unterstützen, vor allem um BürgerInnen und Unternehmen zur Eigenvorsorge zu motivieren.

Der Wissenstransfer soll generell über unterschiedliche Medien und Methoden erfolgen. Denkbar sind beispielsweise auch Bildungs- und Schulungskonzepte, Informationsveranstaltungen, Beratungsdienstleistungen, Handlungsleitfäden etc.

Zielrichtung	– Ziele G3, G5, M2, Ü2 (siehe Seite 24)
Federführung	– Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr, Ref. 20 (Umweltinnovationen & Anpassung an den Klimawandel), in Zusammenarbeit/Abstimmung mit der ressortübergreifenden Arbeitsgruppe und den jeweils zuständigen Stellen
Weitere Akteure	<ul style="list-style-type: none"> – Bedarfsbezogen alle senatorischen Behörden und Ämter – hanseWasser – Verbraucherschutz – Umweltberatung Bremen – Architekten-, Industrie- und Handwerkskammern – Handelskammer Bremen – Wirtschaftsförderung Bremen – Quartiersmanagement – Natur- und Umweltschutzverbände – Verkehrsverbände
Wechselwirkungen	– Sensibilisierung und Kommunikation erfolgt u. a. bei jeder Maßnahmenumsetzung. Diese Erfahrungen können in einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess sukzessive im Rahmen weiterer Kommunikations-, Beratungs- und Informationsinstrumente genutzt werden.
Finanzielle Auswirkungen/Wirtschaftlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> – Es können einmalige Kosten für Beratungsdienstleistungen und für Erstellung von Informationsprodukten (Leitfäden, Internetseiten, Ausstellungs- und Schulungsformate) entstehen. – Objektschutz und Verhaltensvorsorge sind private Aufgaben. – Aus volkswirtschaftlicher Sicht können durch die Schaffung eines breiten Bewusstseins für die Risiken des Klimawandels und für die Notwendigkeit einer Anpassung zukünftige Personen- und Sachschäden bzw. daraus resultierende Folgekosten vermieden werden.
Anknüpfungspunkte	<ul style="list-style-type: none"> – KLAS Auskunfts- und Informationssystem zur Starkregenvorsorge – Vorhandene Beratungsformate zum Objektschutz („Wie schütze ich mein Haus gegen Wasser von unten und oben?“, „Bremer Häuser im Klimawandel“) des Bremer Umweltressorts und der hanseWasser
Modellprojekt	
Gute Beispiele	<ul style="list-style-type: none"> – „Hitzetelefon Sonnenschirm“, Kassel – StEB Köln: Leitfaden und Informationsveranstaltungen zur Starkregenvorsorge für Hauseigentümer, Bauwillige und Architekten – Lippeverband: „Stark gegen Starkregen“
Anmerkungen	



Maßnahmenbeschreibung

Um Extremwetterereignisse in Zukunft gemeinsam in Bremen und Bremerhaven noch besser bewältigen zu können, soll – ergänzend zu bestehenden Notfallstrategien – in Zusammenarbeit mit den beiden Stadtgemeinden ein integriertes Konzept entwickelt werden, das im Zusammenhang mit dem Klimawandel auf eine Optimierung der Daseinsvorsorge und auf einen verstärkten Austausch zwischen Einsatzkräften, Behörden und freiwilligen Helfern abzielt. Durch eine Krisensimulation (z. B. in Form eines Planspiels) für verschiedene Ereignisszenarien mit Bezug zum Klimawandel (Stromausfall, Überflutung, lange Trockenheit, extreme Hitze etc.) sollen die Arbeitsweisen, Handlungsabläufe und die notwendigen Grundvoraussetzungen der jeweiligen Akteure für die Ereignisbewältigung kommuniziert und in einem ressortübergreifenden Handlungskonzept abgestimmt werden. Hierzu zählen beispielsweise:

- die Weiterentwicklung und Etablierung von (Früh-)Warnsystemen und der Verbreitungswege, über die Warnungen herausgegeben werden (inkl. Vorbereitung und Vorformulierung von Warn- und Verhaltenshinweisen für unterschiedliche Ereignistypen),
- die Erfassung aller Notstromaggregate und Schnittstellen zur Weitergabe dieser Informationen an alle notwendigen Stellen und die Identifizierung von Einrichtungen, die in unterschiedlichen Gefahrensituationen prioritär mit Notstrom versorgt werden,
- der Einsatz von Notstromaggregaten in extremwetterbedingten Gefahrensituationen,
- die Vertiefung und Ergänzung vorhandener Risikoanalysen (durch Unternehmen und Infrastrukturträger),
- ein Notfallmanagement für verkehrsrelevante Unterführungen und Rettungsrouten (auf Basis von KLAS),
- Objektschutzmaßnahmen für sensible und kritische Infrastrukturen in gefährdeten Bereichen sowie
- die fachübergreifende Koordinierung der Aufräum- und Reparaturmaßnahmen nach einem Extremwetterereignis.

Zielrichtung	– Ziele G1-7, M1, M2, U6, Ü1, Ü2 (siehe Seite 24)
Federführung	– N.N. , ggf. ressortübergreifende Arbeitsgruppe
Weitere Akteure	<ul style="list-style-type: none"> – Der Senator für Inneres, Katastrophenschutz – Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr – Feuerwehr Bremen/Bremerhaven – hanseWasser – Entsorgungsbetriebe – swb – Umweltbetrieb Bremen/Gartenbauamt Bremerhaven – Gesundheitsämter – Verkehrsleitzentralen – ÖPNV – Deutsches Rotes Kreuz – THW
Wechselwirkungen	<ul style="list-style-type: none"> – Durch alle präventiven Maßnahmen, die einer Vermeidung bzw. einer Minderung der Folgen von Extremwetterereignissen (Starkregenvorsorge, Hitzevorsorge, Küstenschutz) dienen, kann der Bewältigungsaufwand im Ereignisfall gemindert werden. – Über die Informationskampagne (siehe Schlüsselmaßnahme LAND 6) können die Öffentlichkeit (Bevölkerung, Unternehmen) und die Infrastrukturträger über Möglichkeiten der Selbst- und Freiwilligenhilfe im Falle von Extremwetterereignissen informiert werden.
Finanzielle Auswirkungen/Wirtschaftlichkeit	– Die Maßnahme trägt dazu bei, vorhandene Ressourcen effektiver zu nutzen, die Möglichkeiten zur Ergriffung vorsorgender Schutzmaßnahmen zu verbessern sowie die Daseinsvorsorge im Ereignisfall noch besser zu schützen bzw. nach einem Ereignisfall schneller wiederherzustellen. Dadurch werden Schäden vermieden und Folgekosten reduziert.
Anknüpfungspunkte	<ul style="list-style-type: none"> – KLAS – Hochwasserschutz – Notfallkonzepte der Feuerwehren etc.
Modellprojekt	
Gute Beispiele	– Projekte aus dem BMBF-Forschungsfeld „Zivile Sicherheit - Erhöhung der Resilienz im Krisen- und Katastrophenfall“
Anmerkungen	



Maßnahmenbeschreibung

Es sollen regionalisierte, teilräumliche Klimaanpassungskonzepte für die Hafenanlagen in Bremen und Bremerhaven erarbeitet werden, um die zukünftige Betriebs- und Funktionsfähigkeit sicherzustellen. Darin eingebunden ist das Projekt der Hochschule Bremen „Port-Klima“ (Seehäfen und Klimawandel – Entwicklung und pilothafte Umsetzung von Bildungsmodulen zur Einbindung der Anpassung an den Klimawandel in Planung, Bau und Betrieb von Seehäfen in Deutschland). Darin werden Klimawandel und Klimaanpassung in ein regionales, lokales oder fachbezogenes bzw. zielgruppenorientiertes Bildungsangebot eingebracht, wobei eine umfassende Untersuchung des Hafens in Bremerhaven erfolgt. Im Rahmen der Bildungsmodule soll der Fokus auf die Bewusstseinsbildung und die Vermittlung von konkretem Handlungswissen gelegt werden, um beruflich im Hafenbau und Hafenmanagement Tätigen, eine Fort- und Weiterbildung zu ermöglichen. Dies ist essenziell für den Standort Bremerhaven, da Hafengebiete stark vom Klimawandel betroffen sind. Die im Hafensbereich tätigen Personen sollen frühzeitig auf die zukünftig anfallenden Aufgaben im Bereich Klimawandel und Klimaanpassung vorbereitet werden. Neben einer Zusammenstellung des Wissensstandes zu absehbaren Veränderungen durch den Klimawandel und möglichen Folgewirkungen sowie einer sektor- und standortbezogenen Überprüfung damit verbundener Risiken und Chancen sollen resilienzsteigernde Maßnahmen und Projekte (insb. in der Hafentwicklung, im Hafenbau und im Zusammenhang mit Kompensationsmaßnahmen) identifiziert und vorbereitet werden. Gleichzeitig soll auf resiliente (störungsunanfällige) Transportketten (sowohl seeseits wie landseits) hingewirkt werden.

Zielrichtung	– Ziele G3, G5, G6, G7, Ü1, Ü2, Ü3 (siehe Seite 24)
Federführung	– Senator für Wirtschaft, Arbeit und Häfen (bremenports im Fall einer Beauftragung)
Weitere Akteure	<ul style="list-style-type: none"> – Hafensbetriebe in Bremen und Bremerhaven – Unternehmen der Transportwirtschaft – Andere öffentliche Dienststellen, die an der Erarbeitung von Lösungen mitwirken müssen – Hochschule Bremen, ggf. andere Hochschulen und Universitäten – Vertreter anderer Hafenstandorte (Wissensaustausch und -transfer)
Wechselwirkungen	<ul style="list-style-type: none"> – Die Hafeninfrastruktur ist wegen ihrer Doppelfunktion als Basis für ökonomische Wertschöpfung und als Anlage für den Hochwasserschutz bei gleichzeitig hoher Lebensdauer als „kritische Infrastruktur“ einzustufen. Regionalisierte Klimaanpassungskonzepte für die Häfen entfalten eine starke Wirkung auf Wirtschaft (resiliente Transportketten; Finanzierung wirtschaftlicher Aktivitäten/Risikoanalysen/Versicherung von Risiken) und Gesellschaft (Beschäftigung; Arbeitsbedingungen; Schutz der Bevölkerung). – Wissenstransfer und stetige Fort- und Weiterbildung sind wichtige Bausteine der Sensibilisierung im Hinblick auf die Folgen des Klimawandels und die Notwendigkeit der Prävention (überregionale Wirkung).
Finanzielle Auswirkungen/Wirtschaftlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> – Die Maßnahme hat eine hohe Bedeutung für die regionale und nationale Wirtschaft. – Die bestehende werthaltige Infrastruktur soll im Wert erhalten werden. – Die Konzepte sollen der Transportwirtschaft, den Banken und Versicherungen sowie zukünftigen Investoren das nötige Vertrauen in den Standort bieten. – Investitionen in den Hochwasserschutz des Hafens dienen gleichzeitig dem Schutz der Bevölkerung. – Durch die zielgruppenorientierte Aus-,Fort- und Weiterbildung der im Hafen tätigen Personen wird eine Investition vorgenommen, um den in der Zukunft liegenden Problemen des Klimawandels entgegenzuwirken und ggf. aus dem Klimawandel resultierende Folgekosten zu vermeiden bzw. so gering wie möglich zu halten.
Anknüpfungspunkte	– Die teilräumlichen Klimaanpassungskonzepte für die Hafengebiete sind mit den übrigen kommunalen Schlüsselmaßnahmen zu verbinden.
Modellprojekt	– Selbst wenn im Rahmen von Vorgängerprojekten (siehe Gute Beispiele) schon erste Erfahrungen gesammelt werden konnten, sind die teilräumlichen Anpassungskonzepte aufgrund ihrer inhaltlichen Ausrichtung und Übertragbarkeit auf andere Hafenstandorte selbst als Modellprojekte anzusehen.
Gute Beispiele	<ul style="list-style-type: none"> – F&E-Vorhaben nordwest2050 – Metropolregionsprojekt „Vorstudie zur Klimaanpassung an der Unterweser durch einen Tidepolder im Bereich der Drepteniederung“ – Kompensationsgebiet Luneplate
Anmerkungen	<ul style="list-style-type: none"> – Im Rahmen der Erarbeitung von Bildungsmodulen im Teilprojekt Port-Klima sollen wichtige Grundlagen für das teilräumliche Klimaanpassungskonzept in Bremerhaven erarbeitet werden. – Das Bildungsmodul soll das Bewusstsein für den Klimawandel bei den Berufspraktikern fördern und dafür genutzt werden, konkretes Handlungswissen in diesem Themengebiet zu generieren.



Maßnahmenbeschreibung

Mit Modellrechnungen sollen die möglichen Veränderungen des Grundwasserstands im Land für die kommenden Jahrzehnte ermittelt werden. Planungsbüros, Ingenieurbüros, Betriebe und Privatpersonen fragen beim Gewässerkundlichen Landesdienst des Senators für Umwelt, Bau und Verkehr verstärkt einen Bemessungsgrundwasserstand an, der auch die künftige Veränderungen durch den Klimawandel berücksichtigt. Andere Bundesländer geben einen solchen Wert bereits aus. Der aktuelle und der künftig zu erwartenden Grundwasserstand spielt für nahezu jede Baumaßnahme in Bremen eine wichtige Rolle. Während für den aktuellen Grundwasserstand entsprechende Karten zur Verfügung stehen, gibt es für die zukünftigen Veränderungen noch erhebliche Unsicherheiten. Es besteht für das Land Bremen ein hohes Interesse, die künftige Entwicklung bestmöglich abschätzen zu können.

Zielrichtung	– Ziele U1, G3, G5, G6, G7 (siehe Seite 24)
Federführung	– Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr, Ref. 32 & 33
Weitere Akteure	<ul style="list-style-type: none"> – Geologische Dienst für Bremen (GDfB) – SWAH – hanseWasser – Immobilien Bremen – Land Niedersachsen
Wechselwirkungen	<p>Es bestehen große Synergiepotenziale mit:</p> <ul style="list-style-type: none"> – dem Grundwassermonitoring (siehe Schlüsselmaßnahme LAND 3) – dem naturnahen Umgang mit Regenwasser (siehe Schlüsselmaßnahme HB 4) – klimaangepasste Gestaltung und Unterhaltung von Gewässern (siehe Schlüsselmaßnahme HB 3, BHV 9) – der Berücksichtigung der Klimaanpassung in formellen und informellen Planungs- und Entscheidungsprozessen (siehe Schlüsselmaßnahmen HB 8, BHV 6) – den Schlüsselmaßnahmen mit Bezug zur wassersensiblen Stadtentwicklung (siehe z.B. Schlüsselmaßnahme BHV 2, BHV 8, HB 1)
Finanzielle Auswirkungen/Wirtschaftlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> – Für die Auswahl sinnvoller Szenarien und die Modellierung des Grundwasserstandes dieser Klimaszenarien sind finanzielle und personelle Ressourcen notwendig. – Finanzielle Vorteile entstehen durch langfristige Planungsgrundlagen und der Vermeidung von Sachschäden
Anknüpfungspunkte	<ul style="list-style-type: none"> – GeoPlan (Geowissenschaftliche Planungsgrundlagen Land Bremen – Fachinformationssystem) – Projekt KLAS (Arbeitsbereich Wassersensible Stadtentwicklung)
Modellprojekt	– GeoPlan 2
Gute Beispiele	– Projekt KLIWA (Bayern, Baden Württemberg, Rheinland Pfalz 2016)
Anmerkungen	

Umsetzung und Kommunikation der Strategie



4.1 Umsetzung

Ein strategischer Rahmen und strategische Zielsetzungen für die Klimaanpassung sind notwendig. Ansonsten besteht die Gefahr, dass die langfristigen Anforderungen durch die Folgen des Klimawandels in der Abwägung mit kurzfristig drängenden Fragestellungen nicht die gebührende Berücksichtigung finden. Außerdem ist es erforderlich, die potenziellen Folgen des Klimawandels – soweit möglich – frühzeitig in die jeweilige Fachpolitik und die Planungsentscheidungen einzubeziehen. Mit der vorliegenden Klimaanpassungsstrategie wurde die Grundlage für eine langfristige ressortübergreifende Integration der Klimaanpassung in die Fachpolitiken des Landes und der Stadtgemeinden geschaffen. Die Strategie formuliert Anpassungsziele und definiert Schlüsselmaßnahmen, die in den kommenden Jahren durch die zuständigen Stellen initiiert werden. Die Zusammenführung der Ergebnisse und die Moderation des Gesamtprozesses erfolgt für das Land und die Stadtgemeinde Bremen durch den Senator für Umwelt, Bau und Verkehr. Für die Stadtgemeinde Bremerhaven koordiniert das Klimastadtbüro Bremerhaven das Umsetzungsmanagement (siehe Schlüsselmaßnahmen BHV 7 und HB 9). Geplant ist die Nutzung einer Bundesförderung zur Etablierung des Klimaanpassungsmanagements. Beim Senator für Umwelt, Bau und Verkehr (Ref. 20) sowie beim Klimastadtbüro Bremerhaven kann damit die Einstellung jeweils einer KlimaanpassungsmanagerIn ermöglicht werden.

Die Vorbereitung, Begleitung und Evaluierung der Strategieumsetzung erfordert außerdem die Beteiligung und den Austausch verschiedener Ressorts, Ämter und weiterer Institutionen. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, werden – die im Rahmen der Strategieentwicklung etablierten – ressortübergreifenden Arbeitsgruppen in Bremen und Bremerhaven fortgeführt. Im Sinne des Mainstreamings bilden sie auch eine Plattform für den fachlichen Austausch und ressortübergreifenden Wissenstransfer zu neuen Erkenntnissen bezüglich der Klimafolgen und unterstützen die Kommunikation sowie die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen.

Neben den beiden ressortübergreifenden Arbeitsgruppen, die vor allem das Monitoring der Strategieumsetzung begleiten, sind in verschiedenen Schlüsselmaßnahmen weitere Aktivitäten zur Institutionalisierung

vorgesehen. Hierzu gehören beispielsweise die Entwicklung von Leitlinien oder Verfahrensregeln zur Berücksichtigung der Klimaanpassung in formellen und informellen Planungs- und Entscheidungsprozessen (siehe Schlüsselmaßnahmen BHV 6 und HB 8) oder die Etablierung eines Auskunft- und Informationssystems zur Starkregenvorsorge (siehe Schlüsselmaßnahme HB 1). Diese Maßnahmen ermöglichen u. a. die effiziente und systematische Berücksichtigung von Klimawandelaspekten in Planungsverfahren und sind wichtige Schritte auf dem Weg zu einer klimaangepassten Stadtentwicklung.

Die Schlüsselmaßnahmen wurden, wie oben erwähnt, vor dem Hintergrund formuliert, sie möglichst effizient in bestehende Fachpolitiken einzugliedern und/oder mit bestehenden Prozessen zu verknüpfen. Gleichwohl bedürfen die Maßnahmenkonkretisierung und –umsetzung sowie die Weiterentwicklung und Evaluierung finanzielle und personelle Verwaltungsressourcen. Die Umsetzung von kostenwirksamen Maßnahmen ist jeweils im Einzelfall in den Fachhaushalten zu sichern und die Ausgestaltung hinsichtlich Effizienz und Effektivität stetig zu prüfen.

Punktuell sind für die Maßnahmenentwicklung Förderprogramme der Bundes und/oder der EU nutzbar. Existierende Förderprogramme unterstützen die Umsetzung von nichtinvestiven Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels. Die potenzielle Drittmittelakquise für die Maßnahmenumsetzung erfolgt durch die zuständigen Fachressorts. Das Klimaanpassungsmanagement bündelt und kommuniziert Informationen zu Fördermöglichkeiten und leistet Unterstützung bei der Antragstellung.

EVALUIERUNG UND FORTSCHREIBUNG

Die geplante kontinuierliche Evaluierung und Fortschreibung der Anpassungsstrategie soll dazu dienen, dauerhaft nachzuprüfen und darzulegen, ob und wie die angestrebten Ziele, Prozesse und Maßnahmen der Anpassungsstrategie erreicht wurden und inwieweit ggf. nachgesteuert werden muss. Über den Fortschritt der Umsetzung soll im Abstand von ungefähr fünf Jahren berichtet werden.



ABB. 19

Dabei soll auch überprüft werden, ob sich die Rahmenbedingungen und Grundlageninformationen, auf denen die Strategie beruht, verändert haben bzw. ob ein Aktualisierungsbedarf besteht. Hierunter können z. B. veränderte gesetzliche Rahmenbedingungen, neues Wissen aus der Klimawandelforschung, zusätzliche Erkenntnisse zu lokalen Auswirkungen der klimatischen Veränderungen durch Messungen oder Modellierungen sowie eine Neuausrichtung der formellen und informellen Planungsinstrumente fallen. Außerdem ist zu überprüfen, ob sich durch neue Erkenntnisse und geänderte Rahmenbedingungen ein Anpassungsbedarf hinsichtlich der Zielausrichtung ergibt.

Der erste, für 2022 vorgesehene Fortschrittsbericht soll die erreichten Meilensteine bei der Strategieumsetzung erfassen und aufzeigen, welche Hemmnisse ggf. noch bestehen. Im Fokus dieser Betrachtung stehen dabei die Schlüsselmaßnahmen. Der Fortschrittsbericht dokumentiert, auf welchem Umsetzungsstand sich die Schlüsselmaßnahmen befinden und inwieweit damit die angestrebten Zielsetzungen erreicht werden konnten bzw. welche Anpassungen notwendig werden. Der Grad der Zielerreichung ist eng verbunden mit den im Rahmen der Strategieentwicklung definierten Zielen

der Klimaanpassung (siehe Seite 24). Auch die zielspezifischen Maßnahmenkataloge (siehe Anhang), die z. T. in die Schlüsselmaßnahmen eingegangen sind werden regelmäßig auf Aktualität und Relevanz unter sich verändernden Rahmenbedingungen geprüft.

Darüber hinaus wird sich das Land Bremen an einem geplanten fachübergreifenden Klimamonitoring der norddeutschen Länder beteiligen, das – niederschwellig und gestützt auf vorhandenen Datenquellen – sowohl klimatische Veränderungen und deren besonders relevante Auswirkungen anhand geeigneter Indikatoren systematisch erfasst als auch die Möglichkeit bietet, etwaige Fortschritte bei der Anpassung zu dokumentieren. Diese Informationen können sowohl eine fachliche Basis für die Auswahl und (Neu-)Ausrichtung von Maßnahmen bilden als auch in besonderem Maße die lokalspezifischen Effekte des Klimawandels belegen und somit den Anpassungsprozess unterstützen.

4.2 Kommunikation

Klimaanpassung ist angesichts des vielfältigen Akteurspektrums auch eine kommunikative Herausforderung. Eine kontinuierliche und zielgerichtete Kommunikation soll daher die weitere Konkretisierung und Umsetzung der Maßnahmen und weiterer Projekte unterstützen und eine Partizipation der BürgerInnen ermöglichen. Um die kommunalen Ziele und Strategien der Klimaanpassung zu vermitteln, Konflikte und Synergien frühzeitig zu erkennen, die Akzeptanz von Maßnahmen zu erhöhen und Maßnahmen auch außerhalb des Handlungsrahmens der Verwaltung umsetzen zu können, ist eine intensive Kommunikation mit Politik, Wirtschaft, Zivilgesellschaft und BürgerInnen erforderlich. Die Handlungsanforderungen zur Anpassung an den Klimawandel sind – im Vergleich zum Klimaschutz – in der städtischen Gesellschaft und Wirtschaft in der Regel noch weniger präsent. Es bedarf also einer strategischen Ausrichtung der Kommunikationsaktivitäten sowohl hinsichtlich der verwaltungsinternen Kommunikation als auch der Öffentlichkeitsarbeit. Die Kommunikationsstrategie zeigt Wege auf, wie das Bewusstsein und die Sensibilität bezüglich der Anpassung an den Klimawandel in den beiden Stadtgemeinden gestärkt und die spätere Maßnahmenumsetzung positiv begleitet werden kann. Die Umsetzung der Kommunikationsstrategie unterstützt damit gleichzeitig die kontinuierliche Weiterentwicklung der Gesamtstrategie zur Klimaanpassung. Ziele der Kommunikation sind:

- Wissens- und Ergebnistransfer
- Akzeptanzförderung
- Mitarbeit der Bevölkerung und relevanter Schlüsselakteure
- Verstetigung und Qualifizierung der Ziele und Maßnahmen



ABB. 20

Die hier beschriebenen Kommunikationswege zur Vermittlung der Klimaanpassungsstrategie werden u. a. konkretisiert durch die Schlüsselmaßnahme LAND 6 „Informationskampagne zur Klimaanpassung für Politik, Verwaltung, Wirtschaft und Öffentlichkeit“.

