

Klimaanpassung in Planungsverfahren



Leitfaden für die Stadt- und Regionalplanung

Impressum

Herausgeber

Sustainability Center Bremen
Jakobstr. 20
D-28195 Bremen
Tel: 0421-230011-0
Fax: 0421-230011-18
E-Mail: info@klimawandel-unterweser.de
www.klimawandel-unterweser.de

Kontakt

Manfred Born
Tel: 0421-230011-14
E-mail: manfred.born@ecolo-bremen.de

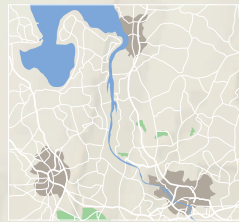
Die Erstellung des Leitfadens wurde koordiniert von:

- **Manfred Born**, Sustainability Center Bremen
- **Bernhard Heidrich**, Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung; Regierungsvertretung, Oldenburg
- **Jan Spiekermann**, Studierender der Fakultät Raumplanung an der Technischen Universität Dortmund

Dieser Leitfaden entstand im Rahmen des Forschungsvorhabens Klimawandel Unterweser - Mit dem Klimawandel handeln! - Akteurs-orientierte Risikokommunikation im Umgang mit ungesichertem Wissen der Fördermaßnahme klimazwei – Forschung für den Klimaschutz und Schutz vor Klimawirkungen des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF). Die Herausgabe des Leitfadens wurde unterstützt durch die Metropolregion Bremen-Oldenburg im Nordwesten

Klimaanpassung in Planungsverfahren

Leitfaden für die Stadt- und Regionalplanung



Danksagung

Die Autoren möchten sich bei den Teilnehmerinnen und Teilnehmern der Workshopreihe zum Themenschwerpunkt Stadt- und Regionalplanung des Forschungsvorhabens „Klimawandel Unterweser“ und des Expertengesprächs am 4.12.08 im Sustainability Center Bremen sowie bei Stefan Wittig von Bioconsult für die engagierte und konstruktive Mit- und Zuarbeit bedanken. Der Metropolregion Bremen-Oldenburg im Nordwesten e.V. danken wir für die finanzielle Unterstützung bei der Erstellung dieses Leitfadens.

Inhalt

Einführung – 6

1 Klimaprojektionen und –folgen in der Nordwestregion – 8

- 1.1 Naturraum und Klima der Region – 8
- 1.2 Beobachtete Klimaänderungen Deutschland und Niedersachsen/Bremen – 9
- 1.3 Klimaprojektionen für Deutschland und die Nordwestregion – 12
 - 1.3.1 Nationale Klimaprojektionen – 13
 - 1.3.2 Regionale Klimaprojektionen – 14
- 1.4 Regionale und sektorale Klimafolgen – 17

2 Räumliche Planung im Kontext der Klimaanpassung – 22

- 2.1 Die Rolle der Raumplanung bei der Anpassung an die Folgen des Klimawandels – 23
- 2.2 Umgang mit den Unsicherheiten der Klimaprojektionen – 26
- 2.3 Planungsrechtliche Einordnung des Themas Klimawandel – 27
 - 2.3.1 Raumordnung – 27
 - 2.3.2 Bauleitplanung – 28
 - 2.3.3 Umweltverträglichkeitsprüfung / Strategische Umweltprüfung – 30

3 Ansatzpunkte der räumlichen Planung zur Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen an die Folgen des Klimawandels in der Region Unterweser – 32

- 3.1 Landschaftsplanung – 32
 - 3.1.1 Sicherung von Freiräumen zur Erfüllung klimatischer Funktionen – 33
 - 3.1.2 Ausbau des Biotopverbunds zur Erhaltung der Biodiversität – 34
 - 3.1.3 Anpassung an die Veränderungen des Wasserhaushalts – 35



3.2 Stadtplanung/Siedlungsentwicklung – 37
3.2.1 Anpassung an steigende Temperaturen und häufigere Hitzeperioden – 37
3.2.2 Anpassung an häufigere und stärkere Extremniederschlagsereignisse – 41
3.3 Hochwasserschutz – 45
3.3.1 Vorbeugender Hochwasserschutz durch Wasserrückhaltung – 46
3.3.2 Technischer Hochwasserschutz – 47
3.3.3 Hochwasservorsorge – 48
3.3.4 Umsetzungsinstrumente für das Hochwasser-Flächenmanagement – 50
3.3.4.1 Wasserrechtliche Flächenvorsorge – 50
3.3.4.2 Raumordnerische Flächenvorsorge – 54
3.3.4.3 Bauleitplanerische Flächenvorsorge – 56
3.4 Küstenschutz – 58
3.4.1 Anpassungsoptionen des zukünftigen Küstenschutzes an den Meeresspiegelanstieg und die Zunahme von Sturmflutereignissen – 59
3.4.2 Flächenvorsorge für zukünftige Küstenschutzmaßnahmen – 63
3.4.2.1 Flächenvorsorge für die Verstärkung vorhandener bzw. zur Schaffung neuer Küstenschutzsysteme – 64
3.4.2.2 Flächenvorsorge für die Kleigewinnung – 66

Abkürzungsverzeichnis – 68
Tabellenverzeichnis – 69
Quellenverzeichnis – 70



Einführung

Der im Frühjahr 2007 veröffentlichte 4. Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC) macht deutlich: Das globale Klima wird wärmer. Beobachtungen und Messungen belegen einen Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur um 0,74° C innerhalb der letzten 100 Jahre. Der Anstieg des Meeresspiegels, das Abschmelzen von Gletschern und Eiskappen, die Verschiebung von Verbreitungsgebieten von Arten oder die Zunahme von extremen Wetterereignissen, wie Hitzewellen, Dürren, Starkniederschlägen oder Stürmen, geben bereits heute Zeugnis von der Menschen gemachten Klimaerwärmung und ihren Folgen. Auch Deutschland ist vom Klimawandel betroffen. Langzeituntersuchungen vom Deutschen Wetterdienst aus dem Jahre 2007 belegen einen Anstieg der Jahresmitteltemperatur seit 1901 um knapp 0,9°C. In den nächsten 50 Jahren wird der Klimawandel wahrscheinlich tief greifende Auswirkungen auf so wichtige Bereiche wie Landwirtschaft, Energie, Logistik und Tourismus haben und dabei auch den Naturschutz und die Biodiversität sowie die menschliche Gesundheit betreffen.

Klimaanpassung und Klimaschutz – Zwei Seiten einer Medaille

Die Wissenschaft ist sich einig, dass sich die aktuellen Auswirkungen des Klimawandels in den kommenden Jahrzehnten bis zum Ende des 21. Jahrhunderts und darüber hinaus verstärken werden. Selbst eine noch so zügige Umsetzung von

Maßnahmen zum Klimaschutz könnte daran nichts ändern. Aus diesem Grund gewinnt neben dem Klimaschutz die Anpassung an den Klimawandel zunehmend an Bedeutung. Eine Anpassung an den Klimawandel meint nicht, die Anstrengungen zur Vermeidung von Treibhausgasen zu vernachlässigen. Beide Strategien „Klimaschutz“ und „Klimaanpassung“ sind nicht als Gegensatz zu betrachten, sondern beide ergänzen sich – sie sind „Zwei Seiten einer Medaille“. Anpassungsmaßnahmen stellen daher keine Alternative zum Klimaschutz dar, sondern sind eine unvermeidbare und unerlässliche Notwendigkeit geworden.

EU-Weißbuch zur Klimaanpassung und Deutsche Anpassungsstrategie

Auf die Notwendigkeit einer Anpassung an den Klimawandel verweisen auch das im April 2009 veröffentlichte Weißbuch der EU-Kommission *Anpassung an den Klimawandel: Ein europäischer Aktionsrahmen* und die im Dezember 2008 veröffentlichte deutsche Anpassungsstrategie *Dem Klimawandel begegnen*. Das von der EU-Kommission vorgelegte Weißbuch gibt einen Aktionsrahmen vor, wie sich die Europäische Union und ihre Mitgliedstaaten auf die Veränderungen vorbereiten können. Darin skizziert die Kommission die Folgen des Klimawandels für Europa und entwirft eine sektorübergreifende Gesamtstrategie zur Anpassung an den Klimawandel. Zudem soll sichergestellt werden, dass das Thema Anpassung jeweils in die existierende und zukünftige Gesetzgebung als Querschnittsthema integriert wird.

Am 17. Dezember 2008 hat das Bundeskabinett die Deutsche Anpassungsstrategie (DAS) *Dem Klimawandel begegnen* beschlossen. Diese schafft für Deutschland ebenfalls einen Rahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels. Die Strategie legt den Grundstein für einen mittelfristigen Prozess, in dem schrittweise mit den Bundesländern und gesellschaftlichen Gruppen die Risiken des Klimawandels bewertet, der mögliche Handlungsbedarf benannt, die entsprechenden Ziele definiert sowie mögliche Anpassungsmaßnahmen entwickelt und umgesetzt werden sollen. So können z.B. durch eine frühzeitige Einbeziehung von Anpassungsaspekten in Planungen später wirksam werdende klimabedingte Schadenskosten vermieden werden. Für 15 Handlungsfelder und ausgewählte Regionen werden mögliche Klimafolgen und Handlungsoptionen skizziert. Als wesentlicher Schritt in der Weiterentwicklung und Konkretisierung der bundesdeutschen Strategie wird in Zusammenarbeit mit den Ländern und anderen gesellschaftlich relevanten Akteuren ein Aktionsplan Anpassung bis zum Frühjahr 2011 erarbeitet.

Hintergrund und Zielgruppe des Leitfadens

Der vorliegende Leitfaden ist im Rahmen des angewandten Klimaforschungsprojekts „Klimawandel Unterweser – Mit dem Klimawandel handeln! – Akteurs-orientierte Risikokommunikation im Umgang mit ungesichertem Wissen“ entstanden, eines von insgesamt 40 Projekten, die das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) durch die Fördermaßnahme „klimazwei – Forschung für den Klimaschutz und Schutz vor Klimawirkungen“ unterstützt hat. Das Projekt zielte auf die Entwicklung von Anpassungsstrategien an das veränderte Klima und an Wetterextreme in der Unterweserregion in drei Zielgruppen: Landwirtschaft, Tourismus sowie Stadt- und Regionalplanung. In der Workshop-Reihe der AG Stadt- und Regionalplanung wurde deutlich, dass das Thema Klimaanpassung verstärkt in die Stadt- und Raumplanung integriert werden sollte. Mit den Akteuren wurde festgelegt, einen Leitfaden für die Planungspraxis zu entwickeln und umzusetzen. Dabei sollten insbesondere die bereits vorhandenen Planungsinstrumente der Stadt- und

Raumplanung auf ihre Eignung im Umgang mit den regionalen Klimafolgen und zur Steuerung von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel überprüft werden. Der Leitfaden wendet sich in erster Linie an die in der Unterweserregion tätigen Stadt- und Regionalplanerinnen und -planer. Er soll aber auch den sonstigen im Zuge von raumordnerischen Planungen beschäftigten Personen aus der Politik, aus Verbänden und der Zivilgesellschaft aufzeigen, wie in der Region das Thema „Klimaanpassung“ auf planerischer Ebene voran gebracht werden kann.



Aufbau des Leitfadens

Der Leitfaden gliedert sich in drei Kapitel. Im ersten Kapitel werden die im Zuge des Klimawandels in der Unterweserregion zu erwartenden Veränderungen und Folgen in einer Gesamtschau dargestellt. Daran anschließend wird im zweiten Kapitel die Rolle der räumlichen Planung im Kontext der Anpassung an den Klimawandel erläutert und eine planungsrechtliche Einordnung des Themas Klimawandel vorgenommen. Im dritten und letzten Kapitel werden Ansatzpunkte für die in der Region Unterweser erforderlichen Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels in den Bereichen Landschaftsplanung, Stadtplanung/ Siedlungsentwicklung, Hochwasserschutz und Küstenschutz dargelegt.

1.

Klimaprojektionen und -folgen in der Unterweserregion

1.1 Naturraum und Klima der Region

Die Unterweserregion als gewählter Untersuchungsraum im Rahmen des Forschungsvorhabens Klimawandel Unterweser liegt im Nordwesten Deutschlands und schließt das Bundesland Bremen und Teilräume von Niedersachsen ein, u.a. der Landkreis Wesermarsch sowie Teile der Landkreise Osterholz und Cuxhaven. Politisch ist sie ein Teilraum der Metropolregion Bremen-Oldenburg im Nordwesten von Deutschland. Naturräumlich stellt die Unterweserregion einen charakteristischen Teilraum der deutschen Nordseeküste dar und gehört zum Landschaftstyp der Nordseemarschenküste (Abb. 1).

Die naturräumliche Situation im Binnenland der Unterwesermarsch kann als eine von der Grünlandwirtschaft dominierte Kulturlandschaft charakterisiert werden. Die Anlage und Unterhaltung eines umfangreichen Systems aus Gräben, Fleeten, Tiefs und Sielen ist eine wesentliche Voraussetzung für die landwirtschaftliche Nutzung.

Im Binnenland lassen sich die vier dominierenden landwirtschaftlichen Nutzungsarten Ackerbau, Intensivgrünland, mesophiles Grünland und Feuchtgrünland erkennen. Der Schutz des Küstenhinterlandes in der Region wird durch ein System verschiedener Küstenschutzelemente (Hauptdeiche, Sommerdeiche, Schutzwände, Sturmflutsperrwerke, Schleusen, Siele, Schöpfwerke usw.) gewährleistet.

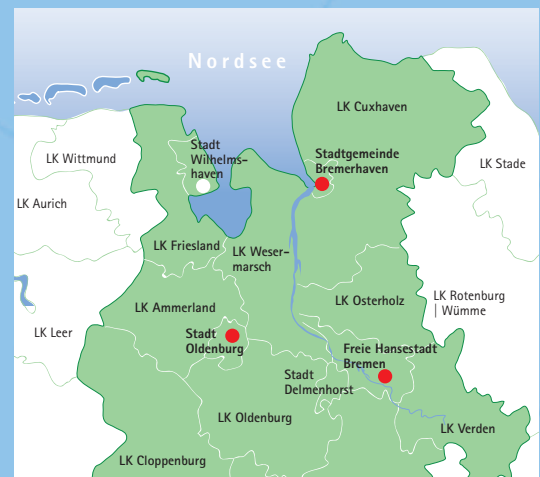


Abb. 1: Die Unterweserregion im Nordwesten Deutschlands; Quelle: Google Maps

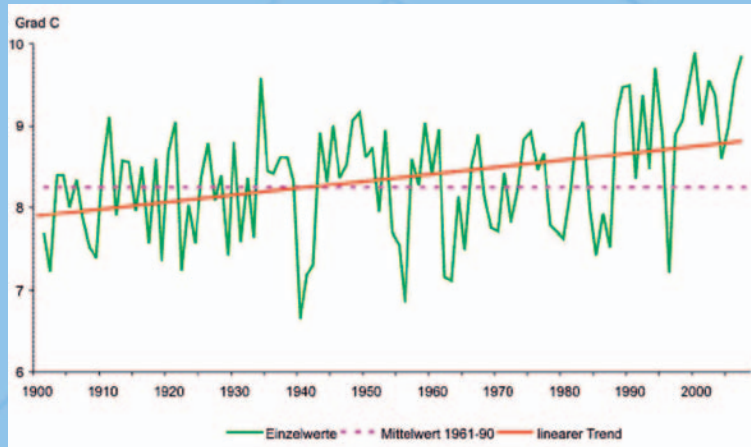
Die Unterweserregion gehört makroklimatisch zur gemäßigten Klimazone Mitteleuropas im Bereich der Westwindzone. Sie weist ein atlantisches bis subatlantisches Klima mit im Jahresverlauf vergleichsweise geringer Temperaturamplitude und einem Wasserbilanzüberschuss auf. Die ausgeglichene Wirkung des nahen Meeres führt in Küstennähe zu relativ milden Wintern und kühlen Sommern. Zudem bringen maritime (marine) Luftmassen zu allen Zeiten Niederschläge. Wegen der vergleichsweise hohen Wassertemperaturen des Nordatlantiks, hervorgerufen durch den Nordatlantikstrom, deren Auswirkungen bis in die Nordsee reichen, liegen die Lufttemperaturen in der Region im Jahresmittel um 5°C höher als im Binnenland.

1.2 Beobachtete Klimaänderungen Deutschland und Niedersachsen

Temperatur

Die Klimaerwärmung ist bereits heute in Deutschland zu beobachten. Nach Aussagen des Umweltbundesamtes und des Deutschen Wetterdienstes sind die Jahresmitteltemperatur in den vergangenen 100 Jahren um etwa 0,8°C angestiegen. Dieser Erwärmungstrend beschleunigte sich im Laufe der vergangenen Jahrzehnte deutlich und ist mit 0,15°C je Dekade auf fast das Doppelte gestiegen

Die letzten zehn Jahre des 20. Jahrhunderts waren sowohl in Deutschland als auch weltweit das wärmste Jahrzehnt des Jahrhunderts. Neun dieser Jahre und auch alle bisherigen Jahre des 21. Jahrhunderts lagen über dem langjährigen Durchschnitt (8,3°C), sechs der zehn wärmsten Jahre fallen ebenfalls in diesen Zeitraum. Das wärmste Jahr seit 1901 war das Jahr 2000 (9,9°C). Insgesamt ergab sich bei den Jahresmitteltemperaturen ein ansteigender Trend von 0,9°C in 108 Jahren,



der mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% statistisch signifikant ist. Dieser Anstieg ist allerdings nicht gleichmäßig über die Zeitreihe verteilt. Er beruht weitgehend auf einem Anstieg bis zum Jahr 1911 und einer sehr warmen Periode seit dem Jahr 1988 (siehe Abb.2). Der Temperaturanstieg ist auch in den verschiedenen Jahreszeiten unterschiedlich. Die Temperaturen im Frühling zeigen einen schwächeren Anstieg als das Jahresmittel. Aber auch hier waren die Jahre seit 1990 besonders warm. Im Sommer findet sich ein statistisch signifikanter Anstieg von rund 1,1°C. Sechs der zehn wärmsten Sommer traten ab dem Zeitraum ab 1990 auf. Der Herbst zeigt ebenfalls signifikanten Temperaturanstieg. Im Winter findet sich nur ein relativ geringer, statistisch noch nicht signifikanter Trend. Die Jahre ab 1990 waren allerdings auch hier wieder sehr mild.

Abb.2: Jährliche mittlere Tagesmitteltemperatur in Deutschland 1901-2007
Quelle: Deutscher Wetterdienst (DWD), Mitteilung vom 22.09.2008

Für Niedersachsen stellt das niedersächsische Ministerium für Umwelt und Klimaschutz in einer Voruntersuchung zur niedersächsischen Anpassungsstrategie *Der Klimawandel als Herausforderung für Staat und Gesellschaft* fest, dass die Jahresmitteltemperatur im Zeitraum von 1950 bis 2000 mit 8,7°C um 0,4°C höher lag als der Mittelwert für ganz Deutschland. In Niedersachsen war über diesen Zeitraum ein Anstieg der Temperatur von insgesamt etwa 1,4°C zu verzeichnen. Dabei wiesen Winter und Frühjahr überproportional starke Anstiege auf.

Auffällig ist die Häufung überdurchschnittlich warmer Jahre seit Ende der 1980er Jahre. Seit 1961 hat sich die frostfreie Zeit im Mittel um 9,9 Tage verlängert. Auch die mittlere thermische Vegetationsperiode, die den Zeitraum definiert, in dem die Tagesmitteltemperatur höher als 5°C ist, liegt in Niedersachsen mit einem Wert von 311 Tagen etwas über dem Bundesdurchschnitt (305 Tage). Durch rezente Klimaerwärmung ergab sich seit 1961 eine Verlängerung der thermischen Vegetationsperiode um 21 Tage.

Abb. 3:
Jahressummen
1901-2007 des
Gebietsnieder-
schlags Deutsch-
land; Quelle:
Daten DWD,
Bilder: Schön-
wiese und Ja-
noschitz 2008,
Klima-Trendatlas
Deutschland,
aktualisierte
Auflage 2008)

Niederschläge

Eine im Jahre 2008 aktualisierte Auflage des Klima-Trendatlas Deutschland des Instituts für Atmosphäre und Umwelt der Universität Frankfurt/Main zeigt für den Niederschlag, dass die jährlichen Schwankungen gegenüber den Trends noch ausgeprägter sind als bei den Temperaturen.¹ Dies zeigt Abb. 3 anhand der Jahressummen 1901-

der Größenordnung von rund 27-29%), die sommerliche Abnahme auf den August (rund 15 bzw. 30%). Die Frühjahresmonate haben sich recht uneinheitlich verhalten, während der Herbst fast durchweg durch Niederschlagszunahmen gekennzeichnet ist.

Für Niedersachsen liegt die langjährige mittlere jährliche Niederschlagshöhe mit 736mm um 43 mm unter der von Deutschland. Deutlich ist auch hier eine Abnahme der Niederschlagshöhen vom Westen zu den östlichen Landesteilen erkennbar, was den abnehmenden maritimen Einfluss widerspiegelt.²

Extremwetterereignisse

Klimaänderungen zeigen sich auch in veränderten Wahrscheinlichkeiten für das Auftreten extremer Wetterereignisse, wie Hitzeperioden, Starkniederschläge und Winde. Inwieweit derartige Extreme in den letzten 100 zu- oder abgenommen haben hat das Institut für Atmosphäre und Umwelt an der Universität Frankfurt/Main in Deutschland für den Zeitraum 1901 bzw. 1951 bis 2000 im Hinblick auf Änderungen ihres Extremverhaltens untersucht.³ Die Studie hat gezeigt, dass mit den beobachteten Klimaänderungen in den letzten hundert Jahren auch Änderungen der Häufigkeit und Intensität von Extremereignissen verbunden sind.

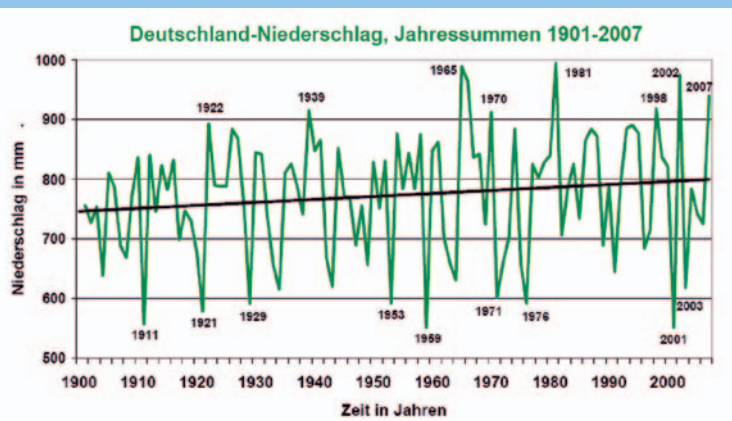
Das betrifft vor allem den Trend zu größerer Wahrscheinlichkeit extrem hoher Temperaturen und zu geringerer Wahrscheinlichkeit extrem tiefer Temperaturen. Der Hitzesommer 2003, aber auch wärmere Winter sind hier einzuordnen.

Beim Niederschlag muss nach Aussage der Autoren der Studie eine solche Aussage zurückhaltender ausfallen. Hier gibt es deutlichere jahreszeitliche Unterschiede mit relativ häufigen Trends zu häufigerem extrem hohem Niederschlag im Winter bzw. extrem niedrigem Niederschlag im Sommer, aber mit ganz erheblichen regionalen Unterschieden innerhalb Deutschlands. So ist im Osten Deutschland ein Trend zu seltenerem, im Westen einen Trend zu häufigerem Auftreten von Extremereignissen zu erkennen. Beim Wind sind die Ergebnisse der Studie recht uneinheitlich.

2007 mit einem linearen Anstieg von ca. 735mm auf ca. 800mm.

Jahreszeitlich gesehen sind die Niederschlag-Langfristrends jedoch entgegengerichtet: leichte Abnahme im Sommer (Abb.4) und deutlicher Anstieg im Winter (Abb. 5).

Im Detail zeigen die Daten des Klima-Trendatlas, dass die starke winterliche Zunahme auf den Dezember konzentriert ist (jeweils in



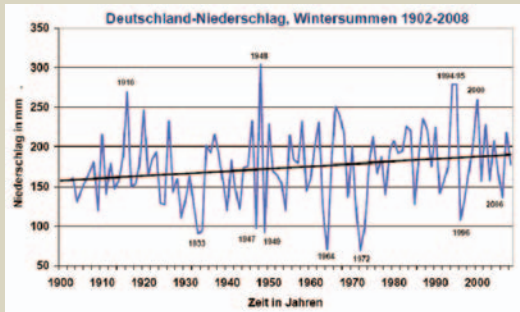


Abb. 4 und 5: Deutschland Niederschlag Sommersummen 1901–2007 und Wintersummen 1902–2008 des Gebietsniederschlags Deutschland mit linearem Trend (Quelle: Daten DWD, Bilder: Schönwiese und Janoschitz 2008, Klima-Trend-atlas Deutschland, aktualisierte Auflage 2008)

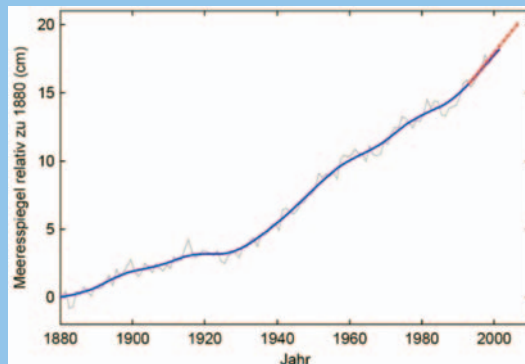
Tendenziell nehmen die Häufigkeiten extremer täglicher Windmaxima im Winter zu und im Sommer ab. Dies gilt jedoch nicht für küstennahe Stationen, wo auch im Winter oft negative Trends extremer Tagesmaxima beobachtet wurden.

Stürme und Sturmfluten stellen für die deutschen Küsten der Nord- und Ostsee seit je her eine bedrohliche Naturgefahr dar. Die Frage, ob die Sturmhäufigkeit in Zunahme begriffen ist, ist deshalb besonders für den Küstenschutz von größter Bedeutung. Der Deutsche Wetterdienst stellt in dem Klimastatusbericht von 2007 fest, dass es an den deutschen Küsten eine markante Häufung in den neunziger Jahren an Stürmen gegeben hat; in den letzten Jahren trat jedoch eine deutliche Abnahme ein. Die derzeitige statistische Analyse zeigt somit keinen deutlichen Trend bezüglich Häufigkeit und Stärke der Stürme. Der lineare Trend weist eher eine leicht abnehmende Tendenz auf. Auch andere Auswertungen des Deutschen Wetterdienstes, die sich speziell auf die hohen Windgeschwindigkeiten aus den für die Deutsche Bucht kritischen Windrichtungen West bis Nord konzentrieren, zeigen keinen signifikanten Trend bezüglich der Zunahme von Häufigkeit und Intensität der Stürmen.⁴

Meeresspiegelanstieg

Eine der wichtigsten Folgen des anthropogenen

Klimawandels ist ohne Zweifel der Anstieg des globalen Meeresspiegels. Er ist für die Küstenregionen von besonderer Bedeutung. Weltweite Pegelmessungen an den Küsten zeigen, dass seit 1870 der globale mittlere Meeresspiegel um rund 20cm angestiegen ist (Abb. 6).



Dabei kann man mit hoher statistischer Sicherheit sagen, dass sich die jährlichen Anstiegsraten über diesen Zeitraum deutlich erhöht haben. So zeigen aktuelle Satellitenmessungen für den Zeitraum 1993–2003 einen Meeresspiegelanstieg um 3,1mm pro Jahr – berücksichtigt man die neuesten Daten bis zum Jahr 2006, sogar um 3,3mm pro Jahr (Rahmstorf et al., 2007). Der Anstieg des globalen mittleren Meeresspiegels hat sich in den Jahren 2006 und 2007 nach Aussagen des Klimastatusbericht 2007 des Deutschen Wetterdienstes fortgesetzt. Dieser Anstieg ist

- 1 Schönwiese und Janoschitz (2008)
- 2 Siehe hierzu Voruntersuchung zur niedersächsischen Anpassungsstrategie *Der Klimawandel als Herausforderung für Staat und Gesellschaft 2008*
- 3 Jonas, Staeger und Schönwiese (2005)
- 4 Rosenhagen, G. (2007)

Abb. 6: Der gemessene Anstieg des Meeresspiegels. Gezeigt sind Pegeldaten (dünne blaue Linie: jährliche Werte, dicke blaue Linie: Trendlinie) sowie für Jahre 1993 bis 2006 der Trend der Satellitendaten (rot gestrichelt); Quelle: Rahmstorf, S. (2007): *Der Anstieg des Meeresspiegels in Müller, Fuentes, und Kohl, Der UN-Weltklimareport*

deutlich höher als der mittlere Anstieg für das gesamte 20. Jahrhundert, der – abgeleitet aus Pegelständen – bei 1,7mm pro Jahr liegt.

Die Hauptfaktoren für den Meeresspiegelanstieg im 20. und 21. Jahrhundert sind:

- die thermische Ausdehnung der Ozeane
- Schmelzwassereintrag von Gletschern und Eiskappen aus Regionen wie dem Himalaja, Alaska, Patagonien etc.
- der Eintrag schmelzender Kontinentaleismassen des antarktischen Kontinents und Grönlands
- Wechselwirkungen mit terrestrischen Wasserreservoirs wie Grundwasser, grundwasserführende Schichten, Talsperren oder Seen.

Den größten Beitrag zum Meeresspiegelanstieg seit 1960 liefern die thermische Ausdehnung der Ozeane sowie das Abschmelzen von Gletschern und Eiskappen. Die Oberflächenschmelze des grönländischen Eisschildes gewinnt zunehmend an Einfluss. Alle diese Faktoren stehen im direkten Zusammenhang mit dem gegenwärtigen Klimawandel.

5 Die Zukunfts- bzw. Emissionsszenarien B1, A1B und A2 wurden vom Zwischenstaatlichen Ausschuss für Klimaänderungen (IPCC) definiert und beschreiben sich unterschiedlich entwickelnde Welten. Im Ergebnis unterschiedlicher Entwicklungen steigen die globalen Kohlendioxid (CO₂)-Emissionen in allen Szenarien bis 2050 an auf etwa 9, 16 bzw. 17 GtC (Gigatonnen, eine Gigatonne = 1000 Tonnen CO₂). Anschließend sinken sie in B1 unter die Werte von 1990 und in A1B auf 13 GtC. In A2 steigen sie ungebremst auf fast 30 GtC. Die entsprechenden CO₂-Konzentrationen betragen im Jahr 2100 etwa 540, 710 bzw. 840 ppm CO₂ (ppm = parts per million/Teile pro Millionen). Zum Vergleich: die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre lag 1880 bei etwa 280 ppm und hat momentan 385 ppm (Jahr 2008) CO₂ erreicht.

1.2 Klimaprojektionen für Deutschland und Nordwestregion

Als Grundlage für die Abschätzung künftiger Klimaentwicklungen werden von der Wissenschaft Klimamodelle erstellt. Mit Hilfe dieser Modelle lassen sich mögliche Entwicklungskorridore des künftigen Klimas – z.B. der Temperaturen und der Niederschläge – benennen. Grundlage dafür sind verschiedene Szenarien zu den möglichen zukünftigen Treibhausgasemissionen, die unter anderem auf Annahmen über die zukünftige wirtschaftliche Entwicklung und das Bevölkerungswachstum basieren. Es werden globale Klimamodelle, die das Klima der gesamten Erdoberfläche simulieren, von regionalen Klimamodellen unterschieden, die Berechnungen für bestimmte Regionen liefern (Kasten 1).

Kasten 1: Regionale Klimamodelle

In Deutschland existieren zurzeit drei regionale Klimamodelle die am häufigsten genutzt werden. Hierbei handelt es sich um die mit REMO, WETTREG und CLM bezeichneten Modelle. Diese unterscheiden sich im Wesentlichen durch die Art ihres Berechnungsverfahrens sowie durch die horizontale Auflösung ihrer Projektionen. REMO und CLM verwenden einen dynamischen Ansatz, während bei WETTREG ein statistisches Verfahren gewählt wurde. Das Modell WETTREG nutzt die statistischen Wechselbeziehungen bisheriger Klimabeobachtungen – vor allem den Einfluss der Großwetterlagen auf das Lokalklima. Es arbeitet mit Stationsdaten und liefert für diejenigen Stationen Ergebnisse, an denen auch Messreihen zur Verfügung stehen. Eingangsdaten des Modells sind meteorologische Daten von 282 Klimastationen und 1695 Niederschlagsstationen in ganz Deutschland. Das vom Max-Planck-Institut für Meteorologie in Hamburg betriebene Modell REMO besitzt mit einem Gitternetz von 10x10 km die höchste räumliche Auflösung. Mit dem Modell REMO bilden die Forscher die dynamischen Vorgänge in der Atmosphäre ab. Die Klimasimulationen der beiden anderen Modelle WETTREG und CLM basieren auf einer räumlich größere Auflösung (20 x 20 km). Die Ergebnisse der Regionalmodelle können nicht als Vorhersagen interpretiert werden, sondern als Klimaszenarien oder Klimaprojektionen. Klimaszenarien und -projektionen stellen im Unterschied zu Vorhersagen nur mögliche künftige Entwicklungskorridore dar. In Zukunft könnten derartige regionale Klimaszenarien den politischen Entscheidungsträgern für ihre regionalspezifischen Handlungsperspektiven hinreichend abgesicherte Aussagen über die künftig auftretenden Klimaereignisse in der jeweils betrachteten Region liefern. Dies wird aufgrund der Unsicherheiten jedoch derzeit noch kontrovers diskutiert. In der Summe stehen jedoch aus REMO, CLM und WETTREG mehrere Realisierungen für die drei untersuchten Szenarien (A1B, A2, B1) zur Verfügung⁵.

