

# Daten- und Konzeptanalyse für ein Klimafolgen-Monitoring als Basis einer Berichterstattung für das Ressort des MLUR

Von: Petra van Rüth, Achim Daschkeit (UBA KomPass)

30.04.2011

## Inhalt:

1. Einleitung .....	2
2. Methodisches Vorgehen .....	3
3. Entwicklung von Klimafolgen- und Anpassungs-Monitoringsystemen .....	4
3.1 Überblick über den Stand der Entwicklung von Klimafolgen- und Anpassungs- monitoringprogrammen.....	5
3.2 Ebene der Europäischen Union .....	6
3.3 Bundesebene .....	8
3.4 Bundesländer .....	14
4. Anforderung an ein KIAM für Schleswig-Holstein .....	18
4.1 Nutzbarkeit der vorhandenen Mess- und Monitoringprogramme für ein KIAM für Schleswig-Holstein .....	20
4.1.1 Klima .....	22
4.1.2 Biodiversität .....	24
4.1.3 Wasser .....	25
4.1.4 Boden .....	28
4.1.5 Wald und Forstwirtschaft .....	28
5. Weitere Schritte zur Entwicklung eines KIAM für Schleswig-Holstein.....	29
Skizze der Arbeitsplanung für die nächsten 2 Jahre .... <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>	
Literatur:.....	33

## 1. Einleitung

Klimaänderungen und Klimafolgen werden global, europaweit und auch in Deutschland gravierende Folgen für Umwelt und Gesellschaft haben. Das Wissen über Klimaänderungen, Klimafolgen und mögliche Handlungsoptionen und -maßnahmen ist in den vergangenen Jahren beträchtlich gestiegen.

Auf allen politischen Ebenen werden derzeit Strategien entwickelt, um mit den erkannten Risiken des Klimawandels umzugehen und eventuelle Schäden durch Anpassungen umweltverträglich zu vermeiden oder zu begrenzen, aber auch um mögliche Chancen des Klimawandels erkennen und umweltverträglich nutzen zu können.

Auf EU- Ebene setzt das Weißbuch „Anpassung an den Klimawandel: Ein europäischer Aktionsrahmen“ (SEK 2009 386-388) den politischen Rahmen. In Deutschland hat die Bundesregierung zusammen mit den Bundesländern die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) erarbeitet, die am 17. Dezember 2008 durch die Bundesregierung beschlossen wurde<sup>1</sup>. Als Konkretisierung der DAS soll im Sommer 2011 der Aktionsplan Anpassung (APA) von der Bundesregierung beschlossen werden. Für Schleswig-Holstein wurden Auswirkungen des Klimawandels im Klimaschutzbericht 2009<sup>2</sup> in einem eigenen Kapitel dargestellt. Es werden Ergebnisse des bereits beobachteten und zukünftig zu erwartenden Klimawandel für das Land dargestellt, Auswirkungen auf Natur und Gesellschaft abgeleitet und erste Handlungsoptionen vorgestellt. Vom MLUR wird ein Fahrplan für eine Anpassungsstrategie für Schleswig-Holstein entwickelt, der zum Ende des Jahres 2011 abgestimmt werden soll. Die Anpassungsstrategie soll dann bis 2013 erstellt werden.

Klimaänderungen und Klimafolgen werden die Regionen in Deutschland und auch Lebens- und Wirtschaftsbereiche unterschiedlich betreffen. Anpassungsmaßnahmen müssen daher regionale Unterschiede berücksichtigen und sollten gemäß dem Subsidiaritätsgrundsatz möglichst auf der jeweils untersten Entscheidungsebene beschlossen und umgesetzt werden.

In den meisten Bundesländern wurde mit der Entwicklung von regionalen Anpassungsstrategien begonnen (siehe Seite 14). Bereits vorhandene Strategien zeigen je nach räumlichen Bedingungen unterschiedliche Schwerpunkte. Die Überprüfung der entwickelten Anpassungsstrategien wird im Weißbuch der EU und in der DAS als wichtiges Element im Anpassungsprozess angesehen. Sie dient dazu, Richtungssicherheit und Zielerreichung der Anpassungsaktivitäten zu überprüfen und ggfs. nachzusteuern. Entsprechend der unterschiedlichen Schwerpunkte der an den regionalen Klimaänderungen und Klimafolgen orientierten Strategien ist es wichtig ein auf die jeweilige Strategie bezogenes Set an Indikatoren für die Erfolgskontrolle zu entwickeln. Teilweise wurden in den Bundesländern Arbeiten zu Monitoringsystemen mit der Entwicklung entsprechender Indikatoren aufgenommen. Einen Überblick zum Stand der Arbeiten zeigt die Tabelle auf Seite 14.

Mit diesem Gutachten werden auf der Basis einer Daten- und Konzeptanalyse die Ergebnisse bereits vorhandener (Klimafolgen-)Monitoring-Aktivitäten auf europäischer, nationaler sowie auf Ebene der Bundesländer zusammengestellt, um die Grundlagen für ein Klima-

---

<sup>1</sup> BMU 2008: Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS)  
<http://www.bmu.de/klimaschutz/downloads/doc/42783.php>

<sup>2</sup> Klimaschutzbericht 2009, Schleswig-Holsteinischer Landtag – 16. Wahlperiode, Drucksache 16/2743

folgen- und Anpassungs-Monitoring (KIAM) in Schleswig-Holstein zu legen. In den Bundesländern in Deutschland haben zumeist die Umweltressorts die Federführung für das Thema Klimaanpassung. In Schleswig-Holstein beginnt das Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (MLUR) sowie das Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LLUR) noch vor Verabschiedung einer Anpassungsstrategie auf Landesebene mit Aktivitäten für ein KIAM.

Im nachfolgenden Kapitel 2 wird das methodische Vorgehen beschrieben mit dem die Daten- und Konzeptanalyse erarbeitet wurde. Anschließend werden in Kapitel 3 der Stand der Arbeit in der Entwicklung von Klimafolgen- und Anpassungs-Monitoringsystemen auf der Ebene der Europäischen Union, des Bundes und der Bundesländer dargestellt<sup>3</sup> und die konzeptionellen Ansätze der Entwicklung heraus gearbeitet. Aus diesen Ergebnissen werden in Kapitel 4 Anforderungen an ein Klimaanpassungs- und Monitoringsystem (KIAM) für das Land Schleswig-Holstein abgeleitet und die Nutzbarkeit der vorhandenen Mess- und Monitoringprogramme für ein KIAM überprüft. Dies wird beispielhaft an verschiedenen in den bestehenden Klimafolgen- und Anpassungsmonitoringprogrammen durchgängig verwendeten Indikatoren diskutiert und dargestellt, inwieweit die bestehenden Programme die erforderlichen Daten erheben bzw. wo diese ggfs. ergänzt werden sollten. Abschließend werden in Kapitel 5 die weiteren Schritte für die Entwicklung eines KIAM für Schleswig-Holstein umrissen.

## 2. Methodisches Vorgehen

Die Daten- und Konzeptanalyse für ein Klimafolgen-Monitoring wurde in vier Arbeitsschritten erarbeitet, die hier vorgestellt werden.

Zunächst wurde geprüft nach welcher Struktur Klimafolgen- bzw. Klimaanpassungs-Monitoringprogramme aufgebaut sind. In die Analyse wurden EU-, nationale sowie Aktivitäten der Bundesländer einbezogen, eine Übersicht der bislang entwickelten bzw. in der Diskussion befindlichen Indikatoren wurde in Anhang 2 zusammengestellt.

Aus den Ergebnissen der Prüfung wurden Anforderungen für ein KIAM in Schleswig-Holstein abgeleitet. Diese umfassen sowohl die konzeptionelle als auch die Datenebene. Vor diesem Hintergrund wurden die Grundlagen für ein KIAM in Schleswig-Holstein im Geschäftsbereich des MLUR analysiert.

Im Rahmen dieses Gutachtens wurde eine Recherche durchgeführt, welche Umweltmessnetze / Programme mit potenzieller Nutzbarkeit für ein KIAM in Schleswig-Holstein im Geschäftsbereich des MLUR betrieben und welche Daten auf Landesebene in Schleswig-Holstein erhoben und möglicherweise auch für ein KIAM genutzt werden könnten. Dazu wurde der Umweltatlas Schleswig-Holstein verwendet. Um auch in Entwicklung befindliche Systeme in die Bestandsaufnahme einzubeziehen, wurden die Ergebnisse der Recherche den zuständigen Geschäftsbereichen des MLUR Schleswig-Holstein mit der Bitte um Korrektur und Ergänzung vorgelegt. Ergebnis dieses Arbeitsschrittes ist eine Übersicht zu Messnetzen, Programmen und Daten in Schleswig-Holstein (siehe Anhang 1). Aus dieser Übersicht

---

<sup>3</sup> Eine Übersicht der verwendeten Indikatoren in den untersuchten Monitoringkonzepten findet sich thematisch gegliedert in Anhang 2.

wurden in der weiteren Arbeit Hinweise auf Datenbestände abgeleitet, die für ein KIAM Verwendung finden können.

Die Recherche wurde fachlich breit angelegt, um einen Überblick über verfügbare Datenbestände zu bekommen. Hintergrund dieser Entscheidung ist, dass bei der Entwicklung von Klimaanpassungs-Monitoringsystemen oftmals Indikationsfelder und deren Konkretisierung aufgrund unzureichender Datenverfügbarkeit nur schwer abgebildet werden können. Für die Entwicklung von Indikatoren kann auch auf Datenbestände zurückgegriffen werden, die in ihrer Konzeption mit einer anderen Zielrichtung angelegt worden sind, sich aber dennoch für die Abbildung von Wirkungen des Klimawandels und das Monitoring von Anpassungsmaßnahmen eignen.

Diese Überlegung folgt zudem der Entscheidung auf EU- und Bundesebene, für die Entwicklung von Klimafolgen- und Klimaanpassungsmonitoringsystemen auf bestehende Erhebungen und Datenbestände zurück zu greifen. Diese Entscheidung basiert sowohl auf fachinhaltlichen Überlegungen, in denen vor allem die Verwendung von möglichst langen und kontinuierlich erhobenen Zeitreihen von Bedeutung ist, als auch auf ökonomischen Überlegungen.

Erfasst wurden Mess- und Monitoringprogramme in den Bereichen Wasser (Fließgewässer, Binnenhochwasserschutz, Seen, Nord- und Ostsee, Grundwasser, Badegewässer, Siedlungswasserwirtschaft), Boden, Biodiversität und Naturschutz sowie Wald- und Forstwirtschaft. Der hohe Grad der Datenaggregation von Agrarstatistiken zu den Geschäftsbereichen des MLUR ermöglicht keine aussagefähigen Analysen für Zwecke eines Klimafolgen- und Anpassungsmonitorings. Daten der Landwirtschaftskammern sind hierzu möglicherweise besser geeignet.

Die Beurteilung der Datenqualität ist ein wichtiger Aspekt eines Klimafolgen- und Anpassungsmonitorings. Dieser Aspekt stand aber in der konzeptionellen Phase nicht im Mittelpunkt. Eine ausführliche Sichtung der Daten und Analyse der Datenqualität sollte in der Implementierungsphase erfolgen, wenn die Entscheidungen getroffen werden, welche konkreten Indikatoren in das KIAM für Schleswig-Holstein aufgenommen werden. Aus der Recherche zu den in Schleswig-Holstein betriebenen Mess- und Monitoringprogrammen wurden Hinweise zur Datenqualität abgeleitet, die Aussagen über die Nutzbarkeit für ein KIAM ermöglichen.

### **3. Entwicklung von Klimafolgen- und Anpassungs-Monitoringsystemen**

Mit Aktivitäten zur Anpassung an den nicht mehr vermeidbaren Klimawandel wurde in den letzten Jahren auf allen politischen Ebenen begonnen. Die Europäische Kommission hat am 1. April 2009 das Weißbuch „Anpassung an den Klimawandel: Ein europäischer Aktionsrahmen“ (SEK 2009 386 -388) veröffentlicht, das den Rahmen für die Anpassung an den Klimawandel in Europa setzt.

Am 17. Dezember 2008 hat das Bundeskabinett die Deutsche Anpassungsstrategie (DAS) an den Klimawandel beschlossen. Sie schafft einen Rahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels in Deutschland. Die DAS stellt vorrangig den Beitrag des Bundes dar und bietet auf diese Weise eine Orientierung für andere Akteure. Die Strategie legt den

Grundstein für einen mittelfristigen Prozess, in dem schrittweise mit den Bundesländern und anderen gesellschaftlichen Gruppen die Risiken des Klimawandels bewertet, der mögliche Handlungsbedarf benannt, die entsprechenden Ziele definiert sowie mögliche Anpassungsmaßnahmen entwickelt und umgesetzt werden sollen. Die DAS enthält 13 Handlungsfelder: Menschliche Gesundheit; Bauwesen; Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz; Boden; Biologische Vielfalt; Landwirtschaft; Wald und Forstwirtschaft; Fischerei; Energiewirtschaft; Finanzwirtschaft; Verkehr, Verkehrsinfrastruktur; Industrie und Gewerbe; Tourismuswirtschaft und zwei querschnittsorientierte Themen: Raum-, Regional- und Bauleitplanung sowie Bevölkerungsschutz.

Der Aktionsplan Anpassung (APA) befindet sich derzeit in der Abstimmung mit den Ressorts und den Bundesländern und soll im Sommer 2011 von der Bundesregierung verabschiedet werden. Der APA wird Aktivitäten für den Zeitraum der nächsten 2 – 4 Jahre aufzeigen. Im APA darauf hingewiesen, dass sich ein Indikatorensystem zur Evaluation von DAS und APA in der Entwicklung befindet. Die Fertigstellung des Indikatorensystems und der Aufbau einer Berichterstattung zur Umsetzung der DAS werden Teil der Maßnahmen sein, die BMU im APA verankern möchte. Der APA wird auch aufzeigen, wo Bund und Länder zusammen aktiv werden. Der Aktionsplan wird entlang von 4 Säulen strukturiert: 1. Wissen bereitstellen, Informieren, Befähigen und Beteiligen, 2. Rahmensetzung durch den Bund, 3. Maßnahmen in direkter Bundesverantwortung, 4. Internationale Verantwortung.

