

Klimafolgen-Monitoring für Schleswig – Holstein

Phase 2

Gutachten zur Umsetzung der Daten- und Konzeptanalyse für ein Klimafolgen –
Monitoring als Basis einer Berichterstattung für das Ressort Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft,
Umwelt und ländliche Räume (MELUR) Schleswig-Holstein

Von: Dr. Petra van R uth (UBA KomPass)

Mitarbeit: Dr. Sonja Otto

11. Mai 2014

1 Hintergrund

Die Aktivitäten zur Anpassung an den nicht mehr vermeidbaren Klimawandel nehmen in den letzten Jahren deutlich zu: Dies gilt sowohl für die EU-Ebene als auch national und auf Ebene der Bundesländer. Um auf nicht mehr vermeidbare Wirkungen des Klimawandels vorbereitet zu sein, haben sich auch die Bundesländer im Prozess vorangeschritten Anpassungsstrategien für ihre Zuständigkeitsbereiche zu entwickeln. Die EU Kommission hat im April 2013 die europäische Anpassungsstrategie vorgelegt.

Zur Weiterentwicklung politischer Strategien wie Anpassungsstrategien und/oder Maßnahmenplänen spielt deren Monitoring und spätere Evaluation eine zentrale Rolle. Hierbei geht es darum, die Wirkungen von Klimaänderungen und Klimafolgen sowie Strategien und Maßnahmen kontinuierlich zu beobachten und für die Steuerung weiterer politischer Schritte zu verwenden. Insbesondere bei politisch verankerten Dokumenten (Anpassungsstrategien, Maßnahmenpläne) ist das Monitoring und die Evaluation für die Steuerung und Weiterentwicklung dieser Strategien bzw. Maßnahmen wichtig. Hierbei geht es darum, die Wirkungen von Klimaänderungen und Klimafolgen sowie Strategien und Maßnahmen begleitend zu beobachten und für die weitere Entwicklung des politischen Prozesses als Entscheidungsgrundlagen zu nutzen. Die Aussagekraft des Monitoringsystems ist davon abhängig, einen Satz aussagefähiger Indikatoren zu entwickeln, anhand derer Klimafolgen dargestellt werden können und die es ermöglichen, politische Strategien und ergriffene Maßnahmen in Hinblick auf ihren Erfolg oder Misserfolg zu beurteilen.

Im Rahmen des ersten Gutachtens vom 30.04.2011 wurden für das Land Schleswig-Holstein die Ergebnisse bereits vorhandener (Klimafolgen-)Monitoring-Aktivitäten auf europäischer, nationaler sowie auf Ebene der Bundesländer ausgewertet und Anforderungen für ein Klimafolgen- und Klimaanpassungsmonitoring (KIAM) in Schleswig-Holstein abgeleitet und eine Übersicht zu Mess- und Monitoringprogrammen und Hinweise auf Datenbestände erstellt, die für ein KIAM in Schleswig-Holstein Verwendung finden können. Für die Entwicklung eines konsistenten Indikatorensystems, das die wesentlichen Wirkungen des Klimawandels für das Land Schleswig-Holstein als Küstenland abbildet ist auch die Darstellung von Veränderungen in der marinen Biodiversität und mariner Ökosysteme und andere mit der Situation als Küstenland verbundene Fragestellungen wichtig, wie z.B. die Salzwasserintrusionen in küstennahe Aquifere, die sich aus einer Erhöhung des Meeresspiegels ergeben können.

2. Fortführung und aktualisierende Auswertung vorhandener Konzepte und Arbeitsansätze zu Indikatorensystemen im Bereich Klimawandel (EU, Bund, Bundesländer)

An der Entwicklung von Monitoring- und Indikatorensystemen wurde seit 2011 auf EU- und nationaler Ebene und auf Ebene der Bundesländer weiter gearbeitet. In diesem Kapitel wird die Übersicht der bisher entwickelten und in der wissenschaftlichen sowie politischen Diskussion befindlichen Indikatoren zusammengestellt und aktualisiert (siehe auch Anhang Tabelle 1).

2.1 Europäische Union

Im April 2013 hat die EU-Kommission die **europäische Anpassungsstrategie** verabschiedet¹. Bislang liegen von der Europäischen Umweltagentur zwei Berichte vor, die sich mit den Themen Klimawandel und Anpassung beschäftigen. Für die Entwicklung von Indikatorensystemen für Klimafolgen- und Klimaanpassungsmonitoring wird auch von der EEA (European Environment Agency) der DPSIR-Ansatz² verwendet, um Impact- und Response-Indikatoren abzuleiten. Im 2008 erschienenen Bericht „Impacts of Europe’s changing climate - 2008 indicator based assessment“, den die Europäische Umweltagentur (EEA) gemeinsam mit dem Europäischen Themenzentrum für Luft und Klimawandel (ETC/ACC), dem Joint Research Centre (JRC) der Europäischen Kommission, Ispra und dem Regionalbüro für Europa der WHO/ROE erstellt hat³, wurde damit begonnen, schrittweise die Datenbasis für die Anpassung an den Klimawandel in Europa zu verbessern und Indikatoren zum Thema zu entwickeln. Der EEA Report stellt beobachtete und projizierte Folgen des Klimawandels in Europa mit dem Ziel dar, Handlungsfelder und Sektoren mit hohen Vulnerabilitäten und der Notwendigkeit von Anpassungsmaßnahmen zu identifizieren. Er enthält Indikatoren in 8 Handlungsfeldern: Atmosphäre und Klima, Kryosphäre (Gletscher, Schnee und Eis), Marine Biodiversität und Ökosysteme, terrestrische Systeme und Biodiversität, Land- und Forstwirtschaft, Boden, Wasser Quantität (inklusive Überschwemmung und Trockenheit), Wasserqualität (inklusive S wasser kologie/Limnologie) sowie Menschliche Gesundheit.

Bei den verwendeten Indikatoren handelt sich ausschließlich um Impact-Indikatoren, die Wirkungen des Klimawandels in den Umweltkompartimenten und im Handlungsfeld Menschliche Gesundheit abbilden.

In die Auswahl der Indikatoren flossen folgende Kriterien ein:

- Messbarkeit
- direkter Bezug zum Klimawandel
- Politikrelevanz

¹ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2013:0216:FIN:DE:PDF>

² Abkürzung für **D**iving forces, **P**ressures, **S**tates, **I**mpacts and **R**esponses; http://root-devel.ew.eea.europa.eu/ia2dec/knowledge_base/Frameworks/doc101182

³ <http://www.eea.europa.eu/pressroom/newsreleases/europe-needs-to-intensify-actions-to-adapt-to-climate-change-impacts>

- Verfügbarkeit von Zeitreihen (in den meisten Fällen mindestens 20 Jahre)
- Verfügbarkeit von Daten, die einen Großteil bzw. die Gesamtheit der Fläche von Europa abdecken
- gute Verfandlichkeit für ein breites Publikum

Es wurden Indikatoren ausgeschlossen, für die nicht ausreichend Daten zur Verfügung standen. Diese können ggfs. in das Set aufgenommen werden, wenn sich die Datenlage verbessert hat. Dieses Konzept wurde für die Fortschreibung im Jahr 2012 weiter geführt. Ende 2012 ist eine Fortschreibung des EEA reports No12/12 „Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012, An indicator-based report“ erschienen. Die Indikatoren, die für das Assessment 2008 ausgewählt und entwickelt wurden, wurden im Bericht von 2012 weitgehend fortgeschrieben. Die verwendeten 40 Indikatoren werden auch auf Climate-adapt <http://climate-adapt.eea.europa.eu> dargestellt.

Einige Indikatoren wurden neu aufgenommen, andere nicht weitergeführt. Eine Übersicht dazu enthält Anhang 2. Für Schleswig-Holstein relevant können 4 neu aufgenommene Indikatoren im Bereich Meeres okosysteme, Ozeane, Küsten sein. Dargestellt werden die Verfanderungen von Fischbeständen aufgrund von steigenden Wassertemperaturen, die Verfanderungen der Meeresspiegelh ohen, Sturmereignisse an Küsten und K ustenerosion.

Bei den bisherigen Indikatorensystemen sind Impact-Indikatoren, mit denen die Folgen des Klimawandels abgebildet werden können, bereits weiter entwickelt als Konzepte für Response-Indikatoren. Ursache hierfür ist neben der fachwissenschaftlich schwierigeren Konkretisierung geeigneter Response-Indikatoren auch der Umstand, dass mit der Erarbeitung und Abstimmung von Anpassungsstrategien auf allen politischen Ebenen erst begonnen wurde.

Die EU KOM plant die Entwicklung der Anpassungspolitiken in den Mitgliedsstaaten (MS) anhand von zwei Assessments in den Jahren 2013 und 2017 zu evaluieren. Der Vergleich der Ergebnisse der beiden Assessments soll es im Jahre 2017 möglich machen, den Fortschritt in den Anpassungspolitiken der Mitgliedsstaaten zu beurteilen. Anders als im an Fragestellungen des Monitorings von Klimawirkungen ausgerichteten Berichten der EEA zu Klimafolgen, geht es bei dem in der Diskussion befindlichen Scoreboard darum die Politikprozesse in den Mitgliedsstaaten zu evaluieren. Der erste Entwurf des Scoreboards, das bei der ersten Sitzung der neu gegründeten WG6 Adaptation des ClimateChangeComittee (CCC) Ende März 2014 diskutiert wurde, fragt nach dem Status verschiedener Entwicklungsphasen von Anpassungspolitiken. Der Fokus des vorgeschlagenen Scoreboards richtet sich auf die Bewertung der nationalen Prozesse hin zu einer umfassenden Anpassungsstrategie. Die Effektivität von Anpassungspolitik und Anpassungsmaßnahmen stehen nicht im Mittelpunkt. Als Grundlage für die Bewertung wird der Adaptation Policy Cycle herangezogen, der auch in Deutschland die Grundlage für die Planung des Anpassungsprozesses ist. Ziele des Scoreboards sind zum einen für jeden der identifizierten Schritte des „Adaptation Policy Cycle“ den Fortschritt im politischen Prozess dokumentierbar zu machen, den die MS in Bezug auf stattfindenden und projizierten Klimawandel machen und zum zweiten die Vergleiche zwischen den Mitgliedsstaaten zu erleichtern. Das Erhebungsinstrument wurde nach 5 Schritten im „Adaptation policy process“ strukturiert, 1. Vorbereitung des Anpassungsprozesses, 2. Erfassung von Risiken und Vulnerabilitäten, 3. Identifizierung von Anpassungsoptionen, 4. Implementierung

von Anpassungsmaßnahmen, 5. Monitoring und Evaluation. Für jeden der 5 Schritte wurden insgesamt 13 wichtige Felder der Anpassungsaktivitten festgelegt, die weiter untergliedert werden in 35 Unterkategorien. Im ersten Schritt wird bewertet, ob eine Anpassungsstrategie und Aktionspläne entwickelt worden sind. Das Scoreboard bewertet in einem zweiten Schritt auf einer Skala von 1 -5 jede „Area of performance“. Dahinter liegen qualitative Einschätzungen aus den zur Verfügung stehenden Informationen. Das Scoreboard befindet sich derzeit noch in der Entwicklung.

2.2 Bund

Auf Bundesebene wurde mit der DAS und dem APA von 2011 der Auftrag zur Entwicklung eines Indikatorensets zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel gegeben. Das System wurde unter Federführung des BMUB / UBA entwickelt, um Klimawirkungen und Anpassung in den Handlungsfeldern der DAS mittels Indikatoren zu beschreiben und entsprechende Trends aufzuzeigen. Der auf den Indikatoren beruhende Monitoringbericht wird Informationen über bereits beobachtete Folgen des Klimawandels und bereits begonnene Anpassungsmaßnahmen mittels Impact- und Responseindikatoren liefern. Es ist vorgesehen, dass der erste Monitoringbericht im Jahr 2015 erscheint und in Zukunft regelmäßig (etwa alle vier Jahre) auf der Basis von Datensätzen die im Indikatorenset explizit dargestellt sind und deren zukünftige Erhebung ebenfalls gesichert ist, aktualisiert wird. Ziel des thematisch breit angelegten Monitoringberichts ist es, die interessierte Öffentlichkeit und Entscheidungsträger regelmäßig über bereits beobachtete und gemessene Folgen des Klimawandels und begonnene Anpassungsmaßnahmen zu informieren. Dabei wird die thematische Breite der DAS widerspiegelt und die in der DAS als relevant eingeschätzten Themen abgebildet. Grundlage sind Indikatoren, die auf gemessenen Datenreihen beruhen. Um den aktuellen Wissensstand zu berücksichtigen und die richtigen thematischen Schwerpunkte zu setzen, wurden bei der Entwicklung der Indikatoren Experten aus Bundes- und Landesbehörden, Verbänden und wissenschaftlichen Institutionen in den Entwicklungsprozess eingebunden. Die Indikatoren fassen Entwicklungen auf Bundesebene zusammen.

Der Indikatorenbericht zur DAS hat in der ersten Fassung vor allem informatorischen Charakter. Für die spätere Weiterentwicklung stellen die Werte des ersten Monitoringberichts Referenzpunkte dar, auf denen künftig Bezug genommen werden kann um die beobachtbaren Entwicklungen rückblickend zu beurteilen. In der Zukunft kann die Fortschreibung des Indikatorenberichts auf diese Weise als Grundlage der Evaluation des Anpassungsprozesses an den Klimawandel auf Bundesebene dienen.

Konkret geben die Indikatoren für ein Monitoring im Rahmen der DAS

- einen Überblick über ökologische, ökonomische und gesellschaftliche Folgen des Klimawandels in Deutschland;
- die Indikatoren skizzieren, ob und wie sich Rahmenbedingungen für gesellschaftliche Aktivitäten durch klimatische Veränderungen verändern und wo daher die Notwendigkeit von Veränderungen zur Anpassung an den Klimawandel besteht;
- sie stellendar, welche Aktivitäten und Entwicklungen es heute schon gibt, die eine Anpassung an den Klimawandel unterstützen. Der Begriff von Anpassung wird weit gefasst: Es werden auch Maßnahmen dargestellt, die nicht explizit im Kontext der Anpassung an den Klimawandel entwickelt und umgesetzt wurden. Kriterium für die

- Auswahl von Maßnahmen ist die Einschätzung von Experten aus den jeweiligen Handlungsfeldern, dass diese Maßnahmen Anpassung an den Klimawandel unterstützen;
- für Deutschland wird anhand von gemessenen Daten dargestellt, wie sich relevante Sachverhalte in der Vergangenheit entwickelt haben und gegenwärtig entwickeln. Die Darstellung von Szenarien oder Projektionen ist nicht Ziel des Indikatorensystems, diese erfolgt im Rahmen der Vulnerabilit tsanalyse.

Eine wesentliche Voraussetzung für die Formulierung der Indikatoren für das Monitoring war es, Datensätze zu verwenden, deren zukünftige Erhebung gesichert ist. Es wurde eine Vielzahl von Indikationsideen geprüft, die sich z.Z. aufgrund fehlender Datenverfügbarkeit nur zum Teil umsetzen lassen. Die vorgeschlagene Auswahl an Indikatoren berücksichtigt auch die Datenverfügbarkeit. Daher können derzeit nicht alle wichtigen Themenfelder in ihrer ganzen Bandbreite und Komplexität repräsentiert werden. Um einige wesentliche Themenfelder im Bericht verankern zu können, werden auch Fallstudien-Indikatoren genutzt. Diese machen relevante Entwicklungen anhand beispielhafter Daten deutlich, die nur für begrenzte Räume vorliegen. Sie wurden dann vorgeschlagen, wenn die grundsätzliche Perspektive für eine bundesweite Darstellung besteht.

Aufgrund komplexer Ursache-Wirkungsbeziehungen in ökologischen, ökonomischen und sozialen Systemen lässt sich das Ausmaß, in dem der Klimawandel für beobachtbare Veränderungen in den einzelnen DAS-Handlungsfeldern verantwortlich ist, bisher nur in wenigen F llen konkret quantifizieren. Für viele Impact-Indikatoren lässt sich derzeit aus den vorliegenden Daten kein eindeutiger Trend beschreiben, da die Datenreihen noch zu kurz sind. Für die Aufnahme in das Indikatorensatz für das Monitoring zur DAS wird es als ausreichend angesehen, dass für die Zukunft entsprechende Veränderungen erwartet werden. Eine kritische Bewertung und ggf. Anpassung der Auswahl der Indikatorwerte ist in den nächsten Jahren erforderlich.

Im Falle einiger Indikatoren lassen sich die „direkten“ Auswirkungen der Klimaveränderung nicht klar von den Effekten ergriffener Anpassungsmaßnahmen trennen. Die Indikatoren bedürfen dann einer differenzierten Interpretation, die Klimawirkungen und Ma nahmeneffekte gleichzeitig in den Blick nimmt.

Mit der Entwicklung eines Indikatorensystems zur DAS wurde unmittelbar nach der Verabschiedung der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel begonnen. Es wurden in einem aufwändigen Arbeitsprozess, an dem mehr als 400 Personen und die relevanten Bund- und L ndereinrichtungen beteiligt waren, fachlich abgestimmte Impact- und Response-Indikatoren entwickelt, die die Thematiken der DAS aufgreifen und mit Indikatoren abbilden, die auf vorhandenen Daten beruhen. Es werden Anpassungsmassnahmen dargestellt, die den Anpassungsprozess an den Klimawandel in Deutschland unterstützen, häufig aber nicht explizit in im Rahmen des DAS Prozesses begonnen wurden. Die Indikatoren beziehen sich auf die DAS, die ressortübergreifende IMA Anpassung wird das fachlich und politisch abgestimmte Indikatorensatz voraussichtlich im Juni 2014 verabschieden.

Das DAS-Indikatorensatz umfasst mit Stand Mai 2014 insgesamt 98 handlungsfeldbezogene Einzelindikatoren. 15 davon sind als Fallstudien, 8 als Proxy-Indikatoren und 2 als Fallstudie und gleichzeitig Proxy-Indikator eingestuft. Fallstudien zeigen anhand konkreter räumlich

begrenzter Datensätze, welche Aussagen sich bei entsprechender Datenverfügbarkeit auch bundesweit generieren ließen. Sie stehen immer stellvertretend für generell mögliche oder konkret in Vorbereitung befindliche bundesweite Auswertungen und Darstellungen.