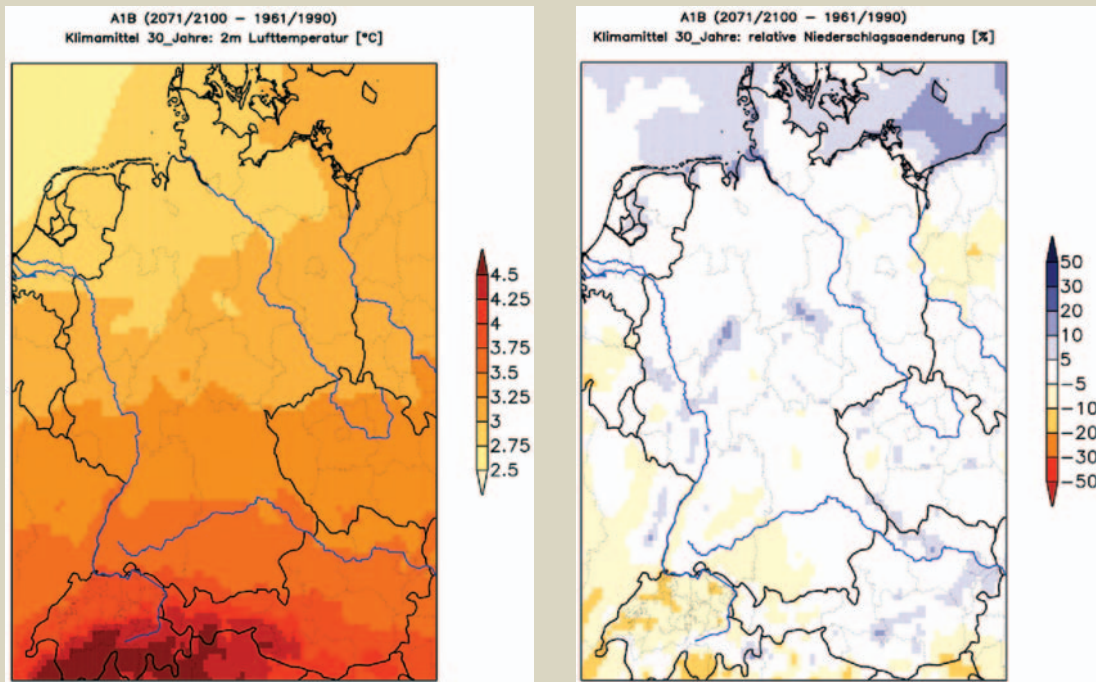


Abb. 7 und 8: MPI-M REMO: Temperaturen und Niederschläge für die Periode 2071-2100; Abbildung 3 (links): Änderung der Jahresmitteltemperatur in 2 m Höhe für das A1B-Emissionsszenario beim Vergleich der Perioden 2071-2100 und 1961-1990; Abbildung 4 (rechts): Relative Änderung der mittleren Jahresniederschläge in Prozent für das A1B-Emissionsszenario beim Vergleich der Perioden 2071-2100 und 1961-1990.

1.2.1 Nationale Klimaprojektionen

Basierend auf den Klimamodellen REMO und WETTREG erstellten das Max-Planck-Institut für Meteorologie (MPI) in Hamburg und die Firma Climate & Environment Consulting GmbH in Potsdam im Auftrag des Umweltbundesamtes Projektionen für mögliche Klimaänderungen in Deutschland bis zum Jahr 2100.

Temperaturentwicklung

Abhängig von der Höhe des künftigen globalen Treibhausgas-Ausstoßes, ist eine Erhöhung der Jahresmitteltemperatur bis zum Jahr 2100, im Vergleich zum Zeitraum 1961 bis 1990, um 1,5 bis 3,7°C zu erwarten. Sehr wahrscheinlich ist dabei

eine Erwärmung um 2 bis 3°C. Der Anstieg der Jahresmitteltemperatur bewirkt ganzjährig höhere Temperaturen, wobei sich die Erwärmung regional und saisonal unterschiedlich stark ausprägen könnte (Abb. 7). Der größte Temperaturanstieg wäre im Winter zu erwarten. Tage mit Frost und Schnee würden deutlich abnehmen und Tage mit einer Maximumtemperatur über 30°C deutlich zunehmen. Neben größerer Hitze am Tag gäbe es zudem häufiger „Tropennächte“, in denen die Temperatur nicht unter 20°C sinkt.

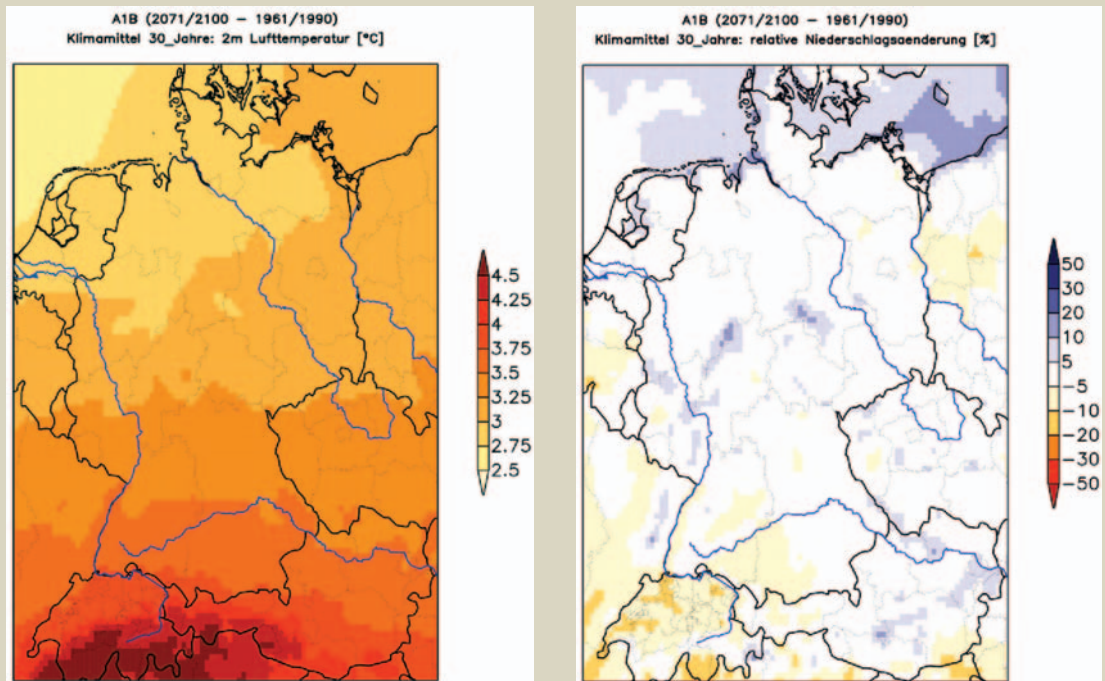


Abb. 9 und 10: MPI-M REMO: Temperaturen und Niederschläge für die Periode 2071-2100; Abbildung 3 (links): Änderung der Jahresmitteltemperatur in 2 m Höhe für das A1B-Emissionsszenario beim Vergleich der Perioden 2071-2100 und 1961-1990; Abbildung 4 (rechts): Relative Änderung der mittleren Jahresniederschläge in Prozent für das A1B-Emissionsszenario beim Vergleich der Perioden 2071-2100 und 1961-1990.

Niederschlagsentwicklung

Bei den Niederschlägen ist ein Trend für den Gesamtjahresniederschlag weniger gut sichtbar (Abb.8). Hier zeichnet sich eher eine Umverteilung innerhalb der Jahreszeiten ab. Die sommerlichen Niederschläge könnten sich durchschnittlich um 30 Prozent verringern. Am stärksten wäre dieser Niederschlagsrückgang im Nordosten und Südwesten Deutschlands ausgeprägt (Abb. 9 und Abb. 10). Hier könnten gegen Ende des 21. Jahrhunderts im Sommer etwa nur noch zwei Drittel oder sogar noch weniger Niederschläge fallen als bisher.

1.2.2 Regionale Klimaprojektionen

Für Niedersachsen und die Unterweserregion sind verschiedene Klimaprojektionen erstellt worden. So sind im Rahmen der Klimafolgenforschungsprojekte *Klimaänderung und Unterweserregion (KLIMU)* und *Klimawandel und präventives Risikomanagement an der deutschen Nordseeküste (KRIM)* aus globalen Klimamodellen mittels eines „Downscaling“ für verschiedene Klimaparameter wahrscheinliche Veränderungen für die Unterweser- bzw. Jade-Weser-Region abgeleitet worden. Grundlage dieser Methode war das sozioökonomische Emissionsszenario IS92a des IPCC aus dem Jahre 2001, in dem ein eher hoher zukünftiger CO₂-Ausstoß ein kräftiges Klimasignal verursacht, das in das globale Klimamodell ECHAM4/OPYC3 eingespeist wurde. Weiterhin wurde im Rahmen von Vorarbeiten und -initiativen für eine niedersächsische Anpassungs-

strategie das vom Weltklimarat (IPCC) vorgestellte Emissionsszenarioszenario A1B (gemäß 4. Sachstandsbericht aus dem Jahr 2007) verwendet, um die möglichen Klimaänderungen Niedersachsens im Laufe des 21. Jahrhunderts zu beschreiben. Die hier resultierenden Trends der Klimaprojektionen basieren überwiegend auf dem Regional-Modell CLM, das vom Max-Planck-Institut für Meteorologie unter Mitwirkung des Deutschen Klimarechenzentrums in Hamburg entwickelt wurde. Schließlich können die neuesten Klimaprojektionen, die aus den regionalen Klimamodellen REMO und WETTREG des Max-Planck-Instituts für Meteorologie in Hamburg bzw. von der Climate & Environment Consulting Potsdam GmbH in Potsdam abgeleitet werden können, für Aussagen bezüglich der zukünftigen Klimaveränderungen für die nordwestliche Region Deutschlands herangezogen werden.

Temperaturentwicklung

Das in KLIMU erstellte regionalisierte Szenario für die Unterweserregion für das Jahr 2050 kommt auf der Basis des Bezugszeitraums 1961-1990 zu folgenden Erkenntnissen: In den Quartalen von Dezember bis Februar und März bis Mai kommt es zu relativ stärkeren Temperaturerhöhungen, so dass zukünftig mit wärmeren Wintern und Frühjahren gerechnet werden muss. Im Jahresmittel könnte sich die bodennahe Lufttemperatur um 2,7°C erhöhen.

Die aktuellen Klimaprojektionen der regionalen Klimamodelle REMO und WETTREG zeigen für die Nordseeküstenregion bis zum Ende des 21. Jahrhunderts einen im Vergleich zum Klimaszenario aus KLIMU geringeren Temperaturanstieg von ca. 2 bis 2,5°C für die Periode 2071-2100. Als Ursache kann die Nähe zur Nordsee und das dadurch relativ ausgeglichene und gemäßigte Küstenklima angesehen werden. Für die weiter im Binnenland liegende Region um Bremen ist eine stärkere Erwärmung zu erwarten als für die Küstenregion. Auch die Zunahme der Häufigkeiten von Temperaturkenntagen wie Eistage, Frosttage, Sommertage, Heißer Tag und Tropennächte fallen in der Küstenregion geringer aus als in anderen Gebieten Deutschlands. Auffällig

ist, dass die Änderung der Kenntage in der Dekade 2091-2100 im Vergleich zur Dekade 1981-1990 für das höhere Emissionsszenario A1B deutlicher ausfällt als in anderen Naturräumen. So geht die Zahl der Frosttage beim Vergleich der beiden Dekaden um mehr als das Doppelte zurück und die Zahl der Sommertage nimmt um mehr als das Doppelte zu. Bei der jahreszeitlichen Differenzierung der Erwärmung lassen sich aus den genannten regionalen Klimamodellen und aus dem KLIMU-Klimaszenario dieselben Trends ableiten, wobei sich nur einzelne Details unterscheiden. Übereinstimmend ist v. a. mit deutlich wärmeren Wintern zu rechnen.⁶

Nach den Modellrechnungen, die auf dem Regional-Modell CLM für das Bundesland Niedersachsen beruhen, ist ein Anstieg der gegenwärtigen Jahresmitteltemperatur um ca. 3°C bis zum Jahr 2100 zu erwarten. Auch hier ist der Temperaturanstieg nicht gleichmäßig über das Jahr verteilt. Am stärksten ist der Anstieg im Winter und Herbst (3 bis 4°C), während der Anstieg im Frühling mit 1,8°C relativ moderat ausfallen könnte. Die Unterschiede im Anstieg der mittleren saisonalen Lufttemperatur zeigen sich in dem CLM-Modell auch durch eine Verlängerung der frostfreien Zeit. Sie würde sich bis zum Ende des Jahrhunderts in Niedersachsen um weitere 50 bis 55 Tage verlängern, was sowohl aus einem Rückgang der Spätfröste (21 Tage früher) als auch aus späterem Auftreten der Frühfröste (32 Tage) resultiert. Auch würde sich die mittlere Dauer der thermischen Vegetationsperiode um 70 bis 80 Tage erhöhen. Die Änderung im Küstenbereich und im westlichen und mittleren Teil Niedersachsens könnte sogar 80 bis 90 Tage betragen.

Niederschlagsentwicklung

Das KLIMU-Szenario zeigt für die Niederschlagsentwicklung deutlich erhöhte Niederschläge im Quartal März bis Mai, während im Quartal Juni bis August die Niederschlagsmengen wahrscheinlich abnehmen werden. In Zukunft ist daher mit feuchteren Wintern und trockeneren Sommern zu rechnen. In der Jahressumme können sich die Niederschläge um ca. 10% erhöhen. Die Klimaprojektionen, die aus den regionalen Klimamodellen REMO und WETTREG abgeleitet wurden, zeigen

für die Nordseeküste im Winter eine überdurchschnittliche Zunahme des Niederschlags bis zum Zeitraum 2071 bis 2100 von maximal bis zu 50 Prozent (gemäß dem höheren Emissionsszenario A1B, entsprechend geringer im Emissionsszenario B1). Im Sommer ist hingegen mit einer leichten Abnahme der Niederschläge um ca. 10% zu rechnen. Die Jahressumme bleibt jedoch insgesamt unverändert. Verglichen mit dem oben genannten KLIMU-Klimaszenario ergeben sich also ähnliche Trends. Der Trend wird auch durch das Regional-Modell CLM (Emissionsszenario A1B) bestätigt, dass für den Küstenbereich einen Anstieg der jährlichen Niederschlagssumme von 5 bis 10% berechnet.

Extremwetterereignisse

Extremereignisse sind seltene Ereignisse, die stark von einem statistischen Mittelwert abweichen, wie beispielsweise Hitzewellen mit Trockenperioden, Starkniederschläge sowie Stürme und die durch sie verursachten Sturmfluten. Vergleiche verschiedener regionaler Klimamodellrechnungen bestätigen, dass schon geringe Änderungen des mittleren Klimas oder der Klimavariabilität große Veränderungen in der Häufigkeit von Extremereignissen verursachen. Solche Extremereignisse sind daher von großer Bedeutung, da sie schon heute häufig hohe Schäden verursachen und gravierende Folgen für die Menschen und die Umwelt haben. Der deutsche Wetterdienst stellt in seinem Klimastatusbericht 2007 fest, dass die Diskussion über die Auswirkung des Klimawandels auf die Sturmfluten ist in vollem Gange ist.

Über eine Zunahme der Intensität von Stürmen in mittleren Breiten zwischen den bestehenden Klimamodellen besteht bisher wenig Übereinstimmung. So konstatieren Schuchardt, Wittig, und Schirmer (2008), dass die zukünftige Entwicklung der Sturmfluten bezüglich der Häufigkeit bestimmter Wasserstände und der Höhe von Extremwerten nur sehr eingeschränkt abzuschätzen ist. Storch u.a (2005) zeigen die regionalen Klimaprojektionen für die Sturmintensität und für die Veränderungen des Windes noch keine belastbaren Ergebnisse. Es gibt eine Tendenz zur Zunahme von Sturm-

fluten, aber noch keine statistisch abgesicherten Befunde im Bereich der Nordseeküste. Auch wenn kein zunehmender Trend bezüglich Häufigkeit und Stärke außertropischer Winterstürme erkennbar ist, wird von Klima-Modellierern für die zweite Hälfte dieses Jahrhunderts eine Zunahme extremer Sturmereignisse für wahrscheinlich gehalten. So geht beispielsweise das niedersächsische Ministerium für Umwelt und Klimaschutz in dem Strukturpapier zur niedersächsischen Anpassungsstrategie davon aus, dass die Anzahl der Tage mit hohen Windgeschwindigkeiten bis Ende des Jahrhunderts um 50% zunehmen wird und bei der Anzahl von Sturmfluten sogar von 50-100%. Für Norddeutschland wird es von Meinke (2007) als wahrscheinlich erachtet, dass die Stärke der nördlichen und westlichen Winterstürme zunimmt. Die Windgeschwindigkeiten könnten sich im Winter um ca. 10% erhöhen, während sie im Sommer eher abnehmen könnten.

Meeresspiegelanstieg

Hinsichtlich eines möglichen Meeresspiegelanstiegs machen die regionalen Klimamodelle keine Aussage. Die globalen Klimamodelle des IPCC aus dem Jahr 2007 berechnen einen Meeresspiegelanstieg zwischen 38cm (niedriges Emissionsszenario) und 59cm (hohes Emissionsszenario) bis zum Jahr 2100. Dabei weist der IPCC ausdrücklich auf die verbleibenden Unsicherheiten in der Kenntnis des Klimasystems hin und benennt diesbezüglich insbesondere das zukünftige Verhalten der Eis- und Gletschermassen, so dass die angegebenen Werte keinesfalls als Obergrenzen des Meeresspiegelanstiegs zu verstehen sind. Rahmsdorf und Richardson (2007) gehen abweichend von der Einschätzung des IPCC von einem Anstieg des Meeresspiegels um etwa 3,4mm/Jahr pro 1°C Temperaturerhöhung der Atmosphäre aus, was für das A1B-Szenario (~3°C Anstieg bis 2100) schon 1 m, für das A1FI-Szenario mit 2,5 bis 6°C sogar bis zu 2,4m bedeuten würde.

Bei diesen Berechnungen ist das Abschmelzen des Grönlandeises und der Westantarktis noch nicht enthalten ist. Im Laufe der letzten 10 Jahre gibt



1.3 Regionale und sektorale Klimafolgen

es auch Anzeichen für einen wachsenden Beitrag durch die Dynamik der Gletscher sowohl des grönländischen als auch des westantarktischen Eisschildes. In diesen Kontinentaleismassen sind Wassermengen enthalten, die den Meeresspiegel um 7m (grönländischer Eisschild) bzw. 6m (westantarktischer Eisschild) anheben könnten.⁷

Die Übersetzung der globalen Beobachtungen und Prognosen der Veränderungen des Meeresspiegels auf die regionale Ebene muss nach Schuchardt, Wittig und Schirmer (2008) zudem die spezifischen Bedingungen an der deutschen Nordseeküste berücksichtigen. Dies betrifft u.a. die relative Senkung der Niedersächsischen Küste und die Veränderung des Tidehubs, insbesondere den Anstieg des Tidehochwassers. Durch das häufigere Auftreten von Sturmereignisse und der damit einhergehenden Sturmfluten kann der mittlere Meeresspiegelanstieg höher ausfallen, da sich dadurch das mittlere Tidehochwasser überproportional erhöht. Der Meeresspiegel kann somit mehr als im globalen Mittel ansteigen. Die Landsenkung als Nachwirkung der letzten Eiszeit wird bis 2100 an den Küsten ca. 10-20cm betragen. Infolge des geringen Gefälles in den norddeutschen Ästuaren (u.a. Weser, Ems, Elbe) setzt sich ein weiterer Anstieg des küstennahen Meeresspiegels nahezu unverändert in die Ästuare hinein fort.

Die Nordwestregion mit der Nordseeküste, des Weserästuars, der Wesermarsch und den städtischen Ballungsräumen Bremen und Bremerhaven gehört laut Aussage des Umweltbundesamtes zu den stark vom Klimawandel betroffenen Regionen in Deutschland, insbesondere durch den beschleunigten Meeresspiegelanstieg und stärkere und/oder häufigere Sturmfluten. Der Klimawandel wird zu einem breiten Spektrum von Auswirkungen sowohl auf die natürlichen wie die gesellschaftlichen Systeme der Region führen. Dabei werden nicht nur die Naturräume mit ihren unterschiedlichen Ökosystemen, sondern auch verschiedene Sektoren, wie z.B. Landwirtschaft, Naturschutz, Fischerei, Küstenschutz, Tourismus, menschliche Gesundheit, Stadt- und Regionalplanung, Wasserwirtschaft und Hochwasserschutz betroffen sein. Zusätzlich ist denkbar, dass sich die prognostizierte Zunahme von Extremwetterereignissen auf sog. kritische Infrastrukturen wie die Energie- und Wasserversorgung, das Transport- und Verkehrswesen oder die Hafengewirtschaft auswirken könnte. Insgesamt sind aufgrund der komplexen Wechselwirkungen zwischen Natur, Gesellschaft und der Wirtschaft Klimafolgen für die meisten Sektoren und Handlungsbereiche wahrscheinlich. Noch sind diese Klimaeffekte im Einzelnen zu wenig untersucht und sind Kombinationswirkungen teilweise unbekannt, um belastbare Aussagen über die Gesamtheit aller Klimafolgen treffen zu können. Die folgende Darstellung konzentriert sich daher auf solche Sektoren bzw. Handlungsfelder, für die bereits konkretere Einschätzungen möglich sind, nachdem sie in diversen Forschungsvorhaben untersucht wurden (KLIMU, KRIM, KlimawandelUnterweser) bzw. aktuell bearbeitet werden (Nordwest 2050).

⁶ Detaillierte Ausführungen finden sich bei Schuchardt, B. und M. Schirmer (2005) und Schuchardt, B., S. Wittig und M. Schirmer (2008)

⁷ Klimastatusbericht 2007 des Deutschen Wetterdienstes

Wasserwirtschaft

Von den möglichen negativen Auswirkungen des Klimawandels sind in Norddeutschland im Bereich der Wasserwirtschaft vor allem die erhöhte Hochwassergefahr in den Winter- und Frühjahrsmonaten und die Verringerung des Wasserdargebots im Sommer von Bedeutung (siehe hierzu ausführlich Kapitel 3.3). Hinzu kommt eine besonders im Sommer erhöhte Wahrscheinlichkeit von Starkregenereignissen und eine im Winter veränderte Schneedeckendauer. Abnehmende Sommerniederschläge können zu häufigeren Wassermangelsituationen bei den landwirtschaftlichen Nutzpflanzen führen und können damit auch Auswirkungen auf die Landwirtschaft haben.

Regionen in Flussnähe müssen sich im Klimawandel einerseits auf die Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Hochwasserereignissen einstellen. Die länger andauernden und intensiveren Winterniederschläge, die als Regen niedergehen, und die häufigeren und/oder stärkeren Sommerniederschläge können neue Anforderungen an den Hochwasserschutz stellen. Die katastrophalen Hochwasserereignisse der letzten Jahre haben gezeigt, mit welch immensen wirtschaftlichen Schäden eine unsachgemäße Siedlungsentwicklung in hochwassergefährdeten Gebieten verbunden sein kann. In kleineren Flusseinzugsgebieten können insbesondere die zunehmenden Starkregenereignisse vermehrt Hochwassersituationen verursachen. Treffen dieses auf stark versiegelte und besiedelte Gebiete, so ist nicht auszuschließen, dass es zur Überlastung der städtischen Entwässerungssysteme kommt, die entsprechende Überflutungsschäden nach sich ziehen.

Auf der anderen Seite ist in den Flusssystemen mit längeren Niedrigwasserperioden zu rechnen, da die veränderte Jahresniederschlagsverteilung zu längeren sommerliche Trockenperioden führen kann. Gleichzeitig verursachen ansteigende Lufttemperaturen einen erhöhten Wärmeeintrag in die Gewässer. In Kombination mit einer geringeren Wasserführung im Sommer, die grundsätzlich zu einer Erhöhung der Konzentrationen aller Wasserinhaltsstoffe führt, wird die Gewässergüte beeinträchtigt. Zudem kann es zu einer Abnahme biolo-

gisch essentieller Gase wie Sauerstoff kommen. In der Konsequenz resultieren Beeinträchtigungen der Wasserqualität und -quantität zu Einschränkungen in der Nutzbarkeit der Gewässer für die Wasserentnahme und -einleitungen z.B. für thermische Kraftwerke, Brauch- und Bewässerungswasser, Kläranlagen sowie Fischteiche.

Die erwartete Veränderung der Stärke und Verteilung von Niederschlägen wird zudem die Grundwasserneubildung beeinflussen. Grundwasserneubildung ist überwiegend auf den Winter beschränkt; die Prognosen zum Klimawandel sagen für den Winter allgemein eher höhere Niederschläge vorher. Vor allem in Regionen mit gut durchlässigen Böden könnte dies trotz geringerer Niederschläge im Sommer und einer erhöhten potentiellen Verdunstung zu einem Anstieg des Dargebotes führen. Dagegen wird das Grundwasserdargebot in Regionen mit schlecht durchlässigen Böden und Böden mit geringer Speicherkapazität wahrscheinlich zurückgehen. Dies kann vor allem in heißen Sommern, in denen sich der Wasserbedarf der Vegetation zum Teil deutlich erhöht, zu Versorgungsproblemen führen. Denn insbesondere bei Böden mit geringerer Wasserspeicherkapazität ist eine Intensivierung der landwirtschaftlichen Beregnung mit Erhöhung der Anzahl der Beregnungsgaben und einer Ausweitung der Beregnungsflächen zu erwarten, wenn die landwirtschaftliche Produktivität beibehalten werden soll.

Küstenschutz

Die wichtigsten Klimafolgen für den Küstenschutz sind ein beschleunigt ansteigender Meeresspiegel sowie Änderungen in der Häufigkeit und/oder Intensität der Stürme mit damit verbundenen Sturmfluten. Die regionalen Klimaprojektionen für die Sturmintensität ist jedoch noch sehr unsicher. So konnten für das 20. Jahrhundert keine signifikanten Änderungen nachgewiesen werden (siehe hierzu auch 1.2.2). Im Zuge des Klimawandels könnten in den Küstengebieten jedoch winterliche Sturmfluten in Zukunft häufiger auftreten und aufgrund ihrer höheren Spitzenwasserstände einen größeren Schadensumfang erreichen.

Das Umweltbundesamt weist in seinem Themenblatt *Küstenschutz und Raumplanung* aus dem Jahre 2008 darauf hin, dass zusätzlich zu dem Meeresspiegelanstieg und der Sturmflutgefahr auch die Folgen extremer Niederschläge in den deutschen Küstenregionen zu beachten sind. Durch sie kann es für die niedrig liegenden Marschgebiete zu erhöhten Anforderungen an die Entwässerung kommen sowie zu erhöhten Wasserständen beim Zusammentreffen hoher Binnenwasserabflüsse mit hohen Sturmflutwasserständen in den niederen Flussmündungen. Die Folgen der höheren maximalen Wasserstände an den Küsten sind reduzierte Sicherheiten und eine erhöhte Wahrscheinlichkeit, dass Küstenschutzsysteme versagen. Sollten dieses eintreten, kann es durch Überflutung zu gebietsweise hohen Sachschäden, zur Beeinträchtigung der ökonomischen Wertschöpfung und zu Toten und Verletzten in den Küstenregionen kommen. Eine weitere Folge bei erhöhten Wasserständen kann das verstärkte Eindringen von Salzwasser in das Grundwasser und in die küstennahen Flüsse oder Seen sein. Auch ist ein Verlust wertvoller Feuchtgebiete durch verstärkte Erosionsprozesse zu befürchten. Nach Schirmer und Wittig 2007 ergeben sich aus den Folgen des Klimawandels für die Bevölkerung und die Wirtschaft in den Küstenregionen deutlich erhöhte Risiken. Zwar wurden Sturmflutschäden infolge des Versagens der Küstenschutzsysteme in den vergangenen Jahrzehnten erfolgreich vermieden. Die zunehmend intensivere Nutzung der Küstenregionen kann künftig aber Nutzungskonflikte und Risiken deutlich verstärken.

Landwirtschaft und Boden

Schirmer und Wittig 2007 haben in dem Werkstattbericht *Auswirkungen des Klimawandels auf Natur und Gesellschaft in der Unterweserregion* für das Forschungsvorhaben Klimawandel Unterweser die wesentlichen Folgen des Klimawandels auf Themenfeld Landwirtschaft zusammengefasst. Demnach wird die Landwirtschaft in der Region, die durch Grünlandwirtschaft geprägt ist, maßgeblich durch die veränderten saisonalen Temperaturen, Niederschlagsmengen und -verteilung,

Sonnenscheindauer und die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre beeinflusst.

Eine Temperaturerhöhung kann bei landwirtschaftlichen Pflanzen zu erhöhten Stoffwechsellleistungen, längerem Wachstum und verlängerten Vegetationsperioden führen. Dies kann, bei optimalen Rahmenbedingungen zu einer Zunahme der Biomasseproduktion des Grünlands und damit Ernteerträgen führen. Die erhöhte oberirdische und unterirdische pflanzliche Biomasse pro Flächeneinheit kann im Boden den Humusgehalt erhöhen. Bei Nutztieren, wie dem Milchrind, konnten Auswirkungen erhöhter Hitzelast auf die Leistungsmerkmale der Tiere aufgezeigt werden (z.B. hinsichtlich Milchleistung, Milchqualität, Gesundheit). Eine Folge erhöhter Temperaturen kann weiterhin die Einwanderung Wärme liebender Pflanzen und Tiere sein, die als Nahrungskonkurrenten oder Schädlinge auftreten und die heimische Flora und Fauna verändern können. In der Tierhaltung ist mit dem Auftreten neuartiger, insbesondere durch Vektoren übertragener Tierseuchen zu rechnen. Generell ist jedoch die Sensitivität bei Pflanzen und Nutztieren dennoch gegenüber einer Temperaturerhöhung aufgrund des vergleichsweise ausgeglichenen Küstenklimas als gering einzuschätzen.

Die Folgen eines erhöhten CO₂-Gehaltes der Luft, der prinzipiell bis zu einem bestimmten Grad das Wachstum von Pflanzen positiv beeinflussen kann („Düngeeffekt“), werden kontrovers diskutiert. Untersuchungen von an dem in der Untersuchungsregion weit verbreiteten Weidelgras (*Lolium perenne*) zeigen jedoch, bei guter Stickstoffversorgung einen deutlichen Düngeeffekt durch erhöhte Kohlendioxidgehalte der Luft.⁸ Die positiven „düngenden“ Auswirkungen von erhöhten CO₂-Werten sind somit auf Grünlandstandorten als hoch einzustufen. Die Veränderung der Niederschlagsituation hinsichtlich Menge und jahreszeitliche Verteilung führt zu Veränderungen im Bodenwasser- und Grundwasserhaushalt sowie zu veränderter Verdunstung bzw. Evapotranspiration. Dadurch kommt es auch zu einer Veränderung der Grundwasserflurabstände und der Grundwasserstufe. Zusätzlich können sich die Grundwasserneubildungsraten und die Bodenfeuchte verändern. Aufgrund der vorhergesagten veränderten Niederschläge in den Winter-

und Sommermonaten (siehe auch 1.2.2) ist für die Bodenfeuchte mit einer Zunahme im Winter und einer Abnahme im Sommer zu rechnen, welches auf 6% der Grünlandflächen zu Ertragseinbußen bzw. veränderter Bewirtschaftung führen kann. Allerdings sind auch auf 10% der Flussmarsch- und Brackmarschstandorte Verbesserungen in der ackerbaulichen Nutzung zu erwarten.⁹ Mit veränderten Feuchteverhältnissen sind veränderte Nutzungsmöglichkeiten verbunden. So kann die Befahrungsmöglichkeit, die Zugänglichkeit der landwirtschaftlichen Nutzflächen im Frühjahr oder der erste Mahdtermin erst später erfolgen. Eine sinkende Bodenfeuchte im Sommer könnte vereinzelt auch zu Trockenheitsstress bei Pflanzen führen und auf diese Weise die Erträge minimieren. Auch die Zunahme von Ernteaufwänden durch Extremereignisse z.B. durch Sturmschäden, Starkniederschläge, heftigere Gewitter mit Hagelschlag, Hitze und Spätfröste können für die Landwirtschaft relevante Klimafolgen sein.

