CLIMATE CHANGE
22/2011

Entwicklung eines Indikatorensystems für die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS)

Umwelt Bundesamt

| CLIMATE CHANGE | 22/2011

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

Forschungskennzahl 370941125
UBA-FB 001555

Entwicklung eines Indikatorensystems für die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS)

von

Konstanze Schönthaler, Stefan von Andrian-Werburg
Bosch & Partner GmbH, München

Darla Nickel
Ecologic Institut gGmbH, Berlin

Unter Mitarbeit von:

Sonja Pieck
Bosch & Partner GmbH, München

Jenny Tröltzsch
Ecologic Institut gGmbH, Berlin

Helmut Küchenhoff, Stephanie Rubenbauer
Statistisches Beratungslabor, Institut für Statistik der Ludwig Maximilians Universität München, München

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

UMWELTBUNDESAMT

Diese Publikation ist ausschließlich als Download unter
http://www.uba.de/uba-info-medien/4230.html
verfügbar.

Die in der Studie geäußerten Ansichten
und Meinungen müssen nicht mit denen des
Herausgebers übereinstimmen.

ISSN 1862-4359

Durchführung der Studie:

Bosch & Partner GmbH
Pettenkoferstraße 24
80336 München

Ecologic Institut gemeinnützige GmbH
Pfalzburger Str. 43/44
10717 Berlin

Institut für Statistik
Ludwig-Maximilians-Universität München
Ludwigstr. 33
80539 München

Abschlussdatum: September 2011

Herausgeber: Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel.: 0340/2103-0
Telefax: 0340/2103 2285
E-Mail: info@umweltbundesamt.de
Internet: http://www.umweltbundesamt.de
http://fuer-mensch-und-umwelt.de/

Redaktion: Fachgebiet I 1.7 Kompass – Klimafolgen und Anpassung in Deutschland
Petra van Rüth

Dessau-Roßlau, Dezember 2011

Inhaltsverzeichnis

Seite

0.1 Anhangsverzeichnis V
0.2 Abbildungsverzeichnis VI
0.3 Tabellenverzeichnis VI
0.4 Abkürzungsverzeichnis VIII

Summary 1

A Project Objectives and Involvement 1

B Process of Involvement 4

C Methodology Applied in Selecting Indicators 5

D The Indicator System 8

E Indicator Report 13

Zusammenfassung 17

A Ziele und Einbindung des Vorhabens 17

B Beteiligungsverfahren 20

C Methodik der Indikatorenauswahl 21

D Das Indikatorensystem 24

E Indikatorenbericht 29

1 Einführung und Ziele des Vorhabens 32

2 Anforderungen an das Indikatorensystem 35

2.1 Allgemeine Anforderungen 35
2.2 Anforderungen im Kontext Europa, Bund und Länder 39
2.2.1 Anbindung an EU-Aktivitäten 40
2.2.2 Anbindung an die Länder-Ebene 40
2.3 Einschränkungen 42
2.4 Zeithorizonte der Indikatoren 45
2.5 Umgang mit räumlichen Problemschwerpunkten 46

3 Methodische Schritte zur Auswahl der Indikatoren 48

3.1 Systematische Analyse der DAS 48
3.2 Strukturierung der Handlungsfelder 49
3.3 Priorisierung der Indikationsfelder 51

3.4 Entwicklung von Indikationsideen und Ableitung von Indikatoren ... 52
3.5 Dokumentation der Indikatoren und Datenquellen ... 53
3.5.1 Indikatoren-Factsheets ... 54
3.5.2 Daten-Factsheets ... 58

4 Bewertung und Trendanalysen ... 61

4.1 Bewertungsverfahren in anderen Indikatorensystemen ... 61
4.2 Vorschlag für ein Bewertungsverfahren für die DAS-Indikatoren ... 63
4.3 Trendanalyse für die DAS-Indikatoren ... 64

5 Beteiligungsverfahren ... 66

6 Stand der Arbeiten bei der Indikatorenentwicklung ... 74

6.1 Indikatoren für das DAS-Handlungsfeld „Menschliche Gesundheit“ ... 74
6.1.1 Indikatorenvorschläge ... 74
6.1.2 Erläuterungen zu Indikationsideen und Indikatoren zum Handlungsfeld „Menschliche Gesundheit“ ... 77
6.1.3 Schnittstellen des Handlungsfelds „Menschliche Gesundheit“ mit anderen DAS-Handlungsfeldern ... 82
6.1.4 Abschließende Bewertung des Entwicklungsstands im Handlungsfeld „Menschliche Gesundheit“ ... 84
6.2 Indikatoren für das DAS-Handlungsfeld „Bauwesen“ ... 85
6.2.1 Indikatorenvorschläge ... 85
6.2.2 Erläuterungen zu Indikationsideen und Indikatoren zum Handlungsfeld „Bauwesen“ ... 87
6.2.3 Schnittstellen des Handlungsfelds „Bauwesen“ mit anderen DAS-Handlungsfeldern ... 90
6.2.4 Abschließende Bewertung des Entwicklungsstands im Handlungsfeld „Bauwesen“ ... 91
6.3 Indikatoren für das DAS-Handlungsfeld „Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz“ ... 91
6.3.1 Indikatorenvorschläge ... 91
6.3.2 Erläuterungen zu Indikationsideen und Indikatoren zum Handlungsfeld „Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz“ ... 95
6.3.3 Schnittstellen des Handlungsfelds „Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz“ mit anderen DAS-Handlungsfeldern ... 99
6.3.4 Abschließende Bewertung des Entwicklungsstands im Handlungsfeld „Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz“ ... 100
6.4 Indikatoren für das Handlungsfeld „Boden“ ... 100
6.4.1 Indikatorenvorschläge ... 100
6.4.2 Erläuterungen zu Indikationsideen und Indikatoren zum Handlungsfeld „Boden“ ... 101
6.4.3 Schnittstellen des Handlungsfelds „Boden“ mit anderen DAS-Handlungsfeldern ... 106

6.4.4 Abschließende Bewertung des Entwicklungsstands im Handlungsfeld „Boden“ 107
6.5 Indikatoren für das Handlungsfeld „Landwirtschaft“ 108
6.5.1 Indikatorenvorschläge 108
6.5.2 Erläuterungen zu Indikationsideen und Indikatoren zum Handlungsfeld „Landwirtschaft“ 112
6.5.3 Schnittstellen des Handlungsfelds „Landwirtschaft“ mit anderen DAS-Handlungsfeldern....116
6.5.4 Abschließende Bewertung des Entwicklungsstands im Handlungsfeld „Landwirtschaft“ 117
6.6 Stand der Arbeiten im DAS-Handlungsfeld „Wald und Forstwirtschaft“.... 117
6.6.1 Indikatorenvorschläge 117
6.6.2 Erläuterungen zu Indikationsideen und Indikatoren zum Handlungsfeld „Wald und Forstwirtschaft“....119
6.6.3 Schnittstellen des Handlungsfelds „Wald und Forstwirtschaft“ mit anderen DAS-Handlungsfeldern 123
6.6.4 Abschließende Bewertung des Entwicklungsstands im Handlungsfeld „Wald und Forstwirtschaft“....123
6.7 Stand der Arbeiten im DAS-Handlungsfeld „Fischerei“ 124
6.7.1 Indikatorenvorschläge 124
6.7.2 Erläuterungen zu Indikationsideen und Indikatoren zum Handlungsfeld „Fischerei“ 126
6.7.3 Schnittstellen des Handlungsfelds „Fischerei“ mit anderen DAS-Handlungsfeldern....130
6.7.4 Abschließende Bewertung des Entwicklungsstands im Handlungsfeld „Fischerei“....130
6.8 Stand der Arbeiten im DAS-Handlungsfeld „Energiewirtschaft (Wandel, Transport und Versorgung)“ 130
6.8.1 Indikatorenvorschläge 130
6.8.2 Erläuterungen zu Indikationsideen und Indikatoren zum Handlungsfeld „Energiewirtschaft (Wandel, Transport und Versorgung)“....132
6.8.3 Schnittstellen des Handlungsfelds „Energiewirtschaft (Wandel, Transport und Versorgung)“ mit anderen DAS-Handlungsfeldern....137
6.8.4 Abschließende Bewertung des Entwicklungsstands im Handlungsfeld „Energiewirtschaft (Wandel, Transport und Versorgung)“....137
6.9 Stand der Arbeiten im DAS-Handlungsfeld „Finanzwirtschaft“ 137
6.9.1 Indikatorenvorschläge 137
6.9.2 Erläuterungen zu Indikationsideen und Indikatoren zum Handlungsfeld Finanzwirtschaft“....139
6.9.2.1 Versicherungswirtschaft 139
6.9.2.2 Bankenwesen 141
6.9.3 Schnittstellen des Handlungsfelds „Finanzwirtschaft“ mit anderen DAS-Handlungsfeldern....144
6.9.4 Abschließende Bewertung des Entwicklungsstands im Handlungsfeld „Finanzwirtschaft“ 144

6.10 Stand der Arbeiten im DAS-Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“ 145
6.10.1 Indikatorenvorschläge 145
6.10.2 Erläuterungen zu Indikationsideen und Indikatoren zum Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“ 147
6.10.3 Schnittstellen des Handlungsfelds „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“ mit anderen DAS-Handlungsfeldern.....153
6.10.4 Abschließende Bewertung des Entwicklungsstands im Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“ 153
6.11 Stand der Arbeiten im DAS-Handlungsfeld „Industrie und Gewerbe“ 154
6.11.1 Indikatorenvorschläge 154
6.11.2 Erläuterungen zu Indikationsideen und Indikatoren zum Handlungsfeld „Industrie und Gewerbe“ 156
6.11.3 Schnittstellen des Handlungsfelds „Industrie und Gewerbe“ mit anderen DAS-Handlungsfeldern 158
6.11.4 Abschließende Bewertung des Entwicklungsstands im Handlungsfeld „Industrie und Gewerbe“ 159
6.12 Stand der Arbeiten im DAS-Handlungsfeld „Tourismuswirtschaft“ 159
6.12.1 Indikatorenvorschläge 159
6.12.2 Erläuterungen zu Indikationsideen und Indikatoren zum Handlungsfeld „Tourismuswirtschaft“ 162
6.12.3 Schnittstellen des Handlungsfelds „Tourismuswirtschaft“ mit anderen DAS-Handlungsfeldern.....165
6.12.4 Abschließende Bewertung des Entwicklungsstands im Handlungsfeld „Tourismuswirtschaft“ 166
6.13 Stand der Arbeiten im DAS-Querschnittsthema „Raum-, Regional- und Bauleitplanung“..... 166
6.13.1 Indikatorenvorschläge 166
6.13.2 Erläuterungen zu Indikationsideen und Indikatoren zum Querschnittsthema „Raum-, Regional- und Bauleitplanung“.....168
6.13.3 Schnittstellen des Querschnittsthemas „Raum-, Regional- und Bauleitplanung“ mit anderen DAS-Handlungsfeldern.....170
6.13.4 Abschließende Bewertung des Entwicklungsstands im Querschnittsthema „Raum-, Regional- und Bauleitplanung“ 171
6.14 Stand der Arbeiten im DAS-Querschnittsthema „Bevölkerungsschutz“..... 171
6.14.1 Indikatorenvorschläge 171
6.14.2 Erläuterungen zu Indikationsideen und Indikatoren zum Querschnittsthema „Bevölkerungsschutz“.....173
6.14.3 Schnittstellen des Querschnittsthemas „Bevölkerungsschutz“ mit anderen DAS-Handlungsfeldern 176
6.14.4 Abschließende Bewertung des Entwicklungsstands im Querschnittsthema „Bevölkerungsschutz“ 177
6.15 Governance-Indikatoren 177
6.15.1 Ausgangspunkte.....179
6.15.2 Methodische Überlegungen.....182

6.15.3 Beitrag bereits entwickelter sektoraler Indikatoren zu Governance-Fragestellungen 186
6.16 Gesamtüberblick – Indikatorenliste 188

7 Schlussfolgerungen und Ausblick 194

7.1 Schlussfolgerungen 194
7.2 Ausblick, offene Punkte 195

8 Literaturverzeichnis 197

8.1 Im Schlussbericht zitierte Literatur 197
8.2 Spezifische Literatur zu den Handlungsfeldern 201
8.2.1 Handlungsfeld „Menschliche Gesundheit“ 201
8.2.2 Handlungsfeld „Bauwesen“ 204
8.2.3 Handlungsfeld „Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz“ 206
8.2.4 Handlungsfeld „Boden“ 208
8.2.5 Handlungsfeld „Landwirtschaft“ 210
8.2.6 Handlungsfeld „Wald- und Forstwirtschaft“ 214
8.2.7 Handlungsfeld „Fischerei“ 218
8.2.8 Handlungsfeld „Energiewirtschaft (Wandel, Transport und Versorgung)“ 219
8.2.9 Handlungsfeld „Finanzwirtschaft“ 220
8.2.10 Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“ 220
8.2.11 Handlungsfeld „Tourismuswirtschaft“ 222
8.2.12 Querschnittsthema „Raum-, Regional- und Bauleitplanung“ 223
8.2.13 Querschnittsthema „Bevölkerungsschutz“ 224

0.1 Anhangsverzeichnis

Anhang 1 Statistische Trendanalyse
Anhang 2 Indikationsfelder
Anhang 3 Indikatoren-Factsheets

0.2 Abbildungsverzeichnis

Seite

Abb. 1: Die Klimawandel-Thematik in der DPSIR-Systematik 36
Abb. 2: Beispiel für das Vorgehen bei der Bildung der Indikationsfelder am Beispiel des Handlungsfelds „Wald und Forstwirtschaft“ 50
Abb. 3: Aufbau eines Daten-Factsheets am Beispiel des Indikators „Waldbrandgefährdung und Waldbrand“ 60
Abb. 4: Beispiel für einen linearen Trend 65
Abb. 5: Beispiel für einen quadratischen Trend 65
Abb. 6: Beispiel für keinen Trend 65

0.3 Tabellenverzeichnis

Seite

Tab. 1: Beispiele für Schnittstellen zwischen den Handlungsfeldern der DAS 51
Tab. 2: Inhalte der Metadatenbeschreibung im Daten-Factsheet 59
Tab. 3: An Expertengesprächen beteiligte Institutionen 68
Tab. 4: Impact- und Response-Indikatoren für das DAS-Handlungsfeld „Menschliche Gesundheit“ 75
Tab. 5: Impact- und Response-Indikatoren für das DAS-Handlungsfeld „Bauwesen“ 85
Tab. 6: Impact- und Response-Indikatoren für das Handlungsfeld „Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz“ 92
Tab. 7: Impact- und Response-Indikatoren für das DAS-Handlungsfeld „Boden“ 100
Tab. 8: Impact- und Response-Indikatoren für das DAS-Handlungsfeld „Landwirtschaft“ 108
Tab. 9: Impact- und Response-Indikatoren für das DAS-Handlungsfeld „Wald und Forstwirtschaft“ 118
Tab. 10: Impact- und Response-Indikatoren für das DAS-Handlungsfeld „Fischerei“ 124
Tab. 11: Impact- und Response-Indikatoren für das DAS-Handlungsfeld „Energiewirtschaft (Wandel, Transport und Versorgung)“ 131
Tab. 12: Impact- und Response-Indikatoren für das DAS-Handlungsfeld „Finanzwirtschaft“ 138
Tab. 13: Impact- und Response-Indikatoren für das DAS-Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“ 145
Tab. 14: Impact- und Response-Indikatoren für das DAS-Handlungsfeld „Industrie und Gewerbe“ 154
Tab. 15: Impact- und Response-Indikatoren für das DAS-Handlungsfeld „Tourismuswirtschaft“ 160
Tab. 16: Response-Indikatoren für das DAS-Querschnittsthema „Raum-, Regional- und Bauleitplanung“ 167
Tab. 17: Impact- und Response-Indikatoren für das DAS-Querschnittsthema „Bevölkerungsschutz“ 172
Tab. 18: Nächste Arbeitsschritte gemäß DAS 183
Tab. 19: Unterscheidung von Maßnahmen mit Blick auf Indikationsmöglichkeiten 185

Tab. 20: Gegenüberstellung von APA-Maßnahmen und Indikatoren des F+E-Vorhabens 186
Tab. 21: Verteilung der Indikatoren auf die DAS-Handlungsfelder und Querschnittsthemen 188
Tab. 22: Indikatoren nach Handlungsfeldern und ihre Machbarkeitseinstufung 189

0.4 Abkürzungsverzeichnis

AFK	Ständiger Ausschuss Anpassung an die Folgen des Klimawandels
AFOLU	Agriculture, Forestry and Other Land Use
AGBF	Arbeitsgemeinschaft der Berufsfeuerwehren
AKNZ	Akademie für Krisenmanagement, Notfallplanung und Zivilschutz
AK UGRdL	Arbeitskreis der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen der Länder
APA	Aktionsplan Anpassung
ARL	Akademie für Raumforschung und Landesplanung
ASB	Arbeitersamariterbund
BASt	Bundesanstalt für Straßenwesen
BAUA	Bundesinstituts für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
BAW	Bundesanstalt für Wasserbau
BBR	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BBK	Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.
BDF	Boden-Dauerbeobachtungsflächen
BfG	Bundesanstalt für Gewässerkunde
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
BIBB	Bundesinstitut für Berufsbildung
BLAG	Bund-Länder-Arbeitsgruppe
BLE	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
BMG	Bundesministerium für Gesundheit
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
BNetzA	Bundesnetzagentur
BOKLIM	Anwendung von Bodendaten in der Klimaforschung
BSH	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
BÜK	Bodenübersichtskarte
BWE	Branchenverband Bundesverband Windenergie e.V.
BWI	Bundeswaldinventur
BZE	Bodenzustandserhebung im Wald
CEHAPIS	Climate, Environment and Health Action Plan and Information System
CMA	Centrale Marketing-Gesellschaft der deutschen Agrarwirtschaft mbH
CSC	Climate Service Center
DAS	Deutsche Anpassungsstrategie
DB	Deutsche Bahn AG
dena	Deutschen Energie-Agentur GmbH
DEWI	Deutsches Windenergieinstitut
DFV	Deutscher Feuerwehrverband
DIHK	Deutscher Industrie- und Handelskammertag
DLRG	Deutsche Lebensrettungsgesellschaft

DPSIR	Driving Forces – Pressure – State – Impact, Response-Ansatz
DRK	Deutsches Rotes Kreuz
DTV	Deutscher Tourismusverband e.V.
DWD	Deutscher Wetterdienst
EAN	Europäischen Pollendatenbank
EBA	Eisenbahnbundesamt
EEA	Europäische Umweltagentur (European Environment Agency)
eEV	erweiterte Elementarschadensversicherung
EFSA	Europäische Lebensmittelbehörde
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
EPA	Environmental Protection Agency
EPS	Eichenprozesssionsspinner
EU	Europäische Union
F+E	Forschung und Entwicklung
FFH	Flora-Fauna-Habitatrichtlinie
FG	Fachgebiet
FH	Fachhochschule
FISKA	Fachinformationssystem Anpassung
FKZ	Förderkennziffer
FLI	Friedrich-Loeffler-Institut
FAWF RP	Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz
FOE	Fischereiökologie
FUR	Forschungsgemeinschaft Urlaub und Reisen e.V.
FSME	Frühsommer-Meningoenzephalitis
GBE	Gesundheitsberichterstattung des Bundes
GDV	Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. .
GIS	Geographisches Informationssystem
GLOWA	Globaler Wandel des Wasserkreislaufes
GMES	Global Monitoring for Environment and Security
GMLZ	Gemeinsames Melde- und Lagezentrum
GSBTS	German Smallscale Bottom Trawl Survey
HELCOM	Helsinki Commission
HGS	Herdengesundheitsscore
HLUG	Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
HMAFG	Hessisches Ministerium für Arbeit, Familie und Gesundheit
HMUELV	Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
HWRM-RL	Europäische Hochwasserrisikomanagementrichtlinie
ICES	International Council for the Exploration of the Sea
IGB	Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei
IHK	Industrie- und Handelskammer
IMA	Interministerielle Arbeitsgruppe Anpassung des Bundes
ISIP	Informationssystem Integrierte Pflanzenproduktion
ISO	International Organization for Standardization
IWES	Institute for Wind Energy and Energy System Technology
JKI	Julius-Kühn-Institut
JUH	Johanniter Unfallhilfe
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KIS	Kernindikatorensystem des UBA

KLIFF	Klimafolgenforschung in Niedersachsen
KLIMZUG	Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten
KLIWAS	Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt
KLIWA	Klimawandel, Klimaschutz, Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft
KONTIV	Kontinuierliche Erhebung zum Verkehrsverhalten
KRITIS	Kritische Infrastrukturen
KUNTIKUM	Klimatrends und nachhaltige Tourismusentwicklung in Küsten- und Mittelgebirgsregionen
LANUV	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
LAU	Local Area Unit
LfU	Bayerisches Landesamt für Umwelt
LIKI	Länderinitiative Kernindikatoren
LMU	Ludwig-Maximilian-Universität München
LULUCF	Land Use, Land-Use Change and Forestry
MHD	Malteserhilfsdienst
MLUV MV	Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern
MSC	Marine Stewardship Council
MSRL	Meeresstrategierahmenrichtlinie
MSY	Maximum Sustainable Yield (höchstmöglicher Dauerertrag)
MUGV BB	Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg
MUFV RP	Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz
NBS	Nationale Biodiversitätsstrategie
NHS	Nationale Nachhaltigkeitsstrategie
NRO	Nicht-Regierungsorganisation
NRW	Nordrhein-Westfalen
NUTS	Nomenclature des unités territoriales statistiques (Systematik der Gebietseinheiten für die Statistik)
NW-FVA	Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
OPA	Offenporiger Asphalt
OSF	Institut für Ostseefischerei
PAG	Projektbegleitende Arbeitsgruppe
PID	Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst e.V.
PIK	Potsdam Institut für Klimafolgenforschung
RADOST	Regionale Anpassungsstrategien für die deutsche Ostseeküste
RKI	Robert Koch-Institut
ROPLAMO	Raumplanungsmonitor
RWTH	Rheinisch-Westfaelische Technische Hochschule Aachen
SBI	Sustainable Business Institute
StBA	Statistisches Bundesamt
THG	Treibhausgase
THW	Bundesanstalt Technisches Hilfswerk
TLWJF	Thüringer Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei
UBA	Umweltbundesamt
UFZ	Umweltforschungszentrum Leipzig
UNFCC	United Nations Framework Convention on Climate Change

VDEW	Verband der Elektrizitätswirtschaft e.V.
vTI	Johann Heinrich von Thünen-Institut
WASKlim	Wasserwirtschaftliche Anpassungsstrategien an den Klimawandel
WRRL	Europäische Wasserrahmenrichtlinie
WZE	Waldzustandserhebung
ZAUM	Zentrum Allergie und Umwelt der Technischen Universität München
ZÜRS	Zonierungssystem für Überschwemmung, Rückstau und Starkregen

Kürzel für die Handlungsfelder:

BAU	Bauwesen
BO	Boden
BS	Bevölkerungsschutz
BV	Biologische Vielfalt
EW	Energiewirtschaft
FI	Fischerei
FiW	Finanzwirtschaft
FW	Wald und Forstwirtschaft
GE	Menschliche Gesundheit
I	Industrie und Gewerbe
LW	Landwirtschaft
RO	Raum-, Regional- und Bauleitplanung
V	Verkehr, Verkehrsinfrastruktur
WW	Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz
TOU	Tourismuswirtschaft

Summary

A Project Objectives and Involvement

Indicator system and indicator report as integral part of the adaptation mechanisms employed by the Federal Republic of Germany

On 17th December 2008 the German Federal Cabinet adopted the German Strategy for Adaptation to Climate Change (DAS: Deutsche Anpassungsstrategie) (BUNDESREGIERUNG 2008). The DAS has created the framework for adapting to the consequences of climate change in Germany. First and foremost, the DAS contributes its guidelines at Federal level, to provide guidance for agents at other levels. The Strategy lays the foundation for a medium-term process. In conjunction with the individual Federal States and other groups representing various sectors of society, the Strategy provides a step-by-step assessment of the risks of climate change. Furthermore, it states the potential requirements for action, and defines the appropriate goals and potential adaptation measures to be developed and implemented in the process. The Strategy is divided into 13 action fields and two cross-sectional fields.

Action fields of the DAS:

1) Human health
2) Building sector
3) Water regime, water management, coastal and marine protection
4) Soil
5) Biological diversity
6) Agriculture
7) Woodland and forestry
8) Fishery
9) Energy industry (conversion, transport and supply)
10) Financial services industry
11) Transport, transport infrastructure
12) Trade and industry
13) Tourism industry

Cross-sectional fields:

14) Spatial, regional and physical development planning
15) Civil protection

In due course, the Federal Environment Agency (UBA) will design a comprehensive set of tools to support and implement the DAS. This will be made available for download from www.anpassung.net. An integral part of this will be the 'Tatenbank' (www.tatenbank.anpassung.net), the 'Klimalotse' (www.klimalotse.anpassung.net), FISKA (special information system 'Adaptation') and an Indicator System to aid adaptation. The latter is one of the key tasks identified for the DAS. As far as the Indicator System is concerned, it has been decided to prepare a Report on Indicators for the challenges facing Germany and the implementation of adaptation measures. An Action Plan on Adaptation (APA) has been formulated to complement the DAS. The German Federal Government has placed the APA on the agenda for cabinet discussions in late August.

The measures to be taken for establishing an indicator set and an indicator-based report are embedded in the APA. A preliminary report is to be published in the course of the next parliamentary term. Subsequently, regular reviews of progress made in adapting to the consequences of climate change could be carried out by means of progress reports.

Although the APA refers to indicator-based evaluation, it cannot be stressed too highly that neither mechanisms - the indicator system or the indicator-based report - claim to represent a structured evaluation of the political tools employed in the adaptation process. In fact, this would require the classical approach of programme evaluation. However, this programme evaluation has not yet been covered either within the framework of the consultation project or the R&D Project.

Developing indicators as part of the multi-stage process

On behalf of the German Federal Environment Ministry (BMU), the DAS Indicator System and the Indicator-based Report to aid adaptation will be developed in a multi-stage process. This process will be under the aegis of BMU / KomPass. A consultation project entitled 'Establishment of an Indicator Concept for DAS' (duration December 2008 to end March 2010) laid down the basic structure for the work on indicators, proposed preliminary indicators for describing climatic effects and adaptation measures, and proposed a structure for the indicator report. In the R&D Project which followed the consultation project (duration June 2010 till July 2011) work progressed further on the consolidation of the proposed indicators for all DAS Action Fields, and the first parts of the Indicator Report were formulated. It is intended that work on the formulation of indicators for the DAS be continued, with the ultimate goal of completing a preliminary indicator-based report for the adaptation to climate change in Germany and developing an organisational concept for the completion of routine follow-up reports.

High transparency required for the process

The entire process of formulating indicators must live up to both, scientific demands as well as requirements made by political decision-makers and by sectoral agencies tasked with implementation at Federal and Länder level. The indicators were therefore selected and determined in a transparent process on the basis of tangible selection criteria.

The DAS Indicators should therefore meet the criteria listed below, i.e. they must:

The indicators must not be derived solely from data or scientific facts

- refer as closely as possible to the theme of climatic effects and adaptation, and they must be accepted in scientific terms,
- demonstrate the cause-and-effect relationships and the links with adaptation measures taken so far,
- allow implementation, i.e. they must be calculable on the basis of available data,

- reflect and provide an overview of the combined knowledge of all government departments,
- make connections with other indicator systems,
- facilitate links with reporting at EU and Länder level.

Apart from the indicators already under discussion and in use in adaptation strategies and climate reports at Länder level, other indication fields should be considered for the DAS Indicator System, even if they have not been taken into account before.

It follows from the above description of profile requirements that a purely data-based approach would be as pointless for the selection and development of indicators as an approach using purely scientific criteria.

Involvement of all departments essential

Owing to the broad range of areas affected by climatic impacts and the requirement to apply and agree adaptation measures as far as possible encompassing all sectors, it was necessary to involve all government departments in the development of the Indicator System. Although the Environment Agency is leading the overall process, it relies on active contributions and 'buy-in' from other government departments/agencies.

The DAS Indicator System is to reflect the current state of discussions on effects and measures and on relevant indicators within individual departments. The system should not contain any indicators which are not acceptable to experts in competent government departments, or indicators which are at variance with concepts relating to the future organisation and configuration of data collection (and assessment) or reporting.

Against this background, the contractor (Bosch & Partner GmbH) undertook the role of structuring and moderating the process of developing an indicator system by amalgamating the competencies and knowledge held by individual sectors and departments. As far as individual departments are concerned, this process may not in every case enhance their insights or extend their fund of entirely new indicators. To date, however, there has been a distinct lack in terms of a comprehensive overview of activities in the field of adaptation issues. The work done so far should therefore be seen as promoting this kind of synthesis and creating a structured comprehensive overview.

Report for DAS – no pre-emption of departments' own reports

It was the express intention that the DAS Indicator Report should not pre-empt any theme-related indicator reports which might be produced by individual departments for the purpose of adapting to climate change. In view of their specific focus, the latter will necessarily be much more detailed.

Prioritisation essential in view of broad range of subjects

The inter-departmental approach required strict prioritisation throughout the process of indicator selection. Consequently, it is not possible to take into account all aspects discussed to date with regard to the wide-ranging subject area of climatic impacts and adaptations. Against this background, we proceeded on the assumption that all government departments will make their contribution in setting boundaries and core themes for the system.

In the first stage, this prioritisation should be based on technical considerations. In this context, the DAS was not the only point of reference or political framework considered in weighing up the indicator selection. In fact, research of the relevant literature and expert opinions also produced essential inputs to the work.

B Process of Involvement

Subgroup accompanying the Consultation Project

A Subgroup accompanying the Consultation Project (SCP) was set up right at the start of the consultation project. It consisted of Länder delegates and representatives from the competent government departments. The SCP members provided feedback on project progress, as well as project-facilitating contacts with their organisations.

UBA Workshops

A wide-ranging dialogue with the competent departments was started in June 2009 by holding a workshop in the UBA (Federal Environment Agency). More than 40 experts from various special fields took part in discussing the core themes for the purpose of developing indicators. The R&E Project was concluded by holding another workshop at the offices of UBA Dessau attended by almost 50 participants from government agencies at Federal and Länder level, associations and scientific organisations. The indicator set submitted at this workshop was assessed by participants in terms of comprehensibility and relevance. These appraisals will be taken into account in the future process of developing and agreeing indicators.

Extensive participation of experts within the framework of bilateral talks and mini-group sessions

With regard to the Action Fields 'Water regime, water management, coastal and marine protection', 'Agriculture', 'Woodland and Forestry', 'Energy industry', 'Financial services industry' as well as 'Spatial, regional and physical development planning', it was possible, within the framework of the Consultation Project, to set up small working parties which always included representatives from various institutions. A significant number of bilateral contacts were established for the indicator work in other action fields. The aim was to involve as many government agencies as possible at Federal and Länder level, as well as associations, companies and - to a lesser extent - colleges. Eventually, it was possible to involve more than 260 individuals in the process. They sup-

plied indicator ideas, supported the actual drafting of indicators, made data available and/or checked the documentation underpinning indicators and data sets.

All consultations were held in order to agree the themed focal points for indication, discuss ideas for indication, and crystallise specific data sources and indicators. All these deliberations were to include and apply the current state of work and discussions in individual government departments in formulating the DAS Indicator System. With regard to the action level, it was intended - as far as possible - to involve the Länder in discussions at this early stage, in view of the fact that most of the operational adaptation measures are conceived and implemented at Länder or subsidiary levels. On the other hand, it is true to say that a systematic Länder involvement had not been envisaged for either the Consultation Project or the R&D Project.

So far no systematic involvement at Länder level

The objective of achieving strong agreement at technical level was intended to create the necessary foundation for a political agreement yet to be reached.

C Methodology Applied in Selecting Indicators

The objective which we were set for establishing a methodology for our work was to ensure maximum transparency in respect of the process of selecting indicators. In view of the increasingly frequent emergence of new findings in the field of climatic impacts and adaptation, not to mention numerous other efforts being made in parallel aimed at systematising and prioritising adaptation measures, our methodology was intended to create the necessary prerequisites for ease of updating the DAS Indicator System. On one hand, it must be possible to remove indicators from the system which may prove to be less relevant at some stage in the future, whilst it must also be possible to incorporate other indicators. Any gaps in the Indicator System arising for instance from data bottlenecks or from the setting of focal points within the wide-ranging subject area of adaptation, will have to be clearly identified. Any important subthemes that cannot be indicated will have to be clearly identified.

Stage 1: Clear definition of the subject area Adaptation

The Consultation Project started with structuring efforts intended to clarify what actually was to be indicated. The essential Impacts and Responses presently under discussion were collated and grouped step by step into ’sub-themes’ and so-called ’Indication Fields’ for all 13 Action Fields and for the two cross-sectional themes of the DAS. The input for this systematic classification came from the assessment of the DAS, the research of relevant literature and from discussions among experts.

This work produced a well-structured general overview of 'indicanda' (objects to be indicated) considered suitable on principle within individual action fields.

Stage 2: Prioritising the (sub-) themes to be covered

In view of the wealth of indicanda, it proved necessary to incorporate a selection process within the structure. At the level of indication fields, this selection was based on criteria. The process included the identification of themes that were considered of particular importance for indication and reporting. Further research into the indicators and data sources already under discussion, was then focused strictly on these indication fields.

The principal objective is to achieve a really good match in reflecting climate impacts and adaptation measures in the DAS Indicator and Reporting System. As a result, climate impacts which cannot be addressed by adaptation measures will be downgraded in terms of indication priority.

For prioritisation at Impact level of indication fields that require further development, it was crucial that the impacts be discussed widely and - especially in relation to climate change (quantification of the climatic impact factor has therefore been hardly possible or not possible at all) - that there be options for adaptation measures and that the impacts allow clear illustration by means of data.

In some DAS Action Fields criteria-based prioritisation was carried out within mini-group sessions, in others it was determined by means of bilateral talks.

Stage 3: Researching indicators and data sources – drafting indicator ideas

Ideas for indicators were then formulated by scrutinising potential data sources for the prioritised Impact Indication Fields and their associated measures. This work was carried out on the understanding that, as far as possible, existing indicators and parameters from individual government departments and/or ongoing discussions on indicators should be incorporated. However, the Indicator System will also consider indication fields which have either been less well or not at all covered before, and should not be limited to existing fields only.

For formulating indicator ideas at Action level, it was crucial that measures are recognised by experts and already being implemented. Furthermore, there must be suitable data available for describing the implementation process and/or its outcome. As a matter of principle, only such measures should be included in the Indicator System that address the overall objective of achieving a sustainable type of development.

The indicator ideas were documented extensively (stating the provenance of indicator ideas, the potential data source of the possibilities of and limits to interpretation, and stating the literature sources re-

searched). On this basis, further discussions were held among experts in order to clarify the following points:

Stage 4: Crystallising indicator ideas in expert discussions

- whether the indicator ideas promise a high enough indication value with regard to the subject of climate change and adaptation.
- whether the use of extant data sources is realistic and which restrictions might have to be expected,
- how to fine-tune proposals further, also with regard to data sources available, down to the proposal of tangible technical indicators

Stage 5: Documenting the Indicators

Indicator Fact Sheets were created with regard to those technical indicator proposals which were fine-tuned in discussions. In accordance with international requirements and national practice regarding the documentation of indicators, all essential information is compiled (such as calculation formulae, data sources, allocation and interpretation aids, analysis of strengths and weaknesses, need for further development etc.) as required for the individual indicators

The use of Indicator Fact Sheets is an essential prerequisite for a methodical and consistent definition and interpretation of the indicators proposed. Data sets used for calculating indicators were documented in separate data fact sheets which contain numerous details down to data retrieval.

The fact sheets are a core outcome of the work done. They are compiled and published in joint authorship with the institutions who have contributed towards formulating the indicators.

Stage 6: Assessment

Adapted from assessment procedures used in other major indicator systems such as indicators for the German National Sustainability Strategy (Nationale Nachhaltigkeitsstrategie), the National Biodiversity Strategy (Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt) and the Länder Initiative on Core Indicators (Länderinitiative Kernindikatoren), a set of assessment procedures was proposed for the DAS Indicators which remains subject to further discussions. In the absence of quantified target values for almost all indicators, the assessment is based primarily on the results of a trend analysis. Trends were calculated for timelines where at least six data points were available. Both linear and quadratic trends were examined. The trend calculation results were documented in data fact sheets.

D The Indicator System

Looking at all action fields in general, there are still 126 indicators under discussion at the end of the R&D Project. For a number of reasons, it was not possible within the timeframe to formulate all indicators ready for implementation. The following system has therefore been devised to classify each indicator according to its feasibility:

1 = Indicator can be implemented directly on the basis of available data (subject to political agreement). It remains possible, however, to enhance and/or fine-tune individual indicators as required.

2 = On principle, the indicator can be implemented on the basis of available data or data that are to be made available soon; however, it cannot be applied without additional calculations derived directly from statistics or the data source available. Implementation by late 2013 / early 2014 seems likely.

3 = There is/are a clear perspective or tangible prospects for calculating the indicator. However, it has not been possible to date to examine any detailed data, and it will be necessary to check methodical details; implementation by late 2013, / early 2014 seems possible in principle.

4 = Although the basic indicator concept has already been defined and established, it has so far not been possible to provide a definitive perspective for calculating this indicator by late 2013 / early 2014, as some more data collection will be required.

According to present feasibility estimates, indicators have been categorised as follows:

- 61 indicators at feasibility grade 1
- 14 indicators at feasibility grade 2
- 33 indicators at feasibility grade 3
- 18 indicators at feasibility grade 4

Already 75 indicators available for preliminary Indicator Report

This means that currently it should be safe to assume that, subject to final technical and political approval, 75 indicators will be ready to be used in an Indicator Report to be published during the next parliamentary term. As far as another 33 indicators are concerned, the same timeframe seems feasible in principle, provided further work takes place to fine-tune these indicators. The further elaboration of indicators of feasibility grades 3 and 4 in the context of the newly started R&D Project will be focused on a selection of prioritized indicators.

On the whole, the indicator set as proposed now, fulfils the target of distributing indicators fairly evenly at Impact and Response level. In terms of individual action fields, the indicator scatter for Action Fields ’Trade and Industry’ and ’Financial Services’ amounts to 5, and for ’Agriculture’ to 19. The number of indicators does not, however, permit drawing any direct inferences regarding the equilibrium of indicators within individual action fields. An overview of the distribution of indicators over the DAS action fields is given in the table below.

Action Fields and Cross-sectional Fields	Indicators			
	Impact	Response	Total	For further elobaration
Human health	9	4	13	11
Building sector	3	4	7	6
Water: Water regime, water management coastal and marine protection	9	5	14	13 + Sea/Coasts
Soil	2	4	6	5
Agriculture	8	11	19	13
Woodland and forestry	7	7	14	14
Fishery: Marine Fishery Freshwater fishing	4	3	7	5 + Freshwater-fishing
Energy industry (conversion, transport and supply)	4	4	8	8
Financial services industry	3	2	5	3
Transport, transport infrastructure	4	4	8	7
Trade and industry	2	3	5	3
Tourism industry	5	1	6	5
Spatial, regional and physical development planning		9	9	7
Civil protection	2	3	5	3
gesamt	**62**	**64**	**126**	**103**

Indicators for Action Fields & Cross-sectional Fields:

Impact Indicators		Response Indicators	
Action Field: Human Health			
GE-I-1	Heat exposure	**GE-R-1**	Heat warning system
GE-I-2	Heat wave mortality	**GE-R-2**	Success of heat warning systems
GE-I-3	Contamination with pollen of Common Ragwort	**GE-R-3**	Information on Common Ragwort
GE-I-4	Sensitisation to Common Ragwort	**GE-R-4**	Pollen information service
GE-I-5	Pollen exposure		
GE-I-6	Allergy issues		
GE-I-7	Risks from oak processionary moth infestation		
GE-I–8	Vector-borne diseases		
GE-I–9	Contamination by cyanobacteria of bathing waters		
Action Field: Building Sector			
BAU-I-1	Thermal load in urban environments	**BAU-R-1**	Recreation areas
BAU-I-2	Summer heat island effect in Berlin	**BAU-R-2**	Heat requirements of Federal real estate

Impact Indicators		Response Indicators	
BAU-I-3	Neighbourhood noise	**BAU-R-3**	Space heating requirements in domestic situations
		BAU-R-4	Funding for climate-adapted construction work
Action Field: Water Regime, Water Management, Coastal and Marine Protection			
WW-I-1	Groundwater level	**WW-R-1**	Disconnecting residential areas from the public sewage system
WW-I-2	Salinity of groundwater	**WW-R-2**	Adaptation of the municipal scale of fees for wastewater disposal
WW-I-3	Mean runoff	**WW-R-3**	Specific water consumption per capita
WW-I-4	Flood water runoff	**WW-R-4**	Investment into adaptation measures
WW-I-5	Low-water	**WW-R-5**	Structural quality of water bodies
WW-I-6	Water temperature of lakes		
WW-I-7	Duration of the summer stagnation period		
WW-I-8	Start of the spring algae blooms		
WW-I-9	Sediment input to rivers		
Action Field: Soil			
BO-I-1	Soil water storage in agricultural soils	**BO-R-1**	Humus reserves of agricultural soils
BO-I-2	Soil temperature	**BO-R-2**	Size of grasslands
		BO-R-3	Conservation status of organic soils
		BO-R-4	Organic soils under cultivation
Action Field: Agriculture			
LW-I-1	Shifts in agrophenological stages	**LW-R-1**	Agricultural advice
LW-I-2	Quality of wine	**LW-R-2**	Adaptation of management rhythms
LW-I-3	Changes in yield	**LW-R-3**	Cultivation and seed multiplication of warmth-loving crops
LW-I-4	Insured hail-storm damage in agriculture	**LW-R-4**	Developments with regard to the number of crop species for which varieties are registered
LW-I-5	Warning messages for damaging pest events	**LW-R-5**	Varieties of grain maize categorised by maturity groups
LW-I-6	Pest infestation messages	**LW-R-6**	Cultivation of thermophilic red-wine varieties
LW-I-7	Loss of plant genetic resources	**LW-R-7**	Range of services for pest management
LW-I-8	Mortality of productive livestock	**LW-R-8**	Inland output of pesticides
		LW-R-9	Intensity in the application of pesticides
		LW-R-10	Agricultural irrigation
		LW-R-11	Development in wheat prices
Action Field: Woodland and Forestry			
FW-I-1	Changes in tree species composition in designated Forest Nature Reserves	**FW-R-1**	Forestry-related information on the theme of adaptation
FW-I-2	Endangered spruce stands	**FW-R-2**	Area of mixed woodlands
FW-I-3	Incremental growth in timber	**FW-R-3**	Investment into forest conversion
FW-I-4	Infested timber – extent of casual use	**FW-R-4**	Forest conversion of endangered spruce stands
FW-I-5	Extent of timber infested by spruce bark beetle	**FW-R-5**	Conservation of forest genetic resources
FW-I-6	Forest fire hazard and forests/woodlands affected by fire	**FW-R-6**	Pest control in forests
FW-I-7	Forest dieback	**FW-R-7**	Humus reserves and water retention in woodland soils

Impact Indicators		Response Indicators	
Action Field: Fishery			
FI-I-1	Distribution of warmth-adapted marine species	**FI-R-1**	Conformity of Total Allowable Catches with ICE advice
FI-I-2	Fishing quotas for temperature-sensitive species	**FI-R-2**	Sustainably managed fish stocks
FI-I-3	Distribution of fish diseases in aquaculture	**FI-R-3**	Certification of fish
FI-I-4	Changes in the distribution of fish in natural water bodies		
Action Field: Energy Industry (conversion, transport and supply)			
EW-I-1	Weather-related disruption of electricity supply	**EW-R-1**	Diversification of end energy consumption
EW-I-2	Weather-related non-availability of electricity supply	**EW-R-2**	Facilities for electricity storage
EW-I-3	Coolant-temperature related underproduction of electricity by thermal power plant	**EW-R-3**	Water efficiency of thermal power plant
EW-I-4	Potential and real yield from wind energy	**EW-R-4**	Specific installed capacity of wind-energy plant
Action Field: Financial Services Industry			
FiW-I-1	Claims expenditure and claims rate in terms of residential building insurance	**FiW-R-1**	Enterprises interested in obtaining advice from insurance companies
FiW-I-2	Loss ratio and combined ratio in residential building insurance	**FiW-R-2**	Insurance density regarding extended insurance for natural hazards to residential buildings
FiW-I-3	Assessment of one's own insurance cover		
Action Field: Transport, Transport Infrastructure			
V-I-1	Navigability of inland navigation routes	**V-R-1**	Transport capacity of inland vessels (cargo ships)
V-I-2	Cumulative deviation of monthly handling of goods in inland water transportation	**V-R-2**	Poor-drainage areas in the road network
V-I-3	Weather-related accident causes	**V-R-3**	Use of variable message signs in areas with heavy precipitation
V-I-4	State of trunk roads	**V-R-4**	Use of grit on major roads and motorways
Action Field: Trade and Industry			
I-I-1	Exposure of outdoor workers to UV radiation	**I-R-1**	Demand at government service points for support in adaptation to Climate Change
I-I-2	Extent of impacts from climate change on companies in trade and industry	**I-R-2**	Water consumption per gross value added in the processing industry
		I-R-3	Energy productivity in the processing industry
Action Field: Tourism Industry			
TOU-I-1	Thermal load in spas used for their healthy climate	**TOU-R-1**	Extent of pistes with artificial snow-making facilities
TOU-I-2	Snow cover for winter sports		
TOU-I-3	Number of bed nights in ski resorts		
TOU-I-4	Preferred holiday destinations		
TOU-I-5	Seasonal bed nights in German tourist areas		
Cross-sectional Field: Spatial, Regional and Physical Development Planning			
		RO-R-1	Built-over areas in hazard zones
		RO-R-2	Built-over land in areas at risk from flooding
		RO-R-3	Built-over areas with clear indication of the risk of active mass movements (such as landslides)

Impact Indicators		Response Indicators	
		RO-R-4	Priority areas and restricted areas reserved for wildlife and landscape
		RO-R-5	Priority areas and restricted areas for the supply of drinking water or use as water reserves
		RO-R-6	Priority areas for precautionary measures against flooding
		RO-R-7	Designation of undeveloped ground important in climatic terms in areas subject to bio-climatic problems
		RO-R-8	Settlement and transport areas
		RO-R-9	Areas suitable for recreation in municipalities subject to bio-climatic problems
Cross-sectional Field: Civil Protection			
BS-I-1	Person hours required for dealing with damage from weather-related incidents	**BS-R-1**	Adaptation requirements in terms of civil protection
BS-I-2	Restrictions in availability of civil protection resources	**BS-R-2**	Active emergency services (Technisches Hilfswerk/Federal Agency of Technical Relief, fire brigade)
		BS-R-3	Emergency drills and exercises

Initial thoughts on Governance Indicators

In accordance with expectations of indicators formulated in connection with the DAS, the term 'Governance' is defined quite narrowly within the framework of the R&D Project. The term encompasses the entirety of all activities and processes carried out and initiated by German Federal Government Agencies in order to direct and control the adaptation to climate change.

