



Anpassung an den Klimawandel in der räumlichen Planung

Handlungsempfehlungen für die niedersächsische
Planungspraxis auf Landes- und Regionalebene

Jan Spiekermann, Enke Franck (Hrsg.)

Anpassung an den Klimawandel in der räumlichen Planung

Handlungsempfehlungen für die niedersächsische
Planungspraxis auf Landes- und Regionalebene

Jan Spiekermann, Enke Franck (Hrsg.)

Ergebnisse aus dem Projekt:



Projektpartner:



Gefördert von:



Hannover 2014

Es wurden überwiegend grammatische Formen gewählt, die weibliche und männliche Personen gleichermaßen einschließen. War dies nicht möglich, wurde zwecks besserer Lesbarkeit und aus Gründen der Vereinfachung nur eine geschlechtsspezifische Form verwendet.

Die Beitragsentwürfe der Autoren wurden in der IMPLAN-AG mehrfach diskutiert (interne Qualitätskontrolle). Das Manuskript wurde darüber hinaus einer Begutachtung durch Akteure aus Wissenschaft und Fachpraxis unterzogen (externe Qualitätskontrolle) und nach Berücksichtigung der Gutachterempfehlungen der Geschäftsstelle der ARL zur weiteren Bearbeitung und zur Veröffentlichung übergeben. Die wissenschaftliche Verantwortung für die Beiträge liegt bei den Autoren.

Geschäftsstelle der ARL:
WR III „Natürliche Ressourcen, Umwelt, Ökologie“
Dipl.-Geogr. Enke Franck (bis 30.09.2013)
Dipl.-Ing. Jan Spiekermann (ab 01.10.2013)

Arbeitsberichte der ARL II
ISBN 978-3-88838-391-5 (PDF-Version)
ISSN 2193-1283 (PDF-Version)
Die PDF-Version ist unter shop.arl-net.de frei verfügbar (Open Access).
CC-Lizenz BY-ND 3.0 Deutschland

ISBN 978-3-88838-392-2 (Print-Version)
ISSN 2193-1542 (Print-Version)
Druck: Books on Demand GmbH, 22848 Norderstedt

Verlag der ARL – Hannover 2014
Akademie für Raumforschung und Landesplanung
Satz und Layout: G. Rojahn, O. Rose, J. Spiekermann

Zitierempfehlung für die Netzpublikation:
Spiekermann, Jan; Franck, Enke (Hrsg.) (2014):
Anpassung an den Klimawandel in der räumlichen Planung – Handlungsempfehlungen für die niedersächsische
Planungspraxis auf Landes- und Regionalebene. Hannover. = Arbeitsberichte der ARL II.
URN: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0156-39154>

Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL®)
Leibniz-Forum für Raumwissenschaften
Hohenzollernstraße 11, 30161 Hannover
Tel. +49 511 34842-0, Fax +49 511 34842-41
arl@arl-net.de, www.arl-net.de

Inhalt

	Vorwort	1
1	Klimawandel in Niedersachsen	4
1.1	Entstehung regionaler Klimaprojektionen	4
1.2	Regionale Klimaprojektionen für Niedersachsen	6
1.3	Bandbreiten regionaler Klimaprojektionen und Wirkfolgenanalysen	9
2	Planungsanforderungen, Planungsinstrumente und Planungsprozessgestaltung bei der Anpassung an den Klimawandel in der Raumplanung	12
2.1	Anpassung an den Klimawandel als Aufgabe der Raumplanung	12
2.2	Anforderungen an die Raumplanung bei der Bewältigung des Klimawandels	13
2.2.1	Umgang mit der Ungewissheit von Klimawandelfolgen	14
2.2.2	Umgang mit der Langfristwirkung von Klimawandelfolgen	14
2.2.3	Gewährleistung der Rechtssicherheit von Planungsentscheidungen zur Anpassung an den Klimawandel	15
2.2.4	Bewältigung grenzüberschreitender Klimawandel-Anpassungserfordernisse	16
2.2.5	Realisierung von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel im Bestand	17
2.3	Eignung und Weiterentwicklung von Planungsinstrumenten für den Umgang mit den Folgen des Klimawandels	18
2.3.1	Formelle Instrumente	18
2.3.2	Informelle Instrumente	20
2.3.3	Strategische Regionalplanung	21
2.4	Gestaltung von Planungsprozessen zur Anpassung an den Klimawandel	22
2.4.1	Klimawandel-Governance	23
2.4.2	Entwicklung und Umsetzung raumbezogener Strategien und Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel	25
2.4.3	Wissensgenerierung	29
2.4.4	Monitoring, Evaluation und Controlling	31
2.4.5	Kommunikation, Sensibilisierung und Bewusstseinsförderung	32

3	Anpassung an die Folgen des Klimawandels in ausgewählten Handlungsfeldern der räumlichen Planung in Niedersachsen	33
	Tabellarische Übersicht der raumordnerischen Handlungsmöglichkeiten zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels	35
3.1	Küstenschutz und Wassermanagement im Deichhinterland	46
3.1.1	Potenzielle Auswirkungen des Klimawandels	47
3.1.1.1	Auswirkungen auf den Küstenschutz	47
3.1.1.2	Auswirkungen auf das Wassermanagement im Deichhinterland	48
3.1.2	Handlungsbedarf und Anpassungsoptionen	51
3.1.2.1	Maßnahmenoptionen des Küstenschutzes	51
3.1.2.2	Bereitstellung von Klei und Sand für Küstenschutz Zwecke	56
3.1.2.3	Maßnahmenoptionen des Wassermanagements im Deichhinterland	57
3.1.2.4	Wechselwirkungen mit anderen Raumfunktionen bzw. raumwirksamen Veränderungsprozessen	58
3.1.3	Handlungsmöglichkeiten und Instrumente der wasserwirtschaftlichen Fachplanung	61
3.1.4	Handlungsmöglichkeiten und Instrumente der Raumordnung	67
3.2	Wasserwirtschaft im Binnenland	78
3.2.1	Potenzielle Auswirkungen des Klimawandels	78
3.2.1.1	Auswirkungen auf Oberflächengewässer	78
3.2.1.2	Auswirkungen auf Grundwasservorkommen	81
3.2.2	Handlungsbedarf und Anpassungsoptionen	84
3.2.2.1	Hochwasserrisikomanagement	84
3.2.2.2	Wasserressourcenmanagement	87
3.2.3	Handlungsmöglichkeiten und Instrumente der wasserwirtschaftlichen Fachplanung	89
3.2.3.1	Hochwasserrisikomanagement	90
3.2.3.2	Wasserressourcenmanagement	96
3.2.3.3	Verbesserung des Wasserrückhalts in der Landschaft: Synergien für Hochwasserrisiko- und Wasserressourcenmanagement	99
3.2.3.4	Zusammenwirken mit anderen Fachplanungen/-politiken	102
3.2.4	Handlungsmöglichkeiten und Instrumente der Raumordnung	103
3.2.4.1	Hochwasserrisikomanagement	103
3.2.4.2	Wasserressourcenmanagement	108

3.3	Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung	112
3.3.1	Potenzielle Auswirkungen des Klimawandels	112
3.3.2	Handlungsmöglichkeiten und Instrumente der Raumordnung	114
3.4	Schutz der biologischen Vielfalt	120
3.4.1	Potenzielle Auswirkungen des Klimawandels	120
3.4.2	Handlungsbedarf und Anpassungsoptionen	124
3.4.3	Handlungsmöglichkeiten und Instrumente der Landschaftsplanung	127
3.4.4	Handlungsmöglichkeiten und Instrumente der Raumordnung	129
3.5	Land- und Forstwirtschaft	134
3.5.1	Potenzielle Auswirkungen des Klimawandels	135
3.5.2	Handlungsbedarf und Anpassungsoptionen	139
3.5.2.1	Landwirtschaft	140
3.5.2.2	Wald und Forstwirtschaft	144
3.5.3	Handlungsmöglichkeiten und Instrumente der Raumordnung	145
3.5.3.1	Landwirtschaft	145
3.5.3.2	Wald und Forstwirtschaft	149
3.6	Tourismus	152
3.6.1	Potenzielle Auswirkungen des Klimawandels	152
3.6.2	Handlungsbedarf und Anpassungsoptionen	155
3.6.3	Handlungsmöglichkeiten und Instrumente der Raumordnung	156
4	Fazit	159
	Literatur	162
	Autoren	176
	Kurzfassung / Abstract	177

Vorwort

Energiewende und Klimaschutz sind fast überall in der Kommunalpolitik angekommen. Das gilt nicht für die Anpassung an die unvermeidbaren Folgen des Klimawandels. Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel sind jedoch zwei Seiten derselben Medaille: nachhaltige Klimapolitik. Beide Bereiche müssen zugleich betrieben werden und gehören zum raumplanerischen Aufgabenspektrum.

Frühzeitige Anpassung an den Klimawandel kann mögliche Gefahrensituationen entschärfen, das Schadenspotenzial reduzieren und somit die volkswirtschaftlichen Kosten des Klimawandels wie auch die Belastungen für Mensch und Umwelt verringern.

Die Anpassungsmaßnahmen müssen raum- bzw. flächenbezogen erfolgen. Denn der Großteil der zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels weist räumliche Bezüge und Konsequenzen auf. Der übergeordneten Raumplanung kommt bei der Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen eine wichtige Rolle zu, beispielsweise bei der vorausschauenden Sicherung von Flächen, die erst in Zukunft für Anpassungs- wie auch für Klimaschutzmaßnahmen zur Verfügung stehen müssen (Retentionsräume für Hochwasserereignisse, Grünzüge in Städten zur Sicherung der Frischluftzufuhr, Flächen und Trassen für sich ändernde Energieinfrastrukturen, regenerative Energien etc.).

Anpassungsmaßnahmen lassen sich zum einen über sektorale Planungen und Politikansätze umsetzen. Zum anderen sind gesamtäumliche Konzepte erforderlich, in denen die unterschiedlichen Anpassungsmaßnahmen der Fachplanungen abgestimmt und Aspekte des Klimaschutzes einbezogen werden. Synergieeffekte zwischen verschiedenen Anpassungsmaßnahmen bzw. Ansprüchen an den Raum lassen sich nur durch integrierte Ansätze konsequent nutzen (beispielsweise zu Hochwasserschutz, Naturschutz und Erholung).

Besonders betroffen sind die gemeindliche und die regionale Ebene. Hier sind die Probleme konkret und spürbar. Die Raumplanung auf beiden Ebenen verfügt über ein umfangreiches und bewährtes Instrumentarium. Dieses gilt es mit Blick auf notwendige Anpassungsmaßnahmen zu prüfen sowie bei Bedarf weiterzuentwickeln und zu ergänzen. Die Weiterentwicklung des vorhandenen Instrumentariums, die Entwicklung geeigneter Kooperations- und Koordinationsmechanismen für die Umsetzung von Maßnahmen und auch das Erreichen einer hohen gesellschaftlichen Akzeptanz für diese Maßnahmen sind für die Anpassung an den Klimawandel von entscheidender Bedeutung.

Obwohl sich in Niedersachsen geeignete Kooperationsansätze – etwa in Ostfriesland oder in Südniedersachsen – sowie bewährte und erfolgreiche Strukturen im Bereich der Regionalplanung – wie mit der Region Hannover und dem Zweckverband Großraum Braunschweig – finden, stehen insgesamt gesehen dem politisch formulierten Handlungsauftrag auf Bundes- und Länderebene (z.B. Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (2008) oder Klimapolitische Umsetzungsstrategie Niedersachsen (2013)) auf regionaler Ebene erhebliche Unsicherheiten in Bezug auf planerische Handlungsmöglichkeiten und geeignete Instrumente gegenüber.

In Niedersachsen wird das Thema Anpassung an den Klimawandel von Planenden immer noch als eher abstrakt und weit weg vom täglichen Geschäft angesehen. Klimaanpassung scheint etwas zu sein, das man nicht unbedingt machen muss, zumal das

dafür benötigte Geld fehlt. Aus dem Grund stellen zahlreiche Träger der Regionalplanung das Thema zurück. Es sind oft erst größere Unglücke, wie das Hochwasser im Sommer 2013, die zur langfristigen Vorsorgebereitschaft führen.

Vor diesem Hintergrund haben die Akademie für Raumforschung und Landesplanung – Leibniz-Forum für Raumwissenschaften (ARL) als federführende Einrichtung und ihre Partner, die Carl von Ossietzky Universität Oldenburg und die Region Hannover, im Rahmen des Projekts „Implementierung von Ergebnissen aus KLIFF in der räumlichen PLANung in Niedersachsen“ (IMPLAN) in enger Zusammenarbeit mit der niedersächsischen Planungspraxis die hier vorliegenden Empfehlungen als Planungshilfe für den Umgang mit den Folgen des Klimawandels erarbeitet, um konkrete Handlungsmöglichkeiten und -notwendigkeiten aufzuzeigen. Es konnte dabei speziell auch auf Ergebnisse zurückgegriffen werden, die in der ARL erarbeitet worden sind (s. z.B. ARL 2007; ARL 2009; ARL 2012; BBAW 2010; Birkmann et al. 2012; Birkmann/Vollmer/Schanze 2013; Birkmann et al. 2013; Franck/Peithmann 2010; Klee et al. 2008; Kufeld 2013). IMPLAN war ein Teilprojekt des Forschungsverbundes „Klimafolgenforschung in Niedersachsen“ (KLIFF) des Landes Niedersachsen. Der Abschlussbericht mit den Handlungsempfehlungen wurde von Enke Franck (Kap. 1, 2, 3.4, 3.5, 3.6), Ortwin Peithmann (Kap. 2, 3.6), Jan Spiekermann (Kap. 1, 2, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6) und Dietmar Scholich (Vorwort, Fazit) verfasst.

Um eine frühzeitige und wirksame Implementierung der Ergebnisse in der Planungspraxis und somit die tatsächliche Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen zu ermöglichen, wurde eine den Forschungsverbund begleitende Dialogplattform eingerichtet. In dieser interdisziplinären Arbeitsgruppe (IMPLAN-AG) von Expertinnen und Experten aus den Raumwissenschaften sowie der Planungspraxis wurden auch die Forschungsergebnisse aus den anderen Forschungsthemen des KLIFF-Verbunds diskutiert und in die Erarbeitung konkreter Umsetzungsmöglichkeiten einbezogen.

Durch die Vertreterinnen und Vertreter aus den niedersächsischen Landes- und Regionalplanungsstellen war es der IMPLAN-AG nicht nur möglich, von Beginn an und zielgerichtet grundlegende Informationen und neue Erkenntnisse in die Planungspraxis einfließen zu lassen. Ein solcher Wissenstransfer ist gerade bei relativ neuen und zugleich komplexen Themen wie dem Klimawandel von großer Bedeutung. Es ist auf diese Weise auch bereits ein Teil der Handlungsempfehlungen der IMPLAN-AG im Zuge der Untersuchungen von den Planungsstellen aufgegriffen und z.B. in Form instrumenteller Weiterentwicklungen umgesetzt worden.

Die Projektpartner bedanken sich für die kollegiale und konstruktive Zusammenarbeit bei den Mitgliedern der IMPLAN-Arbeitsgruppe, die in den Jahren 2010 bis 2013 in elf Workshops intensiv an den Inhalten dieser Veröffentlichung mitgewirkt haben.

Der Arbeitsgruppe gehörten an:

- Manfred Born, Dipl.-Biol., ecole – Agentur für Ökologie und Kommunikation Born und Lieberum GbR, Bremen
- Katja Busch, Dipl.-Geogr., Region Hannover
- Enke Franck, Dipl.-Geogr., Akademie für Raumforschung und Landesplanung – Leibniz-Forum für Raumwissenschaften (ARL), Hannover (bis 30.09.2013), und Region Hannover (ab 01.10.2013)
- Stefan Greiving, Prof. Dr.-Ing., Technische Universität Dortmund
- Mark Herrmann, Dipl.-Ing., Bauassessor, Region Hannover

- Gabriele Jurk, Dipl.-Ing., Landkreis Celle
- Ulrich Kegel, Dipl.-Geogr., Erster Verbandsrat a.D. im Zweckverband Großraum Braunschweig
- Jana Kenzler, Dr. iur., Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN), Hannover
- Ulrich Kinder, Dipl.-Ing., Fachbereichsleiter, Region Hannover
- Stephan Löb, Dr.-Ing., Stellv. Referatsleiter, Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Hannover
- Ingo Mose, Prof. Dr., Carl von Ossietzky Universität Oldenburg
- Thomas Oertwig, Dipl.-Ing., Fachdienstleiter a. D., Landkreis Northeim
- Jochen Paukstadt, Dipl.-Geogr., Referent, Landkreis Wesermarsch
- Ortwin Peithmann, Prof. Dr.-Ing. i.R., Carl von Ossietzky Universität Oldenburg (Leiter der IMPLAN-AG)
- Dietmar Scholich, Prof. Dr.-Ing., Generalsekretär der Akademie für Raumforschung und Landesplanung – Leibniz-Forum für Raumwissenschaften (ARL) (bis 29.02.2013), Hannover
- Jan Spiekermann, Dipl.-Ing., Carl von Ossietzky Universität Oldenburg und Akademie für Raumforschung und Landesplanung – Leibniz-Forum für Raumwissenschaften (ARL), Hannover
- Katrin Wolter, Dipl.-Geogr., Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Hannover

Hannover, März 2014



Prof. Dr.-Ing. Dietmar Scholich

Sprecher des Projekts KLIFF-IMPLAN

1 Klimawandel in Niedersachsen

Der aktuell zu beobachtende und künftig fortschreitende Klimawandel ist in erster Linie auf die vom Menschen verursachten, immer noch zunehmenden Treibhausgasemissionen zurückzuführen. Aufgrund der Trägheit des Klimasystems, das erst Jahrzehnte später auf emittierte Treibhausgase reagiert, lässt sich der Wandel des Klimas mittlerweile nur noch abmildern, aber nicht mehr aufhalten. Neben verstärkten Klimaschutzaktivitäten zur Reduktion von Treibhausgasemissionen, die dazu beitragen sollen, den Klimawandel auf ein beherrschbares Maß zu begrenzen („2°C-Ziel“¹), sind daher zunehmend Anpassungsmaßnahmen an die zu erwartenden Folgen nicht mehr abzuwendender Klimaveränderungen (z. B. Anstieg der Temperaturen, Veränderungen des Niederschlagsregimes, Zunahme von Extremwetterereignissen) zu treffen.

Auf der Grundlage langjähriger Wetterbeobachtungen lassen sich bereits für die Vergangenheit klimatische Veränderungen nachweisen. Nach Angaben des Deutschen Wetterdienstes (DWD) ist für Niedersachsen im Zeitraum von 1881 bis 2009 ein Anstieg der Jahresmitteltemperatur von 1,2 Grad nachweisbar. Die Summe des Jahresniederschlags hat sich im selben Zeitraum um ca. 15% erhöht, wobei allerdings große jahreszeitliche Unterschiede erkennbar sind. Während auf den Winter eine Zunahme von 30% entfällt, hat sich die Niederschlagssumme im Sommer kaum verändert (Nds. MU/RK Klimaschutz 2012: 28).

Aussagen über künftige Klimaveränderungen können mithilfe von Klimaprojektionen getroffen werden. Bevor die wichtigsten Ergebnisse regionaler Klimaprojektionen für Niedersachsen bis zum Ende des 21. Jahrhunderts dargestellt werden, soll zunächst der Entstehungsprozess solcher Projektionen skizziert werden.

1.1 Entstehung regionaler Klimaprojektionen

Regionale Klimaprojektionen sind die Ergebnisse regionaler Klimamodellierungen, die auf globalen Klimamodellen basieren, denen wiederum verschiedene Emissionsszenarien klimawirksamer Treibhausgase und Aerosole² zugrunde liegen (s. Abb. 1).

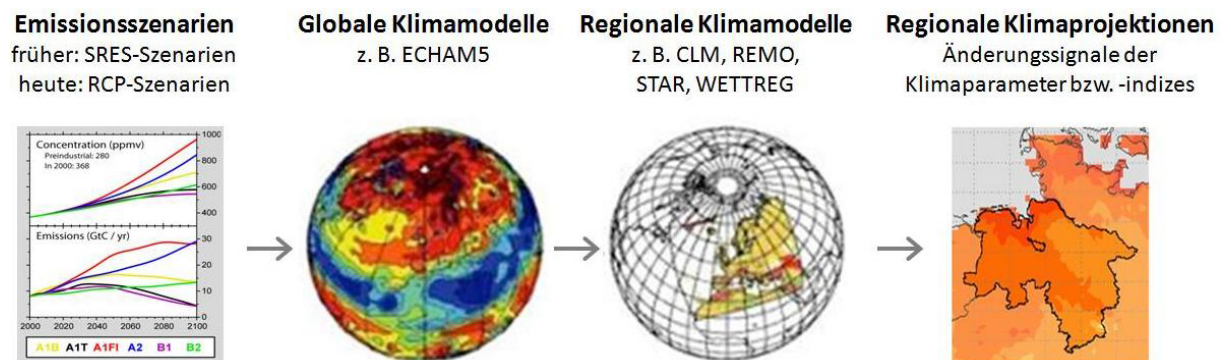
Emissionsszenarien: Um eine Grundlage für die Abschätzung möglicher Entwicklungen des Klimas im 21. Jahrhundert zu schaffen, werden vom Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) globale Emissionsszenarien klimawirksamer Treibhausgase und Aerosole erstellt. Diese Szenarien treffen jeweils bestimmte Annahmen zur möglichen künftigen Entwicklung der Weltbevölkerung, der Weltwirtschaft und des globalen technologischen Fortschritts. Basierend auf diesen Annahmen werden die jeweiligen zeitlichen Verläufe der resultierenden atmosphärischen Konzentrationen klimawirksamer Treibhausgase und Aerosole bis zum Jahr 2100 berechnet. Während im 4. Sachstandsbericht

¹ Das sogenannte „2-Grad-Ziel“ beschreibt das Ziel der internationalen Klimapolitik, die globale Erwärmung auf weniger als zwei Grad gegenüber dem Niveau vor Beginn der Industrialisierung zu begrenzen. Da die Erderwärmung seit Beginn der Industrialisierung (ca. 1850) bereits etwa 0,8 Grad beträgt, verbleiben rechnerisch noch 1,2 Grad, um das 2-Grad-Ziel einzuhalten. Um dies zu erreichen, müssten die weltweiten Treibhausgasemissionen bis 2050 um mindestens 50 % sinken, in den Industrieländern um 80–95 % (jeweils gegenüber 1990) (WBGU 2009).

² Aerosole sind klimatisch gesehen die Gegenspieler der Treibhausgase, da sie auf die bodennahen Luftschichten hauptsächlich abkühlend wirken.

des IPCC (2007) noch die sogenannten SRES-Szenarien (mit den Hauptszenarien A1, B1, A2, B2) zum Einsatz kamen, wurden für den 5. Sachstandsbericht des IPCC (2013) mit den sogenannten RCP-Szenarien („Representative Concentration Pathways“) neue Emissions-szenarien entwickelt, die zusätzliche sozio-ökonomische Faktoren wie z.B. mögliche Landnutzungsänderungen berücksichtigen (Jacob et al. 2012: 10). Im Hinblick auf ihre klimatischen Wirkungen bleiben sie jedoch vergleichbar mit den SRES-Szenarien (Jacob 2014).

Abb. 1: Entstehungsprozess regionaler Klimaprojektionen



Quelle: eigene Darstellung mit Abbildungen des Climate Service Centers³ und des Norddeutschen Klima-atlas⁴

Globale Klimamodelle: Um die Auswirkungen der Emissionsszenarien auf das globale Klima zu ermitteln, werden die jeweiligen atmosphärischen Treibhausgas- und Aerosolkonzentrationen als Randbedingungen in globale Klimamodelle (z.B. ECHAM5) eingespeist, die auf einer horizontalen Gitterauflösung von 100 bis 200 Kilometern basieren. Die Ergebnisse dieser Klimamodellierungen zeigen die Bandbreite möglicher globaler Klimaentwicklungen auf (Jacob et al. 2012: 10).

Regionale Klimamodelle: Um Klimaänderungen auf regionaler Ebene darzustellen, werden zusätzliche Simulationen mit regionalen Klimamodellen durchgeführt. Diese verwenden die global simulierte großskaligen Strömungen der Atmosphäre und verfeinern sie für ausgewählte Ausschnitte der Erde. So ist es möglich, eine bestimmte Region detaillierter zu untersuchen und damit eine Brücke zwischen globalen Klimaänderungen und regionalen Ausprägungen zu schlagen. Durch die im Vergleich zu Globalmodellen deutlich höhere horizontale Gitterauflösung von 10 bis 20 Kilometern und die damit verbundene bessere Repräsentation der Landoberflächen liefern regionale Modelle wesentlich kleinräumigere Klimaänderungsmuster, die für die Ermittlung regionaler Betroffenheiten und die Entwicklung geeigneter Anpassungsmaßnahmen grundsätzlich erforderlich sind. Bei der Anwendung regionaler Klimamodelle wird zwischen statistischen (z.B. WETTREG, STAR) und dynamischen (z.B. REMO, CLM) Regionalisierungsverfahren unterschieden (Jacob et al. 2012: 10 f.).

Regionale Klimaprojektionen: Als Ergebnis regionaler Klimamodellierungen entstehen regionale Klimaprojektionen, die die mögliche zukünftige Entwicklung einzelner oder mehrerer Klimakenngrößen, d.h. die Änderungssignale von Klimaparametern bzw. -indizes, beschreiben. Um die mögliche Bandbreite künftiger Klimaänderungen zu erfassen,

³ <http://www.climate-service-center.de> (16.01.2013)

⁴ <http://www.norddeutscher-klimaatlas.de> (16.01.2013)

sen, bietet sich die Anwendung eines „Ensemble-Ansatzes“ an. Dabei wird eine möglichst große Anzahl von Klimasimulationen herangezogen, und zwar unter der kombinierten Verwendung von

- möglichst vielen Emissionsszenarien,
- möglichst vielen Realisierungen eines Emissionsszenarios mit demselben Globalmodell,
- möglichst vielen Kombinationen aus Global- und Regionalmodellen (Nds. MU/RK Klimaschutz 2012: 32).

1.2 Regionale Klimaprojektionen für Niedersachsen

Im Rahmen des KLIFF-Forschungsverbundes wurden aus insgesamt 13 Klimasimulationen der regionalen Klimamodelle REMO und CLM Aussagen über zukünftige Klimaänderungen in Niedersachsen bis 2100 abgeleitet. In Tab. 1 sind die projizierten Änderungssignale verschiedener Klimaparameter bzw. -indizes aufgeführt. Die Änderungssignale stellen die Differenzen zwischen den betrachteten Zukunftsperioden 2021–2050 und 2071–2100 zur Referenzperiode 1971–2000 dar. Durch die kombinierte Betrachtung mehrerer Klimasimulationen („Ensemble-Ansatz“; s. o.) werden die bestehenden Unsicherheiten in den Projektionen deutlich. Um die Bandbreite möglicher Klimaänderungen abzubilden, sind neben den jeweiligen Mittelwerten auch die Minimal- bzw. Maximalwerte des Simulationsensembles angegeben.

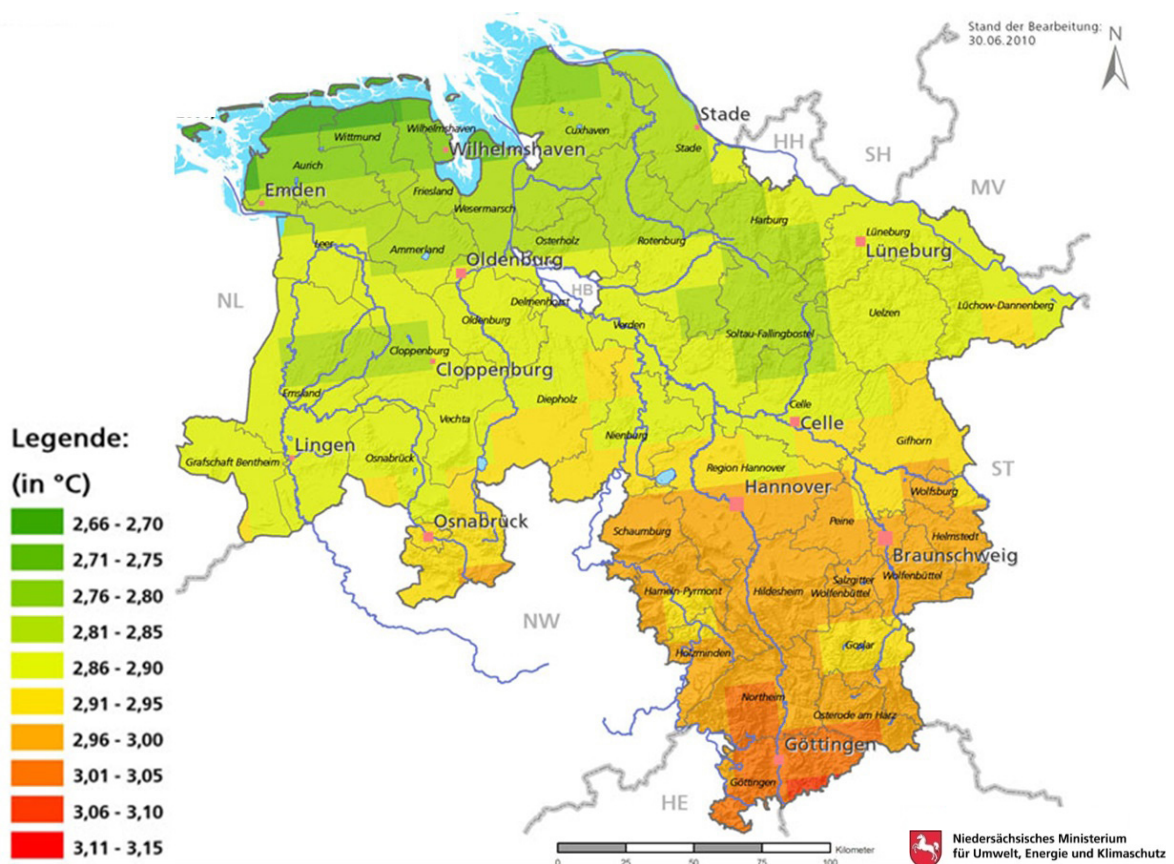
Aus den in Tab. 1 dargestellten Mittelwerten der Änderungssignale lassen sich für Niedersachsen folgende Klimaänderungstrends ableiten (vgl. Nds. MU/RK Klimaschutz 2012: 19, 34 ff., 211 ff.):

- Bis 2021–2050 wird eine Erhöhung der Jahresmitteltemperatur von knapp 1 Grad projiziert, die bis 2071–2100 auf 2,5 Grad anwächst. In beiden Zeiträumen fällt die Temperaturerhöhung im Winter am höchsten und im Frühjahr am geringsten aus.
- Mit der Temperaturerhöhung gehen eine Verlängerung der thermischen Vegetationsperiode um ca. 23 Tage bis 2021–2050 und um knapp 60 Tage bis 2071–2100 sowie ein Rückgang der Anzahl der Frosttage um ca. ein Drittel bis 2021–2050 und um ca. zwei Drittel bis 2071–2100 einher. Spätfröste nach dem 1. April reduzieren sich für die Periode 2021–2050 um 40 %, während sie bis 2071–2100 bei einer projizierten Abnahme von 90 % fast völlig verschwunden sein könnten.
- Für die Dauer von Wärmeperioden wird bis 2021–2050 eine Zunahme von rund 15 % projiziert, die sich bis 2071–2100 auf ca. 50 % erhöht.
- Die projizierten Niederschläge erhöhen sich bis 2021–2050 im Jahresmittel um ca. 7 %, wobei sich die Zunahme in dieser Periode wahrscheinlich über alle Jahreszeiten verteilt. Bis 2071–2100 bleibt das Änderungssignal der Jahresniederschlagssumme ähnlich, jedoch sind für diesen Zeitraum starke saisonale Unterschiede zu erwarten: Während für Frühjahr, Herbst und insbesondere Winter (+18,5 %) eine Zunahme der Niederschlagssummen projiziert wird, ist für den Sommer mit einer Abnahme um rund 11 % zu rechnen.
- Aufgrund des Temperaturanstiegs werden die Winterniederschläge zukünftig vermehrt als Regen fallen, sodass hinsichtlich der Schneefallmenge bis 2021–2050 eine Abnahme um knapp 30 % und bis 2071–2100 um annähernd 70 % zu erwarten ist.

Trotz abnehmender Schneemenge können vereinzelt sehr schneereiche Winter auftreten.

- Für die Häufigkeit von Starkniederschlägen und die größte 5-Tages-Niederschlagssumme werden im Jahresmittel bis zur Periode 2021–2050 Zunahmen von knapp 20 % bzw. 7 % projiziert, die bis zum Zeitraum 2071–2100 auf rund 40 % bzw. 10 % ansteigen. Dies deutet – trotz noch bestehender Unsicherheiten – insgesamt auf eine Zunahme extremer Niederschlagsereignisse bzw. -perioden hin.
- Für die Dauer von Trockenperioden wird lediglich für die weiter entfernt liegende Zukunftsperiode 2071–2100 eine Zunahme projiziert, wobei diese aufgrund der bestehenden Bandbreite als sehr unsicher anzusehen ist.
- Die von den Klimamodellen projizierten Änderungen der mittleren Windgeschwindigkeiten lassen tendenziell eine leichte Abnahme im Sommer und eine leichte Zunahme im Winter erkennen. Sie sind jedoch bisher noch mit großen Unsicherheiten behaftet. Dies gilt ebenso für Projektionen zu Änderungen bei Extremwinden und der Anzahl von Stürmen.

Abb. 2: Veränderung der Jahresdurchschnittstemperatur in °C für die Klimaperiode 2071–2100 gegenüber dem Kontrollzeitraum 1971–2000 (CLM, SRES-Szenario A1B, Lauf 1) (Modellierung im Rahmen von KLIFF; Kartenerstellung durch Nds. MU)



Quelle: Nds. MU 2012

Tab. 1: Änderungssignale verschiedener Klimaparameter bzw. -indizes in Niedersachsen für die Perioden 2021–2050 und 2071–2100 bezogen auf die Referenzperiode 1971–2000 aus einem Ensemble von insgesamt 13 Klimasimulationen der regionalen Klimamodelle REMO und CLM

Klimaparameter bzw. -indizes		Änderungssignale für die ...					
		Periode 2021-2050			Periode 2071-2100		
		Minimum	Mittelwert	Maximum	Minimum	Mittelwert	Maximum
Temperatur	Durchschnittstemperatur in °C						
	- im Jahresmittel	+0,4	+0,9	+1,3	+1,9	+2,5	+3,3
	- im Sommer (JJA)	+0,4	+0,7	+1,1	+1,5	+2,3	+3,1
	- im Winter (DJF)	+0,7	+1,3	+2,1	+2,4	+3,3	+4,3
	Länge der thermischen Vegetationsperiode ⁵ in Tagen	+9,6	+23,3	+37,0	+46,9	+59,4	+77,4
	Anzahl der Frosttage in %	-51,5	-31,3	-18,1	-80,0	-66,2	-49,8
	Anzahl der Spätfröste nach 1. April in %	-79,2	-40,3	+21,8	-96,8	-90,2	-66,2
Niederschlag	Dauer von Wärmeperioden ⁶ in %	-16,2	+14,0	+33,9	+21,3	+46,9	+91,9
	Mittlere Monatsniederschlagssumme						
	- im Jahresmittel in %	+2,2	+7,3	+12,8	+1,0	+7,4	+16,7
	- im Sommer (JJA) in %	-3,8	+4,3	+10,9	-21,7	-10,7	+2,4
	- im Winter (DJF) in %	-1,1	+6,8	+14,2	+10,3	+18,5	+33,4
	Jahressumme des Schneefalls in %	-41,4	-29,1	-8,6	-84,3	-67,5	-54,1
	Anzahl der Starkniederschläge über 20 mm Tagessumme im Jahresmittel in %	+5,8	+19,3	+35,1	+20,1	+37,1	+62,2
Wind	Größte 5-Tages-Niederschlagssumme im Jahresmittel in %	+0,6	+7,0	+12,6	+2,9	+10,2	+17,1
	Dauer von Trockenperioden ⁷ zwischen April und September in %	-12,6	-0,3	+17,6	-11,0	+6,9	+32,0
Wind	Mittlere Windgeschwindigkeiten	leichte Zunahme im Winter, leichte Abnahme im Sommer (große Unsicherheiten)			leichte Zunahme im Winter, leichte Abnahme im Sommer (große Unsicherheiten)		

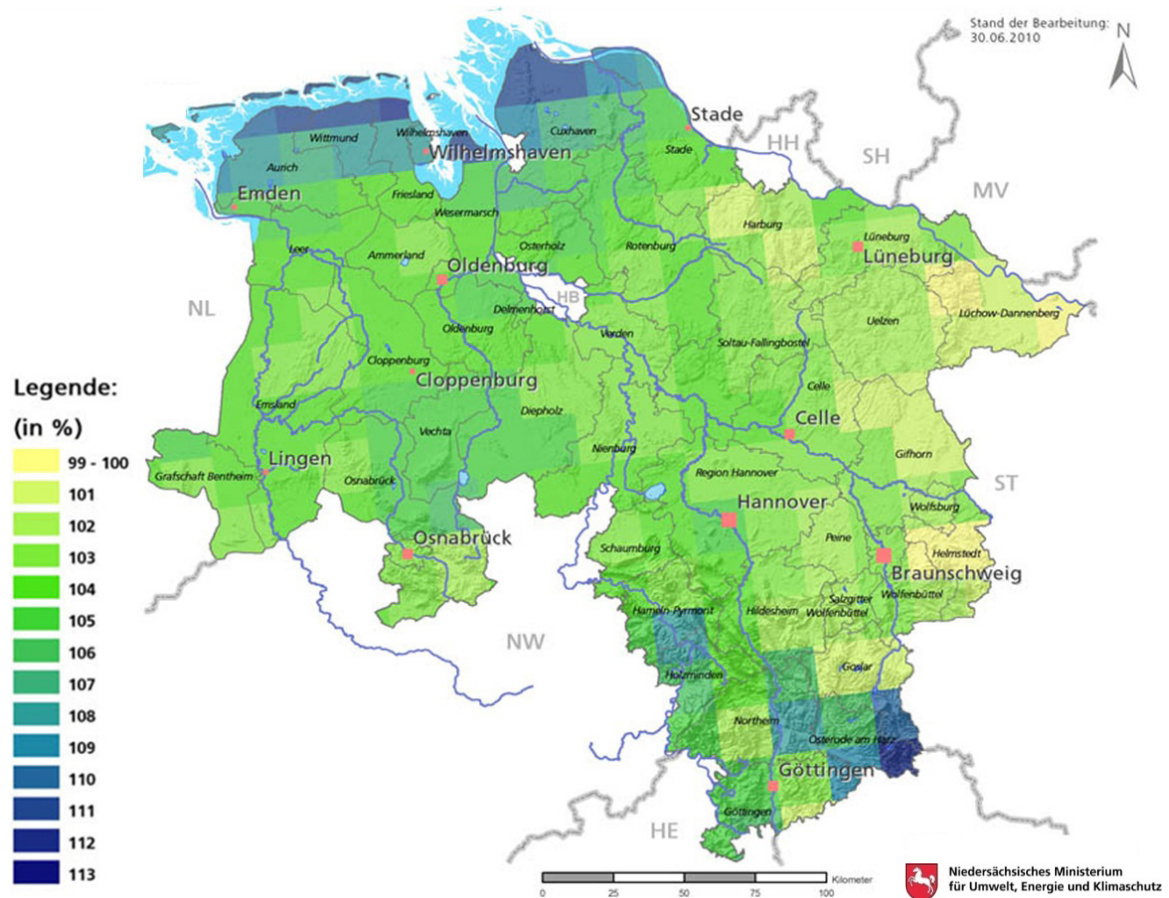
Quelle: eigene Zusammenstellung von Simulationsergebnissen aus KLIFF auf der Basis von Nds. MU/RK Klimaschutz 2012: 19, 211 ff.

⁵ Länge der thermischen Vegetationsperiode: Anzahl an Tagen im Jahr zwischen dem ersten Auftreten von mindestens sechs aufeinanderfolgenden Tagen, an denen die Tagesmitteltemperatur 5 °C überschreitet (Beginn der Vegetationsperiode), und dem ersten Auftreten von mindestens sechs aufeinanderfolgenden Tagen der zweiten Jahreshälfte, an denen die Tagesmitteltemperatur 5 °C unterschreitet (Ende der Vegetationsperiode)

⁶ Dauer von Wärmeperioden: maximale Anzahl an aufeinanderfolgenden Tagen im Jahr, an denen die Maximaltemperatur 25 °C überschreitet

⁷ Dauer von Trockenperioden: maximale Anzahl aufeinanderfolgender Tage im Sommerhalbjahr (April bis September), an denen weniger als 1 mm Niederschlag fällt

Abb. 3: Prozentualer Anteil der jährlichen Niederschlagssummen in der Klimaperiode 2071–2100 gegenüber dem Kontrollzeitraum 1971–2000 (CLM, SRES-Szenario A1B, Lauf 1) (Modellierung im Rahmen von KLIFF; Kartenerstellung durch Nds. MU)



Quelle: Nds. MU 2012

1.3 Bandbreiten regionaler Klimaprojektionen und Wirkfolgenanalysen

Regionale Klimaprojektionen können keine genauen Prognosen zur regionalen Klimaentwicklung geben, sondern zeigen verschiedene Möglichkeiten zukünftiger regionaler Klimaänderungen auf. Die Bandbreite dieser Möglichkeiten resultiert dabei zum einen aus der Unterschiedlichkeit der zugrunde liegenden Emissionsszenarien und zum anderen aus den Unsicherheiten der Klimamodellierung (s. Abb. 4):

- **Bandbreite durch Emissionsszenarien:** Aus den vom IPCC erstellten, auf verschiedenen Annahmen zur demografischen, ökonomischen, ökologischen und technologischen Entwicklung basierenden globalen Emissionsszenarien werden mithilfe von Atmosphärenmodellen die jeweiligen zeitlichen Verläufe der resultierenden atmosphärischen Konzentrationen klimawirksamer Treibhausgase und Aerosole ermittelt, die den Klimamodellen als Randbedingungen vorgegeben werden (s. Kap. 1.1). Da diese zeitlichen Verläufe insgesamt eine Spanne aufweisen, die von abnehmenden bis hin zu stark ansteigenden atmosphärischen Konzentrationen der klimawirksamen Stoffe reicht, ergibt sich eine relativ große Bandbreite möglicher Eingangsbedingungen für die Klimamodellierung. Es besteht jedoch die grundsätzliche Möglichkeit,

diese Bandbreite durch verstärkte Klimaschutzbemühungen nach unten zu verkleinern.

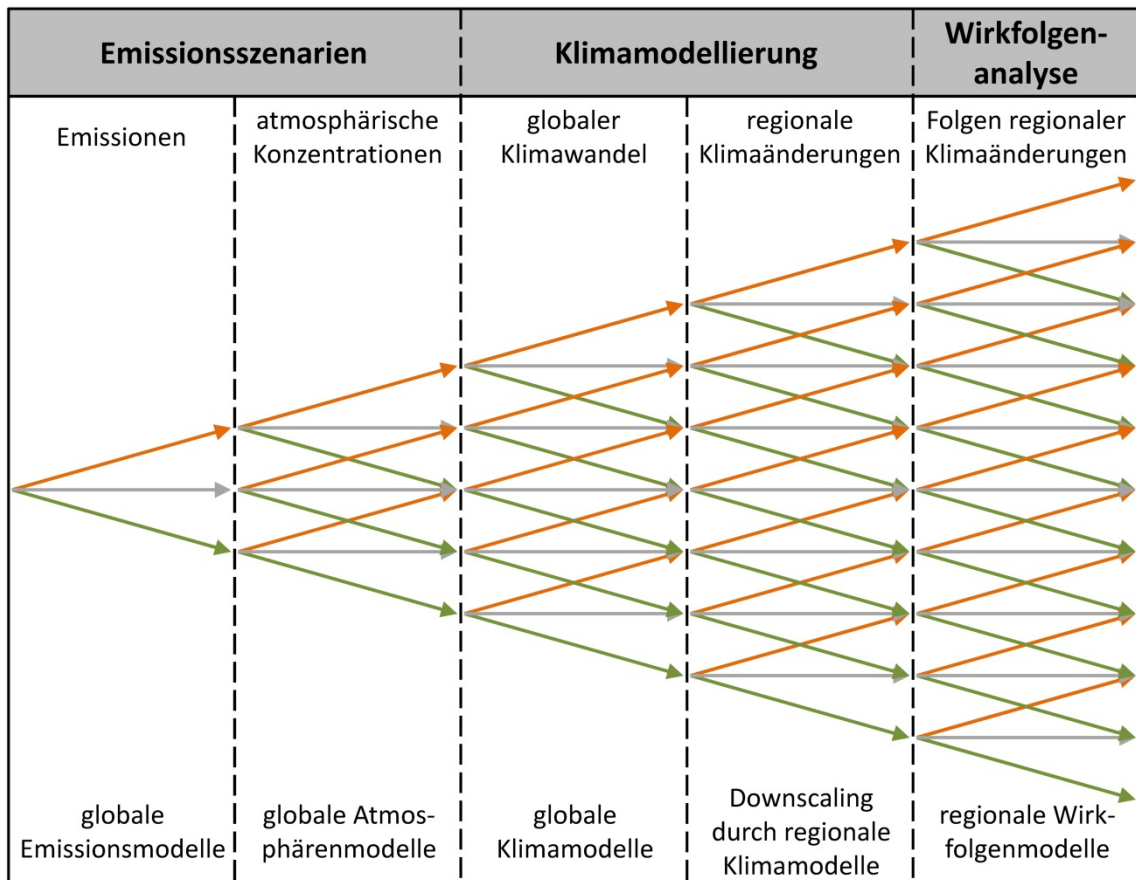
- Bandbreite durch Unsicherheiten in der Klimamodellierung: Diese ergeben sich zum einen aus dem unvollständigen Wissen über Prozesse im Klimasystem, die somit auch in den Modellierungsmethoden nicht vollständig abgebildet werden können. Zum anderen entstehen sie durch unzureichende Beschreibung kleinräumiger Prozesse, die in den Modellen nicht explizit aufgelöst, sondern über empirische Parametrisierungen nur annäherungsweise erfasst werden können. Eine weitere Ursache für Unsicherheiten in der Klimamodellierung resultiert aus der natürlichen Klimavariabilität (nichtlineare Wechselwirkungen zwischen den Komponenten des Klimasystems), die ebenfalls dazu führt, dass sich die Bandbreite möglicher Entwicklungen erhöht (Jacob et al. 2012: 12).

Um Aussagen über die Bandbreite sowie noch bestehende Unsicherheiten in den Ergebnissen regionaler Klimaprojektionen treffen zu können, wird die Verwendung mehrerer Klimasimulationen („Ensemble-Ansatz“, s. Kap. 1.1) empfohlen. Dies ermöglicht robustere Aussagen über mögliche zukünftige Klimaentwicklungen als die Verwendung nur einer einzelnen Klimasimulation. Sofern der überwiegende Teil aller Simulationen des Ensembles für eine bestimmte Klimavariablen (z.B. Jahresdurchschnittstemperatur oder Jahresniederschlagssumme) eine Änderung in dieselbe Richtung projiziert (gleiches Vorzeichen), kann das jeweilige Änderungssignal als robust bezeichnet werden, andernfalls gilt es als unsicher (Nds. MU/RK Klimaschutz 2012: 19).

Damit die konkreten (räumlichen) Folgen des Klimawandels ermittelt werden können, reichen regionale Klimaprojektionen (d.h. Angaben über die möglichen Änderungen verschiedener Klimaparameter und -indizes) alleine in der Regel nicht aus. In den meisten Fällen lösen erst die mit den Klimaänderungen einhergehenden direkten oder indirekten Auswirkungen auf ökologische, ökonomische und soziale Systeme (z.B. veränderte Lebensraumbedingungen für Flora und Fauna, zunehmende Ertragsrisiken in der Forst- und Landwirtschaft, erhöhte Überschwemmungsrisiken in besiedelten Gebieten) Betroffenheiten aus. Um diese Auswirkungen zu untersuchen, sind Wirkfolgenabschätzungen erforderlich, für die verschiedene Analysemethoden und Simulationsmodelle (z.B. Wasserhaushaltsmodelle) eingesetzt werden können. Da auch diesen Methoden gewisse Unsicherheiten (z.B. hinsichtlich der zukünftigen Entwicklung der Landnutzung) und Ungenauigkeiten (z.B. aufgrund erforderlicher Modellabstrahierung) innewohnen, erweitert sich die Bandbreite möglicher Folgen des Klimawandels noch um eine zusätzliche Dimension (s. Abb. 4).

Die bestehenden Unsicherheiten der regional zu erwartenden Klimaänderungen und ihrer Wirkfolgen werden nie gänzlich ausgeräumt, sondern durch methodische Weiterentwicklungen der verschiedenen Modelle und Analysewerkzeuge allenfalls reduziert werden können. Daher müssen Unsicherheiten akzeptiert und der Umgang mit Bandbreiten erlernt werden. Dies ist insbesondere deshalb erforderlich, weil verhindert werden sollte, dass die Unsicherheiten als Argument für „Nicht-Handeln“ missverstanden werden.

Abb. 4: Kaskade bestehender Unsicherheiten von den Emissionsszenarien über die Klimamodellierung bis zur Wirkfolgenanalyse



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Viner 2002

2 Planungsanforderungen, Planungsinstrumente und Planungsprozessgestaltung bei der Anpassung an den Klimawandel in der Raumplanung

In diesem Kapitel werden zunächst der Handlungsauftrag an die Raumplanung (Kap. 2.1) und spezifische Anforderungen im Umgang mit den Folgen des Klimawandels (Kap. 2.2) beschrieben. Darauf aufbauend wird ein allgemeiner Blick auf die Eignung bzw. den Weiterentwicklungsbedarf des raumplanerischen Instrumentariums geworfen (Kap. 2.3), bevor abschließend verschiedene Elemente zur Gestaltung von Klimawandel-Anpassungsprozessen in der räumlichen Planung umrissen werden (Kap. 2.4).

2.1 Anpassung an den Klimawandel als Aufgabe der Raumplanung

Der Klimawandel beeinflusst aufgrund seiner vielfältigen Wirkpfade sämtliche natürlichen Systeme sowie zahlreiche gesellschaftliche Handlungsbereiche. Da sich die Folgen der klimatischen Veränderungen zumeist räumlich bemerkbar machen und durch Gestaltung der Raumstrukturen und -nutzungen in ihren Auswirkungen beeinflusst werden können, kommt bei der Anpassung an den Klimawandel – neben anderen Akteuren – der Raumplanung eine wichtige Rolle zu. Eine hohe Raumplanungsrelevanz ergibt sich insbesondere dann, „wenn mit Hilfe raumplanerischer Instrumente Eintrittswahrscheinlichkeit, Intensität oder Konsequenz von Klimafolgen für bestimmte, ausreichend sicher identifizierbare Entstehungs- und/oder Betroffenheitsräume beeinflussbar sind oder planerische Anpassungsstrategien gestaltet werden können“ (Greiving/Fleischhauer 2008: 62).

Aufgrund der elementaren Bedeutung des Klimas und von dessen Auswirkungen für Gesellschaft, Ökonomie und Umwelt kann die Anpassung von Raumstrukturen, -nutzungen und -funktionen an die Folgen des Klimawandels als wesentlicher Bestandteil der nach § 1 Abs. 2 ROG geforderten Leitvorstellung einer nachhaltigen Raumentwicklung interpretiert werden (Fleischhauer/Bornefeld 2006: 162; Greiving/Fleischhauer 2008: 63). Die räumliche Planung ist aufgefordert, Klimafolgenbewältigung als neues Handlungsfeld zu begreifen und dabei nicht nur auf bereits eingetretene klimatische Veränderungen zu reagieren, sondern auch absehbare künftige Auswirkungen des Klimawandels schon bei heutigen Planungsentscheidungen zu berücksichtigen. Es gilt, den Raum für die Herausforderungen der Zukunft zu qualifizieren, indem Siedlungsflächen, Infrastrukturen, Frei- und Naturräume so gestaltet und weiterentwickelt werden, dass sie sowohl schleichenden Klimaveränderungen (z. B. Anstieg der Durchschnittstemperaturen, langfristige Veränderungen des Wasserhaushalts, Meeresspiegelanstieg) als auch zunehmenden Extremwetterereignissen (z. B. Hitze, Starkregen, Sturmfluten) gewachsen sind. Nur durch eine rechtzeitige raum- und flächenbezogene Anpassung können Gefahrensituationen entschärft, Schadenspotenziale reduziert und somit die volkswirtschaftlichen Kosten des Klimawandels und die Belastungen für Mensch und Umwelt verringert werden (Franck/Peithmann 2010: 1).

Der Raumplanung kommt wegen ihrer überfachlichen Koordinationsfunktion, der ihr immanenten Abwägung verschiedener Interessen und Belange sowie der ihr zur Verfügung stehenden formellen und informellen Instrumente die Aufgabe zu, die verschiede-

nen sektoralen Anpassungsstrategien und -maßnahmen aufeinander abzustimmen und in eine integrative Raumentwicklungsstrategie einzubetten (Greiving/Fleischhauer 2008: 61 f.; Overbeck/Hartz/Fleischhauer 2008: 367; Schlipf/Herlitzius/Frommer 2008: 77). Dabei hat sie einerseits die Aufgabe, Flächennutzungskonkurrenzen und Zielkonflikte zu vermeiden bzw. zu verringern, und ist andererseits aufgefordert, mögliche Synergien bzw. multifunktionale Nutzungspotenziale zu identifizieren und zu befördern, die sich sowohl zwischen den sektoralen Anpassungserfordernissen als auch in Verbindung mit anderen, z.T. klimawandelunabhängigen Raumansprüchen oder raumwirksamen Veränderungstrends (z.B. demografischer Wandel und Schrumpfungsprozesse, (land-) wirtschaftlicher Strukturwandel, Ausbau der erneuerbaren Energien) ergeben können.

Die grundsätzliche Bedeutung der Raumplanung bei der Anpassung an den Klimawandel wird auch in den maßgeblichen politischen Dokumenten gewürdigt. So wird sowohl in der „Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel“ (Bundesregierung 2008) als auch in der „Empfehlung für eine niedersächsische Strategie zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels“ (Nds. MU/RK Klimaschutz 2012) und in der „Klimapolitischen Umsetzungsstrategie Niedersachsen“ (Nds. MU 2013a) ihre besondere Funktion als sektorübergreifendes und zukunftsorientiertes Handlungsfeld herausgestellt.

Der Aspekt der Klimafolgenbewältigung ist seit 2008 zudem fester Bestandteil des Raumordnungsgesetzes. Dort wird in § 2 Abs. 2 Nr. 6 Satz 7 ROG gefordert: „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.“ In Konkretisierung dieses Grundsatzes der Raumordnung sieht auch das Landes-Raumordnungsprogramm Niedersachsen 2012 vor, dass „die Möglichkeiten zur Anpassung von Raum- und Siedlungsstrukturen an die Folgen von Klimaänderungen berücksichtigt werden“ sollen (Abschnitt 1.1, Ziffer 02, Satz 3). In der dazugehörigen Begründung heißt es (Nds. ML 2012: 19): „Die erkennbaren und zukünftig zu erwartenden Auswirkungen von Klimaänderungen sind frühzeitig in die verschiedenen Ebenen der gesamträumlichen Planungen und der Fachplanungen einzubeziehen. Dabei ist zu beachten, dass es sich um dynamische Prozesse handelt, die eine gesteigerte Flexibilität und Anpassungsfähigkeit von Nutzungen aber auch von zu schützenden Funktionen im Hinblick auf die Auswirkungen von Klimaänderungen erfordern.“

2.2 Anforderungen an die Raumplanung bei der Bewältigung des Klimawandels

Beim Umgang mit den Auswirkungen des Klimawandels wird die räumliche Planung vor die Herausforderung gestellt, trotz Ungewissheit und Langfristwirkung von Klimawandelfolgen (Kap. 2.2.1 und 2.2.2) und der damit verbundenen Schwierigkeit, belastbare Planungsentscheidungen zu treffen (Kap. 2.2.3), frühzeitig und vorausschauend tätig zu werden. Aufgrund der oftmals großräumig auftretenden Klimawandelfolgen sind die Institutionen der Raumplanung zudem in stärkerem Maße gefordert, grenzübergreifend zu denken und zu handeln (Kap. 2.2.4). Eine weitere Herausforderung liegt darin, dass die Realisierung von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel in vielen Fällen Eingriffe in bestehende Raumstrukturen, -nutzungen und -funktionen erfordern kann (Kap. 2.2.5).

2.2.1 Umgang mit der Ungewissheit von Klimawandelfolgen

Planerische Entscheidungen über Strategien und Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels sind – anders als beim Risikomanagement – keine Entscheidungen unter (einem statistisch mehr oder weniger klar zu definierenden) Risiko, sondern Entscheidungen unter Ungewissheit. Dies liegt darin begründet, dass sich die Eintrittswahrscheinlichkeiten und Konsequenzen zukünftig auftretender Klimawandelfolgen nicht mit hinreichender räumlicher Bestimmtheit ermitteln lassen, sondern lediglich szenarienhafte Entwicklungsmöglichkeiten beschrieben werden können, die aufgrund der vielfältigen zugrundeliegenden Modellannahmen eine relativ große Bandbreite aufweisen (s. Kap. 1.3) (BMVBS 2013c: 31).

In Anbetracht der Ungewissheit über die genaue Ausprägung klimatischer Veränderungen und ihrer jeweiligen räumlichen Auswirkungen ist es sinnvoll, die potenzielle Verwundbarkeit von Raumnutzungen, -strukturen und -funktionen zum Ausgangspunkt für die Entwicklung und Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen zu machen. Aufgrund des breiten Spektrums möglicher Entwicklungspfade des Klimawandels kommt zudem der Nachjustierbarkeit von Planungen und Maßnahmen, durch die eine fortlaufende Anpassung an sich ändernde Randbedingungen und die Berücksichtigung zusätzlichen Erkenntnisgewinns ermöglicht wird, ein besonderes Gewicht zu. Mit Blick auf die räumliche Planung bedeutet dies, dass Planungsprozesse und -instrumente flexibler gestaltet werden müssen. Es sollte nicht länger darum gehen, „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“ (Ritter 2007: 536).

Im Hinblick auf die Auswahl konkreter Maßnahmen zur Anpassung an Klimawandelfolgen bietet zudem das „No regret“-Kriterium einen geeigneten Ansatz. „No regret“-Maßnahmen sind auch dann noch sinnvoll, wenn der primäre Grund „Anpassung an den Klimawandel“ nicht im erwarteten Ausmaß zum Tragen kommt, weil die Klimaänderungen anders ausfallen als erwartet (Birkmann et al. 2013: 16 f.). Es handelt sich demnach um Maßnahmen, die auch unabhängig vom Eintreten der projizierten Klimawandelfolgen einen gesellschaftlichen, ökonomischen oder ökologischen Mehrwert generieren, da sie Synergieeffekte mit weiteren Politikzielen aufweisen und/oder eine flexible und effiziente Nachsteuerung und spätere Anpassung an anderslautende (klimatische) Rahmenbedingungen ermöglichen.

2.2.2 Umgang mit der Langfristwirkung von Klimawandelfolgen

Aufgrund der Persistenz bestehender Strukturen (Bebauung, Infrastrukturen, Raumnutzungen) und der langfristig zu erwartenden Klimaänderungen, deren Auswirkungen z. T. erst in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts deutlich zu spüren sein werden, ist eine nachhaltige Anpassung an den Klimawandel als Generationenaufgabe anzusehen, die bereits heute beginnen und über den Betrachtungszeitraum aktueller Pläne und Programme deutlich hinausgehen muss (BMVBS 2010: 89). Vor diesem Hintergrund ist die Raumplanung aufgefordert, ihre bisherigen Planungshorizonte auszuweiten und im Hinblick auf künftige Anpassungserfordernisse schon heute vorsorgend tätig zu werden (Ritter 2007: 537). Aufgrund der z. T. langen Vorlaufzeiten sind Anpassungsüberlegungen so früh wie möglich anzustellen und entsprechende Strategien und Maßnahmen rechtzeitig vorzubereiten.

Ein grundsätzliches Problem dürfte in diesem Zusammenhang allerdings darin bestehen, dass die Diskrepanz zwischen den üblichen Betrachtungszeiträumen der Raumplanung auf der einen Seite und den langfristigen Wirkungszeiträumen des Klimawandels (die jenseits der gesellschaftspolitischen Erfahrungen im Umgang mit Langfristbetrachtungen liegen) auf der anderen Seite sowie das damit einhergehende Nichtvorhandensein akuter Handlungsnotwendigkeit von Politik und Öffentlichkeit als Begründungsproblem und Legitimationsdefizit für frühzeitiges Anpassungshandeln angesehen wird. Die Aufgabe der vorausschauenden Anpassung an zukünftige Klimawandelfolgen hat – wie z. B. das Sparen in öffentlichen Haushalten – den Charakter ungewollter Pflicht aus rationaler Erkenntnis. Gesellschaften tendieren bei solchen Aufgaben zu Attentismus und Verdrängung, was die Gefahr birgt, dass erforderliche Vorsorgemaßnahmen für zeitlich weit entfernt liegende – und im Fall des Klimawandels zudem unsichere – Ereignisse nicht rechtzeitig ergriffen werden. Daraus leitet sich die Forderung ab, das Thema „Anpassung an den Klimawandel“ so früh wie möglich in die breite Öffentlichkeit zu tragen, um so einen gemeinsamen Wissenshintergrund zu schaffen, auf dem Verständnis, Akzeptanz und Mitwirkungsbereitschaft aufbauen können. Dies ist in erster Linie Aufgabe der Politik, sofern es um räumliche Spezifika der Anpassungserfordernisse geht. Aber auch die Raumplanung kann – spezifisch für den jeweiligen Planungsraum – ihren Teil dazu beitragen.

2.2.3 Gewährleistung der Rechtssicherheit von Planungsentscheidungen zur Anpassung an den Klimawandel

Frühzeitiges Anpassungshandeln in der Raumplanung wird – wie bereits oben erläutert – dadurch erschwert, dass die zur Verfügung stehenden Informationen hinsichtlich der Folgen des Klimawandels aufgrund der bestehenden Unsicherheiten und Langfristwirkungen vielfach als nicht hinreichend belastbare Grundlage für rechtssichere Planungsentscheidungen angesehen werden. Es stellt sich die grundsätzliche Frage, ob die Raumplanung ihre Festlegungen in Plänen und Programmen auf Klimaprojektionen stützen darf oder lediglich auf Bestands-/Beobachtungsdaten zurückgreifen kann. In der aktuellen Diskussion lassen sich im Wesentlichen zwei unterschiedliche Argumentationslinien erkennen (Netzwerk Vulnerabilität 2013: 5; BMVBS 2013c: 30 ff.; BMVBS 2014: 79 ff.):

- Aus verwaltungsjuristischer Sicht wird die Nutzung von (trendsicheren) Klimaprojektionen bei raumplanerischen Entscheidungen als grundsätzlich möglich eingeschätzt. Da Projektionen bei Verwaltungsentscheidungen wie Prognosen behandelt werden, würde im Falle einer Klage das übliche Verfahren der Prognosekontrolle durchgeführt werden (analog zur Kontrolle von Prognosen der Bevölkerungs-, Verkehrs- oder Wirtschaftsentwicklung). Das entscheidende Kriterium wäre hierbei, ob eine Planungsentscheidung unter Nutzung wissenschaftlich anerkannter Methoden nachvollziehbar und transparent zustande kam. Zudem muss die mit Projektionen verbundene Ungewissheit künftiger Entwicklungen in einem angemessenen Verhältnis zu möglichen Eingriffen stehen, die durch Klimaprojektionen gerechtfertigt werden sollen.
- Aus fachlicher Sicht besteht jedoch Skepsis gegenüber der Verwendung von Projektionen als Grundlage raumplanerischer Entscheidungen. Klimaprojektionen seien zwar für die Sensibilisierung und die Überzeugung politischer Entscheidungsträger sehr nützlich, für die Ableitung raumplanerischer Festlegungen aber problematisch. Die z. T. sehr große Bandbreite ihrer Aussagen lasse keine eindeutigen Bewertungen

zu, die als wissenschaftlich belastbare Begründungen für konkrete Festlegungen herangezogen werden könnten. Insbesondere wenn es darum gehe, Ziele der Raumordnung (Vorranggebiete) festzulegen, sei eine abschließende Risikoanalyse notwendig, die auf Basis von Bestands-/Beobachtungsdaten (ggf. mit Trendableitung) erfolgen müsse. Klimaprojektionen könnten dann ggf. als ergänzendes Argument für die Kommunikation von Entscheidungen hinzugezogen werden.

Insgesamt empfiehlt sich ein pragmatisches Vorgehen, bei dem – je nach Planungsgegenstand, Datenlage und verfügbaren Analysemethoden – die jeweils geeignetste Herangehensweise gewählt wird. Grundsätzlich ist anzumerken, dass in vielen Fällen schon die Analyse der gegenwärtigen Verwundbarkeit gegenüber bereits heute auftretenden klimatischen Bedingungen oder Extremwetterereignissen, d.h. die Analyse des Status quo, eine wesentliche Grundlage für planerisches Handeln schaffen kann. Denn oftmals wird die Anfälligkeit gegenüber Klima- und Extremwettereinflüssen viel stärker durch bestehende (oder bereits geplante) Raumstrukturen, -nutzungen und -funktionen (d.h. durch das Schadenspotenzial) bestimmt als durch die Folgen der zu erwartenden Klimaveränderungen.

2.2.4 Bewältigung grenzüberschreitender Klimawandel-Anpassungserfordernisse

Die niedersächsische Besonderheit, dass die Regionalplanung – mit Ausnahme der Region Hannover und des Zweckverbands Großraum Braunschweig – auf Ebene der Landkreise bzw. kreisfreien Städte angesiedelt ist, hat zur Folge, dass es eine Vielzahl relativ kleiner Regionalplanungseinheiten gibt. Dies hat einerseits den Vorteil, dass regionale Spezifika – wie z.B. kleinräumige Auswirkungen des Klimawandels bzw. besondere regionale Anfälligkeiten – (zumindest theoretisch) unmittelbar vor Ort von der Regionalplanung berücksichtigt werden können (Franck/Peithmann 2010: 19 f.), erschwert andererseits jedoch die planerische Anpassung an großräumige, über die bestehenden administrativen Grenzen der Regionalplanungseinheiten hinausgehende Auswirkungen des Klimawandels (z.B. in den Bereichen Freiraumschutz, Biotopverbund, Hochwasser- und Küstenschutz). Dieses Defizit wird aktuell auch vonseiten der Landesplanung nicht behoben, da das Landes-Raumordnungsprogramm Niedersachsen 2012 die Verantwortung für Freiraumschutz und Biotopverbund (abgesehen von Natura 2000-Schutzgebieten) sowie die Flächenvorsorge in den Bereichen Hochwasser-, Küstenschutz und Kleigewinnung an die Regionalen Raumordnungsprogramme delegiert und hierzu keine eigenen Gebietsausweisungen vornimmt, sondern lediglich allgemeine Ziele und Grundsätze formuliert (Spiekermann 2013: 9).

Um den geschilderten Anforderungen an die Betrachtung größerer, über die bestehenden Regionalplanungseinheiten hinausgehender Planungszusammenhänge gerecht werden zu können, kommen generell folgende Möglichkeiten infrage (Spiekermann 2013: 19):

- verstärkte Orientierung an funktional bzw. naturräumlich abgegrenzten Planungsräumen (wie im Rahmen der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie (Einrichtung von Gebietskooperationen) und Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie bereits gefordert) mit entsprechender Abstimmung zwischen den betroffenen Regionalplanungseinheiten

- Verbesserung der kreisgrenzenübergreifenden Zusammenarbeit durch Nutzung bestehender bzw. Schaffung neuer Kooperationsmodelle und Netzwerke (z.B. Metropolregionen, Regionalforen)
- Zusammenführung bestehender Regionalplanungseinheiten zu größeren Zweckverbänden

Ein grundsätzliches Problem der beiden erstgenannten Möglichkeiten besteht darin, dass der Regionalplanung aufwendige Formen informeller regionaler Kooperation zur Abstimmung und Koordination eines gemeinsamen Vorgehens abverlangt werden. Der oben beschriebene kleinräumige Zuschnitt der Planungseinheiten in Niedersachsen setzt den Regionalplanungsstellen i. d. R. jedoch zugleich enge Grenzen hinsichtlich ihrer personellen Ressourcenausstattung, sodass für umfangreiche informelle Planverfahren zu neuartigen komplexen Themenstellungen, wie z. B. Anpassung an die Folgen des Klimawandels, oftmals die erforderlichen Kapazitäten fehlen (Franck/Peithmann 2010: 20). Nicht zuletzt vor diesem Hintergrund wird die Leistungsfähigkeit der vorhandenen Regionalplanungsstrukturen im überwiegenden Teil Niedersachsens zu hinterfragen sein.

Eine wichtige Unterstützungsfunktion bei der Bewältigung kreisgrenzenüberschreitender Klimawandelanpassungserfordernisse könnten die vier neu geschaffenen Ämter für regionale Landesentwicklung in Braunschweig, Hildesheim, Lüneburg und Oldenburg übernehmen – sofern bei diesen Einrichtungen die dafür nötigen Ressourcen zur Verfügung gestellt werden.

Bei sehr großräumigen und/oder stark konfliktbehafteten Anpassungserfordernissen (z. B. Sicherung von großflächigen Retentionsräumen für den Binnenhochwasserschutz, Aufbau eines übergreifenden Biotopverbunds, Realisierung von flächenhaften Küstenschutzmaßnahmen) sollten überdies stärkere Vorgaben vonseiten der Landes- oder sogar der Bundesraumordnung in Erwägung gezogen werden, da die Tragweite der erforderlichen Maßnahmen die regionale Handlungs- und Steuerungsfähigkeit übersteigen kann.

2.2.5 Realisierung von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel im Bestand

Die Folgen des Klimawandels werden nicht nur bei Neuplanungen zu berücksichtigen sein, sondern sich vor allem auch auf bestehende Raumnutzungen, -strukturen und -funktionen auswirken (z. B. zunehmende Hochwasserrisiken für Bebauung in hochwassergefährdeten Bereichen) und entsprechenden Handlungsbedarf hervorrufen (z. B. Nutzungsänderungen oder Rückbau). Während im Rahmen der Neuausweisung oder Änderung von Flächennutzungen bzw. der Genehmigung und Umsetzung neuer Vorhaben grundsätzlich eine starke raumplanerische Einflussnahme auf die Verringerung der Vulnerabilität bzw. die Steigerung der Resilienz von Raumstrukturen gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels möglich ist, gestaltet sich die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen im Bestand als weitaus problematischer. Tiefgreifende Nutzungsänderungen – u. U. bis zur völligen Nutzungsaufgabe –, die aufgrund der Auswirkungen des Klimawandels erforderlich werden könnten, wären nur durch eine Veränderung bestehender Nutzungen bzw. durch Eingriffe in „erworbene“ Nutzungsansprüche durchsetzbar. Die Modifikation von in der Vergangenheit getroffenen Raumnutzungsentscheidungen kann aufgrund des Bestandsschutzes gemäß Art. 14 GG Kompensationsleistungen zugunsten der Betroffenen nach sich ziehen.

Während die Rücknahme oder Änderung von Festlegungen zur Raumnutzung in Raumordnungsprogrammen oder Flächennutzungsplänen direkt keine Entschädigungsansprüche auslöst – zumindest sofern diese Nutzungen noch nicht realisiert oder in der verbindlichen Bebauungsplanung festgesetzt sind –, kann die Rücknahme oder Änderung bereits bestehender bzw. rechtsverbindlich festgesetzter (baulicher) Nutzungen i.d.R. nur bei entsprechenden Kompensationsleistungen erfolgen. In den meisten Landesplanungsgesetzen – so auch in § 17 NROG – sind Regress- oder Freistellungsansprüche einer Gemeinde gegen das Land für den Fall vorgesehen, dass diese Gemeinde einem Dritten gegenüber zur Entschädigung verpflichtet ist, weil sie einen bereits in Kraft getretenen Bebauungsplan aufgrund verbindlicher Raumordnungsziele auf Verlangen der Landesplanungsstellen ändern muss. Solche Konstellationen könnten in Anbetracht der klimawandelbedingten Anpassungserfordernisse künftig häufiger auftreten. Im Hinblick auf die Anpassung räumlicher Nutzungen an die Folgen des Klimawandels ist allerdings anzumerken, dass der zu entschädigende Wertverlust der Betroffenen nur vordergründig durch die Planänderung verursacht wird. Vielmehr geht die Entwertung der bisherigen Nutzungsmöglichkeiten bereits mit den Auswirkungen der Klimaveränderungen einher (Ritter 2007: 536).

2.3 Eignung und Weiterentwicklung von Planungsinstrumenten für den Umgang mit den Folgen des Klimawandels

Der räumlichen Planung steht im Umgang mit den Folgen des Klimawandels ein breites Spektrum formeller und informeller Instrumente zur Verfügung. Damit ist sie grundsätzlich gut aufgestellt, um den klimawandelbedingten Anforderungen zu begegnen. Während die gesetzlich normierten formellen Instrumente in erster Linie der verbindlichen Rahmensetzung von (Anpassungs-)Planungen dienen, können mithilfe informeller Instrumente relevante Akteure informiert und eingebunden sowie Planungsentscheidungen vorbereitet, ausgehandelt und kommuniziert werden. Im Hinblick auf die Anpassung an den Klimawandel wird vielfach auf das Erfordernis eines Instrumenten-Mixes verwiesen, der „harte“ (formelle) und „weiche“ (informelle) Instrumente mit ihren jeweiligen Stärken kombiniert (u. a. Schlipf/Herlitzius/Frommer 2008).

2.3.1 Formelle Instrumente

Hinsichtlich der formellen Instrumente der räumlichen Planung (z.B. textliche und zeichnerische Festlegung von Zielen und Grundsätzen der Raumordnung, Darstellungs- und Festsetzungsmöglichkeiten der Bauleitplanung, Gebietsausweisungen der Fachplanungen) ist zu konstatieren, dass diese in der bestehenden Form und Ausprägung weit hin ausreichend sind, um die aus dem Klimawandel resultierenden Anpassungserfordernisse zu bewältigen. Allerdings werden die bestehenden Möglichkeiten z.T. unzureichend ausgeschöpft, sodass insgesamt eine konsequentere Ausgestaltung und Anwendung der vorhandenen Instrumente anzustreben ist.

Ein genereller Bedarf nach Erweiterung des formellen Instrumentariums wird darüber hinaus in folgenden Bereichen gesehen:

Einführung einer Klimawandelverträglichkeitsprüfung (Climate Proofing)

Um eine nachhaltige Raumentwicklung zu gewährleisten, sollten bei der Ausarbeitung und Genehmigung von Plänen, Programmen und Vorhaben die möglichen Auswirkungen des Klimawandels vorausschauend berücksichtigt werden. Ein entsprechendes Konzept in der aktuellen Diskussion stellt das „Climate Proofing“ dar, dessen Ziel es ist, ein

hohes Niveau an Resilienz und Anpassungsfähigkeit der Raumnutzungen und -funktionen gegenüber den aktuellen und zukünftigen Folgen des Klimawandels sicherzustellen (Birkmann/Fleischhauer 2009). Für die Implementierung eines Climate Proofings bieten sich grundsätzlich folgende drei Möglichkeiten an (BMVBS 2013a: 79 ff.):

- 1) Einführung eines eigenständigen Prüfinstruments
- 2) Integration des Climate Proofings in die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) bzw. Strategische Umweltprüfung (SUP)
- 3) Berücksichtigung des Climate Proofings im Rahmen der planerischen Abwägung

Während die erste Option aufgrund des erheblichen Zusatzaufwandes vonseiten der Planungspraxis als nicht realistisch angesehen wird, könnte die methodische Ergänzung der UVP bzw. SUP um Climate Proofing-Elemente einen Prüfansatz darstellen, der mit vertretbarem Aufwand zu realisieren wäre (BMVBS 2013a: 79; MKRO 2013: 34). Um im Rahmen der UVP bzw. SUP die zukünftigen Auswirkungen des Klimawandels auf heutige Vorhaben bzw. Pläne und Programme abschätzen zu können, wäre jedoch eine Perspektivenenerweiterung erforderlich. In Ergänzung zum heutigen Fokus der UVP bzw. SUP, bei dem die Auswirkungen eines Vorhabens oder Plans/Programms auf die Umwelt betrachtet werden, wären dann auch die möglichen zukünftigen Auswirkungen klimawandelbedingt veränderter Umweltbedingungen auf ein Vorhaben bzw. einen Plan/ein Programm zu untersuchen (Birkmann/Fleischhauer 2009: 118 ff.). Für die dritte Option spricht, dass die Berücksichtigung von Umweltbelangen – und damit auch von Klimawandelaspekten – ohnehin obligatorisch im Rahmen der allgemeinen Abwägung erforderlich ist (BMVBS 2013a: 81). In jedem Falle sind als Grundlage für ein Climate Proofing entsprechende Klimafolgen- bzw. Betroffenheitsanalysen (s. Kap. 2.4.3) und definierte Prüfkriterien erforderlich.

Flexibilisierung von Plänen und Programmen

Ein grundsätzliches Defizit des formellen Instrumentariums besteht darin, dass es in seinen Anwendungsmöglichkeiten z. T. zu starr ist, um mit den unsicheren und langfristigen Entwicklungspfaden des Klimawandels flexibel umgehen zu können. Angesichts der sich langfristig verstärkenden, vielfach aber noch nicht detailliert abschätzbaren Klimawandelfolgen wird es darum gehen müssen, „von einer starren, einen bestimmten Endzustand festlegenden Planung hin zu einer stärker prozessualen und schrittweise agierenden Planung zu gelangen“ (Overbeck/Hartz/Fleischhauer 2008: 376), die eine zeitnähere und effektivere Reaktion auf neue Erkenntnisse zulässt. Dabei muss an die Stelle einer „statischen Zuweisung von Raumfunktionen“ zunehmend eine „dynamische Raumentwicklung mit reversiblen Raumfunktionen“ treten (Kropp/Daschkeit 2008: 359). Um dies zu gewährleisten, wäre in Gebieten, die von langfristigen bzw. schleichenden Klimawandelfolgen bedroht sind, eine zeitliche Befristung von Raumnutzungen erforderlich. Eine Möglichkeit bestünde darin, die aus der Bauleitplanung bereits bekannte Kategorie der „Zwischennutzungen“ (§ 9 Abs. 2 BauGB) ggf. auch im regionalen Maßstab, d. h. im Bereich der Raumordnung, anzuwenden (Ritter 2007: 536). Als Zwischennutzungen werden solche Raumnutzungen bezeichnet, die nur für einen begrenzten Zeitraum bzw. bis zum Eintritt bestimmter Umstände (in diesem Fall: Eintritt bestimmter, der Nutzung entgegenstehender Auswirkungen des Klimawandels) zulässig sind.

Ein geeignetes Instrument zur Erhöhung der Flexibilität könnten auch „ergebnisorientierte Zielvereinbarungen“ darstellen, die zwar das anzustrebende Ergebnis vorgeben, nicht aber den Weg dorthin (BMVBS 2010: 105 ff.). Während die Zielsetzung klar definiert

ist und von allen Beteiligten anerkannt wird, besteht hinsichtlich der Strategie- und Maßnahmenwahl zur Erreichung dieser Zielsetzung grundsätzlich eine Dispositionsfreiheit der umsetzenden Akteure (BBAW 2010: 35). Nach Greiving (2008) ist das Instrument der Zielvereinbarung viel besser in der Lage, flexibel auf Veränderungen der Rahmenbedingungen (z. B. aufgrund externer Einflüsse wie dem Klimawandel) zu reagieren, als konditional programmiertes, regelbasiertes Entscheiden.

2.3.2 Informelle Instrumente

Das Potenzial informeller Instrumente besteht darin, frühzeitig Bewusstsein und Akzeptanz zu schaffen, betroffene Akteurs- und Interessengruppen in Planungsprozesse einzubinden und gemeinsame Strategien und Maßnahmen zu entwickeln. Im Hinblick auf die Anpassung an den Klimawandel können durch eine integrierte Planung unter Beteiligung betroffener Akteure mögliche Zielkonflikte unterschiedlicher Anpassungsmaßnahmen entschärft und Synergien aufgedeckt und genutzt werden. Zudem kann die aktive Einbindung bei den verschiedenen Akteuren und in der Bevölkerung zu neuen Erkenntnissen (z. B. Risikobewusstsein hinsichtlich möglicher Klimawandelfolgen) und damit auch zu neuen Einsichten hinsichtlich der Notwendigkeit bestimmter Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels führen. Insbesondere die im Zuge von Anpassungsmaßnahmen auftretenden (Flächennutzungs-)Konflikte werden nur lösbar sein, wenn eine breite gesellschaftliche Akzeptanzbasis geschaffen wird.

Für die Raumplanung bedeutet dies, dass sowohl die Zusammenarbeit und Abstimmung mit betroffenen Fachplanungen bzw. -ressorts als auch die Einbindung der Öffentlichkeit in Planungsprozesse an Bedeutung gewinnt. In Ergänzung zu den gesetzlichen Regelungen zur formellen Behörden- und Öffentlichkeitsbeteiligung (z. B. bei der Aufstellung von Raumordnungs- und Bauleitplänen, im Rahmen von Raumordnungs- und Planfeststellungsverfahren und im Rahmen von Umweltverträglichkeitsprüfungen bzw. Strategischen Umweltprüfungen) sollten daher – wie auch in § 13 Abs. 1 ROG gefordert¹ – in verstärktem Maße auch informelle Informations-, Partizipations- und Kooperationsinstrumente genutzt werden. Aufgrund ihres traditionellen Auftrags, zusammenfassende Planung zu betreiben, ist die Raumplanung wie keine andere öffentliche Aufgabe aufgefordert, auf die Bildung geeigneter informeller Organisationsformen in ihrem Zuständigkeitsgebiet hinzuwirken. Als mögliche informelle Planungsansätze sind z. B. die Durchführung von Leitbildprozessen, die partizipative Erarbeitung von Entwicklungskonzepten oder Aktionsprogrammen sowie die Stärkung bzw. Gründung von Netzwerken und Kooperationsstrukturen zu nennen.

Einen vielversprechenden Ansatz für den Umgang mit den Folgen des Klimawandels stellt das informelle Instrument des Regionalmanagements dar, das als Dialog-, Kooperations- und Koordinationsplattform fungieren und im Vergleich zur formellen Regionalplanung stärker handlungs- und umsetzungsorientiert agieren kann. Eine Stärke des Regionalmanagements liegt in der ausgeprägten Adressatenorientierung, die besonders dann von Vorteil ist, wenn es – wie im Kontext der Anpassung an Klimawandelfolgen – darum geht, Abstimmungs- und Aushandlungsprozesse zwischen betroffenen Akteuren zu initiieren (BMVBS 2010: 85). Im Rahmen von Regionalmanagementprozessen bieten

¹ § 13 Abs. 1 ROG fordert, dass die Träger der Landes- und Regionalplanung „zur Vorbereitung oder Verwirklichung von Raumordnungsplänen oder von sonstigen raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen [...] mit den hierfür maßgeblichen öffentlichen Stellen und Personen des Privatrechts einschließlich Nichtregierungsorganisationen und der Wirtschaft zusammenarbeiten oder auf die Zusammenarbeit dieser Stellen und Personen hinwirken“ sollen.

Regionale Entwicklungskonzepte (REK) die Chance, Leitbilder und Lösungsansätze für besondere Problemlagen oder neue räumliche Aufgabenstellungen zu entwickeln und auf diese Weise entsprechende Festlegungen in den formellen Raumordnungsprogrammen vorzubereiten. Der Bezugsraum eines Regionalen Entwicklungskonzepts muss dabei nicht auf bestehende Planungsregionen beschränkt sein, sondern kann aus einem freiwilligen Zusammenschluss von Gebietskörperschaften auf der Basis funktionaler Beziehungen resultieren, was im Hinblick auf die Bewältigung der Auswirkungen des Klimawandels, die nicht an administrativen Grenzen haltmachen, von Vorteil ist. Aufgrund ihrer überfachlichen Sichtweise und ihres regionalen Bezugs ist die Regionalplanung prädestiniert dafür, Regionalmanagementprozesse zu initiieren und zu moderieren.

Regionalmanagement wird in Niedersachsen derzeit jedoch allenfalls auf freiwilliger Basis und im Rahmen von Förderprogrammen (z.B. Integrierte ländliche Entwicklung (ILE), LEADER) durchgeführt. Um die Potenziale des Regionalmanagements konsequenter nutzen zu können, sollte daher dessen flächendeckende Institutionalisierung als ein die formelle Regionalplanung begleitender entwicklungsorientierter Prozess, der sich mit den jeweils drängenden Fragen der Regionalentwicklung (z.B. Anpassung an die Folgen des Klimawandels) auseinandersetzt, erwogen werden. Dazu wären die Regionalplanungsstellen mit entsprechenden finanziellen und personellen Ressourcen auszustatten (Spiekermann 2013: 18 f.).

2.3.3 Strategische Regionalplanung

Einen maßgeblichen modernen Ansatz zur Weiterentwicklung der Regionalplanung – auch unabhängig von den Anforderungen des Klimawandels – stellt das Modell der „Strategischen Regionalplanung“ dar. Es erweitert die Aufgaben und Handlungsmöglichkeiten der klassischen Regionalplanung um die des Regionalmanagements. Strategische Regionalplanung versteht sich als zielorientierte, kooperativ angelegte Planung mit starkem Umsetzungsbezug und konsequenter Wirkungskontrolle, die raumbezogene Entwicklungs- und Ordnungsaufgaben in sich vereint. Dabei ergänzt sie die bisherigen Funktionen der klassischen Regionalplanung um die Aspekte „Vision/Leitbild“, „Entwicklungskonzept“ sowie „Handlungs- und Umsetzungskonzept“ (s. Abb. 5). Zudem forciert sie frühzeitige und umfassende Partizipations- und Kooperationsprozesse und wirkt in Finanzierungs- und Förderentscheidungen mit (Vallée et al. 2012: 185).