Die Kategorie der Proxy-Indikatoren wurde mit dem Ziel eingeführt, Indikatoren speziell zu kennzeichnen, die einer konzeptionellen und/oder methodischen Weiterentwicklung bedürfen. Sie sind in der vorgeschlagenen Form lediglich eine Annäherung an den Indikationsgegenstand, da direktere Messungen oder Informationen nicht verfügbar sind (vgl. auch EEA⁴). Eine eindeutige Perspektive für eine bessere Datenverfügbarkeit oder für methodische Verbesserungsmöglichkeiten muss allerdings nicht obligatorisch bestehen. Im Monitoringbericht wird im Falle der Proxy-Indikator ein größeres Gewicht auf die Erläuterungen zum durch den Indikator repräsentierten Themenfeld und weniger auf die eigentliche Interpretation der Indikatorentwicklung gelegt.

Sowohl Fallstudien als auch Proxy-Indikatoren dienen wesentlich dem Ziel, die für wichtig erachteten Themenfelder mit quantitativen Daten im indikatorengestützten Monitoringbericht verankern zu können.

Die folgende Tabelle stellt die Indikatoren für die im Rahmen der Studie relevanten Handlungsfelder dar und gibt an, auf welchen Datengrundlagen die Indikatoren basieren.

Forstwirtschaft

	Indikatortitel	Datenquelle
FW-I-1	Baumartenzusammensetzung in Naturwaldreservaten (Fallstudie)	Daten der Länder aus Forschung und Monitoring in Naturwaldreservaten
FW-I-2	Gefährdete Fichtenbestände	BWI, Modellierung
FW-I-3	Holzzuwachs	Bundeswaldinventur (BWI)
FW-I-4	Schadholz – Umfang zufälliger Nutzungen	Statistisches Bundesamt
FW-I-5	Schadholzaufkommen durch Buchdrucker (Fallstudie)	Fallstudie in Zeitschrift AFZ Der Wald
FW-I-6	Waldbrandgefährdung und Waldbrand	Bundesanstalt f Landwirtschaft u Ernährung (BLE), Deutscher Wetterdienst (DWD)
FW-I-7	Waldzustand	Waldzustandserhebung BMELV
FW-R-1	Mischbestände	Bundeswaldinventur (BWI)
FW-R-2	Förderung des Waldumbaus	GAK-Berichterstattung BMELV, Selbstauskünfte Länder, Kosten-/Leistungsrechnung Bundesforst
FW-R-3	Umbau gefährdeter Fichtenbestände	BWI, Modellierung

⁴ EEA Glossary: Proxy data: data used to study a situation, phenomenon or condition for which no direct information - such as instrumental measurements - is available. [definition source: Kemp, David D. 1998. The environment dictionary. Routledge. London.] http://glossary.eea.europa.eu/terminology/concept_html?term=proxy%20indicator

FW-R-4	Erhaltung forstgenetischer Ressourcen	Generhaltungsobjekte GENRES, Nat. Inventar Forstgenetischer Ressourcen
FW-R-5	Humusversorgung und Wasserrückhaltung forstwirtschaftlicher Böden	Waldzustandserhebung BZE
FW-R-6	Forstliche Information zum Thema Anpassung (Proxy)	Zeitschriften "AFZ Der Wald" und "Forst und Holz"

Boden

	Indikatortitel	Datenquelle
BO-I-1	Bodenwasservorrat in landwirtschaftlich genutzten Böden	Deutscher Klimaatlas – Landwirtschaft
BO-I-2	Regenerosit�t (Fallstudie)	Klimafolgenmonitoring NRW
BO-R-1	Humusversorgung von Ackerböden (Fallstudie)	Fallstudie Boden-Dauerbeobachtungs-flächen, Bayerische Landesanstalt f Landwirtschaft (LfL)
BO-R-2	Dauergrünlandfläche	Statistisches Bundesamt
BO-R-3	Fläche organischer Böden (Proxy)	nationale Berichterstattung unter UNFCCC

Landwirtschaft

	Indikatortitel	Datenquelle
LW-I-1	Verschiebung agrarph�nologischer Phasen	Deutscher Wetterdienst (DWD), Ph�nologisches Beobachtungsnetz
LW-I-2	Ertragsschwankungen	BMELV: Ernte- und Betriebsberichterstattung (EBE)
LW-I-3	Qualität von Ernteprodukten	Daten des Deutschen Weinbauverbands e.V., Statistisches Bundesamt
LW-I-4	Hagelschäden in der Landwirtschaft	Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V
LW-I-5	Schaderregerbefall (Fallstudie, Proxy)	JKI, ISIP Informationssystem integrierte Pflanzenproduktion, Fallstudie für Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt,
LW-R-1	Anpassung von Bewirtschaftungsrythmen	Deutscher Wetterdienst (DWD), Ph�nologisches Beobachtungsnetz
LW-R-2	Anbau und Vermehrung wärmeliebender Ackerkulturen	Statistisches Bundesamt, Bundessortenamt
LW-R-3	Maissorten nach Reifegruppen	Bundessortenamt
LW-R-4	Anpassung des Sortenspektrums	Deutscher Klimaatlas, Statistisches Bundesamt
LW-R-5	Pflanzenschutzmittel-Anwendung	Bundesamts für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL), Julius Kühn-Institut (JKI)
LW-R-6	Landwirtschaftliche Beregnung	Koordinierungsstelle für Bewässerung in Deutschland

Wasser

	Indikatortitel	Datenquelle
WW-I-1	Mengenm�aiger Grundwasserzustand	European Environment Agency (EEA)
WW-I-2	Mittlerer Abfluss	BfG (Bundesmessstellen)
WW-I-3	Hochwasserabfluss	BfG (Bundesmessstellen)
WW-I-4	Niedrigwasserabfluss	BfG (Bundesmessstellen)
WW-I-5	Wassertemperatur stehender Gewässer (Fallstudie)	Bayerisches Landesamt für Umwelt, Leibnitz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB), Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz (LUBW), Baden-Württemberg Institut für Seenforschung (ISF)
WW-I-6	Dauer der Stagnationsperiode in stehenden Gewässern (Fallstudie)	Gewässerüberwachung der Länder
WW-I-7	Eintreten der Fr�hjahrsalgenbl�te in stehenden Gewässern (Fallstudie)	Bayerisches Landesamt für Umwelt, Leibnitz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB)
WW-I-8	Meeresspiegel	Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)
WW-I-9	Intensität von Sturmfluten	Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)
WW-I-10	Wassertemperatur des Meeres	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
WW-R-1	Wassernutzungsindex	Statistisches Bundesamt
WW-R-2	Gewässerstruktur	L�nderinitiative Kernindikatoren (LIKI)
WW-R-3	Investitionen in den Küstenschutz	Berichterstattung über den Vollzug der Gemeinschaftsaufgabe Küstenschutz (GAK)

Fischerei

	Indikatortitel	Datenquelle
FI-I-1	Verbreitung warmadaptierter mariner Arten	Thünen-Institut für Seefischerei
FI-I-2	Vorkommen wärmeliebender Arten in Binnengewässern (Fallstudie)	Fischereiforschungsstelle Baden-Württemberg, LAZBW

Biodiversität

	Indikatortitel	Datenquelle
BD-I-1	Phänologische Veränderungen bei Wildpflanzenarten	DWD; Phänologische Beobachtungsdaten und Klimadaten
BD-I-2	Temperaturindex der Vogelartengemeinschaft	Bestandsindizes Brutvogelmonitoring aus dem Monitoring häufiger Vogelarten (1990-2010) und dem Monitoring häufiger Brutvögel Dachverband Deutscher Avifaunisten e. V.
BD-I-3	Rückgewinnung natürlicher Überflutungsflächen	BfN

BD-R-1	Berücksichtigung des Klimawandels in Landschaftsprogrammen und Landschaftsrahmenpl�nen	Planwerke auf der Ebene der Bundesländer, Regionen bzw. Landkreise oder Regierungsbezirke
BD-R-2	Gebietsschutz	BfN

2.3 Bundesländer

In einer Reihe von **Bundesländern** wurde mit konzeptionellen Arbeiten für die Entwicklung eines auf die Situation im jeweiligen Bundesland bezogenen Indikatorensystems begonnen. In Nordrhein-Westfalen wurde 2013 ein Indikatorensystem mit 14 Klimafolgen-Indikatoren eingef hrt⁵, der Klimafolgenmonitor in Sachsen enthält 23 Indikatoren⁶.

In **Nordrhein-Westfalen** wurde 2011 ein Klimaschutzgesetz verabschiedet, auf dessen Grundlage mit breiter Öffentlichkeitsbeteiligung ein Klimaschutzplan erarbeitet wird, der auch einen Teil Anpassung enthält. Seit Juli 2011 stellt das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV) mit dem digitalen Klimaatlas Informationen zur Klimaentwicklung in NRW online unter www.klimaatlas.nrw.de zur Verfügung. Zudem wird ein Klimafolgenmonitoring mit 14 Indikatoren betrieben, die für 6 Umweltbereiche Folgen veränderter klimatischer Bedingungen in NRW⁷ zeigen.

In **Sachsen** wurde 2012 im Rahmen des Energie- und Klimaprogramms 2012 auch Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel beschlossen. Das Land hat 2010 begonnen ein Klimafolgenmonitoring aufzubauen. Nach SOMMER (2010) erfolgte die Entwicklung der Indikatoren für ein Klimafolgenmonitoring in Sachsen nach folgenden Arbeitsschritten: Die Indikatoren wurden für die Handlungsfelder: Natur und Landschaft, Wasserhaushalt und Wasserversorgung, Bodenschutz, Landwirtschaft, Wald- und Forstwirtschaft entwickelt. Es wurden folgende Anforderungen an geeignete Indikatoren gestellt:

- Klimarelevanz: Welchen Stellenwert hat der Einflussfaktor Klimawandel aktuell und zukünftig?
- Datenverfügbarkeit: Wie gut ist die Datenbasis für eine landesweite und/oder dauerhafte Darstellung des Indikators?
- Messnetz: Welche Datenbasis / welches Messnetz existiert für das Monitoring?
- Datenakteure: Existieren Zuständigkeiten für die Erhebung und Verarbeitung der Daten?
- Praktikabilität: Wie hoch ist der Erhebungsaufwand für den Indikator?
- Kernindikator: Ist der Indikator als Kernindikator geeignet?

Nachdem ein Set an Kern-IMPACT-Indikatoren festgelegt worden sind, die

- einen geringen bis sehr geringen Erhebungsaufwand

⁵ <http://www.lanuv.nrw.de/kfm-indikatoren/>

⁶ <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/klima/28944.htm>

⁷ <http://www.lanuv.nrw.de/kfm-indikatoren/>

- eine zeitlich und räumlich repräsentative Datenverfügbarkeit und
- eine ausreichende bis hohe fachliche Aussagekraft

aufweisen, werden im nächsten Schritt Kennbl tter in Anlehnung der in der L nderinitiative Kernindikatoren (LIKI) verwendeten Kennbl tter erstellt, die folgende Informationen beinhalten

- Definition und Berechnungsvorschriften
- Datenreihen (ggf. inkl. Grafiken) und Sachstand
- Bewertung der Entwicklung
- Hinweise (Ansprechpartner, Lücken), Klärungsbedarf und notwendige Weiterentwicklungen
- Darstellung der Klimasensitivität (Klimaelemente, Treiber des Indikators, Signalverstärkungen /-abschw chungen, Reaktionen des Indikators, räumliche Differenzierung, ...)

Anschließend wurden die Indikatoren hinsichtlich Erhebungsaufwand und technisch–organisatorische Umsetzbarkeit geprüft. Im ersten Schritt wurden 23 Indikatoren zu Klimafolgen für die Handlungsfelder Biodiversität, Land- und Forstwirtschaft, Wasserhaushalt/-wirtschaft und Boden entwickelt. Es ist vorgesehen, dass diese durch Indikatoren aus dem Nicht-Umweltbereich und zu Anpassungsmaßnahmen ergänzt werden.

Brandenburg hat einen Maßnahmenkatalog zum Klimaschutz und zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels bereits im Jahr 2008 ver ffentlicht⁸. In Forschungsvorhaben wurden Bodenindikatoren⁹ entwickelt, die spezifische Brandenburgische Gegebenheiten widerspiegeln und die spezifische Vulnerabilität der brandenburgischen Böden zu untersuchen und darzustellen. Als wichtigste Ursache für eine hohe Vulnerabilität Brandenburgs wird die bereits heute in vielen Teilregionen schon negative klimatische Wasserbilanz benannt. Unabhängig vom Nutzungstyp ist der brandenburgische Bodenwasserhaushalt hoch vulnerabel, da in Brandenburg großflächig Böden mit geringen Wasserspeicherkapazit ten auftreten, die zur Austrocknung neigen. Die Ableitung der Indikatorenvorschl ge erfolgte für Agrarökosysteme.

Die Indikatoren der Klimafolgenmonitoringsysteme von NRW, Sachsen und Brandenburg sind in der Tabelle 1 im Anhang in der Zusammenstellung der Klimaindikatoren dargestellt. In anderen Bundesländern wurden Arbeiten zur Entwicklung von Indikatoren aufgenommen. Der aktuelle Stand wird im Folgenden dargestellt.

In **Baden-Württemberg** wurde die Entwicklung einer Anpassungsstrategie im Klimaschutzgesetz verankert, das vom Landtag im Juli 2013 verabschiedet wurde¹⁰. Zur Vorbereitung der

⁸ <http://www.mugv.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.292696.de>

⁹ <http://www.lugv.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.301506.de>

¹⁰ <https://www.baden-wuerttemberg.de/de/bw-gestalten/nachhaltiges-baden-wuerttemberg/energie/klimaschutzgesetz/>

Anpassungsstrategie wurden für die verschiedenen Handlungsfelder in enger Zusammenarbeit mit den betroffenen Ressorts Fachgutachten erarbeitet. Diese werden derzeit zur Anpassungsstrategie Baden-Württemberg zusammengeführt. Dazu ist ein Beteiligungsverfahren vorgesehen. Die Anpassungsstrategie soll Ende 2014 ins Kabinett eingebracht werden. In Anlehnung an die Deutsche Anpassungsstrategie (DAS) sollen die Handlungsfelder Wasserhaushalt, Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Naturschutz und Biodiversität, Boden, Gesundheit, Wirtschaft, Energiewirtschaft, Tourismus, Katastrophenschutz sowie Raum- und Stadtplanung näher untersucht werden. Mit der Entwicklung eines Monitoringsystems wird derzeit parallel dazu begonnen.

In **Bayern** wurde im September 2009 die Bayerische Klima-Anpassungsstrategie¹¹ vorgestellt, in der Handlungsmöglichkeiten als auch konkrete Maßnahmen vorgestellt werden, mit denen auf die Folgen des Klimawandels zum Schutz von Mensch und Umwelt reagiert werden kann. Wesentliches Ziel der Strategie ist es, Akteure zu ermutigen sich selbstständig für die Bewältigung der Herausforderungen des Klimawandels zu engagieren. Im März 2013 erschien der Bericht „Klimaschutz Bayern 2020“, indem im Kapitel Anpassung für die Handlungsfelder Wasserwirtschaft, Land- und Forstwirtschaft, Naturschutz, Alpen, Bodenschutz und Georisiken, Industrie und Handel sowie Gesundheit durchgeführte und geplante Maßnahmen dargestellt werden.

In **Berlin** berichtete die Senatsverwaltung für Gesundheit Umwelt und Verbraucherschutz zum ersten Mal im Jahr 2009 über Auswirkungen und Anpassung an den Klimawandel¹². Im Jahr 2014 soll ein Klimawendegesetz erarbeitet werden.

Auf der Grundlage von Klimaprojektionen erarbeitete der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr Ansätze und Strategien zur Anpassung an den Klimawandel im Land **Bremen**¹³ und stellte dieses im Januar 2013 der Deputation für Umwelt, Bau, Verkehr, Stadtentwicklung und Energie vor.

Hamburg hat im Juli 2013 den ersten Aktionsplan Anpassung an den Klimawandel im Senat verabschiedet und in die Bürgerschaft eingebracht. Eine Fortschreibung soll gemeinsam mit dem gleichfalls verabschiedeten Masterplan Klimaschutz voraussichtlich 2015 erfolgen. Dann soll auch eine Anpassungsstrategie für Hamburg entwickelt werden. Derzeit wird in der Hansestadt Hamburg ein Klimafolgenmonitoring aufgebaut, für das State-, Impact- und Response-Indikatoren entwickelt werden. Die State-Indikatoren sollen sich mit der Beschreibung von klimatischen Größen beschäftigen und werden vom DWD für die norddeutschen Länder bereit gestellt. Für die Impact- und Response-Indikatoren soll die Übertragbarkeit der DAS Indikatoren geprüft werden. Es ist vorgesehen, dass ca. 10 – 15 Impact-Indikatoren ausgearbeitet werden sollen.

¹¹ „Bayerische Klima-Anpassungsstrategie (BayKLAS)“

¹²

http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/klimaschutz/klimawandel/download/klimawandel_bericht.pdf

¹³ Strategien und Ansätze zur Anpassung an den Klimawandel im Land Bremen

In **Hessen** wurde im Oktober 2012 die hessische Anpassungsstrategie ver ffentlicht¹⁴. Darin werden die zu erwartenden Veränderungen des Klimas für Hessen dargestellt, Risiken durch den Klimawandel identifiziert sowie strategische Empfehlungen zur Minimierung dieser Risiken dargestellt. Die Strategie stellt Empfindlichkeiten und Risiken für zwölf Handlungsfelder sowie vier Querschnittsthemen dar, die auf die wissenschaftlichen Veröffentlichungen des Weltklimarates und speziell für Hessen errechnete Klimadaten gestützt wurden. Derzeit wird ein Hessischer Aktionsplan zur Anpassung an den Klimawandel erstellt, in dem Maßnahmen zur Minderung der Auswirkungen des Klimawandels benannt werden. In Hessen wurde ein Indikatorensystem entwickelt, das sich derzeit in der politischen Abstimmung befindet. Hierfür wurden die Indikatorenvorschl ge zur DAS, wie sie in die 4 Tranchen der politischen Abstimmung der DAS Indikatoren zwischen August 2012 und Februar 2014 gegeben wurden, auf ihre Umsetzbarkeit in Hessen geprüft. Im Ergebnis wurden Indikatoren auf das Land Hessen übertragen. Es liegen aber keine Informationen dazu vor, wie das Indikatorensystem ausgestaltet ist, da es sich noch in der politischen Abstimmung befindet.