PRINZIPIEN

Bei einem ressortübergreifenden und langfristig angelegten Prozess wie der Klimaanpassung wird sich die Kommunikation auf unterschiedliche Zuständigkeiten verteilen. Daher ist es erforderlich, dass sich die federführenden Stellen mit den verschiedenen Kommunikationsverantwortlichen auf grundlegende Prinzipien verständigen.

Transparent: Neben der öffentlichkeitswirksamen Präsentation von umgesetzten Maßnahmen und erzielten Resultaten sind auch der Gesamtprozess sowie die jeweiligen Gründe der Entscheidungsfindung transparent darzulegen. Dadurch werden Handlungen und Entscheidungen für Außenstehende besser nachvollziehbar, wodurch sich wiederum die Akzeptanz steigern lässt. Bestehende Unsicherheiten und mögliche Konflikte sollten von vornherein offen kommuniziert werden, um den Prozessablauf nicht durch vermeidbare Kritik zu stören.

Kontinuierlich: Für eine dauerhafte Sensibilisierung bedarf es Kontinuität. Das gilt insbesondere im Hinblick auf das Gefahrenbewusstsein. Die Information der Bevölkerung sollte daher wiederholt und auf unterschiedlichen Wegen erfolgen, um die Menschen immer wieder neu zu erreichen.

Abgestimmt: Die bestehenden und neu zu entwickelnden Informations- und Beratungsangebote sollten zwischen den Fachämtern sowie den sonstigen beratenden Institutionen (wie z. B. der Verbraucherzentrale) abgestimmt werden. Dadurch wird eine umfassende, widerspruchsfreie Information mit hoher Qualität ermöglicht.

Sichtbar: Die Stadt und auch diverse andere Akteure betreiben schon viele Aktivitäten, die als Maßnahmen zur Klimaanpassung bezeichnet werden können, sie werden jedoch nur selten als solche betitelt und beworben. Daher ist der Begriff derzeit für die breite Bevölkerung

noch sehr abstrakt. Es sollte darauf hingearbeitet werden, dass Klimaanpassung als (ein weiterer) Handlungsgrund stets klar benannt und deutlich mitkommuniziert wird. Klimaanpassung steht letztlich für den Erhalt und die Verbesserung von Lebensqualität und hat dadurch durchaus werbewirksame Eigenschaften. Im Rahmen des Projekts nordwest2050 wurden weitere Prinzipien der Anpassungskommunikation erarbeitet, die als Grundlage für die weitere Kommunikationsarbeit genutzt werden können.^[10]

THEMEN

Die Öffentlichkeitsarbeit zur Klimaanpassung soll die folgenden drei Themenfelder umfassen, um der Bevölkerung sowohl das entsprechende Grundwissen zum Klimawandel und zur spezifischen Betroffenheit durch die klimatischen Veränderungen zu vermitteln als auch über die daraus resultierenden Handlungsmöglichkeiten und -erfordernisse zu informieren.

Allgemeine Information zum Klimawandel und zur Klimaanpassung sowie Sensibilisierung für die spezifischen bzw. individuellen Betroffenheiten.

Eine zentrale Aufgabe besteht zunächst darin, anschaulich das Wissen darüber weiterzutragen, wie sich die klimatischen Veränderungen bereits jetzt und zukünftig lokal auswirken, wie vielfältig diverse Lebensbereiche wie z. B. Wohnen, Arbeiten und Freizeit davon beeinflusst sein können und was unter dem Begriff „Klimaanpassung“ überhaupt zu verstehen ist. Es soll ein Verständnis für die klimabedingten Herausforderungen und deren Ursachen erzeugt werden. Zudem soll verdeutlicht werden, dass es sich um ein Thema von zunehmender lokaler Relevanz handelt, das fast jeden irgendwo in seinem Alltag betrifft. Dazu kann in erster Linie mit den im Rahmen des Anpassungskonzeptes erarbeiteten Karten und Übersichten gearbeitet werden.

Was leisten die Städte Bremen und Bremerhaven zur Klimaanpassung und warum?

Eine weitere wesentliche Aufgabe der Öffentlichkeitsarbeit besteht darin, die Ziele der Klimaanpassungsstrategie in der Öffentlichkeit bekannt zu machen und über die dazugehörigen Aktivitäten, Maßnahmen und Pilotprojekte zu berichten. Darüber hinaus ist es auch wichtig, die Möglichkeiten zur Mitwirkung und Einflussnahme zu bewerben. Mit diesen ausführlichen Informationen kann der Vorbildcharakter der städtischen Institutionen aufgezeigt und die Akzeptanz für die Aktivitäten und Maßnahmen zur Klimaanpassung gestärkt werden.



ABB. 21

Welche Handlungsmöglichkeiten stehen jedem Einzelnen zur Verfügung?

Für eine erfolgreiche kommunale Anpassung an den Klimawandel ist die Stadt nur einer von vielen wichtigen Akteuren. Wenn es gelungen ist, den anderen Mitgliedern der Stadtgesellschaft ihre individuelle Betroffenheit und gesellschaftliche Verantwortung in diesem Kontext zu verdeutlichen, sollten in einem nächsten Schritt Hinweise und Hilfestellungen dafür gegeben werden, wie jeder einen Beitrag zur Klimaanpassung leisten kann. Das umfasst u. a. Informationen über Vorsorgemaßnahmen und Hinweise dazu, wie man sich selbst (Hilfe zur Selbsthilfe) und anderen (Bürgerhilfe) in klimabedingten Gefahrensituationen sinnvoll helfen kann.

ZIELGRUPPEN

Die Klimaanpassungsstrategie umfasst ein breites Spektrum an Schlüsselmaßnahmen, die sehr unterschiedliche Auswirkungen auf verschiedenste Akteursgruppen haben. Um die Begleitung einzelner, möglicherweise konfliktbelasteter Maßnahmen zu erleichtern, ist ein grundlegendes Wissen und Verständnis für die Gesamtstrategie hilfreich. Daher gilt es, viele Zielgruppen frühzeitig zu berücksichtigen und mit spezifischen Informationen zu versorgen.

Fachöffentlichkeit und Verbände: Verschiedene organisierte Gruppen konnten bereits im Rahmen der Fachwerkstätten eingebunden werden. Der Fachöffentlichkeit und Zusammenschlüssen verschiedener Interessengruppen kommt eine große Bedeutung als Multiplikatoren zu. Ein wesentlicher Vorteil ist die gute Erreichbarkeit.

Medien: Regionale Medien (z. B. „buten un binnen“, Radio Bremen, Weser Kurier, Regionalprogramme der Privatsender) haben eine große Reichweite und sollen frühzeitig als Partner gewonnen werden. Dies erfordert

eine umfangreiche Qualifizierung der Journalisten bei spezifischen Anlässen (z. B. Pressegespräch im Vorfeld der politischen Beschlussfassung) oder die gemeinsame Initiierung von vertiefenden Beiträgen oder Serien (z. B. vertiefende Berichte über Berufsgruppen, die schon heute mit den Folgen des Klimawandels umgehen müssen, wie Landwirte, Katastrophenschutz, Umweltbetriebe, Hafenwirtschaft oder Stadtplanung).

Bürger: Allgemeine, leicht verständlich aufbereitete Informationen über lokale Auswirkungen des Klimawandels und kommunale Klimaanpassung im Allgemeinen. Vermittlung zentraler Inhalte der Klimaanpassungsstrategie, der gesetzlichen Grundlagen und Handlungsbedarfe sowie der Schlüsselmaßnahmen.

Verwundbare Bevölkerungsgruppen: Spezifische Informationen über individuelle Gefährdungslagen (z. B. für Ältere, Kranke, einkommensschwache und bildungsferne Schichten, Kinder) sollten mit und über Organe mit funktionierenden Erreichbarkeiten der Zielgruppen kommuniziert werden.

Immobilienigentümer: Gebäude- und grundstücksbezogene Informationen über mögliche Betroffenheiten, Darstellung geeigneter Maßnahmen sowie Vermittlung von Einsparungs- oder Fördermöglichkeiten. Denkbar ist sowohl eine direkte Kommunikation als auch eine indirekte über Interessenverbände (z. B. Haus & Grund). Lokal aktive Wohnungsunternehmen oder Genossenschaften sind als Multiplikatoren und Vorbilder individuell zu gewinnen.

Unternehmen: Wirtschaftsbetriebe sind kaum zugänglich für allgemeine Informationen ohne erkennbare unmittelbare Betroffenheit. Daher gilt es, Hintergrundinformationen zur Strategie über verschiedene Verbände (z. B. IHK, Handwerkskammer, Bremer Aufbau-Bank) zu vermitteln.



ABB. 22

„Klimawandelanpassung erfordert individuelle Verhaltensänderungen, die wir anbahnen, indem wir Informationen verbreiten. Dies ist mehr als Kommunikation – es ist eine Anregung von Lernprozessen und damit per definitionem Bildung. Wenn wir das verstehen, können wir die Fülle des Wissens über Bildungsprozesse aus Bildungswissenschaft und Lernpsychologie nutzen, um diese Prozesse effizient zu gestalten. Vermittlung ist nicht ein Anhängsel der inhaltlichen Klärung, sondern die zentrale erfolgsentscheidende Aufgabe!“

Dr. Karlheinz Valtl, Bildungswissenschaftler der Universität Wien (in Prutsch et al. [2014] Klimawandel findet statt. Anpassung ist nötig)

INFORMATIONSMEDIEN

Da die Klimaanpassungsstrategie in ihrer Gesamtheit durch ihren Umfang und ihre Komplexität für größere Zielgruppen nur schwer vermittelbar ist, sind anschauliche und leicht verständliche Formate erforderlich. Die Kommunikation soll für die Städte Bremen und Bremerhaven einheitlich oder zumindest in intensiver inhaltlicher Abstimmung erfolgen.

Projektflyer: Information über Hintergründe, Betroffenheit, Ziele und Schlüsselmaßnahmen sowie Verweis auf weiterführende Informationen.

Broschüre: Erstellung einer allgemein verständlichen Broschüre als Zusammenfassung der Klimaanpassungsstrategie.

Internet: Umfassende und fortschreibungsfähige Informationen im Webauftritt der beiden Städte; Downloadmöglichkeit von Flyer, Broschüre und Klimaanpassungsstrategie sowie weiterer Informationen; Verlinkung von und zu weiteren Informationsangeboten im Bereich Klimaschutz und Klimaanpassung; eine eindeutige, zentrale und langfristig nutzbare Verortung innerhalb der Internetauftritte ist ebenso geplant wie eine einfache Pflege und Aktualisierung durch die projektverantwortlichen Stellen.

Newsletter: In Ergänzung zu den Erstinformationen zur Klimaanpassungsstrategie ist ein regelmäßiger Newsletter – idealerweise sowohl in Print als auch digital – hilfreich (z. B. alle 12 Monate). Hiermit soll der laufende Prozessfortschritt gegenüber einem breiten Kreis dokumentiert werden. Über individuelle Vertiefungen sollen

Schlüsselmaßnahmen und die dahinterstehenden Akteure vorgestellt werden.

Soziale Medien: Ergänzend zum Internetauftritt sollen auch die städtischen Auftritte in den sozialen Medien (u. a. Facebook, Twitter) regelmäßig mit Informationen versorgt werden. Diese bieten auch eine gute Plattform für die Bekanntmachung von Informationsveranstaltungen.

Videos: Zur Auflockerung und Ergänzung der digitalen Formate eignen sich kurze Animations- oder Dokumentationsvideos. Diese erleichtern die Vermittlung komplexer Sachverhalte und erreichen andere Zielgruppen. Neben professionellen Auftragsarbeiten sind auch Arbeiten im Rahmen von Hochschulprojekten denkbar.

Pressemittelungen: Vorbereitung und Sensibilisierung der Pressestellen für die Kommunikation der Anpassungsstrategie und die Herstellung regelmäßiger Verknüpfungen zu dieser bei Anlässen (z. B. Extremwetterereignisse, Maßnahmen mit Bezug zur Anpassungsstrategie und zu Förderprogrammen).

ERSCHEINUNGSBILD

Aktuell gibt es neben den individuellen Gestaltungsrichtlinien der Städte Bremen und Bremerhaven auch bereits spezifische Formate und Logos für klimarelevante Produkte, etwa im Rahmen des Projekts KLAS, des Klimastadtbüros Bremerhaven oder des Projekts nordwest2050. Auf Basis des für die Klimaanpassungsstrategie entwickelten Logos (inkl. des Farbschemas und dreier Schriftarten) wird für die Kommunikation der Klimaanpassungsstrategie ein eigenständiges Erscheinungsbild genutzt, um eine eindeutige Zugehörigkeit und Wiedererkennung sicherzustellen.

INFORMATIONSVANSTALTUNGEN

Dialogische und partizipative Kommunikationsformate (z. B. Stakeholderdialoge, Workshops, Fokusgruppen) erreichen zwar weniger Adressaten, sind aber wirksamer als nichtpersönliche Kommunikationsformate (z. B. Flyer, Broschüren, Websites, Datenbanken). Nach politischem Beschluss der Klimaanpassungsstrategie sollen die Ergebnisse öffentlich präsentiert werden. Es ist geplant, in Bremen und Bremerhaven unabhängige Veranstaltungen durchzuführen, die auf die individuellen Voraussetzungen zugeschnitten sind. Die öffentlichen Veranstaltungen sind dabei weniger als Ergebnisprä-



ABB. 23

sentationen, sondern vielmehr als Auftaktveranstaltung für die Umsetzung der Strategien zu verstehen. Die vorgeschlagenen Schlüsselmaßnahmen mit hoher Umsetzungswahrscheinlichkeit sollen öffentlichkeitswirksam präsentiert werden. Dies kann entweder durch konkrete Verortung in den Städten oder durch Referenzbeispiele erfolgen. Ergänzend können umsetzungsbegleitend weitere themen- oder ortsspezifische Veranstaltungsformate angeboten werden:

- Thematische Stadtführungen oder Tag des ... (z. B. begrünten Gebäudes, Stadtbaumes, Bodens)
- Vorträge oder Stände auf Marktplätzen und Kooperationsbörsen der lokalen Wirtschaft (z. B. Unternehmertag)
- Themenschwerpunkte bei Bildungs- und Kommunikationsformaten der Kammern, Verbände, VHS etc. (z. B. Stadtdialog Bremen, Fortbildungsveranstaltung der Architektenkammer)
- Zielgruppenspezifische Anpassungsberatung (Verhaltensvorsorge, Pflanz-/Bauberatungen etc.)
- Netzwerkbildung mit Initiativen (z. B. Transition Towns, Lokale Agenda 21)

BEFRAGUNGEN

Für eine optimale Ausrichtung der Kommunikation ist es wichtig, Kenntnisse über den themenspezifischen Wissensstand und die individuelle Betroffenheit der BürgerInnen zu erlangen. Eine Befragung der Bevölkerung kann die Öffentlichkeitsarbeit begleiten, die Anpassungsstrategie bekannter machen und für das Thema Klimawandel und die Eigenvorsorge sensibilisieren. Die Ergebnisse aus der Bevölkerungsbefragung lassen auch Rückschlüsse zu, welche Kanäle für die weitere Kommunikation genutzt werden sollten. Eine regelmäßige Wiederholung der Befragungen nach einigen Jahren kann einen Beitrag zur Erfolgskontrolle liefern.



Detailergebnisse der Strategieentwicklung



CHRISTEL
Bremerhaven

5

Methodik der Strategieentwicklung

5.1 Bestandsaufnahme

ANALYSE BISHERIGER ERFAHRUNGEN MIT KLIMAVERÄNDERUNGEN

Im ersten Schritt der Bestandsaufnahme wurden die für die beiden Stadtgemeinden vorhandenen Daten und Modelle sowie die bisherigen Erfahrungen zu Klimaveränderungen und Klimafolgen zusammengetragen und systematisch analysiert. Ziel war es, Einschätzungen zur bisherigen und zukünftigen Vulnerabilität der kommunalen Strukturen zu erarbeiten. Die Analysen wurden ergänzt durch einen Input des Deutschen Wetterdienstes (DWD). Dieser lieferte einen fachlichen und einen textlichen Beitrag zu historischen Wetterdaten sowie zur Darstellung der neuesten Ergebnisse regionaler Klimamodelle. Die Resultate dieses Beitrages wurden den Analysen zum Klimawandel und der Entwicklung der Gesamtstrategie zugrunde gelegt.

Die Auswertung der Daten zu den bisherigen Erfahrungen mit Klimaveränderungen konnten zeigen, für welche Klimaelemente bereits signifikante Änderungen in den beiden Stadtgemeinden messtechnisch nachweisbar sind. Dies bildete vor allem für die Versachlichung der Diskussionen mit den verschiedenen Akteursgruppen eine wichtige Grundlage.

Aus den Analysen konnten auch konkrete Extremereignisse herausgefiltert werden, anhand derer die Betroffenheit und Verwundbarkeit der beiden Stadtgemeinden gegenüber klimatischen Einzelereignissen analysiert werden konnten. Hierzu wurde eine systematische Auswertung der lokalen Zeitungsarchive hinsichtlich dieser Extremereignisse durchgeführt. Als Ergebnis wurden Kurzporträts von drei zentralen Extremereignissen der letzten Jahrzehnte angefertigt (siehe Kapitel 6). Die Porträts dienten auch als Diskussionsgrundlage für die Sitzungen mit den ressortübergreifenden Projektgruppen in Bremen und Bremerhaven. Während der Veranstaltungen konnten die konkreten Erfahrungen der Gruppenmitglieder mit diesen und weiteren allmählichen Klimaveränderungen und Extremereignissen gesammelt und validiert werden.

AUSWERTUNG BEREITS VORHANDENER UNTERSUCHUNGEN

Für die Erarbeitung der Klimaanpassungsstrategie konnte bereits auf verschiedene Projektergebnisse sowie sektorale Erfahrungen und Ansätze des Landes, der Region und der Stadtgemeinden zurückgegriffen werden. Im zweiten Schritt der Bestandsaufnahme wurden daher die vor Ort vorhandenen Untersuchungsergebnisse hinsichtlich ihrer Relevanz und Nutzbarkeit für die beiden Stadtgemeinden und für die Konzepterstellung ausgewertet. Hierzu erfolgte zunächst eine intensive Dokumenten- und Internetrecherche der bisher durchgeführten Forschungs- und Pilotprojekte auf kommunaler, regionaler und auf Landesebene:

- Das BMBF-geförderte KLIMZUG-Vorhaben nordwest2050 in der Metropolregion Bremen-Oldenburg
- Die BMUB-geförderten Vorhaben „Klimaanpassungsstrategie Extreme Regenereignisse“ (KLAS) unter Beteiligung Bremerhavener Ressorts und der „Interkommunalen Koordinierungsstelle Klimaanpassung“ (InKoKa)
- Die Stadtklimaanalysen^[11] im Rahmen der Erstellung des Landschaftsprogramms für die Stadtgemeinde Bremen^[12]
- Das Fachkonzept des Senators für Umwelt, Bau und Verkehr „Klimawandel in Bremen – Folgen und Anpassung“
- Die Initiative Klimastadt Bremerhaven
- Das INTERREG-Projekt „aqua-add“ in Bremerhaven
- Die Analysen und Aktivitäten zum Hochwasserisikomanagement
- Und viele andere mehr

Zusätzlich erfolgte in den beiden Stadtgemeinden eine kommunale Datenrecherche, um einen Überblick über den Umfang und über die Qualität der in den Verwaltung zur Verfügung stehenden Datengrundlagen (Messergebnisse, Kartierungen, Gutachten etc.) zu erhalten, die für die weitere Strategieentwicklung nützlich waren. Unterstützend wurden Gespräche mit Schlüsselakteuren aus den beiden Stadtverwaltungen geführt.

5.2 Betroffenheitsanalyse

RÄUMLICHE BETROFFENHEITSANALYSE

Die räumliche Betroffenheitsanalyse hat das Ziel, die Auswirkungen, die mit dem Klimawandel einhergehen, wie z. B. die Bildung von sommerlichen Hitzeinseln oder das punktuelle Entstehen von Überflutungen nach Wolkenbrüchen, räumlich differenziert zu analysieren und darzustellen. Dadurch wird es möglich, den Veränderungen, die durch den Klimawandel zu erwarten sind, dort begegnen zu können, wo sie mit einer erhöhten Wahrscheinlichkeit auftreten. Anpassungen durch planerische oder bauliche Maßnahmen oder auch Änderungen in administrativen Strukturen oder

Verhaltensweisen betroffener Akteure können zielgerichteter und effizienter geplant werden, wenn die zu erwartenden Veränderungen räumlich verortet und in ihrer Ausbreitung abgeschätzt werden können. Durch die Verschneidung der von den Klimaveränderungen besonders belasteten Räumen mit weiteren Informationen wie beispielsweise der Altersstruktur der dort lebenden Bevölkerung oder der Lage bestimmter sensibler Infrastrukturen (z. B. Altenheime, Krankenhäuser, Stromversorgung) können Areale im Stadtgebiet identifiziert werden, in denen eine hohe Betroffenheit z. B. gegenüber thermischer Belastung bei Hitze oder Überflutungen bei Starkregen existiert.