The role of Governance Indicators is primarily to support the entire process of adaptation. They should contain as far as possible quantitative descriptions of the measures to be taken at Federal level in order to support the adaptation process. In this context it is considered advisable to indicate factors which are closely related to the actual implementation of measures and to describe the progress inherent in this implementation. It is not intended to provide an illustration of the chain of measures and effects. Furthermore, it is stated here expressly that the indicators do not claim to facilitate a structured evaluation of political instruments. In fact, this would require the classical approach of programme evaluation.

Studies in connection with the R&D Project have shown that, especially with a view to Governance issues, the development of indicators for strategies in the field of adaptation to climate change is still in its infancy. There is presently a glaring lack of starting points for a detailed contentual configuration and formulation of indicators. Some deliberations in the course of the Project have produced some initial formulations of Governance Indicators as well as interfaces between Sectoral Action-field related Indicators and potential Governance Indicators. For the

drafting of indicators to be applied to political processes it is possible to approach the matter in a variety of ways and/or to ask a number of different questions:

- Will the political process achieve adaptation as envisaged? Are the work phases described in the DAS being carried out? Have the relevant organisational and institutional structures been designed and put in place?
- Has there been progress in the implementation of measures described in the APA?
- Are the consequences of climate change and adaptation requirements being taken into account in decisions and plans, and are they being considered by governmental and non-governmental agents? Has there been progress in the so-called 'mainstreaming' of the issues relating to 'Adaptation to climate change'?

The formulations tabled have not yet resulted in tangible proposals of Governance Indicators.

E Indicator Report

Indicator Reports for political decision-makers and any interested members of the public

According the current state of discussions, the indicator-based DAS Report is to be generated at regular intervals as a technical progress report on the implementation of the DAS, although no final decision has yet been taken regarding the updating frequency and the form of publication. Target groups are defined as political decision-makers and those members of the public who are interested and/or affected. In other words, this is not a scientific report intended to discuss individual subject areas in depth. Nevertheless, the report will have to meet high expectations in terms of technical content and factual differentiation. This aspect is of particular importance considering that there is hardly a sphere of action which is not affected by numerous other factors in addition to climate change.

The DAS and its related indicator system cover an extremely wide range of issues, which must be reflected appropriately in the DAS Report. Nevertheless and perhaps for that very reason, the report must be easy to read. This means that, necessarily, individual thematic fields and indicators should be covered in a concise manner. Partly to facilitate quick access to information, but also for reasons of equality, it is advisable to make sure that indicators are covered in a systematic manner ensuring equal weighting of indicators. Useful models for reporting in terms of structure and depth of analysis are, for instance, the 2008 Indicator Report by the German Federal Office of Statistics (Indikatorenbericht 2008 des Statistisches Bundesamts) entitled 'Nachhaltige Entwicklung in

Deutschland' and the Bavarian Report on the Environment (Umweltbericht Bayern 2007 des Bayerischen Landesamts für Umwelt).

Already at this stage, the Consultation Project has produced some initial concepts for developing the future reporting structure. In this context, a draft outline was proposed and a sample indicator was formulated. This proposal was agreed in a meeting of the Subgroup accompanying the Consultation Project (SCP). The core part contains indicator-based statements regarding individual action fields and cross-sectional DAS themes, but there are also introductory chapters on the objectives of the DAS Indicator System and on the causes of observable and predicted climate change, as well as a chapter on Governance Indicators. Every Action Field takes up one double page with an introductory text and an overview of the action-field specific indicator set. According to a uniform pattern, the indicators are then presented graphically either on a single or double page. The report concludes with an overview of the indicator and references to further reading.

This proposal has to be discussed and agreed on in the further working process especially with the Federal Interministerial Working Group on Adaption (IMA).

Summary of Project Flow:

Outline of Project Flow	Working Stages
Defining the subject area 'Adaptation' with the most important sub-themes discussed so far	**Stage 1:** Defining the 'Indication Fields' (Impacts and Responses) for all DAS Action Fields and Cross-sectional Fields
Defining the sub-themes which will be subject to reporting	**Stage 2:** Weighting the 'Indication Fields' on the basis of the catalogue of criteria defined (for Impacts and Measures), expert interviews
Allocation of potential indicators	**Stage 3:** Analysis of other indicator systems (sectoral and international approaches), search for potential data sources devising ideas for indicators
Discussion and fine-tuning of indicators	**Stage 4:** Discussions among experts for fine-tuning the indicator ideas
Documentation of indicators	**Stage 5:** Generating Fact Sheets and review of these fact sheets by experts
Reporting	**Stage 6:** Drafting first indicator presentations for the indicator-based DAS report

Zusammenfassung

A Ziele und Einbindung des Vorhabens

Indikatorensystem und Indikatorenbericht als Teil des Anpassungsinstrumentariums des Bundes

Am 17. Dezember 2008 hat das Bundeskabinett die Deutsche Anpassungsstrategie (DAS) an den Klimawandel beschlossen (BUNDESREGIERUNG 2008). 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 Strategie gliedert sich in 13 Handlungsfelder und zwei Querschnittsthemen.

Handlungsfelder der DAS:

1) Menschliche Gesundheit
2) Bauwesen,
3) Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz
4) Boden
5) Biologische Vielfalt
6) Landwirtschaft
7) Wald und Forstwirtschaft
8) Fischerei
9) Energiewirtschaft
10) Finanzwirtschaft
11) Verkehr, Verkehrsinfrastruktur
12) Industrie und Gewerbe
13) Tourismuswirtschaft

Querschnittsorientierte Themen:

14) Raum-, Regional- und Bauleitplanung
15) Bevölkerungsschutz

Im UBA wird zur Unterstützung der Weiterentwicklung und Umsetzung der DAS ein umfassendes Anpassungsinstrumentarium ausgearbeitet und über www.anpassung.net angeboten. Hierzu gehören u. a. die Tatenbank, der Klimalotse, das Fachinformationssystem Anpassung (FISKA) und ein Indikatorensystem zur Anpassung. Letzteres ist eines der Schlüsselvorhaben für die DAS. Mit Bezugnahme auf das Indikatorensystem soll ein Indikatorenbericht entstehen, der die Herausforderungen in Deutschland im Anpassungsbereich und die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen beschreibt. Zur weiteren Ausgestaltung der DAS wurde der Aktionsplan Anpassung (APA) erarbeitet. Die Bundesregierung wird den APA Ende August im Kabinett behandeln. Die Erstellung eines Indikatorensets und eines indikatorengestützten Berichts wurde als Maßnahme im APA verankert. Ein erster Bericht soll im

Laufe der nächsten Legislaturperiode erscheinen. Die regelmäßige Überprüfung des Fortschritts in der Anpassung an die Folgen des Klimawandels könnte danach in Form von Fortschrittsberichten erfolgen.

Auch wenn im APA von einer indikatorengestützten Evaluierung die Rede ist, muss deutlich hervorgehoben werden, dass die beiden Instrumente Indikatorensystem und indikatorengestützter Bericht nicht den Anspruch erheben, eine strukturierte Evaluation der eingesetzten politischen Instrumente im Anpassungsprozess zu ermöglichen. Hierfür bedürfte es der klassischen Herangehensweise einer Programmevaluation, die aber bisher weder im Rahmen des Beratungsprojekts noch des F+E-Vorhabens intendiert war.

Entwicklung der Indikatoren in mehrstufigem Verfahren

Das Indikatorensystem zur DAS und der indikatorengestützte Bericht zur Anpassung werden in einem mehrstufigen Verfahren entwickelt. UBA / KomPass hat für diesen Prozess im Auftrag des BMU die Federführung übernommen. Ein Beratungsprojekt mit dem Titel „Erstellung eines Indikatorenkonzepts für die Deutsche Anpassungsstrategie“ (Laufzeit: 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. In einem sich an das Beratungsprojekt anschließende F+E-Vorhaben (Laufzeit Juni 2010 bis Juli 2011) wurden die Indikatorenvorschläge für alle DAS-Handlungsfelder weiter konsolidiert und erste Teile eines Indikatorenberichts entwickelt. Vorgesehen ist die Fortführung der Indikatorenentwicklung zur DAS, die in die Erstellung eines ersten indikatorengestützten Berichts zur Anpassung an den Klimawandel in Deutschland und die Entwicklung eines Organisationskonzeptes für die routinemäßige Folgeberichterstattung münden soll.

Hohe Transparenz des Verfahrens erforderlich

Die Indikatorenentwicklung muss in ihrem gesamten Verlauf sowie ihren Ergebnissen Ansprüchen aus der Wissenschaft, von Entscheidungsträgern und von praktisch umsetzenden Fachbehörden in Bund und Ländern gerecht werden. Die Indikatoren wurden daher in einem transparenten Verfahren anhand konkreter Auswahlkriterien ausgewählt und festgelegt.

Weder rein datengeleitete noch rein wissenschaftliche Ableitung der Indikatoren möglich

Die Indikatoren zur DAS müssen demnach:

- 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.

Neben den bereits in der Diskussion befindlichen und in den Anpassungsstrategien und Klimaberichten der Länder verwendeten Indikatoren sollten für das DAS-Indikatorensystem auch bisher wenig oder nicht abgebildete Indikationsfelder in den Blick genommen werden.

Angesichts dieses Anforderungsprofils scheidet eine rein datengeleitete Herangehensweise an die Indikatorenauswahl ebenso aus wie eine allein wissenschaftlichen Kriterien folgende Indikatorenentwicklung.

Einbindung aller Ressorts erforderlich

Das breite Spektrum der von Klimawirkungen betroffenen Bereiche und die Notwendigkeit, Anpassungsmaßnahmen möglichst sektorübergreifend anzulegen und abzustimmen, erforderten die Einbindung aller Ressorts bei der Entwicklung des Indikatorensystems. Das Umweltressort hat zwar die Federführung im Gesamtprozess inne, ist aber auf die aktive Mitwirkung und Akzeptanz der anderen Ressorts angewiesen.

Im DAS-Indikatorensystem soll sich der aktuelle Diskussionsstand um Wirkungen und Maßnahmen sowie um deren Indikation innerhalb der einzelnen Ressorts widerspiegeln. Es sollen in keinem Falle Indikatoren im System auftauchen, die von den Experten in den jeweils zuständigen Ressorts nicht akzeptiert werden oder mit ihren Vorstellungen zur künftigen Organisation und Ausgestaltung der Datenerhebung (und -auswertung) sowie Berichterstattung nicht konform sind.

Der Auftragnehmer (Bosch & Partner GmbH) übernahm vor diesem Hintergrund bei der Entwicklung des Indikatorensystems eine strukturierende und moderierende Rolle und führte die Kompetenzen und den Wissensstand in den einzelnen betroffenen Sektoren bzw. Ressorts in strukturierter Weise zusammen. Für die einzelnen Ressorts mag diese Herangehensweise möglicherweise nicht in jedem Falle Erkenntniszuwächse (in Form gänzlich neuer Indikatoren) bringen. Bislang fehlte es aber an einem umfassenden Überblick über die Aktivitäten im Themenfeld Anpassung, so dass die Arbeiten im Dienste einer solchen Synthese und einer strukturierten Gesamtschau zu sehen sind.

Bericht zur DAS - keine Vorwegnahme ressorteigener Berichte

Der Indikatorenbericht zur DAS nimmt ausdrücklich nicht thematische Indikatorenberichte einzelner Ressorts zur Anpassung vorweg. Letztere können aufgrund der sachlichen Fokussierung zwangläufig sehr viel detaillierter gestaltet werden.

Angesichts des breiten Themenspektrums Priorisierung erforderlich

Der ressortübergreifende Ansatz erforderte im gesamten Prozess der Indikatorenauswahl eine strenge Priorisierung. Alle bislang diskutierten Aspekte des breiten Themenfelds Klimawirkungen und Anpassungen können dabei nicht berücksichtigt werden. Es wurde erwartet, dass alle Ressorts vor diesem Hintergrund ihren Beitrag zur Eingrenzung und sinnvollen Schwerpunktsetzung leisten.

Im ersten Schritt sollte diese Priorisierung vor allem fachlichen Überlegungen folgen. Die DAS war dabei als politische Rahmensetzung nicht alleiniger Bezugspunkt für die Überlegungen zur Indikatorenauswahl. Literaturrecherchen und Expertenmeinungen lieferten ebenfalls wichtige Inputs für die Arbeiten.

B Beteiligungsverfahren

Projektbegleitende Arbeitsgruppe

Bereits zu Beginn des Beratungsprojekts wurde eine Projektbegleitende Arbeitsgruppe (PAG) eingesetzt. Sie setzte sich aus Ländervertretern sowie Vertretern der jeweiligen Ressorts zusammen. Die PAG-Mitglieder gaben Rückmeldungen zum Projektverlauf und erleichterten projektunterstützende Kontakte mit ihren Häusern.

UBA-Workshops

Ein breit angelegter Dialogprozess mit den beteiligten Ressorts wurde mit einem Workshop im Juni 2009 im Umweltbundesamt Berlin gestartet, an dem über 40 Experten unterschiedlicher Fachrichtungen teilnahmen und die thematischen Schwerpunkte für die Indikatorenentwicklung diskutierten. Zum Abschluss des F+E-Vorhabens wurde ein weiterer Workshop im Umweltbundesamt Dessau mit fast 50 Teilnehmern aus Behörden des Bundes und der Länder sowie Verbänden und wissenschaftlichen Einrichtungen durchgeführt. Dabei bewerteten die Teilnehmer das zum Abschluss des F+E-Vorhabens vorgelegte Indikatorenset nach Kriterien wie Verständlichkeit und Relevanz. Diese Bewertungen werden im weiteren Prozess der Indikatorenentwicklung und -abstimmung berücksichtigt werden.

Umfangreiche Expertenbeteiligung im Rahmen bilateraler Gespräche und Kleingruppensitzungen

Zu den Handlungsfeldern „Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz“, „Landwirtschaft“, „Wald und Forstwirtschaft“, „Energiewirtschaft“, „Finanzwirtschaft“ sowie „Raum-, Regional- und Bauleitplanung“ konnten im Rahmen des Beratungsprojekts und F+E- Vorhabens kleine Arbeitsgruppen eingerichtet werden, in denen stets mehrere Institutionen vertreten waren. Für die Indikatorenarbeit in den anderen Handlungsfeldern wurde eine Vielzahl bilateraler Kontakte aufgebaut und gepflegt. Angestrebt wurde eine möglichst breite fachliche Beteiligung von Behörden des Bundes und der Länder, von Verbänden, Unternehmen und in geringerem Umfang auch von Hochschulen. Schlussendlich konnten auf der fachlichen Ebene fast 270 Personen in den Pro-

zess eingebunden werden. Sie lieferten Indikationsideen, unterstützten die konkrete Indikatorenentwicklung, stellten Daten zur Verfügung und/oder prüften die Dokumentationen von Indikatoren und Datensätzen.

Alle Beratungen hatten 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 sollte dabei berücksichtigt und für das DAS-Indikatorensystem nutzbar gemacht werden. Ferner wurde insbesondere mit Blick auf die Handlungsebene (die meisten operativen Anpassungsmaßnahmen werden auf Länderebene oder untergeordneten Raumebenen konzipiert und vollzogen) angestrebt, so weit wie möglich auch bereits die Länder in den Diskussionsprozess einzubinden. Allerdings war für das Beratungsprojekt und das F+E-Vorhaben eine systematische Beteiligung der Länder noch nicht vorgesehen.

bisher noch keine systematische Einbindung der Länder

Mit der intensiven fachlichen Abstimmung sollte auch die Grundlage für die noch anstehende politische Abstimmung geschaffen werden.

C Methodik der Indikatorenauswahl

Die Entwicklung der Arbeitsmethodik erfolgte unter der Vorgabe einer weitestgehend möglichen Transparenz des Auswahlprozesses der Indikatoren. Angesichts des rasanten Erkenntnisfortschritts im Bereich Klimawirkungen und Anpassung und der zahlreichen parallel laufenden Arbeiten zur Systematisierung und Priorisierung von Anpassungsmaßnahmen sollten mit der Methodik die Voraussetzungen für die Fortschreibbarkeit des Indikatorensystems geschaffen werden. Es soll also möglich sein, Indikatoren, die sich in Zukunft als weniger relevant erweisen, aus dem System zu streichen und wiederum andere in das System einzugliedern. Lücken im Indikatorensystem, die sich beispielsweise durch Datenengpässe oder durch Schwerpunktsetzungen innerhalb des umfassenden Themenfelds Anpassung ergeben, müssen gekennzeichnet werden. Es muss deutlich werden, welche wichtigen Teilthemen nicht indiziert werden können.

1. Schritt: Themenfeld Anpassung systematisch abstecken

Das Beratungsprojekt startete mit strukturierenden Arbeiten zur Klärung der Frage „was soll überhaupt indiziert werden?“. Für alle 13 Handlungsfelder und die zwei querschnittsorientierten Themen der DAS wurden die wesentlichen derzeit diskutierten Wirkungen (Impacts) und Anpassungsmaßnahmen (Responses) zusammengestellt („Unterpunkte“) und schrittweise zu „thematischen Teilaspekten“ und so genannten „Indikationsfeldern“ gruppiert. Input für diese Systematisierung lieferten eine Auswertung der DAS, Literaturrecherchen und Expertengespräche.

Diese Arbeiten schufen einen gut strukturierten Gesamtüberblick über die grundsätzlich möglichen „Indikandi“ (Indikationsgegenstände) in den einzelnen Handlungsfeldern.

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

Aufgrund der Fülle möglicher Indikandi musste diesem Strukturierungsprozess ein Selektionsprozess nachgeschaltet werden. 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 Recherchearbeit zu bereits in Diskussion befindlichen Indikatoren und Datenquellen wurde dann streng 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, wurden in ihrer Priorität für die Indikation zurückgestellt.

Für die Priorisierung der weiter zu bearbeitenden Indikationsfelder auf der Wirkungsebene (Impacts) war entscheidend, dass die Wirkungen bereits breit und insbesondere im engen Zusammenhang mit Klimaveränderungen diskutiert werden (eine Quantifizierung des Einflussfaktors Klima ist dabei bisher nicht bzw. kaum möglich), dass es Handlungsoptionen zur Anpassung gibt und dass sich die Wirkungen gut mit Daten beschreiben lassen.

Die kriteriengeleitete Priorisierung konnte für einige der DAS-Handlungsfelder im Rahmen der Kleingruppensitzungen erfolgen, in anderen wurde sie über verschiedene bilaterale Abstimmungen vollzogen.

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

Für die priorisierten Impact-Indikationsfelder und die auf diese gerichteten Maßnahmen wurden dann in einem weiteren Schritt unter Prüfung möglicher Datenquellen Indikationsideen 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 aufzunehmen. Allerdings nimmt das Indikatorensystem aber auch bisher wenig oder nicht abgebildete Indikationsfelder in den Blick und kann sich daher nicht nur auf Bestehendes stützen.

Für die Formulierung von Indikationsideen auf der Maßnahmenebene war entscheidend, dass die Maßnahmen fachlich anerkannt sind und dass sie bereits in Umsetzung befindlich sind. Außerdem 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 Indikationsideen wurden ausführlich dokumentiert (unter Angabe der Herkunft der Indikationsidee, der möglichen Datenquelle, der Interpretationsmöglichkeiten und -grenzen und unter Angabe der gesichteten Literaturquellen). Auf dieser Grundlage wurden dann weitere Expertengespräche mit dem Ziel geführt, zu klären,

4. Schritt: Präzisierung der Indikationsideen im Expertengespräch

- ob die Indikationsideen eine ausreichend hohe Indikationsleistung mit Blick auf das Thema Klimawirkungen und Anpassung versprechen,
- ob die Nutzung der vorhandenen Datenquellen realistisch ist und welche Beschränkungen zu erwarten sind,
- wie die Vorschläge insbesondere auch mit Blick auf die verfügbaren Datenquellen bis zum konkreten fachlichen Indikatorenvorschlag weiter präzisiert werden können.

5. Schritt: Dokumentation der Indikatoren

Für fachliche Indikatorenvorschläge, die in der Diskussion bereits weitergehend präzisiert werden konnten, wurden so genannte Indikatoren-Factsheets erstellt. Darin werden, internationalen Vorgaben und nationalen Gepflogenheiten der Indikatorendokumentation folgend, alle wesentlichen Informationen (wie Berechnungsformeln, Datenquellen, Einordnungs- und Interpretationshilfen, Stärken-Schwächen-Analyse, weitere Entwicklungsbedarf etc.) zu den einzelnen Indikatoren zusammengestellt.

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

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

6. Schritt: Bewertung

In Anlehnung an die Bewertungsverfahren anderer großer Indikatorensysteme wie der Indikatoren zur Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie, zur Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt und der LIKI-Indikatoren wurde ein Bewertungsverfahren für die DAS-Indikatoren vorgeschlagen, das jedoch weiter zu diskutieren ist. Die Bewertung basiert – in Ermangelung quantifizierter Zielwerte für fast alle Indikatoren – primär auf den Ergebnissen einer Trendanalyse. Trends wurden für Zeitreihen berechnet, wenn mindestens sechs Datenpunkte zur Verfügung standen. Geprüft wurde sowohl auf lineare als auch auf quadratische Trends. Die

Ergebnisse der Trendberechnung wurden in den Daten-Factsheets dokumentiert.

D Das Indikatorensystem

Im Gesamtüberblick über alle Handlungsfelder sind zum Abschluss des F+E-Vorhabens 126 Indikatoren in der Diskussion. Aus unterschiedlichen Gründen konnten nicht alle Indikatoren bereits bis zur Umsetzungsreife entwickelt werden, daher erfolgte für jeden Indikator eine Einstufung seiner Machbarkeit nach folgendem Schema:

1 = Indikator ist auf der Grundlage der verfügbaren Daten (nach politischer Abstimmung) unmittelbar umsetzbar. Methodische Weiterentwicklungen und Verfeinerungen sind aber ggf. möglich.

2 = Indikator ist auf der Grundlage der verfügbaren oder in Kürze verfügbarer (angekündigter) Daten grundsätzlich umsetzbar, er lässt sich aber nicht ohne zusätzliche Berechnungen unmittelbar aus der Statistik bzw. der verfügbaren Datenquelle heraus berechnen. Eine zeitnahe Umsetzung bis Ende 2013 / Anfang 2014 erscheint wahrscheinlich.

3 = Für die Berechnung des Indikators gibt es eine Perspektive bzw. konkrete Aussichten, es wurden bisher aber noch keine detaillierten Datensichtungen vorgenommen, bzw. methodische Details müssen noch geklärt werden. Eine Umsetzung bis Ende 2013 / Anfang 2014 erscheint grundsätzlich möglich.

4 = Die Indikationsidee konnte bereits präzisiert und abgesichert werden, eine konkrete Perspektive für eine Berechnung des Indikators bis Ende 2013 / Anfang 2014 kann aber noch nicht gegeben werden; z. T. müssten erst entsprechende Datenerhebungen stattfinden.

Nach derzeitiger Einschätzung der Machbarkeit wurden

- 61 Indikatoren der Machbarkeitsstufe 1
- 14 Indikatoren der Machbarkeitsstufe 2
- 33 Indikatoren der Machbarkeitsstufe 3
- 18 Indikatoren der Machbarkeitsstufe 4

Für ersten Indikatorenbericht stehen schon jetzt 75 Indikatoren zur Verfügung

zugeordnet. Das bedeutet, dass derzeit für 75 Indikatoren als gesichert gelten kann, dass sie im Falle eine endgültigen fachlichen und politischen Zustimmung in einem Indikatorenbericht erscheinen könnten, der in der nächsten Legislaturperiode veröffentlicht werden soll. Für zusätzliche 33 Indikatoren erscheint dies grundsätzlich möglich, sofern weitere präzisierende Arbeiten vorgenommen werden können. Innerhalb der Indikatoren der Machbarkeitsstufe 3 und 4 wurden Schwerpunkte für die weitere Bearbeitung im Rahmen des Folgevorhabens gesetzt.

Insgesamt konnte mit dem nun vorgeschlagenen Indikatorenset die Vorgabe einer möglichst ausgeprägten Gleichverteilung von Indikatoren auf die Impact- und Response-Ebene erfüllt werden. Zwischen den einzelnen Handlungsfeldern streut die Indikatorenanzahl zwischen 5 in den

Handlungsfeldern „Industrie und Gewerbe“ und „Finanzwirtschaft“ und 19 Indikatoren in der „Landwirtschaft“. Jedoch lässt die Anzahl der Indikatoren nicht unmittelbar Rückschlüsse auf die Ausgewogenheit der Indikatoren innerhalb der einzelnen Handlungsfelder zu. Einen Überblick über die Verteilung der Indikatoren auf die DAS-Handlungsfelder gibt nachstehende Tabelle.

Handlungsfelder und Querschnittsthemen	**Indikatoren**			
	Impact	**Response**	**gesamt**	**für weitere Bearbeitung**
Menschliche Gesundheit	9	4	13	11
Bauwesen	3	4	7	6
Wasser: Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz	9	5	14	13 + Meere/Küsten
Boden	2	4	6	5
Landwirtschaft	8	11	19	13
Wald und Forstwirtschaft	7	7	14	14
Fischerei: Meeresfischerei Binnenfischerei	4	3	7	5 + Binnenfischerei
Energiewirtschaft (Wandel, Transport und Versorgung)	4	4	8	8
Finanzwirtschaft	3	2	5	3
Verkehr, Verkehrsinfrastruktur	4	4	8	7
Industrie und Gewerbe	2	3	5	3
Tourismuswirtschaft	5	1	6	5
Raum-, Regional- und Bauleitplanung		9	9	7
Bevölkerungsschutz	2	3	5	3
gesamt	**62**	**64**	**126**	**103**

Indikatoren nach Handlungsfeldern und Querschnittsthemen:

Impact-Indikatoren		**Responses-Indikatoren**	
Handlungsfeld Menschliche Gesundheit			
GE-I-1	Hitzebelastung	**GE-R-1**	Hitzewarndienst
GE-I-2	Hitzetote	**GE-R-2**	Erfolge des Hitzewarnsystems
GE-I-3	Belastung mit Ambrosiapollen	**GE-R-3**	Information zu Ambrosia
GE-I-4	Sensibilisierung gegenüber Beifuß-Ambrosie	**GE-R-4**	Polleninformationsdienst
GE-I-5	Pollenbelastung		
GE-I-6	Allergiegeschehen		
GE-I-7	Befall durch Eichenprozessionsspinner		
GE-I–8	Vektorassoziierte Krankheiten		
GE-I–9	Belastung von Badegewässern		

Impact-Indikatoren		Responses-Indikatoren	
Handlungsfeld Bauwesen			
BAU-I-1	Wärmebelastung in Städten	**BAU-R-1**	Erholungsflächen
BAU-I-2	Sommerlicher Wärmeinseleffekt in Berlin	**BAU-R-2**	Wärmebedarf von Bundesliegenschaften
BAU-I-3	Nachbarschaftslärm	**BAU-R-3**	Raumwärmebedarf der privaten Haushalte
		BAU-R-4	Fördermittel für klimawandelangepasstes Bauen
Handlungsfeld Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz			
WW-I-1	Grundwasserstände	**WW-R-1**	Abkopplung von Siedlungsflächen von der Kanalisation
WW-I-2	Salzgehalt von Grundwasser	**WW-R-2**	Anpassung der kommunalen Gebührenordnung für die Abwasserentsorgung
WW-I-3	Mittlerer Abfluss	**WW-R-3**	Spezifischer Wasserbedarf je Einwohner
WW-I-4	Hochwasser	**WW-R-4**	Investitionen in Anpassungsmaßnahmen
WW-I-5	Niedrigwasser	**WW-R-5**	Entwicklung der Gewässerstrukturgüte
WW-I-6	Wassertemperatur von stehenden Gewässern		
WW-I-7	Dauer der Stagnationsperiode		
WW-I-8	Eintreten der Frühjahrsalgenblüte		
WW-I-9	Sedimenteintrag in Fließgewässer		
Handlungsfeld Boden			
BO-I-1	Bodenwasservorrat in landwirtschaftlich genutzten Böden	**BO-R-1**	Humusversorgung landwirtschaftlicher Böden
BO-I-2	Bodentemperaturen	**BO-R-2**	Grünlandfläche
		BO-R-3	Erhaltungszustand von Moorböden
		BO-R-4	Moorböden unter Nutzung
Handlungsfeld Landwirtschaft			
LW-I-1	Verschiebung agrarphänologischer Phasen	**LW-R-1**	Landwirtschaftliche Beratung
LW-I-2	Weinqualitäten	**LW-R-2**	Anpassung von Bewirtschaftungsrhythmen
LW-I-3	Ertragsänderungen	**LW-R-3**	Anbau und Vermehrung wärmeliebender Ackerkulturen
LW-I-4	Hagelschäden in der Landwirtschaft	**LW-R-4**	Entwicklung der Anzahl von Kulturpflanzenarten, für die Sorten angemeldet sind
LW-I-5	Warnmeldungen zum Schadauftreten	**LW-R-5**	Körnermaissorten nach Reifegruppen
LW-I-6	Befallsmeldungen	**LW-R-6**	Anbau wärmeliebender Rotweinsorten
LW-I-7	Verlust pflanzengenetischer Ressourcen	**LW-R-7**	Beratungsangebot zum Pflanzenschutz
LW-I-8	Mortalität bei Nutztieren	**LW-R-8**	Inlandsabgabe von Pflanzenschutzmitteln
		LW-R-9	Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendung
		LW-R-10	Landwirtschaftliche Beregnung
		LW-R-11	Entwicklung des Weizenpreises
Handlungsfeld Wald und Forstwirtschaft			
FW-I-1	Baumartenzusammensetzung in Naturwaldreservaten	**FW-R-1**	Forstliche Information zum Thema Anpassung
FW-I-2	Gefährdete Fichtenbestände	**FW-R-2**	Mischbestände
FW-I-3	Holzzuwachs	**FW-R-3**	Investitionen in den Waldumbau
FW-I-4	Schadholz – Umfang zufälliger Nutzungen	**FW-R-4**	Umbau gefährdeter Fichtenbestände
FW-I-5	Schadholzaufkommen durch Buchdrucker	**FW-R-5**	Erhaltung forstgenetischer Ressourcen
FW-I-6	Waldbrandgefährdung und Waldbrand	**FW-R-6**	Schädlingsbekämpfung im Wald
FW-I-7	Waldzustand	**FW-R-7**	Humusversorgung und Wasserrückhaltung forstwirtschaftlicher Böden

Impact-Indikatoren		Responses-Indikatoren	
Handlungsfeld Fischerei			
FI-I-1	Verbreitung warmadaptierter mariner Arten	**FI-R-1**	Übereinstimmung der Höchstfangmengen mit den wissenschaftlichen Empfehlungen
FI-I-2	Fangzahlen temperatursensibler Arten	**FI-R-2**	Nachhaltig befischte Bestände
FI-I-3	Verbreitung von Fischkrankheiten in Aquakulturen	**FI-R-3**	Zertifizierung von Fisch
FI-I-4	Veränderung der Verbreitung von Fischen in natürlichen Gewässern		
Handlungsfeld Energiewirtschaft (Wandel, Transport und Versorgung)			
EW-I-1	Wetterbedingte Unterbrechungen der Stromversorgung	**EW-R-1**	Diversifizierung des Endenergieverbrauchs
EW-I-2	Wetterbedingte Nichtverfügbarkeit der Stromversorgung	**EW-R-2**	Möglichkeiten der Stromspeicherung
EW-I-3	Kühlwassertemperaturbedingte Stromminderproduktion thermischer Kraftwerke	**EW-R-3**	Wassereffizienz thermischer Kraftwerke
EW-I-4	Potenzieller und realer Windenergieertrag	**EW-R-4**	Spezifische installierte Leistung von Windenergieanlagen
Handlungsfeld Finanzwirtschaft			
FiW-I-1	Schadenaufwand und Schadensatz in der Verbundenen Wohngebäudeversicherung	**FiW-R-1**	Interesse von Unternehmen an Versicherungsberatungen
FiW-I-2	Schadenquote und Schaden-Kosten-Quote bei der Verbundenen Wohngebäudeversicherung	**FiW-R-2**	Versicherungsdichte der erweiterten Elementarschadenversicherung für Wohngebäude
FiW-I-3	Einschätzung des Versicherungsschutzes		
Handlungsfeld Verkehr, Verkehrsinfrastruktur			
V-I-1	Schiffbarkeit der Binnenschifffahrtsstraßen	**V-R-1**	Transportkapazität der Binnenschifffahrtsflotte (Frachtschiffe)
V-I-2	Kumulierte monatliche Abweichung des Güterumschlags der Binnenschifffahrt	**V-R-2**	Wasserabflussschwache Bereiche im Straßennetz
V-I-3	Witterungsbedingte Straßenverkehrsunfälle	**V-R-3**	Verkehrsbeeinflussung in Starkniederschlagsbereichen
V-I-4	Straßenzustand	**V-R-4**	Streumittelverwendung auf Bundesstraßen und -autobahnen
Handlungsfeld Industrie und Gewerbe			
I-I-1	UV-Belastung von Freiluftberufen	**I-R-1**	Nachfrage bei staatlichen Servicestellen zur Unterstützung der Anpassung an den Klimawandel
I-I-2	Betroffenheit durch Auswirkungen des Klimawandels bei Unternehmen aus Industrie und Gewerbe	**I-R-2**	Wasserintensität des Verarbeitenden Gewerbes
		I-R-3	Energieproduktivität des Verarbeitenden Gewerbes
Handlungsfeld Tourismuswirtschaft			
TOU-I-1	Wärmebelastung in heilklimatischen Kurorten	**TOU-R-1**	Umfang beschneiter Pisten
TOU-I-2	Schneedecke für den Wintersport		
TOU-I-3	Übernachtungszahlen in Skigebieten		
TOU-I-4	Präferenz von Urlaubsreisezielen		
TOU-I-5	Saisonale Übernachtungen in deutschen Tourismusgebieten		
Handlungsfeld Raum-, Regional- und Bauleitplanung			
		RO-R-1	Bebaute Fläche in Gefährdungszonen
		RO-R-2	Bebaute Fläche in Hochwasserrisikogebieten

Impact-Indikatoren		Responses-Indikatoren	
		RO-R-3	Bebaute Fläche in Risikogebieten aktiver Massenbewegungen
		RO-R-4	Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für Natur und Landschaft
		RO-R-5	Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für Trinkwasservorsorge / Wasservorratsgebiete
		RO-R-6	Vorranggebiete für (vorbeugenden) Hochwasserschutz
		RO-R-7	Ausweisung von klimatisch bedeutsamen Freiflächen in bioklimatisch belasteten Gebieten
		RO-R-8	Siedlungs- und Verkehrsfläche
		RO-R-9	Erholungsgeeignete Flächen in Gemeinden innerhalb bioklimatisch belasteter Gebiete
Handlungsfeld Bevölkerungsschutz			
BS-I-1	Einsatzstunden bei wetter- und witterungsbedingten Schadenereignissen	**BS-R-1**	Anpassungserfordernisse des Bevölkerungsschutzes
BS-I-2	Einschränkungen der Einsatzfähigkeit des Bevölkerungsschutzes	**BS-R-2**	Aktive Katastrophenschutzhelfer (THW, Feuerwehr)
		BS-R-3	Übungsgeschehen

Erste Überlegungen zu Governance-Indikatoren

Ausgehend von den im Zusammenhang mit der DAS formulierten Erwartungen an Governance-Indikatoren wird im Rahmen des F+E-Vorhabens der Begriff „Governance“ sehr eng gefasst. Es wird darunter die Summe aller Aktivitäten und Prozesse verstanden, die von Institutionen des Bundes zur Steuerung und Regelung der Anpassung an den Klimawandel ergriffen und angestoßen werden.

Governance-Indikatoren werden primär im Sinne von „prozessbegleitenden Indikatoren“ verstanden. Sie sollen möglichst quantitativ beschreiben, welche Maßnahmen von Bundesseite aus ergriffen werden, um den Anpassungsprozess zu unterstützen. Dabei wird grundsätzlich eine Indikation als empfehlenswert erachtet, die eng an der eigentlichen Maßnahmenumsetzung ansetzt und die Fortschritte dieser Umsetzung beschreibt. Eine detaillierte Abbildung der Kette Maßnahmen – Wirkungen wird nicht angestrebt. Die Indikatoren erheben auch explizit nicht den Anspruch, eine strukturierte Evaluation der politischen Instrumente zu ermöglichen. Hierfür bedürfte es der klassischen Herangehensweise einer Programmevaluation.

Recherchen im Rahmen des F+E-Vorhabens ergaben, dass – insbesondere mit Blick auf das Feld Governance – die Entwicklung von Indikatoren zu Anpassungsstrategien an den Klimawandel bislang noch in den Kinderschuhen steckt. Anknüpfungspunkte für die detaillierte inhaltliche Ausgestaltung und Formulierung von Indikatoren liegen bisher noch nicht vor. Im Rahmen des Vorhabens wurden erste Überlegungen zur Entwicklung von Governance-Indikatoren formuliert und Schnittstel-

len zwischen den sektoralen handlungsfeldbezogenen Indikatoren und möglichen Governance-Indikatoren aufgezeigt. Für die Indikation des Politikprozesses sind grundsätzlich mehrere Richtungen bzw. Fragestellungen vorstellbar:

- Erfolgt der Politikprozess zur Anpassung im vorgesehenen Rahmen, werden die in der DAS beschriebenen Arbeitsschritte durchgeführt und die vorgesehenen organisatorischen und institutionellen Strukturen entwickelt und aufgebaut?
- Werden Fortschritte bei der Umsetzung der im APA beschriebenen Maßnahmen erzielt?
- Werden Klimafolgen und Anpassungserfordernisse in Entscheidungen und Planungen mitbetrachtet, von relevanten staatlichen (und nichtstaatlichen) Akteuren berücksichtigt und mitgedacht? Gibt es Fortschritte beim so genannten „Mainstreaming“ der Thematik „Anpassung an den Klimawandel“?

Die Ausarbeitungen mündeten jedoch noch nicht in konkret ausgearbeitete Vorschläge von Governance-Indikatoren.

E Indikatorenbericht

Indikatorenbericht für politische Entscheidungsträger und interessierte Öffentlichkeit

Der indikatorengestützte Bericht zur DAS soll – nach derzeitigem Diskussionsstand auf der fachlichen Ebene – als Fortschrittsbericht zur Umsetzung der DAS in regelmäßigen Zeitabständen erstellt werden, wobei über den Berichtsturnus und die Form der Publikation noch nicht endgültig entschieden wurde. Zielgruppen sind politische Entscheidungsträger und die interessierte Öffentlichkeit. Das bedeutet, es handelt sich nicht um einen wissenschaftlichen Bericht, in dem die einzelnen Themenfelder vertiefend diskutiert werden sollen. Dennoch muss der Bericht einem hohen fachlichen Anspruch gerecht werden und die Sachverhalte differenziert darstellen. Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund, dass es kaum einen Wirkungs- und Handlungsbereich gibt, der neben dem Klima nicht auch noch von zahlreichen anderen Faktoren mit beeinflusst wäre.

Die DAS und das darauf basierende Indikatorensystem umfassen ein außerordentlich breites thematisches Spektrum, und dieses muss entsprechend auch im DAS-Bericht abgebildet werden. Trotzdem oder gerade deshalb muss der Bericht übersichtlich bleiben. Das bedeutet zwangsläufig, dass die einzelnen thematischen Felder und Indikatoren in knapper Form dargestellt werden müssen. Ferner empfiehlt sich – nicht nur zur schnelleren Übersicht, sondern auch aus Gründen der „Gleichberechtigung“ – eine möglichst stark schematisierte und gleichgewichtige Darstellung aller Indikatoren. Vorbilder für die Berichtserstellung mit

Blick auf den strukturellen Aufbau und die Darstellungstiefe sind u. a. der Indikatorenbericht 2008 des Statistisches Bundesamts „Nachhaltige Entwicklung in Deutschland“ und der Umweltbericht Bayern 2007 des Bayerischen Landesamts für Umwelt.

Bereits im Beratungsprojekt wurden erste Vorstellungen zu einer künftigen Berichtsstruktur entwickelt, ein erster Gliederungsvorschlag erarbeitet und ein Indikator beispielhaft ausgearbeitet. Dieser Vorschlag wurde in der Projektbegleitenden Arbeitsgruppe abgestimmt. Er beinhaltet neben einführenden Kapiteln zur Zielsetzung des DAS-Indikatorensystems und zu den Ursachen der beobachtbaren und prognostizierten Klimaveränderungen einen Kernteil mit indikatorengestützten Darstellungen zu den einzelnen Handlungsfeldern und querschnittsorientierten Themen der DAS sowie ein Kapitel mit Governance-Indikatoren. Jedes Handlungsfeld wird auf einer Doppelseite mit einem einleitenden Text und einer Übersicht über das Handlungsfeld-spezifische Indikatorenset eingeführt. Die Indikatoren werden dann nach einem einheitlichen Muster grafisch und textlich auf einer Seite oder eine Doppelseite präsentiert. Der Bericht schließt mit einer Indikatorenübersicht und Hinweisen auf weiterführende Literatur.

Dieser Vorschlag ist im weiteren Verlauf der Arbeiten insbesondere mir der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassung des Bundes (IMA) zu diskutieren und abzustimmen.

Projektablauf

Grober Projektablauf	Arbeitsschritte
Abstecken des Themenfelds „Anpassung“ mit den wichtigsten derzeit diskutierten thematischen Teilaspekten	**1. Schritt:** Abgrenzung von „Indikationsfeldern“ (Wirkungen und Maßnahmen) zu allen Handlungsfeldern der DAS
Eingrenzung der thematischen Teilaspekte, zu denen berichterstattet werden soll	**2. Schritt:** Gewichtung der „Indikationsfelder“ anhand definierter Kriterienkataloge (für Wirkungen und Maßnahmen), Expertengespräche
Zuordnung möglicher Indikatoren	**3. Schritt:** Analyse anderer Indikatorensysteme (sektorale und internationale Ansätze), Recherche möglicher Datenquellen Entwicklung von Indikationsideen
Diskussion und Abstimmung der Indikatoren	**4. Schritt:** Expertengespräche zur Präzisierung der Indikationsideen
Dokumentation der Indikatoren	**5. Schritt:** Erstellung von Factsheets und Durchsicht derselben durch die Experten
Berichterstattung	**6. Schritt:** Erarbeitung der Indikatoren-Darstellungen für den DAS-Indikatorenbericht

1 Einführung und Ziele des Vorhabens

Selbst wenn es gelingen sollte, das EU-Ziel einer Beschränkung der globalen Erwärmung auf 2 °C zu erreichen, ist die Notwendigkeit zur Anpassung an die sich ändernden klimatischen Bedingungen zwingend. Die Treibhausgase, die jetzt bereits in der Atmosphäre sind, werden das Klima der nächsten Jahrzehnte beeinflussen, so dass sich nicht alle Veränderungen werden aufhalten lassen. Anpassungsbemühungen dürfen allerdings auch nicht dazu führen, dass Maßnahmen zur Minderung des Ausstoßes von Treibhausgasen vernachlässigt werden. Weder Anpassung noch Minderung allein können die gravierenden Auswirkungen des Klimawandels verhindern. Vielmehr ergänzen sie sich sinnvoll und helfen so, die Risiken des Klimawandels zu verringern.