Die Gliederung der DAS in Handlungsfelder und querschnittsorientierte Themen wird der APA nicht aufnehmen. Es ist vorgesehen, den APA zukünftig fortzuschreiben und noch weiter zu konkretisieren.

In fast allen Bundesländern haben sich in den letzten Jahren neben Klimaschutzaktivitäten politische Prozesse zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels entwickelt. In drei Bundesländern (Baden-Württemberg, Hessen und Saarland) wurde Anpassung an den Klimawandel bereits im Rahmen von Strategien zum Klimaschutz verankert. In sieben Bundesländern (Bayern, Brandenburg, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen) wurden zwischen 2008 und 2010 Strategien oder Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels beschlossen, die meist Sektor übergreifend angelegt sind, zum Teil aber bestimmte Sektoren in den Fokus stellen. Aus zwei Bundesländern (Berlin, Rheinland-Pfalz) liegen Klimaberichte vor, mit denen die Entwicklung von Anpassungsstrategien vorbereitet wird. In Hamburg, Hessen und Schleswig-Holstein werden derzeit Anpassungsstrategien vorbereitet. Eine Übersicht zum Stand der Arbeiten gibt Tabelle 1 (siehe unten).

### **3.1 Überblick über den Stand der Entwicklung von Klimafolgen- und Anpassungsmonitoringprogrammen**

Die Entwicklung von Monitoring- und Indikatorensystemen befindet sich sowohl auf Ebene der Bundesländer, des Bundes und auch in der Europäischen Union am Anfang. In diesem Kapitel werden die Ergebnisse einer Prüfung dargestellt, nach welchem Konzept bestehende bzw. in Entwicklung befindliche Klimafolgen- bzw. Klimaanpassungs-Monitoringprogramme aufgebaut sind. Konkretes Ergebnis ist die Zusammenfassung grundlegender Anforderungen an Klimaanpassungs-Monitoringprogramme. Es werden Methoden und Prozesse dargestellt, um ein an das Erhebungsziel angepasstes Indikatorenset zu entwickeln. Zudem wurde eine Übersicht der bisher entwickelten und in der wissenschaftlichen sowie politischen Diskussion

befindlichen Indikatoren zusammengestellt. Diese ist tabellarisch nach Handlungsfeldern geordnet und mit Quellenangaben zusammengefasst (Anhang 2). Ziel dieses Arbeitsschrittes ist die Entwicklung von Anforderungen an ein KIAM für Schleswig–Holstein. In die Analyse wurden Arbeiten auf EU- und nationaler Ebene sowie Aktivitäten der Bundesländer einbezogen.

Insbesondere bei politisch verankerten Dokumenten (Anpassungsstrategien, Maßnahmenpläne) spielt die Frage der Evaluation dieser Strategien bzw. Maßnahmen eine zentrale Rolle. Hierbei geht es darum, die Wirkungen von Klimaänderungen und Klimafolgen sowie Strategien und Maßnahmen begleitend zu beobachten und für weitere politische Schritte zu verwenden. Die Evaluation von Anpassungsstrategien und –maßnahmen ist davon abhängig, einen Satz aussagefähiger Indikatoren zu entwickeln, anhand derer die Wirkungen von Klimafolgen dargestellt werden können und die es ermöglichen, politische Strategien und ergriffene Maßnahmen in Hinblick auf ihren Erfolg oder Misserfolg zu beurteilen. Für die Entwicklung von Indikatorensystemen für Klimafolgen- und Klimaanpassungsmonitoring wird z.B. von der EEA (European Environment Agency) der DPSIR-Ansatz<sup>4</sup> verwendet, um Impact- und Response-Indikatoren abzuleiten.

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. Beispielsweise wurde 2009 mit der Entwicklung eines Indikatorensystems zur DAS begonnen (Vorhaben wird von UBA / KomPass i.A. des BMU betreut). Die Vorlage des Aktionsplans Anpassung wird voraussichtlich im Sommer 2011 erfolgen, sodass die fachwissenschaftliche Entwicklung des Indikatorensystems und die politische Abstimmung des Aktionsplans Anpassung parallel zueinander verlaufen.

### 3.2 Ebene der Europäischen Union

Mit dem Weißbuch der EU-Kommission wurde im April 2009 der Aktionsrahmen für die Anpassung an den Klimawandel in Europa gesetzt<sup>5</sup>. Bereits mit dem 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 hat<sup>6</sup>, wurde damit begonnen, schrittweise die Datenbasis für die Anpassung an den Klimawandel in Europa zu verbessern.

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 Biodiversi-

<sup>4</sup> Abkürzung für **D**riving forces, **P**ressures, **S**tates, **I**mpacts and **R**esponses; [http://root-devel.ew.eea.europa.eu/ia2dec/knowledge\\_base/Frameworks/doc101182](http://root-devel.ew.eea.europa.eu/ia2dec/knowledge_base/Frameworks/doc101182)

<sup>5</sup> 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](http://ec.europa.eu/environment/climat/adaptation/index_en.htm)

<sup>6</sup> <http://www.eea.europa.eu/pressroom/newsreleases/europe-needs-to-intensify-actions-to-adapt-to-climate-change-impacts>

tät und Ökosysteme, terrestrische Systeme und Biodiversität, Land- und Forstwirtschaft, Boden, Wasser Quantität (inklusive Überschwemmung und Trockenheit), Wasserqualität (inklusive Süßwasserökologie/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
- 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 Verständlichkeit 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. Die im Bericht enthaltenen Indikatoren werden im Anhang 2 dargestellt.

Ergänzend zu den Indikatoren zu Klimafolgen (Impacts) haben in der EEA Arbeiten zu Response-Indikatoren (Adaptation Indicators) begonnen<sup>7</sup>. In einem Technischen Papier aus dem Jahr 2008 werden auf einer wissenschaftlichen und theoretischen Ebene konzeptionelle Grundlagen für Konzepte und Vorgehensweisen für die Entwicklung von Anpassungsindikatoren diskutiert.

Anpassungsindikatoren (Response-Indikatoren) werden entsprechend ihrer Zielrichtung grundlegend nach prozessbasierten Indikatoren (process-based indicators) und Ergebnis-Indikatoren (outcome-based indicators) unterschieden. Während prozessbasierte Indikatoren den Fortschritt der Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen abbilden, stellen Ergebnis-Indikatoren die Effektivität von Anpassungspolitiken und -aktivitäten dar. Damit verfolgen diese beiden Typen von Response-Indikatoren unterschiedliche Zwecke: Prozessindikatoren bilden den Fortschritt in der Implementierung von Maßnahmen im Anpassungsprozess ab und sollen dazu führen, Entscheidungsträger proaktiv und strategisch in ihren Entscheidungen im Anpassungsprozess zu unterstützen. Ergebnis-Indikatoren hingegen sollen die Effektivität von Anpassungspolitiken und -programme in Hinblick auf vorher definierte Ziele darstellen. Um den Fortschritt des Anpassungsprozesses in Europa abzubilden, wird erwartet, dass die Entwicklung einer Kombination von prozessbasierten Indikatoren und Ergebnis-Indikatoren notwendig ist. Nach Auffassung der Autoren des technischen Papiers ist die Entwicklung von Anpassungs-Indikatoren eng verbunden mit der Entwicklung einer Anpassungsstrategie, die einen langfristigen Zeithorizont ins Auge fasst. Als notwendig wird eine mehrere Dekaden umfassende Planung angesehen, die einen Prozess kontinuierlicher Evaluation und Bewertung enthält, in dem Maßnahmen überprüft und ggfs. korrigiert werden können (ETC/ACC 2008, 16).

---

<sup>7</sup> ETC/ACC2008: Climate change adaptation and vulnerability indicators, Technical Paper December 2008

Die Interest Group (IG) on 'Climate Change and adaptation' within the Network of European Environmental Protection Agencies (EPA), an der UBA / KomPass beteiligt ist, arbeitet aktuell an der konzeptionellen Entwicklung von Anpassungsindikatoren. Hauptthema des 12. Treffens der Interest Group im März 2011 war die (Weiter)Entwicklung von Anpassungs-Indikatoren und die Diskussion der Erfahrungen hierzu in den Mitgliedsstaaten, die Bearbeitung des Themas soll auf dem nächsten Treffen der IG im September weiter geführt werden und sich insbesondere auf Ergebnis-Indikatoren konzentrieren. Beispielhaft sollen Response-Indikatoren zur Hochwasserrisikomanagementrichtlinie der EU entwickelt und diskutiert werden. Die Arbeiten zur Entwicklung von Response-Indikatoren, die mit prozessbasierten Indikatoren und Ergebnis-Indikatoren die Wirkungen von Maßnahmen und Anpassungsstrategien abbilden sollen, befinden sich auf der Ebene der EEA und des EPA-Netzwerkes noch am Anfang.

Im November 2010 wurde im Rahmen von SOER (The European Environment - State and Outlook Report) 2010 das thematische Assessment „Adapting to climate change“ veröffentlicht (EEA 2010). Es enthält die Darstellung von Impact-Indikatoren, die beobachtete und projizierte Folgen des Klimawandels abbilden (siehe Anhang 2). Das Assessment beschreibt die internationalen und europäischen politischen Rahmenseetzungen, deren Ziel es ist, die Vulnerabilität natürlicher und gesellschaftlicher Systeme zu verringern und mit der Schaffung bzw. Stärkung von Anpassungskapazitäten ihre Resilienz zu erhöhen. Es enthält noch keine Darstellung von Response-Indikatoren.

### 3.3 Bundesebene

Auf Bundesebene findet die Entwicklung eines Klimafolgen- und Klima-Anpassungsmonitorings und dessen Abstimmung auf zwei Ebenen statt: Zum einen auf Ressortebene (Interministerielle Arbeitsgruppe Anpassung: IMA Anpassung), zum anderen zwischen Bund und Ländern im Rahmen der Umweltministerkonferenz (UMK) im Ständigen Ausschuss Anpassung an die Folgen des Klimawandels (AFK) der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft "Klima, Energie, Mobilität - Nachhaltigkeit" (BLAG KliNa). Die IMA Anpassung des Bundes hat am 13. März 2010 beschlossen, gemeinsam mit allen beteiligten Ressorts ein Evaluationskonzept für die DAS zu erstellen, das mit den Ländern über den AFK abgestimmt werden soll. Die fachwissenschaftliche Entwicklung liegt in der Federführung von UBA / KomPass.

Der Themenbereich „Anpassung an die Folgen des Klimawandels“ wird seit dem Beschluss der 72. Umweltministerkonferenz im Jahr 2009 innerhalb der BLAG KliNa im Rahmen des AFK bearbeitet. Der Bund, Sachsen und Nordrhein-Westfalen haben gemeinsam den Vorsitz übernommen. Eine Aufgabe des AFK ist die gegenseitige Information und Abstimmung beim Aufbau länderspezifischer bzw. länderübergreifender Indikatorensysteme für ein Klimafolgenmonitoring. Diese Systeme sollen bereits eingetretene klimawandelbedingte Veränderungen in Natur und Umwelt beschreiben und Rückschlüsse auf die Auswirkungen künftiger Klimaänderungen ermöglichen. Innerhalb des AFK wurde eine Ad hoc Arbeitsgruppe zu den Fragen gebildet, welche für den Klimawandel und das Messen des Erfolgs von Anpassungsmaßnahmen geeigneten Monitoring- und Indikatorensysteme in den Ländern bereits vorhanden sind und ob sie auch weiterhin zur Verfügung stehen. Darüber hinaus soll die Frage geklärt werden, ob diese Systeme für die betroffenen Ressorts der Bundesländer ausreichen und welche Erweiterungen der Systeme ggfs. notwendig sind. Die Indikatoren müssen sowohl Auswirkungen des Klimawandels detektieren (Impact-Indikatoren), als auch die



Erfolge der eingeleiteten Anpassungsmaßnahmen messen (Response-Indikatoren). In der Ad hoc AG wurde festgestellt, dass Response-Indikatoren weitaus schwieriger zu finden und hinsichtlich ihrer Aussagen zu interpretieren sind. Derzeit läuft eine ressortübergreifende Länderabfrage, mit der eine Informationsbasis über die länderspezifischen Monitoring-systeme bzw. Datenbestände erarbeitet werden soll. Dazu wurde eine strukturierte Abfrage an die Länder gegeben, welche Monitoringsysteme und Messprogramme in den verschiedenen Ressorts betrieben werden, die sich für ein Klimafolgen- und Anpassungsmonitoring eignen würden. Eine bereits früher im Auftrag des AFK erfolgte Abfrage bei den Ländern, bei der u.a. auch die Aktivitäten bzw. der Sachstand zum Thema Klimafolgenmonitoring erfragt wurde, hat eine große Heterogenität bzgl. Klimafolgen- und Anpassungsmonitoring gezeigt.