Die Landesregierung **Mecklenburg-Vorpommern** hat im Jahr 1997 das erste Klimaschutzkonzept veröffentlicht, dessen dritte Fortschreibung unter der Bezeichnung Aktionsplan Klimaschutz die Aktivitäten der Landesregierung darstellt¹⁵. Enthalten sind 55 Aktionen, die direkt und indirekt zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen im Land beitragen sollen. Zudem sollen Projekte auf regionaler, kommunaler und privatwirtschaftlicher Ebene ange-regt werden. Seit 2010 gibt es ein Maßnahmenkonzept zur Anpassung der Wälder Mecklenburg-Vorpommerns an den Klimawandel¹⁶.

In **Niedersachsen** wurde im Januar 2013 die Klimapolitische Umsetzungsstrategie Niedersachsen¹⁷ von der Landesregierung beschlossen. Die Strategie baut auf Empfehlungen einer Kommission auf, die 2008 als Regierungskommission Klimaschutz mit 42 Mitgliedern verschiedenster gesellschaftlicher Gruppierungen berufen wurde¹⁸. Der Auftrag der Kommission lautete die Erarbeitung umfassender Strategien sowohl für den Klimaschutz als für die Klimaanpassung. Im Juni 2013 wurde im Rahmen der „Klimapolitischen Umsetzungsstrategie“ ein Interministerieller Arbeitskreis eingerichtet, dessen Aufgabe ist, die Umsetzung der in einem breiten Beteiligungsprozess entwickelten Ma nahmeoptionen zu Klimaschutz und Klimaanpassung, zu koordinieren und zu begleiten. In Niedersachsen wird auf Basis von kriterien-gestützter Ma nahmebl tter ein Umsetzungsmonitoring entwickelt.

¹⁴ <https://umweltministerium.hessen.de/energie-klima/hessische-klimaschutzpolitik>

¹⁵ http://www.klimaschutzaktionen-mv.de/cms2/APKS_prod/APKS/index.jsp

¹⁶ http://www.regierung-mv.de/cms2/Regierungsportal_prod/Regierungsportal/de/lm/_Service/Publikationen/?&publikid=2890

¹⁷ <http://www.umwelt.niedersachsen.de/klimaschutz/aktuelles/113102.html>

¹⁸ <http://www.umwelt.niedersachsen.de/klimaschutz/regierungskommission/>

Ein erster Klimawandelbericht wurde in **Rheinland-Pfalz** 2013 veröffentlicht. Er stellt Grundlagen und Empfehlungen für Naturschutz und Biodiversität, Boden, Wasser, Landwirtschaft, Weinbau und Wald bereit¹⁹. Es werden auch Daten zu verschiedenen Themen aufbereitet. So wird beispielsweise eine auf Grundlage der Beobachtungsdaten des DWD erstellte phänologische Uhr im Klimawandelbericht dargestellt, die zeigt, dass sich die Vegetationsperiode zwischen den betrachteten Zeiträumen bereits verlängert hat. Im KlimawandelInformationssystem <http://www.kwis-rlp.de/> werden Informationen für das Bundesland aufbereitet. Es werden klimatische Parameter dargestellt und Informationen zu den Themen Boden, Wasser, Wald, Landwirtschaft, Biodiversität und Gesundheit gegeben.

Im **Saarland** sieht das „Klimaschutzkonzept 2008 – 2013, Das Klima sch tzen – die Klimafolgen bewältigen“²⁰ die Entwicklung eines Monitorings vor, auf dessen Basis das vorliegende Konzept evaluiert werden soll.

In **Sachsen Anhalt** wurde im Jahr 2010 eine Strategie zur Anpassung an den Klimawandel sowie ein zugehöriger Aktionsplan entwickelt²¹, die nach einer umfassenden Behörden- und Verbands- bzw. Öffentlichkeitsbeteiligung fortgeschrieben und am 1.10.2013 vom Landeskabinett zur Kenntnis genommen worden.  ber den Fortschritt der Strategie soll dem Kabinett erneut in 4 Jahren berichtet werden. Für die Handlungsfelder der Strategie²² werden in der Fortschreibung mögliche Indikatoren und Monitoringsysteme dargestellt, die unter Berücksichtigung der DAS Indikatoren bei der nächsten Fortschreibung der Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Sachsen Anhalt berücksichtigt werden sollen.

In **Thüringen** wurde 2009 das Thüringer Klima- und Anpassungsprogramm²³ veröffentlicht. Im „Thüringer und Anpassungsprogramm“ (TMLFUN 2009) hat der Freistaat Thüringen den Prozess der Klimafolgenanpassung im Freistaat initiiert. Unter der fachlichen Begleitung der Thüringer Klimaagentur wurde 2013 das „Integrierte Maßnahmenprogramm zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels im Freistaat Thüringen (IMPAKT)“²⁴ (TMLFUN 2013) erstellt. In dem Dokument wird ein Konzept für ein Monitoring von Klimafolgen- und Klimaanpassungsmaßnahmen vorgestellt und 31 mögliche Indikatoren vorgestellt (vgl. S. 122 ff).

¹⁹<http://www.kwis-rlp.de/fileadmin/website/klimakompetenzzentrum/Klimawandelbericht/Klimawandelbericht.pdf>

²⁰ http://www.saarland.de/dokumente/ressort_umwelt/Klimaschutzkonzept.pdf

²¹ <http://www.mlu.sachsen-anhalt.de/stichworte-a-z/klimaschutz/klimawandel>

²² Menschliche Gesundheit, Wasser, Boden, Landwirtschaft und Agrarraumgestaltung, Ländlicher Raum, Weinbau, Forstwirtschaft, Fischerei, Naturschutz, Regionale Wirtschaft, Tourismus, Energiewirtschaft, Landes- und Regionalplanung, Bauwesen, Gebäudetechnik, Verkehr, Bevölkerungsschutz und Bildung

²³ <http://www.thueringen.de/th8/tmlfun/klima/anpassungsprogramm/>

²⁴ Integrierte Maßnahmenprogramm zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels im Freistaat Thüringen (IMPAKT)

2.4 Ableitung von Empfehlungen für ein KIAM in Schleswig-Holstein

Die Aktualisierung der Analyse der bislang in der Entwicklung befindlichen Klimawandel- und Klimaanpassung Monitoringprogramme auf EU-, Bundes- und Länder-Ebene bestätigt die grundlegenden Anforderungen, an denen sich das Land Schleswig-Holstein in der Entwicklung eines KIAM orientieren kann. Sowohl auf EU- als auch auf Bundes- und Länderebene wird das Ziel formuliert, für die Darstellung der Auswirkungen des Klimawandels und der Klimaanpassungspolitik ein aussagef ahiges Indikatorensystem zu entwickeln, das mit einem möglichst geringen zusätzlichen Aufwand erhoben werden kann. Es wird angestrebt auf bestehende Mess- und Monitoringsysteme zurückzugreifen und Anknüpfungspunkte an bestehende bzw. zu erwartende Berichterstattung zu berücksichtigen. In der EU wird auf die Nutzung des Indikators verzichtet, wenn die zur Verfügung stehenden Zeitreihen nicht mindestens 20 Jahre umfassen, auf die entsprechenden Indikatoren wird verzichtet, bis sich die Datenlage verbessert hat.

Im DAS-Indikatorensystem werden Lücken der Indikation mit Fallstudien und Proxy-Indikatoren überbrückt. Hiermit sollen als in der Entwicklung identifizierte wichtige Indikationsfelder adressiert und deutlich gemacht werden, dass hier künftig Entwicklungsbedarf besteht.

Für das DAS Indikatorensystem wurde für jedes Handlungsfeld ein Hintergrundpapier erstellt, das als wichtige Informationsgrundlage ein Teil der politischen Abstimmung war. In diesen Dokumenten ist die Entwicklungsarbeit dargestellt. Es werden auch Fehlstellen formuliert und die Gründe dargestellt, warum eine Ausarbeitung von Indikatoren nicht erfolgreich durchgeführt werden konnte.

Wesentliche Kriterien der bisher entwickelten Systeme sind auch die Akzeptanz des Systems durch Wissenschaft, Entscheidungsträger und umsetzende Fachbehörden, eine gute Verständlichkeit des Indikatorensystems für ein breites Publikum (Öffentlichkeit) und eine übersichtliche Gestaltung mit einer überschaubaren Anzahl von Indikatoren.

3. Prüfung und Weiterentwicklung der bereits vorgeschlagenen Indikatoren für ein Klimafolgen-Monitoring

In der Daten- und Konzeptanalyse für ein Klimafolgen-Monitoring wurden für den Bereich Gewässer vier Bereiche identifiziert, für die Nutzbarkeit der vorhandenen Mess- und Monitoringprogramme in Schleswig-Holstein gut erschien. Für das Vorhaben wurde eine Reihenfolge vereinbart, in der Indikatoren auf ihre Umsetzbarkeit in Schleswig-Holstein überprüft werden. Die Ergebnisse werden im nachfolgenden dargestellt.

3.1 Wassertemperaturen in Standgewässern

Die Wassertemperatur des Epilimnions von stehenden Gewässern wird schnell und direkt durch die Lufttemperatur beeinflusst. Die Wassertemperatur ist wiederum ein zentraler Parameter des physiko-chemischen sowie biologischen Gewässerzustands. Sie nimmt Einfluss auf die Dauer der Eisbedeckung, auf die Durchmischungs- bzw. Schichtungsverhältnisse, auf die Wasserchemie und auf die vorkommenden Arten und die Artenzusammensetzung. Insbesondere können klimawandelbedingt höhere Temperaturen im Fr hling das Algenwachstum sowie die Sauerstoffzehrung beschleunigen und zu einer verlängerten Schichtung von Seen führen. Die Gewässertemperatur wird nach WRRL als allgemeine physikalisch-chemischen Qualitätskomponente unterstützend für die Bewertung und Überwachung des Gewässerzustands herangezogen (s. a. Oberflächengewässerverordnung (OGewV), Anlage 3).

Die Wassertemperatur von Oberflächengewässern wird sowohl im EEA Report Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012 (S.123) für zwei ausgewählte Seen (Saimaa, Finnland und V rtsj rv, Estland) dargestellt. Im DAS Indikatorensystem ist mit dem Indikator WW-I 5 eine Abbildung der Entwicklung der Wassertemperaturen im Epilimnion für die Seen Waginger See, Bodensee, Stechlinsee, Starnberger See und Ammersee vorgesehen.

Der Indikator kann in sinnvoller Weise nur für repräsentative Seen dargestellt werden. Es wurde geprüft, für welche Seen monatliche Messungen der Oberflächentemperatur vorliegen. In Schleswig-Holstein stehen Datenreihen aus limnologischen Untersuchungen für den Großen Pl ner See und den Dobersdorfer See zur Verfügung. Beide Seen werden seit 1998/99 jährlich untersucht. Für den Dobersdorfer See liegen für die beiden Messstellen Dobersdorfer See vor Schlesen (tiefste Stelle) und Dobersdorfer See Bucht vor T kendorf Messreihen für das Jahr 1991 und dann kontinuierlich ab 1999 vor. Es existieren Daten aus etwa 7 – 8 Probenahmen pro Jahr vor, die zwischen März und November im Abstand von 4 – 6 Wochen genommen wurden. Für den Großen Pl ner See liegen Datenreihen für drei Messstellen (Großer Pl ner See, Ascheberger Becken, tiefste Stelle, nordöstliches Pl ner Seebecken und Südteil, tiefste Stelle) aus einem Langzeitmonitoring seit 1998 vor. Auch diese Probenahmestellen wurden kontinuierlich zwischen März und November mit einem Abstand von 4 – 6 Wochen beprobt.

Beim DAS Indikator wird der Indikator gebildet, indem der Mittelwert für das Sommerhalbjahr, das heißt die Summe der Monatsmittelwerte der zwei wärmsten Monate errechnet wird. Die Monatsmittelwerte werden, falls vorhanden, aus dem Durchschnitt mehrerer Messungen innerhalb eines Monats gebildet. Nach DIN 38404 Teil 4 wird zur Ermittlung der Oberflächenwassertemperatur die Wassertemperatur mit einer Nachkommastelle in 20 cm Tiefe gemessen. Temperaturen aus anderen Tiefenschichten bleiben bei der Bildung des DAS

Indikators aus Gründen der Standardisierung unberücksichtigt. Es ist mindestens eine Messung pro Monat nötig, um die zwei jeweils wärmsten Monate festzustellen.

Die Analyse der vorliegenden Datenreihen ergibt, dass aus den vorliegenden Datensätzen die Sommerliche Mitteltemperatur für den Dobersdorfer See vor Schlesen (tiefste Stelle) und den Großen Pl ner See, Südteil tiefste Stelle nach dem Vorbild des DAS Indikators ermittelt werden kann.

3.2 Zeitliches Eintreten von Algenblüten

Neben der Analyse der Temperaturregimes wurde geprüft ob Aussagen über klimabedingte Veränderungen anhand phänologischer Erscheinungen des Phytoplanktons mit Auswirkungen auf die Gewässerökologie getroffen werden können. Im DAS Indikator wird der Zeitpunkt (Kalenderwoche des Jahres) des Eintretens der Algenblüte (Phytoplankton; meist Diatomeen (Kieselalgen)) im Frühjahr bzw. Frühsommer dargestellt. Der Zeitpunkt des Eintretens der Fr hjahrsalgenbl te kann am sinnvollsten über Datenreihen aus Dauermessungen der Biomasse des Phytoplanktons festgestellt werden. Solche Datenreihen sind in der Regel nicht vorhanden.

Daher ist die Ermittlung auch anhand von Meßreihen anhand der von Sichttiefebestimmungen mit der Secci-Scheiben Standardmethode ermittelt werden. Ebenfalls kann das Biovolumen [z. B. in mm^3/L] genutzt werden. Der Zeitpunkt der Fr hjahrsalgenbl te ist der Zeitpunkt mit der geringsten Sichttiefe oder des höchsten Biovolumens. Es sollten Datensätze mit einer 14-tägigen Beprobung in der Saison von Februar/März bis Juli zu Grunde liegen. Das Bl temaximum dauert meist nur wenige Tage an. Die Messergebnisse müssen eine Abgrenzung zur Sommeralgenbl te zulassen. Wie oben dargestellt liegen für Seen in Schleswig-Holstein die rechhaltigsten Datenbestände für den Dobersdorfer See und den Großen Pl ner See vor. Die Messreihen vom Dobersdorfer See vor Schlesen (tiefste Stelle) und vom Großen Pl ner See, Südteil, tiefste Stelle die zwar kontinuierlich zwischen März und November beprobt wurden, weisen jedoch eine Probenahmefrequenz von 4 – 6 Wochen auf, die für eine Bestimmung der Fr hjahrsalgenbl te nicht ausreicht.

3.3 Abflussmenge Fließgewässer

Auf Bundesebene werden im Indikatorensystem zur DAS die Abflussverhältnisse der Fließgewässer anhand von drei Indikatoren dargestellt, in denen die mittleren Abflüsse sowie die Niedrigwasser- und Hochwasserabflüsse für das gesamte Bundesgebiet zusammengefasst werden.

Die Ursache-Wirkungsbeziehung zwischen Klimawandel und Abflussgeschehen ist verhältnismäßig eng. Der Klimawandel kann über Veränderungen des Niederschlags und der Temperatur zu räumlichen oder zeitlichen Veränderungen des Abflusses führen. Der mittlere Abfluss hängt natürlicherweise von der im Gebiet gefallenen Niederschlagsmenge, Verdunstung oder langfristigen Speicherung (z. B. in Gletschern) ab.

Das Jahresmittel der Abflüsse vom Bundesgebiet ist dabei ein Indikator für das Gesamtwasserdargebot. Der Bundesindikator gibt Auskunft über die prinzipielle Wasserverfügbarkeit und somit über das Wasser, das zur Bewirtschaftung und für die verschiedenen Oberfl chenwassernutzungen (z. B. K hlwassernutzung im Rahmen der Energieerzeugung, Schiff-

fahrt, oder für die Trinkwassergewinnung) zur Verfügung steht. Veränderungen der Jahresabfl usse können auch klimabedingte Veränderungen der Grundwasserstände nach sich ziehen und demnach auch über diesen Weg die Trink- und Brauchwasserversorgung beeinflussen. Darüber hinaus stellt der mittlere Abfluss eine wichtige hydrologische Kenngröße für den Gebietsabfluss ebenso wie für die Auen okologie dar. Die Methodik der Abflussbilanzierung für das Bundesgebiet wird auch im Rahmen der Berichterstattung an die OECD (OECD Atlas Europe: Indikator „Internal water resources“) angewendet.

Der Indikator ist auf Schleswig-Holsteinische Verhältnisse nicht zu übertragen. Die Abbildung des Gesamtdargebots erfordert die Entwicklung eines anderen Ansatzes, als der Indikator, der eine Bilanz zwischen Abflüssen vom Bundesgebiet Deutschland ins Ausland und in die Meere und ausländischen Zuflüssen in das Bundesgebiet abbildet. Hierzu wurden grenznahe Pegel (Achleiten, Österreich und Basel, Schweiz) in die Berechnung des Indikators aufgenommen. Dieses Vorgehen ist in dieser Form nicht auf Schleswig-Holstein zu übertragen.

In Schleswig-Holstein werden die Wasserstände an 359 Pegeln kontinuierlich erfasst, an 150 Pegeln erfolgen regelmäßige Abflussmessungen. Die Datenauswertungen fließen in die seit 2004 regelmäßig vom LLUR erstellten hydrologischen Berichte ein, die einen umfassenden Überblick über die hydrologischen Verhältnisse des zurückliegenden Jahres geben.