Die Anforderungen an die Entwässerung über das Grabensystem der Marsch können sich durch veränderte Grundwassermengen, einen erhöhten Meeresspiegel bzw. erhöhte mittlere Tidehochwasserstände und mehr Niederschläge erhöhen. Dieses hat Konsequenzen für die zu pumpenden Wassermengen. Sensitivitäten aus einer veränderten Wasserwirtschaft (Be- und Entwässerung) können zudem aus einem erhöhten Salzeinfluss in den Marschgräben, der sowohl durch Intrusion salzhaltigen Grundwassers als auch durch Bewässerung mit brackigem Weserwasser verursacht wird, und verkürzten Sielzugzeiten resultieren. Weitere eher mittelbare Klimafolgen können sich aus dem Flächenbedarf anderer Nutzungen wie z.B. Deichbau mit zusätzlicher Infrastruktur oder dem Tourismus sowie dem Naturschutz ergeben.

Naturschutz und Biodiversität

Die zu erwartenden Veränderungen der klimatischen Bedingungen werden sich spürbar auf die Artenzusammensetzung und Artenvielfalt der Ökosysteme und damit auf ihre Biodiversität auswirken. Klimaveränderungen haben maßgebliche

Auswirkungen auf die Standortbedingungen wild lebender Tier- und Pflanzenarten. Daher kann der Klimawandel zu Änderungen im Verhalten, bei der Fortpflanzung, für die Vitalität und Konkurrenzfähigkeit sowie in den Nahrungsbeziehungen von Arten führen, wodurch z.B. die heutige jahreszeitliche Synchronisation gestört wird. Daraus ergeben sich Konsequenzen für die geografische Verbreitung von Arten wie z.B. Ausbreitung von Wärme toleranteren Arten, Rückgang Kälte toleranter Arten oder Verdrängung durch einwandernde Arten und damit für die Artenzusammensetzung und die Struktur von Ökosystemen. Insbesondere für solche Arten erhöht sich das Gefährdungspotential, die sehr spezifische Lebensraumsprüche haben und denen nur ein kleines potentiell Verbreitungsgebiet zur Verfügung steht oder die sich neue Lebensräume aufgrund schlechter Ausbreitungsmöglichkeiten nicht oder nur schwer erschließen können. Auswirkungen auf die Verbreitungsgebiete von Arten, auf die Artenzusammensetzung und die Struktur von Ökosystemen sind also sehr wahrscheinlich, wobei die Prognosen über deren Umfang unterschiedlich ausfallen. Als besonders anfällig werden Feuchtgebiete, Wald- und Gewässerökosysteme sowie Biotoptypen der Hochlagen und der Küstenregionen eingestuft.

Menschliche Gesundheit

Als wichtigste direkte Auswirkung des Klimawandels auf die menschliche Gesundheit wird die Belastung durch Hitze angesehen. Längere Hitzeperioden ohne ausreichende nächtliche Abkühlung in Kombination mit hoher Luftfeuchte sind ein starker gesundheitlicher Belastungsfaktor vor allem für anfällige Bevölkerungsgruppen wie ältere oder krankheitsvorbelastete Menschen, der im Extremfall lebensbedrohlich sein kann. Deutliches Beispiel hierfür ist der Hitzesommer 2003, der in Deutschland zu 7.000 zusätzlichen Todesfällen geführt hat. Als eine weitere wichtige Folge des Klimawandels für die menschliche Gesundheit ist die verstärkte Ausbreitung von Infektionskrankheiten zu nennen, da viele Infektionskrankheiten direkt oder indirekt vom Klima beeinflusst werden und mit zunehmender Erwärmung das Risiko ihrer Ausbreitung

steigt. Dies gilt insbesondere für vektorgebundene Erkrankungen – also solche Erkrankungen, die nicht direkt von Mensch zu Mensch, sondern durch Überträger (Vektoren) verbreitet werden, da diese Tiere empfindlich auf Umwelt- und Klimaeinflüsse reagieren. Beispiele sind durch Zecken übertragbare Krankheiten wie Lyme-Borreliose und Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME), durch Mücken wie Malaria, Dengue-Fieber, West-Nil-Fieber und Chikungunya-Fieber oder durch Nagetiere wie das Hanta-Fieber.

Tourismus

Die Auswirkungen des Klimawandels auf den Bereich Tourismus hängen stark von der Reiseform ab. Für Städtereisen bedeutet der Aspekt der Wettersicherheit hinsichtlich länger wärmerer Temperaturen positive, hinsichtlich häufigerer Hitzeperioden und -wellen („Wärmeinseln“) und Extremereignisse wie Gewitter mit starken Stürmen oder Starkniederschläge eher negative Folgen. Für längere Perioden mit wärmeren Temperaturen kann mit einer verlängerten Saison und bis zu einem gewissen Grad mit steigender Attraktivität des Städtetourismus gerechnet werden. Für den Landtourismus könnten längere Perioden mit höheren Temperaturen sowohl zu einer höheren Touristenzahl als auch zu einer Verschiebung der Urlaubszeiten führen. Zu erwarten wäre eine Abnahme in den Ferienmonaten Juli und August und Zunahme in der Vor- und Nachsaison (Nebensaison). Hitzeperioden hätten hier einen negativen Effekt, der aber vergleichsweise gering ausgeprägt ist. Auch die typischen Formen des Sommertourismus, insbesondere der Badeurlaub, sind vom Klimawandel eher weniger betroffen. Hier wird nach Zebisch et al. (2005) tendenziell aufgrund vorhergesagter steigender Temperaturen und geringerer Sommerniederschläge von einer positiven Entwicklung für die Küstenregionen und insbesondere für die ost- und nordfriesischen Inseln ausgegangen. Die Menschen sind unter solchen klimatischen Bedingungen eher bereit ihren Urlaub in heimischen Feriengebieten zu verbringen.

In Zusammenhang mit Attraktivitätsverlusten der klassischen Badeziele in der Mittelmeerregion



durch Sommertemperaturen von z. T. über 40°C könnte es zu einer Verlagerung des Sommertourismus aus südlichen Regionen nach Deutschland kommen.

Häufigere Starkniederschläge und ansteigende Wassertemperaturen können zu einer höheren bakteriellen Belastung der Badegewässer und damit zu einer gesundheitlichen Gefährdung der Badenden führen. So wurden beispielsweise im Sommer 2006 bei Badegästen an der Ostsee Wundinfektionen durch das Bakterium *Vibrio vulnificus* (Cholera-Bakterien) diagnostiziert, dessen Auftreten mit der hohen Wassertemperatur von über 20°C in Verbindung gebracht wird.

Der naturnahe Tourismus dürfte von evtl. reduzierten Ökosystemfunktionen negativ betroffen sein (z.B. bezüglich Gewässer- und Luftqualität). Konkurrenz um Flächenbedarf mit anderen Nutzungen könnte hinsichtlich zusätzlicher Infrastruktur (Deichbau, Häfen) negative, hinsichtlich des Naturschutzes aber auch positive Auswirkungen haben. Mit der landwirtschaftlichen Nutzung sind sowohl negative als auch positive Wechselwirkungen denkbar.

Insgesamt erscheinen für die Tourismuswirtschaft in der Region sozioökonomische Faktoren, wie z.B. das veränderte Freizeitverhalten, demografische Entwicklung und die wirtschaftliche Situation bedeutender, als die Veränderungen klimatischer Faktoren.

8 Siehe hierzu die Arbeiten von Mandscheid et al. (1997) und Kraft et al. (2005).

9 Siehe hierzu die Arbeiten von Maniak et al. (2005), Hoffmann et al. (2005) und Kraft et al. (2005).

2.

Räumliche Planung im Kontext der Klimaanpassung

Zur Bewältigung des Klimawandels und dessen Folgen lassen sich in allen Politik- und Gesellschaftsbereichen zwei grundsätzliche Strategien unterscheiden:

1) Klimaschutz (Mitigation):

Vermeidung weiterer anthropogen bedingter Klimaänderungen durch Reduzierung von Treibhausgasemissionen sowie Erhalt oder Schaffung von Kohlenstoffsinken

2) Anpassung an die Folgen des Klimawandels (Adaptation):

Schutz der Gesellschaft vor den Auswirkungen des Klimawandels und Verringerung der gesellschaftlichen Verwundbarkeit bzw. Erhöhung der gesellschaftlichen Resilienz gegenüber Klimafolgen

In beiden Strategiebereichen spielt neben zahlreichen anderen Politikfeldern auch die Fachdisziplin Raumplanung eine gewichtige Rolle, da viele Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Anpassung an die Klimafolgen einen klaren Raumbezug haben und Raumnutzungen bzw. -strukturen die Entwicklung des Klimawandels sowohl beeinflussen als auch von diesem betroffen sind. Raumplanung kann einerseits zum Klimaschutz beitragen (Mitigation), beispielsweise über die Förderung CO₂-mindernder Raumstrukturen, und andererseits durch angepasste Raumnutzungen die Folgen des Klimawandels mindern (Adaptation).

Während Maßnahmen zum Klimaschutz im Rahmen der Bemühungen um die Reduzierung der Treibhausgasemissionen sowie die Energie- und Ressourceneinsparung bereits seit längerem Gegenstand politischer Aktivitäten sind und auch im raumplanerischen Kontext bei der Erarbeitung kommunaler Klimaschutzkonzepte eine Rolle spielen (z. B. in Form von Maßnahmen zur Reduzierung des Verkehrsaufkommens, zur Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden oder zur Nutzung der Möglichkeiten der regenerativen Energieerzeugung) rückt eine Debatte über Anpassungsstrategien erst seit kurzer Zeit in den Blickpunkt. Die Erkenntnisse darüber, dass sich die Folgen des Klimawandels

auch bei einer sofortigen Reduzierung bzw. Stabilisierung der Treibhausgasemissionen noch über Jahrzehnte bzw. sogar Jahrhunderte auswirken werden, haben zu der Einsicht geführt, dass parallel zu Klimaschutz- auch Anpassungsstrategien an nicht mehr zu verhindernde Klimawirkungen verfolgt werden müssen.

Da viele Klimafolgen einen räumlichen Charakter aufweisen (z. B. Überschwemmungen, Wärmeinseln) und klimatische Veränderungen sowie extreme Wetterereignisse erhebliche Auswirkungen auf die Beständigkeit von Raumnutzungen haben, gewinnt in der Diskussion um Anpassungsstrategien neben den zu erwartenden gesellschaftlichen und sozioökonomischen Konsequenzen auch zunehmend die Betrachtung der räumlichen Dimension des Klimawandels an Bedeutung. Bislang ging es in der Raumplanung vorwiegend um die Beherrschung von einzelnen Extremwetterlagen, die in der Regel relativ selten auftreten (Stichwort: Jahrhunderthochwasser). Doch spätestens seit dem UN-Klimabericht von 2007 muss von einer allgemeinen und grundlegenden Veränderung der klimaabhängigen Lebensbedingungen der Menschen ausgegangen werden. Aus diesem Grund muss sich die Raumplanung zukünftig grundsätzlich in der Klimaanpassung engagieren und unter Umständen auch Raumnutzungsentscheidungen, die in der Vergangenheit getroffen wurden, auf den Prüfstand stellen.

Um die räumlichen Auswirkungen des Klimawandels bewältigen zu können, sind die Fachplanungen und -politiken gefordert, geeignete Anpassungsmöglichkeiten zu entwickeln. Entscheidend wird dabei sein, dass die spezifischen Maßnahmen der sektoralen Anpassungsstrategien in eine übergeordnete, integrative Raumentwicklungsstrategie eingebettet sind, bei deren Entwicklung die räumliche Gesamtplanung aufgrund ihrer überfachlichen Koordinationsfunktion und der ihr immanenten Abwägung verschiedener Interessen und Belange eine wichtige Rolle spielt. Sie besitzt die erforderlichen Kompetenzen, Raumnutzungen im Sinne einer Anpassungsstrategie an den Klimawandel zu koordinieren und Nutzungskonflikte zu verhindern.

Zudem ist der Aufgabenbereich der Raumpla-

nung im Rahmen der Entwicklung einer Anpassungsstrategie an die Folgen des Klimawandels an zahlreichen Punkten eng mit Akteuren und Instrumenten aus anderen relevanten Politikbereichen (z.B. Gesundheitswesen, Katastrophenschutz, Versicherungswirtschaft) verwoben. Auch daraus ergibt sich ein hoher Abstimmungs- und Koordinierungsbedarf, um den Herausforderungen des Klimawandels im Sinne einer ganzheitlichen, ressortübergreifenden Strategie begegnen zu können.

2.1 Die Rolle der Raumplanung bei der Anpassung an die Folgen des Klimawandels

Der § 1 (Aufgabe und Leitvorstellung der Raumordnung) des Raumordnungsgesetzes des Bundes (ROG) besagt, dass der Aufgabenbereich der Raumordnung in der Abstimmung unterschiedlicher Anforderungen an den Raum sowie im Ausgleich auftretender Konflikte und in der Vorsorge für einzelne Raumfunktionen und Raumnutzungen besteht. Beide Aspekte sollen laut § 1 Abs. 2 ROG unter der Leitvorstellung einer nachhaltigen Raumentwicklung umgesetzt werden, die die sozialen, wirtschaftlichen und ökologischen Ansprüche und Funktionen an den und im Raum in Einklang bringt und auf diese Weise zu einer dauerhaften, großräumig ausgewogenen Ordnung führt. Die Forderung nach einer nachhaltigen Raumentwicklung hat 1998 im Rahmen der Novellierung des Planungsrechts Einzug in das Raumordnungsgesetz gehalten. Analog dazu formuliert auch das Baugesetzbuch in § 1 Abs. 5 BauGB Forderungen für eine nachhaltige städtebauliche Entwicklung.

Aufgrund der elementaren Bedeutung des Klimas und dessen Auswirkungen für Gesellschaft, Ökonomie und Umwelt kann die Anpassung der Raumstruktur an die Folgen des Klimawandels – auch in Verantwortung für nachfolgende Generationen – als wesentlicher Bestandteil des Leitbilds einer nachhaltigen Raum- bzw. städtebaulichen Entwicklung interpretiert werden.

Gemäß ihrem vorausschauenden, zusammenfassenden und übergeordneten Charakter macht die Raumplanung allgemeine Aussagen in Form von Zielen, Grundsätzen und sonstigen Erfordernissen der Raumordnung. Im Rahmen der Anpassung an den Klimawandel sind im Aufgabenbereich der Raumordnung (Landes- und Regionalplanung) allgemeine und großräumige Aussagen zu Raumnutzungen und -funktionen – insbesondere zur übergeordneten Freihaltung von Flächen – möglich, die sowohl für den Schutz von Ressourcen als auch für die Vermeidung zukünftiger Schadenspotenziale von Bedeutung sind. Im Bereich der Bauleitplanung können hingegen spezifische Aussagen zur Art und Intensität von Nutzungen im kleinräumigerem Maßstab gemacht werden, wodurch auf lokaler Ebene eine Abstimmung der Nutzungs- und Gefährdungspotenziale im Spannungsfeld von natürlichen Ressourcen und Risiken erfolgen kann.

Die verschiedenen Konkretisierungsmöglichkeiten ergeben sich schon aus der unterschiedlichen Maßstäblichkeit von Landes- bzw. Regionalen Raumordnungsprogrammen auf der einen Seite sowie Flächennutzungs- und Bebauungsplänen auf der anderen Seite. Während auf Landes- bzw. regionaler Ebene großflächig naturräumliche Zusammenhänge erfasst, über die Kreis- bzw. Gemeindegrenzen hinaus abgestimmt und in ihrer regionalen Gesamtstruktur abgebildet werden können (z. B. Flächen für den vorbeugenden Hochwasserschutz, regionale Grünzüge mit Freiraumfunktionen), werden siedlungsrelevante Anpassungserfordernisse (z. B. Vermeidung lokaler Wärmeinseln, Anpassung der Siedlungswasserwirtschaft) eher auf kommunaler Ebene – also mit den Instrumenten der Bauleitplanung – umsetzbar sein.

Durch den zunehmenden Handlungsdruck, der sich aus den zu erwartenden Klimafolgen ergibt, werden einzelne Grundsätze und Ziele der Raumplanung an Bedeutung gewinnen. Die Verantwortlichkeit der regionalen und lokalen Planungsebene wird vor allem in folgenden Bereichen zunehmen:

- Gewährleistung des Wasserrückhalts und der Versickerung bei Starkregenereignissen,

- Sicherung von Freiräumen in ihrer Funktion für den Wasserhaushalt und die Erhaltung der Biodiversität,
- Erhalt und Entwicklung von Hochwasserrückhalteräumen,
- Anpassung der Küstenschutzsysteme an die Entwicklungen des Meeresspiegelanstiegs und zunehmende Sturmflutereignisse,
- Vorbeugung vor der Entstehung von Wärmeinseln sowie Erhalt und Entwicklung von Kaltluftentstehungsgebieten und Frischluftschneisen,
- Anpassung der technischen und sozialen Infrastruktur sowie der Flächennutzung an neue, klimawandelbedingte Gegebenheiten.

Aus Sicht der Raumplanung besteht vor allem bei denjenigen klimabezogenen Naturgefahren ein großer Handlungsbedarf, bei denen eine hohe Standortgebundenheit und damit eine hohe raumplanerische Relevanz gegeben sind. In der Region Unterweser sind dies in erster Linie Sturmfluten, Flusshochwasser, Überschwemmungen nach Starkregenereignissen und Wärmeinseleffekte in verdichteten Siedlungsräumen.

Um auf diese raumbedeutsamen Klimafolgen reagieren zu können, stehen der Raumplanung insbesondere folgende Ansatzpunkte zur Verfügung:

• **Freihalten von Flächen**

Mit Hilfe von Instrumenten der Regional- und Bauleitplanung können solche Gebiete von einer zukünftigen Nutzung als Siedlungs- und Verkehrsflächen freigehalten werden, die

a) durch klimabedingte Naturereignisse gefährdet sind (z. B. überschwemmungsgefährdete Flächen) und die

b) zur Vermeidung bzw. Minderung möglicher Auswirkungen des Klimawandels benötigt werden, sei es durch die Schutzfunktion (z. B. Wasserrückhalteflächen, Flächen für Schutzanlagen wie Deiche) oder die Entwicklungsfunktion (z. B. Schaffung zusätzlicher innerstädtischer Grünbereiche zur Abmilderung des Wärmeinseleffekts).

- **Differenzierte Entscheidungen über die Flächennutzung**

Raumplanung kann neben der Freihaltung von Flächen zudem darüber entscheiden, welche Art der Nutzung in Abhängigkeit von den zu erwartenden Klimafolgen in einem bestimmten Gebiet noch erlaubt werden darf. So kann beispielsweise auf einer überschwemmungsgefährdeten Fläche eine agrarische Nutzung durchaus gestattet sein, wohingegen eine bauliche Nutzung nicht zugelassen werden sollte.

- **Spezifische Aussagen zur Planumsetzung und Bauausführung**

Das Risikopotenzial von Klimafolgen kann durch spezifische Aussagen in Bebauungsplänen, etwa die Festsetzung bestimmter Gebäudeausstattungen (z. B. Verbot von Kellergeschossen) oder Festlegungen zur überbaubaren Fläche eines Grundstücks (Reduzierung des Versiegelungsgrades), erheblich verringert werden. Da hier eine große Nähe zum Bauordnungsrecht besteht, können sich planungs- und bauordnungsrechtliche Instrumente an dieser Stelle ergänzen.

Nutzungsänderungen im Bestand

Das planungsrechtliche Instrumentarium stößt dort an seine Grenzen, wo es notwendig wird, Nutzungsänderungen im Bestand umzusetzen. Vor dem Hintergrund einer klimafolgenbedingten Zunahme des Risikos extremer Naturgefahren und der daraus resultierenden Erhöhung von Flächen-nutzungskonkurrenzen wird sich dieses Problem aller Voraussicht nach verstärken.

Da bestehende Nutzungen (z. B. Siedlungsgebiete) in der Regel Bestandsschutz genießen, kommt es in erster Linie darauf an, deren Verwundbarkeit gegenüber den Klimafolgen zu verringern. Im Extremfall kann es jedoch erforderlich sein, dass Nutzungen an bestimmten Orten aufgegeben werden müssen, weil die bestehenden Risiken weder von staatlicher Seite noch von Versicherungen getragen werden können. Dies führt zu Problemen der Plangewährleistung, da tief greifende Nutzungsänderungen, die aufgrund der Klimafolgen möglicherweise erforderlich werden, nur über die

erhebliche Veränderung bestehender Planungen und über Eingriffe in ‚erworbene‘ Nutzungsansprüche umgesetzt werden können. So könnte es dazu kommen, dass in der Vergangenheit getroffene Entscheidungen über die Ausweisung von Baugebieten und die Erteilung von Baugenehmigungen z. B. aufgrund steigender Überschwemmungsgefahren zurückgenommen werden müssen, was mit einer möglichen Kompensation zugunsten ursprünglicher Eigentümer verbunden wäre.

An dieser Stelle ist anzumerken, dass im Falle der Anpassung räumlicher Nutzungen an die Folgen des Klimawandels der zu entschädigende Wertverlust der Betroffenen nur vordergründig durch die Planänderung verursacht wird. De facto erfolgt die Entwertung der bisherigen Nutzungsmöglichkeiten ja bereits durch die Klimaänderungen.



2.2 Umgang mit den Unsicherheiten der Klimaprojektionen



Bei der Umsetzung von Anpassungsstrategien an die Folgen des Klimawandels ist zu berücksichtigen, dass die Projektionen zur zukünftigen Klimaentwicklung und deren Auswirkungen insbesondere auf regionaler Ebene noch mit Unsicherheiten behaftet sind. Eine aus der konkreten Ermittlung der Eintrittswahrscheinlichkeit von Auswirkungen des Klimawandels abgeleitete Begründung für die Umsetzung raumplanerischer Handlungsstrategien gestaltet sich daher als schwierig.

Ein grundsätzliches Problem bei der Umsetzung von Anpassungsstrategien in die Praxis besteht zudem in den unterschiedlichen Zeithorizonten, durch die Raumordnungs- bzw. Flächennutzungspläne und die Auswirkungen des Klimawandels gekennzeichnet sind. Die unterschiedliche zeitliche Bemessung von Raumordnungs- und Flächennutzungsplänen mit einer Geltungsdauer von zehn bis 15 Jahren auf der einen Seite und Modellrechnungen zu den Auswirkungen des Klimawandels, die sich häufig auf die Jahre 2050 oder 2100 beziehen, auf der anderen Seite, wird in der Praxis oft als Begründungsproblem für Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel gesehen.

Vor diesem Hintergrund steht die räumliche Planung vor der Herausforderung, ihr Instrumentarium flexibler zu gestalten, um so auf sich verändernde Umstände noch möglichst lange reagieren zu können. Da es sich bei klimaangepassten bzw. klimavorsorgenden Planungen um Entscheidungen unter hoher Unsicherheit, aber mit letztlich kaum revidierbaren Festlegungen handelt, ist es von besonderer Bedeutung, im Rahmen eines laufenden Monitorings Möglichkeiten zur Überprüfung von Planaussagen zu schaffen. Dies könnte durch ein umfassendes regionales ‚climate proofing‘ mit entsprechenden Monitoring-Konzepten zur Überprüfung der Umsetzbarkeit und Wirksamkeit von Anpassungsmaßnahmen erfolgen, das im Rahmen

einer formalisierten Prüfung – ähnlich der Strategischen Umweltprüfung – durchgeführt werden könnte.

Im Hinblick auf die Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen kann das Kernanliegen der räumlichen Planung folglich nicht länger darin bestehen, von vornherein einen umfassenden Plan mit endgültigen Aussagen aufzustellen, sondern eine Kette aufeinander folgender strategischer Entscheidungen zu treffen, die jeweils auf ihrer Stufe differenzierte Lösungen anbieten und eine angemessene Bindungswirkung entfalten. Es geht somit darum, von einer starren, einen bestimmten Endzustand festlegenden Planung hin zu einer stärker prozessualen und schrittweise agierenden Planung zu gelangen, die eine zeitnähere und effektivere Reaktion auf neue Erkenntnisse zulässt. Grundlage für ein solches Vorgehen könnte die Einbeziehung unterschiedlicher Szenarien in die Überlegungen zukünftiger Planungen sein. Das Denken in Szenarien bietet die Möglichkeit, eine größere Bandbreite möglicher Entwicklungen und die dazugehörigen Handlungsoptionen aufzuzeigen. Auf diese Weise könnte ein Portfolio unterschiedlicher Maßnahmen entwickelt werden, über deren Einsatz ggf. rasch zu entscheiden sein müsste und die Entscheidungsoptionen für die Zukunft weit möglichst offen halten sollten.

An die Stelle einer statischen Zuweisung von Raumfunktionen sollte vor dem Hintergrund steigender, aber in ihren Auswirkungen noch nicht detailliert abschätzbarer Klimafolgen zukünftig also eine dynamische Raumentwicklung mit reversiblen Raumfunktionen treten. Dies würde auch dem Grundsatz der Raumordnung in § 2 Abs. 2 Nr. 1 ROG entsprechen, wonach die „Gestaltungsmöglichkeiten der Raumnutzungen langfristig offen zu halten“ sind.

2.3 Planungsrechtliche Einordnung des Themas Klimawandel

In diesem Teilkapitel wird eine Übersicht der gesetzlichen Regelungen der Raumordnung (ROG bzw. Niedersächsisches Gesetz über Raumordnung und Landesplanung¹⁰ (NROG)), der Bauleitplanung (BauGB) sowie der Umweltverträglichkeitsprüfung bzw. Strategischen Umweltprüfung (Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG)) gegeben, in denen Formulierungen zum Themenbereich Klimawandel vorhanden sind – und weiterführend, die Ansatzpunkte zur Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen an die Folgen des Klimawandels bieten. Dabei ist zu unterscheiden, ob diese Aussagen explizit Maßnahmen zur Anpassung an die Klimafolgen beinhalten oder ob sie lediglich indirekt zur Erreichung dieses Ziels herangezogen werden können, obwohl sie diesem Bereich auf den ersten Blick nicht unbedingt zuzuordnen sind.

2.3.1 Raumordnung

Raumordnungsgesetze (ROG/NROG)

In der Neufassung des Raumordnungsgesetzes des Bundes (ROG) werden sowohl die Themenfelder Klimaschutz (Mitigation) als auch Klimaanpassung (Adaptation) explizit angesprochen. Allerdings werden konkretere Maßnahmen dabei nur für den Bereich Klimaschutz umschrieben. So heißt es in den Grundsätzen der Raumordnung in § 2 Abs. 2 Nr. 6 ROG:

„Der Raum ist in seiner Bedeutung für die Funktionsfähigkeit [...] des Klimas [...] zu entwickeln, zu sichern oder, soweit erforderlich, möglich und angemessen, wiederherzustellen. [...] Den räumlichen Erfordernissen des Klimaschutzes ist Rechnung zu tragen, sowohl durch Maßnahmen, die dem Klimawandel entgegenwirken, als auch durch solche, die der Anpassung an den Klimawandel dienen. Dabei sind die räum-

lichen Voraussetzungen für den Ausbau der erneuerbaren Energien, für eine sparsame Energienutzung sowie für den Erhalt und die Entwicklung natürlicher Senken für klimaschädliche Stoffe und für die Einlagerung dieser Stoffe zu schaffen.“

Ein Grundsatz, der im Zusammenhang mit der Sicherung von Freiräumen und ihrer Funktionen für das lokale Klima zumindest indirekt mit Maßnahmen zur Klimaanpassung in Verbindung gebracht werden kann, ist § 2 Abs. 2 Nr. 2 Satz 5 ROG, in dem es heißt:

„[...] Der Freiraum ist durch übergreifende Freiraum-, Siedlungs- und weitere Fachplanungen zu schützen; es ist ein großräumig übergreifendes, ökologisch wirksames Freiraumverbundsystem zu schaffen. [...]“

Aufgrund des Wissens um die Folgen der globalen Erwärmung und des Klimawandels (u. a. Veränderung der Niederschlagszyklen, Zunahme von Starkregenereignissen, Anstieg des Meeresspiegels) kann auch bei folgender Forderung des § 2 Abs. 2 Nr. 6 Satz 5 ROG ein indirekter Bezug zum Themenbereich Klimaanpassung hergestellt werden:

„[...] Für den vorbeugenden Hochwasserschutz an der Küste und im Binnenland ist zu sorgen, im Binnenland vor allem durch Sicherung oder Rückgewinnung von Auen, Rückhalteflächen und Entlastungsflächen. [...]“

Auch in der Neufassung des Niedersächsischen Gesetzes über Raumordnung und Landesplanung (NROG) aus dem Jahre 2007 wird der Klimafrage direkte Bedeutung beigemessen. In § 2 Nr. 1 NROG wird auf die Verantwortung der Raumordnung sowohl für den Klimaschutz als auch für die Anpassung an die Folgen des Klimawandels hingewiesen:

„Zum Schutz der Erdatmosphäre und des Klimas sollen im Sinne langfristiger Vorsorge die Möglichkeiten der Raumordnung zur Eindämmung des Treibhauseffektes und der damit verbundenen Folgen für Mensch und Natur genutzt werden.“

¹⁰ Für das Land Bremen besteht bei der Raumordnung (Landes- und Regionalplanung) eine Sondersituation. Aufgrund der Stadtstaatenklausel in § 8 Abs. 1 ROG ersetzt im Land Bremen ein Flächennutzungsplan das Landes- bzw. Regionale Raumordnungsprogramm und erfüllt damit zusätzliche landes- und regionalplanerische Funktionen. Aus diesem Grund gibt es auch kein bremisches Raumordnungsgesetz.

Raumordnungspläne/-programme

Die Grundsätze und Ziele der Raumordnung sind für den jeweiligen Planungsraum durch einen Raumordnungsplan (Landes-Raumordnungsprogramm bzw. Regionales Raumordnungsprogramm) näher auszugestalten. Zur Umsetzung von Anpassungsstrategien an den Klimawandel lassen sich in Raumordnungsplänen insbesondere Festlegungen zur angestrebten Entwicklung der Freiraumstruktur formulieren. Dabei sollen u. a. Aussagen zu großräumig übergreifenden Freiräumen, zum Freiraumschutz, zur Entwicklung von Freiraumfunktionen sowie zu den Belangen der Wasserbewirtschaftung und des vorbeugenden Hochwasserschutzes gemacht werden (vgl. § 8 Abs. 5 Nr. 2 ROG bzw. § 3 Abs. 2 Nr. 2 NROG).

Nach § 8 Abs. 7 ROG bzw. § 3 Abs. 4 NROG können in Raumordnungsplänen Vorrang- und Vorbehaltsgebiete (z. B. für den Hochwasserschutz oder die Erfüllung von Freiraumfunktionen) definiert werden, wodurch die Landes- bzw. Regionalplanung Anpassungsprozesse an die Folgen des Klimawandels steuern und mögliche Schadenspotenziale vermindern kann.

Das Landes-Raumordnungsprogramm Niedersachsen 2008 sieht in Abschnitt 1.1, Ziffer 02, Satz 3 vor, dass bei der Entwicklung der räumlichen Struktur des Landes „die Folgen für das Klima berücksichtigt und die Möglichkeiten zur Eindämmung des Treibhauseffektes genutzt werden“. In den Erläuterungen des LROP Niedersachsen 2008 zu diesem Grundsatz wird jedoch deutlich, dass dieser keineswegs nur unter Klimaschutzgesichtspunkten zu betrachten ist – wie die Formulierung vermuten lässt –, sondern sehr wohl auch die Berücksichtigung von Aspekten zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels verlangt. So wird gefordert, dass den Entwicklungen des Klimawandels auch durch eine angepasste Planung Rechnung zu tragen ist und dass die erkennbaren und zukünftig zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels frühzeitig in die verschiedenen Ebenen der gesamt-räumlichen Planungen und der Fachplanungen einzubeziehen sind.

2.3.2 Bauleitplanung

Baugesetzbuch

Die Bauleitplanung hat seit der Novellierung des Baugesetzbuches im Rahmen der Umsetzung des Europarechtsanpassungsgesetzes-Bau (EAG-Bau) im Jahr 2004 nach § 1 Abs. 5 BauGB die Aufgabe, die nachhaltige städtebauliche Entwicklung „auch in Verantwortung für den allgemeinen Klimaschutz“ zu sichern. Mit der Formulierung allgemeiner Klimaschutz wird eine klare Abgrenzung vom lokalen, örtlichen Klimaschutz (z. B. Frischluftschneisen) vorgenommen. Es wird damit zum Ausdruck gebracht, dass das Ziel des globalen Klimaschutzes (Reduzierung der Treibhausgasemissionen) auch durch die Bauleitplanung der Gemeinden unterstützt werden soll.

Vergleichbar eindeutige Formulierungen sind für den Themenkomplex Klimaanpassung im Baugesetzbuch allerdings nicht zu finden: Auf die möglichen Folgen eines bevorstehenden Klimawandels und die zu ergreifenden Maßnahmen zur Anpassung wird dort bisher nicht explizit sondern lediglich indirekt eingegangen.