Das Indikatorensystem auf Bundesebene wird seit 2009 in einem mehrstufigen Verfahren entwickelt. UBA / KomPass hat für diesen Prozess im Auftrag des BMU die Federführung übernommen. Das von der Bosch & Partner GmbH bearbeitete und inzwischen abgeschlossene Beratungsprojekt mit dem Titel „Indikatoren für die Deutsche Anpassungsstrategie“ (Dezember 2008 bis Ende März 2010) hat die Indikatorenarbeit grundsätzlich strukturiert, erste Indikatorenvorschläge zur Beschreibung von Klimawirkungen und Anpassungsmaßnahmen ausgearbeitet und eine Struktur für den Indikatorenbericht vorgeschlagen. Im derzeit laufenden F+E-Vorhaben (Juni 2010 bis Juli 2011) werden die Indikatorenvorschläge für alle DAS-Handlungsfelder weiter konsolidiert. Das Vorhaben wird ebenfalls von der Bosch & Partner GmbH bearbeitet. Ziel des Vorhabens ist es, eine konsistente Zusammenstellung von Indikatoren zur Beschreibung von Klimafolgen sowie zur Überprüfung des Standes von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel in Deutschland zu schaffen, die aus Bundes- und Ländersicht mitgetragen wird. Auf der Basis des Indikatorensets soll ein Indikatorenbericht für die Anpassung an den Klimawandel in Deutschland erstellt werden, der in der nächsten Legislaturperiode der Öffentlichkeit vorgelegt werden soll. Dieser Bericht soll zum einen die Betroffenheit von Klimafolgen in Deutschland im Überblick sichtbar machen und zum anderen die Ausgestaltung der Anpassungsmaßnahmen auf der Bundesebene unterstützen. Es ist vorgesehen, im weiteren Anpassungsprozess eine regelmäßige Überprüfung des Fortschrittes in der Anpassung an den Klimawandel auf der Bundesebene zu verankern. Diese Überprüfung soll auf der Grundlage einer routinemäßigen Fortschreibung des Indikatorensets in Form von Fortschrittsberichten erfolgen. Der Indikatorenbericht soll auf die Bedürfnisse der politischen Entscheidungsträger im Anpassungsprozess auf der Ebene des Bundes ausgerichtet sein und einen Überblick über die bekannten Klimafolgen für alle Handlungsfelder der Anpassungsstrategie bieten. Die Indikatoren des Indikatorensets sollen Ursache-Wirkungsketten beschreiben, denen - nach dem Stand des Wissens - ein enger Bezug zum Klimawandel zugeschrieben wird. Das Indikatorenset muss umsetzbar sein und deshalb auf vorhandenen Daten aufbauen, so dass es kompatibel mit bestehenden oder in Entwicklung befindlichen thematischen Indikatorensets und Berichterstattungssystemen anderer Handlungsfelder, beispielsweise der Berichterstattung zur Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie (FFH) oder zur Hochwasserrichtlinie der EU, ist.

Die Bundesländer sind über eine begleitende Projektarbeitsgruppe in die Indikatorenentwicklung einbezogen, u.a. um Synergien mit Daten und Berichtssystemen zu nutzen. Die Indikatorenentwicklung muss dabei Ansprüchen aus der Wissenschaft, von Entscheidungsträgern und von umsetzenden Fachbehörden in Bund und Ländern entsprechen. Die Indi-

katoren werden daher in einem transparenten Verfahren mit konkreten Auswahlkriterien ausgewählt und festgelegt.

Zusammenfassend müssen die Indikatoren zur DAS den folgenden Ansprüchen genügen:

- einen möglichst engen Bezug zum Thema Klimawirkungen und Anpassung haben und wissenschaftlich akzeptiert sein,
- sowohl die Ursache-Wirkungsbezüge als auch die Zusammenhänge zu ergriffenen Anpassungsmaßnahmen deutlich machen,
- umsetzbar sein, d.h. sich auf der Grundlage verfügbarer Daten berechnen lassen,
- das Wissen aller Ressorts bündeln und im Überblick darstellen,
- Bezüge zu anderen Indikatorensystemen herstellen,
- Anknüpfungspunkte an die Berichterstattung auf EU- und Länderebene ermöglichen.

Angesichts dieses Anforderungsprofils scheidet eine rein datengeleitete Herangehensweise an die Indikatorenauswahl ebenso aus wie eine allein wissenschaftlichen Kriterien folgende Indikatorenentwicklung. Für das DAS-Indikatorensystem leitet sich die Anforderung ab, dass die Fortschreibbarkeit des Systems sichergestellt werden muss. Es muss möglich sein, Indikatoren, die sich in Zukunft als weniger relevant erweisen, aus dem System zu streichen und wiederum andere in das System einzugliedern. Lücken im Indikatorensystem, die sich beispielsweise durch Datenengpässe oder durch Schwerpunktverschiebungen innerhalb des umfassenden Themenfelds Anpassung ergeben, müssen gekennzeichnet werden. Außerdem muss deutlich werden, welche wichtigen Teilthemen nicht indiziert werden können.

Die Entwicklung des Indikatorensystems startete mit strukturierenden Arbeiten für alle 13 Handlungsfelder und die beiden querschnittsorientierten Themen der DAS. Es wurden die wesentlichen derzeit diskutierten Wirkungen (Impacts) und Anpassungsmaßnahmen (Responses) zusammengestellt und schrittweise zu thematischen Teilaspekten und sogenannten Indikationsfeldern gruppiert. Grundlage für diese Systematisierung waren eine Auswertung der DAS, Literaturrecherchen und Expertengespräche. Diese Arbeiten haben einen strukturierten Gesamtüberblick über die grundsätzlich möglichen Indikationsgegenstände (Indikandi) in den einzelnen Handlungsfeldern gelegt.

Aufgrund der Fülle möglicher Indikandi wurde diesem Strukturierungsprozess ein Selektionsprozess nachgeschaltet. Dieser erfolgte kriteriengeleitet auf der Ebene der Indikationsfelder. Dabei wurden die Themen identifiziert, die als besonders bedeutsam für eine Indikation und Berichterstattung erachtet werden. Die weitere Rechercharbeit zu bereits in Diskussion befindlichen Indikatoren und Datenquellen wurden auf diese Indikationsfelder konzentriert.

Es wird grundsätzlich angestrebt, dass Klimawirkungen und Anpassungsmaßnahmen im Indikatorensystem und Indikatorenbericht zur DAS in einem möglichst engen Zusammenhang abgebildet werden können. Das bedeutet, Klimawirkungen, die bisher nicht durch Anpassungsmaßnahmen adressiert werden, in ihrer Priorität für die Indikation zurückgestellt wurden.

Für die Priorisierung der weiter zu bearbeitenden Indikationsfelder auf der Wirkungsebene war entscheidend, dass in der wissenschaftlichen Diskussion Einigkeit über einen engen Zusammenhang einer Klimafolge mit Klimaveränderungen besteht. Quantifizierende Unterscheidungen von klimatischen und nicht-klimatischen Einflussfaktoren sind bisher oft nicht bzw. kaum möglich sind. Wesentlich ist, dass es Handlungsoptionen zur Anpassung gibt

und sich die Wirkungen quantitativ gut beschreiben lassen. Auf der Maßnahmenebene war entscheidend, dass die Maßnahmen fachlich anerkannt sind und sie bereits in Umsetzung befindlich sind. Außerdem muss es geeignete Daten geben, um den Prozess der Umsetzung und / oder sein Ergebnis beschreiben zu können. Grundsätzlich sollten nur solche Maßnahmen im Indikatorensystem bedacht werden, die dem übergeordneten Ziel einer nachhaltigen Entwicklung folgen. Die kriteriengeleitete Priorisierung wurde durch Expertengespräche bestätigt oder modifiziert.

Für die priorisierten Impact-Indikationsfelder und die auf diese gerichteten Maßnahmen wurden in einem weiteren Schritt unter Prüfung möglicher Datenquellen Indikationsvorschläge entwickelt. Dabei standen die Arbeiten zwar unter der Prämisse, so weit wie möglich auf bereits existierende Indikatoren und Kenngrößen aus den einzelnen Ressorts zurückzugreifen bzw. laufende Indikatorendiskussionen auf nationaler und internationaler Ebene aufzunehmen. Das Indikatorensystem nimmt aber auch bisher wenig oder nicht abgebildete Indikationsfelder in den Blick und kann sich daher nicht nur auf Bestehendes stützen.

Die Indikatorenentwicklung wird in Indikatoren-Factsheets dokumentiert, die alle Angaben für die Darstellung und Weiterführung des entsprechenden Indikators enthalten. Die Factsheets werden für alle in der Diskussion befindlichen Indikatoren geführt. Factsheets von Indikatorenvorschlägen, die sich in der Bearbeitung als nicht umsetzbar erweisen, werden zur Dokumentation weiter geführt, sodass für eine spätere Weiterentwicklung des Indikatorensets nachvollziehbar bleibt, aus welchen Gründen Indikatoren in das Set aufgenommen bzw. verworfen wurden.

Abbildung 1: Dokumentationsformular für Indikatoren<sup>8</sup>

<b>Indikatoren-Factsheet</b>			
<b>Ersteller</b>	<b>des</b>	<b>Datum der letzten Aktualisierung:</b>	
<b>Datenblatts:</b>		<b>Nächste Fortschreibung:</b>	
<b>I Beschreibung</b>			
<b>Interne Nr.</b> <i>Kurzbezeichnung des Indikators</i>	<b>Titel:</b> <i>Name des Indikators</i>		
<b>Einheit:</b>	<b>Kurzbeschreibung des Indikators:</b>		
<u>Möglicherweise Variante:</u>	<u>Variante:</u>		
	<b>Berechnungsvorschrift:</b>		

<sup>8</sup> Entwickelt von Bosch & Partner im Rahmen des Beratungsvorhabens „Indikatoren für die Deutsche Anpassungsstrategie“

	<u>Variante:</u>						
<b>Interpretation des Indikatorwerts:</b>	<i>Hinweise zur Interpretation der Werte</i>						
<b>II Einordnung</b>							
<b>Handlungsfeld:</b>		Beobachtbare Wirkung Risiko (Empfindlichkeit, Verwundbarkeit, Anpassungsfähigkeit)	Maßnahmen	Status quo	Entwicklung		
<b>Indikationsfeld:</b>							
<b>Thematischer Teilaspekt:</b>							
<b>DPSIR:</b>							
<b>III Herleitung und Begründung</b>							
<b>Referenzen:</b>	<i>Angaben zur Verwendung des Indikators in anderen Indikatorensystemen</i>						
<b>Begründung:</b>	<i>Fachliche Begründung und Darlegung des mit dem Indikator dargestellten fachlichen Hintergrundes</i>						
<b>Rechtsgrundlagen, Strategien:</b>							
<b>Ziele:</b>							
<b>Berichtspflichten:</b>							
<b>IV Technische Informationen</b>							
<b>Datenquelle:</b>							
<b>Räumliche Auflösung:</b>							
<b>Geographische Abdeckung:</b>	<i>Hinweise zur geographischen Datenverfügbarkeit</i>						
<b>Zeitliche Auflösung:</b>	<i>Zur Verfügung stehende Datenreihen</i>						
<b>Beschränkungen:</b>							
<b>Verweis auf Daten-Factsheets:</b>							
<b>V Qualitative Informationen</b>							
<b>Stärken:</b>							
<b>Schwächen:</b>							
<b>Machbarkeit,</b>							

Entwicklungsbedarf:	
<b>VI Zusatz-Informationen</b>	
Glossar:	
Weiterführende Informationen:	<i>Literaturangaben</i>
<b>VII Darstellungsvorschlag</b>	
Variante 1	<i>Vorschlag für die grafische Darstellung des Indikators</i>
Variante 2	

Für die Entwicklung eines Indikatorensystems zur DAS sind mögliche Datenquellen:

- Daten des Statistischen Bundesamtes bzw. der Statistischen Landesämter,
- Daten der Forstlichen Dauerbeobachtung: BWI, WSE, BZE,
- Datenerhebungen im Bereich Landwirtschaft (u.a. Statistische Jahrbücher über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des BMELV, Besondere Ernte- und Qualitätsermittlung, Zentrale InVeKos Datenbank (ZID)),
- Daten aus der Raumbearbeitung des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR),
- Daten aus der Gesundheitsberichterstattung des Bundes und der Länder,
- Datenerhebungen im Rahmen der Umsetzung der WRRL,
- Daten des Deutschen Wetterdienstes (DWD),
- Daten der Wirtschaftsverbände (z. B. BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V., GDV Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.).

Ein breit angelegter Dialogprozess mit den beteiligten Ressorts hatte seinen Startpunkt in einem zweitägigen Workshop im Juni 2009 im Umweltbundesamt Berlin, an dem über 40 Experten unterschiedlicher Fachrichtungen teilgenommen haben und im Rahmen dessen thematische Schwerpunkte für die Indikatorenentwicklung diskutiert wurden. In der Nachfolge dieses Workshops wurden sektorale Kleingruppen zu den folgenden Handlungsfeldern der DAS eingerichtet: Wasserhaushalt / Wasserwirtschaft, Landwirtschaft, Wald und Forstwirtschaft, Energiewirtschaft sowie Raum-, Regional- und Bauleitplanung. Diese Kleingruppen tagten im bisherigen Projektverlauf ein- oder mehrmals. Einige der Gruppen wurden im Verlauf des Vorhabens erweitert (Wasser- und Energiegruppe). Ziel ist eine möglichst breite fachliche Beteiligung von Behörden und Verbänden sowie von Bundes- und Ländervertretern in den Gruppen. In anderen Handlungsfeldern gibt es z.T. umfangreiche bilaterale Kontakte mit Experten (z.B. Finanzwirtschaft). Alle Beratungen haben zum Ziel, die thematischen Schwerpunkte der Indikation abzustimmen, Indikationsideen zu diskutieren sowie mögliche Datenquellen und Indikatoren zu präzisieren. Der aktuelle Arbeits- und Diskussionsstand in den jeweiligen Ressorts soll berücksichtigt und für das DAS-Indikatorensystem nutzbar gemacht werden. Ferner geht es insbesondere mit Blick auf die Handlungsebene auch darum, die Länder in den Diskussionsprozess einzubinden, da zu erwarten ist, dass viele Anpassungs-

maßnahmen auf Länderebene oder kommunaler Ebene konzipiert und vollzogen werden. Mit der intensiven fachlichen Abstimmung soll auch die politische Akzeptanz des Indikatorensystems unterstützt werden.

Bereits zu Beginn der Arbeiten wurde eine Projektbegleitende Arbeitsgruppe (PAG) eingesetzt. Sie setzt sich aus Ländervertretern sowie Vertretern der jeweiligen Ressorts zusammen. Die PAG-Mitglieder geben Rückmeldung zum Projektverlauf und erleichtern projektunterstützende Kontakte mit ihren Häusern. Der aktuelle Stand der in der Diskussion befindlichen Indikatoren für die Handlungsfelder des Geschäftsbereiches des Umweltressorts ist in Anhang 2 dargestellt.