3.4 Meeresspiegel und Meerestemperatur

Durch den Klimawandel wird für die deutschen Küsten ein Anstieg des Meeresspiegels prognostiziert. Die globale Erwärmung führt zu zwei unterschiedlichen Effekten, die einen ansteigenden Meeresspiegel befördern. Als erstes führt eine höhere Wassertemperatur zu einer geringeren Dichte und damit zu einer Volumenausdehnung des Wassers. Als zweites schmelzen durch die höhere Lufttemperatur Gletscher und Eisschilde, und es gelangt verstärkt Schmelzwasser in die Meere (UBA 2009).

Aufgrund der natürlichen Schwankungen lässt sich ein Trend nur schwierig abschätzen. Nach IPCC (2007) stieg der mittlere globale Meeresspiegel zwischen 1961 und 2003 um durchschnittlich 1,8 mm pro Jahr, von 1993 bis 2003 sogar um ca. 3,1 mm pro Jahr. Nach den Berechnungen ist seit 1993 57 % der Entwicklung auf die thermische Ausdehnung der Meere zurückzuführen. Gletscher, Eiskappen und polare Eisschilde sind für den Rest verantwortlich. Der vierte Klimabericht des IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) sagt einen globalen Meeresspiegelanstieg bis zum Jahre 2100 zwischen 20 und 60 cm voraus (IPCC 2007). Im Falle der Ostsee ist aber zu beachten, dass dieser überlagert wird durch Landsenkungen und -hebungen. Im Ostsees udufer werden Meeresspiegelaustiege erwartet, am nördlichen Ufer (z. B. in Schweden) könnte der Meeresspiegelanstieg jedoch teilweise von natürlicher Landhebung kompensiert werden (BACC Author Team 2008). Von den Auswirkungen sind besonders Flussdeltas, tiefliegende K ustenebenen und Strände betroffen.

Der ansteigende Meeresspiegel bedeutet für Küstenregionen eine Gefährdung durch die veränderte Häufigkeit und Menge des einfließenden Meerwassers. Untersuchungen zeigen, dass in s u wassergepr agten K ustenseen bereits ein geringes Einfließen von Meerwasser zu Konsequenzen für die Zusammensetzung und Vielfalt von Zooplanktonpopulationen führen kann (Schallenberg et al. 2003). Bei einer dauerhaften Wasserstandserh ohung besteht eine besondere Gefährdung für flache Küsten, wie das Wattenmeer, in denen keine künstlichen

oder natürlichen Barrieren vorhanden sind. Durch eine dauerhafte Überflutung der niedriggelegenen Küstenstreifen wären dortige Ökosysteme stark bedroht (UBA 2009).

Der Indikator stellt in seinem Teil A das Mittlere (Tide)hochwasser (MThw) und in seinem Teil B das Mittlere (Tide)niedrigwasser im Jahr (MTnw) dar. Der Mittlere Meeresspiegel (bezogen auf ein Jahr und aggregiert über verschiedene Pegel) soll perspektivisch diese Darstellung ersetzen. Für die Indikator Darstellung wurden aussagekräftige Einzelpegel ausgewählt, die nicht zu stark durch Veränderungen in den letzten Jahren beeinflusst wurden bzw. nicht sehr stark durch lokale Gegebenheiten geprägt sind. Des Weiteren wurde eine regionale Verteilung der Pegel zwischen Nord- und Ostsee, aber auch an der jeweiligen Küste angestrebt. Die ausgewählten Pegel befinden sich in Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern.

Das DAS Indikatorensystem enthält mit WW-I-8 einen Indikator, der die Veränderung des Meeresspiegels abbildet. Dargestellt wird Kurzbeschreibung des Indikators werden die jährlichen mittleren (Tide)hochwasser an ausgewählten Einzelpegeln der Ost- und Nordsee als gleitendes Mittel über Zehnjahreszeitr ume. Die ausgewählten Einzelpegel beziehen für die Nordsee Pegel in Dagebüll, Norderney und Cuxhaven ein. Für die Ostsee wurden Pegel in Flensburg und Warnemünde ausgewählt. Neben den mittleren (Tide)hochwasser werden die jährlichen mittleren (Tide)niedrigwasser für die gleichen Einzelpegeln der Ost- und Nordsee als gleitende Mittel über Zehnjahreszeitr ume dargestellt. Es wird vorgeschlagen diesen Indikator für Schleswig-Holstein zu übernehmen und ggfs. Pegel zu berücksichtigen, die für die schleswig-holsteinische Situation repräsentativ sind. Das Indikatoren-Factsheet wird in Kapitel 5 dokumentiert.

Eine wesentliche Auswirkung des Klimawandels ist der erwartete Anstieg der Wassertemperatur im Meer.

Ein leichter Trend zu höheren Wassertemperaturen in Nord- und Ostsee wurde von MACKENZIE & SCHIEDEK (2007) bereits für vier Nord- und Ostseemesstationen gezeigt. Auch KIRBY ET AL. (2007) stellten eine signifikante Erhöhung der Wassertemperaturen fest. Durch die prognostizierten stark steigenden Lufttemperaturen ist auch ein weiterer Anstieg der Wassertemperaturen zu erwarten. Für das Wasser der Ostsee wurden im Rahmen des RADOST-Projekts Simulationen durchgeführt. Die Ergebnisse der Emissionsszenarien A1B und B1 zeigen einen möglichen Anstieg der Oberflächentemperatur um ein bis vier Kelvin in der Periode 1961 bis 2100 (Neumann 2010).

Höhere Wassertemperaturen begünstigen eine Abnahme des Salzgehalts und auch eine geringere Eisbedeckung im Winter. UBA (2009) leitet weitere Veränderungen verschiedener physikalischer Faktoren wie Dichte, Meeresströmungen und ansteigender Meeresspiegel ab. Die Dichte des Meerwassers wird neben der thermischen Ausdehnung allerdings auch durchverst rkte Süßwasserzufuhr beeinflusst. Die Veränderung der Temperatur mit Folgen für die Meeresströmungen hat direkte Konsequenzen für die Seeschifffahrt, vor allem hinsichtlich Extremwetterereignissen.

Die vorhergesagten höheren Wassertemperaturen und eine Abnahme des Salzgehalts hätten einen großen Einfluss auf die Flora und Fauna. Hiervon wäre das gesamte Ökosystem von Bakterien bis hin zu kommerziell genutzten Fischarten, z. B. dem Dorsch, betroffen (BACC AUTHOR TEAM 2008). Erste Auswirkungen der höheren Wassertemperaturen auf die Bestandsdichte von Fischen wurden bereits untersucht. POERTNER & KNUST (2007) stellten fest,

dass die wärmebedingte Sauerstofflimitierung der Aalmutter sich auf deren Bestandsdichte auswirkt. Da verschiedene Arten und Organismengruppen unterschiedlich auf die Klimaerwärmung reagieren, kann es zu Populationsverschiebungen kommen, die bestehende marine Nahrungsnetze verändern. Räumliche Verschiebungen wurden anhand von Krebsarten vor Helgoland festgestellt, die im Atlantik verbreitete Art ersetze die heimische Krebsart. Daraufhin verschob sich auch das Verbreitungsgebiet des Kabeljaus nordwärts (BEAUGRAND & BRANDER 2003, GREVE & REINERS 1996).

Neben räumlichen können auch zeitliche Entkopplungen auftreten, die  kosystemstrukturen ebenfalls wesentlich verändern können (UBA 2009). NEUMANN (2010) prognostiziert für einen Temperaturanstieg in der Ostsee ein früheres Auftreten der Frühjahrsblüte (Phytoplankton-Primärproduktion) im Winter / Frühjahr mit Folgen für weitere Stufen der Nahrungskette.

Die Veränderung der Wassertemperatur ist ein sinnvoller Indikator für die offene See, aber z. B. sind Wattgebiete nicht geeignet. Daten liegen für einzelne Pegel in Nord- und Ostsee vor. Der Indikator nutzt aber aggregierte jährliche Oberflächentemperaturen für die Nordsee. Der Vorteil besteht in der Abdeckung einer gr oeren Fläche, so dass eine Tendenz eher verlässlich abgeleitet werden kann, als bei einer Betrachtung von einzelnen Pegeln. Die Originaldaten sind aggregierte wöchentliche Oberflächentemperaturen der Nordsee, aggregiert über verschiedene Pegel in der Nordsee. Für die Ostsee gibt es keine vergleichbar aggregierten Daten, sodass der Indikator zunächst nur für die Nordsee ausgearbeitet wurde. Diese werden für jedes Jahr nochmals zusammengefasst. Das Indikatoren-Factsheet wird in Kapitel 5 dokumentiert.

4 Entwicklung des methodischen Vorgehens zur Erstellung von Kennblattern

Um zu einer möglichst hohen fachlichen und politischen Akzeptanz der Indikatoren zu kommen hat es sich im Entwicklungsprozess der DAS-Indikatoren als förderlich heraus gestellt die Arbeitsmethodik mit einer weitestgehend möglichen Transparenz des Auswahlprozesses der Indikatoren zu gestalten und mit der Thematik beschäftigte Fachabteilungen des Ministeriums und des Umweltbundesamtes, sowie Fachleute in anderen Institutionen einzubeziehen. Um den schnell fortschreitenden Erkenntnisfortschritt im Bereich Klimawirkungen und Anpassung integrieren zu können, sollten mit der Methodik die Voraussetzungen für die Fortschreibbarkeit des Indikatorensystems geschaffen werden. Es soll also möglich sein, Indikatoren, die sich in Zukunft als weniger relevant erweisen, aus dem System zu streichen und wiederum andere in das System einzugliedern. Wichtig ist es auch Lücken im Indikatorensystem, die sich beispielsweise durch Datenengpasse ergeben, kenntlich zu machen. Im DAS Indikatorensystem werden als wesentlich identifizierte Themen mit Fallstudien bzw. auch Proxy-Indikatoren dargestellt, die auch darauf hinweisen, dass das Indikatorensystem der fachlichen Weiterentwicklung bedarf.

4.1 Schritt 1: Zu bearbeitendes Themenfeld systematisch abstecken

Für die Entwicklung von Indikatoren sind zunächst strukturierende Arbeiten erforderlich, die die Frage klären, welche Sachverhalte mit dem System dargestellt werden sollen. Hierzu werden die wesentlichen derzeit diskutierten Wirkungen zusammengestellt und schrittweise zu thematischen Teilaspekten und sogenannten Indikationsfeldern gruppiert. Grundlage für diese Systematisierung liefern Literaturrecherchen und Expertengespräche. Das Ergebnis der Arbeit dient als Diskussionsgrundlage für den weiteren Prozess. Der strukturierte Gesamtüberblick über die grundsätzlich möglichen Indikationsgegenstande sollte durch beteiligte Facheinheiten geprüft und ergänzt werden.

4.2 Schritt 2: Priorisierung der zu bearbeitenden (Teil-)Themen

Aufgrund der Vielzahl möglicher Indikationsgegenstanden muss dem Strukturierungsprozess ein Auswahlprozess nachgeschaltet werden. Dieser muss in Zusammenarbeit mit den Fachabteilungen möglicherweise unter Einbezug externer Fachleuten und Entscheidungsträger erfolgen. Es sollten die Themen identifiziert werden, die für den Zusammenhang als besonders wichtig für die Berichterstattung erachtet werden. Die anschließende weitere Bearbeitung der bereits in Diskussion befindlichen Indikatoren und Datenquellen sollte auf diese Indikationsfelder konzentriert werden. Ein wichtiges Kriterium für die Priorisierung der weiter zu bearbeitenden Indikationsfelder auf der Wirkungsebene (Impacts) bietet sich an, dass die darzustellenden Wirkungen bereits breit und insbesondere im engen Zusammenhang mit Klimaveränderungen diskutiert werden. Festzuhalten ist, dass eine Quantifizierung des Einflussfaktors Klima dabei bisher in der Regel nicht bzw. kaum möglich ist. Bei der Entwicklung des Indikatorensystems zur DAS wurde als weitere für die Priorisierung wesentliche Kriterien herangezogen, dass es zu den abgebildeten Wirkungen Handlungsoptionen zur Anpassung gibt und dass sich die Wirkungen gut mit Daten beschreiben lassen.

Für die kriteriengeleitete Priorisierung hat sich im Rahmen des Prozesses zur Entwicklung der DAS Indikatoren bewährt, es wird empfohlen im Rahmen von fachbezogenen Kleingruppen durchzuführen.

4.3 Schritt 3: Recherche von Indikatoren und Datenquellen – Entwicklung von Indikationsideen

Für die priorisierten Impact-Indikationsfelder und die auf diese gerichteten Maßnahmen werden dann in einem weiteren Schritt unter Prüfung möglicher Datenquellen Indikationsideen entwickelt. Dabei standen im Entwicklungsprozess zur DAS die Arbeiten unter der Prämisse, auf bereits existierende Indikatoren, Kenngrößen und Datengrundlagen zurückzugreifen und laufende Indikatorendiskussionen aufzunehmen. Für die Formulierung von Indikationsideen auf der Maßnahmenebene war entscheidend, dass die Maßnahmen fachlich anerkannt sind und dass sie bereits in Umsetzung befindlich sind. Außerdem war eine wesentliche Voraussetzung, dass geeignete Daten zur Verfügung stehen, um den Prozess der Umsetzung und / oder sein Ergebnis beschreiben zu können. Grundsätzlich wird empfohlen Maßnahmen im Indikatorensystem zu bedenken, die dem übergeordneten Ziel einer nachhaltigen Entwicklung folgen.

Die Indikationsideen werden ausführlich dokumentiert (unter Angabe der Herkunft der Indikationsidee, der möglichen Datenquelle, der Interpretationsmöglichkeiten und -grenzen und unter Angabe der gesichteten Literaturquellen). Auf dieser Grundlage wurden dann weitere Expertengespräche mit dem Ziel geführt, zu klären,

- ob die Indikationsideen eine ausreichend hohe Indikationsleistung mit Blick auf das Thema Klimawirkungen und Anpassung versprechen,
- ob die Nutzung der vorhandenen Datenquellen realistisch ist und welche Beschränkungen zu erwarten sind,

wie die Vorschläge insbesondere auch mit Blick auf die verfügbaren Datenquellen bis zum konkreten fachlichen Indikatorenvorschlag weiter präzisiert werden können.

4.4 Schritt 4: Präzisierung der Indikationsideen im Expertengespräch

Wesentlich für die Ausarbeitung der Indikationsideen ist die Zusammenarbeit mit den Fach-einheiten, die für die Erhebung der Daten zuständig sind. Die Expertise dieser Einheiten ist unbedingt erforderlich, um die Indikatoren in einer fachlich fundierten Weise ausarbeiten zu können. Bei der Entwicklung des DAS Indikatorensystems wurden in der konkreten Ausarbeitung der Factsheets iterative Bearbeitungsprozesse vollzogen, die zur Konkretisierung und Präzisierung der Indikatoren geführt haben. In der Begutachtung durch weitere Experten wurden die Factsheets in ihrer Argumentation gesch rft und beispielsweise auch Schwächen in der Interpretierbarkeit präzisiert, die bei der Berichterstattung mit Hilfe dieser Indikatoren Berücksichtigung finden werden. Dieser iterative Prozess hat vor allem die Transparenz des Auswahl- und Entwicklungsverfahrens verbessert und trägt damit zu einer höheren fachlichen und politischen Akzeptanz des Systems bei.

4.5 Schritt 5: Dokumentation der Indikatoren

Für fachliche Indikatorenvorschl ge, die in der Diskussion bereits weitergehend präzisiert werden konnten, wurden so genannte Indikatoren-Factsheets erstellt. Darin werden, interna-

tionalen Vorgaben und nationalen Gepflogenheiten der Indikatorendokumentation folgend, alle wesentlichen Informationen (wie Berechnungsformeln, Datenquellen, Einordnungs- und Interpretationshilfen, Stärken-Schwächen-Analyse, weitere Entwicklungsbedarf etc.) zu den einzelnen Indikatoren zusammengestellt.

Die Verwendung von Indikatoren-Factsheets ist die unabdingbare Voraussetzung für eine methodisch einheitliche Erhebung und Interpretation der vorgeschlagenen Indikatoren. Die Datensätze, die zur Berechnung der Indikatoren herangezogen werden sollen, wurden in separaten Daten-Factsheets dokumentiert, aus denen Details bis hin zum Datenabruf hervorgehen.

Die Factsheets sind zentrales Produkt der Arbeiten. Sie werden in gemeinsamer Autorenschaft mit den an der Erarbeitung des Indikators beteiligten Institutionen verfasst und veröffentlicht.

4.6 Schritt 6: Berichterstattung und Bewertung

In Anlehnung an die Bewertungsverfahren anderer großer Indikatorensysteme wie der Indikatoren zur Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie, zur Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt und den LIKI-Indikatoren wurde ein Bewertungsverfahren für die DAS-Indikatoren vorgeschlagen, das jedoch weiter zu diskutieren ist. Die Bewertung basiert – in Ermangelung quantifizierter Zielwerte für die Indikatoren – primär auf den Ergebnissen einer Trendanalyse. Trends wurden für Zeitreihen berechnet, wenn mindestens sechs Datenpunkte zur Verfügung standen. Geprüft wurde sowohl auf lineare als auch auf quadratische Trends. Die Ergebnisse der Trendberechnung wurden in den Daten-Factsheets dokumentiert und werden im Monitoringbericht in den Grafiken dargestellt und in den Berichtstexten diskutiert. Der erste Monitoringbericht wird sich auf die Abbildung der derzeitigen Auswirkungen des Klimawandels in den 15 Handlungsfeldern der DAS und auf begonnene Maßnahmen konzentrieren. In der Fortschreibung des Monitoringberichtes können sich abbildende Veränderungen als Grundlage für eine Evaluation der Anpassungsstrategie verwendet werden.