Ähnlich dem Raumordnungsgesetz formuliert auch das Baugesetzbuch einen Katalog zu berücksichtigender Planungsgrundsätze. Klimarelevante Aspekte beinhaltet § 1 Abs. 6 Nr. 7 BauGB, der darauf hinweist, dass die Bauleitplanung auf die Belange des Umweltschutzes, einschließlich des Naturschutzes und der Landschaftspflege, zu achten hat. Der Begriff Klima taucht dabei explizit in § 1 Abs. 6 Nr. 7 (a) BauGB auf, welcher besagt, dass bei der Bauleitplanung

„die Auswirkungen auf Tiere, Pflanzen, Boden, Wasser, Luft, Klima und das Wirkungsgefüge zwischen ihnen sowie die Landschaft und die biologische Vielfalt“

zu berücksichtigen sind.



Die hier bezeichneten Auswirkungen auf das Klima beziehen sich auf die mögliche Veränderung der Faktoren Temperatur, Sonnenscheindauer, Niederschlag, Luftfeuchtigkeit und Wind. Da das örtliche Klima erheblich von der Siedlungsstruktur mitbestimmt wird, können sich durch die Bauleitplanung bedingte Beeinflussungen des Kleinklimas zum einen auf den Naturhaushalt, vor allem aber auch auf den Menschen und seine Gesundheit auswirken. Aus diesem Grund spielt dieser Planungsgrundsatz bei der Entwicklung von Anpassungsstrategien an Folgen des Klimawandels wie Temperaturanstieg und Zunahme von Hitzeperioden, die sich auch auf die menschliche Gesundheit auswirken können, eine wichtige Rolle.

Ein indirekter Bezug zum Thema Klimaanpassung besteht in § 1 Abs. 6 Nr. 1 und Nr. 7 (c) und (d) BauGB, wo es heißt, dass

- „die allgemeinen Anforderungen an gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse und die Sicherheit der Wohn- und Arbeitsbevölkerung“ (z. B. Schaffung eines gesunden Stadtklimas und Schutz vor Überschwemmungen),
- „umweltbezogene Auswirkungen auf den Menschen und seine Gesundheit sowie die Bevölkerung insgesamt“ (z. B. Beeinträchtigung der menschlichen Gesundheit durch Hitzestauungen in Siedlungsräumen) sowie
- „umweltbezogene Auswirkungen auf Kulturgüter und sonstige Sachgüter“ (z.B. Beschädigung von Gebäuden durch Überflutung) in der Bauleitplanung zu berücksichtigen sind.

Nicht explizit wird der Themenbereich Klimaanpassung in § 1 Abs. 6 Nr. 12 BauGB angesprochen, in dem es um die Berücksichtigung der Belange des Hochwasserschutzes geht.

Auch die Umsetzung der Bodenschutzklausel nach § 1a Abs. 2 BauGB, wonach mit Grund und Boden sparsam und schonend umgegangen werden soll und Bodenversiegelungen auf das notwendige Maß zu begrenzen sind, kann einen Beitrag zur Anpassung an die Klimafolgen leisten, etwa zur Steigerung des Retentionspotenzials und damit zur Minderung der Überschwemmungsgefahr bei Starkregenereignissen.

Flächennutzungs- und Bebauungspläne

Mit den Instrumenten Flächennutzungs- und Bebauungsplan kann die Bauleitplanung auf zwei unterschiedlichen Maßstabsebenen Aussagen zur Nutzung des Raumes treffen. Im Rahmen von Anpassungsstrategien an den Klimawandel lassen sich mit Hilfe dieser Instrumente insbesondere Festlegungen zur klima(wandel)verträglichen Flächennutzung (vor allem zum Erhalt und zur Schaffung von Freiräumen) formulieren. Darüber hinaus können im Bebauungsplan Aussagen zur Art und zum Maß der baulichen Nutzung sowie zur Bauweise getroffen werden, mit denen Anpassungserfordernisse an die Klimafolgen umgesetzt werden können. Von entscheidender Bedeutung sind darüber hinaus die Möglichkeiten zur Berücksichtigung von Maßnahmen zum vorbeugenden Hochwasserschutz im Flächennutzungs- bzw. Bebauungsplan.



2.3.3 Umweltverträglichkeitsprüfung / Strategische Umweltprüfung

Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP)

Die Umweltverträglichkeitsprüfung ist ein wichtiges Instrument des Umweltschutzes, mit dem im Rahmen eines Zulassungsverfahrens von Industrieanlagen und Infrastrukturmaßnahmen frühzeitig die möglichen Folgen eines solchen Projektes für die Umwelt untersucht werden. Dazu müssen die Auswirkungen des Vorhabens auf die Schutzgüter Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit, Tiere, Pflanzen und die biologische Vielfalt, Boden, Wasser, Luft, Klima, Landschaft, Kulturgüter und sonstige Sachgüter sowie die Wechselwirkungen zwischen den genannten Schutzgütern ermittelt und beschrieben werden. Grundlage für die Umweltverträglichkeitsprüfung ist die UVP-Richtlinie der EU, die auch die einzelnen Verfahrensschritte sowie die Projekttypen, für die eine UVP durchgeführt werden muss, vorgibt. Die Richtlinie ist durch das Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) in das deutsche Recht umgesetzt worden.

Strategische Umweltprüfung (SUP)

Die Strategische Umweltprüfung (SUP) ergänzt die seit Anfang der 1990er Jahre in Deutschland bestehende Umweltverträglichkeitsprüfung. Während die UVP erst bei der Zulassung umwelterheblicher Vorhaben zum Zuge kommt, setzt die SUP schon auf der Planungsebene an. Mit der SUP sollen bereits planerische Weichenstellungen bei der Entwicklung von Plänen und Programmen (wie z. B. die Festlegung von Nutzungen sowie von Standorten bestimmter Vorhaben) auf ihre Umweltbedeutung untersucht werden. Auf diese Weise soll sichergestellt werden, dass schon Planungen, die Festlegungen für spätere Zulassungsentscheidungen treffen, umweltverträglich, transparent und unter Einbeziehung der Öffentlichkeit durchgeführt werden. Eine SUP muss bei allen wichtigen umweltbedeutsamen Planungsverfahren durchgeführt werden. Hierzu zählen u. a. die Raumordnungsplanung, Bauleitplanung und Landschaftsplanung sowie bestimmte wasserwirtschaftliche Pläne und Programme.

Die Einführung der SUP beruht auf der SUP-Richtlinie der EU, die u. a. Vorgaben zu einzelnen Verfahrensschritten der SUP enthält. Das Gesetz zur Einführung einer Strategischen Umweltprüfung (SUPG), mit dem die SUP-Richtlinie in nationales Recht umgesetzt wurde, ist im Jahr 2005 in Kraft getreten. Wegen des engen Sachzusammenhangs mit der UVP wurden die SUP-Vorschriften in das Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) eingefügt.

Berücksichtigung des Themas Klimawandel in der UVP/SUP

Vor dem Hintergrund der zunehmenden Bedeutung der Auswirkungen des Klimawandels auch für die räumliche Planung stellt sich die Frage nach einer Weiterentwicklung von UVP und SUP im Hinblick auf eine stärkere Berücksichtigung sowohl von Klimaschutz Gesichtspunkten als auch von Aspekten der Anpassung an die Klimafolgen.

Mit Blick auf die aktuellen Klimaschutzziele wird die Betrachtung des Schutzguts *Klima* zukünftig auch die Problematik der Verminderung der Treibhausgasemissionen berücksichtigen und somit eine Erweiterung gegenüber der bisherigen Betrachtung von eher lokalklimatischen Fragestellungen wie z. B. der Beeinträchtigung von Kaltluftentstehungsgebieten, Frischluftschneisen etc. erfahren müssen.

Unter dem Gesichtspunkt der Anpassung an die Folgen des Klimawandels ist darüber hinaus eine grundsätzlich andere Herangehensweise als die bisherige Berücksichtigung des Schutzguts *Klima* in der UVP bzw. SUP erforderlich: Zukünftig sollte nicht mehr nur die Beurteilung der Auswirkungen eines Vorhabens bzw. Plans oder Programms auf das Klima das Ziel sein, sondern es muss vielmehr geprüft werden, ob ein Plan oder ein Projekt auch

unter einem sich wandelnden Klima mit allen seinen Auswirkungen noch tragfähig ist.

Ein Ansatzpunkt zur Vermeidung zukünftiger Risiken durch klimabezogene Naturgefahren bietet sich über den im Zuge der SUP zu erstellenden Umweltbericht an. So können die durch Pläne und Programme verstärkten oder neu entstehenden Risiken – insbesondere die Erhöhung des Schadenspotenzials – als erhebliche Auswirkungen auf die Umwelt interpretiert werden. Dies wird insbesondere bei der Betrachtung der in Anhang II der SUP-Richtlinie genannten Kriterien für die Bestimmung der voraussichtlichen Erheblichkeit von Umweltwirkungen deutlich, nach denen insbesondere auch die Risiken für die menschliche Gesundheit oder die Umwelt, die durch Pläne und Programme entstehen oder verstärkt werden, zu beachten sind .

Bei einer zusätzlichen Betrachtung der Anpassungsfähigkeit von Raumnutzungen an sich ändernde klimatische Bedingungen im Rahmen einer Umweltprüfung würden die methodischen Anforderungen aufgrund der noch relativ großen Unsicherheiten der Klimaprojektionen sowie der komplexen Sekundär- und Wechselwirkungen von Klimawandel und Anpassungsstrategien im Vergleich zur herkömmlichen SUP jedoch erheblich zunehmen.

Eine Chance für eine klimaangepasste Raumordnung und Bauleitplanung könnte das Monitoringverfahren im Rahmen der Umweltprüfung sein, nach dem die Möglichkeit besteht, Entwicklungen zu beobachten und die Planungen ggf. den neuen Gegebenheiten anzupassen. Auf diese Weise könnten die Festsetzungen von Raumordnungs- und Bauleitplänen mit den Klimaänderungen abgeglichen und ggf. angepasst werden, wenn dies erforderlich wird.

3.

Ansatzpunkte der räumlichen Planung zur Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen an die Folgen des Klimawandels in der Region Unterweser

In diesem Kapitel werden Ansatzpunkte für die in der Region Unterweser erforderlichen Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels in den Bereichen Landschaftsplanung, Stadtplanung/ Siedlungsentwicklung, Hochwasserschutz und Küstenschutz dargelegt. Dabei liegt ein besonderes Augenmerk auf der Darstellung der Vorgaben des Landes-Raumordnungsprogramms Niedersachsen 2008 und der Festsetzungsmöglichkeiten der Regionalen Raumordnungsprogramme (RROP) sowie den gesetzlichen Grundlagen des Baugesetzbuches (BauGB), der Baunutzungsverordnung (BauNVO), der Landesbauordnungen (NBauO bzw. BremLBO) und des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) bzw. der Landeswassergesetze (NWG bzw. BremWG), mit deren Hilfe entsprechende Anpassungsmaßnahmen umgesetzt werden können.

3.1 Landschaftsplanung

Die Landschaftsplanung wird im Hinblick auf die Umsetzung von Anpassungsstrategien an die Klimafolgen (Temperaturanstieg und veränderte Niederschlagsverteilung) insbesondere bei der Erfüllung klimatischer Funktionen, der Anpassung an sich ändernde Verhältnisse des Wasserhaushalts sowie der Erhaltung der Biodiversität gefordert sein. So besteht die Möglichkeit, in einem zusammenhängenden Grünflächensystem klimatologische Regenerationsgebiete und Ausgleichsfunktionen zu sichern, Grundwasserneubildung zu gewährleisten und einen Biotopverbund zu realisieren, mit dem möglichen klimawandelbedingten Veränderungen des Naturraums ('Verschiebung' von Biotopen) Rechnung getragen werden kann. Zudem erfüllen Freiräume auch eine wichtige Funktion im Bereich des vorsorgenden Hochwasserschutzes, z. B. für den Wasserrückhalt oder die Versickerung von Niederschlagswasser.

3.1.1 Sicherung von Freiräumen zur Erfüllung klimatischer Funktionen

Größere, zusammenhängende Freiräume haben einen bedeutenden Einfluss auf die Ausprägung des regionalen/lokalen Klimas. Vor allem grünes Freiland und Waldgebiete fungieren aufgrund ihrer nächtlichen Auskühlung als Kaltluftproduzenten und können als Kaltluftentstehungsgebiete damit insbesondere bei längeren Hitzeperioden einen wertvollen Beitrag zur Regulierung des regionalen Klimas leisten. Wälder können darüber hinaus auch am Tage klimaregulierende Funktionen erfüllen. Die großräumigen Freiraumstrukturen der ländlichen Regionen erfüllen auch eine klimatologische Funktion für den besiedelten Raum, da sie durch die Erzeugung von Kaltluft und die Wirkung als Frischluftschneisen den Luftaustausch in größeren Siedlungsräumen fördern und damit der Entstehung von Wärmeinseln entgegenwirken können. Vor dem Hintergrund zunehmender sommerlicher Hitzeperioden sollte die Landschaftsplanung daher alle Mittel ausschöpfen, um den im ROG geforderten Grundsätzen zur Sicherung, Entwicklung bzw. Wiederherstellung des Raums in seiner Bedeutung für die Funktionsfähigkeit des Klimas (vgl. § 2 Abs. 2 Nr. 6 Satz 1 ROG) sowie zur Schaffung eines großräumig übergreifenden, ökologisch wirksamen Freiraumverbundsystems (vgl. § 2 Abs. 2 Nr. 2 Satz 5 ROG) nachzukommen.

• Ansatzpunkte für die planerische Umsetzung

Laut Landes-Raumordnungsprogramm Niedersachsen 2008 sollen Freiflächen insbesondere zur Erfüllung von Funktionen zur Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen erhalten und zu einem landesweiten Freiraumverbund weiterentwickelt werden. Eine besondere Rolle spielt dabei die Erhaltung, Sicherung und Weiterentwicklung siedlungsnaher Freiräume in ihren (klima)ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Funktionen. In den siedlungsstrukturellen Verflechtungsbereichen der Oberzentren Bremen und Bremerhaven mit ihrem niedersächsischen Umland sollen laut LROP Niedersachsen 2008 zur Sicherung und Weiterentwicklung regionaler Landschafts- und Freiräume besondere Formen der interkommunalen Abstimmung und Kooperation eingesetzt werden. Die raumordnerische Sicherung von Freiräumen zur Erfüllung klimatischer Funktionen kann durch die Ausweisung von Vorranggebieten Freiraumfunktionen in den Regionalen Raumordnungsprogrammen erfolgen. (siehe Tab. 1)

Anmerkung: Die Anforderungen, die das LROP in diesem Zusammenhang an die zeichnerische Darstellung der Regionalen Raumordnungsprogramme (RROP) stellt und die eine Gebietsfestlegung mit einem durch das LROP vorgegebenen Planzeichen erforderlich machen, sind in Fettdruck hervorgehoben.

Aussagen des LROP Niedersachsen 2008	Ziffer	Satz
Abschnitt 1.3: Entwicklung in den Verflechtungsbereichen Bremen/Niedersachsen		
Sicherung und Weiterentwicklung von u. a. regionalen Landschafts- und Freiräumen bei der räumlichen Entwicklung Niedersachsens in den Verflechtungsbereichen der Oberzentren Bremen und Bremerhaven durch besondere Formen der interkommunalen Abstimmung und Kooperation	01	
Abschnitt 3.1.1: Elemente und Funktionen des landesweiten Freiraumverbundes, Bodenschutz		
Erhaltung von Freiflächen insbesondere zur Erfüllung von Funktionen zur Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen	01	1
Weiterentwicklung der Freiräume zu einem landesweiten Freiraumverbund sowie Sicherung und Entwicklung der Funktionsvielfalt dieses Freiraumverbundes	01	2-3
Erhaltung siedlungsnaher Freiräume sowie Sicherung und Weiterentwicklung in ihren ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Funktionen	03	1
Festlegung von siedlungsnahen Freiräumen als Vorranggebiete Freiraumfunktionen in den RROP bei regionalen oder überregionalen Erfordernissen	03	2

Tab. 1: Zusammenstellung relevanter Aussagen des LROP Niedersachsen 2008 zur Sicherung von Freiräumen zur Erfüllung klimatischer Funktionen



3.1.2 Ausbau des Biotopverbunds zur Erhaltung der Biodiversität

Nach der Vulnerabilitätsstudie des Potsdam-Institutes für Klimafolgenforschung, die im Auftrag des Umweltbundesamtes erstellt und im Jahre 2005 vorgelegt wurde, weisen Biodiversität und Naturschutz eine je nach Schutzziel differenzierte Vulnerabilität gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels auf. Wenn die Erhaltung der gegenwärtigen Artenzusammensetzung und Biotoptypen das Ziel ist, so ist von einer hohen Vulnerabilität auszugehen; würde dagegen eine Änderung der Artenzusammensetzung und eine räumliche Verschiebung der Biotoptypen in Kauf genommen, bestünde lediglich eine mäßige Vulnerabilität gegenüber den Klimafolgen.

Das Bundesamt für Naturschutz (BfN) geht dagegen von dramatischeren Folgen des Klimawandels für die Biodiversität aus: Es sei in den kommenden Jahrzehnten in Deutschland mit einem durch den Klimawandel hervorgerufenen Verlust von 5-30% aller Pflanzen- und Tierarten und darüber hinaus mit einer weiteren Bedrohung durch eine voraussichtlich verstärkte Ausbreitung gebietsfremder (invasiver) Arten zu rechnen.

Ein zentrales Instrument zur Erhaltung der biologischen Vielfalt ist das Biotopverbundsystem nach § 3 BNatSchG, mit dem der Zerschneidung von Lebensräumen entgegengewirkt und die Ausbreitung von Arten sowie der Austausch zwischen

Populationen gewährleistet werden soll. Da es infolge des Klimawandels voraussichtlich zu temperaturbedingten Ausweich- und Wanderungsbewegungen von Tier- und Pflanzenarten kommen wird, gewinnt dieses Instrument zukünftig unter Gesichtspunkten der Klimaanpassung an Bedeutung. Die Raumordnung muss daher durch die planerische Unterstützung bei der Sicherung eines ökologischen Verbundsystems wirksam zu einer Anpassung der Arten an die klimabedingte Verschiebung von Lebensräumen beitragen.

• Ansatzpunkte für die planerische Umsetzung

Das Landes-Raumordnungsprogramm Niedersachsen 2008 fordert den Aufbau eines landesweiten Biotopverbundsystems zur nachhaltigen Sicherung heimischer Tier- und Pflanzenarten und deren Populationen einschließlich ihrer Lebensräume und Lebensgemeinschaften sowie zur Bewahrung, Wiederherstellung und Entwicklung funktionsfähiger ökologischer Wechselbeziehungen.

In den Regionalen Raumordnungsprogrammen können zu diesem Zweck in Abhängigkeit der naturschutzfachlichen Bedeutung Vorranggebiete Natura 2000, Vorrang- bzw. Vorbehaltsgebiete Natur und Landschaft und Vorrang- bzw. Vorbehaltsgebiete Grünlandbewirtschaftung, -pflege und -entwicklung festgesetzt werden. (siehe Tab. 2)

Aussagen des LROP Niedersachsen 2008	Ziffer	Satz
Abschnitt 3.1.2: Natur und Landschaft		
Aufbau eines landesweiten Biotopverbundsystems zur nachhaltigen Sicherung heimischer Tier- und Pflanzenarten und deren Populationen einschließlich ihrer Lebensräume und Lebensgemeinschaften sowie zur Bewahrung, Wiederherstellung und Entwicklung funktionsfähiger ökologischer Wechselbeziehungen	02	1
Räumliche Festlegung der Gebiete (nach Abschnitt 3.1.2, Ziffer 05, Satz 1 LROP) in den RROP und Sicherung entsprechend ihrer naturschutzfachlichen Bedeutung als Vorranggebiet oder Vorbehaltsgebiet <i>Natur und Landschaft</i> oder als Vorranggebiet oder Vorbehaltsgebiet <i>Grünlandbewirtschaftung, -pflege und -entwicklung</i>	05	2
Sicherung von Nationalparks und Naturschutzgebieten als Vorranggebiet <i>Natur und Landschaft</i> und von Biosphärenreservaten als Vorranggebiet oder Vorbehaltsgebiet und <i>Landschaft</i> oder als Vorranggebiet oder Vorbehaltsgebiet <i>Grünlandbewirtschaftung, -pflege und -entwicklung</i> in den RROP	05	3
Abschnitt 3.1.3: Natura 2000		
räumliche Festlegung der Vorranggebiete Natura 2000 in den RROP	02	5

Tab. 2: Zusammenstellung relevanter Aussagen des LROP Niedersachsen 2008 zum Ausbau des Biotopverbunds

Anmerkung: Die Anforderungen, die das LROP in diesem Zusammenhang an die zeichnerische Darstellung der Regionalen Raumordnungsprogramme (RROP) stellt und die eine Gebietsfestlegung mit einem durch das LROP vorgegebenen Planzeichen erforderlich machen, sind in Fettdruck hervorgehoben.

3.1.3 Anpassung an die Veränderungen des Wasserhaushalts

Aus den regionalen Klimaprojektionen für die Region Unterweser kann folgende jährliche Niederschlagsverteilung abgeleitet werden: Während es in Herbst, Winter und Frühjahr zu teilweise deutlich erhöhten Niederschlägen kommen kann, werden die Regenmengen im Sommer voraussichtlich abnehmen. Insgesamt wird sich die Jahressumme der Niederschlagsmengen wahrscheinlich um ca. 10% erhöhen.

Aufgrund der jahreszeitlichen Verschiebung der Niederschläge (feuchtere Herbst-, Winter- und Frühjahrsquartale und dementsprechend trockenere Sommermonate) wird allerdings auch in Regionen, die über das ganze Jahr betrachtet eine ausgeglichene oder positive klimatische Wasserbilanz aufweisen, mit zunehmenden sommerlichen Trockenperioden und Dürren zu rechnen sein. Steigende Temperaturen infolge des Klimawandels bewirken zudem eine höhere Verdunstung, was neben dem Rückgang der Niederschlagsmengen zu einer weiteren Verstärkung der Trockenperioden

und einem erhöhten Bewässerungsbedarf bei einer gleichzeitig sinkenden Grundwasserneubildungsrate führt. Insgesamt könnte es so zu einer zeitlich begrenzten Verknappung der regionalen Wasserressourcen insbesondere in den Geestbereichen der Unterweserregion kommen.

In den tiefer liegenden Gebieten der Region Unterweser, insbesondere in den unterhalb des Meeresspiegels gelegenen und stark auf die Binnenentwässerung angewiesenen Marsch- und Moorbereichen, ergeben sich dagegen neue Herausforderungen im Umgang mit steigenden Niederschlagsmengen in den Winter- und Frühjahrsmonaten bzw. nach Starkregenereignissen. Wie Untersuchungen im Rahmen des KLIMU-Projekts gezeigt haben, kann davon ausgegangen werden, dass die Abführung der zusätzlichen Wassermengen in erster Linie über technische Maßnahmen (Steigerung der Leistungsfähigkeit von Pumpen und Schöpfwerken) der für die Entwässerung zuständigen Wasser- und Bodenverbände bewältigt werden kann. Daher sind in den betroffenen Gebieten keine größeren Raumansprüche der Wasserwirtschaft, z. B. in Form von zusätzlichen Rückhalteflächen für Niederschlagswasser, zu erwarten.

• **Ansatzpunkte für die planerische Umsetzung**

Um der Verringerung der Wasserressourcen zu begegnen – nicht zuletzt mit Blick auf die Nutzungsbedürfnisse der Landwirtschaft –, schlägt das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung ein nachhaltiges Landnutzungsmanagement vor, welches die Verweildauer des Wassers in der Landschaft sichern soll. Dies erfordert eine verstärkte raumordnerische Sicherung von Wasserressourcen und eine planerische Steuerung angepasster Raumnutzungen.

Auch das Landes-Raumordnungsprogramm Niedersachsen 2008 sieht vor, das Grundwasser so zu bewirtschaften, dass daraus keine nachteiligen Veränderungen des mengenmäßigen Zustandes und der hieraus gespeisten oberirdischen Gewässer und grundwasserabhängigen Landökosysteme entstehen. (siehe Tab. 3)

Zum Zweck der Grundwasseranreicherung bzw. zur Vermeidung des schädlichen Abfließens von Niederschlagswasser können Wasserschutzgebiete ausgewiesen werden, in denen „bestimmte Handlungen verboten oder für nur beschränkt zulässig

erklärt“ und in denen „die Eigentümer und Nutzungsberechtigten von Grundstücken zur Duldung bestimmter Maßnahmen verpflichtet werden können“ (§ 19 Abs. 2 WHG und § 49 Abs. 2 NWG bzw. § 48 Abs. 1 BremWG).

Im Sinne der Flächenvorsorge können überdies nach § 36a Abs. 1 WHG und § 183 Abs. 1 NWG bzw. § 166 Abs. 1 BremWG durch Rechtsverordnung Planungsgebiete „zur Sicherung von Planungen für Vorhaben der Wassergewinnung oder Wasserspeicherung, [...] der Wasseranreicherung, [...] der Bewässerung, die dem Wohl der Allgemeinheit dienen“, festgelegt werden, „auf deren Flächen wesentlich wertsteigernde oder die Durchführung des geplanten Vorhabens erheblich erschwerende Veränderungen nicht vorgenommen werden dürfen (Veränderungssperre)“.

Tab. 3: Zusammenstellung relevanter Aussagen des LROP Niedersachsen 2008 zur Anpassung an die Veränderungen des Wasserhaushalts

Aussagen des LROP Niedersachsen 2008	Ziffer	Satz
Abschnitt 3.2.4: Wassermanagement, Wasserversorgung, Küsten- und Hochwasserschutz		
Bewirtschaftung des Grundwassers in einer Form, die keine nachteiligen Veränderungen des mengenmäßigen Zustandes und der hieraus gespeisten oberirdischen Gewässer und grundwasserabhängigen Landökosysteme nach sich zieht	05	



3.2 Stadtplanung/ Siedlungsentwicklung

Bisher dominierte das räumliche Leitbild der kompakten Stadt die Debatte um eine klima(schutz)gerechte und nachhaltige Stadtplanung. Vor dem Hintergrund der Diskussion um die Notwendigkeit von Anpassungsstrategien an den Klimawandel rücken zunehmend die Zielkonflikte zwischen einer flächensparenden und damit emissionsmindernden Siedlungsentwicklung einerseits und der Gewährleistung einer ausgewogenen Freiflächenentwicklung innerhalb der Siedlungsstruktur andererseits in den Blickpunkt. So sind beispielsweise die hohen innerstädtischen Siedlungsdichten der kompakten Stadt aus Sicht der Klimaanpassung kritisch zu bewerten, weil sie sich negativ auf die Durchlüftung der Siedlungsbereiche oder die Regenwasserversickerung auswirken können. Im Sinne einer ganzheitlichen Strategie, die sowohl Aspekte des Klimaschutzes als auch der Klimaanpassung berücksichtigt, muss demnach das Leitbild der kompakten flächensparenden Siedlungsentwicklung mit einem Freiraumstrukturkonzept verbunden werden, das die Inanspruchnahme von Freiflächen zur Siedlungsentwicklung, speziell in Innenbereichen von Städten (Innenentwicklung), auf eine angemessene bauliche Verdichtung begrenzt.

Der Erhalt und die Wiederherstellung von unbebauten und unversiegelten Flächen innerhalb von Siedlungsbereichen spielt eine entscheidende Rolle bei der Umsetzung von Strategien zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels. Im Bereich der Stadtplanung/Siedlungsentwicklung lassen sich mit Hilfe der entsprechenden Nutzung von Freiräumen Maßnahmen umsetzen, die zur Abschwächung der Auswirkungen des Temperaturanstiegs (insbesondere häufigere und stärkere Hitzeperioden) sowie zum Umgang mit der Veränderung von Häufigkeit und Intensität von Niederschlagsereignissen und daraus resultierenden Überschwemmungsgefahren notwendig sind.

3.2.1 Anpassung an steigende Temperaturen und häufigere Hitzeperioden

Während das Klima in der freien Landschaft weitgehend von natürlichen Gegebenheiten abhängig ist, bildet sich in Städten ein durch die Bebauung und Versiegelung beeinflusstes Stadtklima aus. Die hohe Oberflächenversiegelung und die daraus resultierenden geringen Grünflächenanteile bewirken eine geringere Verdunstung und damit eine Erhöhung der Temperaturen in den Städten. Zusätzlich kommt es aufgrund der Wärmespeicherung der einfallenden Sonnenstrahlung in den städtischen Baumassen zu einer weiteren Verstärkung dieses Wärmeinseleffektes.

Bereits heute kann die maximale Temperaturdifferenz zwischen dicht verbauten Stadtzentren und dem Umland bis zu 10° C betragen. Der Anstieg der Durchschnittstemperaturen infolge des Klimawandels wird den Prozess der Wärmeinselbildung in Stadtgebieten zukünftig noch weiter verstärken. Allerdings wird diese Zunahme – und damit auch die Stadt-Umland-Differenz der Temperaturmaxima – in der Unterweserregion aufgrund des maritimen Einflusses und dem daraus resultierenden relativ ausgeglichenen und gemäßigten Küstenklima voraussichtlich geringer ausfallen und nur für den weiter im Binnenland liegenden Verdichtungsraum Bremen von größerer Bedeutung sein.

Der Anstieg der Maximaltemperaturen und die Zunahme bzw. Verlängerung der sommerlichen Hitzeperioden in Siedlungsgebieten können zu Gesundheitsbelastungen und einer höheren Sterblichkeit, insbesondere bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen, führen. Der demographische Wandel und die damit verbundene Zunahme des Anteils älterer Menschen wird diese Situation verschärfen.

Neben einer erhöhten Gesundheitsgefährdung kommt es bei längerfristiger Überhitzung auch zu einer Minderung der Lebensqualität und der Leistungsfähigkeit der Stadtbevölkerung, wodurch die Produktivität und somit auch die städtische Wirtschaft beeinträchtigt werden können.

Der Einsatz von Klimaanlagen zur Regulierung der Raumtemperaturen während solcher Hitzeperioden führt überdies zu einem erhöhten Energiebedarf und kann den Klimawandel – sofern es sich nicht um die Nutzung regenerativer Energien handelt – sogar noch vorantreiben.

Um den negativen Folgen der städtischen Überwärmung entgegenzuwirken, sind Maßnahmen zur Vermeidung der Entstehung von Wärmeinseln, zur Verminderung der städtischen Temperaturmaxima sowie zur Verbesserung der Durchlüftung der Siedlungsstruktur notwendig.

Erhalt und Schaffung von stadtklimatisch bedeutsamen Grün- und Freiflächen und Gewährleistung einer ausreichenden Durchlüftung der Siedlungsstruktur

Da die Ausbildung des Stadtklimas überwiegend auf der Umwandlung von Vegetationsflächen zur gebauten Stadt beruht, liegt in der Erhaltung und Wiederherstellung von Grünflächen ein Schwerpunkt klimagerechter Stadtplanung. Vor dem Hintergrund zunehmender Hitzeperioden sollten freiwerdende Flächen in Siedlungsgebieten (Konversionsflächen) daher zukünftig verstärkt als Grünflächen (z. B. in Form kleiner Parks mit schattenspendenden Bäumen) genutzt werden.

Zur Sicherstellung einer ausreichenden Durchlüftung der Siedlungsstruktur sind zudem Frischluftschneisen und siedlungsnah Kaltluftentstehungsgebiete freizuhalten, für die sich vor allem größere zusammenhängende Grünflächen eignen. Über ihnen bildet sich nach Sonnenuntergang Kaltluft, so dass eine Luftzirkulation mit einem Temperatur-austausch zu benachbarten Baugebieten gefördert wird.

Neben den genannten ‚grünen‘ Maßnahmen bieten sich auch ‚blaue‘ Maßnahmen an. Damit ist die Einbindung von im Sommer kühlenden Wasserflächen in die Stadtlandschaft gemeint. Auf diesem Gebiet kann die integrierte Betrachtung stadtklimatischer und siedlungswasserwirtschaftlicher Aspekte zu Synergieeffekten bei der Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen führen. So besteht die Möglichkeit, Elemente der dezentralen Regenwas-

serbewirtschaftung (Retentionsbereiche und Rückhaltebecken), die zur Bewältigung der veränderten Niederschlagssituation erforderlich sein werden, gleichzeitig auch zur Erreichung stadtklimatischer Ziele einzusetzen.

Im Hinblick auf steigende Temperaturen und länger andauernde Hitzeperioden sollten vor allem „klimaempfindliche“ Einrichtungen wie Altenheime, Krankenhäuser, Kindergärten, Schulen etc. in gut durchlüfteten Bereichen der Städte angesiedelt bzw. deren Umfeld stadtklimatisch aufgewertet werden.

• Ansatzpunkte für die planerische Umsetzung

Die Freihaltung von stadtklimatisch bedeutsamen Bereichen kann durch entsprechende Nutzungsdarstellungen und Festsetzungen in den Bauleitplänen sichergestellt werden (z. B. als Grünfläche, Wasserfläche, Sport- und Spielanlagen oder als Fläche für die Landwirtschaft). Auch die Festsetzung der Mindestgröße von Baugrundstücken sowie Aussagen zum Maß der baulichen Nutzung (Versiegelungsgrad und Höhe der baulichen Anlagen), zur Bauweise (geschlossen oder offen) und zur Stellung der baulichen Anlagen können zur besseren Durchlüftung eines Gebietes bzw. zur Abschwächung der Temperaturmaxima führen. (siehe Tab. 4).