### 3.4 Bundesländer

Um auf nicht mehr vermeidbare Wirkungen des Klimawandels in ihren Regionen vorbereitet zu sein, haben auch die Bundesländer damit begonnen Anpassungsstrategien für ihre Zuständigkeitsbereiche zu entwickeln. Bei aller Unterschiedlichkeit zeigen die bislang vorliegenden Maßnahmenkataloge und Strategien zur Anpassung an den Klimawandel in den Bundesländern eine ähnliche Struktur. Ausgehend von der Darstellung der globalen Klimaänderungen, die meist an der Darstellung des 4. Sachstandsberichtes des IPCC von 2007 anknüpfen, werden die Implikationen des Klimawandels für das jeweilige Bundesland anhand von Klimaprojektionen dargestellt. Zur Erarbeitung der regionalisierten Projektionen wurden die regionalen Klimamodelle WettReg und REMO, sowie in neueren Veröffentlichungen auch CLM und STAR genutzt. Zur Erstellung wurde in fast allen Bundesländern das Interaktive Diagnose – und Präsentationstool (IDP) eingesetzt, das gemeinsam von UBA und Bundesländern entwickelt wurde. Die Aussagen zu regionalen Klimaänderungen werden meist als Basis für Abschätzungen von Klimafolgen für die unterschiedlichen Handlungsfelder herangezogen. Nur in einigen Bundesländern werden Maßnahmen zur Klimaanpassung und ihre Umsetzung bereits konkret beschrieben bzw. verbindlich geregelt.

Auch wenn in einigen Bundesländern politische Prozesse zur Klimaanpassung noch am Anfang stehen, wird die Notwendigkeit des Monitorings von Klimaänderungen und Klimaanpassung fast durchgängig in den Dokumenten angesprochen. Teilweise wurde sogar mit konzeptionellen Arbeiten für die Entwicklung eines auf die Situation im Bundesland bezogenen Indikatorensystems begonnen.

Einen Überblick über politische Aktivitäten zur Anpassung und Ansätze zur Entwicklung von Monitoringsystemen auf Ebene der Bundesländer gibt die nachfolgende Tabelle.

**Tabelle 1: *Stand der Arbeiten zu Anpassungsstrategien und der Entwicklung von Klimafolgen- und Anpassungsmonitoringsystemen in den Bundesländern***

	Anpassungsstrategie	Klimafolgen- und Anpassungsmonitoring
Baden-Württemberg	2005: „Klimaschutzkonzept 2010“ <a href="http://www.uvm.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/20968/">http://www.uvm.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/20968/</a> enthält Aussagen zu Notwendigkeit der Klimaanpassung	
Bayern	2009: Bayerische Klima-Anpassungsstrategie (BayKLAS) <a href="http://www.bestellen.bayern.de/application/applstarter?APPL=STMUG&amp;DIR=stmug&amp;A">http://www.bestellen.bayern.de/application/applstarter?APPL=STMUG&amp;DIR=stmug&amp;A</a>	Entwicklung eines sektorübergreifenden Indikatorensystems nach DPSIR; Ergänzung bestehender Monitoringsysteme um Klimaindikatoren vorgesehen (BDF, BZE,

	CTIONxSETVAL(index.htm,APGxNODENR:1325,USERxBODYURL:artdtl.htm,AARTxNR:stmu_g_klima_00002)=X	land- und forstwirtschaftliche Monitoringprogramme), Forschungsbedarf für spezielle Klimaindikatoren für den Alpenraum formuliert.
Berlin	2009: Erster Bericht zum Klimawandel in Berlin <a href="http://www.berlin.de/sen/umwelt/klimaschutz/klimawandel/index.shtml">http://www.berlin.de/sen/umwelt/klimaschutz/klimawandel/index.shtml</a> in dem die Erarbeitung von Aktionsplänen angekündigt wird	Erarbeitung eines langfristig angelegten Informations- und Kommunikationskonzeptes zum Klimawandel und zu den Anpassungserfordernissen.
Brandenburg	2008: Maßnahmenkatalog zum Klimaschutz und zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels <a href="http://www.mugv.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.198817.de">http://www.mugv.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.198817.de</a>	Vorhaben zur Entwicklung von Bodenindikatoren, die spezifische Brandenburgische Gegebenheiten widerspiegeln, wird fortgeführt. Bestehende Mess- und Monitoringprogramme sollen auf Eignung für ein Klimafolgen- und Anpassungsmonitoring überprüft werden.
Hamburg	Auf Grundlage eines fachlichen Orientierungsrahmens „Klimaänderung und Klimafolgen in Hamburg“ wird im Auftrag des Senates von den zuständigen Behörden eine Anpassungsstrategie erarbeitet. Veröffentlichung Mitte 2011 vorgesehen. <a href="http://www.klima.hamburg.de/contentblob/2317474/data/orientierungsrahmen.pdf">http://www.klima.hamburg.de/contentblob/2317474/data/orientierungsrahmen.pdf</a>	Mit der Entwicklung eines Indikatorensystems soll 2011 begonnen werden.
Hessen	Im „Aktionsplan Klimaschutz“ (2007) <a href="http://www.hessen.de/irj/HMULV_Interne?cid=dd16dc7471467919427f8c8c0e227d75">http://www.hessen.de/irj/HMULV_Interne?cid=dd16dc7471467919427f8c8c0e227d75</a> wurde ein eigenes Aktionsfeld „Regionale Anpassung an den Klimawandel“ beschrieben. Eine gesonderte Hessische Anpassungsstrategie ist in Vorbereitung, Veröffentlichung Mitte 2011 vorgesehen.	Die Entwicklung eines Monitoringsystems mit Impact- und Response-Indikatoren ist vorgesehen.
Mecklenburg-Vorpommern	Klimaschutz und Folgen des Klimawandels in Mecklenburg-Vorpommern (2007) <a href="http://www.regierung-mv.de/cms2/Regierungsportal_prod/Regierungsportal/de/wm/_Service/Publikationen/index.jsp?&amp;publikid=1239">http://www.regierung-mv.de/cms2/Regierungsportal_prod/Regierungsportal/de/wm/_Service/Publikationen/index.jsp?&amp;publikid=1239</a>	Handlungsempfehlungen enthalten den Hinweis auf die Wichtigkeit der Entwicklung von Indikatoren.
Niedersachsen	2009: Der Klimawandel als Herausforderung für Staat und Gesellschaft - Struktur für eine Anpassungsstrategie <a href="http://www.umwelt.niedersachsen.de/live/live.php?navigation_id=2238&amp;article_id=8625&amp;_psmand=10">http://www.umwelt.niedersachsen.de/live/live.php?navigation_id=2238&amp;article_id=8625&amp;_psmand=10</a>	In Zusammenarbeit mit der Universität Lüneburg wird eine Anpassungsstrategie erarbeitet. Im Vorhaben ist auch die Entwicklung eines Monitoringsystems enthalten. Bestehende Mess- und Monitoringsysteme werden auf Eignung für ein Klimafolgemonitoring überprüft, Ziel ist der Aufbau eines Datennetzwerkes. Im Zuge der weiteren Strategieentwicklung sollen Ansätze für eine methodisch abgesicherte Bewertung von Klimafolgen formuliert werden.

Nordrhein-Westfalen	2009: Anpassung an den Klimawandel – Eine Strategie für Nordrhein-Westfalen <a href="http://www.umwelt.nrw.de/klima/klimawandel/anpassungspolitik/anpassungsstrategie/index.php">http://www.umwelt.nrw.de/klima/klimawandel/anpassungspolitik/anpassungsstrategie/index.php</a>	Strategie enthält Darstellung von 3 Impact-Indikatoren, Vorhaben zu Klimafolgenmonitoring läuft: bestehende Mess- und Monitoringsysteme wurden gesichtet, Indikatorenvorschläge befinden sich in der Entwicklung und sollen im Sommer 2011 veröffentlicht werden.
Rheinland-Pfalz	2007: Klimabericht Rheinland-Pfalz 2007 <a href="http://www.mufv.rlp.de/energie-und-klimaschutz/energie-und-klimaberichte/klimabericht-rheinland-pfalz/">http://www.mufv.rlp.de/energie-und-klimaschutz/energie-und-klimaberichte/klimabericht-rheinland-pfalz/</a>	Vorgesehen ist, das Indikatorenset des Nachhaltigkeitsprogramms um Phänologischen Indikator „Beginn der Apfelblüte“ zu ergänzen
Saarland	Im „Klimaschutzkonzept 2008-2030“ sind Aussagen zur Anpassung an den Klimawandel enthalten <a href="http://www.saarland.de/38797.htm">http://www.saarland.de/38797.htm</a>	
Sachsen	Sektorbezogene Anpassungsstrategien: 2010: Strategie zur Anpassung der sächsischen Landwirtschaft an den Klimawandel <a href="http://www.smul.sachsen.de/umwelt/klima/1308.htm">http://www.smul.sachsen.de/umwelt/klima/1308.htm</a> Klimaveränderungen in Sachsen – Auswirkungen auf die Forstwirtschaft <a href="http://www.smul.sachsen.de/umwelt/klima/1307.htm">http://www.smul.sachsen.de/umwelt/klima/1307.htm</a> Eine Anpassungsstrategie für den Bereich Forstwirtschaft befindet sich in der Vorbereitung. Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft und Talsperrenbewirtschaftung <a href="http://www.smul.sachsen.de/umwelt/klima/1304.htm">http://www.smul.sachsen.de/umwelt/klima/1304.htm</a>	Entwicklung von Klimafolgenindikatoren weit fortgeschritten, Indikatorenset festgelegt, im nächsten Schritt sollen Kennblätter nach LIKI-Vorbild entwickelt werden.
Sachsen-Anhalt	2010: Strategie des Landes zur Anpassung an den Klimawandel zusammen mit dem dazugehörigen Aktionsplan <a href="http://www.sachsen-anhalt.de/LPSA/index.php?id=anpassungsstrategie">http://www.sachsen-anhalt.de/LPSA/index.php?id=anpassungsstrategie</a>	Beobachtung des Klimawandels und von Folgen des Klimawandels, Ableitung klimarelevanter Indikatoren vorgesehen.
Schleswig-Holstein	2009: Klimaschutzbericht 2009 enthält ein Kapitel zur Anpassung an den Klimawandel, die Veröffentlichung einer eigenen Anpassungsstrategie ist für 2013 vorgesehen	Vorbereitende Arbeiten für Monitoring wurden begonnen
Thüringen	2009: Gemeinsam KLIMAbewusst handeln. Thüringer Klima- und Anpassungsstrategie <a href="http://www.thueringen.de/de/tmlfun/themen/klima/anpassungsprogramm/">http://www.thueringen.de/de/tmlfun/themen/klima/anpassungsprogramm/</a>	Geplant ist geeignete Indikatoren für die Folgen des Klimawandels auf Natur, Umwelt, Land-, Forst- und Wasserwirtschaft, Gesundheit zu entwickeln.

\*Aus Bremen liegen UBA/KomPass keine Informationen zum Stand der Arbeiten zu Klimafolgen- und Anpassungsmonitoringsystemen vor

In den Bundesländern Sachsen und Nordrhein-Westfalen sind die Arbeiten an Indikatoren-systemen zu einem Klimafolgenmonitoring für den Geschäftsbereich der Umweltministerien sehr weit fortgeschritten. In Brandenburg wird im Auftrag des LUGV ein für die spezifische



Situation der Brandenburgischen Böden zugeschnittenes Indikatorensystem entwickelt, für das erste Ergebnisse schon veröffentlicht sind.

### *Sachsen*

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. Im ersten Schritt lag der Fokus auf die Entwicklung von Impact-Indikatoren. In einem zweiten Schritt sollen mögliche Response-Indikatoren aufgezeigt werden.

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

aufweisen, werden im nächsten Schritt Kennblätter in Anlehnung der in der Länderinitiative Kernindikatoren (LIKI) verwendeten Kennblätter 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 /-abschwächungen, Reaktionen des Indikators, räumliche Differenzierung, ...)

Anschließend sind die Indikatoren hinsichtlich Erhebungsaufwand und technisch-organisatorische Umsetzbarkeit zu prüfen, wobei diese sich aus dem Anspruch ergibt, Klimafolgen in ihrer Breite darzustellen.

In einer zweiten Stufe und nach der Etablierung der Impact-Indikatoren sollen auch mögliche Response-Indikatoren identifiziert werden. Der hier dargestellte Arbeitsstand in Sachsen wurde UBA/KomPass zur internen Verwendung und für die Diskussion in Schleswig-Holstein zur Verfügung gestellt und in den Anhang 2 aufgenommen.

### *Nordrhein-Westfalen*

Die 2009 für Nordrhein-Westfalen veröffentlichte Strategie zur Anpassung an den Klimawandel enthält bereits die Darstellung der Folgen des Klimawandels mit drei Impact-Indikatoren: Gezeigt werden die Auswirkungen des Klimawandels auf das Temperaturregime von Fließgewässern, anhand eines konkreten Mess-Pegels am Niederrhein wird der Anstieg der mittleren und maximalen Wassertemperatur dargestellt. Dieser ist mit hoher Wahrscheinlichkeit auf den Klimawandel zurück zu führen, da im abgebildeten Zeitraum ein Rückgang der genehmigten Abwärmeeinleitungen im Rhein erfolgt ist. Diese Darstellung zeigt, dass bei der Nutzung von Daten abzusichern ist, dass nicht nicht-klimatische Einflüsse abgebildet werden.

Als Folge des Klimawandels wird ein verändertes Brutverhalten der Vögel dargestellt, die in Klimaverlierer und Klimagewinner kategorisiert werden. Ein auch in anderen Bundesländern im Rahmen der Berichterstattung verwendeter Indikator ist die Auswertung von phänologischen Daten des DWD und phänologischer Gärten. 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.