5 Vorbereitung Kennblatter

Entwurf für ein Kennblatt für Wassertemperaturen in Standgewässern

Wassertemperatur von stehenden Gewässern		
Zuständige Bear- beitende		
Letzte Aktualisierung:	13.02.2013	UBA KomPass (Petra van R�uth)
Nächste Fortschreibung:		
I Beschreibung		
Interne Nr. Später im Kontext festzulegen	Titel: Wassertemperatur von stehenden Gewässern	
Einheit: �C	Kurzbeschreibung des Indikators: Mittelwert der Oberflächentemperatur für das Sommerhalbjahr bzw. die zwei wärmsten Monate Berechnungsvorschrift: Mittelwert für das Sommerhalbjahr = Summe der Monatsmittelwerte der zwei wärmsten Monate / 2 Monatsmittelwerte werden, falls vorhanden, aus dem Durchschnitt mehrerer Messungen innerhalb eines Monats gebildet. Nach DIN 38404 Teil 4 wird die Wassertemperatur mit einer Nachkommastelle in 20 cm Tiefe gemessen. Temperaturen aus anderen Tiefenschichten bleiben aus Gründen der Standardisierung unberücksichtigt. Es ist mindestens eine Messung pro Monat nötig, um die zwei jeweils wärmsten Monate festzustellen. Geeignete Datenreihen liegen für den Dobersdorfer See vor Schlesien (tiefste Stelle) und den Großen Pl�oner See, Südteil tiefste Stelle vor.	
Interpretation des Indikatorwerts:	Je höher der Indikatorwert, desto wärmer ist das Wasser in den betrachteten Gewässern.	
II Einordnung		
Handlungsfeld:	Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz	
Indikationsfeld:	Physikalisch-chemischer Gewässerzustand (B)	
Thematischer Teilaspekt:	Erwärmung von Gewässern, Veränderung der Eisbedeckung	
DPSIR:	Impact	
III Herleitung und Begründung		
Referenzen auf andere Indika- torensysteme:	EEA Impacts of Europe's changing climate - 2008 indicator-based assessment: Water temperature; DAS Indikatorensystem WW-I 5	
Begründung:	Die Wassertemperatur des Epilimnions von stehenden Gewässern wird schnell	

	<p>und direkt durch die Lufttemperatur beeinflusst. Die Wassertemperatur ist wiederum ein zentraler Parameter des physiko-chemischen sowie biologischen Gewässerzustands. Sie nimmt Einfluss auf die Dauer der Eisbedeckung, auf die Durchmischungs- bzw. Schichtungsverhältnisse, auf die Wasserchemie und auf die vorkommenden Arten und die Artenzusammensetzung.</p> <p>Insbesondere können klimawandelbedingt höhere Temperaturen im Fr�hling das Algenwachstum sowie die Sauerstoffzehrung beschleunigen und zu einer verlängerten Schichtung von Seen führen.</p> <p>Der Indikator kann in sinnvoller Weise nur für repräsentative Seen dargestellt werden. In Schleswig-Holstein eignen sich aufgrund ihrer Bedeutung und der vorhandenen Datenlage für die Darstellung die beiden Seen Dobersdorfer See vor Schlesien (tiefste Stelle) und Großer Pl�ner See, Südteil tiefste Stelle.</p>
Schwächen:	<p>Um die Übersichtlichkeit zu wahren, ist es nur möglich, eine Auswahl von Seen in die Datenreihen aufzunehmen.</p> <p>Die Wassertemperatur von Seen kann nur in geringem Umfang durch Anpassungsmaßnahmen beeinflusst werden, z. B. durch die Aufstellung oder Verschärfung von W�rmelastpl�nen.</p>
Rechtsgrundlagen, Strategien:	<p>Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) Wasserhaushaltsgesetz (WHG)</p>
Ziele:	<p>WHG, � 27 Bewirtschaftungsziele für oberirdische Gewässer:</p> <p>(1) Unveränderte oberirdische Gewässer sind so zu bewirtschaften, dass „ein guter ökologischer und ein guter chemischer Zustand erhalten oder erreicht werden.“;</p> <p>(2) Stark veränderte oberirdische Gewässer sind so zu bewirtschaften, dass „ein gutes ökologisches Potenzial und ein guter chemischer Zustand erhalten oder erreicht werden.“</p> <p>DAS, Kap. 3.2.3: „In der WRRL sollten Maßnahmen bevorzugt werden, die die natürliche Anpassungsfähigkeit der Gewässer wie auch die Lebensraum- oder Habitatvielfalt unserer Gewässer erhalten oder stärken [...]“</p> <p>DAS, Kap. 3.2.3: „...das koordinierte Management von Schutz und Nutzung aller Gewässer in einem Flussgebiet [...] erfolgt mit dem konkreten Ziel einen guten Zustand der Gewässer zu erreichen. Die Auswirkungen des Klimawandels werden zukünftig für Gewässer und deren Management zunehmend an Bedeutung gewinnen.</p>
Berichtspflichten:	<p>Die Gewässertemperatur wird nach WRRL als allgemeine physikalisch-chemischen Qualitätskomponente unterstützend für die Bewertung und Überwachung des Gewässerzustands herangezogen. (s. a. Oberflächengewässerverordnung (OGewV), Anlage 3)</p>
IV Technische Informationen	
Datenquelle:	<p>Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Dezernat Seen (Dr. Mandy Bahnwart)</p>
Räumliche Auflösung:	<p>Punktdaten</p> <p>NUTS: nicht relevant</p>
Geographische Abdeckung:	
Zeitliche Auflösung:	
Beschränkungen:	
V Zusatz-Informationen	

Weiterführende Informationen:	<p>Adrian R., O'Reilly C. M., Zagarese H., Baines S.B., Hessen D.O., Keller W., Livingstone D.M., Sommaruga R., Straile D., Van Donk E., Weyhenmeyer G.A., Winderl M. 2009: Lakes as sentinels of climate change. <i>Limnol. Oceanogr.</i>, 54 (6, part 2): 2283–2297. www.aslo.org/lo/toc/vol_54/issue_6_part_2/2283.pdf</p> <p>Boehrer B. & Schultze M. 2009: IV-2.2 Schichtung von Seen. <i>Handbuch Angewandte Limnologie. Limnologische Grundlagen-Gewässerbelastungen-Restaurierung-Aquatische Ökotoxikologie-Gewässerschutz-Bewertung</i>: 3-21. www.wiley-vch.de/books/sample/3527321314_c01.pdf</p> <p>DIN 38404-4: Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung. Physikalische und physikalisch-chemische Kenngrößen (Gruppe C); Bestimmung der Temperatur (C 4). 1976-12 , Deutsch</p> <p>EEA 2008: Impact of Europe's changing climate - 2008 indicator based assessment. EEA Report No. 4, Copenhagen, 246 S.</p> <p>EEA 2012: Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012, An indicator-based report. EEA Report No 12/2012, Copenhagen, 300 S.</p> <p>Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG) WHG: Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das durch Artikel 3 des Gesetzes vom 5. Dezember 2012 (BGBl. I S. 2449) geändert worden ist.</p> <p>Hering D. 2011: Climate Change and Freshwater. Indicating the status of freshwater ecosystems under changing climate conditions. www.climate-and-freshwater.info</p> <p>Jeppesen E., Meerhoff M., Holmgren K., Gonzalez-Bergonzoni I., Teixeira-de Mello F., Declerck S. A. J., De Meester L., Søndergaard M., Lauridsen T. L., Bjerring R., Conde-Porcuna J. M., Mazzeo N., Iglesias C., Reizenstein M., Malmquist H. J., Liu Z , Balayla D, Lazzaro X. 2010: Impacts of climate warming on lake fish community structure and potential effects on ecosystem function. <i>Hydrobiologia</i> 646: 73–90.</p> <p>Verordnung zum Schutz der Oberfl�chengew�sser (Oberfl�chengew�sserverordnung - OGewV): Oberfl�chengew�sserverordnung vom 20. Juli 2011 (BGBl. I S. 1429).</p> <p>Vincent W.F. 2009: <i>Encyclopedia of Inland Waters</i>: 55-60.</p> <p>Weinberger S. & Vetter M. 2012: Using the hydrodynamic model DYRESM based on results of a regional climate model to estimate water temperature changes at Lake Ammersee. <i>Ecological Modelling</i> 244: 38-48.</p> <p>Shimoda Y, Azim M. E., Perhar G., Ramin M., Kenney M.A., Sadraddini S., Gundimov A., Arhonditsis G. B. 2011: Our current understanding of lake ecosystem response to climate change: What have we really learned from the north temperate deep lakes? <i>Journal of Great Lakes Research</i> 37 (1): 173-193.</p>
--------------------------------------	---

Indikatoren-Factsheet: Meeresspiegel

Verfasser:	Ecologic Institut (Jenny Tr�ltsch) i. A. des Umweltbundesamtes / KomPass, FKZ 3711 41 106	
Mitwirkung		
Letzte Aktualisierung:	30.01.2013	Ecologic Institut (Jenny Tr�ltsch)

Nächste Fortschreibung:	evtl. 2014	Wenn aggregierte Daten aus dem KLIWAS-Projekt vorliegen, sollte geprüft werden, ob diese genutzt werden können.
I Beschreibung		
Interne Nr. Zu vergeben	Titel: Meeresspiegel	
Einheit: <u>Teil A:</u> cm <u>Teil B:</u> cm	<p>Kurzbeschreibung des Indikators:</p> <p><u>Teil A:</u> Jährliche mittlere (Tide)hochwasser an ausgewählten Einzelpegeln der Ost- und Nordsee als gleitendes Mittel über Zehnjahreszeitr�ume</p> <p><u>Teil B:</u> Jährliche mittlere (Tide)niedrigwasser an ausgewählten Einzelpegeln der Ost- und Nordsee als gleitendes Mittel über Zehnjahreszeitr�ume</p> <p>Berechnungsvorschrift:</p> <p><u>Teil A:</u> Mittlere (Tide)hochwasser eines Pegels (10 Jahresabschnitt) = (mittleres (Tide)hochwasser Jahr 1 + mittleres (Tide)hochwasser Jahr 2 + mittleres (Tide)hochwasser Jahr 3 + mittleres (Tide)hochwasser Jahr 4 + mittleres (Tide)hochwasser Jahr 5 + mittleres (Tide)hochwasser Jahr 6 + mittleres (Tide)hochwasser Jahr 7 + mittleres (Tide)hochwasser Jahr 8 +mittleres (Tide)hochwasser Jahr 9 + mittleres (Tide)hochwasser Jahr 10)/ 10 Die mittleren Tidehochwasser der Nordseepegel können direkt mit dieser Formel berechnet werden. Die mittleren Hochwasser der Ostseepegel müssen vorher aufbereitet werden: Mittlere Hochwasser der Ostseepegel = Summe der Monatswerte der höchsten Wasserstände / 12</p> <p><u>Teil B:</u> Mittlere (Tide)niedrigwasser eines Pegels (10 Jahresabschnitt) = (mittleres (Tide)niedrigwasser Jahr 1 + mittleres (Tide)niedrigwasser Jahr 2 + mittleres (Tide)niedrigwasser Jahr 3 + mittleres (Tide)niedrigwasser Jahr 4 + mittleres (Tide)niedrigwasser Jahr 5 + mittleres (Tide)niedrigwasser Jahr 6 + mittleres (Tide)niedrigwasser Jahr 7 + mittleres (Tide)niedrigwasser Jahr 8 + mittleres (Tide)niedrigwasser Jahr 9 + mittleres (Tide)niedrigwasser Jahr 10)/ 10 Die mittleren Tideniedrigwasser der Nordseepegel können direkt mit dieser Formel berechnet werden. Die mittleren Niedrigwasser der Ostseepegel müssen vorher aufbereitet werden: Mittlere Niedrigwasser der Ostseepegel = Summe der Monatswerte der Niedrigsten Wasserstände / 12</p> <p>Es werden folgende Einzelpegel dargestellt:</p> <p>Nordsee:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dagebüll - Norderney - Cuxhaven <p>Ostsee:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Flensburg - Warnemünde <p>Erläuterung: Der Jahresdurchschnitt der Monatswerte wird für das hydrologische Jahr berechnet (Nov-Okt). Die bereits vorliegenden Daten für die Nordsee beziehen</p>	

	sich ebenfalls auf das hydrologische Jahr.
Interpretation des Indikatorwerts:	<p><u>Teil A:</u> Je höher der Indikatorwert, desto höher ist der Anstieg der mittleren Hochwasserstände.</p> <p><u>Teil B:</u> Je höher der Indikatorwert, desto höher ist der Anstieg der mittleren Niedrigwasserstände</p>
II Einordnung	
Handlungsfeld:	Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, K�sten- und Meeresschutz
Indikationsfeld:	Meeresspiegel und Meeresströmungen
Thematischer Teilaspekt:	Anstieg des Meeresspiegels
DPSIR:	Impact
III Herleitung und Begründung	
Referenzen auf andere Indikatorsysteme:	EEA: Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012 – An indicator based report.
Begründung:	<p>Durch den Klimawandel wird für die deutschen K�sten ein Anstieg des Meeresspiegels prognostiziert. Die globale Erwärmung führt zu zwei unterschiedlichen Effekten, die einen ansteigenden Meeresspiegel befördern. Als erstes führt eine höhere Wassertemperatur zu einer geringeren Dichte und damit zu einer Volumenausdehnung des Wassers. Als zweites schmelzen durch die höhere Lufttemperatur Gletscher und Eisschilde, und es gelangt verstärkt Schmelzwasser in die Meere (UBA 2009).</p> <p>Aufgrund der natürlichen Schwankungen lässt sich ein Trend nur schwierig abschätzen. Nach IPCC (2007) stieg der mittlere globale Meeresspiegel zwischen 1961 und 2003 um durchschnittlich 1,8 mm pro Jahr, von 1993 bis 2003 sogar um ca. 3,1 mm pro Jahr. Nach den Berechnungen ist seit 1993 57 % der Entwicklung auf die thermische Ausdehnung der Meere zurückzuführen. Gletscher, Eiskappen und polare Eisschilde sind für den Rest verantwortlich. Der vierte Klimabericht des IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) sagt einen globalen Meeresspiegelanstieg bis zum Jahre 2100 zwischen 20 und 60 cm voraus (IPCC 2007). Im Falle der Ostsee ist aber zu beachten, dass dieser überlagert wird durch Landsenkungen und -hebungen. Im Ostsees�dufer werden Meeresspiegelanstiege erwartet, am nördlichen Ufer (z. B. in Schweden) könnte der Meeresspiegelanstieg jedoch teilweise von natürlicher Landhebung kompensiert werden (BACC Author Team 2008). Von den Auswirkungen sind besonders Flussdeltas, tiefliegende K�stenebenen und Strände betroffen.</p> <p>Der ansteigende Meeresspiegel bedeutet für Küstenregionen eine Gefährdung durch die veränderte Häufigkeit und Menge des einfließenden Meerwassers. Untersuchungen zeigen, dass in s�wassergepr�gten K�stenseen bereits ein geringes Einfließen von Meerwasser zu Konsequenzen für die Zusammensetzung und Vielfalt von Zooplanktonpopulationen führen kann (Schallenberg et al. 2003). Bei einer dauerhaften Wasserstandserhöhung besteht eine besondere Gefährdung für flache K�sten, wie das Wattenmeer, in denen keine künstlichen oder natürlichen Barrieren vorhanden sind. Durch eine dauerhafte Überflutung der niedriggelegenen Küstenstreifen wären dortige Ökosysteme stark bedroht (UBA 2009).</p>

	<p>Der Indikator stellt in seinem Teil A das Mittlere (Tide)hochwasser (MThw) und in seinem Teil B das Mittlere (Tide)niedrigwasser im Jahr (MTnw) dar. Der Mittlere Meeresspiegel (bezogen auf ein Jahr und aggregiert über verschiedene Pegel) soll perspektivisch diese Darstellung ersetzen. Für die Berechnung des mittleren Meeresspiegels über verschiedene Pegel wird im Projekt KLIWAS eine Methodik entwickelt. Ergebnisse liegen dazu aber noch nicht vor.</p> <p>Für die Indikator Darstellung wurden aussagekräftige Einzelpegel ausgewählt, die nicht zu stark durch Veränderungen in den letzten Jahren beeinflusst wurden bzw. nicht sehr stark durch lokale Gegebenheiten geprägt sind. Des Weiteren wurde eine regionale Verteilung der Pegel zwischen Nord- und Ostsee, aber auch an der jeweiligen Küste angestrebt. Die ausgewählten Pegel befinden sich jeweils in unterschiedlichen Bundesländern.</p>	
Schwächen:	<p>Die Darstellung stützt sich nur auf Einzelpegel, die natürlich durch lokale Rahmenbedingungen geprägt sind. Für die Mittelung von Meeresspiegelver�nderungen über verschiedene Messstellen ist eine eigene Methodik notwendig, die zurzeit aber erst erarbeitet wird.</p> <p>Der Indikator bildet nur eine Zustandsvariable ab, die direkten Folgen, wie gefährdete �berflutungsgebiete oder erwartete Schäden sind sehr stark von den lokalen Gegebenheiten ab. Für solche Abschätzungen fehlt zurzeit aber noch die Datenbasis.</p>	
Rechtsgrundlagen, Strategien:	Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS)	
Ziele:	<p>DAS, Kap. 3.2.12, S. 41: „Für bestehende oder geplante Industriestandorte sind national wie international die Auswirkungen des Klimawandels zu berücksichtigen, zum Beispiel die Folgen eines zu erwartenden Anstiegs des Meeresspiegels in küstennahen Gebieten.“</p> <p>DAS, Kap. 3.2.14, S. 43: „Der Anstieg des Meeresspiegels und der damit verbundene Anstieg des Grundwasserspiegels sowie die Zunahme der K�stenerosionstendenzen erfordern zusätzliche Anstrengungen beim Schutz der Küstengebiete und begründen wesentliche neue Gesichtspunkte für die Entwicklung der K�stenlandschaften.“</p>	
Berichtspflichten:	keine	
IV Technische Informationen		
Datenquelle:	Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV), bereitgestellt durch die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)	
Räumliche Auflösung:	Punktdaten	NUTS: Nicht relevant
Geographische Abdeckung:	Nord- und Ostsee anhand von drei Einzelpegeln an Nordsee (Dagebüll, Cuxhaven, Nordnerey) und Ostsee (Flensburg, Warnemünde)	
Zeitliche Auflösung:	jährlich, seit 1972	
Beschränkungen:	Die Daten für Flensburg sind erst ab 1992, und für Warnemünde erst ab 2002 verfügbar.	
Verweis auf Daten-Factsheet:	WW-I-8_Daten_Meeresspiegel.xlsx	
V Zusatz-Informationen		
Glossar:	<p>Mittleres Tidehochwasser (MThW): Durchschnittlicher Wasserstand bei Hochwasser</p> <p>Mittleres Tideniedrigwasser (MTnW): Durchschnittlicher Wasserstand bei Niedrigwasser</p>	