Bei der Realisierung einer im Sinne des Stadtklimas sinnvollen Zuordnung von bebauten und unbebauten Flächen ist ein abgestimmtes Ineinandergreifen von Landschaftsplan/Flächennutzungsplan und Grünordnungsplan/Bebauungsplan erforderlich. Die Erstellung von Klimakarten kann dabei ein zusätzliches Hilfsmittel darstellen.

Bepflanzung und Beschattung von Verkehrsflächen und Grundstücken

Die Beschattung von Straßen, Wegen, Parkplätzen und Haltestellen sowie die Begrünung von privaten und öffentlichen Grundstücken durch Anpflanzungen von Bäumen und Sträuchern führt besonders innerhalb dicht bebauter Gebiete zu einer Reduzierung der Aufheizung und dient damit der Steigerung der Aufenthaltsqualität bei Aktivitäten im öffentlichen Raum.



Da das sich verändernde Stadtklima auch Folgen für die Phänologie und das Wachstum der städtischen Vegetation haben kann, – wie erste Erfahrungen zu den Einflüssen der Temperaturerhöhung auf Stadtbäume zeigen –, sollten bei der Auswahl der Baumarten schon heute die klimawandelbedingten Veränderungen der ökologischen Bedingungen mitberücksichtigt werden.

• Ansatzpunkte für die planerische Umsetzung

Bauleitplanerische Möglichkeiten zur Umsetzung von Maßnahmen zur Bepflanzung und Beschattung von Verkehrsflächen und Grundstücken bestehen in der Festsetzung von Anpflanzungen in Bebauungsplangebieten oder Teilen davon und in der Anwendung des Pflanzgebotes nach § 178 BauGB, mit dem Eigentümer verpflichtet werden können, ihr Grundstück entsprechend den Festsetzungen des Bebauungsplans zu bepflanzen. (siehe Tab. 4)

Nutzung von Möglichkeiten zur Dach- und Fassadenbegrünung

Neben der Einbindung größerer und kleinerer Grünflächen in den Siedlungsraum lassen sich auch durch Dach- und Fassadenbegrünungen stadtklimatische Defizite verringern. Dächer bieten in Siedlungsgebieten bisher vielfach ungenutzte Flächenreserven für die Schaffung von Grünflächen. Während sich in Städten vor allem große

Wohn-, Büro- und Gewerbe-/Industriegebäude zur Begrünung anbieten, sind es in ländlicheren Gebieten eher Garagen und Nebengebäude, die häufig die für eine Dachbegrünung notwendige Dachneigung von bis zu 15 Grad aufweisen. Die positiven thermischen Effekte von Dachbegrünungen liegen vorwiegend in der Minderung der Temperaturextreme. Während sich Kies-, Blech- oder Bitumendächer auf 50 bis über 80°C aufheizen können, betragen die maximalen Temperaturen bei bepflanzten Dächern etwa 20 bis 25°C. Die geringere Aufheizung der Dachflächen wirkt sich dementsprechend positiv auf die Umgebungstemperatur aus. Außerdem erzielen Dachbegrünungen eine gute Dämmung sowohl gegen Kälte als auch – und das ist im Hinblick auf die Anpassung an höhere Temperaturen und längere Hitzeperioden von entscheidenderer Bedeutung – gegen Wärme. Einen Beitrag zur Wärmedämmung können zudem auch Fassadenbegrünungen leisten, die eine Luftpolsterbildung an der Hauswand bewirken und aufgrund der Verdunstung sowie der Absorption und Reflexion der Sonnenstrahlen im Blattwerk eine kühlende Wirkung entfalten.

• Ansatzpunkte für die planerische Umsetzung

Entsprechende Festsetzungen für Dach- und Fassadenbegrünungen können in örtlichen Bauvorschriften nach Landesbauordnungsrecht erfolgen und im Bebauungsplan festgelegt werden. (siehe Tab. 4)

Anpassungsstrategie	Möglichkeiten zur Darstellung bzw. Festsetzung im FNP und B-Plan / bauordnungsrechtliche Aspekte	Paragraph
Erhalt und Schaffung stadtklimatisch bedeutsamer Grün- und Freiflächen	Darstellung/Festsetzung von (öffentlichen und privaten) Grünflächen, wie Parkanlagen, Dauerkleingärten, Sport-, Spiel-, Zelt- und Badeplätze sowie Friedhöfe	§ 5 Abs. 2 Nr. 5 bzw. § 9 Abs. 1 Nr. 15 BauGB
	Darstellung/Festsetzung von Wasserflächen	§ 5 Abs. 2 Nr. 7 bzw. § 9 Abs. 1 Nr. 16 BauGB
	Darstellung/Festsetzung von landwirtschaftlichen und Waldflächen	§ 5 Abs. 2 Nr. 9 bzw. § 9 Abs. 1 Nr. 18 BauGB
	Darstellung/Festsetzung der Flächen für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft	§ 5 Abs. 2 Nr. 10 bzw. § 9 Abs. 1 Nr. 20 BauGB
Gewährleistung einer ausreichenden Durchlüftung der Siedlungsstruktur	Festsetzungen zum Maß der baulichen Nutzung (Grundflächenzahl und Höhe der baulichen Anlagen)	§ 9 Abs. 1 Nr. 1 BauGB i.V.m. § 16 Abs. 4 Nr. 1 u. 4 BauNVO
	Festsetzungen zur Bauweise (offen/geschlossen) sowie zur Stellung der baulichen Anlagen (Baulinien, Baugrenzen, Bebauungstiefen)	§ 9 Abs. 1 Nr. 2 BauGB i. V. m. § 22 u. 23 BauNVO
	Festsetzung von Mindestmaßen der Baugrundstücke, (um einer zu großen Verdichtung entgegenzuwirken)	§ 9 Abs. 1 Nr. 3 BauGB
	Festsetzung der Flächen, die von der Bebauung freizuhalten sind (z. B. zur Sicherung einer kleinklimatisch notwendigen Frischluftschneise)	§ 9 Abs. 1 Nr. 10 BauGB
Begrünung von Verkehrsflächen und Grundstücken	Festsetzungen für das Anpflanzen sowie Bindungen für die Erhaltung von Bäumen und Sträuchern in einem Bebauungsplangebiet oder Teilen davon (Pflanzgebot)	§ 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB i. V. m. § 178 BauGB
Schaffung von Dach- und Fassadenbegrünungen	Festsetzungen über die Bepflanzung und Begrünung baulicher Anlagen	§ 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB i. V. m. § 56 Abs. 1 Nr. 7 NBauO bzw. § 87 Abs. 1 Nr. 5 BremLBO

Tab. 4: Zusammenstellung bauleitplanungs- und bauordnungsrechtlicher Möglichkeiten zur Anpassung an steigende Temperaturen und häufigere Hitzeperioden

Anmerkung: Die Grundlage für die Zusammenstellung bilden die gesetzlichen Regelungen des Baugesetzbuches (BauGB), der Baunutzungsverordnung (BauNVO) sowie der Landesbauordnungen der Länder Niedersachsen und Bremen (NBauO bzw. BremLBO).



3.2.2 Anpassung an häufigere und stärkere Extremniederschlagsereignisse

Ähnlich wie die klimatischen Gegebenheiten unterscheiden sich auch die wasserhaushaltlichen Eigenschaften zwischen bebauter und unbebauter Fläche grundlegend. Während in der unbebauten Landschaft das Niederschlagswasser zu einem großen Teil verdunstet bzw. versickert, dominiert in Siedlungsgebieten aufgrund des hohen Versiegelungsgrads der Oberflächenabfluss.

Die zum Teil bereits heute auftretenden Probleme bei der Abführung großer Mengen an Niederschlagswasser, die sich in der Überschreitung der Aufnahmekapazität von Kanalsystemen bzw. Vorflutern ausdrücken, werden sich infolge der prognostizierten Veränderung der Häufigkeit und Intensität von Starkregenereignissen voraussichtlich weiter verschärfen. Ein hoher Oberflächenabfluss in hochversiegelten Räumen kann in Verbindung mit großen Niederschlagsmengen zu örtlichen Überschwemmungen von Siedlungsbereichen führen sowie zur Entstehung von Hochwasserereignissen in Flüssen und Bächen beitragen.

Um den negativen Folgen dieser Entwicklungen und den daraus resultierenden Schadenspotenzialen für die Siedlungsbereiche vorzubeugen, gewinnen in der Stadtplanung/Siedlungsentwicklung zukünftig folgende Aspekte an Bedeutung:

Reduzierung des Versiegelungsgrads in Siedlungsgebieten

Die Reduzierung der Flächenversiegelung erhöht den Versickerungs- bzw. Verdunstungsanteil des Niederschlagswassers und führt somit zu einem verminderten Oberflächenabfluss und damit auch zur Reduzierung der Überschwemmungsgefahr von Siedlungsgebieten bei Starkregenereignissen.

Zur Minimierung der Bodenversiegelung sollten sowohl Maßnahmen im Bestand (z. B. Veränderung der Oberflächenbeläge durch den Einsatz von Rasengittersteinen, Rasenfugenpflaster oder Schotterrasen) als auch Maßnahmen bei Neuplanungen von Baugebieten Berücksichtigung finden. Insbesondere bei Letzterem ist die Bodenschutzklausel des § 1a Abs. 2 BauGB zu befolgen, wonach

„Bodenversiegelungen auf das notwendige Maß zu begrenzen“ sind.

Neben der Reduzierung der Bodenversiegelung können auch Dachbegrünungen einen Beitrag zur Minimierung der abzuleitenden Niederschlagsmenge leisten. Während bei normalen Dächern etwa 80-100% des Niederschlags in die Kanalisation oder Oberflächengewässer abgeleitet werden, sind dies bei Gründächern nur ca. 30%. Der Rest wird durch Verdunstung wieder an die Stadtluft abgegeben und trägt so zur Reduzierung des Feuchtemangels oberflächenversiegelter Siedlungsbereiche bei. Ein weiterer Vorteil von Dachbegrünungen liegt in der aufgrund ihres Wasserspeichervermögens zeitverzögerten Abgabe der Niederschläge. Dadurch werden die Stadtentwässerungssysteme erheblich entlastet und Überschwemmungsgefahren gemindert.

• Ansatzpunkte für die planerische Umsetzung

Für den Bestand kommen vor allem die Entwicklung von Entsiegelungskonzepten mit Aussagen zur nachträglichen Bodenentsiegelung und zu Belagsänderungen sowie die Anwendung des Rückbau- und Entsiegelungsgebots nach § 179 BauGB in Frage. (siehe Tab. 5)

Bei Neuplanungen bieten sich dagegen in erster Linie planerische und bauordnungsrechtliche Festsetzungen zur Begrenzung des Versiegelungsgrads an. Wesentliche Aspekte sind hier die Festsetzung der Grundflächenzahl (GRZ), die den Anteil der bebaubaren Fläche eines Grundstücks vorgibt, Regelungen zur Unzulässigkeit von baulichen Nebenanlagen außerhalb der überbaubaren Flächen, Festsetzungen zur Bepflanzung und Begrünung baulicher Anlagen (Dachbegrünungen), Anforderungen an die Gestaltung und Nutzung unbebauter Flächen durch die örtlichen Bauvorschriften sowie die Planung flächensparender Verkehrsflächen. (siehe Tab. 5)

Umsetzung von Maßnahmen zur dezentralen Regenwasserbewirtschaftung

Neben der Entsiegelung von Flächen spielt die dezentrale Regenwasserbewirtschaftung eine wichtige Rolle beim Umgang mit einer veränderten Niederschlagsituation. Die dezentrale Regenwasserbewirtschaftung umfasst Maßnahmen zur Verdunstung, Versickerung, Rückhaltung und Nutzung sowie zur behutsamen Ableitung von Niederschlagswasser in natürliche Fließgewässer. Im Gegensatz zum traditionellen Umgang mit Regenwasser, der in der Regel eine schnelle Ableitung über die Kanalsysteme vorsieht, können mit der Schaffung von Versickerungsanlagen (Mulden-, Rigolen-, Schachtversickerung) und Regenrückhaltebecken sowie der Errichtung von Zisternen zur Regenwassernutzung die Abflussspitzen in Siedlungsgebieten abgepuffert, Überschwemmungen vermieden und die Grundwasseranreicherung gefördert werden.

Durch die Maßnahmen der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung werden das Kanalisationssystem und die Entwässerungsanlagen entlastet, wodurch erhebliche Einsparungen bei der technischen Erschließung und im Unterhalt von Ver- und Entsorgungseinrichtungen erzielt werden können. Die Integration von Wasserelementen in die Siedlungsstruktur im Rahmen einer nachhaltigen Regenwasserbewirtschaftung kann überdies die Attraktivität und Aufenthaltsqualität des Wohnumfeldes steigern und zur Verbesserung stadtklimatischer Verhältnisse beitragen.

• Ansatzpunkte für die planerische Umsetzung

Maßnahmen zur dezentralen Regenwasserbewirtschaftung können über die Festsetzung von Flächen für die Rückhaltung und Versickerung von Niederschlagswasser in Bebauungsplänen und nach den Vorgaben der Landesbauordnungen auch durch Festsetzungen von Maßnahmen zur Versickerung, Sammlung oder Verwendung von Niederschlagswasser in den örtlichen Bauvorschriften umgesetzt werden. (siehe Tab. 5)

Schutz von Siedlungsgebieten, baulichen Anlagen und Infrastrukturen vor negativen Einflüssen durch Starkregenereignisse

Da die Möglichkeiten der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung in einigen Fällen allein vermutlich nicht ausreichen werden, um extreme Starkregenereignisse zu bewältigen, müssen zur Vermeidung von Schäden an Gebäuden und Infrastrukturen ausreichend dimensionierte Flächen für den Regenwasserablauf bzw. -rückhalt gesichert werden.

Als Anpassungsmaßnahmen an die Zunahme von Starkregenereignissen sind u. a. die Renaturierung von in Siedlungsbereichen gelegenen Oberflächengewässern wie Fluss- und Bachläufen sowie die Schaffung von Überflutungsflächen zu verfolgen. Da die Anpassungsfähigkeit der Gewässersysteme an die Folgen des Klimawandels (insbesondere starkregenbedingte Hochwasserereignisse) mit steigender Naturnähe zunimmt, sollte im Rahmen der Siedlungsentwicklung darauf geachtet werden, naturnahe Gewässerauen und -uferzonen zu erhalten und zu schützen und Gewässerrandbereiche von einer Befestigung oder Bebauung freizuhalten.

Vor allem in stark verdichteten und tief gelegenen Siedlungsbereichen, in denen der flächenintensiven dezentralen Regenwasserbewirtschaftung teilweise enge Grenzen gesetzt sind, können größere in kürzerer Zeit abregnende Wassermengen zur Folge haben, dass die heutige Dimensionierung der Kanalisation zukünftig nicht mehr ausreicht. So kann das z. B. für die Mischwasserkanalisation in Bremen bedeuten, dass sich die Überlaufmengen mit vermischten Regen- und häuslichen Abwässern, die ungeklärt in die Vorfluter laufen, erhöhen. Damit wären eine Überschreitung von Emissions- und Immissionsgrenzwerten sowie negative Auswirkungen auf die Ökosysteme der natürlichen Gewässer verbunden. Neben der Neudimensionierung bestehender Mischwassersysteme ist in diesem Zusammenhang daher auch der Auf- und Ausbau von Trennwassersystemen zu diskutieren, in denen Abwasser und Niederschlagswasser in zwei voneinander getrennten Kanalnetzen abgeführt werden.



• Ansatzpunkte für die planerische Umsetzung

Die Stadtplanung kann Vorsorge zum Schutz von Siedlungsgebieten, Gebäuden und Infrastrukturen betreiben, indem sie in Flächennutzungs- und Bebauungsplänen Flächen vorsieht, die von der Wasserwirtschaft für die Regelung des Wasserabflusses und damit zur Vermeidung starkregenbedingter Überschwemmungen benötigt werden. (siehe Tab. 5)

Zur Sicherung von Nutzungen und baulicher Anlagen vor Einflüssen durch Starkregenereignisse ist es zudem möglich, über den Bebauungsplan die Höhenlage von Baugebieten oder Teilen davon festzusetzen, um so z. B. die Überschwemmungsgefahr bestimmter tiefer liegender Bereiche bei Starkregenereignissen zu reduzieren.

Nach den Vorgaben des Bauordnungsrechts müssen Baugrundstücke für die Errichtung baulicher Anlagen geeignet und die baulichen Anlagen so angeordnet und beschaffen sein, dass Gefahren durch Wasser und Feuchtigkeit vermieden werden. In diesem Zusammenhang ist insbesondere der Bau von Kellergeschossen in Bereichen mit hoher Überschwemmungsgefahr nach Starkregenereignissen zu überdenken. (siehe Tab. 5)

Tab. 5: Zusammenstellung bauleitplanungs- und bauordnungsrechtlicher Möglichkeiten zur Anpassung an häufigere und stärkere Extremniederschläge

Anpassungsstrategie	Möglichkeiten zur Darstellung bzw. Festsetzung im FNP und B-Plan / bauordnungsrechtliche Aspekte	Paragraph
Reduzierung des Versiegelungsgrads in Siedlungsgebieten	Festsetzungen zum Maß der baulichen Nutzung (Grundflächenzahl)	§ 9 Abs. 1 Nr. 1 BauGB i. V. m. § 16 Abs. 4 Nr. 1 BauNVO
	Festsetzungen zur überbaubaren und zur nicht überbaubaren Grundstücksfläche	§ 9 Abs. 1 Nr. 2 BauGB
	Festsetzung der Größe und Ausgestaltung von Verkehrsflächen	§ 9 Abs. 1 Nr. 11 BauGB
	Festsetzungen über die Bepflanzung und Begrünung baulicher Anlagen (z. B. Dachbegrünungen)	§ 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB i. V. m. § 56 Abs. 1 Nr. 7 NBauO bzw. § 87 Abs. 1 Nr. 5 BremLBO
	Möglichkeit der Verpflichtung zur Beseitigung einer baulichen Anlage bzw. versiegelten Fläche, wenn diese den Festsetzungen des Bebauungsplans nicht mehr entsprechen und ihnen nicht angepasst werden können (Rückbau- und Entsiegelungsgebot)	§ 179 BauGB
	Festsetzungen zur Errichtung von Stellplätzen und Garagen ausschließlich im Bereich der überbaubaren Grundstücksfläche, also in Geschossen der baulichen Anlage (z. B. Untergeschoss)	§ 12 Abs. 4 u. Abs. 5 BauNVO
	Festsetzung der Unzulässigkeit von Stellplätzen, Garagen oder sonstigen Nebenanlagen auf den nicht überbaubaren Grundstücksflächen	§ 12 Abs. 6 u. § 14 BauNVO
	Nutzung von nicht überbauten Flächen der Baugrundstücke als Grünflächen und Vermeidung von Befestigungen und Versiegelungen auf diesen Flächen	§ 14 Abs. 2 NBauO bzw. § 7 Abs. 1 BremLBO
Umsetzung einer dezentralen Regenwasserbewirtschaftung	Begrenzung der Versiegelung von Grundstücksflächen, die für bauliche Anlagen wie Stellplätze, Fahrgassen, Gehwege sowie die Zu- und Abfahrten von Garagen benötigt werden, auf ein für die Versickerung von Niederschlagswasser verträgliches Maß	§ 14 Abs. 4 NBauO bzw. § 7 Abs. 3 BremLBO
	Festsetzung von Flächen für die Rückhaltung und Versickerung von Niederschlagswasser	§ 9 Abs. 1 Nr. 14 BauGB
Schutzgewährung vor Einflüssen durch Starkregenereignisse	Festsetzung von Maßnahmen zur Versickerung, Sammlung oder Verwendung von Niederschlagswasser auf dem Baugrundstück	§ 56 Abs. 1 Nr. 8 NBauO bzw. § 87 Abs. 1 Nr. 13 BremLBO
	Darstellung/Festsetzung von Flächen für die Regelung des Wasserabflusses	§ 5 Abs. 2 Nr. 7 bzw. § 9 Abs. 1 Nr. 16 BauGB
	Festsetzung der Höhenlage für Nutzungen nach § 9 Abs. 1 BauGB (z. B. wenn für ein Baugebiet oder Teile davon Überschwemmungsgefahr besteht)	§ 9 Abs. 3 BauGB
	Verpflichtung zur Berücksichtigung einer geeigneten Anordnung und Beschaffenheit baulicher Anlagen zur Vermeidung von Gefahren durch Wasser und Feuchtigkeit	§ 19 NBauO bzw. § 4 Abs. 1 Nr. 1 und § 16 BremLBO
	Verpflichtung zur Berücksichtigung der Eignung eines Baugrundstücks für die Errichtung einer baulichen Anlage	

Anmerkung: Die Grundlage für die Zusammenstellung bilden die gesetzlichen Regelungen des Baugesetzbuches (BauGB), der Baunutzungsverordnung (BauNVO) sowie der Landesbauordnungen der Länder Niedersachsen und Bremen (NBauO bzw. BremLBO).

3.3 Hochwasserschutz

Hochwasserrisiko in der Region Unterweser

Für die Region Unterweser besteht in zweifacher Hinsicht Hochwassergefahr: Zum einen wird die Region von Hochwassern bedroht, die durch Sturmfluten von der Nordsee her verursacht werden, und zum anderen geht auch von Binnenhochwassern aus dem Einzugsgebiet der Weser Gefahr aus. Während das Sturmfluthochwasser den Unterweserbereich bis etwa in Höhe des Weserwehres in Bremen-Hemelingen gefährdet, bedrohen Binnenhochwasser aus der Ober- und Mittelweser ausschließlich die Deiche, die oberhalb der Stephanibrücke in der Stadt Bremen liegen. Unterhalb des Bereiches der Stephanibrücke ist der Weserfluss durch die vorhergegangenen Ausbaumaßnahmen für die Schifffahrt in der Lage, das Bemessungshochwasser mit nur unbedeutend erhöhten Wasserständen, d.h. ohne Schäden abzuführen. In diesen Bereichen spielt daher nicht der Binnenhochwasser- sondern vielmehr der Küstenschutz eine entscheidende Rolle (siehe Abschnitt 3.4 Küstenschutz).

Neben möglichen Binnenhochwasserereignissen in den genannten Bereichen der Weser können zudem auch in zahlreichen anderen Gewässern oder Gewässerabschnitten Binnenhochwasser auftreten, die zu nicht nur geringfügigen Schäden führen können. Eine Auflistung dieser Gewässer enthalten § 91a Abs. 2 BremWG für Gewässer im Land Bremen und die Anlage zu § 1 der *Verordnung über die Gewässer und Gewässerabschnitte, bei denen durch Hochwasser nicht nur geringfügige Schäden entstanden oder zu erwarten sind vom 26. November 2007 (Nds. GVBl. S. 669)* für Gewässer im Land Niedersachsen.

Zunahme von Hochwasserereignissen durch klimawandelbedingte Änderungen der Niederschlagssituationen

Hochwasser sind die Folge außergewöhnlicher Niederschlagsereignisse und gehören als wiederkehrende Naturereignisse zum natürlichen

Wasserkreislauf. Bestimmende Einflussfaktoren für das Ausmaß eines Hochwassers sind neben der Niederschlagsintensität und -dauer der (Ausbau-)Zustand des Gewässers, die Ausprägung und Nutzung des Einzugsgebietes, die Wassersättigung des Bodens sowie in den Wintermonaten eine mögliche Verstärkung durch Schneeschmelze und gefrorenen Boden. In den Nebenflüssen der Unterweser kann es überdies aufgrund sturmflutbedingter Hochwasserstände in der Weser zu einem Rückstau der abfließenden Wassermengen und somit zu einer Verstärkung der Binnenhochwasser kommen. Eine erhöhte Hochwassergefahr resultiert heutzutage zudem daraus, dass

- viele Flächen durch die Siedlungsentwicklung und neue Verkehrswege versiegelt wurden,
- in den Flussauen Retentionsräume durch Deichbau zur Intensivierung der Flächennutzungen verloren gingen und
- durch den Gewässer Ausbau der Hochwasserabfluss beschleunigt und der Wasserrückhalt vermindert wurde.

Während an großen Flüssen in der Regel lang anhaltende, großflächige Niederschläge ein Hochwasserereignis auslösen, kann es an Gewässern mit kleineren Einzugsgebieten bereits durch örtlich und zeitlich begrenzte, aber sehr intensive Starkregenereignisse (mit teilweise mehr als 100 mm pro Tag) zu extremen Hochwassern kommen (Sturzfluten).

Die Hochwassergefahr wird sich durch die Folgen des Klimawandels aller Voraussicht nach verstärken, da sowohl Häufigkeit (zumindest saisonal) als auch Intensität von Niederschlägen zunehmen werden, wodurch sich die Gefahr von Überschwemmungen erhöht. Es ist zu erwarten, dass es einerseits aufgrund der jahreszeitlichen Verschiebung der Niederschlagsmengen zu mehr und länger anhaltenden Niederschlagsereignissen in den Wintermonaten und andererseits zu einer Zunahme von Starkregenereignissen kommt.

Erhöhung der Schadenspotenziale

Die Ausuferung von Fließgewässern infolge von Hochwasserereignissen und damit verbundene großräumige Überschwemmungen können

insbesondere Siedlungen, Gewerbebetriebe, Infrastruktureinrichtungen, Kulturdenkmale und landwirtschaftliche Nutzflächen in Mitleidenschaft ziehen. Neben hohen materiellen Verlusten ist auch die Gefährdung der Umwelt und von Menschenleben nicht ausgeschlossen.

In der jüngsten Vergangenheit ist eine Zunahme der Schäden durch eingetretene Hochwasserereignisse festzustellen, die nicht nur auf höhere Hochwasserabflüsse, sondern in erster Linie auf die intensivere Nutzung der Flussauen zurückzuführen ist. Vielfach wurden auch überschwemmungsgefährdete Bereiche bebaut, was zu einer wesentlichen Werterhöhung in diesen Gebieten geführt hat. Gleichzeitig resultiert der Anstieg der Schadenssummen zudem daraus, dass sich der Ausstattungsstandard (Möbel, technische Geräte, Maschinen etc.) der von einem Hochwasserereignis betroffenen Wohn- und Gewerbegebäude im Vergleich zu früher erhöht hat. Hinzu kommt, dass das Bewusstsein über potentielle Gefährdungen abgenommen hat.

Ansätze zur Verringerung der Hochwasserrisiken

Um die stark angestiegenen Hochwasserschäden wieder zu reduzieren und auf die Herausforderungen des Klimawandels für den Hochwasserschutz zu reagieren, müssen die Nutzungen der Flussauen besser auf das bestehende Hochwasserrisiko abgestellt werden. Die Hochwasserschutz-Strategie der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) sieht zur Reduzierung der Hochwasserschäden deshalb insbesondere Maßnahmen zum vorbeugenden Hochwasserschutz durch Wasserrückhaltung, zum technischen Hochwasserschutz und zur Hochwasservorsorge vor.

3.3.1 Vorbeugender Hochwasserschutz durch Wasserrückhaltung

Der Zunahme der Hochwasserabflüsse und der damit wachsenden Gefahr von Überschwemmungen ist möglichst durch eine Verbesserung der Retentionsverhältnisse in den Einzugsgebieten der Gewässer zu begegnen. Neben technischen

Maßnahmen zur Wasserrückhaltung wie z. B. dem Bau von Hochwasser- und Regenrückhaltebecken sind dabei vor allem natürliche Rückhaltemaßnahmen wie z. B. die Schaffung von Retentionsraum durch Deichrückverlegungen und Gewässerrenaturierungen vorzusehen. Dabei sind regionale und überregionale Maßnahmen in die Betrachtungen einzustellen.

In der Vergangenheit gingen zahlreiche Retentionsräume verloren, weil bis in die Flussauen hineingebaut und das Gelände aufgefüllt wurde oder ursprüngliche Retentionsräume durch Deiche und Schutzmauern ausgegrenzt wurden. Zudem wirkte sich der Gewässerausbau – vor allem die Begradigung von Gewässern – negativ auf das Rückhaltepotenzial aus, da der Verlust von Flussschlingen (Mäander) und deren Uferzonen im Zuge von Gewässerausbaumaßnahmen gleichzeitig auch immer einen Verlust an Flächen für den Wasserrückhalt bedeutet.

Um der – auch klimawandelbedingt – steigenden Hochwassergefahr und den zunehmenden Schadenspotenzialen zu begegnen, sollten zukünftig z. B. durch Deichrückverlegungen aktivierbare Retentionsräume wieder in die Überschwemmungsbereiche eingebunden und ihre Wirksamkeit für den Hochwasserrückhalt verbessert werden. Dabei sollte es sich in erster Linie um Maßnahmen außerhalb der besiedelten Flächen handeln, die im weitgehenden Konsens mit der vorhandenen Flächennutzung realisierbar sind und mit denen möglichst auch die ökologischen Verhältnisse in Gewässer und Aue verbessert werden. In landwirtschaftlich genutzten Überschwemmungsbereichen sollte primär eine Grünlandnutzung vorgesehen werden, da bei Ackernutzung eine hohe Gefahr der Bodenerosion besteht, insbesondere dann, wenn bei Hochwasserereignissen starke Strömungen auftreten.

Des Weiteren ist auch die Renaturierung ausgebauter Gewässer anzustreben, um deren natürliche Potenziale für den Wasserrückhalt zu reaktivieren. So sieht § 32 WHG und § 120 NWG bzw. § 111 BremWG vor, dass natürliche oder naturnahe Gewässer in ihrem Zustand erhalten werden und nicht naturnah ausgebaute natürliche Gewässer so weit

wie möglich wieder in einen naturnahen Zustand zurückgeführt werden sollen, wenn überwiegende Gründe des Wohls der Allgemeinheit nicht entgegenstehen. Auch beim Ausbau von Gewässern sind natürliche Rückhalteflächen zu erhalten.

Durch die Wiederherstellung verloren gegangener Retentionsräume mit Gehölz- und Auwaldanteilen in den Flussauen kann ein verzögerter Hochwasserabfluss und damit eine Verbesserung des Hochwasserrückhalts erreicht werden. Aus Sicht des Hochwasserschutzes dürfen Renaturierungsmaßnahmen mit abflussbehindernder oder aufstauender Wirkung allerdings nur dort umgesetzt werden, wo stromauf liegende Siedlungen und Wirtschaftsgüter von hohen Wasserständen nicht beeinträchtigt werden. Um dies zu gewährleisten, dürfen nach § 31b Abs. 2 WHG in Überschwemmungsgebieten Veränderungen der Erdoberfläche oder sonstige den Hochwasserabfluss hemmende Maßnahmen nur mit Genehmigung der zuständigen Fachbehörde vorgenommen werden.



Abb. 11: Aufständerung einer Brücke zur Reduzierung des Hochwasserrückstaus (Quelle: NLWKN 2005: 23)

In Flussnähe entstandene Siedlungen und Verkehrswege wirken sich natürlich auch selbst hinderlich auf den Hochwasserabfluss aus. Da diese ‚Abflusshindernisse‘ aber nicht zu beseitigen sind, müssen andere Möglichkeiten genutzt werden, um unvermeidbare Auf- und Rückstauerscheinungen in

diesen Gebieten zu vermeiden. Der erforderliche Ausgleich kann in solchen Fällen z. B. durch vergrößerte Gewässerprofile zur schnelleren Wasserableitung oder Hochwasserrückhaltemaßnahmen erreicht werden, so dass sich die Hochwasserstände trotz der Verengung der Flussauen durch die Anlagen des technischen Hochwasserschutzes in Siedlungen und entlang von Verkehrswegen nicht erhöhen. Außerdem können Dämme und Brücken beispielsweise so gebaut werden, dass die Abflussbehinderung möglichst gering ausfällt (Abb. 11).

Ziel des Hochwassermanagements muss es also sein, je nach Bedarf sowohl Vorkehrungen zur Senkung der Hochwasserstände als auch Maßnahmen zur Steigerung des Retentionsvermögens vorzusehen und diese optimal miteinander in Einklang zu bringen und darüber hinaus an die neuen, sich aus den Folgen des Klimawandels ergebenden Bedingungen anzupassen. Hierbei muss auch eine überregionale Betrachtung des Hochwasserschutzes erfolgen.

3.3.2 Technischer Hochwasserschutz

Der technische Hochwasserschutz umfasst die Errichtung von Hochwasserschutzanlagen wie z.B. Deiche, Hochwasserschutzmauern, Stauanlagen mit Hochwasserrückhalteraum, den Gewässer Ausbau, mobile Schutzsysteme sowie den Objektschutz. Seine Aufgabe besteht in der Reduktion der Schäden in besiedelten und bebauten hochwassergefährdeten Gebieten und (land)wirtschaftlich genutzten Flächen. Maßnahmen des technischen Hochwasserschutzes sollten jedoch nicht für solche Gebiete vorgesehen werden, die grundsätzlich als Räume für den natürlichen Wasserrückhalt zu erhalten sind.