Am 17. Dezember 2008 hat das Bundeskabinett die Deutsche Anpassungsstrategie (DAS) an den Klimawandel beschlossen (BUNDESREGIERUNG 2008). 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.

Im Umweltbundesamt (UBA) wird zur Unterstützung der Weiterentwicklung und Umsetzung der DAS ein umfassendes Anpassungsinstrumentarium ausgearbeitet. Hierzu gehören u. a. eine bundesweite Vulnerabilitätsanalyse und ein Indikatorensystem zur Anpassung. Letzteres gehört zu den Schlüsselvorhaben für die DAS (s. auch www.anpassung.net).

Zur weiteren Konkretisierung der DAS wurde der Aktionsplan Anpassung (APA) erarbeitet. Mit dem APA setzt die Bundesregierung einen wichtigen Meilenstein im mittelfristigen Prozess der Weiterentwicklung der DAS. Er wurde unter der Federführung des BMU erstellt und berücksichtigt die Fachexpertise neben- und untergeordneter Behörden. Nach einem umfangreichen ressortübergreifenden Konsultationsprozess unter der Beteiligung des Bundes, der Länder und von Experten wurde er im August 2011 im Kabinett behandelt und von der Bundesregierung verabschiedet. Die Erstellung eines Indikatorenberichts und des zugrunde liegenden Indikatorensets ist als Maßnahme in den Aktionsplan aufgenommen worden. Der Indikatorenbericht soll im Laufe der nächsten Legislaturperiode erstmalig veröffentlicht werden. Die regelmäßige Überprüfung des Fortschritts in der Anpassung an die Folgen des Klimawandels könnte danach in Form von Fortschrittsberichten erfolgen.

Das Indikatorensystem zur DAS und der Bericht zur Anpassung werden in einem mehrstufigen Verfahren entwickelt. UBA / KomPass hat für diesen Prozess im Auftrag des BMU die Federführung übernommen. Ein erstes Beratungsprojekt mit dem Titel „Indikatoren für die Deutsche Anpassungsstrategie“ wurde im Dezember 2008 gestartet und im März 2010 abgeschlossen (im Folgenden als „Beratungsprojekt“ bezeichnet). Es hatte einen ersten Satz von Indikatoren für die Anpassung auf Bundesebene und eine Struktur für den Indikatorenbericht zum Ergebnis. In einem weiteren sich daran anschließenden F+E-

Vorhaben (Juni 2010 bis Juli 2011), über das hier Bericht erstattet wird, wurde dieser Indikatorensatz weiter konsolidiert, und es wurden erste Entwürfe für einen Teil des Indikatorenberichts entwickelt. Die Arbeiten erfahren nun im Rahmen eines weiteren Vorhabens im Auftrag des UBA ihre Fortsetzung und sollen bis Ende 2013 zu einem fachlich und politisch abgestimmten Indikatorenset und einem ersten indikatorengestützten Bericht führen.

Alle in diesem Bericht diskutierten Indikatoren haben den Charakter von Vorschlägen, die in unterschiedlicher Intensität bereits fachlich diskutiert und z. T. auch abgestimmt werden konnten. Der Diskussions- und Abstimmungsprozess wird bis Ende 2013 fortgesetzt werden. Dabei werden – mit dem Ziel der politischen Abstimmung – auch verstärkt politische Gremien und Stellen eingebunden werden. Es sind bereits zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Berichts weitere Fortschreibungen der Indikatoren im Gange.

Alle bisherigen Arbeiten folgten eng der Struktur der DAS mit ihren Handlungsfeldern und Querschnittsthemen:

- Menschliche Gesundheit,
- Bauwesen,
- Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz,
- Boden,
- Biologische Vielfalt,
- Landwirtschaft,
- Wald- und Forstwirtschaft,
- Fischerei,
- Energiewirtschaft (Wandel, Transport und Versorgung),
- Finanzwirtschaft,
- Verkehr, Verkehrsinfrastruktur,
- Industrie und Gewerbe,
- Tourismuswirtschaft,
- Querschnittsthemen: Raum-, Regional- und Bauleitplanung; Bevölkerungsschutz.

Das breite Spektrum der von Klimawirkungen betroffenen Bereiche und die Notwendigkeit, Anpassungsmaßnahmen möglichst sektorübergreifend anzulegen und abzustimmen, erfordern die Einbindung aller Ressorts bei der Entwicklung des Indikatorensystems. Das Umweltressort hat zwar die Federführung im Gesamtprozess inne, ist aber im gesamten Prozess, von der Auswahl der Indikatoren bis zur Berichtsfassung, auf die aktive Mitwirkung und Akzeptanz der anderer Ressorts angewiesen. Die sukzessive Einbindung der Ressorts wurde bereits im Rahmen des Beratungsprojekts eingeleitet und konnte im Verlauf des F+E-Vorhabens weiter ausgebaut werden.

Für das Handlungsfeld „Biologische Vielfalt“ wurden im Rahmen des Beratungsprojekts erste Recherchen zu möglichen Datenquellen und Schnittstellen zu anderen Indikatorensystemen durchgeführt, und eine Strukturierung des Handlungsfelds in Indikationsfelder und thematische Teilaspekte wurde vorgenommen. Die Indikatorenentwicklung selbst war zum Ende des

Beratungsprojekts aber – u. a. aufgrund von Datenproblemen - noch nicht weit vorangeschritten. Aus dem F+E-Vorhaben wurde das Handlungsfeld bewusst ausgeklammert, da zur Bearbeitung ein eigenes Vorhaben durch das Bundesamt für Naturschutz (BfN) in Vorbereitung war. Dieses läuft inzwischen unter dem Titel „Indikatorensystem zur Darstellung direkter und indirekter Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt“ (FKZ 3511 82 0400) und wird direkte Zulieferungen zum DAS-Indikatorenset und zum indikatorengestützten Bericht liefern.

2 Anforderungen an das Indikatorensystem

2.1 Allgemeine Anforderungen

Das Indikatorensystem zur DAS ist in erster Linie ein Instrument des Bundes. Es soll den Prozess der Umsetzung der DAS begleiten und den Erfolg und Misserfolg ergriffener Anpassungsmaßnahmen beschreibbar machen.

Im Folgenden werden die Anforderungen an das DAS-Indikatorensystem dargestellt und die sich daraus ergebenden Schlussfolgerungen für die Bearbeitung beschrieben.

- **Fortschreibbar:**

Die Diskussion um Anpassung an den Klimawandel wird zurzeit sehr rege geführt. Es laufen zahlreiche große Forschungsvorhaben zum Thema, und der Wissenszuwachs ist immens und kontinuierlich. Viele Sachverhalte werden auch noch sehr kontrovers diskutiert. Vor diesem Hintergrund muss das Indikatorensystem so aufgebaut sein, dass es an neue Erkenntnisse der fachlichen und politischen Diskussion angepasst werden kann. Weder das Ergebnis des Beratungsprojekts noch das des nun abgeschlossenen F+E-Vorhabens ist daher ein finales und statisches. Wesentliches Ziel der Arbeiten war es vielmehr, ein Gerüst zu schaffen, das neue Informationen aufnehmen kann und die Nachvollziehbarkeit von Fortschreibungen sicherstellt. Der Transparenz der Indikatorenauswahl und deren möglichst detaillierte Dokumentation wurde daher hohe Bedeutung im methodischen Konzept beigemessen (System der Indikationsfelder, s. Kap. 3.2 und Kap. 3.3).

Ein weiterer Aspekt der Fortschreibbarkeit betrifft die notwendige Absicherung, dass sich die für das System vorgeschlagenen Indikatoren nicht nur für den Erstbericht, sondern auch für weitere Berichte erneut berechnen lassen. Die Datenverfügbarkeit zu den einzelnen Indikatoren muss daher möglichst langjährig gesichert sein. Aus diesem Grunde spielte die datengeleitete Indikatorenauswahl im Projekt eine entscheidende Rolle.

Der strenge Fokus auf die Fortschreibbarkeit hat zu Beginn der Arbeiten auch die Diskussion angeregt, inwieweit Szenarien oder Prognosen für die Formulierung der Indikatoren und für die spätere Berichterstattung eine Rolle spielen sollen. In der Tat stützen sich viele Darstellungen im Kontext Klimaschutz und Anpassung auf Szenarien oder Prognosen. Deren Relevanz ist für die vorausschauende Planung von Anpassungsmaßnahmen und den angemessenen Zuschnitt von Klimaschutzaktivitäten unbestritten. Die DAS-Indikatoren haben hingegen eine primär andere Zielsetzung. Sie sollen kontinuierlich nachvollziehen und beschreiben, was tatsächlich passiert (ist), d. h. welche Klimafolgewirkungen sich bereits beobachten lassen, welche Maßnahmenumsetzungen bereits stattfinden und welche konkreten Konsequenzen diese haben. Szenarien bleiben aus diesem Grunde bei der Formulierung der DAS-Indikatoren bewusst unberücksichtigt (s. auch Kap. 2.4).

- **Auf Anpassung fokussiert:**

Die DAS ist die zentrale Bezugsgrundlage für die Entwicklung des Indikatorensystems in seiner Struktur und seinen Inhalten. Sie fokussiert zum einen auf die Auswirkungen des Klimawandels, zum anderen auf die Maßnahmen, die zur Verhinderung nachteiliger Klimafolgen sowie zur Entwicklung und Nutzung von Potenzialen, die sich aus dem Klimawandel ergeben, zu ergreifen sind.

Mit Blick auf den so genannten DPSIR-Ansatz (Driving Forces – Pressure – State – Impact – Response) der Europäischen Umweltagentur (EEA 1999), der vielfach zur Strukturierung von Indikatorensystemen eingesetzt wird, bedeutet dies eine starke Konzentration der Indikatorenentwicklung auf die so genannte Impact- und Response-Ebene. Zu den Kategorien Drivers, Pressure und State soll in dem noch zu erstellenden Indikatorenbericht lediglich knapp zusammenfassend unter Aufnahme von Darstellungen aus anderen Berichten und Studien informiert werden, um den gesamten Ursache-Wirkungszusammenhang des Themas Klimawandel und seine Folgen deutlich zu machen. Die Ausarbeitung von Indikatoren zur Beschreibung der Phänomene des Klimawandels (wie Veränderung der Mitteltemperaturen, der Niederschlagshöhe und -verteilung, der Häufigkeit und Schwere von Extremereignissen) war nicht Bestandteil dieser Arbeiten. Hierzu kann außerdem auf eine Fülle bereits vorliegender Darstellungen zurückgegriffen werden. Abb. 1 zeigt mit farbiger Hinterlegung diejenigen Felder, denen sich das Indikatorensystem zur DAS mit Schwerpunkt widmen soll.

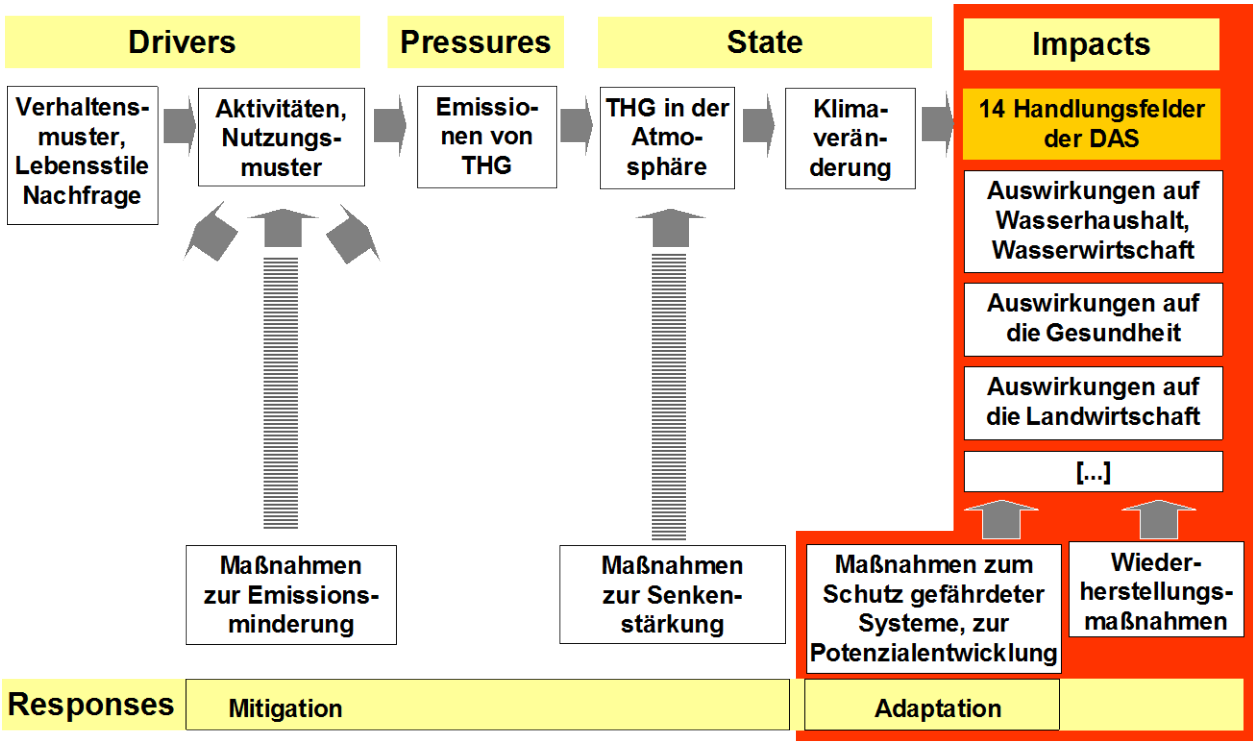


Abb. 1: Die Klimawandel-Thematik in der DPSIR-Systematik

Mit Blick auf das Verhältnis von Impact- und Response-Indikatoren ist zu betonen, dass es sich beim DAS-Indikatorensystem keineswegs primär um ein System zur langfristigen Erfas-

sung von Klimawirkungen handelt, sondern um ein System, das die Erfolgskontrolle von Anpassungsmaßnahmen unterstützen soll. Bei der Auswahl der Impact-Indikatoren wurde daher großer Wert darauf gelegt, dass bevorzugt Klimafolgewirkungen mit Indikatoren abgebildet werden, die einer anthropogenen Steuerung zugänglich sind oder auf die eine Anpassungsreaktion grundsätzlich möglich ist.

Eine enge Verknüpfung von Impact- und Response-Indikatoren bei der Darstellung der einzelnen Teilthemen (z. B. Gefährdung der Fichte auf warm-trockenen Standorten auf der Impact-Ebene und Waldumbaumaßnahmen auf der Response-Ebene) wurde angestrebt, konnte aber aufgrund eingeschränkter Datenverfügbarkeiten nicht immer realisiert werden. Es konnte auch nicht in allen Handlungsfeldern ein ausgeglichenes Zahlenverhältnis von Impact- und Response-Indikatoren hergestellt werden. Auch dies lag z. T. an der Datenverfügbarkeit, aber auch daran, dass über die konkret durchzuführenden Anpassungsmaßnahmen in einigen Feldern noch gar keine Klarheit besteht.

Der manchmal verwendeten breiteren Definition von Klimaanpassung im Sinne von „Klimaschutz zur Anpassung“ folgen weder die DAS noch die in ihrem Zusammenhang ergriffenen Aktivitäten. Daher basiert auch die Entwicklung der DAS-Indikatoren auf der Definition von BAEDE et al. (2008). Demnach werden unter Anpassung Initiativen und Maßnahmen verstanden, die dazu dienen, die Empfindlichkeit natürlicher und menschlicher Systeme gegenüber tatsächlichen oder erwarteten Auswirkungen der Klimaänderung zu verringern. Es können verschiedene Arten von Anpassungen unterschieden werden, darunter vorausschauende und reaktive, private und öffentliche, autonome und geplante.

- **Nachvollziehbar priorisiert und ausgewogen:**

Das Indikatorensystem und der darauf aufbauende Indikatorenbericht sind ein Instrument des Bundes, das einen möglichst breiten Überblick über wesentliche Fortschritte oder auch Schwierigkeiten im Anpassungsprozess geben soll. Das System soll trotz der thematischen Breite, die mit den in der DAS angelegten 13 Handlungsfeldern und zwei Querschnittsthemen impliziert ist, übersichtlich bleiben. Daraus ergibt sich unmittelbar die Anforderung an eine strenge, aber nachvollziehbare Priorisierung der in das System aufzunehmenden Themen. Alle bislang diskutierten Aspekte des breiten Themenfelds Klimawirkungen und Anpassungen können daher nicht berücksichtigt werden. Vor diesem Hintergrund wurde erwartet, dass alle Ressorts ihren Beitrag zur Eingrenzung und sinnvollen Schwerpunktsetzung des Systems leisten.

In diesem Zusammenhang ist zu betonen, dass weder das Indikatorensystem noch der zu erstellende Indikatorenbericht detaillierte thematische Indikatorenberichte einzelner Ressorts zur Anpassung vorwegnehmen oder ersetzen soll. Letztere können aufgrund ihrer sachlichen Fokussierung zwangläufig sehr viel umfassender gestaltet werden. Für die einzelnen Ressorts bringt der übergeordnete Indikatorenbericht des Bundes möglicherweise nicht in jedem Falle Erkenntniszuwächse (z. B. in Form neuer Indikatoren). Bislang fehlt es aber an einem umfassenden Überblick über die Aktivitäten im Themenfeld Anpassung, so dass die Arbeiten im Dienste einer solchen Synthese und einer strukturierten Gesamtschau zu sehen sind.

Zusätzlich besteht die Erwartung, die Indikatorenauswahl über die Handlungsfelder der DAS relativ ausgewogen zu gestalten. Beim aktuell erreichten Stand der Indikatorenentwicklung konnte diese Ausgewogenheit noch nicht hergestellt werden. So fällt es beispielsweise im Handlungsfeld „Industrie und Gewerbe“ sehr schwer, praktikable und aussagekräftige Indikatoren zu finden, während für andere Handlungsfelder wie „Menschliche Gesundheit“ 13, „Wald und Forstwirtschaft“ 14 und „Landwirtschaft“ 19 Indikatoren im Gespräch sind. Im Rahmen der bevorstehenden politischen Abstimmung sind diesbezügliche Richtungsweisungen erforderlich.

- **Umsetzbar:**

Das Indikatorensystem soll möglichst unmittelbar umsetzbar sein. Das bedeutet, dass sich die Berechnung der Indikatoren weitestgehend auf bereits existierende Datenbestände stützen soll. Dennoch wurden die Auftragnehmer explizit dazu aufgefordert, für Bereiche, die aufgrund unzureichender Datenverfügbarkeit, nicht indizierbar sind, die jedoch aus fachlicher (und politischer) Sicht von großem Interesse sind, auf notwendige Ergänzungen in der Datenerhebung hinzuweisen.

Aufgrund der breiten Ressorteinbindung war es im Rahmen des Projekts möglich, auch Datenquellen zu diskutieren, die bisher nur wenig im Fokus der öffentlich-rechtlichen Berichterstattung gestanden sind. Dies betrifft insbesondere die Daten der Wirtschaftsverbände, wie des Bundesverbands der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (BDEW) oder des Gesamtverbands der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV). Eine einseitige Fokussierung auf Datenbestände des Umweltressorts wurde bewusst vermieden.

Für Indikatoren, zu denen Datensätze bislang nur für einen begrenzten räumlichem Umgriff innerhalb Deutschlands zur Verfügung stehen, für die aber eine bundesweite Datenverfügbarkeit durchaus in Zukunft denkbar ist, wurden so genannte Fallstudien vorgeschlagen. Sie zeigen anhand konkreter Datensätze z. B. für einzelne Bundesländer, welche Aussagen sich mit den entsprechenden Daten generieren lassen.

- **Verständlich:**

Indikatoren sind primär ein Kommunikationsinstrument. Sie dienen dem Zweck, Informationen überschaubarer zu machen und inhaltliche Fokussierungen vorzunehmen. Indikatoren sollten zu ihrem schnellen Verständnis keine umfangreichen Erklärungen erforderlich machen. Aufgrund der außerordentlichen thematischen Breite des Indikatorensets der DAS und der z. T. recht spezifischen Sachverhalte, die im Kontext Anpassung angesprochen werden, wird es zwangsläufig zur großen Herausforderung, sich in alle Indikatoren hineinzudenken. Hinzu kommt, dass das Themenfeld Anpassung generell noch stark in der Diskussion steht. Es gibt noch zahlreiche Unsicherheiten, was die Rolle des Klimawandels im Beeinflussungskomplex vieler Vorgänge und was die Motivation Anpassung bei der Umsetzung von Maßnahmen anbelangt. Aus diesem Grunde wurde davon abgesehen, komplexe und hoch aggregierte Indikatoren zu entwickeln. Vielmehr wurde in vielen Fällen selektiven Indikationsansätzen der Vorzug gegeben. In einigen Fällen erheben die Indikatoren daher nicht den Anspruch, ein Gesamtbild zu zeichnen, sondern führen vielmehr zu einer lediglich beispielhaf-

ten Darstellung. Dies lässt sich am Beispiel des Indikators „Schiffbarkeit der Binnenschifffahrtsstraßen“ erläutern. Die Situation ist für die einzelnen Binnenschifffahrtsstraßen sehr unterschiedlich, so dass sich die Daten nicht ohne weiteres zu einer Aussage zusammenführen ließen. Der Vorschlag besteht daher darin, anhand selektiver Darstellungen für sehr wenige Binnenschifffahrtsstraßen die Problematik deutlich zu machen. Im Vordergrund stand in allen Fällen eine möglichst hohe Transparenz der Indikatorenberechnung.

- **Akzeptiert:**

Die fachliche Akzeptanz des Indikatorensystems und der gesamten Vorgehensweise ist die Grundvoraussetzung für den Erfolg des ressortübergreifenden Projekts „DAS-Indikatoren“. Dies gilt auch mit Blick auf die angestrebt Kontinuität der Berichterstattung. Nur bei fachlicher Akzeptanz wird es Bereitschaft zur Datenlieferung geben. Das Indikatorensystem zur DAS muss daher den aktuellen Diskussionsstand zu Wirkungen und Maßnahmen sowie zu deren Indikation innerhalb der einzelnen Ressorts bestmöglich widerspiegeln. Es sollen in keinem Falle Indikatoren im System auftauchen, die von den Experten in den jeweils zuständigen Ressorts nicht akzeptiert werden oder mit ihren Vorstellungen zur künftigen Organisation und Ausgestaltung der Datenerhebung (und -auswertung) sowie Berichterstattung nicht konform sind.

Bereits im Beratungsprojekt wurde daher großer Wert auf intensive Konsultationen von Experten der jeweiligen Ressorts gelegt (s. Kap. 5). Im Rahmen bilateraler Gespräche und Kleingruppensitzungen wurden Indikationsideen diskutiert und bei fachlicher Zustimmung gemeinsam weiterentwickelt. Zum Teil haben Behördenvertreter und -vertreterinnen selbst konkrete Indikatoren erarbeitet und in den Prozess eingebracht. Wichtig im gesamten Prozess, dies gilt auch für die inzwischen laufende politische Abstimmung, ist, die „Ownership“ für die jeweiligen Indikatoren zu gewährleisten, d. h. stets deutlich zu machen und transparent zu halten, wer den jeweiligen Indikator in das System eingebracht hat und wer für seine Fortschreibung verantwortlich sein sollte. Das ist vor allem vor dem Hintergrund wichtig, dass die Erstellung des Indikatorenberichts zur DAS unter der Koordination des Umweltressorts erfolgt und die anderen Ressorts ihre Daten nicht zwangsläufig unter dem Dach des Umweltressorts veröffentlicht sehen wollen. Auf den Nachweis der jeweiligen Beteiligungen bei der Entstehung der einzelnen Indikatoren wurde daher großer Wert gelegt.

Bis zum Abschluss des F+E-Vorhabens stand die fachliche Akzeptanz der Indikatoren eindeutig im Vordergrund, auch wenn in einzelnen Handlungsfedern wie z. B. bei „Wald und Forstwirtschaft“ die politische Akzeptanz bereits früh mitgedacht wurde.

2.2 Anforderungen im Kontext Europa, Bund und Länder

Das Indikatorensystem zur DAS muss als nationales System Anknüpfungspunkte sowohl an die übergeordnete Ebene der EU als auch die untergeordnete Ebene der Länder bieten.

2.2.1 Anbindung an EU-Aktivitäten

Für die EU sind die Aktionsschwerpunkte zur Umsetzung des Weißbuchs zur Anpassung (EC 2009) von 2009 bis 2012 die Folgenden: Schaffung einer Wissensgrundlage, Einbeziehung in prioritäre Politikbereiche, Handeln in Partnerschaften zwischen den Mitgliedsstaaten, Instrumente / Finanzierung und laufende Arbeiten zur Klimarahmenkonvention. Es soll ein Clearing House Mechanismus etabliert werden, der auf den Strukturen des GMES (Global Monitoring for Environment and Security) aufbaut und in den die Expertise der Mitgliedsstaaten einfließt. Das UBA ist in diesen Mechanismus eingebunden und wirkt darauf hin, dass Strukturen aufgebaut werden, mit denen Deutschland auch selbst gut arbeiten kann. Indikatoren spielen innerhalb des Clearing House Mechanismus eine bedeutende Rolle. Ein Arbeitsschwerpunkt auf europäischer Ebene sind derzeit Vulnerabilitätsindikatoren. Die Diskussionen stehen hier allerdings noch am Anfang.

Die EEA schreibt derzeit ihre Indicator-based Assessments zur Betroffenheit Europas durch den Klimawandel von 2008 (EEA 2008) fort. Das Assessment ist vorbildlich, insbesondere was die klare Trennung von Darstellungen zu vergangenen und projizierten Entwicklungen anbelangt (s. Kap. 2.4). Im Fokus der EEA steht nun neben der Weiterentwicklung des Impact-Reports die Response-Ebene, die im Assessment-Bericht 2008 noch nicht systematisch bearbeitet wurde. Ein erstes Technisches Papier zur Ableitung und Systematik von Response-Indikatoren liegt bereits vor (EEA/ETC 2008), eine Arbeitsgruppe entwickelt das Thema weiter.

Über die Beteiligung des UBA in Arbeitsgruppen auf EU-Ebene (u. a. im EPA-Netzwerk der europäischen Umweltagenturen) und an Expertenworkshops der EEA wurde und wird sichergestellt, dass sich das deutsche System strukturell und inhaltlich möglichst eng an die Entwicklungen auf europäischer Ebene anlehnt. Allerdings waren die nationalen Aktivitäten zum Abschluss des F+E-Vorhabens in ihrer Konkretheit und insbesondere mit ihrer ressortübergreifenden Herangehensweise im Vergleich zu den Arbeiten auf EU-Ebene bereits weit vorangeschritten.

2.2.2 Anbindung an die Länder-Ebene

Auch wenn in allen Bundesländern bisher der Schwerpunkt der Anstrengungen beim Thema Klimawandel auf dem Klimaschutz liegt, nehmen Investitionen und Konzepte zur Anpassung an klimatische Änderungen auch auf Länderebene kontinuierlich zu.

Anpassungsstrategien liegen inzwischen für die Bundesländer Nordrhein-Westfalen (MUNLV 2009), Bayern (BayKLAS, StMUG 2009) vor. Für Hamburg ist die Entwicklung der Hamburger Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Arbeit. In Niedersachsen wird unter der Federführung des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt und Klimaschutz derzeit die niedersächsische Anpassungsstrategie erarbeitet. Die Veröffentlichung ist für Herbst 2012 vorgesehen. In Hessen soll es noch in 2011 zur Veröffentlichung der unter der Federführung des HMUELV erstellten hessischen Anpassungsstrategie kommen. Für Sachsen-Anhalt wird zurzeit unter der Leitung des Landesamts für Umweltschutz ein methodischer Leitfaden zur Entwicklung kommunaler Anpassungsstrategien erarbeitet.

In anderen Ländern sind Aussagen zu den Notwendigkeiten der Klimaanpassung in Klimaschutzkonzepte integriert worden. Hierzu gehören u. a. das Saarland mit seinem „Klimaschutzkonzept 2008-2030“ (MINISTERIUM FÜR UMWELT SAARLAND 2008), das Land Baden-Württemberg mit seinem „Klimaschutzkonzept 2010“ (UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG 2005), der Freistaat Sachsen mit seinem „Aktionsplan Klima und Energie“ (SMUL 2008) und das Land Brandenburg mit seinem „Landespolitischen Maßnahmenkatalog zum Klimaschutz und zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels“ (MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHE ENTWICKLUNG, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ LAND BRANDENBURG 2008).

In mehreren Ländern wurde außerdem bereits mit dem Aufbau eines Klimafolgenmonitoring und der Entwicklung von Indikatoren begonnen. So beispielsweise in Sachen (bisher nur Wirkungsindikatoren), in Hamburg (hier wurde eine AG „Klimamonitoring“ aus Behördenvertretern eingerichtet, die sich mit dem Aufbau eine Monitoring-Systems beschäftigt), und in Nordrhein-Westfalen, wo in enger Anlehnung an das Indicator-based assessment der EEA (2008) Darstellungsmöglichkeiten für Klimawirkungen anhand der verfügbaren Daten des Umweltressorts (LANUV) geprüft werden. Die Entwicklung von Response-Indikatoren ist vorgesehen. In Brandenburg konzentrieren sich die Arbeiten im Umweltressort derzeit auf die Entwicklung spezifischer Boden-Indikatoren für ein Klimamonitoring. Ressortübergreifend soll die Thematik erst ab Herbst 2012 in Angriff genommen werden. Hessen beschäftigt sich derzeit im Rahmen des Verbundprojekts KLIMZUG-Nordhessen mit Schwerpunkt mit gesundheitsrelevanten Themen (Hitze und vektorübertragene Krankheiten).

Zahlreiche Länder haben länderbezogene Studien zu den Wirkungen des Klimawandels und zu Anpassungsoptionen erstellt, welche die Grundlage für weiterführende strategische Überlegungen sind bzw. waren. Hierzu gehören u. a. der „Klimabericht Rheinland-Pfalz“ (MINISTERIUM FÜR UMWELT, FORSTEN UND VERBRAUCHERSCHUTZ RHEINLAND-PFALZ 2007), die Studie „Klimaschutz und Folgen des Klimawandels in Mecklenburg-Vorpommern“ (MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND TOURISMUS 2008) oder der „erste Bericht zum Klimawandel in Berlin – Auswirkungen und Anpassung“ (SENATSVERWALTUNG FÜR GESUNDHEIT, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ 2009).

Bis jetzt liegt jedoch für keines der Länder ein auf einer Anpassungsstrategie oder einem Aktionsplan basierendes und ausgearbeitetes Instrument der Erfolgskontrolle vor. Vor diesem Hintergrund haben die an der Projektbegleitenden Arbeitsgruppe des Beratungsprojekts beteiligten Ländervertreter ihr Interesse an methodischem und inhaltlichem Input aus dem Bundesprojekt für die weiteren Überlegungen auf Länderebene bekundet.

Für das Indikatorensystem des Bundes wurde von UBA und BMU das Ziel formuliert, insbesondere Aussagen zu den vom Bund ergriffenen Maßnahmen zu ermöglichen. Die Steuerungsmaßnahmen durch die öffentliche Hand auf Bundesebene beschränken sich allerdings im Wesentlichen darauf, neben Aktivitäten im Forschungs- und Bildungsbereich die rechtlichen und förderpolitischen Voraussetzungen für eine effiziente Anpassung zu schaffen und vorsorgende Planungen so zu optimieren, dass sowohl die Länder, Landkreise und Kommunen als auch die privatwirtschaftlichen Akteure kluge Entscheidungen für eine erfolgreiche Anpassung treffen können.

Die DAS weist allerdings in vielen Bereichen den Weg über den Kompetenzbereich des Bundes hinaus und spricht konkrete Anpassungsmaßnahmen auf untergeordneten Implementierungsebenen an. Vor diesem Hintergrund erheben auch das Indikatorensystem und der darauf aufbauende Bericht den Anspruch, ein möglichst umfassendes Bild vom Anpassungsprozess in Deutschland zu zeichnen. KLEIN (2004: 2) unterscheidet in diesem Zusammenhang zwischen „implementing adaptation“ und „facilitating adaptation“. Dabei werden unter dem Begriff der „facilitating adaptation“ übergeordnete, wegbereitende und unterstützende Maßnahmen verstanden (vgl. hierzu erste Überlegungen zu so genannten Governance-Indikatoren in Kap. 6.15). Mit dem Begriff „implementing adaptation“ sind dagegen eher operationelle, häufig sektoral angelegte Maßnahmen angesprochen[1]. Diese werden aber im Wesentlichen auf der Ebene der Landkreise und Kommunen umgesetzt und von den Ländern z. T. aktiv unterstützt. Wenn diese Maßnahmenkategorie ebenfalls Bestandteil des Indikatorensystems zur DAS sein soll, ist die Einbeziehung der Länder in den Prozess der Indikatorenfindung unverzichtbar, und sie müssen die Indikatoren akzeptieren. Teilweise wird es auch erforderlich sein, auf Daten der Länder für die Indikatorenberechnung zurückzugreifen. Zugleich stößt die Indikatorenarbeit des Bundes unter diesen Bedingungen auch auf größeres Interesse der Länder, da diese dann noch stärker von den strukturierenden und inhaltlichen Vorarbeiten des Bundes für ihre eigenen Aktivitäten profitieren können. Die Einbindung der Länder in die Entwicklung und Abstimmung des Indikatorensets erfolgte bisher (mit Ausnahme des Handlungsfelds „Wald und Forstwirtschaft“) noch nicht systematisch, auch wenn einzelne Ländervertreter in die Diskussionen und die Projektbegleitende Arbeitsgruppe eingebunden waren. Insbesondere im weiteren Verlauf der politischen Abstimmung sind die Länderbeteiligungen in systematischer Weise sicher zu stellen.

2.3 Einschränkungen

Für die Entwicklung der DAS-Indikatoren wurden von Beginn an auf allen Ebenen möglichst pragmatische Ansätze gewählt. Dies lag zum einen an der Erwartung, möglichst schnell zu einem tatsächlich implementierbaren Indikatorenset zu kommen. Zum anderen bestand auch bei den zahlreichen am Projekt Beteiligten die Erwartung, dass ihre Diskussionsbeiträge in konkrete Vorschläge münden und die von ihnen übergebenen Datensätze zur Darstellung in einem Indikatorenbericht gelangen. Hinzu kam, dass es ohnehin noch zahlreiche Unsicherheiten sowohl auf der wissenschaftlichen als auch der politische Ebene im Themenfeld Anpassung an die Klimafolgen gibt. Insofern muss das Indikatorensystem als erster Aufschlag betrachtet werden, anhand dessen sich weitere Diskussionen strukturieren und priorisieren lassen.

Das vorgeschlagene Indikatorenset ist vor dem Hintergrund der folgenden Einschränkungen zu betrachten:

[1] Klein 2004: “Facilitating adaptation includes developing information and raising awareness, removing barriers to adaptation, making available financial and other resources for adaptation and otherwise enhancing adaptive capacity. Implementing adaptation includes making the actual changes in operational practices and behaviour, and installing and operating new technologies.”

- Das Indikatorensystem kann und will nicht den Anspruch erheben, auf der Impact-Ebene die komplexen Wirkungsketten bzw. -netze mit Primär- und Sekundäreffekten abzubilden. Aus diesem Grunde werden bei der Indikatorenauswahl auch nicht spezifisch Wirkungen in den Blick genommen, die aus THG-Minderungsmaßnahmen resultieren.
- Da die Wirkungen von Klimaveränderungen für zahlreiche Handlungsfelder bisher nur qualitativ beschrieben sind, bzw. die Zusammenhänge zwischen Klimaveränderung und Wirkung (noch) nicht statistisch analysiert wurden, kann sich die Indikatorenauswahl auf der Impact-Ebene bisher nur in wenigen Fällen auf bereits statistisch untersuchte und auf den Klimawandel hin interpretierte Datenreihen stützen. Für die Auswahl eines Impact-Indikators war es i. d. R. ausreichend, dass die beschriebene Wirkung im Zusammenhang mit dem Klimawandel diskutiert wird und in der Literatur entsprechende Hypothesen formuliert werden. Die Bedeutung des „Klimasignals“ in den Ursachenkomplexen zu quantifizieren, muss Gegenstand weiterer spezifischer Forschungen sein.
- Für viele Impact-Indikatoren lässt sich derzeit noch kein eindeutiger klimaabhängiger Trend beschreiben. Dies schließt aber nicht aus, dass eine solche Klimaabhängigkeit in Zukunft evident wird. Viele Indikatoren basieren daher noch immer auf vermuteten Zusammenhängen. Dies gilt als hinreichende Begründung für ihre Aufnahme in das Indikatorenset, erfordert aber eine kritische Beobachtung der Entwicklung der Indikatorwerte in den nächsten Jahren. Anpassungen des Indikatorensets sind in Zukunft durchaus möglich.
- Bedingt durch die angestrebte enge Verknüpfung zwischen Impact- und Response-Indikatoren entsteht im Falle einiger Indikatoren die Situation, dass sich die „direkten“ Auswirkungen der Klimaveränderung von den Effekten ergriffener Anpassungsmaßnahmen in der Indikation nicht mehr klar trennen lassen. Das Indikatorensystem ist aber weder explizit darauf ausgelegt, Nachweise für den Einfluss der Klimaveränderungen zu führen, noch kann es zum Ziel haben, eine systematische Erfolgskontrolle für umgesetzte Anpassungsmaßnahmen durchzuführen. Wesentlich erscheint vielmehr, sich vollziehende Entwicklungen anhand valider Daten nachzuzeichnen. Die Indikatorwerte bedürfen in jedem Falle einer differenzierten Interpretation, die Klimawirkungen und Maßnahmeneffekte gleichsam in den Blick nimmt.

Die bisherige Entwicklung des DAS-Indikatorensystems verlief zeitgleich mit der Diskussion geeigneter Anpassungsmaßnahmen. In der DAS selbst sind diese noch nicht im Detail festgelegt und auch die im Vorfeld der Veröffentlichung der DAS vorgenommenen Zusammenstellungen von Anpassungsmaßnahmen erheben nicht den Anspruch auf Vollständigkeit (s. ZEBISCH et al. 2005, SCHULZ 2008, SCHETULA et al. 2008). Dies gilt sowohl für die operativen Maßnahmen („implementing adaptation“) als auch für die Maßnahmen der „facilitating adaptation“. Der APA wurde erst Anfang 2011 in einem Entwurf in den Konsultationsprozess gegeben. Seine Schwerpunktsetzungen konnten daher nicht mehr umfänglich für die Indikatorenentwicklung berücksichtigt werden.

Die Response-Indikatoren wurden daher im Rahmen fachlicher Konsultationen für die einzelnen Handlungsfelder entwickelt. Ausgangspunkt war in allen Fällen die Frage: Welche derzeit in Umsetzung befindlichen Maßnahmen unterstützen Ziele der Anpassung und welche dieser Maßnahmen lassen sich mit Daten im Umsetzungsprozess und/oder in ihrer Wirkung quantitativ beschreiben? Nicht in allen Fällen konnte für die nun vorliegenden Vorschläge ausgeschlossen werden, dass sich möglicherweise Konflikte mit Maßnahmenumsetzungen in anderen Handlungsfeldern ergeben. Auf die Umweltintegrität der Maßnahmen wurde zwar prinzipiell geachtet, aber auch diese Prüfung erfordert z. T. vertiefende Diskussionen. Es wird sich daher zwangsläufig die Notwendigkeit ergeben, dass die vorgeschlagene Auswahl von Response-Indikatoren im weiteren Diskussionsprozess fortgeschrieben und angepasst werden muss.

Datenengpässe und ungeklärte Ursache-Wirkungsbeziehungen machten es unmöglich, im Stile einer systematischen Erfolgskontrolle alle Schritte einer klassischen Wirkungsanalyse, d. h.

- input (Investition an Ressourcen),
- output (erbrachte Leistungen, Produkte),
- outcome (erreichte unmittelbare Ziele),
- impact (Wirkungen)

vollständig mittels Indikatoren zu beschreiben. Vielmehr setzen die Response-Indikatoren an unterschiedlichen Stellen in der Maßnahmen“kette“ an, teils fokussieren sie im Sinne von „Process based“-Indikatoren (s. auch EEA / ETC 2008) eher auf den Umsetzungsprozess selbst, z. T. im Sinne von „Outcome based“-Indikatoren eher auf dessen Ergebnisse.

Generell wurden bei der Diskussion möglicher Response-Indikatoren berücksichtigt:

- bereits ergriffene, bewusste und öffentlich gesteuerte Maßnahmen (wie z. B. Maßnahmen des Hochwasserschutzes, des Waldumbaus oder der Forschungsförderung). Dabei kann es sich auch um Maßnahmen handeln, die ursprünglich nicht mit dem Ziel der Anpassung an Klimaänderungen eingeleitet wurden oder auch heute nicht primär zu diesem Zwecke umgesetzt werden;

- bereits ergriffene autonome Anpassungsmaßnahmen, die keiner öffentlichen Steuerung zur Umsetzung bedürfen, sondern beispielsweise allein aus ökonomischen Erwägungen ergriffen werden (wie z. B. die Verschiebung von Aussaat- und Ernteterminen in der Landwirtschaft).

Ferner kann es für die Indikatorenauswahl auf der Response-Ebene von Interesse sein, nicht nur konkrete Maßnahmen, sondern generelle strukturelle Entwicklungen in den jeweiligen Bereichen abzubilden vor dem Hintergrund der Frage, ob diese Entwicklungen eine Anpassung eher unterstützen (wie z. B. die Tendenz einer Diversifizierung des Endenergieverbrauchs zur Risikostreuung) oder dieser entgegenlaufen (wie z. B. eine Umstrukturierung der Binnenschifffahrtsflotte hin zu Schiffen mit immer größeren Transportkapazitäten, die dann aufgrund ihres Tiefgangs vermehrt Probleme bei Niedrigwasserständen haben).

Wichtig ist, dass die auf der Response-Ebene aufzunehmenden Indikatoren breit angelegte Anpassungsmaßnahmen und nicht einzelne lokal begrenzte und / oder pilothaft entwickelte Maßnahmenumsetzungen beschreiben.

Indikatoren, die für die Aufnahme in den DAS-Indikatorensatz vorgeschlagen wurden,

- genießen weitgehende fachliche Akzeptanz,
- unterstützen – auch angesichts der Unsicherheiten von Vorhersagen – im Sinne von „no regret"- oder zumindest „low regret"-Maßnahmen eine nachhaltige und umweltverträgliche Entwicklung (s. u. a. PRUTSCH et al. 2010),
- stehen möglichst nicht im Konflikt mit anderen Anpassungsmaßnahmen und nutzen weitest möglich Synergien mit Minderungsmaßnahmen – allerdings konnten im Projekt mögliche positive und negative Nebeneffekte von Maßnahmen auf die jeweils anderen Handlungsfelder nicht detailliert und systematisch diskutiert werden,
- lassen sich auf der Grundlage verfügbarer Daten berechnen,
- beschreiben in ihrer Gesamtheit für ein Handlungsfeld möglichst gut das Maßnahmenspektrum.

2.4 Zeithorizonte der Indikatoren

Indikatorensysteme und Berichterstattungen zum Thema Klima zielen – im Vergleich zu den meisten „üblichen" Indikatorensystemen – nicht nur auf die Beschreibung der in der Vergangenheit beobachteten und aktuell beobachtbaren Entwicklungen ab, sondern machen darüber hinaus auch die Ergebnisse von Szenarien und die daraus ableitbaren möglichen Auswirkungen zum Gegenstand der Darstellungen. Häufig werden Darstellungen zu ganz unterschiedlichen Zeithorizonten in der Berichterstattung nicht getrennt, d. h. Aussagen zu vergangenen und künftigen / vorhergesagten Entwicklungen gehen ineinander über (s. z. B. Klimaberichte von Bayern: LfU 2008, Rheinland-Pfalz: MUFV 2007 und Sachsen: MINISTERIUM FÜR UMWELT SAARLAND 2008). Das „indicator-based assessment" der EEA 2008 ist diesbezüglich mit seinen eindeutigen Zwischenüberschriften „Relevance", „Past trends" und „Projections" eher eine Ausnahme. Darstellungen zu vergangenen Entwicklungen basieren darüber hinaus in vielen Fällen auf modellierten Daten. Dies liegt z. T. auch darin begründet, dass belastbare Daten aus laufenden Erhebungen oder Beobachtungen (noch) nicht oder nur in eingeschränktem Maße zur Verfügung stehen.

Der Fokus des DAS-Indikatorensystems wurde so gewählt, das die Indikatoren primär die Beantwortung der folgenden Fragen unterstützen:

- Was passierte in der Vergangenheit auf der Wirkungs- und Maßnahmenebene (z. B. haben sich Häufigkeit und Schwere von Extremereignissen erhöht; gab es vermehrt Ernteeinbußen aufgrund von extremen Wetterlagen oder ungünstigen Witterungsverläufen; gab es vermehrt Einschränkungen in der Binnenschifffahrt infolge von Niedrigwasserereignissen; reagiert der Weinbau bereits mit der Kultivierung wärmeliebender Sorten)?