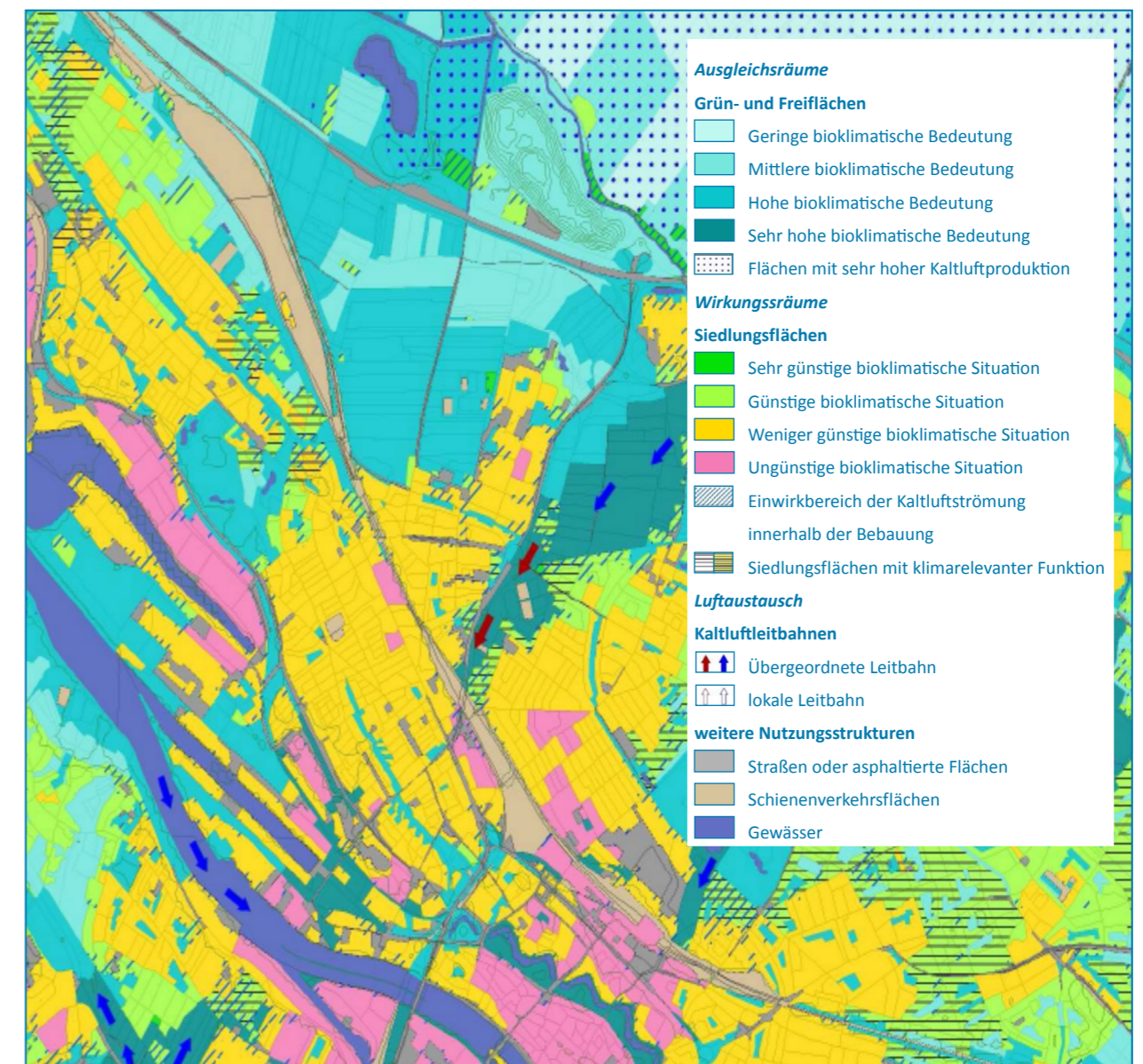


ABB. 24 Ausschnitt aus der Stadtklimaanalyse für Bremen (Quelle: GEO-NET im Auftrag SUBV)

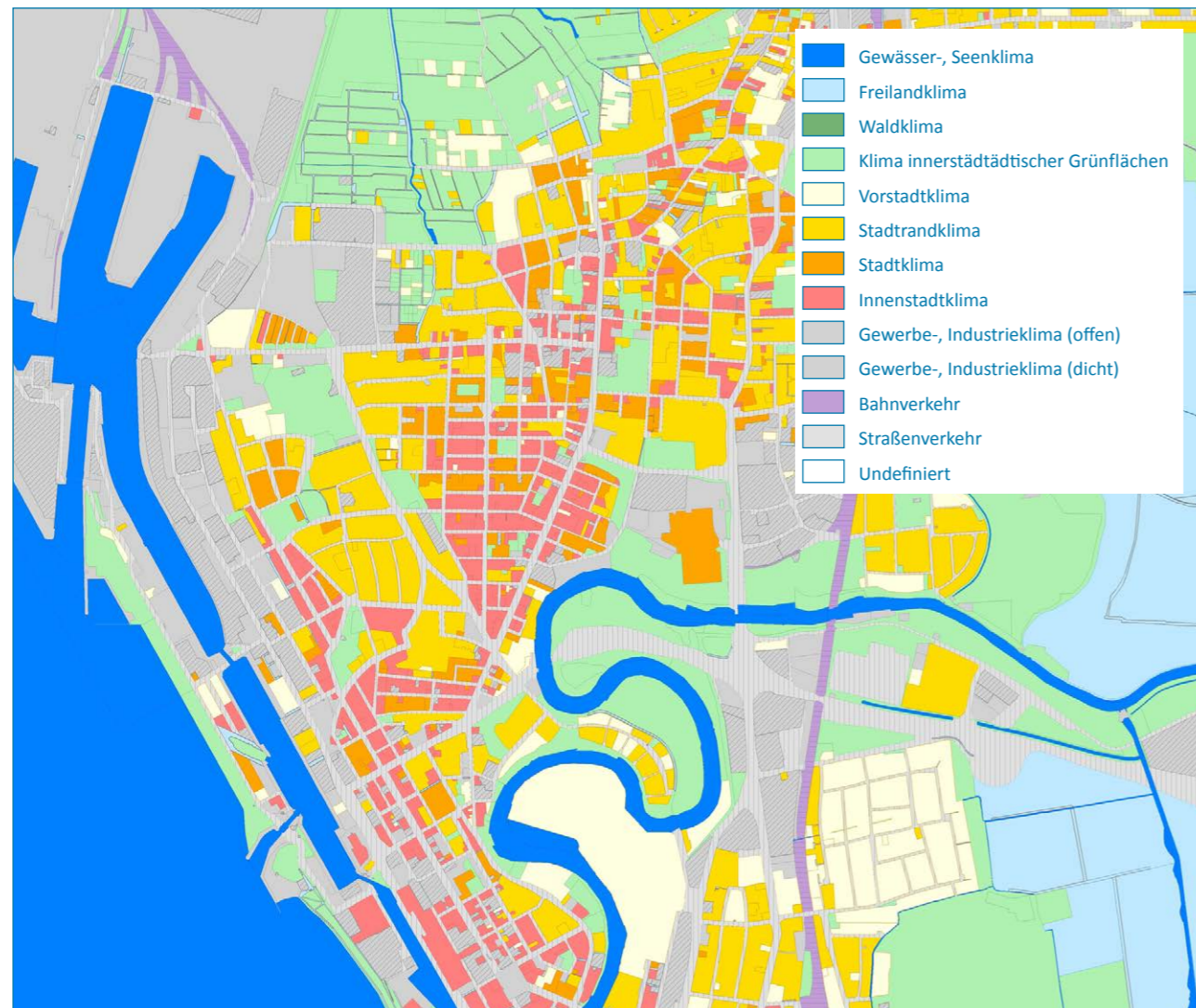


Abb. 25 Ausschnitt aus der Klimatopkarte für Bremerhaven

Temperaturzunahme und Hitze

Im Rahmen der räumlichen Analysen zur Hitze (siehe Seite 112–115) in der Stadt wurden in den beiden Stadtgemeinden diejenigen Räume identifiziert, die eine hohe humanbioklimatische Belastung aufweisen. Die Analyse und Identifikation der klimatischen Belastung erfolgte dabei in Abhängigkeit von den zu betrachtenden klimatischen Variablen und den verfügbaren Daten mit darauf abgestimmten Methoden. Für die Stadt Bremen konnte hierzu eine 2013 durchgeführte modellbasierte Stadtklimaanalyse genutzt werden [Abb. 24].

Für die Stadtgemeinde Bremerhaven wurde die thermische Belastung anhand einer im Rahmen der Klimaanpassungsstrategie erstellten Klimatopkarte [Abb. 25] ermittelt und ausgewertet, da hier aktuell noch keine modellbasierte Klimaanalyse durchgeführt wurde. Klimatope sind Räume mit relativ ähnlichen mikroklimatischen Bedingungen.^[13] Deren Ausweisung erfolgt anhand der Auswertung von Flächeneigenschaften wie der Nutzung, der Bebauungsstruktur, der Bebauungsdichte, dem Grad der Versiegelung sowie der Lage im

Stadtgebiet. Bei einer modellbasierten Klimaanalyse erfolgt, im Gegensatz zum empirischen Klimatopansatz, die Identifikation von thermischen Belastungsräumen auf Grundlage einer numerischen Simulation mit einem für Stadtgebiete geeigneten Klimamodell.

Für Bremen wurde im Rahmen der Klimaanalyse 2013 die nächtliche Situation eines Sommertages während einer autochthonen Wetterlage simuliert. Autochthone Wetterlagen sind durch wolkenlosen Himmel und einen nur schwachen überlagernden Höhenwind charakterisiert. Dies bedingt einen herabgesetzten Luftaustausch in der bodennahen Luftschicht sowie die Entstehung eigenbürtiger Kaltluftströmungen während der Nachtstunden, die durch den Temperaturunterschied zwischen kühlen Freiflächen und wärmeren Siedlungsräumen angetrieben werden. Somit lassen sich räumlich hoch aufgelöst neben den thermisch belasteten Räumen auch die zur Entlastung beitragenden Bereiche der Kaltluftentstehung und des Kaltlufttransports genau ausweisen und anhand quantitativer Eigenschaften klassifizieren (z. B. Größe des Kaltluftvolumenstroms).

Starkniederschläge

Starkregen als Gefahrenquelle lässt sich auf dem Maßstab eines Stadtgebietes naturgemäß nicht räumlich eingrenzen. Wolkenbruchartige konvektive Niederschläge mit hohen Intensitäten treten häufig im Zuge von sommerlichen Gewitterstürmen auf und können zu Überflutungen führen. Diese Ereignisse können dabei lokal sehr begrenzt sein und nur einzelne Stadtteile oder Ortslagen betreffen. Stellt sich die Vorhersage von Gewittern in der Meteorologie allgemein als schwierig dar, ist eine räumlich präzise Vorhersage von konvektiven Starkregenereignissen aufgrund der Natur der Niederschlagsentwicklung in Gewitterzellen, auch mit nur kurzer Vorwarnzeit, noch nicht möglich. Zudem kann es im Verlauf eines Ereignisses zu einer räumlichen Verlagerung von Gewitterzellen oder Tiefdruckgebieten kommen. Es ist allerdings möglich, auf Grundlage digitaler Oberflächenmodelle (DOM) das Abflussverhalten und die Ausbreitung von Überflutungen, die durch Starkniederschläge verursacht werden, mithilfe von Computermodellen zu simulieren.

Die räumlichen Analysen im Bereich der Starkniederschläge (siehe Seite 116–119) fokussieren auf die Auswirkungen eines potenziell an einem gegebenen Ort eintretenden Starkregenereignisses und erlauben eine erste Abschätzung der Überflutungsgefahr unter Berücksichtigung der im Modell angesetzten Niederschlagshöhe. Für das Stadtgebiet von Bremen konnte für diese Auswertung auf die Ergebnisse des Projektes KLAS (siehe Seite 97) zurückgegriffen werden. Die jetzt im Rahmen der Klimaanpassungsstrategie parallel für Bremerhaven entworfene Starkregengefahrenkarte dient als Basis für weitere Auswertungen der Überflutungsgefahren und für die Entwicklung von Anpassungsmaßnahmen in Bremerhaven.

Ein digitales Oberflächenmodell (DOM) stellt klassischerweise ein einheitliches Gittermodell eines Geländes dar, das bei einer Überfliegung des Geländes durch eine lasergestützte Höhenmessung (Laseraltimetrie) erstellt wurde. Damit kann die Oberfläche eines Stadtgebietes, inkl. der Gebäude, modellhaft abgebildet werden [Abb. 26]. Die Auswertung des DOMs beginnt mit der Ermittlung von Wasserscheiden und Geländetiefpunkten (Senken). Dieses Verfahren liefert eine sinnvolle Gliederung des DOMs in räumliche Einheiten, für die dann die Auswirkung einer Überflutung durch Starkregen modellhaft simuliert werden kann. In dieser Überflutungssimulation wird das DOM mit einem modellhaften Niederschlag „beregnet“. Die Ausbreitung des Niederschlagswassers an der Modelloberfläche wird im Ergebnis als der jeweils maximale Wasserstand für jede

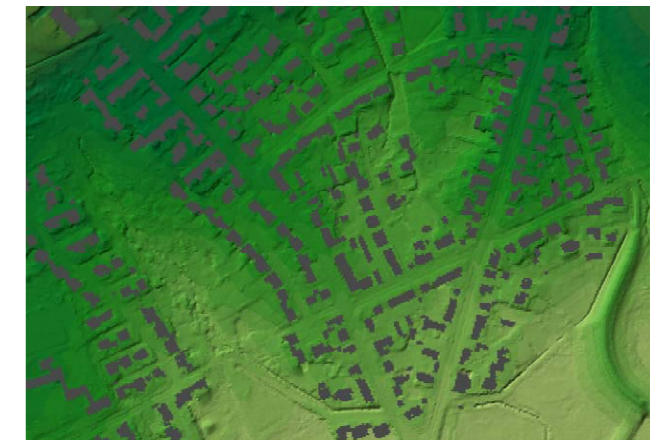


Abb. 26 Ausschnitt aus einem DOM (Grünschattierungen: topografische Höhe, graue Polygone: Gebäude)



Abb. 27 Darstellung der maximalen Wasserstände aus der Überflutungssimulation (gelb: > 0,10 m, orange > 0,25 m; Hintergrund: Orthofoto)



Abb. 28 Darstellung der maximalen Wasserstände aus der Simulation der Überstauausbreitung (gelb: > 0,10 m, orange > 0,25 m; Hintergrund: Orthofoto)

Zelle des DOMs über den betrachteten Zeitraum der Simulation ausgegeben [Abb. 27].

Neben den Überflutungen durch den oberflächlichen Abfluss nach einem seltenen Starkregen ist das Kanalnetz selbst eine weitere Quelle für Überflutungen. Bei Starkregen kann Wasser aus Schächten austreten und dadurch stellenweise die schon bestehende Überflutung verstärken. In Kanalnetzrechnungen können die Volumina, die aus dem Kanalnetz austreten, berechnet

werden. Ihre Ausbreitung an der Geländeoberfläche wird in einem getrennten Rechengang ermittelt [Abb. 28].

Niederschlagsverschiebungen und Trockenheit

Als weitere Folge, die sich aus den veränderten Niederschlagsmustern ableitet, wird die Reaktion der Grundwasserstände angesehen. Grundwasserabsenkungen oder -anstiege sind dabei nicht ausschließlich an sich ändernde Raten des Oberflächenabflusses, sondern auch an steigende Temperaturen und damit einhergehende stärkere Verdunstungsraten gekoppelt.

Die räumlichen Analysen der projizierten Veränderungen von Grundwasserständen in Bremen und Bremerhaven (siehe Seite 120–121) basieren auf noch nicht veröffentlichten Modellierungen mit einem Grundwasser-Neubildungsmodell des Geologischen Dienstes für Bremen (GDfB). Ein 3D-Strukturmodell, das die verschiedenen grundwasserleitenden Schichten des Untergrundes von Bremen und Bremerhaven repräsentiert, bildet den Kern des Modells. Die Simulationen zur Ermittlung zukünftiger Grundwasserstände basieren auf WETTREG-Klimadaten (WETTREG = WETTERlagen-basierte REGionalisierungsmethode, ein Verfahren der Regionalisierung von globalen Klimamodellen), mit denen in drei Szenarien für aufeinanderfolgende Zeiträume für die nahe und mittlere Zukunft (2010–2040, 2040–2070, 2070–2100) Neubildungsraten des Grundwassers modelliert werden.

Für die Modellierung der Grundwasserneubildung im Stadtgebiet von Bremerhaven wird der exponierten Lage der Stadt gegenüber der Nordsee im Mündungsbe- reich der Weser Rechnung getragen. Die Grundwasser- spiegel bilden einen Gleichgewichtszustand gegenüber dem Meerwasserkörper wie auch dem Flusswasser von Weser oder Geeste. Steigt der Meeresspiegel an, wovon für den Verlauf des Jahrhundert fest auszugehen ist, so werden auch die Grundwasserspiegel im ufernahen Bereich ansteigen. Für die Stadtgemeinde Bremerha- ven wurde die Modellierung der Grundwasserstände bereits mit einem Meeresspiegelanstieg von 74 cm gekoppelt. Hieraus ergeben sich im wesernahen Be- reich deutlich veränderte Grundwasserstände, die bei entsprechendem Meeresspiegelanstieg bis Ende des Jahrhunderts errechnet wurden.

Stürme und Sturmfluten

Für die Analysen zu den räumlichen Auswirkungen von Sturmfluten in Bremerhaven und Bremen (siehe Seite 122–125) wurde auf die 2013 durch den Senator für Umwelt, Bau und Verkehr erstellten Hochwasser- gefahrenkarten zurückgegriffen.^[14] Für die Ermittlung

des Ausmaßes der Überflutung sowie der Wassertiefen und der Fließgeschwindigkeiten der unterschiedlichen Hochwasserereignisse wurden computergestützte, hydraulische Simulationsmodelle verwendet. Die dort berechneten Wasserspiegellagen wurden mit einem digitalen Geländemodell verschnitten, um die Überflutungsflächen und die zu erwartenden Wassertiefen in jedem Geländepunkt zu ermitteln. In den Hochwas- sergefahrenkarten ist das Ausmaß der Überflutung von ausgewählten Hochwasserereignissen in den betroffe- nen Bereichen kartografisch dargestellt. Sie enthalten neben einer topografischen Karte Angaben zu Wasser- tiefen sowie ggf. Wasserständen.

Für die räumliche Betroffenheitsanalyse von Stürmen steht aktuell keine einfach handhabbare Methodik zur Verfügung. Um die Wirkung von Starkwinden und somit die Belastung durch Sturmereignisse in einem Stadtge- biet zu analysieren, sind aufwendige Simulationsrech- nungen mit einem Strömungsmodell notwendig, das in der Lage sein muss, mögliche Windspitzen, die in einer bebauten Umgebung auftreten können, adäquat abzu- bilden. Dies ist mit den aktuell verfügbaren Modellen prinzipiell möglich, jedoch für ein gesamtes Stadtgebiet nur äußerst aufwendig durchzuführen. Ein wesentlicher Aspekt dabei ist ein hoher Bedarf an Rechen- und Aus- wertungskapazität. Da solche Simulationen im Rahmen der Entwicklung der Klimaanpassungsstrategie auf- grund des hohen Rechen- und Analyseaufwandes nicht realisierbar sind, wurde darauf im Zuge der räumlichen Betroffenheitsanalyse verzichtet.

FUNKTIONALE BETROFFENHEITSANALYSE

Im Rahmen der funktionalen Betroffenheitsanalyse wurden die spezifischen Betroffenheiten in Bremen und Bremerhaven gegenüber den Folgen des Klimawandels untersucht und bewertet. Ausgehend von den jeweili- gen kommunalen Gegebenheiten wurde dabei analy- siert, in welchen kommunalen Handlungsbereichen der beiden Stadtgemeinden besondere Herausforderungen durch die zu erwartenden langfristigen Klimaverände- rungen und (extremen) Wetterereignisse entstehen.

In einem ersten Schritt wurden zunächst die für die beiden Stadtgemeinden relevanten Handlungsfelder bzw. „Sektoren“ identifiziert. Als Referenz diente dabei die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawan- del (DAS) der Bundesregierung aus dem Jahr 2008, die 13 Themenfelder sowie zwei Querschnittsbereiche be- nennt und für diese auf Bundesebene den politischen Rahmen für die Aktivitäten zur Klimaanpassung setzt.^[15]

Die Anpassungsstrategie orientiert sich an den The- menfeldern der DAS und modifiziert diese teilweise für den kommunalen Kontext. Insgesamt werden zunächst zwölf Sektoren [Abb. 29] betrachtet, die direkt von den Auswirkungen der Klimaveränderungen beeinflusst werden können (z. B. Wasserwirtschaft). Daneben wer- den vier Querschnittssektoren betrachtet, für die sich indirekt ein übergeordneter Vorsorge- bzw. Handlungs- bedarf ergibt (z. B. Stadt- und Landschaftsplanung).

Für die definierten Sektoren wurde im nächsten Schritt eine Wirkungs- und Betroffenheitsanalyse durchge- führt. Dabei konnte teilweise schon auf vorhandene Analyseergebnisse aus bereits in der Region abgeschlos- senen Forschungsprojekten und Studien (z. B. nordwest 2050; KLAS; Klimawandel Unterweser) zurückgegriffen

werden. Die wesentliche methodische Grundlage für die Bearbeitung der Wirkungsanalyse bildeten jedoch die durch das bundesweite „Netzwerk Vulnerabilität“ 2012 für den Fortschrittsbericht der Deutschen Anpas- sungsstrategie erarbeiteten „Wirkungsketten“.^[16] Diese stellen den Zusammenhang zwischen klimatischen Ver- änderungen und den daraus resultierenden zentralen Folgewirkungen für unterschiedliche Handlungsfelder dar und zeigen darüber hinaus die jeweiligen Wechsel- beziehungen zwischen den Sektoren auf [Abb. 30].

Die Wirkungsketten des Netzwerkes Vulnerabilität dien- ten als Grundlage dafür, lokalspezifische Betroffenhei- ten für Bremen und Bremerhaven abzuleiten. Ein ent- scheidender Unterschied zu der Vorgehensweise auf Bundesebene bestand dabei darin, dass die Wirkungs- ketten entsprechend der vier klimatischen Veränderun- gen (Temperaturzunahme und Hitze; Starkniederschlä- ge; Niederschlagsverschiebungen/Trockenheit; Stürme und Sturmfluten) geordnet wurden. Dadurch konnte der Blick stärker auf die ressortübergreifende Betrof- fenheit und auf die Wechselwirkungen zwischen den Sektoren gerichtet werden.



ABB. 29 Sektoren

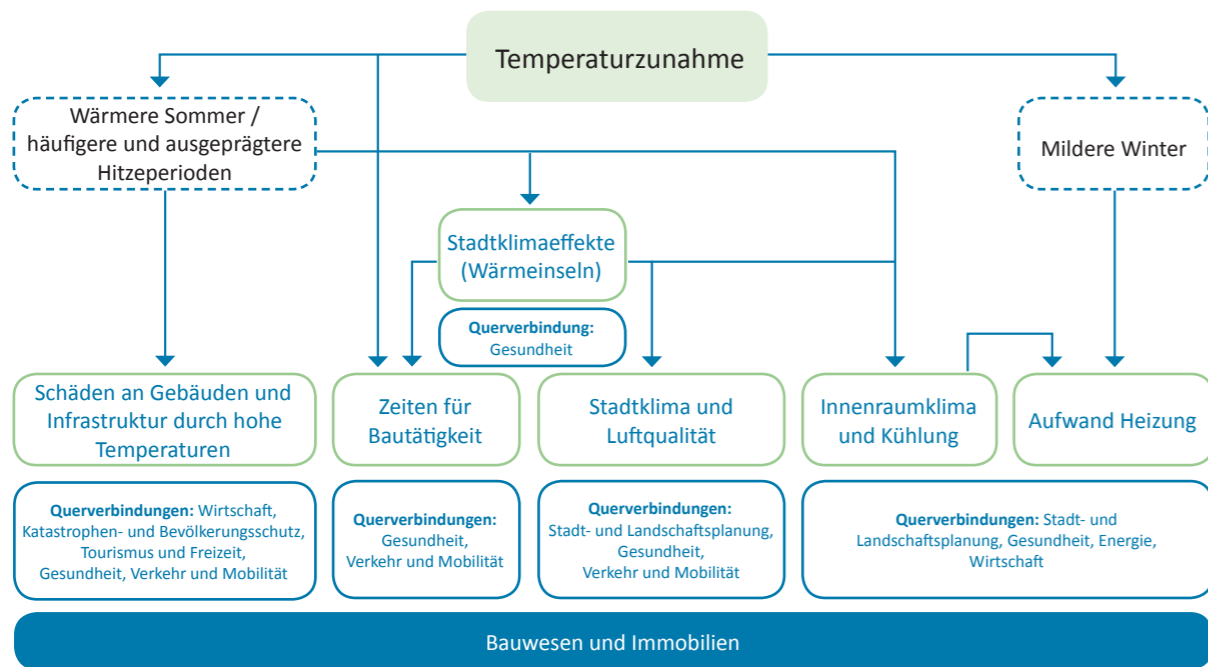


ABB. 30 Beispiel für eine Wirkungskette der Temperaturzunahme für den Sektor Bauwesen und Immobilien

Im Rahmen der Sektorenworkshops (vgl. Seite 13) wurde zusammen mit lokalen Akteuren aus einer großen Zahl möglicher Folgen des Klimawandels eine Auswahl derjenigen Wirkungen vorgenommen, die im Rahmen der Anpassungsstrategie für die beiden Stadtgemeinden zutreffend erscheinen. Während der Veranstaltungen konnten die TeilnehmerInnen gemeinsam über die Wirkungsketten diskutieren und die besonders relevanten Betroffenheiten identifizieren. Dieser Schritt stellte eine entscheidende Weichenstellung für die anschließende Strategieentwicklung und Maßnahmenableitung dar und bot den TeilnehmerInnen die Chance, sich aktiv in den Strategieprozess einzubringen. Die Wirkungsketten erwiesen sich als geeignetes Instrument, um Akteure aus verschiedenen Fachressorts und mit unterschiedlichen Wissensständen die komplexe Thematik schnell und verständlich näherzubringen. Sie stellten eine gute Grundlage für einen strukturierten, ressortübergreifenden Diskussionsprozess dar und zeigten allen Beteiligten die große Bandbreite der Betroffenheit auf.