Vorhandene Siedlungen in hochwassergefährdeten Bereichen können durch den technischen Hochwasserschutz bis zu einem vorher festgelegten Hochwasserstand (Bemessungshochwasser) geschützt werden. Das führt zwar zu einer erheblichen Verbesserung der Nutzungsbedingungen solcher Gebiete, die Hochwassergefahr wird aber trotz der Schutzmaßnahmen nicht grundsätzlich

beseitigt. Bei extremen Hochwassern, die das Bemessungshochwasser überschreiten, versagen die Schutzanlagen und auch die vermeintlich geschützten Gebiete werden überflutet.

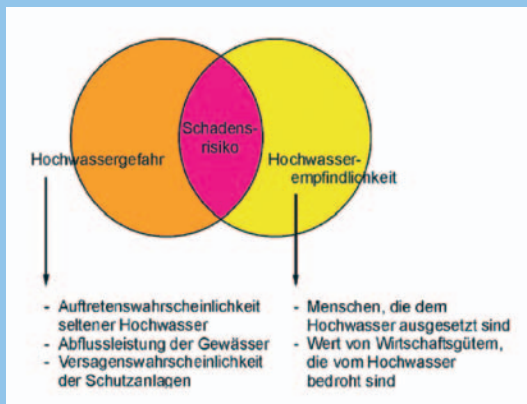


Abb. 12: Hochwassergefahr – Hochwasserempfindlichkeit – Schadensrisiko
(Quelle: NLWKN 2005: 54)

Das Schadensrisiko bei Versagen der Schutzanlagen ist umso größer, je wertvoller die sich im geschützten Bereich befindenden Güter sind – unter Umständen sind sogar Menschenleben gefährdet. Die Nutzung der geschützten Flächen muss sich folglich trotz existierender Hochwasserschutzeinrichtungen den immer noch bestehenden Hochwasserrisiken anpassen (siehe Abb. 12). Diese Denkweise wurde in den letzten Jahrzehnten jedoch allzu oft vernachlässigt, so dass in den Gebieten hinter den Deichen immer wieder Siedlungen und Gewerbeanlagen errichtet wurden, die hohe Werte darstellen. Künftig muss die Berücksichtigung des Schadensrisikos zu einem bestimmenden Faktor des Hochwassermanagements werden.

Vor dem Hintergrund der Hochwasserkatastrophen an Rhein, Elbe und Oder in den letzten Jahren und der zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels stellt sich die Frage, ob die derzeitige Bemessung der Hochwasserschutzanlagen noch ausreichend ist. Die zukünftige Anerkennung von Klimawandelzuschlägen bei der Berechnung des Bemessungshochwassers und die dementsprechende Anpassung der Hochwasserschutzsysteme könnte hier ein Lösungsansatz sein.

Allerdings rücken mit Blick auf die Auswirkungen der Klimaänderungen zunehmend Überlegungen

zum Möglichen und Verhältnismäßigen des staatlicherseits zu gewährleistenden Schutzniveaus in den Fokus. Unter Umständen wird zukünftig ein differenzierter Hochwasserschutz erforderlich sein, der auch die unterschiedlichen Schadenserwartungen hinter den Schutzbauwerken und deren Verhältnismäßigkeit stärker berücksichtigt, beispielsweise durch die Unterscheidung von dicht besiedelten Bereichen (hohe Schadenserwartung) und landwirtschaftlich genutzten Flächen mit einzelnen Gehöften (niedrige Schadenserwartung). Diesen Ansatz des differenzierten Hochwasserschutzes hat beispielsweise das neue Sächsische Hochwasserschutzrecht bereits umgesetzt (§§ 99 ff. SächsWG).

3.3.3 Hochwasservorsorge

Die Hochwasservorsorge, bestehend aus Bau-, Verhaltens- und Risikovorsorge, bietet die Chance, Hochwasserschäden zu begrenzen oder ganz auszuschließen. § 31a Abs. 2 WHG und § 92 Abs. 2 NWG bzw. § 91 Abs. 2 BremWG schreiben deshalb vor, dass jede durch Hochwasser betroffene Person verpflichtet ist, „geeignete Vorsorgemaßnahmen zum Schutz vor Hochwassergefahren und zur Schadensminderung zu treffen, insbesondere die Nutzung von Grundstücken den möglichen Gefährdungen von Mensch, Umwelt oder Sachwerten durch Hochwasser anzupassen“. Notwendig ist dabei ein effektives Zusammenwirken von staatlicher Vorsorge und eigenverantwortlichem Handeln des einzelnen Bürgers. Um dies zu gewährleisten muss jedoch stärker das Bewusstsein für Hochwassergefahren geweckt werden.

Bauvorsorge

Bei der Bauvorsorge geht es um den Objektschutz von Bauten, die in Überschwemmungsgebieten bzw. überschwemmungsgefährdeten Gebieten liegen. Die Bauweise der betroffenen Gebäude sollte dem Hochwasserrisiko entsprechend angepasst und um Vorkehrungen zum Schutz von Leben und Gesundheit, aber auch zum Werte- und Eigentumserhalt ergänzt werden. So sollten bei Gebäuden, die der Hochwassergefahr ausgesetzt sind, die Stand-



sicherheit gegen Auftrieb, der Wasser- und Strömungsdruck sowie die Bodenerosion berücksichtigt werden. Sinnvoll sind zudem die Verwendung von wasserunempfindlichen Materialien in Kellern und Erdgeschossen sowie der Einsatz von Schotten an Fenstern und Türen zur Verhinderung des Einströmens von Wasser. Darüber hinaus sollte auch die Nutzung hochwassergefährdeter Gebäude dem bestehenden Schadensrisiko angepasst werden. Dies würde bedeuten, dass in den unteren Stockwerken eher geringwertige Nutzungen vorgesehen, in den höher liegenden, überschwemmungssicheren Gebäudeteilen dagegen höherwertige Nutzungen und Wohnungen sowie Heizungen, elektrische Anschlüsse und Versorgungseinrichtungen (die sich normalerweise im Keller oder Erdgeschoss befinden) untergebracht werden sollten. Der Schutz vor hochwasserbedingten Schäden muss bei der Durchführung bauordnungsrechtlicher Verfahren berücksichtigt werden.

In diesem Zusammenhang ist auch „der Umgang mit wassergefährdenden Stoffen einschließlich der hochwassersicheren Errichtung neuer und Nachrüstung vorhandener Ölheizungsanlagen [sowie] das Verbot der Errichtung neuer Ölheizungsanlagen, soweit [dies] zur Schadensvermeidung erforderlich“ (§ 31b Abs. 2 Satz 7 Nr. 1 WHG) ist, zu berücksichtigen.

Bei der Planung der Entwässerungnetze ist mit Hilfe von Absperreinrichtungen ggf. Vorsorge dafür zu treffen, dass es bei Hochwasser nicht zu Rückstauinflüssen in der Kanalisation und damit zu Wassereintritten in Gebäuden kommt. Außerdem ist darauf zu achten, dass Hochwasser aus überschwemmten Bereichen nicht über die Kanalisation in geschützte, trockene Gebiete gelangen kann, insbesondere dann nicht, wenn die überschwemmten Flächen höher liegen als die geschützten Bereiche.

Verhaltensvorsorge

Zur Verhaltensvorsorge gehören eine gute Information der in Überschwemmungsgebieten oder überschwemmungsgefährdeten Gebieten lebenden Menschen über das bestehende Hochwasserrisiko sowie die rechtzeitige Warnung vor dem Eintreten kritischer Hochwasserstände durch den Hochwassermeldedienst. Dies sind die Grundvoraussetzungen dafür, dass die Bevölkerung aktiv zur Vorbeugung und Minderung von Hochwasserschäden beitragen kann, indem z. B. rechtzeitig mobile Wertgegenstände (Kraftfahrzeuge, Möbel, technische Geräte etc.) aus der Gefahrenzone entfernt bzw. in höher gelegene Etagen verbracht werden oder Schutzvorrichtungen gegen Hochwasserereignisse an den baulichen Anlagen zum Einsatz kommen. In den Kommunen sollten zur Verhaltensvorsorge Kenntnisse über die Auftretenswahrscheinlichkeit von Hochwasserereignissen verschiedener Jährlichkeiten und deren Wasserstände sowie die hydraulische Leistungsfähigkeit der Gemeinde-Gewässer vorliegen und der Bevölkerung bekannt gegeben werden.

Risikovorsorge

Da das Risiko einer Überflutung trotz Bau- und Verhaltensvorsorge bestehen bleibt, spielt die Risikovorsorge der Gebäudeeigentümer durch Versicherungsschutz und Rücklagenbildung – gerade vor dem Hintergrund steigender Schadenspotenziale – eine zunehmend wichtigere Rolle. Im Schadensfall wird oftmals eine massive Hilfe durch die öffentliche Hand erwartet oder sogar gefordert. Hier könnte der Versicherungsschutz ein geeignetes Instrument sein, um die Eigenvorsorge zu stärken und die öffentliche Hand zu entlasten.

3.3.4 Umsetzungsinstrumente für das Hochwasser-Flächenmanagement

Wenn überflutungsgefährdete Gebiete nicht genutzt würden, dann könnte das Hochwasser in diese Bereiche ausufern, ohne Schaden anzurichten. Daher sollte zur Vermeidung bzw. Verringerung künftiger Hochwasserschäden die Freihaltung noch unbebauter Gebiete und – dort, wo es möglich ist – auch die Renaturierung oder Extensivierung genutzter Flächen in den Flussauen angestrebt werden. Allerdings darf nicht verkannt werden, dass viele der gegenwärtigen Nutzungen in den Überschwemmungsgebieten nicht einfach aufgegeben werden können. Siedlungen, Infrastrukturen oder gewerbliche Anlagen, die in der Vergangenheit in Flussauen entstanden sind, werden dort vorerst auch bestehen bleiben und es ist davon auszugehen, dass diesen Ortschaften auch künftig ein Mindestmaß an Entwicklungsmöglichkeiten zugestanden werden muss.

Hochwasser-Flächenmanagement muss vor dem Hintergrund der neuen Herausforderungen durch den Klimawandel zum einen Flächenvorsorge für hochwassergefährdete Gebiete betreiben und zum anderen alle Möglichkeiten des natürlichen Wasserrückhalts ausschöpfen, um der neuen Maxime „Den Flüssen mehr Raum geben“ gerecht zu werden.

Die Flächenvorsorge für hochwassergefährdete Gebiete kann mit den Instrumenten

- wasserrechtliche Flächenvorsorge,
- Raumordnung und
- Bauleitplanung

betrieben werden. Eine intensive Abstimmung der für die jeweiligen Bereiche zuständigen Stellen (Behörden der Wasserwirtschaft, Landes- und Regionalplanung sowie Kommunen) ist dabei gefordert.

3.3.4.1 Wasserrechtliche Flächenvorsorge

Mit dem Artikelgesetz zur Verbesserung des vorbeugenden Hochwasserschutzes aus dem Jahr

2005 sind ergänzende Regelungen zum Themenfeld Hochwasserschutz in die Wassergesetze aufgenommen worden. In den Grundsätzen zum Hochwasserschutz heißt es in § 31a Abs. 1 WHG und § 92 Abs. 1 NWG bzw. § 91 BremWG:

„Oberirdische Gewässer sind so zu bewirtschaften, dass so weit wie möglich Hochwasser zurückgehalten, der schadlose Wasserabfluss gewährleistet und der Entstehung von Hochwasserschäden vorgebeugt wird. Gebiete, die bei Hochwasser überschwemmt werden können oder deren Überschwemmung dazu dient, Hochwasserschäden zu mindern, sind [...] zu schützen.“

Nach § 31b Abs. 2 WHG und § 92a Abs. 3 NWG bzw. § 91a Abs. 3 BremWG müssen Gebiete, in denen ein Hochwasserereignis statistisch einmal in 100 Jahren (Bemessungshochwasser) zu erwarten ist, innerhalb einer Frist bis zum 10. Mai 2012 als **Überschwemmungsgebiete** festgesetzt werden. Für Überschwemmungsgebiete mit hohem Schadenspotenzial bei Überschwemmungen, insbesondere bei Betroffenheit von Siedlungsgebieten, endet diese Frist bereits am 10. Mai 2010. Das bedeutet in der Praxis, dass die bisher teilweise praktizierte Ausgrenzung z. B. von besiedelten Bereichen zukünftig nicht mehr möglich ist.

Nach § 31b Abs. 5 WHG und § 92a Abs. 10 NWG bzw. § 91a Abs. 10 BremWG sollen noch nicht festgesetzte Überschwemmungsgebiete ermittelt, in Kartenform dargestellt und vorläufig gesichert werden, bis eine gesetzliche Festsetzung erfolgt ist.

Überschwemmungsgebiete sind nach § 31b Abs. 6 und § 93 Abs. 1 NWG bzw. § 91b Abs. 1 BremWG in ihrer Funktion als Rückhalteflächen zu erhalten. Stehen einem Erhalt überwiegende Gründe des Wohls der Allgemeinheit entgegen, sind rechtzeitig die notwendigen Ausgleichsmaßnahmen zu treffen. Zudem sollen frühere Überschwemmungsgebiete, die als Rückhalteflächen geeignet sind, so weit wie möglich wieder hergestellt werden.

Nach § 31b Abs. 4 WHG und § 93 Abs. 2 NWG bzw. § 91b Abs. 2 BremWG dürfen in Überschwemmungsgebieten durch Bauleitpläne keine neuen Baugebiete ausgewiesen werden. Von dieser Regelung ausgenommen sind Bauleitpläne für Häfen und Werften. Die Wasserbehörde kann die Ausweisung neuer Baugebiete jedoch ausnahmsweise zulassen, wenn folgende neun Bedingungen erfüllt sind:

1. Es bestehen keine anderen Möglichkeiten der Siedlungsentwicklung und es können auch keine geschaffen werden.
2. Das neu auszuweisende Gebiet grenzt unmittelbar an ein bestehendes Baugebiet an.
3. Eine Gefährdung von Leben sowie erhebliche Gesundheits- oder Sachschäden sind nicht zu erwarten.
4. Der Hochwasserabfluss und die Höhe des Wasserstandes werden nicht nachteilig beeinflusst.
5. Die Hochwasserrückhaltung wird nicht beeinträchtigt und der Verlust von verloren gehendem Rückhalteraum wird umfang-, funktions- und zeitgleich ausgeglichen.
6. Der bestehende Hochwasserschutz wird nicht beeinträchtigt.
7. Es sind keine nachteiligen Auswirkungen auf Oberlieger und Unterlieger zu erwarten.
8. Die Belange der Hochwasservorsorge werden beachtet.
9. Die Bauvorhaben werden so errichtet, dass beim Eintritt eines der Festsetzung des Überschwemmungsgebietes zu Grunde gelegten Bemessungshochwassers, keine baulichen Schäden zu erwarten sind.

Die Errichtung oder Erweiterung einer baulichen Anlage nach den §§ 30, 34 und 35 BauGB darf in Überschwemmungsgebieten von der zuständigen Wasserbehörde nur dann genehmigt werden, wenn folgende vier Bedingungen des § 31b Abs. 4 WHG und § 93 Abs. 3 NWG bzw. § 91b Abs. 3 BremWG erfüllt sind:

1. Die Hochwasserrückhaltung wird nicht oder nur unwesentlich beeinträchtigt und der Verlust von verloren gehendem Rückhalteraum wird zeitgleich ausgeglichen.
2. Der Wasserstand und der Abfluss bei Hochwasser werden nicht nachteilig verändert.
3. Der bestehende Hochwasserschutz wird nicht beeinträchtigt.
4. Die Errichtung oder Erweiterung der baulichen Anlage wird hochwasserangepasst ausgeführt.

Zusätzlich zu den Überschwemmungsgebieten sollen nach § 31c WHG und § 93a NWG bzw. § 92 BremWG auch **überschwemmungsgefährdete Gebiete**, in denen durch Überschwemmungen erhebliche Beeinträchtigungen des Wohls der Allgemeinheit entstehen können, ermittelt und in Kartenform dargestellt werden. Überschwemmungsgefährdete Gebiete sind dann von Überflutungen betroffen, wenn ein Hochwasserstand eintritt, der über dem des Bemessungshochwassers (HQ 100) liegt. Dabei kann es sich insbesondere auch um Gebiete handeln, die durch Anlagen des technischen Hochwasserschutzes geschützt werden (Abb. 13).

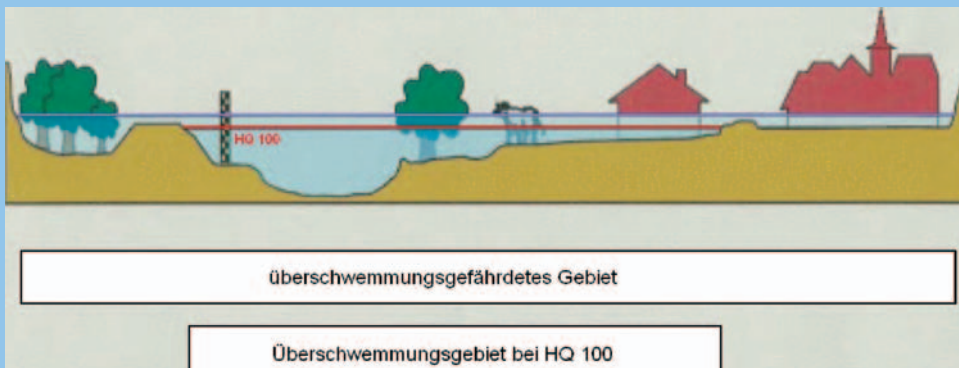


Abb. 13: Unterscheidung zwischen Überschwemmungsgebiet und überschwemmungsgefährdetem Gebiet; Quelle: verändert nach Niedersächsisches Umweltministerium 2004: 2

Im Sinne der Flächenvorsorge können nach § 36a Abs. 1 WHG und § 183 Abs. 1 NWG bzw. § 166 Abs. 1 BremWG durch Rechtsverordnung zudem Planungsgebiete „zur Sicherung von Planungen [...] des Hochwasserschutzes [...], die dem Wohl der Allgemeinheit dienen“, festlegen, „auf deren Flächen wesentlich wertsteigernde oder die Durchführung des geplanten Vorhabens erheblich erschwerende Veränderungen nicht vorgenommen werden dürfen (Veränderungssperre)“.

Nach § 31d WHG und § 94 NWG bzw. § 93 BremWG sollen von der Wasserbehörde flussgebietsbezogene Hochwasserschutzpläne „für einen möglichst schadlosen Wasserabfluss, den technischen Hochwasserschutz und die Gewinnung, insbesondere Rückgewinnung von Rückhalteflächen sowie weitere dem Hochwasserschutz dienende Maßnahmen“ aufgestellt und regelmäßig aktualisiert werden. In die Hochwasserschutzpläne sind insbesondere Maßnahmen zum Erhalt oder zur Rückgewinnung von Rückhalteflächen, zur Rückverlegung von Deichen, zum Erhalt oder zur Wiederherstellung von Auen sowie zur Rückhaltung von Niederschlagswasser aufzunehmen. Hochwasserschutzpläne für länderübergreifende Gewässer sind in Kooperation mit den zuständigen Stellen der anderen betroffenen Länder aufzustellen. Es können auch gemeinsame Hochwasserschutzpläne erstellt werden. Auch bei der Erstellung der Hochwasserschutzpläne gilt, wie bei der Festsetzung der Überschwemmungsgebiete, als Bemessungshochwasser einheitlich das 100-jährliche Hochwasser.

Notwendigkeit von Klimawandelzuschlägen in der Bemessungshochwasserberechnung

Aus Sicht der Anpassung des Hochwasserschutzes an die Folgen des Klimawandels ist die Orientierung an einem 100-jährlichen Hochwasserereignis als Maßstab zur Festsetzung der Überschwemmungsgebiete sowie zur Erstellung der Hochwasserschutzpläne jedoch kritisch zu sehen. Das so genannte Bemessungshochwasser wird mit Mitteln der Statistik durch die Auswertung vergangener Ereignisse oder durch ein Niederschlags-Abflussmodell (NA-Modell) berechnet, wohingegen jedoch

immer deutlicher wird, dass die Daten der Vergangenheit aufgrund der Dynamik des Klimawandels nicht mehr als ausschließliche Indizien für die zukünftige Entwicklung angesehen werden können. Vielmehr ist es erforderlich, den neuen Gegebenheiten durch die Anerkennung eines Klimawandelzuschlags und die Berücksichtigung von Szenarien für zukünftige Niederschlagsmengen und ihre räumliche und zeitliche Verteilung Rechnung zu tragen. Andernfalls besteht die Gefahr, dass Überschwemmungsgebiete wegen der Ausblendung der Erkenntnisse der Klimaprojektionen nur nominell noch an einem 100-jährlichen Hochwasserereignis orientiert sind, real aber dahinter zurückfallen.

Neuerungen durch die EU-Hochwasserrisikomanagementrichtlinie

Das Ziel der am 26. November 2007 in Kraft getretenen und bis zum 26. November 2009 in nationales Recht umzusetzenden *Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken* (2007/60/EG) ist es, die Gefahren, die Hochwasser auf die menschliche Gesundheit, die Umwelt, das kulturelle Erbe und die wirtschaftliche Betätigung ausübt, zu verringern und das Management im Umgang mit den Hochwassergefahren zu verbessern.

Als erstes Instrument sieht die Richtlinie vor, dass von den Mitgliedsstaaten für jedes Einzugsgebiet auf der Grundlage verfügbarer oder leicht abzuleitender Informationen eine **vorläufige Bewertung des Hochwasserrisikos** vorzunehmen und eine Prognose der geschätzten Folgen künftiger Hochwasserereignisse zu erstellen ist. Dabei sollen laut Art. 4 Abs. 2d der Richtlinie erforderlichenfalls auch die „Auswirkungen des Klimawandels auf das Auftreten von Hochwasser“ berücksichtigt werden. Auf der Grundlage dieser Bewertung sollen die Gebiete bestimmt werden, bei denen davon auszugehen ist, „dass ein potentiell signifikantes Hochwasserrisiko besteht oder für wahrscheinlich gehalten werden kann“ (Art. 5 Abs. 1 der EU-Hochwasserrisikomanagementrichtlinie). Diese Gebietseinstufung entspricht etwa den Überschwemmungsgebieten nach

§ 31b Abs. 2 WHG. In der vorläufigen Bewertung des Hochwasserrisikos werden bebaute Gebiete und gefährdete Infrastruktureinrichtungen von erheblichem Wert den Schwerpunkt der Ergebnisse bilden. Die entsprechenden Risikoflächen können durch Verschneiden von Siedlungs- und Gewerbeflächen mit hochwassergefährdeten Bereichen z. B. mit Hilfe von Raumordnungs- oder Bauleitplänen ermittelt werden. Die vorläufige Bewertung des Hochwasserrisikos soll bis zum 22. Dezember 2011 abgeschlossen und danach alle sechs Jahre überprüft und erforderlichenfalls aktualisiert werden.

Als zweites Instrument sieht die Richtlinie die Erstellung von **Hochwassergefahrenkarten** und **Hochwasserrisikokarten** vor. In den Hochwassergefahrenkarten sollen die Gebiete erfasst und dargestellt werden, die nach folgenden drei Szenarien von Überflutungen betroffen sind:

- Hochwasser mit niedriger Wiederkehrwahrscheinlichkeit (Extremereignisse),
- Hochwasser mit mittlerer Wiederkehrwahrscheinlichkeit und -
- soweit dies erforderlich ist – Hochwasser mit hoher Wiederkehrwahrscheinlichkeit.

Neben dem Ausmaß der Überflutung und der Wassertiefe bzw. dem Wasserstand sind ggf. auch Fließgeschwindigkeit und relevanter Wasserabfluss anzugeben. In den Hochwasserrisikokarten sollen potenzielle hochwasserbedingte nachteilige Auswirkungen nach den drei verschiedenen Szenarien verzeichnet werden; sie werden ausgedrückt durch die Anzahl der potenziell betroffenen Bewohner, die Art der wirtschaftlichen Tätigkeiten in dem potenziell betroffenen Gebiet und mögliche Umweltschäden. Die Erstellung der Hochwasserkarten soll spätestens bis zum 22. Dezember 2013 erfolgen. Danach ist alle sechs Jahre eine Überprüfung und erforderlichenfalls eine Aktualisierung vorzunehmen.

Als drittes Instrument ist die Aufstellung von **Hochwasserrisikomanagementplänen** vorgesehen. Hierfür legen die Mitgliedstaaten für alle Einzugsgebiete, Teileinzugsgebiete und Küstenabschnitte ein angemessenes Schutzniveau fest, wobei der Schwerpunkt auf der Verringerung des Hochwas-

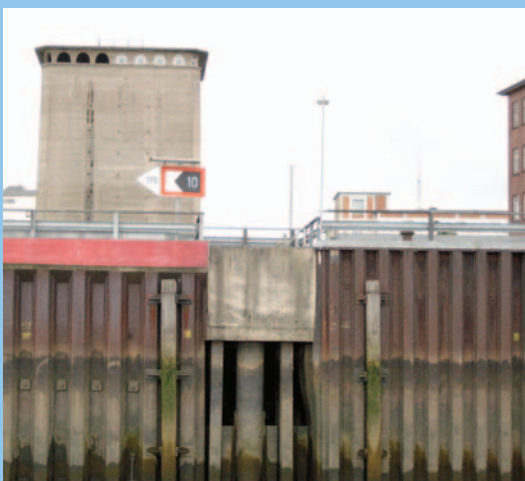
serrisikos und potenzieller Folgen für die menschliche Gesundheit, die Umwelt, das Kulturerbe und wirtschaftliche Tätigkeiten sowie auf der Hochwasservorsorge liegt. In den Hochwasserrisikomanagementplänen sollen die entsprechenden Maßnahmen beschrieben werden, die darauf abzielen, das festgelegte Schutzniveau zu erreichen. Im Rahmen der Erstellung und Fortschreibung der Pläne zum Hochwasserrisikomanagement sind entsprechende Anpassungen an die Folgen des Klimawandels vorzunehmen. Die Hochwasserrisikomanagementpläne sind bis zum 22. Dezember 2015 zu erstellen und danach alle sechs Jahre zu überprüfen und erforderlichenfalls zu aktualisieren.



3.3.4.2 Raumordnerische Flächenvorsorge

In den Grundsätzen der Raumordnung werden in § 2 Abs. 2 Nr. 6 Satz 5 ROG die Landes- und Regionalplanung verpflichtet, die Aspekte des vorbeugenden Hochwasserschutzes – insbesondere die Sicherung oder Rückgewinnung von Auen, Rückhalteflächen und Entlastungsflächen – bei ihren Planungen und Maßnahmen zu berücksichtigen und ihnen bei der Abwägung mit konkurrierenden Raumnutzungen besonderes Gewicht beizumessen. Die Raumordnungspläne sollen u. a. Aussagen zu den Belangen der Wasserbewirtschaftung und des vorbeugenden Hochwasserschutzes machen (vgl. § 8 Abs. 5 Nr. 2d ROG bzw. § 3 Abs. 2 Nr. 2 NROG).

Die frühzeitige Sicherung von hochwasserrelevanten Flächen in der Raumordnung kann durch die Festlegung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten Hochwasserschutz erfolgen, wobei die raumordnerische Festlegung nicht nur eine nachrichtliche Übernahme wasserrechtlich festgesetzter Überschwemmungsgebiete beinhaltet, sondern zugleich eine selbständige, rechtsverbindliche Regelung darstellt. Während dem vorbeugenden Hochwasserschutz in den Vorbehaltsgebieten lediglich eine besondere Berücksichtigung beizumessen ist, werden raumorientierte Nutzungen, die mit dem vorbeugenden Hochwasserschutz nicht vereinbar sind, in den Vorranggebieten generell ausgeschlossen.



Zur Gewährleistung der Flächenvorsorge des vorbeugenden Hochwasserschutzes und der Reduzierung der Schadenspotenziale, insbesondere an Sachgütern, sind Überschwemmungsgebiete von hochwertigen Nutzungen freizuhalten. Aus diesem Grund ist es zwingend erforderlich, bereits ermittelte Überschwemmungsgebiete durch das Instrument des Vorranggebieten Hochwasserschutz zu sichern und diese von Nutzungen und Bebauungen freizuhalten, die den Hochwasserabfluss und die Retention hemmen können. Noch nicht festgesetzte Überschwemmungsgebiete sind nach dem Artikelgesetz zur Verbesserung des vorbeugenden Hochwasserschutzes vorläufig zu sichern. Zu diesem Zweck sollten die betroffenen Gebiete in den Regionalen Raumordnungsprogrammen zunächst solange als Vorbehaltsgebiet Hochwasserschutz festgelegt werden, bis die wasserrechtliche Festsetzung als gesetzliches Überschwemmungsgebiet nach § 31b Abs. 2 WHG und § 92a Abs. 3 NWG bzw. § 91a Abs. 3 BremWG erfolgt ist.

Zudem können in den Regionalen Raumordnungsprogrammen auch überschwemmungsgefährdete Gebiete als Vorbehaltsgebiete Hochwasserschutz festgelegt werden. Auf diese Weise können in die Abwägung raumbedeutsamer Vorhaben oder Planungen auch diejenigen Gebiete eingestellt werden, für die bei Versagen oder Überflutung von Hochwasserschutzanlagen eine Überschwemmungsgefährdung besteht. Diese Gefährdung ist dann bei Standortentscheidungen zu berücksichtigen, so dass auch Standortalternativen außerhalb der gefährdeten Gebiete geprüft werden sollten.

Laut der Ministerkonferenz für Raumordnung (MKRO) soll die Raumordnung ihre Handlungsspielräume zur Unterstützung und Ergänzung der wasserwirtschaftlichen Fachplanung so weit wie möglich ausschöpfen und so dazu beitragen, dass bis zum Jahr 2020 eine erhebliche Ausweitung der Retentionsflächen erreicht wird, um dem wachsenden Hochwasserrisiko dauerhaft zu begegnen. Angesichts der zu erwartenden Klimawirkungen sollten die Planungen dabei auf das Risiko eines 200-jährlichen Hochwassers abgestellt werden.

Inhalte des Landes-Raumordnungsprogramms Niedersachsen 2008	Ziffer	Satz
Abschnitt 3.2.4: Wassermanagement, Wasserversorgung, Küsten- und Hochwasserschutz		
Sicherung von Siedlungen, Nutz- und Verkehrsflächen sowie sonstigen Anlagen vor Schäden durch Hochwasser	10	1
vorsorgende Sicherung von Flächen für Deichbau in den RROP	10	3
Erhaltung von Überschwemmungsgebieten in ihrer Funktion als natürliche Rückhalteflächen, insbesondere in den Auen und an den Gewässern	11	1
Verbesserung der natürlichen Hochwasserrückhaltung durch Wasserrückhaltemaßnahmen	11	2
Festlegung der ermittelten Gebiete, in denen ein Hochwasserereignis statistisch einmal in 100 Jahren (HQ 100) zu erwarten ist und in denen durch Hochwasser nicht nur geringfügige Schäden entstanden oder zu erwarten sind, als Vorranggebiete Hochwasserschutz im RROP	12	1
Zulässigkeit von raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen in solchen Gebieten nur soweit <ul style="list-style-type: none"> - sie mit den Anforderungen des Hochwasserschutzes vereinbar sind, - insbesondere die Hochwasserrückhaltung nicht beeinträchtigt wird, - die Realisierung im überwiegenden öffentlichen Interesse liegt, - Alternativstandorte außerhalb der Überschwemmungsgebiete nicht vorhanden sind und - die Belange der Ober- und Unterlieger beachtet werden 	12	2
Berücksichtigung von überschwemmungsgefährdeten Gebieten bei raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen	12	3
Möglichkeit der Festsetzung von überschwemmungsgefährdeten Gebieten als Vorbehaltsgebiete Hochwasserschutz im RROP	12	4
Festlegung von Flächen für den Bau von Rückhalteräumen als Vorbehaltsgebiete Hochwasserschutz im RROP	12	5

Tab. 6: Zusammenstellung relevanter Aussagen des LROP Niedersachsen 2008 zur Umsetzung von Maßnahmen des Hochwasserschutzes

Anmerkung: Die Anforderungen, die das LROP in diesem Zusammenhang an die zeichnerische Darstellung der Regionalen Raumordnungsprogramme (RROP) stellt und die eine Gebietsfestlegung mit einem durch das LROP vorgegebenen Planzeichen erforderlich machen, sind in Fettdruck hervorgehoben.