- Welche aktuellen Konstellationen bergen – mit Blick auf künftige Klimaveränderungen – besondere Risiken oder Chancen (z. B. welche Baumbestände stocken heute schon auf warm-trockenen Standorten und müssen aufgrund ihrer Artenzusammensetzung als besonders gefährdet gegenüber zunehmenden sommerlichen Temperaturextremen gelten; welche Siedlungen und welche Infrastrukturen liegen in Überschwemmungsgebieten und erscheinen daher bei zunehmender Häufigkeit und Schwere von Hochwasserereignissen besonders gefährdet?).

Die vorgeschlagene Indikatorenauswahl arbeitet grundsätzlich nicht mit Szenarien und dient damit nicht der Beantwortung von Fragen wie beispielsweise „wie hoch werden Ernteeinbußen aufgrund von extremen Wetterlagen oder ungünstigen Witterungsverläufen in Zukunft ausfallen oder welche Skigebiete werden ihren Winterbetrieb in Zukunft einstellen müssen, weil die Schneedecke für die Ausübung von Wintersport nicht mehr ausreichend ist? Damit entbindet man sich auch dem Problem der Auswahl des jeweils zu präferierenden Szenarios (A1, A2, B1 oder B2?) und dem Problem, dass die Fortschreibung der auf den Szenarien basierenden Modellrechnungen, aus denen die Indikatorwerte zur Verfügung gestellt würden, nicht zwangsläufig als gesichert gelten kann.

2.5 Umgang mit räumlichen Problemschwerpunkten

Das Indikatorensystem zur DAS konzentriert sich als Indikatorensystem des Bundes auf die Betrachtung von bundesweit auftretenden Klimawirkungen und auf bundesweit relevante Anpassungsmaßnahmen. Dennoch kann man nicht darüber hinwegsehen, dass die naturräumlichen Voraussetzungen sowie die wirtschaftlichen und sozialen Bedingungen innerhalb der Bundesrepublik unterschiedlich sind und sich daraus auch spezifische Konstellationen von Risiken, Chancen und Betroffenheiten einerseits und von Handlungsmöglichkeiten, -notwendigkeiten und -beschränkungen andererseits ergeben. Hinzu kommt, dass es Klimawirkungen gibt wie beispielsweise die Erhöhung des Meeresspiegels oder die zu erwartenden Einschränkungen im Wintertourismus, die zwar „nur“ auf Teile der Bundesrepublik beschränkt sind, die aber trotzdem von so großer (volks-)wirtschaftlicher Bedeutung oder auch emotionaler Tragweite sein können, dass sie nicht mehr allein als „Angelegenheit“ der direkt betroffenen Räume gesehen werden können. Daher sollen u. a. auch Indikatoren in das bundesweite Indikatorensystem Aufnahme finden, die sich schwerpunktmäßig auf Entwicklungen in ausgewählten Räumen Deutschlands richten. Den betroffenen Bundesländern oder Regionen bieten solche Indikatoren Anknüpfungspunkte für entsprechende Vertiefungen in ihren länder- oder regionsspezifischen Indikatoren- und Berichtssystemen.

Im Zusammenhang mit der Indikation räumlich begrenzter Wirkungen oder Anpassungsmaßnahmen ist im Projektkontext immer wieder von so genannten Fallstudien gesprochen worden. Es wird jedoch empfohlen, diesen Begriff nur dann zu verwenden, wenn großräumiger bedeutsame Entwicklungen aufgrund von aktuellen Datenbeschränkungen nicht in angemessenem räumlichen Umgriff abgebildet werden können, jedoch für kleinere Räume (z. B. auch für eine Gruppe von Bundesländern) Daten zur Verfügung stehen, die im Rahmen von Fallstudien beispielhaft aufbereitet, interpretiert und dargestellt werden können. Eine Fallstudie wird im Folgenden nur dann als solche tituliert, wenn zumindest die Perspek-

tive besteht, dass kurz- oder mittelfristig für die ganze Bundesrepublik Daten zur Verfügung gestellt werden können. Nicht immer war es aber möglich, im Detail die Voraussetzungen zu prüfen, unter denen die Daten in Zukunft für alle Räume tatsächlich homogen bzw. vergleichbar zur Verfügung gestellt werden können.

Im Zusammenhang mit der Frage nach den räumlichen Bezügen von Indikatoren sei noch einmal betont, dass das bundesweite Indikatorensystem grundsätzlich nicht den Anspruch erhebt, ein für die Länder in allen Teilen unmittelbar adaptierbares System zu sein (s. Kap. 2.2.2). Die Länder werden ihre Indikatoren- und Berichtssysteme sowohl bezüglich thematischer Schwerpunktsetzungen als auch mit Blick auf ihre speziellen Datenverfügbarkeiten und Berichtsgepflogenheiten individuell konzipieren. Sie können dabei aber zum einen die Strukturierungen des Bundessystems als Grundlage nutzen. Zum anderen greift das bundesweite Indikatorensystem wie bereits erwähnt auch auf Länderdaten zu und gibt damit Anregungen für die Nutzung von Datenquellen auf Länderebene.

3 Methodische Schritte zur Auswahl der Indikatoren

Bereits mit dem Beratungsprojekt wurde eine Methodik zur systematischen und transparenten Ableitung der DAS-Indikatoren entwickelt. Diese Methodik wird im Folgenden kurz skizziert. Leitende Grundprinzipien waren:

- möglichst enger Bezug auf die Formulierungen DAS,
- Berücksichtigung der großen thematischen Breite,
- klare und nachvollziehbare Schwerpunktsetzung bei der Auswahl der Indikationsgegenstände,
- breite Beteiligung bei der Indikatorendiskussion,
- saubere Begründung des jeweiligen Indikatorenvorschlags,
- detaillierte Dokumentation der einzelnen Indikatoren zur Sicherung der Fortschreibbarkeit.

3.1 Systematische Analyse der DAS

Das Indikatorensystem zur DAS soll Beiträge zur Erfolgskontrolle von Anpassungsmaßnahmen liefern und muss sich daher so eng wie möglich an der Formulierung von Zielen und an den Maßnahmen orientieren, die in der DAS als bereits in Umsetzung beschrieben oder für die Umsetzung empfohlen werden. Die DAS ist ein politisches Dokument, das aus einem umfangreich angelegten fachlichen Konsultationsprozess und einer intensiven politischen Diskussion hervorgegangen ist.

Das Dokument ist in seinem zentralen Kapitel 3 (Was sind die Folgen? – Was kann getan werden?) in die 13 Handlungsfelder und die beiden Querschnittsthemen gegliedert. Innerhalb der einzelnen Handlungsfelder erfolgt keine systematische Gliederung in die Beschreibung der Klimaauswirkungen und die Darstellung von Handlungsoptionen. Daher wurde zu Beginn des Beratungsprojekts eine systematische Auswertung der DAS nach den darin beschriebenen Klimawirkungen und den genannten Maßnahmen bzw. Maßnahmenoptionen vorgenommen, um die Bezugspunkte für das Indikatorensystem klar herauszuarbeiten.

Bei der Zusammenschau der Analyseergebnisse wurde deutlich, dass die in der DAS angesprochenen Wirkungen und Maßnahmen zum einen nur unvollständig das Spektrum der in der Fachdiskussion befindlichen Teilthemen widerspiegeln. Zum anderen sind Verbindungen zwischen den in der DAS angesprochenen Wirkungen und den Maßnahmen nicht immer klar erkennbar. Zahlreiche Hinweise auf mögliche Handlungen sind eher übergeordnet und legen keine konkret formulierbare und umsetzbare Maßnahme nahe. Vor diesem Hintergrund wurde entschieden, der Systematisierung des DAS-Indikatorensystems eine umfangreichere Literaturrecherche zum Themenfeld Klimawirkungen und Anpassungsmaßnahmen zugrunde zu legen (s. Kap. 3.2).

3.2 Strukturierung der Handlungsfelder

Die Thematik Klimaanpassung ist ein vergleichsweise neues Thema und die Entwicklung neuer wissenschaftlicher Erkenntnis verläuft hoch dynamisch. Für das DAS-Indikatorensystem leitet sich daraus 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 ergeben, müssen gekennzeichnet werden, und es muss deutlich werden, welche wichtigen Teilthemen nicht indiziert werden können.

Mit dem Ziel, die einzelnen Handlungsfelder der DAS möglichst vollständig und in sich strukturiert nach Wirkungen und Maßnahmen abzubilden, wurde im Rahmen des Beratungsprojekts eine Literaturrecherche durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Literaturrecherche wurden durch Expertengespräche (bilaterale Gespräche oder Kleingruppensitzungen, s. auch Kap. 5) ergänzt.

Die im Rahmen der Recherchen und Gespräche gesammelten (bereits beobachteten oder projizierten) Wirkungen und (umgesetzten oder vorgeschlagenen) Maßnahmen wurden als „Unterpunkte“ in einem ersten Schritt den Handlungsfeldern der DAS sowie der Impact- und Response-Ebene zugeordnet. Die Unterpunkte sind in der Literatur entweder mit konkreten beobachteten oder modellierten Daten belegt, oder es handelt sich um qualitative Beschreibungen oder Einschätzungen.

Bei der Dokumentation der Wirkungen auf der Impact-Ebene wurde bewusst nicht zwischen beobachteten bzw. beobachtbaren und modellierten bzw. projizierten Wirkungen unterschieden, denn

- auch beobachtete Wirkungen lassen sich keineswegs immer eindeutig Klimaveränderungen zuordnen, und
- viele der heute diskutierten Vorsorgemaßnahmen beziehen sich nicht (nur) auf bereits beobachte Wirkungen und Wirkungstrends, sondern werden mit Blick auf projizierte Wirkungen für die Umsetzung empfohlen.

Insbesondere die in der Literatur recherchierten Impacts wurden für die Dokumentation keiner Selektion unterworfen. Das bedeutet, es wurden auch Impacts in Form von Unterpunkten festgehalten, die in der Fachwelt durchaus kontrovers diskutiert werden.

Für die Response-Ebene wurden alle in der recherchierten Literatur genannten Maßnahmen dokumentiert, unabhängig davon, ob sie fachlich und / oder politisch umstritten sind. Für die Auswahl der letztendlich zu indizierenden und damit auch im Bericht zur Anpassung vorgestellten Maßnahmen ist dann allerdings entscheidend, dass die Maßnahme breite fachliche Akzeptanz genießt und im Einklang mit den Nachhaltigkeitsgrundsätzen steht.

In einem zweiten Schritt wurden diese Unterpunkte zu so genannten „thematischen Teilaspekten“ gruppiert und diese dann im dritten Schritt den „Indikationsfeldern“ zugeordnet (s. Abb. 2).

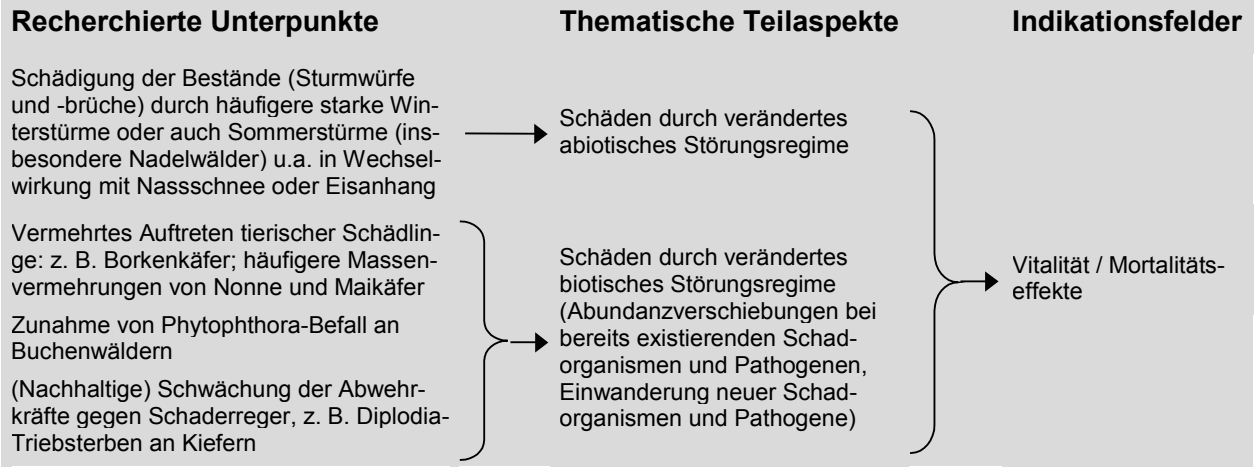


Abb. 2: Beispiel für das Vorgehen bei der Bildung der Indikationsfelder am Beispiel des Handlungsfelds „Wald und Forstwirtschaft“

Pro Handlungsfeld sollte aus dieser Zuordnung eine überschaubare Anzahl von Indikationsfeldern hervorgehen. Zur Systematik der Festlegung der Indikationsfelder s. im Detail SCHÖNTHALER et al. 2010.

Ein Indikationsfeld repräsentiert definitionsgemäß mehrere Indikandi, also Tatbestände, die sich bei entsprechender Datenverfügbarkeit in ihrem Zustand oder ihrer Entwicklung mit Indikatoren abbilden lassen. Jedes Indikationsfeld steckt damit einen thematischen Rahmen ab und bildet die „Überschrift“ für ein Set thematisch „verwandter“ Indikatoren. Die Festlegung der Indikationsfelder dient im Wesentlichen der Fokussierung des Suchprozesses nach geeigneten Indikatoren. Bereits auf der Ebene der Indikationsfelder lassen sich nachvollziehbar Schwerpunktsetzungen für das Indikatorensystem festlegen, d. h. als weniger relevant erachtete Indikationsfelder können frühzeitig von der Diskussion um konkrete Indikatoren ausgeschlossen werden.

Bei der Systematisierung der Handlungsfelder wurde deutlich, dass es zahlreiche thematische Schnittstellen zwischen den Handlungsfeldern gibt (s. Tab. 1). Insbesondere mit Blick auf die spätere Berichterstattung muss klar sein, welche thematischen Teilaspekte primär welchem Handlungsfeld zugeordnet werden, wobei Querverweise zwischen den Handlungsfeldern klar zu kennzeichnen sind. Die jeweilige Ausgestaltung der einzelnen Schnittstellen war auch Gegenstand intensiver Diskussionen im Rahmen der verschiedenen Expertengespräche. Wo es möglich war, wurde die primäre Zuordnung in Abhängigkeit von (behördlichen) Zuständigkeiten festgelegt. Die DAS selbst trifft hier mit ihren Zuordnungen nicht in allen Fällen klare Vorgaben.

Über die für die einzelnen Handlungsfelder festgelegten Indikationsfelder und thematischen Teilaspekte und die diesen zuordenbaren Indikatoren wird in Kap. 6 und den zugehörigen Unterkapiteln ein vollständiger Überblick gegeben.

Tab. 1: Beispiele für Schnittstellen zwischen den Handlungsfeldern der DAS

	Handlungsfelder der DAS, z. B.: / Unterpunkte oder thematische Teilaspekte	Menschliche Gesundheit	Bauwesen	Wasser	Boden	Biologische Vielfalt	Landwirtschaft	Wald und Forstwirtschaft	Fischerei	Energiewirtschaft	Finanzwirtschaft	Verkehr
I	Verbreitung eingeschleppter Arten mit hohem Allergiepotenzial der Pollen (z. B. Ambrosia)	■				■						
I	Verbreitung und Abundanzveränderung von möglichen Vektoren	■					■					
I	Veränderung von Zeitpunkt und Umfang von Planktonblüten (stehende Gewässer)	■		■		■						
I	Veränderung der Abundanz von fischereilich relevanten Arten					■			■			
I	Erwärmung der Gewässer durch Kühlwasser-einleitung			■						■		
I	Häufung von Abflussextremen (Hoch- und Niedrigwasser)			■						■		■
R	Erosionsschutz				■		■					
I = Impacts, R = Responses												

3.3 Priorisierung der Indikationsfelder

In Anbetracht der 15 Handlungsfelder bzw. Querschnittsthemen und einer (trotz der thematischen Gruppierung noch immer) großen Anzahl von mehr als 200 Impact- und Response-Indikationsfeldern einerseits und dem Anspruch andererseits, ein überschaubares Indikatorensystem mit nicht mehr als 100 bis 120 Indikatoren zu generieren, musste eine nachvollziehbare Eingrenzung von Indikationsfeldern vorgenommen werden. Für diese sollte im weiteren Arbeitsprozess prioritär nach möglichen Indikatoren recherchiert werden.

Diese Priorisierung wurde bereits im Beratungsprojekt vorgenommen. Sie bildete die Grundlage für alle weiteren Indikatorenarbeiten im F+E-Vorhaben. Priorisiert wurden lediglich Indikationsfelder der Impact-Ebene. Auf der Response-Ebene bot sich eine Priorisierung der Indikationsfelder nicht an. Hier bestand die große Herausforderung darin, überhaupt (Einzel-) Maßnahmen zu identifizieren, die bereits umgesetzt werden und für die Daten (zur Beschreibung des Umsetzungsprozesses oder zu dessen Ergebnissen) verfügbar sind.

Weder die Arbeiten im Beratungsprojekt noch die im F+E-Vorhaben konnten sich auf einen bereits priorisierten Maßnahmenkatalog beziehen. Die DAS enthält keine systematische Zusammenstellung von Maßnahmen und damit auch keine Priorisierung. Der APA konnte aufgrund seiner späten Veröffentlichung im Projektverlauf nicht mehr für die Maßnahmenauswahl berücksichtigt werden. Er beinhaltet aber in überwiegendem Maße auch Maßnahmen in Verantwortung des Bundes, die wenig operativ ausgerichtet sind.

Die Arbeiten zur Response-Ebene konzentrierten sich vor diesem Hintergrund zum einen auf bereits in Umsetzung befindliche Maßnahmen, die (s. auch Kap. 2.3)

- zum Zwecke der Anpassung ergriffen wurden bzw. werden (autonom oder nicht autonom) bzw. stark von Anpassungszielen motiviert sind (z. B. Anbau wärmeliebender landwirtschaftlicher Kulturpflanzen),
- ursprünglich aus anderer Motivation ergriffen wurden, aber den Anpassungsprozess unterstützen können (z. B. Waldumbau),
- grundsätzliche strukturelle Entwicklungen befördern, die auch mit Blick auf die Anpassung in die richtige Richtung gehen (z. B. Dezentralisierung in der Energieversorgung).

Zum anderen wurden Experteninformationen und -einschätzungen aufgenommen, die im Rahmen von Kleingruppensitzungen und bilateralen Gesprächen in strukturierter, wenn auch nicht systematisierter Weise zusammengetragen wurden.

Zu methodischen Details des Priorisierungsvorgangs über Kriterien und Expertengespräche wird hier auf die Ausführungen in SCHÖNTHALER (et al. 2010) verwiesen. Die Ergebnisse der Priorisierung sind in Anhang 2 und Kap. 5 dargestellt.

3.4 Entwicklung von Indikationsideen und Ableitung von Indikatoren

Für die priorisierten Indikationsfelder der DAS-Handlungsfelder und für die Indikationsfelder der Response-Ebene wurden aus vertiefenden Literatur- und Datenrecherchen erste Indikationsideen tabellarisch zusammengestellt und dokumentiert. Auf der Grundlage der Indikationsideen wurden dann Expertengespräche geführt, um diese zu konkreten Indikatoren weiterzuentwickeln. Für diese Weiterentwicklung von Indikationsideen und Indikatoren waren folgende Kriterien entscheidend:

- Aussagefähigkeit und Interpretierbarkeit des Indikators mit Blick auf die Klimawirkungs- und Anpassungsthematik,
- Datenverfügbarkeit (möglichst bundesweit und kontinuierlich),
- Verständlichkeit für die Zielgruppe,
- Verantwortlichkeiten für die Indikatorenberechnung (grundsätzlich sollten sich in den beteiligten Ressorts die Zuständigkeiten für die Datenbereitstellung und möglichst auch für die Berechnung der Indikatoren festlegen lassen).

Für die Diskussion und Entwicklung der einzelnen Indikatoren wurde ein umfangreicher fachlicher Konsultationsprozess durchgeführt. Er führte letztendlich zur Beteiligung von mehr als 250 Personen aus Behörden des Bundes und der Länder, aus Verbänden, Hochschulen und Unternehmen. Die Konsultation erfolgte im Falle einiger Handlungsfelder im Rahmen von Kleingruppen. Für andere Handlungsfelder wurden aufgrund des breiten Spektrums der innerhalb des Felds zu bearbeitenden Themen zahlreiche bilaterale Gespräche geführt. Alle Gespräche hatten zum Ziel, das bestehende Expertenwissen und die erreichten Zwischenergebnisse von Arbeiten ähnlicher Zielrichtung in der Verwaltung und Wissenschaft in die

Indikatorenentwicklung einzubinden (zu weiteren Details des Konsultationsprozesses s. Kap. 5).

Die aus dem Konsultationsprozess resultierenden fachlichen Indikatorenvorschläge sind wie folgt kategorisiert:

- Hauptindikatoren: Hierunter werden diejenigen Indikatoren verstanden, die für die textliche und grafische Darstellung im DAS-Indikatorenbericht (vorbehaltlich der noch abzuschließenden fachlichen und der noch ausstehenden politischen Abstimmungen) vorgeschlagen werden.
- Teilindikatoren: Indikatoren können sich aus mehreren Teilindikatoren zusammensetzen, die dann im DAS-Indikatorenbericht in einer einzigen Grafik zusammengefasst dargestellt werden. Für Teilindikatoren werden unterschiedliche Berechnungsvorschriften definiert.
- Fallstudien: Das sind Indikatoren, die sich derzeit aufgrund der Datenverfügbarkeit noch nicht für ganz Deutschland berechnen lassen. Um als Fallstudie tituliert zu werden, bedarf es aber in jedem Falle der Perspektive, dass Daten in Zukunft bundesweit für einen regelmäßig fortschreibbaren Indikator zur Verfügung gestellt werden können.
- Varianten: Indikatorvarianten können beschrieben werden, wenn die abschließende Entscheidung zur Indikatorenformulierung noch nicht getroffen werden konnte oder für die weitere fachliche Diskussion und politische Abstimmung mehrere Varianten angeboten werden sollen. Indikatorvarianten sind stets Varianten zur Berechnung oder auch Darstellung eines Indikators. Es werden darunter keine grundsätzlich anderen Indikator-Alternativen verstanden.
- Zusätze: Unter Indikatorenzusätzen werden zusätzliche Datenauswertungen verstanden, die zur Interpretation und Präsentation eines Indikators Zusatzinformationen bereitstellen können. Sie sind nicht für eine grafische Darstellung im Indikatorenbericht gedacht, können aber für die textlichen Ausarbeitungen in den Berichten hilfreiche und sinnvolle Ergänzungen liefern.

3.5 Dokumentation der Indikatoren und Datenquellen

Sobald in den Expertenrunden Indikationsideen identifiziert werden konnten, die sich für eine vertiefende Diskussion bis zur Präzisierung konkreter Indikatoren anboten, wurden so genannte Indikatoren-Factsheets und Daten-Factsheets ausgearbeitet.

Für die Dokumentation von Indikatoren und Datensätzen gibt es auf internationaler Ebene zahlreiche Vorschläge bzw. etablierte Praktiken. Die Standards sollen sowohl das Auffinden von Datensätzen als auch deren Weitergabe (z. B. von der nationalen auf die europäische Ebene) unter Zulieferung möglichst vollständiger und transparenter Informationen ermögli-

chen. Zu diesen Standards und Initiativen zur Standardisierung gehören u. a. die ISO 19115[2] (Geographic Information – Metadata) und die Dublin Core Metadata Initiative (DCMI), die zur Entwicklung des Dublin Core Standard[3] bzw. der ISO 15836 (2003) zur Metadatendokumentation geführt hat. Standards hat darüber hinaus die EEA vorgegeben (u. a. EEA 2003a, EEA 2003b, JRC 2010), die auf europäischer Ebene Daten der EU-Mitgliedsstaaten zusammenführt und auf vollständige Metadateninformationen angewiesen ist, um Grenzen und Möglichkeiten der Harmonisierbarkeit der zugelieferten Daten einschätzen zu können (s. Core Set of Indicators: http://themes.eea.europa.eu/IMS/CSI).

Aus der Sichtung der o.g. Standardisierungen und Vorerfahrungen der Auftragnehmer aus der Indikatoren-Dokumentation wurden ein Indikatoren-Factsheet (s. Kap. 3.5.1) und ein Daten-Factsheet (s. Kap. 3.5.2) entwickelt.

3.5.1 Indikatoren-Factsheets

Die Indikatoren-Factsheets haben zum Ziel:

- den Indikator eindeutig zu betiteln,
- die Auswahl des Indikators im Einzelnen zu begründen,
- die Einordnung des Indikators in die Systematik des Indikatorensystems offen zu legen,
- die Reproduzierbarkeit der Berechnung sicherzustellen (hierzu bedarf es einer eindeutigen Berechnungsvorschrift und der Angabe der zu nutzenden Datenquelle),
- die Stärken und Schwächen des Indikators deutlich zu machen (wo gibt es Probleme mit der Interpretierbarkeit, der Datenverfügbarkeit oder der Verständlichkeit etc., worin liegen die spezifischen Chancen des Indikators),
- begriffliche Klärungen vorzunehmen,
- zu dokumentieren, ob sich der Indikator unmittelbar umsetzen lässt oder ob weitere Entwicklungsschritte erforderlich sind.

Die Indikatoren-Factsheets waren Medium zum Informationsaustausch zwischen den Projektbearbeitern und den in die Diskussion eingebundenen Experten. Mithilfe der darin enthaltenen Informationen über den jeweiligen Indikator gelang es, ein gemeinsames Verständnis herauszuarbeiten und den Indikator immer weiter zu präzisieren.

---

[2] Die ISO 19115 "Geographic Information – Metadata" definiert einen international gültigen Standard zur Beschreibung digitaler, geographischer Daten und zugehöriger Dienstleistungen. Mit dieser Norm soll es ermöglicht werden, Geodaten anhand von Metadaten so zu beschreiben, dass damit ihre Eignung für bestimmte Anwendungszwecke beurteilt, oder auch sinnvolle Präsentations- und Verarbeitungsmethoden abgeleitet werden können. Das Schema der ISO 19115 beinhaltet u. a. Informationen über den Inhalt, räumlich-zeitliche Bezüge, Datenqualität, Datenzugangsmöglichkeit oder Nutzungsrechte.

[3] The Dublin Core Metadata Initiative (DCMI) ist eine Organisation, die sich der Entwicklung und Verbreitung dialogfähiger und kompatibler Metadaten Standards widmet. Sie entwickelt einen spezialisierten Wortschatz und Definitionen zur Beschreibung von Metadaten, um die Dokumentation zu standardisieren und die Auffindung von Daten zu erleichtern. Ergebnis der Arbeiten sind u. a. die so genannten „fifteen element descriptions“ (http://dublincore.org/documents/dces/#ISO15836), die in der Formulierung der ISO15836 aufgegangen sind.

Die detaillierte Ausarbeitung der Indikatoren ist zwar relativ zeitaufwändig, es entstehen aber auf diesem Wege Dokumentationen, auf die sich eine Fortschreibung der Indikatorwerte (im Turnus der Fortschreibung des Indikatorenberichts) und ggf. auch der Indikatoren selbst stützen kann. Die Indikatoren-Factsheets sind „stabile“ Dokumente. Sie selbst bedürfen nur dann einer Fortschreibung, wenn sich Berechnungsvorschriften oder Datenquellen ändern oder aufgrund neuer Erkenntnisse Begründungen oder auch Stärken- und Schwächen-Analysen angepasst werden müssen.

Die nachfolgenden Ausführungen dienen einer Erläuterung zur Belegung der einzelnen Felder des Indikatoren-Factsheets.

Ersteller des Factsheets:	*Name und Institution des Factsheet-Erstellers, Mitwirkende z. B. aus den Kleingruppen*	**Datum der letzten Aktualisierung:**	*Datum*
		Nächste Fortschreibung:	*Datum und Anlass einer voraussichtlichen Fortschreibung (z. B. wenn in den einzelnen Ressorts Weiterentwicklungen im methodischen Bereich oder in der Datenerhebung absehbar sind)*

I Beschreibung

Interne Nr. *Nummer im DAS-Indikatorensatz nach der folgenden Konvention:* *FW-I-1* ← *durchlaufende Nr. innerhalb der Kategorie FW-I* *I = Impacts; R = Responses* *Kürzel für Handlungsfeld*	**Titel:** *Kurztitel des Indikators („Listentitel“)* *Falls es sich um eine Fallstudie handelt, wird dies hier bereits dokumentiert (unter Nennung des Raums, für den der Indikator berechnet werden kann; z. B. Fallstudie für Hessen)*
Einheit: *Einheit, für die der Indikator berechnet wird* *(inkl. abweichende Einheiten für Teilindikatoren, Indikator-Varianten und Indikator-Zusätze)*	**Kurzbeschreibung des Indikators:** *Langtitel des Indikators*
	Berechnungsvorschrift: *Mathematische Formel zur Berechnung des Indikators, sofern es sich nicht um eine einfache Übernahme von Daten handelt oder der Indikatorenberechnung komplizierte Rechenvorschriften zugrunde liegen, die in separaten Dokumenten festgehalten werden müssen.* *Berechnungsvorschriften für Teilindikatoren, Indikator-Varianten und Indikator-Zusätze werden separat aufgeführt.*
Interpretation des Indikatorwerts:	*Als Hilfestellung zur Interpretation insbesondere komplex berechneter Indikatoren oder von Indikatoren ohne Maßeinheit;* *Erläuterung, in welche Richtung hohe oder niedrige Indikatorenwerte weisen (dieses Feld trifft keine Vorgaben für eine inhaltliche Interpretation oder Bewertung des Indikators!). Für Teilindikatoren und Indikator-Varianten werden hier separate Aussagen getroffen.*

II Einordnung

Handlungsfeld:	*Angabe des Handlungsfelds der DAS, dem der Indikator zugeordnet wird (ist der Indikator für mehrere Felder gleichermaßen relevant (s. Tab. 1), werden hier und in den beiden unten stehenden Feldern mehrere Angaben gemacht).*	Beobachtbare Wirkung	Risiko (Empfindlichkeit, Vulnerabilität)	Maßnahmen	Status quo	Entwicklung
Indikationsfeld:	*Angabe des Indikationsfelds, dem der Indikator zugeordnet wird*					
Thematischer Teilaspekt:	*Angabe des thematischen Teilaspekts, dem der Indikator zugeordnet wird*					
DPSIR:	*Einordnung des Indikators in die DPSIR-Systematik. Da das DAS-Indikatorensystem auf die Kategorien Impacts und Responses fokussiert, wird hier auf eine der beiden Kategorien verwiesen. Bei einer möglichen Erweiterung des Indikatorensystems lassen sich aber auch Indikatoren anderer Kategorien einfügen. Die Kategorisierung orientiert sich an der für das Projekt entwickelten Interpretation des DPSIR-Ansatzes (s. Abb. 1).*	*Ankreuzen, ob es sich bei einem Impact-Indikator um einen Indikator handelt, der eine konkret beobachtbare Wirkung beschreibt, oder um einen Indikator, der aktuelle oder auch projizierte Empfindlichkeiten oder Vulnerabilitäten beschreibt (s. Kap. 2.4).*		*Ankreuzen, wenn es sich um einen Response-Indikator handelt*	*Ankreuzen, wenn es sich um einen Indikator handelt, bei dem sich auch der Absolutwert eines einzelnen Jahres (z. B. vor dem Hintergrund eines Grenz- oder Zielwerts) interpretieren lässt*	*Ankreuzen, wenn es sich um einen Indikator handelt, der eine zeitliche Entwicklung beschreibt (dies ist üblicherweise der Fall)*

III Herleitung und Begründung

Referenzen:	*Angabe, ob der Indikator in anderen Indikatorensystemen enthalten ist oder bereits in Berichterstattungen (bevorzugt zum Thema Anpassung) aufgenommen ist. Primär wird hier auf nationale Systeme verwiesen.*
Begründung:	*Darstellung des Ursache-Wirkungszusammenhangs, in dem der Indikator zum Klimathema steht und Beschreibung der „Indikationsleistung“.* *Ist der Indikator für mehrere Handlungsfelder relevant (s. Tab. 1), kann es hier erforderlich sein, den Indikator aus dem Blickwinkel unterschiedlicher Handlungsfelder zu begründen.*
Rechtsgrundlagen, Strategien:	*Konkrete Benennung von Gesetzen, Programmen, Strategiepapieren, in denen Ziele genannt sind, die im inhaltlichen Zusammenhang mit dem Indikator stehen.*
Ziele:	*Hinweis auf Ziele (Qualitäts- oder Handlungsziele), die in den o.g. Dokumenten genannt sind und die als Maßstab zur Bewertung der Indikatorenwerte herangezogen werden können (mit genauem Nachweis des Paragraphen, Kapitels oder der Seitenzahl).*
Berichtspflichten:	*Hinweis auf Berichtspflichten, zu deren Erfüllung der Indikator bereits einen Beitrag leistet oder leisten kann.*

IV Technische Informationen

Datenquelle:	*Nachweis der Datenquelle, aus der die Daten zur Berechnung des Indikators stammen.*	
Räumliche Auflösung:	*Angabe des räumlichen Bezugs des Indikators und ob für den Indikator Flächen-, Linien- oder Punktwerte berechnet werden* *(Vorsicht: die räumliche Auf-*	**NUTS** *Wenn für den Indikator flächenhaft gültige Werte berechnet werden, möglichst Angabe der NUTS-Ebene, für die die Darstellung der Indikatorwerte erfolgt.* *Die Definitionen der NUTS-Ebenen lauten wie folgt:* *NUTS 0 Deutschland*

	lösung des Indikators entspricht nicht zwangsläufig der Auflösung, in der die Daten zur Verfügung stehen)	*NUTS 1 Bundesländer* *NUTS 2 Bezirke* *NUTS 3 Landkreise* *LAU 1 Gemeindeverbünde (z. B. Verwaltungsgemeinschaften)* *LAU 2 Gemeinden* *I. d. R. wird – aufgrund der Zielsetzung des Indikatorensystems - der Indikator für die NUTS 0-Ebene berechnet und dargestellt.*
Geographische Abdeckung:	*Raum, für den der Indikator berechnet werden kann (z. B. ganz Deutschland oder nur einzelne Bundesländer oder Teilräume derselben; falls Letzteres der Fall ist: konkrete Benennung der Bundesländer oder Teilräume)*	
Zeitliche Auflösung:	*Zeitliche Auflösung, in der der Indikator sinnvoller Weise berechnet werden soll, um die gewünschten Entwicklungen abbilden zu können (Vorsicht: die zeitliche Auflösung des Indikators entspricht nicht zwangsläufig der Auflösung, in der die Daten zur Verfügung stehen)*	
Beschränkungen:	*Angaben zu Datengeheimhaltungsvorschriften oder anderen (rechtlichen, nicht inhaltlichen !) Beschränkungen, denen die Berechnung des Indikators unterliegt*	
Verweis auf Daten-Factsheets:	*Angabe der Factsheet-Nummer, in denen die Daten, die zur Berechnung des Indikators erforderlich sind, dokumentiert sind*	

V Qualitative Informationen

Stärken:	*Aussagen zu Stärken der Aussagekraft des Indikators im Hinblick auf die jeweilige Fragestellung.*	
Schwächen:	*Aussagen zu Schwächen der Aussagekraft des Indikators im Hinblick auf die jeweilige Fragestellung. Schwächen können beispielsweise in einer ungenügenden räumlichen und zeitlichen Auflösung der Daten begründet sein oder darin, dass die eigentliche Erhebung der Daten auf andere Fragestellungen hin fokussiert ist / war.*	
Machbarkeit, Entwicklungsbedarf:		*Einstufung des Indikators bezüglich seiner Umsetzbarkeit und Erläuterung bzw. Begründung hierzu:* **1** *1 = Indikator ist auf der Grundlage der verfügbaren Daten (nach politischer Abstimmung) unmittelbar umsetzbar. Methodische Weiterentwicklungen und Verfeinerungen sind aber ggf. möglich.* **2** *2 = Indikator ist auf der Grundlage der verfügbaren oder in Kürze verfügbarer (angekündigter) Daten grundsätzlich umsetzbar, er lässt sich aber nicht ohne zusätzliche Berechnungen unmittelbar aus der Statistik bzw. der verfügbaren Datenquelle heraus berechnen. Eine zeitnahe Umsetzung bis Ende 2013 / Anfang 2014 erscheint wahrscheinlich.* **3** *3 = Für die Berechnung des Indikators gibt es eine Perspektive bzw. konkrete Aussichten, es wurden bisher aber noch keine detaillierten Datensichtungen vorgenommen, bzw. methodische Details müssen noch geklärt werden. Eine Umsetzung bis Ende 2013 / Anfang 2014 erscheint grundsätzlich möglich.* **4** *4 = Die Indikationsidee konnte bereits präzisiert und abgesichert werden, eine konkrete Perspektive für eine Berechnung des Indikators bis Ende 2013 / Anfang 2014 kann aber noch nicht gegeben werden; z. T. müssten erst entsprechende Datenerhebungen stattfinden.* *Handelt es sich um eine Fallstudie (= CS für „Case Study“), wird in diesem Feld* *1) begründet, warum es bislang nur eine Fallstudie geben kann,* *2) welche Perspektiven es für eine bundesweite Darstellung des Indikators gibt.*

VI Zusatz-Informationen

Glossar:	*Erläuterung von Fachbegriffen, die im Indikatorentitel auftauchen oder im Zusammenhang mit der Indikatorenerläuterung eine Rolle spielen*
Weiterführende Informationen:	*Hinweis auf weiterführende Literatur, aus der sich weitere Details zum Indikator entnehmen lassen - vollständige Zitation*

V Darstellungsvorschlag

	Vorschlag für die grafische Darstellung des Indikators (und von Varianten oder Zusätzen des Indikators); die Grafik muss hier nicht regelmäßig mit den neuesten Daten aktualisiert werden. *Über Details zur Form der grafischen Darstellung ist im Zusammenhang mit der Erstellung des indikatorenbasierten Berichts zur DAS noch zu entscheiden. Bei den bisherigen Arbeiten wurde das Konzept verfolgt 1 Indikator => 1 Grafik.*

3.5.2 Daten-Factsheets

Die Daten-Factsheets beinhalten alle relevante Metadaten über die zur Indikatorenberechnung erforderlichen Datensätze. Sie dienen u. a. dem Ziel, die Operationalisierbarkeit des Indikators eindeutig nachzuweisen. Daten-Factsheets dokumentieren keineswegs zwangsläufig auf der Ebene der Rohdaten, sondern können auch auf übergeordneten Ebenen den Nachweis zu den Quellen bereits verarbeiteter Daten führen. Sofern den Indikatoren nicht komplexe (z. B. modellgestützte) Berechnungen zugrunde liegen, vollziehen die Daten-Factsheets im Einzelnen die Indikatorenberechnung nach.

Die Daten-Factsheets sind als einfach handhabbares Medium zum Datenaustausch angelegt. In Abhängigkeit des letztendlich gewählten Organisationsmodells für die Umsetzung der routinemäßigen Berichterstattung zur DAS werden die datenhaltenden Institutionen zur Fortschreibung des DAS-Berichts und der damit verbundenen Fortschreibung der Indikatoren um eine Aktualisierung der Daten in den Daten-Factsheets gebeten werden. Für die Factsheets wurde bewusst ein einfaches Excel-Format gewählt, um eine unkomplizierte Nutzung dieser Dateien sicherzustellen.

Mit dem Ziel einer besseren Übersichtlichkeit wurde entschieden, alle für einen Indikator erforderlichen Datensätze in einer einzigen Excel-Datei zusammenzuführen. Kommen einzelne Datensätze für die Berechnung mehrerer unterschiedlicher Indikatoren zum Einsatz, werden diese in identischer Weise zwangsläufig in mehreren Excel-Dateien geführt. Dieses Modell erleichtert den Datenaustausch, da es bei der Aktualisierung einer Zeitreihe und einer damit verbundenen Datenanfrage an die datenhaltende Institution immer nur des Versands von zwei Dateien bedarf (eines Indikatoren- und eines Daten-Factsheets). In der Zusammenarbeit mit den datenhaltenden Institutionen hat sich der Einsatz der Daten-Factsheets bereits bewährt.

Die nachfolgenden Darstellungen dienen der Erläuterung zur Belegung der einzelnen Felder des Daten-Factsheets.

Der Aufbau der Excel-Datei ist wie folgt strukturiert (s. Abb. 3):

1. Excel-Tabellenblatt: Tabellarische Darstellung der berechneten Indikatorwerte und Grafik zur Darstellung des Indikators (Varianten und Zusätze des Indikators werden in einem separaten nächsten Tabellenblatt dargestellt) – die Zellen der Tabellen sind mit Formeln hinterlegt, welche die Datensätze der folgenden Tabellenblätter zum Indikatorwert verknüpfen; d. h. in dieses Tabellenblatt werden nie Werte direkt eingetragen;

2. Excel-Tabellenblatt: Ergebnisse der Trendanalyse des Indikators (s. Kap. 4); wenn sich der Indikator aus mehreren Datensätzen zusammensetzt, wird für jeden Datensatz eine separates Tabellenblatt mit den Ergebnissen der Trendanalyse angelegt;

3. Excel-Tabellenblatt: Metadaten-Factsheet zur Beschreibung von Datensatz 1, aus dem der Indikator berechnet wird; das Metadaten-Factsheet beinhaltet die in Tab. 2 genannten und beschriebenen Kategorien;

4. Excel-Tabellenblatt: Daten des Datensatzes 1; in dieses Tabellenblatt tragen die datenhaltenden Institutionen ihre Daten bei einer Aktualisierungsanfrage ein;

5. Excel-Tabellenblatt: Metadaten-Factsheet zur Beschreibung von Datensatz 2, aus dem der Indikator berechnet wird (wie oben),

6. Excel-Tabellenblatt: Daten des Datensatzes 2 (wie oben),

etc.

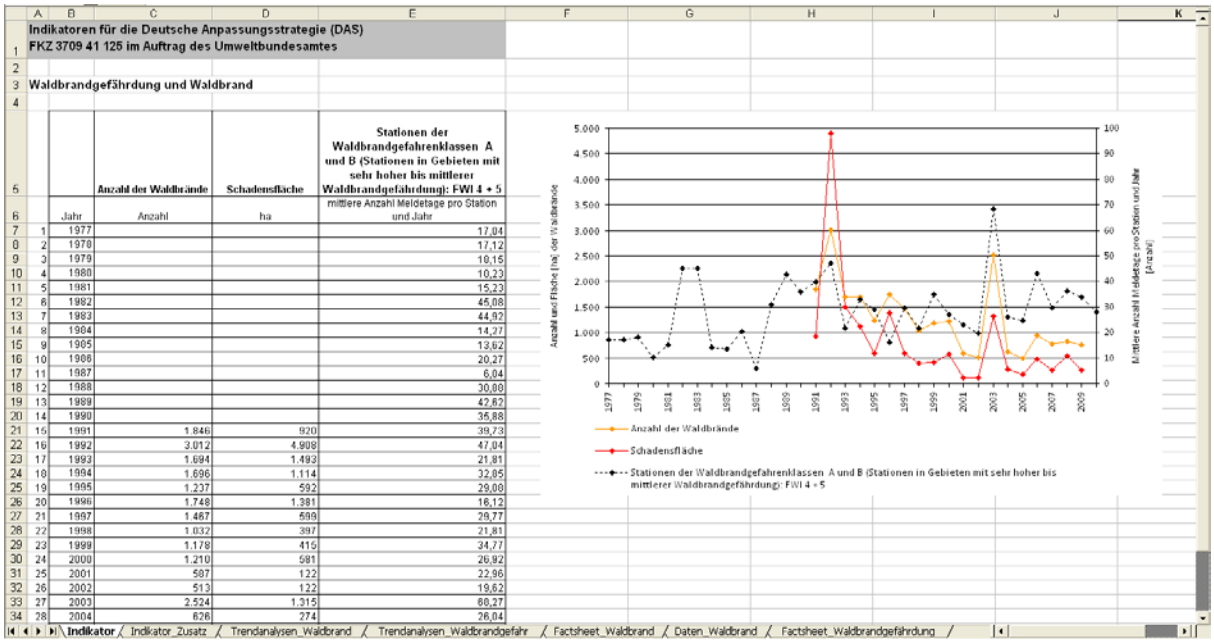
Als Datensatz, der einer separaten Dokumentation bedarf, gilt ein Datensatz, der aus einer definierten Quelle stammt und einen einheitlichen Adressaten als Datenhalter hat.