	<p>Mittleres Hochwasser (MHW): mittlerer höchster Wert der Wasserstände in einer Zeitspanne</p> <p>Mittleres Niedrigwasser (MNW): mittlerer niedrigster Wert der Wasserstände in einer Zeitspanne</p>		
Weiterführende Informationen:	<p>BACC Author Team 2008: Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin. 474 S.</p> <p>EEA 2008: Impact of Europe's changing climate - 2008 indicator based assessment. EEA Report No. 4, Kopenhagen, 246 S.</p> <p>EEA 2012: Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012 – An indicator based report. EEA Report No. 12, Kopenhagen, 300 S.</p> <p>Hirschfeld J. & Welp M. 2009a: Arbeitspapier zur Vorbereitung des Stakeholderdialogs zu Chancen und Risiken des Klimawandels – Küstenschutz. 8 S. www.anpassung.net/nn_701050/DE/Anpassungsstrategie/AnpStrategie__deutsch/Veranstaltungen/Dialoge_20zur_20Klimaanpassung/0905-K_C3_BCstenschutz/Arbeitspapier,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/Arbeitspapier.pdf</p> <p>Hirschfeld J. & Welp M. 2009b: Ergebnis des Stakeholderdialogs zu Chancen und Risiken des Klimawandels – Küstenschutz. 7 S. www.ioew.de/fileadmin/user_upload/BILDER_und_Downloaddateien/Projekte/2009/SH_KS_Auswertung.pdf</p> <p>IPCC 2007: Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger. In: Klimaänderung 2007: Wissenschaftliche Grundlagen. Beitrag der Arbeitsgruppe I zum 4. Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderung (IPCC), Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z.Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor und H. L. Miller. Eds., Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom und New York, NY, USA. Deutsche Übersetzung durch ProClim, �sterreichisches Umweltbundesamt, deutsche IPCC-Koordinierungsstelle, Bern/ Wien/Berlin, 18 S.</p> <p>Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume 2009: Klimawandel und Konsequenzen für den Küstenschutz in Schleswig-Holstein. Kiel. www.schleswig-holstein.de/UmweltLandwirtschaft/DE/WasserMeer/09_KuestenschutzHaefen/05_KlimawandelKonsequenzenSH/ein_node.html</p> <p>Neumann T. 2010: Climate-change effects on the Baltic Sea ecosystem: A model study, Journal of Marine Systems, 81 (3): 213-224.</p> <p>UBA 2009: Klimawandel und marine Ökosysteme. Meeresschutz ist Klimaschutz. Dessau-Roßlau. 62 S.</p> <p>WBGU 2006: Die Zukunft der Meere – zu warm, zu hoch, zu sauer. Sondergutachten 2006, Berlin, 114 S.</p>		
VI Umsetzung – Aufwand und Verantwortlichkeiten			
Aufwands-schätzung:	Datenbeschaffung:	1	nur eine datenhaltende Institution
	Datenverarbeitung:	1	einfache Datenübernahme ohne aufwändige Datenaufbereitung
	<p><u>Erläuterung:</u></p> <p>Die Daten werden durch die verschiedenen Wasser- und Schifffahrtsverwaltungen erfasst, aber zentral durch die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) bereitgestellt. Die Daten werden in geringerem Maße aufbereitet. Die Übernahme in das DAS-Indikatorensystem ist daher nicht mit einem nennenswerten Zusatzaufwand verbunden. Für die Übernahme der jeweils aktuellen Daten in das Daten-Factsheet sind ca. 2 Stunden zu kalkulieren.</p>		
Datenkosten:	Keine		

Zuständigkeit:	Koordinationsstelle
	Erläuterung: keine
VII Darstellungsvorschlag	
	<p>Mittelwert der jährlichen mittleren (Tide)Hoch-/Niedrigwasser über 10 Jahre [cm]</p> <p>1972-1981 1976-1985 1980-1989 1984-1993 1988-1997 1992-2001 1996-2005 2000-2009</p> <p> Dagebüll MThW Norderney MThW Cuxhaven MThW Flensburg MHW Warnemünde MHW Dagebüll MTnW Norderney MTnW Cuxhaven MTnW Flensburg MNW Warnemünde MNW </p>

Indikatoren-Factsheet: Wassertemperatur des Meeres

Verfasser:	Ecologic Institut (Jenny Tr�ltzsch) i. A. des Umweltbundesamtes / KomPass, FKZ 3711 41 106	
Mitwirkung	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) (Dr. Hartmut Heinrich)	
Letzte Aktualisierung:	17.12.2012	Ecologic Institut (Jenny Tr�ltzsch)
Nächste Fortschreibung:		
I Beschreibung		
Interne Nr. WW-I-10	Titel: Wassertemperatur des Meeres	
Einheit: �C	Kurzbeschreibung des Indikators: Höhe der gemittelten jährlichen Oberflächentemperatur der Nordsee	
	Berechnungsvorschrift: Die Daten werden unmittelbar vom BSH übernommen.	
Interpretation des Indikatorwerts:	Je höher der Indikatorwert, desto höher ist die gemittelte jährliche Oberflächentemperatur der Nordsee.	
II Einordnung		
Handlungsfeld:	Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, K�sten- und Meeresschutz	
Indikationsfeld:	Physikalisch-chemischer Gewässerzustand (M)	
Thematischer Teilaspekt:	Erwärmung von Gewässern, Veränderung der Eisbedeckung	

DPSIR:	Impact
---------------	--------

III Herleitung und Begründung	
Referenzen auf andere Indikatorenssysteme:	keine
Begründung:	<p>Eine wesentliche Auswirkung des Klimawandels ist der erwartete Anstieg der Wassertemperatur im Meer.</p> <p>Ein leichter Trend zu höheren Wassertemperaturen in der Ostsee wurde von MacKenzie & Schiedek (2007) bereits für vier Nord- und Ostseemessstationen gezeigt. Auch Kirby et al. (2007) stellten eine signifikante Erhöhung der Wassertemperaturen fest. Durch die prognostizierten stark steigenden Lufttemperaturen ist auch ein weiterer Anstieg der Wassertemperaturen zu erwarten. Für das Wasser der Ostsee wurden im Rahmen des RADOST-Projekts Simulationen durchgeführt. Die Ergebnisse der Emissionsszenarien A1B und B1 zeigen einen möglichen Anstieg der Oberflächentemperatur um ein bis vier Kelvin in der Periode 1961 bis 2100 (Neumann 2010).</p> <p>Höhere Wassertemperaturen begünstigen eine Abnahme des Salzgehalts und auch eine geringere Eisbedeckung im Winter. UBA (2009) leitet weitere Veränderungen verschiedener physikalischer Faktoren wie Dichte, Meeresströmungen und ansteigender Meeresspiegel ab. Die Dichte des Meerwassers wird neben der thermischen Ausdehnung allerdings auch durch verstärkte Süßwasserzufuhr beeinflusst. Die Veränderung der Temperatur mit Folgen für die Meeresströmungen hat direkte Konsequenzen für die Seeschifffahrt, vor allem hinsichtlich Extremwetterereignissen.</p> <p>Die vorhergesagten höheren Wassertemperaturen und eine Abnahme des Salzgehalts hätten einen großen Einfluss auf die Flora und Fauna. Hiervon wäre das gesamte Ökosystem von Bakterien bis hin zu kommerziell genutzten Fischarten, z. B. dem Dorsch, betroffen (BACC Author Team 2008). Erste Auswirkungen der höheren Wassertemperaturen auf die Bestandsdichte von Fischen wurden bereits untersucht. Poertner & Knust (2007) stellten fest, dass die wärmebedingte Sauerstofflimitierung der Aalmutter sich auf deren Bestandsdichte auswirkt. Da verschiedene Arten und Organismengruppen unterschiedlich auf die Klimaerwärmung reagieren, kann es zu Populationsverschiebungen kommen, die bestehende marine Nahrungsnetze verändern. Räumliche Verschiebungen wurden anhand von Krebsarten vor Helgoland festgestellt, die im Atlantik verbreitete Art ersetze die heimische Krebsart. Daraufhin verschob sich auch das Verbreitungsgebiet des Kabeljaus nordwärts (Beaugrand & Brander 2003, Greve & Reiners 1996).</p> <p>Neben räumlichen können auch zeitliche Entkopplungen auftreten, die �kosystemstrukturen ebenfalls wesentlich verändern können (UBA 2009). Neumann (2010) prognostiziert für einen Temperaturanstieg in der Ostsee ein früheres Auftreten der Frühjahrsblüte (Phytoplankton-Primärproduktion) im Winter / Frühjahr mit Folgen für weitere Stufen der Nahrungskette.</p> <p>Die Veränderung der Wassertemperatur ist ein sinnvoller Indikator für die offene See, aber z. B. sind Wattgebiete nicht geeignet. Daten liegen für einzelne Pegel in Nord- und Ostsee vor. Der Indikator nutzt aber aggregierte jährliche Oberflächentemperaturen für die Nordsee. Der Vorteil besteht in der Abdeckung einer größeren Fläche, so dass eine Tendenz eher verlässlich abgeleitet werden kann, als bei einer Betrachtung von einzelnen Pegeln. Die Originaldaten sind aggregierte wöchentliche Oberflächentemperaturen der Nordsee, aggregiert über verschiedene Pegel in der Nordsee. Diese werden für jedes Jahr</p>

	nochmals zusammengefasst.	
Schwächen:	Der größte Nachteil an der Darstellung auf Basis der aggregierten Daten der Nordsee ist, dass keine vergleichbare Datenbasis für die Ostsee vorliegt, so dass deren Veränderung mit dem Indikator nicht abgedeckt werden kann. Durch die Verwendung von jährlichen gemittelten Daten können jahreszeitliche Veränderungen nicht abgebildet werden.	
Rechtsgrundlagen, Strategien:	Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS)	
Ziele:	DAS, Kap. 3.2.3: Für die Meere ist es wesentlich, alle Faktoren zu begrenzen, die einerseits zur Erwärmung und andererseits zur Versauerung führen. Zusätzlich zu den vorhandenen Belastungen der Meeresumwelt z. B. durch fischereiliche Nutzung und durch Stoffeinträge wirkt sich die Erwärmung und Versauerung der Meere nachteilig auf die biologische Vielfalt und die Widerstandskraft der marinen Ökosysteme aus.	
Berichtspflichten:		
IV Technische Informationen		
Datenquelle:	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie	
Räumliche Auflösung:	Flächenhaft	NUTSO
Geographische Abdeckung:	Nordsee	
Zeitliche Auflösung:	wöchentlich, seit 1969	
Beschränkungen:	Keine	
Verweis auf Daten-Factsheet:	WW-I-10_Daten_Wassertemperatur_Meer.xlsx	
V Zusatz-Informationen		
Glossar:		
Weiterführende Informationen:	<p>BACC Author Team 2008: Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin. 474 S.</p> <p>Beaugrand G. & Brander K. M. 2003: Plankton effect on cod recruitment in the North Sea. Nature 426: 661-664.</p> <p>Greve W. & Reiners F. 1996: Biocoenotic changes of the zooplankton in German Bight: the possible effects of eutrophication and climate. Journal of Marine Systems. 53: 951-956.</p> <p>Hirschfeld J. & Welp M. 2009a: Arbeitspapier zur Vorbereitung des Stakeholderdialogs zu Chancen und Risiken des Klimawandels – Küstenschutz. 8 S. www.anpassung.net/nn_701050/DE/Anpassungsstrategie/AnpStrategie__deutsch/Veranstaltungen/Dialoge_20zur_20Klimaanpassung/0905-K_C3_BCstenschutz/Arbeitspapier,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/Arbeitspapier.pdf</p> <p>Hirschfeld J. & Welp M. 2009b: Ergebnis des Stakeholderdialogs zu Chancen und Risiken des Klimawandels – Küstenschutz. 7 S. www.ioew.de/fileadmin/user_upload/BILDER_und_Downloaddateien/Projekte/2009/SH_KS_Auswertung.pdf</p> <p>Kirby R. R., Beaugrand G., Lindley J. A., Richardson A. J., Edwards M., Reid P. C. 2007: Climate effects and benthic-pelagic coupling in the North Sea. Marine</p>	

Ecology Progress Series 330: 31-38.

MacKenzie B. R. & Schiedek D. 2007: Daily ocean monitoring since the 1860s shows record warming of northern European seas. *Global change biology* 13(7): 1335-1347.

Ministerium f r Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und l ndliche R ume 2009: Klimawandel und Konsequenzen f r den Küstenschutz in Schleswig-Holstein.
www.schleswig-holstein.de/UmweltLandwirtschaft/DE/WasserMeer/09_KuestenschutzHaefen/05_KlimawandelKonsequenzenSH/ein_node.html

Neumann T. 2010: Climate-change effects on the Baltic Sea ecosystem: A model study, *Journal of Marine Systems*, 81 (3): 213-224.

Poertner H. O. & Knust R. 2007: Climate change affects marine fishes through the oxygen limitation of thermal tolerance. *Science* 315(5808): 95-97.

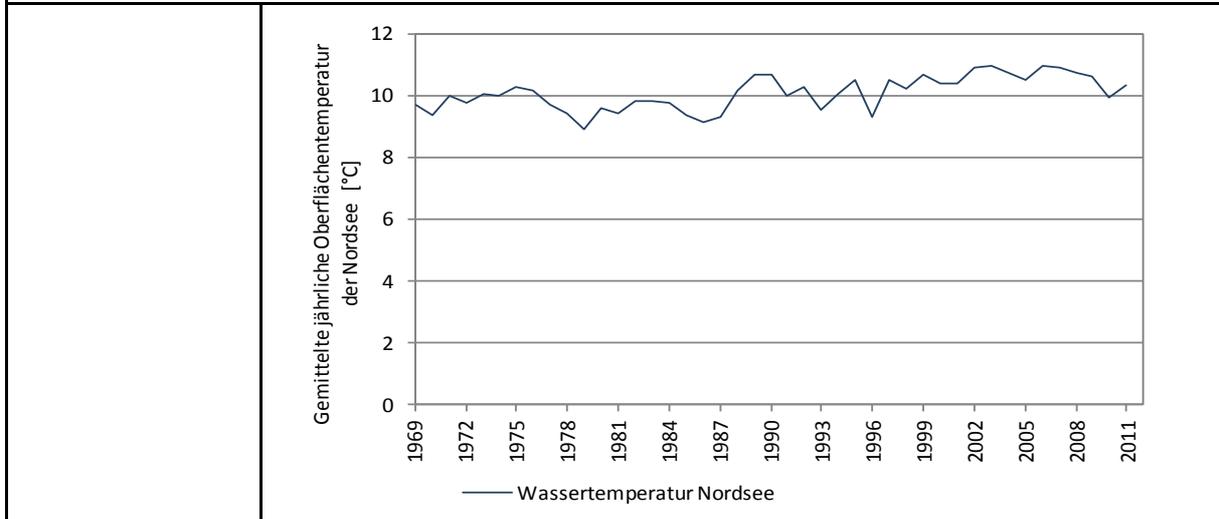
UBA 2009: Klimawandel und marine Ökosysteme. Meeresschutz ist Klimaschutz. Dessau-Roßlau. 62 S.

WBGU 2006: Die Zukunft der Meere – zu warm, zu hoch, zu sauer. Sondergutachten 2006, Berlin, 114 S.

VI Umsetzung – Aufwand und Verantwortlichkeiten

Aufwands-schätzung:	Daten-beschaffung:	1	nur eine datenhaltende Institution
	Daten-verarbeitung:	1	einfache Datenübernahme ohne weitere Datenaufbereitung
	<u>Erläuterung:</u> Die Daten werden unabhängig von der DAS durch das BSH erfasst und aggregiert. Diese bereits aufbereiteten Daten können direkt als Indikator dargestellt werden. Die Übernahme in das DAS-Indikatorensystem ist daher nicht mit einem nennenswerten Zusatzaufwand verbunden. Für die Übernahme der jeweils aktuellen Daten in das Daten-Factsheet ist ca. 1 Stunde zu kalkulieren.		
Datenkosten:	Keine		
Zuständigkeit:	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)		
	<u>Erläuterung:</u> keine		

VII Darstellungsvorschlag



6 Entwicklung und Erprobung eines Verfahrens, mit dem in Zusammenarbeit mit den Fachabteilungen des LLUR ein Indikator für ein für das Land charakteristisches Thema abgebildet werden kann

In Ergänzung zu den bisherigen Arbeitsschritten wurde an der Konkretisierung von Indikationsideen für ein die besondere Situation Schleswig-Holsteins als Küstenland betreffendes Indikandum gearbeitet. Als Thema wurden die Veränderungen in der marinen Biodiversität und mariner Ökosysteme im Vorfeld der Bearbeitung ausgewählt. Für dieses Themengebiet konnten im vorhergehenden Gutachten keine Hinweise aus den bislang erarbeiteten Indikatorensystemen abgeleitet werden. In einer Literaturanalyse und in Austausch mit Mitarbeitern aus den zuständigen Fachabteilungen wurden wesentliche Indikationsgegenstande (Indikandi) herausgearbeitet. Aus dieser Analyse wurden Hinweise für Indikatorenvorschlage und mögliche Datenquellen entwickelt und ausgearbeitet.

Ausgangspunkt der Arbeit im Arbeitspaket 6 ist die Zusammenstellung von relevanten Wirkungen des Klimawandels (Impacts) auf die marine Biodiversität und marine Ökosysteme die sich auf die besondere Situation Schleswig Holsteins als Küstenland sowie auf Wirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität beziehen. Diese wurden der Methodik im DAS Indikatorenvorhaben und dem Vorhaben des BfN zu Biodiversität und Klimawandel folgend zu Indikationsfeldern gruppiert. Hierzu wurden die Ergebnisse aus drei UFOPLAN Vorhaben ausgewertet, in denen an der Entwicklung von Indikatoren zur Abbildung von Wirkungen des Klimawandels auf die Biologische Vielfalt gearbeitet wurde. Zugrunde gelegt wurden die Ergebnisse aus dem Vorhaben „Erstellung eines Indikatorenkonzepts für die Deutsche Anpassungsstrategie (DAS)“ (FKZ 364 01 006), das im Auftrag des UBA im Handlungsfeld Biologische Vielfalt von Prof. Dr. Vera Luthardt (FH Eberswalde) bearbeitet wurde. Die Ergebnisse sind dargestellt in BOSCH & PARTNER (2010) und wurden in englischer Darstellung veröffentlicht (UBA 2010), das derzeit noch laufende Vorhaben „Evaluierung der DAS – Berichterstattung und Schliessung von Indikatorenl ucken“ (FKZ 37 1141 106) (BOSCH & PARTNER unveröffentlichte Zwischenberichte), sowie ein vom BfN beauftragtes Vorhaben „Indikatorensystem zur Darstellung direkter u. indirekter Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt“ (FKZ 3511 82 0400), das von einem Konsortium aus TU Berlin, HTW Dresden, Universität Stuttgart und dem Dachverband Deutscher Avifaunisten e.V. durchgeführt wird²⁵.