Die wesentlichen Elemente einer Strategischen Regionalplanung, die in der Summe einen abgestuften, iterativ angelegten Prozess bilden (s. Abb. 5), lassen sich wie folgt charakterisieren (ARL 2011: 7 f.; Vallée 2012: 172 f.):

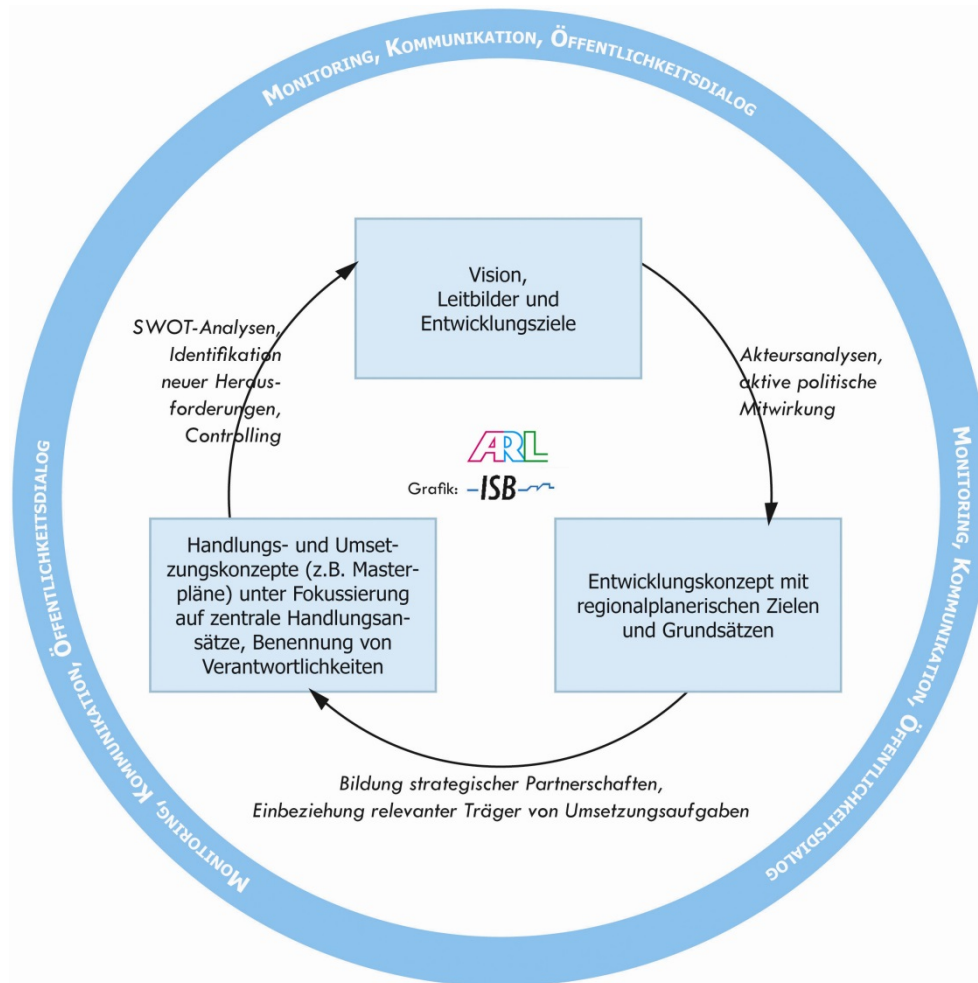
- Auf der Basis einer raumbezogenen SWOT-Analyse² erfolgt die Definition von längerfristigen Visionen, Leitbildern und Entwicklungszielen für eine Region/einen Raum.
- Darauf aufbauend wird ein Entwicklungskonzept für die Region/den Raum mit einer Schwerpunktsetzung auf zentrale Handlungsansätze (strategische Komponenten) formuliert, über das – unter Nutzung von Zielen und Grundsätzen der Raumordnung – zugleich die Regulierung von Maßnahmen mit Flächenbezug erfolgt. Das Entwicklungskonzept trägt damit zur stärkeren Verzahnung von Entwicklungs- und Ordnungsaufgaben bei.

² SWOT = Strengths/Stärken, Weaknesses/Schwächen, Opportunities/Möglichkeiten, Threats/Risiken

- Abschließend erfolgt die Erarbeitung von Handlungs- und Umsetzungskonzepten mit der Benennung von Verantwortlichkeiten. Ein wichtiger Baustein ist hierbei die Bildung strategischer Partnerschaften und die Einbeziehung relevanter Träger von Umsetzungsaufgaben.

Das Modell der Strategischen Regionalplanung stellt damit insbesondere für langfristige und komplexe Themenstellungen mit einer Vielzahl betroffener Akteure – wie es bei der Anpassung an die Folgen des Klimawandels der Fall ist – einen geeigneten Ansatz dar.

Abb. 5: Elemente der Strategischen Regionalplanung (Produkte und Prozesse)



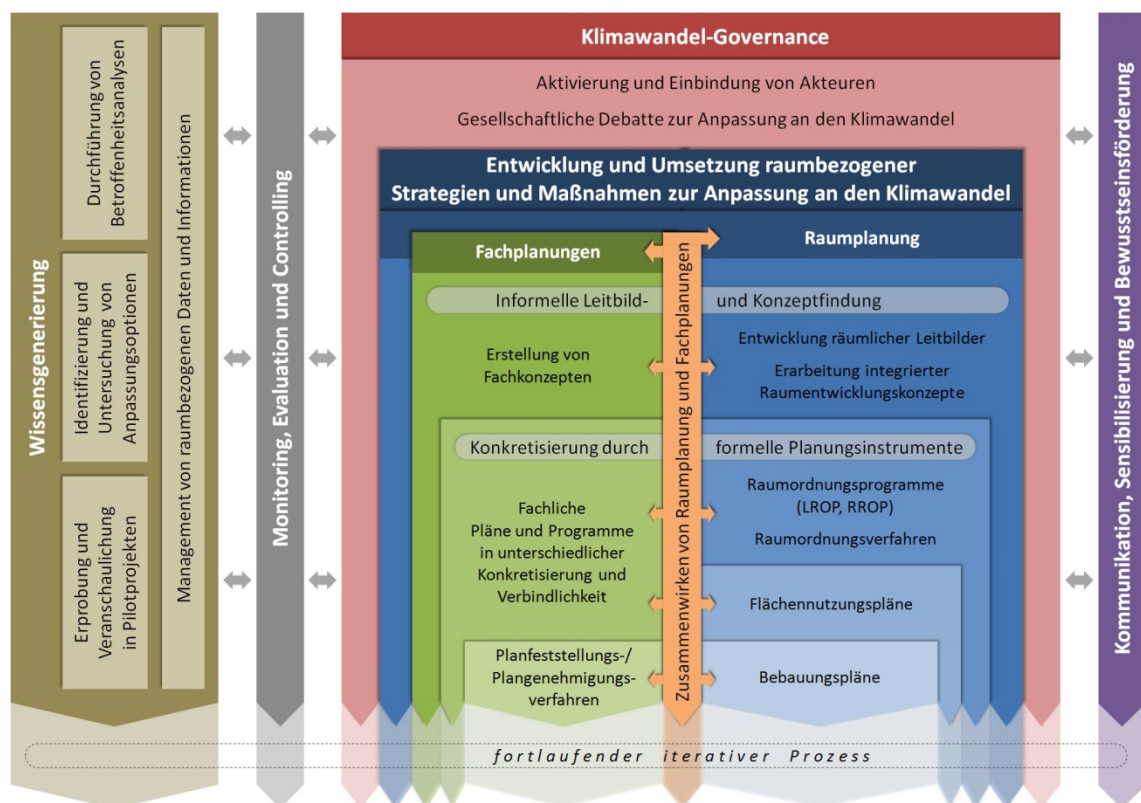
Quelle: ARL 2011: 7 und Vallée et al. 2012: 173

2.4 Gestaltung von Planungsprozessen zur Anpassung an den Klimawandel

Aufbauend auf dem im vorangegangenen Kapitel skizzierten und in Abb. 5 dargestellten Prozessschema der Strategischen Regionalplanung werden nachfolgend verschiedene Elemente zur Gestaltung von Klimawandel-Anpassungsprozessen in der räumlichen Planung aufgeführt und in Abb. 6 ins Verhältnis zueinander gesetzt. Bei den Elementen handelt es sich teils um parallel verlaufende und teils um aufeinander folgende Prozessschritte. Zwischen den einzelnen Elementen bestehen Rückkopplungen und vielfältige Austauschbeziehungen.

Eine zentrale Voraussetzung für einen erfolgreichen Umgang mit den Folgen des Klimawandels stellen Governance-Prozesse dar (Kap. 2.4.1). Sie dienen dazu, relevante Akteure zu aktivieren und einzubinden und bieten Raum für gesellschaftliche Debatten. Darin eingebettet kann – im Zusammenspiel von Fachplanungen und Raumplanung – die Entwicklung und Umsetzung raumbezogener Strategien und Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel stattfinden (Kap. 2.4.2). Um hierbei auf die nötigen Informationsgrundlagen zurückgreifen zu können, ist ein permanentes Bemühen um immer konkreteres Wissen über die raumrelevanten Auswirkungen des Klimawandels und jeweils geeignete Anpassungsoptionen erforderlich (Wissensgenerierung; Kap. 2.4.3). Da es sich bei der Anpassung an den Klimawandel um eine sehr langfristige und zugleich mit vielen Unsicherheiten behaftete Aufgabe handelt, bei der regelmäßig neue Erkenntnisse zu erwarten sind, kommt den Aspekten Monitoring, Evaluation und Controlling eine besondere Bedeutung zu (Kap. 2.4.4). Um die erforderliche Akzeptanz für Strategien und Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels zu schaffen und den Wissenstransfer zu befördern, ist der Anpassungsprozess zudem über seine gesamte Länge durch geeignete Formen der Kommunikation, Sensibilisierung und Bewusstseinsförderung zu begleiten (Kap. 2.4.5).

Abb. 6: Elemente zur Gestaltung von Klimawandel-Anpassungsprozessen in der räumlichen Planung



Quelle: eigene Darstellung

2.4.1 Klimawandel-Governance

Governance-Prozesse sollen im Allgemeinen dazu beitragen, komplexe und tendenziell konfliktbeladene Entwicklungsprozesse und Entscheidungsfindungen durch eine breite Beteiligung staatlicher und nichtstaatlicher Akteure unter Nutzung dialogorientierter Ver-

fahren der Kommunikation, Aushandlung und Kooperation sowohl problemgerechter als auch umsetzungsfähiger zu gestalten. Da auch der Umgang mit den Folgen des Klimawandels eine komplexe und in vielen Bereichen konfliktbeladene Herausforderung darstellt, wird die Initiierung eines Klimawandel-Governance-Prozesses als wichtige Voraussetzung für die Entwicklung und Umsetzung von Anpassungsstrategien und -maßnahmen angesehen (BMVBS 2013a: 37 ff.).

Die Herausforderungen des Klimawandels machen eine gesellschaftliche Debatte über das notwendige Maß an Anpassung erforderlich. Durch eine solche Debatte muss der normative Rahmen für raumplanerisches Handeln mitgestaltet werden („Klimawandel-Governance“). Dies ist u. a. deshalb geboten, weil das Planungsrecht aufgrund der in ihrer Ausprägung nicht genau bekannten und zudem langfristig wirkenden Klimawandelfolgen keine endgültigen Entscheidungskriterien liefern kann und das klassische „Government“ damit vor Entscheidungs- und Legitimationsprobleme gestellt wird. Stattdessen kann der Diskurs zwischen den im Rahmen eines Governance-Prozesses beteiligten Akteuren zum Instrument der Normgenerierung werden, da das Zusammenspiel der verschiedenen Interessen und Werte eine gemeinsame Orientierung ermöglicht und die Entscheidungsfindung somit ein breiteres Fundament erhält (Greiving/Fleischhauer 2008: 65). Die Raumplanung wird bei der Entwicklung und Umsetzung von Strategien und Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels daher (noch) stärker als bisher auf eine partizipative und diskursive Ausrichtung setzen müssen. Dies ist insbesondere dann von großer Bedeutung, wenn klimawandelbedingte Anpassungserfordernisse mit Flächennutzungskonflikten und/oder Einschränkungen für bestehende Raumnutzungen einhergehen bzw. Anpassungsmaßnahmen im baulichen Bestand erforderlich sind.

Die Vorteile einer Klimawandel-Governance sind insbesondere folgende (BMVBS 2013a: 37):

- Die Einbeziehung verschiedener Akteure ermöglicht die frühzeitige Artikulation und Berücksichtigung von deren jeweiligen Interessen sowie die Nutzung eines breiten Fach- und Erfahrungswissens sowohl bei der Ermittlung von Klimawandel-Betroffenheiten als auch bei der Entwicklung von Anpassungsstrategien und -maßnahmen. Zudem ist die rechtzeitige Beteiligung von Akteuren eine wichtige Voraussetzung, um Zielkonflikte zu minimieren und potenzielle Synergien zu erschließen.
- Die Einbindung von betroffenen Akteuren in den Erarbeitungsprozess von Klimawandel-Anpassungsstrategien und -maßnahmen trägt dazu bei, die Akzeptanz für die erarbeiteten Ergebnisse zu erhöhen und deren Umsetzung zu begünstigen.
- Durch einen Governance-Prozess können politische Entscheidungen, z. B. hinsichtlich des Einsatzes formeller planerischer Instrumente, vorbereitet werden und die hierfür erforderliche Akzeptanz kann geschaffen werden.

Die Bandbreite der in einen Klimawandel-Governance-Prozess einzubeziehenden Akteure ist abhängig vom Spektrum der betroffenen bzw. betrachteten Handlungsfelder. Bei der Aktivierung entsprechender Akteursnetzwerke sollte – soweit möglich – auf bestehende Netzwerke zurückgegriffen werden, die ggf. um weitere relevante Akteure ergänzt werden. Um die Umsetzung der in diesen Netzwerken erarbeiteten Strategien und Maßnahmen zu fördern, ist eine Verzahnung des Governance-Ansatzes mit klassischen politischen Prozessen zu gewährleisten (BMVBS 2013a: 39).

Aufgrund ihrer sektorübergreifenden Perspektive ist die Raumplanung grundsätzlich dafür prädestiniert, die Aufgabe des Promotors eines raumbezogenen Klimawandel-

Governance-Prozesses zu übernehmen. Als querschnittsorientierter und neutraler Akteur verfügt sie über die notwendigen Voraussetzungen, um

- Netzwerke zu aktivieren und die Zusammenarbeit verschiedener Akteure zu stimulieren,
- Leitbild- und Konzeptentwicklungsprozesse zu initiieren, zu koordinieren und zu moderieren sowie
- als Vermittler zwischen unterschiedlichen Interessenlagen zu agieren (BMVBS 2013a: 39).

Um diese Aufgaben tatsächlich leisten zu können, müssen die Institutionen der Raumplanung mit entsprechenden Ressourcen und Kapazitäten ausgestattet sein, was – wie bereits an anderer Stelle erwähnt wurde – in Niedersachsen zumindest auf der Regionalplanungsebene derzeit allerdings überwiegend nicht der Fall ist.

2.4.2 Entwicklung und Umsetzung raumbezogener Strategien und Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel

Zusammenwirken von Raumplanung und Fachplanungen

Bei der Entwicklung und Umsetzung raumbezogener Strategien und Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels überschneiden sich die Zuständigkeiten von Raumplanung und Fachplanungen. Es sollte daher nicht zu hemmenden Rivalitäten zwischen ihnen kommen, sondern auf eine abgestimmte Aufgabenteilung und effektive Zusammenarbeit hingewirkt werden. Dabei gilt (Franck/Peithmann 2010: 35):

- Bei Maßnahmen, die sich innerhalb der Zuständigkeit einer Fachplanung bewegen, auf Flächen im Zugriff des Vorhabenträgers realisiert werden können und keine neuen Zuordnungen von Flächennutzungen und -funktionen im Raum erzeugen, liegen Konzeption und Durchführung dieser Maßnahmen im Verantwortungsbereich der Fachplanungen. Die Fachplanungen verfügen zudem prinzipiell über investive Mittel für die Umsetzung von Maßnahmen bzw. können dafür Fördermittel akquirieren.
- Bei Maßnahmen, die a) ein koordiniertes Zusammenwirken mehrerer Aufgabenträger bei Planung und Realisierung, b) den Ausgleich verschiedener Interessen und die Erschließung von Potenzialen für Synergien und Multifunktionalität sowie c) Neu- bzw. Umgestaltungen von Nutzungsgefügen und Umwidmungen von Flächenansprüchen erfordern, bietet sich für die Konzeptfindung und die Sicherung abgestimmter Raumansprüche die überfachliche Raumplanung an. Die i. d. R. größere Erfahrung der Dienststellen der Raumplanung mit Aushandlungsprozessen bei komplexen innovativen Themen in Verbindung mit ihrem Koordinierungs- und Neutralitätsanspruch sowie die stärkere Zukunftsorientierung der Raumplanung machen hierbei deren Kompetenzvorteil gegenüber sektoralen Fachplanungen aus.

Um bei Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels Flächennutzungs- und Zielkonflikte zu minimieren bzw. Synergieeffekte (z.B. in Form multifunktionaler Raumnutzungen) bestmöglich auszuschöpfen, ist eine integrierte Betrachtung und Abwägung der verschiedenen sektoralen Ansprüche geboten. Derzeit mangelt es jedoch z.T. an der dafür erforderlichen Verzahnung und Zusammenarbeit der Fachplanungen a) untereinander und b) mit der Raumplanung. Grundsätzliche Ansatzpunkte zur Verbesserung dieses Umstands bestehen

- in der frühzeitigen und fortwährenden Koordination und Integration von fachplanerischen Belangen mit den Erfordernissen der gesamträumlichen Planung durch (gesetzlich vorgeschriebene) Abstimmungsprozesse (hierfür wäre die Verankerung einer entsprechenden Forderung in denjenigen Fachgesetzen hilfreich, die dies bisher nicht ausdrücklich vorsehen) und
- in der Harmonisierung der Fortschreibungszyklen von fach- und raumplanerischen Plänen und Programmen zum Zwecke einer optimierten Integrationsfähigkeit von Plan-/Programminhalten.

Fachplanungen betrachten die Auswirkungen des Klimawandels und damit verbundene Anpassungserfordernisse vor dem Hintergrund ihres eigenen Aufgabenspektrums und konzentrieren sich auf ihre jeweiligen sektoralen Problemfelder. Um den Mehrwert einer engen Zusammenarbeit mit der Raumplanung aufzuzeigen, muss ihnen verdeutlicht werden, warum sich eine intensive Kooperation lohnen kann. Dies ist dann der Fall, wenn die räumliche Gesamtplanung mit ihren Gebietsausweisungen über die fachplanerischen Festsetzungsmöglichkeiten vorausschauend hinausgehen kann oder wenn bei unterschiedlichen sektoralen Ansprüchen durch fachübergreifende Koordinierung seitens der Raumplanung Nutzungs- bzw. Zielkonflikte vermieden oder Synergien genutzt werden können (Spiekermann 2013: 15 f.).

Informelle Leitbild- und Konzeptfindung

Im Zentrum der Gestaltung von Planungsprozessen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels steht der Anspruch, klimawandelbedingte Risiken weitestgehend zu vermeiden und sich bietende Chancen bestmöglich zu nutzen. Dabei gilt es, die mit sektoralen Anpassungsstrategien und -maßnahmen sowie mit sonstigen raumrelevanten Veränderungs- und Entwicklungsprozessen (z.B. demografischer Wandel, (land-)wirtschaftlicher Strukturwandel, Ausbau der erneuerbaren Energien) einhergehenden Konflikte zu minimieren und potenzielle Synergien zu erschließen. Um diesen Ansprüchen gerecht zu werden, ist es erforderlich, dass die Entwicklungsvorstellungen der verschiedenen Akteure in ihrer strategischen Ausrichtung einander angeglichen und zu einem übergeordneten, an den Anforderungen des Klimawandels ausgerichteten räumlichen Leitbild geformt werden, das dazu beitragen soll, das Handeln aller Akteure auf eine gemeinsame Richtung hin zu koordinieren.

Aufbauend auf dem Leitbild sind zunächst die fachlichen Positionen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels in Form von Fachkonzepten zu erarbeiten, die anschließend zu integrierten Raumentwicklungskonzepten zusammengeführt werden. Dabei müssen die Akteure der jeweiligen Funktionsbereiche ihre eigenen Anpassungsoptionen umfassend erkunden und diese mit den Anpassungsoptionen anderer Sektoren in Orientierung am übergeordneten Leitbild abgleichen. Damit das möglich wird, dürfen die Absichten der Akteure zum Zeitpunkt ihrer Formulierung und während der Kommunikation darüber nicht bereits verfestigt sein. Um den Langfristwirkungen des Klimawandels gerecht zu werden, müssen Akteure ihren Funktionsbereich zudem weit vorausschauend durchdenken. Der Konzeptfindungsprozess benötigt daher eine größtmögliche Öffnung für Varianten und Alternativen. Das geschieht am besten informell außerhalb der förmlichen Planungsprozesse der Raumplanung.

Als methodische Grundlage für die Konzeptfindung empfiehlt sich ein simultanes Vorgehen orientiert an der „Matrixmethode“. Dabei werden die zur Koordination anstehenden Raumfunktionen definiert und die zugehörigen Akteure aufgefordert, die Alternativen für ihre künftige Entwicklung auf das Leitbild ausgerichtet auszuloten und zu be-

schreiben. Bei diesen Alternativen handelt es sich um Sektoralalternativen, die anschließend auf Kompatibilität und Synergien geprüft werden. Sinnvolle Kombinationen der Sektoralalternativen werden zu Gesamalternativen zusammengefügt, aus denen dann ein gemeinsamer Entwicklungspfad für den Gesamttraum ausgewählt und in einem integrierten Raumentwicklungskonzept dargestellt werden kann.

Alternativ kann auch ein sequenzielles Vorgehen gewählt werden, das sich vom simultanen Vorgehen dadurch unterscheidet, dass eine dominante Funktion an den Anfang der Entwicklungsvorstellungen gestellt wird und die Entwicklungsabsichten anderer Funktionen in der Reihenfolge ihrer Bedeutung nachgeordnet an die dominante Funktion angepasst werden. Im Falle der Anpassung an die Folgen des Klimawandels bietet sich an, diejenigen Funktionen mit ihren Anpassungsalternativen an den Anfang zu stellen, die unmittelbar und am stärksten von den erwarteten Klimawandelfolgen betroffen sein werden. Dies sind in der Regel die auf den Wasserhaushalt bezogenen Funktionen.

Um die Abstimmung und Zusammenführung der Fachkonzepte in einem integrierten Raumentwicklungskonzept konkret leisten zu können, sollten die Bezugsräume problembezogen zugeschnitten sein. Da die bestehenden administrativen Abgrenzungen hierfür in vielen Fällen nicht geeignet sind, ist eine stärkere Orientierung an funktionalen oder naturräumlichen Zusammenhängen geboten.

Für die Erarbeitung von Leitbildern und Konzepten haben sich folgende informellen Organisationselemente bewährt:³

- Eine Lenkungsgruppe steuert den Prozess der Leitbild- und Konzeptfindung.
- Arbeitsgruppen arbeiten sektorale Lösungsbeiträge aus und stimmen diese im Plenum der Arbeitsgruppen aufeinander ab.
- Hochschulinstiute oder wissenschaftlich arbeitende Dienstleistungseinrichtungen leisten wissenschaftliche Assistenz.
- Persönlichkeiten übernehmen, soweit erforderlich, Moderatorenfunktionen.

Zur Motivation der regionalen Planungsaktivitäten werden die zeitlich begrenzten Prozesse der Konzepterarbeitung erfahrungsgemäß durch eine Förderung aus Programmen der EU, des Bundes oder des Landes unterstützt, die den Bereich der wissenschaftlichen Assistenz abdeckt.⁴

Konkretisierung durch formelle Planungsinstrumente

Um die erforderliche Verbindlichkeit von Strategien und Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels herzustellen, müssen die Ergebnisse der informellen Konzeptfindung in formelle Pläne, Programme und Verfahren überführt werden.

Auf der Ebene der Raumordnung kann dies neben der Festlegung von Zielen und Grundsätzen in textlicher Form vor allem durch die räumliche Konkretisierung über die Darstellung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten in den Raumordnungsprogrammen (LROP und RROP) geleistet werden. Für die Überprüfung der Übereinstimmung eventuell erforderlicher großräumiger Anpassungsmaßnahmen (z.B. im Bereich des Küsten-

³ Einen Überblick zu den Möglichkeiten der Gestaltung informeller Zielfindungsprozesse bietet z. B. Peithmann (2004).

⁴ Beispielsweise unterstützt das Land Bayern Zusammenschlüsse von Gemeinden, die gemeinsam planen wollen, durch finanzielle Unterstützung von bis zu 50 % der Planungskosten mit den Instrumenten „Teilraumgutachten“ und – in fachlich begrenzterer Form – „Regionalmanagement“.

und Hochwasserschutzes) mit den Erfordernissen der Raumordnung und für deren Abstimmung mit anderen raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen im Einzelfall steht zudem das Instrument des Raumordnungsverfahrens zur Verfügung.

Auf der Ebene der Bauleitplanung konkretisieren die Flächennutzungspläne die Vorgaben der Raumordnung und ergänzen diese um gemeindespezifische zusätzliche Inhalte. Die Umsetzung konkreter siedlungs- und infrastrukturbezogener Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels (z. B. Errichtung von Hochwasserschutzanlagen und Regenwasserrückhaltebecken zum Schutz vor Starkregenereignissen, Schaffung von Dach- und Fassadenbegrünungen zur Verbesserung des Siedlungsklimas) kann zudem über Bebauungspläne vorbereitet werden.

Im Bereich der Fachplanungen werden die jeweiligen sektoralen Anpassungserfordernisse zur Bewältigung der Auswirkungen des Klimawandels in fachlichen Plänen oder Programmen formuliert, die – je nach Fachplanung – unterschiedliche Grade der Konkretisierung und Verbindlichkeit aufweisen. Die Umsetzung konkreter baulicher Anpassungsmaßnahmen erfolgt auf der Grundlage von Planfeststellungs- bzw. –genehmigungsverfahren. Aus den Fachplanungen heraus wird auch die Finanzierung der Maßnahmenumsetzung organisiert; sie agieren umsetzungsorientiert.

Allen formellen Planungsinstrumenten ist gemeinsam, dass in ihre Erarbeitungsprozesse eine Umweltprüfung zu integrieren ist. Dem Thema „Anpassung an die Folgen des Klimawandels“ kommt in diesen Prüfungen unter dem Begriff „Climate Proofing“ (s. Kap. 2.3.1) eine wachsende Bedeutung zu.

Einrichtung von Flächenpools

Da viele der erforderlichen Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels im Ergebnis zu Veränderungen der bestehenden Flächennutzung, insbesondere zur Inanspruchnahme von derzeit landwirtschaftlich genutzten Flächen für andere Funktionen (z. B. Küsten- und Hochwasserschutz, Kleigewinnung, Biotopverbund), führen, ist deren Umsetzung nur durch finanzielle Kompensation der Betroffenen bzw. durch Bereitstellung von Tauschflächen möglich. Wie die Erfahrungen mit der Unternehmensflurbereinigung bei großen Infrastrukturvorhaben zeigen, sind bodenordnende Maßnahmen wegen des anhaltenden Strukturwandels in der Landwirtschaft i. d. R. möglich. Da sich Eigentumswechsel bei landwirtschaftlichen Flächen oft im Zusammenhang mit dem Generationswechsel auf den landwirtschaftlichen Betrieben ergeben, wird die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen begünstigt, wenn seitens der öffentlichen Hand rechtzeitig mit dem Erwerb von Flächen begonnen wird und dafür Anlässe der betrieblichen Umstrukturierung genutzt werden. Für das Grundstücksmanagement sollten regionale Flächenpools eingerichtet werden. Die Einführung eines Vorkaufsrechts für Flächen in Vorranggebieten für Anpassungsmaßnahmen wäre nützlich.

Als Organisationseinheiten, die den Flächenankauf in Zusammenarbeit mit den Unteren Landesplanungsbehörden und der Landwirtschaftskammer nach raumplanerischen Kriterien betreuen, kommen vorrangig die Ämter für regionale Landesentwicklung infrage. Für die Abwicklung der Flächenkäufe bieten sich der Landesliegenschaftsfonds Niedersachsen (LFN) und – sofern die auslösenden Maßnahmen in der Zuständigkeit des Bundes liegen – die Bundesanstalt für Immobilienaufgaben (BImA) mit ihren regionalen Vertretungen an.

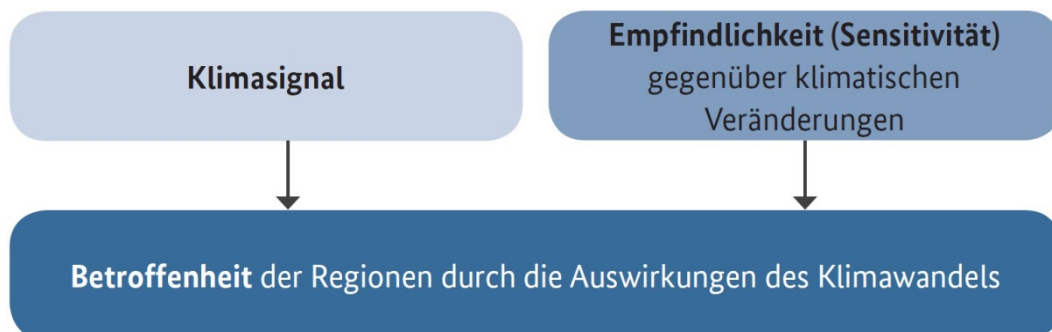
2.4.3 Wissensgenerierung

Durchführung von Klimawandel-Betroffenheitsanalysen

Die Untersuchung und Bewertung der räumlichen Betroffenheit gegenüber dem Klimawandel, durch die sowohl mögliche Risiken als auch sich bietende Chancen aufgezeigt werden können, stellt einen unverzichtbaren Baustein für die Entwicklung von Strategien und Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels sowie eine wichtige Grundlage für die Sensibilisierung von Verwaltung, Politik und Öffentlichkeit dar. Nur wenn bekannt ist, welche Raumnutzungen, -strukturen und -funktionen in welcher Form durch den Klimawandel beeinflusst werden, kann die räumliche Planung mit ihren Instrumenten reagieren. Daneben bieten entsprechende Analysen eine wichtige Informationsgrundlage für betroffene Akteure und die Bevölkerung. Beide können hierdurch zu eigenverantwortlichem Anpassungshandeln animiert werden. Da die Vermittlung der Ergebnisse von Klimawandel-Betroffenheitsanalysen am besten über grafische Darstellungen gelingt, sollten die vielfältigen Visualisierungsmöglichkeiten von Geoinformationssystemen (GIS) genutzt werden.

Damit die Ergebnisse von Klimawandel-Betroffenheitsanalysen Eingang in formelle Pläne oder Programme finden bzw. als Informationsgrundlage für das „Climate Proofing“ (s. Kap. 2.3.1) herangezogen werden können, müssen sie unter Anwendung anerkannter wissenschaftlicher Methoden und Standards durchgeführt werden und dabei belastbare Daten verwenden. Für die Erstellung von Klimawandel-Betroffenheitsanalysen in der räumlichen Planung gibt es bislang keinen allgemein anerkannten Stand der Technik. Eine erste Übersicht zu inhaltlichen und methodischen Grundlagen bieten die beiden auf den Ergebnissen der KlimaMORO-Vorhaben aufbauenden BMVBS-Publikationen „Vulnerabilitätsanalyse in der Praxis“ (BMVBS 2011) und „Methodenhandbuch zur regionalen Klimafolgenbewertung in der räumlichen Planung“ (BMVBS 2013c). Während die erstgenannte Veröffentlichung Ablaufschritte für die qualitative und quantitative Abschätzung von Klimawandelfolgen systematisiert sowie verschiedene Erfolgsfaktoren definiert, stellt die zweitgenannte drei abgestufte Analyse- und Bewertungsverfahren unterschiedlicher Bearbeitungstiefe (gering bis hoch) dar. Damit soll den unterschiedlichen Anwendungsbereichen, Planungserfordernissen und regionalen Voraussetzungen Rechnung getragen werden. Allen drei Verfahren der Klimafolgenbewertung liegen jedoch dieselben – in Abbildung 7 dargestellten – Systemkomponenten zugrunde.

Abb. 7: Systemkomponenten des Grundkonzeptes zur Klimafolgenbewertung in der räumlichen Planung



Quelle: BMVBS 2013c: 41

Grundsätzlich gilt, dass den mit z.T. großen Unsicherheiten behafteten Erkenntnissen über zukünftige Klimaveränderungen (Bandbreite der Klimaänderungssignale, s. Kap. 1.3) durch eine fundierte Bewertung der räumlichen Sensitivität begegnet werden kann, da diese oft schon wesentliche Faktoren einer Betroffenheit gegenüber dem Klimawandel aufdeckt (BMVBS 2013c: 40). Die Betrachtung der Sensitivität gegenüber potenziellen Klimawandelfolgen ist umso stärker in den Vordergrund zu rücken, je weniger sichere und räumlich bzw. zeitlich präzise Aussagen zur Änderung des Klimasignals möglich sind. Bereits die Analyse der räumlichen Sensitivität kann eine hinreichende Grundlage für die Ableitung erforderlicher Anpassungsmaßnahmen darstellen (Birkmann/Fleischhauer 2013: 68).

Identifizierung und Untersuchung von Anpassungsoptionen

Um im Umgang mit den Folgen des Klimawandels die richtigen Entscheidungen treffen zu können, ist es zunächst erforderlich, grundsätzlich denkbare Anpassungsoptionen umfassend zu identifizieren und hinsichtlich ihrer Umsetzungseignung zu bewerten bzw. zu priorisieren. Dies sollte in Kooperation mit den betroffenen Akteuren erfolgen.

Im Hinblick auf die konkrete Umsetzung infrage kommender Anpassungsoptionen sind dann in einem weiteren Schritt detaillierte projekt- bzw. vorhabenbezogene Untersuchungen zu deren Realisierbarkeit, Wirksamkeit und Ausgestaltung notwendig (z. B. in Form von Gutachten, Modellierungen, Simulationen). Eine wichtige Funktion kommt dabei auch Kosten-Nutzen-Analysen zu, bei denen den Kosten von Anpassungsoptionen der sich daraus ergebende Nutzen gegenübergestellt wird. Der Nutzen kann dabei entweder in Form von sich bietenden Chancen für die Raumentwicklung oder aber durch die Reduzierung von Schadenspotenzialen infolge minimierter (Klimawandel-)Risiken auftreten. Zudem sind bei der Bewertung des Nutzens von Anpassungsoptionen mögliche Synergieeffekte mit anderen Politikzielen zu berücksichtigen.

Erprobung und Veranschaulichung in Pilotprojekten

Zu Zwecken der Wissensgenerierung, aber auch aus Gründen der Bewusstseinsförderung und Akzeptanzsteigerung für Aktivitäten zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels, bietet sich für richtungsweisende Anpassungsoptionen die Durchführung von Pilotprojekten an. Mit Pilotprojekten können in ausgewählten Teilräumen Lösungen erprobt und veranschaulicht werden, die Vorbild für Konzepte an anderer Stelle sein können. Gerade die Langfristigkeit des Klimawandels lässt Zeit, Erfahrungen in solchen Modellvorhaben zu sammeln. Pilotprojekte können flankiert werden oder werden u. U. entbehrlich durch den Blick auf Lösungen, die bei ähnlicher Problemstellung bereits in anderen Bundesländern oder im Ausland erprobt wurden (Franck/Peithmann 2010: 37). Die Finanzierung solcher Projekte wäre über Förderprogramme der EU, des Bundes und des Landes zu unterstützen.

Management von raumbezogenen Daten und Informationen

Um Klimawandel-Betroffenheitsanalysen erstellen bzw. Anpassungsstrategien und -maßnahmen entwickeln zu können, sind eine Vielzahl von Daten und Informationen erforderlich, die zum Zwecke einer optimierten Verwendung gebündelt vorgehalten und verfügbar gemacht werden müssen. Um dies zu gewährleisten, sieht die „Klimapolitische Umsetzungsstrategie Niedersachsen“ ein Niedersächsisches Informationssystem Klimafolgenmanagement vor (Nds. MU 2013a: 84). In diesem internetbasierten System sollen der gesamte Klimadatenbestand (gemessene, projizierte, regionalisierte Klimadaten) ein-

schließlich spezifischer Auswertungen und kartographischer Darstellungen sowie die Ergebnisse von Wirkfolgenanalysen und -modellierungen (z.B. Auswirkungen auf Grundwasserkörper, Hoch- und Niedrigwasserabflüsse, Erosionsanfälligkeiten etc.) zusammengeführt werden. Da für die Durchführung von Betroffenheitsanalysen und die Entwicklung von Anpassungsstrategien und -maßnahmen zudem eine Vielzahl räumlicher, ökologischer und sozioökonomischer Parameter erforderlich sind, sollen zusätzlich auch diese Informationen über das System zugänglich gemacht werden (Nds. MU/RK Klimaschutz 2012: 132 f.). Weil ein Großteil der erforderlichen raum- und umweltbezogenen Daten und Informationen bereits in anderen Fachinformationssystemen vorliegt⁵, wird das Niedersächsische Informationssystem Klimafolgenmanagement insbesondere auf eine effektive Verknüpfung der verschiedenen Systeme hinwirken müssen.

Neben den Datengrundlagen, die durch ein Informationssystem auf Landesebene bereitgestellt werden können, werden vielfach auch solche Informationen erforderlich sein, die nur auf regionaler oder lokaler Ebene vorliegen (z.B. bei Landkreisen, Kommunen, Fachplanungsträgern und sonstigen Akteuren). Um auch diese gebündelt verfügbar zu machen, wären ggf. ergänzende Informationssysteme auf regionaler bzw. lokaler Ebene einzurichten.

2.4.4 Monitoring, Evaluation und Controlling

In Anbetracht der Unsicherheiten und Langfristwirkungen des Klimawandels, die eine fortlaufende Überprüfung der Auswirkungen des Klimawandels und der Wirksamkeit von Anpassungsaktivitäten erforderlich machen, kommt den – bisher in der Planungspraxis weitgehend vernachlässigten – Aufgaben des Monitorings, der Evaluation und des Controllings eine wachsende Bedeutung zu. So ist es erforderlich,

- a) die Entwicklung klimatischer Veränderungen und daraus resultierender gesellschaftlicher und räumlicher Verwundbarkeiten fortlaufend zu beobachten (Monitoring),
- b) die Wirkung planerischer Entscheidungen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels zu überwachen (Monitoring) und hinsichtlich ihres Erfolgs zu überprüfen (Evaluation) und
- c) im Falle erheblicher Abweichungen von der intendierten Wirkung oder bei neuen Erkenntnissen hinsichtlich der Auswirkungen des Klimawandels planerisch nachzusteuern (Controlling).

Um dies zu gewährleisten sind sowohl praktikable Monitoringsysteme, Evaluationskonzepte und Controllingansätze als auch valide, für den jeweiligen Zweck geeignete Indikatorensets nötig, die es für den Planungsgegenstand „Anpassung an den Klimawandel“ vielfach erst noch zu entwickeln gilt.

⁵ Als vorhandene relevante Informationssysteme in Niedersachsen sind z. B. zu nennen: „Niedersächsisches Umweltinformationssystem (NUMIS)“ des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie und Klimaschutz, „Niedersächsisches Bodeninformationssystem (NIBIS)“ des Niedersächsischen Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie, „Fachinformationssystem Wasserwirtschaft (FIS-W)“ des Niedersächsischen Landesbetriebs für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, „Fachinformationssystem Raumordnung (FIS-RO)“ des Niedersächsischen Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, „LandMap-Niedersachsen“ der Landwirtschaftskammer Niedersachsen.

2.4.5 Kommunikation, Sensibilisierung und Bewusstseinsförderung

Als ein Faktor, der die vorausschauende Anpassung an den Klimawandel erschwert, ist die mangelnde Risikowahrnehmung von Politik und Öffentlichkeit hinsichtlich der Folgen des Klimawandels anzusehen. Da raumplanerische Entscheidungen legislativ abgesegnet werden müssen, ist ein proaktives Anpassungshandeln der Raumplanung nur bei entsprechender öffentlicher Akzeptanz und politischer Legitimation möglich. Sofern dies nicht gegeben ist, können zentrale Erfordernisse der Anpassung an Klimawandelfolgen (wie z. B. die Freihaltung hochwassergefährdeter Bereiche von Bebauung) nur unzureichend umgesetzt werden, da ihnen oftmals andere Zielsetzungen (z. B. wirtschaftliche Belange) gegenüberstehen, die im aktuellen politischen Prozess höher gewichtet werden. Erst wenn das Thema „Anpassung an die Folgen des Klimawandels“ auch von der Öffentlichkeit und Politik entsprechend wahrgenommen und als wichtig erachtet wird, kann verbindliches planerisches Handeln einsetzen. Ein Dilemma besteht hierbei darin, dass die eher langfristig auftretenden Folgen des Klimawandels den eher kurzfristigen Wahrnehmungshorizonten der öffentlichen Meinung sowie den kurzen Legislaturperioden der Politik entgegenstehen (Spiekermann 2013: 7 f.).

Dieses Dilemma kann nur überwunden werden, wenn die Notwendigkeit und der Nutzen von Anpassung öffentlichkeitswirksam kommuniziert werden. Seitens der planenden Verwaltung sollte daher ein Kommunikationsansatz verfolgt werden, der – neben den sich möglicherweise bietenden (ökonomischen) Chancen des Klimawandels (z. B. im Bereich Tourismus) – insbesondere die (monetären) Vorteile frühzeitiger Vorsorgemaßnahmen zur Reduzierung von Risiken des Klimawandels konkret herausstellt. Zudem sollten Synergien mit Maßnahmen, die auch aus anderen Gründen erforderlich sind bzw. werden (z. B. Umbau/Rückbau von Infrastrukturen im Kontext des demografischen Wandels oder anderer gesellschaftlicher und technologischer Veränderungsprozesse), verdeutlicht werden („No regret“-Maßnahmen).

Erfolgreiche Sensibilisierung und Bewusstseinsförderung erfordert eine zielgruppenspezifische Aufbereitung und Verbreitung von Informationen durch geeignete Medien (z. B. Presse, Rundfunk, Internet, Broschüren, Veranstaltungen). Mögliche Bestandteile einer Kommunikationsstrategie sind z. B.:

- regelmäßige Berichterstattungen in den lokalen/regionalen Medien über Aktivitäten zur Anpassung an den Klimawandel
- Einbindung geeigneter Verbände und Institutionen als Multiplikatoren für Sensibilisierung und Bewusstseinsförderung
- Durchführung von Informationsveranstaltungen (z. B. Bürgerversammlungen, Vortrags- und Diskussionsforen)
- Bereitstellung von zielgruppenspezifischen Informationsmaterialien (in Form von Broschüren, Arbeitshilfen, Leitfäden oder internetbasierten Informationsangeboten wie z. B. Geoinformationssystemen zur Darstellung von Klimawandel-Betroffenheiten oder Entscheidungsunterstützungssystemen zur Auswahl geeigneter Anpassungsoptionen)

Um das Thema „Anpassung an die Folgen des Klimawandels“ öffentlichkeitswirksam zu platzieren und seine Bedeutung zu unterstreichen, können Extremwetterereignisse, die eine Art „Vorgriff“ auf mögliche Klimazukünfte darstellen, als „Aufmerksamkeitsfenster“ genutzt werden.

3 Anpassung an die Folgen des Klimawandels in ausgewählten Handlungsfeldern der räumlichen Planung in Niedersachsen

In den folgenden Unterkapiteln werden die voraussichtlichen Konsequenzen der klimatischen Veränderungen sowie denkbare Reaktionsmöglichkeiten zu deren Bewältigung für sechs ausgewählte Handlungsfelder der räumlichen Planung in Niedersachsen dargestellt (3.1 Küstenschutz und Wassermanagement im Deichhinterland, 3.2 Wasserwirtschaft im Binnenland, 3.3 Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung, 3.4 Schutz der biologischen Vielfalt, 3.5 Land- und Forstwirtschaft, 3.6 Tourismus). Dabei wird jeweils nach folgendem Schema vorgegangen:

- 1) Beschreibung der potenziellen Auswirkungen des Klimawandels
- 2) Ableitung des resultierenden Handlungsbedarfs und Darstellung bereits existierender bzw. zukünftig denkbarer Anpassungsoptionen
- 3) Identifizierung raumplanerischer Handlungsmöglichkeiten sowie Analyse und ggf. Weiterentwicklung raumplanerischer Instrumente im Hinblick auf ihre Eignung zur Vorbereitung und Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen

Unter Punkt 3) werden schwerpunktmäßig die Handlungsmöglichkeiten und Instrumente der Raumordnung (Landes- und Regionalplanung) analysiert. In den Unterkapiteln 3.1 (Küstenschutz und Wassermanagement im Deichhinterland) und 3.2 (Wasserwirtschaft im Binnenland) werden darüber hinaus in stärkerem Maße auch die Handlungsmöglichkeiten und Instrumente der wasserwirtschaftlichen Fachplanung betrachtet. Dies liegt insbesondere darin begründet, dass sich das auf das Medium „Wasser“ bezogene fachplanerische Instrumentarium in der jüngeren Vergangenheit aufgrund einer Reihe fachgesetzlicher Neuerungen (z.B. infolge der Implementierung von EU-Richtlinien in das Wasserrecht) verändert hat und die Integration in die Pläne der Raumordnung weder vollständig ausgeformt noch hinreichend erprobt ist.

Ergänzende Vorschläge zu spezifischen inhaltlichen Kategorien (Planzeichen) der Raumordnung

Die in diesem Bericht aufgeführten Handlungsempfehlungen bauen auf dem bestehenden Instrumentarium der Raumordnung in Niedersachsen auf. Im Interesse der Spezifität von Regulierungen zur Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels werden die bestehenden raumordnerischen Festlegungsmöglichkeiten durch eine Reihe neuer inhaltlicher Kategorien (Planzeichen) ergänzt. Hier besteht ein Konflikt mit der Forderung, dass Regionalpläne möglichst „schlank“ und dazugehörige Kartendarstellungen möglichst übersichtlich sein sollen, d. h. nur so viele Inhalte enthalten wie unbedingt erforderlich (s. dazu z. B. Fürst/Peithmann 1999; BBR 2001). Dieser Konflikt ist nicht vollständig auflösbar: Zwar kann ein erheblicher Teil der Anpassungserfordernisse durch bereits existierende inhaltliche Kategorien (Planzeichen) abgedeckt werden, indem bei deren Anwendung klimawandelbedingte Handlungsbedarfe als (zusätzlicher) Begründungsbestand für die raumordnerische Festlegung angeführt werden. Für gewisse Anpassungs-

erfordernisse sind allerdings auch spezifische Planaussagen erforderlich, die nur durch neue Kategorien (Planzeichen) gewährleistet werden können.

Funktion von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten bei der Anpassung an den Klimawandel

In Raumordnungsprogrammen werden die Absichten zu künftigen Raumnutzungen und -funktionen neben der Formulierung von textlichen Ziel- und Grundsatzformulierungen vor allem durch die zeichnerische Darstellung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten ausgedrückt. Im Hinblick auf die Anpassung an den Klimawandel unterscheiden sich deren Funktionen folgendermaßen:

- Mit der Festlegung von Vorranggebieten können hinreichend konkretisierte und abschließend abgewogene Flächenansprüche für die Realisierung von Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels gesichert werden. Dadurch wird eine langfristig abgestimmte Raumentwicklung gewährleistet. Vorranggebiete sind zu „beachten“.
- Vorbehaltsgebiete sind weniger strikt in ihrem Durchsetzungsanspruch. Die Belange, die mit Vorbehaltsgebieten geltend gemacht werden, können in der Abwägung ggf. überwunden werden. Vorbehaltsgebiete sind zu „berücksichtigen“. Für eine bevorzugte Anwendung von Vorbehaltsgebieten im Vergleich zu Vorranggebieten kommen grundsätzlich folgende Gründe in Betracht:
 - 1) Die Voraussetzungen zur Realisierung der vorgesehenen Raumnutzung bzw. zur Erfüllung der vorgesehenen Raumfunktion sind weniger ideal ausgeprägt.
 - 2) Es bestehen noch Unsicherheiten über den tatsächlichen späteren Bedarf der vorgesehenen Raumnutzung bzw. -funktion.
 - 3) Die Qualität der Voraussetzungen zur Realisierung der vorgesehenen Raumnutzung bzw. zur Erfüllung der vorgesehenen Raumfunktion ist noch nicht hinreichend untersucht worden.
 - 4) Mit den Planungsbeteiligten konnte noch kein Konsens über einen klaren Vorrang der vorgesehenen Raumnutzung bzw. -funktion erzielt werden.

Wie die Gründe 2) bis 4) verdeutlichen, lässt sich der Regelungscharakter der Vorbehaltsgebiete speziell für langfristige Planungen unter Unsicherheit einsetzen. Sie können deshalb bei Planungen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels – besonders in der Frühphase – eine wichtige Funktion übernehmen. Mit der Festlegung von voraussichtlich für Anpassungsmaßnahmen benötigten Flächen¹ als Vorbehaltsgebiete lässt sich der Vorsorgeanspruch dieser Gebietskategorie nutzen. Vorbehaltsgebiete zu Zwecken der Anpassung an die Folgen des Klimawandels sind von Anfang an wirksam, weil deren Sicherungsanspruch sich nur dann überwinden lässt, wenn die Unbedenklichkeit eines von der Gebietsfunktion abweichenden Nutzungsanspruchs belegt werden kann. Dies bedeutet, dass bei nachfolgenden Entscheidungen über die Realisierung etwaiger fachplanerischer oder bauleitplanerischer Vorhaben auf Grundlage des dann vorhandenen neuesten Wissens endgültig über das Gewicht des Belangs „Anpassung an den Klimawandel“ zu befinden ist. Aufgrund der Möglichkeit zur begründeten Abweichung im Einzelfall steht eine – auch reichliche –

¹ Bei diesen Flächen kann es sich sowohl um Flächen handeln, die für die Umsetzung konkreter raumbezogener Anpassungsmaßnahmen benötigt werden, als auch um solche, die aufgrund der (langfristigen) Auswirkungen des Klimawandels von bestimmten Nutzungen freigehalten werden sollten.

Ausweisung von Vorbehaltsgebieten zu Zwecken der Anpassung an die Folgen des Klimawandels der Raumentwicklung nicht grundsätzlich im Wege. Sie hat aber vorsorgende Orientierungsfunktion und steigert den Anspruch an die Begründetheit von Maßnahmen aus dem wachsenden Wissen über die Folgen des Klimawandels. Vorbehaltsgebiete stimuliert daher die Auseinandersetzung mit potenziellen Klimawandelfolgen (z. B. in Form von Forschung oder Diskurs).

Tabellarische Übersicht der raumordnerischen Handlungsmöglichkeiten zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels

In Tabelle 2 wird ein Überblick über die raumordnerischen Handlungsmöglichkeiten zur Anpassung an die potenziellen Auswirkungen des Klimawandels in den sechs untersuchten Handlungsfeldern der räumlichen Planung in Niedersachsen gegeben. Bei den in Normalschrift dargestellten Passagen handelt es sich um bereits existierende raumordnerische Festlegungen/Vorgehensweisen, *bei den in Kursivschrift dargestellten Passagen um ergänzende Vorschläge*. Die dazugehörigen textlichen Ausführungen finden sich in den jeweiligen Abschnitten der nachfolgenden Kapitel 3.1 bis 3.6.

Tab. 2: Raumordnerische Handlungsmöglichkeiten zur Anpassung an die potenziellen Auswirkungen des Klimawandels in den untersuchten Handlungsfeldern der räumlichen Planung in Niedersachsen

3.1 Küstenschutz und Wassermanagement im Deichhinterland		
Sicherung des Flächenbedarfs für Klei- und Sandentnahmen zu Küstenschutz-zwecken	Kleigewinnung	▪ Festlegung von Flächen für die Kleigewinnung zu Küstenschutz-zwecken als Vorranggebiet „Rohstoffgewinnung“ im RROP (s. LROP Niedersachsen 2012: Abschnitt 1.4, Ziffer 03, Sätze 3 und 4) ➤ vorrangig binnendeichs ➤ in Ausnahmefällen und nach Prüfung der Nutzungsmöglichkeiten entsprechend geeigneter Vordeichsflächen auch außendeichs (unter Berücksichtigung der Regelungen des NWattNPG sowie der „Zehn Grundsätze für einen effektiveren Küstenschutz“)
		▪ <i>Festlegung von Vorranggebieten für die Ablagerung und Reifung von Baggergut aus Hafen- und Fahrrinnenunterhaltungen (Spülfelder) zum Zweck einer späteren Nutzung als Deichbaumaterial</i>
		▪ Thematische Fortschreibung des ROKK zum Thema Kleigewinnung als informeller Vorklärungsprozess für die raumordnerische Festlegung entsprechender Vorranggebiete
		▪ Entwicklung von Nachnutzungskonzepten für Kleientnahmeflächen (z. B. für Tourismus-, Naherholungs- oder Freizeitnutzungen, für alternative Formen der Landwirtschaft (z. B. Anbau von Röhrriech), für naturschutzfachliche Aufwertungen oder für Speicherfunktionen innerhalb des Wassermanagementsystems)
	Sand-gewinnung	▪ Sicherung geeigneter Flächen für die Entnahme von Sand und Bodenmaterial im Küstenvorfeld für den Ausgleich von Sedimentdefiziten im Bereich der Wattenküste und der Ostfriesischen Inseln durch Sandaufspülungen (s. LROP Niedersachsen 2012: Abschnitt 1.4, Ziffer 03, Sätze 5 und 6)
		▪ <i>Thematische Fortschreibung des ROKK zum Thema Sandentnahme im Küstenvorfeld als informeller Vorklärungsprozess für die raumordnerische Sicherung entsprechender Sedimententnahmestellen</i>

Sicherung des Flächenbedarfs für Maßnahmenoptionen des Küstenschutzes und Wassermanagements	■ Vorsorgende Sicherung von Flächen für Deichbau und Küstenschutzmaßnahmen im RRÖP (s. LÖP Niedersachsen 2012: Abschnitt 3.2.4, Ziffer 10, Satz 3) ➤ Festlegung entsprechender Flächen – je nach Konkretisierungsgrad der Maßnahmenplanung – entweder als Vorrang- oder als Vorbehaltsgebiet „Deich“ bzw. „Hochwasserschutz“ (bei flächenhaften Maßnahmen) ➤ Mögliche zukünftige Anwendungsbereiche: ■ <i>Freihaltung von Bereichen vor und hinter Küstenschutzanlagen von konkurrierenden Nutzungen,</i> - <i>um den erforderlichen Flächenbedarf für die Ertüchtigung von Deichen, Dünen und anderen Küstenschutzanlagen vorzuhalten,</i> - <i>um Optionen für einen partiellen Rückzug in von Erosion betroffenen Küstenabschnitten offenzuhalten (z. B. Rückverlegung von Schardeichen, verstärktes Zulassen der dynamischen Entwicklung (West-Ost-Wanderung) der Ostfriesischen Inseln)</i> ■ <i>Schaffung der Voraussetzungen für die Realisierung zusätzlicher Schutzlinien im Deichhinterland durch</i> - <i>Sicherung vorhandener Strukturen, die als zusätzliche Schutzlinien dienen können bzw. dazu ausgebaut werden können (z. B. 2. Deichlinien, Schlafdeiche)</i> - <i>Sicherung von Korridoren/Trassen für neu zu schaffende 2. Deichlinien und sonstige Schutzlinien</i> ■ <i>Sicherung von für Rückdeichungen oder die Errichtung von Sturmflutentlastungspoldern geeigneten Bereichen entlang der Ästuare</i> ■ <i>Sicherung von für den Bau von Sturmflutsperrwerken geeigneten Standorten</i> ■ <i>Sicherung von Flächen für raumbezogene Anpassungsmaßnahmen im Wassermanagementsystem der Küstenniederungen (z. B. für die Errichtung von Speicherpoldern/-becken, für zusätzlich erforderliche Kanäle oder für die temporäre Überstauung von Geländesenken)</i>
---	--

Risikominimierung in potenziell überflutungs- gefährdeten Küstenbereichen	▪ <i>Festlegung von potenziell überflutungsgefährdeten Küstenbereichen als Vorbehaltsgebiete „Hochwasserschutz“ (in Ansätzen: s. LROP Niedersachsen 2012: Abschnitt 1.4, Ziffer 03, Satz 12)</i> ➤ <i>Formulierung verpflichtender Vorgaben des LROP zur Ausweisung entsprechender Gebiete im RROP (zwecks Gewährleistung der Gebietsausweisung und Verbesserung der Legitimationsgrundlage für regionalplanerisches Handeln)</i> ➤ <i>Abgrenzung entsprechender Gebiete auf Grundlage von Hochwassergefahrenkarten für den Küstenraum (§ 74 WHG), die die bei einem Extremereignis (d. h. bei einem Versagen des Küstenschutzsystems) eintretenden Überflutungstiefen darstellen</i> ▪ <i>Festlegung folgender Bereiche als Vorranggebiete „Hochwasserschutz“:</i> - <i>Bereiche, die nicht ausreichend vor Sturmfluten geschützt sind (Außendeichsflächen)</i> - <i>Bereiche, in denen aufgrund ihres niedrigen Geländeniveaus im Katastrophenfall (d. h. bei einem Versagen des Küstenschutzsystems) ein besonders starkes Gefährdungspotenzial für Leben und Sachgüter bestünde, da eine (näher zu bestimmende) kritische Überflutungstiefe (die in den gemäß § 74 WHG zu erstellenden Gefahrenkarten ablesbar ist) überschritten würde</i> - <i>Bereiche zwischen Hauptdeichlinie und 2. Deichlinie, die von nicht überflutungsangepassten/-resilienten Flächennutzungen freigehalten werden sollten, um Entwicklungsmöglichkeiten in Richtung multifunktionaler Küstenschutz zonen offenzuhalten</i> - <i>Bereiche, die im Falle einer – im Hinblick auf die bevorstehenden technischen und finanziellen Herausforderungen mittel- bis langfristig durchaus denkbaren – Veränderung der Küstenschutzstrategie (Abkehr vom derzeit gültigen Versprechen eines flächendeckend einheitlichen Schutzniveaus entlang der Hauptdeichlinie zugunsten einer risikoorientierten gebietsspezifischen Gestaltung des Küstenschutzsystems) einer erhöhten Überflutungswahrscheinlichkeit ausgesetzt wären</i> ▪ <i>Formulierung textlicher Festlegungen zum Umgang mit Überflutungsrisiken im Küstenraum (in Ansätzen: s. LROP Niedersachsen 2012: Abschnitt 1.4, Ziffer 03, Sätze 9 bis 11)</i>
Steuerung eines Rückzugs aus bestimmten Küstenbereichen	▪ <i>Festlegung solcher Küstenbereiche als Vorranggebiet „Hochwasserschutz“, in denen bestehende Nutzungen mittel- bis langfristig aufzugeben wären, z.B.:</i> - <i>Bereiche, die für die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen des Küstenschutz- bzw. Wassermanagementsystems benötigt würden (z. B. für Sturmflutentlastungspolder oder Rückdeichungen an den Ästuaren, für Zwischenspeicherungsfunktionen im Entwässerungssystem)</i> - <i>Bereiche, in denen Küstenschutz- und/oder Entwässerungsmaßnahmen aufgrund eines unverhältnismäßig hohen technischen und finanziellen Aufwands aus volkswirtschaftlichen Gründen ganz oder teilweise aufgegeben werden müssten</i> ▪ <i>Organisation des Rückzugs aus solchen Küstenbereichen in zwei Phasen:</i> ➤ <i>Phase 1: Einschränkung des Baurechts (und Bestandsschutzes)</i> ➤ <i>Phase 2: Abschluss von Ab- bzw. Umsiedlungsverträgen, um die Aufgabe noch bestehender (baulicher) Nutzungen voranzutreiben</i> ▪ <i>Ermittlung und Sicherung geeigneter Umsiedlungsstandorte</i>
Integriertes Küsten- zonenmanagement zur Minimierung von Konflikten und zur Nutzung von Synergien	▪ <i>Formulierung textlicher Festlegungen hinsichtlich der Berücksichtigung der Grundsätze des Integrierten Küstenzonenmanagements (s. LROP Niedersachsen 2012: Abschnitt 1.4, Ziffer 01 und 02)</i> ▪ <i>Regelmäßige Fortschreibung des ROKK sowie fortlaufende Pflege und Weiterentwicklung der internetgestützten IKZM-Plattform</i>

3.2 Wasserwirtschaft im Binnenland		
Hochwasserrisikomanagement	Sicherung vorhandener Überschwemmungsbereiche als Retentionsraum	▪ Festlegung von Vorranggebieten „Hochwasserschutz“ zur Sicherung vorhandener Überschwemmungsbereiche im RROP (s. LROP Niedersachsen 2012: Abschnitt 3.2.4, Ziffer 12, Satz 1) ➤ Festlegung i. d. R. auf Grundlage der wasserrechtlichen Überschwemmungsgebiete (HQ₁₀₀) ➤ aber: Möglichkeit einer darüber hinausgehenden Festlegung bis HQ_{extrem}, dann allerdings ggf. als Vorbehaltsgebiet
	Sicherung rückgewinnbarer Überschwemmungsbereiche als (zukünftigen) Retentionsraum	▪ Festlegung von Vorrang-/Vorbehaltsgebieten „Hochwasserschutz“ zur Sicherung von rückgewinnbaren Überschwemmungsbereichen ➤ <i>Gebietsausweisung auf Grundlage eines durch den NLWKN zu erstellenden Retentionsflächenkonzepts/-katasters</i> ➤ <i>Formulierung verpflichtender Vorgaben des LROP zur Sicherung entsprechender Flächen im RROP (zwecks Gewährleistung der Flächensicherung und Verbesserung der Legitimationsgrundlage für regionalplanerisches Handeln)</i>
	Risikovorsorge in potenziellen Überflutungsbereichen (hinter Schutzeinrichtungen)	▪ Festlegung von potenziell überflutungsgefährdeten Bereichen als Vorbehaltsgebiete „Hochwasserschutz“ (s. LROP Niedersachsen 2012: Abschnitt 3.2.4, Ziffer 12, Satz 3) und – sofern eine besonders hohe Gefahr für Leben und Sachgüter besteht (z. B. aufgrund großer Überflutungstiefen) – als Vorranggebiete „Hochwasserschutz“ ➤ <i>Formulierung verpflichtender Vorgaben des LROP zur Ausweisung entsprechender Gebiete im RROP (zwecks Gewährleistung der Gebietsausweisung und Verbesserung der Legitimationsgrundlage für regionalplanerisches Handeln)</i> ➤ <i>Abgrenzung der Gebietsausweisungen auf Grundlage von Hochwassergefahrenkarten (§ 74 WGH), in denen u. a. die Wassertiefen der bei einem Hochwasserereignis mit niedriger Wahrscheinlichkeit überfluteten Flächen dargestellt sind</i> ▪ <i>Formulierung textlicher Festlegungen zum Hochwasserrisikomanagement (z. B. zu Maßnahmen der Flächen-, Bau-, Risiko-, Verhaltens- und Informationsvorsorge sowie des Katastrophenschutzes)</i>
	Verbesserung des Wasserrückhalts in der Fläche des Einzugsgebiets	▪ Festlegung von Vorrang-/Vorbehaltsgebietstypen aus dem Bereich des Freiraumschutzes, die neben ihrem primären Zweck auch dem Erhalt bzw. der Verbesserung des Wasserrückhalts in der Landschaft sowie der Grundwasserneubildung dienen (z. B. „Freiraumfunktionen“, „Natur und Landschaft“, „Trinkwassergewinnung“, „Vermehrung des Waldanteils“) ▪ <i>Einführung eines spezifischen Vorrang-/Vorbehaltsgebietstyps „Erhaltung und Verbesserung des Wasserrückhalts“</i> ▪ Formulierung textlicher Festlegungen zur Reduzierung der Flächenversiegelung (s. LROP Niedersachsen 2012: Abschnitt 3.1.1, Ziffer 02, Satz 1 und Ziffer 04) ▪ <i>Formulierung textlicher Festlegungen zur Retention, Nutzung und Versickerung von Niederschlagswasser (auch für Siedlungsbereiche) (in Ansätzen: s. LROP Niedersachsen 2012: Abschnitt 3.2.4, Ziffer 11, Satz 2)</i>
	Sicherung potenzieller Standorte für Hochwasserschutzanlagen	▪ Festlegung geeigneter Vorrang-/Vorbehaltsgebiete bzw. -standorte für ggf. zusätzlich erforderliche Hochwasserschutzanlagen (z. B. Talsperren, Hochwasserrückhaltebecken etc.)

Wasserressourcenmanagement	Nachhaltige Gewässerbewirtschaftung	Formulierung textlicher Festlegungen zur nachhaltigen Gewässerbewirtschaftung und zum Gewässerschutz (s. LROP Niedersachsen 2012: Abschnitt 3.2.4, Ziffer 01 bis 05)
	Schutz und Sicherung von Grundwasserressourcen	Festlegung von Vorrang-/Vorbehaltsgebieten „Trinkwassergewinnung“ (s. LROP Niedersachsen 2012: Abschnitt 3.2.4, Ziffer 9, Sätze 1, 3 und 4) zur Sicherung der Trinkwasserversorgung und zum qualitativen Schutz von Rohwasservorkommen
		<i>Einführung eines neuen Vorrang-/Vorbehaltsgebietstyps „Sicherung des Grundwasserdargebots“ mit Fokus auf der quantitativen Sicherung von Grundwasservorkommen (Grundwassermengenentwicklung) in von Trockenheit besonders gefährdeten Bereichen (z. B. zum Schutz von grundwasserabhängigen Oberflächengewässern und Landökosystemen)</i>
		Formulierung textlicher Festlegungen zum Management konkurrierender Nutzungen von Grund- und Oberflächenwasser (Trinkwasser, Brauchwasser für Industrie/Gewerbe, Beregnungswasser für die Landwirtschaft)
	Erhalt bzw. Verbesserung des Landschafts- und Bodenwasserhaushalts	Formulierung textlicher Festlegungen zur standort- und klimawandelangepassten Art und Intensität der Flächennutzung (z. B. abflussmindernde und konservierende Formen der landwirtschaftlichen Bodenbearbeitung) für abgegrenzte Gebietskulissen (z. B. trockenheitsgefährdete Landschaftsräume, sensitive Grundwasservorkommen)
		➤ siehe dazu auch: Handlungsbereich „Verbesserung des Wasser-rückhalts in der Fläche des Einzugsgebiets“ (s. o.)
	Sicherung von Flächen und Standorten für Maßnahmen zur Vorsorge gegenüber Wasserknappheit	- Festlegung geeigneter Vorrang-/Vorbehaltsgebiete bzw. -standorte, die künftig z. B. für folgende Maßnahmen zur Vorsorge gegenüber Wasserknappheit benötigt werden (können): - Aus- bzw. Neubauten von Talsperren und sonstigen Stauanlagen zur Niedrigwasseraufhöhung und (Trink-)Wasserversorgung - Errichtung von Anlagen (Polder, Becken etc.) zur Zwischenspeicherung von Wasserüberschüssen für eine zeitversetzte Nutzung als industrielles/gewerbliches Brauchwasser oder für die landwirtschaftliche Bewässerung und Feldberegnung - raumbezogene Maßnahmen zur Regulierung des Landschaftswasserhaushalts (Renaturierung/Wiedervernässung von Auen, Mooren und Feuchtgebieten, künstliche Grundwasseranreicherung etc.)
	Lenkung stark wasser-verbrauchender Nutzungen	Festlegung von Eignungs- und Ausschlussgebieten für stark wasser-verbrauchende Nutzungen (z. B. industrielle/gewerbliche Betriebe mit hohem Brauchwasserbedarf, wasserintensive Freizeitnutzungen, Anbau von nachwachsenden Rohstoffen mit hoher Grundwasserzehrung bzw. von landwirtschaftlichen Kulturen mit hohem Beregnungswasserbedarf)

3.3 Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung		
Klima(wandel)optimierte Steuerung der Freiraum- und Siedlungsstruktur	Sicherung von siedlungsklimatisch bedeutsamen Freiräumen	▪ Erstellung einer Planungshinweiskarte „Klimaökologie“ als Informationsgrundlage für raumordnerische Festlegungen und als Beikarte im RROP (z. B. mit Aussagen zur siedlungsklimatischen Bedeutung von Grün- und Freiflächen, zur bioklimatischen Belastung von Siedlungsräumen, zur Strömungsrichtung und zum Strömungsvolumen von Luftaustauschbahnen)
		▪ Erarbeitung eines regionalen Freiraumkonzeptes als informelle Grundlage für raumordnerische Festlegungen
		▪ Sicherung und Entwicklung von klimaökologisch bedeutsamen Freiflächen (z. B. Kalt- und Frischluftentstehungsgebiete, Luftaustauschbahnen) im RROP (s. LROP Niedersachsen 2012: Abschnitt 3.1.1, Ziffer 01, Sätze 2 und 3) ➤ Festlegung in Form verschiedener Vorrang-/Vorbehaltsgebietskategorien (z. B. „Freiraumfunktionen“)
		▪ Einführung einer räumlichen Zielkulisse „Gebiete zur Erhöhung des Anteils an klimatischen Komfortinseln auf Brachflächen“ als regionalplanerische Rahmensetzung für die gemeindliche Planungsebene
		▪ Überlagerung von Vorbehaltsgebieten für besondere Klimafunktionen mit Vorranggebieten für Siedlungsentwicklung bzw. für industrielle Anlagen und Gewerbe (in Bestand und Planung) zur Sicherung von regional bedeutsamen Luftleitbahnen und Formulierung entsprechender Hinweise für die örtliche Planung (z. B. Ausrichtung von Neubauten, Entwicklung von Grünflächen)
		▪ Formulierung textlicher Festlegungen zur Sicherung und Entwicklung von siedlungsnahen Freiräumen (s. LROP Niedersachsen 2012: Abschnitt 2.1, Ziffer 01 und Abschnitt 3.1.1, Ziffer 03, Satz 1)
	Steuerung der Siedlungsentwicklung	▪ Verstärkte Berücksichtigung der regionalklimatischen Situation bei der Festlegung von Vorranggebieten für Siedlungsentwicklung bzw. für industrielle Anlagen und Gewerbe (Vermeidung einer Ausweisung solcher Nutzungen in Kalt-/Frischluftentstehungsgebieten, Luftaustauschbahnen)
		▪ Darstellung von Bereichen mit hoher thermischer Belastung im RROP bzw. in einer entsprechenden Beikarte, um für die kommunale Siedlungsentwicklung Hinweise zur räumlichen Steuerung neuer Baugebiete bzw. zur Innenentwicklung und Nachverdichtung sowie Anhaltspunkte für die siedlungsklimatische Aufwertung entsprechender Bereiche zu geben
		▪ Formulierung textlicher Festlegungen zur klima(wandel)angepassten Gestaltung von Siedlungsstrukturen (s. LROP Niedersachsen 2012: Abschnitt 1.1, Ziffer 02, Satz 3)

Berücksichtigung von wetter- bzw. witterungsbedingten Naturgefahren bei der Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung	Vermeidung zusätzlicher Schadenspotenziale in hochwassergefährdeten Bereichen	➤ siehe dazu im Einzelnen: Handlungsfeld „Wasserwirtschaft im Binnenland“ (s. o.) ➤ siehe dazu im Einzelnen: Handlungsfeld „Küstenschutz und Wassermanagement im Deichhinterland“ (s. o.)
	Vermeidung zusätzlicher Schadenspotenziale in durch Sturzfluten oder gravitative Massenbewegungen gefährdeten Bereichen	▪ Festlegung von Vorbehalts-/Vorranggebieten „Risikovorsorge gegenüber Naturgefahren“
		▪ Erstellung einer Gefahrenhinweiskarte „Naturgefahren“ als Informationsgrundlage für raumordnerische Festlegungen und als Beikarte im RROP
		▪ Festlegung von Vorranggebieten „Siedlungsbeschränkungsbereich Naturgefahren“
		▪ Formulierung textlicher Festlegungen, wonach Gefahren durch Sturzfluten und gravitative Massenbewegungen in der Bauleitplanung und bei anderen raumbedeutsamen Planungen, Maßnahmen und Nutzungen zu berücksichtigen sind
		▪ Formulierung textlicher Festlegungen hinsichtlich erforderlicher Anpassungsmaßnahmen (z.B. Wasserrückhalt in sturzflutgefährdeten Bereichen, Hangsicherung zur Vermeidung gravitativer Massenbewegungen, Schutzsysteme für gefährdete Siedlungsbereiche und kritische Infrastrukturen), die auf der Ebene der örtlichen Planung umzusetzen sind
	Kennzeichnung gefährdeter Infrastrukturen	▪ Symbolhafte Darstellungen zur Gefährdungslage bzw. zum Gefährdungspotenzial von kritischen Infrastrukturen im RROP bzw. in einer entsprechenden Beikarte (z. B. Umspannwerk oder Klärwerk im Überschwemmungsbereich, überschwemmungs- bzw. unterspülungsgefährdete Hauptverkehrsstrasse, Krankenhaus in Muldenlage)
		▪ Einführung einer räumlichen Zielkulisse „regional bedeutsamer Schwerpunktgebiet für den Rückbau bestehender Gefahrenpotenziale durch Naturereignisse“

3.4 Schutz der biologischen Vielfalt	
Sicherung und Wiederherstellung naturschutzfachlich wertvoller Bereiche	■ Erhaltung und Entwicklung der für den Naturhaushalt, die Tier- und Pflanzenwelt und das Landschaftsbild wertvollen Gebiete, Landschaftsbestandteile und Lebensräume (s. LROP Niedersachsen 2012: Abschnitt 3.1.2, Ziffer 01) ➤ Festlegung entsprechender Gebiete und notwendiger Pufferzonen als Vorrang-/Vorbehaltsgebiete „Natur und Landschaft“ oder „Grünlandlandbewirtschaftung, -pflege und -entwicklung“ im RROP (s. LROP Niedersachsen 2012: Abschnitt 3.1.2, Ziffer 05, Satz 2 bis 4) ➤ Gebietsausweisung auf Grundlage naturschutzfachlicher Informationen (z. B. Landschaftsrahmenplan)
	■ Zeichnerische Festlegung der in Anlage 2 und Anhang 2 des LROP enthaltenen Vorranggebiete „Natura 2000“ im RROP (s. LROP Niedersachsen 2012: Abschnitt 3.1.3, Ziffer 02, Satz 5)
	■ Verbesserung der Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts in geschädigten und an naturnaher Substanz verarmten Gebieten und Landschaftselementen sowie Erhöhung der Biotop- und Artenvielfalt in Gebieten mit nicht naturbedingter Armut an Arten und Biotopen (s. LROP Niedersachsen 2012: Abschnitt 3.1.2, Ziffer 03) ➤ Festlegung von Vorrang-/Vorbehaltsgebieten „Verbesserung der Landschaftsstruktur und des Naturhaushaltes“ im RROP (s. NLT 2010: Planzeichen Nr. 2.7 und 2.8)
Aufbau eines Biotopverbundsystems	■ Aufbau eines landesweiten Biotopverbunds (s. LROP Niedersachsen 2012: Abschnitt 3.1.2, Ziffer 02, Satz 1) ➤ Formulierung konkretisierender Regelungen zum Aufbau eines landesweiten Biotopverbundes für Waldlebensräume, Lebensräume des trockenen und feuchten Offenlandes sowie Fließgewässerlebensräume im LROP ➤ Zeichnerische Festlegung von „Kerngebieten“ bzw. „Trittsteinen“ eines landesweiten Biotopverbundsystems im LROP (künftig möglichst auf Grundlage eines aktualisierten Landschaftsprogramms) ➤ Formulierung eines an die Regionalplanung gerichteten Konkretisierungsauftrags zur Festlegung von Vernetzungskorridoren zwischen „Kerngebieten“ und „Trittsteinen“ im RROP (auf der Grundlage des Landschaftsrahmenplans)
	■ Konkretisierung des landesweiten Biotopverbundes auf regionaler Ebene durch Festlegung geeigneter Vorrang-/Vorbehaltsgebietstypen aus dem Bereich des Freiraumschutzes im RROP (z. B. „Natur und Landschaft“, „Freiraumfunktionen“, „Grünlandbewirtschaftung, -pflege und -entwicklung“, „Wald“, „Vergrößerung des Waldanteils“, „Verbesserung der Landschaftsstruktur und des Naturhaushaltes“) ➤ Gebietsausweisung auf Grundlage naturschutzfachlicher Informationen (vorzugsweise aus dem Landschaftsrahmenplan)
	■ Vermeidung einer weiteren Fragmentierung von Landschaftsräumen durch raumstrukturelle Festlegungen, die auf eine Bündelung und Konzentration von Infrastrukturen sowie auf eine Minimierung der Zersiedelung hinwirken

3.5 Land- und Forstwirtschaft		
Landwirtschaft	Allgemein	▪ Festlegung verpflichtender Vorgaben und definierter Kriterien für die Erarbeitung landwirtschaftlicher Fachbeiträge als wichtige Informations- und Entscheidungsgrundlagen für die Berücksichtigung landwirtschaftlicher Belange bei der Neuaufstellung bzw. Fortschreibung von Raumordnungsprogrammen
	Sicherung von Flächen mit besonderer Eignung für die landwirtschaftliche Nutzung	▪ Festlegung von Vorbehaltsgebieten „Landwirtschaft – auf Grund hohen Ertragspotenzials“ bzw. „Landwirtschaft – auf Grund besonderer Funktionen“ (z. B. besondere Eignung für den Anbau von Sonderkulturen aufgrund entsprechender Klima- und Bodenverhältnisse bzw. vorhandener Berechnungsmöglichkeiten) im RROP (s. NLT 2010: Planzeichen Nr. 4.1 und 4.2) ➤ Künftig ggf. auch Festlegung von entsprechenden Vorranggebieten, um insbesondere diejenigen Standorte vor konkurrierenden Nutzungen zu sichern, die (auch unter veränderten Klimabedingungen) besonders gut für landwirtschaftliche Nutzungen geeignet sind ➤ Gebietsausweisung auf Grundlage einer Erhebung und Bewertung regionsspezifischer Standortmerkmale, Flächenansprüche und Funktionen der Landwirtschaft (unter Anwendung definierter Kriterien)
		▪ Überlagerung mehrerer Planzeichen aus dem Bereich des Freiraumschutzes (z. B. Vorbehaltsgebiet für Landwirtschaft, Vorrang-/Vorbehaltsgebiet für Erholung, Vorrang-/Vorbehaltsgebiet für Grünlandbewirtschaftung, -pflege und -entwicklung, Vorrang-/Vorbehaltsgebiet Natur und Landschaft), um die Inanspruchnahme landwirtschaftlicher Nutzflächen durch Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung zu erschweren
		▪ Lenkung von Vorranggebieten für Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung, Rohstoffgewinnung oder andere konkurrierende Nutzungen auf Standorte mit geringer Bodenwertzahl
	Schutz des Oberbodens vor Erosion	▪ Darstellung von besonders erosionsgefährdeten Standorten im RROP bzw. in einer entsprechenden Beikarte und Ausweisung dieser Bereiche als Zielgebiete für naturschutzrechtliche Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen sowie erosionsmindernde Agrarumweltmaßnahmen ➤ Gebietsausweisung auf Grundlage des niedersächsischen Erosionskatasters sowie weiterer vom LBEG bereitgestellter Auswertungen zur Erosionsgefährdung
		▪ Formulierung textlicher Festlegungen zur Reduzierung der Erosionsanfälligkeit besonders gefährdeter Standorte (z. B. durch Aufgabe ackerbaulicher Nutzungen zugunsten von Dauergrünland, Aufforstung, Anlage von Heckenstrukturen und Gehölzstreifen etc.)
		▪ Formulierung textlicher Festlegungen zur Berücksichtigung der Belange des Erosionsschutzes im Rahmen der Bauleitplanung sowie bei Maßnahmen der Flurbereinigung

Landwirtschaft	Schaffung der Voraussetzungen für ein angepasstes Wasser- und Feldberechnungsmanagement	▪ <i>Zeichnerische und textliche Festlegungen zur Sicherung eines ausreichenden Wasserdargebots für die landwirtschaftliche Bewässerung und Feldberechnung (siehe dazu im Einzelnen: Handlungsbereich „Wasserressourcenmanagement“ im Handlungsfeld „Wasserwirtschaft im Binnenland“)</i>
		▪ <i>Formulierung textlicher Festlegungen zur Anpassung der Agrarstruktur (z. B. Vergrößerung von Feldblöcken), die im Falle eines verstärkten Einsatzes von Großflächenberechnungstechnik erforderlich wäre</i>
		▪ Förderung und Unterstützung von regionsspezifischen Kooperationen im Bereich des Wassermanagements zwischen Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Naturschutz, Wasserwirtschaft und Kommunen im Rahmen der regionalplanerischen Koordinations- und Moderationsfunktion
Wald und Forstwirtschaft	Waldschutz	▪ Festlegung von Waldbeständen mit wichtigen, sich überlagernden Funktionen für den Wasserhaushalt, den Boden-, Klima-, Arten- und Biotopschutz oder die menschliche Erholung als Vorbehaltsgebiete „besondere Schutzfunktion des Waldes“ (s. NLT 2010: Planzeichen Nr. 5.4) im RROP ➤ <i>künftig ggf. auch Festlegung von entsprechenden Vorranggebieten</i> ➤ Gebietsausweisung auf Grundlage der Waldfunktionenkarte Niedersachsen
	Waldumbau	▪ <i>Festlegung von Waldbeständen mit einem hohen und sehr hohen Risiko des Bestandsausfalls bzw. des Vitalitätsverlustes aufgrund besonderer Anfälligkeit gegenüber klimawandelbedingten Veränderungen als Vorranggebiete „Regional bedeutsamer Schwerpunktbereich für den Waldumbau“ im RROP</i> ➤ Gebietsausweisung auf Grundlage des Waldprogramms Niedersachsen, der forstlichen Rahmenpläne sowie des niedersächsischen Programms zur „Langfristigen ökologischen Waldentwicklung“ (LÖWE)
	Waldmehrung	▪ Festlegung von Vorbehaltsgebieten „Vergrößerung des Waldanteils“ im RROP (s. NLT 2010: Planzeichen Nr. 5.2) ➤ <i>Künftig ggf. auch Festlegung von entsprechenden Vorranggebieten (aufgrund der hohen Bedeutung von Wäldern für die Erreichung von Klimaschutzziele (CO₂-Bindung) sowie für die Realisierung von Klimaanpassungsmaßnahmen in den Bereichen Hochwasser-, Grundwasser-, Erosions-, Arten- und Biotop- sowie Siedlungsklimaschutz)</i>
	Waldbrandvorsorge	▪ <i>Festlegung von Vorbehaltsgebieten „Waldbrandrisiko“ im RROP als raumordnerische Informationsgrundlage für Maßnahmen zur Waldbrandvorsorge</i> ▪ <i>Formulierung textlicher Festlegungen zu verbindlichen Abstandsregelungen zwischen Siedlungsgebieten und Waldrändern oder zur Einschränkung der Eigenentwicklung von stark waldbrandgefährdeten Orten</i> ▪ <i>Zeichnerische Darstellung von Brandschutzachsen in großen Waldgebieten</i>

3.6 Tourismus	
Sicherung und Entwicklung von touristisch bedeutsamen Gebieten und Standorten unter besonderer Berücksichtigung klimawandelbedingter Veränderungen	▪ <i>Berücksichtigung der Auswirkungen des Klimawandels bei der Festlegung und inhaltlichen Ausgestaltung der existierenden Raumkategorien und Schwerpunktaufgaben im Bereich Erholung/Tourismus (s. NLT 2010: Planzeichen Nr. 3.1 bis 3.7):</i> - Vorbehaltsgebiet Erholung - Vorranggebiet ruhig Erholung in Natur und Landschaft - Vorranggebiet Erholung mit starker Inanspruchnahme durch die Bevölkerung - Regional bedeutsamer Erholungsschwerpunkt - Standort besondere Entwicklungsaufgabe Erholung - Standort besondere Entwicklungsaufgabe Tourismus
	▪ <i>Formulierung textlicher Festlegungen hinsichtlich einer klimawandelangepassten Entwicklung von Tourismusdestinationen, z. B. zu folgenden Inhalten:</i> <u>an der Küste:</u> - <i>Entwicklung von Strandmanagementkonzepten zur Kompensation von Sandverlusten an Badestränden (in Abstimmung mit Küstenschutz und Naturschutz)</i> - <i>Sicherung der Trinkwasserversorgung der Ostfriesischen Inseln auch unter Klimawandelbedingungen (ggf. Bau von Trinkwasserleitungen zum Festland)</i> - <i>Sicherung der Erreichbarkeit der Ostfriesischen Inseln per Fähre auch unter veränderten küstenmorphologischen Bedingungen, die zu einer verstärkten Verschlickung von Fahrrinnen und Häfen führen können (Unterhaltungsmaßnahmen in Häfen und Fahrrinnen)</i> <u>im Bergland bzw. Harz:</u> - <i>Aufforderung zur Entwicklung von Anpassungsstrategien für den Tourismussektor in Wintersportgebieten zwecks Differenzierung des touristischen Angebots und Anpassung/Neuausrichtung der touristischen Infrastruktur</i> - <i>Empfehlungen zur Vermeidung weiterer Investitionen in Tourismusinfrastrukturen, die unter Klimawandelbedingungen nicht mehr tragfähig sein werden, sowie zur Überprüfung des Fördermitteleinsatzes hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit geförderter Projekte auch unter Berücksichtigung klimawandelbedingter Veränderungen der Schneeverhältnisse</i>
Koordination und Moderation von strategischen und konzeptionellen Überlegungen zur Anpassung von Tourismusdestinationen	▪ <i>Ausübung der Koordinations- und Moderationsfunktion der Raumordnung im Rahmen der Regionalentwicklung und des Integrierten Küstenzonenmanagements</i>
	▪ <i>Mitwirkung an der Entwicklung von Strategien und Konzepten für die Anpassung von Tourismusdestinationen an die Auswirkungen des Klimawandels:</i> - <i>auf überregionaler Ebene im Rahmen der Erstellung der Touristischen Masterpläne</i> - <i>auf regionaler Ebene im Rahmen der Erstellung integrierter Tourismusentwicklungskonzepte</i>

Quelle: eigene Darstellung

3.1 Küstenschutz und Wassermanagement im Deichhinterland

Küstenschutz

Der Küstenschutz ist von existenzieller Bedeutung für den küstennahen Siedlungs-, Wirtschafts- und Kulturraum. Seine Aufgaben bestehen sowohl in der Sicherung der Küstenlinie vor Erosion, insbesondere im Bereich der Inseln und exponierter Deich(vorland)abschnitte, als auch im Schutz der Küstengebiete vor Überflutungen. Da große Bereiche der Küsten- und Flussmarschen infolge jahrhundertelanger Eindeichung, Trockenlegung und Setzung bei gleichzeitig steigendem Meeresspiegel sowie aufgrund der aus den Flussvertiefungen resultierenden Zunahme der Tidehübe innerhalb der Ästuarie von Ems, Weser und Elbe heute z. T. deutlich unterhalb des mittleren Tidehochwassers liegen, beschränkt sich der Überflutungsschutz nicht mehr nur auf Sturmflutsituationen, sondern ist zu einer permanenten Aufgabe geworden. Der Schutz der Küste vor Erosion und Überflutung wird durch das Zusammenwirken verschiedener technischer und natürlicher Küstenschutzelemente gewährleistet. Zu den technischen Elementen zählen neben der Hauptdeichlinie z. B. zweite Deichlinien und Sommerdeiche, Lahnungen und Buhnen sowie die Sturmflutsperrwerke in der Ems und an den tidebeeinflussten Nebenflüssen des Weser- und Elbästuars. Zu den natürlichen Küstenschutzelementen gehören die der Küsten- bzw. Hauptdeichlinie vorgelagerten Inseln, Wattflächen und Deichvorländer. Diese haben eine hohe Bedeutung für das Gesamtsystem des Küstenschutzes, da sie zur Verringerung der auf die technischen Schutzelemente einwirkenden hydrodynamischen Belastungen beitragen (NLWKN 2007). Gleichzeitig besitzen sie als besonders schützenswerte Lebensräume für seltene Tier- und Pflanzenarten einen sehr hohen naturschutzfachlichen Stellenwert.