Tab. 2: Inhalte der Metadatenbeschreibung im Daten-Factsheet

Allgemeine Informationen	
Titel des Datensatzes	*Kurzbezeichnung für den Datensatz*
Datenhalter	*Institution, welche die Daten hält*
Datenquelle	*Erhebungsprogramm oder Statistik, aus der die Daten stammen; wenn es sich um modellierte Daten handelt, wird das an dieser Stelle vermerkt*
Datenabruf	*Institution, bei der die Daten bezogen werden können, oder URL, unter der die Daten im Internet abgerufen werden können; die Angaben erfolgen möglichst detailliert (mit Benennung konkreter Ansprechpersonen und Telefonnummer) bzw. genauer URL-Adresse*
Verantwortlich für Fortschreibung des Factsheets	*Diese Felder wurden im F+E-Vorhaben noch nicht ausgefüllt, da dies vom noch festzulegenden Organisationsmodell für die routinemäßige Umsetzung der DAS-Berichterstattung abhängig sein wird.*
Verantwortlich für Aktualisierung der Daten	
Datum der letzten Aktualisierung	*Datum*
Datum der nächsten Fortschreibung	*Angabe des Datums oder Zeitraums, wann die nächste Aktualisierung der Daten zur Verfügung stehen wird*
Beschreibung	
Einheit	*Einheit, in der die Daten angegeben werden*
Kurzbeschreibung des Datensatzes	*Details zum Datensatz (z. B. wenn sich der Datensatz aus mehreren Teil-Datensätzen zusammensetzt)*
Technische Informationen	
Datenformat	*Format, in dem die Daten abgerufen bzw. vom Datenhalter übergeben werden*
Erhebungsintervall	*Turnus, in dem die Daten aktualisiert werden*

Zeitraum, Zeitpunkt	*Zeitraum, für den die Daten zur Verfügung stehen (ggf. unter Angabe von Einschränkungen, z. B. wenn es Daten erst ab 1991 für die ganze Bundesrepublik gibt)*
Räumliche Auflösung	*NUTS-Ebene, für welche die Daten zur Verfügung stehen und im folgenden Tabellenblatt dokumentiert sind*
Räumliche Abdeckung	*Raum, für den die Daten zur Verfügung stehen (z. B. für ganz Deutschland oder nur für einzelne Bundesländer, die dann im Einzelnen benannt werden)*
Übergaberestriktionen	*Restriktionen rechtlicher, finanzieller oder organisatorischer Art, die den freien Bezug oder die unlimitierte Verwendung der Daten einschränken*
Definitionen	*Definitionen, die es zum Verständnis des Datensatzes braucht*
Sonstige Hinweise	*Ergänzende Hinweise, die zur richtigen Interpretation des Datensatzes erforderlich sind*

Die folgende Abb. 3 zeigt am Beispiel des Indikators „Waldbrandgefährdung und Waldbrand“ (Handlungsfeld „Wald und Forstwirtschaft“) den Aufbau eines Daten-Factsheets. Zu dem Indikator gibt es einen Zusatz, der im 2. Tabellenblatt dargestellt ist. Die beiden Datensätze, aus denen sich der Indikator zusammensetzt, d. h. die Daten des DWD zur Waldbrandgefährdung und die Daten der BLE aus der Waldbrandstatistik, erfordern je ein Tabellenblatt mit den Ergebnissen der Trendanalyse, ein Metadaten-Factsheet und eine Daten-Tabelle.



Indikator-werte | Indikator-zusatz | Ergebnisse der Trend-analysen getrennt für beide Datensätze | Metadaten-Factsheet und Daten für 1. Datensatz | Metadaten-Factsheet und Daten für 2. Datensatz

Abb. 3: Aufbau eines Daten-Factsheets am Beispiel des Indikators „Waldbrandgefährdung und Waldbrand“

4 Bewertung und Trendanalysen

Zur Bewertung der Indikatorwerte wurden im Rahmen des Vorhabens noch keine abschließenden methodischen Vorgaben getroffen. Insgesamt ist das mit der DAS vorgegebene Zielsystem noch lückenhaft bzw. die Zielformulierung zum großen Teil sehr allgemein. Bewertungen mit unmittelbarem Bezug auf die Ziele der DAS sind daher nur bedingt bzw. nicht möglich. Die mit den jeweiligen Indikatoren in Verbindung stehenden Ziele wurden in den Indikatoren-Factsheets im Detail aufgelistet, auch über die Zielsetzungen der DAS hinaus. Außerdem sollen im Rahmen der textlichen Ausarbeitungen im Indikatorenbericht Verweise auf die wichtigsten mit den jeweiligen Indikatoren in Verbindung stehenden Zielen vorgenommen werden.

4.1 Bewertungsverfahren in anderen Indikatorensystemen

Um einen Vorschlag für ein Bewertungsverfahren für die DAS-Indikatoren zu entwickeln, wurden die Indikatorensysteme zur Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie (NHS) und zur Nationalen Biodiversitätsstrategie (NBS) sowie das Indikatorensystem der Länderinitiative Kernindikatoren (LIKI) in den Blick genommen. Es wurden die jeweils angewandten Verfahren sowohl zur Bewertung des Status Quo als auch von Entwicklungen betrachtet.

- **NHS-Indikatoren:**

Die Bewertung der Indikatoren zur NHS basiert primär auf der Festlegung quantitativer Ziele. Für 23 der 29 Indikatoren wurden konkrete Zielwerte angegeben. Zusätzlich wird für die Datenpunkte der letzten fünf Jahre eine Trendberechnung vorgenommen. Deren Ergebnisse führen zur Zuordnung der Indikatoren in die folgenden vier Bewertungsklassen:

- Zielwert des Indikators ist erreicht oder verbleibende „Wegstrecke“ würde [bei Fortsetzung der aktuellen Entwicklung] bis zum Zieljahr bewältigt (Abweichung weniger als 5 %).
- Indikator entwickelt sich in die richtige Richtung, aber im Zieljahr verbliebe bei unveränderter Fortsetzung der durchschnittlichen jährlichen Entwicklung noch eine Wegstrecke von 5 bis 20 % bis zur Erreichung des Zielwerts.
- Indikator entwickelt sich in die richtige Richtung, aber im Zieljahr verbliebe bei unveränderter Fortsetzung der durchschnittlichen jährlichen Entwicklung noch eine Wegstrecke von mehr als 20 % bis zur Erreichung des Zielwerts.
- Indikator entwickelt sich in die falsche Richtung, Wegstrecke zum Ziel würde sich bei unveränderter Fortsetzung der durchschnittlichen jährlichen Entwicklung weiter vergrößern.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Bewertung für Indikatoren, für die keine signifikanter Trend ermittelt werden konnte und für die keine quantitativen Ziele festgelegt sind, mit mehr oder weniger großen Unsicherheiten behaftet ist (StBA 2010).

Die Bewertungsergebnisse werden in Form von Sonnen-, Wolken- und Gewitterwolken symbolisiert. Die Zielwerte sind in den Indikatorengrafiken mit abgetragen. Die Ergebnisse der Trendanalysen sind nur bei der tabellarischen Zusammenstellung aller Indikatoren am Ende des Berichts wiedergegeben.

- **NBS-Indikatoren:**

Auch für die NBS-Indikatoren wurden soweit möglich quantitative Zielwerte definiert, mit denen sich der aktuelle Status des Indikatorwerts anhand seiner Zielerreichung bewerten lässt. Dabei wurden vier Kategorien beschrieben (Zielerreichungsgrad ≥ 90%, 80 bis < 90%, 50 bis > 80% und < 50%). Zusätzlich wurden für Zeitreihen von 10 Jahren (unter Nutzung der letzten 11 Datenpunkte) auch Trends nach dem statistischen Verfahren des Rangkorrelationskoeffizienten nach *Spearman* berechnet (BMU 2010) und die Ergebnisse im Indikatorenbericht dargestellt.

Bei den NBS-Indikatoren wird in vereinfachter Weise ein statistisch signifikanter Trend (ob steigend oder fallend) als grüner aufsteigender Pfeil gekennzeichnet, wenn die Entwicklung hin zum Ziel bzw. Zielwert gerichtet ist, als roter absteigender Pfeil, wenn sich der Indikator vom Ziel bzw. Zielwert weg bewegt. Sind keine Trendangaben möglich, wird dies mit einer grauen Wellenlinie abgebildet. Die Bewertung des Zielerreichungsgrads wird separat mit grünen Plus- und roten Minuszeichen verdeutlich. Beide Symbolinformationen werden in Verbindung mit der Indikatoren-Grafik im Indikatorenbericht dargestellt.

- **LIKI-Indikatoren:**

Für die Trendberechnung zu den LIKI-Indikatoren wurde in Zusammenarbeit der LIKI mit dem Arbeitskreis der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen der Länder (AK UGRdL) in den letzten Jahren ein statistisches Verfahren entwickelt, das erstmalig eine objektivierte länderübergreifende Darstellung von Status und Trend der Indikatoren erlaubt. Für die Ausarbeitung des Verfahren war der Landesbetrieb Information und Technik NRW (IT NRW) für LIKI und den AK UGRdL verantwortlich. Die Trendanalyse erfolgt nach einer Methode aus dem Gebiet der Zeitreihenanalysen namens auto-regressives Fehlermodell der ersten Ordnung („First Order Autoregressive Error Model“ - FOAEM), die an die besonderen Eigenschaften der Umweltindikatoren angepasst wurde. Als standardisierter Bewertungszeitraum werden dabei grundsätzlich die letzten 10 Jahre herangezogen. Mindestens sieben Werte müssen in diesem Zehnjahreszeitraum zur Verfügung stehen (BLAG KLiNa 2010). Details zur Methodik sind allerdings bisher noch nicht veröffentlicht.

Für die Statusanalyse kann LIKI auf der Basis der Länderdaten mit Benchmarkings arbeiten. Die Länder werden dabei in drei Bereiche eingeordnet: „im oberen Bereich“ bedeutet, dass das bewertete Bundesland im vorderen 25%-Bereich der durch den besten und schlechtesten Wert aufgespannten Skala des Indikators liegt; „im mittleren Bereich“ liegt das Bundesland über dem 25%-Bereich, aber unter dem 75%-Bereich der Wertespanne des Indikators; bei der Bewertung „im unteren Bereich“ liegt der aktuelle Indikatorenwert des Bundeslands im letzten Viertel der Wertespanne des Indikators (BLAG KLiNa 2010). Ein solches

Benchmarking scheidet für das DAS-Indikatorensystem aus, da Ländervergleiche explizit nicht gewünscht sind.

Bei LIKI werden statistisch signifikante Trends mit einem nach oben gerichteten Pfeil für einen steigenden Trend und einen nach unten gerichteten Pfeil für einen fallenden Trend symbolisiert. Das Ergebnis der Trendbewertung wird farbig visualisiert. Die nach oben und unten gerichteten Pfeile sind grün gefärbt, wenn die Entwicklung als positiv einzuschätzen ist und rot gefärbt, wenn die Entwicklung als negativ einzuschätzen ist. Liegt kein Trend vor, wird dies durch einen gelben waagerechten Pfeil symbolisiert. Die Ergebnisse der Statusbewertung werden mit farbigen Kästchen in unterschiedlichen Blautönen abgebildet.

4.2 Vorschlag für ein Bewertungsverfahren für die DAS-Indikatoren

Für eine Statusbewertung der DAS-Indikatoren stellt sich das bereits beschriebene Problem, dass es bisher noch an der Festlegung quantitativer Ziele fehlt, es sei denn, Indikatoren wurden aus anderen Indikatorensystemen übernommen, für die eine solche Zielfestlegung bereits stattgefunden hat. Eine quantitative Statusbewertung der Indikatorwerte ist daher aus derzeitiger Sicht für die DAS nicht bzw. in nur sehr beschränktem Maße (z. B. qualitativ) möglich.

Der Schwerpunkt der Bewertung wurde daher auf die Entwicklungen gerichtet, d. h. es wurde eine Trendanalyse vorgenommen. Für die einheitliche Trendberechnung der Indikatoren wurde im Rahmen des Vorhabens in Zusammenarbeit mit dem Statistischen Beratungslabor der LMU München ein methodischer Vorschlag ausgearbeitet, der im folgenden Kap. 4.3 beschrieben ist.

Die Herausforderungen, die für die Trendanalyse aus den stark unterschiedlich langen Zeitreihen der DAS-Indikatoren erwachsen, konnten noch nicht systematisch angegangen werden. Wie jetzt bereits absehbar ist, wird es erhebliche Differenzen bezüglich der Frequenzen geben, mit denen sich die DAS-Indikatoren berechnen lassen. In einigen Fällen sind jährliche Aktualisierungen möglich. In anderen vollziehen sich Veränderungen langsamer und Datenerhebungen finden u. a. deshalb nur in größeren Zeitabständen statt. Vereinfachend, aber in Abweichung von den in den anderen Indikatorensystemen eingesetzten Trendberechnungsverfahren wurden die Trends in einem ersten Schritt für die gesamte verfügbare Zeitreihe der DAS-Indikatoren ermittelt. Trends wurden immer dann berechnet, wenn mindestens sechs Datenpunkte zur Verfügung standen. Im Projektverlauf gab es immer wieder Hinweise, dass Indikatoren, die Klimawirkungen und Anpassungsmaßnahmen abbilden sollen, für Trendberechnungen mindestens 30-jähriger Datenreihen bedürfen. Soll das DAS-Indikatorensystem aber als System der Politikberatung fungieren, sind diese Zeiträume zu lang. Die Empfehlung lautet daher, Trendberechnung auch an deutlich kürzeren Datenreihen vorzunehmen. In diesem Zusammenhang wird explizit noch einmal darauf hingewiesen, dass die DAS-Indikatoren nicht dem Ziel dienen, Nachweise für Ursache-Wirkungsbeziehungen zu erbringen, sondern Entwicklungen, die mit dem Klimawandel in Zusammenhang gebracht werden, abzubilden.

In Ergänzung der Zielrecherche und Trendanalyse konnten außerdem die Experten, die in die Indikatorenentwicklung eingebunden waren, Richtungsweisungen zur Interpretation und Bewertung von Status und Entwicklung der Indikatoren geben, die z. T. in ihrer Aussagekraft auch über die reine Trendanalyse und die Gegenüberstellung mit rechtlichen oder programmatischen Zielformulierungen hinausgehen (z. B. „Zunahme erfolgt viel langsamer als sie erfolgen könnte oder sollte“). Es muss aber auch deutlich gesagt werden, dass die Einbeziehung dieser Expertenmeinungen die Nachvollziehbarkeit der Bewertungen einschränken kann.

Für die symbolische Darstellung der Bewertungsergebnisse wird für die DAS – vorbehaltlich weiterer diesbezüglicher Diskussionen – folgender Vorschlag unterbreitet:

Die Darstellung der Ergebnisse der Trendanalyse erfolgt ohne Bewertung, d. h. mit grauen Pfeilsymbolen wird nur deutlich gemacht, ob ein signifikanter linearer Trend berechnet werden konnte und ob dieser steigend (↗) oder fallend (↘) ist. Liegt kein Trend vor, wird dies durch eine Wellenlinie (∼) abgebildet. Kann kein Trend berechnet werden, wird auf ein Symbol verzichtet. Setzt sich ein Indikator aus mehreren Datenreihen und / oder Teilindikatoren zusammen, muss für jede dieser Reihen ein separater Trend berechnet und müssen die Ergebnisse auch separat dargestellt werden.

Die bisher durchgeführte Trendanalyse prüfte nicht nur auf lineare, sondern auch auf quadratische Trends. Letztere lassen sich i. d. R. deutlich schwerer interpretieren und bewerten und werden daher vorerst nicht mit einem Symbol dargestellt.

Die Ergebnisse der Trendanalyse werden mit den Expertenaussagen und den Zielvergleichen zu einer Gesamtbewertung zusammengeführt, die mit drei Klassen symbolisiert wird:

☺ Der Indikator entwickelt sich in die richtige Richtung und / oder der erreichte Status Quo ist +/- befriedigend.

😐 Der Indikator entwickelt sich in die richtige Richtung, aber der erreichte Status-Quo ist noch nicht befriedigend.

☹ Der Indikator entwickelt sich in die falsche Richtung und / oder der erreichte Status Quo ist noch unbefriedigend.

Für Indikatoren, zu denen weder ein Trend berechnet werden konnte, noch eine Expertenmeinung zur Bewertung des Status Quo eingeholt werden konnte, noch Ziele als Grundlage für die Bewertung zur Verfügung stehen, kann keine Bewertung vorgenommen werden.

4.3 Trendanalyse für die DAS-Indikatoren

Im Rahmen der Trendanalyse wurde untersucht, ob die zeitliche Entwicklung des Indikators grundsätzlich einem Trend folgt und wenn ja, ob sich diese durch einen linearen oder einen quadratischen Trend beschreiben lässt (s. Abb. 4 bis 6).

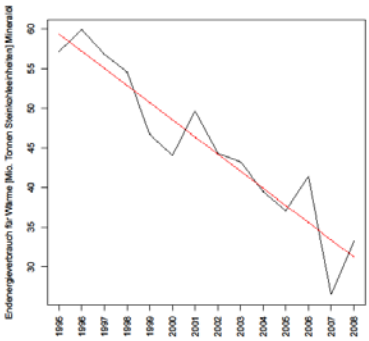


Abb. 4: Beispiel für einen linearen Trend

Abb. 5: Beispiel für einen quadratischen Trend

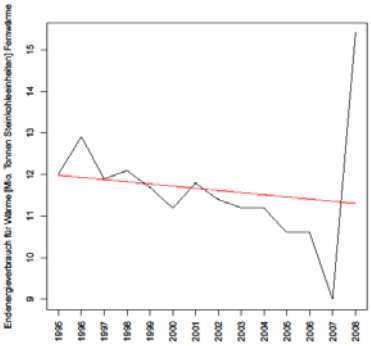


Abb. 6: Beispiel für keinen Trend

Die Entscheidung für eine der Modellvarianten wurde mit Hilfe eines allgemeinen Regressionsmodells getroffen. Dazu wurde zuerst das Vorhandensein eines quadratischen Trends überprüft. Falls dies nicht der Fall war, wurde auf einen linearen Trend getestet. Wenn auch dieser Test negativ ausfiel, wurde davon ausgegangen, dass kein Trend vorliegt. Zur Schätzung des Regressionskoeffizienten und des Korrelationsparameters wurden die REstringierte Maximum-Likelihood (REML)-Schätzung und die Maximum-Likelihood-Methode eingesetzt.

Die Indikatoren bzw. Datensätze, für die beispielhaft Trendberechnungen vorgenommen wurden, wurden in aufeinander folgenden Jahren gemessen. Bei der Modellanpassung wurde diese besondere Struktur der Daten berücksichtigt, indem für den Regressionsstörterm Autokorrelation 1. Ordnung angenommen wurde. Das Vorhandensein fehlender Werte einiger Indikatoren wird durch diese Modellwahl adäquat einbezogen und stellt somit kein Problem dar.

Die Schätzung der unbekannten Parameter sowie die Erstellung der Plots erfolgte mit dem statistischen Programmpaket R (siehe R Development Core Team, 2011), wobei allgemein von einem Signifikanzniveau von fünf Prozent ausgegangen wurde.

Eine Trendprüfung wurde für Zeitreihen mit mindestens sechs Datenpunkten durchgeführt. Diese Grenzziehung bleibt allerdings noch zu diskutieren. Trendprüfungen wurden für 25 Indikatoren durchgeführt. Die Ergebnisse wurden in den Daten-Factsheets zu den jeweiligen Indikatoren dokumentiert, die mit diesem Bericht aber nicht veröffentlicht werden. Die Methodik der statistischen Trendberechnung ist im Detail in Anhang 1 beschrieben.

Als erstrebenswert wird noch immer eine Abstimmung mit der Methodik betrachtet, die für die Trendberechung der LIKI-Indikatoren zur Anwendung gelangt. Eine Veröffentlichung methodischer Details hat aber bislang noch nicht stattgefunden. Eine Abstimmung mit dem die Trendberechnung durchführenden Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen erbrachte nicht ausreichend differenzierte statistische Details, um die Übertragbarkeit der Methodik auf die Trendanalyse der DAS-Datensätze beurteilen zu können.

5 Beteiligungsverfahren

Da die DAS-Indikatoren primär auf vorhandenen Datenquellen und bereits existierenden bzw. in Diskussion befindlichen Indikatoren aufbauen sollen, war die Beteiligung von Fachexperten zu den DAS-Handlungsfeldern eine der wesentlichen Voraussetzungen für den Projekterfolg. Im Verlauf des Beratungsprojekts und des F+E-Vorhabens erfolgte die Einbindung von behördlichen und nicht-behördlichen Experten auf verschiedenen Wegen:

- **Workshops:**

Der breit angelegte Dialogprozess mit den beteiligten Ressorts startete mit einem Workshop im Juni 2009 im UBA Berlin. An dem Workshop nahmen über 40 Experten unterschiedlicher Fachrichtungen teil. Sie diskutierten in erster Linie die thematischen Schwerpunkte für die Indikatorenentwicklung. Zum Abschluss des F+E-Vorhabens wurde Mitte Juli 2011 ein weiterer Workshop im UBA Dessau durchgeführt, an dem fast 50 Personen aus Behörden des Bundes und der Länder sowie von Verbänden und wissenschaftlichen Einrichtungen beteiligt waren. Ziel des Workshops war es, den Anwesenden, die z. T. an der konkreten Indikatorenarbeit einzelner Handlungsfelder beteiligt waren, einen umfassenden Blick auf die entwickelten Indikatorenvorschläge zu allen DAS-Handlungsfeldern zu ermöglichen. Die Indikatorensets zu den einzelnen Handlungsfeldern wurden dazu während des Workshops auf Postern vorgestellt. Anhand der Poster bewerteten die Teilnehmer die einzelnen Indikatoren nach Kriterien wie Verständlichkeit und Relevanz sowie das thematische Spektrum und die Schwerpunktsetzung der Indikatorenauswahl für die Handlungsfelder insgesamt. Insgesamt gingen im Rahmen des Workshops über 150 Bewertungsbögen zu den vorgelegten Indikatorensets ein. Die Bewertungen werden im weiteren Prozess berücksichtigt werden.

- **Projektbegleitenden Arbeitsgruppe:**

Bereits zu Beginn des Beratungsprojekts wurde eine projektbegleitende Arbeitsgruppe eingerichtet, die sich aus behördlichen Vertretern des Bundes, insbesondere aber der Länder zusammensetzte. Die Zusammensetzung der Gruppe blieb im gesamten bisherigen Projektverlauf (d. h. von 2009 bis Mitte 2011) annähernd identisch. Im Rahmen der Sitzungen wurden die Zwischenstände der Bearbeitung vorgestellt und Strategien zur Experteneinbindung diskutiert.

- **Kleingruppen:**

Für die Diskussion und Entwicklung der einzelnen Indikatoren wurden für die folgenden Handlungsfelder Kleingruppen eingerichtet, in denen stets mehrere Institutionen vertreten waren und die sich im Verlauf des Projekts unterschiedlich häufig trafen:

  - Für das Handlungsfeld „Menschliche Gesundheit“ gab es zum Abschluss des Beratungsprojekts eine gemeinsame Sitzung von Experten der zuständigen Bundesministerien und Fachbehörden sowie einiger Länderministerien. Im Rahmen der Sitzung konnte eine Priorisierung der Indikationsfelder für die weitere Indikatorenarbeit vorgenommen werden. Die Gruppe tagte dann aber im Laufe des F+E-Vorhabens

nicht mehr. Stattdessen wurden die spezifischen Teilthemen im Rahmen von Expertengesprächen weiter bearbeitet.

- Für das Handlungsfeld „Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz“ wurden aufgrund des breiten thematischen Spektrums drei Kleingruppen eingerichtet. Eine Gruppe mit dem Schwerpunkt Wasserwirtschaft tagte bereits im Rahmen des Beratungsprojekts. Sie setzte sich aus Vertretern des BDEW und seiner Mitgliedsunternehmen, des UBA und einem Hochschulvertreter zusammen. Im Laufe des F+E-Vorhabens wurde je eine Sitzung zum Schwerpunkt Gewässerökologie mit Vertretern des IGB und von Hochschulen sowie eine Sitzung zum Thema Abflussverhältnisse (inkl. Grundwasser) mit Vertretern der BfG, des CSC und Vertretern von Länderfachbehörden durchgeführt. Zum Thema Küsten und Meere hatte sich zwar eine Kerngruppe aus zwei Personen zu Expertengesprächen bereiterklärt, die avisierte Erweiterung der Gruppe konnte aber bis zum Abschluss des F+E-Vorhabens nicht möglich gemacht werden.
- Die Kleingruppe Landwirtschaft mit Vertretern des JKI und FLI tagte einmalig im Rahmen des Beratungsprojekts. Dabei wurde festgelegt, welche Indikationsideen weiterverfolgt werden sollen. Für die detaillierte Weiterarbeit wurde dann aber an zahlreiche Institutionen und Einzelpersonen verwiesen, die im Rahmen des F+E-Vorhabens kontaktiert wurden.
- Die Kleingruppe Forstwirtschaft tagte einmal im Laufe des Beratungsprojekts und zweimal während des F+E-Vorhabens. Darüber hinaus wurden mehrere Telefonkonferenzen in unterschiedlichen personellen Besetzungen geführt. Die Leitung der Gruppe wurde vom vTI übernommen. Die Zusammenarbeit innerhalb der Gruppe war sehr intensiv. Aufgrund der Beteiligung mehrerer Vertreter aus Ministerien und Fachbehörden der Länder konnten in der Gruppe auch bereits erste Vorbereitungen für die politische Abstimmung der Indikatoren getroffen werden. Die Gruppe bildete außerdem die Brücke zum Gremium der Waldbaureferenten der Länder, da der für Mecklenburg-Vorpommern eingesetzte Waldbaureferent zugleich Mitglied der DAS-Kleingruppe Forst ist. Aus diesem Gremium kamen auch bereits erste politische Rückmeldungen zum vorgeschlagenen Indikatorenset.
- Für das Handlungsfeld „Fischerei“ wurde eine Gruppe aus Vertretern des vTI, UBA und BfN konstituiert. Aufgrund stark begrenzter Arbeitskapazitäten insbesondere im vTI war es aber nicht möglich, eine Gruppensitzung einzuberufen. Im Rahmen von bilateralen Telefonaten konnte aber entschieden werden, an welchen Indikatoren konkret weitergearbeitet werden soll.
- Für das Handlungsfeld „Energiewirtschaft“ tagte während es F+E-Vorhabens einmalig eine Kleingruppe mit Vertretern des BMWi, von Bundesfachbehörden sowie Verbänden und Energieversorgern. Die Diskussionen in der Kleingruppe wurden im Nachgang der Sitzung im Rahmen bilateraler Gespräche weitergeführt und mündeten in konkrete Indikatorenvorschläge.

- Eine Kleingruppe Finanzwirtschaft „Banken“ bestehend aus Vertretern von Banken, Verbänden und dem SBI wirkte im Rahmen des F+E-Vorhabens in einer Telefonkonferenz zusammen.

- **Bilaterale Expertengespräche:**

Nicht für alle Handlungsfelder erschien die Einrichtung von Kleingruppen sinnvoll. Zum Teil war es nicht möglich, eine ausreichend große Zahl von Experten zusammenzurufen. Teilweise ist aber auch das thematische Spektrum der innerhalb der Handlungsfelder zu bearbeitenden Themen so breit, dass es sehr spezifischer Gespräche bedurfte. Kleingruppen hätten sich in diesem Falle ohnehin in bilaterale Expertengespräche aufgelöst.

Alle Gespräche, Workshops und Kleingruppensitzungen hatten zum Ziel, das bestehende Expertenwissen und die erreichten Zwischenergebnisse von Arbeiten ähnlicher Zielrichtung in der Verwaltung und Wissenschaft in die Indikatorenentwicklung einzubinden. Die konkrete Beteiligung der Experten bestand in der Diskussion von Indikationsideen, der Zulieferung von Daten, der Berechnung von Indikatoren sowie der konkreten Mitarbeit an der Erstellung und der Korrektur von Indikatoren- und Daten-Factsheets.

Der umfangreiche fachliche Konsultationsprozess führte letztendlich zur Beteiligung von 269 Personen aus Behörden des Bundes und der Länder, aus Verbänden, Hochschulen und Unternehmen. Tab. 3 gibt einen Überblick, welche Institutionen bis zum Abschluss des F+E-Vorhabens in die Expertengespräche eingebunden werden konnten.

Trotz der bereits erreichen umfangreichen Beteiligungen können die bisherigen Konsultationen keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Auch konnten bis zum Abschluss des F+E-Vorhabens nicht alle Kontaktempfehlungen in tatsächliche Kontaktaufnahmen umgesetzt werden. Grundsätzlich war es weder möglich noch angestrebt, in dieser Projektphase bereits eine breite Ländereinbindung zu realisieren. Wo sich aufgrund spezifischer fachlicher Expertise in den Landesbehörden deren Einbindung in die Diskussionen um Datenquellen und Indikatoren oder auch in die Ausarbeitung von Fallstudien angeboten hat, wurden die Länder beteiligt. Der Fokus der Beteiligung lag darüber hinaus auch ausdrücklich nicht auf wissenschaftlichen Einrichtungen. Insbesondere mit Blick auf die Notwendigkeit, längerfristig verfügbare Datenquellen zu erschließen, erschien die Einbindung der Behörden und Verbände vorrangig.

Tab. 3: An Expertengesprächen beteiligte Institutionen

Handlungsfeld	Kontaktierte Institutionen
Menschliche Gesundheit	• Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (BayLGL) • Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz • Deutscher Wetterdienst (DWD), Zentrum für Medizin-Meteorologische Forschung • Friedrich-Loeffler-Institut (FLI), – Institut für Infektionsmedizin, Greifswald - Insel Riems – Institut für bakterielle Infektionen und Zoonosen • Hessisches Landesprüfungs- und Untersuchungsamt im Gesundheitswesen (HLPUG) im Regierungspräsidium Gießen

Handlungsfeld	Kontaktierte Institutionen
	• Hochschule Fulda - Fachbereich Pflege und Gesundheit • Julius Kühn-Institut (JKI), – Institut für nationale und internationale Angelegenheiten der Pflanzengesundheit – Institut für Pflanzenschutz in Gartenbau und Forst • Nursing Consulting für Einrichtungen der stationären Altenhilfe (NCESA) • Robert-Koch-Institut (RKI) – FG 35 (Gastroenterologische Infektionen, Zoonosen und tropische Infektionen) – FG 32 (Surveillance) • Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz Berlin • Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst (PID) • Umweltbundesamt (UBA) FG II 1.6, FG II 1.5, FG IV 14 • Zentrum Allergie und Umwelt der Technischen Universität München (ZAUM)
Bauwesen	• Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), Referat Gebäude- und Anlagentechnik, Techniken zur Nutzung erneuerbarer Energien - Energie- und CO2-Monitoringbericht der Bundesregierung • Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) • Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR); Ref. II 2 Energieeinsparung, Klimaschutz, dena • Statistisches Bundesamt (StBA), Gruppe G 2 • Deutsche Energieagentur dena • DWD, Geschäftsbereich Klima und Umwelt • DWD, Zentrales Gutachtenbüro • DWD, Abteilung Klima- und Umweltberatung • Bundesanstalt für Immobilienaufgaben - Facility Management - Energiebedarf Bundesgebäude • Fachinstitut Gebäude-Klima e.V. • Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG) • Kreditanstalt für Wiederaufbau, PBa1 - KfW Privatkundenbank • Oberfinanzdirektion Karlsruhe, Bundesbau Baden-Württemberg - Betriebsleitung – EMIS • Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Referat 5.2 Gebietsbezogener Immissionsschutz, Klimaschutz • UBA FG II 2.5, II 1.3, II 1.4 • Vermögen- und Bauverwaltung Baden-Württemberg, EMIS • Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbauer e.V. (VDMA) • Zentralverband Sanitär, Heizung, Klima
Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz	• Behörde des Senators für Umwelt, Bau und Verkehr Bremen. • Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt Hamburg, • Berliner Wasserbetriebe • Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) • Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) • Bundesanstalt für Gewässerkunde (BFG) • Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW) • Climate Service Center (CCS) • DWD, Abt. Agrarmeteorologie • Emscher Genossenschaft und Lippeverband • Energie und Wasser Potsdam GmbH • HLUG • Hochwasserschutzzentrale Köln • Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei Berlin (IGB), Abt.2

Handlungsfeld	Kontaktierte Institutionen
	• Landesamt für Geologie und Bergwesen, Sachsen-Anhalt (LAGB) • Landesamt für Umwelt, Bayern (BayLfU) • Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz (LUWG) • Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz, Baden-Württemberg (LUBW) • Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft, Sachsen- Anhalt • Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, Schleswig-Holstein • Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern • Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, • Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz • Rheinisch-Westfaelische Technische Hochschule Aachen (RWTH), Institut für Siedlungswasserwirtschaft (ISA), Arbeitsgruppe Siedlungsentwässerung • Senckenberg Forschungsinstitut und Naturmuseum Frankfurt • Thüringer Fernwasserversorgung • UBA, FG II 2.1, FG II 2.4(• Universität Duisburg-Essen, Institut für Biologie, Fachgebiet Angewandte Zoologie/Hydrobiologie • Universität Potsdam
Boden	• Bundesamt für Naturschutz (BfN) FG II 1.3 • DWD, Abteilung Agrarmeteorologie • Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT), Lehrstuhl für Vegetationsökologie • UBA, FG II 2.7, II 2.8
Landwirtschaft	• BayLGL, Spezialeinheit Tierschutz (SE 6) - Landesinstitut Tiergesundheit und Futtermittel • Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL), Abteilung 2 – Pflanzenschutzmittel • Bundesfachverband Feldberegnung e.V. • Bundessortenamt (BSA), – Abt. 2 Wertprüfung, Referat 205 – Referat P 2 • Deutsches Weininstitut e.V., Mainz • DWD, Referat KU21 Nationale Klimaüberwachung • FLI: – Institut für Infektionsmedizin – Institut für bakterielle Infektionen und Zoonosen – Institut für Tierernährung – Institut für Tierschutz und Tierhaltung • Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV) – Abt. Sach-, Technische-, Transport- und Luftfahrtversicherung – Abt. Sach- und Technische Versicherung, Schadenverhütung, Statistik • Geschäftsstelle Informationssystem Integrierte Pflanzenproduktion (ISIP) • Johann Heinrich v. Thünen-Institut (vTI) – Institut für Betriebswirtschaft – Institut für Ländliche Räume • JKI: – Institut für Resistenzforschung und Stresstoleranz

Handlungsfeld	Kontaktierte Institutionen
	– Institut für Pflanzenschutz in Gartenbau und Forst – Institut für Strategien und Folgenabschätzung im Pflanzenschutz • Justus-Liebig-Universität Gießen, Institut für Pflanzenökologie • Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit des Landes Niedersachsen • Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung • Statistisches Bundesamt (StBA), Gruppe VII-A Land- und Forstwirtschaft, Fischerei
Wald und Forstwirtschaft	• Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Waldbau-Institut • Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Sachgebiet Standort und Bodenschutz (SG 2.1) • Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Referat F 3 • Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) – Ref. 513 - Informations- und Koordinationszentrum für Biologische Vielfalt – Ref. 324 • DWD, Zentrum für Agrarmeteorologische Forschung • Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz • Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde, Referat FB 2 Waldentwicklung/Monitoring • Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen • Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern, Abt. 2 - Nachhaltige Entwicklung, Forsten, Referat 211 • Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz • Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, – Abt. A – Abt. Waldwachstum • Staatsbetrieb Sachsenforst, Kompetenzzentrums für Wald und Forstwirtschaft • Thüringer Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei (TLWJF), Projektgruppe Klimaschutz & Klimafolgen • Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz, Ref. Waldbau/Waldarbeit • vTI, Institut für Waldökologie und Waldinventuren (WOI)
Fischerei	• BfN, Insel Vilm • vTI: – Institut für Ostseefischerei, Rostock – Institut für Fischereiökologie (FOE), Cuxhaven – Institut für Fischereiökologie (FOE), Ahrensburg – Institut für Seefischerei • Marine Stewardship Council (MSC), MSC Regionalbüro – Deutschland, Österreich, Schweiz, Berlin • UBA FG II 2.3
Energiewirtschaft	• AIPro-GmbH • Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Referat IVB2 Klimaschutz, Internationale Umweltschutzpolitik, Umwelttechnologie • Bundesnetzagentur (BNetzA), Referat Zugang zu Elektrizitätsverteilnetzen, techn. Grundsatzfragen, Versorgungsqualität • BDEW: – Strategie und Politik

Handlungsfeld	Kontaktierte Institutionen
	– Geschäftsbereich Marktdaten – Energienetze & Regulierung – Geschäftsbereich Stromerzeugung – Geschäftsbereich Energienetze • Bundesverband der Erneuerbaren Energien e.V. (BEE) • Bundesverband Windenergie (BWE) - Abteilung Politik • Deutsches Atomforum e.V. • DEWI GmbH • European Institute for Energy Research (EIFER) • Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg - Ressourcenökonomie • juwi Holding AG • Prognos AG Europäisches Zentrum für Wirtschaftsforschung und Strategie-beratung • StBA: – G2-Statistiken der Wasserwirtschaft und der Luftverunreinigungen – E207 Energie • RWE Power Aktiengesellschaft - Regionale Kontakte/Energiepolitik • TU München - Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik • UBA FG I 2.5, FG I 2.3 • Vattenfall Europe AG • Verband der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft e.V. (VIK) • Verband kommunaler Unternehmen (VKU) • VGB Power-Tech e.V. Competence-Center 4 Umwelttechnik, Chemie, Si-cherheit und Gesundheit
Finanzwirtschaft	• Bayern LB – Abteilung Financial Engineering, Branchenknow-how, Zukunftsmärkte – Zentralbereich Corporate Center, Konzernentwicklung & Vorstandsstab, Konzernentwicklung und Nachhaltigkeitsmanagement • Bundesverband deutscher Banken, Referent, Wettbewerbs- und Mittelstandspolitik; Verbindungsstelle Parlament • Bundesverband der Deutschen Volksbanken und Raiffeisenbanken BVR, Abteilung Geschäftspolitik/ Kommunikation • Bundesverband Öffentlicher Banken Deutschlands (VOEB), Fördergeschäft / Corporate Finance • Commerzbank AG, Center of Competence, Head of Renewable Energies • Deutsche Bank AG, Group Sustainability • Deutscher Sparkassen- und Giroverband (DSGV), Wissenschaftsförderung der Sparkassen-Finanzgruppe e.V. • Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV), Abt. Sach-, Technische-, Transport- und Luftfahrtversicherung • HypoVereinsbank / UniCredit Bank AG, COM5 (Corporate Sustainability) • KfW Bankengruppe, Vorstandsstab Förderung Inland • Postbank, Postbank Zentrale • Sustainable Business Institute e. V. (SBI)
Verkehr, Verkehrs-infrastruktur	• Deutsche Bahn AG (DB), Vorstandsressort Technik, Systemverbund und Dienstleistungen Umweltschutzentwicklung/ -strategie • DIW Berlin, Abteilung Energie, Verkehr, Umwelt • DST-Entwicklungszentrum für Schiffstechnik u. Transportsysteme e.V. • BMVBS, Ref WS 14: Klima, Umweltschutz für Wasserstraßen, Gewässer-kunde • Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) – Referat Verkehrsplanung, Straßenentwurf und Sicherheitsanalyse – Abteilung Naturschutz, Landschaftspflege. Umweltverträglichkeit

Handlungsfeld	Kontaktierte Institutionen
	– Referat S1 -Straßenzustandserfassung und -bewertung, Messsysteme • Eisenbahnbundesamt (EBA) • StBA, Ref. E 306, Verkehrsunfälle • Universität Würzburg, Lehrstuhl Physische Geographie • Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) – Elektronischer Wasserstraßen-Informationsservice (ELWIS) – Zentralstelle SUK/SEA • Wasser- und Schifffahrtsdirektion Ost - Dezernat Schifffahrt • Wasser- und Schifffahrtsdirektion Süd - Dezernat Regionales Management • Wasser- und Schifffahrtsdirektion West
Industrie und Gewerbe	• Bundesinstitut für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin • Prognos AG • UBA FG I 1.7
Tourismuswirtschaft	• DWD: – Klima- und Umweltberatung Freiburg – Abteilung Hydrometeorologie / Berlin-Buch • Forschungsgemeinschaft Urlaub und Reisen e.V. (FUR) • HNE Eberswalde, Institut für Landschaftsnutzung und Naturschutz • Leibniz-Institut für Länderkunde • Leuphana Universität Lüneburg • StBA: – Referat Tourismus – Gemeindeverzeichnis • Verband Deutscher Seilbahnen und Schlepplifte e.V.
Raum-, Regional- und Bauleitplanung	• Akademie für Raumordnung und Landschaftsplanung (ARL) • BBR • BBSR – Referat I 5 Verkehr und Umwelt – Referat I 1 - Raumentwicklung • DWD, Abteilung Medizin-Meteorologie • BayLfU: – Ingenieurgeologie, Georisiken – Hochwasserschutz und alpine Naturgefahren • HLUG • Hessisches Statistisches Landesamt • Technische Universität Berlin, FG Landschaftsplanung und Landschaftsentwicklung
Bevölkerungsschutz	• Akademie für Krisenmanagement, Notfallplanung und Zivilschutz (AKNZ am BBK) • Arbeiter-Samariter-Bund • Arbeitsgemeinschaft der Berufsfeuerwehren (AGBF) • Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) II.3 Grundsatzangelegenheiten Kritische Infrastrukturen • Bundesanstalt Technisches Hilfswerk (THW) - Referat Grundsatz • Deutsche LebensRettungsGesellschaft (DLRG), Referent Einsatzdienste • Deutscher Feuerwehrverband (DFV) • Deutsches Rotes Kreuz • Malteser Hilfsdienst e.V.

6 Stand der Arbeiten bei der Indikatorenentwicklung

Aufbauend auf den bereits im Beratungsprojekt ausgearbeiteten Indikatorenvorschlägen wurden im F+E-Vorhaben weitere Indikatoren erarbeitet und die Ergebnisse des Beratungsprojekts teilweise noch einmal überarbeitet. Zum Abschluss des F+E-Vorhabens lagen für alle Handlungsfelder Indikatorenvorschläge vor. Dies gilt mit Ausnahme des Handlungsfelds „Biologische Vielfalt“ (s. Kap. 1). Allerdings konnten noch nicht alle Indikatorenvorschläge abschließend ausgearbeitet werden. Dies lag teilweise darin begründet, dass Daten nur auf der Länderebene verfügbar sind und daher Einzelanfragen an die Länder erforderlich werden. Diese waren aber nicht Bestandteil des Auftrags des F+E-Vorhabens. Teilweise erfordert die weitere Konkretisierung auch die Einrichtung zusätzlicher kleiner Arbeitsgruppen, die sich im Rahmen des Vorhabens aus zeitlichen Gründen nicht mehr realisieren ließ.

In den folgenden Kapiteln werden für die einzelnen Handlungsfelder ein Überblick über die jeweils erreichten Arbeitsstände und ein Ausblick auf die weiteren erforderlichen Schritte gegeben. Bei der tabellarischen Zuordnung der Indikatoren zu den Indikationsfeldern werden dabei nur die Indikationsfelder aufgeführt, die für die Auswahl von Indikatoren priorisiert wurden (vgl. Kap. 3.3). Zu allen nicht-priorisieren Indikationsfeldern wurde nicht weiter gearbeitet (einen vollständigen Überblick über alle Indikationsfelder und die dazugehörigen thematischen Teilaspekte gibt Anhang 2).

Die Indikatoren-Factsheets zu den einzelnen Handlungsfeldern sind im Anhang 3 in digitaler Form diesen Bericht beigefügt. Factsheets zu Indikatoren, die zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Berichts noch in der intensiven fachlichen Diskussion waren, konnten allerdings noch nicht für die Veröffentlichung freigegeben werden (s. auch Tab. 22).

Auch die Indikationsfelder und thematische Teilaspekte, denen in den nachstehenden Tabellen keine Indikatoren zugeordnet sind, wurden diskutiert und geprüft. Insbesondere aus Gründen nicht verfügbarer Daten konnten hierfür aber keine Indikatoren formuliert werden. In einzelnen Fällen wird dies in den folgenden Unterkapiteln 2 (Kap. 6.1.2, 6.2.2 etc.) näher erläutert und begründet.

Zusätzlich zu den Handlungsfeld-bezogenen Indikatoren wurden erste Überlegungen zu so genannten Governance-Indikatoren angestellt. Hierzu wird in Kap. 6.15 berichtet.

6.1 Indikatoren für das DAS-Handlungsfeld „Menschliche Gesundheit“

6.1.1 Indikatorenvorschläge

Für das Handlungsfeld „Menschliche Gesundheit“ (GE) wurden auf der Grundlage der vorgenommenen Priorisierung der Indikationsfelder Indikatoren im Rahmen bi- und multilateraler Konsultationen entwickelt und dokumentiert. Insgesamt können nach dem aktuellen Arbeitsstand für das DAS-Indikatorensystem

- 9 Impact-Indikatoren und
- 4 Response-Indikatoren

vorgeschlagen werden (s. Tab. 4).

Die Indikatoren-Factsheets zum DAS-Handlungsfeld „Menschliche Gesundheit“ sind im Anhang 3.1 zusammengestellt.