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Analysen zu den funktionalen Betroffenheiten in Bremen und Bremerhaven wurden in Form von vier Tabellen übersichtlich aufbereitet (siehe Seite 126–133) und zusammengefasst. Die Tabellen bündeln die z. T. in den Wirkungsketten sehr differenziert ausgeführten Klimawirkungen und ordnen sie den Wirkungsfeldern „Gebäude und Infrastrukturen“, „Umwelt“ und „Mensch“ zu. Sie enthalten ferner Aussagen über mögliche kumulative Effekte unterschiedlicher

Klimaveränderungen (z. B. Schäden an Bäumen sowohl durch Hitze und Trockenheit als auch durch Sturm oder Starkniederschläge). Daneben geben die Tabellen auch Hinweise auf Bereiche bzw. Elemente in den beiden Stadtgemeinden, die in Bezug auf die jeweiligen Klimawirkungen besonders empfindlich sind. Nicht zuletzt zeigen sie auf, welche der betrachteten Sektoren von der jeweiligen Auswirkung betroffen sind.

Priorisierung der Betroffenheiten

Zur ersten Einschätzung und Differenzierung wurden die identifizierten Wirkungen und Betroffenheiten entsprechend ihrer Bedeutung für die Kommune priorisiert. Die letzte Spalte der nachfolgenden Tabellen umfasst entsprechend eine Bewertung, ob ein hoher (bzw. kurzfristiger) Anpassungsbedarf an die jeweilige Auswirkung der Klimaveränderung besteht oder ob die Priorität zur Entwicklung von Anpassungsmaßnahmen eher als mittel bzw. niedrig eingestuft wird. Kriterien für die Priorisierung der Klimaveränderungen für Bremen und Bremerhaven waren:

1. Die Bewertung der Wirkungen durch lokale Akteure im Rahmen bisheriger Untersuchungen und während der Sektorenworkshops,
2. Querschnittscharakter der Auswirkungen (kumulative Effekte, Bezüge zu anderen Sektoren).

5.3 Zielformulierung

Nachdem im Rahmen der Betroffenheitsanalyse die relevantesten Wirkungen durch die Beteiligten vor Ort bewertet und priorisiert wurden, konnten im folgenden Schritt Ziele zur Anpassung an diese Klimafolgen formuliert werden. Hierzu wurde zunächst für alle identifizierten prioritären Klimawandelauswirkungen linear ein Ziel abgeleitet. Anschließend wurden diejenigen Ziele, die thematisch eng beieinanderliegen und eine gleiche Grundausrichtung haben, im Sinne einer besseren Übersichtlichkeit aggregiert.

Das Ergebnis dieser Aggregation sind die Zielkataloge der Klimaanpassungsstrategie (siehe Seite 24), die sich zunächst an den bei der Betroffenheitsanalyse betrachteten Wirkungsfeldern („Gebäude und Infrastrukturen“, „Mensch“ und „Umwelt“) orientieren. Ergänzt werden diese drei Themenfelder von der Zusammenstellung „übergreifender Ziele“, die – über die Wirkungsfelder hinaus – notwendige Rahmenbedingungen für eine erfolgreiche Umsetzung der Klimaanpassung in Bremen und Bremerhaven formulieren [Abb. 31].

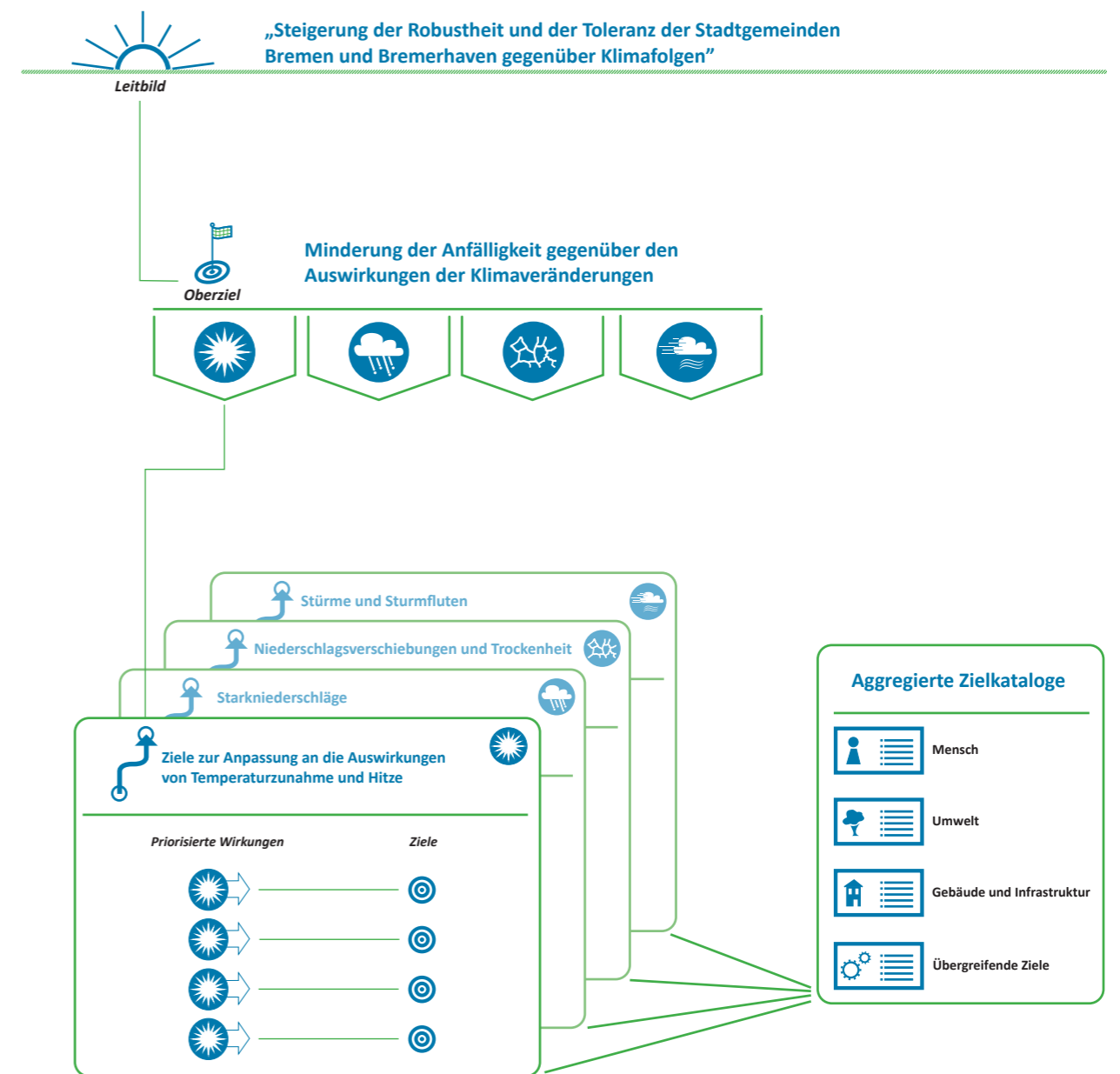


ABB. 31 Prozess der Zielformulierung

5.4 Maßnahmensammlung

Um die in der Klimaanpassungsstrategie für Bremen und Bremerhaven anvisierten Ziele zu erreichen, wurden in einem nächsten Schritt alle grundsätzlich denkbaren Maßnahmen zusammengetragen [Abb. 32]. Als Orientierung diente dabei die Unterteilung von Maßnahmen anhand der folgenden Leitfragen:

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

Für die Zusammenstellung der Maßnahmenoptionen zur Klimaanpassung wurden zunächst die vielfältigen Anregungen und Hinweise ausgewertet, die im Rahmen

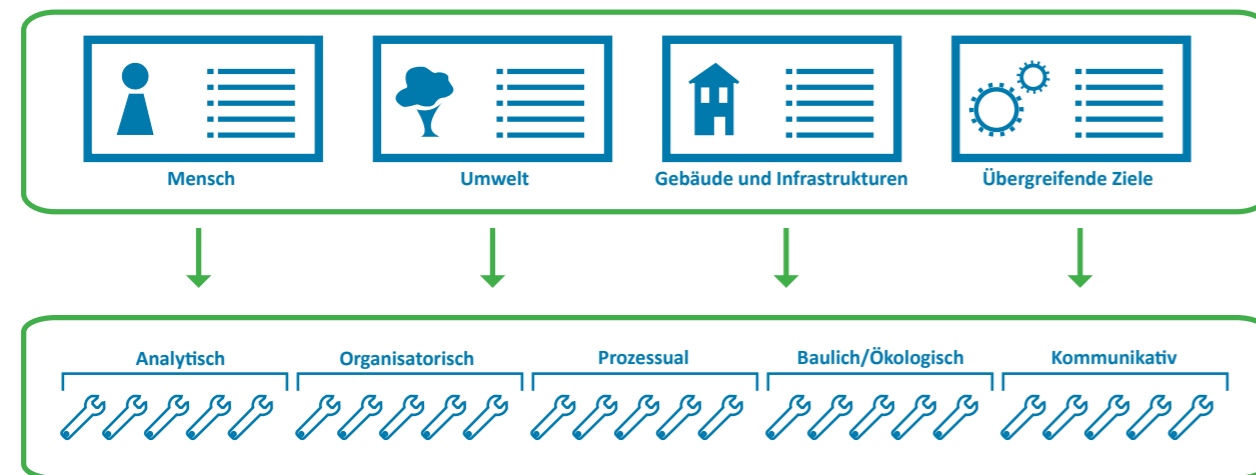


ABB. 32 Zielspezifische Maßnahmensammlung

der ressortübergreifenden Projektgruppen, der Sektorenworkshops und insbesondere der Fachwerkstatt gegeben wurden (siehe Seite 13). Diese Vorschläge wurden zunächst fachlich geprüft und den entsprechenden Zielen zugeordnet. Z. T. wurden seitens der Gutachter weitere Maßnahmenvorschläge ergänzt.

Die so entstandenen zielspezifischen Maßnahmenkataloge (siehe Anhang) wurden anschließend intensiv mit den Mitgliedern der Projektgruppen in den beiden Stadtgemeinden geschärft und final abgestimmt.

5.5 Auswahl von Schlüsselmaßnahmen

Im Zuge einer weiteren Priorisierung wurden im nächsten Schritt aus der Vielzahl der gesammelten Maßnahmenoptionen sogenannte Schlüsselmaßnahmen (siehe Kapitel 3.2–3.5) ausgewählt, die für die Umsetzung der Anpassungsstrategie als besonders zielführend angesehen werden und die aus Gründen der Dringlichkeit oder des Leuchtturmeffekts möglichst kurzfristig vorbereitet werden sollten [Abb. 33]. Dazu zählen auch solche Maßnahmen, die bereits laufen und im Sinne der Klimaanpassung fortgeführt werden sollen.

Die Auswahl der Schlüsselmaßnahmen erfolgte erneut in enger Abstimmung mit den ressortübergreifenden Projektgruppen in den Stadtgemeinden. Unter Berücksichtigung der lokalspezifischen Betroffenheiten und Zielsetzungen wurden insgesamt zehn Schlüsselmaßnahmen für Bremen, acht für Bremerhaven und ebenfalls acht Schlüsselmaßnahmen auf Ebene des Landes Bremen identifiziert.

Die Schlüsselmaßnahmen wurden detailliert in Maßnahmensteckbriefen erläutert. Die Inhalte dieser Steckbriefe wurden von den Gutachtern in enger Kooperation

mit Akteuren aus den jeweils betroffenen Fachämtern formuliert. Danach wurden alle Steckbriefe innerhalb der ressortübergreifenden Projektgruppen und mit den zuständigen Fachressorts der jeweiligen Stadtgemeinde bzw. des Landes Bremen final abgestimmt.

Anschließend wurden die Schlüsselmaßnahmen im Rahmen der zweiten Fachwerkstatt einem erweiterten Akteurskreis vorgestellt und zur Diskussion gestellt. Während der Veranstaltung wurden zudem laufende oder geplante Projekte identifiziert, die sich für eine Erprobung der Maßnahme eignen bzw. die sich im Hinblick auf den Bedarf der Klimaanpassung qualifizieren lassen.

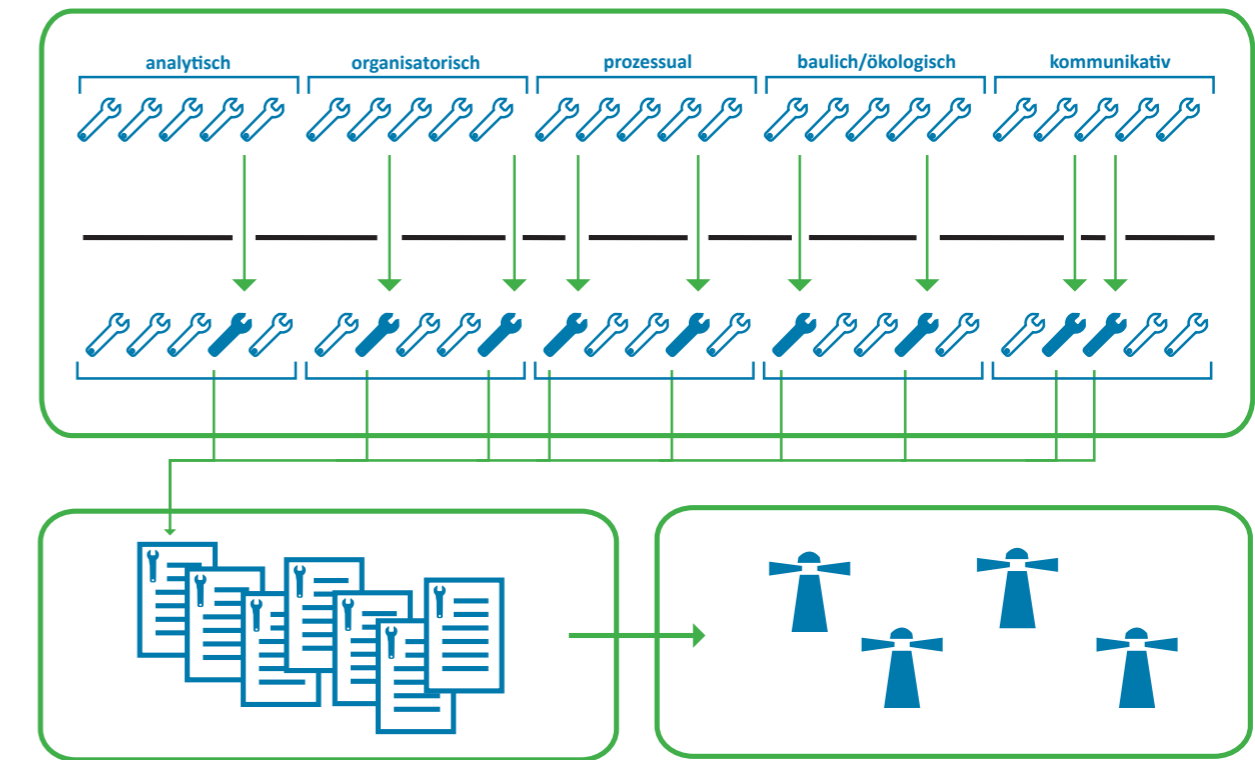


ABB. 33 Auswahl von Schlüsselmaßnahmen und Modellprojekten

Klimawandel in Bremen und Bremerhaven



6.1 Einführung¹

Das Wetter mit all seinen Erscheinungen prägt unser Leben. Es bestimmt unsere tägliche Auswahl der Kleidung, aber auch die von uns erschaffene Infrastruktur. Mit der durch den Menschen verursachten Erhöhung der Treibhausgaskonzentrationen und den Änderungen der Landnutzung ändern sich unser **Wetter** und **Klima**.

Das Wetter in Deutschland, auch in Bremen und Bremerhaven, wird z. T. schon seit mehr als 100 Jahren vom Deutschen Wetterdienst beobachtet. Registriert werden u. a. die Temperatur, der Niederschlag, die Sonnenscheindauer und der Wind. Die Beobachtungswerte variieren von Tag zu Tag und von Jahr zu Jahr. Neben diesen Variationen können durch die Aufzeichnungen der Messsysteme des Deutschen Wetterdienstes auch langfristige Änderungen erkannt werden. So ist es in Deutschland in den letzten 135 Jahren etwa 1,4°C wärmer geworden. Damit verbunden nahm die Anzahl der kalten und sehr kalten Tage ab und die der warmen und sehr warmen Tage zu.

Die Menge des Niederschlags hat in den letzten 135 Jahren zugenommen. Dieses gilt insbesondere für den Winter und das Frühjahr. In der Jahressumme sind es im Mittel 11% mehr. Veränderungen der Anzahl der Tage mit starken Niederschlägen (mindestens 10 mm Niederschlag) sind kaum erkennbar. Erfasst wird des Weiteren die Höhe des Meeresspiegels. Auch hier ist eine Änderung zu beobachten. Der Meeresspiegel ist in den letzten 100 Jahren um etwa 20 cm in der Deutschen Bucht und um etwa 14 cm an der deutschen Ostseeküste gestiegen.



ABB. 34

Wetter, Witterung & Klima

Mit diesen drei Begriffen beschreiben die Meteorologie und Klimatologie Vorgänge, die in der Atmosphäre in verschiedenen langen Zeiträumen ablaufen. Das **Wetter** beschreibt das Geschehen in der Atmosphäre an einem bestimmten Ort, zu einem bestimmten Zeitpunkt bis hin zu mehreren Tagen. Die **Witterung** umfasst einen Zeitraum von Wochen bis mehreren Monaten und das **Klima** Jahre bis hin zu geologischen Zeitaltern. Die Weltorganisation für Meteorologie (WMO) definiert das **Klima** als „Synthese des Wetters über einen Zeitraum, der lange genug ist, um dessen statistische Eigenschaften bestimmen zu können“. In der Regel werden darunter Zeiträume von mindestens 30 Jahren verstanden.

Wetter und Klima im Wandel

Mit dem Ausstoß von Treibhausgasen und der großflächigen Änderung der Landnutzung greift der Mensch in das natürliche Klimasystem der Erde ein. Ein Schwerpunktthema der weltweiten Forschung ist daher die Analyse der Folgen dieser Eingriffe.

Mithilfe von Klimamodellen haben die Wissenschaftler die Auswirkungen auf das globale und regionale Klima auf der Basis von Szenarien berechnet. Für Deutschland ergibt sich je nach gewähltem Szenario eine Erhöhung der Jahresmitteltemperatur von mindestens 1°C bis hin zu mehr als 4°C in den nächsten 100 Jahren. Eine Änderung von nur 1°C ist laut den Klimamodellen nur bei deutlicher Reduktion der Emission von Treibhausgasen möglich. Bei weiterem Wirtschaftswachstum und weiterhin hohen Treibhausgasemissionen ist eine Änderung von 3 bis 4°C zu erwarten. Damit verbunden nimmt die Anzahl der kalten und sehr kalten Tage noch weiter ab, während die Zahl der warmen und sehr warmen Tage deutlich zunimmt.

Verbunden mit der Temperaturzunahme werden wahrscheinlich die jährlichen Niederschlagsmengen weiter zunehmen und damit auch die Anzahl der Tage mit extremen Niederschlägen.

¹ Das Kapitel 6.1 stammt zu überwiegenden Teilen aus dem Bericht „Wetter und Klima in Bremen und Bremerhaven“ des DWD.



ABB. 35

Ein Anstieg der Lufttemperatur geht mit einer Erhöhung der Meerwassertemperatur einher. Dadurch dehnt sich das Wasser aus und in der Folge steigt der Meeresspiegel. Der zukünftige Meeresspiegelanstieg an den deutschen Küsten ist aktuell jedoch noch unzureichend quantifizierbar, da er durch die Anteile von abschmelzenden Gebirgsgletschern und kontinentalen Eisschilden großen Unsicherheiten unterliegt. Neuere Einschätzungen gehen für die Nordsee unter Annahme eines „Weiter-wie-bisher-Szenarios“ von einem möglichen Meeresspiegelanstieg von bis zu einem Meter bis Ende des Jahrhunderts aus.^[17]

Regionales Klima

In den Regionen Deutschlands gibt es unterschiedliche Klimaverhältnisse. Entsprechend der Lage in den durch vorherrschende West-Winde gekennzeichneten mittleren Breiten kommt es heute im Raum Bremen und Bremerhaven – wie in ganz Norddeutschland – zu kühlen Sommern und milden Wintern sowie ausrei-

Klimaprojektionen

Wird ein globales Klimamodell dazu genutzt, den möglichen Klimawandel auf der Basis eines Szenarios zu berechnen, so erfolgt das im Rahmen einer Klimaprojektionsrechnung. Diese darf nicht mit einer Vorhersage verwechselt werden. Sie ist eine „was-wäre-wenn-Rechnung“ auf der Basis des gewählten Szenarios. Die Klimaprojektionsrechnungen für die verschiedenen Szenarien helfen, die zu erwartenden Klimaveränderungen in eine Bandbreite einzuordnen.

den Niederschlägen zu allen Jahreszeiten. Der häufige Wechsel von Hoch- und Tiefdruckgebieten sorgt für einen unbeständigen Charakter des Wetters. Stellt sich einmal eine längere Phase mit Hochdruckeinfluss ein, so ist im Sommerhalbjahr mit trockenem und warmem Wetter zu rechnen, während sich im Winter je nach Lage des Hochs trocken-kaltes bzw. neblig-trübes Wetter einstellt. Lokal modifiziert wird das Klima durch die Klimafaktoren (geografische Breite und Länge, Entfernung zum Meer, Relief, Oberflächengestalt u. a.). Der nordwestliche Teil Deutschlands bis zu den Mittelgebirgen stellt eine Klimaregion dar, die geprägt ist von der Meeresnähe, der niedrigen Geländehöhe und der geringen Reliefenergie.

Im Nationalen Klimareport 2016 des Deutschen Wetterdienstes wurden die Ergebnisse der Klimaprojektionen für Deutschland für zwölf klimatisch unterschiedliche Modellregionen bestimmt^[18], eine davon ist das „Nordwestdeutsche Tiefland“. Die Ergebnisse der Klimaprojektionen für das Nordwestdeutsche Tiefland können für Bremen und Bremerhaven als hinreichend repräsentativ angesehen werden.