Wassermanagement im Deichhinterland

Neben dem Küstenschutz bildet auch die Entwässerung des Deichhinterlandes eine Grundvoraussetzung für die Nutzung der Küstenniederungen als Siedlungs- und Wirtschaftsraum. Um die nur knapp oberhalb bzw. teilweise sogar unterhalb von NN gelegenen Flächen trockenhalten zu können, hat sich in der Vergangenheit ein umfangreiches Wassermanagementsystem aus Gräben und Sieltiefen entwickelt, über das überschüssiges Niederschlags- und Grundwasser durch entsprechende Sielbauwerke in der Deichlinie in die Nordsee bzw. die Ästuarie abgeführt werden kann. Da eine Entwässerung im natürlichen Sielzug aufgrund der tidebedingten Schwankungen der Außenwasserstände nur während einer kurzen Phase des Tideverlaufs möglich ist, sind die Sielbauwerke vielfach mit elektrisch betriebenen Pumpwerken ausgestattet, mit deren Hilfe auch in der übrigen Zeit (d. h. bei höheren Außenwasserständen) entwässert werden kann. Innerhalb des Entwässerungssystems sind zudem sog. Unterschöpfwerke vorhanden, mit denen Höhenunterschiede im Deichhinterland überwunden werden können.

Neben der Entwässerungsfunktion dient das verzweigte Sieltief- und Grabensystem in einigen Küstenbereichen auch der Zuwässerung, z. B. für die Weidewirtschaft in der Wesermarsch, die auf frisches Wasser in den der Viehtränke dienenden Gräben angewiesen ist, oder für die Bewässerung und Frostschutzberegnung von Obstplantagen im Alten Land. Aufgrund der erforderlichen geringen Salzkonzentrationen eignet sich für die Zuwässerung jedoch nur Wasser, das stromaufwärts der Brackwasserzone aus den Ästuaren bzw. deren Nebenflüssen entnommen und über Kanäle in die entsprechenden Gebiete geleitet wird. Die Nutzung von Grundwasser ist in den meisten Küstenregionen aufgrund erhöhter Salzgehalte nicht möglich.

3.1.1 Potenzielle Auswirkungen des Klimawandels

3.1.1.1 Auswirkungen auf den Küstenschutz

Als wesentliche Konsequenz des Klimawandels ist mit einem sich beschleunigenden Anstieg des Meeresspiegels zu rechnen, über dessen Ausmaß und Verlauf bislang noch große Unsicherheiten bestehen. Während das IPCC (2013: 23 f.) in seinem 5. Sachstandsbericht von 2013 aufgrund der Abschmelzprozesse von Gletschern und Eisschilden sowie der Ausdehnung des erwärmten Ozeanwassers von einem Anstieg des mittleren globalen Meeresspiegels um 28 bis 98 cm bis 2100 ausgeht (je nach zugrunde gelegtem Emissionsszenario, s. Abb. 8), halten zahlreiche andere Studien auch noch weitaus größere Anstiege für möglich (z.B. bis zu 190 cm bis zum Ende des 21. Jahrhunderts; Vermeer/Rahmstorf 2009). In der Nordsee wird der globale Meeresspiegelanstieg darüber hinaus von zusätzlichen regionalen Effekten überlagert. Hierzu zählen

- ein möglicher, im Vergleich zum globalen Mittel überproportionaler Anstieg, der aus regionalen Änderungen der Dichte und Zirkulation von Wassermassen in Randmeeren wie der Nordsee resultieren kann, sowie
- die einerseits durch isostatische und andererseits durch anthropogen bedingte¹ Landsenkungen im Bereich der südlichen Nordseeküste hervorgerufene Verstärkung des relativen Meeresspiegelanstiegs (relativ zur Geländeoberfläche der angrenzenden Küstenniederungen) (Woth/von Storch 2008; Weisse 2011).

Aufgrund der sich im Zuge des Meeresspiegelanstiegs verändernden Tidedynamik ist in der Deutschen Bucht und insbesondere in den Ästuaren zudem mit einer im Vergleich zum Anstieg des mittleren Tidewasserstands (Meeresspiegel) überproportionalen Erhöhung des mittleren Tidehochwassers (MThw) zu rechnen (Hoyme/Zielke 2001; Jensen/Mudersbach 2004). Als Folge einer möglichen klimawandelbedingten Intensivierung von Sturmflutwetterlagen (Orkanwinde aus nordwestlicher Richtung) ist darüber hinaus eine Zunahme der Windstauhöhen zu erwarten, für die im Bereich der Deutschen Bucht Werte von bis zu 30 cm bis zum Jahr 2100 modelliert wurden (Woth/von Storch 2008). Diese Effekte führen in der Summe zu einem deutlichen Anstieg potenzieller Sturmflutwasserstände und – aufgrund der damit verbundenen größeren Wassertiefen – zu einer Verstärkung des Seegangs im unmittelbaren Küstenvorfeld und einer Vergrößerung des Wellenaufbaus an den Deichen (Weisse 2011). Die mit einem erhöhten Windstau einhergehende zeitliche Ausdehnung von Sturmfluten hat überdies zur Folge, dass die Wahrscheinlichkeit des Zusammentreffens von meteorologisch bedingten Wasserstandserhöhungen mit einem astronomisch bedingten Gezeitenmaximum (Tidehochwasser) – und damit die Eintrittswahrscheinlichkeit starker Sturmflutereignisse – steigt (Woth/von Storch 2008).

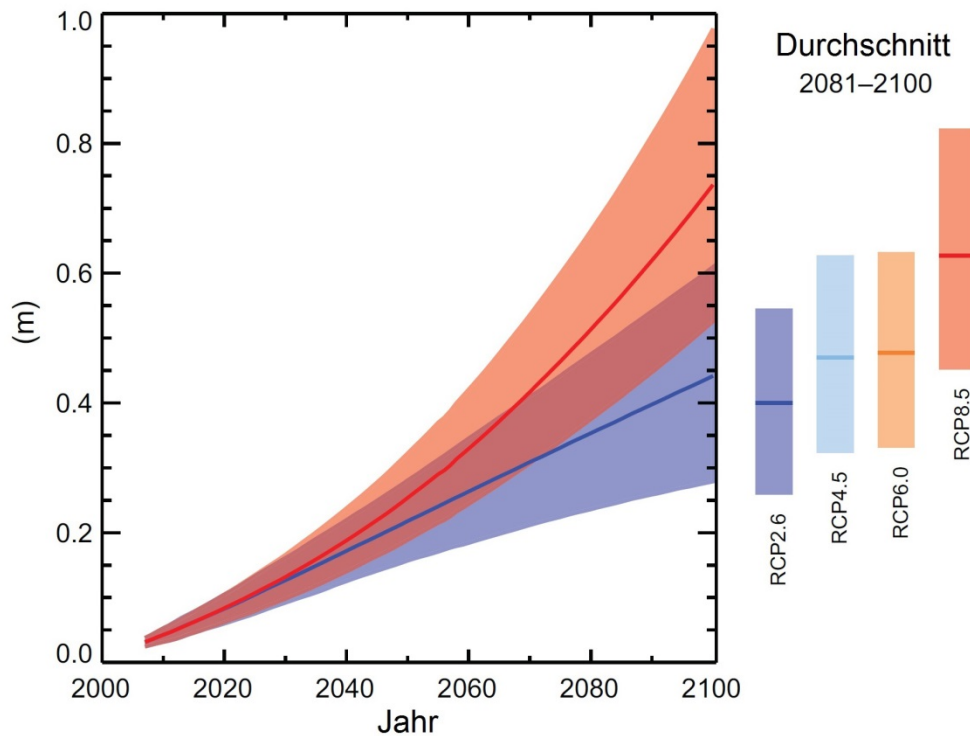
Des Weiteren könnten ab einer Meeresspiegelanstiegsrate oberhalb einer – bisher erst annähernd bekannten – kritischen Grenze morphodynamische Veränderungen im Bereich der Wattenküste auftreten, die eine reduzierte Wirksamkeit bzw. einen Verlust von für den Küstenschutz bedeutsamen natürlichen Schutzelementen mit sich brächten (CPSL 2001, 2010; Essink et al. 2005). Eine mögliche Folge könnte z. B. die permanente Überschwemmung von Watt- und Deichvorlandbereichen sein, die dann eintreten würde, wenn die Geschwindigkeit des Meeresspiegelanstiegs die natürliche Fähigkeit der

¹ Anthropogen bedingte Einflussfaktoren, die zu Landsenkungen bzw. Setzungen der Geländeoberfläche im Küstenraum führen können, sind z. B. die Förderung von Öl- und Gasvorkommen oder die Entwässerung von Mooren und Moor-Marschen.

Wattenküste zur Anpassung (in Form von Höhenwachstum durch Sedimentakkumulation) überschreiten würde.

Abb. 8: Projektionen zum Anstieg des mittleren globalen Meeresspiegels für verschiedene Emissionsszenarien.

Das Kurvendiagramm auf der linken Seite zeigt die Ergebnisse verschiedener Modellrechnungen für die Emissionsszenarien RCP2.6 und RCP8.5 bis zum Jahr 2100, das Balkendiagramm rechts den Durchschnittswert für den Zeitraum 2081–2100 für die Emissionsszenarien RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 und RCP8.5.



Quelle: IPCC 2013: 24

Die beschriebenen Faktoren (Anstieg von Sturmflutwasserständen/-scheiteln, Verstärkung des Seegangs, reduzierte Wirksamkeit bzw. Verlust von natürlichen Küstenschutzelementen) führen insgesamt zu stärkeren Belastungen und – sofern keine entsprechenden Anpassungsmaßnahmen vorgenommen werden – zu abnehmenden Versagenssicherheiten (bzw. erhöhten Versagenswahrscheinlichkeiten) der Küstenschutzanlagen. Daneben steigt das Sturmflutschadensrisiko im Deichhinterland zusätzlich auch dadurch, dass sich aufgrund steigender Sturmflutwasserstände/-scheitel im Falle eines nicht auszuschließenden Versagens der Hauptdeichlinie sowohl die Überflutungsausdehnungen als auch die Überflutungstiefen des einströmenden Wassers – und damit die im Deichhinterland entstehenden Schäden – vergrößern würden.

3.1.1.2 Auswirkungen auf das Wassermanagement im Deichhinterland

Für die Ent- bzw. Zuwässerungsfunktionen des Wassermanagements im Deichhinterland ergeben sich sowohl durch den zu erwartenden Anstieg der Tide- und Sturmflutwasserstände als auch durch die projizierten Veränderungen des Niederschlagsregimes neue

Anforderungen. Im Einzelnen sind folgende potenziellen Auswirkungen des Klimawandels zu erwarten:

Entwässerung

Der für den niedersächsischen Küstenraum projizierte Anstieg der jährlichen Niederschlagssummen, der sich insbesondere auf das Winterquartal konzentrieren wird, sowie die Zunahmen der Niederschlagsindizes „Starkniederschläge“ und „größte 5-Tages-Niederschlagssumme“ (s. Tab. 3) führen dazu, dass die abzuleitenden Wassermengen (die sich aus dem direkt in den Küstenniederungen anfallenden sowie dem zusätzlich aus den Geestbereichen zufließenden Wasser zusammensetzen) sowohl im saisonalen bzw. monatlichen Mittel als auch in der Spitze zunehmen werden (siehe dazu z. B. auch Maniak/Weihrauch/Riedel 2005; Bormann et al. 2009). Ein weiterer Faktor, der steigende Entwässerungsmengen bewirken kann, ist der durch die Erhöhung des mittleren Wasserspiegels in den Tidegewässern (Meeresspiegel) hervorgerufene Anstieg des küstennahen Grundwasserspiegels. Unter Beibehaltung der heutigen Meliorationswasserstände hätte dies zur Folge, dass vor allem in besonders tief liegenden Küstenbereichen entsprechend mehr Wasser über das Entwässerungssystem abgeführt werden müsste (Hoffmann/Meckelburg/Meinken 2005).

Tab. 3: Änderungssignale verschiedener Niederschlagsparameter bzw. -indizes im niedersächsischen Naturraum „Watten und Marschen“ für die Perioden 2021–2050 und 2071–2100 bezogen auf die Referenzperiode 1971–2000 aus einem Ensemble von insgesamt 13 Klimasimulationen der regionalen Klimamodelle REMO und CLM

Niederschlagsparameter bzw. -indizes	Änderungssignale für die					
	Periode 2021–2050			Periode 2071–2100		
	Mini- mum	Mittel- wert	Maxi- mum	Mini- mum	Mittel- wert	Maxi- mum
mittlere Monatsniederschlagssumme						
- im Jahresmittel in %	+3,2	+7,6	+14,4	+2,5	+9,5	+21,2
- im Sommer (JJA) in %	-4,8	+5,0	+14,3	-18,8	-8,9	+2,8
- im Winter (DJF) in %	+0,3	+8,4	+16,1	+12,3	+23,3	+44,6
Anzahl der Starkniederschläge über 20 mm Tagessumme im Jahresmittel in %	+4,9	+19,3	+38,3	+14,6	+39,6	+70,7
größte 5-Tages-Niederschlagssumme im Jahresmittel in %	+1,7	+6,8	+14,6	+5,5	+11,4	+21,4

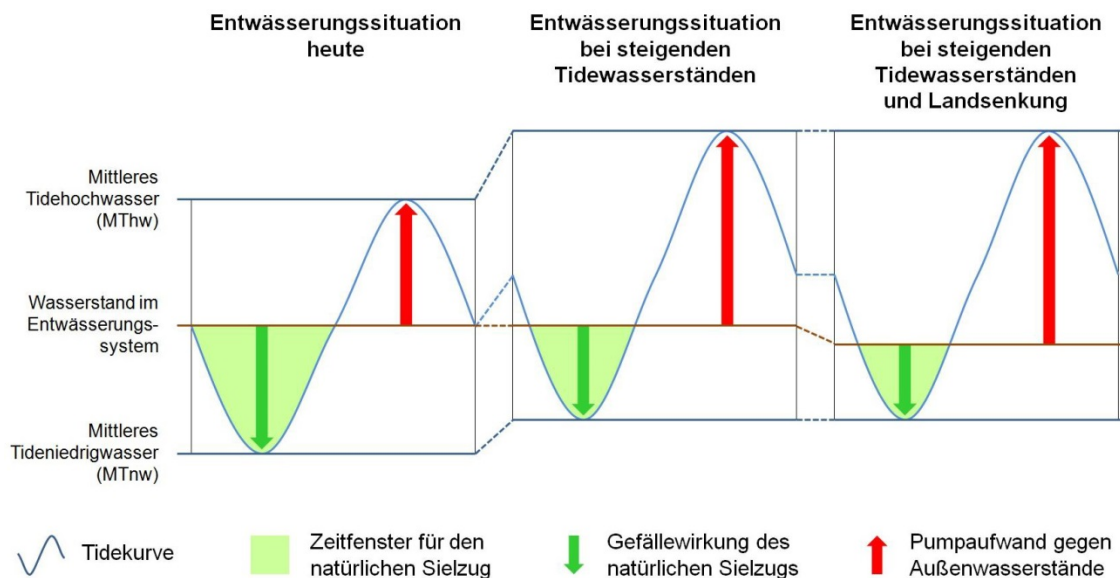
Quelle: eigene Zusammenstellung von Simulationsergebnissen aus KLIFF-QTI auf der Basis von Nds. MU/RK Klimaschutz 2012: 211 ff.

Parallel zur beschriebenen Erhöhung der abzuleitenden Wassermengen führen der klimawandelbedingte Anstieg des mittleren Tideniedrigwassers sowie die isostatischen und anthropogen bedingten Senkungen der Geländeoberflächen der Küstenniederungen zudem dazu, dass sich die Zeitfenster für die Nutzung des natürlichen Sielzugs stetig verkleinern und langfristig sogar vollständig schließen werden. Zusätzlich wird der Sielzug auch dadurch erschwert werden, dass vor den Sielbauwerken gelegene Deichvorland- und Wattflächen aufgrund des Meeresspiegelanstiegs verstärkt aufsedimentieren und bestehende Priele zunehmend verschlickten.

Die klimawandelbedingte Zunahme der abzuleitenden Wassermengen und die fortschreitenden Einschränkungen der Nutzungsmöglichkeiten des natürlichen Sielzugs werden insgesamt zur Folge haben, dass sich der über Pumpkapazitäten zu erbringende Anteil der Entwässerungsleistungen kontinuierlich erhöht. Aufgrund steigender Tidewasserstände sowie möglicherweise häufiger auftretender, höher auflaufender und länger andauernder Sturmflutwasserstände wird der dafür erforderliche Pump- und Energieaufwand überproportional zur abzuleitenden Wassermenge ansteigen.

Da die installierten Pumpleistungen bereits heute wiederkehrend an der Grenze ihrer Kapazität betrieben werden, könnte es – sofern keine entsprechenden Anpassungsmaßnahmen vorgenommen werden – unter Klimawandelbedingungen zu zunehmenden Überlastungen des Entwässerungssystems kommen – mit der Folge von Überschwemmungen insbesondere in tief liegenden Bereichen.

Abb. 9: Prinzipskizze zur Problematik der stetigen Verkleinerung der Zeitfenster für die Nutzung des natürlichen Sielzugs



Quelle: eigene Darstellung

Zuwässerung

Die zumindest langfristig zu erwartende klimawandelbedingte Abnahme der Niederschlagsmengen im Sommer (s. Tab. 3) sowie die temperaturbedingte Zunahme der Evapotranspiration können in Gebieten, in denen zu Zwecken der Bewässerung und der Viehtränke schon heute frisches Süßwasser aus den Flussunterläufen zugeleitet wird, einen erhöhten Bedarf an Zuwässerung nach sich ziehen (siehe dazu auch Bormann et al. 2009). Aufgrund des Meeresspiegelanstiegs und der Verringerung der sommerlichen Binnenabflüsse aus den Oberläufen und Nebenflüssen wird es in den Ästuaren allerdings gleichzeitig zu einer Verlagerung der Brackwasserzone nach stromaufwärts kommen (Grabemann/Grabemann/Müller 2005), aus der an davon betroffenen Einlassbauwerken Einschränkungen der Zuwässerungsmöglichkeiten aufgrund erhöhter Salzgehalte resultieren können (Regionalforum CPA 2011). Dieses Problem ist bereits seit langem als Folge der fortwährenden Vertiefungen der Ästuare für die Seeschifffahrt, die ebenfalls zur Verlagerung der Brackwasserzone führen, bekannt.

3.1.2 Handlungsbedarf und Anpassungsoptionen

Angesichts der bestehenden Vielfalt hydromorphologischer, topografischer und siedlungsstruktureller Gegebenheiten entlang der niedersächsischen Küste ist davon auszugehen, dass die Anpassung des Küstenschutz- und Wassermanagementsystems an die potenziellen Auswirkungen des Klimawandels mittel- bis langfristig in lokal angepassten Modifikationen erfolgen muss. Dabei könnten neben den bewährten – eher technisch ausgerichteten – Strategien des Küstenschutzes und des Wassermanagements in Teilräumen auch alternative, stärker raumbezogene Maßnahmenoptionen zur Anwendung kommen. Im Folgenden werden zunächst denkbare Handlungsmöglichkeiten in den Bereichen Küstenschutz und Wassermanagement und anschließend deren mögliche Wechselwirkungen mit anderen Raumfunktionen bzw. raumwirksamen Veränderungsprozessen im Küstenraum skizziert.

3.1.2.1 Maßnahmenoptionen des Küstenschutzes

Ertüchtigung der Hauptdeichlinie

Die Sicherung des niedersächsischen Küstenraums gegenüber dem steigenden Meeresspiegel und zunehmenden Sturmflutdynamiken (Windstau, Seegang) kann Forschungsergebnissen des KLIFF-Forschungsthemas A-KÜST zufolge nach derzeitigem Kenntnisstand auf absehbare Zeit, d.h. voraussichtlich bis zum Ende dieses Jahrhunderts, auf hohem Niveau und in wirtschaftlich optimaler Weise durch die Ertüchtigung der bestehenden Hauptdeichlinie realisiert werden (Niemeyer et al. 2012: 24 f.). Um bereits bei heutigen Ausbaumaßnahmen den fortschreitenden Anstieg des Meeresspiegels zu berücksichtigen, wird bei der Ermittlung des Bemessungswasserstandes als Vorsorgemaß ein Zuschlag von insgesamt 50 cm zugrunde gelegt. Zudem sollen die Gründungen von technischen Bauteilen in der Deichlinie (z.B. Sperrwerke, Schleusen, Sieltore, Spundwände) statisch so ausgelegt werden, dass eine spätere Nacherhöhung von insgesamt rund 1 m möglich ist (NLWKN 2007: 26²; NLWKN 2010a: 26).

In einigen Küstenbereichen wird bereits heute sichtbar, dass der mit Deichertüchtigungsmaßnahmen einhergehende konstruktive – und damit auch finanzielle – Aufwand zukünftig überproportional stark ansteigen wird. Gründe hierfür sind z. B.

- der verstärkte Einsatz aufwendiger technischer Maßnahmen (z.B. Einbau von Spundwänden), die bei der Erhöhung der Hauptdeiche in Bereichen mit angrenzendem historisch gewachsenen Siedlungsbestand (kein Raum für die mit einer in Erdbauweise durchgeführten Erhöhung einhergehende Verbreiterung der Deichauflandsfläche) bzw. in Gebieten mit schlechten Untergrundverhältnissen (keine ausreichende Tragfähigkeit des Baugrunds für den an Masse gewinnenden Deichkörper) erforderlich werden, sowie
- die wachsende Notwendigkeit zur Errichtung bzw. Verstärkung von Deichsicherungswerken, die sowohl aus der sich klimawandelbedingt verstärkenden Seegangsbelastung bereits scharliegender Deiche als auch aus der Entstehung neuer Schardeichsituationen infolge zunehmender Erosion derzeit noch vorhandener Watt- und Deichvorlandbereiche resultieren kann.

² Für den Generalplan Küstenschutz Niedersachsen/Bremen – Festland wurde das Vorsorgemaß erst nach dessen Veröffentlichung von 25 cm auf 50 cm erhöht.

Sicherung der Schutzdünen auf den Ostfriesischen Inseln

Im Gegensatz zum Festland wird der Schutz von Siedlungen und Infrastrukturen vor Sturmfluten auf den Ostfriesischen Inseln in erster Linie durch Schutzdünen und lediglich auf der Inselformseite durch Hauptdeiche gewährleistet. Durch den Anstieg des Meeresspiegels und die Zunahme der Sturmflutdynamik wird sich die Belastung der Schutzdünen langfristig deutlich erhöhen, sodass verstärkte Anstrengungen zur Aufrechterhaltung ihrer Küstenschutzfunktion unternommen werden müssen. Das Spektrum entsprechender Maßnahmen reicht dabei von

- ingenieurbioologischen Maßnahmen zum Erhalt und Aufbau der Dünensubstanz (Errichtung von Sandfangzäunen, Anpflanzung von Strandhafer) über
- Strand- bzw. Vorstrandauffüllungen/-spülungen zum Ausgleich von Sedimentdefiziten im Dünenvorfeld sowie
- see- oder rückwärtige Verstärkungen von Schutzdünen durch Sandaufschüttungen bis hin zur
- Errichtung massiver Schutzanlagen (Dünendeckwerke, Fußsicherungen, Ufermauern, Bühnen, Längswerke) insbesondere an den Westköpfen der Inseln (NLWKN 2010a: 20 ff.).

Erhalt natürlicher Küstenschutzelemente

Dem Erhalt der der Küsten- bzw. Hauptdeichlinie vorgelagerten natürlichen Küstenschutzelemente kommt eine hohe Bedeutung zu, da diese wichtige Funktionen für das Gesamtsystem des Küstenschutzes erfüllen. Sowohl die Ostfriesischen Inseln, die bei Sturmfluten als natürliches Barriersystem für die Festlandküste fungieren, als auch die Wattflächen und – sofern vorhanden – die Deichvorlandflächen, deren Effekte in Abhängigkeit von ihrer jeweiligen Höhe und Ausdehnung sowie vom herrschenden Wasserstand differieren, tragen zu einer Verringerung der auf die Hauptdeiche wirkenden Seeangangsbelastungen (Wellenenergie und -höhe) bei. Insgesamt führt dies zu einer Reduzierung des erforderlichen Deichbesticks und einer Einsparung zusätzlicher Deichsicherungswerke, die ansonsten insbesondere bei Schardeichen erforderlich wären. Im Falle eines Deichbruchs wird durch ein ausreichend breites und hohes Vorland zudem die Gefahr eines Strombruchs mit ungehindertem Ein- und Ausströmen der Tide ins Deichhinterland reduziert (NLWKN 2007).

Die Aufrechterhaltung der Funktion der natürlichen Küstenschutzelemente unter Klimawandelbedingungen ist in starkem Maße davon abhängig, inwieweit die Inseln, Wattflächen und Deichvorlandbereiche in der Lage sind, sich durch entsprechendes Mitwachsen (Aufsedimentieren) an den Meeresspiegelanstieg anzupassen. Diese natürliche Anpassungsfähigkeit wäre bei einer hohen Anstiegsrate des Meeresspiegels aufgrund des zunehmenden Sedimentdefizits innerhalb des Sedimenttransportsystems des Wattenmeers stark eingeschränkt bzw. nicht mehr gegeben. Um den daraus resultierenden Systemveränderungen (verstärkte Insel- und Küstenerosion, Verlust von Watt- und Deichvorlandflächen) vorzubeugen, könnte es zukünftig erforderlich werden, die natürliche Anpassungsfähigkeit durch umfangreiche künstliche Sedimenteinträge in das Wattenmeer von außerhalb des Sedimenttransportsystems, d.h. durch Sedimentaufspülungen aus Bereichen der Nordsee mit Wassertiefen von über 10–15 m, zu unterstützen (CPSL 2005, 2010). Zur Erhaltung bzw. Verbesserung der Anpassungsfähigkeit der natürlichen Küstenschutzelemente unter Klimawandelbedingungen kommt zudem den bereits praktizierten Strand- bzw. Vorstrandauffüllungen/-spülungen auf den Ostfriesischen Inseln

und der Deichvorlandsicherung bzw. -gewinnung durch Lahnungen und Buhnen eine wachsende Bedeutung zu.

Spezifische Maßnahmenoptionen an Ästuaren

Aufgrund der im Vergleich zur offenen Küste stark abweichenden hydromorphologischen Bedingungen bieten sich in bzw. an den Ästuaren eine Reihe spezifischer Maßnahmenoptionen zur Reduzierung von Sturmflutgefahren. So kann entlang der Ästuar- bzw. deren Nebenflüssen durch partielle Rückdeichungen und/oder Errichtung von hinter der Deichlinie gelegenen Entlastungspoldern zusätzlicher (temporär nutzbarer) Flutraum und damit die Möglichkeit zur Absenkung von Sturmflutscheiteln (bzw. im Fall der Nebenflüsse auch von Binnenhochwasserscheiteln, die aufgrund hoher Sturmflutwasserstände nicht abfließen können) geschaffen werden. Wie Modellierungen zeigen, sind Rückdeichungen und Sturmflutentlastungspolder an Ästuaren umso wirksamer, je weiter stromaufwärts sie verortet sind (s. für das Beispiel des Weserästuars: von Lieberman et al. 2005). Aufgrund der – wenn u.U. auch nur seltenen – Nutzung als Überschwemmungsfläche sind innerhalb von Entlastungspoldern nur entsprechend angepasste Nutzungsformen möglich und ggf. Objektschutzmaßnahmen (s. u.) erforderlich.

Positive Effekte für den Küstenschutz können auch aus Maßnahmen zur Verringerung des Tidehubs in den Ästuaren resultieren, da diese – insbesondere aufgrund des damit einhergehenden Rückgangs des mittleren Tidehochwassers – ebenfalls zur Absenkung von Sturmflutscheiteln beitragen können. Im „Tideelbe-Konzept“³ wird beispielsweise eine Kombination von Maßnahmen zur Dämpfung der einschwingenden Tideenergie (z.B. durch Strombauwerke im Bereich des Mündungstrichters) sowie zur Wiederherstellung bzw. Schaffung von Flutraum im inneren Ästuar (z.B. durch Umgestaltung von aufsedimentierten Watt- und Vorlandflächen zu Flachwassergebieten oder steuerbaren Entlastungspoldern, Wiedermanbindung von Nebelbesystemen, Räumung von aufsedimentierten Hafenbecken) vorgeschlagen (HPA/WSD-Nord 2006). Eine grundsätzliche Möglichkeit zur Eindämmung bzw. Verringerung des Tidehubs in den Ästuaren bestünde zudem in der Beendigung einer weiteren Vertiefung bzw. in der Wiederverflachung der stark ausgebauten Fahrrinnen. Dies wäre jedoch mit starken Einschränkungen für die Seeschifffahrt und der (teilweisen) Aufgabe von Standorten mit Seehafenfunktionen entlang der Ästuar verbunden. Als generelle nachteilige Folge der skizzierten Maßnahmen zur Verringerung des Tidehubs in den Ästuaren ist anzuführen, dass der damit verbundene Anstieg des mittleren Tideniedrigwassers zu einer Verkürzung der natürlichen Siedlungszeiten des Entwässerungssystems der umliegenden Marschgebiete führen und sich der Anteil der gepumpten Wassermengen an der zu entwässernden Gesamtwassermenge deutlich erhöhen würde (Schuchardt et al. 2005).

Eine weitere Option zur Reduzierung der Sturmflutgefahren an den Ästuaren stellt der Bau von Sturmflutsperrwerken dar, die im Falle einer starken Sturmflut temporär geschlossen werden können (an der Ems bereits realisiert). Der Vorteil einer Sperrwerkslösung liegt darin, dass eine weitere Ertüchtigung der entlang eines Ästuars bestehenden Küstenschutzbauwerke entfällt. Als Nachteile sind neben dem hohen finanziellen Aufwand insbesondere die erheblichen ökologischen Auswirkungen sowie die Beeinträchtigungen der Belange der Schifffahrt anzuführen, die aus den damit einhergehenden

³ Primäres Anliegen des Tideelbe-Konzepts ist es, Lösungsvorschläge zur Problematik des Tidal Pumping (Stromauftransport von Sedimenten) in der Elbe zu unterbreiten. Daneben werden aber u. a. auch Synergieeffekte im Hinblick auf die Verbesserung des Küstenschutzes herausgestellt.

Veränderungen von Tidegeschehen und Sedimentdynamik resultieren würden (von Liebermann et al. 2005: 252 ff.; Schirmer et al. 2007: 175 ff.).

Risikominimierung durch zusätzliche Schutzlinien im Deichhinterland

Auch wenn in den durch öffentliche Küstenschutzanlagen geschützten Küstengebieten grundsätzlich ein hohes Schutzniveau vorhanden ist, gibt es keinen absoluten Schutz gegen extreme Sturmflutereignisse. Da immer ein Restrisiko hinsichtlich des Versagens von Küstenschutzanlagen bestehen bleibt, stellen Maßnahmen zur Risikominimierung im Deichhinterland eine sinnvolle Ergänzung des Küstenschutzes dar. Dies gilt bereits für die Gegenwart, insbesondere aber für mögliche Extremereignisse infolge des Klimawandels.

Als Maßnahmenoptionen für die Risikominimierung kommen grundsätzlich die Erhaltung bzw. der Ausbau von zweiten Deichlinien sowie die zusätzliche Polde rung/Kammerung des Deichhinterlands durch ein System weiterer Schutzlinien parallel und quer zur Hauptdeichlinie in Betracht. Die Erfahrungen aus der Sturmflut von 1962, einschlägige Untersuchungen (z.B. Führböter 1987) und Simulationen von Deichversagen (z.B. Mai et al. 2004; SafeCoast 2008) zeigen, dass durch entsprechende Strukturen im sturmflutgefährdeten Küstengebiet mögliche Überflutungen im Falle eines Versagens der Hauptdeichlinie wesentlich verringert werden können. Die Eindämmung von bei erhöhtem Wellenüberlauf oder Deichbruch einströmenden Wassermassen und die Begrenzung ihrer Ausdehnung durch zweite Deichlinien bzw. ein gestaffeltes Poldersystem könnten einerseits das Schadenspotenzial im Deichhinterland reduzieren und andererseits Zeitgewinn für Maßnahmen des Katastrophenschutzes verschaffen. Als Bestandteile eines solchen Systems wären auch in Dammlage errichtete Verkehrswege denkbar, die gleichzeitig zu einer Verbesserung der Evakuierungsmöglichkeiten und der Erreichbarkeit von Deichbruchstellen beitragen würden. Die Planung eines Systems zusätzlicher Schutzlinien im Deichhinterland müsste auf einer Bewertung vorhandener Raumnutzungen und Infrastrukturen aufbauen und nach Risikoaspekten gestaltet werden.

Durch die Realisierung eines räumlich gestaffelten integrierten Küstenschutzsystems könnte ein gebietsspezifischer, in Abhängigkeit vom jeweiligen Schadenspotenzial differenzierter Schutz vor Überflutungen ermöglicht werden, indem besonders schadens trächige Bereiche (z.B. Siedlungen, große Einzelobjekte) durch zusätzliche Schutzlinien geschützt werden (Kunz 1996, 2004). Ein weiterer Vorteil bestünde darin, dass durch ein gestaffeltes Schutzsystem Optionen für möglicherweise zu einem späteren Zeitpunkt erforderliche partielle Deichrückverlegungen (s.u.) langfristig offengehalten werden könnten, da die dafür erforderlichen räumlichen Voraussetzungen bereits vorhanden wären (z.B. eine zweite Deichlinie, die zur Hauptdeichlinie ausgebaut werden könnte, oder der von entgegenstehenden Nutzungen freigehaltene Bereich zwischen (alter) Hauptdeichlinie und zweiter Deichlinie, der nach einer Deichrückverlegung zur Deichvorlandfläche würde). Ein räumlich gestaffeltes Küstenschutzsystem könnte damit insgesamt dazu beitragen, Pfadabhängigkeiten, die sich aus einer alleinigen Fokussierung auf die Ertüchtigung der Hauptdeichlinie ergeben würden, zu reduzieren und damit die Resilienz und langfristige Anpassungsfähigkeit des Küstenraumes erhöhen.

Risikominimierung durch angepasste Nutzungsformen und Objektschutz

Insbesondere in Küstenbereichen mit erhöhter starkregen- oder sturmflutbedingter Überflutungsgefährdung (z.B. in besonders tief liegenden Gebieten oder in den Zwischenzonen eines räumlich gestaffelten Küstenschutzsystems) wären aus Gründen der Risikominimierung angepasste Formen der Landnutzung erforderlich. Überlegungen zur Nutzung solcher Bereiche wurden beispielsweise im EU-INTERREG-Projekt ComCoast angestellt, das die Idee verfolgte, die Strategie eines räumlich integrierten Küstenschutzes mit den Zielen des Naturschutzes und den Nutzungsansprüchen von Landwirtschaft und Tourismus in einer multifunktionalen Küstenschutzzone zu verknüpfen (Ahlhorn 2009). Auch das von der „Michael Otto Stiftung für Umweltschutz“ veröffentlichte „Zukunftsbild für eine klimasichere Wattenmeerregion“ skizziert denkbare Nutzungsmöglichkeiten einer neu zu schaffenden Pufferzone zwischen Hauptdeich und zweiter Deichlinie. So könnte diese z. B. als Naturlandschaft, für Tourismus- und Naherholungsfunktionen, zur landwirtschaftlichen Produktion, zur Bewirtschaftung von Aquakulturen und zur Gewinnung von Biomasse (z.B. durch Anbau von Röhricht⁴) oder – bei angepasster Bauweise bzw. entsprechenden Objektschutzmaßnahmen – auch zu Siedlungszwecken genutzt werden (Michael Otto Stiftung 2010).

Für den Objektschutz in Bereichen mit erhöhter Überflutungsgefährdung kämen z. B. folgende Maßnahmen infrage:

- Aufhöhung des Baugrunds durch Aufschüttung/-spülung von Bodenmaterial (Errichtung von Gebäuden und Siedlungen auf Warften, Errichtung von Verkehrswegen auf Dämmen)
- Aufständigung von Gebäuden oder Infrastrukturen
- Errichtung von Ringdeichen bzw. Schutzmauern
- bauliche Vorkehrungen an Gebäuden zur Vermeidung von Wassereintritt bei Überflutungen
- überflutungsresiliente Ausstattung und Nutzung von Erdgeschossen

Den genannten Maßnahmen des Objektschutzes kommt – neben ihrer wachsenden Bedeutung zur Risikominimierung im Deichhinterland – vor allem auch beim Sturmflutschutz von vor der Hauptdeichlinie gelegenen baulichen Anlagen und Nutzungen eine wichtige Rolle zu (z. B. Häfen, Werften, schifffahrtsgebundene Industriebetriebe, touristische Infrastrukturen, städtische Siedlungsentwicklungen wie die HafenCity in Hamburg oder die Überseestadt in Bremen).

Partieller Rückzug aus besonders erosionsanfälligen bzw. sturmflutgefährdeten Küstenbereichen

In Anbetracht des voraussichtlich noch sehr lange fortschreitenden und sich möglicherweise stetig beschleunigenden Meeresspiegelanstiegs muss neben der Ertüchtigung des technisch-linienhaften Küstenschutzes in bestimmten Küstenbereichen langfristig womöglich auch über einen partiellen Rückzug, d.h. eine teilweise Rückverlagerung bzw. Aufgabe der bestehenden Küstenschutzlinie und der davon betroffenen Nutzungen,

⁴ Genauere Untersuchungen zu den Möglichkeiten und Potenzialen der Nutzung von Röhrichtbeständen für die Gewinnung regenerativer Energie im Nordseeküstenraum wurden bzw. werden im Rahmen des INTERREG-Projekts „enerCOAST“ sowie im Rahmen des Forschungsvorhabens „COMTESS – Sustainable Coastal Land Management: Trade-Offs in Ecosystem Services“ durchgeführt.

nachgedacht werden. Dies könnte z.B. dann erforderlich werden, wenn sich folgende Maßnahmen als notwendig erweisen sollten:

- Rückverlegung von besonders kosten- und unterhaltungsintensiven Schardeichen, um in den betroffenen Küstenabschnitten neue, sowohl aus küsten- als auch aus naturschutzfachlicher Sicht wertvolle Deichvorlandflächen zu schaffen
- verstärktes Zulassen der natürlichen Erosions- und Sedimentationsprozesse der Ostfriesischen Inseln (West-Ost-Wanderung), um die besonders kosten- und unterhaltungsintensiven Schutzmaßnahmen an den Westköpfen der Inseln zu reduzieren und eine dynamische Entwicklung des Wattenmeeres zu ermöglichen
- Aufgabe von Bereichen, in denen der technisch-ökonomische Aufwand für Küstenschutzmaßnahmen in einem dann negativen Verhältnis zum volkswirtschaftlichen Nutzen der geschützten Flächen steht (z.B. in ländlichen Gebieten mit negativer demografischer Entwicklung)

3.1.2.2 Bereitstellung von Klei und Sand für Küstenschutz Zwecke

Bereitstellung von Klei

Für die Deckschicht der in Erdbauweise errichteten Küstenschutzdeiche wird Klei eingesetzt, der überwiegend in den deichgeschützten Küstenmarschen sowie in kleinerem Umfang in geeigneten Außendeichsflächen gewonnen wird. Für die Ertüchtigung der Deiche auf die im Generalplan Küstenschutz Niedersachsen/Bremen festgelegten Bestickhöhen werden rd. 14 Mio. m³ Klei benötigt. Wäre wegen der Folgen des Klimawandels eine Erhöhung um 1 m erforderlich, stiege der Kleibedarf auf bis zu 30 Mio. m³ (Carstens 2009: 32). Weiterer Bedarf könnte künftig zudem durch den Ausbau bzw. die Errichtung von zweiten Deichlinien oder sonstigen zusätzlichen Schutzlinien im Deichhinterland (s.o.) entstehen.

Eine vom NLWKN beauftragte Bestandsaufnahme der Kleiböden in Niedersachsen weist insgesamt Vorkommen auf einer Fläche von ca. 3.400 km² aus. Daraus ergibt sich ein theoretisch verfügbares Kleivolumen von rund 5 Mrd. m³. Der für den Deichbau erforderliche Klei könnte durch das rechnerisch vorhandene Volumen theoretisch zwar zigfach gedeckt werden, allerdings reduziert sich die tatsächliche Verfügbarkeit von abbaufähigem Klei aufgrund unzureichender Kleiqualitäten und -mächtigkeiten, unverhältnismäßig langer Transportwege zur Deichlinie⁵ sowie entgegenstehender Raumnutzungen und -funktionen (z.B. Siedlung und Verkehr, Landwirtschaft, Naturschutz) ganz erheblich (Carstens 2009: 32).

Der fortwährende und zunehmende Bedarf an geeigneten Kleientnahmeflächen (die wegen des hoch anstehenden Grundwassers nach erfolgtem Abbau in aller Regel als Wasserflächen zurückbleiben) wird aufgrund der sich verschärfenden Flächenkonflikte mit anderen Raumnutzungsinteressen, die insbesondere im intensiv genutzten Deichhinterland auftreten, in verstärktem Maße Ansprüche zur Nutzung von Außendeichsflächen für die Kleigewinnung auslösen. Dem Vorteil, dass dortige Kleientnahmestellen (Pütten) auf lange Sicht wieder verlanden und damit eine nachhaltige Verfügbarkeit der Ressource Klei bieten, stehen die gesetzlichen Schutzbestimmungen des Nationalparks

⁵ Lange Transportwege (> 30 km) können zu wirtschaftlich nicht vertretbaren Transportkosten, erheblichen Verkehrsbelastungen für Anwohner und Touristen, verkehrsbedingten Umweltbelastungen sowie erhebliche Schäden an den Straßen führen.

Niedersächsisches Wattenmeer gegenüber, die eine Kleigewinnung im Deichvorland nur im Ausnahmefall und unter ganz bestimmten Bedingungen erlauben (s. Kap. 3.1.4).

Aufgrund der bestehenden Schwierigkeiten im Zusammenhang mit der Sicherung von geeigneten Kleiabbauf Flächen wird auch über Alternativen zum Baustoff Klei nachgedacht. Denkbar wären z. B. die Verwendung von Baggergut aus Hafen- und Fahrrinnenunterhaltungen oder der Einsatz von Deckwerken aus Naturstein, Asphalt oder Beton an der Deichaußenböschung. Letztgenanntes würde allerdings zu einem Attraktivitätsverlust des Küstenlandschaftsbildes führen und hätte damit negative Auswirkungen auf die Tourismuswirtschaft.

Bereitstellung von Sand

Für die sandigen Küsten der Ostfriesischen Inseln sowie die Watt- und Deichvorlandbereiche werden die Belastungen infolge des Klimawandels langfristig zunehmen. Zum Schutz vor Erosion und zum Ausgleich von Sedimentdefiziten werden daher Sandaufspülungen als Maßnahmen des Küstenschutzes künftig an Bedeutung gewinnen. Neben der gezielten Umlagerung von küstenparallel transportiertem Sediment kann dabei bedarfsweise auch die Gewinnung von Sediment von außerhalb des küstennahen Sedimenttransportsystems, d.h. aus tieferen Bereichen der Nordsee, erforderlich werden. Durch solche Sandaufspülungen kann neben der gezielten Beseitigung von lokalen Sedimentdefiziten generell zusätzliches Sediment in das System transportiert und damit eine langfristige dynamische Anpassung der Inseln und der Wattenküste an den steigenden Meeresspiegel unterstützt werden (NLWKN 2010a: 13, 23). Aufgrund des zu erwartenden fortdauernden Anstiegs des Meeresspiegels wird der Sandbedarf für Aufspülungen von sehr langfristiger Dauer sein und vermutlich kontinuierlich steigen.

3.1.2.3 Maßnahmenoptionen des Wassermanagements im Deichhinterland

Entwässerung

Als Maßnahmenoptionen zur Anpassung des Entwässerungssystems an die potenziellen Auswirkungen des Klimawandels kommen grundsätzlich zwei (kombinierbare) Ansätze infrage:

- 1) Verbesserung der Pumpkapazitäten, z. B. durch
 - Steigerung der Leistungsfähigkeit von bestehenden bzw. Errichtung von zusätzlichen Pump- und Schöpfwerken sowie Unterschöpfwerken,
 - Bereithaltung mobiler Pumpen für den Einsatz während Notfällen (z.B. Extremniederschläge, Ausfall fest installierter Pumpen).

Dieser Ansatz hat zum Ziel, die (temporär) zunehmenden Niederschlagsmengen trotz der sich gleichzeitig verkleinernden Zeitfenster für die Entwässerung im natürlichen Sielzug (s. Kap. 3.1.1.2) möglichst schnell abführen zu können.
- 2) Schaffung von zusätzlichen Speicherkapazitäten innerhalb des Entwässerungssystems, z.B. durch
 - angepasste Steuerung der Wasserhaltung in Unterschöpfwerksgebieten (z.B. durch Anhebung der temporär tolerierbaren Wasserstände im Gewässersystem oder durch Nutzung von Geländesenken für temporären Wassereinstau),
 - Vergrößerung der Querschnitte bzw. Volumina von Gräben, Sieltiefen und Mahlbussen,

- Errichtung von Speicherbecken/-poldern auf unterschiedlichen Geländeniveaus (z. B. auch unter Nutzung von Kleientnahmeflächen).

Dieser Ansatz verfolgt das Ziel, anfallendes Niederschlagswasser temporär im Entwässerungssystem zurückhalten zu können, um dadurch Spielräume für eine optimierte Ausnutzung der verbleibenden Zeitfenster für die Entwässerung im natürlichen Sielzug sowie eine Flexibilisierung des erforderlichen Pumpeneinsatzes zu schaffen. Da aufgrund der erhöhten Speicherkapazitäten nicht gegen jeden hohen Außenwasserstand angepumpt werden muss, können Energieaufwand und -kosten reduziert werden.

Zuwässerung

Um die in bestimmten Küstenbereichen erforderlichen Zuwässerungsfunktionen auch unter Klimawandelbedingungen (Anstieg des sommerlichen Zuwässerungsbedarfs bei gleichzeitig eingeschränkten Entnahmemöglichkeiten aus den Ästuaren; s. Kap. 3.1.1.2) gewährleisten zu können, bieten sich – je nach regionalen Gegebenheiten – grundsätzlich folgende Maßnahmenoptionen an:

- Errichtung von Speicherbecken/-poldern und Nutzung des darin zwischengespeicherten Überschusswassers aus winterlichen Nässeperioden zur Zuwässerung in sommerlichen Trockenperioden⁶
- Bau neuer Zuwässerungskanäle, deren Einlassbauwerke stromaufwärts der sich verlagernden Brackwasserzone liegen
- Ersatz der über Zuwässerungskanäle geleisteten Frischwasserversorgung aus den Ästuaren durch Schaffung zusätzlicher Leitungssysteme der öffentlichen Trinkwasserversorgung (z. B. zu Zwecken der Viehtränke in der Weidewirtschaft)

Neustrukturierung des Wassermanagementsystems

In Anbetracht der klimawandelbedingten Veränderungen der Rahmenbedingungen, aber auch aus Gründen einer generellen Effizienzsteigerung könnte in einigen Küstenbereichen eine Neustrukturierung des Wassermanagementsystems und der zuständigen Wasser- und Bodenverbände (Gründung von Zweckverbänden, Zusammenlegung und Vergrößerung von Verbandsgebieten, Optimierung der Wasserführung) erforderlich werden, bei der insbesondere die naturräumlichen Gegebenheiten, d. h. die topografischen und hydrologischen Verhältnisse, stärker zu berücksichtigen wären (Regionalforum CPA 2011).

3.1.2.4 Wechselwirkungen mit anderen Raumfunktionen bzw. raumwirksamen Veränderungsprozessen

Für eine integrierte Betrachtung des Küstenraums seitens der Raumplanung (im Sinne des Integrierten Küstenzonenmanagements) ist es erforderlich, mögliche Wechselwirkungen (Synergien und Multifunktionalitäten einerseits, Ziel- bzw. Nutzungskonflikte andererseits) von küstenschutzbaulichen und wasserwirtschaftlichen Maßnahmenoptionen mit anderen Raumansprüchen bzw. -funktionen zu berücksichtigen. Während mög-

⁶ Im Hinblick auf die Schaffung von Zwischenspeicherungsmöglichkeiten in den Küstenniederungen wird von einigen Seiten befürchtet, dass die damit einhergehende Zunahme von stehenden Gewässern bzw. Feuchtgebieten zu einer Rückkehr der Anopheles-Mücke (Malaria-Überträger) führen könnte, die dort noch bis etwa zur Mitte des 20. Jahrhunderts regelmäßig auftrat.

liche Ziel- bzw. Nutzungskonflikte an dieser Stelle nicht im Einzelnen ausgeführt werden können⁷, sollen im Folgenden aber einige Synergieeffekte und multifunktionale Nutzungspotenziale beleuchtet werden, die bei der Realisierung von Maßnahmen des Küstenschutzes und des Wassermanagements entstehen können:

Tourismus/Naherholung/Freizeit

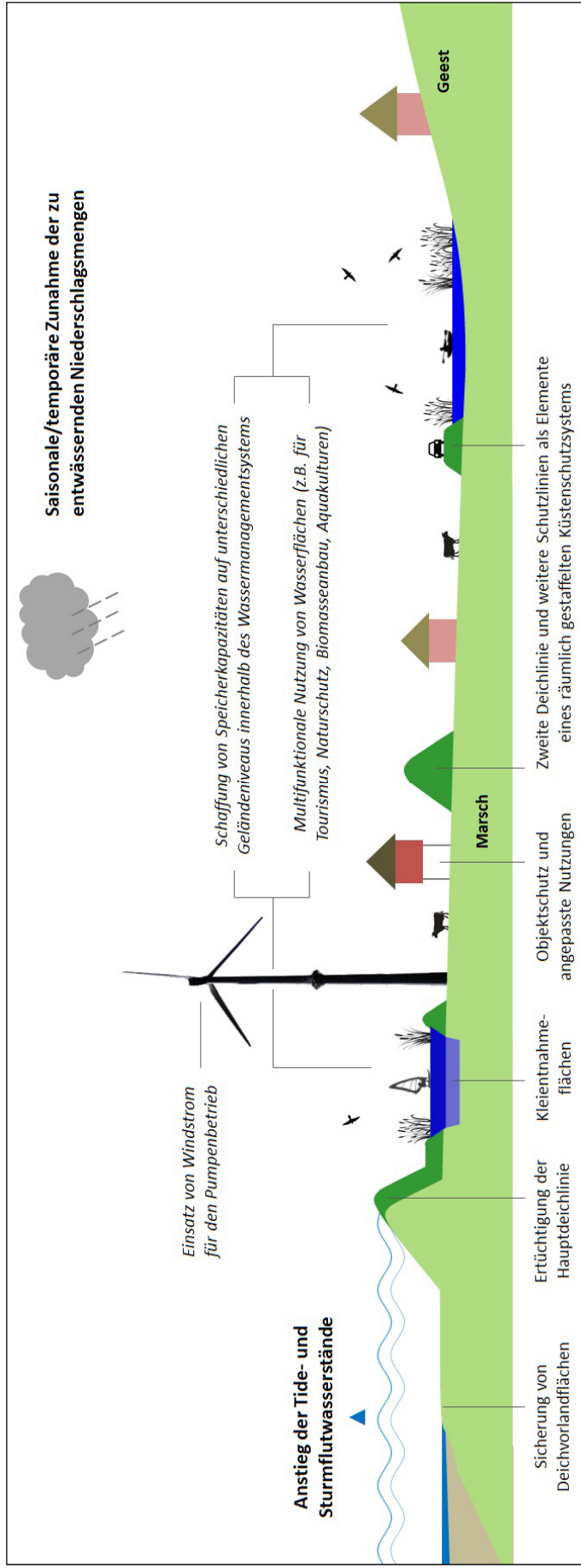
Zu den Chancen des Klimawandels gehört die relative Attraktivitätssteigerung des niedersächsischen Küstenraums als Tourismus- und Naherholungsregion im Vergleich zu Standorten im Binnenland bzw. in mediterranen Gebieten. Höhere Sommertemperaturen erhöhen die Eignung des Wassers zum Baden, der Wind im Küstenraum sorgt gleichwohl weiter für gewünschte Abkühlung („Sommerfrische“). Bei einer klimawandelbedingten zusätzlichen Besuchernachfrage wären die Kapazitäten der traditionellen Badeorte an der Festlandküste und auf den Ostfriesischen Inseln bald erschöpft. Auf den Inseln besteht in der Hauptsaison bereits heute eine sehr hohe Auslastung. Der zusätzliche Bedarf würde angemessen nur zu befriedigen sein, wenn zusätzliche küstennahe Wasserflächen zum Baden und für den Wassersport (z. B. (Kite-)Surfen, Paddeln) mit entsprechender touristischer Infrastruktur an der Festlandküste bereitgestellt werden könnten. Solche Flächen könnten bei entsprechender Gestaltung und Lage in Form der durch Kleiabbaubau entstehenden Gewässer und/oder durch im Wassermanagementsystem entstehende Speicherpolder geschaffen werden. Auf diese Weise könnten beispielsweise Landwirte zu Anbietern von Freizeitaktivitäten werden oder Investoren für die Entwicklung touristischer Nutzungen gewonnen werden.

Naturschutz

Für den Naturschutz im Nationalpark, Biosphärenreservat und UNESCO-Weltnaturerbe Niedersächsisches Wattenmeer würden sich aus dem Klimawandel vor allem dann dramatische Veränderungen ergeben, wenn die Wattenküste aufgrund eines stark beschleunigten Meeresspiegelanstiegs nicht mehr in der Lage sein sollte, durch Aufsedimentation entsprechend mitzuwachsen. Aufgrund der bestehenden Hauptdeichlinie, die eine starre Trennung zwischen Meer und Land darstellt, ist eine dynamische Entwicklung der Wattenküste durch Verlagerung nach binnenwärts, wie sie natürlicherweise erfolgen würde, weitestgehend ausgeschlossen. Es würde daher zu einem „Coastal Squeeze“-Effekt kommen, der zu einem Verlust an Watt- und Deichvorlandflächen (Salzwiesen) führen würde. Zum Erhalt der biologischen Vielfalt könnte es demnach notwendig werden, Ausweichhabitats zu schaffen. Dafür kämen z. B. solche Flächen infrage, die zwischen Sommerdeich und Hauptdeich oder zwischen Hauptdeich und zweiter Deichlinie/Polderdeich für das Einströmen der Tide geöffnet würden bzw. die bei partiellen Deichrückverlegungen wieder der natürlichen Dynamik des Wattenmeers ausgesetzt wären. Bei entsprechender Gestaltung könnten auch Kleientnahmeflächen sowie zusätzliche im Wassermanagementsystem entstehende Speicherpolder Funktionen für den Naturschutz übernehmen. Durch Veränderungen der Wasserhaltung bei der

⁷ Dazu hier nur eine grundsätzliche Anmerkung: Nahezu alle der dargestellten Maßnahmenoptionen zur Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels gehen mit der Inanspruchnahme von Flächen einher und kollidieren daher mit Flächenansprüchen anderer Raumnutzungen und -funktionen im Küstenraum (Landwirtschaft, Naturschutz, Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung etc.). Sie können daher zu z. T. erheblichen Interessen- und Nutzungskonflikten führen – insbesondere wenn es dabei um Eingriffe in Eigentumsrechte geht. Die Aufgabe der Raumplanung besteht insbesondere darin, durch Hinwirkung auf Multifunktionalität und Ausschöpfung von Synergien Konflikte zwischen Nutzungs- und Schutzansprüchen, auch im Sinne eines nachhaltigen Flächenmanagements, soweit wie möglich zu minimieren.

Abb. 10: Schematische Darstellung von Maßnahmenoptionen zur Anpassung des Küstenschutz- und Wassermanagementsystems an die Auswirkungen des Klimawandels sowie von möglichen Synergien mit Anforderungen anderer Raumnutzungen und -funktionen im niedersächsischen Küstenraum



Quelle: eigene Darstellung

Binnenentwässerung könnten zudem grundwasserabhängige Biotoptypen, wie z.B. Feucht- und Nassgrünländer oder Moore, renaturiert werden.

Umstieg auf regenerative Energien

Der eingeleitete Umstieg auf die Energiegewinnung aus regenerativen Quellen wird sich in Deutschland zu einem großen Teil auf die Umwandlung von Windkraft in Strom abstützen, wobei sich die Erzeugungskapazitäten im Küstenraum konzentrieren (Off- und Onshore). Einschränkende Bedingung bei der Verwendung von Windstrom ist die Diskontinuität seiner Verfügbarkeit. Für die Speicherung sind verschiedene Technologien im Gespräch; daneben soll in intelligenten Stromnetzen („Smart Grids“) der Stromverbrauch von zeittoleranten Stromabnehmern an die Stromverfügbarkeit angepasst werden. Daraus ergibt sich der Anspruch, auch den wachsenden Stromverbrauch der Pumpen im Wassermanagementsystem so weit wie möglich zeitlich zu flexibilisieren, damit er aus Windstrom gedeckt werden kann. Der Stromverbrauch der Entwässerungspumpen könnte zeittolerant gestaltet werden, wenn zusätzliche Zwischenspeicher geschaffen werden, in denen Niederschlagswasser während windschwacher Zeiten temporär zurückgehalten werden kann (s. Kap. 3.1.2.3). Dafür wären in Geländesenken Speicher für den Zulauf von Niederschlagswasser zu schaffen, die – ggf. über Zwischenstufen – in Angebotszeiten von Windstrom durch Pumpen in höher liegende Speicher – vorzugsweise hinter dem Deich – entleert werden, wobei der Wasserstand letzterer Speicher so aufgehört wird, dass das Abflussgefälle auch bei steigenden Tidewasserständen für einen natürlichen Sielzug zur Ebbezeit ausreicht.

3.1.3 Handlungsmöglichkeiten und Instrumente der wasserwirtschaftlichen Fachplanung

Planungsgrundlagen des Küstenschutzes

Niedersächsisches Deichgesetz

Die wesentliche gesetzliche Grundlage für den Küstenschutz in Niedersachsen bildet das Niedersächsische Deichgesetz (NDG), das neben Vorgaben zur Errichtung, Abmessung, Finanzierung, Unterhaltung und Überwachung von Küstenschutzanlagen sowie zu organisatorischen und verwaltungstechnischen Zuständigkeiten u.a. auch Regelungen zur Freihaltung von Küstenschutzanlagen von entgegenstehenden Nutzungen, zur Sicherung von Flächen vor und hinter bestehenden Küstenschutzanlagen für (zukünftig erforderliche) Küstenschutzzwecke sowie zur Erhaltung des Deichvorlandes umfasst. Dazu gehören

- das Verbot einer (baulichen) Nutzung von Deichen und Schutzdünen, sofern diese nicht ihrer Unterhaltung dient (§ 14 Abs. 1 bzw. § 20a Abs. 3 NDG), wobei die zuständige Deichbehörde gemäß § 14 Abs. 2 bis 7 bzw. § 20a Abs. 3 NDG widerrufliche Ausnahmegenehmigungen erteilen kann,
- das Verbot der Errichtung oder wesentlichen Änderung von Anlagen jeder Art (ausgenommen Deichverteidigungswege) in einer Entfernung bis zu 50 m von der landseitigen Grenze des Deiches (§ 16 Abs. 1 NDG), wobei die zuständige Deichbehörde gemäß § 16 Abs. 2 und 3 NDG widerrufliche Ausnahmegenehmigungen erteilen kann,

- die Verpflichtung des Trägers der Deichunterhaltung zur Erhaltung des Deichvorlandes⁸ in der von der Deichbehörde zu bestimmenden Breite (§ 21 NDG) sowie
- – sofern das Deichvorland weniger als 200 m breit ist – die Möglichkeit zur Sicherung eines bis zu 500 m breiten Sicherungstreifens seeseitig der Uferlinie (MThw-Linie), in der jede Benutzung des Wattbodens außer für Zwecke des Deichschutzes verboten ist (§ 23 Abs. 1 NDG), wobei die zuständige Deichbehörde auch hier gemäß § 23 Abs. 2 NDG widerrufliche Ausnahmegenehmigungen erteilen kann,
- die Verpflichtung der Eigentümer und Nutzungsberechtigten, das Deichvorland zum Schutz des Deiches zu pflegen (§ 21 Abs. 1 Satz 2 NDG),
- die Möglichkeit der Deichbehörde zur Regelung von Art und Umfang der Deichvorlandnutzung durch Verordnungen (§ 21 Abs. 4 NDG),
- die Möglichkeit der Deichbehörde, Deiche, die geeignet sind, bei einem Bruch des Hauptdeiches oder eines Sperrwerkes die Überschwemmung im geschützten Gebiet einzuschränken, durch Verordnung als zweite Deichlinie zu widmen (§ 29 NDG).

EG-Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie

Durch die im Jahr 2007 erlassene und 2010 in das Wasserhaushaltsgesetz überführte „Richtlinie 2007/60/EG über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken“ (EG-Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie; EG-HWRMRL) ist der Küstenschutz neuerdings auch zum Gegenstand der wasserrechtlichen Regelungen im Bereich des Hochwasserschutzes (Abschnitt 6 WHG) geworden. So definiert § 72 WHG den Begriff „Hochwasser“ als „die zeitlich begrenzte Überschwemmung von normalerweise nicht mit Wasser bedecktem Land, insbesondere durch [...] in Küstengebiete eindringendes Meerwasser“. Die EG-HWRMRL sieht ein dreistufiges Verfahren des Hochwasserrisikomanagements vor, das sich folgendermaßen untergliedert:

- vorläufige Bewertung des Hochwasserrisikos und *Bestimmung von Gebieten mit signifikantem Hochwasserrisiko (Risikogebiete)* gemäß § 73 WHG (Umsetzung bis Ende 2011): An der niedersächsischen Küste sind die deichgeschützten Bereiche sowie einige nicht ausreichend geschützte, außerhalb der öffentlichen Küstenschutzlinie gelegene Flächen als Risikogebiete bestimmt worden, da hier grundsätzlich ein signifikantes Hochwasserrisiko durch Sturmfluten besteht (NLWKN 2013a).
- *Erstellung von Gefahren- und Risikokarten* gemäß § 74 WHG (Umsetzung bis Ende 2013): Während in den Gefahrenkarten Angaben zum potenziellen Ausmaß einer Überflutung (Ausdehnung, Wassertiefe bzw. Wasserstand etc.) zu machen sind, sollen die Risikokarten die jeweiligen potenziellen hochwasserbedingten nachteiligen Auswirkungen (Schadenspotenzial) enthalten. Diese werden ausgedrückt durch die Anzahl der potenziell betroffenen Bewohner, die Art der wirtschaftlichen Tätigkeiten und mögliche Umweltschäden in dem potenziell betroffenen Gebiet (§ 74 Abs. 3 und 4 WHG i. V. m. Art. 6 Abs. 5 EG-HWRMRL). Gemäß § 74 Abs. 2 Satz 2 WHG kann die Erstellung von Gefahrenkarten für ausreichend geschützte Küstengebiete auf die

⁸ Mit den von der Landesregierung im Jahr 1995 aufgestellten und zuletzt 2006 überarbeiteten „Zehn Grundsätzen für einen effektiveren Küstenschutz“ (Nds. MU 2006) wurden für Niedersachsen erstmals generelle Regelungen für das Deichvorland unter Berücksichtigung von Küsten- und Naturschutzaspekten formuliert. Um die unterschiedlichen fachlichen Ansprüche an das Deichvorland seitens des Küsten- und Naturschutzes zu integrieren, sind sukzessive sogenannte Vorlandmanagementpläne aufzustellen, in denen gemeinsame Ziele und Maßnahmenswerpunkte des Küsten- und Naturschutzes für das Deichvorland definiert werden (NLWKN 2007: 17 f.).

Betrachtung von Hochwasserereignissen mit niedriger Wahrscheinlichkeit bzw. von Extremereignissen⁹ beschränkt werden und muss nicht, wie bei Binnengewässern der Fall, für Hochwasserereignisse unterschiedlicher Eintrittswahrscheinlichkeiten (niedrig, mittel, hoch; s. § 74 Abs. 2 WHG) erfolgen. In den durch Küstenschutzanlagen mit hohem Sicherheitsstandard geschützten niedersächsischen Küstengebieten wird für die Erstellung der Gefahrenkarten nach aktuellem Stand ein in die deichgeschützten Bereiche projizierter Extremwasserstand zugrunde gelegt, der dem jeweiligen Bemessungswasserstand der Küstenschutzbauwerke entspricht (mündl. Auskunft des NLWKN). Künftig sollte bei der Erstellung von Gefahren- und zugehörigen Risikokarten allerdings auch auf alternative Möglichkeiten, wie z. B. den Einsatz geeigneter hydrodynamischer Flutungsmodelle zur Bestimmung der sich einstellenden Wasserstände bei Deichversagen (LAWA 2010c: 16), zurückgegriffen werden. Im Rahmen solcher Untersuchungen könnte auch der Einfluss von topografischen Verhältnissen und von im Deichhinterland vorhandenen Strukturen (z. B. zweite Deichlinien, Verkehrswege in Dammlage, Geländeerhebungen) auf die Überflutungsausdehnung berücksichtigt werden und damit eine detailliertere Analyse der potenziellen Überflutungsgefährdungen und -risiken erfolgen. Ansatzpunkte für ein solches Vorgehen soll das Verbundprojekt „HoRisk – Hochwasserrisikomanagement für den Küstenraum“ liefern, in dem anwendungsorientierte Methoden für Schadens- bzw. Risikoanalysen im Küstenraum unter Berücksichtigung der Wirkung verschiedener Elemente eines Küstenschutzsystems auf die Überflutungsausbreitung im Versagensfall entwickelt und in ausgewählten Modellgebieten (u. a. an der niedersächsischen Nordseeküste) angewendet werden sollen. Ein weiterer Schwerpunkt des Projekts besteht zudem in der Untersuchung von Möglichkeiten zur Schadens- bzw. Risikominderung im Deichhinterland (KFKI 2013).

- *Aufstellung von Risikomanagementplänen* gemäß § 75 WHG (Umsetzung bis Ende 2015): Die Risikomanagementpläne dienen dazu, „die nachteiligen Folgen, die [...] beim Schutz von Küstengebieten mindestens von einem Extremereignis ausgehen, zu verringern, soweit dies möglich und verhältnismäßig ist“ (§ 75 Abs. 2 WHG). In den Plänen sollen angemessene Ziele für das Hochwasserrisikomanagement festgelegt und entsprechende Maßnahmen beschrieben werden, die sowohl Aspekte der Vermeidung, des Schutzes und der Vorsorge, einschließlich Hochwasservorhersagen und Frühwarnsystemen, umfassen sollen. Zudem sollen die Pläne Kosten- und Nutzenverteilungen sowie die Belange von Bodennutzung und Wasserwirtschaft, Raumordnung, Flächennutzung, Naturschutz, Schifffahrt und Hafeninfrastruktur berücksichtigen (Art. 7 EG-HWRMRL). Bei der Aufstellung von Risikomanagementplänen für den Küstenraum bilden die in den Generalplänen Küstenschutz (s. u.) formulierten Ziele und Maßnahmen den Ausgangspunkt (LAWA 2008: 10).

Im Anschluss an die erstmalige Durchführung der Hochwasserrisikomanagementplanung soll alle sechs Jahre eine Überprüfung und ggf. Aktualisierung der Ergebnisse dieses dreistufigen Verfahrens erfolgen, bei der ausdrücklich auch den voraussichtlichen Auswirkungen des Klimawandels auf das Hochwasserrisiko Rechnung zu tragen ist (§§ 73, 74 und 75 jeweils Abs. 6 WHG). In Niedersachsen ist der Niedersächsische Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) für die Umsetzung der EG-HWRMRL zuständig.

⁹ Unter einem „Extremereignis“ ist beispielsweise ein Versagen von Küstenschutzeinrichtungen zu verstehen (LAWA 2010c: 10).

Generalpläne Küstenschutz

Zentrale Planungsdokumente des Küstenschutzes in Niedersachsen sind die beiden vom NLWKN erstellten Generalpläne Küstenschutz „Niedersachsen/Bremen – Festland“ und „Niedersachsen – Ostfriesische Inseln“. Da es für diese Pläne allerdings weder bundes- noch landesgesetzliche Regelungen gibt, haben sie lediglich den Charakter informeller Fachpläne. In ihnen sind die Ziele, die notwendigen Maßnahmen und der Finanzbedarf des Küsten- bzw. Inselschutzes zusammengestellt. Im Hinblick auf die Anpassung an den Klimawandel enthalten die beiden Generalpläne Küstenschutz insgesamt folgende Aussagen (NLWKN 2007: 26; NLWKN 2010a: 26):

- Berücksichtigung eines Wertes von 50 cm in 100 Jahren als Vorsorgemaß für den Meeresspiegelanstieg und zukünftige Auswirkungen des Klimawandels bei der Ermittlung des Bemessungswasserstandes für Küstenschutzbauwerke (25 cm für den säkularen Anstieg zzgl. 25 cm „Klimawandelzuschlag“¹⁰)
- vorsorgliche Verstärkung der statischen und erdstatischen Gründung bei der Errichtung/Sanierung von konstruktiven Bauteilen im Deich (z.B. Sperrwerke, Siele), so dass eine spätere Nacherhöhung von insgesamt rund 1 m möglich ist
- vorsorgliche Schaffung einer breiteren Binnenberme im Zuge von Deichverstärkungen, sodass eine weitere Ertüchtigung in der vorhandenen Deichaufstandsfläche möglich ist
- Bereitstellung eines kleinen Teils der für den Küstenschutz zur Verfügung stehenden Mittel für die Erhaltung vorhandener zweiter Deichlinien
- Überprüfung der Sollhöhen aller Küstenschutzanlagen bis 2013 und anschließend in einem Turnus von 10 Jahren
- sorgfältige Beobachtung von Veränderungen der Tidewasserstände und der Häufigkeit und Stärke von Sturmfluten in der Nordsee, um rechtzeitig die für den Küstenschutz notwendigen Folgerungen ziehen und einer nachhaltigen Daseinsvorsorge entsprechen zu können

Ein Mangel der bisherigen Küstenschutzplanung besteht darin, dass sehr langfristige Anpassungserfordernisse, die aus dem kontinuierlich fortschreitenden und sich aller Voraussicht nach beschleunigenden Meeresspiegelanstieg resultieren können, bisher nicht ausreichend thematisiert werden. Es wäre daher erforderlich, neben den in den Generalplänen Küstenschutz festgelegten Maßnahmen für die kurz- bis mittelfristige Anpassung (Zeithorizont von ca. 30 Jahren), in einem visionären Konzept weitergehende Überlegungen zur strategischen Entwicklung eines an die langfristigen Herausforderungen angepassten Küstenschutzsystems anzustellen und dabei die in Kap. 3.1.2.1 dargestellten Strategie- und Maßnahmenoptionen zu berücksichtigen. Eine hilfreiche Voraussetzung dafür wäre, dass die seit dem Inkrafttreten der EG-HWRMRL in Ansätzen bereits existierende gesetzliche Forderung zur „Berücksichtigung der voraussichtlichen Auswirkungen des Klimawandels“ in der Hochwasserrisikomanagementplanung (vgl. § 75 Abs. 6 Satz 3 WHG) um klare Regelungen hinsichtlich der zugrunde zu legenden längerfristigen Projektionen zum Meeresspiegelanstieg (und daraus resultierenden Gefährdungslagen) erweitert wird (Bovet 2010: 98 f.).

¹⁰ Für den Generalplan Küstenschutz Niedersachsen/Bremen – Festland wurde der „Klimawandelzuschlag“ erst nachträglich nach dessen Veröffentlichung festgelegt.

Planungsgrundlagen des Wassermanagements im Deichhinterland

Im Gegensatz zur Küstenschutzplanung erfolgt die Organisation des Wassermanagements im Deichhinterland bislang ohne übergeordnete Planungsgrundlagen; sie liegt traditionell im Aufgabenbereich der jeweils zuständigen Wasser- und Bodenverbände. Eine übergeordnete Planung erfolgt allenfalls einzelfall- bzw. problembezogen, wie z. B. im Falle des „Generalplan Wesermarsch“¹¹. In Anbetracht der in Kap. 3.1.2.3 skizzierten klimawandelbedingten Anpassungserfordernisse des Wassermanagementsystems erscheint die Einführung einer übergeordneten wasserwirtschaftlichen Planungsgrundlage für die Binnenentwässerung/-zuwässerung jedoch als sinnvoll. Dies könnte z. B. in Form von – den Generalplänen Küstenschutz vergleichbaren – Generalplänen Wassermanagement erfolgen, in denen die erforderlichen Maßnahmen und deren Finanzierungsbedarf dargestellt werden. Um mögliche Synergien mit Maßnahmen des Küstenschutzes, der Kleigewinnung oder der Entwicklung von Naturschutz- und Tourismusfunktionen (s. Kap. 3.1.2.4) berücksichtigen zu können, wären die relevanten Akteure in die Erstellung der Generalpläne einzubeziehen.

Da starkregenbedingte Überschwemmungsrisiken in den Küstenniederungen im Rahmen der Hochwasserrisikomanagementplanung nach EG-HWRMRL (s. o.) keine adäquate Berücksichtigung finden, sind für die Identifizierung von Gefahrenbereichen und Schadenspotenzialen sowie für die Planung von Anpassungsmaßnahmen separat durchzuführende szenariobasierte Modellierungen zur Leistungsfähigkeit bzw. Versagensicherheit des Entwässerungssystems erforderlich.

Partizipation von Stakeholdern und Bevölkerung an Planungen zur Anpassung des Küstenschutz- und Wassermanagementsystems

Bisher war die Autorität der Fachbehörden und Selbstverwaltungsorgane ausreichend, um den Konsens bzw. die Legitimation für erforderliche Maßnahmen des Küstenschutzes und Wassermanagements, die i. d. R. auf eng begrenzten Flächen (z. B. in der Deichlinie, im Deichvorland, innerhalb von Kleientnahmestellen, entlang des Gewässernetzes) durchgeführt wurden, herzustellen. Mit der komplementären Entwicklung von langfristigen, stärker raumbezogenen Küstenschutz- und Wassermanagementstrategien weiten sich die betroffenen Bereiche und die Zahl der einzubeziehenden Interessen aus. Da Entscheidungen über künftige Anpassungsmaßnahmen des Küstenschutz- und Wassermanagementsystems, die i. d. R. mit größeren Veränderungen und Einschränkungen für bestehende Raumnutzungen und -funktionen als bisher einhergehen werden, auf erhebliche Akzeptanzprobleme bei Stakeholdern und Bevölkerung stoßen werden, muss das Aufgabenspektrum entsprechender Planungsprozesse von rein technischen hin zu gesellschaftlich-organisatorischen Fragestellungen erweitert werden. Küstenschutzplanungen sollten daher zukünftig stärker als IKZM-Prozess mit den entsprechenden Anforderungen an Nachhaltigkeit, Integration, Partizipation und Kommunikation angelegt werden. Impulse in diese Richtung kann möglicherweise die EG-HWRMRL (s. o.) liefern, die gemäß § 79 Abs. 1 WHG die aktive Beteiligung interessierter Stellen an der Hochwasserrisikomanagementplanung vorsieht. So wäre es z. B. denkbar, für den Küstenraum regionale Expertengremien einzurichten, mithilfe derer – ähnlich der Funktion der Gebietskooperationen im Rahmen der Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie – eine partizipative Einbindung relevanter Akteure und Interessengruppen (z. B. NLWKN, Landkreise und

¹¹ Ziel des Generalplans ist es, die Zu- und Entwässerung in der nördlichen und mittleren Wesermarsch neu zu regeln, um u. a. der bei einer weiteren Weservertiefung resultierenden zunehmenden Versalzung des aus der Weser zugeführten Frischwassers entgegenzuwirken.

Gemeinden, Nationalpark- und Biosphärenreservatsverwaltung, Wasser-, Boden- und Deichverbände, Naturschutzverbände, Tourismusverbände, Wirtschaftsverbände, Landwirtschaftskammer, Landvolk) in die Planungen des Küstenschutzes und Wassermanagements erfolgen könnte. Auf diese Weise könnten sowohl Nutzungskonflikte minimiert als auch mögliche Synergien zwischen verschiedenen Raumfunktionen und Flächenansprüchen im Küstenraum (s. Kap. 3.1.2.4) identifiziert werden.

Finanzierung von Maßnahmen des Küstenschutzes und des Wassermanagements

Da Küstenschutz laut Art. 91a GG als national bedeutsame Aufgabe angesehen wird, erfolgt die Finanzierung von Küstenschutzbauwerken (Neubau, Erhöhung, Verstärkung), von Unterhaltungsmaßnahmen im Deichvorlandbereich sowie von Sandvorspülungen im Rahmen der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ (GAK) gemeinsam durch Bund und Länder, wobei der Bund 70 % und das jeweilige Land 30 % der Kosten trägt. Mit dem im Jahr 2009 aufgestellten Sonderrahmenplan der GAK, der die aus dem Klimawandel resultierenden Mehrausgaben für den Küstenschutz abdecken soll, verpflichtet sich der Bund, im Zeitraum 2009 bis 2025 insgesamt zusätzlich 380 Mio. € für den Küstenschutz bereitzustellen, davon 107,5 Mio. € für das Land Niedersachsen (BMELV 2009). Da der Ausbau des Küstenschutzsystems aufgrund des fortschreitenden Meeresspiegelanstiegs eine Daueraufgabe sein wird, werden darüber hinaus (d.h. nach 2025) weitere Investitionen erforderlich sein. Der langfristige Investitionsbedarf für den Küstenschutz in Niedersachsen wird derzeit auf mindestens 1,5 Mrd. € geschätzt (Nds. MU 2013b).

Die Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels wird in den Küstenräumen damit einen deutlich höheren Mitteleinsatz erfordern als in anderen Räumen Niedersachsens. Angesichts der voraussichtlichen Dimension der Anpassungsaufgaben ist ein rechtzeitiges Bemühen um die Aufrechterhaltung einer ausreichenden externen finanziellen Unterstützung geboten. Es muss den Regionen und dem Land Niedersachsen im Verbund mit den anderen Küstenländern darum gehen, die Mittelbereitstellung aus der GAK langfristig zu sichern und die Mittelausstattung weiter aufzustocken. Des Weiteren wäre darauf hinzuwirken, dieses Förderinstrument in viel stärkerem Umfang auch für flächenhafte bzw. raumbezogene Maßnahmenoptionen des Küstenschutzes und des Wassermanagements (wie sie in Kap. 3.1.2 beschrieben sind) zu öffnen. Im Hinblick auf Maßnahmenoptionen, die konzeptionell mit anderen Raumnutzungen und -funktionen verknüpft sind, sollten zudem die Möglichkeiten einer Kofinanzierung mit Mitteln anderer Finanzierungsinstrumente geprüft und ausgeschöpft werden. So wäre es beispielsweise denkbar, zur Schaffung zusätzlicher Schutzlinien im Deichhinterland, die in Form von in Dammlage geführten Verkehrswegen errichtet werden, sowohl Mittel des Küstenschutzes als auch des Verkehrswegebbaus einzusetzen.

Bei der Entscheidung über die Ausgestaltung künftiger Anpassungsmaßnahmen des Küstenschutz- und Wassermanagementsystems sollten Finanzierungsgrößen und -prioritäten – zur Beurteilung der Einzelmaßnahme und zum Vergleich alternativer Maßnahmen – verstärkt auf die Ergebnisse von Kosten-Nutzen-Analysen gestützt werden. Sofern Maßnahmen in Erwägung gezogen werden, mit denen Synergien und multifunktionale Nutzungspotenziale im Sinne der in Kap. 3.1.2.4 dargestellten Beispiele erzielbar sind, wären im Rahmen der Kosten-Nutzen-Analysen neben dem Erwartungswert der Schadensminderung immer auch die potenziellen regionalwirtschaftlichen Effekte der Maßnahmen z. B. für Tourismus, Freizeit und Erholung, alternative Formen der Landwirtschaft

oder regenerative Energiegewinnung zu berücksichtigen. Im Hinblick auf die Finanzierung aus der GAK wird sich bei solchen Maßnahmen allerdings die Frage nach der Verpflichtung der Nicht-Küstenländer stellen, die daraus entstehenden komplementären Vorteile mitzufinanzieren.¹² Das Instrument Kosten-Nutzen-Analyse kann hier zugleich eine Beurteilungsgrundlage schaffen, um die Grenze zwischen dem zu leistenden Solidaranteil für Küstenschutz- und Wassermanagementmaßnahmen auf der einen Seite und der synergetischen Unterstützung zusätzlicher Interessen auf der anderen Seite zu definieren.

3.1.4 Handlungsmöglichkeiten und Instrumente der Raumordnung

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 2012 in Abschnitt 1.4, Ziffer 03, Sätze 1 und 2 konkretisiert und um die Forderung nach einer Sicherung der für den Küstenschutz erforderlichen Flächen – einschließlich derjenigen für die Sand- und Kleigewinnung – ergänzt. In den Erläuterungen zum LROP heißt es des Weiteren, dass es aus raumordnerischer Sicht als erforderlich erachtet wird, „den infolge des Klimawandels (Meeresspiegelanstieg) notwendigen alternativen Küstenschutz mit in den Fokus zu nehmen“ (Nds. ML 2008: 74). Da bislang noch keine oder nur geringe Erfahrungen in diesem Bereich vorliegen, enthält das LROP Niedersachsen 2012 mit Abschnitt 1.4, Ziffer 12 einen Grundsatz, der besagt, dass „vor dem Hintergrund zu erwartender Klimaveränderungen der Erforschung, Entwicklung und Erprobung alternativer Küstenschutzstrategien Rechnung getragen werden soll“. In Anbetracht der bestehenden Unsicherheiten über die klimawandelbedingten Veränderungen der hydrologischen Rahmenbedingungen an der Küste (Anstieg der Tide- und Sturmflutwasserstände, Veränderungen des Niederschlagsregimes) kommt zudem der Forderung des Abschnitts 1.4, Ziffer 01, Satz 5 des LROP Niedersachsen 2012, wonach „Planungen und Maßnahmen [in der Küstenzone] reversibel und anpassungsfähig sein [sollen], um der Dynamik, der Veränderbarkeit und einem späteren Kenntniszuwachs Rechnung tragen zu können“¹³, eine besondere Bedeutung zu. Im informellen Raumordnungskonzept für das niedersächsische Küstenmeer (ROKK) wird überdies darauf hingewiesen, dass „bei längerfristig steigendem Meeresspiegel als zukünftige Küsten- bzw. Hochwasserschutzmaßnahme ggf. die Siedlungsentwicklung zu beschränken ist“ (Nds. ML 2005: 65).

Aufgrund der Reichweite und Konflikträchtigkeit der Entscheidungen zur (vorsorglichen) Sicherung von Flächen für raumbezogene Anpassungsmaßnahmen des Küstenschutz- und Wassermanagementsystems können die Träger der Regionalplanung schnell an die Grenze ihrer politischen Durchsetzungsmacht stoßen. Aus diesem Grund sollte das Land Niedersachsen bereit stehen, um gebietliche und fachliche Zuständigkeiten im Küstenraum neu zu ordnen oder durch entsprechende Festlegungen im Landes-Raumordnungsprogramm selbst Verantwortung im Rahmen der Raumordnung zu übernehmen – zumal der Küsten- und Hochwasserschutz eine Aufgabe von überregionaler bzw. landesweiter Bedeutung ist.