In NRW läuft ein Vorhaben zur Entwicklung eines Klimafolgenmonitoring, dessen Ziel es ist, 10 – 15 Indikatoren zu entwickeln. Dazu wurden bestehende Mess- und Monitoringsysteme gesichtet. Neben den bereits veröffentlichten Indikatorenvorschlägen befinden sich weitere in der Entwicklung und sollen im Sommer 2011 veröffentlicht werden. Die aus Veröffentlichungen bekannten Indikatoren wurden in den Anhang 2 aufgenommen.

### *Brandenburg*

Für Brandenburg wurde im Auftrag des Landesumweltamtes eine Studie erstellt, in der das vorhandene Wissen für eine Ableitung von Wirkungs- und Alarmschwellen für ausgewählte Boden-Indikatoren (Bodenwassergehalt, Erosionsgefährdung und Humusgehalt) systematisch erfasst und zusammengestellt wurde (LUA 2010). Ziel war es, die spezifische Vulnerabilität der brandenburgischen Böden zu untersuchen und die Ergebnisse in das bundesweite Indikatorensystem einzubringen. 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 Wasserspeicherkapazitäten auftreten, die zur Austrocknung neigen (GERSTENGARBE ET AL. 2003, SCHINDLER ET AL. 2007 nach LUA 2010). Die Ableitung von Indikatorenvorschlägen erfolgte überwiegend für Agrarökosysteme.

## **4. Anforderung an ein KIAM für Schleswig-Holstein**

Die Analyse der bislang in der Entwicklung befindlichen Klimawandel- und Klimaanpassungs-Monitoringprogramme auf EU-, Bundes- und Länder-Ebene ergibt grundlegende Anforderungen, an der sich die Entwicklung eines KIAM für das Land Schleswig-Holstein 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 aussagefähiges Indikatorensystem zu entwickeln, das mit einem möglichst geringen zusätz-

lichen Aufwand erhoben werden kann. Es wird angestrebt auf bestehende Mess- und Monitoringsysteme zurückzugreifen und Anknüpfungspunkte an bestehende bzw. zu erwartende Berichterstattung zu berücksichtigen. Ein wesentliches Kriterium ist die zeitlich und räumlich repräsentative Datenverfügbarkeit und eine ausreichende bis hohe fachliche Aussagekraft der bereit stehenden Daten. In der EU wird die Forderung nach der Verfügbarkeit von Zeitreihen von mindestens 20 Jahren erhoben. Ist diese nicht gegeben, wird auf die Nutzung des Indikators verzichtet, bis sich die Datenlage verbessert hat. Für das DAS-Indikatoren-system ist vorgesehen, dass Lücken der Indikation – z.B. aufgrund von fehlender Datenverfügbarkeit - deutlich gemacht werden und falls möglich mit Fallstudien überbrückt werden. Wichtige Kriterien sind auch die Akzeptanz des Systems durch Wissenschaft, Entscheidungsträger und umsetzende Fachbehörden, eine gute Verständlichkeit des Indikatoren-systems für ein breites Publikum (Öffentlichkeit) und eine übersichtliche Gestaltung mit einer überschaubaren Anzahl von Indikatoren.

Bei der Analyse der verwendeten bzw. in der Diskussion befindlichen Indikatoren zeigt sich, dass einige Indikatoren nahezu durchgängig in allen Systemen verwendet werden. Diese sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Sie können den Ausgangspunkt für die Prüfung, Entwicklung und Spezifizierung von aussagekräftigen Indikatoren für Schleswig-Holstein bilden.

Eine Übersicht der in anderen Klimafolgen – und Anpassungsmonitoringsystemen verwendeten bzw. in der Entwicklung befindlichen Indikatoren wurden kategorisiert nach Themen und thematischen Teilaspekten in der beigefügten Matrix (Anhang 2) zusammengestellt. Dort werden Hinweise darauf gegeben, welche Mess- und Monitoringprogramme Daten in Schleswig-Holstein erheben, mit denen diese Indikatoren dargestellt werden könnten.

**Tabelle 2: Häufig verwendete Indikatoren in Klimawandel- und Klimaanpassungs-Monitoringprogrammen auf EU-, Bundes- und Länder-Ebene**

<i>Klima</i>	
	Veränderungen in der Häufigkeit von Starkregenereignissen
	Auswertung phänologischer Daten (Länge Vegetationsperiode, Beginn Apfelblüte, andere)
<i>Biodiversität</i>	
	Arealveränderungen klimasensitiver Arten
<i>Wasser</i>	
	Klimatische Wasserbilanz
	<i>Grundwasser</i>
	Entwicklung Grundwasserstände
	<i>Oberflächengewässer</i>
	Zeitliches Eintreten von Algenblüten
	Abflussmenge Fließgewässer
	Häufigkeit von Hochwasserereignissen
	Entwicklung von Wassertemperaturen
	Dauer von Eisbedeckung

	<i>Marine Biodiversität und Ökosysteme</i>
	Anteil der Artenzahl südlicher lusitanischer Arten an der Anzahl aller Arten
<i>Boden</i>	
	Bodenbiodiversität
	Bodenerosion
	Bodenwasserhaushalt
	Humusentwicklung
<i>Landwirtschaft</i>	
	Landwirtschaftliche Erträge
	Dauer der Vegetationsperiode über phänologische Indikatoren
<i>Wald- und Forstwirtschaft</i>	
	Wuchsverhalten von einheimischen und eingeführten Baumarten inkl. Herkünfte und Ökotypen
	Veränderung der Baumartenzusammensetzung (Haupt- und Nebenbaumarten) in Naturwaldreservaten
	Waldzuwachs
	Entwicklungszyklen von forstlich relevanten Insekten
	Waldbrandgefahr

#### 4.1 Nutzbarkeit der vorhandenen Mess- und Monitoringprogramme für ein KIAM für Schleswig-Holstein

Die Konzepte für die bislang entwickelten bzw. in Entwicklung befindlichen Klimafolgen- und Anpassungsmonitoringprogramme beinhalten, dass

- erforderliche Daten mit möglichst geringem zusätzlichem Aufwand erhoben werden können und vorrangig auf bestehende Mess- und Monitoringsysteme zurückgegriffen wird
- zeitlich und räumlich repräsentative Daten verfügbar sind
- Lücken der Indikation aufgrund von fehlenden Datengrundlagen deutlich gemacht und bei verbesserter Datenverfügbarkeit geschlossen werden
- Indikatoren Ansprüchen aus der Wissenschaft, von Entscheidungsträgern und von umsetzenden Fachbehörden entsprechen
- Indikatorensystem auf breiter Akzeptanz beruht, transparent und verständlich ist

Mit Ausnahme des Indikatorensystems zur DAS fokussieren die bislang entwickelten Indikatorensysteme auf Impact-Indikatoren, mit denen die Folgen des Klimawandels für die verschiedenen Handlungsfelder dargestellt werden. Response-Indikatoren bilden die Fort-

schritte in der Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen ab. Sie sollten einen engen Bezug zu einer politisch abgestimmten Anpassungsstrategie haben und den Fortschritt in der Erreichung der Anpassungsziele abbilden können. Da die Entwicklung und Abstimmung von Anpassungsstrategien in den Bundesländern noch nicht abgeschlossen ist, sind in den Bundesländern bislang noch keine Response-Indikatoren entwickelt worden. Mit der Formulierung von Anpassungszielen kann die Überprüfung der Zielerreichung und ihr Monitoring erarbeitet werden, sodass ein enger Bezug zwischen Anpassungsstrategie und Monitoringsystem möglich wird.

Im Folgenden werden die zusammengestellten Ergebnisse in Hinblick auf ihre Relevanz und Umsetzbarkeit in Schleswig-Holstein diskutiert. Dazu wird für die in anderen Klimawandel- und Klimaanpassungs-Monitoringprogrammen auf EU-, Bundes- und Länder-Ebene häufig verwendeten Impact-Indikatoren untersucht, ob die in Schleswig-Holstein erhobenen Daten der vorhandenen Mess- und Monitoringprogramme für ein KIAM nutzbar sein können. Die Entwicklung von Klimawandel- und Anpassungsindikatoren aber auch die Verfügbarkeit von Daten ist je nach Umweltkompartiment unterschiedlich weit entwickelt. Beispielhaft wird die Umsetzbarkeit anhand einzelner, schon weiter entwickelter Indikatoren diskutiert.

#### 4.1.1 Klima

##### *Klimaentwicklung*

Zur Darstellung der Klimaentwicklung wird im Umwelt-Kernindikatorensystem des Umweltbundesamtes (KIS) und in der Länderinitiative Kernindikatoren (LIKI) die Veränderung beim Beginn der Apfelblüte in Tagen pro Dekade [d/10a] aufgenommen und damit die Klimaentwicklung in den Bundesländern dargestellt<sup>9</sup>. LIKI ist eine Arbeitsgemeinschaft von Umweltaufsichtsbehörden, die im Auftrag der BLAG KliNa<sup>10</sup> der Umweltministerien einen gemeinsamen Indikatorensetz entwickelt, pflegt und dokumentiert. Im Rahmen der LIKI wurden Kernindikatoren entwickelt, mit denen die Entwicklung des Leitbildes Nachhaltigkeit als Aufgabe der Politik abgebildet werden kann. Mittelpunkt der Indikatorenarbeit sind umweltspezifische Nachhaltigkeitsindikatoren des Bundes und der Länder, die erstmals im Jahr 2004 von der Umweltministerkonferenz (UMK) beschlossen wurde. Seither werden Weiterentwicklungen, die Anwendung der Indikatoren sowie länderübergreifende Darstellungen der Umweltqualität und zeitliche Trends in regelmäßigen Erfahrungsberichten an die UMK dokumentiert<sup>11</sup>. Im Rahmen von LIKI wurde ein Format für die Dokumentation der Indikatoren in Form von Datenblättern entwickelt. Beispielhaft wird ein Datenblatt des LIKI Indikatorensetzes, der Indikator 25: Klimaentwicklung gezeigt, um darzustellen, welche Fragen geklärt werden müssen, um die notwendigen Informationen für die Festlegung eines Indikators für ein KIAM zusammen zu tragen. Weitere Informationen zum Indikator Klimaentwicklung zum Kernindikatorensystem des Umweltbundesamtes finden sich im Internet<sup>12</sup>.

##### *LIKI Indikator 25 - Klimaentwicklung<sup>13</sup>*

###### **a) Phänologie - Veränderung des Beginns der Apfelblüte**

(Machbarkeit: 1, DPSIR-Einstufung: I, Einheit: [d/10a])

###### **b) Phänologie - Veränderung der Dauer der Vegetationsperiode**

(Machbarkeit: 1, DPSIR-Einstufung: I, Einheit: [d/10a])

**Stand:** 14.03.2011

###### ***Definition und Berechnungsverfahren:***

Als Indikator für die langfristige Temperaturentwicklung wird der Beginn der Apfelblüte als Anzeiger des Eintritts des Vollfrühlings gewählt. Zusätzlich wird die Veränderung der Dauer der gesamten Vegetationsperiode abgebildet, erfasst durch die Zeitspanne zwischen dem (relativ frühen) Blühbeginn der Salweide und der Blattverfärbung der Stieleiche als phänologischer Zeiger für den Eintritt des Spätherbstes. Damit ist eine Annäherung an die landwirtschaftliche Vegetationsperiode gegeben.

<sup>9</sup> Schleswig-Holstein liefert bereits die Daten für diesen Indikator an LIKI, sodass dieser Indikator für ein KIAM direkt umgesetzt werden kann.

<sup>10</sup> Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Klima, Energie, Mobilität - Nachhaltigkeit

<sup>11</sup> <http://www.lanuv.nrw.de/liki-newsletter/>

<sup>12</sup> <http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=2846>

<sup>13</sup> <http://www.lanuv.nrw.de/liki-newsletter/index.php?indikator=35&aufzu=1&mode=indi>

a) Veränderung des Beginns der Apfelblüte in Tag des Jahres; lineare Trendbetrachtung für 30 Jahre, Neuberechnung jeweils zu Beginn eines Jahrzehnts (also 1961-1990, 1971-2000 usw.); Angabe des 30-jährigen Trends, dargestellt als Veränderung in Tagen pro 10 Jahre (negative Werte = Verfrühung; positive Werte = Verspätung des Vollfrühlings).

b) Veränderung der Dauer der Vegetationsperiode (Kalendertag Blattverfärbung Stieleiche minus Kalendertag Blühbeginn Salweide) in Tagen; lineare Trendbetrachtung für 30 Jahre, Neuberechnung jeweils zu Beginn eines Jahrzehnts (also 1961-1990, 1971-2000 usw.); Angabe des 30-jährigen Trends, dargestellt als Veränderung in Tagen pro 10 Jahre (negative Werte = Verkürzung; positive Werte = Verlängerung der Vegetationsperiode).

Die Daten aller Beobachtungsstationen der jeweiligen Bundesländer werden gemittelt, es werden alle im jeweiligen Jahr zur Verfügung stehenden Daten berücksichtigt.

Datenquelle: Deutscher Wetterdienst DWD

Die phänologischen Daten werden zentral für das ganze Bundesgebiet durch den Deutschen Wetterdienst (DWD) erhoben. Der DWD unterhält in den alten Bundesländern seit 1951 ein phänologisches Beobachtungsprogramm. Für die neuen Bundesländer liegen seit 1961 entsprechende Daten vor. Das gesamte Beobachtungsnetz umfasst derzeit etwa 1.400 Stationen.

#### **Bedeutung:**

Die Phänologie (Lehre von den Erscheinungen) befasst sich mit den im jahreszeitlichen Ablauf periodisch auftretenden Erscheinungen der Pflanzen- und Tierwelt, z. B. Blattaustrieb, Blüte und Blattfall, Zugverhalten und Paarungszeit von Vögeln. Phänologische Beobachtungen der Pflanzen erfassen die wiederkehrenden Wachstums- und Entwicklungserscheinungen, also die Eintrittszeiten charakteristischer Vegetationsstadien (Phasen) der Pflanzen. Aus den Eintrittszeiten phänologischer Phasen kann der Einfluss veränderter Umweltbedingungen, v. a. Änderungen von Witterung und Klima, auf die Vegetationsentwicklung ermittelt werden. Verschiebungen phänologischer Phasen in Abhängigkeit von Temperaturveränderungen sind wissenschaftlich belegt und indizieren die Wirkung von Klimaänderungen in der belebten Natur. Langjährige Datenreihen haben dabei einen hohen Stellenwert.