Die Übersicht (siehe Anlage) wurde mit Hinweisen ergänzt, die sich aus Fachgesprächen mit Mitarbeitern des LLUR ergaben. Aufgenommen wurden auch konkrete Beschreibungen von Auswirkungen des Klimawandels auf Nord- und Ostsee und die Nord- und Ostseeküste sowie

²⁵ Technische Universität Berlin, Institut für Landschaftsplanung und Umweltplanung Fachgebiet Landschaftsplanung und Landschaftsentwicklung (Prof. Dr. Stefan Heiland, Rainer Schliep, Laura Radtke, Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden Fakultät Landbau / Landespflege Professur Tierökologie /Angewandter Umweltschutz Prof. Dr. Frank Dziock, Silvia Dziock, Universität Stuttgart, Institut für Raumordnung und Entwicklungsplanung Prof. Dr. Stefan Siedentop, Dr. Livia Schäffler, Stefan Fina, Dachverband Deutscher Avifaunisten e.V. Dr. Christoph Sudfeld, Dr. Sven Trautmann; Bundesamt für Naturschutz, FG II 1.3 Monitoring, Dr. Ulrich Sukopp

auf Natur und biologische Vielfalt im Allgemeinen, die Studien des Landes Mecklenburg-Vorpommern (MV 2011) und der Wattensee-Kommission entnommen wurden. In einem zweiten Schritt wurden in Schleswig-Holstein vorhandenen Monitoringssysteme darauf hin analysiert, ob Daten erfasst werden, mit denen eine Abbildung der in Indikationsfeldern und Thematischen Teilaspekten angesprochenen Sachverhalte möglich erscheint. Als Informationsquellen hierfür wurden auch Hinweise von Herrn Dr. Ivo Bobsien geprüft, der dankenswerter Weise die wesentlichen in Schleswig-Holstein vorhandenen Monitoringssysteme im Bereich marinen Biodiversität und mariner Ökosysteme zusammen gestellt hat.

Eine wesentliche Datenquelle für ein Klimafolgenmonitoring im Bereich Marine Biodiversität kann das Bund –Länder Messprogramm Meeresumwelt (BLMP) sein. In diese Kennbl tter sind auch die Methoden eingeflossen, die im Rahmen des Wattensee-Monitorings durch TMAP durchgeführt werden. Das BLMP Monitoring Handbuch wurde systematisch darauf geprüft, welche Monitoring-Kennbl tter explizit auf Klimawandel abheben. Grundlage der Analyse ist Sammlung aller Monitoring-Kennbl tter (Stand 07.11.2013). Dies ist in folgenden Kennbl ttern der Fall:

- Monitoring-Hydrologie (Stand: 2012-06-15),
- Monitoring Kennblatt Substrat (2012-06-15),
- Monitoring Kennblatt Bathymetrie (2012-06-15),
- Monitoring-Kennblatt Hydrologie (Stand: 2012-06-15),
- Monitoring-Kennblatt Phytoplankton (Stand: 2012-06-15),
- Monitoring-Kennblatt Fische (Stand: 2012- 03-12)
Monitoring an der niedersächsischen Nordseeküste vor den Inseln Spiekeroog und Langeoog das vom Alfred Wegener Institut durchgeführt wird.
- Monitoring-Kennblatt Makrophyten (Stand: 2012-06-11),
- Monitoring-Kennblatt Vögel (Stand 2012-01-31),
- Monitoring-Kennblatt Makrozoobenthos (Stand: 2012-10-18).
Hier befindet sich das Messkonzept in der Entwicklung. Ein Messnetz für das Makrozoobenthos in der Nordsee muss noch festgelegt werden, es liegen Vorschläge vor, die zurzeit in der Praxis getestet werden (siehe dazu auch BLMP-Handbuch S.54).

Einige der Kennbl tter geben als Untersuchungsgebiete geografische Räume an, die außerhalb von Schleswig-Holstein liegen, sie werden dennoch der Vollständigkeit halber aufgezählt.

6.1 Indikationsfelder

Im Folgenden werden für die identifizierten Indikationsfelder Ansätze zu Indikationsvorschlägen und Ideen skizziert und Hinweise auf möglicherweise geeignete Datenquellen gegeben. Diese Zusammenstellung kann zu einem späteren Zeitpunkt aufgegriffen werden, um eine breite Diskussion in den zuständiger Facheinheiten zu führen, an welchen Indikatoren weiter gearbeitet werden soll. Dies hängt letztlich auch von den Inhalten und den Zielen einer schleswig-holsteinischen Anpassungsstrategie ab, für die ein Klimafolgenmonitoringsystem erarbeitet werden soll.

Indikationsfeld 1: Meeresspiegel und Meeresströmungen

Für den thematischen Teilaspekt „Anstieg des Meeresspiegels“ wurde im DAS Indikatorensystem der Indikator WW-I-8: Meeresspiegel entwickelt. Dieser eignet sich für eine Übertragung auf Schleswig-Holstein. Auch der Teilaspekt „Veränderung der Strömungsverhältnisse und der Gezeitendynamik“ wird durch den DAS Indikator: WW-I-9: Intensität von Sturmfluten abgebildet. In Schleswig-Holstein werden im Monitoring-Hydrologie (Stand: 2012-06-15) relevante Parameter wie Wasserstand, Tidenhub, Strömung, Seegang und Wellenexposition sowie Struktur und Bedingungen der Gezeitenzone, S ßwasserzustrom und Austauschzeiten erfasst (LKN_SH, LLUR). Messfrequenzen und Zyklen werden im BLMP Handbuch (S.92) nicht dargestellt und müssen in Zusammenarbeit mit den zuständiger Fachabteilungen auf ihre Eignung untersucht werden. Es existieren im begrenztem Umfang Messstationen und flächendeckende Modelle. Ein zukünftiges Meeresmonitoring kann auf den bestehenden Systemen aufbauen, deckt aber noch nicht alle Wasserkörper der WRRRL ab. (BLMP Handbuch S.93). In OOST et al. (2009, S.7) findet sich eine Darstellung der höchsten jährlichen Wasserstände bei Husum die eine Zeitreihe seit 1868 darstellt. Ergänzend könnte das Hydrographisch-chemisches Monitoring heran gezogen werden, in dem neben Temperatur, pH, Salz- und Sauerstoffgehalt vor allem Nährstoffe wie Nitrat, Phosphat, Phosphor- und Stickstoffverbindungen sowie Chlorophyll und Schadstoffe in Wasser und ergänzend auch in Sediment und Organismen im Wasser gemessen werden.

Indikationsfeld 2: Physikalisch-chemischer Gewässerzustand

Ein wichtiger thematischer Teilaspekt ist die Veränderung der Wassertemperatur, die im DAS Indikator: WW-I-10: Wassertemperatur des Meeres abgebildet wird. Auch dieser Indikator eignet sich für eine Übertragung auf Schleswig-Holstein. Die Veränderung von Wassertemperaturen führt zu einer Verschiebung im Artenspektrum von Phyto- und Zooplankton von Kalt- zu Warmwasserarten. Beschrieben wird auch eine Zunahme von Cyanobakterienblüten im Sommer und das Abwandern von Kaltwasserarten in tiefere (kältere) – oder falls vom Salzgehalt her tolerierbar – in nördlichere Gegenden. (MV 2011, S.25). Wesentlich insbesondere für die Ostsee ist eine Veränderung des Salzgehalts, die mögliche Auss bung der Ostsee bedeutet einen erhöhten osmotischen Stress der zu einer Verschiebung des Artenspektrums von marinen zu limnischen Arten und damit zu einer Veränderung im Nahrungsangebot für Fische führen kann. Eine mögliche Zunahme der Anoxie am Boden durch absinkende Cyanobakterienblüten bringt evtl. Gefahren für stark  berfischten östlichen Dorschbestand mit sich (MV 2011, S.25).

Indikationsfeld 3: Veränderung / Verlust des  kosystemgefuges durch Lebensraumverlust

Die Beeinträchtigung von Ökosystemen an der Küste und im Wattenbereich wird mit dem BLMP Monitoring-Substrat (Stand 2012-06-15) beobachtet. Es erfolgt eine Überwachung geomorphologischer Eigenschaften des Wattenmeeres die das Ziel hat, mögliche Klimaänderungen (z.B. Anstieg des Meeresspiegels, Zunahme der Sturmereignisse) sowie deren Auswirkungen auf die Lebensräume, Arten und Gemeinschaften zu bewerten. Messungen werden im Rahmen der WRRL einmal alle 6 Jahre vorgenommen (BLMP Handbuch S.100).

Indikationsfeld 4: K stenschutzsysteme und Infrastruktur

Der Vollständigkeit wird in die Indikationsfelder auch das Indikationsfeld K stenschutzsysteme und Infrastruktur aufgenommen, obwohl sich hier nur ein vermittelter und kein direkter Bezug zu mariner Biodiversität und marinen Ökosystemen besteht. Thematische Teilaspekte dieses Indikationsfeldes sind die höhere Belastung oder das Versagen von K stenschutzsystemen, die höhere Belastung oder Überlastung der Entwässerungseinrichtungen in niedrig gelegenen Marschgebieten und die Beschädigung oder Zerstörung von Siedlung und Infrastruktur an der Küste. In den Marschen und K gen auf der Westseite Schleswig-Holsteins wird anstehendes Grundwasser abgepumpt und abgeleitet. Mit ansteigendem Meeresspiegel ist zu erwarten, dass die notwendige Pumpleistung ansteigen wird, um den Grundwasserspiegel auf einem gleich bleibendem Niveau zu halten. Um diese Auswirkung des Klimawandels abzubilden, könnte die Pumpleistung ein geeigneter Indikator sein. Es sollte geprüft werden, ob für ein charakteristisches Gebiet Daten zur Verfügung stehen, um diese Veränderungen abzubilden. Aus der Recherche zu den bestehenden Mess- und Monitoringprogrammen geht nicht hervor, ob es Daten zu den Pumpleistungen zur Regulierung der Wasserstände in den Marschen und K gen gibt.

Indikationsfeld 5: Phänologische Veränderungen Terrestrischer Ökosysteme, Verschiebung phänologischer Phasen bei Pflanzen

Phänologische Veränderungen bei Wildpflanzenarten sind darstellbar anhand der Auswertung von phänologischen Daten des DWD und phänologischer Gärten, die Auswertung dieser Daten wird in zahlreichen Monitoringsystemen zu Klimawandelfolgen als Indikator sich verschiebender natürlicher Entwicklungsphasen und sich verlängernder Vegetationsperioden genutzt . Aus den Auswertungen dieser Daten werden so genannte phänologische Uhren entwickelt, die im Vergleich längerer Zeiträume Verschiebungen von Pflanzenentwicklungsphasen darstellen, sodass Verschiebungen von Beginn und Ende der Jahreszeiten deutlich werden. Für das Indikatorensystem zur DAS wurde vom BfN der Indikator BD-I-1: Phänologische Veränderungen bei Wildpflanzenarten entwickelt. Phänologische Uhren wurden auch in verschiedenen Bundesländern für die Darstellung genutzt: (z.B. Rheinland Pfalz, Sachsen-Anhalt, Nordrhein-Westfalen, Bremen).

Ein in den letzten Jahren viel diskutiertes Biomonitoringsystem, das zunächst zum Monitoring von Luftschadstoffen entwickelt wurde, ist das Biomonitoring von Flechten. Dieses wird seit einigen Jahren auch zum Monitoring klimatischer Veränderungen diskutiert. Seit 1992 wird in Schleswig-Holstein ein passives Biomonitoringverfahren mit borkenbesiedelnden Flechten zur Langzeitüberwachung der Immissionssituation betrieben. Flechten eignen sich auch zum Monitoring von klimatischen Veränderungen. In Schleswig-Holstein wurde das

Flechtenbiomonitoring im Zuge der Durchführung der Boden-Dauerbeobachtung eingerichtet, an 38 Standorten durchgeführt. Jeweils eine Erst- und vier Wiederholungsuntersuchungen, sowohl in Standort bezogenen Einzelberichten als auch in vergleichenden Gesamtauswertungen sind nach dem jeweiligen Abschluss der Wiederholungsuntersuchungen auf allen Flächen dokumentiert. Es wurde ein Untersuchungssturnus von vier Jahren eingehalten. Zur Anwendung kommt ein spezifisches, auf die fachlichen Anforderungen in Schleswig-Holstein zugeschnittenes Untersuchungsverfahren. Dessen Erkenntnisse sind in die Entwicklung der VDI-Richtlinie 3957 Blatt 8 mit eingegangen. Das schleswig-holsteinische Verfahren wurde auf Grundlage der neuen VDI-Richtlinie im Jahr 2006 modifiziert.

Indikationsfeld 6: Phänologische Veränderungen Marine Ökosysteme

Thematischer Teilaspekt: Verschiebung phänologischer Phasen beim marinen Phyto- und Zooplankton

Die Biologische Anstalt Helgoland (BAH) verfügt über Zeitreihen phänologischer Beobachtungen beim Zooplankton (SCHLIEP ET AL 2014). Im laufenden Vorhaben des BfN wird ein Indikator zur Darstellung von phänologischen Veränderungen bei terrestrischen und marinen Arten vorgeschlagen. Es werden Verschiebungen des Saisonbeginns beim Zooplankton in der deutschen Bucht bei Helgoland anhand von 6 taxonomischen Gruppen abgebildet. Die Kalenderwochen, in welchen 15% der Gesamtpopulation eines Zooplanktontaxons erreicht wurde, werden auf Veränderungen über die Jahre untersucht und auf Zusammenhänge mit den mittleren Meeresoberflächentemperaturen (SST) aus den vorhergehenden Wintermonaten geprüft. Die langen Zeitreihen der Biologische Anstalt Helgoland (BAH) ermöglichen ebenfalls Tests auf Unterschiede zwischen einem Referenzzeitraum und einem laufenden aktuellen Zeitfenster von je zwanzig Jahren (SCH FFLER 2014).

Veränderung von Zeitpunkt und Umfang von Planktonbl ten lassen sich möglicherweise auch mit Hilfe von Daten aus dem Algenfr herkennungssystem (AlgFES) des Landes Schleswig-Holstein darstellen. Das LLUR führt seit 1989 das Algenfr herkennungssystem durch. Kurzfristiges Ziel des AlgFES ist das frühzeitige Erkennen von Algenmassenentwicklungen, die die Wasserqualität beeinträchtigen können, einschließlich toxischer Algenarten. Mittelfristig sollen Trends in der Entwicklung der Biomasse, Stärke der Blüten, Verschiebung des Artenspektrums und der Nährstoffmengen erkannt werden. Ferner sollen die langfristigen und periodischen Veränderungen sowie Zusammenhänge zwischen physikalisch-chemischen und ökologisch-biologischen Parametern erkannt werden.

Die Veränderung der Phänologie von wassergebundenen Makrozoobenthos wird im EEA-Indikator „Phenology of marine species (CLIM 014)“ dargestellt. Der Indikator bilanziert phänologische Veränderungen bei marinen Arten. Die Daten, auf die der Indikator aufbaut, beziehen sich auf die zentrale Nordsee. Der Bezug zum Klimawandel besteht in der Korrelation zwischen Temperaturveränderungen an der Meeresoberfläche und dem Auftreten von Decapoden-Larven, die besonders sensitiv auf Veränderungen dieses Parameters reagieren (EEA 2012).

Indikationsfeld 7: Verhaltensbiologische Veränderungen

Verhaltensbiologische Veränderungen wurden vor allem bei Vögeln dokumentiert. Sie werden häufig zur Indizierung von (klimabedingten) Veränderungen herangezogen. Beobachtet werden verändertes Zugverhalten und verändertes Brutverhalten von Vögeln. Das Monitoring häufiger Brutvogelarten wird seitens des Landes Schleswig-Holstein finanziell gefördert. Die bestehende Artenauswahl orientiert sich an den Vorschlägen der LIKI (LanderInitiative Kern-Indikatoren), in diesem Indikatorensystem ist ebenfalls ein Indikator zu Brutvogelarten enthalten. Die Auswahl wird vom Land als ausreichend angesehen, eine Auswahl weiterer Arten wird nicht angestrebt. Es wird eine Prüfung vorgeschlagen, ob die von der LIKI vorgeschlagenen Arten für das Monitoring von Küsten/Meeren (Austernfischer, Zwergseeschwalbe, Rotschenkel, Flusseeeschwalbe, Trottellumme) für Aussagen zu Veränderungen im Zuge des Klimawandels aussagekräftig genutzt werden können.

Thematischer Teilaspekt: Verschiebung der Rastgebiete rastender Wasser- und Watvögel

Der Verlust von Salzwiesen durch Meeresspiegelanstieg kann u. a. zu Bestandsruckgangen bei Populationen von Sandregenpfeifer, Uferschnepfe, Rotschenkel und bei Rast- und Zugvögeln infolge reduzierter Rastplatzkapazitat (Flächenverluste, Abnahme des Nahrungsangebotes) führen. Beobachtet wird auch die Verlagerung von Winterquartieren in Richtung Osten (Meeresenten, Alken, Tauchenten, Sager, etc.) (MV 2011, S. 26).

Für Austernfischer wurde nachgewiesen, dass steigende Wahrscheinlichkeit der Überflutung von Brutgebieten durch gestiegene Sturmlagen, Einfluss auf die Bruterfolge hat. (KOFFIJBURG 2009, S.).