¹² Dies wurde in der Vergangenheit z. B. in der Debatte um den vorrangigen Zweck des Emssperrwerkes (Küstenschutz vs. Wirtschaftsförderung) deutlich.

¹³ Der Forderung nach Reversibilität und Anpassungsfähigkeit von Planungen und Maßnahmen kann z. B. durch zeitliche Befristungen von Nutzungen nachgekommen werden (Nds. ML 2008: 68). Im Hinblick auf den Klimawandel hieße dies, die Gültigkeit von Festlegungen in Abhängigkeit vom Eintreten oder der Häufung bestimmter Klimawandelfolgen zu definieren.

Im Folgenden werden verschiedene Handlungserfordernisse für die Raumordnung dargestellt, die im Zuge der Anpassung des Küstenschutz- und Wassermanagementsystems an die potenziellen Auswirkungen des Klimawandels künftig an Bedeutung gewinnen werden bzw. neu auftreten können:

- Sicherung des Flächenbedarfs für Klei- und Sandentnahmen zu Küstenschutz-zwecken
- Sicherung des Flächenbedarfs für Maßnahmenoptionen des Küstenschutzes und Wassermanagements
- Risikominimierung in potenziell überflutungsgefährdeten Küstenbereichen
- Steuerung eines Rückzugs aus bestimmten Küstenbereichen
- Integriertes Küstenzonenmanagement zur Minimierung von Konflikten und zur Nutzung von Synergien

Sicherung des Flächenbedarfs für Klei- und Sandentnahmen zu Küstenschutzzwecken

Die in Kap. 3.1.2.1 beschriebenen Maßnahmenoptionen zur Anpassung des Küstenschutzsystems werden mit einer deutlichen Zunahme der Mengenanforderungen an Klei und Sand einhergehen. Die Raumplanung wird ihr Augenmerk daher verstärkt auf die Sicherung entsprechender Entnahmeflächen richten müssen. Aus diesem Grund wurden im Zuge der Fortschreibung des LROP Niedersachsen 2012 in Abschnitt 1.4 (Integrierte Entwicklung der Küste, der Inseln und des Meeres) folgende, deutlich über die bisherigen Inhalte des Landes-Raumordnungsprogramms hinausgehende Regelungen für die Klei- bzw. Sandgewinnung aufgenommen:¹⁴

- *„Flächen für die Kleigewinnung für den Küstenschutz sind in den Regionalen Raumordnungsprogrammen als Vorranggebiete Rohstoffgewinnung vorrangig binnendeichs festzulegen. Soweit in den Regionalen Raumordnungsprogrammen keine ausreichende Flächensicherung für die Kleigewinnung für den Küstenschutz binnendeichs erfolgen kann, sind Nutzungsmöglichkeiten entsprechender, geeigneter Vordeichsflächen zu prüfen.“* (LROP Niedersachsen 2012: Abschnitt 1.4, Ziffer 03, Sätze 3 und 4)
- *„Flächen für die Entnahme von Sand oder Bodenmaterial zum Ausgleich von Sedimentdefiziten auf den ostfriesischen Inseln und zur Erhaltung von Einrichtungen des Insel- und Küstenschutzes können im Küstenmeer nördlich der Inseln in Anspruch genommen werden, soweit dies dem Schutzzweck und den sonstigen Schutzbestimmungen des Nationalparks „Niedersächsisches Wattenmeer“ nicht entgegensteht.“* (LROP Niedersachsen 2012: Abschnitt 1.4, Ziffer 03, Satz 5)
- *„Bei allen raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen im deichnahen Bereich ist der Belang der Sand- und Kleigewinnung für den Küstenschutz zu berücksichtigen.“* (LROP Niedersachsen 2012: Abschnitt 1.4, Ziffer 03, Satz 8)

Kleigewinnung

Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für die Rohstoffgewinnung sind gemäß Abschnitt 3.2.2, Ziffer 06, Satz 2 des LROP Niedersachsen 2012 in ihrem räumlichen Umfang so festzulegen, dass eine langfristige Bedarfsdeckung gesichert ist. Die unterschiedlich weit fortge-

¹⁴ *Kursivschrift* = Ziele der Raumordnung; *Normalschrift* = Grundsätze der Raumordnung

schrittene Sicherung von Flächen für die Kleigewinnung in den aktuell geltenden Regionalen Raumordnungsprogrammen der niedersächsischen Küstenlandkreise ist insgesamt allerdings bei Weitem noch nicht ausreichend, um den langfristigen Kleibedarf für Küstenschutz Zwecke zu decken.

Um eine Deckung des absehbar erforderlichen Materialbedarfs zu gewährleisten, sollte nach derzeitigem Stand der Klimafolgenforschung und in Anbetracht des fortschreitenden Meeresspiegelanstiegs bei der Festlegung von Vorranggebieten vorsorglich mindestens das Kleivolumen zugrunde gelegt werden, das für eine Anpassung des Küstenschutzsystems an eine Erhöhung des Meeresspiegels von einem Meter erforderlich wäre. Dies entspräche in etwa einer Verdoppelung des Kleibedarfs, wie er für die nach aktuellem Generalplan Küstenschutz Bremen/Niedersachsen 2007 vorgesehenen Deichertüchtigungsmaßnahmen zu erwarten ist. Ergänzend zur in Abschnitt 1.4, Ziffer 03, Satz 3 des LROP Niedersachsen 2012 (s. o.) geforderten Festlegung von Vorranggebieten für die Kleigewinnung könnten für sehr langfristige, noch nicht genauer abzusehende Bedarfe zudem entsprechende Vorbehaltsgebiete ausgewiesen werden.

Die Möglichkeiten zur Ausweisung von Vorranggebieten für die Kleigewinnung in erforderlicher Nähe zur Deichlinie innerhalb der nach Bodenansprache geeigneten Bereiche sind aufgrund konkurrierender Nutzungsinteressen und entgegenstehender (Natur-) Schutzfunktionen in Teilen des Küstenraums schon heute stark eingeschränkt. Die bestehenden Konflikte werden sich in Anbetracht der steigenden Mengenanforderungen und des damit einhergehenden erhöhten Flächenbedarfs künftig weiter verschärfen. Dies gilt insbesondere für das Deichhinterland, da die Festlegung von Vorranggebieten für die Kleigewinnung gemäß Abschnitt 1.4, Ziffer 03, Satz 3 des LROP Niedersachsen 2012 vorrangig dort zu erfolgen hat.

Sollte die Bereitstellung geeigneter Abbauflächen binnendeichs nicht ausreichend darstellbar sein, wäre zunächst die Priorisierung von konkurrierenden vorrangigen Raumfunktionen zu überprüfen. Dabei wird als unstrittig angenommen, dass die Kleientnahme für Küstenschutz Zwecke Vorrang vor anderen Funktionen hinter dem Deich haben muss, weil diese Funktionen ohne sichere Deiche gar nicht ausgeübt werden könnten. Zudem käme dem Prüfauftrag des Abschnitts 1.4, Ziffer 03, Satz 4 des LROP Niedersachsen 2012 eine wachsende Bedeutung zu, wonach für den Fall, dass binnendeichs keine ausreichende Flächensicherung für die Kleigewinnung erfolgen kann, Nutzungsmöglichkeiten entsprechend geeigneter Vordeichsflächen zu prüfen sind.¹⁵ Die Möglichkeiten der Inanspruchnahme von außendeichs im Bereich des Nationalparks Niedersächsisches Wattenmeer gelegenen Flächen zur Gewinnung von Klei werden durch das Gesetz über den Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer (NWattNPG) geregelt. Sofern es der Schutzzweck erlaubt, kann in den Zwischenzonen des Nationalparks gemäß § 12 Abs. 2 NWattNPG die Entnahme von Bodenmaterial zugelassen werden. In den Ruhezonen des Nationalparks kann eine Entnahme dagegen nur dann zugelassen und befreit werden, wenn sie die Schutz- und Erhaltungsziele des Nationalparks nachhaltig optimiert (und nicht nur mit diesen vereinbar und verträglich ist). Dies kann z.B. dann der Fall sein, wenn durch gezielte Entnahmen von Bodenmaterial das Einschwingen der Tide und damit die Entwicklung eines naturnahen Prielsystems sowie eine natürliche Sukzession der Salzwiesen initiiert werden kann (Nds. ML 2012: 22). Aufgrund der eingeschränkten Ver-

¹⁵ Die Zuständigkeiten des Prüfauftrags hängen dabei von der Lage der Flächen ab: Bis zur MThw-Linie liegt die Zuständigkeit bei den Landkreisen, von dort bis zur 12-Seemeilen-Grenze beim Land. Die Umsetzung des Prüfauftrags bedarf daher einer engen Zusammenarbeit und Abstimmung der beiden Planungsebenen (Nds. ML 2012: 22).

fügbarekeit von Klei im Deichhinterland hat die Niedersächsische Landesregierung bereits im Jahr 2006 mit der Überarbeitung der „Zehn Grundsätze für einen effektiveren Küstenschutz“ beschlossen, dass Kleientnahmen grundsätzlich auch im Deichvorland möglich sind. Um dies zu genehmigen, muss die erforderliche Abwägung der ökologischen, bautechnischen und wirtschaftlichen Belange ergeben, „dass Kleientnahmen im Deichvorland aus überwiegenden wirtschaftlichen oder bautechnischen Gründen notwendig sind“. Darüber hinaus sind eventuell notwendige Entnahmen im Deichvorland so zu gestalten, „dass die Voraussetzungen für eine positive Entwicklung der biologischen Vielfalt geschaffen werden“ (Nds. MU 2006: 8. Grundsatz).

Da die Festlegung von Vorranggebieten für die Kleigewinnung aufgrund entgegenstehender Flächennutzungsansprüche ein hohes Konfliktpotenzial birgt, dürfte es schwer fallen, die Sicherung von Kleivorkommen allein im üblichen Verfahren der Fortschreibung der Regionalen Raumordnungsprogramme zu leisten. Es empfiehlt sich daher, der raumordnerischen Festlegung einen informellen Prozess der Vorklärung voranzustellen, der in Form einer – möglichst küstenweit und landkreisübergreifend abgestimmten – Konzepterstellung für den Kleiabbau zu gestalten wäre. Diese Vorgehensweise wurde in Niedersachsen in der Vergangenheit für die Abstimmung von Vorranggebieten für den Sand- und Kiesabbau in den Flussniederungen von Weser und Leine erfolgreich eingesetzt.¹⁶ Die Konzepterstellung ist aufgrund ihres informellen Charakters im Ablauf und in der Einbeziehung von Teilnehmern offen und stellt damit sicher, dass alle Belange, die mit dem Kleiabbau in Verbindung stehen, frühzeitig erkannt und erörtert werden können. Sie bietet daher insbesondere auch einen geeigneten Rahmen zur Entwicklung von Nachnutzungskonzepten für Kleientnahmeflächen (z. B. für Tourismus-/Naherholungs-/Freizeitnutzungen, alternative Formen der Landwirtschaft (z. B. Anbau von Röhricht), naturschutzfachliche Aufwertungen oder zur Übernahme von Speicherfunktionen innerhalb des Wassermanagementsystems; s. Kap. 3.1.2.3).

Zur Gewährleistung einer langfristigen Bereitstellung von Klei für Deichbauzwecke wurde bereits im informellen „Raumordnungskonzept für das niedersächsische Küstenmeer“ (ROKK) auf das Erfordernis eines integrierten abgestimmten Abbaukonzepts hingewiesen (Nds. ML 2005: 47), auf dessen Grundlage entsprechende Kleivorkommen raumordnerisch gesichert werden können. Mit der aktuell vom Land Niedersachsen unter Federführung der Regierungsvertretung Oldenburg (seit 01.01.2014: Amt für regionale Landesentwicklung Weser-Ems in Oldenburg) in Angriff genommenen Fortschreibung des ROKK zum Thema Kleigewinnung wurde mittlerweile ein breit angelegter IKZM-Prozess unter Beteiligung aller zuständigen Behörden und relevanten Akteure (Deichverbände, Landkreise, NLWKN, LBEG, Nationalparkverwaltung etc.) angestoßen. Dabei sollen die vom LBEG ermittelten und in Kartenform dargestellten potenziell geeigneten Kleivorkommen im niedersächsischen Küstenraum hinsichtlich ihrer tatsächlichen Eignung als Kleigewinnungsflächen spezifiziert werden (z. B. weitere Ermittlung von Qualität und Mächtigkeit der Kleivorkommen, kreisgrenzenübergreifende Ermittlung entgegenstehender Raumnutzungen und -funktionen, Prüfung etwaiger Inanspruchnahme von Vordeichsflächen etc.). Die dabei erzielten Ergebnisse sollen den Trägern der Regional-

¹⁶ z. B. Bezirksregierung Hannover (Hrsg.) (1998): Bodenabbauleitplan Weser der Landkreise Nienburg/Weser, Schaumburg, Hameln-Pyrmont, Holzminden. Text- und Kartenband. Hannover; Planungsbüro Stefan Wirz (1995): Bodenabbaukonzept Südliches Leinetal, im Auftrage des Kommunalverbandes Großraum Hannover. Hannover (Beiträge zur regionalen Entwicklung; 54)

planung als Hilfestellung für die raumordnerische Ausweisung von Kleientnahmeflächen dienen.

In Anbetracht des von der Regierungsvertretung Oldenburg (seit 01.01.2014: Amt für regionale Landesentwicklung Weser-Ems in Oldenburg) geleiteten landkreisübergreifenden Vorklärungsprozesses stellt sich die grundsätzliche Frage, ob nicht auch die anschließende raumordnerische Sicherung der vorabgestimmten Kleigewinnungsflächen bereits direkt vonseiten des Landes, d.h. auf Ebene des Landes-Raumordnungsprogramms, erfolgen sollte (wie in der Vergangenheit z.B. bei Torfvorkommen), und nicht erst – wie gemäß Abschnitt 1.4, Ziffer 03, Satz 3 des LROP Niedersachsen 2012 gefordert – auf Ebene der Regionalen Raumordnungsprogramme. Ein solches Vorgehen wäre in Anbetracht des großräumigen Interesses des Landes am Küstenschutz gerechtfertigt und könnte dazu dienen, einen Ausgleich zwischen den ungleichen geologischen und raumstrukturellen Voraussetzungen der einzelnen Landkreise bzw. kreisfreien Städte hinsichtlich ihrer Möglichkeiten zur Festlegung erforderlicher Kleientnahmeflächen herzustellen. Um in Einzelfällen einem besonderen Abstimmungs- und Klärungsbedarf auf lokaler Ebene gerecht werden zu können (z.B. hinsichtlich der genauen Gebietsabgrenzung oder der Entwicklung von Nachnutzungsoptionen), wäre überdies in Erwägung zu ziehen, den Anwendungsbereich des Instruments „Integriertes Gebietsentwicklungskonzept“ (IGEK), das gemäß Abschnitt 3.2.2, Ziffer 05, Sätze 8 bis 12 bislang im Rahmen der Vorranggebietsfestlegung für die Torfgewinnung zum Einsatz kam, auf die Sicherung von Kleigewinnungsflächen auszudehnen.

Ein generelles Problem hinsichtlich der Steuerung eines geordneten Kleiabbaus besteht darin, dass Grundstückseigentümer zur freiwilligen Abgabe ihrer Flächen bereit sein müssen. Um vor diesem Hintergrund die absehbar erforderlichen Abbauflächen auch wirklich bereitstellen zu können bzw. Monopolstellungen der Grundstückseigentümer und damit einhergehende unverhältnismäßig hohe Grundstückspreise zu verhindern, ist eine über den eigentlich erforderlichen Kleibedarf hinausgehende Ausweisung von Vorranggebieten notwendig. Zu tatsächlichen Abbauflächen werden dann nur diejenigen, über die sich Abbauunternehmer und Eigentümer per Kauf oder Pacht – irgendwann – handelseinig werden. Dieses Vorgehen widerspricht jedoch dem Gedanken einer räumlichen Optimierung der Abbaustandorte im Hinblick auf sich bietende Nachnutzungsmöglichkeiten bzw. günstige Funktionen im System des Wassermanagements (s. dazu auch Kap. 3.1.2.4). Um den hierfür erforderlichen Besitz von systemisch benötigten Kleientnahmeflächen sichern zu können, wäre daher eine Erweiterung der Möglichkeiten hinsichtlich der Zulässigkeit von Enteignungen in Erwägung zu ziehen (z.B. Schaffung der rechtlichen Voraussetzungen zur Enteignung entsprechender Flächen bereits auf der Grundlage ihrer Ausweisung als Vorranggebiet). Da Landwirte aufgrund des hohen Nutzungsdrucks häufig nur dann zur freiwilligen Abgabe von Flächen für den Kleiabbau bereit sind, wenn sie dafür Tauschland erhalten, wäre – als „weiches“ Instrument – zudem eine entsprechende Bodenvorratspolitik (s. dazu auch Kap. 2.4.2) förderlich.

Für den Fall, dass der Baustoff Klei aufgrund mangelnder Verfügbarkeit von Abbauflächen künftig in größerem Umfang durch alternative Materialien wie z.B. Baggergut aus Hafen- oder Fahrrinnenunterhaltungen ersetzt werden muss, könnten vonseiten der Raumordnung entsprechende Vorranggebiete für die Ablagerung und Reifung des Schlicks (Spülfelder) festgelegt werden.

Sandgewinnung

Für den Küstenschutz im Bereich der Wattenküste und der Ostfriesischen Inseln wird der Ausgleich von Sedimentdefiziten durch Aufspülungen zukünftig an Bedeutung gewinnen. Hierzu ist die langfristige raumordnerische Sicherung geeigneter Sedimententnahmestellen im Küstenvorfeld sowie deren Abstimmung mit den dortigen ökologischen, touristischen, fischereiwirtschaftlichen und archäologischen Belangen erforderlich (vgl. LROP Niedersachsen 2012: Abschnitt 1.4, Ziffer 03, Sätze 5 und 6). Sofern Flächen des Nationalparks Niedersächsisches Wattenmeer betroffen sind, steht die raumordnerische Festlegung – wie bei der Kleientnahme im Außendeichsbereich auch – unter dem Vorbehalt, dass die Entnahme von Sediment den Schutzbestimmungen des Gesetzes über den Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer (NWattNPG) nicht entgegenstehen darf (Nds. ML 2012: 23).

Aufgrund des unterschiedlichen Wirkungsgrads der verschiedenen raumordnerischen Planungsebenen sind die Zuständigkeiten bei der Sicherung von Sedimententnahmestellen folgendermaßen verteilt:

- Bereich bis zur MThw-Linie: Zuständigkeit der Landkreise (Regionale Raumordnungsprogramme)
- Bereich von der MThw-Linie bis zur 12-Seemeilen-Grenze: Zuständigkeit des Landes (Landes-Raumordnungsprogramm)
- Bereich der Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ): Zuständigkeit des Bundes (Raumordnungsplan für die deutsche ausschließliche Wirtschaftszone in der Nordsee)

Insbesondere vor dem Hintergrund der unterschiedlichen Verantwortlichkeiten erscheint es sinnvoll, zur Deckung des langfristigen Bedarfs an Sedimententnahmestellen unter Beteiligung der zuständigen Behörden und relevanten Akteure ein küstenweit abgestimmtes Gesamtkonzept zu entwickeln. Auch hier kann die themenspezifische Fortschreibung des ROKK – wie aktuell im Bereich der Kleigewinnung bereits angestoßen (s. o.) – einen geeigneten Rahmen bieten.

Sicherung des Flächenbedarfs für Maßnahmenoptionen des Küstenschutzes und des Wassermanagements

Die Prüfung des Raumbedarfs für die Umsetzung zukünftiger Küstenschutzstrategien und die vorausschauende Freihaltung der erforderlichen Flächen von Bebauung und sonstigen nur schwer revidierbaren Nutzungen sind wesentliche Voraussetzungen, um die notwendige räumliche Flexibilität für Küstenschutzmaßnahmen zu gewährleisten (MKRO 2009: 26). Aus diesem Grund fordert das LROP Niedersachsen 2012 in Abschnitt 3.2.4, Ziffer 10, Satz 3, dass in den Regionalen Raumordnungsprogrammen vorsorgend Flächen für Deichbau und Küstenschutzmaßnahmen zu sichern sind – und zwar unabhängig davon, ob es sich dabei um heute praktizierte Maßnahmen oder um zukünftige, neu entwickelte Alternativen handelt (Nds. ML 2008: 127). Im Hinblick auf die in Kap. 3.1.2 skizzierten Maßnahmenoptionen zur zukünftigen Gestaltung des Küstenschutz- und Wassermanagementsystems können grundsätzlich folgende räumlichen Handlungserfordernisse entstehen:

- Freihaltung von Bereichen vor und hinter Küstenschutzanlagen von konkurrierenden Nutzungen,

- um den erforderlichen Flächenbedarf für die Ertüchtigung von Deichen, Dünen und anderen Küstenschutzanlagen vorzuhalten
- um Optionen für einen partiellen Rückzug in von Erosion betroffenen Küstenabschnitten offenzuhalten (z. B. Rückverlegung von Schardeichen, verstärktes Zulassen der dynamischen Entwicklung (West-Ost-Wanderung) der Ostfriesischen Inseln)
- Schaffung der Voraussetzungen für die Realisierung zusätzlicher Schutzlinien im Deichhinterland durch
 - Sicherung vorhandener Strukturen, die als zusätzliche Schutzlinien dienen können bzw. dazu ausgebaut werden können (z. B. zweite Deichlinien, Schlafdeiche)¹⁷
 - Sicherung von Korridoren/Trassen für neu zu schaffende zweite Deichlinien und sonstige Schutzlinien¹⁸
- Sicherung von für Rückdeichungen oder die Errichtung von Entlastungspoldern geeigneten Bereichen entlang der Ästuare
- Sicherung von für den Bau von Sturmflutsperrwerken geeigneten Standorten
- Sicherung von Flächen für raumbezogene Anpassungsmaßnahmen im Wassermanagementsystem der Küstenniederungen (z. B. für die Errichtung von Speicherpoldern/-becken, für zusätzlich erforderliche Kanäle oder für die temporäre Überstauung von Geländesenken)

Die vorsorgende raumordnerische Sicherung erforderlicher Flächen in Form von Vorrang- bzw. Vorbehaltsgebieten „Deich“ und – sofern es sich um flächenhafte Maßnahmen handelt – „Hochwasserschutz“ kann nur auf der Grundlage entsprechender wasserwirtschaftlicher Fachplanungen und -konzepte (z. B. Generalpläne Küstenschutz, Generalpläne Wassermanagement, Risikomanagementpläne für den Küstenraum) erfolgen, die in Anbetracht des Klimawandels um zusätzliche Aussagen zu langfristigen Anpassungsstrategien und -maßnahmen sowie zu den daraus resultierenden Flächenbedarfen zu ergänzen wären (s. dazu auch Kap. 3.1.3). Aus der notwendigen Langfristorientierung der Überlegungen zur Gestaltung des Küstenschutz- und Wassermanagementsystems resultiert allerdings folgendes planerisches Dilemma: Es müssen bereits heute – deutlich vor dem Eintritt akuter Notwendigkeit – Entscheidungen über die Abgrenzung und vorsorgliche Sicherung von Flächen getroffen und politisch vertreten werden, die erst zu einem viel späteren Zeitpunkt (oder möglicherweise sogar nie) für Zwecke des Küstenschutzes bzw. Wassermanagements in Anspruch genommen werden. Die Entscheidung darüber, ob eine als potenziell erforderlich erachtete Fläche in Form eines Vorrang- oder eines Vorbehaltsgebiets festgelegt wird, wäre daher in Abhängigkeit vom jeweiligen Konkretisierungsgrad der Maßnahmenplanung und -notwendigkeit zu treffen. Aufgrund der extremen Langfristigkeit des Sicherungsanspruchs müsste im Falle einer Vorrangge-

¹⁷ Im Generalplan Küstenschutz Niedersachsen/Bremen für das Festland wird darauf hingewiesen, dass die Dokumentation der 2. Deichlinien in Niedersachsen in einem gesonderten Teil vorgesehen ist (NLWKN 2007: 23). Eine zusätzliche vollständige Erfassung ehemaliger Deichlinien (Schlafdeiche) aus dem Jahrhunderte andauernden Prozess der mit der Landgewinnung einhergehenden Vordeichungen könnte darüber hinaus weitere Elemente eines Netzes potenzieller zusätzlicher Schutzlinien im Deichhinterland zeigen.

¹⁸ Als Grundlage für die Ermittlung der Erforderlichkeit neu zu schaffender zweiter Deichlinien bzw. sonstiger zusätzlicher Schutzlinien im Deichhinterland können die gemäß § 74 Abs. 4 WHG zu erstellenden Risikokarten dienen. Diese verdeutlichen das Hochwasserschadenspotenzial und können damit einen Hinweis auf besonders schadensträchtige und ggf. zusätzlich zu schützende Küstenbereiche liefern.

bietsfestlegung zudem zum Ausdruck gebracht werden, dass reversible Nutzungen bis zum Eintritt der eigentlichen Zweckbestimmung möglich bleiben.

Risikominimierung in potenziell überflutungsgefährdeten Küstenbereichen

Da ein Versagen des Küstenschutz- bzw. Wassermanagementsystems und daraus resultierende Überflutungen nicht gänzlich ausgeschlossen werden können, sollten entsprechende Vorsorgemaßnahmen zur Minimierung der damit verbundenen Risiken ergriffen werden. Die Raumplanung sollte ihr Augenmerk daher verstärkt auf Maßnahmen zur Begrenzung des Schadenspotenzials in überflutungsgefährdeten Küstenbereichen richten, um die bei einem möglichen Katastrophenfall auftretenden Schäden zu reduzieren (MKRO 2013: 21 f.). Dies würde jedoch ein Umdenken in der Raumordnung und Bauleitplanung voraussetzen. Denn bis heute findet eine unter dem Aspekt der Schadenspotenzialminimierung quasi uneingeschränkte Nutzung der niedersächsischen Küstengebiete durch Siedlungs- und Gewerbeflächen, Industriebetriebe und Infrastruktureinrichtungen statt. Grundsätzlich zur Verfügung stehende planerische Informations- und Restriktionsmöglichkeiten zur Begrenzung des Schadenspotenzials, wie z. B. Darstellung von Gefährdungslagen, Vorgaben zur Flächennutzung oder zu hochwasserangepassten Bauweisen bzw. Objektschutzmaßnahmen, finden kaum Anwendung. Einen ersten Schritt in Richtung einer stärkeren Risikoorientierung stellen allerdings folgende, neu in das LROP Niedersachsen 2012 aufgenommene Grundsatzfestlegungen dar:

„Zur vorsorgenden Anpassung an die Folgen des Klimawandels sollen in sturmflutgefährdeten Gebieten an der Küste bei allen Planungen und Maßnahmen die Möglichkeiten der Risikovorsorge gegen Überflutungen in die Abwägung einbezogen werden. Dies gilt auch in durch Deiche und Sperrwerke geschützten Gebieten sowie in durch Hauptdeiche und Schutzdünen geschützten Gebieten auf den ostfriesischen Inseln. In diesen Gebieten soll Überflutungsrisiken durch flexible hochwasserangepasste Planungen und Maßnahmen sowie geeignete Standort- und Nutzungskonzepte Rechnung getragen werden. Bereiche mit besonders hohem Gefährdungspotenzial sollen als Vorbehaltsgebiete Hochwasser ausgewiesen werden.“ (LROP Niedersachsen 2012: Abschnitt 1.4, Ziffer 03, Sätze 9 bis 12)

Im Hinblick auf den Bedeutungsgehalt des abschließenden Satzes bleibt allerdings völlig offen, was unter der Formulierung „Bereiche mit besonders hohem Gefährdungspotenzial“ zu verstehen ist, da hierzu selbst im Erläuterungs- bzw. Begründungsteil des LROP Niedersachsen 2012 keine weitergehenden Aussagen getroffen werden. Dies ist als Schwachpunkt anzusehen – insbesondere im Vergleich zur nachfolgend zitierten Grundsatzformulierung des Landes-Raumordnungsprogramms hinsichtlich der Festlegung von Vorbehaltsgebieten für die Hochwasserrisikovorsorge entlang von Binnengewässern, in der mit der Orientierung an der Überflutungsausdehnung eines Hochwasserereignisses von niedriger Wahrscheinlichkeit eine eindeutigere Vorgabe für die räumliche Abgrenzung entsprechender Vorbehaltsgebiete gemacht wird:

„Für ein effektives Hochwasserrisikomanagement und als Maßnahmen der Anpassung an Klimaänderungen sollen vorsorglich für Bereiche, die bei Hochwasser mit niedriger Wahrscheinlichkeit überflutet werden können, Vorbehaltsgebiete Hochwasserschutz festgelegt werden.“ (LROP Niedersachsen 2012: Abschnitt 3.2.4, Ziffer 12, Satz 3)

Um auch für die räumliche Abgrenzung entsprechender Vorbehaltsgebiete zur Sturmflutrisikovorsorge im Küstenraum konkretere und weitreichendere Regelungen zu ge-

währleisten, sollte über das Landes-Raumordnungsprogramm vorgegeben werden, dass diejenigen Küstenbereiche als Vorbehaltsgebiete festgelegt werden sollen, die im Falle eines Extremereignisses potenziell überflutungsgefährdet sind. Dabei können die Hochwassergefahrenkarten, die gemäß § 74 Abs. 2 Satz 2 WHG in Küstengebieten für ein Extremereignis (d.h. ein Versagen des Küstenschutzsystems) zu erstellen sind (s. Kap. 3.1.3), als fachliche Grundlage für die raumordnerische Gebietsfestlegung herangezogen werden. Die Ausweisung der betroffenen Gebiete als Vorbehaltsgebiete „Hochwasserschutz“ (oder besser: „Hochwasservorsorge“) kann zur Stärkung des Risikobewusstseins und zur Sensibilisierung der hinter Küstenschutzanlagen lebenden Bevölkerung beitragen sowie der Förderung von Maßnahmen des Risikomanagements und Katastrophenschutzes dienen. Um eine ausnahmslose Darstellung entsprechender Küstengebiete sicherzustellen und die Legitimationsgrundlage für die raumordnerische Gebietsfestlegung zu verbessern, sollte die in Abschnitt 1.4, Ziffer 03, Satz 12 des LROP Niedersachsen 2012 bereits vorhandene Grundsatzformulierung (s.o.) in eine Zielformulierung mit verpflichtenden Vorgaben zur Festlegung von Vorbehaltsgebieten überführt werden (obligatorische statt fakultative Festlegung).

Neben der obligatorischen Ausweisung von potenziell überflutungsgefährdeten Küstenbereichen als Vorbehaltsgebiete „Hochwasserschutz“ (bzw. „Hochwasservorsorge“) wäre für bestimmte Bereiche zudem eine Festlegung entsprechender Vorranggebiete in Erwägung zu ziehen. In diesen Gebieten wäre dann eine Realisierung von (baulichen) Nutzungen, die nicht an die besondere Gefährdungslage angepasst sind, grundsätzlich ausgeschlossen. Dies gilt insbesondere für:

- Bereiche, die nicht ausreichend vor Sturmfluten geschützt sind (Außendeichsflächen)¹⁹
- Bereiche, in denen aufgrund ihres niedrigen Geländeniveaus im Katastrophenfall (d.h. bei einem Versagen des Küstenschutzsystems) ein besonders starkes Gefährdungspotenzial für Leben und Sachgüter bestünde, da eine (näher zu bestimmende) kritische Überflutungstiefe (die in den gemäß § 74 WHG zu erstellenden Gefahrenkarten ablesbar ist) überschritten würde,
- Bereiche zwischen Hauptdeichlinie und zweiter Deichlinie, die von nicht überflutungsangepassten/-resilienten Flächennutzungen freigehalten werden sollten, um Entwicklungsmöglichkeiten in Richtung multifunktionaler Küstenschutzzonen offenzuhalten,
- Bereiche, die im Falle einer – im Hinblick auf die bevorstehenden technischen und finanziellen Herausforderungen mittel- bis langfristig durchaus denkbaren – Veränderung der Küstenschutzstrategie (Abkehr vom derzeit gültigen Versprechen eines

¹⁹ Dieser Aspekt wurde bereits im ursprünglichen Entwurf der LROP-Fortschreibung 2012 berücksichtigt. Er ist allerdings aufgrund erheblicher Widerstände seitens einzelner Kommunen, die sich insbesondere in ihren Möglichkeiten zur Ausweisung von Baugebieten für Hafenerweiterungen und schifffahrtsgebundene Industriebetriebe eingeschränkt sahen, nicht in die endgültige Fassung des aktualisierten LROP Niedersachsen 2012 eingeflossen. Hierzu ist jedoch anzumerken, dass bei einer entsprechenden Ausgestaltung der Vorranggebietsfestlegung (Zulässigkeit hochwasserangepasster Nutzungen) die Vereinbarkeit mit – i. d. R. ohnehin hochwasserangepasst errichteten – Hafen- oder Industrieanlagen im Außendeichsbereich zu gewährleisten sein sollte.

flächendeckend einheitlichen Schutzniveaus entlang der Hauptdeichlinie zugunsten einer risikoorientierten gebietsspezifischen Gestaltung des Küstenschutzsystems²⁰) einer erhöhten Überflutungswahrscheinlichkeit ausgesetzt wären.

Steuerung eines Rückzugs aus bestimmten Küstenbereichen

Mittel- bis langfristig könnte der Klimawandel dazu führen, dass in bestimmten Bereichen des Küstenraums bestehende Nutzungen aufgegeben werden müssen. Dies würde insbesondere für solche Bereiche gelten,

- die für die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen des Küstenschutz- bzw. Wassermanagementsystems benötigt würden (z.B. für Entlastungspolder oder Rückdeichungen an den Ästuaren, für Zwischenspeicherungsfunktionen im Entwässerungssystem),
- in denen Küstenschutz- und/oder Entwässerungsmaßnahmen aufgrund eines unverhältnismäßig hohen technischen und finanziellen Aufwands aus volkswirtschaftlichen Gründen ganz oder teilweise aufgegeben werden müssten.

Betroffene Bereiche wären auf der Grundlage entsprechender wasserwirtschaftlicher Fachplanungen und -konzepte (s. Kap. 3.1.3) als Vorranggebiete für den Hochwasserschutz festzulegen. Der erforderliche Rückzug bzw. die Aufgabe bestehender baulicher Nutzungen in den betroffenen Bereichen wäre in zwei Phasen zu organisieren:

- In Phase 1 wäre das Baurecht dahingehend einzuschränken, dass bauliche Maßnahmen nur noch im Rahmen der Instandhaltung und Sanierung zulässig wären. Nach Beendigung des Bestandschutzes von baulichen Anlagen und Nutzungen wären entsprechende Bauflächen/Baugebiete aus dem Baurecht zu entlassen. Der sog. Außenbereich wäre grundsätzlich von jeglicher Bebauung freizuhalten (ausgenommen infrastrukturelle Anlagen, die zur Aufrechterhaltung der Versorgung und Erreichbarkeit des Gebietes erforderlich sind).
- In Phase 2 wäre durch den Abschluss einheitlicher Ab- bzw. Umsiedlungsverträge die Aufgabe und der Rückbau noch bestehender baulicher Nutzungen voranzutreiben. Die resultierenden Entschädigungsleistungen sollten analog zur Finanzierung der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ (GAK) zu 70 % vom Bund und zu 30 % vom Land getragen werden. Angesichts der Einwirkungstiefe und Konfliktrichtigkeit von Ab- bzw. Umsiedlungsmaßnahmen wären umfassende Beteiligungs-, Kooperations- und Mediationsverfahren durchzuführen.

Zu den raumplanerischen Aufgaben im Rahmen der Vorbereitung von Ab- bzw. Umsiedlungsmaßnahmen würde auch die Ermittlung und Sicherung geeigneter Umsiedlungsstandorte gehören.

²⁰ Bei einer risikoorientierten Gestaltung des Küstenschutzsystems wird nicht nur die Gefahr, vor der geschützt werden soll (d. h. die Wahrscheinlichkeit und Höhe von Sturmfluten), sondern auch das Schadenspotenzial im deichgeschützten Gebiet berücksichtigt. Auf diese Weise lässt sich ein gebietsspezifisches, in Abhängigkeit vom jeweiligen Schadenspotenzial differenziertes Schutzniveau realisieren und damit die Effizienz des finanziellen und materiellen Ressourceneinsatzes im Küstenschutz steigern. Ein solches Vorgehen wird beispielsweise in den Niederlanden praktiziert, wo die überflutungsgefährdeten Küstengebiete je nach ihrem volkswirtschaftlichen Schadenspotenzial in drei verschiedene Gebietskategorien mit abgestuften Sicherheitsstandards (in Form definierter Versagenswahrscheinlichkeiten des Küstenschutzsystems) unterteilt sind.

Integriertes Küstenzonenmanagement zur Minimierung von Konflikten und zur Nutzung von Synergien

Die bereits heute existierenden Flächenkonkurrenzen zwischen den Belangen des Küstenschutzes und Wassermanagements sowie anderen Raumnutzungen und -funktionen an der Küste (z.B. Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung, Naturschutz, Tourismus, Landwirtschaft) werden sich im Hinblick auf die klimawandelbedingten Anpassungserfordernisse weiter verschärfen. Vor diesem Hintergrund wird es erforderlich sein, ein vorausschauendes Management möglicher Konflikte und Synergien (im Sinne der in Kap. 3.1.2.4 skizzierten Beispiele) zu etablieren und dadurch die Akzeptanz von Planungen und Maßnahmen bei den verschiedenen Akteuren zu erhöhen. Einen theoretisch dafür geeigneten Ansatz bilden die Leitvorstellungen des Integrierten Küstenzonenmanagements (IKZM), deren Anwendung sowohl durch § 2 Satz 1 Nr. 4 NROG²¹ als auch durch das LROP Niedersachsen eingefordert wird. So heißt es in Abschnitt 1.4, Ziffer 02 des LROP Niedersachsen 2012, dass in der Küstenzone „durch eine ganzheitliche abwägende räumliche Steuerung frühzeitig Nutzungskonflikte zu vermeiden und bestehende Nutzungskonflikte zu minimieren“ sowie „öffentliche Belange raumbedeutsamer Nutzungen [...] frühzeitig und koordinierend zum Ausgleich zu bringen [und] die dafür erforderlichen Flächen [...] zu sichern und zu entwickeln“ sind.

Mit dem Raumordnungskonzept für das Niedersächsische Küstenmeer (ROKK), das die gesamte niedersächsische Küstenzone (Küstenlandkreise, 12-Seemeilenzone und Teile der Ausschließlichen Wirtschaftszone) in den Blick nimmt, wurde 2005 unter Einbindung relevanter Akteure ein erster Baustein der niedersächsischen IKZM-Strategie entwickelt. Die rechtlich unverbindlichen Aussagen des ROKK sind ein Angebot an interessierte Kreise, sich über die verschiedenen Nutzungs- und Schutzansprüche in der Küstenzone, daraus resultierende Konfliktsituationen sowie raumordnerische Lösungsansätze für eine nachhaltige Entwicklung im Küstenraum zu informieren (Nds. ML 2013a). In Ergänzung zum ROKK wurde mit der IKZM-Plattform Niedersachsen mittlerweile ein weiterer Baustein der IKZM-Strategie umgesetzt. Die internetgestützte Plattform stellt ein Informations- und Transferangebot zu relevanten IKZM-Aktivitäten (Projekte, Planungen, Prozesse) in der niedersächsischen Küstenzone dar, durch das bestehende Nutzungskonflikte transparent gemacht, integrierte Entwicklungsmöglichkeiten identifiziert und beschrittene Lösungswege als übertragbare Beispiele aufgezeigt werden sollen (Nds. ML 2013b). Zur fortwährenden Unterstützung der IKZM-Bestrebungen sollte das ROKK künftig regelmäßig fortgeschrieben und die IKZM-Plattform fortlaufend gepflegt und weiterentwickelt werden.

Trotz der formellen Verankerung des IKZM-Ansatzes im NROG und LROP sowie der bisherigen Aktivitäten im informellen Bereich (ROKK, IKZM-Plattform) hapert es in der planerischen Praxis vielfach noch an der konsequenten Umsetzung der IKZM-Leitvorstellungen. Dies liegt insbesondere darin begründet, dass der mit der Durchführung informeller Abstimmungs- und Managementprozesse verbundene Aufwand von den zuständigen Stellen (z.B. Regionalplanungsträger) mit den vorhandenen Ressourcen oftmals nicht zu leisten ist.

²¹ § 2 Satz 1 Nr. 4 NROG im Wortlaut: „Das Küstenmeer, die Inseln und der Küstenraum (Küstenzone) sollen durch ein integriertes Küstenzonenmanagement entwickelt werden, bei dem eine intensive Zusammenarbeit der Träger öffentlicher Belange, die Einbeziehung der Betroffenen und eine grenzüberschreitende integrierte Planung sowie die nachhaltige Entwicklung ökologischer, ökonomischer, sozialer und kultureller Belange sichergestellt wird.“

3.2 Wasserwirtschaft im Binnenland

Das Handlungsfeld Wasserwirtschaft im Binnenland umfasst vielfältige Aufgaben, die von der Umsetzung von Schutz- und Vorsorgemaßnahmen zur Bewältigung von Binnenhochwasserereignissen bis hin zur Gewährleistung des quantitativen und qualitativen Schutzes von Oberflächengewässern und Grundwasservorkommen reichen. Da Wasser neben seiner generellen ökologischen Bedeutung den unterschiedlichsten Nutzungen (z. B. Trinkwasserversorgung, landwirtschaftliche Bewässerung, Kühlung von Kraftwerken) dient, stellt die Sicherung und der Schutz von Wasserressourcen eine wichtige Voraussetzung sowohl für den Erhalt der natürlichen Lebensgrundlagen als auch für eine nachhaltige wirtschaftliche Entwicklung dar. Gleichzeitig birgt Wasser aber auch Gefahren. So können die Ausuferung von Fließgewässern infolge von Hochwasserereignissen und damit verbundene Überschwemmungen zu Schäden an Siedlungen, Industrie- und Gewerbebetrieben, Infrastruktureinrichtungen, Kulturdenkmälern und landwirtschaftlichen Nutzflächen sowie zur Gefährdung von Menschenleben und Umwelt führen. Um dem zu begegnen, ist ein effektives Hochwasserrisikomanagement erforderlich, das zur Reduzierung möglicher Schäden neben dem technischen Hochwasserschutz vor allem auch raumbezogene Maßnahmen des vorsorgenden Hochwasserschutzes beinhaltet.

3.2.1 Potenzielle Auswirkungen des Klimawandels

Der Wasserkreislauf ist als Teil des Klimasystems eng mit einer Reihe von klimatischen Parametern verknüpft. Wasser gelangt hauptsächlich in Form von Niederschlag aus der Atmosphäre in die terrestrischen Ökosysteme. Von dort aus verdunstet ein großer Teil des Wassers entweder direkt (Evaporation) oder wird über die Pflanzenverdunstung (Transpiration) wieder an die Atmosphäre zurückgegeben. Die Summe von Evaporation und Transpiration, die sog. Evapotranspiration, ist von klimatischen Parametern wie Temperatur, Strahlung, Luftfeuchtigkeit und Wind abhängig. Daneben spielen die Art und der Zustand der Bodenbedeckung eine wichtige Rolle. Der Anteil des Niederschlags, der nicht wieder verdunstet, fließt oberirdisch oder unterirdisch ab und speist so Oberflächengewässer und Grundwasservorkommen. Infolge des Klimawandels wird es zu Veränderungen der den Wasserkreislauf bzw. Wasserhaushalt beeinflussenden klimatischen Parameter kommen. Im Folgenden werden die potenziellen Auswirkungen auf Oberflächengewässer und Grundwasservorkommen sowie die daraus resultierenden Folgen für die Wasserwirtschaft im Binnenland dargestellt.

3.2.1.1 Auswirkungen auf Oberflächengewässer

Abflussregime

Das Abflussregime, d. h. der mittlere jahreszeitliche Verlauf des Abflusses innerhalb eines Gewässers, hängt neben den abflussbeeinflussenden Eigenschaften des Einzugsgebiets (z. B. Relief, Vegetation, Bodentyp) von Höhe, Art und Verteilung der Niederschlagsmenge sowie der Evapotranspiration ab. Aufgrund der klimawandelbedingten Veränderung der jahreszeitlichen Niederschlagsverteilung (feuchtere Winter, trockenere Sommer) ist tendenziell mit einem Anstieg der mittleren Abflüsse im Winter und einem Rückgang der mittleren Abflüsse im Sommer zu rechnen. Dieser Rückgang wird durch eine erhöhte Verdunstung als Folge steigender Temperaturen noch zusätzlich verstärkt. Darüber hinaus kann der Klimawandel zu einer Zunahme der Variabilität der Abflüsse führen, sodass sich sowohl die Wahrscheinlichkeit von (extremen) Hoch- als auch Niedrigwasserabflüssen erhöht (LAWA 2010a: 11 ff.). Dies kann u. a. zu erhöhten Managementkonflikten beim

Betrieb von Multifunktionsspeichern (z.B. Talsperren) führen, die sowohl dem Hochwasserrückhalt als auch der Niedrigwasseraufhöhung und/oder Wasserbevorratung für die Trink- bzw. Brauchwasserversorgung dienen.

Hochwasserereignisse

Bislang lässt sich nur schwer vorhersagen, inwiefern sich Hochwasserereignisse durch den Klimawandel verändern werden. Grundsätzlich können dazu jedoch folgende Annahmen getroffen werden:

- Infolge zunehmender winterlicher Niederschläge, die aufgrund der Temperaturerhöhung zudem seltener in Form von Schnee zwischengespeichert werden, wird sich das Abflussregime in Richtung höherer Winter(hochwasser)abflüsse entwickeln (LAWA 2010a: 13). Hochwasserereignisse, die durch starke Schneeschmelze, erhöhten Niederschlagsabfluss über gefrorenen Böden oder Eisstau verursacht bzw. verstärkt werden, treten aufgrund der sinkenden Schneemengen bzw. der steigenden Temperaturen dagegen voraussichtlich seltener auf (UBA 2010: 21).
- Durch vermehrte und intensivere Starkregenereignisse kann es insbesondere in Gewässern mit einem kleineren Einzugsgebiet zu häufigeren und stärkeren Hochwasserabflüssen kommen (LAWA 2010a: 14).
- Aufgrund der möglichen klimawandelbedingten Zunahme der Häufigkeit und Dauer von Sturmfluten (s. Kap. 3.1.1.1) erhöht sich oberhalb der tidebeeinflussten Unterläufe von Ems, Weser und Elbe sowie in deren Nebenflüssen die Wahrscheinlichkeit des Zusammentreffens einer Sturmflut mit einem zeitgleich auftretenden Binnenhochwasserereignis. Der Anstieg der Sturmflutwasserstände (s. Kap. 3.1.1.1) kann überdies zu einer Verstärkung von damit einhergehenden Rückstauwirkungen des Oberwasserabflusses führen.

Die konkreten Auswirkungen des Klimawandels auf die Entwicklung von Hochwasserabflüssen lassen sich nur unter Berücksichtigung der jeweiligen regionalen Klimaprojektionen sowie der naturräumlichen Verhältnisse der Einzugsgebiete abschätzen. Wie Modellierungen im Rahmen des Forschungsprojekts KliBiW (Globaler Klimawandel – Wasserwirtschaftliche Folgenabschätzung für das Binnenland) am Beispiel des Aller-Leine-Einzugsgebietes ergeben haben, werden sowohl die Scheitelabflüsse von kleinen (HQ_5) als auch von großen (HQ_{100}) Hochwasserereignissen zunehmen (je nach Größe des Ereignisses und des untersuchten Teileinzugsgebietes zwischen 10 und 25% bis 2100). Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass insbesondere die Ergebnisse für extreme Ereignisse große Unsicherheiten aufweisen. Dennoch ist aus den Simulationsergebnissen eine tendenzielle Zunahme der Scheitelwerte von seltenen Ereignissen in der fernen Zukunft (2071–2100) gegenüber der nahen Zukunft (2021–2050) ersichtlich (NLWKN 2012: 86 f., 92).

Eine Erhöhung der Scheitelwasserstände extremer Hochwasserereignisse wird – sofern keine entsprechenden Anpassungsmaßnahmen vorgenommen werden – dazu führen, dass sich die Versagenssicherheit der auf ein bestimmtes Bemessungshochwasser (i. d. R. HQ_{100}) ausgelegten Hochwasserschutzanlagen reduziert. Zugleich wird auch das Schadenspotenzial in den hochwassergefährdeten Bereichen (vor und hinter Hochwasserschutzanlagen) ansteigen, da aufgrund der höheren Wasserstände sowohl die potenziel-

le Überflutungsausdehnung als auch -tiefe zunehmen. Dadurch wird es insgesamt zu einem Anstieg der Hochwasserrisiken¹ kommen.

Neben dem Klimawandel werden weiterhin auch andere anthropogen bedingte Einflüsse auf die Vergrößerung von Hochwasserrisiken einwirken: Zum einen erhöhen der Verlust an natürlichen Ausbreitungs- und Überschwemmungsbereichen durch Begräbungen und Eindeichungen der Fließgewässer sowie die Reduzierung des Retentionsvermögens im Einzugsgebiet durch fortschreitende Versiegelung und landwirtschaftliche Entwässerung die Eintrittswahrscheinlichkeit extremer Hochwasserereignisse. Zum anderen führt die permanent steigende Nutzungsintensität von hochwassergefährdeten Bereichen, z.B. durch Siedlungsaktivitäten, zu einem kontinuierlichen Anstieg der Schadenspotenziale.

Niedrigwassersituationen

Aufgrund der tendenziell zu erwartenden klimawandelbedingten Zunahme von sommerlichen Trockenperioden wird es künftig voraussichtlich zu häufigeren, längeren und extremeren Niedrigwasserabflüssen und -ständen in den Binnengewässern kommen, wodurch sich bestehende Nutzungskonflikte verschärfen und neue hinzutreten können. Neben negativen Folgen für die Gewässergüte und -ökologie (s.u.) führen Niedrigwasserperioden zu Beeinträchtigungen verschiedener Gewässernutzungen (z.B. Trinkwasserversorgung, Brauch- und Kühlwasserentnahmen/-einleitungen, Binnenschifffahrt, Wasserkraftnutzung) und können daher erhebliche volkswirtschaftliche Schäden nach sich ziehen (LAWA 2010a; UBA 2010: 23).

Gewässergüte/-ökologie

Die Gewässergüte bzw. -ökologie von Oberflächengewässern wird in erster Linie durch das Zusammenspiel von Abfluss- bzw. Wasserstandsregime, Wassertemperatur und Sauerstoffgehalt sowie Stoffeinträgen aus punktuellen und diffusen Quellen bestimmt. Infolge des Klimawandels können sich grundsätzlich folgende Auswirkungen ergeben (LAWA 2010a: 18 ff.):

- **Stoffeinträge:** Die mögliche Zunahme extremer Niederschlags- und Windereignisse kann zu steigendem Bodenabtrag durch Erosion und damit zu einer erhöhten Gefahr von Stoffeinträgen (Sediment, Schweb-, Nähr- und Schadstoffe) aus landwirtschaftlichen Flächen und sonstigen Quellen in Oberflächengewässer führen. Auch ein häufigeres Eintreten extremer Hochwasserereignisse kann durch Umlagerung kontaminierter Sedimente und Überflutung von Industrie- oder Kläranlagen einen erhöhten Schadstoffeintrag verursachen. Gleiches gilt für die mögliche Zunahme der Entlastungshäufigkeit und -dauer von Mischwasserkanalisationssystemen infolge häufigerer Starkregenereignisse, aufgrund derer vermehrt ungeklärtes Abwasser in die Vorfluter gelangen kann.
- **Wassertemperatur und Sauerstoffgehalt:** Steigende Globalstrahlung und Lufttemperaturen in Verbindung mit häufigeren Niedrigwassersituationen (s.o.) begünstigen den natürlichen Wärmeeintrag in die Gewässer und führen zu verringerten Konzentrationen an gelöstem Sauerstoff. Erhöhte Wassertemperaturen steigern überdies die

¹ Die maßgebenden Faktoren für die Höhe des Hochwasserrisikos sind einerseits die Eintrittswahrscheinlichkeit bestimmter Hochwasserereignisse bzw. die Versagenssicherheit von Schutzanlagen und andererseits das Schadenspotenzial in den potenziell hochwassergefährdeten Bereichen.

mikrobiologische Aktivität und die Gefahr entsprechender mikrobiologischer Belastungen sowie die Ausbreitung von Krankheitserregern in Oberflächengewässern.

- Abfluss- bzw. Wasserstandsregime: Die klimawandelbedingte Zunahme von Hoch- und Niedrigwasserereignissen (s. o.) kann strukturelle Veränderungen des Gewässers hervorrufen: Während es durch Hochwasserereignisse beispielsweise zu einer stärkeren Erosion von Uferbereichen kommen kann, können Niedrigwassersituationen häufiger zum Trockenfallen von Flachwasserzonen oder zum vollständigen Austrocknen von Gewässern führen. Infolge eines mit Niedrigwasserabflüssen/-ständen einhergehenden verringerten Wasservolumens kann es aufgrund reduzierter Verdünnung überdies häufiger zu erhöhten Konzentrationen an Nähr- und Schadstoffen in Oberflächengewässern kommen.

Die skizzierten Auswirkungen des Klimawandels können insgesamt zu einer Verschlechterung der Gewässerqualität und damit zu höheren Belastungen aquatischer Ökosysteme sowie zu Einschränkungen der Nutzbarkeit von Oberflächengewässern (z. B. für die Trinkwasserversorgung oder als Freizeit-/Badegewässer) führen.

3.2.1.2 Auswirkungen auf Grundwasservorkommen

Grundwasserdargebot

Die Bildung des Grundwassers wird neben abfluss- bzw. verdunstungsbeeinflussenden Faktoren wie Relief, Vegetation, Bodentyp und Versiegelungsgrad im Wesentlichen von der Höhe, Intensität und jahreszeitlichen Verteilung der Niederschläge sowie von der Evapotranspiration bestimmt. Infolge des Klimawandels sind daher grundsätzlich folgende Auswirkungen auf die Grundwasserneubildung zu erwarten (LAWA 2010a: 14 f.):

- Der tendenziell zu erwartende Rückgang sommerlicher Niederschläge sowie der mit dem Temperaturanstieg und der Verlängerung der Vegetationsperiode einhergehende Anstieg der Evapotranspiration kann eine Abnahme der Grundwasserneubildung bzw. eine Zunahme der Grundwasserzehrung im hydrologischen Sommerhalbjahr bewirken.
- Aus der Zunahme der Niederschlagsmengen im hydrologischen Winterhalbjahr, in dem die Grundwasserneubildung aufgrund der Vegetationsruhe ohnehin besonders hoch ist, kann dagegen ein Anstieg der Grundwasserneubildung in diesem Zeitraum resultieren. Dieser Effekt kann noch zusätzlich durch die abnehmende Zahl an Frosttagen verstärkt werden, die dazu führt, dass Böden seltener gefroren sind und Niederschläge vermehrt infiltrieren können, anstatt oberflächlich abzufließen.

Konkrete Aussagen zur Entwicklung der Grundwasserneubildung können nur unter Berücksichtigung der jeweiligen regionalen Gegebenheiten (naturräumliche Bedingungen, Landnutzung, regionale Klimaprojektionen) gemacht werden. Wie hydrologische Modellierungen des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) für unterschiedliche Regionen in Niedersachsen verdeutlichen, kann es aufgrund der oben skizzierten Klimawandelwirkungen je nach Betrachtungsraum langfristig sowohl zu Zu- als auch zu Abnahmen von Grundwasserneubildung und -dargebot kommen (siehe für Oldenburger Geest, Solling und Nordost-Heide: LBEG 2009c; siehe für Metropolregion Hannover-Göttingen-Braunschweig-Wolfsburg: Wixwat/Röhm 2011). Neben diesen langfristigen Entwicklungstrends sind aufgrund der zunehmenden Wechselwirkungen zwischen feuchteren Wintern und trockeneren, heißeren Sommern zudem stärkere saisonale Schwankungen der Grundwasseroberfläche zu erwarten. Insgesamt können daraus im Winter häufigere Vernässungen durch hoch anstehendes Grundwasser und im

Sommer ein häufigeres temporäres Trockenfallen von grundwasserabhängigen Landökosystemen und Oberflächengewässern resultieren. Darüber hinaus kann es zu (temporären) Einschränkungen der verfügbaren bzw. förderbaren Menge an Grundwasser und zu Beeinträchtigungen der land- und forstwirtschaftlichen Produktion kommen (LAWA 2010a: 15, 24).

Aufgrund des z.T. erheblichen Rückgangs der klimatischen Wasserbilanz (= Differenz von Niederschlag und Evapotranspiration) in der Hauptvegetationsperiode wird eine Ausweitung der landwirtschaftlichen Feldberegnung erforderlich sein. Wie Modellierungen des LBEG zur potenziellen Beregnungsbedürftigkeit unter Klimawandelbedingungen zeigen, werden sowohl die potenziell beregnungsbedürftigen Flächen als auch die notwendigen Beregnungswassermengen pro Beregnungsflächeneinheit zunehmen. In Niedersachsen ist bis zum Ende des 21. Jahrhunderts im Vergleich zum Referenzzeitraum 1961–1990 demnach mit einer Zunahme der beregnungsbedürftigen Ackerfläche um bis zu 10 % und einem Anstieg der erforderlichen Beregnungswassermenge um im Mittel bis zu mehr als 20 % zu rechnen (LBEG 2009a: 9). Besonders von einem Anstieg des Beregnungsbedarfs betroffen sind die bereits heute intensiv beregneten landwirtschaftlichen Anbaugelände auf den sandigen Böden im Nordosten Niedersachsens. Hier steigt die potenzielle Beregnungswassermenge im Mittel sogar um 30 % (LBEG 2009b: 85).

Der Beregnungswasserbedarf wird bis 2100 auf einigen Flächen voraussichtlich so stark zunehmen, dass er nicht mehr durch die heutigen Entnahmeerlaubnisse (i. d. R. 80 mm pro Jahr bzw. 560 mm im siebenjährigen gleitenden Mittel) gedeckt werden kann. Vor allem bei einer Aneinanderreihung besonders trockener Jahre sind die bestehenden Erlaubnisse schnell ausgeschöpft (LWK Niedersachsen 2011a: 7). Zusätzlich wird die Situation dadurch verschärft, dass es aufgrund der klimawandelbedingten Abnahme der (sommerlichen) Grundwasserneubildung (s. o.) nicht ohne Weiteres möglich ist, die Entnahmeerlaubnisse parallel zum steigenden Beregnungsbedarf anzupassen. Es ist daher fraglich, ob künftig überall noch ausreichend Wasser aus den Grundwasserkörpern bereitgestellt werden kann, um den zusätzlichen Feldberegnungsbedarf zu decken (Mersch 2011: 86). Wie der Runderlass des Niedersächsischen Umweltministeriums zur „Mengenmäßigen Bewirtschaftung von Grundwasserkörpern“ (Nds. MU 2007) zeigt, ist die nutzbare Dargebotsreserve in einigen Grundwasserkörpern bereits heute sehr gering. Eine zusätzliche Wassernachfrage könnte daher zu einer Verschärfung der zum Teil schon heute bestehenden Grundwassernutzungskonkurrenzen zwischen Land- und Forstwirtschaft, Industrie/Gewerbe, Trinkwasserversorgung und Naturschutz führen.

Grundwassergüte

Das Grundwasser steht über versickerndes Niederschlagswasser mit der Erdoberfläche in Verbindung, sodass dort freigesetzte Nähr- und Schadstoffe Einfluss auf die Grundwassergüte nehmen können. Aufgrund komplexer Wechselwirkungen verschiedener Faktoren lassen sich die potenziellen Auswirkungen des Klimawandels auf die Grundwassergüte derzeit erst vage abschätzen (LAWA 2010a: 15 f.):

- Steigende Bodentemperaturen und veränderte Bodenwassergehalte, die aus der Abnahme der sommerlichen und der Zunahme der winterlichen klimatischen Wasserbilanz resultieren, können zu Veränderungen von Nährstoffumsatz und -anreicherung innerhalb der Bodenzone und damit zu veränderten Auswaschungspotenzialen von Nährstoffen in das Grundwasser führen.
- Die klimawandelbedingte Verlängerung der Vegetationsperiode und der expandierende Energiepflanzenanbau können mit einer Intensivierung landwirtschaftlicher

Nutzungen einhergehen, die tendenziell erhöhte Dünge- und Pflanzenschutzmittelrückstände in der Bodenzone nach sich ziehen.

- Gleichzeitig können der klimawandelbedingte Anstieg der Niederschlagsmengen im Winter sowie die Zunahme von (sommerlichen) Starkregenereignissen aufgrund der damit einhergehenden hohen Sickerwasserraten eine vermehrte Auswaschung von Nähr- und Schadstoffen in das Grundwasser begünstigen.
- Infolge häufigerer und längerer sommerlicher Trockenperioden, bei denen die Grundwasserstände unter derzeit bekannte Niedrigwasserstände sinken können, kann es zu einer stärkeren Konzentration von geogenen und anthropogenen Stoffen im Grundwasser kommen.
- Im Bereich der Küste und der tidebeeinflussten Ästuare ist eine fortschreitende Versalzung des Grundwassers zu erwarten, da sich die Vermischungszone zwischen Süß- und Salzwasser aufgrund des klimawandelbedingten Anstiegs der Tidewasserstände vergrößern wird.

Die skizzierten Auswirkungen des Klimawandels auf die Grundwassergüte können neben den negativen ökologischen Effekten u. U. auch zur Verschlechterung von Trinkwasserqualitäten bzw. zu Einschränkungen bei der Verwendung von Grundwasservorkommen für die Trinkwassergewinnung führen.

3.2.2 Handlungsbedarf und Anpassungsoptionen

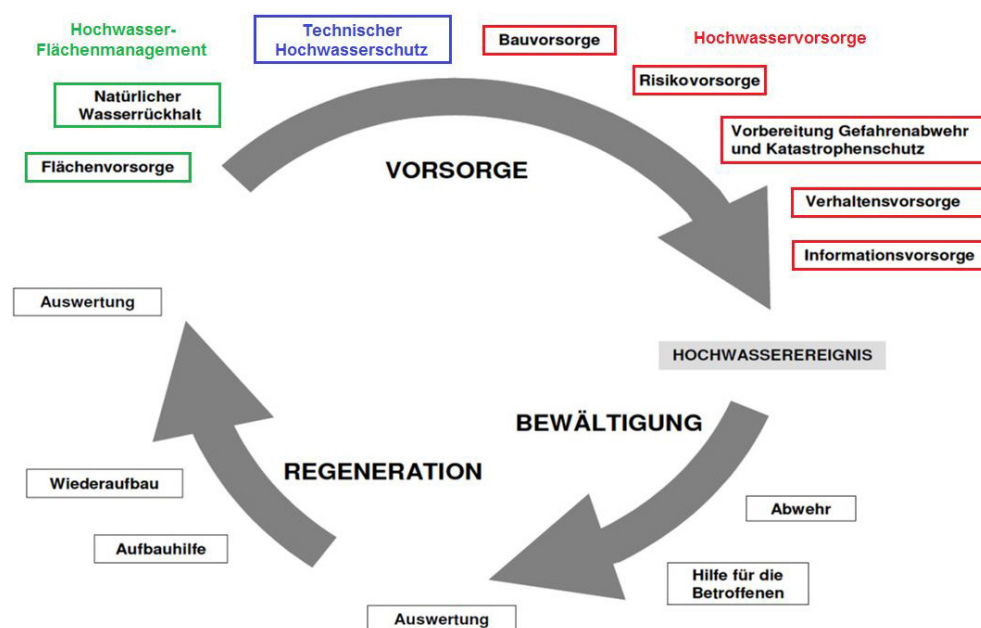
Wie die Ausführungen im vorherigen Kapitel verdeutlichen, wird der Klimawandel zu einer verstärkten Anstrengung sowohl im Umgang mit Hochwasserereignissen als auch mit Wassermangelsituationen erfordern und zu anderen erhöhten Anforderungen an den Gewässerschutz nach sich ziehen. Im Folgenden werden Handlungsbedarfe und generelle Anpassungsoptionen für das Hochwasserrisikomanagement sowie für das quantitative und qualitative Wasserressourcenmanagement dargestellt.

3.2.2.1 Hochwasserrisikomanagement

Aufgrund der zu erwartenden klimawandelbedingten Veränderungen im Hochwasserabflussgeschehen (s. Kap. 3.2.1.1) wird es künftig zunehmend wichtiger, ein nachhaltiges Hochwasserrisikomanagement zu betreiben. Wie Abb. 11 verdeutlicht, sollten dabei alle Phasen vor, während und nach einem Hochwasserereignis berücksichtigt werden (Vorsorge, Bewältigung, Regeneration).

Hochwasserrisikomanagement stellt aufgrund des breiten Maßnahmenspektrums eine Querschnittsaufgabe dar, die das Zusammenwirken von staatlicher bzw. kommunaler Daseinsvorsorge und privater Eigenvorsorge erfordert. In Tab. 4 sind die Aufgabenbereiche und Handlungsmöglichkeiten für den in Abb. 11 dargestellten zentralen Bereich der „Vorsorge“ aufgeführt. Der Fokus des raumplanerischen Handlungsbedarfs liegt dabei auf dem Hochwasser-Flächenmanagement, dessen Maßnahmen darauf gerichtet sind, die für den Hochwasserschutz erforderlichen Flächen zu sichern, das Schadenspotenzial in hochwassergefährdeten Bereichen zu reduzieren und den natürlichen Wasserrückhalt zu verbessern. In Gebieten, in denen bereits bestehende Siedlungen und Infrastrukturen geschützt werden müssen, spielt weiterhin der technische Hochwasserschutz eine wichtige Rolle. Daneben gewinnt unter Risikomanagementaspekten zunehmend die Hochwasservorsorge, bestehend aus der Bau-, Risiko-, Verhaltens- und Informationsvorsorge sowie der Vorbereitung von Gefahrenabwehr und Katastrophenschutz, an Bedeutung.

Abb. 11: Hochwasserrisikomanagement-Zyklus



Quelle: verändert nach LAWA 2010b: 10

Tab. 4: Aufgabenbereiche und Handlungsmöglichkeiten des Hochwasserrisikomanagements zur Anpassung an die potenziellen Auswirkungen des Klimawandels im (Bereich „Vorsorge“)

Aufgabenbereich		Handlungsmöglichkeiten
Hochwasser-Flächenmanagement	Flächen-vorsorge	▪ Sicherung von Flächen für den vorbeugenden Hochwasserschutz (z. B. vorhandene und rückgewinnbare Überschwemmungs- und Retentionsflächen) ▪ Sicherung von Flächen für den technischen Hochwasserschutz (z. B. für Hochwasserrückhaltebecken oder Talsperren/Stauanlagen) ▪ Reduzierung des Schadenspotenzials in hochwassergefährdeten Bereichen durch Festlegung von Nutzungsbeschränkungen bzw. Vorgaben für hochwasserangepasste Nutzungsformen
	Natürlicher Wasserrückhalt	▪ Erhöhung des natürlichen Wasserrückhalts in Gewässern und Auen (Gewässerretention), z. B. durch - Wiedergewinnung von Retentionsflächen entlang von Gewässern, - Renaturierung von Gewässerläufen ▪ Erhöhung der natürlichen Wasserrückhaltung im Einzugsgebiet (Gebietsretention), z. B. durch - abflussmindernde Bewirtschaftungsformen in Land- und Forstwirtschaft - Renaturierung von Mooren und Feuchtgebieten - reduzierte Flächenversiegelung - dezentrale Regenwasserbewirtschaftung
Technischer Hochwasserschutz		▪ Neubau bzw. Neudimensionierung² von - Deichen, Dämmen, Mauern, Sperrwerken, mobilen Hochwasserschutzsystemen und Objektschutzmaßnahmen - Anlagen zur Hochwasserrückhaltung (Polder, Rückhaltebecken, Talsperren) ▪ Bautechnische Vorsorge für eventuelle zukünftige Anpassungserfordernisse, z. B. - Freihaltung von Reservestreifen entlang von Deichen für eine spätere Verstärkung - Schaffung/Offenhaltung der konstruktiven Voraussetzungen für eine spätere Erhöhung von Hochwasserschutzanlagen ▪ Herstellung ausreichender Hochwasserabflussquerschnitte durch - entsprechende Gewässerunterhaltungs/-ausbaumaßnahmen - Beseitigung hydraulischer Engstellen und Abflusshindernisse (Brücken, Wehre etc.)

² Infolge einer klimawandelbedingten Veränderung von (Extrem-)Hochwasserabflüssen können sich die Bemessungswasserstände für die Dimensionierung von Hochwasserschutzanlagen ändern. Die Länder Baden-Württemberg und Bayern haben daher bereits vorsorgend sogenannte Klimaänderungsfaktoren für Hochwasserabflüsse festgelegt, die in die Ermittlung des Bemessungswasserstands einfließen („Lastfall Klimawandel“) (LAWA 2010a: 21 f.). In Niedersachsen werden bei der Bemessung von Hochwasserschutzanlagen (abgesehen vom Küstenschutz) dagegen bisher keine Klimaänderungsfaktoren berücksichtigt. Im September 2013 hat die Umweltministerkonferenz beschlossen, dass im Rahmen eines Nationalen Hochwasserschutzprogramms u. a. eine flussgebietsbezogene Überprüfung und eine eventuelle Weiterentwicklung der Bemessungsgrundlagen vorgenommen werden soll (UMK 2013: 4).

Hochwasservorsorge	Bauvorsorge	▪ Hochwasserangepasstes Planen, Bauen und Sanieren von Gebäuden und Infrastrukturen zur Vermeidung bzw. Verminderung von Hochwasserschäden, z. B. durch - Nutzung angepasster Bauformen - Verwendung wasserunempfindlicher Materialien - Einsatz von Schutzvorrichtungen zur Abdichtung von Fenstern, Türen und Kanalisationsanschlüssen - risikoangepasste Nutzung von Unter- und Erdgeschossen ▪ Hochwasserangepasster Umgang mit wassergefährdenden Stoffen zur Vermeidung von Umweltschäden (z. B. Umstellung der Energieversorgung von Öl- auf Gasheizungen oder erneuerbare Energien)
	Risikovorsorge	▪ Individuelle finanzielle Absicherung des Hochwasserrisikos durch - Versicherung gegen Hochwasserschäden³ - Bildung von Rücklagen
	Vorbereitung von Gefahrenabwehr & Katastrophenschutz	▪ Erstellung von Alarm-, Einsatz- und Evakuierungsplänen für den Hochwasserfall ▪ Erstellung von Störfall/-Notfallplänen für kritische Infrastrukturen (z. B. Energieversorgung, Verkehrsstrassen, Krankenhäuser) ▪ Bereitstellung und Organisation notwendiger Ressourcen für die Gefahrenabwehr (z. B. Einsatzkräfte, (Kommunikations-)Infrastrukturen, Gerätschaften und Materialien) ▪ Durchführung von Katastrophenschutz-Übungen ▪ Aus- und Weiterbildung von Einsatzkräften
	Verhaltensvorsorge	▪ Aufklärung und Bewusstseinsbildung über Hochwasserrisiken und Vorsorgemaßnahmen, z. B. durch - Veröffentlichung von Hochwassergefahren- und -risikokarten - Verteilung von Informationsbroschüren - Berichterstattung in den Medien ▪ Durchführung von Schadensminderungsmaßnahmen im Hochwasserfall seitens der Betroffenen, z. B. - Verlagerung mobiler Wertgegenstände (Kraftfahrzeuge, Möbel, technische Geräte etc.) aus der Gefahrenzone in höher gelegene Bereiche/Stockwerke - Einsatz von Schutzvorrichtungen an baulichen Anlagen
	Informationsvorsorge	▪ Bereitstellung zeitnaher Informationen und Vorhersagen zur Hochwasserlage und zu voraussichtlichen Pegelständen durch die Hochwasservorhersage-Zentrale des NLWKN ▪ Frühzeitige Warnung aller Betroffenen im Hochwasserfall (z. B. über neue Medien wie Mobilfunk und Internet)

Quelle: eigene Darstellung nach LAWA 2004: 16 ff.; LAWA 2010b: 11 f., 22 ff.; Nds. MU/RK Klimaschutz 2012: 163 ff.

³ Seit 1994 kann in Deutschland auf freiwilliger Basis eine Elementarschadensversicherung abgeschlossen werden, die Sachschäden infolge von Naturereignissen, wie z. B. Überschwemmungen, abdeckt. Für die Prämiengestaltung wurde vom Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV) u. a. das „Zonierungssystem für Überschwemmung, Rückstau und Starkregen“ (ZÜRS) entwickelt, das vier Gefahrenklassen enthält. Nach dem ZÜRS-Tarifsystem gelten ca. 6 % der besiedelten Fläche aufgrund besonders hoher Hochwasserrisiken – u. a. aufgrund des mangelnden Risikobewusstseins – insgesamt sehr gering ist (UBA 2006: 34), zieht die Bundesregierung in der „Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel“ die Einführung einer Pflicht-Elementarschadensversicherung oder einer staatlichen Fondslösung in Betracht (Bundesregierung 2008: 36). Eine Versicherungspflicht hätte u. a. den Vorteil, dass über die Versicherungsbedingungen und die Prämiengestaltung die Bereitschaft zur Eigenvorsorge (Bau- und Verhaltensvorsorge) der Betroffenen gefördert und das Hochwasserschadenspotenzial insgesamt reduziert werden könnte.

3.2.2.2 Wasserressourcenmanagement

Unter Wasserressourcenmanagement ist die auf quantitative und qualitative Aspekte abzielende Bewirtschaftung der Oberflächengewässer und des Grundwassers zu verstehen. Tabelle 5 gibt einen Überblick über Aufgabenbereiche und Handlungsmöglichkeiten des Wasserressourcenmanagements zur Anpassung an die in Kap. 3.2.1 skizzierten potenziellen Auswirkungen des Klimawandels. Das breite Spektrum der Handlungsmöglichkeiten verdeutlicht, dass Wasserressourcenmanagement – ebenso wie Hochwasserriksikomanagement – das Zusammenwirken einer Vielzahl von Steuerungsinstanzen und Akteuren (z. B. Wasserwirtschaft, Wasserversorger und -verbraucher, Naturschutz, Land- und Forstwirtschaft, Raumplanung) erfordert.

Tab. 5: Aufgabenbereiche und Handlungsmöglichkeiten des Wasserressourcenmanagements zur Anpassung an die potenziellen Auswirkungen des Klimawandels

Aufgabenbereich		Handlungsmöglichkeiten
Wassermenge (quantitativ)	Oberflächengewässer	▪ Gewährleistung eines Mindestabflusses durch Maßnahmen zur Niedrigwasseraufhöhung, wie z. B. - Anpassung der Steuerung und Bewirtschaftung von Talsperren und Stauanlagen - Schaffung von zusätzlichen Speicherkapazitäten durch Aus- und/oder Neubau von Talsperren und Stau-/Speicheranlagen - Überleitungen aus wasserreicheren Flussgebieten (Wassertransfers) ▪ Abflussverlangsamung durch Renaturierung von Gewässerläufen (z. B. Mäandrierung, Auenentwicklung, Anschluss von Altarmen) ▪ Festlegung von Prioritäten und Restriktionen für Wasserentnahmen im Falle einer Unterschreitung kritischer Abflusswerte/Pegelstände ▪ Einrichtung eines Vorhersage-/Warnsystems für Niedrigwasserereignisse zur Information über voraussichtliche Pegelstände und Abflusswerte für alle betroffenen Gewässernutzer
	Grundwasser	▪ Reduzierung des Wasserverbrauchs durch - Effizienzsteigerungen in der Wassernutzung (z. B. effizientere Feldberegnungstechniken und angepasste Anbaukulturen in der Landwirtschaft, wassersparende Produktionsverfahren in Industrie und Gewerbe, Wassereinsparung in Privathaushalten) - ökonomische Anreize (z. B. Anhebung der Wassergebühren) ▪ Substitution von Wasserentnahmen für die Brauchwasserversorgung und Feldberegnung durch alternative Quellen (z. B. Nutzung von in Speicherbecken vorgehaltenen Wasserüberschüssen aus niederschlagsreichen Zeiten, Verwendung von Prozess- und Klarwasser) ▪ (Vorausschauende) Anpassung von Erlaubnissen bzw. Bewilligungen für Wasserentnahmen an veränderte Dargebotssituationen ▪ Berücksichtigung von sich verändernden Dargebotssituationen bei der Standortwahl besonders wasserverbrauchsintensiver Nutzungen ▪ Sicherung zusätzlicher Gebiete für die Wassergewinnung ▪ Auf-/Ausbau von Verbundsystemen für die Wasserversorgung

			▪ Erhöhung des natürlichen Wasserrückhalts und der Grundwasserneubildung, z. B. durch - Renaturierung von Mooren und Feuchtgebieten - Erhaltung bzw. Schaffung abflussmindernder Landschaftselemente - Rücknahme der Entwässerung - Förderung standortgerechter Formen der Land- und Forstwirtschaft - Reduzierung der Bodenversiegelung und -verdichtung ▪ Künstliche Grundwasseranreicherung durch gezielte Versickerung von Wasserüberschüssen aus niederschlagsreichen Perioden, z. B. durch - Schaffung von Retentions- und Versickerungsbereichen in natürlichen Geländesenken - Aufstau von Entwässerungsgräben - Bau von Versickerungsanlagen ▪ Festlegung von Prioritäten und Restriktionen für Grundwasserentnahmen im Falle einer Unterschreitung kritischer Grundwasserstände ▪ Monitoring von sensiblen und stark beanspruchten Grundwasserkörpern
			▪ Ermittlung der von (saisonal) ansteigenden Grundwasserständen betroffenen Bereiche ▪ Anpassung von Steuerungsinstrumenten der Grundwasserbewirtschaftung (z. B. verstärkte Entwässerung) ▪ Anpassung der Landbewirtschaftung und Bauplanung
		Wassergüte (qualitativ)	▪ Wiederherstellung der linearen Durchgängigkeit von Gewässern ▪ Verbesserung der Quervernetzung von Gewässern ▪ Naturnahe Umgestaltungen im Gewässer-, Böschungs- und Auenbereich (z. B. Laufveränderung, Anschluss von Altarmen und Seitengewässern, Ufer- oder Sohlgestaltung, Gehölzentwicklung) ▪ Ökologisch orientierte Gewässerunterhaltung (z. B. Zulassen einer eigendynamischen Gewässerentwicklung, Förderung der Vielfalt von Gewässerstrukturen und -habitaten)
		Oberflächengewässer	▪ Beschattung von Gewässern durch Anpflanzung von Ufergehölzen ▪ Restriktionen für Kühlwassereinleitungen bei Überschreitung bestimmter Temperaturgrenzwerte (Anpassung von Wärmelastplänen)

⁴ Die Verbesserung der Gewässerstruktur trägt insgesamt zu einer verringerten Verwundbarkeit von Gewässern gegenüber den potenziellen Auswirkungen des Klimawandels bei. So können ausgleichende Wirkungen auf das Abflussgeschehen erzielt und Rückzugsmöglichkeiten für die aquatische Fauna während Stresssituationen wie Niedrig- oder Hochwasser geschaffen werden. Zudem ermöglicht eine entsprechende Durchgängigkeit und Quervernetzung von Gewässern die (klimawandelbedingte) Migration von Arten und die Wiederbesiedlung von Gewässerabschnitten nach periodischem Trockenfallen (LAWA 2010a: 19, 28).

		Vermeidung erhöhter stofflicher Belastungen	▪ Reduzierung von Einträgen aus Punktquellen (Kläranlagen, Industrie etc.), z. B. durch - Maßnahmen zur Minderung von Stoffeinträgen infolge von Kanalisationsentlastungen nach Starkregenereignissen (z. B. Vergrößerung von Rückhalteinrichtungen, Umstellung von Misch- auf Trennwassersystem) - Verschärfung von Einleitungsregelungen bei Unterschreitung bestimmter Abflusswerte/Pegelstände ▪ Reduzierung von Einträgen aus diffusen Quellen, z. B. durch - Anlage von Gewässerrandstreifen und Schutzpflanzungen zur Verminderung von Sediment- und Stoffausträgen aus landwirtschaftlich genutzten Flächen - Förderung umweltgerechter und klimawandelangepasster Formen der Landbewirtschaftung (u. a. Kultur- und Sortenwahl, Bodenbearbeitung, Bewässerung, Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln) - Ausweisung von Schutzgebieten
	Grundwasser		

Quelle: eigene Darstellung nach Nds. MU/RK Klimaschutz 2012: 168 ff., eigene Ergänzungen

3.2.3 Handlungsmöglichkeiten und Instrumente der wasserwirtschaftlichen Fachplanung

Im Zuge der Novellierung des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) im Jahr 2010 ist in die allgemeinen Grundsätze der Gewässerbewirtschaftung nach § 6 Abs. 1 WHG u. a. der Grundsatz eingeflossen, dass die Gewässerbewirtschaftung den „möglichen Folgen des Klimawandels vorzubeugen“ hat (§ 6 Abs. 1 Nr. 5 WHG). Im Kontext der Anpassung an die potenziellen Auswirkungen des Klimawandels sind darüber hinaus insbesondere folgende Grundsätze von Bedeutung:

- Erhaltung und Verbesserung der Funktions- und Leistungsfähigkeit der Gewässer als Bestandteil des Naturhaushalts und als Lebensraum für Tiere und Pflanzen (§ 6 Abs. 1 Nr. 1 WHG)
- Vermeidung von Beeinträchtigungen der Gewässer im Hinblick auf den Wasserhaushalt der direkt von den Gewässern abhängenden Landökosysteme und Feuchtgebiete (§ 6 Abs. 1 Nr. 2 WHG)
- Erhaltung oder Schaffung bestehender oder künftiger Nutzungsmöglichkeiten der Gewässer insbesondere für die öffentliche Wasserversorgung (§ 6 Abs. 1 Nr. 4 WHG)
- Gewährleistung natürlicher und schadloser Abflussverhältnisse an oberirdischen Gewässern und Vorbeugung vor der Entstehung von nachteiligen Hochwasserfolgen insbesondere durch Rückhaltung des Wassers in der Fläche (§ 6 Abs. 1 Nr. 6 WHG)

Im Folgenden werden die Ansatzpunkte des wasserrechtlichen Instrumentariums dargestellt, die einen Beitrag zur Bewältigung der potenziellen Folgen des Klimawandels in den Bereichen Hochwasserrisikomanagement und Wasserressourcenmanagement leisten können.

3.2.3.1 Hochwasserrisikomanagement

EG-Hochwasserrisikomanagementrichtlinie

Von zentraler Bedeutung für die wasserrechtlichen Regelungen im Bereich des Hochwasserrisikomanagements ist die im Jahr 2007 veröffentlichte „Richtlinie 2007/60/EG über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken“ (EG-Hochwasserrisikomanagementrichtlinie; EG-HWRMRL), die im Zuge der Novellierung des WHG am 1. März 2010 in bundesdeutsches Recht umgesetzt wurde. Das Ziel der EG-HWRMRL ist die Verringerung der hochwasserbedingten nachteiligen Folgen auf die menschliche Gesundheit, die Umwelt, das Kulturerbe, wirtschaftliche Tätigkeiten und erhebliche Sachwerte. Dieses Ziel soll mit koordinierten Maßnahmen aller Beteiligten im Rahmen eines auf naturräumlich definierte Verwaltungseinheiten (Flussgebietseinheiten) ausgerichteten und mit der EG-Wasserrahmenrichtlinie abgestimmten Hochwasserrisikomanagements erreicht werden. Die EG-HWRMRL sieht dabei ein dreistufiges Verfahren bestehend aus der vorläufigen Bewertung des Hochwasserrisikos und der Bestimmung von Risikogebieten gemäß § 73 WHG (Umsetzung bis Ende 2011), der Erstellung von Gefahren- und Risikokarten gemäß § 74 WHG (Umsetzung bis Ende 2013) sowie der Aufstellung von Risikomanagementplänen gemäß § 75 WHG (Umsetzung bis Ende 2015) vor. Im Anschluss daran soll alle sechs Jahre eine Überprüfung und ggf. Aktualisierung der Ergebnisse dieses dreistufigen Verfahrens erfolgen, bei der ausdrücklich auch den voraussichtlichen Auswirkungen des Klimawandels auf das Hochwasserrisiko Rechnung zu tragen ist (§§ 73, 74 und 75 jeweils Abs. 6 WHG). In Niedersachsen ist der Niedersächsische Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) für die Umsetzung der EG-HWRMRL zuständig.

Die Bestimmung der „Gebiete mit signifikantem Hochwasserrisiko (*Risikogebiete*)“ (§73 WHG) erfolgte in Niedersachsen entlang der Gewässer im Binnenland auf Basis der Gewässerkulisse für die Überschwemmungsgebietsausweisung⁵. Innerhalb dieser Kulisse wurden – entsprechend den Anforderungen nach Art. 5 Abs. 1 EG-HWRMRL – diejenigen Gebiete als Risikogebiete bestimmt, bei denen davon auszugehen ist, „dass ein potenzielles signifikantes Hochwasserrisiko besteht oder für wahrscheinlich gehalten werden kann“. Dies betrifft im niedersächsischen Binnenland Gewässerabschnitte mit einer Gesamtlänge von ca. 2.300 km an insgesamt 29 Gewässern⁶ (NLWKN 2013a).

⁵ Die Gewässerkulisse für die Überschwemmungsgebietsausweisung ist gemäß § 115 Abs. 1 NWG durch die „Verordnung über die Gewässer und Gewässerabschnitte, bei denen durch Hochwasser nicht nur geringfügige Schäden entstanden oder zu erwarten sind“ vom 26. November 2007 definiert. Insgesamt umfasst die Verordnung mehr als 600 Gewässerabschnitte mit einer Gesamtstrecke von rund 7.100 km (Nds. MU 2013c).