Vor allem in gemäßigten Klimazonen wie Deutschland ist die Temperatur ausschlaggebend für die zeitliche Abfolge der phänologischen Phasen. Vor allem die Frühlingsphasen (Vor-, Erst-, Vollfrühling, d.h. das Aufbrechen der Knospen, der Blattentfaltung und der Blüte der Pflanzen) zeichnen sich durch eine starke Korrelation mit der Temperatur aus (maßgeblich ist die Temperatur der einer Entwicklungsphase vorausgehenden 2-3 Monate.); der Eintritt der Herbstphasen dagegen wird von zahlreichen anderen Faktoren (z.B. Niederschlagsmenge im Sommer, Einstrahlung etc.) mitbestimmt.

#### **Landesspezifika / Stand:**

Informationen zur Datenverfügbarkeit in den Bundesländern, sowie spezifischen Zielstellungen, die in den Bundesländern beschlossen wurden.

#### **Klärungsbedarf, Weiterentwicklung, weitere Schritte:**

In phänologischen Gärten werden Vegetationsphasen an genetisch identischen Pflanzen beobachtet, um den Einfluss des Erbgutes auf den Eintritt der Entwicklungsstadien auszuschließen. Zudem werden bestimmte Anforderungen an Lage und Exposition der Versuchsflächen gelegt, um eine bessere Vergleichbarkeit der Beobachtungsergebnisse zu gewährleisten. Internationale Programme sind die "Internationalen Phänologischen Gärten" (IPG; gegründet 1959, Betreuung wurde 1996 übergeben an Humboldt-Universität Berlin; derzeit 57 Gärten, davon 29 in Deutschland (Stand 2004)) und das "Global Phenological Monitoring" (GPM; erster Garten 1998 gepflanzt in Deuselbach/Hunsrück; geplant: Gärten in gemäßigten Breiten der nördlichen und südlichen Hemisphäre; derzeit 16 Gärten in 7 Ländern (Stand 2004)).

Wenn eine repräsentative Anzahl phänologischer Gärten in allen Bundesländern eingerichtet ist und Daten

erfasst werden, ist eine Nutzung dieser Beobachtungsergebnisse zu prüfen.

Weitere statistische Auswertungen der Daten sollen geprüft und ggf. die Darstellung des Indikators angepasst werden.

Hinweis:

Der Arbeitskreis Bioindikation (Arbeitskreis im Auftrag der Landesämter und -anstalten für Umweltschutz), Unterarbeitskreis Monitoring von Klimaveränderungen durch Bioindikation (kurz UAK Klima-Biomonitoring), empfiehlt zur Bioindikation der Auswirkungen von Klimaveränderungen auf die Flora u.a. phänologische Erhebungen, die Fortführung und Pflege von phänologischen Gärten und Beobachtungspunkten und die einheitliche Auswertung der phänologischen Daten der letzten 50 Jahre für alle Bundesländer (Temperatur- andere Klimaeffekte).

*"Verwandte" Indikatoren im Set:*

**01** Kohlendioxidemissionen

**05** Kohlendioxidemissionen des Verkehrs

**23** Repräsentative Arten

Datenverfügbarkeit

Aussagefähigkeit

Verständlichkeit

Vergleichbarkeit

Steuerbarkeit

*Ansprechpartner:*

*LIKI-Vertreterin*

Sonja Singer-Posern  
sonja.singer-posern@hlug.hessen.de  
Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie  
Rheingaustraße 186  
65203 Wiesbaden  
Tel.: 0611 6939 250

## 4.1.2 Biodiversität

### *Auswertung phänologischer Daten*

Zur Beschreibung von Auswirkungen des Klimawandels auf terrestrische Ökosysteme und die Biodiversität werden häufig phänologische Daten herangezogen. Veränderungen phänologischer Phasen bei Pflanzen (z.B. Blattentfaltung, Blühzeitpunkte, Blattverfärbung bei unterschiedlichen Pflanzenarten) werden genutzt um die Veränderungen beim Beginn und Ende der Jahreszeiten und der Länge der Vegetationsperiode abzubilden. Der DWD beobachtet seit 1951 an mehr als 300 Standorten in Schleswig-Holstein im Jahresverlauf wiederkehrende Wachstums- und Entwicklungserscheinungen wildwachsender Pflanzen<sup>14</sup>.

<sup>14</sup> Zudem existieren Beobachtungsdaten an Kulturen der Landwirtschaft und im Obstbau.



Für die Bildung eines aussagefähigen Indikators sollten charakteristische Datenreihen, sowohl in Bezug auf die Aussagekraft der phänologischen Parameter, als auch in Bezug auf für das Land charakteristische Beobachtungsstationen ausgewählt werden.

### *Veränderung von Artenvielfalt und –zusammensetzung*

Zur Darstellung der Veränderung von Artenvielfalt und –zusammensetzung werden Arealveränderungen klimasensitiver Pflanzen- und Tierarten diskutiert. Konkret werden verändertes Zug- und Brutverhalten sowie Bestandsentwicklungen klimasensitiver Brutvogelarten herangezogen. Sowohl im F+E-Vorhaben zum Indikatorensystem zur DAS<sup>15</sup> als auch in Sachsen und in Nordrhein-Westfalen befinden sich die Indikatoren zur Biodiversität noch in der Entwicklung. Im EEA-Report werden Veränderungen anhand ausgewählter Indikatoren wie der Anstieg des Artenreichtums im hochalpinen Bereich der Alpen, einer Reihe von pflanzenphänologischen Änderungen, Nordwärtswanderungen ausgewählter Arten (Vögel, Insekten, Säugetiere und andere) sowie Veränderung des Brutverhaltens des Trauerschnäppers zwischen 1980 – 2004 dargestellt.

Als geeignete Datenquellen für die Darstellung von Impact-Indikatoren werden Brut- und Rastvogelmonitoring, sowie FFH-Monitoring zur Erhaltung von Lebensraumtypen und Arten diskutiert. Wie bereits im Klimaschutzbericht 2009 festgestellt, wäre ein Monitoring der Normallandschaft als Bezugs- und Vergleichssystem sinnvoll.

Hinweise auf Veränderungen in der Biologischen Vielfalt können zudem aus den Untersuchungen für die „Rote Liste“ gewonnen werden. Um aussagekräftige Indikatoren zu entwickeln, die spezifisch Auswirkungen der Klimawandels auf Schleswig-Holstein abbilden, ist es erforderlich, die zur Verfügung stehenden Daten unter dem Aspekt zu analysieren, inwieweit sie klimatische Veränderungen abbilden können.

Im Klimaschutzbericht 2009 wird hervorgehoben, dass sich der Schwerpunkt der Naturschutzarbeit von der Entwicklung von Biotopverbundsystemen hin zum Schutz und der Stabilisierung möglichst großer Biotopkomplexe entwickeln soll. Hierbei spielen für Schleswig-Holstein Moore eine bedeutende Rolle, weshalb ein Nieder- und Hochmoorschutzprogramm aufgelegt wurde. Im Hinblick auf die Anpassung an den Klimawandel - Stabilisierung des Landschaftswasserhaushaltes, Gewährleistung von Migrationskorridoren für gefährdete Arten, aber auch Klimaschutzaspekte (Vermeidung von Mineralisierung organischer Böden und CO<sub>2</sub>-Freisetzung) ist der Schutz von Nieder- und Hochmooren ebenfalls von Bedeutung. Daher sollte untersucht werden, ob für die Zielerreichung des Schutzprogrammes ein aussagefähiger Response-Indikator in ein KIAM aufgenommen werden kann.

#### **4.1.3 Wasser**

Für den Bereich Gewässer lassen sich aus Tabelle 2 vier Bereiche identifizieren, bei denen die Datenlage und –verfügbarkeit in Schleswig-Holstein auf den ersten Blick gut scheint (lange, geschlossene Datenreihen, Messpunkte im gesamten Land). Dies sind die Grundwasserstände, Abflussmengen der Fließgewässer, Häufigkeit von Hochwasserereignissen und die Entwicklung der Wassertemperaturen. Für diese Themen wird die Nutzbarkeit der vorhandenen Mess- und Monitoringprogramme im Folgenden vertieft diskutiert.

---

<sup>15</sup> Die DAS-Indikatoren zur Biodiversität werden vom BfN entwickelt.

## *Entwicklung der Grundwasserstände*

Die Prognosen für Schleswig-Holstein gehen davon aus, dass es zu einem geringfügigen Anstieg des Jahresniederschlags und zu einer veränderten Niederschlagsverteilung über das Jahr hinweg kommen wird. Erwartet wird, dass in oberflächennahen Grundwasserleitern größere Schwankungen auftreten, insgesamt die Auswirkungen auf das Grundwasser und die Trinkwasserversorgung aber gering sein werden.

In den Marschen und Kögen 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 Kögen gibt.

Voraussichtlich wird in Nordrhein-Westfalen und Sachsen die Entwicklung der Grundwasserstände in die derzeit konzipierten Indikatorensysteme einfließen. Für das Indikatorensystem zur DAS ist dies noch nicht geklärt. In Schleswig-Holstein stehen Daten aus dem Messnetz zur mengenmäßigen Überwachung des Grundwassers zur Verfügung. Für die Beobachtung von Klimasignalen eignen sich anthropogen weitgehend unbeeinflusste Messpegel, für die lange Datenreihen vorliegen. Für die Auswahl von Messpegeln ist die Analyse der Pegeldaten erforderlich, um zu ermitteln welche Messpunkte in Schleswig-Holstein sich in den letzten Jahren als sehr wenig beeinflusst erwiesen haben. Bevor diese Analyse erfolgt, sollte zunächst geklärt werden, ob die Entwicklung der Grundwasserstände ein für Schleswig-Holstein aussagekräftiger Indikator ist.

## *Oberflächengewässer*

### *Abflüsse Fließgewässer/ Extremwetterereignisse/ Hochwasser*

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. Diese Auswertungen bzw. weiter gehende Analysen in Bezug auf Veränderungen in den Zeitreihen können für ein KIAM genutzt werden.

Um zu den Abflüssen von Fließgewässern stärker jahreszeitlich aufgelöste Aussagen treffen zu können, werden in Sachsen statistische Auswertungen von Datenreihen aus kontinuierlichen Messungen von Wasserständen und Abflüssen an anthropogen weitgehend unbeeinflussten Fließgewässern gemacht. Für das Indikatorensystem der DAS werden die Veränderung der mittleren Abflüsse (MQ Sommer/Winter) sowie der jährlichen und monatlichen Hochwasserabflüsse (HQmo) für ihre Eignung und Aussagekraft geprüft.

Die Indikatoren Anzahl und Wiederkehr von Starkregenereignissen werden im EEA-Report<sup>16</sup> von 2008 dargestellt und sind in den in der Entwicklung befindlichen Indikatorensatz von

<sup>16</sup> Impacts of Europe's changing climate - 2008 indicator based assessment

Sachsen und NRW vorgesehen. Die direkte Erfassung von Starkregenereignissen ist methodisch schwierig. Die Datenreihen der kontinuierlichen Wasserstands- und Abflussmengen können für ein KIAM zudem für statistische Auswertungen in Bezug auf Anzahl und Wiederkehr von Starkregenereignissen genutzt werden. Dies ist in Sachsen vorgesehen, um sich der Darstellung der Anzahl und Wiederkehr von Starkregenereignissen durch statistische Auswertung der Extremwerte aus kontinuierlichen Wasserstands- und Abflussmessungen an Fließgewässern zu nähern.

In Folge von Extremniederschlagsereignissen der letzten Jahre, die auf Klimaveränderungen zurück geführt werden, ist es zu Hochwasserereignissen gekommen. Im EEA-Report von 2008 wird das Auftreten von Überschwemmungsereignissen an Flüssen pro Jahr dargestellt. Im SOER 2010<sup>17</sup> werden große regionale Überschwemmungsereignisse zwischen 1950 – 2009 dargestellt, sowie das Schadenspotenzial und künftige Überflutungsschäden modelliert. Im Indikatorensystem zur DAS wird ebenfalls das Hochwasserschadensrisiko sowie die Umsetzung von Hochwasserschutzmaßnahmen diskutiert. In Sachsen ist ein Indikator für Hochwasser bislang nicht vorgesehen. Für Schleswig-Holstein sollte die Aufnahme von Indikatoren für Hochwasserereignisse, Hochwasserrisiken und Hochwasservorsorge im Binnenland geprüft werden. Die Darstellung dieser Indikatoren kann über eine Auswertung der genannten Pegeldata erfolgen.

Neben der Beobachtung und Indizierung der Abflussmengen wird die Entwicklung der Gewässertemperatur sowohl in der EU als auch in den Bundesländern an ausgewählten Beispielen dargestellt. In NRW wurde eine konkrete Station am Rhein für die Darstellung der Entwicklung der maximalen und mittleren Gewässertemperatur ausgewählt. Im EEA-Report wird der Anstieg der Jahresdurchschnittstemperaturen im 20. Jahrhundert an 4 ausgewählten europäischen Flüssen (Rhein, Donau) und Seen (Saimaa See, Finnland; Võrtsjärv See, Estland) dargestellt. Für die Auswahl geeigneter Fließgewässer kommen von anthropogenen Einflüssen weitgehend unbeeinflusste Stationen (z.B. in Hinblick auf Kühlwasser-einträge) in Frage, die Analyse geeigneter Mess-Pegel erfordert eine gute Kenntnis der vor Ort herrschenden Einflussfaktoren, um sicher zu sein, dass klimatisch bedingte Änderungssignale erfasst werden.