Tab. 4: Impact- und Response-Indikatoren für das DAS-Handlungsfeld „Menschliche Gesundheit“

Indikations-feld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
Impacts		
Hitze- und kälteabhängige Erkrankungen oder Mortalitäten	Veränderung der Inzidenz und Prävalenz kältebedingter Krankheiten und der Anzahl von Todesfällen	Thematischer Teilaspekt wurde im Priorisierungsworkshop für die Indikatorenentwicklung explizit ausgeschlossen.
	Veränderung der Inzidenz und Prävalenz hitzebedingter Krankheiten und der Anzahl von Todesfällen	**GE-I-1:** Hitzebelastung **GE-I-2 (Fallstudie):** Hitzetote Schnittstellen: BAU-I-2, BAU-I-3, TOU-I-1
	Gesundheitsschäden durch veränderte Wirksamkeit von Medikamenten bei höheren Temperaturen	
Gesundheitliche Auswirkungen von aerogenen Stoffen	Zunahme allergischer Reaktionen durch zunehmende Belastung mit biologisch aktiven Partikeln (Aeroallergenen) pflanzlicher Herkunft: Pollen	**GE-I-3:** Belastung mit Ambrosiapollen **GE-I-4:** Sensibilisierung gegenüber Beifuß-Ambrosie **GE-I-5:** Pollenbelastung **GE-I-6:** Allergiegeschehen
	Zunahme allergischer Reaktionen durch zunehmende Belastung mit biologisch aktiven Partikeln (Aeroallergenen) tierischer Herkunft: z. B. Brennhaare	**GE-I-7:** Befall durch Eichenprozessionsspinner
	Vermehrtes Auftreten von Atemwegserkrankungen und allergischen Reaktionen durch zunehmende Belastung mit biologisch aktiven Partikeln (inkl. Innenraumhygiene): Mykotoxine	
	Gesundheitliche Beeinträchtigung durch Verschlechterung der Innenraumhygiene durch unzureichende Lüftung	
	Vermehrtes Auftreten von Atemwegserkrankungen infolge veränderter Verteilungsmuster und atmosphärischer Mischung von Schadstoffen	
	Vermehrtes Auftreten von Kontaktallergien und toxisch verursachten Hautreaktionen durch Zunahme von Kontaktallergenen in der Umgebung des Menschen	**GE-I-7:** Befall durch Eichenprozessionsspinner
Vektorübertragene Krankheiten	Verbreitung und Abundanzveränderung von möglichen Vektoren	noch in der Diskussion
	Verbreitung und Abundanzveränderung vektorassoziierter Krankheitserreger	

Indikations-feld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
	Erhöhung der Prävalenz / Inzidenz von Infektionskrankheiten	**GE-I-8:** Vektorassoziierte Krankheiten
	Keimverschleppung und Kontamination der Umgebung und Nahrung des Menschen durch Nagetiere und andere wilde Säugetiere; Ausbreitung heimischer (endemischer) vektorassoziierter Krankheitserreger	
Gesundheitliche Auswirkungen von verminderter Badewasserqualität	Gesundheitliche Beeinträchtigungen durch vermehrtes Auftreten toxischer Cyanobakterien (Blaualgen) durch erhöhten Nährstoffgehalt der Gewässer	**GE-I-9:** Belastung von Badegewässern
	Gesundheitliche Beeinträchtigungen durch Vermehrung von Mikroorganismen und Einzellern durch höhere Wassertemperaturen und abnehmende bakterizide Wirkung des UV-Lichtes bei Wassertrübung durch temperatur- und nährstoffbedingt vermehrtes Algenwachstum	
Responses		
Gesundheitsberatung und Aufklärung über Gesundheitsgefahren	Verbesserung der Schulung und Ausbildung	
	Auf- und Ausbau von Informations- und Warndiensten	**GE-R-1:** Hitzewarndienst **GE-R-3:** Information zu Ambrosia **GE-R-4:** Polleninformationsdienst
Medizinische Maßnahmen der Prävention	Verbesserung der Diagnostik	
	Verbesserung der Prophylaxe	**GE-R-2 (Fallstudie):** Erfolge des Hitzewarnsystems
Eindämmen von Krankheitsursachen	Verhinderung der Ausbreitung von Vektoren und Krankheitserregern	
	Verhinderung der Ausbreitung von allergenen und giftigen Pflanzen und Tieren	
	Sicherstellung der Wasserhygiene	
	Minderung der Luftbelastung	
Notfallversorgung und Behandlung aufgetretener Krankheiten	Sicherstellung der Trinkwasserversorgung	
	Verbesserung der Therapie von Krankheiten	
	Verbesserung der Notfallversorgung	
Verbesserung des Umfelds zur Risikominimierung	*Schnittstelle Handlungsfeld „Bauwesen“, Schnittstelle Querschnittsthema „Raum-, Regional- und Bauleitplanung“:* Verbesserung des Lokal- und Bioklimas	Schnittstellen: BAU-R-1, RO-R-7, RO-R-9
	Schnittstelle Handlungsfeld „Bauwesen“: Bauliche Maßnahmen zur Reduzierung der Hitzebelastung	Schnittstellen: BAU-R-3, BAU-R-4

Indikations-feld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
	Schnittstelle Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur": Maßnahmen zur Reduzierung der Hitzebelastung im Verkehrssektor	
Erweiterung des Gesundheitsmonitorings	Verbesserung der Erfassung (klimainduzierter) Krankheiten	
	Überwachung der Risikoentwicklung	
	Verbesserung der Risikobewertung und -einschätzung	
Erweiterung der Gesundheitsforschung	Forschung zu Exposition und Gesundheitsrisiken	
	Epidemiologische Untersuchungen	
	Forschung zur Verbesserung der Prophylaxe	
	Forschung zu Folgekosten	

6.1.2 Erläuterungen zu Indikationsideen und Indikatoren zum Handlungsfeld „Menschliche Gesundheit"

Tab. 4 macht deutlich, dass die Expertengespräche im Falle von drei der vier priorisierten Impact-Indikationsfelder bereits zu Indikatorvorschlägen geführt haben, wobei die Indikationsfelder Hitze und aerogene Stoffe besonders umfangreich mit Indikatoren belegt wurden. Für diese Felder konnten sowohl Indikatoren vorgeschlagen werden, welche die Risikosituation charakterisieren, als auch solche, die sich mit den konkreten Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit befassen.

- **Hitze:**

Der Indikator **GE-I-2** (Hitzetote) kann derzeit nur als Fallstudie für Hessen entwickelt werden. Es gibt derzeit noch zahlreiche methodische Unsicherheiten bei der Berechnung der hitzebedingten Übersterblichkeiten. In Hessen gibt es im Kontext des KLIMZUG-Projekts Nordhessen einen Arbeitsschwerpunkt zu Hitzefolgen und präventiven Maßnahmen. Die Arbeitsgruppe in der Hochschule Fulda (Fachbereich Pflege und Gesundheit) hat sich zusammen mit dem DWD und dem Hessischen Landesprüfungs- und Untersuchungsamt im Gesundheitswesen bereit erklärt, an einem Indikator für das DAS-Indikatorensystem zu arbeiten. Zur Beschreibung der Hitzebelastung wird ein Indikator **(GE-I-1)** basierend auf den Hitzewarnungen des DWD vorgeschlagen.

Statistische Analysen zu hitzebedingten Erkrankungen (Morbiditäten) sind derzeit zumindest auf bundesdeutscher Ebene nicht möglich. Mit Morbiditätsdaten ließen sich jedoch sehr viel schneller Reaktionen auf zunehmend häufige Hitzewellen abbilden. Nutzbar wären theoretisch die Routinedaten zu Einweisungsdiagnosen und Entlassungsdiagnosen in Kranken-

häusern. Diese sind bisher aber noch nicht zentral zugänglich. Testweise Auswertungen werden derzeit im Rahmen des KLIMZUG-Nordhessen-Projekts unternommen.

- **Allergien:**

In Zusammenarbeit mit dem DWD und der Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst (PID) konnten zwei Indikatoren zur Pollenbelastung entwickelt werden (**GE-I-3** und **GE-I-5**). Schwieriger gestaltet sich allerdings die Beschreibung des tatsächlichen Allergiegeschehens, das sich u. a. auf eine steigende Pollenbelastung zurückführen lässt. Neben den im Folgenden beschriebenen Erhebungsschwierigkeiten kommt hinzu, dass für die Entstehung von Allergien eine Vielzahl von Faktoren verantwortlich ist. Entscheidend sind genetische Vorbelastungen, nicht-spezifische Faktoren (wie Passivrauchen, Infektionen, schlechte Luftqualität und andere Umweltschadstoffe). Die Allergenexposition ist dabei nur eine der Einflussfaktoren. Übermäßige Hygiene wird ebenfalls für die Zunahme der Allergien verantwortlich gemacht. Unter den Allergenen spielen neben den Pollen insbesondere die Hausstaubmilben eine bedeutende Rolle. Letztere stehen mit der Klimaveränderung nicht in Verbindung.

Die Berichterstattung über Allergien muss sich mit einer Vielfalt von Krankheitsformen und -ausprägungen auseinandersetzen. Die Grenzen zwischen gesund und krank sind häufig fließend, die Beschwerden der Betroffenen kommen und gehen. Klare Definitionen und Abgrenzungen allergischer Erkrankungen gibt es nicht. Daher unterscheiden sich auch die Ergebnisse epidemiologischer Studien zum Auftreten von Allergien z. T. beträchtlich. Zuverlässige, übereinstimmende Aussagen zu Verbreitung und Trend von Allergien sind unter diesen Bedingungen schwer zu bekommen. Die aktuellsten Daten zum Auftreten von Asthma bronchiale und der allergischen Rhinitis (Heuschnupfen) in Deutschland stammen aus dem 2006 vom RKI veröffentlichten GBE-Beitrag zu den Ergebnissen der 2. Welle des telefonischen Gesundheitssurveys. Die Daten wurden differenziert nach Geschlecht, Alter, Region und sozialer Schicht erfasst. Ferner wurde eine Laiendiagnose[4] zu den Asthma- bzw. Heuschnupfen-auslösenden Allergenen erfragt, in denen die Pollen als separate Allergengruppe erfasst sind. Daten zur allergischen Alveolitis (chronische Entzündungsreaktion in der Lunge z. T. mit Fieber und Atembeschwerden) liegen aus dieser Untersuchung nicht vor. Seit 2008 befindet sich ein Allergiemonitoring beim Bundesamt für Verbraucherschutz und Landwirtschaft im Aufbau. Mit dem derzeit in der Pilotphase startenden Sentinelprojekt[5] soll das Allergiegeschehen mit Hilfe eines Internetformulars durch niedergelassene Ärzte stichprobenartig erfasst werden. Für eine bundesweite Indikatorenentwicklung stehen aber aktuell noch keine Daten zur Verfügung.

---

[4] Im Gegensatz zu einer Expertendiagnose, die auf der Grundlage eines wissenschaftlich-rationalen Systems die Zuordnung von Symptomen zu einem Krankheitsbild vornimmt, erfolgt bei der Laiendiagnose diese Zuordnung von Symptomen zu Krankheitsbildern subjektiv und pragmatisch auf der Grundlage eines alltäglich-lebensweltlichen Systems (EISENBACH-STANGL 1991).

[5] Eine Sentinel-Untersuchung basiert auf einer epidemiologischen Methode, mit der aus einer stichprobenartigen anonymen Erhebung auf die Verbreitung einer Krankheit, insbesondere Infektionskrankheit, in der Bevölkerung oder einer Teil-Bevölkerung geschlossen wird. In vom Robert Koch-Institut koordinierten Sentinel werden Netzwerke von Messstellen bzw. Beobachtungspraxen (engl.: sentinel practice networks) einbezogen, um über deren anonymisierte Daten auf das Auftreten einer Krankheit zu schließen.

Der für die Entwicklung vorgeschlagene Indikator **GE-I-6** (Allergiegeschehen) beruht auf der Idee, die Daten des Pollentagebuchs der PID für entsprechende Auswertungen zu nutzen. Im Online-Pollentagebuch erfassen seit dem Jahr 2009 Menschen mit Heuschnupfen ihre aktuellen Beschwerden an Augen, Nase und Lungen und verbinden diese mit den Werten der Pollenaktivität von Orten, an denen sie sich gerade aufhalten. Die tägliche Protokollführung im Internet-Pollentagebuch unterstützt die Abonnenten dabei, ihre Beschwerdeintensität und die Stärke des aktuellen Pollenflugs schnell und selbst zu analysieren. Das Tagebuch ist auch verbunden mit den Daten der Europäischen Pollendatenbank (EAN), wodurch es den Nutzern möglich ist, ihre Beschwerden mit dem regionalen Pollenflug in Verbindung zu bringen, egal, wo in Europa sie sich gerade befinden. Das Tagebuch ist ein starkes Instrument zur Erfassung der Betroffenheit der Bevölkerung und zur Klärung der bisher noch ungelösten Frage von Schwellenwerten (Anzahl der Pollen pro Kubikmeter Luft, die nötig sind, um Symptome auszulösen). Mit der PID wurde vereinbart, in den nächsten Monaten zu prüfen, ob sich die Daten des Pollentagebuchs eignen, bundesweite Aussagen zum Allergiegeschehen zu treffen und für die Bildung eines bundesweiten DAS-Indikators zu nutzen.

Ergänzend wird außerdem diskutiert, das Thema Sensibilisierung in einem Indikator aufzugreifen. In der Tat sind die Ursache-Wirkungszusammenhänge im Falle der allergischen Reaktionen außerordentlich kompliziert. Ausgehend von einer Belastung mit Allergenen kann es zu einer Sensibilisierung beim Menschen kommen, die sich mit Hauttests und Antikörperuntersuchungen erfassen lässt. Eine Sensibilisierung kann, muss aber keineswegs mit dem Auftreten allergischer Symptome einhergehen. In Deutschland gibt es allerdings bisher kein systematisches Monitoring der Sensibilisierung gegen Allergene. Umfassende epidemiologische Studien für Deutschland liegen nicht vor. Im Falle der Sensibilisierung gegenüber Beifuß-Ambrosie gibt es allerdings inzwischen umfangreichere und systematischere Untersuchungen des ZAUM (Zentrum Allergie und Umwelt der Technischen Universität München), die Grundlage für eine Indikatorenentwicklung sein könnten (**GE-I-4**).

Als Beispiel für zunehmende Belastung mit biologisch aktiven Partikeln tierischer Herkunft wurde der Eichenprozessionsspinner (EPS) für die Indikatorenbildung ausgewählt, da dessen zunehmende Ausbreitung mit wärmeren Witterungsbedingungen in Zusammenhang gebracht wird. Gefährdungspotenziale lassen sich mit dem Indikator **GE-I-7** beschreiben. Demgegenüber gibt es aber Probleme, die tatsächliche Symptomatik zu erfassen. Die am häufigsten auftretende EPS-Raupendermatitis zeigt kein eindeutiges klinisches Bild, das eine Unterscheidung zu anderen (Raupen-) Dermatitiserkrankungen ermöglichen würde. Eine solche Differenzierung wäre jedoch die Voraussetzung für den Aufbau eines Meldesystems zu Erkrankungen, die von EPS verursacht worden sind. Erschwerend kommt hinzu, dass in Gebieten mit EPS häufig ein Mischbefall verschiedener Schadorganismen vorliegt, die z. T. vergleichbare klinische Bilder hervorrufen können. Außerdem ist die Bevölkerung in Gebieten mit vermehrtem Befall von EPS i. d. R. inzwischen verhältnismäßig gut informiert und führt auch ohne Konsultation von Ärzten Selbstmedikationen durch, sofern es sich nicht um eine schwerwiegende Symptomatik handelt (SCHWEGLER mündliche Mitteilung 2010). Die Sensibilisierungsrate der Bevölkerung lässt sich – vergleichbar der Beifuß-Ambrosie oder auch dem Pinienprozessionsspinner – derzeit noch nicht ermitteln, da ein passender Prick-

test (Allergietest) noch nicht zur Verfügung steht. Auf der Ebene klinischer Befunde ist vor diesem Hintergrund derzeit eine Indikatorenbildung nicht sinnvoll möglich.

- **Vektorübertragene Krankheiten:**

Unter vektorvermittelten Krankheiten (s. **GE-I-8**) werden in der Infektionsepidemiologie solche Krankheiten verstanden, deren Erreger durch tierische Überträger (= Vektoren) wie Stechmücken, Zecken oder Wanzen übertragen werden. Die Übertragung kann dabei über den Vektor von Mensch zu Mensch oder von Tier zu Mensch erfolgen. Dieses komplexe System aus Krankheitserregern, Überträgern und Wirten kann auf vielfältige Weise durch Klimaänderungen beeinflusst werden. In der Umwelt frei lebende Vektoren reagieren unmittelbar auf die Veränderung makro- und mikroklimatischer Verhältnisse sowie auf ökologische Veränderungen im Biotop und die Verfügbarkeit von Wirtstieren. Dies äußert sich zum Beispiel in ihrem Verhalten, ihrer Reproduktionsrate, der Populationsdichte, der Biotopbesiedlung, dem Befall von Wirtstieren und auch ihrer Lebensdauer. Auch ihre Effizienz bei der Übertragung von Krankheitsüberträgern kann beeinflusst sein. So wird diskutiert, dass es als Folge einer Klimaerwärmung dazu kommen könnte, dass sich Vektoren durch kürzere Generationsdauern stärker und schneller vermehren, dass sich ihre jährlichen Aktivitätsperioden verlängern und die Überlebensraten durch mildere Winter höher sind, dass sich einheimische Vektoren und Pathogene weiter verbreiten oder neue Vektorarten und Krankheitserreger eingeschleppt und sich etablieren können.

Das Studium der Literatur (ADLHOCH & POGGENSEE 2010, MÜCKE et al. 2009, KLAUS & SÜSS 2008, KLAUS et al. 2008, MAIER et al. 2003, RKI 2009, SÜSS 2008, SÜSS et al. 2008, UBA 2007, UBA 2009) zeigt allerdings auch, dass ein klarer Beweis für den Einfluss des (bereits beobachteten) Klimawandels auf die Ausbreitung und Inzidenz vektorassoziierter Krankheiten wie Malaria, Dengue, Leishmaniose und Frühsommer-Meningoenzephalitis noch fehlt, auch wenn die Ergebnisse zahlreicher Einzeluntersuchungen darauf hindeuten. Gründe liegen darin, dass sich die nationalen Überwachungsprogramme für übertragbare Krankheiten (gemäß Infektionsschutzgesetz) mehrheitlich mit den Erkrankungen des Menschen befassen. Überwachungsprogramme für Überträger wie Mücken oder Zecken gibt es nur in einzelnen europäischen Ländern. In Deutschland fehlt es noch an systematisch und großflächig verfügbaren Daten zum potenziellen und tatsächlichen Vorkommen von Vektororganismen, auch wenn inzwischen diverse diesbezügliche Untersuchungen durchgeführt werden. Bei vielen heimischen hämatophagen Arthropoden ist noch unklar, welche Vektorkompetenzen sie haben. Bei den nicht heimischen, invasiven Vektoren gibt es zusätzliche Unsicherheiten, ob sich Arten, die in Deutschland auftauchen nach ihrer Einschleppung tatsächlich bereits etabliert haben oder sich möglicherweise etablieren werden. Routinemäßige Untersuchungen zur Erregerlast der entsprechenden Vektororganismen wurden bislang ebenfalls nicht durchgeführt. Hinzu kommt, dass neben den klimatischen Einflüssen zahlreiche weitere, z. T. auch schwer fassbare Faktoren, wie z. B. eine sich verändernde Landnutzung oder ein anderes Freizeitverhalten der Bevölkerung, für die Verbreitung und Etablierung der Vektoren und das Infektionsrisiko der Menschen eine wichtige Rolle spielen. Angesichts dieser komplexen Ursache-Wirkungsbeziehungen muss sogar davon ausgegangen werden, dass derzeit noch nicht einmal richtungssichere Aussagen möglich sind. Sollten beispielsweise die Sommer

tatsächlich in Zukunft trockener werden, könnte die Gefahr von Zeckenstichen möglicherweise sogar trotz vermehrten Aufenthalts der Menschen in der freien Natur und damit zunehmender Exposition abnehmen, da viele Lebensräume keine günstigen Bedingungen mehr für die Zecken bieten (RANDOLPH & ROGERS 2000).

In Deutschland laufen zurzeit im Auftrag des UBA und des RKI mehrere Forschungsvorhaben zur Aufklärung der Vektorverbreitung und der Erregerzyklen sowie zu deren Klimaabhängigkeit. Der aktuelle Stand der Forschung erlaubt aber nach Expertenmeinung derzeit noch nicht die Festlegung von Indikatoren. Allerdings sollte über eine entsprechende Verankerung der Thematik im indikatorengestützten Bericht die Bedeutung der Problematik in Deutschland deutlich gemacht und weiterer dringender Forschungsbedarf signalisiert werden. Die weitere diesbezügliche Vorgehensweise ist in weiteren Expertengesprächen zu klären.

- **Badegewässer:**

Die Zunahme der Belastung von Badegewässern mit Cyanobakterien ist ein im Zusammenhang mit dem Klimawandel (insbesondere erhöhte Wassertemperaturen) viel diskutiertes Gesundheitsrisiko. Die bisherigen Recherchen machten deutlich, dass die Entwicklung eines Indikators zur Belastung von Badegewässern mit Cyanobakterien möglich wäre (**GE-I-9**). Allerdings gibt es keine bundesweite Datenquelle, mit Hilfe derer sich ein Indikator auch eine hochfrequent berechnen ließe (die Daten, die im Rahmen der WRRL erfasst werden, sind hierfür nicht ausreichend). Das bedeutet, dass der Indikator Daten einzelner ausgewählter Seen nutzen muss. Die Auswahl dieser Seen muss im Zusammenhang der Indikatorenentwicklung im Handlungsfeld „Wasserhaushalt / Wasserwirtschaft“ **(WW-I-8)** noch erfolgen.

- **Response-Indikatoren:**

Auf der Maßnahmenseite konnten nur Indikatoren zu den beiden Indikationsfeldern „Auf- und Ausbau von Informations- und Warndiensten“ und „Verbesserung der Prophylaxe“ entwickelt werden. Indikationsmöglichkeiten zu den anderen Indikationsfeldern wurden ergebnislos diskutiert, da entweder Datengrundlagen fehlen oder die Relevanz der Maßnahmen in Zweifel gezogen wurde. Möglichkeiten zur Abbildung von Maßnahmen zur Prävention und Früherkennung von Hautkrebserkrankungen wurden zwar erwogen, aber nicht weiter diskutiert, da das Impact-Indikationsfeld „Gesundheitliche Auswirkungen von UV-Strahlung“ von den Experten als weniger prioritär eingestuft wurde (s. Anhang 2, Kap. 2.1).

Die Möglichkeit der Abbildung von Maßnahmen zur Ambrosia- und EPS-Kontrolle wurden intensiver, aber ebenfalls ergebnislos diskutiert:

Im Falle der Ambrosia fehlt es bislang an bundesweiten rechtlichen Regelungen, um die Bestandskontrolle und konkrete Bekämpfungsmaßnahmen auf der operativen Ebene der Kommunen und Landkreise anordnen und durchführen zu können. Die Ambrosie wird u. a. nicht in der vom BMU veröffentlichten offiziellen Liste giftiger Pflanzen geführt. Die einzige Eingriffsmöglichkeit liegt bei den Kommunen, die aus Gründen des in ihrer Hoheit liegenden Gesundheitsschutzes Beseitigungsanordnungen aussprechen können. Allerdings besteht

auch hier ein Problem mit protektiven Beseitigungsanordnungen. Bei strenger Auslegung des Pflanzenschutzgesetzes und der EU-Richtlinie zum Einsatz von Pflanzenschutzmitteln ist die Herbizid-gestützte Bekämpfung von Ambrosiabeständen eng begrenzt. Öffentliche Stellen, die mit der Pflege von öffentlichem Grün und Straßenbegleitgrün betraut sind, verfügen darüber hinaus i. d. R. nicht über die Voraussetzungen zum Einsatz von Herbiziden (Lagerung, Ausbringung etc.). Mit regelmäßiger Mahd alleine lässt sich die Ausbreitung aber nicht verhindern.

Neben klaren rechtlichen Rahmenbedingungen für die Ambrosia-Bekämpfung werden von der Bundesebene außerdem Maßnahmen zur Reduzierung des permanenten Imports von Ambrosiasamen insbesondere über verunreinigtes Vogelfutter (u. a. aus Osteuropa) erwartet. In der Schweiz beispielsweise müssen Futtermittel schon seit fünf Jahren frei von Ambrosia-Samen sein. Das Verbraucherschutzministerium hat einen Alleingang innerhalb der EU abgelehnt. Auf der Grundlage einer Stellungnahme der Europäischen Lebensmittelbehörde (EFSA) vom 4. Juni 2010[6] hat die Europäische Kommission inzwischen vorgeschlagen, einen Höchstgehalt für Ambrosiasaaten in Körnerfuttermitteln festzulegen. Eine entsprechende Regelung, verbunden mit Empfehlungen von Maßnahmen zur Verringerung der Verunreinigung von Futtermitteln mit Ambrosiasaaten und zum Umgang mit den anfallenden Reinigungsabfällen, wird voraussichtlich im Jahr 2011 europaweit wirksam werden (Bundesregierung 2010).

In einigen Bundesländern besteht derzeit noch ein punktueller Befall mit Ambrosia. In diesem Stadium sind protektive Maßnahmen noch möglich und sinnvoll, um eine unkontrollierte flächendeckende Ausbreitung zu verhindern. Hierzu bedarf es allerdings der Bekämpfung mit allen technischen Möglichkeiten. Dies schließt ausdrücklich die Anwendung hoch wirksamer, selektiv wirkender Herbizide ein. Ohne die Schaffung entsprechender rechtlicher Rahmenbedingungen ist dies aber nicht möglich. Das Fehlen bundesweiter Regelungen zur wirksamen Ambrosia-Kontrolle und die Tatsache, dass Bekämpfungsmaßnahmen sehr lokal und wenig systematisch umgesetzt werden, führt dazu, dass es auf Bundesebene keine Daten für die Entwicklung eines entsprechenden Indikators gibt.

Ähnlich wie bei der Ambrosie verhält es sich mit Maßnahmen zur Bekämpfung des EPS. Maßnahmen werden i.d.R. auf kommunaler Ebene koordiniert und durchgeführt. Die Maßnahmen sind grundsätzlich kostenintensiv und bedürfen einer hohen Logistik. Örtlich behilft man sich auch mit der Absperrung ganzer Baumareale, um den Kontakt mit der Bevölkerung zu vermeiden. Daten sind aber nicht verfügbar.

6.1.3 Schnittstellen des Handlungsfelds „Menschliche Gesundheit“ mit anderen DAS-Handlungsfeldern

Für das Handlungsfeld „Menschliche Gesundheit“ gibt es zahlreiche Schnittstellen mit anderen DAS-Handlungsfeldern. Dies liegt darin begründet, dass die Abwendung von Gefahren

[6] www.bvl.bund.de/DE/02_Futtermittel/00_doks_ download/fm_merkblatt_ambrosia,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/ fm_merkblatt_ambrosia.pdf

und die Sicherung einer hohen Lebensqualität im Zentrum vieler Anpassungsmaßnahmen stehen.

Das Indikationsfeld „Unfallhäufigkeiten und -folgen“ wurde von der Expertenrunde nicht priorisiert. Es wurde daher auch in der weiteren Diskussion von Indikatoren für das Handlungsfeld „Menschliche Gesundheit“ nicht berücksichtigt. Allerdings gibt es mehrere Indikatoren insbesondere in den Handlungsfeldern „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur (V) sowie „Raum-, Regional- und Bauleitplanung“ (RO), die sich mit dem Thema Unfälle, Unfallrisiken und deren Vermeidung beschäftigen. Hierzu gehören:

- **V-I-3:** Witterungsbedingte Straßenverkehrsunfälle
- **RO-R-1:** Bebaute Fläche in Gefährdungszonen
- **RO-R-2:** Bebaute Fläche in Hochwasserrisikogebieten
- **RO-R-3:** Bebaute Fläche in Risikogebieten aktiver Massenbewegungen

Die Indikatoren RO-R-1 und RO-R-2 lassen sich derzeit allerdings noch nicht berechnen, da die hierfür erforderlichen Gefährdungszonenkarten und Hochwassergefahrenkarten noch nicht zur Verfügung stehen (s. Kap. 0). Stehen diese Karten zur Verfügung, werden sich u. a. Expositionsanalysen durchführen lassen (z. B. Anzahl von Personen, die in Hochwasserrisikogebieten leben). Unmittelbare Informationen zu den gesundheitlichen Folgen von Extremereignissen (wie Todesfälle, Verletzungen oder sonstige Erkrankungen) lassen sich aus der deutschen Statistik bisher nicht entnehmen. Mit Blick auf die möglicherweise steigenden gesundheitlichen Risiken, die mit zunehmender Häufigkeit und Heftigkeit von Extremereignissen einhergehen, wären die Verfügbarkeit differenzierter Daten zu diesen Sachverhalten aber durchaus wünschenswert.

Zum Indikationsfeld „Hitze- und kälteabhängige Erkrankungen oder Mortalitäten“ wurden in den Handlungsfeldern „Bauwesen“ (BAU) und „Tourismuswirtschaft“ (TOU) Indikatoren entwickelt, welche die Indikatoren zur Hitzebelastung des Handlungsfelds „Menschliche Gesundheit“ sinnvoll ergänzen. Dies sind insbesondere:

- **BAU-I-2:** Wärmebelastung in Städten
- **BAU-I-3:** Sommerlicher Wärmeinseleffekt in Berlin
- **TOU-I-1:** Wärmebelastung in heilklimatischen Kurorten

Ergänzend sei hier auf Response-Indikatoren in den Handlungsfeldern „Bauwesen“ (BAU) sowie „Raum-, Regional- und Bauleitplanung“ (RO) verwiesen, die sich den Themen klimaangepasstes Bauen und Erholungsflächen widmen:

- **BAU-R-3:** Raumwärmebedarf der privaten Haushalte
- **BAU-R-4:** Fördermittel für klimawandelangepasstes Bauen
- **BAU-R-1:** Erholungsflächen
- **RO-R-7:** Ausweisung von klimatisch bedeutsamen Freiflächen in bioklimatisch belasteten Gebieten
- **RO-R-9:** Erholungsgeeignete Flächen in Gemeinden innerhalb bioklimatisch belasteter Gebiete

Auf die Schnittstelle zum Handlungsfeld „Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz“ mit dem Indikator **WW-I-8** wurde im Zusammenhang mit der Badegewässerqualität bereits hingewiesen.

Der Arbeitsschutz wurde im Zusammenhang mit dem Handlungsfeld Industrie und Gewerbe (I) thematisiert (vgl. **I-I-1** UV-Belastung von Freiluftberufen), und es wurden Indikationsmöglichkeiten geprüft. Die verfügbaren Daten zu Krankenständen und Arbeitsunfähigkeitstagen lassen sich aber im Hinblick auf den Klimawandel nicht sinnvoll interpretieren. Hier spielen Faktoren wie die Arbeitsplatzsicherheit und die konjunkturelle Lage eine deutlich größere Rolle. Daher konnten mit Ausnahme des o.g. Indikators bisher keine spezifischen Indikatoren vorgeschlagen werden.

6.1.4 Abschließende Bewertung des Entwicklungsstands im Handlungsfeld „Menschliche Gesundheit“

Die Indikatorenentwicklung konnte im Rahmen der bi- und multilateralen Expertengespräche erfolgreich vorangetrieben werden. Für einige Indikatoren steht eine Weiterentwicklung und Konkretisierung allerdings noch aus. Das Spektrum der mit Indikatoren zu belegenden Themen ist insbesondere im Impact-Bereich – zumal wenn man die zahlreichen Schnittstellen mit andern Handlungsfeldern mit berücksichtigt – breit. Deutlich enger ist es allerdings auf der Maßnahmen-Ebene. Dies liegt aber auch daran, dass die auf Bundesebene zu ergreifenden Maßnahmen noch wenig klar umrissen sind und es nur wenige konkret mit Zahlen abbildbare Aktivitäten gibt.

Eine Gesamtdiskussion des Indikatorensets konnte im Rahmen des F+E-Vorhabens nicht mehr stattfinden, sie sollte aber in jedem Falle noch durchgeführt werden, u. a. mit dem Ziel, die Zahl der Indikatoren zwischen den Indikationsfeldern sinnvoll zu gewichten.

Vom RKI wurde Ende Mai 2011 eine Sachstandsbericht „Klimawandel und Gesundheit“ versendet, der eine umfassende Bestandsaufnahme zu den bereits sichtbaren und für die Zukunft absehbaren gesundheitlichen Auswirkungen des Klimawandels aus Sicht von Mitarbeitern des RKI bereitstellt (EIS et al. 2010). Er konnte für die Erstellung dieses Berichts nicht mehr ausgewertet werden.

Die Abstimmung mit den derzeit in Entwicklung befindlichen CEHAPIS-Indikatoren der WHO („Climate, Environment and Health Action Plan and Information System“) und hier speziell mit den „Health-relevant Climate Change Indicators“ ist über das UBA eingeleitet worden. Das UBA hat Interesse an einer weitgehenden Übereinstimmung der CEHAPIS- mit den DAS-Indikatoren. Allerdings erscheinen die Datengrundlagen für die CEHAPIS-Indikatoren auf nationaler Ebene nicht in allen Fällen gesichert. Außerdem gibt es teilweise auch noch fachlichen Diskussionsbedarf.

6.2 Indikatoren für das DAS-Handlungsfeld „Bauwesen“

6.2.1 Indikatorenvorschläge

Für das Handlungsfeld „Bauwesen“ (BAU) wurden auf der Grundlage der vorgenommenen Priorisierung der Indikationsfelder aus dem Beratungsprojekt Indikatoren entwickelt und dokumentiert. Insgesamt können nach dem aktuellen Arbeitsstand für das DAS-Indikatorensystem

- 3 Impact-Indikatoren und
- 4 Response-Indikatoren

vorgeschlagen bzw. in Aussicht gestellt werden (s. Tab. 5).

Die Indikatoren-Factsheets zum DAS-Handlungsfeld „Bauwesen“ sind im Anhang 3.2 zusammengestellt.

Tab. 5: Impact- und Response-Indikatoren für das DAS-Handlungsfeld „Bauwesen“

Indikations-feld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
Impacts		
Schäden an Gebäuden, Bauwerken und der zugehörigen Infrastrukturen	Langfristige Entstehung von Schäden, z. B. durch Materialermüdung	
	Entstehung von Schäden durch Extremereignisse	Schnittstelle Finanzwirtschaft: FiW-I-1: Schadenaufwand und Schadensatz in der Verbundenen Wohngebäudeversicherung
Umweltqualität in Städten	Veränderung des Stadtklimas und der Luftqualität	**BAU-I-1:** Wärmebelastung in Städten **BAU-I-2:** Sommerlicher Wärmeinseleffekt in Berlin
	Schnittstelle Handlungsfeld Wasserwirtschaft: Einschränkungen der Funktionsfähigkeit der Entwässerungssysteme ((städtische) Kanalnetze)	
	Schnittstelle Handlungsfeld Wasserwirtschaft: Veränderung der Sicherheit der Wasserversorgung (Trinkwasser, Betriebswasser) – Menge	
	Veränderung und Beeinflussung der Vegetation in Städten	
	Veränderung der Lärmsituation	**BAU-I-3:** Nachbarschaftslärm
	Veränderung der hygienischen Situation im Wohnumfeld	
Gebäudefunktionalität	Veränderung der Aufenthaltsqualität in Gebäuden	
	Veränderung der Funktionalität von Nicht-Wohngebäuden	

Indikations-feld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
Responses		
Beratung und Information von Bauherren und Planern	Aufklärung über Notwendigkeit und Möglichkeiten der Klimaanpassung	
Anpassungen im Planungs- und Bauprozess	Anpassung der planerischen Grundlagenermittlungen	
	Anpassungen des Bauablaufs	
Anpassung der Art und Verteilung der (Frei-) Flächennutzung	*Schnittstelle Handlungsfeld Wasser, Schnittstelle Querschnittsthema Raum-Regional- und Bauleitplanung:* Schutz vor Hochwasserschäden	
	Sicherung der Grundversorgung	
	Verbesserung der bioklimatischen Bedingungen	**BAU-R-1:** Erholungsflächen
	Schutz vor Schäden durch Bodensenkungen	
	Schutz bei extremen Wetterlagen	
	Schnittstelle Handlungsfeld Bevölkerungsschutz: Sicherstellung von sicheren Rettungswegen	
	Schnittstelle Handlungsfeld Biologische Vielfalt: Förderung der Siedlungsbiodiversität (Neuanlage von Grünstrukturen und Biotopverbund)	
Anpassung der Gebäudeplanung	Verteilung von Nutzungen im Gebäude	
	Verteilung, Ausrichtung und Gestaltung der Baukörper	
	Sicherstellung eines hygienischen Wohnumfelds	
Objektschutz	Sicherung von Gebäuden vor Wasserschäden	
	Sicherung von Gebäuden vor Hagelschäden	
	Schutz vor Windschäden	
	Sicherung von Gebäuden vor Bodensenkungen	
	Sicherung von Sachgegenständen vor Schäden	
Anpassungen der Bautechnik	Anpassung von Baubestimmungen	
	Schutz vor Schäden an Versorgungsinfrastrukturen	
	Schnittstelle Handlungsfeld Wasser: Angepasster Umgang mit Trink- und Brauchwasser	

Indikations-feld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
	Passive Vermeidung des sommerlichen Aufheizens von Gebäuden	**BAU-R-2:** Wärmebedarf von Bundesliegenschaften **BAU-R-3:** Raumwärmebedarf der privaten Haushalte
	Technische Steuerung des Raumklimas	
	Sicherung der Kalt- und Frischluftzufuhr	
Angepasste Verwendung von Baumaterialien	Verwendung belastbarer Materialien	
	Vermeidung des Aufheizens von Gebäuden	
Erweiterung der Forschung im Bauwesen	Weiterentwicklung von Instrumenten	
	Vorbereitung angepasster Bauweisen	
	Kommunikation von Forschungsergebnissen	
	Materialforschung	
Immobilienmarkt	Veränderung des Angebots	**BAU-R-4:** Fördermittel für klimawandelangepasstes Bauen

6.2.2 Erläuterungen zu Indikationsideen und Indikatoren zum Handlungsfeld „Bauwesen“

Bei der Recherche nach Datenquellen zeigte sich, dass statistische Daten mit Bezug zu den verschiedenen Aspekten des Handlungsfelds „Bauwesen“ an sehr unterschiedlichen Stellen vorliegen. Für die Entwicklung und Umsetzung von Indikatoren für das Handlungsfeld waren daher Daten von verschiedenen Institutionen bzw. Initiativen zu beziehen und zu verwenden.

- **Impact-Indikatoren:**

Auf der Wirkungsseite wird für die Darstellung konkreter physischer Folgen von Extremereignissen auf den Indikator **FiW-I-1** (Schadenaufwand und Schadensatz in der Verbundenen Wohngebäudeversicherung) verwiesen, der auf der Grundlage von Daten des GdV die Entwicklung von Schadenaufwand und Schadensatz darstellt (s. Kap. 6.9). Indikatoren für die Beschreibung einer sich ändernden thermischen Belastung in Großstädten basieren auf dem Netz von Klimamessstationen des DWD (**BAU-I-1**: Wärmebelastung in Städten und **BAU-I-2**: Sommerlicher Wärmeinseleffekt in Berlin). Darüber hinaus kann möglicherweise auf laufende Befragungen des UBA zugegriffen werden, die sich der Fragestellung widmen, inwieweit die Lärmbelastungen infolge von Freiluft-Aktivitäten zunehmen (**BAU-I-3:** Nachbarschaftslärm).

Für das Indikationsfeld „Schäden an Gebäuden, Bauwerken und der zugehörigen Infrastrukturen“ wurde neben der Darstellung der Auswirkung von Extremereignissen anhand versicherter Schäden versucht, Indikatoren für eine Darstellung klimabezogener schleichender Schadensentwicklungen an Gebäuden zu entwickeln. Geeignete Datenquellen, mit denen sich der Sachverhalt beispielhaft über Wartungs- und Instandhaltungsintervalle oder -kosten

von Bundesliegenschaften abbilden ließe, konnten aber nicht ausfindig gemacht werden. Der Ansatz einer weiteren Indikationsidee richtete sich auf einen möglicherweise zunehmenden Befall von Gebäuden mit Schimmel. Experten des UBA gehen allerdings nicht von relevanten Wirkungen auf das Wachstum von Schimmelpilzen aus, auch wenn sich ggf. das Artenspektrum verändern könnte.

Eine mögliche Veränderung stadtklimatischer Belastungen gilt innerhalb des Indikationsfelds „Umweltqualität in Städten“ als eine der wesentlichen Auswirkungen des Klimawandels. Anhand der vorgeschlagenen Indikatoren auf der Grundlage von Daten des DWD kann dieser Aspekt abgebildet werden **(BAU-I-1)**. Als Folge der veränderten klimatischen Verhältnisse in den Städten, z. B. durch eine zunehmende Hitze und Trockenheit oder eine sich verschlechternde Luftqualität, werden auch Auswirkungen auf die Vegetation im öffentlichen Raum erwartet. Diese können z. B. im Zustand von Straßenbäumen Niederschlag finden. In Großstädten wie München oder Berlin sind die im kommunalen Verantwortungsbereich befindlichen Bäume in Baumkatastern erfasst, ihr Zustand ist Gegenstand regelmäßiger Untersuchungen. Allerdings kommen bei den Erhebungen unterschiedliche Methoden zum Einsatz, sodass eine Vergleichbarkeit nicht gegeben ist. Eine bundesweite Darstellung kann daher anhand dieser Datengrundlagen nicht geleistet werden.

Des Weiteren wurde für dieses Indikationsfeld die Entwicklung eines Indikators diskutiert, der eine Zunahme der Grundwassertemperaturen im Bereich von Großstädten abbilden kann. Dabei wurde festgestellt, dass zahlreiche verschiedene Einflussfaktoren zu einer Erhöhung der Grundwassertemperaturen in Stadtgebieten führen können. Dies sind vor allem Kühlwassereinleitungen, die Urbanisation und ihre verschiedenen Begleiterscheinungen (Versiegelung etc.), die Kanalisation, industrielle Nutzungen oder Bodennutzungen wie Deponien Der Einfluss der Lufttemperatur und auch von Kühllasten zur Gebäudeklimatisierung ist bislang gering und wird auch zukünftig gegenüber anderen Einflüssen vernachlässigbar sein. Zudem sind die Möglichkeiten einer bundesweiten Indikation durch die Datensituation stark eingeschränkt. Eine bundesweite Datenquelle, die auch städtische Messstationen umfasst, gibt es nicht. Die Entwicklung eines Indikators wurde daher nicht weiterverfolgt.

Im Zusammenhang mit dem Klimawandel werden auch negative Auswirkungen auf die „Gebäudefunktionalität“ erwartet. Eine diesbezügliche Indikation wird von Experten des UBA als wünschenswert erachtet und sollte eine Beobachtung der möglicherweise zunehmenden Belastung durch Wärme und ggf. durch Luftfeuchte ermöglichen. Diese könnte sich zukünftig vor allem in städtischen Gebieten verschärfen. Die Luftfeuchte ist dabei an sich weniger ein Problem, sie wird aber im Zusammenhang mit höheren Temperaturen physiologisch als unangenehmer wahrgenommen. Die Entwicklung eines Indikators scheitert bislang aber an der Datenverfügbarkeit. Ein Monitoring von Temperatur und Feuchte ist zwar theoretisch und praktisch möglich, wird aber bislang nicht in größerem Umfang praktiziert.

- **Response-Indikatoren:**

Für die Response-Ebene konnte mit dem Indikator **BAU-R-1** (Erholungsflächen) direkt Bezug auf die Arbeiten der LIKI genommen werden. Als wichtige Datenquelle zur Förderung baulicher Aktivitäten konnten Teile der Fördermittelstatistik der Kreditanstalt für Wiederauf-

bau (KfW) herangezogen werden (**BAU-R-4:** Fördermittel für klimawandelangepasstes Bauen). Für einen Indikator zur Entwicklung des Raumwärmebedarfs in privaten Haushalten konnten Daten des StBA direkte Verwendung finden (**BAU-R-3:** Raumwärmebedarf der privaten Haushalte).

Mit Blick auf das Indikationsfeld „Beratung von Bauherrn“ könnte die Verbreitung von einschlägigen Leitfäden oder Veröffentlichungen von Bundes- und Landesbehörden z. B. über die Anzahl von Downloads oder Bestellungen Aufschluss geben. Hierzu wären regelmäßig eine Identifikation der relevanten Materialien und eine zumeist nachträgliche Auswertung der Verbreitungszahlen vorzunehmen. Aufgrund des hohen Aufwands im Verhältnis zu einer dann aber doch begrenzten Aussagekraft ist eine weitere Entwicklung der Indikationsidee bislang unterblieben.

Den Indikationsfeldern „Anpassungen im Planungs- und Bauprozess“, „Anpassung der Gebäudeplanung“, „Objektschutz“ sowie „Angepasste Verwendung von Baumaterialien“ und „Anpassungen der Bautechnik“ ist gemein, dass sie Maßnahmen oder Prozesse umfassen, die in der Regel sehr individuell umzusetzen und über statistische Zahlen nicht greifbar sind. Als Beispiele seien hier der Einsatz von hagelbeständigen Baumaterialien, eine sturmsichere Verankerung von Hausdächern oder der Einbau von Rückstauklappen zum Schutz vor Hochwasser genannt.