⁶ Die vorläufige Bewertung des Hochwasserrisikos soll laut Art. 4 Abs. 2 EG-HWRMRL auf der Grundlage verfügbarer oder leicht abzuleitender Informationen durchgeführt werden. Dabei soll als ein wichtiges Bewertungskriterium u. a. die Beschreibung vergangener Hochwasserereignisse mit signifikanten nachteiligen Folgen zugrunde gelegt werden. Da allerdings in kleineren Einzugsgebieten Beschreibungen historischer Hochwasser häufig nicht verfügbar bzw. nicht leicht abzuleiten sind, lag das Augenmerk bei der Bestimmung der Risikogebiete im Rahmen des ersten Managementzyklus primär auf Gewässern mit einem größeren Einzugsgebiet (NLWKN 2013a). Dies erklärt, warum die Gesamtstrecke der Gewässerabschnitte, an denen Risikogebiete bestimmt wurden (ca. 2.300 km) deutlich geringer ausfällt als die Gesamtstrecke der Gewässerkulisse für die Überschwemmungsgebietsausweisung (ca. 7.100 km; s. vorherige Fußnote).

Die für die Risikogebiete zu erstellenden *Gefahren-⁷ und Risikokarten⁸* können zur Verbesserung des Hochwasserbewusstseins beitragen und ein wertvolles Informationsinstrument für Regional- und Bauleitplanung, für Gefahrenabwehr und Katastrophenschutz sowie für die erforderliche Eigenvorsorge der betroffenen Grundstücks-/Gebäudeeigentümer bzw. -nutzer (für die gemäß § 5 Abs. 2 WHG eine gesetzliche Verpflichtung besteht⁹) darstellen. Für die Wirkungskraft der Gefahren- und Risikokarten wird es dabei von entscheidender Bedeutung sein, dass diese sowohl in den Raumordnungsprogrammen als auch in den Bauleitplänen Berücksichtigung finden. Mit einer entsprechenden Verpflichtung zur nachrichtlichen Übernahme – die bislang nicht ausdrücklich besteht – könnte die potenzielle Informations- und Warnfunktion dieser Plandokumente genutzt werden, um das Risikobewusstsein bei den öffentlichen Planungs- und Zulassungsstellen sowie bei den privaten Grundstücks-/Gebäudeeigentümern bzw. -nutzern zu schärfen (Reese 2010a: 81).

Die für die Risikogebiete¹⁰ aufzustellenden *Risikomanagementpläne* sollen dazu dienen, „die nachteiligen Folgen, die an oberirdischen Gewässern mindestens¹¹ von einem

⁷ In den Gefahrenkarten sind jeweils Angaben zum potenziellen Ausmaß einer Überflutung (Ausdehnung, Wassertiefe, Fließgeschwindigkeit, Wasserabfluss) zu machen, die bei folgenden Hochwasserereignissen zu erwarten sind: 1.) bei Hochwassern mit niedriger Wahrscheinlichkeit oder bei Extremereignissen (s. nachfolgende Erläuterung), 2.) bei Hochwassern mit mittlerer Wahrscheinlichkeit (voraussichtliches Wiederkehrintervall mindestens 100 Jahre) und – soweit erforderlich – 3.) bei Hochwassern mit hoher Wahrscheinlichkeit (§ 74 Abs. 2 und 3 WHG).

Unter „Hochwasserereignissen mit niedriger Wahrscheinlichkeit“ sind solche zu verstehen, die statistisch gesehen deutlich seltener als alle 100 Jahre auftreten (LAWA 2010c: 38). In Niedersachsen wird an einigen Gewässern ein HQ₂₀₀ zugrunde gelegt, an den meisten Gewässern wird allerdings ein mit dem Faktor 1,3 (z. T. auch 1,4) multiplizierter HQ₁₀₀-Abfluss herangezogen. Der Grund dafür ist, dass an vielen Pegeln die Beobachtungsdauer zu kurz ist, um eine verlässliche Jährlichkeit anzugeben (mündliche Auskunft des NLWKN). Unter „Extremereignissen“ sind beispielsweise folgende Szenarien zu verstehen: ein Versagen von Hochwasserschutzanlagen, eine ungünstige Kombination seltener Hochwasserereignisse an der Küste (durch Sturmflut) und im Binnenland oder eine ungünstige Kombination seltener Hochwasserereignisse mit Abflussbeeinträchtigungen baulicher oder sonstiger Art (LAWA 2010c: 38).

⁸ Die Risikokarten umfassen die potenziellen hochwasserbedingten nachteiligen Auswirkungen der jeweiligen Hochwasserereignisse mit unterschiedlicher Eintrittswahrscheinlichkeit. Die Risiken werden ausgedrückt durch die Anzahl der potenziell betroffenen Bewohner, die Art der wirtschaftlichen Tätigkeiten im potenziell betroffenen Gebiet und mögliche hochwasserbedingte Umweltgefährdungen bzw. -schäden (§ 74 Abs. 4 WHG i. V. m. Art. 6 Abs. 5 EG-HWRMRL).

⁹ Gemäß § 5 Abs. 2 WHG ist „jede Person, die durch Hochwasser betroffen sein kann, [...] im Rahmen des ihr Möglichen und Zumutbaren verpflichtet, geeignete Vorsorgemaßnahmen zum Schutz vor nachteiligen Hochwasserfolgen und zur Schadensminderung zu treffen, insbesondere die Nutzung von Grundstücken den möglichen nachteiligen Folgen für Mensch, Umwelt oder Sachwerte durch Hochwasser anzupassen“.

¹⁰ Die Beschränkung des Planungsbezugs gemäß § 75 Abs. 1 WHG, wonach Hochwasserrisikomanagementpläne wörtlich lediglich „für Risikogebiete“, d. h. lediglich für solche Gebiete, in denen signifikante Schadenspotenziale gemäß § 73 Abs. 1 WHG bestehen, zu erstellen sind, darf laut Reese (2011: 23 ff.) nicht im Sinne einer räumlichen Beschränkung der Maßnahmen auf diese Gebiete aufgefasst werden. Stattdessen muss diese Formulierung im Sinne einer zweckerhaltenden Auslegung dahingehend verstanden werden, dass zur Reduzierung des Hochwasserrisikos „für Risikogebiete“ auch Maßnahmen außerhalb der Risikogebiete vorgesehen werden können bzw. müssen. Andernfalls wäre eine Verbesserung des Wasserrückhalts in der Fläche des gesamten Einzugsgebiets oder die Schaffung von Retentions- und Entlastungsflächen in unbebauten Uferbereichen und (baulich) ungenutzten Räumen, die i. d. R. außerhalb der Risikogebiete liegen, nicht möglich, und der Risikomanagementplan könnte seinen im Gesetz niedergelegten Zweck gar nicht erfüllen.

¹¹ Dass gemäß § 75 Abs. 2 WHG als gesetzlicher Orientierungswert für die Aufstellung von Risikomanagementplänen lediglich ein Hochwasser von mindestens mittlerer Wahrscheinlichkeit (das gemäß § 74 Abs. 2 Nr. 2 WHG einem HQ₁₀₀ entspricht) vorgegeben ist und nicht – wie dies gemäß § 74 Abs. 2 und 4 WHG für die Erstellung von Gefahren- und Risikokarten der Fall ist – ausdrücklich auch ein Hochwasser mit niedriger Wahrscheinlichkeit bzw. ein Extremereignis zu berücksichtigen ist, kann als Schwachpunkt der Regelungen zur Hochwasserrisikomanagementplanung angesehen werden. Denn dies hat zur Folge, dass extreme Hochwasserereignisse, die u. U. zum Versagen von Schutzanlagen und entsprechenden großräumigen Überschwemmungen führen können, in der Hochwasserrisikomanagementplanung nicht zwangsläufig betrachtet werden müssen (Wagner 2008: 778). Gerade das Management extremer Ereignisse bedarf jedoch einer guten Planungsgrundlage, damit insbesondere Gebiete mit hohem Schadenspotenzial durch entsprechende Maßnahmen (z. B. gezielte Hochwasserentlastung durch Öffnung bzw. Überströmung von Deichen in dafür geeigneten Bereichen, Resilienzsteigerung durch ein gekammertes Schutzsystem) vor Hochwasserkatastrophen geschützt werden können.

Hochwasser mit mittlerer Wahrscheinlichkeit [...] ausgehen, zu verringern, soweit dies möglich und verhältnismäßig ist“ (§ 75 Abs. 2 WHG). Dabei sollen alle Aspekte des Hochwasserrisikomanagements (s. Abb. 11 und Tab. 4), insbesondere Vermeidung, Schutz und Vorsorge, berücksichtigt werden (§ 75 Abs. 2 und 3 WHG i.V.m. Art. 7 Abs. 2 und 3 EG-HWRMRL). Die Risikomanagementpläne entfalten selbst keine direkte Rechtswirkung. Die Wirksamkeit der Pläne hängt daher insbesondere davon ab, ob die identifizierten räumlichen Vorsorgeerfordernisse des Hochwasserschutzes (z. B. Freihaltung von hochwassergefährdeten Bereichen von Bebauung, Verbesserung des Wasserrückhalts in der Fläche) dort Berücksichtigung finden, wo die relevanten Raumnutzungen und -funktionen gesteuert werden können (Reese 2011: 22 f.). Aus diesem Grund ist für die Umsetzung der (wasserwirtschaftlichen) Hochwasserrisikomanagementplanung eine enge Abstimmung mit den Instrumenten benachbarter Fachplanungen und -politiken (z. B. Landwirtschaft und Naturschutz) sowie mit der Raumordnung und der Bauleitplanung erforderlich.

Gemäß § 79 Abs. 1 Satz 2 WHG ist bei der Aufstellung von Hochwasserrisikomanagementplänen eine aktive Beteiligung aller interessierten Stellen gefordert. Dies ist insbesondere deshalb sinnvoll, weil zum einen aufgrund des Umdenkens von einem auf technische Schutzmaßnahmen orientierten Hochwasserschutz hin zu einem in die Fläche orientierten Hochwasserrisikomanagement künftig mehr Akteure von der Planung und Umsetzung entsprechender Maßnahmen betroffen und daran zu beteiligen sein werden (Hartmann 2011: 267) und zum anderen ein partizipatives Vorgehen zur Verbesserung der gesamtgesellschaftlichen Akzeptanz von Maßnahmen zum (vorbeugenden) Hochwasserschutz beitragen kann (Gerber 2011: 48). Entsprechend ihrer zentralen Rolle im Hochwasserschutz hat die Wasserwirtschaftsverwaltung (NLWKN) die Koordinationsaufgabe bei der Aufstellung von Hochwasserrisikomanagementplänen. Erfahrungen mit der Beteiligung der interessierten Stellen und der Organisation eines solchen Prozesses liegen aus der Erstellung von Hochwasserschutzplänen und der Umsetzung der EG-WRRRL (Gebietskooperationen und -foren; s. Kap. 3.2.3.2) vor. Auf der Basis dieser Erkenntnisse kann der Beteiligungsprozess an die spezifischen Anforderungen der Hochwasserrisikomanagementplanung nach EG-HWRMRL angepasst werden (LAWA 2010b: 18).

Überschwemmungsgebiete

Neben den Vorgaben der EG-HWRMRL zum Hochwasserrisikomanagement sieht das Wasserrecht als weiteres Hochwasserschutzinstrument die Sicherung und Wiederherstellung von Überschwemmungsgebieten¹² vor:

- Gemäß § 76 Abs. 2 Nr. 1 WHG sind innerhalb der Risikogebiete mindestens¹³ diejenigen Gebiete, in denen ein Hochwasserereignis statistisch¹⁴ einmal in 100 Jahren zu

¹² Überschwemmungsgebiete sind nach § 76 Abs. 1 WHG „Gebiete zwischen oberirdischen Gewässern und Deichen oder Hochufern und sonstige Gebiete, die bei Hochwasser überschwemmt oder durchflossen oder die für Hochwasserentlastung oder Rückhaltung beansprucht werden.“

¹³ Da das bundesrechtliche Bemessungshochwasser (HQ₁₀₀) ausdrücklich nur eine Mindestvorgabe darstellt, bleibt es den Ländern vorbehalten, ein höheres Schutzniveau festzulegen, sofern dies durch ein besonderes Schadenspotenzial gerechtfertigt ist (Zloch 2011: § 76, Rn. 24).

¹⁴ Im Hinblick auf den Klimawandel ist zu beachten, dass mit dem statistisch ermittelten HQ₁₀₀ ausschließlich auf Hochwasserereignisse in der Vergangenheit, nicht aber auf – durch den Klimawandel geprägte – zukünftige Ereignisse abgestellt wird und somit eine mögliche klimawandelbedingte Zunahme extremer Hochwasserabflüsse keine Berücksichtigung findet. Laut Köck (2007: 397) stellt sich daher die Frage, ob der Maßstab eines aus den statistischen Werten der Vergangenheit ermittelten HQ₁₀₀ für die Bemessung von Überschwemmungsgebieten ausreichend ist oder ob ein „Klimawandelzuschlag“ zugrunde gelegt werden sollte – ähnlich wie dies bereits in einigen Bundesländern für das Bemessungshochwasser zur Auslegung technischer Hochwasserschutzanlagen praktiziert wird (LAWA 2010a: 21 f.).

erwarten ist, als Überschwemmungsgebiete festzusetzen. § 76 Abs. 2 Nr. 2 WHG zufolge sind zudem solche Flächen als Überschwemmungsgebiete festzusetzen, die zur Hochwasserentlastung und Rückhaltung beansprucht werden (z. B. flutbare Polder)¹⁵. Erstgenannte Gebiete sind bis zum 22. Dezember 2013 festzusetzen; für die zweitgenannten Gebiete existiert keine Frist. Die Festsetzungen sind an neue Erkenntnisse anzupassen.

Da in Niedersachsen nach wie vor die „Verordnung über die Gewässer und Gewässerabschnitte, bei denen durch Hochwasser nicht nur geringfügige Schäden entstanden oder zu erwarten sind“ vom 26. November 2007 gilt, sind gemäß § 115 Abs. 2 NWG zudem weiterhin auch an diesen Gewässerstrecken Überschwemmungsgebiete festzusetzen – in diesem Fall allerdings ohne Fristensetzung sowie lediglich für die von einem HQ₁₀₀ betroffenen Bereiche und nicht auch für Flächen zum Zwecke der Hochwasserentlastung und Rückhaltung.

Die Zuständigkeit für die Festsetzung der Überschwemmungsgebiete liegt in Niedersachsen bei den unteren Wasserbehörden; die Ermittlung/Feststellung der entsprechenden Gebietsabgrenzung erfolgt durch den Gewässerkundlichen Landesdienst des NLWKN (§ 115 Abs. 2 Satz 2 NWG). Mit der Veröffentlichung der entsprechenden Arbeitskarten im Niedersächsischen Ministerialblatt gelten ermittelte/festgestellte Gebiete als vorläufig gesichert und unterliegen damit gemäß § 78 Abs. 6 WHG bis zum Abschluss des förmlichen Festsetzungsverfahrens bereits den gleichen Nutzungsbeschränkungen (s. u.) wie festgesetzte Überschwemmungsgebiete (Nds. MU 2013c; Nds. MU 2013d).

Die Festsetzung von Überschwemmungsgebieten erfolgt unabhängig von der bauplanungsrechtlichen Qualifizierung der Fläche. Sie kann daher nicht nur im Außenbereich nach § 35 BauGB erfolgen, sondern auch in Bereichen, die mit Bebauungsplänen überplant bzw. die im Zusammenhang bebauten Ortsteilen (Innenbereich) zuzuordnen sind (ARGEBAU 2010: 12).

- § 77 WHG besagt, dass Überschwemmungsgebiete in ihrer Funktion als Rückhalteflächen zu erhalten sind und frühere Überschwemmungsgebiete, die als Rückhalteflächen geeignet sind, soweit wie möglich wiederhergestellt werden sollen, sofern dem überwiegende Gründe des Allgemeinwohls nicht entgegenstehen. Das Erhaltungsgebot des § 77 WHG gilt insbesondere für Überschwemmungsgebiete nach § 76 WHG, die (noch) nicht festgesetzt oder vorläufig gesichert sind.
- § 78 Abs. 1 WHG normiert konkrete Nutzungsbeschränkungen für Überschwemmungsgebiete. Im Vordergrund der Regelungen steht die Einschränkung der Bautätigkeit im Interesse einer präventiven Vermeidung von Hochwasserschäden. So ist es untersagt, neue Baugebiete in Bauleitplänen oder sonstigen Satzungen nach dem Baugesetzbuch auszuweisen (ausgenommen für Häfen und Werften) oder bauliche Anlagen nach §§ 30, 33, 34 und 35 BauGB zu errichten bzw. zu erweitern. Des Weiteren sind Maßnahmen wie u. a. die Errichtung von Mauern, Wällen oder ähnlichen Anlagen quer zur Fließrichtung, das Erhöhen oder Vertiefen der Erdoberfläche, die Ablagerung von Gegenständen mit abflussbehindernder Wirkung oder die Umwandlung von Grünland in Ackerland sowie von Auwald in eine andere Nutzungsart

¹⁵ Aufgrund der typischerweise in solchen Gebieten vorliegenden Nutzungseinschränkungen bedarf es im Hinblick auf Art. 14 Abs. 1 GG einer am Verhältnismäßigkeitsgrundsatz orientierten Abwägung zwischen den individuellen Nachteilen der Inanspruchnahme solcher Gebiete und den Vorteilen für den Hochwasserschutz (Zloch 2011: § 76, Rn. 27).

untersagt. Bei entsprechender Einhaltung der in § 78 Abs. 2 bis 4 WHG genannten Kriterien (z.B. Ausgleich des Verlustes an Rückhalteraum, hochwasserangepasste Bauweise) kann die zuständige Wasserbehörde in Form einer wasserrechtlichen Genehmigung jedoch Ausnahmen zulassen.

- Gemäß § 78 Abs. 5 WHG sind in der Rechtsverordnung eines Überschwemmungsgebietes – soweit dies erforderlich ist – weitere Maßnahmen oder Vorschriften zu erlassen, u.a. zum Erhalt oder zur Verbesserung der ökologischen Strukturen der Gewässer und ihrer Überflutungsflächen, zum Erhalt oder zur (Rück-)Gewinnung von Rückhalteflächen, zur Regelung des Hochwasserabflusses und zum hochwasserangepassten Umgang mit wassergefährdenden Stoffen. Durch diese Festsetzungsmöglichkeiten wird das allgemeine raumplanerische Gestaltungsinstrumentarium von wasserrechtlicher Seite ergänzt und den Wasserbehörden die Möglichkeit eröffnet, verbindliche raumbezogene Maßnahmen und Nutzungsvorgaben/-beschränkungen festzusetzen (Reese 2011: 24).

Wie die vorangegangenen Ausführungen verdeutlichen, verfügt die wasserwirtschaftliche Fachplanung insgesamt über ein umfangreiches Instrumentarium, um Überschwemmungsflächen zu erhalten und zurückzugewinnen. Es ist jedoch fraglich, ob dieses Instrumentarium auch wirklich in vollem Umfang zum Einsatz kommt. Sowohl im Hinblick auf die Festsetzung von Überschwemmungsgebieten gemäß § 76 Abs. 2 Nr. 2 WHG (d.h. von zur Hochwasserentlastung und Rückhaltung beanspruchten Gebieten) als auch für die Wiederherstellung von früheren Überschwemmungsgebieten gemäß § 77 Satz 3 WHG bestehen – anders als bei der am HQ_{100} orientierten Festsetzung von Überschwemmungsgebieten nach § 76 Abs. 2 Nr. 1 (die in erster Linie der Schadensvorsorge dienen) – keine gesetzlichen Vorgaben. Daher liegt die Entscheidung, ob und in welchem Ausmaß eine Fläche zur Hochwasserentlastung und Rückhaltung beansprucht bzw. als Überschwemmungsgebiet wiederhergestellt wird, allein bei der zuständigen Wasserbehörde. Dass sich diese Stellen bei entgegenstehenden Nutzungsinteressen „ohne zwingenden gesetzlichen Rückhalt ausreichend widersetzen und der Hochwasservorsorge den gebotenen Raum geben werden, erscheint in Anbetracht der bisherigen Erfahrungen allerdings wenig realistisch“ (Reese 2011: 24). Verschärft wird diese Problematik noch dadurch, dass der Erhalt bzw. die Rückgewinnung von Überschwemmungsgebieten zur Hochwasserentlastung und Rückhaltung in erster Linie den Flussunterliegern zugute kommt und nicht – wie die Sicherung von Überschwemmungsgebieten zur Schadensvorsorge – primär im Eigeninteresse der potenziell selbst betroffenen Verwaltungseinheiten liegt.

Um den genannten Hemmnissen entgegenzutreten und den vorbeugenden Hochwasserschutz weiter voranzutreiben, werden grundsätzlich folgende Ansatzpunkte als zielführend erachtet:

- Erstellung eines landesweiten Retentionsflächenkonzepts/-katasters (z.B. im Rahmen der Hochwasserrisikomanagementplanung; s.o.) durch den NLWKN, das als Grundlage für die Sicherung von Überschwemmungsgebieten gemäß § 76 Abs. 2 Nr. 2 WHG bzw. die Wiederherstellung früherer Überschwemmungsgebiete gemäß § 77 Satz 3 WHG dienen kann
- Aufstockung des Bau- und Finanzierungsprogramms des Landes Niedersachsen für den Hochwasserschutz und verstärkte Ausrichtung auf die Wiederherstellung von Rückhalte- und Entlastungsflächen inklusive der damit verbundenen finanziellen Erfordernisse (z.B. Flächenerwerb, Ausgleichs- und Entschädigungsleistungen für Be-

troffene im Falle erforderlicher Umsiedlungen bzw. entstehender Nutzungseinschränkungen)

- Schaffung einzugsgebietsbezogener Interessenverbände für den Hochwasserschutz zur optimierten Umsetzung großräumig abgestimmter Maßnahmen
- Einsatz von Verhandlungs- und Finanzierungslösungen zum Lastenausgleich zwischen Ober- und Unterliegern (z. B. Fonds)
- Schaffung von Transparenz und Akzeptanz durch frühzeitigen Einsatz informeller Instrumente zur Information und Beteiligung der von Hochwasserschutzmaßnahmen betroffenen Akteure (z. B. Flächeneigentümer und -bewirtschafter, sonstige Interessenvertreter)

Auf der Bundesebene hat die Umweltministerkonferenz nach den jüngsten Hochwasserereignissen von Mai/Juni 2013 auf einer Sondersitzung im September 2013 die große Bedeutung des vorbeugenden Hochwasserschutzes herausgestellt und die Erarbeitung eines Nationalen Hochwasserschutzprogramms beschlossen. Zur Aufstellung dieses Programms sollen durch die Länder unter Anwendung von in der LAWA vereinbarten Kriterien und Bewertungsmaßstäben (zu Wirksamkeit, Umsetzbarkeit, Wirtschaftlichkeit und Synergien, z. B. mit dem Naturschutz und Biotopverbund) prioritäre und überregional wirksame Maßnahmen insbesondere zur Rückgewinnung von Retentionsflächen mit signifikanter Wirkung auf die Senkung der Hochwasserscheitel identifiziert, in den Flussgebietsgemeinschaften abgestimmt und anschließend von der LAWA zu einem Vorschlag für eine entsprechende Liste zur Aufnahme in das Nationale Hochwasserschutzprogramm zusammengefasst werden. Zur Finanzierung des Programms wird eine zweckgebundene Bereitstellung zusätzlicher Mittel im Rahmen der GAK sowie eine Gleichstellung der Förderung des Hochwasserschutzes mit der des Küstenschutzes im Hinblick auf das Finanzierungsverhältnis zwischen Bund und Ländern (70:30) gefordert. Darüber hinaus sollen die Fördermöglichkeiten der EU in weitestgehendem Umfang für die Umsetzung des Nationalen Hochwasserschutzprogramms genutzt werden (UMK 2013: 4 ff.).

Hochwasserentstehungsgebiete

Ein weiteres Instrument des vorbeugenden Hochwasserschutzes, das in Niedersachsen bislang zwar keine Anwendung findet, insbesondere aber vor dem Hintergrund des Klimawandels an Bedeutung gewinnen könnte, ist die bundesweit erstmalig im Sächsischen Wassergesetz eingeführte Kategorie der Hochwasserentstehungsgebiete¹⁶. Nach § 100b SächsWG ist in diesen Gebieten auf eine Vermeidung der Hochwasserentstehung hinzuwirken, indem durch geeignete Maßnahmen (z. B. Entsiegelung der Böden, Aufforstung) das natürliche Wasserversickerungs- und Wasserrückhaltevermögen erhalten und verbessert wird. Neue Vorhaben oder Baugebiete innerhalb der Hochwasserentstehungsgebiete dürfen demnach nur zugelassen werden, wenn das Wasserversickerungs- und Rückhaltevermögen nicht beeinträchtigt oder Beeinträchtigungen durch geeignete Maßnahmen (z. B. Errichtung technischer Rückhalteeinrichtungen, Anlegen von Wald) innerhalb des Hochwasserentstehungsgebiets angemessen kompensiert werden (§ 100b Abs. 2 bis 5 SächsWG).

¹⁶ Der Definition des § 100b Abs. 1 SächsWG zufolge handelt es sich bei Hochwasserentstehungsgebieten um „Gebiete, insbesondere in den Mittelgebirgs- und Hügellandschaften, in denen bei Starkniederschlägen oder bei Schneeschmelze in kurzer Zeit starke oberirdische Abflüsse eintreten können, die zu einer Hochwassergefahr in den Fließgewässern und damit zu einer erheblichen Gefahr für die öffentliche Sicherheit und Ordnung führen können“.

Das Instrument des Hochwasserentstehungsgebiets könnte damit – ergänzend zum Instrument des Wasserschutzgebiets, das aufgrund der primären Zielrichtung „Schutz von Grundwasservorkommen“ jedoch eher für eine andere Gebietskulisse infrage kommt (s. Abschnitt „Wasserressourcenmanagement“) – die Einflussmöglichkeiten der wasserwirtschaftlichen Fachplanung auf die Verbesserung des Wasserrückhalts in der Fläche erweitern. Hochwasserentstehungsgebiete könnten für eine fachlich abgegrenzte Kulisse von Gebieten festgesetzt werden (insbesondere im Mittelgebirge oder im Berg- und Hügelland), in denen aufgrund ihrer Gebietsparameter (Relief, Boden, Flächennutzung etc.) in kurzer Zeit starke oberirdische Abflüsse auftreten können.

3.2.3.2 Wasserressourcenmanagement

EG-Wasserrahmenrichtlinie

Das Hauptinstrument zum Schutz und zur Sicherung von Wasserressourcen ist die im Jahr 2000 in Kraft getretene und anschließend in das WHG integrierte „Richtlinie 200/60/EG zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Rahmen der Wasserpolitik“ (EG-Wasserrahmenrichtlinie; EG-WRRL). Mit der EG-WRRL wird das Ziel einer nachhaltigen Wasserpolitik verfolgt, die dem Schutz und der Verbesserung des Zustands der aquatischen Ökosysteme und der direkt von ihnen abhängenden Landökosysteme und Feuchtgebiete sowie dem langfristigen Schutz vorhandener Wasserressourcen dienen soll (Art. 1 EG-WRRL). Als Instrumente zur Erreichung der in den §§ 27 bzw. 47 WHG definierten *Bewirtschaftungsziele* für oberirdische Gewässer bzw. für das Grundwasser sind gemäß § 82 WHG / § 117 NWG und § 83 WHG / § 118 NWG *Maßnahmenprogramme* und *Bewirtschaftungspläne* für Flussgebietseinheiten bzw. Teileinzugsgebiete aufzustellen. Die Programme und Pläne liegen seit 2009 in erster Ausführung vor und sind gemäß § 84 Abs. 1 WHG alle sechs Jahre zu überprüfen und, soweit erforderlich, zu aktualisieren. Damit bereits bei heutigen Entscheidungen zur Maßnahmenplanung voraussichtliche Klimaveränderungen berücksichtigt werden können, hat das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) den standardisierten WRRL-Maßnahmenkatalog der LAWA einem „Klima-Check“ unterzogen. Demnach ist insbesondere solchen Maßnahmen der Vorzug zu geben, die positive Auswirkungen auf die Durchgängigkeit und Struktur von Gewässern haben, die Wärme- bzw. stoffliche Belastung reduzieren oder zum vermehrten Wasserrückhalt in der Fläche beitragen (NLWKN 2010b: 36).

Zur Umsetzung der EG-WRRL, für die in Niedersachsen federführend der NLWKN verantwortlich ist, sind die niedersächsischen Teile der Flussgebietseinheiten von Elbe, Weser, Ems und Rhein in hydrologisch abgegrenzte Bearbeitungsgebiete untergliedert worden. Daneben gibt es niedersachsenweit elf Betrachtungsräume für den Bereich Grundwasser. Um der in § 85 WHG geforderten aktiven Beteiligung aller interessierten Stellen an der Aufstellung, Überprüfung und Aktualisierung der Maßnahmenprogramme und Bewirtschaftungspläne nachzukommen, wurden auf Basis der Bearbeitungsgebiete insgesamt 30 Gebietskooperationen gegründet, über die Vertreter von Landkreisen, Gemeinden, Wasser- und Bodenverbänden, Land- und Forstwirtschaft, Wasserversorgern, Industrie, Umweltverbänden und anderen Institutionen vor Ort an der Umsetzung der EG-WRRL beteiligt werden. Darüber hinaus werden Interessierte durch regelmäßig stattfindende Gebietsforen in die Umsetzung der WRRL eingebunden. Einen weiteren Part der Öffentlichkeitsarbeit übernimmt die Wasserrahmenrichtlinien-InfoBörse (wib), die sich als Ansprechpartner, Informationspool und Kommunikationsplattform für Gemeinden versteht (NLWKN 2010b: 52; wib 2013).

Da die wasserwirtschaftliche Fachplanung die Bewirtschaftungsziele der EG-WRRL nicht allein im Rahmen ihrer eigenen Zuständigkeiten und mit eigenen Instrumenten erreichen kann, ist ein abgestimmtes Zusammenwirken mit anderen Fachplanungen und -politiken (insbesondere Landwirtschaft und Naturschutz; s.u.), der Raumordnung und Bauleitplanung sowie zahlreichen weiteren Akteuren, die durch ihr Handeln auf die Ressource Wasser einwirken (z.B. Wasserversorger und -verbraucher, Gewässerbenutzer), erforderlich. Bei den Bewirtschaftungsplänen und Maßnahmenprogrammen handelt es sich um eine Art Rahmenplanung, die keine konkrete, verortete Festlegung von Einzelmaßnahmen beinhaltet. Vielmehr wird ein Maßnahmenrahmen vorgegeben, aus dem vor Ort die der jeweiligen Situation angepassten Maßnahmen ausgewählt werden sollen (NLWKN 2010b: 34). Dies erfordert i. d. R. eine konkretisierende (informelle) Planung, die entsprechend den jeweiligen Fragestellungen auf Landes-, regionaler oder lokaler Ebene zu gestalten ist und die relevanten Akteure beteiligen muss. Sie ist Aufgabe der jeweiligen Maßnahmenträger und Fachbehörden (von Haaren 2011: 141).

Weitere wasserrechtliche Regelungen

Neben den aus der EG-WRRL resultierenden Vorgaben weist das Wasserrecht weitere das Wasserressourcenmanagement betreffende Regelungen und Instrumente auf, die ebenfalls einen Beitrag zur Anpassung an den Klimawandel leisten können, da sie zum einen die Sensitivität der Gewässer gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels verringern und zum anderen deren natürliche Anpassungsfähigkeit an sich verändernde Rahmenbedingungen steigern können. Dazu gehören:

- die Regelungen zur *Erlaubnis bzw. Bewilligung von Wasserentnahmen* (§§ 8 ff. WHG und §§ 4 ff. NWG), durch die Einfluss auf die Inanspruchnahme von Wasserressourcen genommen und dabei auch auf mögliche klimawandelbedingte Veränderungen des Wasserdargebots reagiert werden kann¹⁷
- die Erhebung von *Wasserentnahmegebühren* (§§ 21 ff. NWG), durch deren Erhöhung ökonomische Anreize zur Reduzierung des Wasserverbrauchs und damit zur Schonung von Wasserressourcen gesetzt sowie zusätzliche Einnahmen für die zweckgebundene Förderung von Maßnahmen zur Verbesserung des Landschaftswasserhaushalts und der Grundwasserneubildung generiert werden können
- die Gewährleistung der *Mindestwasserführung* (§ 33 WHG) und *Durchgängigkeit von oberirdischen Gewässern* (§ 34 WHG), durch die die Widerstandskraft und Anpassungsfähigkeit der Gewässer gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels (z.B. Trockenheit, Erwärmung, Migration von Arten) verbessert werden kann

¹⁷ Eine Erlaubnis kann grundsätzlich widerrufen werden (§ 18 Abs. 1 WHG); eine Bewilligung, die ein höheres Maß an Bestandsschutz gewähren soll und auf einen bestimmten Zeitraum befristet ist (i. d. R. max. 30 Jahre), kann dagegen nur unter den gesetzlich geregelten Bedingungen (§ 18 Abs. 2 WHG i. V. m. § 49 Abs. 2 Satz 1 Nr. 2 bis 5 VwVfG) und regelmäßig nur gegen Entschädigung ganz oder teilweise widerrufen werden. Während die Erlaubnis aufgrund ihrer generellen Widerruflichkeit eine mitlaufende Anpassung an sich ändernde natürliche oder sozio-ökonomische Rahmenbedingungen – und damit auch an durch den Klimawandel hervorgerufene schleichende Veränderungen des Wasserdargebots – ermöglicht, kann bei einer Bewilligung erst nach Ablauf ihrer Befristung bzw. gegen Entschädigung eine Anpassung vorgenommen werden. Um überschaubare Reaktionszeiträume für ein entschädigungsloses Anpassungshandeln zu gewährleisten, sollten bei der Erteilung von Bewilligungen daher entsprechend begrenzte Befristungen zugrunde gelegt werden. Neben der Anpassung an schleichende Veränderungen des Wasserdargebots gewinnen in Anbetracht einer möglichen klimawandelbedingten Zunahme extremer Trockenperioden zudem zeitlich begrenzte Nutzungsbeschränkungen an Bedeutung. Hierzu können die zuständigen Stellen sowohl bei Erlaubnissen als auch bei Bewilligungen auf die Möglichkeiten der nachträglichen Anordnung von Inhalts- und Nebenbestimmungen gemäß § 13 WHG oder eines partiellen/temporären Widerrufs gemäß § 18 WHG zurückgreifen. Im Falle von Bewilligungen wird auch hierbei eine Entschädigung fällig (Reese/Möckel 2010: 153 ff.).

- die Sicherung von *Gewässerrandstreifen* (§ 38 WHG und § 58 NWG), durch die auf eine Erhaltung und Verbesserung der ökologischen Funktionen oberirdischer Gewässer, eine Erhöhung des Wasserrückhalts sowie eine Verminderung von Stoffeinträgen aus diffusen Quellen hingewirkt werden kann¹⁸
- die Vorgaben für die *Gewässerunterhaltung* (§ 39 WHG und § 61 NWG) und den *Gewässerausbau* (§§ 67, 68 WHG und § 107 NWG), die an den Qualitäts- und Bewirtschaftungszielen der EG-WRRL ausgerichtet sind und damit grundsätzlich zur Verbesserung der Umweltqualität von Gewässern beitragen können¹⁹
- der Grundsatz zum *Umgang mit Niederschlagswasser*, der vorsieht, dass Niederschlagswasser – soweit möglich – ortsnahe versickert, verrieselt oder ohne Vermischung mit Schmutzwasser in ein Gewässer eingeleitet werden soll (§ 55 Abs. 2 WHG), wodurch wichtige Funktionen des natürlichen Wasserhaushalts (z.B. Grundwasserneubildung, Abflussverzögerung), die u.a. auch der Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels dienen, unterstützt werden können
- die Regelungen zur *Reinhaltung oberirdischer Gewässer* (§ 32 WHG) und des *Grundwassers* (§ 48 WHG), zur *Einleitung von Abwasser in Gewässer* (§ 57 WHG) und zum *Umgang mit wassergefährdenden Stoffen* (§§ 62 ff. WHG), durch die stoffliche Belastungen von Gewässern reduziert werden können
- die *allgemeinen Sorgfaltspflichten* bei solchen Maßnahmen, mit denen Einwirkungen auf ein Gewässer verbunden sein können²⁰ (§ 5 Abs. 1 WHG)

Wasserschutzgebiete

Des Weiteren können gemäß § 51 WHG und § 91 NWG – soweit das Wohl der Allgemeinheit dies erfordert – von den Wasserbehörden Wasserschutzgebiete festgesetzt werden, um

1. Gewässer im Interesse der derzeit bestehenden oder künftigen öffentlichen Wasserversorgung vor nachteiligen Einwirkungen zu schützen,
2. das Grundwasser anzureichern oder
3. das schädliche Abfließen von Niederschlagswasser sowie das Abschwemmen und den Eintrag von Bodenbestandteilen, Dünge- oder Pflanzenschutzmitteln in Gewässer zu vermeiden.

¹⁸ Das NWG sieht in seiner aktuellen Fassung – im Gegensatz zur Vorgängerversion – an Gewässern dritter Ordnung keine Gewässerrandstreifen mehr vor (§ 58 Abs. 1 NWG). Dies ist im Hinblick auf den Gewässerschutz im Allgemeinen und die Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels im Speziellen als Manko anzusehen. Überdies ist fraglich, ob die in § 38 Abs. 1 Satz 1 WHG geforderte Gewässerrandstreifenbreite von generell 5 m den Erfordernissen des Gewässerschutzes ausreichend Rechnung trägt oder ob nicht eine flexiblere, dem jeweiligen Gewässer angepasste Bemessung (z. B. in Anlehnung an den Ausdehnungsbereich eines 10-jährlichen Hochwasserereignisses) zielführender wäre (Reese 2010a: 71).

¹⁹ Bei einem Großteil der Gewässer wird die Unterhaltung durch Wasser- und Bodenverbände (Unterhaltungsverbände) durchgeführt, die dazu die Beiträge ihrer Mitglieder einsetzen. Da jedoch insbesondere aufgrund des Widerstreits zwischen den als konfligierend angesehenen Aufgaben „Gewässerunterhaltung“ und „Gewässerrenaturierung“ oftmals keine finanziellen Spielräume für integrierende Maßnahmen gesehen werden, tragen die Wasser- und Bodenverbände im Rahmen der Gewässerunterhaltung bisher nur in geringem Maße zur Umsetzung der Qualitäts- und Bewirtschaftungsziele der EG-WRRL bei (von Haaren 2011: 149).

²⁰ Durch die allgemeinen Sorgfaltspflichten wird die Eigenverantwortung bzw. -vorsorge für den Gewässerschutz eingefordert. Demnach ist jede Person verpflichtet, „eine nachteilige Veränderung der Gewässerereigenschaften zu vermeiden, eine mit Rücksicht auf den Wasserhaushalt gebotene sparsame Verwendung des Wassers sicherzustellen, die Leistungsfähigkeit des Wasserhaushalts zu erhalten und eine Vergrößerung und Beschleunigung des Wasserabflusses zu vermeiden“ (§ 5 Abs. 1 WHG).

Die zugehörige Rechtsverordnung legt gemäß § 52 WHG die erforderlichen Schutzbestimmungen für das jeweilige Gebiet fest, durch die bestimmte Handlungen verboten oder für eingeschränkt zulässig erklärt werden können. Um einen einheitlichen Mindeststandard von Anforderungen zu gewährleisten, hat das Niedersächsische Umweltministerium mit der „Verordnung über Schutzbestimmungen in Wasserschutzgebieten“ (SchuVO) vom 9. November 2009 landeseinheitliche Regelungen (insbesondere für die land- und forstwirtschaftliche Bewirtschaftung) für alle festgesetzten oder durch vorläufige Anordnung gesicherten Wasserschutzgebiete geschaffen. Im Hinblick auf die Auswirkungen des Klimawandels könnte es zukünftig erforderlich werden, zusätzliche Wasserschutzgebiete festzusetzen, um a) einer möglichen Verknappung des Wasserdargebots für die (Trink-)Wasserversorgung vorzubeugen, b) infolge zunehmender Trockenheit gefährdete grundwasserabhängige Land- und Gewässerökosysteme zu schützen und c) der steigenden Gefahr von Stoffeinträgen aus diffusen Quellen entgegenzuwirken.

3.2.3.3 Verbesserung des Wasserrückhalts in der Landschaft: Synergien für Hochwasserrisiko- und Wasserressourcenmanagement

Die Verbesserung des Wasserrückhalts in der Landschaft ist in doppelter Hinsicht sinnvoll und geboten, da sie sowohl zur Hochwasservorsorge als auch zur Vermeidung sommerlicher Wassermangelsituationen beitragen kann. Eine darauf ausgerichtete Wassermengenbewirtschaftung bzw. Wasserhaushaltsplanung für die Flusseinzugsgebiete muss im Wesentlichen auf die Speicherung und Versickerung von Niederschlagswasser in der Fläche sowie die Renaturierung des Gewässernetzes abzielen. Sie sollte neben der kleinteiligen Gewässerstruktur auch die Anlagen der landwirtschaftlichen Ent- und Bewässerung, Speichereinrichtungen sowie abflussrelevante Nutzungen einbeziehen und darauf ausgerichtet sein, diese Faktoren im Sinne eines verbesserten Wasserrückhaltes zu optimieren (Reese 2010a: 72 f.). Es stellt sich jedoch die Frage, welches Planungsmodul diesen Anforderungen tatsächlich gerecht werden kann:

- Die Hochwasserrisikomanagementplanung nach EG-HWRMRL bietet hierfür trotz ihrer ausweislichen Zielsetzung, auch auf eine Verbesserung des Wasserrückhalts in der Fläche hinzuwirken (Art. 7 Abs. 3 EG-HWRMRL), keine geeignete Grundlage, da sie gemäß § 75 Abs. 1 WHG lediglich auf Risikogebiete ausgerichtet ist und daher nicht zwingend im gesamten Einzugsgebiet bzw. flächendeckend agiert (Reese 2010a: 73).
- Auch die Bewirtschaftungs- und Maßnahmenplanung nach EG-WRRL umfasst in ihrer derzeitigen Form keine derart konkrete Mengenbewirtschaftung bzw. Wasserhaushaltsplanung, als dass sie die oben skizzierten Anforderungen erfüllen könnte. Sie bezieht sich vor allem auf qualitative Aspekte des Gewässerzustands, während die quantitativen Erfordernisse der Hochwasser- bzw. Wassermangelvorsorge nur mittelbar dort zur Geltung kommen, wo ihnen auch aus qualitativen Gründen nachzukommen ist (Reese 2011: 25). Eine darüber hinausgehende Sicherung der Wasserverfügbarkeit für anthropogene Nutzungen, z. B. durch eine Art Bevorratungsplanung, wird durch die EG-WRRL – anders als dies in der ehemaligen wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung der Fall war – nicht unmittelbar gefordert (Reese 2010b: 191).

Überdies ist die Bewirtschaftungs- und Maßnahmenplanung in ihrer gegenwärtigen Form zu großskalig angelegt, um eine flächendeckende Steuerung des Wasserrückhalts leisten zu können. So sind Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme i. d. R. auf die großen Gewässer beschränkt, während das für die Wasserspeicherung

Tab. 6: Wasserwirtschaftliche Regelungen und Instrumente zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels
(Normalschrift = bestehende Regelungen/Instrumente;
Kursivschrift = ergänzende Vorschläge zur Erweiterung der bestehenden Regelungen/Instrumente)

Hochwasserrisikomanagement	Wasserressourcenmanagement	
	quantitativ	qualitativ
■ Allgemeine Grundsätze der Gewässerbewirtschaftung (§ 6 WHG), insbesondere zur Vorbeugung möglicher Folgen des Klimawandels (§ 6 Abs. 1 Nr. 5 WHG) ■ Verpflichtung von potenziell Betroffenen, geeignete Vorsorgemaßnahmen zum Schutz vor Hochwasser und zur Schadensminderung zu treffen (§ 5 Abs. 2 WHG) ■ Vorgaben der EG-Hochwasserrisikomanagementrichtlinie: - Bestimmung von Risikogebieten (§ 73 WHG) - Erstellung von Gefahren- und Risikokarten (§ 74 WHG) - Aufstellung von Risikomanagementplänen (§ 75 WHG) ■ Festsetzung von Überschwemmungsgebieten (§ 76 WHG, § 115 NWG) ■ Wiederherstellung früherer Überschwemmungsgebiete (§ 77 WHG) ■ Besondere Schutzvorschriften für festgesetzte Überschwemmungsgebiete (§ 78 WHG) ■ <i>Erstellung eines Retentionsflächenkonzepts/-katasters</i> ■ <i>Einführung eines Gebietstyps „Hochwasserentstehungsgebiet“</i>	■ Regelungen zur Erlaubnis bzw. Bewilligung von Wasserentnahmen (§§ 8 ff. bzw. §§ 4 ff. WHG) ■ Erhebung von Wasserentnahmegebühren (§§ 21 ff. NWG) ■ Festsetzung von Wasserschutzgebieten (§ 51 WHG, § 91 NWG)	■ Gewährleistung der Durchgängigkeit von oberirdischen Gewässern (§ 34 WHG) ■ Sicherung von Gewässerrandstreifen (§ 38 WHG, § 58 NWG) ■ Vorgaben für die Gewässerunterhaltung (§ 39 WHG, § 61 NWG) und den Gewässerausbau (§§ 67 und 68 WHG, § 107 NWG) ■ Regelungen zur Reinhaltung oberirdischer Gewässer (§ 32 WHG) und des Grundwassers (§ 48 WHG), zur Einleitung von Abwasser in Gewässer (§ 57 WHG) und zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (§§ 62 ff. WHG)
■ Grundsatz zum Umgang mit Niederschlagswasser (§ 55 Abs. 2 WHG) ■ <i>Anpassung bzw. Erweiterung des wasserwirtschaftlichen Instrumentariums im Hinblick auf die Möglichkeiten zur Verbesserung des Wasserrückhalts in der Landschaft, z. B. durch</i> - <i>Einführung entsprechender Planungsmodulare zur Wassermengenbewirtschaftung bzw. Wasserhaushaltsplanung in die bestehende Bewirtschaftungs- und Maßnahmenplanung</i> - <i>Erstellung von gewässerbezogenen Gebietsentwicklungsplänen</i>		

Quelle: eigene Darstellung

in der Landschaft so bedeutende kleinteilige Gewässernetz regelmäßig ausgespart bleibt (Reese 2011: 25 f.).

Wie die obigen Ausführungen verdeutlichen, müsste das bestehende Instrumentarium im Hinblick auf die Möglichkeiten zur Verbesserung des Wasserrückhalts in der Landschaft angepasst bzw. erweitert werden. Dazu bieten sich grundsätzlich u.a. folgende Möglichkeiten an:

- Eine Stärkung des quantitativen Aspekts des Bewirtschaftungsauftrags (im Sinne von § 6 Abs. 1 Nr. 4 und 6 WHG) könnte durch Einführung entsprechender Planungsmodule zur Wassermengenbewirtschaftung bzw. Wasserhaushaltsplanung in die bestehende Bewirtschaftungs- und Maßnahmenplanung erfolgen (Reese 2010b: 193). Diese Module müssten jedoch in ihrer Detailschärfe deutlich über die bisherige Praxis hinausgehen, um auch erforderliche kleinräumige Maßnahmen hinreichend berücksichtigen zu können (s.o.). Ein möglicher Weg könnte darin bestehen, die Bewirtschaftungs- und Maßnahmenplanung mit einer Detailebene (ähnlich der Landschaftsplanung) zu versehen und ergänzende Maßnahmenprogramme zu erstellen, die auch die kleineren Gewässer und den lokalen Flächenwasserhaushalt betrachten.
- Denkbar wäre allerdings auch eine unmittelbare Integration dieser Aufgabenstellung in die Landschaftsplanung, indem diese stärker als bisher mit der Entwicklung des kleinteiligen Gewässersystems und der Verbesserung des Landschaftswasserhaushalts beauftragt würde. Auf diese Weise wäre gleichzeitig auch eine stärkere Vernetzung der so vielfältig sachlich zusammenhängenden wasserwirtschaftlichen und naturschutzfachlichen bzw. landschaftspflegerischen Aufgaben gewährleistet (Reese 2010b: 144).
- Ein Beispiel für ein an der Schnittstelle zwischen Wasserwirtschaft und Naturschutz bzw. Landschaftspflege agierendes Planungsinstrument stellen die Gewässerentwicklungspläne dar, die als Grundlage für eine zielgerichtete Umsetzung des Niedersächsischen Fließgewässerprogramms bereits für zahlreiche Gewässer erstellt wurden. Da die Pläne allerdings zum einen nicht für jedes Gewässer erstellt werden und zum anderen in ihrer inhaltlichen Ausrichtung auf die Renaturierung des Fließgewässers und dessen Aue – aber nicht auf die Verbesserung des Wasserrückhalts im gesamten Einzugsgebiet – abzielen, können sie im Hinblick auf eine Wassermengenbewirtschaftung bzw. Wasserhaushaltsplanung lediglich unterstützend wirken, diese jedoch keineswegs flächendeckend gewährleisten.
- Ein mögliches Instrument für eine flächendeckende Betrachtung könnten dagegen gewässerbezogene Gebietsentwicklungspläne sein, die auf zwei Ebenen (regional und lokal) in unterschiedlichem Detailierungsgrad die Belange des vorbeugenden Hochwasserschutzes, des Gewässerschutzes und der Landschaftsplanung integrieren und mit den Belangen der Raumplanung abstimmen (Evers/Krause 2010). Im Hinblick auf die Verbesserung des Wasserrückhalts in der Fläche wären z.B. Planinhalte zu folgenden Aspekten denkbar (Evers/Krause 2010: 414):
 - Entsiegelung von Flächen
 - dezentrale Speicherung und Versickerung von Niederschlagswasser
 - Rückhaltung von Wasser durch Mulden und Barrieren in der Landschaft
 - naturnahe Entwicklung und Gestaltung von Gewässern und Feuchtgebieten

- Beseitigung oder Verkleinerung von überflüssigen bzw. überdimensionierten Entwässerungsgräben
- Extensivierung der Bodenbewirtschaftung
- standortgerechte Aufforstung
- Wiedergewinnung von Flächen für den Hochwasserrückhalt

Gewässerbezogene Gebietsentwicklungspläne könnten zum einen als zentrale Bausteine für die Umsetzung von Hochwasserrisikomanagement- und Wasserrahmenrichtlinie und zum anderen als Auskunftsinstrumente und Arbeitshilfen für die Aufstellung von Landschafts(rahmen)plänen, Raumordnungsprogrammen und Bauleitplänen, für Maßnahmen der Stadtentwicklung bzw. des Stadtumbaus sowie für die Genehmigung von Einzelbauvorhaben dienen (Evers/Krause 2010: 412 ff.).

3.2.3.4 Zusammenwirken mit anderen Fachplanungen/-politiken

Wie bereits dargestellt, ist sowohl zum Erreichen der Ziele des Hochwasserrisiko- als auch des Wasserressourcenmanagements ein Zusammenwirken der wasserwirtschaftlichen Fachplanung mit anderen Fachplanungen/-politiken erforderlich. Vor allem die Land- und Forstwirtschaft und der Naturschutz spielen aufgrund ihrer starken Einflussnahme auf die Umweltmedien Wasser und Boden insbesondere in Fragen des Gewässerschutzes sowie bei der Erhaltung bzw. Verbesserung des Wasserrückhalts in der Landschaft eine entscheidende Rolle.

Landwirtschaft

Angesichts der Tatsache, dass Nähr- und Schadstoffeinträge in Oberflächengewässer und Grundwasser zum überwiegenden Teil aus diffusen Quellen und vor allem aus der Landwirtschaft stammen, kommt diesem Bereich eine besondere Verantwortung für einen wirksamen Gewässerschutz zu (z.B. durch Reduzierung des Dünge- und Pflanzenschutzmitteleinsatzes, erosionsmindernde Bodenbearbeitung). Daneben kann die Landwirtschaft auch zum Erhalt bzw. zur Verbesserung des Wasserrückhalts in der Fläche beitragen (z.B. durch Rücknahme der Entwässerung, Steigerung der natürlichen Wasseraufnahmefähigkeit des Bodens durch humusaufbauende Bewirtschaftungsformen und Vermeidung von Bodenverdichtungen, Erhalt bzw. Anlage von abflussmindernden Landschaftselementen). Um diese Möglichkeiten umzusetzen, können die bestehenden Instrumente zur Unterstützung umweltschonender Bewirtschaftungsformen in der Landwirtschaft (z.B. Cross Compliance-Verpflichtungen, Kooperationsmodell zum Trinkwasserschutz, freiwillige Wasserschutzzusatzberatung in den Zielkulissen der Wasserrahmenrichtlinie) eingesetzt und insofern weiterentwickelt werden, dass die Vergabe finanzieller Mittel stärker an die Einhaltung von Kriterien geknüpft wird, die zielgerichtet eine Anpassung an den Klimawandel unterstützen.

Forstwirtschaft

Wälder haben eine hohe Bedeutung für den Wasserhaushalt, da sie insbesondere bei standortgerechter Bewirtschaftung (d.h. bei standorttypischen Mischbeständen) zur Erhöhung der Wasserspeicherfähigkeit des Bodens und damit zur Verbesserung des Wasserrückhalts in der Fläche beitragen können. Darüber hinaus übernehmen sie wichtige Filterfunktionen für das Niederschlagswasser und tragen somit auch zum Gewässerschutz bei. Durch Neuaufforstungen und Maßnahmen des ökologischen Waldumbaus können diese Ökosystemdienstleistungen weiter verstärkt werden. Als wichtige Grundlagen die-

nen dabei die Grundsätze des niedersächsischen Programms zur „Langfristigen ökologischen Waldentwicklung“ (LÖWE-Programm), entsprechende Zielsetzungen im Landes-Waldprogramm, in den regionalen forstlichen Rahmenplänen und in der mittelfristigen Forstbetriebsplanung (Forsteinrichtung) sowie die verschiedenen Fördermöglichkeiten für den ökologischen Waldumbau und für Neuaufforstungen.

Naturschutz

Auch der Naturschutz kann mit seinen Planungs- bzw. Schutzinstrumenten und Förderprogrammen dazu beitragen, den Wasserrückhalt in den Gewässerauen und Einzugsgebieten zu erhöhen und die Qualität von Grund- und Oberflächengewässern sowie der von ihnen abhängigen Landökosysteme zu erhalten bzw. zu verbessern. Dabei können insbesondere folgende Ansatzpunkte genutzt bzw. weiterentwickelt werden:

- die Integration entsprechender Maßnahmen in die Landschaftsplanung
- die Aufnahme entsprechender Maßnahmen in Flächen- oder Maßnahmenpools der Eingriffsregelung
- der Ausbau des Biotopverbundsystems, insbesondere die gemäß § 21 Abs. 5 BNatSchG geforderte Weiterentwicklung der Vernetzungsfunktion von oberirdischen Gewässern (einschließlich ihrer Randstreifen, Uferzonen und Auen)
- die Ausweisung von Schutzgebieten, z. B. zum Erhalt von naturnahen Auenbereichen und Feuchtgebieten
- die Möglichkeiten des Vertragsnaturschutzes (z. B. zum Schutz von Feuchtgrünland)
- die vielfältigen umweltbezogenen Förderprogramme und -möglichkeiten (z. B. PRO-FIL, LIFE+, Niedersächsisches Moorschutzprogramm, Niedersächsisches Auenprogramm)

3.2.4 Handlungsmöglichkeiten und Instrumente der Raumordnung

Die Raumordnung kann durch ihre integrierende und koordinierende Funktion sowohl das Hochwasserrisiko- als auch das Wasserressourcenmanagement unterstützen. Die Integration der Inhalte der wasserwirtschaftlichen Fachpläne und -programme (Risikomanagementpläne, Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme) kann dadurch erreicht werden, dass diese im Sinne von § 8 Abs. 6 ROG in den Prozess der Aufstellung von Raumordnungsprogrammen eingebracht werden. Als hinderlich für die planerische Integration könnten sich allerdings die unterschiedlichen Aufstellungszeiträume der wasserwirtschaftlichen Fachpläne und der Raumordnungsprogramme erweisen. Während für die Aufstellung von Risikomanagementplänen und Bewirtschaftungsplänen/Maßnahmenprogrammen klare Fristen zu beachten sind (Sechs-Jahres-Zyklus), gibt es für die Fortschreibung/Neuaufstellung von Raumordnungsprogrammen bisher keine bindenden Vorgaben.

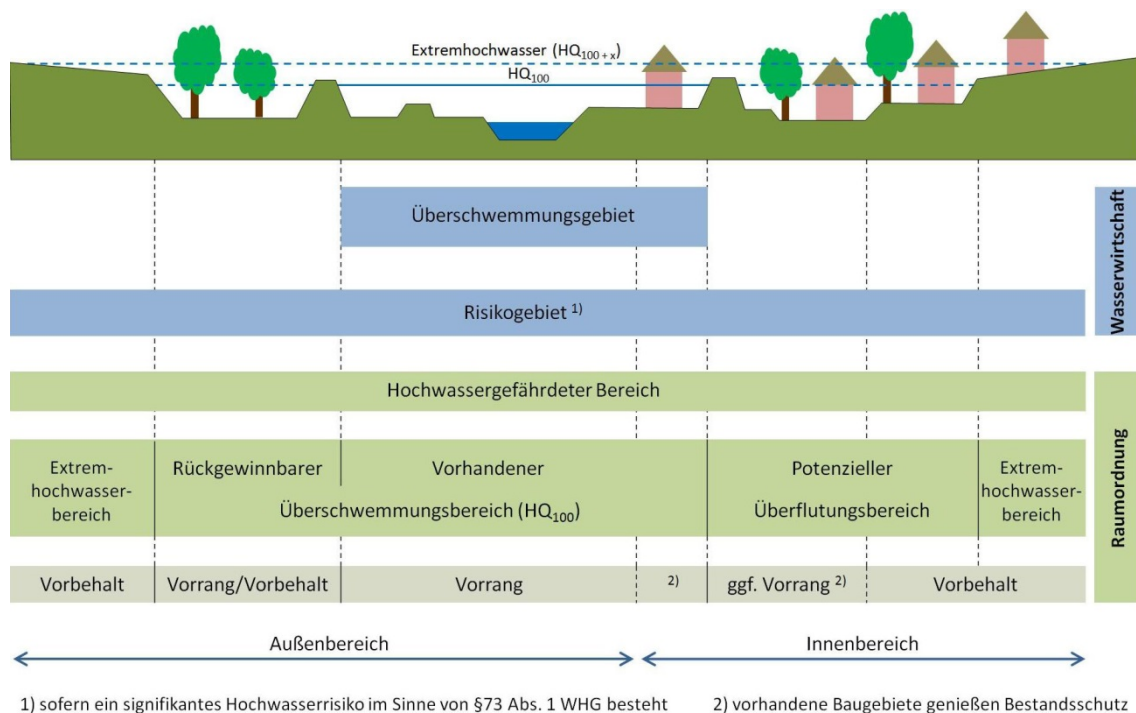
3.2.4.1 Hochwasserrisikomanagement

In den Grundsätzen der Raumordnung wird in § 2 Abs. 2 Nr. 6 Satz 5 ROG gefordert, dass für den vorbeugenden Hochwasserschutz zu sorgen ist – und zwar vor allem durch Sicherung oder Rückgewinnung von Auen, Rückhalteflächen und Entlastungsflächen. § 8 Abs. 5 Satz 1 Nr. 2d ROG besagt zudem, dass die Raumordnungsprogramme insbesondere Festlegungen zur Sicherung von Freiräumen für den vorbeugenden Hochwasserschutz enthalten sollen. Nach den Handlungsempfehlungen der MKRO (2000, 2013) und

ARGEBAU (2010) sollte die raumordnerische Flächenvorsorge für den vorbeugenden Hochwasserschutz folgende Punkte umfassen:

- Sicherung vorhandener Überschwemmungsbereiche als Retentionsraum
- Sicherung rückgewinnbarer Überschwemmungsbereiche als (zukünftigen) Retentionsraum
- Risikovorsorge in potenziellen Überflutungsbereichen (hinter Schutzeinrichtungen)
- Verbesserung des Wasserrückhalts in der Fläche des Einzugsgebiets
- Sicherung potenzieller Flächen bzw. Standorte für Hochwasserschutzanlagen

Abb. 12: Wasserwirtschaftliche und raumordnerische Gebietskategorien des Hochwasserrisikomanagements



Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an ARGEBAU 2010: 10

Insgesamt verfügt die Raumordnung – wie in den nachfolgenden Abschnitten beschrieben und teilweise in Abb. 12 dargestellt – über eine Reihe von Handlungsansätzen, mit denen sie bei der Sicherung von Flächen für den vorbeugenden Hochwasserschutz z.T. deutlich über die Möglichkeiten der wasserwirtschaftlichen Fachplanung hinausgehen kann. Als Grundvoraussetzung für die Ausschöpfung dieser Möglichkeiten ist jedoch eine enge Zusammenarbeit von Raumordnung und wasserwirtschaftlicher Fachplanung unerlässlich. Denn nur auf der Basis abgesicherter fachplanerischer Daten und Informationen zu Gebietsabgrenzungen kann eine begründete raumordnerische Abwägungsentscheidung und Flächensicherung vorgenommen werden. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass eine konsequente Anwendung der oben dargestellten raumordnerischen Instrumente für den vorbeugenden Hochwasserschutz mit erheblichen Konfliktpotenzialen verbunden ist, die insbesondere aus dem Verzicht auf bauliche Entwicklungsmöglichkeiten der Gemeinden in hochwassergefährdeten Bereichen sowie aus sonstigen mit der Maßnahmenumsetzung einhergehenden Raumnutzungskonflikten und – einschrän-

kungen resultieren. Aus diesem Grund ist es dringend erforderlich, durch informelle Instrumente der Information, Beteiligung und Kooperation frühzeitig auf eine Akzeptanzsteigerung für Maßnahmen des vorsorgenden Hochwasserschutzes hinzuwirken und entsprechende Lösungsansätze für die Bewältigung entstehender Konflikte zu entwickeln (z. B. Kompensations-/Entschädigungslösungen).

Sicherung vorhandener Überschwemmungsbereiche als Retentionsraum

Vorhandene Überschwemmungsbereiche (s. Abb. 12) sind möglichst vollständig für den Abfluss und die Retention von Hochwasser zu erhalten und – zur Vermeidung zusätzlicher Schadenspotenziale – vor einer (weiteren) Inanspruchnahme durch Bebauung zu schützen. Die raumordnerische Sicherung entsprechender Bereiche, deren Bemessung sich mindestens an einem HQ_{100} orientieren soll, erfolgt durch Festlegung als Vorranggebiet für Hochwasserschutz (ARGEBAU 2010: 6). In der Praxis liegt der Vorranggebietsfestlegung i. d. R. eine Übernahme der Überschwemmungsgebiete nach Wasserrecht (s. Kap. 3.2.3.1) zugrunde; so auch in Niedersachsen (s. LROP Niedersachsen 2012: Abschnitt 3.2.4, Ziffer 12, Satz 1). Grundsätzlich kann die raumordnerische Sicherung aber auch über die fachplanerische Festsetzung nach Wasserrecht hinausgehen, sodass vorhandene Überschwemmungsbereiche bis HQ_{extrem} festgelegt werden können, dann allerdings ggf. lediglich als Vorbehaltsgebiet (MKRO 2013: 14).

Um Risiken zu verdeutlichen und entsprechende Maßnahmen der Hochwasservorsorge (s. Tab. 4) anzuregen, sollte bestehende hochwassergefährdete Bebauung in die raumordnerische Darstellung einbezogen werden. Die raumordnerische Sicherung vorhandener Überschwemmungsbereiche in Form von Vorranggebieten sollte zudem mit dem Ziel verbunden werden, dass die innerhalb dieser Bereiche in Flächennutzungsplänen ausgewiesenen Siedlungsflächen zurückgenommen werden – zumindest soweit sie noch nicht realisiert oder in verbindlichen Bauleitplänen (Bebauungspläne) als Baugebiete festgesetzt sind. Noch weiter gehende Forderungen nach Rücknahme bereits vorhandener oder rechtsverbindlich festgesetzter Siedlungsflächen wären dagegen nur schwer realisierbar, da diese dem Bestandsschutz entgegenstünden und Ersatzleistungs- bzw. Entschädigungsansprüche der Gemeinden auslösen könnten²¹ (ARGEBAU 2010: 7).

Sicherung rückgewinnbarer Überschwemmungsbereiche als (zukünftigen) Retentionsraum

In die raumordnerische Sicherung von Überschwemmungsbereichen sollten auch solche Flächen einbezogen werden, die z. B. durch Deichrückverlegungen als Retentionsraum zurückgewonnen werden können (i. d. R. ehemalige Überschwemmungsgebiete; s. Abb. 12). Die Raumordnung hat die Möglichkeit, Optionen für entsprechende wasserwirtschaftliche Maßnahmen zur Vergrößerung von Überschwemmungsgebieten zu sichern (ARGEBAU 2010: 7) und kann damit eine wichtige Funktion bei der Umsetzung des allgemeinen Rückgewinnungsgebots gemäß § 77 Satz 3 WHG (s. Kap. 3.2.3.1) übernehmen. Um rückgewinnbare Überschwemmungsbereiche als Vorranggebiet für Hochwasserschutz sichern zu können, sind konkrete Anforderungen vonseiten der Wasserwirtschaft erforderlich, die bei der Aufstellung von Raumordnungsprogrammen mit anderen

²¹ Gemäß § 17 NROG (Anpassungspflicht der Gemeinden) kann die oberste Landesplanungsbehörde verlangen, dass die Träger der Bauleitplanung ihre Flächennutzungspläne und Bebauungspläne den Zielen der Raumordnung anpassen. Werden dabei rechtsverbindliche Bebauungspläne aufgehoben oder geändert, so stellt das Land die Gemeinden ab einem Betrag von über 250 Euro von den Entschädigungspflichten nach den §§ 39, 42 und 44 BauGB frei.

Raumansprüchen abschließend abgewogen werden müssen. Für den Fall, dass diese (noch) nicht vorliegen, können erkennbare mögliche Rückgewinnungsflächen als Vorbehaltsgebiet für Hochwasserschutz ausgewiesen werden (ARGEBAU 2010: 7; MKRO 2013: 15).

In Niedersachsen gibt es seitens der wasserwirtschaftlichen Fachplanung (NLWKN) bisher keine systematische Ermittlung von als rückgewinnbare Überschwemmungsbereiche geeigneten Flächen. Die unteren Wasserbehörden müssen für ihren jeweiligen Zuständigkeitsbereich potenzielle Bereiche selbständig aus den wasserwirtschaftlichen Fachinformation (z. B. Gefahren- und Risikokarten gemäß § 74 WHG) herauslesen (mündliche Auskunft des NLWKN). Um zukünftig eine bessere Informations- und Datengrundlage für die Rückgewinnung von Überschwemmungsbereichen – und damit für die Umsetzung eines zentralen Ziels des vorbeugenden Hochwasserschutzes – bereitzustellen, könnte vonseiten des NLWKN ein landesweites Retentionsflächenkonzept/-kataster erstellt werden (z. B. im Rahmen der Hochwasserrisikomanagementplanung gemäß § 75 WHG, s. Kap. 3.2.3.1). Für die darin enthaltenen als rückgewinnbare Überschwemmungsbereiche geeigneten Flächen sollte das Landes-Raumordnungsprogramm verpflichtende Vorgaben zur Sicherung als Vorranggebiete für Hochwasserschutz in den Regionalen Raumordnungsprogrammen machen.

Risikovorsorge in potenziellen Überflutungsbereichen (hinter Schutzeinrichtungen)

Da ein Versagen oder Überströmen von Schutzeinrichtungen (z. B. Deiche) infolge extremer Hochwasserereignisse und daraus resultierende Überschwemmungen nicht ausgeschlossen werden können, ist eine stärkere Berücksichtigung bestehender Risiken in vermeintlich geschützten Gebieten notwendig. Mit der raumordnerischen Ausweisung von potenziellen Überflutungsbereichen (s. Abb. 12) kann das Bewusstsein für diese Restrisiken geschärft und auf entsprechend angepasste und resiliente Raumnutzungen sowie eine Reduzierung des Schadenspotenzials hingewirkt werden. Als mögliche Maßnahmen kommen z. B. die Kammerung von potenziellen Überflutungsbereichen durch zusätzliche Schutzlinien (z. B. unter Einbeziehung erhöht gelegener Verkehrsinfrastrukturen), Objektschutzmaßnahmen für besonders gefährdete bzw. gefährliche Nutzungen, der Verzicht auf Bebauung besonders tief liegender Geländebereiche oder die hochwasserangepasste Ausführung von Gebäuden und Infrastrukturen in Betracht (ARGEBAU 2010: 8).

Die Ausweisung potenzieller Überflutungsbereiche sollte i. d. R. durch Festlegung als Vorbehaltsgebiet erfolgen, da in den entsprechenden Bereichen eine weitere Siedlungsentwicklung nicht generell ausgeschlossen, diese aber dem bestehenden Risiko angepasst werden soll, um einer weiteren Anhäufung hochwassergefährdeter Vermögenswerte entgegenzuwirken (ARGEBAU 2010: 8). Durch die Festlegung von Vorbehaltsgebieten kann erreicht werden, dass dem vorbeugenden Hochwasserschutz in der Abwägung raumbedeutsamer Planungen oder Vorhaben ein besonderes Gewicht beigemessen wird und bei Standortentscheidungen die Standorte mit der geringsten Hochwassergefährdung ausgewählt werden bzw. verstärkt auch Alternativstandorte außerhalb der Vorbehaltsgebiete geprüft werden.

In Bereichen, in denen im Katastrophenfall eine besonders hohe Gefahr für Leben und Sachgüter besteht (z. B. aufgrund großer Überflutungstiefen), kommt darüber hinaus ggf. auch eine Festlegung als Vorranggebiet in Betracht (ARGEBAU 2010: 8; MKRO 2013: 15). Dadurch könnten neue Baugebiete und Bauvorhaben von vornherein ausgeschlossen

bzw. hochwasserangepasste Bauweisen verbindlich vorgeschrieben werden. Zudem könnten Anstöße für Rückbaumaßnahmen und Standortverlagerungen gegeben werden.

In der KlimaMORO-Modellregion Oberes Elbtal/Osterzgebirge wurden für die Abgrenzung und Ausweisung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten innerhalb potenzieller Überflutungsbereiche folgende planungsmethodischen Vorschläge entwickelt (BMVBS 2013a: 95), die durch ein anschließendes Rechtsgutachten (BMVBS 2013b) als aus juristischer Sicht umsetzbar bewertet wurden:

- zeichnerische Festlegung auf Basis eines (näher zu bestimmenden) Extremhochwassers mit geringer Eintrittswahrscheinlichkeit
- Abgrenzung der Vorrang-/Vorbehaltsgebiete innerhalb potenzieller Überflutungsbereiche nicht nach gegenwärtiger Nutzung (Innen- oder Außenbereich), sondern nach Gefahrenintensität (Bereiche mit Überschwemmungstiefen > 2 m und spezifischem Abfluss $> 2\text{ m}^2/\text{s}$ als Vorranggebiet²²; Bereiche mit geringeren Überflutungstiefen bzw. Abflusswerten als Vorbehaltsgebiet)
- Ausdehnung der Vorranggebiete auch auf den Siedlungsbestand
- Verdeutlichung des Vorsorgeaspekts durch veränderte Bezeichnung: Vorrang-/Vorbehaltsgebiete „Hochwasservorsorge“ statt „Hochwasserschutz“

Als Grundlage für die Ausweisung potenzieller Überflutungsbereiche als Vorbehalts- und ggf. Vorranggebiete „Hochwasserschutz“ (oder besser: „Hochwasservorsorge“) können die Hochwassergefahrenkarten gemäß § 74 WHG herangezogen werden, in denen u. a. die Wassertiefen der bei einem Hochwasserereignis mit niedriger Wahrscheinlichkeit²³ bzw. der bei einem Extremereignis überfluteten Flächen dargestellt sind (s. Kap. 3.2.3.1). Ergänzend kommt für die Abgrenzung entsprechender Gebiete für die Hochwasserrisikovorsorge auch die vom LBEG erstellte Hochwassergefährdungskarte Niedersachsen infrage, die auf der Basis geologischer Fachdaten die potenzielle Überflutungsgefährdung abbildet (LBEG 2007).

Um die Legitimationsgrundlage der Regionalplanung für die vor Ort meist konfliktbehaftete Ausweisung von potenziellen Überflutungsbereichen zu verbessern, könnte der bestehende Grundsatz des Landes-Raumordnungsprogramms Niedersachsen 2012 – wonach Bereiche, die bei Hochwasser mit niedriger Wahrscheinlichkeit überflutet werden können, in den Regionalen Raumordnungsprogrammen als Vorbehaltsgebiete für Hochwasserschutz festgelegt werden sollen (LROP Niedersachsen 2012: Abschnitt 3.2.4, Ziffer 12, Satz 3) – in eine Formulierung mit Zielcharakter überführt werden, die vorsieht, dass potenzielle Überflutungsbereiche grundsätzlich als Vorbehaltsgebiete (und bei hoher Gefahrenintensität ggf. auch als Vorranggebiete, s. o.) festzulegen sind (obligatorische statt fakultative Festlegung entsprechender Gebiete in den Regionalen Raumordnungsprogrammen auf Basis der gemäß § 74 WHG zu erstellenden Gefahrenkarten für Hochwasserereignisse mit niedriger Wahrscheinlichkeit). Eine durch das Lan-

²² Bei der nächsten Fortschreibung des Regionalplans für den Regionalen Planungsverband Oberes Elbtal/Osterzgebirge wird folgende Vorgehensweise vorgeschlagen: Für Bebauungspläne innerhalb der Vorranggebiete wird eine hochwasserangepasste Bauweise verbindlich vorgeschrieben. Für Bereiche mit Überschwemmungstiefen von mehr als 4 m wird ein Prüfauftrag an die Kommunen formuliert, auf weitere Bebauung gänzlich zu verzichten. Für die Teile der Vorranggebiete, die dem Erhalt oder der Rückgewinnung von Retentionsräumen dienen, wird ein absolutes Bauverbot ausgesprochen (BMVBS 2014: 38).

²³ In Niedersachsen wird bei der Erstellung der Gefahrenkarten für „Hochwasserereignisse mit niedriger Wahrscheinlichkeit“ für einige Gewässer ein HQ_{200} -Abfluss zugrunde gelegt, an den meisten Gewässern aufgrund unzureichender Datenlage allerdings ein mit dem Faktor 1,3 (z. T. auch 1,4) multiplizierter HQ_{100} -Abfluss herangezogen, der in etwa einem HQ_{200} entsprechen soll (mündliche Auskunft des NLWKN im März 2013).

des-Raumordnungsprogramm vorgegebene landesweit verpflichtende und einheitliche Vorgehensweise würde zudem die kreisgrenzenübergreifende Abstimmung bei der Ausweisung entsprechender Gebiete erleichtern.

Zur Stärkung der Bewusstseinsbildung und zur Förderung der Hochwasserrisikovor-sorge sollte in den textlichen Festlegungen bzw. Erläuterungen von Raumordnungspro-grammen zudem verstärkt Bezug auf die Aspekte des Hochwasserrisikomanagements (z.B. Maßnahmen der Flächen-, Bau-, Risiko-, Verhaltens- und Informationsvorsorge so-wie des Katastrophenschutzes; s. Abb. 11 und Tab. 4) genommen werden.

Verbesserung des Wasserrückhalts in der Fläche des Einzugsgebiets

Der Entstehung von Hochwasserereignissen kann durch ein verbessertes Wasserspeiche-rungs- und Retentionsvermögen innerhalb der Gewässereinzugsgebiete begegnet wer-den. Auf raumordnerischer Ebene kann die Ausweisung von Vorrang- und Vorbehalts-gebietstypen aus dem Bereich des Freiraumschutzes (z.B. „Freiraumfunktionen“, „Natur und Landschaft“, „Trinkwassergewinnung“ oder „Vermehrung des Waldanteils“), die ne-ben ihrem primären Zweck auch dem Erhalt und der Verbesserung des Wasserrückhalts dienen, einen Beitrag leisten. Darüber hinaus wäre – analog zu einer möglichen Einfüh-rung von nach Wasserrecht festzusetzenden Hochwasserentstehungsgebieten (s. Kap. 3.2.3.1) (und zum Zweck ihrer Übernahme in die Regionalen Raumordnungsprogramme) – zudem die Festlegung eines spezifischen Gebietstyps der Raumordnung (z.B. mit der Bezeichnung „Erhaltung und Verbesserung des Wasserrückhalts“) denkbar.

Des Weiteren können textliche Festlegungen hinsichtlich der Retention, Nutzung und Versickerung von Niederschlagswasser (insbesondere auch für Siedlungsbereiche) sowie zur Reduzierung der Flächenversiegelung getroffen werden (ARGEBAU 2010: 9 f.; MKRO 2013: 15).

Sowohl bei den zeichnerischen als auch den textlichen Festlegungen zur Förderung des Wasserrückhalts können die Anpassungserfordernisse an klimawandelbedingte Ver-änderungen des Niederschlagsregimes als zusätzliche Begründung angeführt werden.

Sicherung potenzieller Flächen bzw. Standorte für Hochwasserschutzanlagen

Zur raumordnerischen Sicherung von potenziellen Flächen bzw. Standorten für ggf. zu-sätzlich erforderliche Hochwasserschutzanlagen, die sich künftig insbesondere aus den Risikomanagementplänen gemäß § 75 WHG (s. Kap. 3.2.3.1) ergeben können, können Vorrang- oder Vorbehaltsgebiete bzw. -standorte für den Hochwasserschutz festgelegt werden (MKRO 2013: 16). Dies gilt insbesondere für großräumige Maßnahmen des (technischen) Hochwasserschutzes, wie Talsperren, Hochwasserrückhaltebecken oder Hochwasserentlastungsflächen, die bei hohen Pegelständen gezielt geflutet werden können.

3.2.4.2 Wasserressourcenmanagement

In den Grundsätzen der Raumordnung wird in § 2 Abs. 2 Nr. 6 Satz 1 und 2 ROG darauf verwiesen, dass der Raum in seiner Bedeutung für die Funktionsfähigkeit des Wasser-haushalts zu entwickeln, zu sichern oder, soweit erforderlich, möglich und angemessen, wiederherzustellen ist und Grundwasservorkommen zu schützen sind. Die EG-WRRL spricht zudem ein generelles Verschlechterungsverbot der Gewässerqualität aus und formuliert flächendeckende Qualitätsziele. Daraus ergibt sich, dass sämtliche Planungen im Raum grundsätzlich unter dem Aspekt ihrer Implikationen für die Oberflächengewäs-

ser und das Grundwasser zu betrachten sind (Greiving 2011: 86). Die projizierten Veränderungen des Niederschlagsregimes (feuchtere Winter, tendenziell trockenere Sommer) erfordern künftig zudem einen klimawandelangepassten Umgang mit der Ressource Wasser. Es wird verstärkt darum gehen müssen, Wasserüberschüsse aus niederschlagsreichen Zeiten möglichst lange in der Landschaft zurückzuhalten, um regionale Wasserknappheiten infolge häufigerer und längerer Trockenperioden ausgleichen zu können. Aufgrund der potenziellen klimawandelbedingten Erhöhung der Belastungen von Oberflächengewässern und Grundwasser durch Stoffeinträge, Niedrigwasserstände und erhöhte Wassertemperaturen rücken außerdem verstärkt Aspekte des Gewässerschutzes in den Fokus. Im Bereich der Raumordnung sollten daher – neben der Formulierung allgemeiner textlicher Festlegungen zur nachhaltigen Gewässerbewirtschaftung und zum Gewässerschutz (s. LROP Niedersachsen 2012: Abschnitt 3.2.4, Ziffer 01 bis 05) – verstärkt folgende Handlungsmöglichkeiten berücksichtigt werden:

Schutz und Sicherung von Grundwasserressourcen

Die Raumordnung kann zum Schutz und zur Sicherung von Grundwasserressourcen beitragen, indem sie entsprechende Vorrang- und ggf. Vorbehaltsgebiete festlegt. Der raumordnerischen Gebietsausweisung kommt vor allem dann eine besondere Bedeutung zu, wenn die zu schützenden bzw. zu sichernden Grundwasservorkommen noch nicht als wasserrechtlich festgesetzte Wasserschutzgebiete (s. Kap. 3.2.3.2) ausgewiesen sind. Im Hinblick auf die Auswirkungen des Klimawandels sollten insbesondere solche Bereiche gesichert werden, die eventuell langfristig als Reservegebiete für z.B. aufgrund von Quantitäts- oder Qualitätsproblemen aufzugebende Wassergewinnungsgebiete in Anspruch genommen oder deren Grundwasservorkommen aufgrund naturschutzfachlicher Anforderungen (z.B. Schutz von grundwasserabhängigen Oberflächengewässern und Landökosystemen) geschützt werden müssen. Um zukünftige Konflikte bei der Nutzung von Wasserressourcen zu minimieren, indem schon heute vorsorglich zusätzliche Grundwasservorkommen raumordnerisch gesichert werden, ist eine intensive Zusammenarbeit zwischen Raumordnung und wasserwirtschaftlicher Fachplanung erforderlich. Nur auf der Grundlage fachlicher Gebietsabgrenzungen und prognostizierter Änderungen des Wasserdargebots (unter Berücksichtigung von Klima- und Landnutzungsszenarien) lassen sich ausreichend begründbare raumordnerische Festlegungen treffen (MKRO 2013: 28 ff.).

In Ergänzung zum in der niedersächsischen Raumordnung existierenden Vorrang-/Vorbehaltsgebietstyp „Trinkwassergewinnung“ (s. LROP Niedersachsen 2012: Abschnitt 3.2.4, Ziffer 09, Sätze 1, 3 und 4; NLT 2010: Planzeichen Nr. 11.1 und 11.2), der – wie die Bezeichnung vermuten lässt – in erster Linie der Sicherung der Trinkwasserversorgung dienen soll und in starkem Maße auf den qualitativen Schutz der Rohwasservorkommen abzielt, könnte ein neuer Vorrang-/Vorbehaltsgebietstyp „Sicherung des Grundwasserdargebots“ eingeführt werden, dessen Fokus stärker auf der quantitativen Sicherung der Grundwasservorkommen (Grundwassermengenentwicklung) in von Trockenheit besonders gefährdeten Bereichen läge. Innerhalb eines solchen Gebietstyps wäre z.B. auf einen verstärkten Rückhalt und einen verlangsamten Abfluss des Wassers sowie eine gezielte Versickerung von „überschüssigem“ und ansonsten abfließendem Niederschlagswasser (Grundwasseranreicherung) hinzuwirken. Darüber hinaus wären Flächennutzungsänderungen auf ihre Relevanz für den Wasserabfluss bzw. Wasserverbrauch zu prüfen.

Neben den oben beschriebenen zeichnerischen Festlegungen können in den Raumordnungsprogrammen textliche Festlegungen zum Management konkurrierender Nutzungen von Grund- und Oberflächenwasser (Trinkwasser, Brauchwasser für Industrie/Gewerbe, Beregnungswasser für die Landwirtschaft) formuliert werden.

Erhalt bzw. Verbesserung des Landschafts- und Bodenwasserhaushalts

Der Erhalt bzw. die Verbesserung des Landschafts- und Bodenwasserhaushalts ist von großer Bedeutung, da hierdurch in erheblichem Maße der Gebietsrückhalt sowie die Grundwasserneubildung und das Grundwasserdargebot beeinflusst werden können. Die Raumordnung kann durch textliche Festlegungen auf eine standort- und klimawandelangepasste Art und Intensität der Flächennutzung hinwirken (z.B. abflussmindernde und konservierende Formen der landwirtschaftlichen Bodenbearbeitung) und dadurch zur Erhöhung des Retentionsvermögens und zur Verbesserung der Infiltrationsbedingungen in der Landschaft beitragen. Um dabei einen räumlich konkreten Bezug herstellen zu können, sollten sich die Festlegungen auf eine (mit Unterstützung der wasserwirtschaftlichen Fachplanung) abgegrenzte Gebietskulisse (z. B. trockenheitsgefährdete Landschaftsräume, sensitive Grundwasservorkommen) beziehen. Da raumordnerische Festlegungen keine Bindungswirkung gegenüber privaten Flächennutzungen und Landbewirtschaftungsformen entfalten, muss die konkrete Umsetzung über Förderprogramme (z.B. Agrarumweltprogramme) oder im Rahmen der Regionalentwicklung durch das Zusammenwirken der betroffenen Akteure (Kommunen, Wasserwirtschaft, Landwirtschaft etc.) unter Beteiligung der Regionalplanung erfolgen (MKRO 2013: 29).

Darüber hinaus können auch die bereits im Zusammenhang mit den raumordnerischen Möglichkeiten zur Verbesserung des Wasserrückhalts in der Fläche (s. Kap. 3.2.4.1) dargelegten zeichnerischen und textlichen Festlegungen den Erhalt bzw. die Verbesserung des Landschafts- und Bodenwasserhaushalts sowie die Grundwasserneubildung unterstützen.

Sicherung von Flächen und Standorten für Maßnahmen zur Vorsorge gegenüber Wasserknappheit

Eine weitere Aufgabe der Raumordnung könnte zukünftig darin bestehen, durch entsprechende Vorrang-/Vorbehaltsgebiete bzw. -standorte geeignete Bereiche zu sichern und langfristig vorzuhalten, die z.B. für folgende Maßnahmen zur Vorsorge gegenüber Wasserknappheit benötigt werden (könnten):

- Aus- bzw. Neubauten von Talsperren und sonstigen Stauanlagen zur Niedrigwasseraufhöhung und (Trink-)Wasserversorgung
- Errichtung von Anlagen (Polder, Becken etc.) zur Zwischenspeicherung von Wasserüberschüssen für eine zeitversetzte Nutzung als industrielles/gewerbliches Brauchwasser oder für die landwirtschaftliche Bewässerung und Feldberegnung
- raumbezogene Maßnahmen zur Regulierung des Landschaftswasserhaushaltes (Renaturierung/Wiedervernässung von Auen, Mooren und Feuchtgebieten, künstliche Grundwasseranreicherung etc.)