### *Limnologische Daten*

In Schleswig-Holstein stehen Datenreihen aus limnologischen Untersuchungen, aus denen Trendaussagen abgeleitet werden können, für den Großen Plöner See und den Doberdorfer See zur Verfügung. Beide Seen werden seit 1998/99 jährlich untersucht. Neben der Analyse der Temperaturregimes können aus phänologischen Erscheinungen des Phytoplanktons Aussagen über klimabedingte Veränderungen mit Auswirkungen auf die Gewässerökologie getroffen werden. Die Entwicklung von Indikatoren, die aussagekräftig für das Temperaturregime in Seen sind, ist methodisch anspruchsvoll und erfordert eine detaillierte Analyse und Auswahl der zur Verfügung stehenden Datenreihen.

### *Klimatische Wasserbilanz*

Als Indikator für Veränderungen im Wasserhaushalt werden in der EU und im Entwurf des Indikatorensets für Sachsen die „Klimatische Wasserbilanz“ herangezogen. Ergebnisse des WasKlim Vorhabens, das im Auftrag des Umweltbundesamtes durchgeführt wurde, zeigen in

---

<sup>17</sup> The European Environment - State and Outlook Report

Projektionen, dass auch für Schleswig-Holstein für die Dekade 2071 - 2100 Veränderungen der klimatischen Wasserbilanz zu erwarten sind, die zu trockeneren Sommern und feuchteren Wintern führen. Die klimatische Wasserbilanz ist als Differenz von korrigiertem Niederschlag und potenzieller Verdunstung definiert. Der Niederschlag wird in Niederschlags- und in Klimastationen gemessen, Daten für die Berechnung der potenziellen Verdunstung in Klimastationen aufgenommen<sup>18</sup>. Zu prüfen ist, für welche Klimastationen in Schleswig-Holstein längere Zeitreihen vorhanden sind und inwieweit sie räumlich und zeitlich in ausreichender Qualität zur Verfügung stehen.

#### *Salzwasserintrusion in Grundwasserleiter*

Mit dem Meereswasseranstieg kann es zu einer Verlagerung der Süß-Salzwassergrenze ins Landesinnere kommen, sodass die Versalzungsgefahr bei küstennahen Grundwasserentnahmen ansteigt. Das Problem wird sowohl im EEA Report von 2008 als auch im Klimaschutzbericht 2009 von Schleswig-Holstein benannt. Bislang wurde noch kein Indikator entwickelt, mit dem eine mögliche Verlagerung der Süß-Salzwassergrenze abgebildet werden kann. In Schleswig-Holstein gibt es bis jetzt noch keine systematische Erfassung möglicher Salzwasserintrusion in küstennahe Aquifere. Möglicherweise eignen sich Daten aus der Überblicksweisen Überwachung des chemischen Zustands der Grundwasserkörper im Hauptgrundwasserleiter nach EG-WRRL. Dies sollte geprüft werden und ggfs. eine Ergänzung des bestehenden Monitoringssystems in Hinblick auf die Problematik der Salzwasserintrusion in Küstennahe Aquifere erwogen werden.

#### **4.1.4 Boden**

Anders als im Wasserbereich, in dem Monitoringprogramme schon seit langem betrieben werden und in dem die Untersuchungsfrequenzen oft kurz sind, sind Mess- und Monitoringprogramme im Bodenbereich zum Teil erst in den letzten Jahren etabliert worden. Zudem sind die Zeiträume der periodischen Erhebung wesentlich länger. Dies führt dazu, dass in der Bodenbeobachtung zum Teil sehr kurze Zeitreihen, bzw. erst einmalige Erhebungsdaten zur Verfügung stehen. Unsicherheiten bestehen bei der Entwicklung von Indikatoren in der Abgrenzung von Auswirkungen der Landnutzung von Auswirkungen des Klimawandels. Dies betrifft z.B. den in der Diskussion häufig genannten Parameter Bodenhumusgehalt. Die Reduktion der organischen Bodenfraktion kann sowohl klimatische Ursachen haben als auch Folge geänderter Landnutzung sein. Dies betrifft auch den Parameter Bodenwasserhaushalt. In der weiteren Arbeit sollten die Ergebnisse der Boden-Dauerbeobachtung BDF, sowie ergänzend möglicherweise die Bodenzustandserhebungen im Wald (BZE I + II) auf die Nutzbarkeit für ein KIAM untersucht werden.

#### **4.1.5 Wald und Forstwirtschaft**

##### *Waldbrandgefährdung*

Im Klimaschutzbericht 2009 (S. 285) wird die Zunahme der Waldbrandgefährdung für Schleswig-Holstein benannt, wenn auch mit einer geringeren Stärke als in anderen Regionen in Deutschland. Während der Waldbrandsaison von März bis Oktober stellt der DWD täglich

<sup>18</sup> [www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/4019.pdf](http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/4019.pdf)

aktualisierte Waldbrandgefahrenprognosen für Deutschland bereit<sup>19</sup>. Dazu wird das M-68-Modell genutzt, das in ostdeutschen Bundesländern vor mehr als 30 Jahren eingeführt wurde und sich als sehr zuverlässig erwiesen hat. Das Modell greift auf Mittagswerte der Lufttemperatur, der relativen Luftfeuchte, der Windgeschwindigkeit und auf 24-stündige Niederschlagssummen sowie - während der Frühjahrsmonate - auf morgendliche Schneehöhenmessungen zurück. Für die Bewertung der Waldbrandgefahr ist neben meteorologischen Parametern auch der Vegetationsstand der Wälder von hoher Bedeutung, dieser wird in die Bewertung nach einem standardisierten Verfahren einbezogen. Auf diesen Grundlagen werden örtlich bezogene Gefährdungstufen berechnet und in Stufen von 1 bis 5 dargestellt. Diese werden vom DWD täglich aktualisiert in Form von Gefährdungskarten angeboten. In Schleswig-Holstein werden 25 Stationen betrieben, hierzu müsste untersucht werden, welche Stationen für die Wälder in Schleswig-Holstein repräsentativ sind. Als Indikator wird in NRW die Anzahl der Tage mit Waldbrandstufe 1+2 bzw. 4+5 diskutiert.

Die Aufnahme eines Indikators zur Waldbrandgefährdung in ein Klimafolgen- und Anpassungsmonitoring für Schleswig-Holstein wird vom zuständigen Referat der Obersten Forst- und Jagdbehörde für Waldbau, Waldschutz, Waldinventuren im MURL als nicht sinnvoll eingeschätzt, da die Waldbrandgefahr in Schleswig-Holstein aufgrund der krautigen Vegetation und der in Schleswig-Holstein überwiegenden Laubwaldbestände sehr gering ist. Im Frühjahr ergeben sich aufgrund geringerer Niederschläge zwar auch Situationen, in denen der DWD Waldbrandstufen 4 für Stationen in Schleswig-Holstein herausgibt, tatsächliche Waldbränden aufgrund von klimatischen Situationen hätten sich aber bislang noch nicht entwickelt.

## 5. Weitere Schritte zur Entwicklung eines KIAM für Schleswig-Holstein

Aus der im Rahmen dieses Gutachtens erfolgten Daten- und Konzeptanalyse von Ergebnissen bereits vorhandener (Klimafolgen-)Monitoring-Aktivitäten wurden konzeptionelle Grundlagen für die Entwicklung eines Klimafolgen- und Anpassungs-Monitoring (KIAM) in Schleswig-Holstein abgeleitet, die im Folgenden zusammen gestellt werden.

Aus Indikatorenkonzepten auf europäischer, bundesdeutscher und bundesländerspezifischer Ebene können Vorarbeiten zur Konkretisierung einzelner Indikatoren übernommen werden. Diese wurden im Kapitel 4 diskutiert und werden in der folgenden Tabelle noch einmal zusammen gestellt. Die Arbeiten konzentrieren sich außer beim Indikatorensystem zur DAS auf die Entwicklung von Impact-Indikatoren. Die derzeitige Situation in Schleswig-Holstein, in der eine Anpassungsstrategie an die Folgen des Klimawandels entwickelt wird, ermöglicht es, in diesem Prozess die Entwicklung von Anpassungsindikatoren, die den Erfolg der Strategie abbilden können, mitzudenken. Deshalb sollte bei der Formulierung von Anpassungszielen an ein Monitoring der Umsetzung gedacht werden und parallel auch Response-Indikatoren entwickelt werden.

---

<sup>19</sup>

[http://www.dwd.de/bvw/appmanager/bvw/dwdwwwDesktop?\\_nfpb=true&\\_pageLabel=\\_dwdwww\\_spezielle\\_nutzer\\_landwirtschaft\\_agrarwetter&T3420104081166522216849gsbDocumentPath=Navigation%2FLandwirtschaft%2FWarndienste%2FWaldbrand%2Fwbx\\_\\_erlaeuterungen\\_\\_node.html%3F\\_\\_nnn%3Dtrue](http://www.dwd.de/bvw/appmanager/bvw/dwdwwwDesktop?_nfpb=true&_pageLabel=_dwdwww_spezielle_nutzer_landwirtschaft_agrarwetter&T3420104081166522216849gsbDocumentPath=Navigation%2FLandwirtschaft%2FWarndienste%2FWaldbrand%2Fwbx__erlaeuterungen__node.html%3F__nnn%3Dtrue)

Außer dem Indikator für die Klimaentwicklung, der im Rahmen des LIKI Konzeptes entwickelt wurde und der auch für Schleswig-Holstein bereits dargestellt wird, erfordern alle anderen Indikatorenvorschläge vertiefte Arbeiten und Datenanalysen.

**Tabelle 3: Umsetzbarkeit von häufig verwendeten Indikatoren in Schleswig-Holstein**

<i>Klima</i>		<i>Umsetzung für ein KIAM in Schleswig-Holstein</i>
	Auswertung phänologischer Daten (Länge Vegetationsperiode, Beginn Apfelblüte, andere)	LIKI Indikator 25 Klimaentwicklung wird in SH bereits dargestellt und kann für KIAM genutzt werden.
	Veränderungen in der Häufigkeit von Starkregenereignissen	Mit statistischen Auswertungen von Daten aus dem Fließgewässermessnetz können Indikatoren zu Anzahl und Wiederkehr von Starkregenereignissen ermittelt werden.
<i>Biodiversität</i>		
	Arealveränderungen klimasensitiver Arten	<p>Biodiversitätsindikatoren befinden sich derzeit noch in der Entwicklung. Für die Erarbeitung von für SH charakteristischen Indikatoren sollten die im Brut- und Rastvogelmonitoring, sowie im FFH-Monitoring zur Erhaltung von Lebensraumtypen und Arten erfassten Parameter auf ihre Eignung untersucht werden. Hinweise auf Veränderungen können zudem aus den Untersuchungen für die „Roten Listen“ gewonnen werden. Bislang fehlend sind Monitoringprogramme der Normallandschaft, die als Bezugs- und Vergleichssysteme sinnvoll wären.</p> <p>Das Nieder- und Hochmoorschutzprogramm sollte daraufhin untersucht werden, ob für die Zielerreichung des Schutzprogrammes ein aussagekräftiger Response-Indikator in ein KIAM aufgenommen werden kann.</p>
<i>Wasser</i>		
	Klimatische Wasserbilanz	Prüfung inwieweit zur Erhebung von klimatischen Wasserbilanzen an Klimastationen längere Zeitreihen in räumlich und zeitlich ausreichender Qualität zur Verfügung stehen.

	<i>Grundwasser</i>	
	Entwicklung Grundwasserstände	Prüfung erforderlich, inwieweit die Entwicklung der Grundwasserstände ein aussagekräftiger Indikator ist.
	<i>Oberflächengewässer</i>	
	Abflussmenge Fließgewässer	Daten aus dem hydrologischen Jahrbuch und ggfs. Ergänzungen mittels statistischer Auswertungen von Daten aus dem Fließgewässermessnetz.
	Häufigkeit von Hochwasserereignissen	Daten aus dem hydrologischen Jahrbuch und ggfs. Ergänzungen mittels statistischer Auswertungen von Daten aus dem Fließgewässermessnetz.
	Entwicklung von Wassertemperaturen	Sichtung und Bewertung der aus der Ökologischen Zustandsbewertung der größeren Seen und den Untersuchungen von Großem Plöner See und Doberndorfer See vorliegenden Datenreihen.
	Zeitliches Eintreten von Algenblüten	
<i>Wald- und Forstwirtschaft</i>		
	Waldbrandgefahr	Der DWD betreibt in Schleswig-Holstein 25 Stationen, für die zwischen März und Oktober täglich die Waldbrandgefährdung ermittelt wird. Indikator Waldbrandgefahr ist für Situation in Schleswig-Holstein wenig relevant.

Die an beispielhaften Indikatoren zusammengestellten Ergebnisse der Analyse der Datenverfügbarkeit von in Schleswig-Holstein vorhandenen Mess- und Monitoringprogrammen zeigen, dass ein KIAM auf Grundlage der vorhandenen Programme grundsätzlich realisiert werden kann. Ergänzungen der bestehenden Mess- und Monitoringprogramme werden vermutlich vor allem in Bezug auf spezifische Fragestellungen erforderlich sein, die sich für Schleswig-Holstein als Küstenland ergeben. Dies betrifft, wie oben bereits diskutiert wurde, z.B. die Frage von Salzwasserintrusionen in küstennahe Aquifere, die sich aus einer Erhöhung des Meeresspiegels ergeben können. Für die Indikation von Klimafolgen und Anpassungsmaßnahmen zu Fragen des Küstenhochwasserschutzes, der Küstensicherung und des Erosionsschutzes, sowie Veränderungen in der marinen Biodiversität und mariner Ökosysteme konnten aus den bislang erarbeiteten Indikatorensystemen keine Hinweise abgeleitet werden, da sie in den Bundesländern, die keine Küstenanrainer sind, nicht bearbeitet wurden. Die Bearbeitung küstenspezifischer Fragen stehen derzeit im Indikatorensystem zur DAS noch am Anfang.