Die folgenden Seiten geben einen Überblick über die klimatischen Veränderungen in Bremen und Bremerhaven in der Vergangenheit und über zukünftige Entwicklungen auf Basis der für die Region vorliegenden Messdaten und Klimaprojektionen. Dabei werden die folgenden Klimaparameter bzw. -veränderungen betrachtet:

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



6.2 Temperaturzunahme und Hitze

BISHERIGE KLIMAVERÄNDERUNGEN

Das Jahresmittel der Lufttemperatur liegt in der Region zwischen 8,8 und 9,2 °C, ohne Berücksichtigung des städtischen Wärmeinseleffekts. In stark bebauten Gebieten liegt die durchschnittliche Temperatur darüber. Von 1881 bis 2015 ist das Jahresmittel der Lufttemperatur in Bremen und Bremerhaven um ca. 1,3 °C angestiegen, wobei das Flächenmittel der Temperatur im Land von Jahr zu Jahr einer hohen Variabilität unterliegt. Berechnet wird das Flächenmittel aus interpolierten Rasterwerten mit einer räumlichen Auflösung von 1 × 1 km, denen die punktuellen Bodenmessungen zugrunde liegen. Das wärmste Jahr der Gesamtzeitreihe von 1881 bis 2015 war 2014 mit 11,0 °C, das kälteste Jahr 1940 mit 7,1 °C [Abb. 36].

Aus den Tageswerten der Temperatur können sogenannte „Ereignistage“ abgeleitet und zur Bewertung thermischer Eigenschaften eines Gebietes oder einer Region verwendet werden [Tab. 02]. Im langjährigen Mittel des Zeitraums 1971–2000 wurden pro Jahr 25,7

Ereignistage	1971–2000		2001–2015	
	HB	BHV	HB	BHV
Sommertage ($T_{\max} \geq 25^\circ\text{C}$)	25,7	16,5	31,2	21,3
heiße Tage ($T_{\max} \geq 30^\circ\text{C}$)	4,5	2,4	5,7	3,7
Tropennächte ($T_{\min} \geq 20^\circ\text{C}$)	0,3	0,9	0,3	1,9
Frosttage ($T_{\min} < 0^\circ\text{C}$)	68,5	48,1	68,3	46,7
Eistage ($T_{\max} < 0^\circ\text{C}$)	14,2	13,7	13,4	12,2

TAB. 01 Langjährige mittlere Anzahl an Ereignistagen pro Jahr

Sommertage für Bremen und 16,5 Sommertage für Bremerhaven registriert. Auch die Anzahl der heißen Tage liegt in Bremen mit durchschnittlich 4,5 Tagen pro Jahr höher als in Bremerhaven mit 2,4 Tagen pro Jahr. Die Lage Bremerhavens zum Meer bedingt jedoch neben einer geringeren Anzahl an Sommertagen im Vergleich zu Bremen auch mildere Winter mit durchschnittlich 48,1 Frosttagen und 13,7 Eistagen pro Jahr. Bremen weist im selben Zeitraum 68,5 Frosttage und 14,2 Eistage auf.

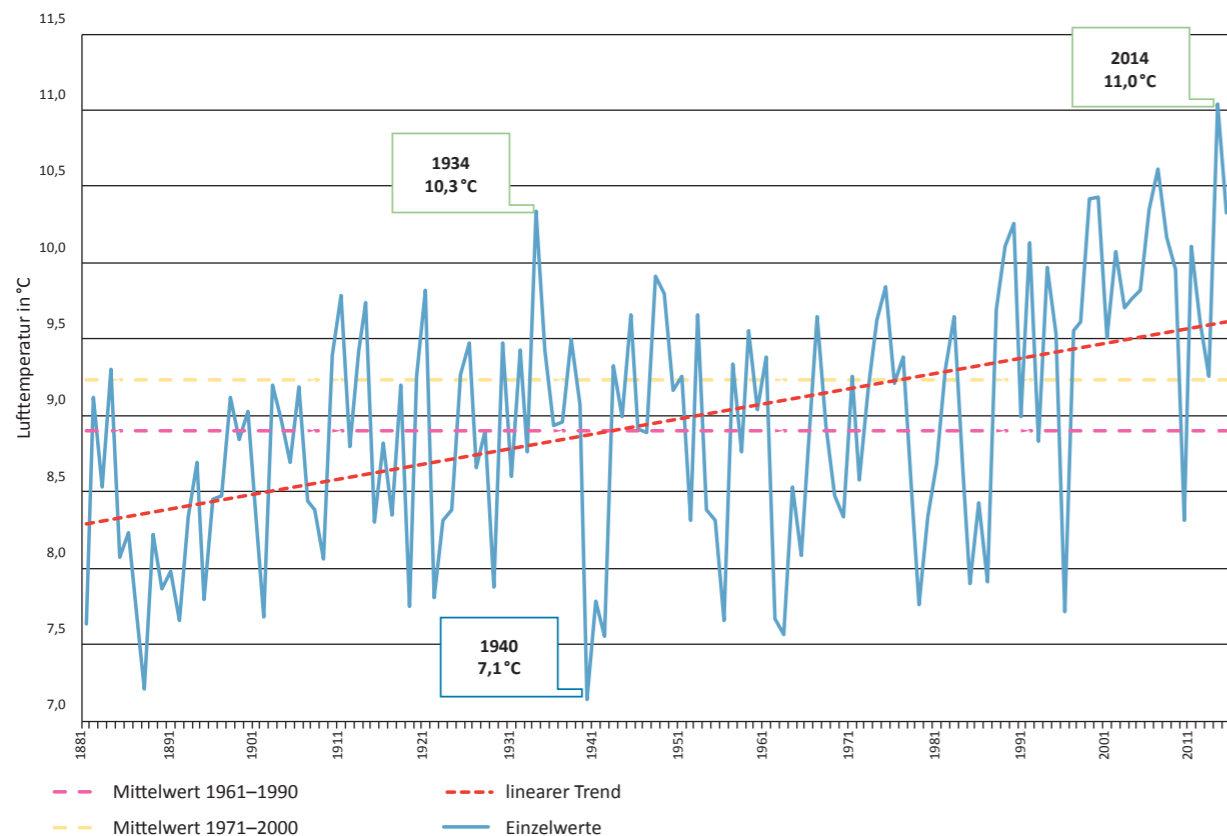


ABB. 36 Jahresmittel der Lufttemperatur für das Land Bremen (Flächenmittel aus Stationsmessungen in 2 m Höhe) von 1881–2015

Die global und regional beobachtete Erwärmung spiegelt sich in der Änderung der Anzahl der registrierten Ereignistage wider. Auch wenn für die Betrachtung klimatischer Eigenschaften langjährige Zeiträume (mindestens 30 Jahre) erforderlich sind, soll hier der 15-jährige Zeitraum von 2001 bis 2015 im Vergleich zu 1971 bis 2000 dazu dienen, die thermisch bedingten Veränderungen der Ereignistage in der jüngsten Vergangenheit aufzuzeigen. In Tabelle 02 sind die Ereignistage für Bremen und Bremerhaven für beide benannten Zeiträume auf-

geführt. In beiden Städten ist die Anzahl der Sommertage und der heißen Tage deutlich angestiegen. Bei den Tropennächten zeigt sich hingegen eine unterschiedliche Entwicklung. Während in Bremen die langjährige mittlere Anzahl der Tropennächte mit 0,3 vergleichsweise gering ist und keine Veränderung in den letzten Jahren zeigt, stieg in Bremerhaven die mittlere Anzahl der Tropennächte von 0,9 auf 1,9. Der Anstieg von wärmebeschreibenden Ereignistagen ist verbunden mit einer Abnahme von Frost- und Eistagen in beiden Städten.

„Jahrhundertssommer“ 2003 – Hoch Michaela^[19] → HITZEWELLE

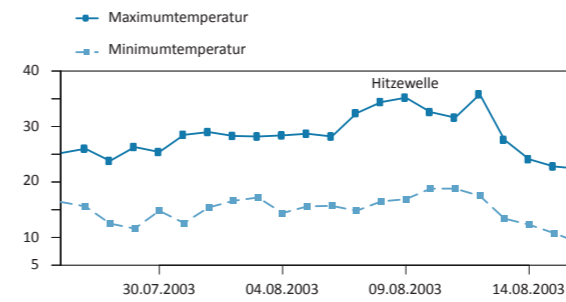


ABB. 37 Bremen

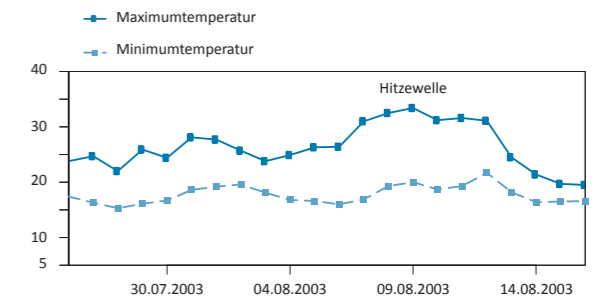


ABB. 38 Bremerhaven

Datum: Juli/August 2003

Räumlicher Schwerpunkt: Gesamtstädtisch, insbesondere stark versiegelte, eng bebaute und wenig verschattete Bereiche in der Stadt; Innenräume, insbesondere Dachgeschosswohnungen und unsanierte Altbauten.

Meteorologische Daten

Bremen:

- Flughafen, 12.8.2003, Dekadenrekord: 35,8 °C
- Sommertage im Jahr ($T_{\max} \geq 25^\circ\text{C}$): 48
- Heiße Tage im Jahr ($T_{\max} \geq 30^\circ\text{C}$): 9
- Trockenperiode vom 27.07.2003 bis 18.08.2003, 23 Tage
- August: mittlere Maximumtemperatur von 25,7 °C; 3,1 °C höher als das statistische Mittel der Maximumtemperatur für August 1971–2000
- August sehr trocken und warm mit nur 48 % der erwarteten Niederschläge (im Vergleich zur Klimaperiode von 1971–2000)

Bremerhaven:

- Klimastation Bremerhaven: wärmster Tag am 9.8.2003 mit 33,4 °C
- Sommertage im Jahr ($T_{\max} \geq 25^\circ\text{C}$): 26

- Heiße Tage im Jahr ($T_{\max} \geq 30^\circ\text{C}$): 7
- Trockenperiode vom 31.7.2003 bis 17.8.2003: 18 Tage
- Auftritt von Tropennächten
- August: mittlere Maximumtemperatur von 23,7 °C; 2,7 °C höher als das statistische Mittel der Maximumtemperatur für den August 1971–2000
- August sehr trocken und warm mit nur 58 % der erwarteten Niederschläge (im Vergleich zur Klimanormalperiode von 1971–2000)

Schadensausmaß gesundheitlich und finanziell

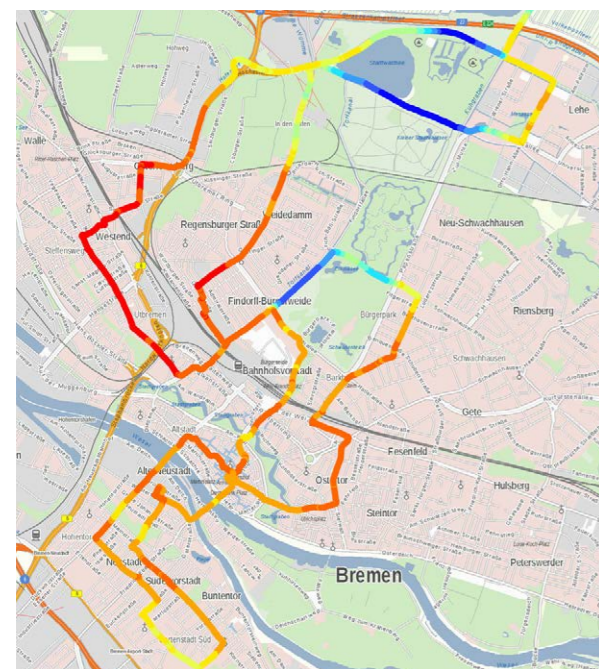
- Ungefähr 7.000 Hitzetote in Deutschland, vorwiegend Personen über 50 Jahre
- Stadtbäume erleiden z. T. direkte Hitzeschäden oder werden von Ungeziefer befallen
- Negative Auswirkungen der extremen Trockenheit und Hitze auf die Land- und Forstwirtschaft

Vergleichbare Ereignisse

- 2006, Bremen Flughafen, max. Temperatur im Juli 2006: 36,2 °C
- 1992, höchste je gemessene Temperatur im August (Bremen 37,6 °C; Bremerhaven 35,8 °C)

STADTKLIMATOLOGISCHE MESSUNGEN DURCH DEN DEUTSCHEN WETTERDIENST¹

Das **Stadtklima** kann untersucht werden anhand von stationären oder mobilen meteorologischen Messungen an verschiedenen Orten in der Stadt und dem ländlichen Umland oder aber auch durch Modellrechnungen. Die Errichtung eines stationären Messnetzes in der Stadt ist mit einigem Aufwand verbunden. Alternativ dazu werden oftmals zu ausgewählten Zeitpunkten mit temporären oder auch mobilen Messeinrichtungen stadtklimatologische Daten erhoben. Als Input für Modellrechnungen werden zunächst kleinskalige Basisdaten der Stadtstruktur benötigt. Die Modellrechnungen ergeben berechnete, flächendeckende, meteorologische Daten für das gesamte Stadtgebiet. Beide Methoden haben Vor- und Nachteile. Für Bremen und Bremerhaven wurde das Stadtklima anhand von meteorologischen Messungen untersucht. Bereits im Sommer 2012 ist das Stadtklima von Bremen mit temporären und mobilen Messungen untersucht worden. Im Sommer 2015 wurde dann in Bremerhaven eine mehrmonatige Messkampagne durchgeführt, die im August 2016 um Profilmessfahrten ergänzt werden konnte.



Lufttemperatur 2,0 m in °C
 18,1-18,5 18,6-19,0 19,1-19,5 20,1-20,5 20,6-21,0 21,1-21,5 21,6-22,0 22,1-22,5 22,6-23,0 23,1-23,5 24,1-24,5 25,1-25,5 25,6-26,0
 ABB. 39 Profilmessfahrt in Bremen am 18.8.2012 (abends)

Stadtklima

Das Klima einer Stadt unterscheidet sich merklich von dem des freien ländlichen Umfeldes. In diesem Zusammenhang ist u. a. die Bildung einer städtischen Wärmeinsel bekannt, die durch die dichte Bebauung und den gegenüber dem Umland geänderten Energieumsatz von Verkehr, Wirtschaft und Haushalten verursacht wird.

Im Jahresmittel ergeben sich für deutsche Städte etwa 0,5 °C bis 2,0 °C deutlich höhere Temperaturwerte als in ländlichen Regionen. Diese Unterschiede Stadt-Land prägen sich insbesondere an wolkenlosen, sonnenreichen und windschwachen Tagen aus. In Einzelfällen sind Temperaturunterschiede von mehr als 8 °C möglich. Aber auch innerhalb einer Stadt ergeben sich abhängig von den Bau- und Nutzungsstrukturen unterschiedliche Ausprägungen der städtischen Wärmeinsel.

Ergebnisse der Messungen in Bremen

In Bremen waren von Juli bis September 2012 temporäre Wetterstationen auf dem Lucie-Flechtmann-Platz und am Kuhgraben eingerichtet, deren Messwerte mit denen der Wetterstation Bremen verglichen wurden. Im August 2012 wurden Profilmessfahrten auf zwei Routen durch das Stadtgebiet von Bremen durchgeführt.

Die temporären Messungen ergaben in der Stadt um 1 °C höhere Tageshöchsttemperaturen im Vergleich zum Umland. Die Profilmessfahrten wiesen im Stadtgebiet am Morgen und am Nachmittag örtlich gut 2 °C höhere Temperaturen als die Referenzwerte der Station Bremen-Flughafen auf. Streckenweise lagen die Lufttemperaturen aber auch um 2 °C unterhalb der Referenzwerte. Wird ein städtischer Wärmeineffekt von 1 bzw. 2 °C angesetzt, steigt die jährliche Anzahl der Tage mit mehr als 25 °C von 25,7 auf 33,3 bzw. 41,3 Tage. Die mittlere Andauer der sommerlichen Perioden nimmt von 2,7 auf 3 Tage zu, ebenso verlängert sich die längste Andauer von 21 auf 25 bis 26 Tage.

¹ Der Text wurde zu überwiegenden Teilen dem Bericht „Wetter und Klima in Bremen und Bremerhaven“ des DWD/SUBV von 2017 entnommen.

Ergebnisse der Messungen in Bremerhaven

Im Bremerhavener Stadtgebiet wurden von Juni bis September 2015 an zwei temporären Wetterstationen Windgeschwindigkeit und -richtung, Lufttemperatur und Luftfeuchte gemessen. Die „Stadtstation“ war im Stadtteil Lehe in der Lutherstraße, installiert, die „Umlandstation“ in den Schiffdorfer Wiesen, wenige hundert Meter östlich der Autobahn A 27. Die erhobenen Daten wurden verglichen mit den kontinuierlichen Messungen der Wetterstation Bremerhaven. Dabei hat sich gezeigt, dass die Wetterstation Bremerhaven aufgrund ihrer Lage am Weserufer stark maritim geprägt ist und sich die dortigen Lufttemperaturen und Windgeschwindigkeiten von denen der Stadtstation und der Umlandstation teilweise deutlich unterscheiden. An der Wetterstation ist es windiger, tags etwas kühler, aber nachts wärmer als in der Stadt und im Umland. Die Mitteltemperaturen im Messzeitraum betragen an der Wetterstation und in der Stadt 16,8 °C; in den Wiesen 16,0 °C. Die absoluten Höchsttemperaturen lagen zwischen 34,8 und 35,1 °C, dabei war es an den besonders heißen Tagen an allen Messorten ähnlich heiß. Markante Unterschiede waren bei den Minimumtemperaturen sichtbar (Umlandstation 0,9 °C, Stadtstation 6,2 °C, Wetterstation 7,5 °C) sowie bei den mittleren und höchsten Windgeschwindigkeiten: an der Umlandstation 2,5 m/s (Maximum 13,3 m/s), in der Stadt 0,6 m/s (Maximum 2,7 m/s), an der Wetterstation 5,1 m/s (Maximum 21,0 m/s). Sobald ausschließlich windschwache Strahlungswetterlagen betrachtet werden, treten die Unterschiede deutlicher zutage. Tagsüber ist es dann



Lufttemperatur 2,0 m in °C
 18,1-18,5 18,6-19,0 19,1-19,5 20,1-20,5 20,6-21,0 21,1-21,5 21,6-22,0 22,1-22,5 22,6-23,0 23,1-23,5 24,1-24,5 25,1-25,5 25,6-26,0
 ABB. 40 Profilmessfahrt in Bremerhaven am 25.8.2016 (abends)

an der Stadtstation wärmer als an der Wetterstation (+0,7 °C) und der Umlandstation (+0,6 °C). In windschwachen Nächten ist es an der Wetterstation etwas wärmer (+0,3 °C) als in der Stadt und sogar deutlich wärmer (+1,7 °C) als an der Wiesenstation. Der gemessene Wärmeineffekt von +0,7 °C bedeutet, dass jährlich 25 % mehr Tage mit mehr als 25 °C und 40 % mehr Tage mit mehr als 30 °C in der Stadt auftreten als an der Wetterstation.

Die im August 2016 durchgeführten Profilmessfahrten haben den gemessenen Wärmeineffekt im Wesentlichen bestätigt, aber auch gezeigt, dass es in innerstädtischen Quartieren örtlich noch deutlich höhere Überwärmungen gibt. Ein „Innenstadtzuschlag“ von 1,0 bzw. 2,0 °C auf die Höchsttemperaturen der Wetterstation ergibt dort zusätzlich 37 Tage (+76 %) mit mehr als 25 °C und 62 Tage (+132 %) mit mehr als 30 °C. Die Messfahrten sind während einer sommerlichen Hochdrucklage am 24. und 25. August 2016 dreimal täglich (frühmorgens, nachmittags, abends) auf zwei festen Routen durchgeführt worden.

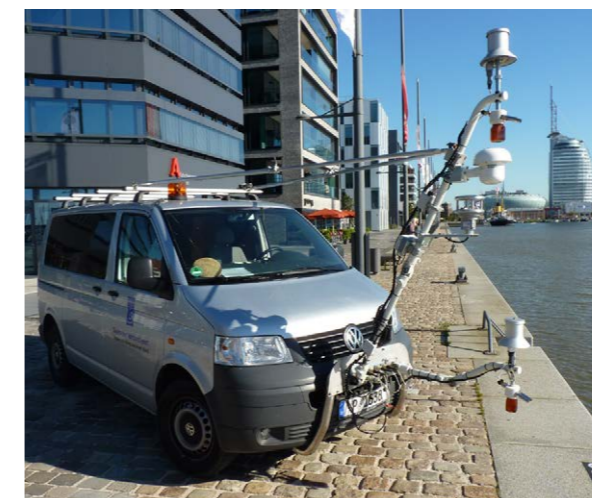


ABB. 41 Messwagen in Bremerhaven

Hitzewelle

Die Klimamodelle lassen erwarten, dass sich die Zahl der Hitzeperioden in den Sommermonaten künftig erhöhen wird. In der Regel wird in Europa dann von einer „Hitzewelle“ gesprochen, wenn die täglichen Maximaltemperaturen über mehrere Tage hinweg die 30-°C-Marke überschreiten.^[20]

ZU ERWARTENDE KLIMAVERÄNDERUNGEN

Zukünftig erwartete Klimaänderungen können aus Simulationen regionaler Klimamodelle abgeleitet werden. Da es jedoch nicht möglich ist, den Einfluss des Menschen auf das zukünftige Klima genau vorherzusagen, werden die Projektionen des zukünftigen Klimas unter verschiedenen Annahmen, sogenannten Szenarien, gerechnet.

Bei einem „Weiter-wie-bisher-Szenario“^I liegt, entsprechend den aktuellen Auswertungen des Deutschen Wetterdienstes, die deutschlandweite mittlere Erwärmung bis Ende des Jahrhunderts bei 3,8°C (Bandbreite 2,7–5,2°C).^{II} Dieser Trend zeigt sich auch in den regionalspezifischen Analysen des Niedersächsischen Landesbetriebs für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN). In den folgenden Abbildungen wurde ein Ensemble aus acht Klimamo-



ABB. 42



ABB. 43

dellketten des „Weiter-wie-bisher-Szenarios“ (RCP 8.5) für Bremen und Bremerhaven analysiert.^[21] Die dunkelblaue Linie stellt dabei jeweils den Median des verwendeten Modell-Ensembles dar, die Hüllkurve wird begrenzt durch das Ensemble-Minimum und -Maximum.

Der projizierte Verlauf zeigt einen ähnlichen Trend wie die bundesweiten Auswertungen. Für Bremen ergibt sich (genauso wie für Bremerhaven) ein klimawandelbedingter Temperaturanstieg um ca. 3,3°C bis Ende des Jahrhunderts [Abb. 44/45]. Entsprechend sind auch häufigere Sommertage und heiße Tage zu erwarten [Abb. 46/47].

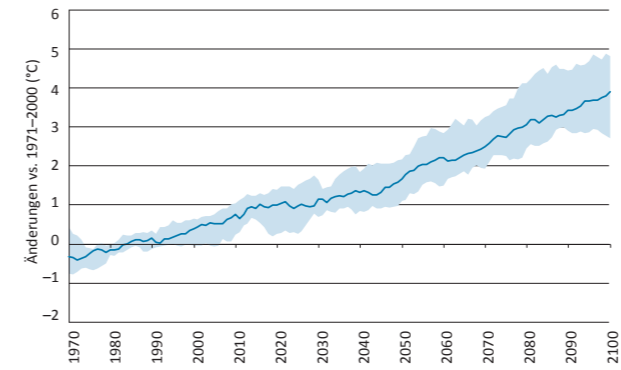


ABB. 44 Bremen: Anstieg der Jahresdurchschnittstemperatur*

In Bremen werden bis zu ca. neun zusätzliche Hitzetage bis Ende des Jahrhunderts projiziert. Gleichzeitig steigt in den Analysen die Dauer der Wärmeperioden bis Ende des Jahrhunderts um bis zu ca. sieben Tage [Abb. 48/49].