Hierbei ist eine enge Zusammenarbeit der Raumordnung mit dem Naturschutz und der Landschaftsplanung, der wasserwirtschaftlichen Fachplanung, der Land- und Forstwirtschaft, den Wasser- und Bodenverbänden sowie sonstigen betroffenen Gewässernutzern erforderlich.

Lenkung stark wasserverbrauchender Nutzungen

Vor dem Hintergrund der möglichen klimawandelbedingten Veränderung nutzbarer Wasserdarangebote und gewässerökologischer Belastungskapazitäten erscheint es geboten, vorausschauend zu prüfen, ob und wo Gewässerbenutzungen (Entnahmen, Einleitungen) auch langfristig gewährleistet werden können. Die Raumordnung könnte daher in Erwägung ziehen – in Abhängigkeit von der jeweiligen (zukünftigen) Wasserdarangebotsituation, die vonseiten der wasserwirtschaftlichen Fachplanung zu ermitteln wäre –, Eignungs- und Ausschlussgebiete für stark wasserverbrauchende Nutzungen (z. B. industrielle/gewerbliche Betriebe mit hohem Brauchwasserbedarf, wasserintensive Freizeitnutzungen, Anbau von nachwachsenden Rohstoffen mit hoher Grundwasserzehrung bzw. von landwirtschaftlichen Kulturen mit hohem Beregnungwasserbedarf) festzulegen, um auf diese Weise auf deren gezielte Lenkung hinzuwirken (MKRO 2013: 29).

3.3 Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung

Siedlungsräume werden von den Auswirkungen des Klimawandels in besonderer Weise betroffen sein, da sie aufgrund der Konzentration von Bebauung, Infrastrukturen, Vermögenswerten und Bevölkerung eine vergleichsweise hohe volkswirtschaftliche und gesellschaftliche Verwundbarkeit gegenüber wetter- bzw. witterungsbedingten Naturgefahren aufweisen. Zudem haben Extremereignisse wie Hitze oder Starkregen aufgrund der räumlichen Charakteristika von Siedlungsgebieten (hohe bauliche Dichte und hoher Versiegelungsgrad) in diesen Räumen eine besonders ausgeprägte Wirkung (z. B. in Form von städtischen Wärmeinseleffekten oder durch Kanalisationsüberstau hervorgerufene lokale Überschwemmungen).

Auch kritische Infrastrukturen¹, wie z.B. bedeutende Verkehrswege, Kraft- und Umspannwerke, Energie- und Kommunikationsnetze oder Einrichtungen der Gesundheitsvorsorge, können durch wetter- bzw. witterungsbedingte Extremereignisse wie z.B. Hitzebelastungen, Überschwemmungen oder gravitative Massenbewegungen gefährdet sein. Aufgrund der wachsenden infrastrukturellen Vernetzung steigt zusätzlich die Gefahr, dass sich lokal begrenzte Ausfälle einzelner Infrastrukturelemente in der Folge auch auf andere Infrastrukturbereiche oder umliegende Regionen ausdehnen. Diese Folgeeffekte besitzen das Potenzial, komplexe Versorgungsinfrastrukturen zum Erliegen zu bringen, und können enorme volkswirtschaftliche Schäden bewirken (Bundesregierung 2008: 44; BMI 2009: 9). Der Schutz kritischer Infrastruktur liegt in erster Linie im Aufgabenbereich des Bevölkerungsschutzes; aufgrund der Möglichkeit, räumliche Vorsorge zu treffen, sollte er künftig jedoch verstärkt auch in das Blickfeld der Raumplanung genommen werden.

3.3.1 Potenzielle Auswirkungen des Klimawandels

Als potenzielle Auswirkungen des Klimawandels auf Siedlungsräume und Infrastrukturen sind im Wesentlichen eine durch den Temperaturanstieg bedingte Verstärkung städtischer Wärmeinseleffekte sowie eine aus der erhöhten Klimavariabilität resultierende Zunahme wetter- bzw. witterungsbedingter Naturgefahren (Überschwemmungsgefahren, Gefahren durch gravitative Massenbewegungen) zu erwarten.

Verstärkung städtischer Wärmeinseleffekte

Innerhalb verdichteter Siedlungsgebiete herrschen i.d.R. höhere Temperaturen als im unbebauten Umland vor. Die Gründe für dieses Phänomen liegen in der stärkeren Aufheizung aufgrund hoher Versiegelungsgrade, der reduzierten Durchlüftung aufgrund von baulichen Hindernissen, der verminderten Verdunstung aufgrund geringer Vegetationsanteile sowie in der Speicherung und zeitverzögerten Abgabe solarer Strahlungswärme durch Gebäude und versiegelte Flächen. Bereits heute sind diese städtischen Wärmeinseleffekte z.T. stark ausgeprägt. Während der Temperaturunterschied im Vergleich zum Umland in Städten mit etwa 100.000 Einwohnern ca. 5 bis 6 °C beträgt, werden in den Zentren sehr großer Städte zum Ende der Nacht bis zu 10 °C höhere Temperaturen als im Umland gemessen (MKRO 2013: 25). Infolge des klimawandelbedingten Temperaturanstiegs, der mit einer Zunahme von Sommer- bzw. Hitzetagen und Tropennächten

¹ Nach der Definition der nationalen KRITIS-Strategie (BMI 2009: 3) handelt es sich bei kritischen Infrastrukturen (KRITIS) um „Organisationen und Einrichtungen mit wichtiger Bedeutung für das staatliche Gemeinwesen, bei deren Ausfall oder Beeinträchtigung nachhaltig wirkende Versorgungsengpässe, erhebliche Störungen der öffentlichen Sicherheit oder andere dramatische Folgen eintreten würden“.

sowie einer verlängerten Dauer von Hitzeperioden einhergeht, wird es künftig zu einer zusätzlichen Verstärkung von Wärmeinseleffekten kommen. Vor allem lang anhaltende Hitzeperioden, bei denen auch in den Abendstunden keine wesentliche Abkühlung eintritt, können zu erhöhten bioklimatischen Belastungen der Bevölkerung führen. Neben negativen Auswirkungen auf das allgemeine Wohlbefinden sowie die Leistungs- und Konzentrationsfähigkeit der in Städten lebenden bzw. arbeitenden Menschen können sich – insbesondere bei akut gefährdeten Personengruppen (z.B. ältere oder kranke Menschen) – auch die gesundheitlichen Risiken bis hin zur akuten Lebensgefahr erhöhen (MKRO 2013: 25). Dies hat z.B. der Hitzesommer 2003 deutlich gezeigt, der in Deutschland zu schätzungsweise 7.000 hitzebedingten Todesopfern geführt hat (UBA/DWD 2008: 4). Aufgrund der besonderen Gefährdung älterer Menschen wird neben dem Klimawandel auch die demografische Entwicklung (Alterung der Gesellschaft) zu einer Verschärfung der mit (städtischen) Hitzebelastungen einhergehenden Probleme beitragen.

Zunahme wetter- bzw. witterungsbedingter Naturgefahren

Überschwemmungsgefahren

Neben der zu erwartenden klimawandelbedingten Zunahme und Intensivierung von Binnenhochwasser- und Sturmflutereignissen (s. dazu im Einzelnen Kap. 3.1.1.1 und Kap. 3.2.1.1) und daraus resultierenden großräumigen Überflutungsgefahren für Siedlungen und Infrastrukturen werden sich – als Folge häufigerer und intensiverer Starkregenereignisse – voraussichtlich auch die Gefahren durch kleinräumig auftretende Sturzfluten erhöhen. Unter Sturzfluten sind plötzliche Überschwemmungen zu verstehen, die dadurch entstehen, dass nach einem Starkregenereignis mehr Wasser vorhanden ist, als vom Boden bzw. Gewässersystem aufgenommen werden kann. In Abhängigkeit vom Relief fließt das Wasser mehr oder weniger schnell oberflächlich ab und sammelt sich in Talauen, Hangmulden bzw. Geländesenken. Insbesondere in kleineren Fließgewässern mit starkem Gefälle und in solchen Gewässern, die als Vorfluter für Einleitungen aus Kanalisationen und Regenrückhaltebecken fungieren, können sich bei lokalem Starkregen sehr schnell Sturzfluten mit nennenswerten Schadenspotenzialen für Siedlungsbereiche und Infrastrukturen entwickeln (Nds. MU/RK Klimaschutz 2012: 46). Bereits heute wird rund die Hälfte aller Hochwasserschäden in Deutschland durch kleinräumige Überschwemmungen infolge von Starkregenereignissen verursacht (Zebisch et al. 2005: 49).

Gefahren durch gravitative Massenbewegungen

Unter gravitativen Massenbewegungen sind hangabwärts gerichtete Verlagerungen von Festgestein, Lockergestein oder Bodenmaterial zu verstehen (z.B. Felsstürze, Steinschläge und Hangrutschungen) (Dikau/Glade 2003: 98). Sie können eine potenzielle Gefährdung für in der Bewegungsbahn befindliche Siedlungen, Bauwerke und Infrastrukturen (z.B. Straßen und Schienenwege) darstellen. Einflussfaktoren für die Entstehung gravitativer Massenbewegungen sind z.B. Gesteinslockerungen durch Wurzelsprengung, Verwitterungs- und Erosionsprozesse sowie das Gefälle und die Rutschanfälligkeit von Deckschichten. Als klimatische Einflussfaktoren sind zudem Temperaturschwankungen, häufige Frost-/Tauwetter-Wechsel, lang anhaltende Regenfälle und Starkregenereignisse von Relevanz (BLfU 2010: 19 ff.), die sich infolge des Klimawandels voraussichtlich allesamt verstärken werden und zu einer Zunahme gravitativer Massenbewegungen führen können (UBA 2011a: 6). Vor allem bei Hangbewegungen spielen hydrologische Randbedingungen eine entscheidende Rolle. Der klimawandelbedingte periodische Anstieg des Hangwasserspiegels im Winter bzw. die mögliche Intensivierung von Starkregenereignis-

sen können daher zur Folge haben, dass bereits gefährdete Hänge weiter an Stabilität verlieren und künftig zusätzlich auch solche Hänge gefährdet sein können, deren Stand-sicherheit bisher vorhanden war (Damm/Pflum 2004: 129).

Das Gefahrenpotenzial für das Auftreten von gravitativen Massenbewegungen ist in weiten Teilen Niedersachsens reliefbedingt als nicht vorhanden bzw. gering einzustufen. Im niedersächsischen Bergland und im Harz liegen allerdings z.T. erhöhte Gefahrenpo-tenziale vor (Dikau/Glade 2003: 99). Insbesondere in tief eingeschnittenen Flusstälern des Mittelgebirges kann es zu Hangrutschungen kommen (Damm/Pflum 2004: 128).

3.3.2 Handlungsmöglichkeiten und Instrumente der Raumordnung

Vor dem Hintergrund der oben skizzierten potenziellen Auswirkungen des Klimawan-dels muss die Raumordnung einerseits noch stärker als bisher auf eine ausgewogene Entwicklung von Freiraum- und Siedlungsstrukturen hinwirken und andererseits in ver-stärktem Maße die zunehmenden wetter- bzw. witterungsbedingten Naturgefahren für Siedlungsräume und Infrastrukturen berücksichtigen.

Klima(wandel)optimierte Steuerung der Freiraum- und Siedlungsstruktur

Der Entstehung siedlungsklimatischer Belastungssituationen (Wärmeinseleffekte) kann auf der Ebene der Raumordnung durch eine angepasste Steuerung der Freiraum- und Siedlungsstruktur entgegengewirkt werden. Bereits in den Grundsätzen der Raumord-nung finden sich entsprechende Passagen. So ist

- der Freiraum durch übergreifende Freiraum-, Siedlungs- und weitere Fachplanungen zu schützen und die Flächeninanspruchnahme im Freiraum zu begrenzen (§ 2 Abs. 2 Nr. 2 Sätze 4 und 5 ROG),
- die erstmalige Inanspruchnahme von Freiflächen für Siedlungs- und Verkehrszwecke zu vermindern (§ 2 Abs. 2 Nr. 6 Satz 3 ROG) und
- der Raum in seiner Bedeutung für die Funktionsfähigkeit u. a. des Klimas zu entwi-ckeln, zu sichern oder wiederherzustellen (§ 2 Abs. 2 Nr. 6 Satz 1 ROG).

In den Raumordnungsprogrammen sollen gemäß § 8 Abs. 5 Nr. 1 und 2 ROG Festle-gungen zur anzustrebenden Siedlungs- und Freiraumstruktur gemacht werden. Das Lan-des-Raumordnungsprogramm Niedersachsen 2012 enthält in diesem Zusammenhang u. a. folgende Aussagen:²

- Bei Planungen und Maßnahmen zur Entwicklung der räumlichen Struktur des Landes sollen u. a. „die Möglichkeiten zur Anpassung von Raum- und Siedlungsstrukturen an die Folgen von Klimaänderungen berücksichtigt werden“. (Abschnitt 1.1, Ziffer 02, Satz 3)
- „In der Siedlungsstruktur sollen [...] siedlungsnah Freiräume erhalten und unter Be-rücksichtigung der städtebaulichen Erfordernisse weiterentwickelt werden.“ (Ab-schnitt 2.1, Ziffer 01)
- „Die weitere Inanspruchnahme von Freiräumen für die Siedlungsentwicklung, den Aus-bau von Verkehrswegen und sonstigen Infrastruktureinrichtungen ist zu minimieren.“ (Abschnitt 3.1.1, Ziffer 02, Satz 1)

² *Kursivschrift* = Ziele der Raumordnung; *Normalschrift* = Grundsätze der Raumordnung

- „Siedlungsnahе Freiräume sollen erhalten und in ihren ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Funktionen gesichert und entwickelt werden. *Bei regionalen oder überregionalen Erfordernissen sind siedlungsnahе Freiräume in den Regionalen Raumordnungsprogrammen als Vorranggebiete Freiraumfunktionen festzulegen.*“ (Abschnitt 3.1.1, Ziffer 03)

In Abschnitt 1.3, Ziffer 01 des Landes-Raumordnungsprogramms Niedersachsen 2012 wird zudem ausdrücklich darauf hingewiesen, dass in den raumstrukturellen Verflechtungsbereichen Niedersachsens mit den Oberzentren Bremen und Bremerhaven u. a. zur Sicherung und Weiterentwicklung regionaler Landschafts- und Freiräume besondere Formen der interkommunalen Abstimmung und Kooperation eingesetzt werden sollen.³ Diese Forderung trägt dem Umstand Rechnung, dass die Sicherung von Freiräumen gerade innerhalb von grenzüberschreitenden Ballungsräumen durch eine enge Zusammenarbeit der betroffenen Planungsstellen erfolgen muss. Eine entsprechende Forderung des Landes-Raumordnungsprogramms wäre daher – nicht zuletzt im Hinblick auf die Anpassung an die Folgen des Klimawandels – auch für den raumstrukturellen Verflechtungsbereich Niedersachsens mit dem Oberzentrum Hamburg wünschenswert.

Im Folgenden werden konkrete raumordnerische Handlungsmöglichkeiten zur klima(wandel)optimierten Steuerung der Freiraum- und Siedlungsstruktur dargestellt. Dabei wird zwischen den Aufgabenbereichen „Sicherung von siedlungsklimatisch bedeutsamen Freiräumen“ und „Steuerung der Siedlungsentwicklung“ unterschieden:

Sicherung von siedlungsklimatisch bedeutsamen Freiräumen

Die Raumordnung kann auf eine Erhaltung bzw. Verbesserung der Luftaustauschprozesse zwischen städtischen Gebieten und deren Umland und damit auf eine Minderung siedlungsklimatischer Belastungssituationen hinwirken, indem sie bestehende Kalt- bzw. Frischluftentstehungsgebiete und Luftaustauschbahnen sowie zuvor anderweitig genutzte Flächen, die sich als klimawirksame Freiräume eignen (z. B. Revitalisierung industrieller Brachflächen als Grünflächen oder urbane Wälder), sichert (MKRO 2013: 26 ff.). Das Landes-Raumordnungsprogramm Niedersachsen 2012 sieht in diesem Zusammenhang u. a. vor, dass in den Regionalen Raumordnungsprogrammen klimaökologisch bedeutsame Freiflächen gesichert und entwickelt werden sollen (Abschnitt 3.1.1, Ziffer 01, Satz 2). Für die Ausweisung entsprechender Flächen ist allerdings kein neues Planzeichen vorgesehen. Stattdessen sollen bestehende Gebietskategorien (z. B. Vorrang-/Vorbehaltsgebiete Freiraumfunktionen) genutzt werden, wobei die möglichen Auswirkungen des Klimawandels (z. B. zu erwartende Verschärfung siedlungsklimatischer Belastungssituationen) als (zusätzliche) Begründung für deren Festlegung angeführt werden können.

Da in Anbetracht der klimawandelbedingten Verschärfung siedlungsklimatischer Belastungssituationen nicht nur die Sicherung bereits bestehender Freiräume von hoher Bedeutung ist, sondern auch zusätzliche Maßnahmen innerhalb des Siedlungsbestands eine wichtige Rolle spielen können, wurden in den KlimaMORO-Modellregionen Westsachsen bzw. Mittel- und Südhessen folgende Vorschläge entwickelt und diskutiert:

³ In diesem Kontext sind als bestehende Kooperationsergebnisse das „Interkommunale Raumstrukturkonzept Region Bremen“ (INTRA) des Kommunalverbunds Niedersachsen/Bremen sowie das „Kooperative Siedlungs- und Freiraumkonzept“ (KSFK) des Regionalforums Bremerhaven zu nennen. In beiden Fällen bestehen bereits konkrete Überlegungen, wie eine abgestimmte Siedlungs- und Freiraumentwicklung erfolgen kann bzw. soll. Der Aspekt der Anpassung an die Folgen des Klimawandels spielte bei den bisherigen Überlegungen allerdings keine Rolle.

- Einführung einer räumlichen Zielkulisse „Gebiete zur Erhöhung des Anteils an klimatischen Komfortinseln“⁴ auf Brachflächen“ als regionalplanerische Rahmensetzung für die gemeindliche Planungsebene (BMVBS 2013a: 82,94)
- Überlagerung von Vorbehaltsgebieten für besondere Klimafunktionen mit Vorranggebieten für Siedlung bzw. Industrie und Gewerbe (in Bestand und Planung) zur Sicherung von regional bedeutsamen Luftleitbahnen und Formulierung entsprechender Hinweise für die örtliche Planung (z. B. Ausrichtung von Neubauten, Entwicklung von Grünflächen) (BMVBS 2013a: 96)

Um raumordnerische Festlegungen zur Sicherung siedlungsklimatisch bedeutsamer Freiräume treffen zu können, ist eine genaue Kenntnis der regionalen bzw. lokalen Klimate (Frisch-/Kaltluftentstehungsgebiete, Frisch-/Kaltluftschneisen, Wirkung städtischer Wärmeinseln etc.) erforderlich. Eine geeignete Grundlage für die Ermittlung entsprechender Bereiche kann der Landschaftsrahmenplan darstellen, der u. a. Angaben zur Erhaltung und Entwicklung von Freiräumen im besiedelten und unbesiedelten Bereich enthalten soll (§ 9 Abs. 3 Nr. 4 g BNatSchG), wobei gemäß § 1 Abs. 3 Nr. 4 BNatSchG insbesondere Flächen mit günstiger lufthygienischer und klimatischer Wirkung, wie z. B. Frisch- und Kaltluftentstehungsgebiete oder Luftaustauschbahnen, zu berücksichtigen sind. Die raumbedeutsamen Aussagen des Landschaftsrahmenplans sind dann als Fachgutachten in der raumordnerischen Abwägung zu berücksichtigen und entsprechend in die Regionalen Raumordnungsprogramme zu integrieren.

Als Informationsgrundlage kann darüber hinaus die Erstellung einer speziellen Planungshinweiskarte „Klimaökologie“ dienlich sein, in der Aussagen zur siedlungsklimatischen Bedeutung von Grün- und Freiflächen, zur bioklimatischen Belastung von Siedlungsräumen (auch unter Einbeziehung von Klimaszenarien) sowie zur Strömungsrichtung und zum Strömungsvolumen von Luftaustauschbahnen enthalten sind.⁵ Eine solche Karte könnte zudem als Beikarte in das Regionale Raumordnungsprogramm aufgenommen werden.

Zur informellen Vorbereitung von raumordnerischen Festlegungen zur Sicherung von Freiräumen kann die Erarbeitung eines regionalen Freiraumkonzepts hilfreich sein, in dem die Entwicklungsvorstellungen der relevanten Akteure (Städte, Gemeinden, Träger öffentlicher Belange etc.) abgestimmt und dargestellt werden.⁶

Steuerung der Siedlungsentwicklung

Neben der Sicherung siedlungsklimatisch bedeutsamer Freiräume kann die Raumordnung auch in Form von Festlegungen zur räumlichen Steuerung der Siedlungsentwicklung zu einer Vermeidung bzw. Minderung von klimatischen Belastungssituationen im besiedelten Bereich beitragen. Dazu ist es erforderlich, dass bei der Festlegung von Vorranggebieten für die Siedlungsentwicklung bzw. für industrielle Anlagen und Gewerbe in verstärktem Maße die regionalklimatische Situation berücksichtigt wird und diese Nutzungen aus klimatisch bedeutsamen Bereichen (Kalt-/Frischluftentstehungsgebiete, Luftaustauschbahnen) herausgehalten werden. Darüber hinaus könnten in den Regionalen

⁴ Als Kriterien, die eine klimatische Komfortinsel erfüllen muss, wurden dabei definiert: a) Mindestgröße von 1 ha, b) maximales Breiten-Längenverhältnis von 1:4, c) Grünfläche, urbaner Wald oder Sukzessionsfläche und d) keine Emissionen in der Freifläche (BMVBS 2013a: 82).

⁵ Eine solche Karte wurde z. B. für die KlimaMORO-Modellregion Nordschwarzwald/Mittlerer Oberrhein erstellt (GEO-NET Umweltconsulting GmbH/Region Nordschwarzwald/Mittlerer Oberrhein o. J.).

⁶ Ein Beispiel für ein regionales Freiraumkonzept stellt das „Regionale Freiraumsicherungs- und Entwicklungskonzept für den Großraum Braunschweig“ des Zweckverbands Großraum Braunschweig dar.

Raumordnungsprogrammen bzw. in dazugehörigen Beikarten auf der Grundlage entsprechender Analysen (z.B. auf Grundlage einer Planungshinweiskarte „Klimaökologie“, s.o.) thermische Belastungsgebiete dargestellt werden (MKRO 2013: 27), die für die kommunale Siedlungsentwicklung Hinweise zur räumlichen Steuerung neuer Baugebiete bzw. zur Innenentwicklung und Nachverdichtung sowie Anhaltspunkte für die siedlungsklimatische Aufwertung entsprechender Bereiche geben.

Berücksichtigung von wetter- bzw. witterungsbedingten Naturgefahren bei der Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung

Infolge der klimatischen Veränderungen ist – wie in Kap. 3.3.1 beschrieben – mit einer Zunahme der Häufigkeit und Intensität von wetter- bzw. witterungsbedingten Naturgefahren zu rechnen, die eine Gefährdung für Siedlungs-, Gewerbe- und Industriegebiete sowie Infrastruktureinrichtungen darstellen können. Um die Sicherheit der Bevölkerung zu gewährleisten und Schadenspotenziale zu begrenzen, sollten entsprechende Naturgefahren künftig verstärkt in der Raumordnung berücksichtigt werden. Dabei sind im Wesentlichen folgende Aufgabenbereiche von Bedeutung:

Vermeidung zusätzlicher Schadenspotenziale in hochwassergefährdeten Bereichen

Die Raumordnung kann durch Festlegung entsprechender Vorrang- und Vorbehaltsgebiete sowohl vorhandene bzw. rückgewinnbare Überschwemmungsbereiche als auch potenzielle Überflutungsbereiche hinter bestehenden Schutzeinrichtungen ausweisen (s. dazu im Einzelnen Kap. 3.1.4 und Kap. 3.2.4.1). Auf diese Weise hat sie die Möglichkeit, die weitere Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung in hochwasser- und überflutungsgefährdeten Bereichen weitgehend einzuschränken (bei Vorranggebieten) bzw. den Aspekten des vorbeugenden Hochwasserschutzes bei der Abwägung raumbedeutsamer Planungen, Maßnahmen und Nutzungen zumindest ein besonderes Gewicht zu verleihen (bei Vorbehaltsgebieten), sodass zusätzliche hochwasser- und überflutungsbedingte Gefährdungen für die Bevölkerung sowie wachsende Schadenspotenziale an Sachgütern vermieden bzw. vermindert werden.

Vermeidung zusätzlicher Schadenspotenziale in durch Sturzfluten oder gravitative Massenbewegungen gefährdeten Bereichen

Sofern es der regionale Maßstab erlaubt, könnten für durch Sturzfluten oder gravitative Massenbewegungen gefährdete Bereiche (z.B. bestimmte Hanglagen bzw. -mulden, Abflussbahnen, Geländesenken) in den Regionalen Raumordnungsprogrammen Vorbehaltsgebiete zur Risikovorsorge gegenüber Naturgefahren festgelegt werden. Auf diese Weise könnte gewährleistet werden, dass der Berücksichtigung (und spezifischeren Untersuchung) entsprechender Naturgefahren bei der Abwägung nachfolgender Planungen eine besondere Bedeutung zukommt. Sofern eine hinreichend konkrete Gefährdungslage bestehen sollte, könnte auch die Festlegung entsprechender Vorranggebiete bzw. eine modifizierte Anwendung des bisher aus dem Kontext Lärmschutz bekannten Vorranggebiets Siedlungsbeschränkungsbereich (NLT 2010: Planzeichen Nr. 8.1) in Erwägung gezogen werden. Durch die Festlegung solcher Vorranggebiete zur Risikovorsorge gegenüber Naturgefahren könnte eine weitere Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung in den Gefahrenzonen ausgeschlossen werden bzw. an die Umsetzung bestimmter Sicherungsmaßnahmen und Schutzvorkehrungen geknüpft werden.

Neben etwaigen – nur bei entsprechend großräumigen Gefährdungslagen praktikablen – Gebietsfestlegungen könnten vonseiten der Raumordnung auch textliche Fest-

legungen formuliert werden, die besagen, dass (klimawandelbedingte) Gefahren durch Sturzfluten und gravitative Massenbewegungen in der Bauleitplanung und bei anderen raumbedeutsamen Planungen, Maßnahmen und Nutzungen zu berücksichtigen sind. Des Weiteren könnten textliche Festlegungen hinsichtlich erforderlicher Anpassungsmaßnahmen (z. B. Wasserrückhalt in sturzflutgefährdeten Bereichen, Hangsicherung zur Vermeidung gravitativer Massenbewegungen, Schutzsysteme für gefährdete Siedlungsbereiche und Infrastruktureinrichtungen) formuliert werden, die auf der Ebene der örtlichen Planung zu konkretisieren und umzusetzen sind.

Die Identifizierung sturzflutgefährdeter Bereiche kann durch Kombination verschiedener methodischer Ansätze erfolgen, zu denen z. B. die Ermittlung der hydrologischen Einzugsgebiete abflusssensibler Bereiche, die Identifizierung größerer Hangmulden und Talauenflächen entlang kleinerer Gewässer, die Nutzung von Daten und Erkenntnissen der Katastrophenschutzbehörden sowie die Auswertung von sturzflutbedingten Einsätzen der örtlichen Feuerwehren zählen (BMVBS 2013a: 92). Darüber hinaus können die statistisch ermittelten Daten des KOSTRA-Atlas (KOordinierte STarkniederschlags-Regionalisierungs-Auswertungen) des Deutschen Wetterdienstes herangezogen sowie spezifische (klima)szenario-basierte Modellierungen zur Sturzflutgefährdung bestimmter Fokusgebiete beauftragt werden.

Zur Identifizierung von durch gravitative Massenbewegungen gefährdeten Bereichen wird derzeit vonseiten des LBEG eine Datenbank mit sämtlichen bisher verzeichneten Massenbewegungen in Niedersachsen aufgebaut. Daraus soll eine Gefahrenhinweiskarte für Niedersachsen erstellt werden, die bei künftigen Raumnutzungsentscheidungen als Informationsgrundlage genutzt werden kann. Da die Gefahrenhinweiskarte jedoch lediglich in der Vergangenheit aufgetretene Massenbewegungen, aber keine Prognosen hinsichtlich zukünftiger (klimawandelbedingter) Gefährdungslagen enthält, sind zusätzliche (klima)szenario-basierte Gefährdungs- und Risikoanalysen erforderlich.

Auf der Ebene der Regionalplanung könnten die verschiedenen Erkenntnisse zur Gefährdung durch Sturzfluten oder gravitative Massenbewegungen in einer Gefahrenhinweiskarte „Naturgefahren“ gebündelt werden. Diese könnte als Informationsgrundlage für raumordnerische Festlegungen und sonstige raumbedeutsame Planungen dienen und als Beikarte in das Regionale Raumordnungsprogramm aufgenommen werden.

Kennzeichnung gefährdeter Infrastrukturen

In den Grundsätzen der Raumordnung wird in § 2 Abs. 3 Satz 4 ROG gefordert, dass „dem Schutz kritischer Infrastrukturen [...] Rechnung zu tragen“ ist. Um die potenzielle Gefährdung von überörtlich bedeutsamen kritischen Infrastrukturen gegenüber wetter- bzw. witterungsbedingten Naturgefahren (z. B. Überschwemmungen, Sturzfluten, gravitative Massenbewegungen) zu veranschaulichen, könnten in die Regionalen Raumordnungsprogramme bzw. in entsprechende Beikarten symbolhafte Darstellungen zur Gefährdungslage (z. B. Umspannwerk im Überschwemmungsbereich, überschwemmungs- oder unterspülungsgefährdete Hauptverkehrsstrasse, Krankenhaus in Muldenlage) aufgenommen werden. Neben den gefährdeten Infrastrukturen wären auch solche Anlagen mit einem entsprechenden Symbol zu versehen, von denen im Falle eines wetter- bzw. witterungsbedingten Extremereignisses ein erhebliches Gefährdungspotenzial ausgehen kann (z. B. Kläranlagen, industrielle Anlagen zur Lagerung oder Verarbeitung von umweltgefährdenden Stoffen).

Um in Regionalen Raumordnungsprogrammen bzw. zugehörigen Beikarten entsprechende Darstellungen vornehmen zu können, müssen zunächst auf regionaler Ebene die

überörtlich bedeutsamen Infrastrukturen und Anlagen definiert werden. Anschließend muss deren Verwundbarkeit gegenüber klima(wandel)bedingten Naturgefahren analysiert werden. Dies kann dadurch erfolgen, dass die Standorte der zuvor definierten Infrastrukturen und Anlagen mit den Bereichen verschnitten werden, die – i.d.R. aufgrund ihrer topografischen Lage – von wetter- bzw. witterungsbedingten Naturgefahren bedroht sind (z.B. überschwemmungs-, sturzflut- oder massenbewegungsgefährdete Bereiche). Dabei gilt es, vorhandene (Objekt-)Schutzeinrichtungen sowie deren Versagenswahrscheinlichkeiten angemessen zu berücksichtigen.

Durch die Kennzeichnung von besonders gefährdeten Infrastrukturen sowie von Anlagen mit besonderem Gefährdungspotenzial kann die Regionalplanung zur Sensibilisierung von Betreibern, Fachplanungen und Kommunen sowie zur Initiierung von Anpassungsaktivitäten beitragen (BMVBS 2013a: 105). Während bei standortgebundenen Infrastrukturen und Anlagen ausschließlich (zusätzliche) Maßnahmen des Objektschutzes bzw. der baulichen Anpassung infrage kommen, sollte bei nicht standortgebundenen Infrastrukturen und Anlagen auch ein mittel- bis langfristiger Rückbau bzw. eine Verlagerung aus den Gefahrenbereichen erwogen werden. So wird beispielsweise in der KlimaMORO-Modellregion Westsachsen darüber nachgedacht, unter der Bezeichnung „Regional bedeutsamer Schwerpunktbereich für den Rückbau bestehender Gefahrenpotenziale im Falle eines Hochwassers“ eine neue raumordnerische Zielkategorie mit räumlicher Kulisse einzuführen (BMVBS 2013a: 93).

3.4 Schutz der biologischen Vielfalt

In Niedersachsen treffen auf einer Nord-Süd-Entfernung von weniger als 250 km mit den Inseln, Watten und Marschen, den eiszeitlich geprägten Geestbereichen und Lössbörden, dem Hügel- und Bergland sowie dem Harz ganz unterschiedliche Landschaften und Naturräume aufeinander. Insgesamt befinden sich in Niedersachsen neun naturräumliche Regionen, die über ein jeweils charakteristisches Landschaftsbild sowie eine typische Biotopausstattung und Tier- und Pflanzenwelt verfügen. Diese ursprünglichen landschaftlichen Eigenarten werden aufgrund der Intensivierung der Landnutzung, der Beseitigung landschaftlicher Kleinstrukturen („Ausräumung“ der Landschaft) und des Flächenverbrauchs für bauliche Zwecke jedoch zunehmend verwischt. Für den Schutz der biologischen Vielfalt sind sowohl naturnahe Biotope als Relikte ursprünglicher Naturlandschaften (Wattenmeer, Hochmoore, Seen, Flüsse, Wälder etc.) als auch typische Elemente extensiv genutzter Kulturlandschaften wie Heiden, Magerrasen, Feuchtwiesen oder Wallhecken von Bedeutung (Nds. MU 2014; NLWKN 2014).

Nach § 1 BNatSchG sind Natur und Landschaft so zu schützen, zu pflegen, zu entwickeln oder wiederherzustellen, dass u.a. die biologische Vielfalt auf Dauer gesichert ist. Dazu sind insbesondere lebensfähige Populationen wild lebender Tiere und Pflanzen einschließlich ihrer Lebensstätten zu erhalten, der Austausch zwischen den Populationen sowie Wanderungen und Wiederbesiedelungen zu ermöglichen und Gefährdungen von natürlich vorkommenden Ökosystemen, Biotopen und Arten so weit wie möglich zu vermeiden bzw. zu reduzieren. Zentrale Instrumente und Handlungsmöglichkeiten zur Erfüllung dieser Aufgaben sind die flächendeckende Landschaftsplanung, die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung, die Ausweisung von Schutzgebieten- und -objekten, die verschiedenen Programme zum Biotop- und Artenschutz bzw. zur Förderung von Agrarumweltmaßnahmen sowie der Vertragsnaturschutz.

3.4.1 Potenzielle Auswirkungen des Klimawandels

Das Klima ist ein wesentlicher Faktor für die geografische Verbreitung von Lebensräumen und Arten, die Zusammensetzung von Biozönosen und die Struktur von Biotopen und Ökosystemen. Da das Klima keine statische Größe ist, findet in der Natur seit jeher ein kontinuierlicher Anpassungsprozess an sich verändernde Klimabedingungen statt. In Anbetracht des Ausmaßes und der Geschwindigkeit der durch den anthropogen bedingten Klimawandel hervorgerufenen Veränderungen ist allerdings zu befürchten, dass die natürliche Anpassungsfähigkeit von Lebensräumen und Arten z.T. überschritten wird und es zu spürbaren Auswirkungen auf Umwelt und Biodiversität kommt. Zu den wichtigsten klimawandelrelevanten Umweltfaktoren, die sich auf die natürlichen Standortbedingungen auswirken können, zählen

- der Anstieg der durchschnittlichen Temperatur von Boden, Wasser und Luft,
- die Verlängerung der Vegetationsperiode,
- die Veränderungen der Niederschlagsverteilung,
- der Meeresspiegelanstieg und
- die Zunahme von Extremereignissen wie Starkregen, Stürme, Hitze- bzw. Kältestress und Trocken- bzw. Feuchtestress.

Neben den Klimaveränderungen wirken auf die biologische Vielfalt eine Reihe weiterer Stressfaktoren ein (z.B. Flächenverbrauch und Bodenversiegelung, Zerschneidung und Verinselung von Lebensräumen durch Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung, intensive Landnutzung und Anbau von Monokulturen, Nähr- und Schadstoffeinträge, Gewässerausbau oder Veränderungen des natürlichen Wasserhaushalts). Zudem können Klimaschutzmaßnahmen (z.B. verstärkte Nutzung erneuerbarer Energiequellen wie Windenergie, Biomasse, Wasserkraft) und Klimaanpassungsmaßnahmen in anderen Sektoren (z.B. Maßnahmen des technischen Küsten- und Hochwasserschutzes oder die Ausweitung der landwirtschaftlichen Beregnungspraxis) in Konflikt mit dem Naturschutz und der Landschaftspflege stehen.

Insgesamt wird der Klimawandel – z.T. in Kombination mit den anderen genannten Stressfaktoren – zu erheblichen Veränderungen innerhalb einer großen Zahl geschützter und schützenswerter Biotoptypen sowie zu entsprechenden Konsequenzen für die dort beheimateten Arten führen. Im Folgenden werden potenzielle Auswirkungen der Klimaveränderungen in Niedersachsen auf der Ebene von Lebensräumen bzw. Arten skizziert.

Auswirkungen auf Lebensräume

Der Klimawandel wird sich in unterschiedlicher Weise auf Lebensräume auswirken. Während Ökosysteme, die in hohem Maße wasserabhängig sind und/oder ein kühleres Klima benötigen (wie z.B. Gewässer- und Küstenlebensräume, Moore und Feuchtgebiete, feuchte oder nasse Wälder, feuchte Heiden und Feuchtgrünland sowie die Lebensräume der Mittelgebirgshochlagen), voraussichtlich negativ betroffen sein werden, könnten sich die Bedingungen für trockenheits- und wärmeaffine Standorte (wie z.B. trocken-warme Wälder und Gebüsche, trockene Magerrasen und Heiden sowie trocken-warme Felsfluren) verbessern. Im Einzelnen sind folgende Auswirkungen zu erwarten:

Wattenmeer und Ästuar: Das Wattenmeer und die Ästuar von Ems, Weser und Elbe werden durch steigende (Wasser-)Temperaturen und veränderte hydro- und morphodynamische Bedingungen vermutlich negativ vom Klimawandel betroffen sein. Der Anstieg der mittleren Wasserstände und des Tidehubs wird hier zu Veränderungen der Wattflächengrößen (Sub-, Supra- und Eulitoral), der tiderhythmisch ausgetauschten Wassermassen, der Strömungsgeschwindigkeiten und -turbulenzen, der Erosions- und Sedimentationsprozesse sowie der Position der Brackwasserzone bzw. -grenze führen. Daraus können erhebliche Beeinträchtigungen der Standortbedingungen der Watt- und Deichvorlandlebensräume sowie Veränderungen in der Artenzusammensetzung resultieren. Eine besondere Gefährdung für das sensible Ökosystem Wattenmeer mit seiner z.T. weltweit einmaligen Biodiversität geht von dem Verlust bzw. der Verkleinerung von Vorland- und Wattflächen infolge dauerhafter Überflutung und Erosion aus (Schuchardt/Wittig/Schirmer 2010). Die Wattflächen und Deichvorländer können unter bestimmten Voraussetzungen (moderater Meeresspiegelanstieg und ausreichende Sedimentverfügbarkeit) durch Aufsedimentation zwar bis zu einem gewissen Maße mit steigenden Wasserständen mitwachsen. Allerdings sind der natürlichen Anpassungsfähigkeit aufgrund der durch küstenschutzbauliche Maßnahmen festgelegten Küstenlinie und der damit verbundenen klaren Trennung zwischen Deichvor- und -hinterland, die eine natürliche Entwicklung in Richtung einer Ausgleichsküste unterbindet, enge Grenzen gesetzt („Coastal Squeeze“-Effekt) (Schirmer/Kraft/Wittig 2004). Der zukünftige Erhalt dieser Lebensräume hängt daher auch davon ab, ob ihnen durch teilweise Öffnung von (Sommer-)Deichen oder partielle Rückdeichungen eine Verlagerung landeinwärts ermöglicht wird (Schuchardt/Wittig/Schirmer 2010).

Fließ- und Stillgewässer: Auch auf Fließ- und Stillgewässer wird sich der Klimawandel vermutlich überwiegend negativ auswirken. So ist aufgrund der abnehmenden klimatischen Wasserbilanz im Sommer (tendenziell geringere Niederschlagsmengen bei gleichzeitig erhöhter Verdunstung) mit sinkenden Abflüssen und Wasserständen bis hin zu temporären Austrocknungserscheinungen kleinerer Gewässer zu rechnen, wodurch es für Arten dieser Lebensräume zu erheblichen Stresssituationen kommen kann. Die verringerten sommerlichen Wasservolumina können zudem bewirken, dass sich – insbesondere im Bereich von Einleitungen – die Nähr- und Schadstoffkonzentrationen erhöhen. Auch der klimawandelbedingte Anstieg der Wassertemperaturen (der sich infolge reduzierter sommerlicher Wasservolumina zusätzlich verstärkt) und die damit einhergehende Abnahme des Sauerstoffgehalts im Wasser können für viele Fischarten und andere Wasserbewohner eine Verschlechterung der Lebensbedingungen nach sich ziehen. Infolge zunehmender Hochwasser- und Starkregenereignisse kann es überdies zu häufigeren Erosions- und Auswaschungsvorgängen aus benachbarten terrestrischen Bereichen kommen, die zu temporär erhöhten Gewässerbelastungen und Sedimentfrachten führen können (BUND 2009: 12; MU NRW 2011: 34 ff.; Weiß/Reich/Rode 2011: 106).

Moore: Die von hoch spezialisierten Tier- und Pflanzenarten besiedelten Moore gehören ebenfalls zu den vom Klimawandel besonders betroffenen Lebensräumen. Die ansteigende Evapotranspiration, tendenziell verringerte Niederschlagsmengen und häufigere Trockenperioden in den Sommermonaten reduzieren die Wasserspeisung und fördern die Zersetzung von Torfböden. Aufgrund der veränderten Standortbedingungen werden die auf Moorstandorte spezialisierten Arten einem erhöhten Konkurrenzdruck durch neu einwandernde Arten (z.B. Gehölze) ausgesetzt und können zunehmend verdrängt werden. Insbesondere in Kombination mit bereits heute auftretenden, durch den Menschen herbeigeführten Beeinträchtigungen (Abtorfung, Entwässerung, Eutrophierung) können die Klimaveränderungen zu einem deutlichen Rückgang von Moorlebensräumen sowie ihren spezialisierten Arten führen (BUND 2009: 13; MU NRW 2011: 39). Neben ihrer Lebensraumfunktion nehmen Moore auch bei der Regulierung des Kohlenstoffkreislaufs eine wichtige Rolle ein. Während weltweit etwa 15–30% des im Boden gebundenen Kohlenstoffs auf Moore entfallen, enthalten die niedersächsischen Moore auf weniger als 10% der Landesfläche sogar mehr als 50% der Bodenkohlenstoffvorräte des Landes (LBEG 2009a: 15). Aufgrund der klimawandelbedingten Abnahme der sommerlichen klimatischen Wasserbilanz sind Moore jedoch zunehmend von Austrocknung bedroht – vor allem dann, wenn sie durch landwirtschaftliche Entwässerungs- und Kultivierungsmaßnahmen bereits vorbelastet sind. Der mit der zunehmenden Austrocknung einhergehende verstärkte Abbau der organischen Bodensubstanz führt zu erhöhter Freisetzung von Treibhausgasen (CO_2 , N_2O) und damit zu einer verstärkten Quellenwirkung von Mooren.

Grünland: Bei der Abschätzung möglicher Folgen des Klimawandels für Grünlandlebensräume kann zwischen trockenen und feuchten Standorten sowie Standorten im Tiefland bzw. in höheren Lagen unterschieden werden. Für trockene Standorte im Tiefland zeichnen sich neutrale bis positive Auswirkungen ab, da die an warme, trockene und nährstoffarme Bedingungen angepassten Pflanzenarten dieses Lebensraums von geringeren Niederschlägen während der Vegetationsperiode überwiegend profitieren können. Eher nachteilige Auswirkungen werden die Klimaveränderungen dagegen für Grünlandlebensräume in höheren Lagen der Mittelgebirge haben. Sie sind an kühlere Temperaturen angepasst und die zu erwartende Erwärmung kann dazu führen, dass sich konkurrenzstärkere Arten aus tieferen Lagen ausbreiten und die bisher vorherrschende Vegetation verdrängen. Negative Folgen sind auch für Feuchtgrünlandstandorte zu erwarten, da

der Klimawandel ihre Wasser- und Nährstoffbilanz entscheidend verschlechtern wird. Zum einen wirken sich verringerte Niederschlagsmengen, erhöhte Verdunstung und sinkende Grundwasserspiegel während der Vegetationsperiode direkt nachteilig auf die an Feuchtigkeit angepassten Pflanzenarten aus. Zum anderen kann es unter diesen Umständen durch erhöhte Humuszersetzung zu einer verstärkten Mobilisierung von Nährstoffen kommen. Auf den dann fruchtbareren – und zumindest zeitweise auch trockeneren – Böden können sich konkurrenzstärkere Pflanzenarten ausbreiten und die typischen Arten des Feuchtgrünlands verdrängen (MU NRW 2011: 46 ff.).

Heiden und Magerrasen: Trockene Heiden und Magerrasen werden vom Klimawandel voraussichtlich überwiegend profitieren, da die geringeren Niederschläge und häufigeren Trockenphasen während der Vegetationsperiode von den typischen Arten dieser Lebensräume gut vertragen werden. Für feuchte Heiden ist dagegen eine eher negative Beeinflussung durch den Klimawandel zu erwarten. Die abnehmende klimatische Wasserbilanz und sinkende Grundwasserstände während der Vegetationsphase sowie ein durch die zunehmende Zersetzung von Torf und Humus hervorgerufener höherer Nährstoffgehalt führen dazu, dass vermehrt konkurrenzstärkere, nährstoffliebende Pflanzenarten in diese Lebensräume einwandern und die ursprünglichen Arten verdrängen (MU NRW 2011: 44 f.).

Wälder: Die Auswirkungen des Klimawandels auf Wälder können je nach Waldtyp und Wasserabhängigkeit unterschiedlich ausfallen. Während beispielsweise Laubwälder trockener Standorte aufgrund ihrer relativ guten Anpassung an geringe Sommerniederschläge und hohe Temperaturen vermutlich überwiegend positiv und mit besseren Wachstumsbedingungen auf den Klimawandel reagieren werden (abgesehen von einer steigenden Gefahr gegenüber Waldbränden und Insektenbefall), ist für auf hohe Grundwasserstände angewiesene Bruch- und Moorwälder aufgrund der zunehmenden sommerlichen Trockenphasen dagegen mit eher nachteiligen Wirkungen zu rechnen. Auch Weichholzaauenwälder an Fließgewässern werden durch die niedrigeren Wasserstände in den Sommermonaten negativ beeinflusst, wohingegen Hartholzaauenwälder von wärmeren Sommern und stärkeren Wasserstandsschwankungen möglicherweise begünstigt werden können (MU NRW 2011: 40 ff.). In der Regel ist davon auszugehen, dass standortgemäße, naturnahe Mischwälder mit einem hohen Struktureichtum anpassungsfähiger gegenüber Klimaveränderungen sind als artenarme Reinbestände.

Auswirkungen auf Arten

Der Klimawandel wird über sich ändernde Standortfaktoren (Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse, Dauer der Vegetationsperiode, Wasserdargebot, Abflussregime, Wasserstände, Bodeneigenschaften etc.) sowohl direkte physiologische und phänologische als auch indirekte ökologische Wirkungen auf wildlebende Tier- und Pflanzenindividuen und -populationen entfalten. Dies kann beispielsweise zu Veränderungen des zeitlichen Verlaufs (Beginn/Ende, Geschwindigkeit) bestimmter Phasen im Lebens- und Jahreszyklus (z. B. Reproduktion, Individual-Entwicklung, Aktivitäts- und Ruheperioden), des Fortpflanzungserfolgs, der Vitalität und Konkurrenzfähigkeit sowie der Nahrungsgrundlage von Arten führen (Leuschner/Schipka 2004: 13 ff.; Nds. MU 2009: 13; LANA 2011: 2). Da einzelne Arten sehr unterschiedlich auf sich verändernde Klimabedingungen reagieren, kann es zudem zu Verschiebungen zwischenartlicher Interaktionen oder zur Entkoppelung synchronisierter Entwicklungsphasen innerhalb von Lebensgemeinschaften kommen. Dadurch können sich sowohl Konkurrenz- und Dominanzverhältnisse als auch Nahrungsbeziehungen und Symbiosen wandeln bzw. auflösen, mit der Folge, dass

sich Populationsdichten, Nahrungsketten und Artenkombinationen verändern (Leuschner/Schipka 2004: 17).

Für viele der in Deutschland vorkommenden Arten ist aufgrund des Klimawandels mit einer Verschiebung der klimatisch geeigneten Verbreitungsareale in Richtung Norden und Osten, in höhere Lagen sowie entlang von Feuchtegradienten zu rechnen. Dies kann insbesondere bei Arten bzw. Populationen mit geringen artspezifischen Ausbreitungsfähigkeiten und/oder fragmentierten Vorkommen zu einer Bestands- oder sogar Existenzgefährdung führen, da diese nur schwer in der Lage sein werden, in potenzielle neue Lebensräume umzusiedeln. Aufgrund der unterschiedlichen Reaktionsgeschwindigkeiten und Ausbreitungsmöglichkeiten von Arten bzw. Populationen geht damit aller Voraussicht nach eine räumliche und zeitliche Entmischung bisheriger Artengemeinschaften und eine Herausbildung neuartiger Lebensgemeinschaften in den sich verschiebenden Arealen einher. Dabei werden auch solche Arten eine Rolle spielen, die hier bisher noch nicht heimisch sind, infolge der Klimaveränderungen aber zunehmend einwandern werden (Neophyten bzw. Neozoen). Diese neobiotischen Arten können aufgrund ihres z. T. invasiven Auftretens eine Gefährdung für die heimische Biodiversität darstellen bzw. wirtschaftliche oder gesundheitliche Probleme verursachen (BfN 2006: 11; LANA 2011: 2).

Negative Folgen der Klimaveränderungen werden vor allem für Arten der Hochlagen und Küstenregionen, der Gewässer- und Feuchtlebensräume sowie für Vorkommen kleinräumiger Sonderstandorte erwartet. Diese Lebensräume können besonders gravierenden Veränderungen durch den Klimawandel unterliegen (z. B. durch zunehmende Trockenheit und Niedrigwasserperioden, überdurchschnittlich starke Erwärmung oder den Meeresspiegelanstieg) und bieten z. T. nur wenig bzw. keine Ausweichmöglichkeiten. Auch Arten mit geringer Ausbreitungsfähigkeit werden verstärkt betroffen sein, da sie sich neue Lebensräume nur schwer erschließen können. Wärmeliebende und an Trockenheit angepasste Arten können vom Klimawandel hingegen profitieren (Bundesregierung 2008: 25 f.; Nds. MU 2009: 13). Insgesamt könnten Schätzungen zufolge aufgrund der Klimaveränderungen und angesichts des hohen Fragmentierungsgrads der Landschaft sowie des hohen Anteils bereits gefährdeter Arten in den nächsten Jahrzehnten deutschlandweit 5–30 % der heutigen Tier- und Pflanzenarten aussterben. Bei Arten, die in ihrem Bestand zurückgehen, ist darüber hinaus mit einem Verlust genetischer Vielfalt zu rechnen. Gleichzeitig erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, dass sich bislang gebietsfremde Arten durch natürliche Einwanderung oder menschliches Zutun ausbreiten (BfN 2006: 11).

3.4.2 Handlungsbedarf und Anpassungsoptionen

Im Hinblick auf die potenziellen Auswirkungen des Klimawandels wird es darauf ankommen, das breite Maßnahmenspektrum des Biodiversitäts- und Naturschutzes noch konsequenter anzuwenden und das Schutzinstrumentarium zielgerichtet zu optimieren (Nds. MU 2009: 13). Im Folgenden werden die wichtigsten naturschutzfachlichen Strategien und Maßnahmen beleuchtet, die dazu beitragen können, die Folgen des Klimawandels zu bewältigen.

Unterstützung der natürlichen Anpassungsfähigkeit von Arten und Lebensräumen

Eine grundsätzliche Strategie im Umgang mit den Folgen des Klimawandels besteht darin, die Robustheit bzw. Resilienz natürlicher Systeme gegenüber klimatischen Veränderungen zu verbessern und damit die natürliche Anpassungsfähigkeit von Arten und Le-

bensräumen zu unterstützen. Wesentliche Voraussetzungen dafür sind die Reduzierung allgemeiner Belastungs- und Gefährdungsfaktoren sowie bestehender Beeinträchtigungen für Naturgüter und biologische Vielfalt, die Erhaltung und Wiederherstellung vielfältiger Umweltbedingungen und Ökosysteme sowie die Umsetzung gezielter Maßnahmen zur Kompensation von negativen Auswirkungen des Klimawandels. Entsprechende Maßnahmenoptionen sind z. B.:

- Optimierung von Lebensraumfunktionen (z. B. durch Erhöhung der Strukturvielfalt in der Landschaft, Extensivierung landwirtschaftlicher Nutzungen, Waldumbau zu naturnahen Laubmischwäldern, Wiedervernässung von Feuchtgebieten, Renaturierung von Gewässern)
- Regeneration des Landschaftswasserhaushalts (z. B. durch Verbesserung des natürlichen Wasserrückhalts, Rücknahme von Entwässerungsmaßnahmen, Verringerung von Grundwasserentnahmen)
- Renaturierung bzw. Extensivierung von landwirtschaftlich genutzten Moorflächen durch Wiedervernässung und ggf. angepasste Formen der Bewirtschaftung (z. B. Anbau nachwachsender Rohstoffe in Form von Paludikulturen)¹

Unterschutzstellung von Teilen von Natur und Landschaft

Die Unterschutzstellung bestimmter Teile von Natur und Landschaft erfolgt – in Abhängigkeit von den jeweiligen Voraussetzungen – zum einen auf Grundlage des Bundes- und Landesnaturschutzrechts in Form von Naturschutzgebieten, Nationalparks, Biosphärenreservaten, Landschaftsschutzgebieten, Naturparks, Naturdenkmälern, geschützten Landschaftsbestandteilen oder gesetzlich geschützten Biotopen (§§ 23 ff. BNatSchG i. V. m. §§ 16 ff. NAGBNatSchG) und zum anderen auf Grundlage der europäischen Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie und der Vogelschutzrichtlinie in Form von FFH- und EU-Vogelschutzgebieten (§ 32 BNatSchG i. V. m. § 25 NAGBNatSchG), die zusammen das europäische Schutzgebietsnetz Natura 2000 bilden (Janssen/Albrecht 2008: 75 ff.). Die gemeinsame Aufgabe der verschiedenen Schutzgebietskategorien besteht darin, Arten, Biozönosen, Biotope und Landschaftsausschnitte in ihrer besonderen, bereits bestehenden oder aktiv zu entwickelnden Qualität zu erhalten (Heiland/Kowarik 2008: 420). Der Schutz der jeweiligen Gebiete bzw. Objekte wird durch entsprechende Rechtsvorschriften (z. B. zum Schutzgegenstand, zum Schutzzweck, zu erforderlichen Ge- und Verboten) sowie durch Pflege- und Entwicklungspläne (Managementpläne), die die erforderlichen Pflege-, Entwicklungs- und Wiederherstellungsmaßnahmen enthalten, gewährleistet.

Infolge des Klimawandels werden bestehende Schutzgebiete mit Veränderungen im Naturhaushalt sowie in der Biotoptypen- und Artenzusammensetzung konfrontiert sein. Dies kann zu Problemen hinsichtlich der Aufrechterhaltung der rechtlichen Legitimation von Schutzgebietsausweisungen führen, da die zum Zeitpunkt der ursprünglichen Festsetzung zugrunde gelegten Schutzzwecke einschließlich der Erhaltungs- oder Entwicklungsziele bei veränderten klimatischen Verhältnissen künftig möglicherweise nicht mehr gegeben bzw. realisierbar sein werden (Möckel/Köck 2009: 320). Vor diesem Hintergrund sollten die Definition des Schutzzwecks, die Erhaltungs- und Entwicklungsziele sowie die Strategien und Maßnahmen des Gebietsmanagements einer regelmäßigen

¹ Der Erhalt bzw. die Wiederherstellung naturnaher Moore ist nicht nur im Hinblick auf den Schutz der biologischen Vielfalt von hoher Bedeutung, sondern bildet gleichzeitig auch einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz. Da Moore mit einem intakten Wasserhaushalt vor dem Verlust ihrer organischen Bodensubstanz durch Zersetzung geschützt sind und durch neues Torfwachstum ggf. sogar zusätzliche organische Substanz aufbauen können, stellen sie langfristig eine wichtige CO₂-Senke dar.

Überprüfung (Monitoring) unterzogen und ggf. Anpassungen in den Schutzgebietsverordnungen vorgenommen werden.

Auch wenn Schutzgebiete ihren ursprünglichen Schutzzweck unter Klimawandelbedingungen möglicherweise nicht mehr erfüllen können, bleibt ihre besondere naturschutzfachliche Bedeutung i.d.R. dennoch bestehen: Die heute geschützten Flächen werden aller Voraussicht nach auch in Zukunft die wertvollsten Bereiche darstellen, da sie trotz veränderter klimatischer Verhältnisse relativ gesehen weiterhin die spezifischsten bzw. extremsten Standortbedingungen bieten (z.B. besonders feucht bzw. trocken). Zudem weisen sie im Vergleich zur „Normallandschaft“ eine besondere Naturausstattung und einen geringeren Nutzungsdruck auf. Eine generelle Neuorientierung in der Schutzgebietsausweisung („wandernde Schutzgebietsgrenzen“, Zebisch et al. 2005) ist daher sehr wahrscheinlich nicht erforderlich (Weiß/Reich/Rode 2011: 113).

Eine geeignete Strategie zur Anpassung an den Klimawandel besteht ggf. in der Vergrößerung von Schutzgebieten. Große Schutzgebiete weisen i.d.R. eine höhere Resilienz gegenüber den negativen Folgen des Klimawandels auf, da sie seltener flächendeckend von klimawandelbedingten Effekten (z.B. Extremereignissen) betroffen sind, es weniger störende Randeffekte gibt und die Fitness und Anpassungskapazität vorkommender Arten aufgrund eines größeren Genpools erhöht ist (Weiß/Reich/Rode 2011: 113).

Vernetzung von Lebensräumen (Biotopverbund)

Die Fragmentierung der Landschaft und die Zerschneidung von Lebensräumen erschweren bzw. verhindern die Wanderung und den Habitatwechsel von Arten sowie den genetischen Austausch zwischen Populationen. Die (Wieder-)Vernetzung isolierter Lebensräume in Form von Biotopverbünden stellt daher eine wichtige Aufgabe des Biodiversitätsschutzes dar. Die positiven Effekte, die von einem großräumigen Biotopverbundsystem ausgehen, erfahren vor dem Hintergrund des voranschreitenden Klimawandels eine zusätzliche Bedeutung und Dringlichkeit, da erst durch die Vernetzung von Lebensräumen Wanderungs- und Ausweichbewegungen von Arten aufgrund klimawandelbedingter Arealverschiebungen ermöglicht werden (BfN 2006: 13). Zudem weisen vernetzte Artvorkommen eine höhere Resilienz gegenüber ungünstigen Einflüssen des Klimawandels auf, da einerseits die Wiederbesiedlung von Habitaten erloschener Vorkommen (z.B. infolge eines Extremwetterereignisses) erleichtert wird und andererseits aufgrund des genetischen Austauschs zwischen Populationen eine größere Fitness und Anpassungskapazität gewährleistet ist (Weiß/Reich/Rode 2011: 112).

Der Biotopverbund ist seit 2002 im Bundesnaturschutzgesetz verankert. Nach § 20 Abs. 1 BNatSchG ist ein Netz verbundener Biotope zu schaffen, das mindestens 10 % der Fläche eines jeden Landes umfassen soll und laut § 21 Abs. 3 BNatSchG in funktionaler Hinsicht aus Kernflächen, Verbindungsflächen und Verbindungselementen besteht. Der länderübergreifend einzurichtende Biotopverbund dient gemäß § 21 Abs. 1 BNatSchG „der dauerhaften Sicherung der Populationen wild lebender Tiere und Pflanzen einschließlich ihrer Lebensstätten, Biotope und Lebensgemeinschaften sowie der Bewahrung, Wiederherstellung und Entwicklung funktionsfähiger ökologischer Wechselbeziehungen“. Gleichzeitig soll er auch zur Verbesserung des Zusammenhangs des europäischen Schutzgebietssystems Natura 2000 beitragen.

Das bestehende Biotopverbundsystem in Deutschland (bundesweit relevante Verbundachsen) ist in verschiedene thematische Netzwerke (Waldlebensraum-Verbund, Offenland-Trockenlebensraum-Verbund, Offenland-Feuchtlebensraum-Verbund bzw. Gewässerlebensraum-Verbund) untergliedert. Im Nordwesten Deutschlands bestehen z. T. große raumstrukturelle Defizite in den thematischen Netzwerken „Waldlebensraum“ und „Offenland-Trockenlebensraum“. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund problematisch, dass klimawandelbedingte (Süd-Nord-)Wanderungsbewegungen von Arten in den skandinavischen Raum erschwert werden. Grundsätzlich ist aber zu erwarten, dass sich die Funktionalität bestehender Offenland-Trockenlebensraum-Verbundachsen infolge des Klimawandels potenziell eher verbessern wird. Die thematischen Netzwerke „Offenland-Feuchtlebensraum“ bzw. „Gewässerlebensraum“ weisen in Nordwestdeutschland eine relativ gute Verbundstruktur auf. Die klimawandelbedingte Veränderung der klimatischen Wasserbilanz wird sich jedoch potenziell negativ auf die Qualität bestehender Gewässer- und Offenland-Feuchtlebensräume auswirken (Rüter 2011).

In Anbetracht des Klimawandels ist es erforderlich, die Schaffung bzw. Weiterentwicklung eines funktionsfähigen, landesweiten und länderübergreifenden Biotopverbunds zügig voranzutreiben. Dabei muss neben der Sicherung und Entwicklung naturschutzfachlich wertvoller Flächen, die als Verbundachsen und Trittsteinbiotope fungieren können, auch eine Verringerung der Barrierewirkung von Verkehrswegen (durch Schaffung entsprechender Querungsmöglichkeiten) und Fließgewässerverbauungen (durch Maßnahmen zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit) sowie von intensiv land- oder forstwirtschaftlich genutzten Flächen (durch Erhöhung der Nischen- und Strukturvielfalt der Landschaft, z. B. in Form von Hecken, Feldrainen, Gehölzen, Wasserläufen, Tümpeln etc.) erreicht werden (BfN 2006: 13).

Durchführung eines systematischen Monitorings

Um die direkten und indirekten Folgen des Klimawandels mit ihren Wechselwirkungen und kumulativen Effekten für Arten und Lebensräume erfassen und analysieren zu können, bedarf es eines systematischen Monitorings von Natur und Landschaft (Heiland et al. 2011: 362). Nur mithilfe geeigneter Monitoringprogramme können Veränderungsprozesse frühzeitig erkannt und entsprechende naturschutzfachliche Strategien und Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel entwickelt und optimiert werden (z. B. Berücksichtigung klimawandelbedingter Erfordernisse in Naturschutzprogrammen und naturschutzfachlichen Förderrichtlinien, in Arten- und Biotopschutzkonzepten, in Pflege- und Entwicklungsplänen etc.).

3.4.3 Handlungsmöglichkeiten und Instrumente der Landschaftsplanung

Die Landschaftsplanung stellt aufgrund ihrer naturschutzfachlichen Expertise eine der wichtigsten Planungen zum Schutz der biologischen Vielfalt dar. Die Aufgabe der Landschaftsplanung besteht darin, die Ziele des Naturschutzes und der Landschaftspflege für den jeweiligen Planungsraum zu konkretisieren (§ 9 Abs. 1 BNatSchG). Dies erfolgt abgestuft auf vier Ebenen in Form von Landschaftsprogrammen (auf Landesebene), Landschaftsrahmenplänen (auf Regionsebene), Landschaftsplänen (auf Gemeindeebene) und Grünordnungsplänen (für Teile von Gemeindegebieten) (§§ 10 und 11 BNatSchG). Die Pläne sollen gemäß § 9 Abs. 3 BNatSchG Angaben enthalten über

- den vorhandenen und den zu erwartenden Zustand von Natur und Landschaft,
- die konkretisierten Ziele des Naturschutzes und der Landschaftspflege,

- die Beurteilung des vorhandenen und zu erwartenden Zustands von Natur und Landschaft nach Maßgabe dieser Ziele einschließlich der sich daraus ergebenden Konflikte sowie
- die Erfordernisse und Maßnahmen zur Umsetzung der konkretisierten Ziele des Naturschutzes und der Landschaftspflege. Diese Erfordernisse und Maßnahmen umfassen u. a. den Schutz bestimmter Teile von Natur und Landschaft, den Schutz von Biotopen, Lebensgemeinschaften und Lebensstätten wild lebender Tier- und Pflanzenarten sowie den Aufbau und Schutz eines Biotopverbundsystems (§ 9 Abs. 3 Nr. 4b und d BNatSchG).

Eine Schlüsselrolle innerhalb der Landschaftsplanung wird künftig der Integration der naturschutzrelevanten Aspekte des Klimawandels zukommen, beispielsweise durch die Aufbereitung neuester Erkenntnisse zu klimawandelbedingten Veränderungen von biologischer Vielfalt, abiotischen Umweltmedien und Landnutzungen sowie durch die Erstellung von Sensitivitäts- oder Vulnerabilitätsanalysen und die Entwicklung entsprechender Anpassungskonzepte. Dabei sollten als Planungsgrundlagen verstärkt auch Szenarien zum Einsatz kommen, die die Bandbreite möglicher Zukünfte abbilden.

Um die rechtzeitige Berücksichtigung und Integration naturschutzrelevanter Aspekte des Klimawandels in der Landschaftsplanung zu gewährleisten, ist eine regelmäßige Aktualisierung der Planwerke erforderlich, die in Niedersachsen allerdings längst nicht flächendeckend gegeben ist. So bedarf es auf Landesebene dringend einer Fortschreibung des noch aus dem Jahr 1989 stammenden Landschaftsprogramms, an die im Hinblick auf den Klimawandel z. B. folgende Anforderungen zu stellen sind (Nds. MU/RK Klimaschutz 2012: 124):

- Identifizierung grundsätzlicher aus dem Klimawandel resultierender Problemlagen in den einzelnen Regionen Niedersachsens
- Aussagen zu besonders vom Klimawandel betroffenen Lebensräumen, Tier- und Pflanzenarten
- Entwicklung von Leitbildern zu einer nachhaltigen, klimaschonenden und klimawandelangepassten Raum- und Landnutzungsstruktur
- Vorgaben zu einem großräumig übergreifenden, ökologisch wirksamen Freiraumverbundsystem sowie zu einem landesweiten Biotopverbund²

Auch bei der Fortschreibung der Landschaftsrahmenpläne auf regionaler Ebene sind die Aspekte des Klimawandels verstärkt zu berücksichtigen. Die Landschaftsrahmenplanung kann auf diesem Feld wichtige Beiträge leisten, z. B. zur Bewertung der im Planungsraum vorkommenden Landschaftsbestandteile hinsichtlich ihrer Relevanz für Klimaschutz und Klimafolgenanpassung (Moore, Feuchtgebiete, Grünflächen, Wälder) oder zur Gewährleistung einer konsistenten Umsetzung der Vorgaben zum Biotopverbund auf regionaler Ebene. Darüber hinaus können auf Basis der Biotoptypenkartierung, die bei der Erstellung von Landschaftsrahmenplänen flächendeckend durchgeführt wird, Rückschlüsse und Anpassungsstrategien für ein nachhaltiges integriertes Gebietsmanagement abgeleitet werden und in Zielkonzepte zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft einfließen (z. B. Moorschutz/-entwicklung, Auenentwicklung,

² Im Gegensatz zu den meisten anderen Bundesländern gibt es in Niedersachsen derzeit keine landesweite Biotopverbundplanung. Dieser Mangel sollte in Anbetracht des gemäß § 21 Abs. 2 BNatSchG herzustellen- den länderübergreifenden Biotopverbunds – der nicht allein durch eine kreisgrenzenübergreifende Abstimmung der Landschaftsrahmenpläne gewährleistet werden kann – zukünftig behoben werden.

Grünlandschutz, Waldumbau etc.) (Nds. MU/RK Klimaschutz 2012: 125). Da der Großteil der Landschaftsrahmenpläne in Niedersachsen noch aus den 1990er Jahren stammt und damit eine zeitnahe Aktualisierung dringend erforderlich ist, bietet sich in vielen niedersächsischen Landkreisen jetzt die Chance, frühzeitig naturschutzrelevante Klimawandelaspekte in die Planungen aufzunehmen.

Zusammenwirken von Landschaftsplanung und Raumordnung

Die von der Landschaftsplanung konkretisierten Ziele, Erfordernisse und Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege (darunter auch diejenigen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels) sind, soweit sie raumbedeutsam sind, in der Abwägung nach § 7 Abs. 2 ROG zu berücksichtigen und können in den Raumordnungsprogrammen rechtsverbindlich festgelegt werden. Während für das Landes-Raumordnungsprogramm die Aussagen des (dringend fortzuschreibenden) Landschaftsprogramms (s. o.) herangezogen werden könnten, sind auf Ebene der Regionalen Raumordnungsprogramme die Landschaftsrahmenpläne zu berücksichtigen.

Der Landschaftsrahmenplan liefert als unverbindlicher Plan mit Gutachtencharakter die Basis für Planinhalte, die im Regionalen Raumordnungsprogramm durch inhaltliche Kategorien der Raumordnung verbindlich gemacht werden können. Dadurch, dass sich beide Planarten auf identische Bezugsgebiete beziehen und – mit Ausnahme des Zweckverbandes Großraum Braunschweig – von jeweils der gleichen Körperschaft beauftragt und beschlossen werden, ergeben sich grundsätzlich günstige Bedingungen für eine Bezugnahme der Pläne aufeinander. Idealerweise geht der Landschaftsrahmenplan in der Erstellung dem Regionalen Raumordnungsprogramm unmittelbar voraus und liefert so eine aktuelle Abwägungsgrundlage. Die Betrachtung der Stände von Regionalen Raumordnungsplänen (Nds. ML 2013c) und Landschaftsrahmenplänen (NLWKN 2013b) im Vergleich zeigt jedoch, dass diese Bezugnahme nur in wenigen Fällen faktisch bedeutend wird. Hier fehlt es an einer Vorgabe für das Zusammenwirken. Im günstigen Fall würden die i. d. R. mehrjährigen Erarbeitungsphasen von Landschaftsrahmenplan und Regionalem Raumordnungsprogramm parallelisiert, damit auch ein gemeinsamer Bezug auf Basisdaten und Methoden der Herleitung der Planinhalte gegeben ist. Denkbar wäre eine parallele sachliche Teilfortschreibung „Anpassung an den Klimawandel“, um die notwendige Effizienz zu erreichen.

3.4.4 Handlungsmöglichkeiten und Instrumente der Raumordnung

Der Schutz der biologischen Vielfalt wird in mehreren Grundsätzen der Raumordnung angesprochen und gefordert. So ist

- ein großräumig übergreifendes, ökologisch wirksames Freiraumverbundsystem zu schaffen und die weitere Zerschneidung der freien Landschaft und von Waldflächen so weit wie möglich zu vermeiden (§ 2 Abs. 2 Nr. 2 Sätze 4 und 5 ROG),
- die Vielfalt der Kulturlandschaften mit ihren prägenden Merkmalen zu erhalten und zu entwickeln (§ 2 Abs. 2 Nr. 5 Sätze 1 und 2 ROG),
- der Raum in seiner Bedeutung für die Funktionsfähigkeit der Böden, des Wasserhaushalts, der Tier- und Pflanzenwelt sowie des Klimas einschließlich der jeweiligen Wechselwirkungen zu entwickeln, zu sichern oder wiederherzustellen (§ 2 Abs. 2 Nr. 6 Satz 1 ROG),
- den Erfordernissen des Biotopverbundes Rechnung zu tragen (§ 2 Abs. 2 Nr. 6 Satz 4 ROG).

Nachfolgend werden konkrete raumordnerische Handlungsmöglichkeiten zum Schutz der biologischen Vielfalt dargestellt. Dabei wird zwischen den Aufgabenbereichen „Sicherung und Wiederherstellung naturschutzfachlich wertvoller Bereiche“ und „Aufbau eines Biotopverbundsystems“ unterschieden:

Sicherung und Wiederherstellung naturschutzfachlich wertvoller Bereiche

Das LROP Niedersachsen 2012 sieht in Abschnitt 3.1.3 vor, dass die Gebiete des europäischen ökologischen Netzes „Natura 2000“ entsprechend ihren jeweiligen Erhaltungszielen zu sichern sind (Ziffer 01) und die in Anlage 2 und Anhang 2 des LROP zeichnerisch dargestellten bzw. tabellarisch aufgeführten Vorranggebiete „Natura 2000“ in den Regionalen Raumordnungsprogrammen räumlich festzulegen sind (Ziffer 02, Satz 5).

Des Weiteren fordert das LROP Niedersachsen 2012 in Abschnitt 3.1.2, Ziffer 01, dass die für den Naturhaushalt, die Tier- und Pflanzenwelt und das Landschaftsbild wertvollen³ Gebiete, Landschaftsbestandteile und Lebensräume zu erhalten und zu entwickeln sind. Diesbezüglich sind gemäß Abschnitt 3.1.2, Ziffer 05, Satz 1 bei allen raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen die Schutzerfordernisse der folgenden, vonseiten des Landes erfassten Gebiete zu berücksichtigen:

- Gebiete mit international, national und landesweit bedeutsamen Biotopen
- Gebiete mit Vorkommen international, national und landesweit bedeutsamer Arten
- Gebiete von gesamtstaatlich repräsentativer Bedeutung für den Naturschutz
- Gebiete mit landesweiter Bedeutung für den Moorschutz
- Gebiete mit landesweiter Bedeutung für den Fließgewässerschutz

Die genannten Gebiete sind nach Abwägung ihrer Schutzerfordernisse in den Regionalen Raumordnungsprogrammen räumlich festzulegen und entsprechend ihrer naturschutzfachlichen Bedeutung als Vorrang- bzw. Vorbehaltsgebiet „Natur und Landschaft“ oder als Vorrang- bzw. Vorbehaltsgebiet „Grünlandbewirtschaftung, -pflege und -entwicklung“ zu sichern (Abschnitt 3.1.2, Ziffer 05, Satz 2) und sollen zusätzlich um die jeweils notwendigen Pufferzonen ergänzt werden (Abschnitt 3.1.2, Ziffer 05, Satz 4). Des Weiteren sind Nationalparke und Naturschutzgebiete in den Regionalen Raumordnungsprogrammen als Vorranggebiet „Natur und Landschaft“ und Biosphärenreservate als Vorrang- bzw. Vorbehaltsgebiet „Natur und Landschaft“ oder als Vorrang- bzw. Vorbehaltsgebiet „Grünlandbewirtschaftung, -pflege und -entwicklung“⁴ zu sichern (Abschnitt 3.1.2, Ziffer 05, Satz 3). In den Erläuterungen zum LROP wird zudem darauf hingewiesen, dass auch diejenigen Gebiete, die nach aktueller Bewertung der unteren Naturschutzbehörden die Voraussetzung für eine Ausweisung als Naturschutzgebiet, Naturdenkmal, Landschaftsschutzgebiet oder geschützter Landschaftsbestandteil mit flächenhafter Ausprägung erfüllen, eine Abwägungsgrundlage für die Festlegung von Vorrang- bzw. Vorbehaltsgebieten darstellen (Nds. ML 2008: 102). Ein wichtiger Vorteil der raumordnerischen Festlegungsmöglichkeiten besteht insbesondere vor dem Hintergrund des Klimawandels außerdem darin, dass – im Gegensatz zur naturschutzrechtlichen Schutz-

³ Als wertvoll sind diejenigen Gebiete, Landschaftsbestandteile und Lebensräume anzusehen, die gemäß naturschutzfachlichen Bewertungen (z. B. im Rahmen der Landschaftsplanung) durch eine besondere Schutzbedürftigkeit, Empfindlichkeit oder Seltenheit gekennzeichnet sind (Nds. ML 2008: 99).

⁴ Eine Festlegung als Vorrang-/Vorbehaltsgebiet „Grünlandbewirtschaftung, -pflege und -entwicklung“ kommt bei Biosphärenreservaten dann infrage, wenn die landwirtschaftliche Grünlandnutzung Voraussetzung für die Sicherung und den Erhalt des Schutzzweckes einzelner naturschutzfachlicher Ziele ist (Nds. ML 2008: 102).

gebietsausweisung, die nur aufgrund der aktuellen Schutzwürdigkeit möglich ist – schon frühzeitig solche Bereiche als Puffer- und Reserveflächen gesichert werden können, die aufgrund langfristiger klimawandelbedingter Veränderungsprozesse von Ökosystemen zu einem späteren Zeitpunkt erforderlich werden könnten (ARL 2009: 6).

Neben der Sicherung naturschutzfachlich wertvoller Bereiche besteht ein weiterer wichtiger Aspekt in deren Wiederherstellung. Das LROP Niedersachsen 2012 fordert in diesem Zusammenhang in Abschnitt 3.1.2, Ziffer 03, dass geschädigte und an naturnaher Substanz verarmte Gebiete und Landschaftselemente so entwickelt werden sollen, dass die Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts verbessert wird. In Gebieten mit nicht naturbedingter Armut an Biotopen und Arten ist zudem die Biotop- und Artenvielfalt zu erhöhen. Zu diesem Zweck können in den Regionalen Raumordnungsprogrammen Vorrang- oder Vorbehaltsgebiete „Verbesserung der Landschaftsstruktur und des Naturhaushalts“ festgelegt werden. Diese Gebiete dienen der raumordnerischen Sicherung von Zielgebieten für Maßnahmen zur Verbesserung der Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts sowie der raumordnerischen Sicherung und Entwicklung regionaler oder interkommunaler Kompensationsflächenpools (NLT 2010: Planzeichen Nr. 2.7 und 2.8).

Einen erheblichen Beitrag zum Schutz naturschutzfachlich wertvoller Bereiche können auch die in der Bekanntmachung der allgemeinen Planungsabsichten zur Änderung des LROP vom 24. Juli 2013 (Nds. MBl., Nr. 28/2013, S. 556) vorgesehenen Regelungen zur Sicherung von Böden mit hohen Kohlenstoffgehalten leisten. Demnach sollen zur Erhaltung und Entwicklung natürlicher Senken für klimaschädliche Stoffe im Landes-Raumordnungsprogramm entsprechende Vorranggebiete festgelegt werden. Da als Kriterien für die Festlegung dieser Gebiete insbesondere die Menge des gebundenen klimaschädlichen Stoffes je Flächeneinheit sowie die derzeitige Qualität und Entwicklungsfähigkeit als Senke bzw. Speicher für klimaschädliche Stoffe zugrunde gelegt werden sollen, sind für eine derartige Vorranggebietsausweisung in besonderem Maße die bislang als Vorranggebiete „Rohstoffgewinnung“ für den Torfabbau festgelegten Moorflächen geeignet. Die gegenwärtige Zweckbestimmung der für den Torfabbau festgelegten Vorranggebiete „Rohstoffgewinnung“ soll gemäß der allgemeinen Planungsabsichten zur Änderung des LROP aus Gründen des Klima- und Naturschutzes künftig aufgehoben werden (Nds. MBl., Nr. 28/2013, S. 556 f.).

Darüber hinaus sollen gemäß Abschnitt 3.1.1, Ziffer 01, Satz 2 des LROP Niedersachsen 2012 in den Regionalen Raumordnungsprogrammen „klimaökologisch bedeutsame Freiflächen“ gesichert und entwickelt werden. Als solche gelten u. a.:

- Freiflächen, denen aufgrund ihrer Vegetation und Bodenbeschaffenheit die Funktion einer natürlichen CO₂-Senke zukommt (z. B. Hoch- und Niedermoore, grundwasser-nahe Standorte, feuchte Grünlandstandorte, Wälder)
- Gebiete, die der regionalen und überregionalen Vernetzung von Lebensräumen dienen und dadurch Wanderungsbewegungen klimasensibler Arten ermöglichen (Nds. ML 2012: 34)

Zur Sicherung und Entwicklung klimaökologisch bedeutsamer Freiflächen können verschiedene Vorrang- und Vorbehaltsgebietskategorien aus dem Bereich des Freiraumschutzes eingesetzt werden (z. B. „Freiraumfunktionen“, „Natur und Landschaft“, „Grünlandbewirtschaftung, -pflege und -entwicklung“, „Wald“, „Vergrößerung des Waldanteils“), deren jeweilige Begründungen entsprechend zu spezifizieren sind. Eine geeignete Grundlage für die Bestimmung klimaökologisch bedeutsamer Freiflächen stellt der Landschaftsrahmenplan dar.

Aufbau eines Biotopverbundsystems

Das LROP Niedersachsen 2012 schreibt in Abschnitt 3.1.2, Ziffer 02, Satz 1 den Aufbau eines landesweiten Biotopverbundes zur nachhaltigen Sicherung heimischer Tier- und Pflanzenarten und von deren Populationen einschließlich ihrer Lebensräume und Lebensgemeinschaften sowie zur Bewahrung, Wiederherstellung und Entwicklung funktionsfähiger ökologischer Wechselbeziehungen vor. Im Hinblick auf die tatsächliche Realisierung besteht jedoch bislang das Manko, dass auf der Ebene des Landes-Raumordnungsprogramms keine konkretisierenden Festlegungen zur Umsetzung eines landesweiten Biotopverbundes enthalten sind, sondern dieser offenbar allein durch kumulierende Festlegungen in den Regionalen Raumordnungsprogrammen entstehen soll.

Insofern ist es zu begrüßen, dass laut der Bekanntmachung der allgemeinen Planungsabsichten zur Änderung des LROP vom 24. Juli 2013 (Nds. MBl., Nr. 28/2013, S. 556) eine Konkretisierung der Regelungen zur Sicherung eines landesweiten Biotopverbundes vorgesehen ist. Demnach sollen gemäß der Maßstabebene des Landes-Raumordnungsprogramms Waldlebensräume, Lebensräume des trockenen und feuchten Offenlandes sowie Fließgewässerlebensräume in einem landesweiten Verbundsystem gesichert und entwickelt werden. Das landesweite Biotopverbundsystem soll an vorliegende Biotopverbundplanungen der Nachbarländer anknüpfen und somit Teil eines bundesweiten Biotopverbundes werden sowie der Umsetzung des europäischen Schutzgebietsystems „Natura 2000“ dienen. Als wesentliche Bausteine des Biotopverbundes werden genannt: die Gebiete des Natura-2000-Netzes, Gebiete gesamtstaatlich repräsentativer Bedeutung, die für die Biotopvernetzung geeigneten Schutzgebietstypen gemäß § 20 Abs. 2 BNatSchG, Gebiete des Niedersächsischen Fließgewässerschutzsystems, des Niedersächsischen Auenprogramms und des Niedersächsischen Moorschutzprogramms, die prioritären Abschnitte nach dem Bundesprogramm Wiedervernetzung mit Ergänzungen aus landesweiter Sicht, die Flächen des grünen Bandes sowie die Flächen des Nationalen Naturerbes (Nds. MBl., Nr. 28/2013, S. 556). Diese Gebietskulissen könnten – sofern es die Maßstabebene zulässt – im Landes-Raumordnungsprogramm zeichnerisch als „Kerngebiete“ bzw. „Trittsteine“ für den Biotopverbund festgelegt werden. Darüber hinaus wäre an die Regionalplanung ein Konkretisierungsauftrag zur Festlegung geeigneter Vernetzungskorridore zwischen Kerngebieten und Trittsteinen in den Regionalen Raumordnungsprogrammen zu richten (Löb 2013). Für die Sicherung solcher Flächen kommt die Festlegung verschiedener Gebietskategorien aus dem Bereich des Freiraumschutzes infrage, z. B.:

- Vorrang-/Vorbehaltsgebiet „Natur und Landschaft“
- Vorranggebiet „Freiraumfunktionen“
- Vorrang-/Vorbehaltsgebiet „Grünlandbewirtschaftung, -pflege und -entwicklung“
- Vorbehaltsgebiet „Wald“ bzw. „Vergrößerung des Waldanteils“
- Vorrang-/Vorbehaltsgebiet „Verbesserung der Landschaftsstruktur und des Naturhaushaltes“

Die letztgenannte Gebietskategorie kann dazu genutzt werden, naturschutzfachliche Fördermittel oder Kompensationsmaßnahmen in die identifizierten Vernetzungskorridore zu lenken, um hier die Habitatqualität zu verbessern oder bestehende Zerschneidungen der Lebensräume aufzuheben.

Um der einem funktionsfähigen Biotopverbund entgegenstehenden weiteren Fragmentierung von Landschaftsräumen entgegenzutreten, sollte die Raumordnung zudem durch raumstrukturelle Festlegungen auf eine Bündelung und Konzentration von Infrastrukturen sowie auf eine Minimierung der Zersiedelung hinwirken (MKRO 2013: 32 f.). Das LROP Niedersachsen 2012 sieht in diesem Zusammenhang in Abschnitt 3.1.1, Ziffer 02 vor, dass die weitere Inanspruchnahme von Freiräumen für die Siedlungsentwicklung sowie für den Ausbau von Verkehrswegen und sonstigen Infrastruktureinrichtungen zu minimieren ist und bei der Planung von raumbedeutsamen Nutzungen im Außenbereich möglichst große unzerschnittene Räume erhalten bleiben sollen. Diese Forderung kann allerdings zu Zielkonflikten mit dem aus Klimaschutzgründen forcierten Ausbau von Windenergieanlagen führen, für deren Standortwahl aufgrund der geltenden Abstandsregelungen zu Siedlungsbereichen systematisch gerade solche Flächen identifiziert werden, die von baulichen Nutzungen bislang weitestgehend verschont geblieben sind.