In Hinblick auf diese Fragen, sowie zur Identifikation weiterer wichtiger und für das Land Schleswig-Holstein bedeutender Klimafolgen ist eine Diskussion mit den zuständigen

Fachabteilungen erforderlich, in der wesentliche Indikationsgegenstände (Indikandi) benannt, daraus Indikatorenvorschläge entwickelt und bearbeitet werden können.

Für das methodische Vorgehen ist eine Orientierung am Vorgehen im F+E-Vorhaben zur DAS möglich, in dem die wesentlichen diskutierten Wirkungen (Impacts) und Anpassungsmaßnahmen (Responses) zusammengestellt und schrittweise zu thematischen Teilaspekten und sogenannten Indikationsfeldern gruppiert wurden. Damit kann ein strukturierter Gesamtüberblick über die wichtigsten Indikandi erarbeitet werden. Vorarbeiten hierzu sind z.B. in der Studie von DASCHKEIT (2007) erarbeitet worden, weitere Vorarbeiten zu Klimafolgen und Anpassung sind auch in den Fachabteilungen des LLUR vorhanden. Nach der Zusammenstellung ist eine Priorisierung der darzustellenden Indikandi erforderlich, in der Themen identifiziert werden, die als besonders bedeutsam für die Berichterstattung erachtet werden. An diesem Prozess sollten sich Experten der verschiedenen Fachgebiete beteiligen. Nach der Zusammenstellung bedeutender Indikandi ist für die Entwicklung und Festlegung der konkreten Indikatoren eine Reihe von Arbeitsschritten notwendig. Für alle Indikatorenvorschläge ist es erforderlich die Klimasensitivität zu prüfen. Dazu sollte unter Beteiligung von Experten aus Praxis, Verwaltung und Wissenschaft die Aussagefähigkeit der Indikatorenvorschläge in Hinblick auf räumliche Differenzierungen, Signalverstärkungen und –abschwächungen geprüft werden. Ergänzend ist die Prüfung der zeitlichen und räumlichen Repräsentanz der vorhandenen Datenreihen erforderlich. Das Ergebnis dieser Arbeitsschritte ist eine mit allen Beteiligten abgestimmte Definition des Indikators und die genaue Festlegung der Berechnungsvorschrift. In der weiteren Arbeit müssen technische und organisatorische Umsetzung geklärt werden. Es sind Zuständigkeiten für die Erhebung, Datenübermittlung und Verarbeitung der Daten zu klären.

Die gesammelten Informationen und Festlegungen sollten in Indikatoren-Kennblätter festgehalten werden. Die Erstellung kann sich dabei an den von der LIKI entwickelten Kennblättern orientieren oder das Format aufgreifen, das im Rahmen des Indikatoren-Vorhabens zur DAS entwickelt wurde.

Nachdem die Indikatoren für die unterschiedlichen Handlungsfelder entwickelt sind, ist die Aussagekraft des Entwurfs des KIAM als Gesamtkonzept zu prüfen. Auf Lücken in der Indikation sollte hingewiesen und diese – wo dies möglich ist - bis zu einer Verbesserung der Datenlage durch Fallstudien gefüllt werden.

Anhand der Festlegungen in den Indikatoren-Kennblättern wird die Analyse der ausgewählten Datenreihen vorgenommen, die Indikatoren grafisch dargestellt sowie sich darstellende Entwicklungen bewertet werden.

Um ein Indikatorenset zu entwickeln, das handlungsfeldübergreifend alle Sektoren einer Anpassungsstrategie des Landes Schleswig-Holstein abbildet ist es notwendig, dass der Prozess der Indikatorenentwicklung sich nicht nur auf die Geschäftsbereiche des MLUR bezieht, sondern auch die Geschäftsbereiche der anderen Ministerien in den Blick nimmt.

Ziel der Indikatorenberichte zu Klimafolgen und Anpassung an den Klimawandel ist neben der Überprüfung des Fortschritts und der Richtungssicherheit der Anpassungsstrategie auch die Sensibilisierung der Bevölkerung und unterschiedlichster Entscheidungsträger im öffentlichen, aber auch im privatwirtschaftlichen Bereich. Damit soll ermöglicht werden, dass Entscheidungen in Bereichen, in denen mit Auswirkungen des Klimawandels zu rechnen ist,



unter Einbezug bereits eingetretener oder zu erwartender Veränderungen getroffen werden können. Dies bedeutet, dass die Berichte für ein breites Publikum verständlich und transparent sein müssen. Die Bedeutung der indizierten Sachverhalte und ihr Bezug zum Klimawandel sollte zudem möglichst eng und leicht nachvollziehbar sein.

## Skizze der Arbeitsplanung für die nächsten 2 Jahre

### 1. Identifikation für das Land Schleswig-Holstein bedeutender Klimafolgen

- Vorarbeiten hierzu sind z.B. in der Studie von Daschkeit (2007) erarbeitet worden, weitere Vorarbeiten zu Klimafolgen und Anpassung sind auch in den Fachabteilungen des LLUR vorhanden
- Erforderlich ist ein Input von Vertretern der Fachabteilungen des LLUR, ggfs. anderer Fachbehörden und MLUR

Arbeitsorganisation: Themenbezogene Arbeitsgruppen mit Vertretern der zuständigen Fachabteilungen des LLUR, ggfs. anderer Fachbehörden und MLUR (Wasser, Boden, Biodiversität und Naturschutz, Landwirtschaft, Forstwirtschaft).

Vor- und Nachbereitung sowie Moderation der Arbeitsgruppentreffen durch UBA

### 2. Formulierung wesentlicher Indikandi und Entwicklung entsprechender Indikatorenvorschläge

**2.1** Als Ausgangspunkt können aus Indikatorenkonzepten auf europäischer, bundesdeutscher und bundesländerspezifischer Ebene Vorarbeiten zur Konkretisierung einzelner Indikatoren übernommen werden. Diese sind in Bezug auf ihre Eignung für ein KIAM für das Land Schleswig-Holstein in den jeweiligen Fachabteilungen zu prüfen.

#### Wasser

- Veränderungen in der Häufigkeit von Starkregenereignissen: Prüfung ob mit statistischen Auswertungen von Daten aus dem Fließgewässermessnetz Indikatoren zu Anzahl und Wiederkehr von Starkregenereignissen ermittelt werden können.
- Klimatische Wasserbilanz: Prüfung, ob zur Darstellung von klimatischen Wasserbilanzen an Klimastationen längere Zeitreihen in räumlich und zeitlich ausreichender Qualität zur Verfügung stehen.
- Entwicklung Grundwasserstände: Prüfung, ob die Entwicklung der Grundwasserstände ein aussagekräftiger Indikator ist. Für Schleswig-Holstein gehen die Prognosen davon aus, dass die Auswirkungen auf das Grundwasser und die Trinkwasserversorgung gering sein werden. Ggfs. Identifikation von Messstellen, die sich langjährig als weitgehend unbeeinflusst von anthropogenen Einflüssen erwiesen haben. Prüfung ob für ein charakteristisches Gebiet in den Marschen und Kögen Daten zur Verfügung stehen, die abbilden können ob und in welchem Maß mit ansteigendem Meeresspiegel die notwendige Pumpleistung ansteigt, um den Grundwasserspiegel auf einem gleich bleibendem Niveau zu halten.
- Abflussmengen Fließgewässer: Prüfung ob Daten aus dem hydrologischen Jahrbuch geeignet und ggfs. Ergänzungen mittels statistischer Auswertungen von Daten aus dem Fließgewässermessnetz notwendig sind. Identifikation von Pegeln, die sich langjährig als weitgehend unbeeinflusst von anthropogenen Einflüssen erwiesen haben.

- Häufigkeit von Hochwasserereignissen: Prüfung ob Daten aus dem hydrologischen Jahrbuch geeignet und ggfs. Ergänzungen aus der statistischen Auswertungen von Daten aus dem Fließgewässermessnetz notwendig sind.
- Entwicklung von Wassertemperaturen und zeitliches Eintreten von Algenblüten: Sichtung und Bewertung der aus der Ökologischen Zustandsbewertung der größeren Seen und den Untersuchungen von Großem Plöner See und Doberndorfer See vorliegenden Datenreihen.
- Salzwasserintrusion in Küstennahe Aquifere: Prüfung ob Daten aus der Überblicksweisen Überwachung des chemischen Zustands der Grundwasserkörper im Hauptgrundwasserleiter nach EG-WRRRL oder andere Datenbestände sich eignen Veränderungen in Bezug auf die Süß-/Salzwassergrenze darzustellen.

#### Biodiversität

- Phänologische Daten: Prüfung welche Datenreihen, sowohl in Bezug auf die Aussagekraft der phänologischen Parameter, als auch in Bezug die Standorte für das Land charakteristisch sind.
- Arealveränderungen klimasensitiver Arten: Biodiversitätsindikatoren befinden sich derzeit sowohl im Bund als auch in den Bundesländern noch in der Entwicklung. Die Entwicklung der Biodiversitätsindikatoren für die Evaluierung der DAS erfolgt durch das BfN. In Nordrhein-Westfalen befindet sich die Untersuchung der Bestandsentwicklung klimasensitiver Vogelarten und die Ableitung eines Indikators daraus in der Bearbeitung. Für die Verbreitung ausgewählter Tier- und Pflanzenarten sowie Lebensraumtypen ist die Entwicklung von Indikatoren vorgesehen<sup>20</sup>.

Die Spezifizierung der Arten für Arealveränderungen klimasensitiver Arten für ein Klimafolgenmonitoring in Sachsen ist noch offen.

Für die Erarbeitung von für SH charakteristischen Indikatoren sollten die im Brut- und Rastvogelmonitoring, sowie im FFH-Monitoring zur Erhaltung von Lebensraumtypen und Arten erfassten Parameter auf ihre Eignung untersucht werden. Hinweise auf Veränderungen können zudem aus den Untersuchungen für die „Roten Listen“ gewonnen werden. Bislang fehlend sind Monitoringprogramme der Normallandschaft, die als Bezugs- und Vergleichssysteme sinnvoll wären.

- Das Nieder- und Hochmoorschutzprogramm sollte daraufhin untersucht werden, ob für die Zielerreichung des Schutzprogrammes ein aussagekräftiger Response-Indikator in ein KIAM aufgenommen werden kann.

#### Boden:

- Untersuchung der Ergebnisse der Boden-Dauerbeobachtung BDF, sowie ergänzend möglicherweise die Bodenzustandserhebungen im Wald (BZE I + II) auf die Nutzbarkeit für ein KIAM.

#### Wald und Forstwirtschaft

- Waldbrandgefahr: Prüfung, ob ein Indikator Waldbrandgefahr für das Land Schleswig-Holstein sinnvoll ist.

<sup>20</sup> Nähere Informationen finden sich im Vortrag „NRW auf dem Weg zu einem Klimafolgenmonitoring“ des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, der auf der 17. LIKI-Sitzung in Bonn am 21.03.2011 von Frau Seidenstücker gehalten wurde.

Arbeitsorganisation: Prüfung der Indikatorenvorschläge und der vorhandenen Daten für ein KIAM für das Land Schleswig-Holstein durch die jeweiligen Fachabteilungen. Beratung durch UBA.

## **2.2 Ergänzung der Indikatorenvorschläge um landesspezifische Indikationsgegenstände (z.B. Meeres- und Küstenschutz, Salzwasserintrusion)**

Arbeitsorganisation: Aufarbeitung der Arbeitsgruppenergebnisse aus Arbeitsschritt 1 in Kooperation zwischen den Fachabteilungen und UBA, Zusammenfassung der Ergebnisse und Unterstützung bei der Ableitung von Konkretisierungen der folgenden Arbeitsschritte durch UBA.

3. Priorisierung der entwickelten Indikatorenvorschläge und Prüfung der Klimasensitivität und Auswahl eines Sets an Indikatoren, das vertieft bearbeitet werden soll

Arbeitsorganisation: Inhaltliche Vorbereitung in den Fachabteilungen. Kernarbeitskreis mit ca. 2 Vertretern der Arbeitsgruppen zu den Fachthemen entscheidet über das Set von Indikatoren, das vertieft bearbeitet werden soll, erforderlich ca. 2 – 3 halbtägige Arbeitstreffen, Beratung sowie Vor- und Nachbereitung und Moderation des/der Kernarbeitsgruppentreffen durch UBA.

4. Prüfung der zeitlichen und räumlichen Repräsentanz der vorhandenen Datenreihen zu ca. 4 Indikatoren pro Fachthema

Arbeitsorganisation: Bearbeitung in den Fachabteilungen, Beratung durch UBA.

5. Definition der Indikatoren und die genaue Festlegung der Berechnungsvorschrift sowie Führen der Indikatoren-Kennblätter

Arbeitsorganisation: Bearbeitung in den Fachabteilungen, themenbezogene Arbeitsgruppen sinnvoll, Beratung durch UBA.

6. Technische und organisatorische Umsetzung (Klärung von Zuständigkeiten für die Erhebung, Datenübermittlung und –Verarbeitung)

Arbeitsorganisation: Bearbeitung in den Fachabteilungen, Beratung durch UBA.

7. Prüfung des Gesamtkonzeptes auf seine Aussagekraft und Identifikation wesentlicher Indikationslücken

Arbeitsorganisation: Kernarbeitskreis mit ca. 2 Vertretern der Arbeitsgruppen zu den Fachthemen, Beratung durch UBA.

8. Erstellung des ersten Indikatorenberichtes

Arbeitsorganisation: Zuarbeiten aus allen beteiligter Fachabteilungen, Zuständigkeit für die redaktionelle Bearbeitung des Berichtes muss geklärt werden, Beratung durch UBA.

Insgesamt wird der Prozess der Entwicklung und Erarbeitung eines Indikatorensystems zu Klimafolgen- und Klimaanpassung etwa 2 Jahre in Anspruch nehmen. In dieser Zeit ist eine Vielzahl von Abstimmungen erforderlich, die erfahrungsgemäß zeitaufwändig sind.

## Literatur:

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

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](http://ec.europa.eu/environment/climat/adaptation/index_en.htm)

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

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

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

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

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

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

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

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