Bislang sind keine Datenquellen bekannt, die z. B. Aufschluss über die Verwendung bestimmter Baumaterialien geben können. Schwierigkeiten für die Auswertung einer entsprechenden Statistik bestünden zudem darin, dass eine Definition klimaangepasster Baumaterialien notwendig und diese beständig an technische Neuerungen anzupassen wäre.

Des Weiteren konnten keine Datenquellen ausfindig gemacht werden, welche die Entwicklung eines exemplarisch auf den Einsatz klimaangepasster Bauweisen oder Materialien bei Bundesliegenschaften bezogenen Indikators ermöglichen würden.

Aus diesem Grund beziehen sich die bislang entwickelten Indikatorenansätze auf synergetisch wirkende Maßnahmen des energiesparenden Bauens bzw. der energiesparenden Sanierung. Mögliche Maßnahmen sind u. a. eine gute Wärmedämmung der Gebäude sowie ausreichende Verschattungsmöglichkeiten bzw. die Einhaltung von hohen energetischen Baustandards wie z. B. Passivhaus bzw. Plus-Energie-Haus. Eine Indikation anhand der Energiebilanz von Gebäuden erlaubt daher auch Rückschlüsse auf deren Tauglichkeit im Zusammenhang mit der Vermeidung von Überwärmungsproblemen von Gebäuden. Der Indikator **BAU-R-2** (Wärmebedarf von Bundesliegenschaften) wird mit Blick auf die Aktivitäten des Bundes auf den Ergebnissen des erwarteten Energie- und CO_2-Berichts Bundesliegenschaften aufbauen und deren Energieverbrauch darstellen.

Als weitere vielversprechende Datenquelle für diesen Zweck wurde das EMIS – Energie- und Medien-Informationssystem geprüft, das in einzelnen Bundesländern für die Erfassung des Energiebedarfs öffentlicher Gebäude eingesetzt wird. Dabei zeichnete sich aber eine deutliche Heterogenität der Informationen (inkl. der Datenhaltung) ab, vor allem was die verwendeten Bezugsgrößen für den Raumwärmebedarf betrifft (Grundfläche, Bruttorauminhalt,

Nutzfläche etc.). Aus diesem Grund erscheint die Verwendung dieser Datenquelle für einen Bundesbericht nicht sinnvoll.

Der „Immobilienmarkt“ und die Qualität von angebotenen Wohnungen und Häusern können u. a. durch den Einsatz von Fördermitteln für die Realisierung bestimmter Bauweisen und die Verwendung spezifischer Materialien beeinflusst werden. Die Einflussnahme des Bundes lässt sich anhand von Daten der KfW darstellen (**BAU-R-4:** Fördermittel für klimawandelangepasstes Bauen). Auch hierbei werden allerdings vor allem die synergetischen Maßnahmen berücksichtigt, die sowohl für Klimaschutz als auch Anpassung wirksam sein können. Für das DAS-Indikatorensystem wurde darüber hinaus versucht, einen Indikator zur Verbreitung bestimmter Baustandards, z. B. Niedrigenergiehaus, Passivhaus zu entwickeln. Als Ansatzpunkt hierfür wurde der Energieausweis für Gebäude geprüft. Der Energieausweis bewertet den energetischen Ist-Zustand eines Gebäudes, erfasst die allgemeinen Gebäudedaten und weist dabei auch den End- und Primärenergiebedarf aus. Nach Auskunft der Deutschen Energie-Agentur GmbH (dena) gibt es bislang allerdings keine statistischen Aufzeichnungen über den Umfang der Erstellung von Energieausweisen und deren Inhalte. Eine Indikatorenbildung ist daher nicht möglich.

Für die Indikationsfeld „Erweiterung der Forschung im Bauwesen“ wurden keine aussagekräftigen Indikationsansätze gesehen.

6.2.3 Schnittstellen des Handlungsfelds „Bauwesen“ mit anderen DAS-Handlungsfeldern

Für das Handlungsfeld „Bauwesen“ können Indikatoren aus anderen Handlungsfeldern in einem eher begrenzten Umfang relevante (Zusatz-)Informationen liefern. Ein Indikator aus dem Handlungsfeld „Finanzwirtschaft“ kann zur Darstellung der Veränderung von Schäden durch Extremereignisse direkt auch im Handlungsfelde „Bauwesen“ Verwendung finden:

- **FiW-I-1:** Schadenaufwand und Schadensatz in der Verbundenen Wohngebäudeversicherung

Auf der Response-Ebene wird im Handlungsfeld Finanzwirtschaft der Indikator „Versicherungsdichte der erweiterten Elementarschadenversicherung für Wohngebäude“ **(FiW-R-2)** vorgeschlagen. In diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, dass sich manche Gebäude in Gefahrenzonen in Zukunft nur noch dann versichern lassen, wenn individuelle bauliche Vorsorgemaßnahmen ergriffen werden, die geeignet sind, mögliche Schäden zumindest einzugrenzen.

Ansonsten können mehrere Indikatoren des Querschnittsthemas „Raum-, Regional- und Bauleitplanung“ (RO) einen Hinweis darauf geben, ob ausgewiesene Gefährdungszonen trotz entsprechender Beschränkungen für neue Siedlungsflächen verwendet werden und damit das Risiko von Schäden infolge von Extremereignissen steigt. Hierzu gehören:

- **RO-R-1:** Bebaute Fläche in Gefährdungszonen
- **RO-R-2:** Bebaute Fläche in Hochwasserrisikogebieten
- **RO-R-3:** Bebaute Fläche in Risikogebieten aktiver Massenbewegungen

Die Indikatoren RO-R-1 und RO-R-2 lassen sich derzeit allerdings noch nicht berechnen, da die hierfür erforderlichen Gefährdungszonenkarten und Hochwassergefahrenkarten noch nicht zur Verfügung stehen (s. Kap. 0).

6.2.4 Abschließende Bewertung des Entwicklungsstands im Handlungsfeld „Bauwesen“

Die Entwicklung von Indikatoren für das Handlungsfeld „Bauwesen“ deckt für die Impact-Ebene einige der wesentlichen bislang diskutierten Wirkungen ab. Für die Darstellung möglicher Auswirkungen auf die Funktionalität von Gebäuden gibt es aber noch keine geeigneten Datenquellen.

Für die Response-Ebene stößt die Indikatorenentwicklung allerdings an Grenzen. Viele Maßnahmen, z. B. der Schutz von Gebäuden, die Verwendung bestimmter Materialien und Techniken, die Gestaltung von Baukörpern etc., sind sehr individuelle Optionen bei Sanierung oder Neubau von Gebäuden und einer Indikation unter Nutzung bestehender Datensätze nicht zugänglich. Das Indikatorenset kann daher vor allem für die Maßnahmenseite noch nicht als vollständig und rund betrachtet werden. Ein Ansatzpunkt für die Schaffung einer Datenbasis könnte die Entwicklung einer regelmäßigen Umfrage unter Bauherren sein. Ansätze hierfür sind aber nicht bekannt.

Um unabhängig von solchen Untersuchungen eine eher indirekte Indikation für die Maßnahmenseite zu ermöglichen, richten sich die entwickelten Indikatoren unter Bezug auf die synergetische Wirkung vieler Maßnahmen zur Energieeinsparung und zum Klimaschutz auf die Darstellung des Energieverbrauchs von Bundesliegenschaften bzw. privaten Gebäude sowie auf die Förderung entsprechender Baumaßnahmen. Die Indikatoren können damit einige Maßnahmen gegen die Folgen sommerlicher Hitze (Überhitzung von Gebäuden) zusammenfassend darstellen. Wichtige Maßnahmenbereiche, die sich z. B. auf die Vermeidung von Schäden an Gebäuden durch Extremereignisse richten, können durch das Indikatorenset aber nicht abgebildet werden.

6.3 Indikatoren für das DAS-Handlungsfeld „Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz“

6.3.1 Indikatorenvorschläge

Die Entwicklung von Indikatoren im Handlungsfeld „Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz“ (WW) wurde in drei von insgesamt vier großen Themengebieten, denen die Indikationsfelder zugeordnet wurden, vorangetrieben: Hydrologie, Gewässerökologie und Siedlungswasserwirtschaft. Insgesamt können bisher für das DAS-Indikatorensystem

- 6 Impact-Indikatoren und
- 1 Response-Indikator

vorgeschlagen werden (s. Tab. 6). Weitere Indikatoren sind noch in der Diskussion und konnten im Rahmen des Vorhabens noch nicht ausreichend konkretisiert werden. Das Themengebiet Küsten- und Meeresschutz wurde noch nicht bearbeitet.

Die Indikatoren-Factsheets zum DAS-Handlungsfeld „Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz“ sind im Anhang 3.3 zusammengestellt.

Tab. 6: Impact- und Response-Indikatoren für das Handlungsfeld „Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz“

Indikationsfeld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
(B) = Binnengewässer; (M) = Meere		
Impacts		
Grundwasserneubildung / Grundwasserstand		noch in der Diskussion **WW-I-1:** Grundwasserstände **WW-I-2:** Salzgehalt von Grundwasser
Grundwasserbeschaffenheit		noch in der Diskussion
Abflussverhältnisse	Veränderung der (mittleren) Wasserabflüsse sowie der jahreszeitlichen Verteilung des Abflusses	**WW-I-3:** Mittlerer Abfluss
	Häufung und Verstärkung von Abflussextremen, *Schnittstelle Handlungsfelder Energiewirtschaft und Verkehr*	**WW-I-4:** Hochwasser
	Häufung und Verstärkung von Abflussextremen, *Schnittstelle Handlungsfelder Energiewirtschaft und Verkehr*	**WW-I-5:** Niedrigwasser
Meeresspiegel und Meeresströmungen		noch nicht bearbeitet
Physikalisch-chemischer Gewässerzustand (B)	Erwärmung von Gewässern, Veränderung der Eisbedeckung	**WW-I-6:** Wassertemperatur von stehenden Gewässern
	Veränderung der Schichtungsverhältnisse von Seen	**WW-I-7**: Dauer der Stagnationsperiode
	Veränderung des Sauerstoffgehalts	
		WW-I-9: Sedimenteintrag in Fließgewässer
Gewässerbiologie	*Schnittstelle Handlungsfeld Biologische Vielfalt*	**WW-I-8**: Eintreten der Frühjahrsalgenblüte
Physikalisch-chemischer Gewässerzustand (M)		noch nicht bearbeitet
Veränderungen an der Küste, in den Wattenmeeren und Ästuaren		noch nicht bearbeitet
Wassergewinnung und -verteilung	Veränderung der Sicherheit der Wasserversorgung (Trinkwasser, Betriebswasser) - Menge	

Indikationsfeld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
	Veränderung der Sicherheit der Wasserversorgung (Trinkwasser, Betriebswasser) - Qualität	noch in der Diskussion
Bewirtschaftung von Abwässern, Entwässerung	Einschränkungen der Funktionsfähigkeit der abwassertechnischen Infrastruktur (Kläranlagen)	noch in der Diskussion
	Einschränkungen der Funktionsfähigkeit der Entwässerungssysteme ((städtische) Kanalnetze)	noch in der Diskussion
Talsperrenbewirtschaftung	Stärkere Wassermengenschwankungen	noch in der Diskussion
Hochwasserschutzsysteme und Infrastruktur (M)		noch nicht bearbeitet
Hochwasserschutzsysteme und Infrastruktur (B)	Höhere Belastung oder Versagen von Hochwasserschutzsystemen	
Responses		
Kommunikation mit / Aufklärung der Bevölkerung über Risiken und Gefahren (B)	Aufklärung der Bevölkerung Entwicklung bzw. Ausbau von Frühwarnsystemen und Informationsdiensten	
Kommunikation mit / Aufklärung der Bevölkerung über Risiken und Gefahren (M)		noch nicht bearbeitet
Gefahrenabwehr, Notfallversorgung (B)	*Schnittstelle Handlungsfeld Bevölkerungsschutz*	
Gefahrenabwehr, Notfallversorgung (M)	*Schnittstelle Handlungsfeld Bevölkerungsschutz*	
Anpassung der wasserwirtschaftlichen Infrastruktur (B)	Sicherung und Ausweitung der Infrastruktur zur Wasserversorgung (inkl. Trinkwasseraufbereitung und der Trinkwasserverteilung)	noch in der Diskussion
	Verbesserung der Funktionsfähigkeit von Talsperren(-systemen)	
	Sicherung und Optimierung der Infrastruktur zur Entwässerung	**WW-R-2:** Anpassung der kommunalen Gebührenordnung für die Abwasserentsorgung
	Sicherung und Weiterentwicklung der Infrastruktur zur Abwasserentsorgung	noch in der Diskussion **WW-R-1:** Abkopplung von Siedlungsflächen von der Kanalisation
	Verbesserung des technischen Hochwasserschutzes	
	Technische Wasserrückhaltung und Niederschlagswasserbehandlung	

Indikationsfeld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
Anpassung der wasserwirtschaftlichen Infrastruktur / Küstenschutz (M)	Verbesserung des technischen Küstenschutzes	noch nicht bearbeitet
Anpassung des Gewässereinzugsgebiets managements: Landnutzung, Flächenmanagement (B)	Ausweisung von Schutz- und Vorranggebieten	Schnittstellen: RO-R-5, RO-R-6
	Erhaltung und Schaffung von Retentionsräumen, (Gebiets-)wasserrückhalt	Schnittstellen: RO-R-1, RO-R-2
	Gewässerschonende land- und forstwirtschaftliche Bewirtschaftung (insbesondere in Trinkwassereinzugsgebieten)	Schnittstellen: BO-R-2, BO-R-3, BO-R-4 **WW-R-4:** Investitionen in Anpassungsmaßnahmen
Anpassung des Gewässereinzugsgebiets managements: Landnutzung, Flächenmanagement (M)	Erhaltung und Schaffung von Retentionsräumen, (Gebiets-)wasserrückhalt	noch nicht bearbeitet
Maßnahmen im und am Gewässer (B)	Renaturierung der Gewässer einschließlich der Gewässerränder und Auwälder	**WW-R-4:** Investitionen in Anpassungsmaßnahmen **WW-R-5:** Entwicklung der Gewässerstrukturgüte und ggf. weitere
	Herstellung des Gewässerverbunds	
	Verbesserung der physikalisch-chemischen und biologischen Gewässergüte	
Maßnahmen im und am Gewässer (M)	Verbesserung der physikalisch-chemischen und biologischen Gewässergüte	
Grundwasserbewirtschaftung		
Angepasster Umgang mit Trink- und Betriebswasser	Reduzierung bzw. Steuerung der Wasserentnahme aus Gewässern	
	Anpassung des Wassergebrauchs: Verminderte Trinkwassernutzung sowie verstärkte und effektivere Nutzung von Betriebswasser	**WW-R-3:** Spezifischer Wasserbedarf je Einwohner
Objektschutz (B)	*Schnittstelle Handlungsfeld Raum-, Regional- und Bauleitplanung*: Sicherung von Infrastruktur (in Berggebieten)	
	Schnittstelle Handlungsfelder Raum-, Regional- und Bauleitplanung sowie Bauwesen: Sicherung von Gebäuden und Infrastruktur vor Wasserschäden	
Anpassung des wasserwirtschaftlichen Monitorings (B)	Anpassung des Monitorings von Grund- und Oberflächenwasser	

Indikationsfeld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
Anpassung des wasserwirtschaftlichen Monitorings (M)	Ausweitung des Monitorings im Küstenschutz	noch nicht diskutiert
Erweiterung der wasserwirtschaftlichen Forschung und Entwicklung (B)		
Erweiterung der wasserwirtschaftlichen Forschung und Entwicklung (M)		noch nicht diskutiert
Marktentwicklung	Steuerung der Wassernachfrage	
	Schnittstelle Handlungsfeld Finanzwirtschaft: Entwicklung des Versicherungsmarkts zur Absicherung von Schäden	Schnittstelle: FiW-R-2

6.3.2 Erläuterungen zu Indikationsideen und Indikatoren zum Handlungsfeld „Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz“

Das Handlungsfeld „Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz“ hat im Hinblick auf den Klimawandel nicht nur einen exponierten Platz in der öffentlichen Wahrnehmung, sondern ist auch nach der Priorisierung (s. Kap. 3.3) mit über 20 Indikationsfeldern und mehr als 50 thematischen Teilaspekten eines der umfangreichsten Handlungsfelder in der DAS.

Besonders im Handlungsfeld Wasserhaushalt gibt es intensive Bemühungen zur Erfassung der tatsächlichen und potenziellen Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserressourcen und das -management sowie zur Entwicklung von geeigneten Anpassungsstrategien. Diese finden auf politischer Ebene (z. B. mit der Verabschiedung der EU Hochwasserschutzrichtlinie), im Bereich der Forschung (GLOWA, KLIWAS, KLIWA, CLIWAT, RADOST etc.), auf administrativer Ebene (z. B. im Rahmen der Festsetzung von Vorranggebieten oder bei der Einrichtung von Frühwarnsystemen), auf technischer Ebene (z. B. in Form neuer Ansätze des Niederschlagsmanagements und technischen Hochwasserschutzes) und in der Privatwirtschaft (z. B. in der Elementarversicherung) ihren Niederschlag.

Die Kompetenzen und Entscheidungsbefugnisse im Handlungsfeld Wasserhaushalt / Wasserwirtschaft sind föderal strukturiert. Infolgedessen fehlt es an zentral gehaltenen und aggregierten Datensätzen zu vielen der interessanten Indikationsfelder. Dieser Umstand hat sich als grundsätzliche Hürde bei der Indikatorenentwicklung erwiesen.

- **Hydrologie und Abflussverhältnisse**

Zusammen mit der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) in Koblenz wurden drei Indikatoren zur Darstellung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Abflussverhältnisse und des Auftretens von Extremereignissen entwickelt. Diese beschreiben zum einen die Änderungen des mittleren Abflusses **(WW-I-3),** die regelmäßig an die OECD oder an den Hydrologischen

Atlas für Deutschland berichtetet werden, und zum anderen die Entwicklung der Häufigkeit von Extremereignissen im Hoch- **(WW-I-4)** und im Niedrigwasserbereich **(WW-I-5)**. Für die Indikatorendarstellung wird auf die repräsentativen Gewässerpegel für große Einzugsgebiete (Gewässer Rang 1) im bundesweiten Messnetz der BfG zurückgegriffen.

Die geeignete Aggregationsebene für die Darstellung der Abflussverhältnisse war Gegenstand intensiver Debatten. Die Experten der Kleingruppe Hydrologie wiesen darauf hin, dass die Auswirkungen des Klimawandels sich regional und jahreszeitlich stark unterscheiden. Diese Unterschiede könnten sich in einer aggregierten Darstellung gegenseitig aufheben. Es wurde aus diesem Grunde eine Systematik entwickelt, die sowohl eine aggregierte als auch eine regional- und jahreszeitlich-differenzierte Darstellung der Abflussverhältnisse ermöglicht. Des Weiteren muss zwischen starken und mittleren Extremereignissen unterschieden werden, da aktuell noch nicht bekannt ist, wie sich die Entwicklungsdynamik in Zukunft konkret darstellen wird. Zudem wurde von den Experten der Kleingruppe Hydrologie in Aussicht gestellt, ähnliche Indikatoren für kleine und mittlere Einzugsgebiete zu entwickeln. Pegeldaten sind potenziell über den Bund-/Länder-Austausch verfügbar.

Es war das Anliegen der beteiligten Experten, dass sich eine Berichterstattung im Sinne der DAS an der neuen Hochwasserrisikomanagementrichtlinie (HWRM-RL) orientiert, die politisch abgestimmte Ziele für den Hochwasserschutz enthält und dabei die Anpassung an den Klimawandel berücksichtigt. Die HWRM-RL legt den Schwerpunkt auf *Vermeidung, Schutz und Vorsorge*. Das zentrale Element der HWRM-RL ist die Aufstellung von Hochwasserrisikomanagementplänen. Diese enthalten Programme mit konkreten Zielen, die in absehbarer Zeit zu erreichen sind, und Maßnahmen, die umgesetzt werden sollen. Die Hochwasserrisikomanagementpläne sind bis 2015 aufzustellen. Bis Ende 2011 sind Gebiete mit einem potenziellen signifikanten Hochwasserrisiko im Rahmen einer vorläufigen Auswertung festzulegen. Ende 2013 müssen für diese Gebiete Gefahren- und Risikokarten vorliegen. Die Gefahrenkarten visualisieren verschiedene Hochwasserszenarien, die Risikokarten enthalten detaillierte Information über Risikofaktoren und Risikoausmaß (wie z. B. zur Anzahl betroffener Personen).

In Verbindung mit der HWRM-RL wurde eine Reihe von möglichen Impact- und Responseindikatoren (nicht abschließend) diskutiert, für die Daten aber heute noch nicht flächendeckend und/oder harmonisiert vorliegen:

auf der Impact-Ebene:

- Hochwasserrisiko für Hochwasserereignisse bezogen auf die menschliche Gesundheit (z. B. Anzahl betroffener Personen), auf betroffene Flächen (z. B. Naturschutzgebiete) sowie auf Kulturgüter oder wirtschaftliche Tätigkeiten (z. B. Landnutzung);

auf der Response-Ebene:

- Verhältnis der bereits erstellten Hochwassergefahrenkarten bzw. Hochwasserrisikokarten zur Gesamtanzahl der Gefahrenkarten bzw. Risikokarten, die erstellt werden müssen (zur Indikation der Anzahl der Gemeinden, die auf Gefahrenabwehr vorbereitet sind),

- verschiedene strukturelle und nicht-strukturelle Maßnahmen wie z. B. die Ausweisung von Vorranggebieten, die Festsetzung von Überschwemmungsgebieten, die Durchführung von Renaturierungsmaßnahmen (z. B. in Kilometer renaturierter Gewässerstrecke) und die Einrichtung von Frühwarnsystemen. Maßnahmen des technischen Hochwasserschutzes wie z. B. der Ausbau der Deiche sollten nach Meinung der Experten nicht in den Vordergrund gerückt werden, da diese den Schwerpunkten der HWRM-RL (Vermeidung und Vorsorge) nicht entsprechen;
- Investitionen in Maßnahmen zur Vermeidung von und Schutz vor Hochwasser, aufgeteilt in Kategorien wie z. B. Frühwarnsysteme, technischer Hochwasserschutz, Retentionsflächen, Renaturierung usw.. Verschiedene Systematiken für die Kategorisierung und die Zuweisung von Kosten sind u. a. im Rahmen des Forschungsvorhabens FLOOD-ERA (SCHANZE et al. 2008) sowie im Rahmen des Schweizer Aktionsplans PLANAT (PLANAT 2007) in der Entwicklung.

Die Auswirkungen von Klimawandel auf den mengenmäßigen Zustand und die Beschaffenheit von **Grundwasser** sollen anhand von repräsentativen Pegeln dargestellt werden (hierfür sind derzeit zwei Indikatoren in Vorbereitung (**WW-I-1**, **WW-I-2)**, für die aber noch keine Factsheets erstellt werden konnten). Hier stehen weitere bilaterale Gespräche mit der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) an, die in Zusammenarbeit mit den geologischen Diensten der Bundesländer hydrogeologische Grundlageninformationen erfasst und aufbereitet. Im Vordergrund steht die verfahrenstechnische Frage, wie der Einfluss von Grundwasserentnahmen von dem klimabedingten Einfluss auf Grundwasserressourcen unterschieden werden soll. Ebenfalls muss die Datenverfügbarkeit hinsichtlich der Anreicherung von Grundwasser als potenzieller Response-Indikator überprüft werden.

- **Gewässerökologie**

Ein direkter Zusammenhang besteht zwischen Klimawandel und Gewässertemperatur. Die Gewässertemperatur ist wiederum ein zentraler Einflussfaktor auf die physikalisch-chemischen sowie biologischen Prozesse in Gewässern. Sie bestimmt die Dauer der Eisbedeckung und der Schichtungsverhältnisse der Seen, beeinflusst die biologische Umsetzung von Nährstoffen sowie die Sauerstoffzehrung und trägt zu einer Verschiebung des Artenvorkommens und der Artenzusammensetzung bei. Der Einfluss der Temperatur auf die Artenvorkommen bzw. die Zusammensetzung der Artengemeinschaften ist aktueller Gegenstand intensiver Forschung, allerdings sind die Wirkungszusammenhänge noch nicht hinlänglich bekannt.

Da die meisten deutschen Flüsse und Seen stark durch menschliche Tätigkeiten (Kühl- und Abwassereinleitungen, diffuse Nähr- und Schadstoffeinträge, morphologische Veränderungen, Schifffahrt, Fischereiwirtschaft etc.) beeinflusst werden, sind die beobachteten Veränderungen fast immer Ergebnis komplexer Einwirkungen. Der tatsächliche Anteil, den der Klimawandel an den Veränderungen hat, ließe sich nur mit komplexen Verfahren der Datenanalyse abschätzen.

Für stehende Gewässer konnte Einigung bezüglich der Impact-Indikatoren Oberflächentemperatur **(WW-I-6),** Dauer der Stagnationsperiode **(WW-I-7)** sowie Eintreten der Frühjahrs-

algenblüte **(WW-I-8)** erzielt werden, da hier die Wirkungszusammenhänge mit dem Klimawandel am engsten sind. Für die Berechnung der Indikatoren müssen engmaschige Messungen vorliegen. Geeignete Messreihen liegen in Deutschland allerdings nur für wenige Seen und verteilt vor. Weder sind die Daten der operativen Messungen für die WRRL noch die der Seendatenbank des UBA für diesen Zweck ausreichend. Der Aufwand für das Zusammentragen und Harmonisieren der Daten ist in allen Fällen erheblich. Für Fließgewässer wurden keine Indikatoren festgelegt, entweder, weil die Wirkungszusammenhänge noch nicht ausreichend bekannt sind (Potamalisierung, Sauerstoffgehalt), weil der Wirkungszusammenhang zu schwach ist (Leitartenindex, Sabrobienindex), oder weil Daten nicht in einer geeigneten Form existieren (Temperatur, Sedimentfrachten). Gerade die Entwicklung der Schwebstofffrachten (**WW-I-9**, kein Factsheet angelegt) infolge von sich verändernden Niederschlagsereignissen und Erosionsvorgängen wäre mit Blick auf die Eutrophierung der Gewässer von besonderem Interesse. Bei der BfG wird eine Sedimentendatenbank gepflegt, die allerdings Daten zur Schwebstoffkonzentrationen anstelle von Schwebstofffrachten enthält. Weitere Gespräche zu der Interpretierbarkeit der vorhandenen Informationen müssen erfolgen, bevor hier ein Indikator in Aussicht gestellt werden kann.

Auf der Maßnahmenseite sind alle Aktivitäten relevant, die die Wärmelast der Gewässer durch Einleitungen reduzieren (Schnittstelle zum Handlungsfeld „Energiewirtschaft“), die den Eintrag von Nähr- und Schwebstoffe verringern (Ausbaustufen Kläranlagen, vor allem die Phosphateliminierung), die einer Reduktion des N-Überschusses in der Landwirtschaft dienen und somit einer Eutrophierung der Gewässer entgegenwirken, und die die Gewässerstrukturgüte erhöhen. Zwei Indikatoren zur Darstellung der Durchgängigkeit der Gewässer und der Gewässerstrukturgüte als Indexwerte werden aktuell für LIKI entwickelt und könnten in Zukunft ebenfalls geeignete Anpassungsindikatoren darstellen **(WW-R-5)**.

- **Siedlungswasserwirtschaft**

Für die Siedlungswasserwirtschaft konnte mit dem Indikator Anpassung der kommunalen Gebührenordnung für die Abwasserentsorgung **(WW-R-2)** ein Response-Indikator ausgearbeitet werden. Immer mehr Gemeinden gehen dazu über, nach dem gesplitteten Maßstab abzurechnen. Sie machen dadurch die Problematik der Versiegelung und der zentralen Regenwasserbeseitigung bei der Bevölkerung präsenter und schaffen Anreize, das Niederschlagswasser nicht in die Kanalisation einzuleiten, sondern stattdessen Flächen zu entsiegeln und Regenwasser versickern zu lassen oder zu nutzen. Dies entlastet die Kanalisation im Falle urbaner Starkregenereignisse. Allerdings gibt es auch für diesen Indikator noch Datenprobleme.

Eine Reihe von thematischen Teilaspekten, die im Rahmen des Beratungsprojekts priorisiert und diskutiert wurden, konnten noch nicht abschließend bearbeitet werden, da die in der zweiten Projektphase gebildeten Arbeitsgruppen andere Schwerpunkte hatten. Dies betrifft auf der Impact-Ebene die Veränderung der Sicherheit der Trinkwasserversorgung und Einschränkungen der Funktionsfähigkeit der Entwässerungssysteme sowie auf der Response-Ebene die Sicherung und Weiterentwicklung der Infrastruktur der Trinkwasserversorgung und der Abwasserentsorgung (u. a. Ausbaustufe der Kläranlagen, s. o.). Weitere bilaterale

Gespräche sind nötig, um die Umsetzbarkeit und Sinnhaftigkeit vorhandener Indikationsideen zu überprüfen und umzusetzen.

6.3.3 Schnittstellen des Handlungsfelds „Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz“ mit anderen DAS-Handlungsfeldern

Für das Handlungsfeld „Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz“ gibt es vielfältige Schnittstellen mit anderen Handlungsfeldern der DAS.

Im Bereich Hydrologie und Abflussverhältnisse gibt es umfangreiche thematische Überschneidungen mit den Handlungsfeldern „Energiewirtschaft“ (EW), Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“ (V), „Finanzwirtschaft“ (FiW) sowie dem Querschnittsthema „Raum-, Regional- und Bauleitplanung“ (RO) und den darin entwickelten Impact- und Response-Indikatoren:

- **EW-I-3:** Kühlwassertemperaturbedingte Stromminderproduktion thermischer Kraftwerke
- **EW-R-3:** Wassereffizienz thermischer Kraftwerke
- **V-I-1:** Schiffbarkeit der Binnenschifffahrtsstraßen
- **V-I-2:** Kumulierte monatliche Abweichung des Güterumschlags der Binnenschifffahrt
- **FiW-R-2:** Versicherungsdichte der erweiterten Elementarschadenversicherung für Wohngebäude
- **RO-R-1:** Bebaute Fläche in Gefährdungszonen
- **RO-R-2:** Bebaute Fläche in Hochwasserrisikogebieten

Die Indikatoren RO-R-1 und RO-R-2 lassen sich derzeit allerdings noch nicht berechnen, da die hierfür erforderlichen Gefährdungszonenkarten und Hochwassergefahrenkarten noch nicht zur Verfügung stehen (s. Kap. 0).

Im Hinblick auf den Gebietswasserhaushalt sind als Schnittstellen die beiden folgenden Response-Indikatoren aus dem Handlungsfeld „Boden“ genannt:

- **BO-R-3:** Erhaltungszustand von Moorböden
- **BO-R-4:** Moorböden unter Nutzung

Die Aufnahme der beiden Indikatoren wird u. a. mit der Bedeutung organischer Böden für die Stabilisierung des Gebietswasserhaushalts begründet. Hinzuzufügen ist außerdem der Indikator **BO-R-2** (Grünlandfläche), auch wenn hier die Schnittstelle etwas weniger deutlich ist.

Mit Blick auf den Bereich Grundwasser sei an dieser Stelle auf den Indikator Landwirtschaftliche Beregnung **(LW-R-10)** aus dem Handlungsfeld „Landwirtschaft“ hingewiesen.

Im Bereich Gewässerökologie werden sich bei der weiteren Ausarbeitung des Handlungsfelds „Biologische Vielfalt“ voraussichtlich zahlreiche weitere Schnittstellen ergeben.

Für das Handlungsfeld Gesundheit konnte der Indikator **GE-I-9** (Belastung von Badegewässern) noch nicht abschließend ausgearbeitet werden. Hier ist noch eine Abstimmung mit dem Indikator **WW-I-8** vorzunehmen.

6.3.4 Abschließende Bewertung des Entwicklungsstands im Handlungsfeld „Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz“

Die thematische Breite des Handlungsfelds „Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz“, die starke Zersplitterung von Kompetenzen und das weitgehende Fehlen von harmonisierten Datensätzen erschweren das Zusammenstellen eines ausgewogenen Indikatorensets. Die Indikatorenentwicklung konnte im Rahmen von Expertengesprächen (Arbeitsgruppen und bilateralen Gespräche) zwar erfolgreich vorangetrieben werden, doch für eine Reihe von Indikatoren stehen fachliche Abstimmungen oder eine Weiterentwicklung und Konkretisierung noch aus. Insbesondere verbleibt der Themenbereich Küsten- und Meeresschutz noch vollständig für die Bearbeitung.

Dementsprechend haben auch eine Gesamtdiskussion und fachliche Abstimmung des Indikatorensets im Rahmen des Vorhabens noch nicht stattgefunden. Dies wäre aber die Voraussetzung für eine umfassende und ausgewogene Darstellung der wichtigsten Klimawirkungen und Anpassungsmaßnahmen im Handlungsfeld Wasserhaushalt.

6.4 Indikatoren für das Handlungsfeld „Boden“

6.4.1 Indikatorenvorschläge

Für das Handlungsfeld „Boden“ (BO) wurden auf der Grundlage der vorgenommenen Priorisierung der Indikationsfelder und basierend auf den Vorarbeiten der Hochschule Eberswalde aus dem Beratungsprojekt Indikatoren entwickelt und dokumentiert. Insgesamt können nach dem aktuellen Arbeitsstand für das DAS-Indikatorensystem

- 2 Impact-Indikatoren und
- 4 Response-Indikatoren

vorgeschlagen bzw. in Aussicht gestellt werden (s. Tab. 7).

Die Indikatoren-Factsheets zum DAS-Handlungsfeld „Boden“ sind im Anhang 3.4 zusammengestellt.

Tab. 7: Impact- und Response-Indikatoren für das DAS-Handlungsfeld „Boden“

Indikations-feld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
Impacts		
Bodenwasser-haushalt (Wassertransport, -speicher)	Änderung des Bodenwasservorrats	**BO-I-1:** Bodenwasservorrat in landwirtschaftlich genutzten Böden
	Abnahme der Infiltrationskapazität	
	Funktionseinschränkung hydromorpher Böden	
Bodenwärme-haushalt	Änderung der Bodentemperatur	**BO-I-2:** Bodentemperaturen
	Änderung Boden-Strahlungsbilanz	

Indikations-feld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
Responses		
Aufklärung über Risiken und Gefährdungen	Aufklärung der Öffentlichkeit	
	Entwicklung bzw. Ausbau des Risikomanagements	
	Aufklärung der Bodennutzer	
	Entwicklung bzw. Ausbau von Frühwarnsystemen und Informationsdiensten	
Anpassung der Raum- und Nutzungsstruktur	Optimierung der Infrastruktur zur Sicherung der Lebensraumfunktion	Schnittstelle: RO-R-8
	Optimierung der Infrastruktur zum Erosionsschutz	
	Schnittstelle Querschnittsthema Raum-, Regional- und Bauleitplanung: Erhaltung und Schaffung von Retentionsräumen, (Gebiets-)wasserrückhalt	
	Ausweisung von Schutz- und Vorranggebieten	**BO-R-3:** Erhaltungszustand von Moorböden
Anpassung der Landnutzung, des Flächenmanagements	Anpassung der Bewirtschaftungsplanung an die Änderung der Standorteigenschaften	**BO-R-2:** Grünlandfläche Schnittstellen: LW-R-2, LW-R-3, LW-R-4, LW-R-5, LW-R-6, FW-R-2, FW-R-4
	Anpassung des Bewirtschaftungsmanagements an die Änderung der Standorteigenschaften	**BO-R-3:** Erhaltungszustand von Moorböden **BO-R-4:** Moorböden unter Nutzung Schnittstelle: LW-R-10
	Managementmaßnahmen zur Verminderung der Vulnerabilität	**BO-R-1:** Humusversorgung landwirtschaftlicher Böden **BO-R-4:** Moorböden unter Nutzung Schnittstelle: FW-R-7
Anpassung / Erweiterung des Bodenmonitorings	Programme zur Bodenerfassung / -kartierung	
	Bodenmessprogramme	
Erweiterung der bodenbezogenen Forschung	Weiterentwicklung von Haushalts- und Bilanzmodellen	
	Weiterentwicklung von Planungs- und Vorsorgeinstrumenten	

6.4.2 Erläuterungen zu Indikationsideen und Indikatoren zum Handlungsfeld „Boden“

Im Handlungsfeld „Boden“ erscheint das Indikatorenspektrum noch unbefriedigend. Die Indikatorenvorstellungen konnten zwar gegenüber dem Stand des Beratungsprojekts deutlich konkretisiert werden, aber insgesamt fehlt es noch an einer umfassenden Abbildung der Problemfelder im Kontext Boden und Klimaveränderung. Einen wesentlichen Anteil daran

haben Datenprobleme. Die Erhebungen auf den Boden-Dauerbeobachtungsflächen (BDF) werden auch von Experten als die zentrale Datenquelle für bodenbezogene Indikatoren für das DAS-Indikatorensystem gesehen, da für dieses Programm Wiederholungserhebungen als annähernd gesichert gelten und außerdem mit einer vergleichsweise hohen Dichte an Messstellen gearbeitet wird. Den Anspruch auf vollständige Repräsentativität können diese Erhebungen dennoch nicht erheben. Das große Problem der BDF besteht darin, dass es trotz der bundesweiten Harmonisierungsbemühungen noch Unterschiede in der Umsetzung durch die Länder gibt. Bemühungen zur bundesweiten Auswertung der BDF-Daten stoßen daher immer wieder an ihre Grenzen. Aus den bisherigen Forschungsvorhaben, die im UBA mit diesem Ziel durchgeführt worden sind, konnten bislang noch keine Ergebnisse vorgelegt werden, die mit Blick auf einen DAS-Indikator nutzbar wären.

Als zusätzliche Datenquellen kommen außerdem die Erhebungen im Rahmen der Bodenzustandserhebung (BZE) und des agrarmeteorologischen Messnetzes in Betracht. Für die BZE im Wald liegen inzwischen die Ergebnisse der bundesweiten Wiederholungserhebung vor. Die Daten befinden sich derzeit in der Auswertung. Für das Handlungsfeld „Wald und Forstwirtschaft“ wurde basierend auf diesen Daten ein erster DAS-Indikator zum Gehalt organischen Kohlenstoffs vorgeschlagen (s. FW-R-7), der allerdings in Teilen noch fachlich umstritten ist. Die BZE Landwirtschaft ist noch im Aufbau. Das agrarmeteorologische Messnetz bietet Daten zum Bodenwasser- und -temperaturhaushalt, allerdings lässt sich auch für diese Erhebungen nicht auf spezifischen Auswertungen zum Zusammenhang von Bodenveränderungen mit Klimaveränderungen zurückgreifen. Auch diesbezüglich gelten viele fachliche Fragen noch als unbeantwortet.

Aussagen, auf wie vielen Flächen innerhalb Deutschlands klimabedingte Bodengefährdungen vorliegen, und Antworten auf die Frage, inwieweit Änderungen des Nutzungsregimes zu einer Verbesserung oder Verschlechterung der Situation beitragen, sind auf eine flächenscharfe Verschneidung von Bodendaten mit Nutzungsdaten angewiesen. Letztendlich entscheidet die spezifische Kombination von Nutzungsform und -ausprägung und lokalen Bodeneigenschaften darüber, ob eine Nutzung nachhaltig ist oder nicht und ob Bodenbelastungen unter Landnutzung entstehen. Eine solche Verschneidung setzt jedoch ausreichend hoch aufgelöste und kontinuierlich aktualisierte Flächeninformationen voraus. Dies gilt sowohl mit Blick auf eine regelmäßige Aktualisierung der BÜK 200 (Bodenübersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland im Maßstab 1:200.000) als auch auf die Verfügbarkeit räumlich hochaufgelöster Nutzungsdaten. Beides ist derzeit nicht gewährleistet. Insbesondere Daten zur räumlichen Verortung landwirtschaftlicher Nutzungen (InVeKoS-Daten[7]) sind nicht frei zugänglich, zumindest nicht in allen Bundesländern.

Im so genannten BOKLIM-Vorhaben (Anwendung von Bodendaten in der Klimaforschung, F+E-Vorhaben 3708 71 205 01 des UBA, KAUFMANN-BOLL et al. 2011) wurde die Eignung von Bodendaten aus den wichtigsten bundesweit und dauerhaft betriebenen Programmen

[7] InVeKoS (Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem) ist ein durch die Europäische Kommission schrittweise eingeführtes System von Verordnungen zur Durchsetzung einer einheitlichen Agrarpolitik in den EU-Mitgliedsstaaten und zur Kontrolle der Agrarausgaben der EU. Das System enthält umfangreiche landwirtschaftliche Nutzungsdaten, unterliegt aber starken Einschränkungen für deren Nutzung und Veröffentlichung.

des Bodenmonitoring und der Bodenzustandserhebung für die Klimaforschung erstmals messnetzübergreifend bewertet. Dabei wurde auch Anpassungsbedarf der Programme an die spezifischen Fragestellungen im Zusammenhang mit der Klimafolgenbetrachtung geltend gemacht. Das BOKLIM-Vorhaben diente nicht dazu, die in Bund, Ländern und Forschungseinrichtungen vorhandenen Messdaten von den erhebenden Institutionen zu beschaffen und zusammenzuführen, sondern nur die besagte Eignungsbewertung durchzuführen. Das bedeutete aber auch, dass unmittelbare Zulieferungen von Indikatoren aus dem BOKLIM-Vorhaben nicht stattgefunden haben. Allerdings haben die BOKLIM-Ergebnisse insofern das Indikatoren-Projekt befruchtet, als sie die inhaltliche Fokussierung unterstützt und Hinweise auf mögliche Datenquellen gegeben haben.

- **Impact-Indikatoren:**

Den Empfehlungen des Beratungsprojekts folgend lag der Fokus der Indikatorenentwicklung für die Impact-Ebene auf den beiden Größen Bodentemperatur und Bodenfeuchte. Aus ihnen lassen sich die direkten Wirkungen veränderter Klimabedingungen auf den Wärme- und Wasserhaushalt der Böden ermitteln. Außerdem sind indirekt Rückschlüsse auf die Freisetzung von Nähr- und Schadstoffen, die Freisetzung von Klimagasen und Veränderungen der Bodenlebensgemeinschaft sowie auf die Gefährdungen der Böden durch Bodenerosion und Verdichtung möglich (KAUFMANN-BOLL et. al 2011). Von Indikatoren zur unmittelbaren Darstellung von Veränderungen des Stoffaushalts im Boden wurde vorerst abgesehen, da es hier noch zu viele Untersicherheiten bezüglich der Zusammenhänge mit Klimafolgen gibt (dies gilt sowohl für die Nährstoffe als auch mit Blick auf das veränderte Mobilisierungsverhalten von Schadstoffen).

Daten zum Bodenwasserhaushalt (Bodenwassergehalt bzw. zur Bodenfeuchte, s. Indikator **BO-I-1**) werden derzeit in mehreren Programmen erhoben. Zu erwähnen sind insbesondere die Intensiv-BDF, die Level II-Flächen, die Landwirtschaftlichen Dauerfeldversuche und die Feldlysimeter-Dauerversuche, die vergleichsweise hochfrequente Erhebungen durchführen. Die Messstellen sind aber in unterschiedlicher Dichte über Deutschland verteilt und repräsentieren die Bodenverhältnisse unterschiedlich gut. Relevant sind außerdem die vom DWD bundesweit in seinem agrarmeteorologischen Messnetz erhobenen Daten. Als problematisch erweist sich allerdings die Vielzahl der verschiedenen Datensammlungen und Datenhalter. Für zukünftige Auswertungen wäre es in einem ersten Schritt notwendig und sinnvoll, die Daten zusammenzuführen. Eine Vernetzung der verschiedenen Messprogramme würde eine Vereinheitlichung der heterogenen Datenpools ermöglichen und könnte durch Synergieeffekte wissenschaftliche und wirtschaftliche Vorteile bringen (KAUFMANN-BOLL et al. 2011: 135). Für einen bundesweit aussagekräftigen Indikator zum Bodenwasserhaushalt gibt es daher derzeit noch kein schlüssiges Konzept.

Die ebenfalls im agrarmeteorologischen Messnetz erhobenen Daten zu Bodentemperaturen (Indikator **BO-I-2**) wurden bisher noch nicht systematisch ausgewertet. Darstellungen von Zeitreihen beschränken sich derzeit noch auf Datenauswertungen von Einzelstationen. Methodische Vorschläge zur räumlichen und zeitlichen Aggregation der Daten der ca. 500 DWD-Messstellen liegen noch nicht vor. Zur Entwicklung einer geeigneten Auswertemetho-

dik wären in einem ersten Schritt noch grundlegende Indikationsfragen zu klären (z. B. mit Blick auf welche Indikationsfrage sind welche Mittelwertbildungen sinnvoll oder sollte besser mit der Über- oder Unterschreitung von Schwellenwerten gearbeitet werden). Dies war im Rahmen des F+E-Vorhabens nicht möglich. Es besteht aber Interesse des DWD, eine Arbeitsgruppe einzurichten, um die diesbezüglichen Fragen zu diskutieren.