3.3.4.3

Bauleitplanerische Flächenvorsorge

In § 1 Abs. 6 Nr. 12 BauGB wird darauf hingewiesen, dass bei der Aufstellung der Bauleitpläne insbesondere die Belange des Hochwasserschutzes zu beachten sind. Dies erfolgt einerseits durch die Berücksichtigung der Vorgaben der Raumordnung (Vorrang- und Vorbehaltsgebiete Hochwasserschutz) und andererseits durch die nachrichtliche Übernahme bereits festgesetzter Überschwemmungsgebiete bzw. den Vermerk noch nicht festgesetzter Überschwemmungsgebiete und überschwemmungsgefährdeter Gebiete nach den Bestimmungen des Wasserrechts. Weiter besteht in den Bauleitplänen eine Kennzeichnungspflicht für Flächen, bei deren Bebauung besondere bauliche Vorkehrungen oder Sicherungsmaßnahmen gegen äußere Einwirkungen und Naturgewalten (z. B. Hochwasserereignisse) erforderlich sind. Im Flächennutzungs- bzw. Bebauungsplan können zudem die Flächen festgesetzt werden, die für die Wasserwirtschaft, die Errichtung oder Erweiterung von Hochwasserschutzanlagen sowie den Wasserabfluss notwendig sind. Außerdem gibt es die Möglichkeit, eine bestimmte Höhenlage für Baugebiete oder Teile davon festzusetzen, um durch die Aufschüttung des Geländes die Überschwemmungsgefahr zu reduzieren. (siehe Tab. 7)

Zur Erhaltung der Überschwemmungsgebiete in ihrer Funktion als natürliche Rückhalteflächen sowie zur Gewährleistung der Sicherheit der Bevölkerung und der Reduzierung der Schadenspotenziale an Sachgütern ist die Ausweisung neuer Baugebiete in Überschwemmungsgebieten nur unter strengen Bedingungen zulässig (siehe Abschnitt 3.3.4.1 Wasserrechtliche Flächenvorsorge). Zur Sicherung der Freihaltung von Flächen für den vorbeugenden Hochwasserschutz haben die Kommunen zudem ein Vorkaufsrecht beim Kauf von Grundstücken in diesen Gebieten. (siehe Tab. 7)

Unter bauordnungsrechtlichen Aspekten ist im Aufgabenbereich des Hochwasserschutzes die Eignung eines Baugrundstücks für die Errichtung einer baulichen Anlage (Überschwemmungsgefahr) sowie eine geeignete Anordnung und Beschaffenheit der baulichen Anlagen zur Vermeidung von Gefahren durch Wasser und Feuchtigkeit (technische Schutzvorrichtungen) zu berücksichtigen (siehe auch Abschnitt 3.3.3 Hochwasservorsorge).





Möglichkeiten zur Darstellung bzw. Festsetzung im FNP und B-Plan / bauordnungsrechtliche Aspekte	Paragraph
Kennzeichnungspflicht von Flächen, bei deren Bebauung besondere bauliche Vorkehrungen gegen äußere Einwirkungen oder bei denen besondere bauliche Sicherungsmaßnahmen gegen Naturgewalten erforderlich sind	§ 5 Abs. 3 Nr. 1 bzw. § 9 Abs. 5 Nr. 1 BauGB
Verpflichtung zur nachrichtlichen Übernahme von festgesetzten Überschwemmungsgebieten im Sinne des § 31b Abs. 2 Satz 3 und 4 WHG sowie zum Vermerk von noch nicht festgesetzten Überschwemmungsgebieten im Sinne des § 31b Abs. 5 und überschwemmungsgefährdeten Gebieten im Sinne des § 31c WHG im Flächennutzungsplan/Bebauungsplan	§ 5 (4a) bzw. § 9 (6a) BauGB
Darstellung/Festsetzung von Flächen für die Wasserwirtschaft, für den Hochwasserschutz bzw. Hochwasserschutzanlagen und für die Regelung des Wasserabflusses	§ 5 Abs. 2 Nr. 7 bzw. § 9 Abs. 1 Nr. 16 BauGB
Festsetzung der Höhenlage für Nutzungen nach § 9 Abs. 1 BauGB (z. B. wenn für ein Baugebiet oder Teile davon Hochwassergefahr besteht)	§ 9 Abs. 3 BauGB
Vorkaufsrecht der Gemeinde beim Kauf von Grundstücken in Gebieten, die zum Zweck des vorbeugenden Hochwasserschutzes von Bebauung freizuhalten sind, insbesondere in Überschwemmungsgebieten	§ 24 Abs. 1 Nr. 7 BauGB
Verpflichtung zur Berücksichtigung einer geeigneten Anordnung und Beschaffenheit baulicher Anlagen zur Vermeidung von Gefahren durch Wasser und Feuchtigkeit	§ 19 NBauO bzw. 1§ 4 Abs. 1 Nr. 1
Verpflichtung zur Berücksichtigung der Eignung eines Baugrundstücks für die Errichtung einer baulichen Anlage	und § 16 BremLBO

Tab. 7: Zusammenstellung der bauleitplanungs- und bauordnungsrechtlichen Möglichkeiten zur Umsetzung von Maßnahmen zum Hochwasserschutz

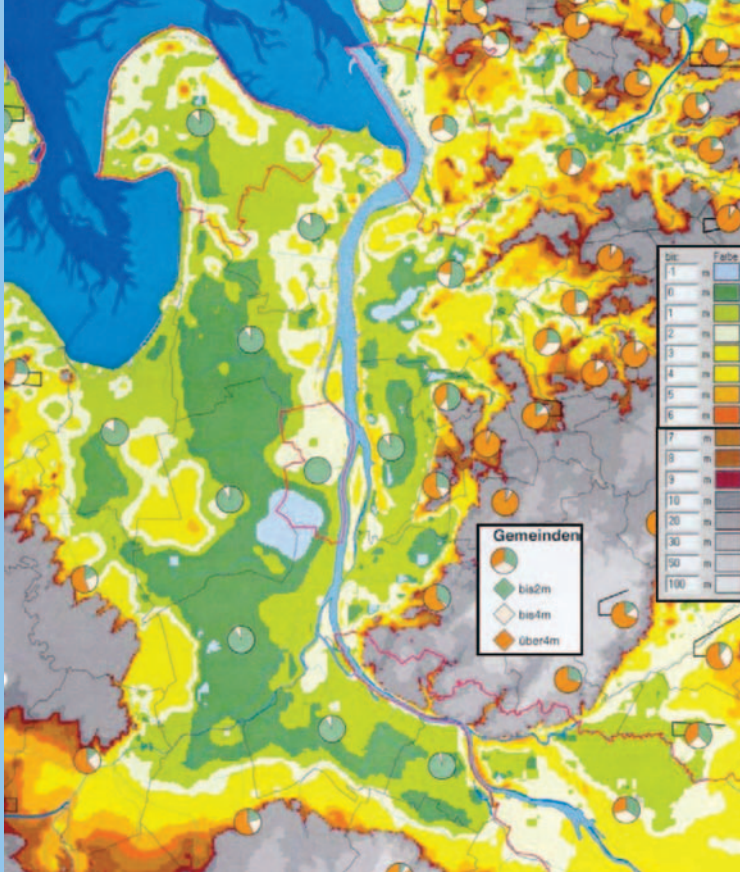


Abb. 14: Topografische Verhältnisse in der Unterweserregion mit Darstellung der prozentualen Flächenanteile verschiedener Höhen in den Kommunen (Quelle: Schirmer/Wittig 2007: 49)

3.4 Küstenschutz

Neben den Nordseeküstengebieten spielt der Küstenschutz in der Region auch entlang der Unterweser bis weit ins Binnenland eine bedeutende Rolle. Insbesondere bei Sturmereignissen aus nördlicher und westlicher Richtung werden die Wassermassen aus der Nordsee in die Unterweser gedrängt. Die kontinuierliche Vertiefung des Weserflusses für den Seeschiffsverkehr bis nach Bremen hat zu einem starken Anstieg des Tidenhubs geführt, so dass der Unterweserbereich bis etwa in Höhe des Weserwehres in Bremen-Hemelingen sturmflutgefährdet ist.

In Niedersachsen und Bremen besteht eine in sich geschlossene Deichlinie, deren dauerhafte Funktionalität mit weiteren Schutzelementen wie z. B. Sturmflutmauern, Bühnen und Deckwerken erreicht wird. Landseitig der Deichlinie ist in Niedersachsen ein 50 m breiter Streifen dem Küstenschutz vorbehalten. Seeseitig wird die Deichlinie durch vorgelagerte Schutzelemente wie Vorland

und Lahnungen ergänzt. Um die tidebeeinflussten Nebenflüsse vor zu hohen Sturmflutwasserständen zu schützen, wurden an Hunte, Lesum und Ochtum Sperrwerke errichtet, die bei Sturmflutgefahr geschlossen werden können.

Die hohe Bedeutung des Küstenschutzes wird vor allem bei der Betrachtung der topografischen Verhältnisse der Unterweserregion deutlich (Abb. 14). So liegen die Geländehöhen der niedersächsischen Marschengebiete überwiegend zwischen 1,4 m über und 0,5 m unter Normal Null (NN), abgesehen von einigen bis zu +2,5 m NN aufsedimentierten, ufernahen Flussmarschen. Insbesondere die Höhe der im küstenferneren Hinterland gelegenen älteren Marschen kann stark abnehmen, bevor das Land über einen Bereich von Niederungs- und Hochmooren zur höher gelegenen Geest wieder ansteigt. Auch Bremen und Bremerhaven liegen, mit Ausnahme des ca. +20 m NN hohen Geestrückens in Bremen-Nord, auf niedrigem Marschengelände und sind damit sehr stark auf den Küstenschutz angewiesen.

Die küstennahen Binnenflächen würden aufgrund der niedrigen Geländehöhen ohne schützende Deiche schon bei normalen Tiden überflutet. Die Ausbauten der Außen- und Unterweser und der Meeresspiegelanstieg haben dazu geführt, dass das mittlere Tidehochwasser heute z. B. in Bremerhaven/Alter Leuchtturm bei +1,8 m NN, in Brake bei +2,1 m NN und am Pegel Bremen-Oslebshausen bei +2,5 m NN steht. Ohne Küstenschutzanlagen wäre Niedersachsen um 14 % kleiner und die Stadt Bremen wäre auf ca. 85 % der Fläche bei mittlerem Tidehochwasser zweimal täglich überflutet. Durch den Anstieg des Meeresspiegels wird der Küstenschutz zukünftig eine noch stärkere Bedeutung erhalten.

Gleichzeitig wächst die Summe der geschaffenen Werte in den Küstengebieten z. B. in Form von Wohngebäuden, Gewerbegebieten oder Infrastrukturen sowie die regionale Wertschöpfung. Es besteht daher die andauernde Herausforderung, den Küstenschutz zu gewährleisten und an sich ändernde Rahmenbedingungen anzupassen.

3.4.1

Anpassungsoptionen des zukünftigen Küstenschutzes an den Meeresspiegelanstieg und die Zunahme von Sturmflutereignissen

Im Küstenschutz lassen sich die vier folgenden, grundsätzlichen Strategien unterscheiden: Vordringen, Verteidigung, Anpassung und Rückzug.

- Mit der Strategie **Vordringen** ist die Verlagerung der Hauptdeichlinie nach vorne in Richtung Meer gemeint. Diese Variante wurde in der Vergangenheit vor allem zum Zweck der Landgewinnung umgesetzt, ist jedoch vor dem Hintergrund des Meeresspiegelanstiegs und aufgrund naturschutzfachlicher Gesichtspunkte (Erhalt ökologisch wertvoller, dem Deich vorgelagerter Watt- und Salzwiesenflächen) nicht mehr zeitgemäß.
- Die **Verteidigung** der bestehenden Hauptdeichlinie kann als die aktuelle Küstenschutzstrategie Niedersachsens und Bremens bezeichnet werden. Die im Generalplan Küstenschutz

Niedersachsen/Bremen aus dem Jahr 2007 vorgesehenen Küstenschutzmaßnahmen dienen überwiegend dem Erhalt der festgelegten Sicherheitsstandards im Küstenraum auf der vorhandenen Deichlinie.

- Als **Anpassung** ist die Veränderung der Küstenschutzmaßnahmen und/oder der Nutzungen im Küstenraum unter Betrachtung der jeweiligen Rahmenbedingungen zu verstehen. Bei dieser Strategie werden unter grundsätzlicher Beibehaltung der aktuellen Küstenlinie sowohl technische als auch planerische Veränderungen vorgenommen, um den Küstenschutz den sich ändernden Bedingungen anzupassen.
- Im Rahmen der Strategie **Rückzug** werden unter Aufgabe der aktuellen Deichlinie Flächen der natürlichen Dynamik des Wattenmeeres zurückgegeben und damit einer weiteren Siedlungs- bzw. (land-)wirtschaftlichen Nutzung entzogen. Bei dieser Variante tritt neben einer qualitativen auch eine quantitative Änderung im Küstenschutz ein.

Heutige Maßnahmen zum Küsten- und Hochwasserschutz wie Deichbau und -erhöhungen sowie andere technische Bauwerke haben sich bewährt. Gleichwohl sind vor dem Hintergrund der zu erwartenden Klimaveränderungen auch alternative Strategien zu entwickeln. Vor allem die Strategie der Anpassung dürfte zur Ergänzung der aktuellen Verteidigungsstrategie geeignet sein und könnte diese vor dem Hintergrund eines beschleunigt ansteigenden Meeresspiegels sowie der Zunahme von Sturmflutereignissen langfristig ablösen.

Neben technischen Lösungen sind es vor allem planerische Maßnahmen mit zum Teil erheblichen raumbedeutsamen Eingriffen, die im Rahmen einer Anpassungsstrategie zur Diskussion stehen. In Tabelle 8 werden mögliche zukünftige Küstenschutzoptionen zur Anpassung an sich ändernde Bedingungen (Meeresspiegelanstieg, Erhöhung des Schadenspotenzials im Hinterland) in Ästuargebieten, wie der Region Unterweser, dargestellt.

Schutzkonzept	Vorteile	Nachteile
Verstärkung auf vorhandener Linie = Anpassung der Abmessungen des bisherigen Küstenschutzelements (i. a. Deich) an die neuen Bemessungswasserstände; Erhöhung und damit Verbreiterung des bestehenden Bauwerkes	<ul style="list-style-type: none"> • Nutzung des vorhandenen Deichkörpers, dadurch Materialersparnis • geringe Inanspruchnahme weiterer Flächen durch die Deichaufstandsfläche • im Vergleich zum Neubau erheblich geringere Herstellungskosten 	<ul style="list-style-type: none"> • örtliche Probleme mit der Tragfähigkeit des Untergrundes • örtliche Einschränkung der baulichen Möglichkeiten aufgrund von Konflikten mit vorhandenen Nutzungen
zweite Deichlinie = Wiedernutzung vorhandener zweiter Deichlinien (Schlafdeiche); gezielte Neuanlage von Deichen, z. B. zum Schutz von Einzelobjekten	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzierung des Risikopotenzials im Falle eines Deichversagens 	<ul style="list-style-type: none"> • ggf. umfangreiche Eingriffe in Natur und Landschaft • ggf. hoher Kostenaufwand • ungleiche Verteilung des Risikos
Deichrückverlegung = Entfernung/Schleifung ausgewählter Strecken einer vorhandenen Deichlinie, um diese zu verkürzen bzw. um Überflutungsflächen zur Reduzierung von Sturmflutscheiteln zu schaffen – siehe auch Sturmflutentlastungspolder	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzierung der Unterhaltungskosten infolge einer kürzeren Deichstrecke • Rückgewinnung von bzw. Erhalt neuer Vorlandflächen • Absenkung von Sturmflutscheiteln, so dass u. U. eine erforderliche Deicherhöhung entfallen kann 	<ul style="list-style-type: none"> • umfangreiche Eingriffe in Natur und Landschaft • hohe Herstellungskosten • eingeschränkte Wirksamkeit bei Kettentiden
Sturmflutentlastungspolder = Anlage von Fluträumen entlang des Ästuars, z. B. durch Absenken der vorhandenen Deichlinie und Errichtung von Schöpfwerken zur gezielten Flutung während und Entleerung nach einer Sturmflut	<ul style="list-style-type: none"> • Absenkung von Sturmflutscheiteln, so dass u. U. eine erforderliche Deicherhöhung entfallen kann • Rückgewinnung von bzw. Erhalt neuer Vorlandflächen 	<ul style="list-style-type: none"> • hohe Herstellungskosten (u. a. für die Herstellung der die Fluträume umgebenden Deiche, so dass das weitere Hinterland nicht überflutet wird) • eingeschränkte Wirksamkeit bei Kettentiden • Konflikte mit vorhandenen Nutzungen und hinsichtlich der Akzeptanz einer solchen Maßnahme sind zu erwarten

Tab. 8: Übersicht möglicher Küstenschutzkonzepte für Ästuare und deren Vor- und Nachteile
 Quelle: eigene Darstellung, verändert nach Liebermann 2004: 5-6

<p>Anlage von Warften = Errichtung von Bauwerken auf erhöhtem Terrain</p>	<ul style="list-style-type: none"> • gezielter Objektschutz • Möglichkeit der ästhetischen Gestaltung der Schutzmaßnahme in Verbindung mit dem Bauwerk 	<ul style="list-style-type: none"> • erhöhte Baukosten für das Bauwerk, da i. d. R. Finanzierung/Beteiligung der Schutzmaßnahme durch den privaten Nutzer erforderlich ist • nur gezielter Objektschutz; Methode i. d. R. nur in Verbindung mit anderen Schutzmethoden geeignet • Anwendung der Methode ist i. d. R. nur bei Neubauten möglich
<p>Großsperwerke = Anlage von Sturmflutsperrwerken, i. d. R. im Mündungsbereich der Ästuarie</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Verkürzung der Deichlinie → reduzierte Unterhaltungskosten infolge einer kürzeren Deichstrecke • schnelle Verfügbarkeit der Schutzwirkung infolge kurzer Herstellungszeit, z. B. im Vergleich zur Dauer der Herstellung einer Deichlinie 	<ul style="list-style-type: none"> • umfangreiche Eingriffe in Natur und Landschaft • Konflikte hinsichtlich der Akzeptanz einer solchen Maßnahme sind zu erwarten



Die Forschungsergebnisse des KRIM¹¹-Projektes im Jade-Weser-Raum haben gezeigt, dass die kurz- und mittelfristige Anpassung des Küstenschutzes an den Meeresspiegelanstieg durch die Fortsetzung der gegenwärtigen Verteidigungsstrategie (Deicherhöhungen und -verstärkungen) realisiert werden kann, wobei allerdings eine entsprechende Erhöhung der finanziellen Ressourcen erforderlich ist. Diese Strategie besitzt das aus heutiger Sicht günstigste Kosten-Nutzen-Verhältnis und stößt auf die größte Akzeptanz in der Bevölkerung und den Fachverwaltungen.

Abb. 15: Mögliche Lage von Sturmflutentlastungspoldern im Unterweserbereich
Quelle: von Lieberman et al. 2004: 247



Die Methode der Deicherhöhung wird sich sehr wahrscheinlich jedoch nicht beliebig fortsetzen lassen. So reicht die derzeitige Deichlinie im Bereich des Weserästuars teilweise sehr nah an die bestehende Bebauung heran (z. B. in den Städten Bremerhaven, Bremen, Nordenham, Brake, Elsfleth), was zu Raumnutzungskonflikten mit einer sich im Zuge einer Deicherhöhung vergrößernden Deichaufstandsfläche führen kann. Diesem Problem kann zwar konstruktiv, z. B. durch den Einsatz von Spundwänden auf der Deichkrone, begegnet werden, allerdings sind damit erhebliche Kosten verbunden. Ein weiteres Problem sind die in einigen Bereichen (z. B. östlicher Jadebusen) schwierigen Baugrundverhältnisse, die bei einer weiteren Deicherhöhung keine ausreichende Tragfähigkeit der Bauwerke mehr gewährleisten und somit ebenfalls aufwändige und kostenintensive ingenieurtechnische Lösungen erforderlich machen.

Bei der Betrachtung einer eher langfristigen Entwicklungsperspektive des Küstenschutzes rücken im Hinblick auf die Prognosen zum Meeresspiegelanstieg neben der Verteidigungsstrategie folglich auch Anpassungsoptionen, wie die Errichtung zweiter Deichlinien oder die Schaffung von Sturmflutentlastungspoldern, in den Fokus (Abb. 15). Die genannten Maßnahmen können einerseits zur Begrenzung der nach einem Deichversagen überfluteten Fläche und damit zur Reduzierung des Risikopotenzials beitragen (zweite Deichlinien) und andererseits zur Absenkung von Sturmflutspitzen und einer daraus resultierenden Entlastung der Küstenschutzsysteme führen (Sturmflutentlastungspolder). Die Anpassungsstrategie stellt eine Weiterentwicklung des linienhaften zu einem flächenhaften bzw. raumbezogenen Küstenschutzkonzept dar.

Als weitere Option steht der Bau eines Sturmflutsperrwerks an der Wesermündung nördlich von Bremerhaven zur Diskussion. Im Schutzbereich eines solchen Sperrwerks würden die sturmflutgefährdeten Deichstrecken entlang der Unterweser flussaufwärts bis nach Bremen sowie die Sturmflutsperrwerke an Lesum, Ochtum und Hunte liegen. Auf diese Weise würden 130 km

Deichstrecke im inneren Weserästuar geschützt und deren zukünftige Erhöhung und Verstärkung entfallen. Allerdings müssten im Gegenzug die außerhalb liegenden Seedeiche im Land Wursten und in Butjadingen zusätzlich verstärkt und u. U. sogar ein weiteres Sperrwerk vor dem Jadebusen errichtet werden.

Die derzeitige im Generalplan Küstenschutz für Niedersachsen und Bremen festgelegte Küstenschutzstrategie strebt für alle Gebiete einen einheitlichen Schutzstatus an, der unabhängig von der Nutzung der geschützten Flächen (Ackerland oder Industriegebiet), von den geschützten Werten (Wohngebäude, Lagerhallen etc.) und von der Anzahl der im Schutz der Küstenschutzanlagen lebenden Personen erreicht werden soll. Ein Paradigmenwechsel von der Verteidigungsstrategie zu einer Anpassungsstrategie mit zweiten Deichlinien, Sturmflutentlastungspoldern und Deichrückverlegungen würde zur Entstehung von Gebieten mit höherem Risiko führen, wodurch völlig neue Nutzungskonzepte und –einschränkungen erforderlich würden. Aussagen zu raumplanerischen Zielsetzungen bezüglich Siedlungsbeschränkungen und Nutzungskombinationen (Landwirtschaft, Natur, Wasserspeicherung, Erholung, Sport) im Küstenbereich, Räumen für temporäre und dauerhafte Wasserspeicherung sowie einer ‚Wasserprüfung‘ zur Planungssteuerung, wie dies in der Raumordnungspolitik der Niederlande bereits vorgesehen ist, wären dann auch in Niedersachsen notwendig.



3.4.2 Flächenvorsorge für zukünftige Küstenschutzmaßnahmen

Der Anstieg des Meeresspiegels und die Zunahme von Sturmflutereignissen erfordern verstärkte Anstrengungen bei der Anpassung der Küstenschutzsysteme. Insbesondere die Freihaltung von Flächen für die Umsetzung von zukünftigen – möglicherweise auch raumbezogenen – Küstenschutzstrategien und –planungen sowie die Sicherstellung der Gewinnung von Klei für den Deichbau spielen dabei eine wesentliche Rolle.

Bei der Inanspruchnahme der zusätzlich erforderlichen Flächen kann es zu Konflikten zwischen Küstenschutz und verschiedenen anderen küstennahen Nutzungen kommen. So haben die Belange von Landwirtschaft, Tourismus, Häfen und Schifffahrt, Industrie und Gewerbe, Naturschutz und der städtebaulichen Entwicklung erhebliche Auswirkungen auf den Küstenschutz. Bei der Planung und Umsetzung von Küstenschutzmaßnahmen müssen diese konkurrierenden Nutzungsansprüche integriert werden, wobei der Schutz der Bevölkerung vor Sturmfluten bei der Abwägung konkurrierender Nutzungsansprüche höchste Priorität hat.

Für die Akzeptanz von Küstenschutzmaßnahmen und die Berücksichtigung der unterschiedlichen Interessen ist eine breite Abstimmung sowie Information und Kommunikation mit allen möglicherweise betroffenen Stellen und Privatpersonen hilfreich. Nicht nur wegen des steigenden Flächenbedarfs des Küstenschutzes sondern auch aufgrund ihrer interdisziplinären Koordinationsfunktion gewinnt die Raumplanung im integrierten Küstenzonenmanagement (IKZM) und im Teilbereich des Küstenschutzmanagements zunehmend an Bedeutung. Durch ein Raumordnungs- und Raumnutzungsmanagement kann im Sinne einer integrierten Gesamtplanung eine langfristige Schutz- und Nutzungskoordination der küstennahen Gebiete erfolgen, mit der der großen Herausforderung Rechnung getragen werden kann, langfristige Konzepte zu entwickeln, die den absehbaren, zukünftig höheren Raumbedarf des Küstenschutzes berücksichtigen.

11 KRIM = Klimawandel und präventives Risiko- und Küstenschutzmanagement an der deutschen Nordseeküste

3.4.2.1 Flächenvorsorge für die Verstärkung vorhandener bzw. zur Schaffung neuer Küstenschutzsysteme

Raumordnerische Flächenvorsorge

In den Grundsätzen der Raumordnung heißt es in § 2 Abs. 2 Nr. 6 Satz 5 ROG, dass an der Küste für den vorbeugenden Hochwasserschutz zu sorgen ist. Dieser Grundsatz wird vom LROP Niedersachsen 2008 konkretisiert und um die Forderung nach einer Sicherung des für den Küstenschutz erforderlichen Raumbedarfs ergänzt († siehe Tab. 9). Vor dem Hintergrund, auch zukünftig eine notwendige räumliche Flexibilität für die Umsetzung von Küstenschutzanlagen sicherzustellen, spielt die Freihaltung der dafür notwendigen Flächen von Bebauung und sonstigen nur schwer revidierbaren Nutzungen eine wesentliche Rolle.

Laut der Ministerkonferenz für Raumordnung (MKRO) erfordert die Anpassung an den Klimawandel neben Deichbau- und Deichsanierungsmaßnahmen auch die Entwicklung neuer Formen von – insbesondere auch raumbezogenen – Küstenschutzmaßnahmen. In diesem Sinne seien die Raumordnungspläne im Küstenbereich im Rahmen eines integrierten Küstenzonenmanagements (IKZM) zu überarbeiten und an die zukünftigen Klimafolgen anzupassen.

Auch das LROP Niedersachsen 2008 ist der Ansicht, dass es aus raumordnerischer Sicht angezeigt ist, den infolge des Klimawandels notwendigen alternativen Küstenschutz mit in den Fokus zu nehmen.

Da bislang noch keine oder nur geringe Erfahrungen in diesem Bereich vorliegen, ist die Erforschung, Entwicklung und Erprobung nachhaltiger, flächenhafter Küstenschutzstrategien in das LROP aufgenommen worden. (siehe Tab. 9)

Damit die für die Umsetzung von Deichbau- und Küstenschutzmaßnahmen erforderlichen Flächen – unabhängig davon, ob es sich dabei um die heutigen Maßnahmen oder um zukünftige, neu entwickelte Alternativen handelt – zur Verfügung stehen, müssen diese freigehalten und raumordnerisch gesichert werden. Aus diesem Grund fordert das LROP Niedersachsen 2008, dass die Regionalen Raumordnungsprogramme entsprechende Flächen vorsorgend sichern. (siehe Tab. 9)

Zwar gibt es bisher im niedersächsischen Landes-Raumordnungsprogramm keinen Vorrang- bzw. Vorbehaltsgebietstyp Küstenschutz, seit der Novellierung des LROP Niedersachsen im Jahre 2002 allerdings Vorrang- bzw. Vorbehaltsgebiete Hochwasserschutz. Eine Ausweitung auf den Küstenschutz auf Ebene der Regionalplanung ist zulässig. Damit verfügt die Raumordnung über ein gewichtiges Planungsinstrument für ein vorausschauendes, nachhaltiges Küstenschutzmanagement, mit dem die erforderlichen Flächen für zukünftige Küstenschutzmaßnahmen reserviert und freigehalten werden können. Auf diese Weise wäre es demnach möglich, bei einem längerfristig steigenden Meeresspiegel in bestimmten Gebieten u. U. auch die Siedlungsentwicklung zu beschränken.



Aussagen des LROP Niedersachsen 2008		Ziffer	Satz
Abschnitt 1.4: Integrierte Entwicklung der Küste, der Inseln und des Meeres			
Schutz der niedersächsischen Küste und der vorgelagerten Ostfriesischen Inseln vor Schäden durch Sturmfluten und Landverlust sowie Sicherung des erforderlichen Raumbedarfs	03	1-2	
Erforschung, Entwicklung und Erprobung alternativer Küstenschutzstrategien vor dem Hintergrund zu erwartender Klimaveränderungen	12		
Abschnitt 3.2.4: Wassermanagement, Wasserversorgung, Küsten- und Hochwasserschutz			
vorsorgende Sicherung von Flächen für Deichbau und Küstenschutzmaßnahmen im RROP	10	3	

Tab. 9: Zusammenstellung relevanter Aussagen und Inhalte des LROP Niedersachsen 2008 zur Flächenvorsorge für Küstenschutzmaßnahmen

Anmerkung: Die Anforderungen, die das LROP in diesem Zusammenhang an die zeichnerische Darstellung der Regionalen Raumordnungsprogramme (RROP) stellt und die eine Gebietsfestlegung mit einem durch das LROP vorgegebenen Planzeichen erforderlich machen, sind in Fettdruck hervorgehoben.

Bauleitplanerische Flächenvorsorge

Jede Deicherhöhung beansprucht zusätzlichen Raum, da mit der Erhöhung des Deiches zwangsläufig auch eine Verbreiterung der Deichbasis einhergeht. Dies führt bereits heute zu Konflikten zwischen den Belangen des Küstenschutzes und den Bereichen Naturschutz, Landwirtschaft sowie anderen Flächennutzungen, die sich im Hinblick auf den Anpassungsbedarf der Deiche an den Meeresspiegelanstieg noch verschärfen werden. Während Deicherhöhungen in Richtung Deichvorland aus naturschutzfachlichen Gründen zu vermeiden sind, können auch binnenseitige Deicherhöhungen zu Nutzungskonflikten führen, da entsprechende Flächen bereits durch Bebauung (z. B. Wohnbau- und Industrieflächen) oder Infrastrukturanlagen (z. B. Hafenanlagen, Straßen) genutzt werden.

Aus diesem Grund ist insbesondere in Siedlungsgebieten mit begrenzten räumlichen Verhältnissen auch eine vorausschauende und langfristige Berücksichtigung der Erfordernisse des Küstenschutzes in der Bauleitplanung von wesentlicher Bedeutung, etwa über die Darstellung bzw. Festsetzung von Flächen für den Hochwasserschutz bzw. für Hochwasserschutzanlagen in Flächennutzungs- und Bebauungsplänen nach § 5 Abs. 2 Nr. 7 bzw. § 9 Abs. 1 Nr. 16 BauGB.



3.4.2.2 Flächenvorsorge für die Kleigewinnung

Die Probleme der Kleigewinnung für Deichbaumaßnahmen werden die räumliche Planung in der Unterweserregion in Zukunft vor größere Herausforderungen stellen. Unabhängig von der grundsätzlichen zukünftigen Küstenschutzstrategie werden die Mengenanforderungen an Klei und auch Sand bei Küstenbaumaßnahmen deutlich zunehmen. Sowohl für die Verteidigungsvariante, bei der weitere Deicherhöhungen aufgrund von Sackungen und beschleunigtem Meeresspiegelanstieg nötig werden, als auch für die Anpassungs- bzw. Rückzugsvariante, bei der hinter der Hauptdeichlinie eine zweite Deichlinie errichtet bzw. verstärkt wird, werden große Mengen an Baumaterial benötigt.

Laut der 2006 überarbeiteten *Zehn Grundsätze für einen effektiveren Küstenschutz* sind Kleientnahmen jetzt grundsätzlich auch wieder im Deichvorland möglich. Dies ist allerdings nach den Vorgaben des Niedersächsischen Umweltministeriums nur dann der Fall, wenn die erforderliche Abwägung der ökologischen, bautechnischen und wirtschaftlichen Belange ergeben hat, dass Kleientnahmen im Deichvorland aus überwiegenden wirtschaftlichen oder bautechnischen Gründen notwendig sind. Dabei ist die Entnahme so zu gestalten, dass die Voraussetzungen für eine positive Entwicklung der biologischen Vielfalt geschaffen werden. Nach derzeitigem Stand sind die benötigten Mengen an Klei allerdings weiterhin in erster Linie im Binnenland zu gewinnen, was zu Konflikten mit anderen Raumnutzungen führt.

Um solchen Raumnutzungskonflikten vorzubeugen und eine möglichst langfristige Kleigewinnung sicherzustellen, sind entsprechende Kleivorkommen im Küstenraum zu validieren und mit raumordnerischen Mitteln zu sichern.