Der Indikator „Animal phenology (CLIM 025)“ der EEA baut auf Daten zur Eiablage des Trauerschnappers (*Ficedula hypoleuca*) und des Stars (*Sturnus vulgaris*) auf, wobei die Daten zum Star nur für Großbritannien vorliegen. Zur Eiablage des Trauerschnappers finden sich für Deutschland lediglich zwei Datenpunkte aus den 1980er Jahren (SANZ 1997, nach HEILAND et al. 2013).

Monitoringsysteme auf die zurückgegriffen werden kann, werden im BLMP Monitoring-Kennblatt Vögel (Stand 2012-01-31) Biologisches Monitoring – Fauna –Fische (seit 1998) dargestellt.

In diesem Rahmen wurde mit dem Monitoring der Artenzusammensetzung, Abundanz, Biomasse aller Fische und Decapoden vor dem Hintergrund der Ökosystemforschung (OSF) begonnen. Diese wird aktuell im Rahmen von Klimaforschungen weiter geführt. Im DAS Indikatorensystem wurde für das Handlungsfeld „Fischerei“ der DAS-Indikator: FI-I-1 Verbreitung warmadaptierter mariner Arten entwickelt, der die Veränderung des Artenspektrums von Fischen in der Nordsee darstellt.

Mögliche Datenquelle ist in Schleswig-Holstein das Biologische Monitoring, indem Artenspektren, Abundanz und Verbreitung von Mikroalgen (Phytoplankton) sowie das Makrozoobenthos (Muscheln, Borstenwurmer, Krebse und Stachelhauter) erfasst (LLUR) werden. In Mecklenburg-Vorpommern wurde bereits die Verschiebung des Artenspektrums von Phyto- und Zooplankton von Kalt- zu Warmwasserarten ebenso dokumentiert wie auch die Zunahme von Cyanobakterienbluten im Sommer. Beobachtet wird das Abwandern von Kaltwasserarten in tiefere (kalttere) – oder falls vom Salzgehalt her tolerierbar – in nördlichere

Gegenden (MV 2011, S.25). Elemente von biologischem Monitoring sind auch im Monitoring zur Wasserrahmen-Richtlinie (WRRL) enthalten. Dazu zählen z.B. das Makrophyten-Monitoring (Seegras und Makroalgen der Nordsee) im schleswig-holsteinischen Wattenmeer und Helgoland (ab 2007) und das Makrophytenmonitoring in den äußeren und inneren Küstengewässern Schleswig-Holsteins (ab 2006). In der TMAP Database (Trilateral Cooperation of the Protection of the Wadden Sea) werden ebenfalls 6 biologische Parametergruppen erfasst, für die für Schleswig-Holstein unterschiedlich lange Zeitreihen zur Verfügung stehen (Makrozoobenthos 1987 - 2011, Phytoplankton 1995 - 2006, Brutvögel 2000 - 2009, Rastvögel 1990 - 2011, Strandv gel 1991 - 2011, Robben und Seehunde 2000 - 2009. Von den beiden in der südlichen Ostsee heimischen Robbenarten, dem Seehund und der Kegelrobbe, wird wahrscheinlich die Ausbreitung der Ostseepopulation der Kegelrobbe erschwert (MV 2011, 26).

Im Rahmen der geographischen Beobachtungen sind Monitoringdaten für Salzmarschen (1995 - 2005), Makroalgen (1994 - 2011), Seegraswiesen (1994 - 2011) und Muschelbänke (1999 - 2011) vorhanden.

6.2 Ansatzpunkte für Indikatoren für das Küstenland Schleswig-Holstein

Für das Indikationsfeld physikalisch/chemische Veränderungen kann eine Orientierung an den drei Indikatoren des DAS Indikatorensystems (WW-I-8 Meeresspiegel, WW-I-9 Intensität von Sturmfluten, WW-I-10 Wassertemperatur des Meeres) erfolgen.

Dargestellt wurden auch zwei Ansätze, die sich mit ökologischen Wirkungen beschäftigen, die sich nicht auf marine Ökosysteme beziehen. Die Abbildung phänologischer Veränderungen von Wild- oder Kulturpflanzenarten werden in die meisten bislang entwickelten Indikatorensysteme aufgenommen. Phänologische Uhren und die Veränderungen in der Vegetationsdauer auf Grundlage von Auswertungen der Daten des DWD werden in mehreren Bundesländern und auch im DAS Indikatorensystem verwendet, um klimatische Wirkungen darzustellen. Da hier bereits vielfältige Erfahrungen in der Erarbeitung vorliegen und die Daten vom DWD bundesweit erhoben worden sind, ist dies ein sehr vielversprechender Ansatz. Vorteil der Indizierung von phänologischen Veränderungen, ist dass es sich um eine sehr eingängige und nachvollziehbaren Zusammenhang handelt. Nachteil ist, dass der Indikationsgegenstand keiner unmittelbaren Handlungsstrategie zugänglich ist. Dies trifft auch für andere phänologische Phänomene, wie beispielsweise den Vogelzug zu.

Ein weiteres phänologisches Thema, für die in Schleswig Holstein Datensätze vorhanden sind ist das Biomonitoring von Flechten. Das Biomonitoring von Flechten wird als Indikationsm glichkeit seit einigen Jahren diskutiert. Hier liegt für Schleswig-Holstein die Möglichkeit auf die vorhandenen Datensätze zurück zu greifen.

Die Biologische Anstalt Helgoland verfügt über Langzeitbeobachtungsdaten, die Ansatzpunkte für Indikatoren sein könnten (z.B. Oberfl chenwassertemperaturen, Beobachtungsreihen mariner Makroalgen, Zooplankton, Phytoplankton, Copepoden). Hier sollte erwogen werden in eine Zusammenarbeit mit der Institution einzutreten um Indikatoren zu entwickeln, die spezifische Fragestellungen die Schleswig-Holstein als Küstenland betreffen, zu bearbeiten.

Im Hinblick auf die Verbreitung von Neozoen/Neophyten aufgrund von Erwärmung könnten die Beobachtungsergebnisse aus dem Miesmuschelmonitoring eine vielversprechende Datengrundlage sein. Beobachtungsgegenst nde zur Verbreitung von Neozoen könnten z.B. die pazifische Auster oder die amerikanische Pantoffelschnecke sein.

Im nächsten Schritt sollte der Überblick durch die entsprechenden Fachabteilungen des LLUR und des MELUR kommentiert und ggfs. ergänzt werden. Insbesondere sollten die Indikationsfelder und die hierzu in Bezug gesetzten Monitoringsysteme daraufhin geprüft werden, mit welchen Datensätzen Folgen des Klimawandels abgebildet werden können.

7 Literatur:

ARGE BLMP NORD- UND OSTSEE, www.blmp-online.de/Seiten/Monitoringhandbuch.htm

BACC AUTHOR TEAM (2008): Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin. 474 S.

BARTZ, R., DZIOCK, F., DZIOCK, S., HEILAND, S., KOWARIK, I., RADTKE, L., SCHÄFFLER, L., SCHLIEP, R., SIEDENTOP, S., SUDFELDT, C., TRAUTMANN, S. (2013): Zwischenbericht zur Entwicklung von Indikationsfeldern und Indikatoren für das Fachgespräch am 28. / 29. Januar 2013 in Bonn. F+E-Vorhaben „Indikatorensystem zur Darstellung direkter und indirekter Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt“ (FKZ 3511 82 044). Stand: Januar 2013. Auftraggeber: Bundesamt für Naturschutz (Bonn). Unveröffentlicht.

BÖHM, Johanna (2008): Potentielle Auswirkungen des Klimawandels auf die Eigenschaften und Entwicklung der Böden Schleswig-Holsteins, Eine Abschätzung anhand von Prognosen des regionalen Klimamodells WETTREG, Diplomarbeit Studiengang Geographie der Leibniz Universität Hannover

BOSCH & PARTNER (2010): Erstellung eines Indikatorenkonzepts für die Deutsche Anpassungsstrategie (DAS). FKZ: 364 01 006. Schlussbericht. 25.05.2010. Im Auftrag des UBA. Unveröffentlicht.

BSH – Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (Hrsg.) (2012): Projekt 1.03: Referenzdaten und Klimaprojektionen für Küste und See. BMVBS-Forschungsprogramm KLIWAS.

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES (2009): WHITE PAPER Adapting to climate change: Towards a European framework for action, http://ec.europa.eu/environment/climat/adaptation/index_en.htm

DASCHKEIT, Achim (2007): Klimawandel in Schleswig-Holstein – aktueller Kenntnisstand, Geographisches Institut CAU Kiel

DRÖSCHMEISTER, R., SUKOPP, U. (2009): Monitoring der Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt in Deutschland. – Natur und Landschaft 84(1): 13-17.

EEA – Europäische Umweltagentur (Hrsg.) (2012): Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012. An indicator-based report. – European Environment Agency, Kopenhagen, 300 S.

EEA (2010): The European Environment, State and Outlook 2010, Adapting to Climate Change, <http://www.eea.europa.eu/soer/europe/adapting-to-climate-change/>

ETC/ACC2008: Climate change adaptation and vulnerability indicators, Technical Paper December 2008

EU Strategie zur Anpassung an den Klimawandel: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2013:0216:FIN:DE:PDF>

GERSTENGARBE, F.-W., BADECK, F., HATTERMANN, F., KRYSANOVA V., LAHMER, W., LASCH, P., STOCK, M., SUCKOW, F., WECHSUNG, F., WERNER, P.C. (2003): Studie zur klimatischen Entwicklung im Land Brandenburg bis 2055 und deren Auswirkungen auf den Wasserhaushalt, die Forst und Landwirtschaft sowie Ableitung erster Perspektiven, PIK-Report Nr. 83, Potsdam

GREVE W. & REINERS F. 1996: Biocoenotic changes of the zooplankton in German Bight: the possible effects of eutrophication and climate. *Journal of Marine Systems*. 53: 951-956.

HEILAND, Stefan; Rainer SCHLIEP; Ulrich SUKOPP (2013): Arbeitsgruppe „Indikatorensystem Klimawandel Biologische Vielfalt“ im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz, FKZ 3511 82 0400, Hintergrundpapier zur Politische Abstimmung der Indikatoren zum Handlungsfeld „Biologische Vielfalt“, Indikatoren und Berichterstattung für die Deutsche „Biologische Vielfalt“, Indikatoren und Berichterstattung für die Deutsche Anpassungsstrategie (DAS)

HIRSCHFELD J. & WELP M. 2009a: Arbeitspapier zur Vorbereitung des Stakeholderdialogs zu Chancen und Risiken des Klimawandels – Küstenschutz. 8 S.
www.anpassung.net/nn_701050/DE/Anpassungsstrategie/AnpStrategie__deutsch/Veranstaltungen/Dialoge_20zur_20Klimaanpassung/0905-K_C3_BCstenschutz/Arbeitspapier,templated=raw,property=publicationFile.pdf/Arbeitspapier.pdf

HIRSCHFELD J. & WELP M. 2009b: Ergebnis des Stakeholderdialogs zu Chancen und Risiken des Klimawandels – Küstenschutz. 7 S., www.ioew.de/fileadmin/user_upload/BILDER-_und_Downloaddateien/Projekte/2009/SH_KS_Auswertung.pdf

<http://www.eea.europa.eu/pressroom/newsreleases/europe-needs-to-intensify-actions-to-adapt-to-climate-change-impacts>

http://www.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Elementbibliothek/Master-Bibliothek/Landwirtschaft_und_Umwelt/K/Klimaschutz/Klimawandel/Studie_PIK/Studie_Zusammenfassung_15_12_09.pdf (S.21)

<http://www.wald-rlp.de/fileadmin/website/klimakompetenzzentrum/Klimawandelbericht>

IPCC 2007: Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger. In: *Klimaänderung 2007: Wissenschaftliche Grundlagen. Beitrag der Arbeitsgruppe I zum 4. Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderung (IPCC)*, SOLOMON, S., D. QIN, M. MANNING, Z. CHEN, M. MARQUIS, K. B. AVERYT, M. TIGNOR und H. L. MILLER. Eds., Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom und New York, NY, USA. Deutsche Übersetzung durch ProClim,  sterreichisches Umweltbundesamt, deutsche IPCC-Koordinierungsstelle, Bern/ Wien/Berlin, 18 S.

KAREZ, Rolf (2004): Kurzmitteilung: L.A.S.H. – Langzeit-Algenmonitoring in Schleswig-Holstein; Jahresbericht Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein 2004

KIRBY R. R., BEAUGRAND G., LINDLEY J. A., RICHARDSON A. J., EDWARDS M., REID P. C. 2007: Climate effects and benthic-pelagic coupling in the North Sea. *Marine Ecology Progress Series* 330: 31-38.

KOFFIJBERG, Kees; Lieuwe DIJKSEN; Bernd H ALTERLEIN; Karsten LAURSEN; Petra POTEL; Stefan SCHRADER (2009): WADDEN SEA ECOSYSTEM No. 25, Quality Status Report 2009, Thematic Report No. 18, Breeding Birds; <http://www.waddensea-secretariat.org/sites/default/files-/downloads/18-breeding-birds.pdf>

LUA (2010): Fachbeitr ge des Landesumweltamtes, Heft Nr. 114 (2010): Brandenburg spezifische Boden-Indikatoren für ein Klimamonitoring und Grundlagen zur Ableitung von Wirkungs- und Alarmschwellen

MACKENZIE B. R. & SCHIEDEK D. 2007: Daily ocean monitoring since the 1860s shows record warming of northern European seas. *Global change biology* 13(7): 1335-1347.

MINISTERIUM FÜR ENERGIEWENDE, LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND LÄNDLICHE RÄUME (2009): Klimawandel und Konsequenzen für den Küstenschutz in Schleswig-Holstein. Kiel. www.schleswig-holstein.de/UmweltLandwirtschaft/DE/WasserMeer/09_KuestenschutzHaefen/05_KlimawandelKonsequenzenSH/ein_node.html

MV (2011): MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND TOURISMUS MECKLENBURG-VORPOMMERN: Folgen des Klimawandels in Mecklenburg-Vorpommern 2010, http://www.regierung-mv.de/cms2/Regierungsportal_prod/Regierungsportal/de/wm/_Service/Publicationen/?&publikid=1239

NEUMANN T. 2010: Climate-change effects on the Baltic Sea ecosystem: A model study, *Journal of Marine Systems*, 81 (3): 213-224.

OOST, Albert; Pavel KABAT; Ane WIERSMA; Jacobus HOFSTEDE (2009): WADDEN SEA ECOSYSTEM No. 25; Quality Status Report 2009; Thematic Report No. 4.1; Climate Change; http://www.waddensea-secretariat.org/sites/default/files/downloads/04-1-climate-10-03-09_0.pdf

PHILIPPART, Katja; Eric EPPING (2009): WADDEN SEA ECOSYSTEM No. 25, Quality Status Report 2009, Thematic Report No. 4.2, Climate Change and Ecology, http://www.waddensea-secretariat.org/sites/default/files/downloads/04-2-climate-ecology10-05-12_0.pdf

POERTNER H. O. & KNUST R. 2007: Climate change affects marine fishes through the oxygen limitation of thermal tolerance. *Science* 315(5808): 95-97.

SANZ, J. J. (1997): Geographic variation in breeding parameters of the Pied Flycatcher *Ficedula hypoleuca*. *Ibis* 139: 107-114.

SCH FFLER, Livia; Stefan SIEDENTOP, Marten BOERSMA, Franz BAIRLEIN, Jan VON R NN, Ulrich SUKOPP (2014), I.1.2 Indikator „Ph nologische Veränderungen bei Tierarten“ in Anhang zu Schliep et al (2014): Kennbl tter fertig entwickelter Indikatoren und Prototypen; Dokumentation der Prüfaufträge aufgebener bzw. zurückgestellter Indikatorvorschl ge

SCHERZER, J rg; GRIGORYAN, Gayane; SCHULTZE, Bernd; STADELBACHER, Veit; NIEDERBERGER, J rg; P HLER, Hannaleena (2010): WASKlim Entwicklung eines übertragbaren Konzeptes zur Bestimmung der Anpassungsfähigkeit sensibler Sektoren an den Klimawandel am Beispiel der Wasserwirtschaft

SCHINDLER, U., STEIDL, J., M LLER, L., EULENSTEIN, F., THIERS, J. (2007): Drought risk to agricultural land in Northeast and Central Germany, *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 170:1-6

SCHLIEP, Rainer (2013): Indikatorensystem zur Darstellung der Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt, Biodiversität und Klima - Vernetzung der Akteure in Deutschland X, 8. - 9. Oktober 2013 an der Internationalen Naturschutzakademie Insel Vilm des Bundesamtes für Naturschutz,

http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/ina/vortraege/2013/2013-BiodivKlima-Schliep_final.pdf

SCHLIEP, Rainer; Stefan HEILAND; Laura RADTKE; Frank DZIOCK; Silvia DZIOCK; Stefan SIEDENTOP; Livia SCH FFLER; Stefan FINA; Christoph SUDFELD; Sven TRAUTMANN; Ulrich SUKOPP (2014): F+E-Vorhaben „Indikatorensystem zur Darstellung direkter und indirekter Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt“ (FKZ 3511 82 044) Zwischenbericht zur 2. Sitzung der Projektbegleitenden Arbeitsgruppe am 25. / 26. Februar 2014 in Bonn (unveröffentlicht)

SCHÖNTHALER, Konstanze; VON ANDRIAN-WERBURG, Stefan; WULFERT, Katrin; LUTHARDT, Vera; KREINSEN, Beatrice; SCHULTZ-STERNBERG, R diger, HOMMEL, Robert (2010): Establishment of an Indicator Concept on Adaptation to Climate Change <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/establishment-of-an-indicator-concept-for-german>

SOMMER, Werner (2010): Indikatoren für das Klimafolgenmonitoring - Möglichkeiten und Grenzen, Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Dresden, Vortrag Umweltbeobachtungskonferenz 2010, 23.- 24. September 2010 in Essen

UBA 2009: Klimawandel und marine Ökosysteme. Meeresschutz ist Klimaschutz. Dessau-Roßlau. 62 S.

WBGU 2006: Die Zukunft der Meere – zu warm, zu hoch, zu sauer. Sondergutachten 2006, Berlin, 114 S.