3.5 Land- und Forstwirtschaft

Landwirtschaft

In Niedersachsen werden mit ca. 2,6 Mio. ha rund 54 % der Landesfläche landwirtschaftlich genutzt. Davon entfallen etwa 72 % auf Ackerland und ca. 27 % auf Dauergrünland. Weitere Produktionsrichtungen sind der Obst- und Zierpflanzenanbau mit einem Flächenanteil von weniger als 1 % (Nds. ML 2011: 45). Neben der Pflanzenproduktion stellen die Tierhaltung und Veredelungswirtschaft weitere wichtige Produktionsrichtungen der niedersächsischen Landwirtschaft dar.

Da die natürlichen Voraussetzungen, die wirtschaftlichen Standortfaktoren und die traditionellen Betriebsausrichtungen innerhalb Niedersachsens sehr unterschiedlich sind, haben sich regionale Produktionsschwerpunkte herausgebildet: Entlang der Küste und Ästuare sowie in den ehemaligen Moorgebieten des norddeutschen Tieflandes herrschen Grünlandgebiete vor, in denen der überwiegende Teil der Milchviehhaltung und Rindermast stattfindet. In der mittleren und südlichen Weser-Ems-Region hat u.a. der Maisanbau dazu geführt, dass sich diese Region zu einem landes- und bundesweiten Zentrum der Veredelungswirtschaft (Schweine- und Geflügelmast, Legehennenhaltung) entwickelt hat. In den ausgedehnten Geest- und Heidelandschaften vom Emsland bis zur Elbe mit ihren leichten, nährstoff- und teils wasserarmen Böden dominieren der Kartoffel- und Roggenanbau. Die ertragreichen Bördeböden im Bergvorland südlich des Mittellandkanals werden hauptsächlich für den Weizen-, Raps- und Zuckerrübenanbau genutzt. Obst-, Gemüse- und Zierpflanzenanbau sind in Niedersachsen auf kleinere Regionen konzentriert. Zudem gibt es regionale Schwerpunkte der landwirtschaftlichen Biogaserzeugung, in denen insbesondere Mais als nachwachsender Rohstoff vermehrt angebaut wird. Als Folge der agrarpolitischen Rahmenbedingungen ist insgesamt eine Veränderung in der Bodennutzung hin zu einem steigenden Ackeranteil und einem abnehmenden Grünlandanteil erkennbar (Nds. ML 2010: 5; Nds. MU 2013e).

Da die Wasserversorgung landwirtschaftlicher Kulturen im natürlichen System zur Erwirtschaftung optimaler Erträge zum Teil nicht ausreicht, ist die Feldberegnung in zahlreichen Landkreisen Niedersachsens zu einem wichtigen Bestandteil der Pflanzenproduktion geworden (vor allem bei Gemüse, Sonderkulturen, Kartoffeln und Zuckerrüben, aber auch bei Mais und Getreide). Von besonderer Bedeutung ist die Feldberegnung in den niederschlagsarmen und mit vergleichsweise geringen Bodenqualitäten ausgestatteten Landkreisen Celle, Gifhorn, Lüchow-Dannenberg, Lüneburg, Soltau-Fallingb. und Uelzen sowie in den nördlichen Teilen des Landkreises Peine und der Region Hannover. Insgesamt beträgt die Beregnungsfläche in Niedersachsen ca. 300.000 ha, was rund 11 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche entspricht. In den östlichen Landkreisen Niedersachsens sind bis zu 90 % der Ackerflächen unter Beregnung (Battermann/Theuvsen 2009: 2; Nds. MU 2013f). Als Hauptquelle für die Beregnung dient Grundwasser, das örtlich zu einem geringen Anteil durch Entnahmen aus Oberflächengewässern oder die Nutzung von Prozess- bzw. geklärtem Abwasser ergänzt wird. Für Wasser, das zu Beregnungszwecken aus Grund- oder Oberflächengewässern entnommen werden soll, muss eine Genehmigung der unteren Wasserbehörde in Form einer wasserrechtlichen Erlaubnis vorliegen. In der Regel liegt die durchschnittliche erlaubte Entnahmemenge bei 80 mm pro Jahr. Die jährlichen Entnahmemengen können allerdings variieren und dürfen diesen Grenzwert auch überschreiten, wobei im siebenjährigen gleitenden Mittel jedoch maximal 560 mm (7 x 80 mm) entnommen werden dürfen (Mersch 2011: 88).

Wald und Forstwirtschaft

In Niedersachsen sind 24 % der Landesfläche bewaldet (Land Niedersachsen 2013), wobei die Verteilung regional stark variiert: Während der Waldanteil im niedersächsischen Bergland 32 % und im ostniedersächsischen Tiefland sogar 40 % beträgt, liegt er im westniedersächsischen Tiefland bei nur 14 %. Die in Niedersachsen stark differenzierten naturräumlichen und standörtlichen Voraussetzungen, forstgeschichtlichen Entwicklungen und Eigentumsverhältnisse haben überdies zu einer regional unterschiedlichen Baumartenzusammensetzung geführt. Die Wälder im niedersächsischen Bergland werden von Buche (35 %) und Fichte (34 %) geprägt. Die Charakterbaumart im ostniedersächsischen Tiefland ist mit einem Anteil von 55 % die Kiefer. Auch im westniedersächsischen Tiefland ist die Kiefer mit 31 % die häufigste Baumart, gefolgt von Laubhölzern mit niedriger Umrtriebszeit (25 %), wie z. B. der Birke als Sukzession auf degenerierten Moorstandorten (Nds. ML 2004: 7 ff.).

In der Vergangenheit wurde die Entwicklung der niedersächsischen Wälder stark von menschlichen Eingriffen und natürlichen Katastrophen beeinflusst. Insbesondere den Reparationshieben nach dem Zweiten Weltkrieg, dem Orkan 1972 sowie den Waldbränden 1975/76 fiel mehr als ein Viertel der gesamten Waldfläche zum Opfer, vorwiegend im west- und ostniedersächsischen Tiefland. Dies führte dazu, dass heute etwa 60 % der Wälder im niedersächsischen Flachland unter 60 Jahre alt sind. Ein ausgeglicheneres Bild zeigt sich im südlichen Niedersachsen, wo der Anteil von Wäldern mit einem Alter von unter 60 Jahren bei rund 40 % liegt (Nds. ML 2004: 12 f.).

Wälder haben neben ihrer ökonomischen Nutzung als Standort für die forstwirtschaftliche Gewinnung des Rohstoffs Holz eine große Bedeutung in ihrer Lebensraumfunktion für Flora und Fauna, in ihrer Schutzfunktion für die natürlichen Lebensgrundlagen Boden, Wasser, Luft und Klima sowie als Erholungsraum für den Menschen. Zudem haben Wälder als wichtiger Kohlenstoffspeicher einen großen Einfluss auf die atmosphärischen CO₂-Konzentrationen und damit auf die Stabilität des Klimas (Chmielewski 2007: 75).

3.5.1 Potenzielle Auswirkungen des Klimawandels

Das Klima stellt neben dem Boden den wichtigsten Standortfaktor für die land- und forstwirtschaftliche Produktion dar. Die Klimaparameter Temperatur sowie Niederschlagsmenge und -verteilung haben einen großen Einfluss auf das Wachstums-, Entwicklungs- und Reproduktionsvermögen von Pflanzen und damit auf das land- und forstwirtschaftliche Ertragspotenzial. Durch veränderte Klimabedingungen wird es daher zwangsläufig auch zu veränderten Wachstums- und Entwicklungsbedingungen für die heute regional etablierten Kulturpflanzen- und Baumarten kommen, durch die sich – je nach Art und Weise der klimatischen Veränderungen – das Ertragspotenzial sowohl verschlechtern als auch verbessern kann. Darüber hinaus werden zunehmende Witterungs- und Wetterextreme sowie eine steigende Bodenerosionsgefährdung die land- und forstwirtschaftliche Produktion beeinflussen. Im Folgenden werden – untergliedert nach verschiedenen Wirkpfaden – die potenziellen Auswirkungen des Klimawandels (Chancen und Risiken) für die Land- und Forstwirtschaft skizziert:

Verlängerung der Vegetationsperiode

Die klimawandelbedingte Verlängerung der Vegetationsperiode (früherer Beginn und späteres Ende) kann zu Veränderungen der landwirtschaftlichen Anbaubedingungen und Ertragspotenziale führen (z. B. früherer Aussaatzeitpunkt, Anbau von zwei Hauptkul-

turen pro Jahr) (Chmielewski 2007: 78). Auch in Wäldern und Forstbeständen kann eine verlängerte Vegetationsperiode eine höhere Produktivität und somit einen stärkeren jährlichen Holzzuwachs nach sich ziehen (Chmielewski 2007: 81; UBA 2011c: 4). Ob der Vorteil einer längeren Vegetationsphase allerdings auch tatsächlich ackerbaulich genutzt werden kann, ist von weiteren Faktoren, wie z. B. dem Wasserdargebot (s. u.) oder der Befahrbarkeit von Flächen zu einem früheren Zeitpunkt im Jahr, abhängig. Zudem kann die Ausnutzung einer verlängerten Vegetationsperiode mit erhöhten Früh- und Spätfrost Risiken (und damit Ertragsrisiken) einhergehen (Schaller/Weigel 2007: 195; von Buttlar/Karpenstein-Machan/Bauböck 2011: 46).

Anstieg der Durchschnittstemperaturen und Zunahme von Hitzeextremen

Neben der Ausdehnung der thermischen Vegetationsperiode können sich der Anstieg der Durchschnittstemperaturen sowie zunehmende Hitzeextreme auf das land- und forstwirtschaftliche Ertragspotenzial auswirken. Pflanzenphysiologische Prozesse werden in der Regel durch artenspezifische Kardinaltemperaturen gesteuert, die durch ein Temperaturminimum (Kältengrenze), ein Temperaturmaximum (Hitzegrenze) sowie ein dazwischen liegendes Temperaturoptimum gekennzeichnet sind. Während oberhalb der Kältengrenze einsetzendes Pflanzenwachstum bis zum Temperaturoptimum stetig zunimmt, kommt es bei dessen Überschreitung häufig zu einem abrupten Ertragsrückgang und bei Erreichen der Hitzegrenze sogar zu einem Absterben von Pflanzen (Schaller/Weigel 2007: 195). Die Wirkung einer klimawandelbedingten Temperaturerhöhung auf das Ertragspotenzial von Nutzpflanzen hängt somit entscheidend davon ab, ob das jeweilige Temperaturoptimum unter heutigen Bedingungen bereits erreicht wird oder noch nicht. Eine für Norddeutschland typische Kulturart, für die – unter der Voraussetzung, dass ausreichend Wasser und Nährstoffe verfügbar sind – aufgrund einer Annäherung an das Temperaturoptimum infolge des Klimawandels erhöhte Ertragspotenziale zu erwarten sind, ist z. B. Mais (Chmielewski 2007: 77). Auch bisher nicht angebaute wärmeliebende Kulturen wie z. B. Sorghum, Soja, Hartweizen, Topinambur oder Sudangräser werden unter Klimawandelbedingungen zunehmend anbauwürdig (von Buttlar/Karpenstein-Machan/Bauböck 2011: 49). Für Winterweizen beispielsweise, der bei Sommertemperaturen unterhalb von 20 °C die höchsten Erträge aufweist, ist bei steigenden Temperaturen hingegen mit Ertragsrückgängen zu rechnen (Chmielewski 2007: 77). Negative Auswirkungen werden insbesondere auch mit den zunehmenden Hitzeextremen einhergehen, die in Abhängigkeit von ihrem zeitlichen Auftretens massive Schäden verursachen können (Schaller/Weigel 2007: 195).

Der klimawandelbedingte Temperaturanstieg wird zudem die Lebens- und Wachstumsbedingungen für Schaderreger und Unkräuter beeinflussen. Insbesondere Schadinsekten werden von höheren Temperaturen und dem zunehmenden Wegfall der populationsmindernden Wirkung niedriger Wintertemperaturen profitieren. Neben der Zunahme von Häufigkeit und Intensität der Schäden durch bereits vorkommende Schaderreger werden neue, bisher nicht heimische Arten einwandern. Auch bei Unkräutern ist mit einer Ausbreitung neuer wärmeliebender Arten zu rechnen (Chmielewski 2007: 81; Nds. MU 2009: 14; VdLWK 2010: 5 f.; Nds. MU/RK Klimaschutz 2012: 79).

Die steigenden Durchschnitts- und Extremtemperaturen können sich überdies auf die Tierhaltung und Veredelungswirtschaft auswirken. So können als unmittelbare Folge zunehmender Wärmebelastungen bei Masttieren eine geringere Lebendmassezunahme und bei Milchkühen eine verminderte Milchleistung auftreten. Zudem kann durch Hitzestress die Reproduktionsfähigkeit eingeschränkt und das Immunsystem belastet werden,

wodurch Nutztiere anfälliger für Krankheiten werden, zumal sich Krankheitserreger und Vektoren bzw. Parasiten unter warmen und insbesondere feuchten Klimabedingungen besser vermehren können (Schaller/Weigel 2007: 135 ff.).

Veränderungen des Wasserdargebots

Wasser stellt aufgrund seiner Bedeutung für Nährstoffverlagerungs- und Stoffwechselprozesse in Boden, Wurzelzone und Pflanze – neben der Temperatur – den entscheidenden Wachstums- und Ertragsparameter für land- und forstwirtschaftliche Kulturen dar. Die tendenziell zu erwartende Abnahme der Sommerniederschläge und der aus der Temperaturerhöhung resultierende Anstieg der Evapotranspiration haben eine abnehmende klimatische Wasserbilanz in der Vegetationsperiode (KWBv) zur Folge. Modellierungen des LBEG zufolge ist für den Zeitraum 2070–2100 im Vergleich zur Referenzperiode 1961–1990 für ganz Niedersachsen mit einer Abnahme der KWBv zu rechnen, und zwar im Bereich zwischen –50 mm bis –200 mm (auf Basis des A1B-Emissionsszenarios und WETTREG-Klimamodells). Für Ostniedersachsen beispielsweise ergibt sich daraus in Addition mit der heutigen (bereits negativen) KWBv insgesamt ein Wasserdefizit von bis zu –270 mm (LBEG 2009a: 8).

Parallel zur Abnahme der sommerlichen klimatischen Wasserbilanz führen die Verlängerung der Vegetationsperiode und mögliche durch erhöhte Temperaturen hervorgerufene Steigerungen des Pflanzenwachstums (s. o.) zu einem Anstieg des Pflanzenwasserbedarfs, wodurch (im Winter und Frühjahr gebildete) Bodenwasservorräte wesentlich rascher aufgebraucht werden. Darüber hinaus können häufigere und länger andauernde Trockenperioden ohne bzw. mit sehr geringen Niederschlägen zu verstärktem Trockenstress für landwirtschaftliche Kulturen und Forstbestände führen. Insgesamt steigt damit die Gefahr von Ertragseinbußen für die Land- und Forstwirtschaft (LBEG 2009a: 7). Besonders betroffen sind grundwasserferne Standorte mit geringer Wasserspeicherkapazität wie z. B. Geestböden. Tiefgründige, schluffreiche Standorte und hydromorphe Böden können hingegen auch bei Trockenheit länger eine ausreichende Wasserverfügbarkeit ermöglichen, da sie über eine größere Wasserspeicherkapazität verfügen bzw. durch kapillare Wassernachlieferung tiefer gelegenes Boden- bzw. Grundwasser nutzen können (Böhm 2008: 50 ff.). Allerdings können sich aufgrund der abnehmenden klimatischen Wasserbilanz in der Vegetationsperiode die Grundwasserflurabstände vergrößern, wodurch die Möglichkeiten des kapillaren Aufstiegs eingeschränkt wären.

Um das aus den skizzierten Klimaveränderungen resultierende Wasserdefizit für Nutzpflanzen auszugleichen und dadurch das landwirtschaftliche Ertragsrisiko zu reduzieren, wird eine Ausweitung der Feldberegnung erforderlich sein. Wie Modellierungen des LBEG zeigen, werden sowohl die potenziell beregnungsbedürftigen Flächen als auch die notwendigen Beregnungswassermengen pro Beregnungsfläche (Beregnungsintensität) zunehmen. So ist in Niedersachsen bis zum Ende des 21. Jahrhunderts mit einer Zunahme der beregnungsbedürftigen Ackerfläche um bis zu 10 % (bezogen auf die heutige Ackerfläche) und einem Anstieg der notwendigen Beregnungswassermenge um im Mittel bis zu mehr als 20 % (bezogen auf die durchschnittliche Beregnungswassermenge im Referenzzeitraum 1961–1990) zu rechnen (LBEG 2009a: 9). Besonders von einem Anstieg des Beregnungsbedarfs betroffen sind die bereits heute intensiv beregneten landwirtschaftlichen Anbaubereiche auf den sandigen Böden im Nordosten Niedersachsens. Hier steigt die potenzielle Beregnungswassermenge Modellierungen zufolge im Mittel sogar um 30 % (LBEG 2009b: 85). Die Abnahme der sommerlichen klimatischen Wasserbilanz bei gleichzeitiger Zunahme des Beregnungswasserbedarfs könnte regional zu Was-

serdargebotsproblemen und zu daraus resultierenden Konflikten zwischen den unterschiedlichen Ansprüchen an die Ressource Wasser seitens der Land- und Forstwirtschaft, der Trink- und Brauchwasserversorgung sowie des Naturschutzes führen.

Zunahme der Bodenerosionsgefährdung

Bodenerosion kann sowohl durch Wasser als auch durch Wind hervorgerufen werden. Sie bewirkt zum einen den Verlust von humus- und nährstoffreichem Oberbodenmaterial mit entsprechend negativen Folgen für die Bodenfruchtbarkeit und die Wasserspeicherfähigkeit der betroffenen Standorte, zum anderen Stoffeinträge in benachbarte Gewässer, die zu verstärkter Eutrophierung führen können. Darüber hinaus kann es durch Aufschlammungen bzw. Verwehungen des erodierten Materials zu Schäden an Verkehrswegen und Siedlungen kommen, die im Extremfall akute Gefahrensituationen nach sich ziehen können (z.B. Schammlawinen, Sichtbeeinträchtigungen im Straßenverkehr durch sandsturmbedingte Staubwolken).

Als besonders anfällig gegenüber Wassererosion gelten Böden mit hohen Schluff- und Feinsandanteilen sowie Hangneigung. In Niedersachsen sind daher in erster Linie die Gebiete mit Löss- oder Sandlössdecken in geneigten Lagen und die schluffig-lehmigen Verwitterungsböden des Berg- und Hügellandes gefährdet (LBEG 2009a: 19). Als besonders anfällig gegenüber Winderosion gelten sandige Böden mit hohen Mittel- und Feinsandanteilen, die einer raschen oberflächennahen Austrocknung unterliegen (Böhm 2008: 56), sowie trockene Anmoor- und Niedermoorböden (LABO 2010: 8). Dies führt dazu, dass in Niedersachsen weite Teile der Norddeutschen Tiefebene mit Ausnahme der Marschen und Auen durch Winderosion gefährdet sind (LBEG 2009a: 19). Allgemein nimmt die Erosionsgefährdung mit steigendem Bedeckungsgrad der Vegetation ab, so dass bewaldete oder als Grünland genutzte Gebiete grundsätzlich einem geringeren Erosionsrisiko unterliegen als ackerbaulich genutzte Flächen (Böhm 2008: 56 ff.).

Die Anfälligkeit gegenüber Wasser- und Winderosion kann sich durch den Klimawandel folgendermaßen verändern:

- Durch die projizierte Zunahme der Winterniederschläge kann es zu einer häufigeren Wassersättigung der Böden kommen – mit der Folge, dass der Oberflächenabfluss und damit auch der durch Wassererosion hervorgerufene Bodenabtrag zunimmt (LBEG 2009a: 18). Andererseits kann der Rückgang der Schneemenge dazu führen, dass sich Erosionsprozesse, die durch oberhalb von gefrorenen Böden ablaufendes Schmelzwasser hervorgerufen werden, reduzieren (Böhm 2008: 57).
- Die zu erwartenden länger anhaltenden sommerlichen Trockenperioden führen zu einer verstärkten Austrocknung von Böden, aus der eine verringerte Infiltrationskapazität der dann luftgefüllten Poren resultiert. Dies kann insbesondere im Zusammenspiel mit der zu erwartenden Zunahme von Starkregenereignissen zu erhöhten Oberflächenabflüssen und verstärkter Wassererosion führen. Gleichzeitig erhöht sich durch eine verstärkte Austrocknung der Oberböden die Anfälligkeit gegenüber Winderosion (LBEG 2009a: 18 ff.), zumal klimawandelbedingt mit einer leichten Zunahme der Windgeschwindigkeiten zu rechnen ist.

Wie Modellierungen des LBEG zeigen, ist für Niedersachsen damit zu rechnen, dass sich infolge der klimawandelbedingten Veränderungen zum einen der Bodenabtrag auf den bereits heute erosionsanfälligen Standorten (s.o.) weiter verstärken wird und zum anderen zusätzliche Flächen durch Wasser- und Winderosion gefährdet sein werden.

Insgesamt wären durch Wassererosion dann ca. 14 % und durch Winderosion ca. 62 % der derzeitigen Ackerflächen gefährdet (LBEG 2009a: 20).

Zunahme von Witterungs- und Wetterextremen

Die Ertragssicherheit landwirtschaftlicher Kulturen wird in starkem Maße von Witterungsvariabilität und Extremwetterereignissen mitbestimmt. Aufgrund der zu erwartenden klimawandelbedingten Zunahme außergewöhnlicher Witterungs- und Wetterextreme, wie lang anhaltende Hitze- und Trockenperioden, Spät- und Frühfröste, Starkregen, Hagel oder Sturm, ist daher mit einer sinkenden Ertragssicherheit der Landwirtschaft zu rechnen (Chmielewski 2007: 83; Nds. MU 2009: 13; VdLWK 2010: 4). Neben direkten Auswirkungen auf Wachstum und Entwicklung landwirtschaftlicher Kulturen können Witterungs- und Wetterextreme auch indirekte Wirkungen auf die Landwirtschaft haben, z. B. indem sie temporär die Befahr- und Bewirtschaftbarkeit landwirtschaftlicher Flächen einschränken oder die Gefahr von Wasser- und Winderosion, Bodenverdichtung oder Nitratauswaschung erhöhen.

Auch die Forstwirtschaft ist von Witterungsvariabilität und Extremwetterereignissen betroffen. So führen zunehmende winterliche Nässe- und sommerliche Trockenperioden zu einer Verschärfung von Wechselfeuchte und Grundwasserschwankungen, an die viele Baumarten nicht angepasst sind. Zudem können häufigere Sommerdürren – insbesondere wenn sie mehrfach aufeinander folgen – bei Bäumen Wachstumsdepressionen bewirken sowie die Vitalität und damit die Widerstandsfähigkeit gegenüber einer Vielzahl von Schadfaktoren vermindern. Eine weitere Gefahr stellen Stürme mit hohen Windgeschwindigkeiten und Turbulenzen dar. Neben direkten Schäden durch Windwurf und -bruch können Stürme auch Insektenkalamitäten (z. B. Borkenkäferbefall) hervorrufen, da sie viel bruttaugliches Material hinterlassen (Nds. MU/RK Klimaschutz 2012: 79). Als besonders anfällig gegenüber den beschriebenen Gefahren gelten Fichtenreinbestände, v. a. wenn sie außerhalb der natürlichen Verbreitungsgebiete liegen. Tendenziell weniger anfällig sind dagegen Mischwälder (UBA 2011c: 4). Für Niedersachsen gilt, dass einige der heute weit verbreiteten Baumarten im Hinblick auf den Klimawandel als eher labil einzustufen sind. Dies betrifft in erster Linie die Fichte, standortabhängig aber zum Teil auch die Buche und andere Baumarten (Nds. MU 2009: 15; Nds. MU/RK Klimaschutz 2012: 79 f.).

Vor allem in trockenen Regionen wie der Lüneburger Heide ist infolge zunehmender Hitze- und Trockenperioden künftig zudem mit einem Anstieg der Waldbrandgefahr zu rechnen. Grundsätzlich weisen Nadelwälder, insbesondere Kiefernwälder, eine höhere Waldbrandgefährdung als die weniger schnell austrocknenden Laubwälder auf. Neben der Zerstörung von Waldflächen können durch Waldbrände auch Siedlungen, Infrastrukturen und Menschenleben gefährdet werden.

3.5.2 Handlungsbedarf und Anpassungsoptionen

Im Bereich der Land- und Forstwirtschaft ergeben sich auf zwei unterschiedlichen Ebenen Handlungsbedarfe und Anpassungsoptionen an die potenziellen Auswirkungen des Klimawandels. Zum einen kann von Seiten der Bewirtschafteter, d. h. auf betrieblicher Ebene, Anpassungshandeln stattfinden, zum anderen bieten sich auf lokaler bzw. regionaler Ebene Anpassungsmöglichkeiten, die durch das Zusammenspiel verschiedener Interessengruppen (z. B. Beregnungsverbände, Wasser- und Bodenverbände) und Fachplanungen bzw. -politiken (z. B. Landschaftsplanung, Wasserwirtschaft, Agrarpolitik, forstliche Rahmenplanung) sowie der Raumplanung umgesetzt werden können.

3.5.2.1 Landwirtschaft

Maßnahmen zur Anpassung der landwirtschaftlichen Produktion auf betrieblicher Ebene

Auf betrieblicher Ebene gibt es eine Reihe von Anpassungsmaßnahmen, die im Wesentlichen den bereits existierenden Anforderungen an eine „gute landwirtschaftliche Praxis“ (vgl. § 17 BBodSchG; § 5 Abs. 2 BNatSchG; LWK Niedersachsen 2009) entsprechen, im Hinblick auf die zu erwartenden Folgen des Klimawandels aber zusätzlich an Bedeutung gewinnen werden. So wird es im Bereich der Pflanzenproduktion (s. Tab. 7) verstärkt ankommen auf

- eine standort- und klimaangepasste Fruchtartenwahl und Fruchtfolgegestaltung,
- den Einsatz geeigneter Bewirtschaftungsformen zur Vermeidung von Erosion, Verdichtung und Stoffausträgen sowie zur Erhaltung bzw. Verbesserung des Humusgehaltes und der Wasserspeicherkapazität von Böden sowie
- die Anpassung der Feldberegnung und des Wassermanagements.

Tab. 7: Übersicht über betriebliche Anpassungsmaßnahmen in den Bereichen Pflanzen- und Tierproduktion

Bereich		Anpassungsmaßnahmen
Pflanzenproduktion	Fruchtartenwahl und Fruchtfolgegestaltung	▪ Ausschöpfung standortspezifischer Ertragspotenziale durch - Anbau (neuer) klimaangepasster Kulturen (wärmeliebende und trockenheitsresistente Arten und Sorten) - Nutzung der verlängerten Vegetationsperiode für Zweikulturenanbau (unter der Voraussetzung einer ausreichenden Wasserversorgung) ▪ Verminderung des Ernteausfallrisikos durch - gestaffelte Saat-/Erntetermine und vielseitige Fruchtfolgegestaltung - hohen Anteil an wassereffizienten, trockenheitstoleranten Arten - vermehrten Anbau von Winterungen statt Sommerungen (wichtige Entwicklungsstadien in Monaten mit hoher Wasserverfügbarkeit)
	Geeignete Bewirtschaftungsformen zur Vermeidung von Erosion, Verdichtung und Stoffausträgen sowie zur Erhaltung bzw. Verbesserung des Humusgehaltes und der Wasserspeicherkapazität von Böden	▪ Schutz von Dauergrünland vor Umbruch und Nutzung als Ackerstandort ▪ Dauerhafte konservierende Bodenbearbeitung (z. B. Mulchsaat, Direktsaat) ▪ Schonendes Befahren und Bearbeiten von landwirtschaftlichen Flächen, z. B. durch - Wahl des richtigen Bearbeitungszeitpunktes in Abhängigkeit von der Bodenfeuchte - Nutzung breiterer Reifen und Reduzierung der Radlasten bei Landmaschinen ▪ Erosionsmindernde Bodenbearbeitung, Fruchtfolgewahl, Flurgestaltung und Schlagunterteilung, z. B. durch - Pflügen quer zur Hang-/Windrichtung - Verzicht auf den Anbau erosionsfördernder Kulturen (z. B. Mais), - Zwischenfruchtanbau bzw. Untersaaten - Terrassierung von Flächen mit Hangneigung - Unterteilung großer Schläge durch Fruchtartenwechsel und Anlage von Gehölz-/Grünstreifen

		▪ Humusreproduktion durch Verbleib von Ernterückständen auf der Fläche und Rückführung organischer Reststoffe (z. B. Strohdüngung) ▪ Anpassung der Düngemittelausbringung (Düngungszeitpunkte, Düngermengen und -formen) an veränderte Witterungsbedingungen und entwicklungszyklische Bedarfe der Pflanzen ▪ Anpassung des Pflanzenschutzmittelspektrums an veränderte Schaderreger/Unkräuter
	Feldberegnung und Wassermanagement	▪ Ermittlung des optimalen Beregnungszeitpunktes und der optimalen Beregnungsmenge (unter Berücksichtigung des Wasserbedarfs der Kulturen, der Beregnungswürdigkeit und der Wasserverfügbarkeit) ▪ Einsatz wassersparender, effizienter Beregnungstechniken (z. B. Kreis- oder Linearberegnung, Tröpfchenbewässerung, geschlossene Bewässerungssysteme in Gewächshäusern) ▪ Nutzung alternativer Wasserquellen für die Beregnung (z. B. gespeichertes Überschusswasser aus niederschlagsreichen Perioden, Prozess- und Klarwasser)
	Tierproduktion	▪ Anpassung der physikalischen Umgebung (z. B. durch Kühlsysteme bei Stallhaltung bzw. ausreichendes Schatten- und Wasserangebot bei Weidehaltung) ▪ Züchtung und Einsatz hitzetoleranter Rassen mit Resistenzen gegen neuartige Parasiten oder Krankheiten ▪ Abstimmung von Bekämpfungsstrategien und Vorsorgemaßnahmen auf die Zunahme vektorbedingter Tierseuchen

Quelle: eigene Darstellung nach Chmielewski 2007; Schaller/Weigel 2007; VdLWK 2010; UBA 2011b

Auch im Bereich der Tierproduktion können Anpassungsmaßnahmen an veränderte klimatische Bedingungen erforderlich werden (s. Tab. 7).

Maßnahmen zur Optimierung des Feldberegnungs- und Wassermanagements auf überbetrieblicher Ebene

Wie in Kap. 3.5.1 dargestellt, wird der Klimawandel in einigen Regionen Niedersachsens aller Voraussicht nach zu einem erhöhten Wasserbedarf für die Feldberegnung bei gleichzeitigem Rückgang des sommerlichen (Grund-)Wasserdargebots führen. Als mögliche Anpassungsmaßnahmen an diese Entwicklung kommen – neben dem Anbau trockenheitsresistenter Kulturpflanzen und der Umsetzung konservierender Bodenbearbeitungsverfahren (s.o.) – der Einsatz wassereffizienter Großflächenberegnungstechniken, die Substitution von Grundwasserentnahmen sowie Maßnahmen zur Grundwasserregeneration infrage, die allesamt eine überbetriebliche, d.h. lokale bzw. sogar regionale Betrachtung, erfordern.

- *Einsatz wassereffizienter Großflächenberegnungstechniken:* Bei der heute verwendeten Beregnungstechnik dominieren zu einem ganz überwiegenden Teil Trommelberegnungsmaschinen in Kombination mit Großflächenregnern (Beregnungskanonnen), deren Einsatz mit nicht unerheblichen Wasserverlusten durch Windabdrift und Verdunstung verbunden ist. Eine effizientere Wasserausbringung ist durch Kombination mit einem Düsenwagen sowie durch Tröpfchenbewässerung möglich. Beide Varianten sind allerdings nur wenig verbreitet, was vor allem auf den hohen Arbeits- und Kapitalkaufwand zurückzuführen ist. Bei großen Schlägen (min. 25 ha) kommt zudem der Einsatz von automatisierten Kreis- oder Linearberegnungssystemen mit Düsenteknik infrage, die das Wasser bodennah und bei Bedarf mit teilflächenspezifischer

Dosierung ausbringen (Mersch 2011: 90). Durch solche Beregnungssysteme ist im Vergleich zum Einsatz mobiler Großflächenregner bei deutlich geringerem Arbeitsaufwand eine Reduzierung des Wasserverbrauchs um bis zu 20 % und des Energieaufwands um bis zu 50 % möglich (LWK Niedersachsen o.J.: 1). Trotz dieser Vorteile kommen Kreis- und Linearberegnungssysteme bisher nur selten zum Einsatz, da die hierfür erforderlichen zusammenhängenden Flächen mit der für einen rentablen Betrieb notwendigen Mindestgröße oftmals nicht vorhanden sind (Fricke 2008: 218, 222). Um (betriebsübergreifende) Großflächenberegnungssysteme vermehrt einsetzen zu können, wäre eine Veränderung der Agrarlandschaftsstruktur hin zu größeren, zusammenhängenden Feldblöcken erforderlich, die mit Anpassungen des Wege- und Gewässernetzes und weiterer Landschaftselemente sowie einer Neuordnung von Flurstücken einhergehen müsste (Streun/von Haaren 2008: 238; LWK Niedersachsen o.J.: 2 f.).

Während der Einsatz von Großflächenberegnungsanlagen vonseiten der Landwirtschaft aufgrund der höheren Wasser-, Energie- und Arbeitseffizienz befürwortet wird, gibt es aus Sicht des Natur- und Bodenschutzes sowie der Landschaftspflege Vorbehalte gegen diese Form der Beregnung. Es wird befürchtet, dass die Schaffung der erforderlichen größeren Bewirtschaftungseinheiten zu einer weiteren Ausräumung der Landschaft (Beseitigung von Hecken, Baumgruppen etc.) führt, wodurch sowohl die Biodiversität und das Landschaftsbild beeinträchtigt als auch die Erosionsgefährdung durch Wasser und Wind erhöht werden können. Eine Möglichkeit zur Reduzierung solcher Konflikte besteht in der gezielten Unterteilung der Feldblöcke durch Landschaftsstrukturelemente (z. B. niedrige Hecken, Ruderalstreifen), die so ausgestaltet sind, dass sie einerseits positive Effekte auf Artenvielfalt, Biotopvernetzung, Landschaftsbild und Erosionsschutz haben, andererseits aber auch problemlos von den großflächigen Beregnungssystemen überwunden werden können. Bei Kreisberegnungsanlagen könnten zudem die verbleibenden, nicht bewässerten Ecken für Maßnahmen des Natur- und Landschaftsschutzes genutzt werden.

Ein weiteres Konfliktfeld könnten mögliche Flächennutzungskonkurrenzen zwischen der Installation von Großflächenberegnungssystemen und der Errichtung von Windenergieanlagen darstellen, da Letztere Ersteren „im Wege stehen“ könnten.

- *Substitution von Grundwasserentnahmen:* Die Substitution von Grundwasser für die Feldberegnung zielt darauf ab, das Grundwasserdargebot durch Nutzung alternativer Wasserquellen zu schonen bzw. das verfügbare Gesamtwasserangebot durch zusätzliche Quellen zu erhöhen. Dafür kommen die Nutzung von Wasserüberschüssen aus Niederschlagsabfluss (bei entsprechender Rückhaltung) und Oberflächengewässern (z. B. in Form von Wassertransfers aus wasserreicheren Gebieten über Kanäle) sowie von industriellem Prozesswasser und gereinigtem Abwasser (Klarwasser) infrage. Das so gewonnene Wasser kann entweder die Entnahmen aus dem Grundwasser ersetzen oder, im Falle einer ausreichenden Grundwasserverfügbarkeit, das Angebot ergänzen (LWK Niedersachsen 2011b).

Da der Beregnungswasserbedarf in der Regel immer dann am größten ist, wenn der Wasserüberschuss aus Niederschlagsabflüssen und Oberflächengewässern bzw. der Klarwasserablauf aus Kläranlagen trockenheitsbedingt am geringsten ist, empfiehlt sich für eine effektive Nutzung dieser Alternativquellen die Zwischenspeicherung von Wasserüberschüssen, die außerhalb der Beregnungsperiode anfallen (Mersch 2011: 96). Zur Minimierung von Verdunstungsverlusten sowie zur Reduzierung des Flächenbedarfs sollten für diesen Zweck erstellte Speicherbecken so ausgelegt wer-

den, dass sie eine große Speicherraumtiefe und eine möglichst kleine Oberfläche besitzen (Martens 2008: 171). Alternativ zum Neubau von Speicherbecken könnten auch unverfüllte Sand- und Kiesgruben umgenutzt werden. Sie bieten ein großes Speichervolumen, wobei ggf. eine Abdichtung erforderlich wäre (LWK Niedersachsen 2011c: 7).

- *Grundwasserregeneration*: Maßnahmen zur Grundwasserregeneration haben zum Ziel, Wasserüberschüsse aus Niederschlagsabflüssen, Entwässerungssystemen, Oberflächengewässern oder Klarwasserabläufen in der Landschaft zurückzuhalten und zu versickern, um so die Grundwasserneubildung und damit das für die Feldberegnung zur Verfügung stehende Grundwasserdargebot zu erhöhen. Neben den winterlichen Wasserüberschüssen können hierfür auch Hochwasserabflüsse genutzt werden, was nicht nur der Grundwasseranreicherung, sondern auch dem Hochwasserschutz dient. Die Versickerung kann beispielsweise durch Einleitung des Wassers in Geländesenken und Waldgebiete erfolgen. Alternativ ist es möglich, das Wasser außerhalb der Vegetationsperiode durch Beregnung über Ackerflächen auszubringen und auf diese Weise zu versickern (Mersch 2011: 96; LWK Niedersachsen 2011c).

Damit genügend Speichervolumen für versickerndes Wasser vorhanden ist, muss ein ausreichender Grundwasserflurabstand vorliegen. Darüber hinaus müssen die hydrogeologischen Gegebenheiten so ausgestaltet sein, dass Sickerwasser nicht direkt wieder unterirdisch in einen Vorfluter abfließt, sondern zur Grundwasseranreicherung beiträgt. Um zu vermeiden, dass unerwünschte Stoffe ins Grundwasser gelangen, sind sowohl eine gute Wasserqualität als auch geeignete Filtereigenschaften des Bodens erforderlich. Insbesondere bei der Versickerung von Klarwasser spielt der Qualitätsaspekt eine wichtige Rolle; ggf. muss das Wasser vor der Versickerung nachbehandelt werden (LWK Niedersachsen 2011c).

Der Transport des Wassers zum Ort der Versickerung sollte nach Möglichkeit über Graben- und Leitungssysteme im Freispiegelgefälle erfolgen, damit keine Pumpkosten für die Überwindung von Höhenunterschieden im Gelände anfallen (LWK Niedersachsen 2011c: 3). Durch die Nutzung natürlicher Fließgewässer und vorhandener Kanäle können Wasserüberschüsse ggf. auch über längere Strecken transportiert werden, was einen Wassertransfer aus „wasserreichen“ in „wasserärmere“ Gebiete ermöglichen würde (Mersch 2011: 96).

Neben der Versickerung von Wasserüberschüssen kann der Aufstau von Gewässern, insbesondere von Entwässerungsgräben, dazu beitragen, dass Wasser in der Landschaft zurückgehalten und der Grundwasserspiegel erhöht wird. Auf diese Weise wird der Vegetation ermöglicht, einen Teil ihres Wasserbedarfs durch kapillaren Aufstieg zu decken, sodass insgesamt weniger Beregnungsgaben erforderlich sind und dementsprechend Grundwasser eingespart wird. Auch der Waldumbau kann einen wichtigen Beitrag zu einer erhöhten Wasserverfügbarkeit leisten, da unter Laubwald mehr Grundwasser neu gebildet wird als unter Nadelwald (Mersch 2011: 96; LWK Niedersachsen 2011c: 5 ff.).

Sicherung von Böden mit hohem natürlichen Ertragspotenzial

Ein wesentlicher Faktor für die landwirtschaftliche Nutzbarkeit von Böden ist die natürliche Fruchtbarkeit. Sie kennzeichnet die Fähigkeit von Böden, Biomasse zu produzieren, und kann als standortgebundenes natürliches Ertragspotenzial definiert werden. Das natürliche Ertragspotenzial wird von einer Reihe natürlicher Standortfaktoren wie z. B. der Wasser- und potenziellen Nährstoffversorgung, der Durchwurzelbarkeit und dem

Klima beeinflusst. Grundsätzlich gilt, dass Böden mit einem hohen natürlichen Ertragspotenzial eine Landbewirtschaftung mit geringem Betriebsmitteleinsatz ermöglichen, die wiederum zur nachhaltigen Sicherung der Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes beiträgt (LBEG 2008: 10).

Um auf Böden mit hohem natürlichen Ertragspotenzial dauerhaft landwirtschaftliche Nutzungen zu ermöglichen, müssen diese Standorte vor der Inanspruchnahme durch entgegenstehende Nutzungen sowie vor schädlichen Bodenveränderungen geschützt werden. Dazu gehört – neben Maßnahmen zum Erosionsschutz, zur Vermeidung von Bodenverdichtungen und zum Erhalt der standorttypischen Humusgehalte – insbesondere eine Reduzierung des durch Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung hervorgerufenen Flächenverbrauchs (LBEG 2008: 10; UBA 2011b: 4). Der Sicherung von Böden mit hohem natürlichen Ertragspotenzial kommt vor dem Hintergrund des Klimawandels sowie des steigenden globalen Bedarfs an Nahrungsmittelproduktion und Biomasseerzeugung eine wachsende Bedeutung zu. Da es aufgrund regional eingeschränkter sommerlicher Wasserverfügbarkeiten künftig sowohl in Teilen Niedersachsens als auch in der restlichen Welt zu einer Reduzierung der landwirtschaftlichen Standorteignung kommen kann, müssen – zur Sicherung des Gesamtertragspotenzials – vor allem diejenigen Standorte vor der Inanspruchnahme durch andere Nutzungen geschützt werden, auf denen auch unter veränderten Klimabedingungen mit einem gleichbleibenden bzw. sogar steigenden Ertragspotenzial zu rechnen ist.

3.5.2.2 Wald und Forstwirtschaft

Zur nachhaltigen Sicherung der Wälder und ihrer Ökosystemdienstleistungen ist als vorrangige Anpassungsmaßnahme an die Auswirkungen des Klimawandels die Entwicklung von standortgerechten, vielfältigen, stabilen, anpassungs- und leistungsfähigen sowie ökologisch wertvollen Waldbeständen zu intensivieren. Da strukturreiche Mischwälder grundsätzlich eine höhere Resilienz aufweisen als Reinbestände, kommt ihnen eine Schlüsselfunktion hinsichtlich der Minderung klimawandelbedingter Risiken für Wälder und Forstwirtschaft zu (Nds. MU/RK Klimaschutz 2012: 81). Der Umbau von Nadelwäldern zu Laubbaum- bzw. Mischbeständen erhöht die strukturelle und genetische Vielfalt und damit die natürliche Anpassungsfähigkeit forstwirtschaftlich genutzter Wälder. Weitere Vorteile von Laub- und Mischwäldern im Vergleich zu reinen Nadelwäldern sind eine geringere Windwurf- und Waldbrandgefahr, höhere Grundwasserneubildungsraten sowie eine bessere Verwertung von Stickstoffeinträgen, wodurch Nitratausträge ins Grundwasser verringert werden. Zudem ermöglicht der naturnahe Waldumbau aufgrund der langfristigen Risikostreuung sowie der Diversifizierung des Holzangebots auch ökonomische Vorteile (UBA 2011c: 5 f.). Da aufgrund der hohen Lebensdauer von Bäumen pro Jahrzehnt nur etwa 10 bis 15 % eines Waldes erneuert werden können, kann ein Waldumbau nur langfristig und in kleinen Schritten erfolgen und muss daher bereits heute beginnen.

Von zunehmender Bedeutung sind außerdem eine mit benachbarten Sektoren abgestimmte Wasserbewirtschaftung, die Vermeidung von Bodenschadverdichtungen bei der Holzernte in den Wintermonaten sowie Vorsorgemaßnahmen gegen Sturmschäden, Schädlingsbefall und Waldbrände (z.B. Waldbrandüberwachungsmaßnahmen, Erstellung von Waldbrandeinsatzplänen und -karten, Anlage von Schneisen, Errichtung von Wegenetzen und Wasserreservoirs zur Brandbekämpfung, Einhaltung von Abstandsflächen zu Siedlungen) (UBA 2011c: 5).

Eine Maßnahme, die sowohl zum Klimaschutz als auch zur Anpassung an den Klimawandel beitragen kann, ist die Waldmehrung. So werden durch eine Erhöhung des Waldanteils einerseits zusätzliche CO₂-Senken geschaffen, andererseits positive Effekte auf die Luftqualität, das Mesoklima und den Landschaftswasserhaushalt erwirkt. Von besonderer Bedeutung ist Wald dort, wo er das Stadtklima verbessern und Naherholungsraum bieten kann oder aufgrund seiner Filterwirkung und Speicherkapazität dem Grundwasser- und Hochwasserschutz dient.

3.5.3 Handlungsmöglichkeiten und Instrumente der Raumordnung

In den Grundsätzen der Raumordnung heißt es, dass im Sinne der Leitvorstellungen einer nachhaltigen Raumentwicklung die räumlichen Voraussetzungen dafür zu erhalten oder zu schaffen sind, dass die Land- und Forstwirtschaft einerseits ihrer Bedeutung für die Nahrungs- und Rohstoffproduktion gerecht werden kann (§ 2 Abs. 2 Nr. 4 Satz 7 ROG) und andererseits dazu beiträgt, die natürlichen Lebensgrundlagen in ländlichen Räumen zu schützen sowie Natur und Landschaft zu pflegen und zu gestalten (§ 2 Abs. 2 Nr. 5 Satz 4 ROG). Gleichwohl ist zu konstatieren, dass mittels raumplanerischer Steuerungsmöglichkeiten nur relativ begrenzt Einfluss auf die konkrete Bewirtschaftung land- und forstwirtschaftlicher Flächen genommen werden kann. Eine weitaus größere Wirkung entfalten in diesem Zusammenhang die agrar- und forstpolitischen Förderinstrumente. Zu den effektivsten Steuerungsinstrumenten zur Förderung einer nachhaltigen Landbewirtschaftung gehören Cross-Compliance-Verpflichtungen im Rahmen der EU-Direktzahlungen sowie Agrarumweltmaßnahmen, die künftig noch stärker als bisher auf Aspekte der Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels (z. B. Erhaltung natürlicher Bodenfunktionen, Schutz vor Bodenerosion) ausgerichtet werden sollten.

Im Folgenden richtet sich das Augenmerk auf die raumordnerischen Handlungsmöglichkeiten im Umgang mit den potenziellen Auswirkungen des Klimawandels in den Bereichen Landwirtschaft sowie Wald und Forstwirtschaft:

3.5.3.1 Landwirtschaft

Eine wichtige Informationsgrundlage und damit eine entscheidende Voraussetzung für die Berücksichtigung landwirtschaftlicher Belange in der Raumordnung stellen die von den Landwirtschaftskammern zu erstellenden landwirtschaftlichen Fachbeiträge dar. Vor dem Hintergrund der – auch klimawandelbedingt – wachsenden Bedeutung landwirtschaftlicher Fragestellungen für die gesamträumliche Entwicklung sollte in Erwägung gezogen werden, bei der Neuaufrstellung bzw. Fortschreibung von Raumordnungsprogrammen die Erarbeitung eines landwirtschaftlichen Fachbeitrags zur Pflichtaufgabe zu machen. Um die raumordnerische Verwertbarkeit der Fachbeiträge sicherzustellen, sollten entsprechende Kriterien zu deren Inhalt und Ausgestaltung definiert werden.

In Anbetracht der in Kap. 3.5.1 skizzierten potenziellen Auswirkungen des Klimawandels auf die Landwirtschaft besteht eine wesentliche Aufgabe darin, die Voraussetzungen zur Sicherung und Anpassung der Leistungsfähigkeit von Agrarstandorten unter den Bedingungen des Klimawandels zu schaffen und Maßnahmen einer klimaangepassten Bewirtschaftung zu unterstützen (BMVBS 2013a: 86). Hierbei kann in den nachfolgend dargestellten Aufgabenbereichen auch die Raumordnung einen Beitrag leisten:

Sicherung von Flächen mit besonderer Eignung für die landwirtschaftliche Nutzung

Wie in Kap. 3.5.2.1 dargestellt, gewinnt vor dem Hintergrund des Klimawandels insbesondere die Sicherung solcher landwirtschaftlicher Nutzflächen an Stellenwert, die auch unter veränderten Klimabedingungen zu den Gunststandorten gehören und eine gute Ertragslage bieten werden. In Niedersachsen können entsprechende Flächen in den Regionalen Raumordnungsprogrammen als Vorbehaltsgebiet „Landwirtschaft – auf Grund hohen Ertragspotenzials“ bzw. als Vorbehaltsgebiet „Landwirtschaft – auf Grund besonderer Funktionen“ (z. B. besondere Eignung für den Anbau von Sonderkulturen aufgrund entsprechender Klima- und Bodenverhältnisse bzw. vorhandener Beregnungsmöglichkeiten) festgelegt werden (NLT 2010: Planzeichen Nr. 4.1 und 4.2). In diesen Gebieten wird die besondere Bedeutung der Landwirtschaft gegenüber konkurrierenden Nutzungsansprüchen durch ein Berücksichtigungsgebot abgesichert. Die Festlegung entsprechender Vorbehaltsgebiete soll auf der Grundlage einer Erhebung und Bewertung der regionsspezifischen Merkmale, Flächenansprüche und Funktionen der Landwirtschaft erfolgen. Hierfür stellen landwirtschaftliche Fachbeiträge eine geeignete Planungsgrundlage dar (Nds. ML 2008: 109).

Um der wachsenden Bedeutung der Sicherung von landwirtschaftlichen Nutzflächen gerecht zu werden, sollte darüber hinaus in Erwägung gezogen werden, besonders geeignete Standorte als Vorranggebiete für Landwirtschaft zu sichern. Für die Ermittlung dieser Standorte müssen entsprechende Kriterien entwickelt werden, die insbesondere auch die Robustheit bzw. Anpassungsfähigkeit der Standorte gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels berücksichtigen. Mögliche Kriterien wären z. B. die natürliche Ertragsfähigkeit (Indikator: Ackerzahl/Grünlandzahl), die potenzielle Eignung für Maßnahmen der Standortverbesserung (z. B. Beregnung, Dränage) sowie die Erosionsanfälligkeit (als mögliches Ausschlusskriterium) (vgl. LWK Niedersachsen 2013; BMVBS 2013a: 87).

Solange eine Vorranggebietsausweisung für die Landwirtschaft in Niedersachsen nicht zur Anwendung kommt, kann auch eine mit den Interessen der Landwirtschaft abgestimmte Überlagerung mehrerer Planzeichen aus dem Bereich des Freiraumschutzes (z. B. Vorbehaltsgebiet für Landwirtschaft, Vorrang-/Vorbehaltsgebiet für Erholung, Vorrang-/Vorbehaltsgebiet für Grünlandbewirtschaftung, -pflege und -entwicklung, Vorrang-/Vorbehaltsgebiet Natur und Landschaft) zielführend sein, um dem Erhalt landwirtschaftlicher Nutzflächen stärker Geltung zu verschaffen. Die Addition mehrerer auf den Freiraum bezogener raumordnerischer Grundsätze und Ziele unterstreicht losgelöst von dem jeweiligen Einzelinhalt der Zweckbestimmung die Bedeutung der Freifläche im Gesamtkontext der verschiedenen Ansprüche an die Freiraumsicherung. Durch solche Überlagerungen ist die Inanspruchnahme landwirtschaftlicher Nutzflächen im abzuarbeitenden Abwägungsprozess eines nachfolgenden Planverfahrens erheblich erschwert (Peithmann/Zeck 2005: 20).

Darüber hinaus kann die Raumordnung auch dadurch Beiträge zur Sicherung von landwirtschaftlich hoch ertragreichen Flächen leisten, dass Vorranggebiete für Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung, Rohstoffgewinnung oder andere konkurrierende Nutzungen gezielt auf Standorte mit geringer Bodenwertzahl gelenkt werden (Ebert/Walkenhorst 2012).

Schutz des Oberbodens vor Erosion

Dem Schutz des Oberbodens vor Erosion kommt vor dem Hintergrund des Klimawandels eine wachsende Bedeutung zu. Dass dabei nicht nur die bodenschutzfachliche Planung, sondern auch die Raumordnung eine wichtige Rolle einnehmen kann, liegt insbesondere darin begründet,

- dass Erosionsprozesse auch abseits vom Entstehungsort zu erheblichen Schäden führen können (z.B. Stoffeinträge in Gewässer, Gefährdung von Verkehrswegen und Siedlungen durch Schlamm- bzw. Staubeintrag) (überörtlicher Aspekt) und
- dass es sich bei Bodenerosion nicht nur um ein Problem des Bodenschutzes und der Landwirtschaft (Sicherung wertvoller Böden) handelt, sondern auch Belange der kommunalen Gefahrenabwehr (Schutz von Infrastrukturen und Siedlungslagen), des Hochwasserschutzes (Verbesserung des Wasserrückhalts) sowie des Natur- und Gewässerschutzes (Erhaltung natürlicher Bodenfunktionen, Gewässerreinigung) berührt sind (fachübergreifender Aspekt) (RPV Oberes Elbtal/Osterzgebirge 2013: 21).

Eine Möglichkeit zur Berücksichtigung des Erosionsschutzes seitens der Raumordnung besteht grundsätzlich darin, in den Regionalen Raumordnungsprogrammen bzw. entsprechenden Beikarten eine Ausweisung besonders erosionsgefährdeter Standorte vorzunehmen (sofern sie eine gewisse Mindestgröße aufweisen). In der KlimaMORO-Modellregion Oberes Elbtal/Osterzgebirge wurde darüber hinaus der Vorschlag entwickelt, besonders erosionsgefährdete Bereiche mit einer Größe von mindestens 4 ha als „zu sanierende Bereiche der Landschaft“ auszuweisen und über entsprechende textliche Festlegungen auf eine Reduzierung der Erosionsanfälligkeit dieser Standorte hinzuwirken (z.B. durch Aufgabe ackerbaulicher Nutzungen zugunsten dauerhafter Begrünung in Form von extensiv bewirtschaftetem Grünland, Aufforstung, Anlage von Heckenstrukturen und Gehölzstreifen¹ etc.). Um dem raumordnerischen Ansatz der fachübergreifenden und zusammenfassenden Betrachtung und Abwägung verschiedener Raumansprüche gerecht zu werden, könnte bei der Flächenausweisung eine Priorisierung vorgenommen werden, bei der auch solche Belange einbezogen werden, die über die Belange des Bodenschutzes und einer nachhaltigen Landwirtschaft hinausgehen (z.B. die bereits oben genannten Belange der kommunalen Gefahrenabwehr, des Hochwasserschutzes sowie des Natur- und Gewässerschutzes) (RPV Oberes Elbtal/Osterzgebirge 2013: 25 ff.).

Zwar entzieht sich die Umsetzung konkreter Maßnahmen, die der Realisierung oben genannter Festlegungen dienen, weitgehend der Steuerung durch die Regionalplanung, da die Adressaten (z.B. private Flächennutzer) nicht direkt erreicht werden können. Gleichwohl kann durch die raumordnerische Ausweisung besonders erosionsgefährdeter Standorte eine Gebietskulisse abgegrenzt werden, die als Zielgebiet für naturschutzrechtliche Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen sowie für geförderte Agrarumweltmaßnahmen fungieren könnte. Des Weiteren kann durch entsprechende raumordnerische Festlegungen darauf hingewirkt werden, dass die Belange des Erosionsschutzes sowohl im Rahmen der gemeindlichen Bauleitplanung (insbesondere Flächennutzungsplanung) als auch bei der Planung und Durchführung von Maßnahmen der Flurbereinigung berücksichtigt werden (RPV Oberes Elbtal/Osterzgebirge 2013: 28).

¹ Durch die genannten Maßnahmen können neben den lokalen Effekten zur Verringerung der Erosionsanfälligkeit auch positive Effekte für andere Ökosystemdienstleistungen auf Landschaftsebene (z. B. Landschaftsästhetik, Biodiversität) erzielt werden.

Als Informationsgrundlagen für die raumordnerische Ausweisung besonders erosionsgefährdeter Standorte können das über den NIBIS-Kartenserver einsehbare niedersächsische Erosionskataster² sowie weitere durch das LBEG bereitgestellte Auswertungen zur Erosionsgefährdung durch Wind und Wasser herangezogen werden.

Schaffung der Voraussetzungen für ein angepasstes Wasser- und Feldberegnungsmanagement

Die z.T. bereits heute bestehenden Probleme hinsichtlich eines ausreichenden Wasserdargebots für die landwirtschaftliche Bewässerung und Feldberegnung werden sich sowohl infolge des Klimawandels als auch durch den im Zuge der Energiewende forcierten Anbau von nachwachsenden Rohstoffen mit hohem Wasserbedarf (z. B. Mais) künftig verschärfen (s. Kap. 3.5.1). Vor diesem Hintergrund wird auch die Raumordnung gefordert sein, um die notwendigen Voraussetzungen für ein angepasstes Wasser- und Feldberegnungsmanagement zu schaffen. Dabei geht es insbesondere um folgende Aufgabenbereiche:

- *Sicherung eines ausreichenden Wasserdargebots:* Die Sicherung eines ausreichenden Wasserdargebots für die landwirtschaftliche Bewässerung und Feldberegnung (z. B. durch Maßnahmen zur Substitution von Grundwasserentnahmen oder zur Grundwasserregeneration; s. Kap. 3.5.2.1) ist in Anbetracht des Klimawandels als Schlüsselthema anzusehen. Die Raumordnung kann dabei durch verschiedene zeichnerische und textliche Festlegungen einen wichtigen Beitrag leisten. Nähere Ausführungen zu konkreten Handlungsmöglichkeiten der Raumordnung im Hinblick auf die Sicherung eines ausreichenden Wasserdargebots finden sich – untergliedert nach folgenden Aspekten – in Kap. 3.2.4.2:
 - Schutz und Sicherung von Grundwasserressourcen
 - Erhalt bzw. Verbesserung des Landschafts- und Bodenwasserhaushalts
 - Sicherung von Flächen und Standorten für Maßnahmen zur Vorsorge gegenüber Wasserknappheit (Zwischenspeicherung von Wasser, künstliche Grundwasseranreicherung)
 - Lenkung stark wasserverbrauchender Nutzungen
- *Anpassung der Agrarstruktur zur Verbesserung der Beregnungseffizienz:* Um die Voraussetzungen für einen vermehrten Einsatz der in Kap. 3.5.2.1 beschriebenen wasser- und energieeffizienteren Großflächenberegnungstechnik zu schaffen, wäre eine Anpassung der agrarstrukturellen Rahmenbedingungen in Form einer Flurneuordnung erforderlich. Sofern die jeweilige regionalplanerische Abwägung zwischen den landwirtschaftlichen Anforderungen einerseits sowie den naturschutzfachlichen und landschaftspflegerischen Belangen andererseits zu dem Ergebnis kommen sollte, dass der Einsatz von Großflächenberegnungsanlagen und die damit verbundene Flurneuordnung verträglich gestaltet werden können, könnten in den Regionalen

² Nach § 2 Abs. 1 der Direktzahlungen-Verpflichtungenverordnung (DirektZahlVerpflV) ist das Land Niedersachsen verpflichtet, landwirtschaftliche Flächen nach dem Grad ihrer Erosionsgefährdung durch Wasser und Wind einzuteilen (Erosionskataster). Diese Einteilung wird in Niedersachsen auf Ebene der Feldblöcke vorgenommen; die Vorgehensweise dazu ist in der niedersächsischen „Verordnung über erosionsgefährdete landwirtschaftliche Flächen vom 04. Februar 2011“ festgehalten. Die genannte Verordnung legt eine Gebietskulisse für Niedersachsen fest, in der Maßnahmen zum Erosionsschutz für alle Empfänger von EU-Agrarbeihilfen verpflichtend sind. Die Gebietskulisse umfasst zwei Gefährdungsklassen für Wassererosion und eine für Winderosion. Von der landwirtschaftlichen Ackerfläche in Niedersachsen fallen 3,6 % in die Stufe „Wasser 1“, 2,4 % in die höhere Gefährdungsstufe „Wasser 2“ und 9,5 % in die Stufe „Wind“ (LBEG 2013).

Raumordnungsprogrammen entsprechende textliche Festlegungen hinsichtlich eines anzustrebenden Zustands formuliert werden.

Über die formellen Festlegungen in Raumordnungsprogrammen hinaus kann die Regionalplanung zudem im Rahmen ihrer Koordinations- und Moderationsfunktion die Bildung und Tätigkeit regionsspezifischer Kooperationen zwischen Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Naturschutz, Wasserwirtschaft und Kommunen fördern und unterstützen. Ein Beispiel für eine solche Kooperation stellt der neu gegründete „Kulturlandschaftsverband Obere Wipperaue“ im Landkreis Uelzen dar, der sich zum Ziel gesetzt hat, die agrarstrukturellen Rahmenbedingungen so anzupassen, dass die landwirtschaftlichen Betriebe auch unter Klimawandelbedingungen ausreichende Entwicklungsmöglichkeiten haben und gleichzeitig die Ansprüche des Natur- und Landschaftshaushaltes gewahrt und entwickelt werden. Die Entwicklung und Darstellung entsprechender Maßnahmen soll in Form eines „Dynamischen Kulturlandschaftsplans“ erfolgen, der u. a. Aussagen zu folgenden Aspekten enthalten soll (LWK Niedersachsen o.J.):

- Zusammenlegung landwirtschaftlicher Flächen nach neuesten betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten
- Ausbau und Vernetzung der Beregnungsinfrastruktur
- Anlage von Speicherbecken zur Substitution von Grundwasser
- Erhöhung der Grundwasserneubildungsrate sowie Erhalt und Verbesserung der Grundwasserqualität
- Verbesserung des Wege- und Gewässernetzes
- Realisierung von Maßnahmen zur Vermeidung von Erosion und zum Erhalt der Bodenfruchtbarkeit
- Sicherung, Schaffung und Vernetzung von Biotopen

3.5.3.2 Wald und Forstwirtschaft

Anpassungsmaßnahmen im Bereich Wald und Forstwirtschaft werden in erster Linie durch die forstwirtschaftliche Fachplanung und die Forstbetriebsplanung (Forsteinrichtung) erfolgen, die durch entsprechende Bewirtschaftungskonzepte sicherstellen können, dass Waldbestände an sich ändernde klimatische Bedingungen angepasst werden. Die wichtigsten fachplanerischen Steuerungsinstrumente sind das Landeswaldprogramm und die regionalen forstlichen Rahmenpläne, deren Inhalte nach Abwägung mit anderen raumbedeutsamen Belangen in die Raumordnungsprogramme aufgenommen werden (Ebert/Walkenhorst 2012). Im Folgenden werden eine Reihe von Handlungsoptionen betrachtet, zu deren Umsetzung auch die Raumordnung beitragen kann:

Waldschutz

Wälder haben eine ausgleichende Wirkung auf den Wasserhaushalt und erfüllen vielfältige Funktionen des Boden-, Klima-, Arten- und Biotopschutzes sowie der menschlichen Erholung, die vor dem Hintergrund des Klimawandels allesamt eine zunehmend größere Bedeutung erfahren werden. Insbesondere für Waldgebiete, in denen sich mehrere dieser Funktionen überlagern, besteht aus raumordnerischer Sicht ein besonderer Schutzbedarf des Waldes. Die raumordnerische Ausweisung entsprechender Waldgebiete kann durch die Festlegung von Vorbehaltsgebieten „besondere Schutzfunktion des Waldes“ (NLT 2010: Planzeichen Nr. 5.4) in den Regionalen Raumordnungsprogrammen er-

folgen. Künftig sollte ggf. auch die Festlegung entsprechender Vorranggebiete in Erwägung gezogen werden. Die fachliche Grundlage für raumordnerische Ausweisungen bildet die Waldfunktionenkarte Niedersachsen, die die besonderen, sich z.T. überlagern- den Funktionen von Wäldern für die Bereiche Boden, Wasser, Luft/Klima/Lärm, Natur, Landschaft, Kulturgüter und Erholung darstellt.

Waldumbau

Bereits heute weisen viele Waldgebiete mit nicht standortgerechter Baumartenzusammensetzung hohe Anfälligkeiten gegenüber Trockenheit, Kalamitäten, Sturmwurf und Waldbrand auf, die im Zuge des Klimawandels weiter zunehmen werden. Da viele der genannten Faktoren durch die oft monokulturelle Prägung der derzeitigen Waldbestände verstärkt werden, stellt der standortgerechte Waldumbau hin zu zukunftsfähigen, diversifizierten und an die sich ändernden klimatischen und hydrologischen Bedingungen angepassten Mischwäldern häufig eine wirksame Anpassungsmaßnahme dar. Waldbestände, die ein hohes bis sehr hohes Risiko des Bestandsausfalls bzw. des Vitalitätsverlustes aufgrund besonderer Anfälligkeit gegenüber den oben genannten Schadfaktoren aufweisen und in denen Maßnahmen des Waldumbaus von besonders großer Bedeutung sind, könnten in den Raumordnungsprogrammen als Vorranggebiete „Regional bedeutsamer Schwerpunktbereich für den Waldumbau“ ausgewiesen werden (BMVBS 2013a: 88 f.). Die Gebietsausweisung könnte ggf. auch als räumliche Abgrenzung für eine Förderkulisse dienen, um durch entsprechende Anreize die Umsetzung von Maßnahmen des Waldumbaus zu verbessern. Als fachliche Grundlagen der raumordnerischen Festlegung können das Waldprogramm Niedersachsen, die forstlichen Rahmenpläne sowie das niedersächsische Programm zur „Langfristigen ökologischen Waldentwicklung“ (LÖWE) herangezogen werden.

Waldmehrung

Die Erhöhung des Waldanteils trägt einerseits zum Klimaschutz bei (Bindung von CO₂) und kann andererseits aufgrund ihrer positiven Effekte für die nachfolgend genannten Aspekte eine wirksame Maßnahme zur Anpassung an den Klimawandel sein:

- Schutz von Siedlungsbereichen mit hoher Empfindlichkeit gegen Hitzebelastung (Verbesserung des Siedlungsklimas durch Frisch- und Kaltluftbereitstellung, zusätzliches Angebot von bioklimatisch wertvollem Naherholungsraum)
- vorbeugender Hochwasserschutz, Grundwasserschutz und Schutz von erosionsgefährdeten Gebieten (Verbesserung des Wasserrückhalts)
- Sicherung des ökologischen Verbundsystems (Ermöglichung von Ausweich- und Wanderungsbewegungen von Arten bei klimawandelbedingter Verschiebung von Verbreitungsarealen)

Während Abschnitt 3.2.1, Ziffer 02, Satz 1 des LROP Niedersachsen 2012 auf eine generelle Mehrung des Waldes abstellt, präzisiert Satz 3, dass der Waldanteil vor allem in waldarmen Teilräumen des Landes (Waldanteil unter 15%) erhöht werden soll. Dies gilt großflächig insbesondere für das westliche Niedersachsen, wo zahlreiche Gemeinden einen Waldanteil von unter 5% aufweisen (Nds. ML 2008: 110). Die raumordnerische Ausweisung von Bereichen, in denen eine Waldmehrung angestrebt wird, erfolgt – auf der Grundlage des Landeswaldprogramms – durch Festlegung von Vorbehaltsgebieten „Vergrößerung des Waldanteils“. Belange des Naturschutzes und der Landschaftspflege (Freihaltung von Talauen, Grünlandbereichen und Offenlandschaften), des Hochwasser-

schutzes (Vermeidung von Abflussbeeinträchtigungen durch Auwälder) und des Siedlungsklimaschutzes (Erhaltung regional bedeutsamer Luftleitbahnen) sind bei der Festlegung zu berücksichtigen (NLT 2010: Planzeichen Nr. 5.2). Aufgrund der hohen Bedeutung von Wäldern für die Erreichung von Klimaschutzzielen (CO₂-Bindung) sowie für die Realisierung von Klimaanpassungsmaßnahmen in den Bereichen Hochwasser-, Grundwasser-, Erosions-, Arten- und Biotop- sowie Siedlungsklimaschutz sollte künftig ggf. auch die Festlegung von Vorranggebieten „Vergrößerung des Waldanteils“ in Erwägung gezogen werden.

Waldbrandvorsorge

Waldbrände stellen eine Gefährdung für Leib und Leben, für Gebäude, Siedlungen und Infrastrukturen sowie für die Umwelt dar. Da sich ihre Eintrittswahrscheinlichkeit infolge des Klimawandels in Niedersachsen voraussichtlich erhöhen wird, gewinnen Maßnahmen zur Waldbrandvorsorge an Bedeutung. Vonseiten der Raumordnung könnten hierzu als Informationsgrundlage Vorbehaltsgebiete „Waldbrandrisiko“ ausgewiesen werden. Bei der Abgrenzung entsprechender Bereiche müsste neben der standörtlichen Anfälligkeit gegenüber Trockenheit (Wasserspeichervermögen des Bodens, Grundwasserbeeinflussung) auch die Sensitivität der jeweiligen Waldbestände (Artenzusammensetzung und Altersspektrum der Bäume) berücksichtigt werden. Darüber hinaus könnten in den Raumordnungsprogrammen textliche Festlegungen zu verbindlichen Abstandsregelungen zwischen Siedlungsgebieten und Waldrändern oder zur Einschränkung der Eigenentwicklung von stark waldbrandgefährdeten Orten gemacht werden. Denkbar wäre zudem die zeichnerische Darstellung von Brandschutzachsen in großen Waldgebieten, wobei insbesondere mögliche Konflikte mit den Zielen des Biotopverbunds sowie mögliche nachteilige Effekte für das Landschaftsbild zu berücksichtigen wären.

3.6 Tourismus

Der Tourismussektor gehört insbesondere in den ländlichen Räumen zu den wichtigsten Wirtschaftszweigen in Niedersachsen. Die Branche umfasst insgesamt mehr als 300.000 Arbeitsplätze und generiert bei rund 38,5 Mio. Übernachtungen einen jährlichen Umsatz von 15,2 Mrd. Euro (Nds. MU/RK Klimaschutz 2012: 110). Für den Tourismus und seine Akteure (z.B. Urlauber, Anbieter der touristischen Infrastruktur, Tourismusverbände) spielen die klimatischen (in Verbindung mit den geographischen) Gegebenheiten eine zentrale Rolle, da diese überwiegend das touristische Angebot einer Region und damit das Spektrum von Aktivitäten, das während eines Urlaubs ausgeübt werden kann (z.B. Baden, Wassersport, Wandern, Radfahren, Skisport), bedingen. Sie wirken sich damit unmittelbar auf die touristische Nachfrage, d.h. das Reise- bzw. Urlaubsmotiv von Touristen, aus (Koesler 2011: 14 ff.). Dabei ist weniger das Wetter ausschlaggebend, wie es sich im Einzelfall einstellt und i.d.R. die Kommunikation über den Urlaub dominiert, als vielmehr das Klima, das – z.B. in Werbebroschüren und -katalogen – allgemeingültig beschreibbar und für das (Klima-)Image von Regionen prägend ist. Geringe Niederschlagsmengen, lange Sonnenscheindauer und angenehme Tagestemperaturen zeichnen die Gunstregionen für Urlaub im Sommer aus. Schneesicherheit und Sonne qualifizieren die Zielregionen von Urlaub im Winter.

Für viele Tourismusregionen, in Niedersachsen insbesondere für die Küste und das Bergland, wird es im Zuge des Klimawandels zu Veränderungen kommen, die sowohl Chancen als auch Risiken mit sich bringen können. Entsprechend müssen touristische Infrastrukturen sowie die Entwicklung und Vermarktung des touristischen Angebots an sich verändernde klimatische Gegebenheiten angepasst werden.

Grundsätzlich ist dabei zu berücksichtigen, dass neben dem Klimawandel künftig (weiterhin) auch andere Faktoren auf den Tourismussektor einwirken werden. Dazu gehören z.B. Veränderungen der sozioökonomischen Rahmenbedingungen (Einkommensentwicklung der Haushalte, Trendentwicklungen hinsichtlich der Tourismusformate etc.), der demografische Wandel (Altersstruktur und Reisemotiv von Touristen) oder Wandlungen im Landschaftsbild von Tourismusregionen durch veränderte Landnutzungen (z.B. Ausbau der erneuerbaren Energien in Form von Windparks, Photovoltaikanlagen und verstärktem Anbau nachwachsender Rohstoffe). Darüber hinaus haben klimatische Veränderungen in konkurrierenden Urlaubsregionen im Ausland, aber auch die Stabilität der dortigen politischen Verhältnisse und die aktuelle Sicherheitslage Einfluss auf die touristische Nachfrage in Deutschland bzw. Niedersachsen.

3.6.1 Potenzielle Auswirkungen des Klimawandels

Wie aus Tabelle 8 ersichtlich wird, können die klimawandelbedingten Veränderungen sowohl positive als auch negative Auswirkungen auf den Tourismussektor in Niedersachsen haben. Während sich für den Sommertourismus aufgrund der temperaturbedingten Saisonverlängerung und der verbesserten thermischen Eignung überwiegend Chancen ergeben, wird der Wintertourismus aufgrund abnehmender Schneesicherheit und Schneedauer eher mit wachsenden Risiken konfrontiert sein.

Tab. 8: Positive und negative Auswirkungen (Chancen und Risiken) des Klimawandels auf den Tourismussektor in Niedersachsen

	Positive Auswirkungen (Chancen)	Negative Auswirkungen (Risiken)
Sommer-tourismus	▪ Verschiebung von Reise-strömen aus der künftig stark von sommerlicher Hitze betroffenen Mittelmeerregion an die Nordseeküste ▪ Tendenzielle Abnahme der sommerlichen Niederschlagswahrscheinlichkeit ▪ Verlängerung der Hauptsaison aufgrund steigender Luft- und Wassertemperaturen (verbesserte thermische Eignung) und damit Verbesserung der Auslastung touristischer Kapazitäten ▪ Verbesserung der klimatischen Bedingungen für Tourismusformate, die mit überwiegendem Aufenthalt im Freien verbunden sind (z. B. Camping, Rad-, Wander- und Wassertourismus)	▪ Abnahme der Wasserqualität von Badeschwämmern im Binnenland und an der Küste aufgrund erhöhter Wassertemperaturen mit der Folge eines vermehrten Auftretens von Algen und Quallen ▪ Zunahme der Erosionsgefahr von Küstenstränden (insbesondere auf den Ostfriesischen Inseln) durch Meeresspiegelanstieg und veränderte Sturmflutdynamik ▪ Zunehmende Einschränkungen für die Ausflugsschifffahrt und den Wassersporttourismus aufgrund trockenheitsbedingter Niedrigwasserstände in Binnengewässern, ▪ Erhöhte Wahrscheinlichkeit von Nutzungseinschränkungen in walddreichen Tourismusregionen (z. B. Lüneburger Heide) aufgrund steigender Waldbrandgefahren ▪ Zunehmende Gefahr von temporären Einschränkungen des (Trink-)Wasserdargebots für wasserverbrauchsintensive touristische Einrichtungen infolge häufigerer und extremerer sommerlicher Wassermangelsituationen
Winter-tourismus		▪ Einschränkung der Möglichkeiten zur Ausübung von Wintersportaktivitäten aufgrund abnehmender Schneesicherheiten ▪ Verkürzung bzw. kompletter Wegfall der Wintersportsaison aufgrund abnehmender Dauer der Schneebedeckung
Allgemein	▪ Verlagerung der Nachfrage im Bereich des Städtetourismus aus den Sommermonaten (zunehmende Hitzebelastung) in die Übergangsjahreszeiten; dadurch i. d. R. Verbesserung der Auslastung der touristischen Kapazitäten	▪ Erhöhte Gefahr von Schäden an der touristischen Infrastruktur durch zunehmende Extremwetterereignisse (z. B. aufgrund von Sturmwurf gesperrte Wanderwege, überflutete Flussradwege, sturmflutbedingte Dünenabbrüche und Strandverluste) ▪ Erhöhte Gefahr von Schäden an touristisch bedeutsamen Wäldern durch Stürme und Kalamitäten

Quelle: eigene Darstellung

Im Folgenden werden die potenziellen Auswirkungen des Klimawandels auf den Sommer- und Wintertourismus am Beispiel zweier wichtiger niedersächsischer Tourismusregionen (Küste und Bergland/Harz) dargestellt.

Auswirkungen auf den Sommertourismus an der Küste

Für den Sommertourismus an der niedersächsischen Festlandsküste und auf den Ostfriesischen Inseln werden sich durch den Klimawandel voraussichtlich in zweierlei Hinsicht Chancen ergeben: Zum einen werden die steigenden Luft- und Wassertemperaturen sowie die tendenziell abnehmende sommerliche Niederschlagswahrscheinlichkeit zu einer Verlängerung der Sommersaison und einer verbesserten thermischen Eignung der Nordseeküste als Sommerurlaubsregion führen. Zum anderen könnte die südliche Nordseeküste in den Sommermonaten zusätzlich von einem Rückgang der touristischen Nachfrage im Mittelmeerraum und in anderen aktuellen Gunstregionen profitieren. Während diese Destinationen aufgrund stärkerer Hitzebelastungen (über 40°C) und vermehrter (Trink-)Wasserknappheit an Attraktivität verlieren, bietet sich für Norddeutschland mit seinen vergleichsweise moderaten Temperaturen die Chance, mehr Touristen anzuziehen. Die traditionelle „Sommerfrische“ wird an Bedeutung gewinnen.

Neben den genannten positiven Effekten wird der Klimawandel allerdings auch negative Auswirkungen für den Küstentourismus mit sich bringen. Dazu gehören z. B. folgende:

- Der Anstieg des Meeresspiegels und die Intensivierung von Sturmfluten werden eine verstärkte Küstenerosion und zunehmende Strandverluste nach sich ziehen, die insbesondere auf den Ostfriesischen Inseln kostenaufwendige Sandauffüllungen bzw. -aufspülungen erforderlich machen.
- Küstenschutzbauliche Anpassungsmaßnahmen können u. U. zu einer starken Veränderung des Erscheinungsbilds der Küste (z. B. „Verfelsung“ der Küstenlinie durch asphaltierte Deiche, Wellenbrecher aus Beton etc.) und zu damit einhergehenden negativen Auswirkungen auf das Landschaftserleben von Touristen führen (Fröhle 2012; Stelljes 2012: 18).
- Die steigende Zahl an Touristen, der damit verbundene Ausbau der (touristischen) Infrastruktur sowie die daraus resultierende Zunahme touristischer Aktivitäten werden den Druck auf die Küstenökosysteme erhöhen.
- Die Intensivierung der touristischen Nutzung wird zu einem zusätzlichen Trinkwasserverbrauch führen, der auf den Ostfriesischen Inseln zu Problemen bei der Bereitstellung der erforderlichen Wassermengen aus den unterhalb der Inseln gelegenen Süßwasserlinsen führen kann.¹
- Die mit dem Meeresspiegelanstieg einhergehenden Veränderungen der küstenmorphologischen Gegebenheiten können zu einem erhöhten Unterhaltungsaufwand für die Sicherstellung der Fährverbindungen zu den Ostfriesischen Inseln führen (verstärkte Verschlickung von Häfen und Fahrrinnen).

Auswirkungen auf den Wintertourismus im Bergland und Harz

Auf den Wintertourismus wird sich der Klimawandel aller Voraussicht nach eher negativ auswirken. Die Abnahme der Anzahl an Frosttagen und der Rückgang der jährlichen Schneefallmenge werden das Wintersportpotenzial für Skiabfahrt, Langlauf und Rodeln im niedersächsischen Bergland und im Harz langfristig reduzieren. Auch wenn es zwischendurch immer wieder schneereiche Winter gab und geben wird, ist bereits in den

¹ Auf fünf der sieben Ostfriesischen Inseln wird der Trinkwasserbedarf allein durch Grundwasserentnahmen aus der Süßwasserlinse gedeckt. Lediglich Baltrum und Wangerooge verfügen über eine ans Festland angebundene Trinkwasserleitung.

letzten Jahrzehnten eine Abnahme der Schneehöhen sowie der Schneedauer zu beobachten. Schon jetzt befindet sich der Harz in einem regendominierten Niederschlagsregime (De Jong 2013; Koesler 2011: 53). Vorübergehend mag ein Rückgang an Schneetagen durch künstliche Beschneigung noch ausgeglichen werden können, längerfristig betrachtet dürfte dies jedoch in vielen Wintersportgebieten auch ökonomisch keine nachhaltige Anpassungsstrategie sein, von den negativen Umweltauswirkungen der Beschneigung und dem enormen Ressourcenverbrauch (Energie, Wasser) ganz abgesehen. Ein (subventionierter) Ausbau von Beschneiungsanlagen (Schneekanonen) wäre daher als Fehlanpassung an die klimawandelbedingte Abnahme der Schneesicherheit einzustufen und weder mit dem Ziel einer nachhaltigen Anpassung an den Klimawandel noch mit den Zielen des Klimaschutzes zu vereinbaren. Vielmehr würde dadurch ein zukunftsorientierter Umbau der Tourismusinfrastrukturen durch entsprechende Investitionen in anderweitige, schneelagenunabhängige Tourismuspoteziale verhindert und man würde dauerhafte, für andere Nutzungen vielfach nicht mehr sinnvolle Infrastrukturen schaffen (z. B. Speicher zur Wasserbevorratung für die Beschneigung) (De Jong 2013; Lützen 2012).

3.6.2 Handlungsbedarf und Anpassungsoptionen

Die im vorangegangenen Kapitel skizzierten Auswirkungen des Klimawandels werden eine Anpassung der touristischen Infrastruktur und des touristischen Angebots an die sich ändernden Gegebenheiten erfordern. Im Folgenden werden mögliche Handlungserfordernisse und Anpassungsoptionen exemplarisch für die Tourismusregionen Küste und Bergland bzw. Harz beschrieben:

Anpassungsbedarf an der Küste

Die erwartete Zunahme der Touristenströme an die Nordsee erfordert einen Ausbau der touristischen Kapazitäten (Betten, Gastronomie, Freizeitaktivitäten etc.). Da die Kapazitäten auf den Ostfriesischen Inseln schon heute weitgehend ausgeschöpft sind, wird sich das touristische Wachstum auf die Urlaubsorte an der Festlandsküste und auf Orte im nahen Küstenhinterland konzentrieren müssen. Bei der Entwicklung neuer Destinationen sollten Synergien und multifunktionale Nutzungspotenziale mit Anpassungsmaßnahmen des Küstenschutzes und der Wasserwirtschaft genutzt werden (s. dazu Kap. 3.1.2.4). So könnten Wasserflächen, die durch Kleientnahme für den Deichbau oder durch Errichtung von Speicherpoldern im Wassermanagementsystem entstehen, touristische Funktionen übernehmen (z. B. Badesee, Wassersportfläche, Wohnen am Wasser).

Zur Bewältigung der wachsenden touristischen Nachfrage sollten neben der Erweiterung touristischer Kapazitäten aber auch Strategien zu deren zeitlicher Entzerrung verfolgt werden, z. B. durch Schaffung von wetterunabhängigen Alternativangeboten für touristische Aktivitäten in der Übergangs- und Nebensaison (Indoor-Events, Freizeit- und Wellnessbäder, Ausstellungen etc.). Auf diese Weise kann der Aufbau touristischer Kapazitäten, die allein zu Spitzenzeiten benötigt werden, vermieden und insgesamt eine gleichmäßigere Auslastung von Beherbergungs-/Gastronomiebetrieben und sonstigen touristischen Infrastrukturen erreicht werden. Gleichzeitig wird dadurch die wirtschaftliche Abhängigkeit von der Hauptsaison reduziert (Hallermeier 2011: 54).

Anpassungsbedarf im Bergland und Harz

In Gebieten, in denen der Wintersport eine wirtschaftliche Bedeutung hat, muss wegen der zu erwartenden Abnahme der Schneemenge und Schneesicherheit bereits jetzt mit

der Konzeption und dem Aufbau neuer, schneelagenunabhängiger Tourismusangebote begonnen werden, die zunächst eine Ergänzung und mittel- bis langfristig eine Alternative zum Wintersport darstellen können (Nds. MU/RK Klimaschutz 2012: 110 f.). Eine denkbare Möglichkeit besteht darin, die attraktive Wanderumgebung mit ihrem Wegenetz als touristisches Hauptpotenzial weiterzuentwickeln (De Jong 2013). Für die Erlebbarkeit der Berglandschaften – insbesondere für Ausblicke in die Weite der Landschaften – sollten die forstlichen Maßnahmen verstärkt mit den Anforderungen der Wanderer abgestimmt werden. Zur verbesserten Auslastung touristischer Infrastrukturen über das ganze Jahr sollten diese möglichst multifunktional ausgerichtet sein (Beispiel: sommerliche Nutzung einer Skipiste als Mountainbike-Abfahrt).