- I Das „Weiter-wie-bisher-Szenario“ (RCP 8.5) beschreibt eine Welt, in der die Energieversorgung im Wesentlichen auf der Verbrennung fossiler Kohlenstoffvorräte beruht. Der Ausstoß von Treibhausgasen wird sich gegenüber heute mit einem stetigen Anstieg des Strahlungsantriebes bis hin zum Jahr 2100 erhöhen.
- II Die Bandbreite ergibt sich aus der Vielzahl der verwendeten Modelle (Ensemble-Ansatz).

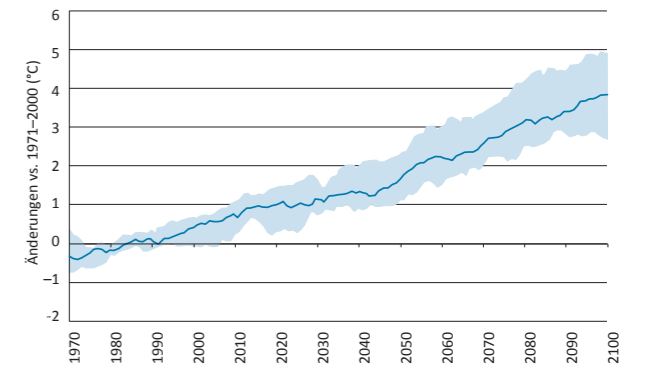


ABB. 45 Bremerhaven: Anstieg der Jahresdurchschnittstemperatur*

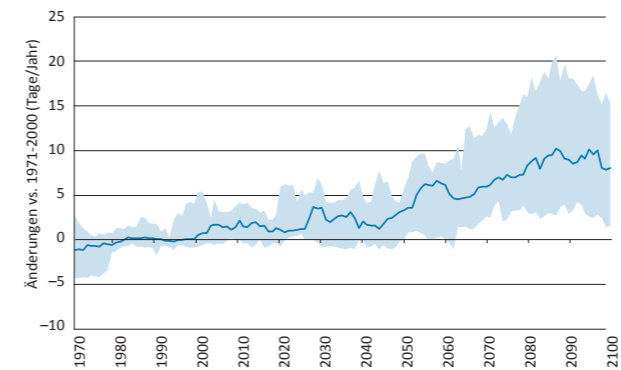


ABB. 46 Bremen: Anzahl der Hitzetage (Anzahl von Tagen mit Maximaltemperaturen ≥ 30°C)*

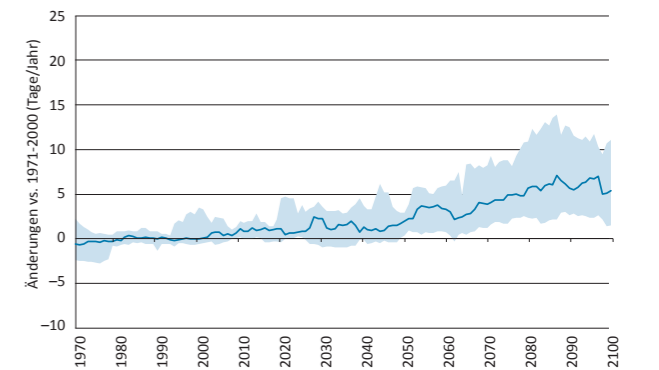


ABB. 47 Bremerhaven: Anzahl der Hitzetage (Anzahl von Tagen mit Maximaltemperaturen ≥ 30°C)*

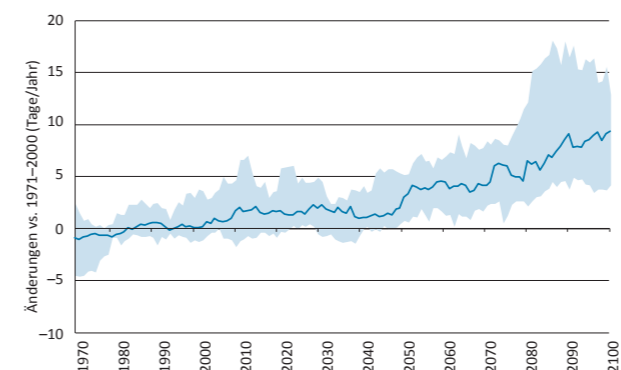


ABB. 48 Bremen: Wärmeperiodendauer (Anzahl aufeinanderfolgender Tage mit T_{max} > 25°C)*

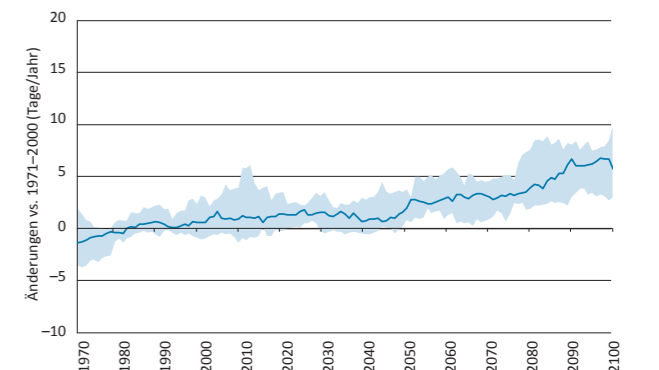


ABB. 49 Bremerhaven: Wärmeperiodendauer (Anzahl aufeinanderfolgender Tage mit T_{max} > 25°C)*

*Auswertungen von acht Modellketten auf Basis des „Weiter-wie-bisher-Szenarios“ RCP8.5 (CNRM-CM5_RCA4, EC-EARTH_HIRHAM5, EC-EARTH_RACMO22E, EC-EARTH_RCA4, HadGEM2-ES_RCA4, IPSL_RCA4, MPI-ESM_CCLM, MPI-ESM_RCA4)



6.3 Starkniederschläge

BISHERIGE KLIMAVERÄNDERUNGEN

Sowohl Bremen als auch Bremerhaven wurden in der Vergangenheit häufiger von außergewöhnlichen **Starkniederschlägen** heimgesucht. Hohe Niederschlagsintensitäten in kurzen Zeiträumen führten zu erheblichen Schäden (z. B. Ereignisse jeweils im Juni 2013 und 2016). Die größte Zahl solcher Extremereignisse in einem Jahr trat 2008 mit zehn Tagen in Bremerhaven auf. 2002 wurden sowohl in Bremen als auch in Bremerhaven sieben Starkregentage registriert. Es werden jedoch auch Jahre verzeichnet, in denen gar kein Tag mit einer Niederschlagshöhe ≥ 20 mm beobachtet wird [Abb. 50]. Im langjährigen Mittel (1971–2000) wurden drei derartige Ereignisse registriert.

Starkregenmessungen an einzelnen Stationen sind allerdings nur eingeschränkt für statistische Aussagen in einer Region nutzbar, da extreme Starkniederschläge mit einem hohen Schadenspotenzial oftmals als gewitterige, lokal sehr begrenzte Kurzzeitniederschläge auftreten und deshalb vom bestehenden meteorologischen Messnetz nicht immer ausreichend erfasst werden können. Nach Angaben des Gesamtverbands der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. (GDV) entstanden 2016 durch Starkregenereignisse Schäden an Häusern, Hausrat, Gewerbe- und Industriebetrieben in Höhe von rund 800 Millionen Euro.^[22]

Starkniederschläge

Starkniederschläge haben im Verhältnis zu ihrer Dauer eine hohe Intensität und treten eher selten auf. Neben der Dauer und Häufigkeit ist die Größe der vom Starkniederschlag betroffenen Fläche wesentlich.^[23] Konvektive Niederschläge („Wärmegewitter“) treten in der Regel im Sommer kleinräumig mit hoher Intensität und zumeist kurzer Dauer auf. Häufig gehen diese Ereignisse mit Starkwindböen, vereinzelt sogar mit Hagelschlag und Tornados einher. Zyklonale Niederschläge dagegen dauern in der Regel mehrere Tage an und sind weitaus großräumiger ausgeprägt. Zudem konzentrieren sie sich vorwiegend auf das Winterhalbjahr und können je nach Temperatur auch als ergiebige Schneefälle in Erscheinung treten.^[24]

Der DWD warnt vor Starkniederschlägen in zwei Stufen, wenn voraussichtlich folgende Schwellenwerte überschritten werden: Regenmengen ≥ 10 mm/1h oder ≥ 20 mm/6h. (Markante Wetterwarnung) oder Regenmengen ≥ 25 mm/1h oder ≥ 35 mm/6h (Unwetterwarnung).^[25] In der Klimaforschung hingegen wird meist die Tagesniederschlagssumme betrachtet. Hier werden Schwellenwerte definiert (z. B. Niederschläge von ≥ 20 mm/d), bei deren Überschreitung man von Starkniederschlag spricht.

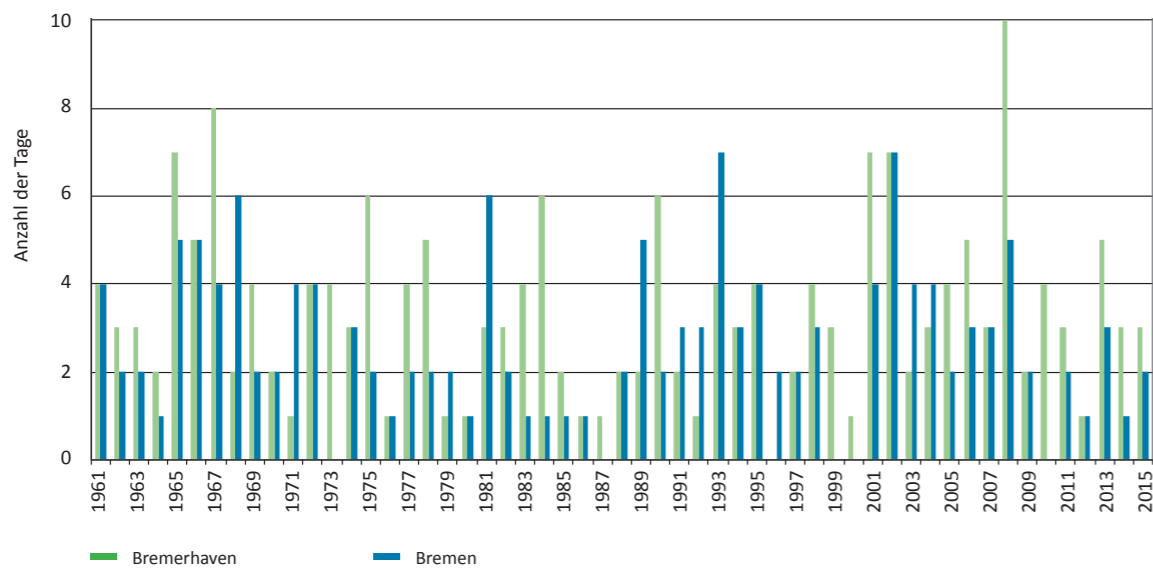


Abb. 50 Anzahl der Tage mit einer Niederschlagshöhe ≥ 20 mm

Unwetter in Bremen 2011 - Tief René und Tief Xaver ^[26] → STARKREGENEREIGNIS



Abb. 51 Überflutete Straße in Bremen

Datum: 4.8.2011 und 18.8.2011

Räumlicher Schwerpunkt (nach Anzahl der Feuerwehreinätze): 4.8.2011: Findorff (96), Neustadt (53), Mitte (45), Östliche Vorstadt (45), Schwachhausen (40), Walle (24), Woltmershausen (8), Horn-Lehe (2), Burglesum (2)
18.8.2011: Gröpelingen (62), Woltmershausen (30), Walle (17), Neustadt (1)

Meteorologische Daten

- Starke Regengüsse zentral über Bremen
- In 90 Minuten fallen 35 bis 40 mm Niederschlag, dies entspricht ca. 60 % der durchschnittlichen Gesamtregenmenge im August (bezogen auf 1971–2000)

Schadensausmaß gesundheitlich und finanziell

- Über 400 Feuerwehreinätze an beiden Tagen, unterstützt durch Einheiten des THW
- Unzählige Keller bzw. Souterrainwohnungen stehen unter Wasser

In Deutschland hat die Häufigkeit von Starkregen der Dauerstufe 24 Stunden in den vergangenen 65 Jahren im Winter um rund 25 % zugenommen. Gemäß den Projektionen regionaler Klimamodelle ist davon auszugehen, dass sich dieser Anstieg bis zum Jahre 2100 in etwa der gleichen Größenordnung weiter fortsetzen wird. Im Hinblick auf Starkniederschläge kurzer Dauer im Sommerhalbjahr gibt es dagegen insgesamt noch verhältnismäßig wenige Erkenntnisse.^{[27] [28]}

Seit dem Jahr 2001 erfolgt eine flächendeckende Erfassung lokaler und kurzzeitiger Starkregenereignisse durch den DWD mittels operationellen Wetterradaren. Der Zeitraum dieser Daten ist jedoch noch sehr kurz und

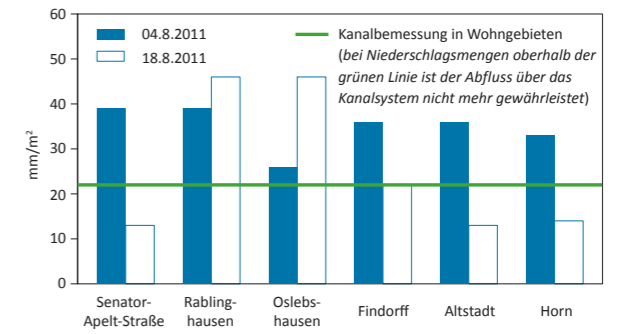


Abb. 52 Niederschlag innerhalb 90 Minuten

- Tunnel und Straßenzüge stehen teilweise meterhoch unter Wasser
- Überflutung von Pkw in Unterführung
- 11 Tunnel und Unterführungen sind zeitweise nicht passierbar
- Verkehrsbehinderungen im gesamten Stadtgebiet. Auch die Hauptfeuerwache Am Wandrahm ist betroffen (vollgelauener Keller)
- 192.000 m³ Mischwasser werden in Gewässern entlastet

Vergleichbare Ereignisse

- Bremerhaven 4.8.2011 und 18.8.2011
- Oldenburg August 2011
- Hamburg Juni 2011
- Münster Juli 2014
- Starkregenereignisse in Bremen vom 19.6.2013 bis zum 21.6.2013 sowie vom 24.6.2016 bis 25.6.2016

lässt aktuell keine klimatologisch gesicherten Aussagen zu. Die bisher höchsten gemessenen Tagessummen der Niederschlagshöhe wurden in Bremen mit 78,5 mm und in Bremerhaven mit 70,5 mm registriert.

ZU ERWARTENDE KLIMAVERÄNDERUNGEN

Verschiedene regionale Klimamodelle deuten für die Bremer Region auf eine Zunahme der Starkregentage (≥ 20 mm Niederschlag/Tag) im Laufe des 21. Jahrhunderts hin. Die Spannweite der Zunahme liegt dabei zwischen 0,7 und 2,0 Tagen gegenüber dem Vergleichszeitraum (1971–2000).^[29] Die Abbildungen 53 und 54 zeigen die davon leicht abweichenden Ergebnisse des Ensembles aus acht Klimamodellketten des „Weiter-wie-bisher-Szenarios“ (RCP 8.5) für Bremen und Bremerhaven. Einzelne aktuelle Modelle projizieren für die Metropolregion Bremen-Oldenburg bis Ende des Jahrhunderts sogar bis zu sieben zusätzliche Starkregentage.^[30]

Bei der Projektion der Entwicklung der Niederschläge wird allerdings ein generelles Problem der Auswertung von Ergebnissen aus Klimamodellen deutlich: Die zeitliche Auflösung von Vorhersagen liegt im Bereich von Tagessummen des Niederschlages. Die im Zusammenhang mit Starkregenereignissen kritischen Zeitintervalle sind jedoch deutlich kürzer (Minuten bis wenige Stunden) und dafür von sehr hohen Niederschlagsintensitäten gekennzeichnet, die häufig im Zuge von Sommergewittern auftreten und die Kanalnetze überfordern sowie zu lokalen Überflutungen führen. Regionale Klimamodelle können diese Prozesse aufgrund ihrer räumlichen Auflösung bisher jedoch noch nicht abbilden, da sich diese häufig im subskaligen Bereich abspielen. Die physikalischen Zusammenhänge und die von vielen Modellen projizierte Zunahme von Tagen mit Starkregen deuten allerdings darauf hin, dass auch die kurzzeitigen Starkregenereignisse zunehmen könnten.

Es besteht generell ein Zusammenhang zwischen der Lufttemperatur und der Wassermenge, welche die Luft in Form von Wasserdampf in der Lage ist aufzunehmen und die folglich bei einem Gewitter kondensieren und zu Niederschlag führen kann. Da die weitere Erwärmung der Atmosphäre und die Zunahme von Hitzetagen im Sommer als relativ gesichert gelten kann, sind auch größere Niederschlagsmengen bei Sommergewittern möglich. Generell ist die Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Starkregenereignissen daher plausibel. Trenduntersuchungen aus den letzten 30 bis 50 Jahren bestätigen dies bereits für einige Regionen.^[31]

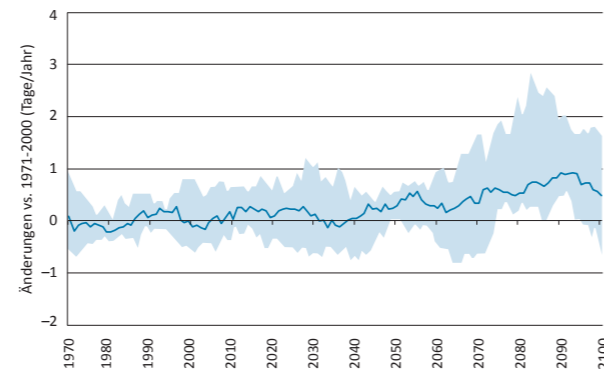


ABB. 53 Bremen: Anzahl der Tage mit $N \geq 20$ mm/d*

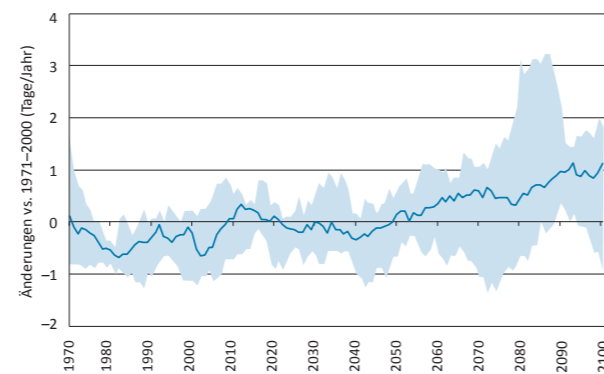


ABB. 54 Bremerhaven: Anzahl der Tage mit $N \geq 20$ mm/d*

*Auswertungen von acht Modellketten auf Basis des „Weiter-wie-bisher-Szenarios“ RCP8.5 (CNRM-CM5_RCA4, EC-EARTH_HIRHAM5, EC-EARTH_RACMO22E, EC-EARTH_RCA4, HadGEM2-ES_RCA4, IPSL_RCA4, MPI-ESM_CCLM, MPI-ESM_RCA4)



ABB. 55

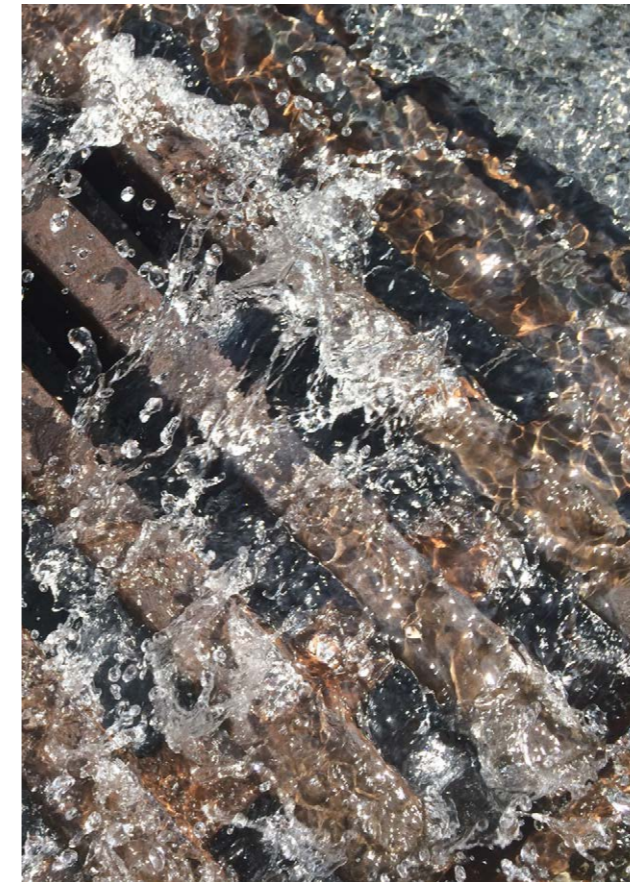


ABB. 56

Projekt KLAS

Im Rahmen des Projektes KLAS – KlimaAnpassungsStrategie Extreme Regenereignisse werden seit 2012 Strategien und konkrete Maßnahmen zur Minderung der Auswirkungen von Starkregenereignissen für die Stadtgemeinde Bremen entwickelt und umgesetzt. Die ressortübergreifende Projektgruppe unter Leitung des Senators für Umwelt, Bau und Verkehr wurde nach den heftigen Regenfällen im Sommer 2011 gegründet, die in Bremen zu weitreichenden Überflutungen von Unterführungen und Straßen sowie zu einer Vielzahl von Schadensfällen aufgrund von Flutungen von Kellern und Souterrain führten.

Die Strategie der Starkregenvorsorge im Kontext der Klimaanpassung in Bremen umfasst grundsätzlich die zwei Pfade: „Risikomanagement“ und „wasser-sensible Stadtentwicklung“. Flankiert werden die Pfade durch eine Öffentlichkeitsarbeit zur Stärkung der Eigenvorsorge der Bremer GrundstückseigentümerInnen. In einer ersten Projektphase wurden die relevanten Grundlagendaten, wie stadtgebietsweite Analysen zu Überflutungsgefahren und Anpassungspotenzialen, geschaffen. Die zweite Projektphase fokussiert verstärkt auf die Umsetzung von Maßnahmen zur Risikominderung und einer Institutionalisierung der Starkregenvorsorge im Planungs- und Verwaltungshandeln. Dabei werden Handlungsfelder im Rahmen der Stadtentwässerung, der Stadt-, Verkehrsflächen- und Freiraumplanung sowie des Risiko- und Katastrophenmanagements bezogen auf sensible Infrastrukturen bearbeitet.

Das Projekt KLAS erhielt als „kommunales Leuchtturmvorhaben zur Klimaanpassung“ Fördergelder vom Bundesumweltministerium im Rahmen der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS). Teile der Projektfortführung werden von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt gefördert.

Weitere Informationen: www.klas-bremen.de





6.4 Niederschlagsverschiebung und Trockenheit

BISHERIGE KLIMAVERÄNDERUNGEN

Die mittlere jährliche Niederschlagshöhe liegt in der Region Bremen und Bremerhaven zwischen 700 und 800 mm. Das Gebietsmittel für Bremen und Bremerhaven zeigt in den letzten Jahren für die Jahressummen des Niederschlages einen ansteigenden Trend. Das höchste Flächenmittel wurde 1998 mit 1027 mm ermittelt, während im Jahr 1959 mit 440 mm der niedrigste Wert auftrat.

Im Trend gibt es für das Land Bremen im Zeitraum 1882 bis 2015 einen Zuwachs in der Jahressumme von gut 100 mm [Abb. 57]. Auf die Jahreszeiten bezogen tragen insbesondere der Winter und der Herbst zu dieser Zunahme bei, im Einzelnen etwa +55 mm im Winter, +30 mm im Herbst, +10 mm im Sommer und +5 mm im Frühjahr.