Das LROP Niedersachsen 2008 sieht deshalb vor, bei allen raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen im deichnahen Bereich die Belange der Kleigewinnung zu berücksichtigen (siehe Tab. 10). Das Raumordnungskonzept für das niedersächsi-

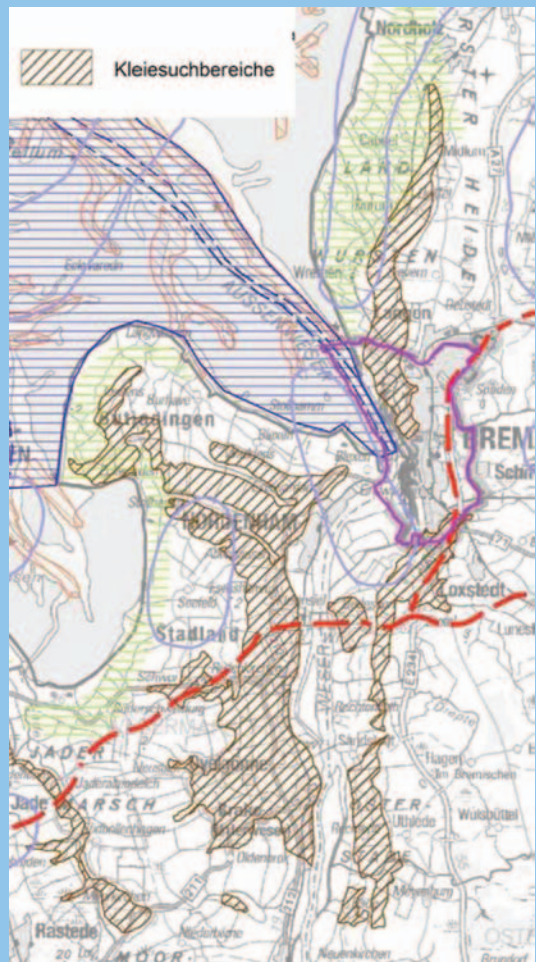


Abb. 16: Kleisuchbereiche in der Unterweserregion nach den Darstellungen des ROKK, Quelle: ML 2005: Ausschnitt aus Karte 2 (Nutzungsabsichten)

sche Küstenmeer¹² (ROKK) konkretisiert den Begriff ‚deichnaher Bereich‘ auf ein Gebiet bis ca. 10 km Entfernung vom Deich.

Laut LROP Niedersachsen 2008 ist es Aufgabe der Regionalplanung, neben der Konkretisierung der Vorrangfeststellungen von Flächen zur Rohstoffgewinnung im Landes-Raumordnungsprogramm auch regional bedeutsame Rohstoffvorkommen (wie z. B. Klei) als Vorrang oder Vorbehaltsgebiete

¹² Das ROKK formuliert unterhalb der förmlichen und rechtsverbindlichen Ebene des Landes-Raumordnungsprogramms und der Regionalen Raumordnungsprogramme der Küstenlandkreise übergreifend für das gesamte niedersächsische Küstenmeer rechtlich unverbindliche raumordnerische Aussagen.

Rohstoffgewinnung in den Regionalen Raumordnungsprogrammen zu sichern (siehe Tab. 10). Dies gilt insbesondere für Lagerstätten geringerer Größe (kleiner als 25 ha) und für solche Rohstoffvorkommen, die aufgrund ihrer Qualität und Verfügbarkeit zusätzlich für die längerfristige regionale Bedarfsdeckung – insbesondere von Massenrohstoffen – in Betracht kommen.

In den Karten 2 (Nutzungsabsichten) und 3 (Raumbedeutsame Belange/ROKK-Zielsetzungen) des ROKK sind Kleisuchbereiche dargestellt (siehe Abb. 16), die unter Berücksichtigung weiterer Belange, wie z. B. Naturschutz, Siedlungsentwicklung, Ver-

kehr und Tourismus, in weiteren Planungsschritten zu konkretisieren sind. Des Weiteren sieht das ROKK vor, dass die Entnahme von mineralischen Rohstoffen (Sand, Kies, Steine, Ton, Klei) zukünftig auf der Grundlage eines integrierten abgestimmten Abbaukonzepts erfolgen soll, das auch die Frage klärt, ob und unter welchen Rahmenbedingungen aus ökonomischen und ökologischen Gründen Entnahmen vorrangig im Land- oder im Meeresbereich vorgenommen werden sollen.

In diesem Zusammenhang ist es sinnvoll, Konzepte für eine Folgenutzung von Kleientnahmegebieten zu entwickeln.

Aussagen des LROP Niedersachsen 2008	Ziffer	Satz
Abschnitt 1.4: Integrierte Entwicklung der Küste, der Inseln und des Meeres		
Berücksichtigung der Belange der Kleigewinnung bei allen raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen im deichnahen Bereich	03	4
Abschnitt 3.2.2: Rohstoffgewinnung		
Festlegung von Vorranggebieten und Vorbehaltsgebieten Rohstoffgewinnung von regionaler Bedeutung in den RROP auf Grundlage der aktuellen Rohstoffsicherungskarten in einem Umfang, der zusammen mit den im LROP festgelegten Vorranggebieten Rohstoffgewinnung eine langfristige Bedarfsdeckung sichert	06	

Tab. 10: Zusammenstellung relevanter Aussagen und Inhalte des LROP Niedersachsen 2008 zur Flächenvorsorge für die Kleigewinnung

Anmerkung: Die Anforderungen, die das LROP in diesem Zusammenhang an die zeichnerische Darstellung der Regionalen Raumordnungsprogramme (RROP) stellt und die eine Gebietsfestlegung mit einem durch das LROP vorgegebenen Planzeichen erforderlich machen, sind in Fettdruck hervorgehoben.



Abkürzungsverzeichnis

A1B	Höheres Emissions-Szenario des IPCC
B1	Niedriges Emissionsszenario des IPCC
B-Plan	Bebauungsplan
BauGB	Baugesetzbuch
BauNVO	Baunutzungsverordnung
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
BremLBO	Bremische Landesbauordnung
BremWG	Bremisches Wassergesetz
CLM	Climate Local Model
CO2	Kohlendioxid
DAS	Deutsche Anpassungsstrategie
EAG-Bau	Europarechtsanpassungsgesetz-Bau
EU	Europäische Union
EUHWRMRL	Europäische Wasserrechtsrahmenrichtlinie
FNP	Flächennutzungsplan
FSME	Frühsommer-Meningoenzephalitis
HQ	höchste Abflussmenge innerhalb eines Beobachtungszeitraums
HSPL	Hochwasserschutzplan/pläne
HWRMRL	Hochwasserrisikomanagementrichtlinie
IKZM	Integriertes Küstenzonenmanagement
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
KLIMU	Klimaänderung und Unterweserregion
KRIM	Klimawandel und präventives Risiko- und Küstenschutzmanagement
LAWA	Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
LK	Landkreis
LROP	Landesraumordnungsprogramm
MKRO	Ministerkonferenz für Raumordnung
MPI	Max-Planck Institut
MThw	Mitteltidehochwasser
NA-Modell	Niederschlags-Abflussmodell
NBauO	Niedersächsische Bauordnung
NLWKN	Niedersächsisches Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
NN	Normal-Null
NROG	Niedersächsisches Gesetz über Raumordnung und Landesplanung
NWG	Niedersächsisches Wassergesetz
REMO	regionales Klimamodell
ROG	Raumordnungsgesetz
ROKK	Raumordnungskonzept für das niedersächsische Küstenmeer
RROP	Regionales Raumordnungsprogramm
SächsWG	Sächsisches Hochwasserschutzrecht
SGA	Service Gruppe Anpassung
SUP	Strategische Umweltprüfung
SUPG	Gesetz zur Strategischen Umweltprüfung
UBA	Umweltbundesamt
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
UVPG	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung
WBGU	Wissenschaftlicher Beirat für Globale Umweltveränderungen
WETTREG	statistische Regionalisierungsmodell
WHG	Wasserhaushaltsgesetz



Tabellenverzeichnis

- Tab. 1 Zusammenstellung relevanter Aussagen des LROP Niedersachsen 2008 zur Sicherung von Freiräumen zur Erfüllung klimatischer Funktionen - [Seite 33](#)
- Tab. 2 Zusammenstellung relevanter Aussagen des LROP Niedersachsen 2008 zum Ausbau des Biotopverbunds - [Seite 35](#)
- Tab. 3 Zusammenstellung relevanter Aussagen des LROP Niedersachsen 2008 zur Anpassung an die Veränderungen des Wasserhaushalts - [Seite 36](#)
- Tab. 4 Zusammenstellung bauleitplanungs- und bauordnungsrechtlicher Möglichkeiten zur Anpassung ansteigende Temperaturen und häufigere Hitzeperioden - [Seite 40](#)
- Tab. 5 Zusammenstellung bauleitplanungs- und bauordnungsrechtlicher Möglichkeiten zur Anpassung an häufigere und stärkere Extremniederschläge - [Seite 44](#)
- Tab. 6 Zusammenstellung relevanter Aussagen des LROP Niedersachsen 2008 zur Umsetzung von Maßnahmen des Hochwasserschutzes - [Seite 55](#)
- Tab. 7 Zusammenstellung der bauleitplanungs- und bauordnungsrechtlichen Möglichkeiten zur Umsetzung von Maßnahmen zum Hochwasserschutz - [Seite 57](#)
- Tab. 8 Übersicht möglicher Küstenschutzkonzepte für Ästuare und deren Vor- und Nachteile - [Seite 60](#)
- Tab. 9 Zusammenstellung relevanter Aussagen und Inhalte des LROP Niedersachsen 2008 zur Flächenvorsorge für Küstenschutzmaßnahmen - [Seite 65](#)
- Tab. 10 Zusammenstellung relevanter Aussagen und Inhalte des LROP Niedersachsen 2008 zur Flächenvorsorge für die Kleigewinnung - [Seite 67](#)



Quellenverzeichnis

Literaturquellen

- Bahlburg, Cord Heinrich (2003): Klimaänderungen und die Aufgaben der räumlichen Planung. Welchen Beitrag kann die räumliche Planung zu einem raumorientierten Risikomanagement in Technik und Umwelt, insbesondere im Hinblick auf eine Klimaänderung leisten? Erfahrungen aus Berlin-Brandenburg. In: Karl, Helmut / Pohl, Jürgen (Hrsg.): Raumorientiertes Risikomanagement in Technik und Umwelt – Katastrophenvorsorge durch Raumplanung. Forschungs- und Sitzungsberichte, Band 220. Hannover: Verlag der ARL: 132-153
- Bauriedl, Sybille / Baasch, Stefanie / Winkler, Matthias (2008): Die klimagerechte europäische Stadt? Siedlungsstrukturen, städtischer Lebensstandard und Klimaveränderungen. In: RaumPlanung, Heft 137, 04/2008: 67-71
- BSU – Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt Freie und Hansestadt Hamburg (2006): Dezentrale naturnahe Regenwasserbewirtschaftung. Hamburg
• http://www.hamburgwasser.de/html/img/pool/broschuere_dezentrale_naturnahe_regenwasserbewirtschaftung.pdf; 17.09.2008
- Deutscher Wetterdienst (2008): Mitteilung vom 22.09.2008
- Deutscher Wetterdienst (2008): Klimastatusbericht 2007 des Deutschen Wetterdienstes
- Endlicher, Wilfried / Kress, Andreas (2008): „Wir müssen unsere Städte neu erfinden“ – Anpassungsstrategien für Stadtregionen. In: Informationen zur Raumentwicklung; Heft 6/7.2008: 437-445
- Ernst, Werner / Bielenberg, Walter / Zinkahn, Willy / Krautzberger, Michael (2007): Baugesetzbuch – Kommentar. München: Beck
- Fleischhauer, Mark / Bornefeld, Benjamin (2006): Klimawandel und Raumplanung – Ansatzpunkte der Raumordnung und Bauleitplanung für den Klimaschutz und die Anpassung an den Klimawandel. In: Raumforschung und Raumordnung, Heft 3/2006, 64. Jahrgang: 161-171
- Garrelts, Heiko / Lange, Hellmuth / Flitner, Michael (2008): Anpassung an den Klimawandel: Siedlungsplanung in Flussgebieten – Wandel und Herausforderungen im Politikfeld Hochwasserschutz. In: RaumPlanung, Heft 137, 04/2008: 72-76
- Greiving, Stefan / Fleischhauer, Mark (2008): Raumplanung: in Zeiten des Klimawandels wichtiger denn je! In: RaumPlanung, Heft 137, 04/2008: 61-66
- Heiland, Stefan / Kowarik, Ingo (2008): Anpassungserfordernisse des Naturschutzes und seiner Instrumente an den Klimawandel und dessen Folgewirkungen. In: Informationen zur Raumentwicklung, Heft 6/7.2008: 415-422
- Hoffmann, B. / Meckelburg, M. / Meinken, M. (2005): Folgen einer Klimaänderung für den Grund- und Bodenwasserhaushalt der Unterwesermarsch. In: Schuchardt, Bastian / Schirmer, Michael (Hrsg.): Klimawandel und Küste. Die Zukunft der Unterweserregion. Umweltnatur- und Umweltsozialwissenschaften, Springer, Berlin, Heidelberg, New York: 103-137
- Jacob, Daniela / Göttel, Holger / Kotlarski Sven; Lorenz Philip; Sieck, Kevin (2008): Klimaauswirkungen und Anpassung in Deutschland – Phase 1: Erstellung regionaler Klimaszenarien für Deutschland Climate Change Nr. 11/2008, Umweltbundesamt
- Jeschke, Andreas (2004): Raumplanung als vorsorgendes Instrument im Küstenschutzmanagement. Master-Thesis an der Carl-von-Ossietzky-Universität Oldenburg. Oldenburg
- Jonas, Martin / Staeger, Tim / Schönwiese, Christian-Dietrich (2005): Wahrscheinlichkeiten für das Eintreten von Extremereignissen durch Klimaänderungen – Schwerpunkt Deutschland, Institut für Atmosphäre und Umwelt der Universität Frankfurt/Main Arbeitsgruppe Klimaforschung
- Kaiser, Mathias (2004): Naturnahe Regenwasserbewirtschaftung als Baustein einer nachhaltigen Siedlungsentwicklung – demonstriert mithilfe der Entwicklung und Umsetzung von Modellprojekten. Dissertation, Universität Dortmund

Köck, Wolfgang (2007): Klimawandel und Recht – Adaption an Klimaänderungen: Auswirkungen auf den Hochwasserschutz, die Bewirtschaftung der Wasserressourcen und die Erhaltung der Artenvielfalt. In: Zeitschrift für Umweltrecht, H. 9/2007: 393-400

Kraft, D. / Osterkamp, S. / Schirmer, M. (2005): Ökologische Folgen eines Klimawandels für die Unterweser und ihre Marsch. In: Schuchardt, Bastian / Schirmer, Michael (Hrsg.): Klimawandel und Küste. Die Zukunft der Unterweserregion. Umweltnatur- und Umweltsozialwissenschaften, Springer, Berlin, Heidelberg, New York: 167-188

Kropp, Jürgen P. / Daschkeit, Achim (2008): Anpassung und Planungshandeln im Licht des Klimawandels. In: Informationen zur Raumentwicklung, Heft 6/7.2008: 353-361

LAWA – Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (Hrsg.) (2004): Instrumente und Handlungsempfehlungen zur Umsetzung der Leitlinien für einen zukunftsweisenden Hochwasserschutz. Düsseldorf
• <http://www.lawa.de/pub/kostenlos/hwnw/InstrumenteHochwasserschutzDruck.pdf>; 05.09.2008

Löw, Matthias (o. J.): EU-Hochwasserrisikomanagementrichtlinie – Umsetzung in Deutschland aus Sicht der LAWA
• http://cdl.niedersachsen.de/blob/images/C49489469_L20.pdf; 26.09.2008

Mandscheid, R., U. Schenk, S. Burkart, S. Obenauf, H. J. Weigel (1997): Photosyntheserate und pflanzeninterne Biomasseverlagerung bei Weidelgras (*Lolium perenne*) in Abhängigkeit von der Stickstoff- und CO₂-Versorgung. In: Overdieck D, Forstreuter M (Hrsg): Landschaft und Umweltforschung, Nr. 107, S. 23-32

Maniak, U. / Wehrauch, A. / Riedel, G (2005): Die wasserwirtschaftliche Situation in der Unterwesermarsch unter der Einwirkung einer Klimaänderung. In: Schuchardt, Bastian / Schirmer, Michael (Hrsg.): Klimawandel und Küste. Die Zukunft der Unterweserregion. Umweltnatur- und Umweltsozialwissenschaften, Springer, Berlin, Heidelberg, New York: 79-102

MKRO – Ministerkonferenz für Raumordnung (2008): Räumliche Konsequenzen des Klimawandels. Eckpunktetpapier des Hauptausschusses zum Beschluss der Ministerkonferenz für Raumordnung am 29. April 2008 in Stuttgart

ML – Niedersächsisches Ministerium für den ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz – Regierungsvertretung Oldenburg – Landesentwicklung, Raumordnung (Hrsg.) (2005): Raumordnungskonzept für das niedersächsische Küstenmeer. Stand 2005

ML – Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung (Hrsg.) (2008): Landes-Raumordnungsprogramm Niedersachsen 2008. Hannover

MU – Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz (2006): Entwicklung der Zehn Grundsätze für einen effektiveren Küstenschutz
• http://cdl.niedersachsen.de/blob/images/C25849169_L20.pdf; 25.10.2008

Müller, Michael / Fuentes, Ursula / Kohl, Harald (2007): Der UN-Weltklimareport, Verlag Kiepenheuer & Witsch

Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz (2008): Der Klimawandel als Herausforderung für Staat und Gesellschaft, Hannover

Niedersächsisches Umweltministerium (Hrsg.) (2004): Hochwasserschutz – Überschwemmungsgebiete in Niedersachsen. Hannover
• http://cdl.niedersachsen.de/blob/images/C7788807_L20.pdf; 05.09.2008

NLWKN – Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (Hrsg.) (2005): Hochwasserschutz in Niedersachsen.
• http://cdl.niedersachsen.de/blob/images/C14966827_L20.pdf; 05.09.2008

NLWK – Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (Hrsg.) (2007): Generalplan Küstenschutz Niedersachsen/ Bremen – Festland. Norden

Osenberg, Hanno (2007): Der Klimawandel – ein brisantes Thema für Politik, Raumplanung und Forschung. In: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) / Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (Hrsg.): Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel. Dokumentation der Fachtagung am 30. Oktober 2007 im Umweltforum Berlin. Bonn, Berlin: 7-8

Overbeck, Gerhard / Hartz, Andrea / Fleischhauer, Mark (2008): Ein 10-Punkte-Plan „Klimaanpassung“ – Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel im Überblick. In: Informationen zur Raumentwicklung, Heft 6/7.2008: 363-380

Probst, B. (1994): Küstenschutz 2000 - Neuere Küstenschutzstrategien erforderlich? In: Wasser und Boden, Jg. 46, H. 11

Rahmstorf, Stefan (2007): A semi-empirical approach to projecting future sea-level rise. Science 315, 368-370.

Rahmsdorf, S. (2007): Der Anstieg des Meeresspiegels; in: Müller, M. / Fuentes, U. / Kohl, H. (Hrsg.): Der UN-Weltklimareport, Verlag Kiepenheuer & Witsch, 440 Seiten

Rahmsdorf, Stefan / Richardson, Katherine (2007): Wie bedroht sind die Ozeane? Biologische und physikalische Aspekte, Fischer Verlag

Ritter, Ernst-Hasso (2007): Klimawandel – eine Herausforderung an die Raumplanung. In: Raumforschung und Raumordnung, Heft 6/2007, 65. Jahrgang: 531-538

Rosenhagen, G. (2007): Extreme Sturmfluten an den deutschen Küsten, in Deutscher Wetterdienst, Klimastatusbericht 2007

SBU – Senator für Bau und Umwelt, Freie Hansestadt Bremen (Hrsg.) (2003): Hochwasserschutz im Land Bremen. Bericht des Senats zur Hochwasserschutzsituation im Land Bremen und Folgerungen anlässlich der Flutkatastrophe an der Elbe im August 2002. Bremen
• <http://www.safecoast.org/editor/databank/File/hochwasserschutz%20im%20land%20Bremen.pdf>; 02.10.2008

Schirmer, Michael / Wittig, Stefan (2007): Auswirkungen des Klimawandels auf Natur und Gesellschaft in der Unterweserregion. Werkstattbericht Nr. 1 zum Projekt „KlimaWandel Unterweser – informieren, erkennen, handeln“. Bremen

Schlipf, Sonja / Herlitzius, Lena / Frommer, Birte (2008): Regionale Steuerungspotenziale zur Anpassung an den Klimawandel – Möglichkeiten und Grenzen formeller und informeller Planung. In: RaumPlanung, Heft 137, 04/2008: 77-82

Schönwiese, Christian-D. / Janoschitz, Reinhard (2008): Klima-Trendatlas Deutschland 1901-2000, Berichte des Instituts für Atmosphäre und Umwelt der Universität Frankfurt/Main Nr.4, 2. aktualisierte Auflage 2008

Schuchardt, Bastian / Wittig, Stefan / Schirmer, Michael (2008): Klimawandel und Ästuare – Perspektiven für den Naturschutz. WWF Deutschland, Frankfurt am Main

Schuchardt, Bastian / Schirmer, Michael (Hrsg.) (2007): Land unter? Klimawandel, Küstenschutz und Risikomanagement in Nordwestdeutschland: die Perspektive 2050. oekom Verlag, München: 243.

Schuchardt, Bastian / Schirmer, Michael (2006): Klimawandel und Küste: Zeit zur Anpassung?!.- In: BSH (Hrsg.) Meeresumwelt-Symposium 2005 (Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie): 81-92.

Schuchardt, Bastian / Schirmer, Michael (2005): (Hrsg.): Klimawandel und Küste. Die Zukunft der Unterweserregion. Springer-Verlag, Heidelberg, 341 S.

Spekat, Arne / Enke, Wolfgang / Kreienkamp, Frank (2007): Neuentwicklung von regional hoch aufgelösten Wetterlagen für Deutschland und Bereitstellung regionaler Klimaszenarios auf der Basis von globalen Klimasimulationen mit dem Regionalisierungsmodell WETTREG auf der Basis von globalen Klimasimulationen mit ECHAM5/MPI-OM T63L31 2010 bis 2100 für die SRES-Szenarios B1, A1B und A2, Teilbericht, Umweltbundesamt

Strauß, Christian (2008): Integrative und kooperative Steuerung im klimatischen Wandel – Zur Kopplung neuer Planungsaufgaben mit dem Stadtumbau. In: RaumPlanung, Heft 137, 04/2008: 88–92
Umweltbundesamt, Hrsg. (2008): Themenblatt Anpassung an Klimaänderung in Deutschland, Küstenschutz und Raumplanung, Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung (KomPass), Stand: Dezember 2008

Umweltbundesamt (Hrsg.) (2007): Hintergrundpapier „Neue Ergebnisse zu regionalen Klimaänderungen“. Das statistische Regionalisierungsmodell WETTREG. Dessau

Umweltbundesamt (2007): Neue Ergebnisse zu regionalen Klimaänderungen. Hintergrundpapier, 27 S.
• <http://www.umweltbundesamt.de/uba-infopresse/2007/pd07-002.htm>, 12.01.2007

Umweltbundesamt (2006a): Künftige Klimaänderungen in Deutschland – nationale Projektionen für das 21. Jahrhundert. Hintergrundpapier April 2006, aktualisiert im September 2006

Umweltbundesamt (2006b): Hintergrundpapier „Anpassung an Klimaänderungen in Deutschland“ Regionale Szenarien und nationale Aufgaben Oktober 2006
Dessau, Oktober 2006

Umweltbundesamt (2005): Berechnung der Wahrscheinlichkeit für das Eintreten von Extremereignissen durch Klimaänderungen – Schwerpunkt Deutschland. 2005. Dessau

von Lieberman, Nicole (2002): Küstenschutz: Bisherige und zukünftige Maßnahmen. In: Lozán, José L. / Rachor, Eike / Reise, Karsten / Sündermann, Jürgen / von Westernhagen, Hein (Hrsg.): Warnsignale aus Nordsee & Wattenmeer – eine aktuelle Umweltbilanz: 360–363

von Lieberman, Nicole (2004): Küstenschutzmanagement an der Unterweser – Entwicklung vorausschauender Küstenschutzstrategien. Proceedings zur Konferenz „Klimaänderung und Küstenschutz“, Universität Hamburg

• http://www.tu-harburg.de/wb/mitarbeiter/lieberman/veroeffentlichungen/65_KLIKU_2004.pdf; 25.08.2008

von Liebermann, Nicole / Grabemann, Iris / Müller, Agmar / Osterkamp, Susanne (2004): Vergleichende Abschätzung von Effektivität und Nebenwirkungen verschiedener Reaktionsvarianten des Küstenschutzes an der Unterweser gegenüber einer Klimaänderung. In: Schirmer, Michael / Schuchardt, Bastian (Hrsg.): Klimawandel und Küste – Die Zukunft der Unterweserregion. Springer: 243–254

WAR – Institut WAR, TU Darmstadt (Hrsg.) (2008): Schritte zur Anpassung an die Klimafolgen – Step No. 2: Checkliste & Merkblätter. Veröffentlichung der Themengruppe Bauwirtschaft, Wasserwirtschaft und Planung im Rahmen des Projektes KLARA-Net (Netzwerk zur KLimaAdaption in der Region Starkenburg). Darmstadt

• http://www.iwar.bauing.tu-darmstadt.de/umwr/Deutsch/forschung/KlaraNet/Checkliste_Bauwirtschaft.pdf; 05.09.2008

WBGU (2006): Die Zukunft der Meere – zu warm, zu hoch, zu sauer, Sondergutachten Wissenschaftliche Berat für Globale Umweltveränderungen, Berlin

Wittig, S., A. Elsner, W. Elsner, D. P. Eppel, I. Grabemann, H.-J. Grabemann, D. Kraft, S. Mai, V. Meyer, C. Otte, M. Schirmer, B. Schuchardt, I. Yu & C. Zimmermann (2007a): Der beschleunigte Meeresspiegelanstieg und die Küstenschutzsysteme: Ergebnisse der erweiterten Risikoanalyse. In: Schuchardt, B. & M. Schirmer (Hrsg.): Land unter? Klimawandel, Küstenschutz und Risikomanagement in Nordwestdeutschland: die Perspektive 2050. oekom-Verlag, München, S. 93–113

Zebisch et al. (2005): Klimawandel in Deutschland – Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme. Umweltbundesamt, Climate Change 08/05 (UFOPLAN 201 41 253). Dessau

Internetquellen

Website BBR – Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung: Strategie zur Reduzierung der Bodenversiegelung

- http://www.bbr.bund.de/cIn_005/nn_36558/DE/ForschenBeraten/Stadtentwicklung/StadtentwicklungDeutschland/NachhaltigeStadtentwicklung/StrategienIndikatoren/05__Handlungsfeld__Boden.htm#doc79242bodyText5

Website BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: 5-Punkte-Programm der Bundesregierung – Arbeitsschritte zur Verbesserung des vorbeugenden Hochwasserschutzes

- <http://www.bmu.de/gewaesserschutz/doc/3114.php>; 19.09.2008

Website NLWKN – Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz – Hochwasserschutz: Eine Aufgabe für Gegenwart und Zukunft

- http://www.nlwkn.niedersachsen.de/master/C6634316_N5507546_L20_DO_I5231158.html; 02.09.2008

Website Städtebauliche Klimafibel – Städtebauliche Klimafibel Online

- <http://www.staedtebauliche-klimafibel.de/index-1.htm>; 30.08.2008

Gesetze, Verordnungen und Richtlinien

BauGB – Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. September 2004 (BGBl. I S. 2414), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 21. Dezember 2006 (BGBl. I S. 3316)

BauNVO – Baunutzungsverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. Januar 1990 (BGBl. I S. 132), geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 22. April 1993 (BGBl. I S. 466)

BNatSchG – Bundesnaturschutzgesetz vom 25. März 2002 (BGBl. I S. 1193), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 8. April 2008 (BGBl. I S. 686)

BremLBO – Bremische Landesbauordnung in der Fassung vom 27. März 1995 (Brem.GBl. S. 211 – 2130-d-1a), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Zweiten Gesetzes zur Bereinigung des bremischen Rechts vom 21. November 2006 (Brem.GBl. S. 457)

BremWG – Bremisches Wassergesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 24. Februar 2004 (Brem.GBl. S. 45), geändert am 14. Dezember 2004 (Brem.GBl. S. 595)

EU-Hochwasserrisikomanagementrichtlinie – Richtlinie 2007/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken

NBauO – Niedersächsische Bauordnung in der Fassung vom 10. Februar 2003, zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 12. Juli 2007 (Nds. GVBl. S. 324)

NROG – Niedersächsisches Gesetz über Raumordnung und Landesplanung in der Fassung vom 7. Juni 2007 (Nds. GVBl. S. 223)

NWG – Niedersächsisches Wassergesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 25. Juli 2007 (Nds. GVBl. S. 345)

ROG – Raumordnungsgesetz vom 22. Dezember 2008 (BGBl. I S. 2986)

Verordnung über die Gewässer und Gewässerabschnitte, bei denen durch Hochwasser nicht nur geringfügige Schäden entstanden oder zu erwarten sind vom 26. November 2007 (Nds. GVBl. S. 669)

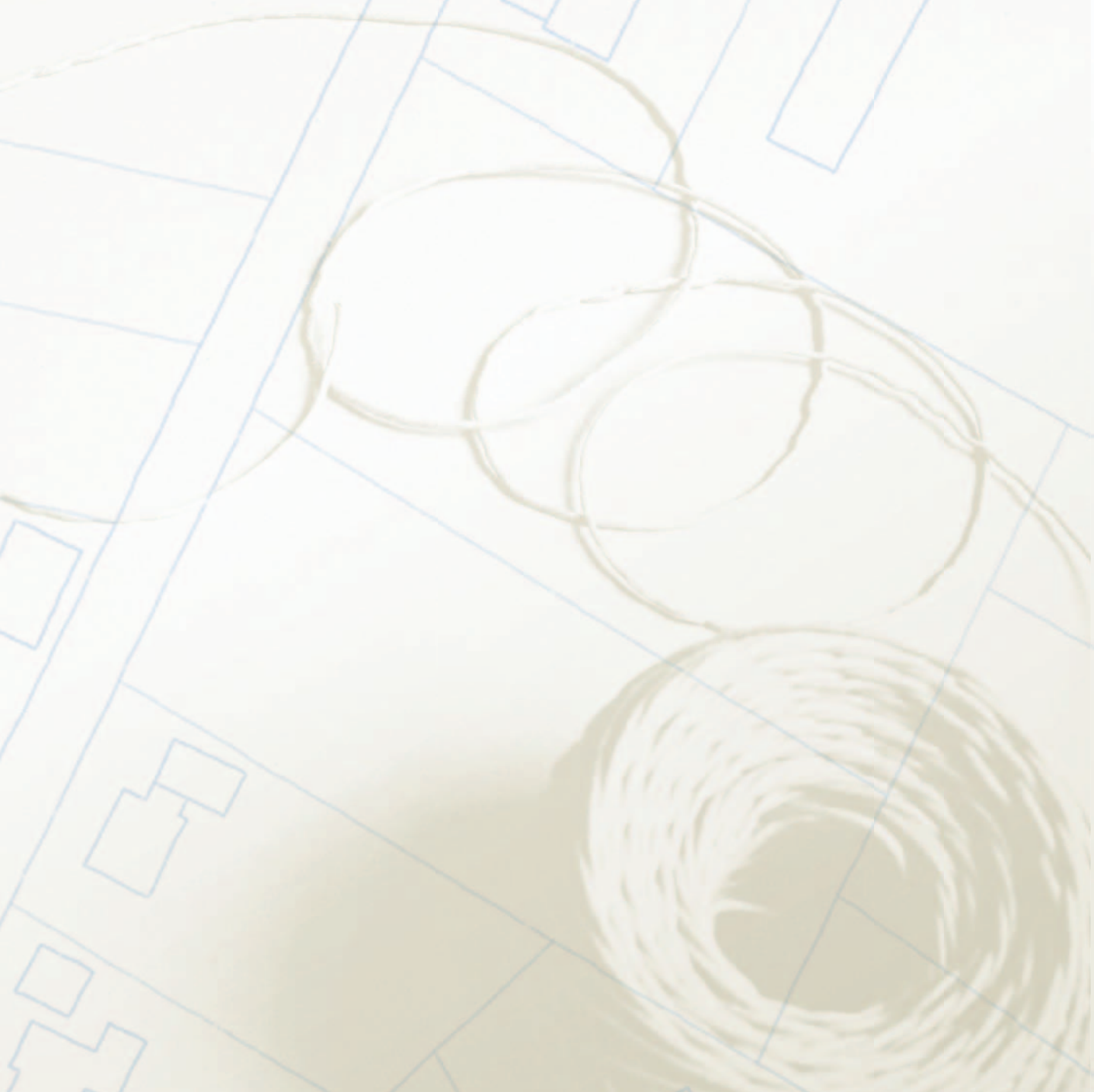
WHG – Wasserhaushaltsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 19. August 2002 (BGBl. I S. 3245), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 10. Mai 2007 (BGBl. I S. 666)



Bildnachweis

Bildarchiv ecole Bremen







Der vorliegende Leitfaden ist im Rahmen des angewandten Klimaforschungsprojekts „Klimawandel Unterweser - Mit dem Klimawandel handeln! - Akteurs-orientierte Risikokommunikation im Umgang mit ungesichertem Wissen“ entstanden, eines von insgesamt 40 Projekten, die das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) durch die Fördermaßnahme „klimazwei - Forschung für den Klimaschutz und Schutz vor Klimawirkungen“ unterstützt hat.