3.6.3 Handlungsmöglichkeiten und Instrumente der Raumordnung

Tourismuseinrichtungen und Tourismusströme sind in hohem Maße raumrelevant. Dennoch ist der Tourismus als solcher kaum Gegenstand raumordnerischer Festlegungen. Einzelne Infrastrukturplanungen unterliegen dem Fachrecht, z.B. Wasser- und Naturschutzrecht, und sind i.d.R. Prüfverfahren zu unterziehen, in denen die Vereinbarkeit mit den Zielen der Raumordnung Gegenstand ist. Auch die indirekten Auswirkungen des Tourismus, wie z.B. Verkehrsbelastung und Bebauungsdruck, werden i.d.R. einzelfallbezogen betrachtet (Lützen 2012; Péron/Kottkamp/Stenert 2008: 93). Gleichwohl kann die Raumordnung durch frühzeitige Abstimmung von Maßnahmen und Vorhaben zur Steuerung der touristischen Entwicklung sowie zur Minimierung von Konflikten zwischen touristischen und anderweitigen Raumnutzungs- und -gestaltungsansprüchen beitragen (z.B. Schutz des für den Tourismus bedeutsamen Landschaftsbildes vs. Inanspruchnahme von Flächen für die Erzeugung erneuerbarer Energien). Im Folgenden werden die raumordnerischen Handlungsmöglichkeiten zur Einflussnahme auf eine klimawandelangepasste Entwicklung touristischer Destinationen beschrieben.

Sicherung und Entwicklung von touristisch bedeutsamen Gebieten und Standorten unter besonderer Berücksichtigung klimawandelbedingter Veränderungen

Zur Sicherung und Entwicklung von Tourismusdestinationen können in den Regionalen Raumordnungsprogrammen grundsätzlich folgende Raumkategorien und Schwerpunktaufgaben festgelegt werden (Péron/Kottkamp/Stenert 2008: 92 ff.; NLT 2010: Planzeichen Nr. 3.1 bis 3.7):

- Vorbehaltsgebiet Erholung: Gebiete, die aufgrund ihrer landschaftlichen Vielfalt, Schönheit und Eigenart sowie ihrer aktuellen und potenziellen Eignung für verschiedene Erholungsaktivitäten dauerhaft gesichert und entwickelt werden sollen
- Vorranggebiet ruhige Erholung in Natur und Landschaft: Gebiete, die aufgrund ihrer besonderen landschaftlichen Attraktivität und/oder ihrer natürlichen und kulturhistorischen Landschaftsausstattung gute Voraussetzungen für naturbezogene ruhige Erholung und für ungestörtes Erleben der Natur und Landschaft bieten (schutzwürdige Teile von Natur und Landschaft dürfen nicht beeinträchtigt werden)
- Vorranggebiet Erholung mit starker Inanspruchnahme durch die Bevölkerung: Gebiete mit einem vielseitigen, konzentrierten Angebot an Freizeiteinrichtungen, insbesondere Einrichtungen des Freizeitwohnens, Badestellen, Freibäder, Spiel- und Sportanlagen

- Regional bedeutsamer Erholungsschwerpunkt: Standorte, an denen ein gebündeltes Angebot an Erholungs- und Tourismuseinrichtungen gesichert oder entwickelt werden soll (z. B. Freizeitparks, Center-Parcs etc.)
- Standort besondere Entwicklungsaufgabe Erholung: Gemeinden oder bestimmte Gemeindeteile mit einer regionalen Bedeutung für die Nah- und Kurzzeiterholung, deren Erholungsinfrastruktur und kulturelles Angebot zu sichern und weiterzuentwickeln ist
- Standort besondere Entwicklungsaufgabe Tourismus: Gemeinden oder bestimmte Gemeindeteile mit herausragenden touristischen Funktionen, die vor Beeinträchtigungen durch konkurrierende Nutzungen zu schützen und deren touristische Infrastrukturen zu sichern und weiterzuentwickeln sind

Vor dem Hintergrund des Klimawandels kommt insbesondere dem letztgenannten Aspekt, d. h. der Festlegung von Standorten mit einer besonderen Entwicklungsaufgabe für den Tourismus, eine wachsende Bedeutung zu. Gerade in den aus touristischer Sicht vom Klimawandel besonders betroffenen Regionen (Küste und Bergland/Harz) kann mit diesem Instrument bei entsprechender inhaltlicher Ausgestaltung die Entwicklung neuer Tourismusschwerpunkte und Angebotsformen befördert und die vorausschauende Lenkung von Fördermitteln begünstigt werden.

Grundsätzlich kann die Raumordnung auch über entsprechende textliche Festlegungen zu einer klimawandelangepassten Entwicklung von Tourismusdestinationen beitragen. Mögliche Inhalte für textliche Festlegungen könnten z. B. folgende sein:

- An der Küste:
 - Entwicklung von Strandmanagementkonzepten zur Kompensation von Sandverlusten an Badestränden (in Abstimmung mit Küstenschutz und Naturschutz)
 - Sicherung der Trinkwasserversorgung der Ostfriesischen Inseln auch unter Klimawandelbedingungen (ggf. Bau von Trinkwasserleitungen zum Festland)
 - Sicherung der Erreichbarkeit der Ostfriesischen Inseln per Fähre auch unter veränderten küstenmorphologischen Bedingungen, die zu einer verstärkten Verschlickung von Fahrrinnen und Häfen führen können (Unterhaltungsmaßnahmen in Häfen und Fahrrinnen)
- Im Bergland bzw. Harz:
 - Aufforderung zur Entwicklung von Anpassungsstrategien für den Tourismussektor in Wintersportgebieten zwecks Differenzierung des touristischen Angebots und Anpassung/Neuausrichtung der touristischen Infrastruktur
 - Empfehlungen zur Vermeidung weiterer Investitionen in Tourismusinfrastrukturen, die unter Klimawandelbedingungen nicht mehr tragfähig sein werden, sowie zur Überprüfung des Fördermitteleinsatzes hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit geförderter Projekte auch unter Berücksichtigung klimawandelbedingter Veränderungen der Schneeverhältnisse

Koordination und Moderation von strategischen und konzeptionellen Überlegungen zur Anpassung von Tourismusdestinationen

Um die erforderliche Anpassung des Tourismussektors mitgestalten und -steuern zu können, sollte die Raumordnung verstärkt ihre Koordinations- und Moderationsfunktion im Rahmen der Regionalentwicklung und des Integrierten Küstenzonenmanagements wahrnehmen und gemeinsam mit den Akteuren der Tourismuswirtschaft sowie anderer relevanter Bereiche (z.B. Natur-, Gewässer- und Küstenschutz) die sich abzeichnenden regionalen Veränderungen strategisch und konzeptionell aufarbeiten (MKRO 2013: 31). Für die Strategie- und Konzepterstellung bieten sich auf der überregionalen Ebene die Touristischen Masterpläne² an, die in Niedersachsen jeweils für die vier großen touristischen Schwerpunkträume Nordsee, Lüneburger Heide, Weserbergland und Harz erstellt werden. Auf der regionalen Ebene können diese Aufgabe regionale Tourismusentwicklungskonzepte übernehmen, die in ihrer Aussage und Detailschärfe konkreter sind.

Eine sektorspezifische Besonderheit und Schwierigkeit ergibt sich hinsichtlich der Auswahl der an einem touristischen Entwicklungskonzept zu beteiligenden Tourismusakteure. Für die Abstimmung langfristiger Entwicklungsperspektiven bedarf es auf der Seite der Tourismuswirtschaft einer stabilen legitimierten Vertretung. Hier sind die Aufgaben geteilt: Zum einen werden die Belange des Tourismus allgemein durch die Gebietskörperschaften vertreten, zum anderen artikuliert sich der Tourismussektor durch verschiedene Tourismusorganisationen. Auf der Landesebene geschieht dies durch die TourismusMarketing Niedersachsen GmbH, auf regionaler Ebene durch insgesamt zwölf regionale Tourismusorganisationen (Tab. 9). Für die Regionalplanung wären die jeweiligen regionalen Tourismusorganisationen zusammen mit den Gemeinden Ansprechpartner. Der – etwa im Vergleich zu den Wasser- und Bodenverbänden – lockere und heterogen strukturierte Zusammenschluss touristischer Interessenvertretungen zu – in erster Linie – werblichen Zwecken reicht jedoch für die verbindliche Vertretung bei Planungsentscheidungen nicht aus. Hier muss sich die Regionalplanung selbst um die Schaffung einer entsprechenden Artikulationsfähigkeit und einer hinreichend legitimierten Vertretung des Tourismussektors im Sinne einer Regional Governance bemühen (z.B. durch Initiierung eines Gesprächskreises auf Landkreisebene).

Tab. 9: Übersicht der regionalen Tourismusorganisationen in Niedersachsen

Regionale Tourismusorganisationen in Niedersachsen	
▪ Emsland Touristik GmbH ▪ Grafschaft Bentheim Tourismus e.V. ▪ Harzer Tourismusverband e.V. ▪ Lüneburger Heide GmbH ▪ Mittelweser-Touristik GmbH ▪ Ostfriesland Tourismus GmbH	▪ TourismusRegion Braunschweiger Land e.V. ▪ Tourismus Region Hannover e.V. ▪ Tourismusverband Nordsee e.V. ▪ Tourismusverband Osnabrücker Land e.V. ▪ Verbund Oldenburger Münsterland e.V. ▪ Weserbergland Tourismus e.V.

Quelle: eigene Darstellung nach TMN 2013

² Die Touristischen Masterpläne stellen in Niedersachsen das strategische Instrument zur Modernisierung der Tourismusregionen dar. Zielsetzung eines Touristischen Masterplans ist es, Entwicklungspotenziale aufzuzeigen und konkrete Handlungsempfehlungen zu geben, um der Tourismuswirtschaft der jeweiligen Region entsprechende Wege in die Zukunft aufzuzeigen (Péron/Kottkamp/Stenert 2008: 88).

4 Fazit

1. Der Klimawandel mit seinen Folgen ist ein wichtiges ökologisches und längerfristig auch soziales und ökonomisches Thema der Raumentwicklung. Damit stellt er eine besondere Herausforderung für die Raumplanung dar. Die Städte, die meisten Siedlungen, Straßen, Schienen- und Wasserwege sowie Ver- und Entsorgungsinfrastrukturen sind gebaut. Manche dieser in der Vergangenheit getroffenen Raumnutzungsentscheidungen müssen mit Blick auf notwendige Anpassungen an den Klimawandel auf den Prüfstand gestellt werden.
2. Durch langjährige Wetter- und Klimabeobachtungen lassen sich bereits heute schleichende klimatische Veränderungen nachweisen. Trotz der bestehenden Unsicherheiten bezüglich der konkreten Ausprägungen der langfristig zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels wird es durch seine bereits unvermeidbaren Folgen (wie der Meeresspiegelanstieg, mehr Extremwetterlagen oder ein verändertes Niederschlagsregime) zu Raumnutzungsänderungen und -konflikten kommen. Eine vorausschauende und vor allem flexible Raumplanung, die offen mit den Bandbreiten möglicher Entwicklungen arbeitet, ist Antwort auf diese Unsicherheiten. Dabei muss die Raumplanung eine enge und institutionalisierte Zusammenarbeit mit der Klimaforschung sowie mit den einschlägigen Fachplanungen suchen.
3. Die Zeithorizonte der Klimaprojektionen sind weit gespannt. Viele der vorausgesagten Veränderungen werden in Niedersachsen erst in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts deutlich zu spüren sein. Wegen der langen Vorlaufzeiten sind Anpassungsstrategien jetzt vorzubereiten und Überlegungen zu notwendigen Klimaanpassungsmaßnahmen so früh wie möglich anzustellen. Damit können zugleich Synergien mit anderen Prozessen der Raumentwicklung (z. B. demografischer Wandel und Energiewende) erkannt und genutzt werden. Zur Vorbereitung der eigentlichen Anpassungsplanungen sollte für den jeweiligen Betrachtungszeitraum zunächst eine Betroffenheitsanalyse durchgeführt werden, um die vulnerablen Räume und die erforderlichen Planungsinhalte einzugrenzen.
4. Der Raumplanung kommt gerade bei der Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen eine wichtige Rolle zu. Das betrifft beispielsweise die vorausschauende Sicherung von Flächen, die erst in Zukunft für Anpassungs- wie auch für weitere Klimaschutzmaßnahmen zur Verfügung stehen müssen. Es gilt ebenso für die Vermeidung oder zumindest Reduzierung von Interessenskonflikten. Denn Maßnahmenoptionen zur Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels gehen mit der Inanspruchnahme von Flächen einher und kollidieren regelmäßig mit Ansprüchen anderer Raumnutzungen. Handlungsschwerpunkte sind in Niedersachsen vor allem der Küsten- und Hochwasserschutz, die Wasserwirtschaft, der Schutz der biologischen Vielfalt, die Land- und Forstwirtschaft, die Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung und der Tourismus. Erforderlich sind gesamträumliche und ganzheitliche Konzepte, die die unterschiedlichen Anpassungsmaßnahmen der Fachplanungen aufeinander abstimmen und Aspekte des Klimaschutzes einbeziehen.

5. Besonders betroffen sind die gemeindliche und die regionale Ebene. Hier sind die Probleme konkret und spürbar. Die Raumplanung auf beiden Ebenen verfügt über ein umfangreiches und erfolgreiches Instrumentarium, mit dem sie gut aufgestellt ist, um die neuen Aufgaben aus der Klimaanpassung zu bewältigen. Bewährt hat sich ein Mix aus informellen und formellen Instrumenten im Sinne der Bausteine der Strategischen Regionalplanung (Leitbild, Entwicklungskonzept, Regionalplan, Umsetzungsmaßnahmen).
6. Informelle Ansätze werden zum einen gebraucht, weil es um Ideenfindungsprozesse geht, die eine größtmögliche Öffnung für Varianten und Alternativen bieten. Zum anderen müssen die Veränderungen aus dem Klimawandel kommuniziert und mit den betreffenden Akteuren erörtert sowie die erwarteten Probleme, aber auch die sich bietenden Chancen der jeweiligen Stadt oder Region herausgearbeitet werden. Speziell an die jeweils betroffenen Bevölkerungskreise (Bewohner, Landwirte, Waldbesitzer, Umweltschützer etc.) ist das Thema so früh wie möglich heranzutragen, um einen gemeinsamen Wissenshintergrund zu schaffen. So werden die Grundlagen für Problembewusstsein, Verständnis, Akzeptanz, Mitwirkungsbereitschaft und Solidarität in Politik, Fachkreisen und Öffentlichkeit gelegt. Für die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen müssen geeignete Kooperations- und Koordinationsmechanismen entwickelt werden. Aus ihrem traditionellen Auftrag heraus, zusammenfassende Planung zu betreiben, ist insbesondere die Regionalplanung aufgefordert, auf die Bildung geeigneter informeller Organisationsformen in ihrem Zuständigkeitsgebiet hinzuwirken.
7. Die vorhandenen formellen, rechtlich bindenden Instrumente müssen zur Bewältigung von Klimawandelfolgen mit Blick auf notwendige Anpassungsmaßnahmen in den Handlungsschwerpunkten geprüft sowie bei Bedarf weiterentwickelt und ergänzt werden. Beispiele für instrumentelle Erweiterungen sind im Bereich des Küsten- und Hochwasserschutzes Kleiabba- und Nachnutzungskonzepte, Vorranggebiete für vorhandene und rückgewinnbare Überschwemmungsbereiche sowie Vorbehaltsgebiete für potenzielle Überflutungsbereiche. Im Bereich der Siedlungsentwicklung kommen als Anpassungsmaßnahmen u. a. Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für klimaökologisch bedeutsame Freiflächen, die Überlagerung von Vorbehaltsgebieten für besondere Klimafunktionen mit Vorranggebieten für Siedlung bzw. Industrie und Gewerbe zur Sicherung von regional bedeutsamen Luftleitbahnen und Gebiete zur Erhöhung des Anteils an klimatischen Komfortinseln auf Brachflächen in Betracht. Ein Beispiel für instrumentelle Erweiterungen im Bereich des Naturschutzes sind Vorranggebiete zu Zwecken des Freiraumschutzes, die als Lebensräume und Trittsteine in einem zu verdichtenden landesweiten Biotopverbundnetz dienen.
8. Entscheidungen über Planungen zur Anpassung an den Klimawandel müssen unter hoher Unsicherheit und langfristiger Vorausschau gefällt werden. Deshalb wird eine Planung benötigt, die in der Lage ist, auf sich ändernde Umstände flexibel zu reagieren. Hinzu kommt, dass die planerischen Möglichkeiten, z. B. Hitzewellen, Hochwasser oder Starkregenereignisse zu verhindern, äußerst begrenzt sind. Es wird darauf ankommen, die Vulnerabilität von Regionen und Städten zu senken und durch adaptive Planungen mehr Flexibilität gegenüber sich verändernden Umweltbedingungen zu schaffen. Vor diesem Hintergrund sollte es im Kern nicht länger darum

gehen, von vornherein einen umfassenden Plan mit endgültigen Aussagen aufzustellen, sondern eine Kette aufeinanderfolgender strategischer Entscheidungen zu treffen, die jeweils auf ihrer Stufe differenzierte Lösungen anbieten und eine angemessene Bindungswirkung entfalten.

9. Allen formellen Planungsinstrumenten ist gemeinsam, dass in ihre Erarbeitungsprozesse eine Umweltverträglichkeitsprüfung zu integrieren ist. Dem Thema „Klimawandel“ kommt in diesen Prüfungen unter dem Begriff „Climate Proofing“ künftig eine wachsende Bedeutung zu. Dies gilt auch für die Aspekte Monitoring und konsequente Wirkungskontrolle (Evaluierung), die zurzeit in der Planungspraxis weitgehend vernachlässigt werden. Gerade wenn – wie bezüglich der Folgen des Klimawandels – regelmäßig grundlegende neue Erkenntnisse zu erwarten sind, müssen Monitoring und Wirkungskontrolle herangezogen werden, um zu prüfen, ob eine Planung noch auf dem richtigen Weg ist oder ob die Planungsabsichten neu justiert werden müssen.
10. Grundsätzlich führen Überlegungen hinsichtlich der Gestaltung von Planungsprozessen zur Klimaanpassung zu der Erkenntnis, dass die Anforderungen an rationales, vorausschauendes Vorgehen, wie sie rechtlich, methodisch und instrumentell in der Raumplanung angelegt sind, künftig nachdrücklicher und konsequenter von der Planungspraxis aufgegriffen werden müssen.
11. Angesichts des voraussichtlichen Ausmaßes der Anpassungsaufgaben ist ein rechtzeitiges Bemühen um Ressourcensicherung und Finanzierung, speziell um externe finanzielle Unterstützung des Küstenlandes Niedersachsen, notwendig. Wegen der Unsicherheiten bei den Klimaprojektionen sollten Finanzierungsgrößen und -prioritäten auf Ergebnisse von Kosten-Nutzen-Analysen gestützt werden. Diese Methodik hat sich nicht nur in der Bundesverkehrswegeplanung als Mittel zur Konsensfindung bewährt. Hinzu kommt, dass viele der Maßnahmenvorschläge zur Anpassung an den Klimawandel ohne Vorbild oder wenig erprobt sind. Die Langfristigkeit des Klimawandels lässt Zeit, an die bisherigen guten Erfahrungen mit Modellprojekten der Raumentwicklung auch im Bereich der Klimaanpassung anzuknüpfen.
12. Es empfiehlt sich, z.B. zur Gewährleistung demokratischer Legitimationsprozesse, feste Gebietsstrukturen als räumliche Fix- und Ausgangspunkte des planerischen Handelns aufrechtzuerhalten. Der Klimawandel und seine Folgen werden der Regionalplanung in Zukunft noch höhere Koordinationsleistungen abverlangen, als es bisher schon der Fall war. Notwendig sind die Schaffung durchsetzungsfähiger interkommunaler Verbünde und der Aufbau regionaler Netzwerke als Partner für die Regionalplanung. Dazu wird die Leistungsfähigkeit der vorhandenen Regionalplanungsstrukturen im überwiegenden Teil Niedersachsens zu hinterfragen sein.

Literatur

- Ahlhorn, F. (2009): Long-Term Perspective in Coastal Zone Development – Multifunctional Coastal Protection Zones. Berlin, Heidelberg.
- ARGEBAU – Bauministerkonferenz (2010): Handlungsanleitung für den Einsatz rechtlicher und technischer Instrumente zum Hochwasserschutz in der Raumordnung, in der Bauleitplanung und bei der Zulassung von Einzelbauvorhaben.
<http://www.is-argebau.de/Dokumente/4232976.pdf> (21.01.2014).
- ARL – Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.) (2012): „Zugspitz-Thesen“: Klimawandel, Energiewende und Raumordnung. Hannover. = Positionspapier der ARL 90.
http://shop.arl-net.de/media/direct/pdf/pospaper_90.pdf (03.03.2014).
- ARL – Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.) (2011): Strategische Regionalplanung. Hannover. = Positionspapier der ARL 84.
http://shop.arl-net.de/media/direct/pdf/pospaper_84.pdf (21.11.2013).
- ARL – Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.) (2009): Klimawandel als Aufgabe der Regionalplanung. Hannover. = Positionspapier der ARL 81.
http://shop.arl-net.de/media/direct/pdf/pospaper_81.pdf (21.11.2013).
- ARL – Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.) (2007): Europäische Strategien der Anpassung an die Folgen des Klimawandels. Die Sicht der Raumplanung. Hannover. = Positionspapier der ARL 73.
http://shop.arl-net.de/media/direct/pdf/pospaper_73.pdf (03.03.2014).
- Battermann, H. W.; Theuvsen, L. (2009): Feldeberechnung in Nordost-Niedersachsen: Regionale Bedeutung und Auswirkungen differenzierter Wasserentnahmeerlaubnisse. Zusammenfassung der wichtigsten Untersuchungsergebnisse.
<http://www.lwk-niedersachsen.de/download.cfm/file/203,2effa84a-237d-eebf-5ed00bdd2d87c681-pdf.html> (09.02.2012).
- BBAW – Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, Interdisziplinäre Arbeitsgruppe Globaler Wandel – Regionale Entwicklung (Hrsg.) (2010): Arbeitskreis Klimawandel und Raumplanung der Akademie für Raumforschung und Landesplanung: Planungs- und Steuerungsinstrumente zum Umgang mit dem Klimawandel. Berlin. = Materialien der interdisziplinären Arbeitsgruppen, IAG Globaler Wandel – Regionale Entwicklung, Diskussionspapier Nr. 8.
http://edoc.bbaw.de/volltexte/2011/1761/pdf/diskussionspapier_08_ARL.pdf (21.11.2013).
- BBR – Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Hrsg.) (2001): Schlanker und effektiver Regionalplan. Praxisuntersuchung und Expertise zur Harmonisierung von Festlegungen in regionalen Raumordnungsplänen auf Grundlage des Raumordnungsgesetzes. Forschungsprojekt im Auftrage des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Endbericht. = Forschungen 101.
- BfN – Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.) (2006): Biologische Vielfalt und Klimawandel – Gefahren, Chancen, Handlungsoptionen. BfN-Skripten 148.
<http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/skript148.pdf> (12.04.2012).
- Birkmann, J.; Vollmer, M.; Schanze, J. (Hrsg.): Raumentwicklung im Klimawandel – Herausforderungen für die räumliche Planung. Hannover. = Forschungsberichte der ARL 2.
http://shop.arl-net.de/media/direct/pdf/fb/fb_002/fb_002_gesamt.pdf (20.11.2013).
- Birkmann, J.; Böhm, H. R.; Buchholz, F.; Büscher, D.; Daschkeit, A.; Ebert, S.; Fleischhauer, M.; Frommer, B.; Köhler, S.; Kufeld, W.; Lenz, S.; Overbeck, G.; Schanze, J.; Schlipf, S.; Sommerfeldt, P.; Stock, M.; Vollmer, M.; Walkenhorst, O. (2013): Glossar: Klimawandel und Raumentwicklung. 2., überarbeitete Fassung, Hannover. = E-Paper der ARL 10.
http://shop.arl-net.de/media/direct/pdf/e-paper_der_arl_nr10.pdf (21.11.2013).

- Birkmann, J.; Fleischhauer, M. (2013): Vulnerabilität von Raumnutzungen, Raumfunktionen und Raumstrukturen. In: Birkmann, J.; Vollmer, M.; Schanze, J. (Hrsg.): Raumentwicklung im Klimawandel – Herausforderungen für die räumliche Planung. Hannover, 44-68. = Forschungsberichte der ARL 2.
http://shop.arl-net.de/media/direct/pdf/fb/fb_002/fb_002_gesamt.pdf (20.11.2013).
- Birkmann, J.; Schanze, J.; Müller, P.; Stock, M. (Hrsg.) (2012): Anpassung an den Klimawandel durch räumliche Planung. Hannover. = E-Paper der ARL 13.
http://shop.arl-net.de/media/direct/pdf/e-paper_der_arl_nr13.pdf (21.11.2013).
- Birkmann, J.; Fleischhauer, M. (2009): Anpassungsstrategien der Raumentwicklung an den Klimawandel: Climate Proofing – Konturen eines neuen Instruments. In: Raumforschung und Raumordnung 67 (2), 114-127.
- BLfU – Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.) (2010): Projekt: Georisiken im Klimawandel. Vorhaben: Gefahrenhinweiskarte Bayerische Alpen – Steinschlag, Felssturz, Rutschung, Hanganbruch – Alpenanteil Landkreis Garmisch-Partenkirchen. Abschlussbericht.
http://www.lfu.bayern.de/geologie/massenbewegungen/gefahrenhinweiskarten/doc/bericht_gefahrenhinweiskarte_lkr_gap.pdf (09.02.2012).
- BMELV – Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg.) (2009): Rahmenplan der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ für den Zeitraum 2009-2012 und Sonderrahmenplan der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“: Maßnahmen des Küstenschutzes in Folge des Klimawandels. Bonn.
http://www.bmelv.de/cae/servlet/contentblob/559830/publicationFile/27741/Rahmenplan_2009-2012.pdf (01.04.2012).
- BMI – Bundesministerium des Innern (Hrsg.) (2009): Nationale Strategie zum Schutz Kritischer Infrastrukturen (KRITIS-Strategie). Berlin.
http://www.bmi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/2009/kritis.pdf?__blob=publicationFile&cid=57276B0BEEA3745ACD4B893EEC8F2B17.2_cid364?__blob=publicationFile (06.05.2013).
- BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.) (2014): Regionale Fragestellungen – regionale Lösungsansätze. Ergebnisbericht der Vertiefungsphase des Modellvorhabens der Raumordnung „Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel“ (KlimaMORO). BMVBS-Online-Publikation 01/2014.
http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Online/2014/DL_ON012014.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (27.01.2014).
- BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.) (2013a): Wie kann Regionalplanung zur Anpassung an den Klimawandel beitragen? Ergebnisbericht des Modellvorhabens der Raumordnung „Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel“ (KlimaMORO). Berlin. = Forschungen 157.
- BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.) (2013b): Rechtliche Anforderungen an raumplanerische Festlegungen zur Hochwasservorsorge, insbesondere im Baubestand. = BMVBS-Online-Publikation 13/2013.
http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Online/2013/DL_ON132013.pdf?__blob=publicationFile&v=3 (03.01.2014).
- BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.) (2013c): Methodenhandbuch zur regionalen Klimafolgenbewertung in der räumlichen Planung – Systematisierung der Grundlagen regionalplanerischer Klimafolgenbewältigung. Berlin.
http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/FP/MORO/Studien/2011/LeitfadenRegionaleKlimafolgenbewertung/Downloads/DL_Handbuch.pdf?__blob=publicationFile&v=3 (05.01.2014).
- BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.) (2011): Vulnerabilitätsanalyse in der Praxis – Inhaltliche und methodische Ansatzpunkte für die Ermittlung regionaler Betroffenheiten. = BMVBS-Online-Publikation 21/2011.
http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Online/2011/DL_ON212011.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (25.07.2013).

- BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.) (2010): Klimawandel als Handlungsfeld der Raumordnung: Ergebnisse der Vorstudie zu den Modelvorhaben „Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel“. Berlin. = Forschungen 144.
- Böhm, J. (2008): Potentielle Auswirkungen des Klimawandels auf die Eigenschaften und Entwicklung der Böden Schleswig-Holsteins – Eine Abschätzung anhand von Prognosen des regionalen Klimamodells WETTREG. Diplomarbeit an der Leibniz Universität Hannover.
http://www.schleswig-holstein.de/UmweltLandwirtschaft/DE/BodenAltlasten/035_Boden_Klimawandel/02_Auswirkungen_Boden/PDF/Diplomarbeit_JohannaBoehm__blob=publicationFile.pdf (10.01.2012).
- Bormann, H.; Ahlhorn, F.; Giani, L.; Klenke, T. (2009): Climate Proof Areas – Konzeption von an den Klimawandel angepassten Wassermanagementstrategien im norddeutschen Küstenraum. In: Korrespondenz Wasserwirtschaft 2 (7), 363-369.
- Bovet, J. (2010): Die Handlungsfelder staatlicher Anpassungspolitik und Ansatzpunkte rechtlicher Steuerung: B. Küstenschutz. In: Umweltbundesamt (Hrsg.): Rechtlicher Handlungsbedarf für die Anpassung an die Folgen des Klimawandels – Analyse, Weiter- und Neuentwicklung rechtlicher Instrumente. Berlin, 85-104. = UBA-Berichte 1.
- BUND – Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e. V. (Hrsg.) (2009): Naturschutz in Zeiten des Klimawandels. Positionen 50.
http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/publikationen/naturschutz/20090202_naturschutz_klimawandel_position.pdf (12.04.2012).
- Bundesregierung (Hrsg.) (2008): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Vom Bundeskabinett am 17. Dezember 2008 beschlossen. Berlin.
- Carstens, R. (2009): Ohne Klei kein Deichbau: Reichen die Vorräte? In: Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (Hrsg.): Jahresbericht 2008. Norden, 32-33.
- Chmielewski, F.-M. (2007): Folgen des Klimawandels für Land- und Forstwirtschaft. In: Endlicher, W.; Gerstengarbe, F.-W. (Hrsg.): Der Klimawandel – Einblicke, Rückblicke und Ausblicke. Berlin/Potsdam, 75-85.
- CPSL – Trilateral Working Group on Coastal Protection and Sea Level Rise (2010): CPSL Third Report: The role of spatial planning and sediment in coastal risk management. Wilhelmshaven. = Wadden Sea Ecosystem No. 28.
- CPSL – Trilateral Working Group on Coastal Protection and Sea Level Rise (2005): Coastal Protection and Sea Level Rise – Solutions for sustainable coastal protection in the Wadden Sea region. Wilhelmshaven. = Wadden Sea Ecosystem No. 21.
- CPSL – Trilateral Working Group on Coastal Protection and Sea Level Rise (2001): Coastal Protection and Sea Level Rise – Final Report. Wilhelmshaven. Wadden Sea Ecosystem No. 13.
- Damm, B.; Pflum, S. (2004): Geomorphologische Naturgefahren und Raumplanung – Bewertungsprobleme am Beispiel von Rutschgefahren in Südniedersachsen. In: Zeitschrift Für Geomorphologie Suppl. Vol. 135, 127-146.
- De Jong, C. (2013): Touristische Schwerpunkte im Harz. Infrastrukturantrag der Stadt Wernigerode – Projekt Schierke: Stellungnahme Frau Prof. Carmen de Jong vom 15.02.2013 für den Landtag von Sachsen-Anhalt, Ausschuss für Wissenschaft und Wirtschaft.
http://www.landtag.sachsenanhalt.de/fileadmin/downloads/Oeffentliche_Stellungnahmen_eines_Anhoerungsverfahrens_WIR_in_der_18._Sitzung_am_31.01.2013_-_Vorlagen_Teill.pdf (26.02.2013).
- Dikau, R.; Glade, T. (2003): Nationale Gefahrenhinweiskarte gravitativer Massenbewegungen. In: Institut für Länderkunde Leipzig (Hrsg.): Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland. Bd. 2 – Natur und Umwelt I: Relief, Boden und Wasser. Berlin, 98-99.
- Ebert, S.; Walkenhorst, O. (2012): Fallstudie Uckermark-Barnim. In: Birkmann, J.; Schanze, J.; Müller, P.; Stock, M. (Hrsg.): Anpassung an den Klimawandel durch räumliche Planung – Grundlagen, Strategien, Instrumente. Hannover, 121-138. = E-Paper der ARL 13.
http://shop.arl-net.de/media/direct/pdf/e-paper_der_arl_nr13.pdf (21.11.2013).

- Essink, K.; Dettmann, C.; Farke, H.; Laursen, K.; Lüerßen, G.; Marencic, H.; Wiersinga, W. (2005): Wadden Sea Quality Status Report 2004. Trilateral Monitoring and Assessment Group. Wilhelmshaven. = Wadden Sea Ecosystem No. 19.
- Evers, M.; Krause, K.-U. (2010): Ein integratives Planungsinstrument für das Hochwasserrisikomanagement. In: Raumforschung und Raumordnung 68 (5), 409-418.
- Fleischhauer, M.; Bornefeld, B. (2006): Klimawandel und Raumplanung – Ansatzpunkte der Raumordnung und Bauleitplanung für den Klimaschutz und die Anpassung an den Klimawandel. In: Raumforschung und Raumordnung 64 (3), 161-171.
- Franck, E.; Peithmann, O. (2010): Regionalplanung und Klimaanpassung in Niedersachsen. Hannover. = E-Paper der ARL 9.
http://shop.arl-net.de/media/direct/pdf/e-paper_der_arl_nr9.pdf (21.11.2013).
- Fricke, E. (2008): Möglichkeiten und Grenzen der Berechnungstechnik. In: Landwirtschaftskammer Niedersachsen (Hrsg.): Projektbericht: No Regret – Genug Wasser für die Landwirtschaft?! Uelzen, 214-222.
<http://www.lwk-niedersachsen.de/download.cfm/file/203,62c77d61-237d-eebf-5e3f7a7219c31d32~pdf.html> (02.03.2012).
- Fröhle, P. (2012): Vortrag auf der 2. Regionalkonferenz des Bundes und der norddeutschen Küstenländer „Klimaanpassung Küstenregion“ am 08.11.2012 in Bremerhaven.
- Führböter, A. (1987): Über den Sicherheitszuwachs im Küstenschutz durch eine zweite Deichlinie. In: Die Küste (45), 181-208.
- Fürst, D.; Peithmann, O. (1999): Schlanker Regionalplan – ein neuer Weg? In: Raumforschung und Raumordnung, 57 (6), 377-385.
- GEO-NET Umweltconsulting GmbH; Regionalverband Nordschwarzwald/Mittlerer Oberrhein (2011): Planungshinweiskarte Klimaökologie für die Modellregion Region Nordschwarzwald – Mittlerer Oberrhein.
http://www.klimamoro.de/fileadmin/Dateien/Ver%C3%B6ffentlichungen/Publikationen_aus_den_Modellregionen/Mittlerer_Oberrhein_Nordschwarzwald_Planungshinweiskarte_web.pdf (12.04.2013).
- Gerber, S. (2011): Öffentlichkeitsbeteiligung bei den sächsischen Hochwasserschutzkonzepten. In: WasserWirtschaft (11), 45-48.
- Grabemann, H.-J.; Grabemann, I.; Müller, A. (2005): Die Auswirkungen eines Klimawandels auf Hydrografie und Gewässergüte der Unterweser. In: Schuchardt, B.; Schirmer, M. (Hrsg.) (2005): Klimawandel und Küste. Die Zukunft der Unterweserregion. Umweltnatur- & Umweltsozialwissenschaften. Berlin, Heidelberg, 59-77.
- Greiving, S. (2011): Koordination von Raumplanung und Wasserwirtschaft beim Flussgebietsmanagement. In: von Haaren, C.; Galler, C. (Hrsg.): Zukunftsfähiger Umgang mit Wasser im Raum. Hannover, 86-91. = Forschungs- und Sitzungsberichte der ARL 234.
- Greiving, S. (2008): Hochwasserrisikomanagement zwischen konditional und final programmierter Steuerung. In: Jarass, H. D. (Hrsg.): Wechselwirkungen zwischen Raumplanung und Wasserwirtschaft. Berlin, 124-145. = Beiträge zum Raumplanungsrecht 237.
- Greiving, S.; Fleischhauer, M. (2008): Raumplanung – in Zeiten des Klimawandels wichtiger denn je! In: RaumPlanung 137, 61-66.
- Hallermeier, L. D. (2011): Küsten und Klimawandel in den Augen von Touristen: eine Wahrnehmungsanalyse an der deutschen Ostsee. Diplomarbeit im Fach Geoökologie, eingereicht an der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Potsdam.
<http://opus.kobv.de/ubp/volltexte/2011/5385/> (21.01.2014).
- Hartmann, T. (2011): Den Flüssen mehr Raum geben – Umsetzungsrestriktionen in Recht und Praxis. In: Raumforschung und Raumordnung 69 (4), 257-268.
- Heiland, S.; Wilke, C.; Bachmann, J.; Hage, G. (2011): Anpassung der Landschaftsplanung an den Klimawandel – Hinweise zu Inhalten, Arbeitsschritten und Prozessen eines Landschaftsplans. In: Natur und Landschaft – Zeitschrift für Naturschutz und Landschaftspflege 43 (12), 357-363.

- Heiland, S.; Kowarik, I. (2008): Anpassungserfordernisse des Naturschutzes und seiner Instrumente an den Klimawandel und dessen Folgewirkungen. In: Informationen zur Raumentwicklung 6/7, 415-422.
- Hoffmann, B.; Meckelburg, M.; Meinken, M. (2005): Folgen einer Klimaänderung für den Grund- und Bodenwasserhaushalt der Unterwesermarsch. In: Schuchardt, B.; Schirmer, M. (Hrsg.): Klimawandel und Küste. Die Zukunft der Unterweserregion. Umweltnatur- & Umweltsozialwissenschaften. Berlin, Heidelberg, 103-137.
- Hoyme, H.; Zielke, W. (2001): Impact of climate changes on wind behaviour and water levels at the German North Sea coast. In: Estuarine, Coastal and Shelf Sciences 53 (4), 451-458.
- HPA; WSD-Nord – Hamburg Port Authority; Wasser- und Schifffahrtsdirektion Nord (2006): Konzept für eine nachhaltige Entwicklung der Tideelbe als Lebensader der Metropolregion Hamburg. Ein Diskussionsbeitrag der Hamburg Port Authority und der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes.
http://www.tideelbe.de/files/strategiepapier_tideelbe_deu.pdf (21.01.2014).
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.) (2013): Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers. Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
http://www.climatechange2013.org/images/uploads/WGI_AR5_SPM_brochure.pdf (12.12.2013).
- Jacob, D. (2014): Neues vom 5. Sachstandsbericht des IPCC: Zeit zum Handeln. Vortrag bei der International Conference on Regional Climate Adaption and Resilience towards Climate Adapted and Resilient Regions (CLARR 2014) am 24. Februar 2014 in Bremen.
- Jacob, D.; Bülow, K.; Kotova, L.; Moseley, C.; Petersen, J.; Rechid, D. (2012): Regionale Klimaprojektionen für Europa und Deutschland: Ensemble-Simulationen für die Klimafolgenforschung. Hamburg. = CSC Report 6.
http://www.climate-service-center.de/imperia/md/content/csc/csc_report6.pdf (21.11.2013).
- Janssen, G.; Albrecht, J. (2008): Umweltschutz im Planungsrecht – Die Verankerung des Klimaschutzes und des Schutzes der biologischen Vielfalt im raumbezogenen Planungsrecht. Forschungsbericht im Auftrag des Umweltbundesamtes. Dessau-Roßlau. = UBA-Texte 10/08.
- Jensen, J.; Mudersbach, C. (2004): Zeitliche Änderungen in den Wasserstandszeitreihen an den Deutschen Küsten. In: Gönnert, G.; Grassl, H.; Kelletat, D.; Kunz, H.; Probst, B.; von Storch, H.; Sündermann, J. (Hrsg.): Tagungsband Workshop: Klimaänderung und Küstenschutz. Hamburg, 115-128.
- KfKI – Kuratorium für Forschung im Küsteningenieurwesen (Hrsg.) (2013): HoRisk.
<http://www.kfki.de/de/projekte/horisk?subproject=3> (12.09.2013).
- Klee, A.; Knieling, J.; Scholich, D.; Weiland, U. (Hrsg.) (2008): Städte und Regionen im Klimawandel. Hannover. = E-Paper der ARL 5.
http://shop.arl-net.de/media/direct/pdf/e-paper_der_arl_nr5.pdf (03.03.2014).
- Köck, W. (2007): Klimawandel und Recht – Adaption an Klimaänderungen: Auswirkungen auf den Hochwasserschutz, die Bewirtschaftung der Wasserressourcen und die Erhaltung der Artenvielfalt. In: Zeitschrift für Umweltrecht 18 (9), 393-400.
- Koesler, B. R. (2011): Klimawandel und Bewusstseinsbildung. Zur Berücksichtigung der Klimaanpassung in den Tourismusregionen des Schwarzwalds und Nordhessens. Kassel.
- Kropp, J.; Daschkeit, A. (2008): Anpassung und Planungs Handeln im Licht des Klimawandels. In: Informationen zur Raumentwicklung (6/7), 353-361.
- Kufeld, W. (Hrsg.) (2013): Klimawandel und Nutzung von regenerativen Energien als Herausforderungen für die Raumordnung. Hannover. = Arbeitsberichte der ARL 7.
http://shop.arl-net.de/media/direct/pdf/ab/ab_007/ab_007_gesamt.pdf (03.03.2014).
- Kunz, H. (2004): Sicherheitsphilosophie für den Küstenschutz. In: Hafenbautechnische Gesellschaft (Hrsg.): Küstenschutz: heutige Situation und Zukunftsperspektiven in Deutschland. Hamburg, 253-287. = Jahrbuch der Hafenbautechnischen Gesellschaft.

- Kunz, H. (1996): Bisheriger und zukünftiger Küstenschutz im Kontext eines integrierten Küstengebiet-Managements – Beispiele aus dem Weser-Ems-Raum. In: Sterr, H.; Preu, C. (Hrsg.): Beiträge zur aktuellen Küstenforschung: Aspekte – Methoden – Perspektiven. Vechta, 211-213. = Vechtaer Studien zur Angewandten Geographie und Regionalwissenschaft (VSAG), Band 18.
- LABO – Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (2010): Klimawandel – Betroffenheit und Handlungsempfehlungen des Bodenschutzes. = LABO-Positionspapier „Boden und Klimawandel“.
http://www.labo-deutschland.de/documents/LABO_Positionspapier_Boden_und_Klimawandel_090610_aa8_bf5.pdf (10.01.2012).
- LANA – Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Naturschutz, Landschaftspflege und Erholung (2011): Thesenpapier „Klimawandel und Naturschutz“.
<http://www.lana.de/servlet/is/15793/Thesenpapier%20Klimawandel%20und%20Naturschutz.pdf?command=downloadContent&filename=Thesenpapier%20Klimawandel%20und%20Naturschutz.pdf> (12.04.2012).
- Land Niedersachsen (Hrsg.) (2013): Wälder für Niedersachsen.
http://www.ml.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=20000&article_id=4982&psmand=7 (06.12.2013).
- LAWA – Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (2010a): Strategiepapier „Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft“ – Bestandsaufnahme und Handlungsempfehlungen, beschlossen auf der 139. LAWA-VV am 25./26. März 2010 in Dresden.
http://www.lawa.de/documents/LAWA_Strategiepapier25_26032010_6fe.pdf (21.01.2014).
- LAWA – Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (2010b): Empfehlungen zur Aufstellung von Hochwasserrisikomanagementplänen, beschlossen auf der 139. LAWA-VV am 25./26. März 2010 in Dresden.
http://www.lawa.de/documents/EmpfHWRMPL_25_260310_d20.pdf (21.01.2014).
- LAWA – Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (2010c): Empfehlungen zur Aufstellung von Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten, beschlossen auf der 139. LAWA-VV am 25./26. März 2010 in Dresden.
http://www.lawa.de/documents/HWGK15062010_b72.pdf (21.01.2014).
- LAWA – Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (2008): Strategie zur Umsetzung der Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie in Deutschland.
<http://www.hochwassernotgemeinschaft-rhein.de/hochwassernotgemeinschaft/Aktuelles/Archiv/2008/LAWA/LAWA%20Strategiepapier%20EU-HWRM-RL.pdf> (21.01.2014).
- LAWA – Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (2004): Instrumente und Handlungsempfehlungen zur Umsetzung der Leitlinien für einen zukunftsweisenden Hochwasserschutz. Düsseldorf.
- LBEG – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (Hrsg.) (2013): Cross Compliance.
http://www.lbeg.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=824&article_id=677&psmand=4 (10.12.2013).
- LBEG – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (Hrsg.) (2009a): Auswirkungen des Klimawandels auf Böden in Niedersachsen. Hannover.
- LBEG – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (Hrsg.) (2009b): Auswirkungen des Klimawandels auf die potenzielle Beregnungsbedürftigkeit Nordost-Niedersachsens. Hannover. = GeoBerichte 13.
- LBEG – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (Hrsg.) (2009c): Mögliche Auswirkungen einer Klimaänderung auf die Grundwasserneubildung in Niedersachsen. Hannover. = GeoBerichte 12.
- LBEG – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (Hrsg.) (2008): Schutzwürdige Böden in Niedersachsen. Hannover. = GeoBerichte 8.
- LBEG – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (Hrsg.) (2007): Hochwassergefährdungskarte von Niedersachsen – Ergebnis einer methodischen Auswertung geologischer Fachdaten. Hannover.

- Leuschner, C.; Schipka, F. (2004): Vorstudie – Klimawandel und Naturschutz in Deutschland. Abschlußbericht eines F+E-Vorhabens zur Erstellung einer Literaturstudie im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz. BfN-Skripten 115.
<http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/skript115.pdf> (12.04.2012).
- Löb, S. (2013): LROP und landesweiter Biotopverbund. Vortrag auf der Regionalplanertagung Niedersachsen 2013 am 13. September 2013 in Barnstorf, unveröffentlicht.
- Lützen, K. (2012): Wirkungszusammenhänge in Handlungsbereichen der räumlichen Planung. In: Birkmann, J.; Schanze, J.; Müller, P.; Stock, M. (Hrsg.): Anpassung an den Klimawandel durch räumliche Planung – Grundlagen, Strategien, Instrumente. Hannover, 28-65. = E-Paper der ARL 13.
http://shop.arl-net.de/media/direct/pdf/e-paper_der_arl_nr13.pdf (21.11.2013).
- LWK Niedersachsen – Landwirtschaftskammer Niedersachsen (Hrsg.) (2013): Bewertung von Vorranggebieten Landwirtschaft am Beispiel Nordostniedersachsen. Uelzen.
<http://www.lwk-niedersachsen.de/download.cfm/file/200,d9810d06-b59c-92fc-95be35f9df8acf90~pdf.html> (03.12.2013).
- LWK Niedersachsen – Landwirtschaftskammer Niedersachsen (Hrsg.) (2011a): Modellierung der potenziellen Beregnungsbedürftigkeit. Werkstattbericht aus dem Forschungsvorhaben „Regionales Management von Klimafolgen in der Metropolregion Hannover-Braunschweig-Göttingen-Wolfsburg“.
<http://klimafolgenmanagement.de/UserFiles/Methodik%20Beregnungsbeduerftigkeit.pdf> (02.03.2012).
- LWK Niedersachsen – Landwirtschaftskammer Niedersachsen (Hrsg.) (2011b): Substitution von Grundwasser für die Feldberegnung. Leitfaden.
<http://www.klimafolgenmanagement.de/UserFiles/Leitfaden%20-%20Substitution%20von%20Grundwasser.pdf> (02.03.2012).
- LWK Niedersachsen – Landwirtschaftskammer Niedersachsen (Hrsg.) (2011c): Lokale Grundwasserregeneration. Leitfaden.
<http://www.klimafolgenmanagement.de/UserFiles/Leitfaden%20-%20Lokale%20Grundwasserregeneration.pdf> (02.03.2012).
- LWK Niedersachsen – Landwirtschaftskammer Niedersachsen (Hrsg.) (2009): Leitlinien der ordnungsgemäßen Landwirtschaft. Oldenburg.
- LWK Niedersachsen – Landwirtschaftskammer Niedersachsen (Hrsg.) (o. J.): Der Dynamische Kulturlandschaftsplan: Ein Instrument der Landentwicklung zur Förderung von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel.
<http://www.lwk-niedersachsen.de/download.cfm/file/203,9630ed63-237d-eebf-5eaacf0e6fc01c68~pdf.html> (02.03.2012).
- Mai, S.; Elsner, A.; Meyer, V.; Zimmermann, C. (2004): Klimawandel und präventives Risiko- und Küstenschutzmanagement an der deutschen Nordseeküste (KRIM): Teilprojekt 2 – Klimaänderung und Küstenschutz. Endbericht. Hannover.
- Maniak, U.; Weihrauch, A.; Riedel, G. (2005): Die wasserwirtschaftliche Situation in der Unterwesermarsch unter der Einwirkung einer Klimaänderung. In: Schuchardt, B.; Schirmer, M. (Hrsg.): Klimawandel und Küste. Die Zukunft der Unterweserregion. Umweltnatur- & Umweltsozialwissenschaften Berlin, Heidelberg, 79-102.
- Martens, J. (2008): Grundwassersubstitution für die landwirtschaftliche Feldberegnung durch Oberflächenwasser im Bereich der östlichen Lüneburger Heide. In: Landwirtschaftskammer Niedersachsen (Hrsg.): Projektbericht: No Regret – Genug Wasser für die Landwirtschaft?!. Uelzen, 160-179.
<http://www.lwk-niedersachsen.de/download.cfm/file/203,62c77d61-237d-eebf-5e3fa7219c31d32~pdf.html> (02.03.2012).
- Mersch, I. (2011): Potenziale zur Substitution von Grundwasser für die Feldberegnung – „Wasser wächst auf Feldern“. In: Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (Hrsg.): Klimafolgenmanagement in der Metropolregion Hannover-Braunschweig-Göttingen. Hannover. = GeoBeichte 18, 86-102.

- Michael Otto Stiftung (Hrsg.) (2010): Ein Zukunftsbild für eine sichere Wattenmeerregion. Hamburg.
- MKRO – Ministerkonferenz für Raumordnung (2013): Handlungskonzept der Raumordnung zu Vermeidungs-, Minderungs- und Anpassungsstrategien in Hinblick auf die räumlichen Konsequenzen des Klimawandels vom 23.01.2013. Berlin.
- MKRO – Ministerkonferenz für Raumordnung (2009): Handlungskonzept der Raumordnung zu Vermeidungs-, Minderungs- und Anpassungsstrategien in Hinblick auf die räumlichen Konsequenzen des Klimawandels. Beschluss der 36. Ministerkonferenz für Raumordnung am 10. Juni 2009 in Berlin.
<http://www.bmvi.de//cae/servlet/contentblob/28668/publicationFile/10694/beschluss-zu-raumordnung-und-klimawandel-10-juni-2009.pdf> (21.01.2014).
- MKRO – Ministerkonferenz für Raumordnung (2000): Handlungsempfehlungen zum vorbeugenden Hochwasserschutz vom 14. Juni 2000. In: Ministerialblatt 51 (27), 514-523.
- Möckel, S.; Köck, W. (2009): Naturschutzrecht im Zeichen des Klimawandels. In: Natur und Recht – Zeitschrift für das gesamte Recht zum Schutze der natürlichen Lebensgrundlagen und der Umwelt 31 (5), 318-325.
- MU NRW – Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2010): Natur im Wandel - Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt in Nordrhein-Westfalen.
http://www.umwelt.nrw.de/naturschutz/pdf/broschuere_natur_im_wandel.pdf (12.04.2012).
- Nds. ML – Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg.) (2013a): Raumordnungskonzept für das niedersächsische Küstenmeer (ROKK).
http://www.ml.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=1464&article_id=5311&psm=and=7 (14.05.2013).
- Nds. ML – Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg.) (2013b): IKZM-Plattform Niedersachsen.
http://www.ml.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=1566&article_id=5223&psm=and=7 (14.05.2013).
- Nds. ML – Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung (2013c): Stand der Regionalen Raumordnungsprogramme. Stand: 10.09.2013.
http://www.ml.niedersachsen.de/download/3667/Karte_Stand_der_Regionalen_Raumordnungsprogramme.pdf (29.11.2013).
- Nds. ML – Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung (Hrsg.) (2012): Begründung zu der Verordnung zur Änderung der Verordnung über das Landes-Raumordnungsprogramm Niedersachsen.
http://www.ml.niedersachsen.de/download/71904/Begrueendung_und_Umweltbericht_fuer_doppelseitigen_Druck_.pdf (20.03.2013).
- Nds. ML – Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung (Hrsg.) (2011): Die niedersächsische Landwirtschaft in Zahlen 2011.
<http://www.ml.niedersachsen.de/download/63184> (02.03.2012).
- Nds. ML – Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung (Hrsg.) (2010): Die Landwirtschaft in Niedersachsen.
<http://www.ml.niedersachsen.de/download/58658> (02.03.2012).
- Nds. ML – Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung (Hrsg.) (2008): Landes-Raumordnungsprogramm Niedersachsen i. d. Fassung vom 8. Mai 2008 (nicht amtliche Textfassung).
http://www.ml.niedersachsen.de/download/3699/Lesefassung_LROP_2008_mit_Erlaeuterungen.pdf (25.11.2012).

- Nds. ML – Niedersächsisches Ministerium für den ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz – Regierungsvertretung Oldenburg (2005): Raumordnungskonzept für das niedersächsische Küstenmeer. Stand 2005.
<http://www.mi.niedersachsen.de/download/34269/ROKK.pdf> (21.01.2014).
- Nds. ML – Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung (Hrsg.) (2004): Der Wald in Niedersachsen: Ergebnisse der Bundeswaldinventur II. = Aus dem Walde – Waldentwicklung in Niedersachsen, Heft 55.
http://www.ml.niedersachsen.de/download/2846/Der_Wald_in_Niedersachsen.pdf (02.03.2012).
- Nds. MU – Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (2014): Landschaft.
http://www.umwelt.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=25868&_psmand=10 (12.01.2014).
- Nds. MU – Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (Hrsg.) (2013a): Klimapolitische Umsetzungsstrategie Niedersachsen. Hannover.
- Nds. MU – Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (Hrsg.) (2013b): Küstenschutz.
http://www.umwelt.niedersachsen.de/hochwasser_kuestenschutz/kuestenschutz/9003.html (13.08.2013).
- Nds. MU – Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (Hrsg.) (2013c): Erläuterungen zu den Überschwemmungsgebieten in Niedersachsen.
http://www.mu.niedersachsen.de/hochwasser_kuestenschutz/UESG/erlaeuterungen/8523.html (02.03.2013).
- Nds. MU – Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (Hrsg.) (2013d): Erläuterungen zu den Überschwemmungsgebieten in Niedersachsen – Vorläufige Sicherung.
http://www.umwelt.niedersachsen.de/hochwasser_kuestenschutz/UESG/erlaeuterungen/96013.html (02.03.2013).
- Nds. MU – Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (Hrsg.) (2013e): Nutzung landwirtschaftlicher Flächen.
http://www.umwelt.niedersachsen.de/umweltbericht_2010/nutzungsfelder/land_und_forstwirtschaft/landwirtschaft/nutzung_landwirtschaftlicher_flaechen/89201.html (02.03.2013).
- Nds. MU – Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (Hrsg.) (2013f): Feldberegnung.
http://www.umwelt.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=26491&article_id=89240&_psmand=10 (02.03.2013).
- Nds. MU – Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (Hrsg.) (2012): Klimaänderungen in Niedersachsen.
http://www.umwelt.niedersachsen.de/umweltbericht/klima/klimawandel_und_anpassung/regionale_klimaszenarien_niedersachsen/klimaaenderungen_niedersachsen/klimaaenderungen-in-niedersachsen-88594.html (04.06.2012).
- Nds. MU – Niedersächsisches Umweltministerium (Hrsg.) (2009): Der Klimawandel als Herausforderung für Staat und Gesellschaft. Strukturpapier einer Anpassungsstrategie. Hannover.
- Nds. MU – Niedersächsisches Umweltministerium (Hrsg.) (2007): Mengenmäßige Bewirtschaftung des Grundwassers. Runderlass des Niedersächsischen Umweltministeriums vom 25.06.2007, Az.:23-62011/1.
<http://www.umwelt.niedersachsen.de/grundwasser/bewirtschaftung/8270.html> (21.01.2014).
- Nds. MU – Niedersächsisches Umweltministerium (Hrsg.) (2006): Entwicklung der Zehn Grundsätze für einen effektiveren Küstenschutz.
http://www.umwelt.niedersachsen.de/download/6369/Zehn_Grundsätze_für_einen_effektiveren_Kuestenschutz_-_Tabelle.pdf (21.01.2014).
- Nds. MU; RK Klimaschutz – Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz; Regierungskommission Klimaschutz (Hrsg.) (2012): Empfehlung für eine niedersächsische Strategie zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels. Hannover.

- Netzwerk Vulnerabilität (Hrsg.) (2013): Expertengespräch „Was leisten Klimamodelle für die Regionalplanung?“ In: Rundbrief des Netzwerks Vulnerabilität März 2013. Berlin, 5.
http://netzwerk-vulnerabilitaet.de/tiki-download_file.php?fileId=275 (05.04.2013).
- Niemeyer, H.-D.; Kaiser, R.; Berkenbirk, C.; Knaack, H.; Wurps, A. (2012): Evaluation alternativer Küstenschutzstrategien in Niedersachsen. In: Wasser und Abfall 14 (7/8), 21-26.
- NLT – Niedersächsischer Landkreistag (Hrsg.) (2010): Planzeichen in der Regionalplanung – Arbeitshilfe Grundlagen, Hinweise und Materialien für die zeichnerische Darstellung der Regionalen Raumordnungsprogramme in Niedersachsen. Hannover.
- NLWKN – Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2014): Übersicht Biotop-Obergruppen.
http://www.nlwkn.niedersachsen.de/naturschutz/biotopschutz/biotopkartierung/den_naturschutz_wertvolle_bereiche/uebersicht_biotopobergruppen/42401.html (12.01.2014).
- NLWKN – Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2013a): Vorläufige Bewertung.
http://www.nlwkn.niedersachsen.de/wasserwirtschaft/eghochwasserrisikomanagementrichtlinie/vorlaeufige_bewertung/104910.html (02.03.2013).
- NLWKN – Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2013b): Stand der Landschaftsrahmenplanung. Stand: November 2013.
<http://www.nlwkn.niedersachsen.de/download/25719> (29.11.2013).
- NLWKN – Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (Hrsg.) (2012): Globaler Klimawandel – Wasserwirtschaftliche Folgenabschätzung für das Binnenland: Abschlussbericht – Phase 1 + 2. Hildesheim. = Oberirdische Gewässer 33.
- NLWKN – Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (Hrsg.) (2010a): Generalplan Küstenschutz Niedersachsen – Ostfriesische Inseln. Norden.
- NLWKN – Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (Hrsg.) (2010b): Der Zukunft das Wasser reichen – Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Niedersachsen. Hildesheim. = Wasserrahmenrichtlinie 6.
- NLWKN – Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (Hrsg.) (2007): Generalplan Küstenschutz Niedersachsen/Bremen – Festland. Norden.
- Overbeck, G.; Hartz, A.; Fleischhauer, M. (2008): Ein 10-Punkte-Plan „Klimaanpassung“ – Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel im Überblick. In: Informationen zur Raumentwicklung (6/7), 363-380.
- Peithmann, O.; Zeck, H. (Hrsg.) (2005): Integration landwirtschaftlicher Funktionen in die Raumplanung. Hannover. = Arbeitsmaterial der ARL 314.
- Peithmann, O. (2004): Der Projektbaukasten. In: Müller, B.; Löb, S.; Zimmermann, K. (Hrsg.): Steuerung und Planung im Wandel. Festschrift für Dietrich Fürst. Wiesbaden, 219-228.
- Péron, H.; Kottkamp, R.; Stenert, T. (2008): Die Integration des Tourismus in die Landes- und Regionalplanung in Niedersachsen. In: von Rohr, G. (Hrsg.): Nachhaltiger Tourismus an Nord- und Ostsee. Steuerungsnotwendigkeiten und -möglichkeiten der Landes- und Regionalplanung. Hannover, 87-101. = Arbeitsmaterial der ARL 340.
- Reese, M. (2011): Das neue Recht des Hochwasserschutzes vor den Herausforderungen des Klimawandels. In: Natur und Recht 33 (1), 19-28.
- Reese, M. (2010a): Die Handlungsfelder staatlicher Anpassungspolitik und Ansatzpunkte rechtlicher Steuerung: A. Hochwasserschutz. In: Umweltbundesamt (Hrsg.): Rechtlicher Handlungsbedarf für die Anpassung an die Folgen des Klimawandels – Analyse, Weiter- und Neuentwicklung rechtlicher Instrumente. Berlin, 36-84. = UBA-Berichte 1.
- Reese, M. (2010b): Die Handlungsfelder staatlicher Anpassungspolitik und Ansatzpunkte rechtlicher Steuerung: D. Wasserknappheitsvorsorge. In: Umweltbundesamt (Hrsg.): Rechtlicher Handlungsbedarf für die Anpassung an die Folgen des Klimawandels – Analyse, Weiter- und Neuentwicklung rechtlicher Instrumente. Berlin, 180-211. = UBA-Berichte 1.

- Reese, M.; Möckel, S. (2010): Die Handlungsfelder staatlicher Anpassungspolitik und Ansatzpunkte rechtlicher Steuerung: C. Gewässerqualität. In: Umweltbundesamt (Hrsg.): Rechtlicher Handlungsbedarf für die Anpassung an die Folgen des Klimawandels – Analyse, Weiter- und Neuentwicklung rechtlicher Instrumente. Berlin, 105-179. = UBA-Berichte 1.
- Regionalforum CPA – Regionalforum „Climate Proof Areas“ des Landkreises Wesermarsch (Hrsg.) (2011): Klimasichere Region Wesermarsch – Die Zukunft der Wasserwirtschaft. Erste Schritte auf dem Weg zu einer Klimaanpassungsstrategie für den Landkreis Wesermarsch. Oldenburg.
- Ritter, E.-H. (2007): Klimawandel – eine Herausforderung an die Raumplanung. In: Raumforschung und Raumordnung 65 (6), 531-538.
- RPV Oberes Elbtal/Osterzgebirge – Regionaler Planungsverband Oberes Elbtal/Osterzgebirge (Hrsg.) (2013): Schutz des Oberbodens vor Wassererosion – Konzept für die Modellregion Oberes Elbtal/Osterzgebirge. Fassung 1.5. Radebeul.
http://www.rpv-elbtalosterz.de/fileadmin/templates/PDF/Erosionsschutzkonzept_1_5_web.pdf (03.12.2013).
- Rüter, S. (2011): Biotopverbund als Anpassungsstrategie für den Klimawandel? Vortrag beim 4. IMPLAN-AG-Themenworkshop „Natur und Landschaft – Freiraumschutz im Klimawandel“ am 22. September 2011 in Lüneburg, unveröffentlicht.
- Safecoast (Hrsg.) (2008): Coastal Flood Risk and Trends for the Future in the North Sea Region: Results and recommendations of Project Safecoast. Synthesis Report.
<http://ec.europa.eu/ourcoast/download.cfm?fileID=1286> (21.01.2014).
- Schaller, M.; Weigel, J. (2007): Analyse des Sachstands zu Auswirkungen von Klimaveränderungen auf die deutsche Landwirtschaft und Maßnahmen zur Anpassung. Braunschweig. = FAL – Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 316.
http://literatur.vti.bund.de/digbib_extern/bitv/dk039488.pdf (01.03.2012).
- Schirmer, M., Elsner, W.; Grabemann, I.; Heinrichs, H.; Lange, H.; Mai, S.; Peters, H. P.; Schuchardt, B.; Wittig, S.; Zimmermann, C. (2007): Reaktionsvarianten des Küstenschutzes zur Anpassung an den Klimawandel. In: Schuchardt, B.; Schirmer, M. (Hrsg.): Land unter? Klimawandel, Küstenschutz und Risikomanagement in Nordwestdeutschland: die Perspektive 2050. München, 167-192.
- Schirmer, M.; Kraft, D.; Wittig, S. (2004): Küstenökologische Aspekte des Klimawandels. Abschlussbericht des Teilprojekts „Ökologischer Komplex“ im Projekt „Klimawandel und präventives Risiko- und Küstenschutzmanagement an der deutschen Nordseeküste (KRIM)“.
http://www.krim.uni-bremen.de/endberichte/endbericht_tp3.pdf (12.04.2012).
- Schlipf, S.; Herlitzius, L.; Frommer, B. (2008): Regionale Steuerungspotenziale zur Anpassung an den Klimawandel – Möglichkeiten und Grenzen formeller und informeller Planung. In: Raumplanung 137, 77-82.
- Schuchardt, B.; Wittig, S.; Schirmer, M. (2010): Auswirkungen des Klimawandels auf Wattenmeer und Ästuar – Konsequenzen für den Naturschutz. In: Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.): Managementmaßnahmen in Küstenlebensräumen und Ästuaren der Nord- und Ostsee: Referate und Ergebnisse der gleichnamigen Fachtagung an der Internationalen Naturschutzakademie Insel Vilm vom 26. bis 28. Mai. 2010. Naturschutz und Biologische Vielfalt 91, 227-244.
- Schuchardt, B.; Grabemann, I.; Grabemann, H. J.; Kraft, D.; Meinken, M.; Osterkamp, S.; Weihrauch, A. (2005): Zukunftsbilder: wie könnten zukünftige Veränderungen die Klimasensitivität der Unterweserregion beeinflussen? In: Schuchardt, B.; Schirmer, M. (Hrsg.): Klimawandel und Küste. Die Zukunft der Unterweserregion. Umweltnatur- & Umweltsozialwissenschaften. Berlin, Heidelberg, 255-265.
- Schuchardt, B.; Schirmer, M.; Wittig, S. (2007): Klimawandel, Küstenschutz und integriertes Risikomanagement. In: Schuchardt, B.; Schirmer, M. (Hrsg.): Land unter? Klimawandel, Küstenschutz und Risikomanagement in Nordwestdeutschland: die Perspektive 2050. München, 193-215.

- Spiekermann, J. (2013): Sektorale Roadmap Raumplanung – Handlungspfade und Handlungsempfehlungen auf dem Weg zu einer klimaangepassten und resilienten Metropolregion Bremen-Oldenburg im Nordwesten. Oldenburg.
http://www.nordwest2050.de/index_nw2050.php?obj=file&aid=8&id=374&unid=632dc0c843a77105fa53813d043889ad (21.11.2013).
- Stelljes, N. (2012): Anpassungsmaßnahmen an der deutschen Ostseeküste. Berlin. = RADOST-Berichtsreihe, Bericht Nr.13.
- Streun, M.; von Haaren, J. (2008): Möglichkeiten der Raumentwicklung zur Anpassung der Landnutzung und der Agrarstruktur. In: Landwirtschaftskammer Niedersachsen (Hrsg.): Projektbericht: No Regret – Genug Wasser für die Landwirtschaft?!. Uelzen, 235-239.
<http://www.lwk-niedersachsen.de/download.cfm/file/203,62c77d61-237d-eebf-5e3f7a7219c31d32~pdf.html> (02.03.2012).
- TMN – TourismusMarketing Niedersachsen (Hrsg.) (2013): Unsere Partner – Die Gesellschafter der TMN.
<http://www.tourismuspartner-niedersachsen.de/unsere-partner> (05.12.2013).
- UBA – Umweltbundesamt (2011a): Anpassung an den Klimawandel – Boden. = UBA-Themenblatt: Anpassung an Klimaänderungen in Deutschland.
http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/kompass_themenblatt_boden_0.pdf (21.01.2014).
- UBA – Umweltbundesamt (2011b): Anpassung an den Klimawandel – Landwirtschaft. = UBA-Themenblatt: Anpassung an Klimaänderungen in Deutschland.
http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/kompass_themenblatt_landwirtschaft.pdf (21.01.2014).
- UBA – Umweltbundesamt (2011c): Anpassung an den Klimawandel – Forstwirtschaft. = UBA-Themenblatt: Anpassung an Klimaänderungen in Deutschland.
http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/kompass_themenblatt_forstwirtschaft.pdf (21.01.2014).
- UBA – Umweltbundesamt (Hrsg.) (2010): Wasserwirtschaft in Deutschland. Teil 1: Grundlagen. Dessau-Roßlau.
- UBA – Umweltbundesamt (Hrsg.) (2006): Was Sie über vorsorgenden Hochwasserschutz wissen sollten. Dessau-Roßlau.
- UBA; DWD – Umweltbundesamt; Deutscher Wetterdienst (Hrsg.) (2008): Klimawandel und Gesundheit – Informationen zu gesundheitlichen Auswirkungen sommerlicher Hitze und Hitzeperioden und Tipps zum vorbeugenden Gesundheitsschutz. Dessau-Roßlau.
- UMK – Umweltministerkonferenz (2013): Beschluss der Sonderumweltministerkonferenz Hochwasser am 2. September 2013 in Berlin.
http://www.umweltministerkonferenz.de/documents/03-09-13_SonderUMK.pdf (25.09.2013).
- Vallée, D.; Brandt, T.; Fürst, D.; Konze, H.; Prieb, A.; Schmidt, P. I.; Scholich, D.; Tönnies, G. (2012): Modell einer Strategischen Regionalplanung in Deutschland. In: Vallée, D. (Hrsg.): Strategische Regionalplanung. Hannover, 170-190. = Forschungs- und Sitzungsberichte der ARL 237.
- VdLWK – Verband der Landwirtschaftskammern (Hrsg.) (2010): Klimawandel und Landwirtschaft – Anpassungsstrategien im Bereich Pflanzenbau. Fachinformationen.
<http://www.landwirtschaftskammer.de/extern/vlk/pdf/klimawandel.pdf> (01.03.2012).
- Vermeer, M.; Rahmstorf, S. (2009): Global sea level linked to global temperature. In: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 106 (51), 21527-21532.
<http://www.pnas.org/content/early/2009/12/04/0907765106.full.pdf+html?sid=a01b88f7-d09c-481d-a9b4-930e141532da> (25.11.2012).
- Viner, D. (2002): A Qualitative Assessment of the Sources of Uncertainty in Climate Change Impacts Assessment Studies: A short discussion paper. In: Advances in Global Change Research 10, 139-151.

- von Buttlar, C.; Karpenstein-Machan, M.; Bauböck, R. (2011): Potenziale für den Anbau und die Nutzung von Energiepflanzen unter Berücksichtigung des regionalisierten Klimawandels. In: Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (Hrsg.): Klimafolgenmanagement in der Metropolregion Hannover-Braunschweig-Göttingen. Hannover, 40-58. = GeoBerichte 18.
http://www.lbeg.niedersachsen.de/download/61776/GeoBerichte_18.pdf (12.12.2011).
- von Haaren, C. (2011): Flussgebietsmanagement nach Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) – Umsetzung der Maßnahmen. In: von Haaren, C.; Galler, C. (Hrsg.): Zukunftsfähiger Umgang mit Wasser im Raum. Hannover, 141-149. = Forschungs- und Sitzungsberichte der ARL 234.
- von Lieberman, N.; Grabemann, I.; Müller, A.; Osterkamp, S. (2005): Vergleichende Abschätzung von Effektivität und Nebenwirkungen verschiedener Reaktionsvarianten des Küstenschutzes an der Unterweser gegenüber einer Klimaänderung. In: Schuchardt, B.; Schirmer, M. (Hrsg.): Klimawandel und Küste. Die Zukunft der Unterweserregion. Umweltnatur- & Umweltsozialwissenschaften. Berlin, Heidelberg, 243-254.
- Wagner, K. (2008): Der Risikoansatz in der europäischen Hochwassermanagementrichtlinie – Bewertung der Richtlinie 2007/60/EG über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken aus politikwissenschaftlicher Sicht. In: Natur und Recht (30), 774-779.
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2009): Kassensturz für den Weltklimavertrag – Der Budgetansatz. Sondergutachten 2009. Berlin.
- Weiß, C.; Reich, M.; Rode, M. (2011): Mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf das Netzwerk Natura 2000 in der Metropolregion Hannover-Braunschweig-Göttingen-Wolfsburg und Konsequenzen für den Naturschutz. In: Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (Hrsg.): Klimafolgenmanagement in der Metropolregion Hannover-Braunschweig-Göttingen. Hannover, 103-116. = GeoBerichte 18.
http://www.lbeg.niedersachsen.de/download/61776/GeoBerichte_18.pdf (12.12.2011).
- Weisse, R. (2011): Das Klima der Region und mögliche Änderungen in der Deutschen Bucht. In: von Storch, H.; Claussen, M. (Hrsg.): Klimabericht für die Metropolregion Hamburg. Berlin, Heidelberg, 91-119.
- wib – Wasserrahmenrichtlinien-InfoBörse (2013): Die Wasserrahmenrichtlinien-InfoBörse.
<http://www.wrrl-kommunal.de/index.php?id=43> (04.03.2013).
- Wixwat, T.; Röhm, H. (2011): Der Einfluss des Klimawandels auf den regionalen Wasserhaushalt. In: Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (Hrsg.): Klimafolgenmanagement in der Metropolregion Hannover-Braunschweig-Göttingen. Hannover, 117-137. = GeoBerichte 18.
- Woth, K.; von Storch, H. (2008): Klima im Wandel: Mögliche Zukünfte des Norddeutschen Küstenklimas. In: Dithmarschen: Landeskunde – Kultur – Natur (1), 20-31.
- Zebisch, M.; Grothmann, T.; Schröter, D.; Haße, C.; Fritsch, U.; Cramer, W. (2005): Klimawandel in Deutschland. Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme. Dessau-Roßlau.
- Zloch, B. (2011): § 76 Überschwemmungsgebiete an oberirdischen Gewässern. In: Berendes, K.; Frenz, W.; Müggenborg, H.-J. (Hrsg.): WHG-Kommentar. Berlin, 1227-1239.

Rechtsquellen

- BauGB – Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. September 2004 (BGBl. I S. 2414), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 11. Juni 2013 (BGBl. I S. 1548).
- BBodSchG – Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz) vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502), geändert durch Artikel 5 Absatz 30 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212).
- BNatSchG – Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz) vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), zuletzt geändert durch Artikel 2 Absatz 24 des Gesetzes vom 6. Juni 2013 (BGBl. I S. 1482).
- DirektZahlVerpflV – Direktzahlungen-Verpflichtungenverordnung vom 4. November 2004 (BGBl. I S. 2778), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 3. Januar 2014 (BAnz. 2014 AT 06.01.2014 VI).

- EG-HWRMRL – EG-Hochwasserrisikomanagementrichtlinie: Richtlinie 2007/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken.
- EG-WRRRL – EG-Wasserrahmenrichtlinie: Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik.
- FFH-RL – Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie: Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen.
- GG – Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland in der im Bundesgesetzblatt Teil III, Gliederungsnummer 100-I, veröffentlichten bereinigten Fassung, zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 11. Juli 2012 (BGBl. I S. 1478).
- LROP Niedersachsen 2012 – Verordnung über das Landes-Raumordnungsprogramm Niedersachsen in der Fassung vom 8. Mai 2008 (Nds. GVBl. Nr. 10/2008 S. 132), geändert durch Art. 2 des Gesetzes vom 18. Juli 2012 (Nds. GVBl. 16/2012 S. 251) und VO vom 24. September 2012 (Nds. MBl. Nr. 20/2012 S. 350).
- NDG – Niedersächsisches Deichgesetz in der Fassung vom 23. Februar 2004, zuletzt geändert durch Artikel 10 des Gesetzes vom 13. Oktober 2011 (Nds. GVBl. S. 353).
- NROG – Niedersächsisches Raumordnungsgesetz (NROG) vom 18. Juli 2012 (Nds. GVBl. S. 252).
- NAGBNatSchG – Niedersächsisches Ausführungsgesetz zum Bundesnaturschutzgesetz vom 19. Februar 2010 (Nds. GVBl. S. 104).
- NWattNPG – Gesetz über den Nationalpark „Niedersächsisches Wattenmeer“ vom 11. Juli 2001, zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 19. Februar 2010 (Nds. GVBl. S. 104).
- NWG – Niedersächsisches Wassergesetz vom 19. Februar 2010 (Nds. GVBl. Nr. 5/2010 S. 64), zuletzt geändert durch § 87 Abs. 3 des Gesetzes vom 03. April 2012 (Nds. GVBl. S. 46).
- ROG – Raumordnungsgesetz vom 22. Dezember 2008 (BGBl. I S. 2986), zuletzt geändert durch Artikel 9 des Gesetzes vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585).
- SächsWG – Sächsisches Wassergesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. Oktober 2004 (SächsGVBl. S. 482), zuletzt geändert durch Artikel 7 des Gesetzes vom 13. Dezember 2012 (SächsGVBl. S. 725).
- 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).
- Verordnung über Schutzbestimmungen in Wasserschutzgebieten (SchuVO) vom 9. November 2009, zuletzt geändert durch Verordnung vom 29. Mai 2013 (Nds. GVBl. S. 132).
- Vogelschutz-RL – Vogelschutzrichtlinie: Richtlinie 79/409/EWG des Rates vom 2. April 1979 über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten.
- VwVfG – Verwaltungsverfahrensgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. Januar 2003 (BGBl. I S. 102), zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 25. Juli 2013 (BGBl. I S. 2749).
- WHG – Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz) vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 8. April 2013 (BGBl. I S. 734).

Autoren

Dipl.-Geogr. **Enke Franck** (*1974) studierte Wirtschafts-/Sozialgeographie, Rechts- und Verwaltungswissenschaften sowie Städtebau, Landesplanung und Raumordnung an den Universitäten Mainz und Hannover. Anschließend war sie als Regionalplanerin für die Landkreise Hameln-Pyrmont und Schaumburg sowie als Landesplanerin im Niedersächsischen Ministerium für den ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz tätig. 2009–2013 war Enke Franck wissenschaftliche Mitarbeiterin der ARL – Geschäftsstelle und Koordinatorin des Projektes KLIFF-IMPLAN im Forschungsverbund „KLIFF – Klimafolgenforschung in Niedersachsen“. Seit Oktober 2013 arbeitet sie in der Klimaschutzleitstelle der Region Hannover.

Prof. Dr.-Ing. **Ortwin Peithmann** (*1946), Studium Raumplanung (Dipl.-Ing.), Promotion (Dr.-Ing.), Tätigkeiten als Referent im Niedersächsischen Innenministerium (Raumordnung) und im Niedersächsischen Umweltministerium (Grundsatzfragen), Lehrauftrag im Studiengang Geographie an der Universität Göttingen, Professur für Raumplanung an der Hochschule Vechta, Präsident (m.d.W.d.G.b.) der Hochschule Vechta, Professur für Raumplanung an der Carl-von-Ossietzky-Universität Oldenburg, ab 10/2011 im Ruhestand. Themenschwerpunkte: Raum- und Umweltplanung, Flächenverbrauch/Nachhaltigkeit, Umweltverträglichkeitsprüfung, Planungsprozessgestaltung und Umsetzungsinstrumente.

Prof. Dr.-Ing. **Dietmar Scholich** (*1947), Studium Bauingenieurwesen (Dipl.-Ing.) sowie Raum- und Umweltplanung (Dipl.-Ing.), Promotion (Dr.-Ing.), Tätigkeiten in kommunalen Planungsstellen, Lehraufträge im Fachgebiet Geographie an der Universität Osnabrück und am Institut für Landschafts- und Regionalplanung an der Slowakischen Technischen Universität (STU) Bratislava, 2000 Honorarprofessur an der STU Bratislava, 1978–2013 bei der Akademie für Raumforschung und Landesplanung – Leibniz-Forum für Raumwissenschaften (ARL), Generalsekretär der ARL i.R., Mitglied der ARL, Beratendes Vorstandsmitglied des Bürgerbüros Stadtentwicklung Hannover, aktuelle Arbeitsschwerpunkte: Weiterentwicklung der Regionalplanung, Klimaschutz, Anpassung an den Klimawandel, Raumentwicklung und Energiewende, Nachhaltige Raumentwicklung, Bürgerbeteiligung in der Stadt- und Regionalentwicklung.

Dipl.-Ing. **Jan Spiekermann** (*1981), Studium Raumplanung an der Technischen Universität Dortmund, wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg und bei der Akademie für Raumforschung und Landesplanung – Leibniz-Forum für Raumwissenschaften (ARL), Mitwirkung in verschiedenen Forschungsprojekten zum Thema „Anpassung an den Klimawandel“, seit Oktober 2013 Koordinator des Projektes KLIFF-IMPLAN im Forschungsverbund „KLIFF – Klimafolgenforschung in Niedersachsen“.

Kurzfassung / Abstract

Anpassung an den Klimawandel in der räumlichen Planung – Handlungsempfehlungen für die niedersächsische Planungspraxis auf Landes- und Regionalebene

Der Umgang mit den Folgen des Klimawandels wird künftig zu den wichtigsten Aufgabenbereichen der Raumentwicklung gehören. Sowohl die Auswirkungen der fortschreitenden Klimaveränderungen als auch die damit einhergehenden Anpassungserfordernisse können eine hohe Raumrelevanz aufweisen. In der räumlichen Planung wird es daher verstärkt darum gehen müssen, die (z.T. erst mittel- bis langfristig auftretenden) klimawandelbedingten Anfälligkeiten von Raumstrukturen, -nutzungen und -funktionen vorausschauend zu berücksichtigen und frühzeitig entsprechende Anpassungsmaßnahmen vorzubereiten.

Die vorliegende Veröffentlichung umfasst die Ergebnisse des im Forschungsverbund „Klimafolgenforschung in Niedersachsen“ (KLIFF) angesiedelten Querschnittsprojekts „Implementierung von Ergebnissen aus KLIFF in der räumlichen Planung in Niedersachsen“ (IMPLAN). Um konkrete raumplanerische Handlungsnotwendigkeiten und -möglichkeiten aufzuzeigen, wurden im Rahmen dieses Projektes in enger Zusammenarbeit mit der niedersächsischen Planungspraxis die vorliegenden Empfehlungen als Planungshilfe für den Umgang mit den Folgen des Klimawandels erarbeitet. Dabei wird zunächst der wissenschaftliche Kenntnisstand zum Klimawandel in Niedersachsen skizziert und ein Überblick über die wichtigsten Ergebnisse regionaler Klimaprojektionen gegeben. Im Weiteren geht es um die generellen Anforderungen an Planungsprozesse und -instrumente, die sich im Hinblick auf die Anpassung an den Klimawandel ergeben. Anschließend werden im Hauptteil der Publikation für ausgewählte Handlungsfelder der räumlichen Planung in Niedersachsen (Küstenschutz und Wassermanagement im Deichhinterland, Wasservirtschaft im Binnenland, Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung, Schutz der biologischen Vielfalt, Land- und Forstwirtschaft, Tourismus) die voraussichtlichen Konsequenzen der klimatischen Veränderungen sowie denkbare Reaktionsmöglichkeiten zu deren Bewältigung dargestellt.

Basierend auf einer Beschreibung der aus dem Klimawandel resultierenden Handlungsbedarfe sowie bereits existierender bzw. zukünftig denkbarer Anpassungsoptionen wird das raumplanerische Instrumentarium hinsichtlich seiner Eignung zur Vorbereitung und Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen analysiert und ggf. weiterentwickelt. Dabei werden schwerpunktmäßig die Handlungsmöglichkeiten und Instrumente der Landes- und Regionalplanung in Niedersachsen fokussiert. In den wasserbezogenen Handlungsfeldern werden darüber hinaus in stärkerem Maße auch die Ansatzpunkte der Fachplanung betrachtet. Dies liegt insbesondere darin begründet, dass sich das auf das Medium „Wasser“ bezogene fachplanerische Instrumentarium in der jüngeren Vergangenheit aufgrund einer Reihe fachgesetzlicher Neuerungen (z.B. Implementierung von EU-Richtlinien in das Wasserrecht) verändert hat und die Integration mit den Plänen der Raumordnung noch nicht vollständig ausgeformt und hinreichend erprobt ist.

Schlüsselwörter

Forstwirtschaft – Klimaanpassung – Klimawandel – Küstenschutz – Landwirtschaft – Naturschutz – Raumplanung – Siedlungsentwicklung – Tourismus – Wasserwirtschaft

Adaptation to climate change in spatial planning – Recommendations for state and regional planning practice in Lower Saxony

In the future dealing with the consequences of climate change will be one of the most important responsibilities of spatial development. Both the effects of continued climate changes and the adaptations that are consequently necessary can be of great spatial relevance. Spatial planning will therefore need to focus increasingly on the vulnerabilities to climate change of spatial structures, utilisations and functions, identifying such vulnerabilities (including those that manifest only in the medium and long term) and preparing adaptation measures in a timely fashion.

This publication comprises findings produced by the research association "Climate Impact Research in Lower Saxony" (KLIFF), dealing with the cross-cutting issue of "Implementing the Findings of KLIFF in Spatial Planning in Lower Saxony" (IMPLAN). In the course of this project recommendations were drawn up in close cooperation with the planning practice of Lower Saxony in order to identify concrete action requirements and opportunities for spatial planning. These recommendations are intended to assist planning in tackling the consequences of climate change. First, current scientific knowledge of climate change in Lower Saxony is outlined and an overview of the most important findings of regional climate projects presented. This is followed by consideration of the general demands made on planning processes and instruments with regards to adaptation to climate change. In the main section of the publication discussion then focuses on the anticipated consequences of climatic changes and conceivable response options for selected spatial planning fields in Lower Saxony (coastal protection and water management in the dyke hinterland, inland water management, settlement and infrastructure development, protection of biological diversity, agriculture and forestry, tourism).

A description of action required due to climate change and of existing or anticipated options for adaptation provides the basis for assessing the appropriateness of spatial planning tools for preparing and implementing adaptation measures. Any necessary further development of such tools is likewise discussed. The focus here is on the possibilities for action and instruments of state and regional planning in Lower Saxony. In fields concerned with water, sectoral planning approaches are also considered to a greater extent. This is necessitated by alterations to specialist legislation (e.g. the implementation of the EU guidelines in water legislation) that have led to recent changes in sectoral planning tools related to the medium "water", and by the fact that the integration of these changes with spatial planning plans has not yet been completed or tested.

Keywords

Forestry – climate adaptation – climate change – coastal protection – agriculture – nature protection – spatial planning – settlement development – tourism – water management

ISBN 978-3-88838-391-5
(PDF-Version)

ISBN 978-3-88838-392-2
(Print-Version)



www.arl-net.de