Dennoch können steigende Temperaturen vielerorts zu einer Verschärfung der Trockenheitsproblematik führen. Die erwartete Temperaturzunahme und die gleichzeitig abnehmenden bzw. stagnierenden Niederschläge im Sommer führen zu einer verstärkten Austrocknung und zu anhaltenden Dürreperioden. Zur Erfassung solcher Trockenperioden kann z. B. die Häufigkeit von Episoden mit mindestens zehn aufeinanderfolgenden Tagen ohne Niederschlag betrachtet werden.

Wie schon bei den Starkniederschlägen ist auch hier aufgrund der Seltenheit derartiger Ereignisse (im Mittel ca. 1,3 Fälle pro Sommer für Deutschland) keine statistisch gesicherte Veränderung seit den 1950er-Jahren zu beobachten. Hinzu kommen ausgeprägte natürliche Schwankungen mit abwechselnden Phasen stärkerer und geringerer Trockenheit, wie sie in ähnlicher Form auch bei den Starkniederschlägen zu finden sind.



ABB. 58



ABB. 59

Trockenheit

Allgemein betrachtet ist Trockenheit eine „verlängerte Abwesenheit von oder ein markanter Mangel an Niederschlägen“ bzw. ein „genügend langer Zeitabschnitt von außerordentlich trockenem Wetter, sodass der Niederschlagsmangel ein ernsthaftes hydrologisches Ungleichgewicht verursacht“.^[32] Von einem „Trockentag“ wird gesprochen, wenn der tägliche Niederschlag weniger als 1 mm beträgt.^[33] Es existieren allerdings keine einheitlichen Festlegungen, ab wieviel Tagen ohne (oder mit nur sehr geringen) Niederschlägen von einer „Trockenperiode“ die Rede ist. Sie hängt vom Wasserbedarf der einzelnen Bereiche ab und kann demzufolge in der warmen Jahreszeit schon nach einigen trockenen Tagen beginnen. Im Winter sorgt die wegen der niedrigen Luft- und Bodentemperaturen gegenüber dem Sommer stark verminderte Verdunstung dafür, dass trotz minimaler Niederschläge eines Monats eine echte Trockenperiode nur schwer erreicht werden kann. Der Grundwasserstand und die Wasserstände der Flüsse sind dabei ebenfalls zu beachten. Liegen die Ausgangswerte vor einer Periode mit keinen oder nur geringen Niederschlägen recht hoch, dauert es entsprechend länger, bis es zu einer Trockenperiode kommt.

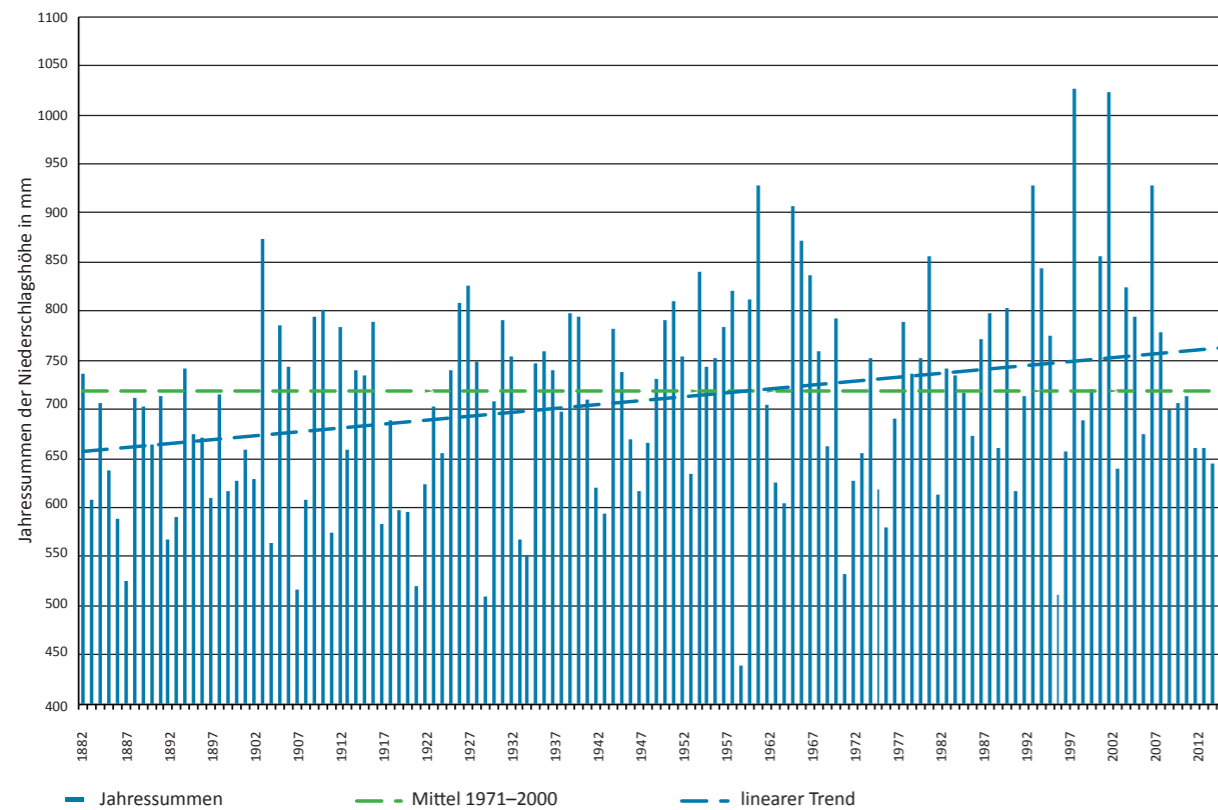


ABB. 57 Mittlere Jahressummen der Niederschlagshöhe (Flächenmittel Land Bremen)



ABB. 60

ZU ERWARTENDE KLIMAVERÄNDERUNGEN

Verschiedene regionale Klimamodelle deuten darauf hin, dass der Klimawandel deutliche Auswirkungen auf die Verteilung der Niederschlagsmengen im Jahresverlauf haben wird. Zum einen wird erwartet, dass die Gesamtsumme des Niederschlages pro Jahr sowohl in Bremen als auch in Bremerhaven leicht zunehmen wird [Abb. 62/63]. Darüber hinaus muss damit gerechnet werden, dass sich der Niederschlagszyklus verschiebt. Während die Niederschläge im Sommer in der Summe tendenziell leicht abnehmen werden [Abb. 64/65], werden die Niederschlagsmengen im Winter voraussichtlich zunehmen [Abb. 66/67].

Die veränderte Temperatur und die veränderten Niederschläge wirken auf alle Größen des Wasserkreislaufs. Die durch steigende Temperaturen und voraussichtlich längere Trockenperioden [Abb. 68/69] erhöhte Verdunstung und der durch die veränderte Niederschlagsverteilung beeinflusste Oberflächenabfluss wirken – vor allem im Sommer – über die Wasserbilanz auf die Grundwasserneubildung. Auf diesem Weg wirken die veränderten Klimabedingungen auch auf die sich ausbildenden Grundwasserstände.^[34]

Für die Entwässerung der Küstenniederungsgebiete ist insbesondere die starke Zunahme der Niederschlagsmengen in Herbst und Winter bedeutsam, die z. B. in den „nordwest2050“-Klimaszenarien deutlich wird. Diese und das möglicherweise häufigere Auftreten von Starkregenereignissen führen dazu, dass die abzuführende Wassermenge saisonal, aber auch temporär bei Einzelereignissen erheblich zunehmen kann. Zudem führt die klimawandelbedingte Erhöhung der Tideniedrigwasserstände zu einer Verminderung des Gefälles zwischen den Wasserständen der Nordsee, bzw. der Unterweser und denen der Seele.^[35]

Unabhängig von der Nähe zum Meer beeinflussen die projizierten Veränderungen des Niederschlagsgeschehens auch über das Einzugsgebiet das Flusssystem der Weser. Meteorologisch bedingt treten Niedrigwasser-Situationen dort in den Sommermonaten auf. Häufigere und längere Trockenphasen und eine allgemein höhere Verdunstung in dieser Zeit können daher zu einer weiteren Verringerung der Abflüsse führen.

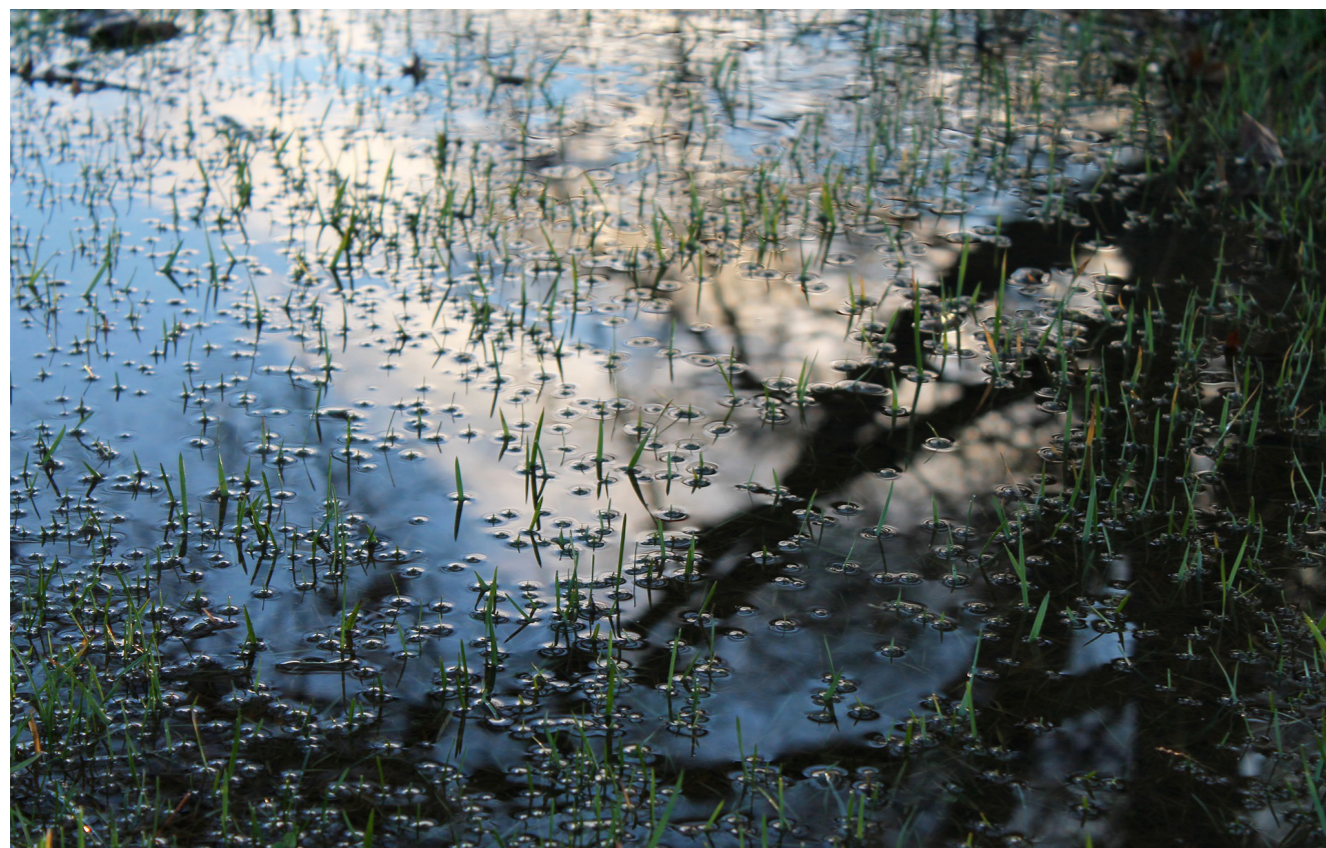


ABB. 61

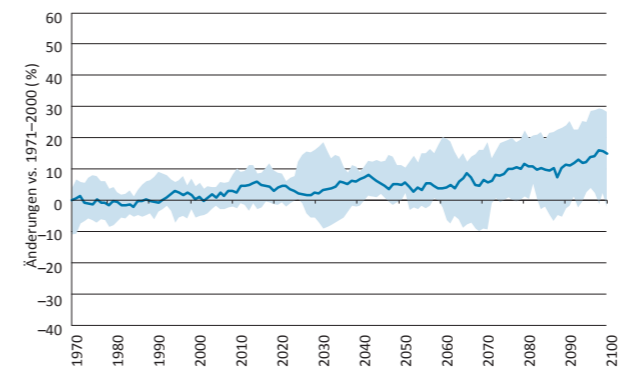


ABB. 62 Bremen: Veränderung der mittleren Niederschlagssumme im Jahr*

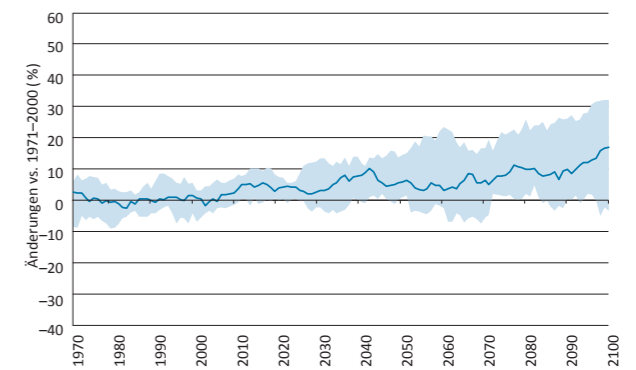


ABB. 63 Bremerhaven: Veränderung der mittleren Niederschlagssumme im Jahr*

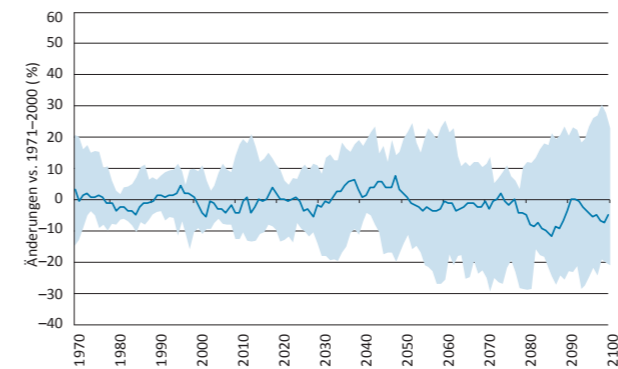


ABB. 64 Bremen: Veränderung der mittleren Niederschlagssumme im Sommer*

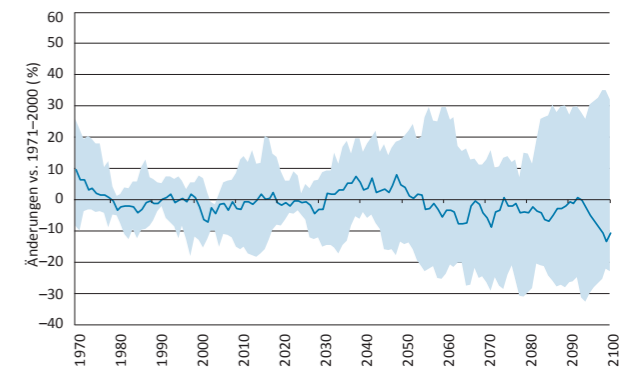


ABB. 65 Bremerhaven: Veränderung der mittleren Niederschlagssumme im Sommer*

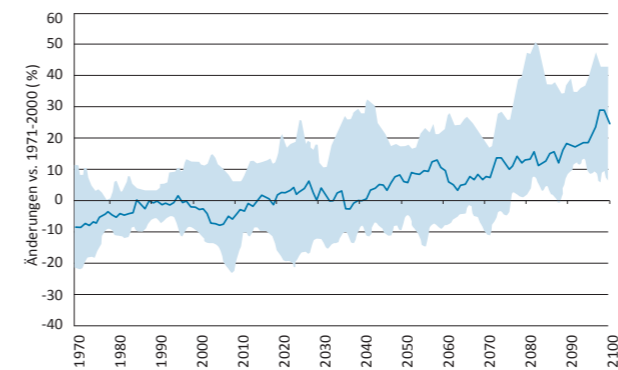


ABB. 66 Bremen: Veränderung der mittleren Niederschlagssumme im Winter*

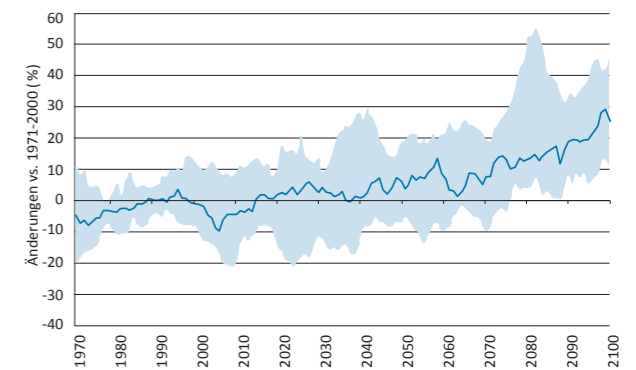


ABB. 67 Bremerhaven: Veränderung der mittleren Niederschlagssumme im Winter*

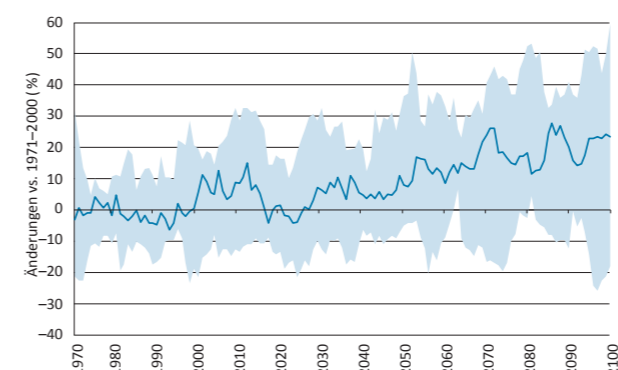


ABB. 68 Bremen: Dauer der max. Trockenperiode im Sommer (Anzahl aufeinanderfolgender Tage mit $N < 1$ mm/d)*

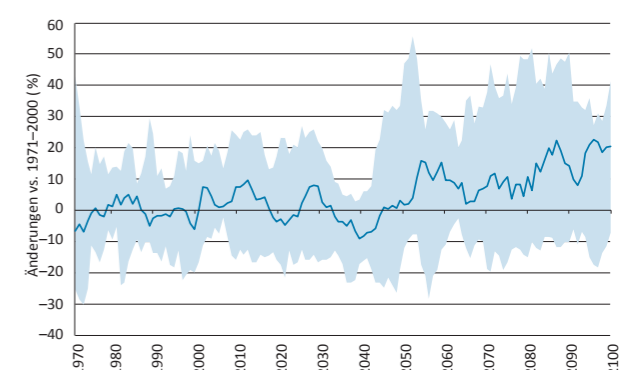


ABB. 69 Bremerhaven: Dauer der max. Trockenperiode im Sommer (Anzahl aufeinanderfolgender Tage mit $N < 1$ mm/d)*

*Auswertungen von acht Modellketten auf Basis des „Weiter-wie-bisher-Szenarios“ RCP8.5 (CNRM-CM5_RCA4, EC-EARTH_HIRHAM5, EC-EARTH_RACMO22E, EC-EARTH_RCA4, HadGEM2-ES_RCA4, IPSL_RCA4, MPI-ESM_CCLM, MPI-ESM_RCA4)



6.5 Stürme und Sturmfluten

BISHERIGE KLIMAVERÄNDERUNGEN

Der Wind, besonders die Windgeschwindigkeit, reagiert sehr sensibel auf Veränderungen im Umfeld der Messstation und auch auf Aufstellungsänderungen (z. B. der Windgeberhöhe). Eine lange „ungestörte“ Zeitreihe zur Betrachtung der Windentwicklung zu erhalten ist aus diesen Gründen schwierig. Es kann jedoch auf den sogenannten geostrophischen Wind ausgewichen werden, der aus Luftdruckmessungen bestimmt werden kann. Der geostrophische Wind ist dem horizontalen Luftdruckgefälle in Meereshöhe proportional und damit ebenso ein Maß für die atmosphärische Bewegung wie der reale Wind.

Die Entwicklung des geostrophischen Windes wurde für die Deutsche Bucht für den Zeitraum 1880 bis 2015 rekonstruiert [Abb. 70]. Für den Gesamtzeitraum ergibt sich eine leicht abnehmende Tendenz hoher Windgeschwindigkeiten, die jedoch deutlich kleiner als die Schwankungen von Jahr zu Jahr ausfällt und somit statistisch nicht signifikant ist. Auch andere Auswertungen, die sich insbesondere auf hohe Windgeschwindigkeiten aus

für die Nordseeküste kritischen Windrichtungen West bis Nord befassen, zeigen keinen signifikanten Trend bezüglich der Häufigkeit und Intensität von Stürmen.

Besonders die in Küstennähe gelegenen Städte und Ortschaften sind immer wieder Sturmereignissen und Sturmfluten mit hohem Schadenspotenzial ausgesetzt (z. B. Orkan „Vincinette“ 1962, Orkantief „Quimburga“ 1972, Orkantief „Capella“ 1976 oder auch Orkantief „Xaver“ 2013), auch wenn die Entwicklung des geostrophischen Windes keinen deutlichen Trend aufzeigt.

Sturmfluten werden, neben weiteren Faktoren, insbesondere vom Windklima und von der Höhe des Meeresspiegels beeinflusst. In den letzten hundert Jahren ist der Meeresspiegel weltweit etwa zwei Dezimeter im Durchschnitt angestiegen. Der Meeresspiegel in der Nordsee hat mit dieser Entwicklung annähernd Schritt gehalten (vgl. Abbildung 72 auf Seite 104).

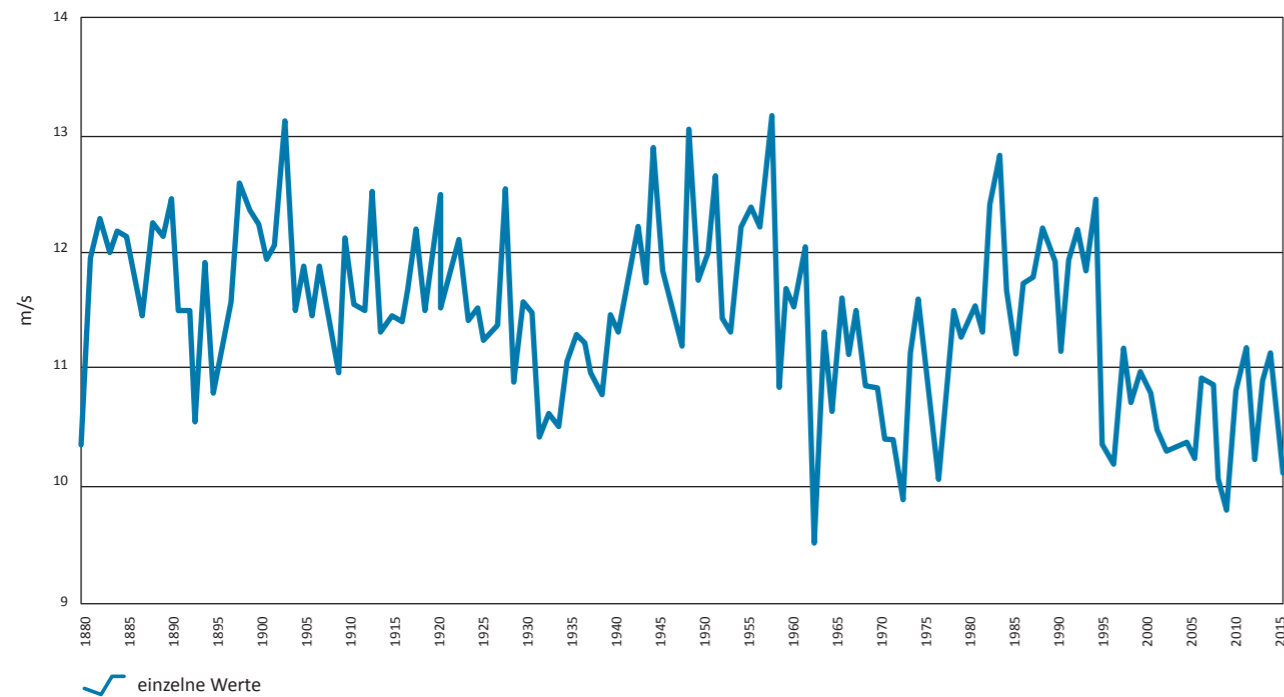


ABB. 70 Jahresmittel des geostrophischen Windes für die Deutsche Bucht

„Nacht der großen Flut“ 1962 – Orkan Vincinette^[36] → STURMFLUTKATASTROPHE

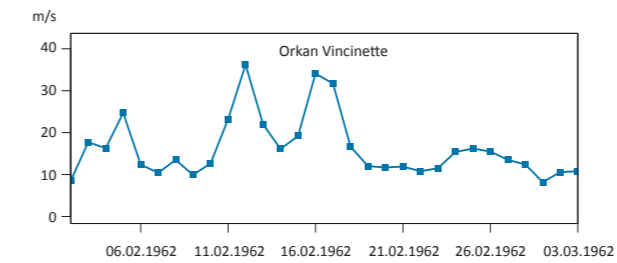


ABB. 71 Maximale tägliche Windgeschwindigkeit

Datum: 16. und 17.2.1962

Räumlicher Schwerpunkt: Bremerhaven-Mitte; Neuer Hafen; Stadtbremisches Überseehafengebiet Bremerhaven; Bremerhaven-Weddewarden

Meteorologische Daten

- Orkanstürme aus west-nordwestlicher Richtung drücken große Wassermengen in die Bucht
- Graupel-, Gewitter und Schneeschauer
- Sehr schwere Sturmflut: Hochwasser ca. 3,50 m über MThw
- Windstärken 9–10 Bft., Spitzenböen 12 Bft.

Schadensausmaß gesundheitlich und finanziell (in Bremerhaven)

- Katastrophenalarm Stufe III wird ausgelöst
- Schiffe geraten in Seenot
- Fährhaus der Weserfähre und Lehrkes Restaurant stehen unter Wasser
- Weserdeich: Deichkörper durchlöchert (in Weddewarden) und Überspülung, Pflastersteine und Befestigung der Deiche an den Geestemolen von Wassermassen aufgerissen

- Weser-Strandbad, Tonnenhof des Wasserstrassen- und Schiffsamtes Bremerhaven sowie einige Straßen am Alten Hafen unter Wasser
- Tiergrotten (heute Zoo am Meer): Mauer durch Flutströmung eingerissen: Tiere ertrinken oder werden von Mauerteilen erschlagen
- Deichabschnitt zwischen Wasserstandsanzeiger und Strandhalle schwer beschädigt
- Teilweiser Stromausfall
- Defekter Deichschart bei Sturmflutsperrwerk (jedoch durch Öffnung Tidesperrwerk entlastet, keine gravierenderen Folgen)
- Gesamtes Areal um den Columbusbahnhof (Columbuskaje) steht bis zu einem Meter tief unter Wasser
- Mittlere Kasko eines Tankers vom Bremer Vulkan prallt auf nördl. Kaje, diese wird beschädigt
- Insgesamt liegt der Schaden in Deutschland bei ca. 3 Milliarden DM

Vergleichbare Ereignisse

- Orkantief Capella am 3.1.1976: 17 Menschen sterben in Norddeutschland, höchste Sturmflut, die Hamburg je erlebt hat (Hochwasser von 6,45 m ü. NN, Spitzengeschwindigkeiten von 145 km/h)
- Deiche haben gehalten, deswegen Auswirkungen weniger verheerend, hauptsächlich Elbgebiet

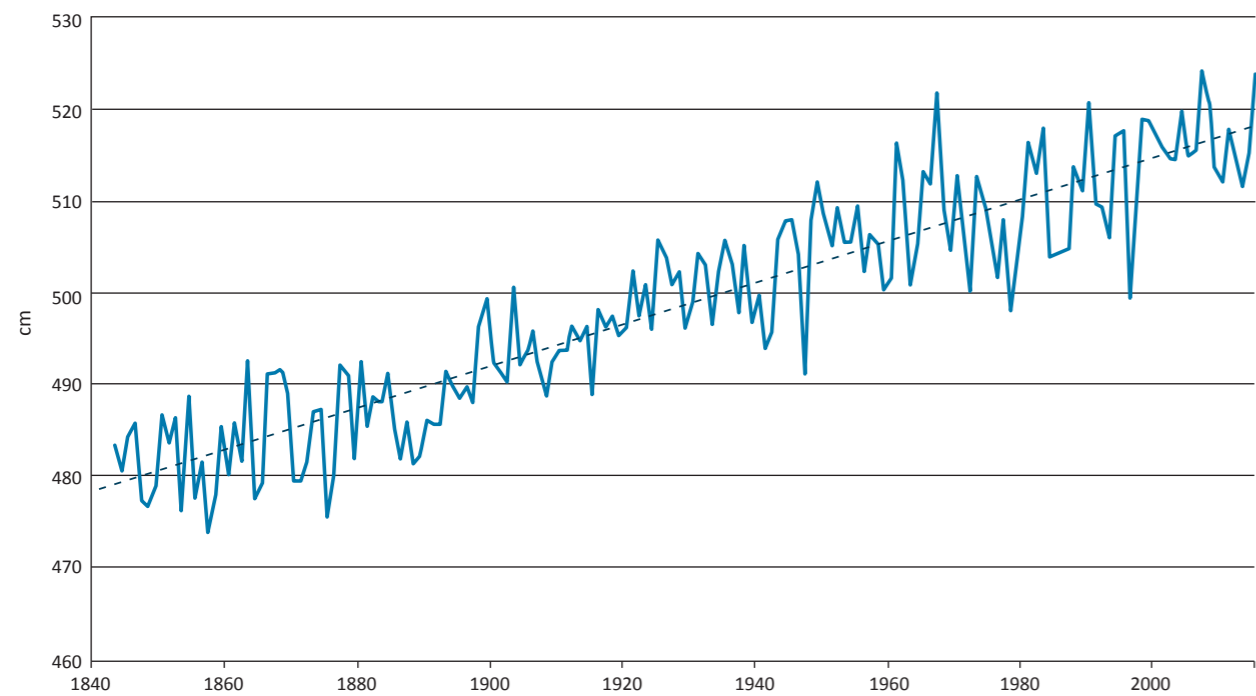


Abb. 72 Mittlerer Meeresspiegel am Pegel Cuxhaven 1843–2015

Stürme

In der Meteorologie umfasst der Begriff Sturm Luftströmungen, die eine Stärke von 8 auf der Beaufort-Skala übersteigen.^[37] Diese können sowohl durch Tiefdruckgebiete mit hohen Windgeschwindigkeiten und z. T. intensiven Niederschlägen als auch durch Starkwinde bei Gewittern herbeigeführt werden. In der Versicherungswirtschaft werden Stürme definiert als „wetterbedingte Luftbewegung, deren Geschwindigkeit am Versicherungsort mindestens 60 km/h beträgt“.^[38]

Sturmfluten

Bei Sturmfluten handelt es sich um durch Sturm mit auflandigen Winden erhöhte Tidenströme. Sie treten verstärkt im Frühjahr und Herbst in Küstenregionen auf und werden verursacht durch einen Wasserspiegelanstieg als Folge von Windstau und hohen Wellen.^[39]



Abb. 73



Abb. 74

ZU ERWARTENDE KLIMAVERÄNDERUNGEN

Für den Wind zeigen die aktuellen Klimaprojektionen für Deutschland, ebenso wie die Messungen aus der Vergangenheit, die typischen multidekadischen Schwankungen, jedoch ohne Langzeittrend.^[40] Eine deutliche Änderung der Anzahl und/oder der Intensität von Stürmen ist aus den Ergebnissen der Klimaprojektionen zukünftig bisher noch nicht erkennbar.

Die Wasserstände an den deutschen Küsten werden durch eine Überlagerung verschiedener Prozesse bestimmt, die auf unterschiedlichen räumlichen und zeitlichen Skalen wirken. Auf lange Sicht werden die Wasserstände in erster Linie durch das Schmelzen der Inlandgletscher, der großen Eisschilde Grönlands und der Antarktis sowie der thermischen Ausdehnung des Weltozeans bestimmt. Gegen Ende des 21. Jahrhunderts und darüber hinaus wird sich der Anstieg des Meeresspiegels wahrscheinlich signifikant beschleunigen. Hier wird insbesondere mit einem zunehmenden Beitrag durch das Abschmelzen der Eisschilde und einer Beschleunigung des Eisabflusses über dränierende Inlandgletscher gerechnet. Zudem können – gegen Ende des Jahrhunderts – besonders im Winter häufiger Stürme auftreten. Bei einem starken Klimawandel würden langfristig die klimabedingten Belastungen der Bauwerke, die Schäden an den Küsten und die Sturmflutgefahr für Bremen und Bremerhaven deutlich zunehmen.^[41]

Der zukünftige Meeresspiegelanstieg an den deutschen Küsten ist aktuell allerdings noch unzureichend quantifizierbar, da er durch die Anteile von abschmelzenden Gletschern und kontinentalen Eisschilden großen Unsicherheiten unterliegt.^[42] In den bisherigen Klimaszenarien ist die dynamische Reaktion der Eisschilde auf steigende Atmosphären- und Ozeantemperaturen sowie auf zunehmende Oberflächenschmelze in Grönland nicht berücksichtigt. Neuere Einschätzungen gehen für die Nordsee bei einem „Weiter-wie-bisher-Szenario“ (RCP8.5) von einem möglichen Meeresspiegelanstieg von bis zu über einem Meter bis Ende des Jahrhunderts aus.^[43]

Neben dem globalen mittleren Meeresspiegelanstieg wirken aufgrund der steigenden atmosphärischen Temperatur und Wärmeaufnahme des Ozeans auf kürzeren Zeitskalen vor allem meteorologische Prozesse (Luftdruckschwankungen, Windstau), hydrografische, ozeanografische und astronomische Prozesse (Abfluss aus Fließgewässern, Füllstände, Gezeiten) auf die Wasserstände an den deutschen Küsten. Zusätzlich sind für die Nord- und Ostseeküste vertikale Entlastungsbewegungen der Erdkruste als Folgewirkung der letzten Eiszeit



Abb. 75

für regionale Änderungen des relativen Meeresspiegels verantwortlich.^[44]

Generell sind zukünftige Sturmflutwasserstände von verschiedenen Faktoren abhängig:^[45]

- Globaler mittlerer Meeresspiegelanstieg
- Meteorologisch bedingter Anteil des Sturmflutwasserstandes
- Regionaler und lokaler Meeresspiegelanstieg
- Wellenauflauf
- Gezeitenregime
- Topografie
- ggf. regionale wasserbauliche Maßnahmen

Geht man entsprechend den Analysen des Norddeutschen Klimabüros in der Deutschen Bucht von einem projizierten Meeresspiegelanstieg bis zum Ende des Jahrhunderts von bis zu ca. 80 cm aus, können unter Berücksichtigung eines veränderten Windklimas Nordseesturmfluten bis zum Ende des Jahrhunderts dann insgesamt etwa 30 bis 110 cm höher auflaufen als heute. Forschungsanalysen gehen deshalb davon aus, dass mittelfristig der aktuelle Küstenschutz an der Nordsee (auch durch die Umsetzung bereits geplanter Küstenschutzmaßnahmen) ungefähr noch so wirksam ist wie heute. Langfristig wird durch die erhöhten Sturmflutwasserstände voraussichtlich weiterer Handlungsbedarf entstehen.^[46]

Sollten sich diese Hinweise auf einen beschleunigten Meeresspiegelanstieg in den kommenden Jahren in den Modellen und Beobachtungen weiter bestätigen, wird dies auch für die Klimaanpassungsstrategie und insbesondere die Küstenschutzstrategie Bremens Auswirkungen haben. Ende 2019 plant der Weltklimarat einen Sonderbericht über Ozeane und Eisgebiete, welcher die aktuellen Forschungsergebnisse darstellen wird.

AKTUELLER SACHSTAND ZUM ANSTIEG DES MEERESSPIEGELS

Im 5. Sachstandsbericht des IPCC (Weltklimarat) von 2013 wurde der Meeresspiegelanstieg für verschiedene Treibhausgaszenarien bis Ende des 21. Jahrhunderts dargelegt. Für das Klimaschutz-Szenario (RCP2.6) ergibt sich bis zum Ende des Jahrhunderts ein Bereich von 26–55 cm, für das „Weiter-wie-bisher“-Szenario (RCP8.5) ein Bereich von 45–82 cm (vgl. Abbildung 76). Allerdings wurde darauf hingewiesen, dass die möglichen Beiträge der Eisschilde von Grönland und der Antarktis bislang unzureichend berücksichtigt worden sind, da deren physikalische Prozesse, wie beispielsweise die mögliche Instabilität des marinen Westantarktischen Eisschilds, noch nicht ausreichend verstanden und hinreichend mathematisch beschrieben seien.^[47] Mittlerweile haben sich die Kenntnisse darüber deutlich verbessert. Mithilfe von ozeanographischen Beobach-

tungen, Vermessungen des Meeresbodens und hochauflösenden Modellsimulationen konnte zunehmend festgestellt werden, dass das Meereis eine entscheidende Rolle für die Unterströmung der Schelfeise mit erwärmtem Ozeanwasser hat. Steigt durch den Klimawandel die Lufttemperatur, verringert sich die Meereisbedeckung und damit verändert sich die physikalische Zusammensetzung der Wassermassen auf dem Kontinentalschelf. Warme Wassermassen können dann aus der Tiefsee durch tiefe Gräben bis weit unter das Schelfeis vordringen. Vor allem im Bereich des dicksten Eises am Übergang zum aufliegenden Inlandeis erhöht dies die Schmelzrate an der Schelfeisunterseite und der Kontakt zwischen Gletschern und dem unterlagernden Festgestein hebt sich mehr und mehr auf (vgl. Abbildung 77). Dieses führt dazu, dass Gletscher erheblich schneller ins Meer strömen.^{[48] [49] [50]}

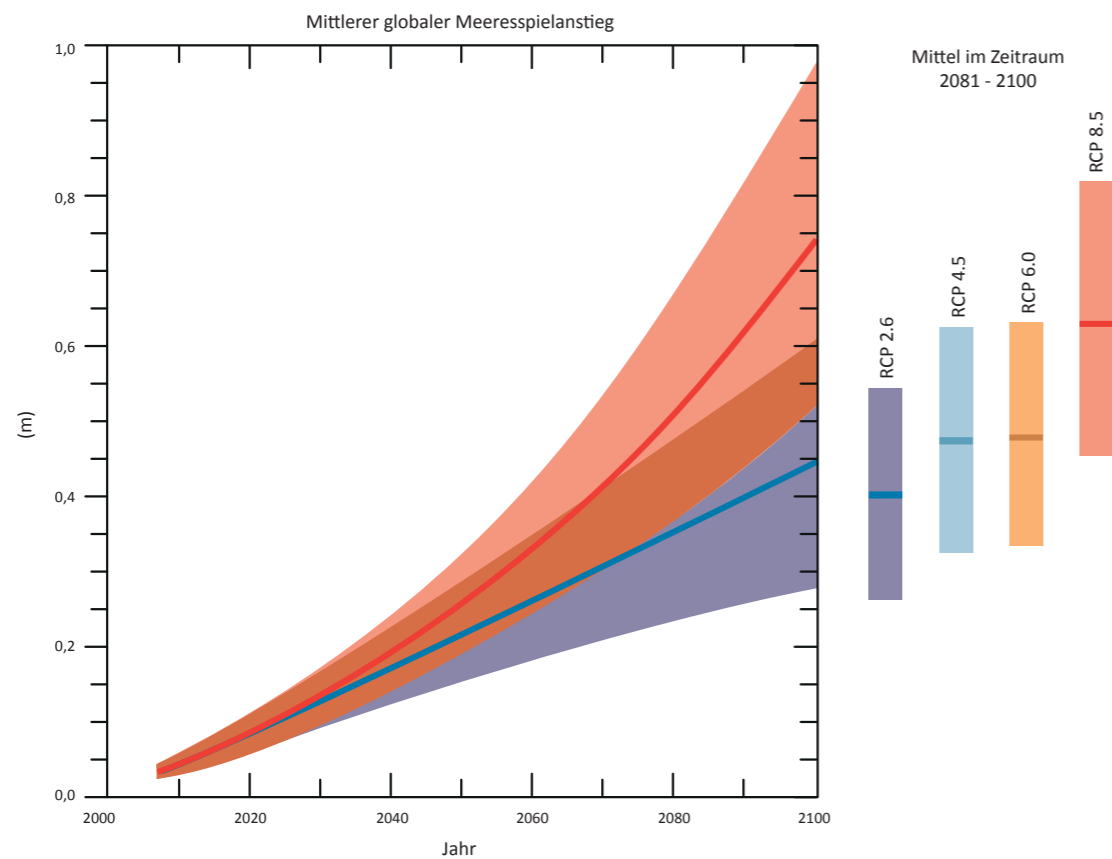


Abb. 76 Projektionen des mittleren globalen Meeresspiegelanstiegs im 21. Jahrhundert bezogen auf 1986–2005, aus einer Kombination der CMIP5-Modellgruppe und prozessbasierten Modellen, für RCP2.6 und RCP8.5. Der abgeschätzte wahrscheinliche Bereich ist mit einem schattierten Streifen dargestellt. Die abgeschätzten wahrscheinlichen Bereiche für das Mittel im Zeitraum von 2081–2100 für alle RCP-Szenarien werden als farbige vertikale Balken gezeigt, mit dem entsprechenden Medianwert als horizontale Linie.

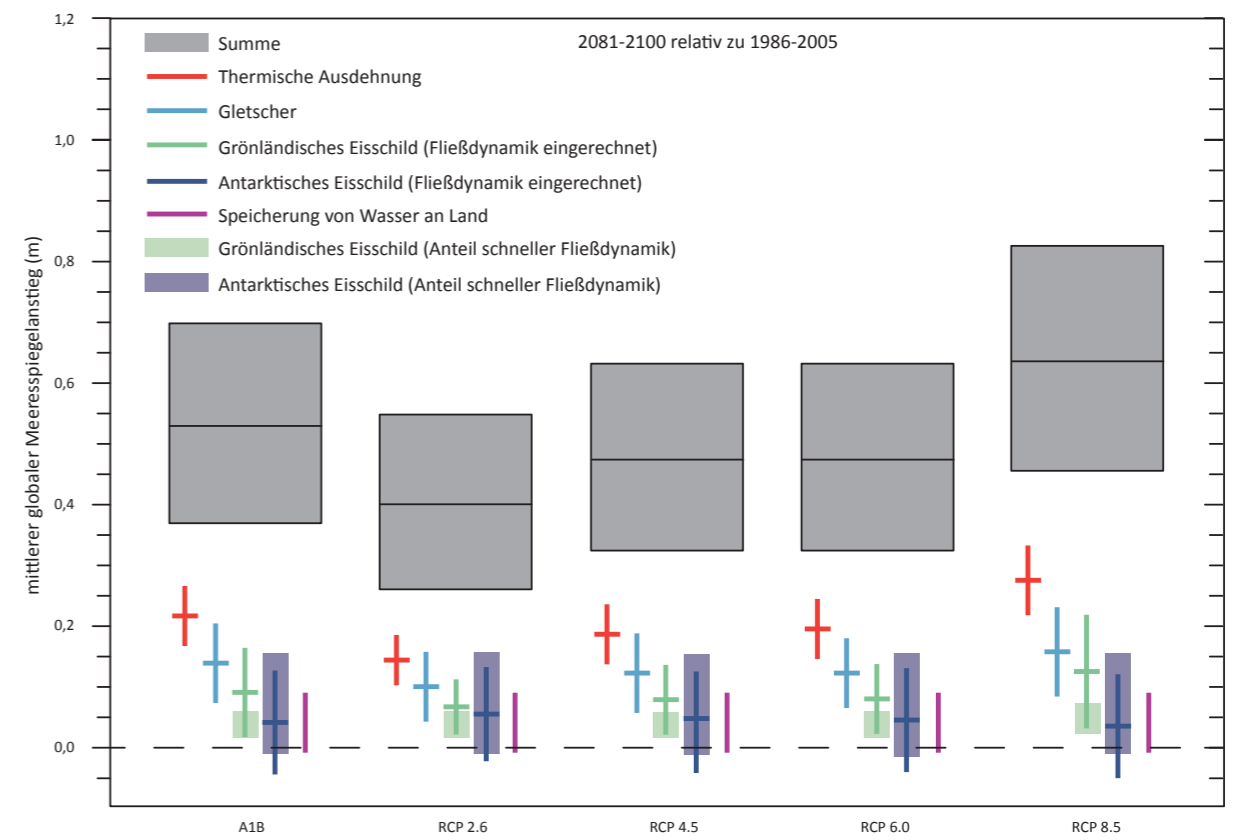


Abb. 77 Projektionen von prozessbasierten Modellen mit wahrscheinlichen Bereichen und Medianwerten für den globalen mittleren Meeresspiegelanstieg und deren Beiträge in 2081–2100 im Vergleich zu 1986–2005 für die vier RCP-Szenarien und das Szenario SRES A1B, das im Vierten Sachstandsbericht (AR4) verwendet wurde. Die Beiträge der Eisschilde beinhalten auch die Beiträge aus schnellen Änderungen in der Fließdynamik (Ergänzung zum Originaltext: hervorgerufen beispielsweise durch eine marine Instabilität des antarktischen Eisschildes), die auch separat dargestellt werden. Die Beiträge durch schnelle Änderungen der Fließdynamik und der anthropogenen Landwasserspeicherung werden mit einheitlichen Wahrscheinlichkeitsverteilungen und unabhängig vom jeweiligen Szenario behandelt (mit der Ausnahme, dass eine höhere Änderungsrate für den Grönland-Eisabfluss unter RCP8.5 verwendet wird). Diese Darstellung bedeutet nicht, dass die betreffenden Beiträge nicht von dem dargestellten Szenario abhängen, sondern nur dass der aktuelle Wissensstand keine quantitative Bewertung der Abhängigkeit zulässt. Siehe hierzu auch die Diskussion in den Abschnitten 13.5.1 und 13.5.3 des IPCC AR5 und Ergänzungsmaterial für Methoden. Nur der Zusammenbruch der marin-gegründeten Bereiche des antarktischen Eisschilds könnte, wenn er initiiert wird, dazu führen, dass der globale mittlere Meeresspiegel (GMSL) im 21. Jahrhundert deutlich über den wahrscheinlichen Bereich ansteigt. Dieser mögliche Zusatzbeitrag kann nicht präzise quantifiziert werden, aber es besteht mittleres Vertrauen, dass er nicht mehr als einige Dezimeter des Meeresspiegels überschreiten würde.

Für Grönland spielen die im Ozean terminierenden Gletscher eine entscheidende Rolle, da diese durch wärmere Ozeantemperaturen oder zunehmende Oberflächenschmelze durch atmosphärische Erwärmung stärker schmelzen und dadurch zu einem vermehrten Kalben führen. Dieser Prozess bewirkt auch eine Beschleunigung des Gletscherabflusses. Beide Prozesse konnten in den Betrachtungen des IPCC aus dem Jahr 2013 noch nicht berücksichtigt werden, was zu höheren Unsicherheiten in der Abschätzung der Eisschildbeiträge geführt hat. Neuere Studien können diesen Prozess nun besser abbilden. Sie projizieren daher einen höheren Beitrag

der Eisschilde zum globalen Meeresspiegelanstieg bis zum Ende des Jahrhunderts, was die wahrscheinliche Bandbreite des Meeresspiegelanstiegs unter einem „Weiter-wie-bisher“-Szenario auf über einen Meter erhöht.^{[51] [52]}