Diskutiert wurde ebenfalls die mögliche Indikation klimabedingter Veränderungen der bodenmikrobiellen Aktivität. Hier scheinen aber die Datenengpässe noch größer zu sein. Außerdem besteht noch viel Unklarheit, was die Zusammenhänge mit Klimaveränderungen anbelangt (s KAUFMANN-BOLL et al. 2011: Tab. 3.5). Daher wird vorgeschlagen, einen entsprechenden Indikator vorerst nicht zu diskutieren.

Auch die Bodenerosion gehört zu den intensiv im Zusammenhang mit Klimaveränderungen diskutierten Wirkungsbereichen. Als Ursachen verstärkter Wassererosion werden insbesondere veränderte Saisonalitäten sowie vermehrte erosive Starkregenereignisse und eine Zunahme der Winterniederschläge betrachtet. Für die Winderosionsgefährdung gilt Ähnliches; hier wird bei Zunahme von Windgeschwindigkeiten und Trockenperioden ebenfalls von einem verstärkten Erosionsgeschehen ausgegangen (LABO 2010). Ein flächendeckendes repräsentatives Erosions-Monitoring gibt es in Deutschland bislang nicht. Aussagen über die Repräsentativität (einzelner) plotbezogener Erosionsmessungen sind i. d. R. ebenso schwierig wie die Entwicklung geeigneter Regionalisierungsansätze, um flächenhafte Aussagen treffen zu können (KAUFMANN-BOLL et al. 2011). Auch bezüglich der methodischen Herangehensweise an ein solches Erosions-Monitoring gehen die fachlichen Meinungen noch auseinander (ebd.: 107 ff.). Ein großes und noch ungelöstes Problem ist vor allem die regelmäßige Aktualisierung der Aussagen. Annäherungen an eine Beschreibung des Erosionsrisikos ließen sich zwar über die Erfassung hoch aufgelöster Klimadaten erreichen (z. B. über Veränderungen des R-Faktors = Regen- und Oberflächenabflussfaktor), aber auch in diesem Falle würde es einer kontinuierlichen Aktualisierung der Berechnung bedürfen, die derzeit aber nicht vorgenommen wird. Hinzu kämen die Unsicherheiten durch bewirtschaftungsbedingte Risikofaktoren. Im APA wird vor diesem Hintergrund deshalb auch explizit auf die Notwendigkeit hingewiesen, ein systematisches, vergleichbares und deutschlandweites Erosions-Monitoringsystems im Zusammenhang mit einer webbasierten Informationsplattform für Bodendaten aufzubauen und zu etablieren (s. auch MOSIMANN et al. 2009 für Niedersachsen). Ein Indikator lässt sich aus den genannten Gründen derzeit für das DAS-Indikatorensystem (noch) nicht vorschlagen.

- **Response-Indikatoren:**

Auf der Response-Ebene konzentriert sich die Indikation derzeit auf zwei strategische Ansätze:

  - Schutz organischer Böden und Erhaltung hoher Gehalte von organischem Kohlenstoff in Böden,
  - Anpassung des landwirtschaftlichen Nutzungsregimes an steigende Empfindlichkeiten von Böden.

Für die Reponse-Indikationsfelder „Aufklärung über Risiken und Gefährdungen“ sowie Monitoring und Forschung konnten keine griffigen Indikationsideen und auch keine sinnvoll verwendbaren Datenquellen identifiziert werden. Im Falle der thematischen Teilaspekte „Anpassung der Bewirtschaftungsplanung“ und „Anpassung des Bewirtschaftungsmanagements“ zeichnen sich Schnittstellen mit den Handlungsfeldern „Landwirtschaft“ sowie „Wald und Forstwirtschaft“ ab. Mit Maßnahmen des Waldumbaus sowie der Wahl der anzubauenden Kulturpflanzen und der Fruchtfolge oder der landwirtschaftlichen Beregnung reagieren Forst- und Landwirte auf veränderte Standortbedingungen (u.a. Frühjahrs- und Sommertrockenheit). Zu spezifischeren Maßnahmen des Bodenschutzes wie zur Vermeidung von Erosion und Schadverdichtung wurde zwar diskutiert, es konnten aber keine geeigneten Datenquellen identifiziert werden.

Der besondere Fokus der Indikatorenarbeit auf die organischen Böden begründet sich damit, dass diese sowohl in der Klimafolgenanpassung als auch im Klimaschutz eine Schlüsselrolle spielen. Böden mit hohen Gehalten bzw. Vorräten an organischem Kohlenstoff oder Humus haben i. d. R. ein stabileres Gefüge und können mehr Wasser und Nährstoffe (und Schadstoffe) halten als Böden mit nur niedrigen Gehalten, außerdem ist die biologische Aktivität in humusreichen Böden höher. Diese Böden sind daher u. a. gegenüber Stoffausträgen, Erosion und Schadverdichtung widerstandsfähiger. Einem Response-Indikator zu Humusgehalten von Böden (Indikator **BO-R-1**) liegt die Hypothese zugrunde, dass land- und forstwirtschaftlich genutzte Böden mit „optimalen“ Humusgehalten aus derzeitiger Sicht besser auf die steigenden Risiken u. a. durch Starkregen und Austrocknung etc. vorbereitet sind als solche mit standortgemäß zu niedrigen (oder im Falle der landwirtschaftlich genutzten Böden auch mit zu hohen Gehalten).

Hinzu kommt, dass die Böden aufgrund ihrer immensen Kohlenstoffvorräte einen bedeutenden Anteil an den CO_2-Flüssen zwischen Boden und Atmosphäre haben. Bereits geringfügige Änderungen im C_{org}-Gehalt der Böden können erhebliche Auswirkungen auf das Klima haben (SCHILS et al. 2008, LABO 2010). Insbesondere für organische Böden, die beträchtliche Senken von Kohlenstoff sein können, besteht die Gefahr, dass sie sich infolge von Veränderungen von Management oder Bewirtschaftung (z. B. Grünlandumbruch oder Drainierung) oder durch klimatische Veränderungen (in unseren Breiten insbesondere durch Austrocknung) zu Quellen von CO_2-Emissionen entwickeln. Auch wenn der Klimaschutz nicht im Fokus der DAS-Berichterstattung steht, lassen sich anhand eines Indikators zur Entwicklung der Humusgehalte in den Böden Synergieeffekte zwischen Anpassungs- und Klimaschutzmaßnahmen aufzeigen.

Es besteht Einigkeit unter den Experten, dass es notwendig und richtig ist, Humus bzw. organischen Kohlenstoff als Indikator im DAS-Indikatorensystem zu berücksichtigen. Allerdings gibt es derzeit noch eine Reihe ungelöster methodischer Schwierigkeiten sowohl bei der bundesweit einheitlichen Erhebung von Boden-Humusgehalten (inkl. der Beprobung) als auch bei der Auswertung der Daten. Eine Fallstudie für Bayern wurde – basierend auf den dort bereits durchgeführten Auswertungen – diskutiert, die Form der Auswertung ist allerdings fachlich noch umstritten. Das UBA plant, das Thema Humusmonitoring und Datenauswertung in 2012 vertiefend zu bearbeiten. Zu diesem Zeitpunkt wird aus dem BDF-

Programm auch ein validerer und größerer Datensatz zur Verfügung stehen. Bis 2013 besteht daher die Hoffnung, zu einem fachlich akzeptierten bundesweiten Indikator für das DAS-Indikatorensystem zu kommen.

Ergänzend zum Humus-Indikator (BO-R-1) sollen die organischen Böden zum Indikationsgegenstand gemacht werden. Hierzu konnte in Abstimmung mit dem BfN ein Stellvertreter-Indikator auf der Grundlage von Daten aus der FFH-Berichterstattung formuliert werden (s. Indikator **BO-R-3**). Ferner kann ein Indikator in Aussicht gestellt werden, der Daten zur nationalen Emissionsberichterstattung zu den organischen Böden (LULUCF/ AFOLU) nutzen wird (s. Indikator **BO-R-4**). Diese Berichterstattung ist derzeit im Aufbau.

Als Beispiel für die mögliche Anpassung des landwirtschaftlichen Nutzungsregimes an die steigenden Empfindlichkeiten von Böden wird ein Indikator zur Grünlandnutzung **(BO-R-2)** vorgeschlagen.

6.4.3 Schnittstellen des Handlungsfelds „Boden“ mit anderen DAS-Handlungsfeldern

Der Boden ist Träger vielfältiger Ökosystemleistungen. Schon allein deshalb ergeben sich zahlreiche Schnittstellen des Handlungsfelds „Boden“ mit anderen DAS-Handlungsfeldern.

Zur Erosionsproblematik selbst kann aus den in Kap. 6.4.2 genannten Gründen noch kein Indikator vorgeschlagen werden. Im Handlungsfeld „Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz“ (WW) ist aber ein Indikator zum Sedimenteintrag in Fließgewässer **(WW-I-9)** in der Diskussion. Er lässt sich mit Off-Site-Schäden als Folge von Erosionsereignissen im entsprechenden Einzugsgebiet in Verbindung bringen (s. KAUFMANN-BOLL et al. 2011: 113-114).

Mit Blick auf den Bodenwassergehalt ist auch die Veränderung von Grundwasserständen **(WW-I-1)** für die Indikation von Interesse, ebenfalls ein Indikator, der für das Handlungsfeld „Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz“ (WW) vorgeschlagen wird. Sinkende Grundwasserspiegel haben insbesondere für Böden mit Grundwasserkontakt direkte Auswirkungen auf den Bodenwasserhaushalt. Sinkt das Grundwasser ab, kann dies zu fehlendem Wasserinput über den offenen und geschlossenen Kapillarsaum führen. Steigende Grundwasserstände hingegen können Bereichen des Bodens über den kapillaren Aufstieg Wasser zuführen, die derzeit nur durch Niederschlag und / oder lateralen Zufluss Einträge von Wasser erhalten. Mit diesen Veränderungen sind i. d. R. auch stoffliche Veränderungen im Boden verbunden (KAUFMANN-BOLL et al. 2011: 117). Eine Schnittstelle in diesem Zusammenhang gibt es auch mit dem Indikator Landwirtschaftliche Beregnung **(LW-R-10)** des Handlungsfelds „Landwirtschaft“, der die Veränderung der Beregnungsfläche in Deutschland abbildet.

Für den Zusammenhang Boden und Landwirtschaft sind neben den bereits in Kap. 6.4.2 genannten Indikatoren zur Anpassung der Bewirtschaftungsplanung (**LW-R-2**, **LW-R-3**, **LW-R-4**, **LW-R-5**, **LW-R-6**) möglicherweise veränderte Praktiken in der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln von Bedeutung (s. Indikatoren **LW-R-8** Inlandsabsatz von Pflanzenschutzmitteln und **LW-R-9** Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendung).

Für das Handlungsfeld „Wald und Forstwirtschaft“ (FW) wird der Response-Indikator Humusversorgung und Wasserrückhaltung forstwirtschaftlicher Böden **(FW-R-7)** vorgeschlagen. Seine Berechnung nutzt Daten der BZE im Wald. Es sollte angestrebt werden, diesen Indikator methodisch möglichst weitgehend mit dem Indikator Humusversorgung landwirtschaftlicher Böden **(BO-R-1)** in Übereinstimmung zu bringen. Eine diesbezügliche Diskussion und Abstimmung steht aber noch aus. Außerdem wird mit den beiden Indikatoren zu Mischbeständen (**FW-R-2**) und zum Umbau gefährdeter Fichtenbestände (**FW-R-4**) eine wichtige Schnittstelle der beiden Handlungsfelder „Wald und Forstwirtschaft“ und „Boden“ markiert, denn mit den beschriebenen Maßnahmen reagieren die Forstwirte u.a. auf sich verändernde Eigenschaften von Waldböden.

Der Indikator Veränderung der Siedlungs- und Verkehrsfläche (Flächeninanspruchnahme) **(RO-R-8)** wurde für das Querschnittsthema „Raum-, Regional- und Bauleitplanung“ (RO) vorgeschlagen. Er ist auch von Relevanz für das Handlungsfeld „Boden“. Überall, wo gewachsener Boden überbaut wird, gehen auch die damit verbundenen Bodenfunktionen (u. a. Wasseraufnahme- und -speicherkapazität) verloren.

6.4.4 Abschließende Bewertung des Entwicklungsstands im Handlungsfeld „Boden“

Aufgrund der in Kap. 6.4.2 angesprochenen Probleme mit der Verfügbarkeit bundesweiter und repräsentativer Bodendaten sind die Indikatorenvorschläge für das Handlungsfeld „Boden“ noch nicht ausgereift. Fachliche Diskussionen zu einer angemessenen Indikatorenformulierung sind noch im Gange. Ihr Ergebnis sollte durch Vorschläge von DAS-Indikatoren nicht vorweggenommen werden. Grundsätzlich sollten alle weiteren Überlegungen die Ergebnisse des BOKLIM-Vorhabens aufnehmen. Eine Verknüpfung der DAS-Indikatorenarbeit mit den einschlägigen Fachgruppen, die sich mit der Weiterentwicklung von Monitoringprogrammen und der Auswertung von Bodendaten beschäftigen, ist anzustreben. Hierzu gehört auch eine Einbindung der Arbeiten, die derzeit in Brandenburg zur Entwicklung spezifischer Boden-Indikatoren für ein Klimamonitoring im Rahmen der DAS unternommen werden (SCHULTZ-STERNBERG et al. 2010, SCHULTZ-STERNBERG & BARTSCH 2011). Allerdings ist dabei zu berücksichtigen, dass eine einfache methodische Übertragung auf die Bundesebene nicht immer möglich ist.

Grundsätzlich ist mit Blick auf die Bodenindikatoren zu fordern, dass die laufenden Aktivitäten in der Bodendauerbeobachtung und der Bodenzustandserhebung unbedingt fortzuführen sind, um ausreichend valide Datengrundlagen zu schaffen. Außerdem sind die Aktivitäten in Zukunft stärker miteinander zu vernetzen und die Erhebungs- und Auswertungsverfahren zu harmonisieren, um bundesweite Aussagen treffen zu können.

6.5 Indikatoren für das Handlungsfeld „Landwirtschaft“

6.5.1 Indikatorenvorschläge

Für das Handlungsfeld „Landwirtschaft“ (LW) wurden auf der Grundlage der vorgenommenen Priorisierung der Indikationsfelder und basierend auf den Vorüberlegungen der Kleingruppe Landwirtschaft im Beratungsprojekt Indikatoren entwickelt und dokumentiert. Insgesamt können nach dem aktuellen Arbeitsstand für das DAS-Indikatorensystem

- 8 Impact-Indikatoren und
- 11 Response-Indikatoren

vorgeschlagen bzw. in Aussicht gestellt werden (s. Tab. 8).

Die Indikatoren-Factsheets zum DAS-Handlungsfeld „Boden“ sind im Anhang 3.6 zusammengestellt.

Tab. 8: Impact- und Response-Indikatoren für das DAS-Handlungsfeld „Landwirtschaft“

Indikations-feld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
Impacts		
Agrophänologie, Verschiebung agroklimatischer Zonen	Verlängerung der Wachstumsperiode für Kulturpflanzen	
	Verschiebung agrophänologischer Phasen bei Kulturpflanzen	**LW-I-1:** Verschiebung agrarphänologischer Phasen
	Desynchronisierung / Synchronisierung der Lebenszyklen von Schad- und Nutzorganismen	
Ertrag und Qualität der Ernteprodukte	Veränderung der Ertragsstabilität	**LW-I-3:** Ertragsänderungen **LW-I-4:** Hagelschäden in der Landwirtschaft
	Veränderung der Qualität von Ernteprodukten	**LW-I-2:** Weinqualitäten **LW-I-4:** Hagelschäden in der Landwirtschaft
	Veränderung des Artenspektrums im Dauergrünland	
Pflanzengesundheit	Veränderung der Pflanzengesundheit durch veränderten abiotischen Stress (z. B. Trockenheit, Hitze, Hagel, Ozon, UV-B)	**LW-I-4:** Hagelschäden in der Landwirtschaft
	Veränderung der Pflanzengesundheit durch veränderten biotischen Stress (Abundanzverschiebungen bei vorhandenen Schadorganismen und Auftreten neuer Schadorganismen)	**LW-I-5:** Warnmeldungen zum Schadauftreten **LW-I-6:** Befallsmeldungen
	Veränderung der Pflanzengesundheit durch Wechselwirkungen zwischen Schad- und Nutzorganismen	

Indikations-feld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
	Veränderung der Pflanzengesundheit durch Verschiebungen in der Nährstoff-verfügbarkeit	
Produktivität in der Tierhaltung	Produktionsveränderungen durch höhere Sommertemperaturen und Hitzestress (insb. bei hoher Luftfeuchte)	
	Produktionsveränderungen durch erhöhte Niederschläge im Winter	
	Produktionsveränderungen durch Wassermangel	
	Erhöhte Produktivität durch mildere Winter	
	Veränderung der Produktqualität (insbesondere Milch) durch höheren Keimdruck im Stall	
Tiergesundheit	Beeinträchtigung der Gesundheit des Tiers durch Hitzestress	**LW-I-8:** Mortalität bei Nutztieren
	Beeinträchtigung der Tiergesundheit durch Parasiten (u. a. Kriebelmücken, Dasselfliegen)	
	Verbreitung und Abundanzveränderung von möglichen Vektoren (z. T. *Schnittstelle Handlungsfeld „Menschliche Gesundheit“*)	
	Verbreitung und Abundanzveränderung von möglichen Vektoren, die für die Übertragung von Krankheitserregern ausschließlich auf Tiere verantwortlich sind	
	Verbreitung und Abundanzveränderung vektorassoziierter Krankheitserreger	
	Erhöhung der Prävalenz / Inzidenz von Infektionskrankheiten	
	Erhöhte Prävalenz / Inzidenz von Krankheiten infolge erhöhter UV-Strahlung	
	Veränderung der Tiergesundheit durch Mykotoxine in Futtermitteln	
	Veränderung der Tiergesundheit durch veränderte Futterqualität	
	Beeinträchtigung der Tiergesundheit durch kontaminiertes Trinkwasser (u. a. auch nach heftigen Regenfällen)	
Responses		
Landwirtschaftliche Beratung	Wissenstransfer im Hinblick auf angepasste Formen der Pflanzen- und Tierproduktion	**LW-R-1:** Landwirtschaftliche Beratung
	Neufassung von Anbauempfehlungen	

Indikations-feld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
	Verbesserung des Risikomanagements der landwirtschaftlichen Betriebe	**LW-R-7:** Beratungsangebot zum Pflanzenschutz
Anpassung der betrieblichen Struktur	Anpassung der Betriebsgröße, Aufgabe von Betrieben	
	Änderung der Eigentumsverhältnisse	
	Veränderung des Produktionsprogramms	Schnittstelle: BO-R-2
Anpassung der Anbausysteme im Pflanzenbau	Veränderung von Anbaugebieten	
	Anpassung der Anbauplanung	
	Anpassung des Kulturpflanzenspektrums	**LW-R-3:** Anbau und Vermehrung wärmeliebender Ackerkulturen **LW-R-4:** Entwicklung der Anzahl von Kulturpflanzenarten, für die Sorten angemeldet sind
	Auswahl geeigneter Sorten	**LW-R-5:** Körnermaissorten nach Reifegruppen **LW-R-6:** Anbau wärmeliebender Rotweinsorten
	Anpassung von Fruchtfolgen	
	Anpassung des Anbaumanagements (u. a. Bodenbearbeitung, Pflanzenschutz, Düngung)	**LW-R-2:** Anpassung von Bewirtschaftungsrhythmen **LW-R-8:** Inlandsabgabe von Pflanzenschutzmitteln **LW-R-9:** Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendung
	Anpassung der eingesetzten Technik und Technologie	
Verbesserung der Standortbedingungen	*Schnittstelle Handlungsfeld „Boden“:* Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit	Schnittstelle: BO-R-1
	Steuerung des regionalen / lokalen Wasserhaushalts - Wassermangelgebiete	**LW-R-10:** Landwirtschaftliche Beregnung
	Steuerung des regionalen / lokalen Wasserhaushalts - hochwassergefährdete Gebiete	
Anpassung der Tierhaltung	Baulich-technische Veränderungen (Ställe und Weiden)	
	Veränderung des Haltungsmanagements	
	Veränderung des Fütterungsmanagements	
	Auswahl geeigneter Rassen bzw. genetischer Herkünfte	

Indikations-feld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
Eindämmen von Krankheitsursachen in der Tierhaltung	*Schnittstelle Handlungsfeld „Menschliche Gesundheit“*: Verhinderung der Ausbreitung von Vektoren und Krankheitserregern	
	Verbesserung der Prophylaxe gegen Infektionskrankheiten	
Erweiterung des landwirtschaftlichen Monitorings	Intensivierung des Monitorings der Schaderreger und Anwendung von PSM	**LW-R-7:** Beratungsangebot zum Pflanzenschutz
	Monitoring von Vektoren und Verbreitungstendenzen von Krankheitserregern	
	Schnittstelle Handlungsfeld „Boden“: Weiterentwicklung der Bodenbeobachtung	
Erweiterung der landwirtschaftlichen Forschung und Entwicklung	Verbesserung der Bestandsführung (allgemein)	
	Verbesserung der Pflanzenschutzsysteme	
	Verbesserung der Düngesysteme	
	Forschung zur Kulturarteneignung	
	Sortenzüchtung	
	Züchtungsforschung Pflanze und Erhaltung pflanzengenetischer Ressourcen	
	Forschung zur Nutztiergenetik	
	Forschung zu Anpassungsmechanismen beim Tier	
	Entwicklung angepasster Techniken und Technologien für die Pflanzen- und Tierproduktion	
	Entwicklung neuer Techniken und Technologien zur Verarbeitung landwirtschaftlicher Rohprodukte	
	Weiterentwicklung in der Biotechnologie	
	Forschung zur Verbesserung des Risikomanagements	
Marktentwicklung	Veränderung von Menge, Preis und Qualität der am Markt angebotenen Produkte (Produktionsmittel sowie landwirtschaftliche Zwischen- und Endprodukte)	**LW-R-11:** Entwicklung des Weizenpreises
	Anpassungen in der Lebensmittelverarbeitung	
	Erschließung außerlandwirtschaftlicher Einnahmequellen	
	Schnittstelle Handlungsfeld „Finanzwirtschaft“: Entwicklung des landwirtschaftlichen Versicherungsmarkts	

6.5.2 Erläuterungen zu Indikationsideen und Indikatoren zum Handlungsfeld „Landwirtschaft“

- **Impact-Indikatoren in der Pflanzenproduktion:**

Auf der Impact-Ebene können für die Indikationsfelder „Agrophänologie, Verschiebung agroklimatischer Zonen“, „Ertrag und Qualität der Ernteprodukte“ sowie „Pflanzengesundheit“ Indikatoren vorgeschlagen werden. Alle Indikatoren beziehen sich derzeit auf die Pflanzenproduktion.

Die landwirtschaftliche Nutzung ist wie kaum eine andere Nutzung in die natürlichen jahreszeitlichen Rhythmen eingebunden. Die Landwirte müssen mit der Planung und Durchführung ihrer Bearbeitungsgänge in den jeweiligen Kulturen auf die jährlich wechselnden Witterungsbedingungen und die jeweils aktuellen Wetterverhältnisse reagieren. Der Indikator **LW-I-1** (Verschiebung agrarphänologischer Phasen) macht am Beispiel der in ganz Deutschland weit verbreiteten Kultur von Winterraps deutlich, wie sich Verschiebungen in den agrarphänologischen Phasen vollziehen. Für die Impact-Ebene wurde bewusst diese Kultur ausgewählt, da der Zeitpunkt der Blüte des bereits im Herbst des Vorjahres gesäten Winterrapses primär von den Witterungsverhältnissen und nur sekundär von der Bestandsführung abhängt.

Einflüsse der Witterung auf die Ertragsstabilität und die Qualität von Ernteprodukten sollen mit den beiden Indikatoren **LW-I-3** (Ertragsänderungen) und **LW-I-2** (Weinqualitäten) beispielhaft abgebildet werden. Der erstgenannte Indikator wird in Zusammenarbeit mit dem vTI-Institut für Ländliche Räume entwickelt und konnte bis zum Projektende nicht mehr komplett abgeschlossen werden. Der Indikator LW-I-2 soll deutlich machen, dass die Witterungsveränderungen für die Landwirtschaft nicht in jedem Falle mit Nachteilen verbunden sein müssen. Die Landwirtschaft vollzieht traditionell einen Prozess der sukzessiven autonomen Anpassung und kann diesen Prozess aufgrund ihrer vergleichsweise kurzen Bewirtschaftungszyklen (sieht man von den Dauerkulturen ab), auch sehr aktiv gestalten. Denkbar wären – über die beiden genannten Indikatoren hinaus – weitere Indikatoren zur Abbildung von Veränderungen der Qualität von Ernteprodukten. Diskutiert werden u. a. die Erhöhung des Kohlenhydratgehalts in Blättern und Früchten, verbunden mit einer Verringerung des Proteingehalts sowie verstärkte Verlagerung von Kohlenstoff in die Wurzeln, wobei ein verminderter Proteingehalt von landwirtschaftlichen Produkten in vielen Fällen mit einer Qualitätsminderung (z. B. einer verringerten Backqualität bei Weizen) verbunden ist. Daten hierzu stünden z. T. aus der besonderen Ernteermittlung des BMELV zur Verfügung.

Die Problematik abiotischer Schäden wird am Beispiel des Indikators **LW-I-4** (Hagelschäden in der Landwirtschaft) im Indikatorensystem verankert. Landwirte decken ihr Hagelrisiko in Deutschland traditionell in breitem Maße privatwirtschaftlich über die Hagelversicherung ab. Weit über 60% der Anbauflächen sind versichert. Versicherungsangebote für über das Hagelrisiko hinausgehende Wettergefahren (wie Schäden durch Hochwasser oder Lagerschäden durch durch Sturm und Starkregen) bestehen nur begrenzt und statistische Daten darüber liegen nicht vor, so dass sich diese Schäden zumindest derzeit noch nicht abbilden lassen. Denkbar wäre ggf., nach Vorliegen der Karten zu den Hochwasserrisikogebieten analog

zum Indikator RO-R-2 (Bebaute Fläche in Hochwasserrisikogebieten) auch einen Indikator zur landwirtschaftlich genutzten Fläche in Hochwasserrisikogebieten zu entwickeln, wobei in diesem Fall differenzierte räumliche Informationen (welche landwirtschafliche Kulturen liegen in welchen Bereichen) erforderlich wären, um Risikoabschätzungen vornehmen zu können.

Daten zum Schädlingsbefall werden von den Ländern erhoben (s. Indikator **LW-I-6:** Befallsmeldungen) und an das Informationssystem Integrierte Pflanzenproduktion (ISIP) zur Erstellung von Prognosen weitergegeben. Die daraus abgeleiteten Warnmeldungen (s. Indikator **LW-I-5:** Warnmeldungen zum Schadauftreten) werden dann von den Ländern ausgesprochen. Derzeit läuft eine zentrale Auswertung der Länderdaten im JKI im Rahmen von Forschungsarbeiten, aus der auch Aussagen zu witterungsspezifischen Veränderungen im Schaderregerauftreten erwartet werden. An diese Arbeiten könnte eine Indikatorenformulierung für die DAS anknüpfen (z. B. vorerst in Form eines Proxy-Indikators z. B. für Apfelschorf, Phytophtora an der Kartoffel, Blattläuse am Getreide oder den Maiszünsler). Für weitere Ausdifferenzierungen von Indikatoren müssen jedoch die Forschungsergebnisse des JKI in 2012 abgewartet werden. Für die Etablierung eines kontinuierlich für die DAS nutzbaren Indikators wäre außerdem die Bereitschaft der Länder zur Datenbereitstellung abzuklären.

- **Impact-Indikatoren in der Tierhaltung:**

Im Bereich der Tierproduktion war es nicht möglich, an bundesweite Daten zur Generierung bundesweiter Indikatoren zu gelangen. Spezifische Daten, die mit Blick auf Klimawirkungen auswertbar wären, stehen i. d. R. nicht bundesweit zur Verfügung. Geprüft wurden mit Schwerpunkt Indikatoren zum Thema Mortalität bei Nutztieren **(LW-I-8)** und Produktivitätseinbußen. Letztere Diskussion richtet sich auf die bei den Molkereien abgelieferte Milchmenge. Diese Größe erscheint aber besonders stark auch von anderen Größen beeinflusst. Außerdem müssten die Daten beispielhaft bei einzelnen Molkereien erfragt werden, da es bundesweit keine auswertbaren Daten gibt. Daten zur Mortalität von Tieren wären im Falle von transportbedingten Sterbefällen (z. B. durch Überhitzung beim Transport zu den Schlachthöfen) bei den Schlachthöfen zu erfragen, für in den Betrieben selbst verendete Tieren bei den Tierkörperbeseitigungsanlagen. In jedem Falle würde es einiger beispielhafter Anfragen an Schlachthöfe und Tierkörperbeseitigungsanlagen bedürfen, um Schlussfolgerungen zur Relevanz eines Mortalitätsindikators ziehen zu können. Auch aus Literaturrecherchen ließen sich keine Hinweise auf verwertbare bundes- oder auch landesweite Datenquellen entnehmen.

Zu Fragen der Tiergesundheit wurden ebenfalls Recherchen unternommen und Gespräche geführt. Daten zur Tiergesundheit der Bestände und zum Medikamenteneinsatz werden u. a. im Zuge der Bestandsbetreuung durch die Tierärzte ermittelt. Im Rahmen des Qualitäts- und Herkunftssicherungssystems QS „Qualität und Sicherheit für Lebensmittel“, in dem sich im Herbst 2001 Verbände und Institutionen aus den Bereichen Landwirtschaft, Futtermittel, Schlachtung und Zerlegung, Fleischwarenindustrie und Handel mit der CMA Centrale Marketing-Gesellschaft der deutschen Agrarwirtschaft mbH zusammengeschlossen haben, wird ein Kontrollsystem als Grundlage für die Vergabe des QS-Zeichens unterhalten. Einmal jährliche

tierärztliche Bestandsbesuche sind verpflichtend. Ferner gibt es Bemühungen, im Zusammenhang mit dem so genannten „Herdengesundheitsscore" (HGS) Verfahren zu entwickeln, mit denen sich die Tiergesundheit in einem Bestand quantifizieren lässt. Bundesweite und zentral verfügbare Daten stehen hierfür aber nicht zur Verfügung (s. u. a. BLAHA et al. 2006). Hinzu kommt, dass die Tiergesundheit eine außerordentlich komplex beeinflusste Größe ist, die in erheblichem Maße von der Tierhaltung und der Rassenwahl abhängt. Klimabedingte Einflussfaktoren lassen sich dabei nur schwer herausarbeiten.

Die Relevanz vektorassoziierter Tierkrankheiten und die Rolle der Tiere als Überträger wurden mit dem FLI intensiver diskutiert. Anfänglich wurden konkrete Vorarbeiten zur Entwicklung eines Indikators zur Blauzungenkrankheit (Auftreten und Impfungen) unternommen. Die Blauzungenkrankheit gehört zu den anzeigepflichtigen Tierseuchen (s. auch Verordnung zum Schutz gegen die Blauzungenkrankheit vom 22. März 2002). Zusammenfassende Daten zum aktuellen Krankheitsgeschehen bietet das FLI aus entsprechenden Meldungen der Länder. Zur Anzahl der bestätigten Blauzungenkrankheits-Fälle in Deutschland berichtet außerdem das BMELV (differenziert nach Bundesländern und Tierbestandstyp) seit 2006. In den Jahren 2008 und 2009 bestand bundesweit Impfpflicht. Infolge eines z. T. erheblichen Impfwiderstands bei den Landwirten wurde die Impfpflicht allerdings zum 1.1.2010 wieder aufgehoben. Die Bundesländer regeln die Impfpflicht nun unterschiedlich, was dazu führt, dass die Daten nicht mehr sinnvoll interpretiert werden können. In Abstimmung mit den weiteren Diskussionsergebnissen zur Bildung von Indikatoren zu vektorassoziierten Krankheiten bzw. den diesbezüglichen Risiken im Handlungsfeld „Menschliche Gesundheit" (s. Kap. 6.1.2) könnte es aber ggf. dazu kommen, dass Indikatoren auch für das Handlungsfeld „Landwirtschaft" ergänzt werden können.

- **Reponse-Indikatoren in der Pflanzenproduktion:**

Für die Pflanzenproduktion konnten auf der Response-Ebene Indikatoren vorgeschlagen werden, die ein relativ breites Spektrum unterschiedlicher Maßnahmentypen ansprechen.

Im Bereich der landwirtschaftlichen Beratung wurden die beiden Indikatoren **LW-R-1** (Landwirtschaftliche Beratung) und **LW-R-7** (Beratungsangebot zum Pflanzenschutz) entwickelt. Der Indikator LW-R-1 wurde in methodischer Anlehnung an den Indikator FW-R-1 (s. Kap. 6.6.1) konzipiert. Er konnte aber noch nicht bis zur Umsetzungsreife ausformuliert werden. Der Indikator LW-R-7 wurde konzeptionell weit vorangetrieben, es wurde auch bereits ein Indikatoren-Factsheets ausgearbeitet. Letztendlich hat jedoch der Vorstand des ISIP (Informationssystem Integrierte Pflanzenproduktion) entschieden, vorerst keine Daten für das DAS-Indikatorensystem zur Verfügung zu stellen. Angesichts seiner aktuellen Entwicklung kann er allerdings nicht als landwirtschaftliche Anpassungsmaßnahme interpretiert werden.

Das Indikationsfeld „Anpassung der betrieblichen Struktur" wurde zwar auf sinnvolle Indikationsmöglichkeiten in der Kleingruppe Landwirtschaft hin diskutiert, es wurde aber letztendlich entschieden, dass sich Veränderungen in diesem Falle nur schwer mit Klimaveränderungen in Zusammenhang bringen lassen. Demgegenüber eröffnet das Indikationsfeld „Anpassung der Anbausysteme im Pflanzenbau" umfangreiche Indikationsmöglichkeiten. Insbesondere in den Bereichen Kulturpflanzenspektrum, Sortenentwicklung und Sortenwahl im Anbau sowie

Anpassung des Anbaumanagements konnten Indikatoren vorgeschlagen werden (**LW-R-2** bis **LW-R-6** sowie **LW-R-8** und **LW-R-9**). Denkbar wären hier sicher zahlreiche weitere Indikatoren, das Set ist aber ohnehin bereits recht umfangreich. Der Indikator **LW-R-4** (Entwicklung der Anzahl von Kulturpflanzenarten, für die Sorten angemeldet sind) könnte im Einzelnen noch mit dem Bundessortenamt geprüft werden. Beim Indikator **LW-R-3** (Anbau und Vermehrung wärmeliebender Ackerkulturen) zeichnen sich mit Ausnahme des Körnermais keine klaren Trends ab. Der Indikator wird aber vom JKI zur weiteren Beobachtung empfohlen.

Für das Indikationsfeld „Verbesserung der Standortbedingungen“ gibt es eine Schnittstelle zum Handlungsfeld Boden. Der Indikator BO-R-1 (s. Kap. 0) soll zur Beschreibung von Veränderungen der Humusversorgung von landwirtschaftlichen Böden weiterentwickelt werden. Damit wird zugleich das Schlüsselthema Bodenfruchtbarkeit adressiert. Die Beregnung (**LW-R-10:** Landwirtschaftliche Beregnung) ist zwar noch immer ein Sonderthema, da nur ausgewählte Kulturen beregnet werden; aber es zeigt dennoch an, wie bei angespannter Wasserversorgung und gleichzeitig zunehmender Landnutzungsintensität das Interesse an einer Beregnung insbesondere sensitiver landwirtschaftlicher Kulturen bzw. Fruchtfolgen wächst.

Der Indikator **LW-R-11** (Entwicklung des Weizenpreises) ist derzeit angedacht, seine Interpretierbarkeit ist aber noch einmal kritisch zu diskutieren. Derzeit ist noch offen, ob der Indikator weiter diskutiert werden soll.

- **Reponse-Indikatoren in der Tierhaltung:**

Mit Blick auf die Anpassungsmöglichkeiten in der Tierproduktion wurden mögliche Indikatoren zur Beschreibung von Tierhaltungsformen diskutiert. Nutztiere haben grundsätzlich eine hohe Anpassungskapazität an erhöhte Temperaturen, die durch geeignete Haltungsformen unterstützt werden kann. Allerdings können insbesondere Hochleistungstiere durchaus empfindlich auf hohe Temperaturen und hohe Luftfeuchtigkeit reagieren. Belastungen drücken sich u. a. in Stoffwechselproblemen aus.

Mit neuen EU-Richtlinien zur Tierhaltung werden artgerechtere Haltungsformen z. T. verpflichtend (z. B. Verbot der Käfighaltung von Hühnern, statt dessen Boden- und Volierenhaltung). Zusätzlich gibt es über die rechtlichen Verpflichtungen hinaus bei den Tierhaltern Bestrebungen, die Haltungsbedingungen weiter zu optimieren. Motivation ist dabei nicht nur der Tierschutz, sondern es geht auch um gesunde, robuste und leistungsfähige Tiere sowie die Nachhaltigkeit der Produktion. Umstellungen vollziehen sich dabei nicht allein auf der Ebene der Haltungssysteme, sondern betreffen insbesondere auch weitergehende Stalleinrichtungen. Hierzu gehören beispielsweise Ventilatoren, Duschen und Sprinkleranlagen, die zur Kühlung der Tiere eingesetzt werden können. Aktuelle Veränderungen der Haltungsformen lassen sich derzeit (noch) nicht mit dem Klimawandel in Verbindung bringen. Sie sind vielmehr Reaktion auf den noch immer zunehmenden Einsatz von Hochleistungstieren, deren Stoffwechsel besonders sensibel auf nachteilige Witterungseinflüsse reagiert. Allerdings kann ein Trend zu besser durchlüfteten Stallanlagen und zum vermehrten Einsatz von Kühltechniken auch Ziele der Anpassung an ungünstigere Witterungs- und Klimabedin-

gungen unterstützen. Haltungsformen, die den Tieren Bewegungsfreiheit erlauben, geben ihnen die Möglichkeit, je nach momentaner Wettersituation (z. B. bei starker Hitze) gezielt bestimmte Bereiche innerhalb ihrer Gehege aufzusuchen und dem Stress damit auszuweichen. Dies ist bei stark reglementierter Haltung in diesem Maße nicht möglich. Dennoch gilt, dass insbesondere in der Freilandhaltung für Hühner und beim Weidebetrieb von Rindern entscheidend ist, wie die Freiläufe oder Weiden im Einzelnen ausgestattet sind, d. h. in welchem Umfang sie beispielsweise Schatten bieten. Fehlen Schattenplätze, findet ein Stalltier bei guter Stalllüftung und technischer Ausstattung mit Ventilationssystemen oder Duschen mitunter bessere Bedingungen vor.

Bundesweite Daten zu Haltungsformen von Hühnern sind im Statistischen Jahrbuch des BMELV verfügbar. Angaben zu den Haltungssystemen von Rindern (und Schafen) wurden erst ab 2010 in den Merkmalskatalog der Landwirtschaftszählung aufgenommen. Die Erhebungen dienen u. a. der Emissionsberichterstattung und der Abschätzung der Auswirkungen der Landwirtschaft auf die Umwelt. Das Problem der Nutzung und Interpretation dieser Daten besteht darin, dass einfache Bewertungen der Haltungssystems bezüglich ihrer Eignung im Zusammenhang mit Klimaanpassung nicht möglich sind. Relevanter wären differenziertere Informationen zur konkreten Ausgestaltung der Haltungssysteme (u.a. Stalleinrichtungen, Ausgestaltung von Freiland- bzw. Weidehaltungssystemen) und zur Weideführung (mit gezielter Vormittags- oder Nachtweide lässt sich Hitzestress reduzieren). Hierzu gibt es aber keine Daten. Aus diesen Gründen konnte für die Tierhaltung kein Response-Indikator vorgeschlagen werden.

Das Indikationsfeld „Erweiterung der landwirtschaftlichen Forschung und Entwicklung“ wurde im Rahmen der Kleingruppe Landwirtschaft diskutiert. Es konnten aber keine Indikationsideen entwickelt und nutzbare Daten identifiziert werden.

6.5.3 Schnittstellen des Handlungsfelds „Landwirtschaft“ mit anderen DAS-Handlungsfeldern

Das Handlungsfeld „Landwirtschaft“ hat Schnittstellen mit den Handlungsfeldern „Boden“ (BO) und „Gesundheit“ (GE). Wie bereits in Kap. 6.5.2 erwähnt, unterstützt der Indikator **BO-R-1** (Humusversorgung landwirtschaftlicher Böden) direkt die Indikation des thematischen Teilaspekts „Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit“ im Indikationsfeld „Verbesserung der Standortbedingungen“. Ferner gibt es Schnittstellen zu den Indikatoren **BO-I-1** (Bodenwasservorrat in landwirtschaftlich genutzten Böden) und **BO-I-2** (Bodentemperaturen), die für das Gedeihen landwirtschaftlicher Kulturen eine Schlüsselrolle spielen. Der Grünlandindikator (**BO-R-2**) betrifft unmittelbar das Thema landwirtschaftliche Nutzungsformen und Produktionsprogramm.

Mit dem Indikator **LW-I-4** (Hagelschäden in der Landwirtschaft) wird auch das Handlungsfeld „Finanzwirtschaft“ (FiW) adressiert. Der Indikator hat Verwandtschaft mit dem Indikator **FiW-I-1** (Schadenaufwand und Schadensatz in der Verbundenen Wohngebäudeversicherung), da auch er die Folgen extremer Wettereignisse für die Versicherungswirtschaft abbildet.

Bezüglich des Themenfelds vektorassoziierte Krankheiten gibt es große Überschneidungen mit dem Handlungsfeld „Menschliche Gesundheit“. Hier stehen aber noch grundsätzliche Entscheidungen aus, ob es in Abstimmung von UBA, FLI und RKI überhaupt zum Vorschlag von Indikatoren kommen kann.

6.5.4 Abschließende Bewertung des Entwicklungsstands im Handlungsfeld „Landwirtschaft“

Der aktuell vorgeschlagene Indikatorensatz zum Handlungsfeld „Landwirtschaft“ ist der bisher an Indikatoren umfangreichste Satz aller Handlungsfelder. Er deckt dabei zugleich ein recht breites Spektrum von Indikationsfeldern ab. Darin spiegelt sich auch eine breite institutionelle Beteiligung an der Indikatorenentwicklung (s. Tab. 3). Allerdings fehlt es bisher an Indikatoren zur Tierproduktion, und zwar auf der Impact- wie der Response-Ebene. Diese Indikatorenlücken werden sich aller Voraussicht nach auch nicht schnell und unkompliziert füllen lassen, da es nach dem jetzigen Stand der Recherchen an bundesweit und zentral verfügbaren Daten mangelt.

Erforderlich wird ein fachkundiger Gesamtüberblick über das vorgeschlagene Set sein. Hierfür bedarf es einer Erweiterung der Zusammensetzung der Kleingruppe. Insbesondere das vTI (ggf. mit seinem Institut Biodiversität), Verbandsvertreter (ggf. der Deutsche Bauernverband) und Ländervertreter sind hinzuziehen.

6.6 Stand der Arbeiten im DAS-Handlungsfeld „Wald und Forstwirtschaft“

6.6.1 Indikatorenvorschläge

Für das Handlungsfeld „Wald und Forstwirtschaft“ (FW) wurde auf der Grundlage der vorgenommenen Priorisierung der Indikationsfelder bereits im Rahmen des Beratungsprojekts in der Kleingruppe Forstwirtschaft mit der Entwicklung von Indikatoren begonnen. Die Arbeiten wurden in intensiven Konsultationsprozessen mit der Kleingruppe im F+E-Vorhaben fortgeführt und konkretisiert.

Zum Abschluss des F+E-Vorhabens können für das DAS-Indikatorensystem

- 7 Impact-Indikatoren und
- 7 Response-Indikatoren

vorgeschlagen bzw. in Aussicht gestellt werden (s. Tab. 9).

Die Indikatoren-Factsheets zum DAS-Handlungsfeld „Wald und Forstwirtschaft“ sind im Anhang 3.7 zusammengestellt.

Tab. 9: Impact- und Response-Indikatoren für das DAS-Handlungsfeld „Wald und Forstwirtschaft“

Indikations-feld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
Impacts		
Baumartenzusammensetzung	Veränderung der Baumartenzusammensetzung in Beständen	**FW-I-1:** Baumartenzusammensetzung in Naturwaldreservaten
	Arealverschiebungen insbesondere nach Norden und in größere Höhen	**FW-I-2:** Gefährdete Fichtenbestände
Produktivitätseffekte	Veränderung der Produktivität der Wälder	**FW-I-3:** Holzzuwachs
Vitalität / Mortalitätseffekte	Schäden durch verändertes abiotisches Störungsregime	**FW-I-4:** Schadholz – Umfang zufällige Nutzungen **FW-I-6:** Waldbrandgefährdung und Waldbrand
	Schäden durch verändertes biotisches Störungsregime (Abundanzverschiebungen bei bereits existierenden Schadorganismen und Pathogenen, Einwanderung neuer Schadorganismen und Pathogene)	**FW-I-4:** Schadholz – Umfang zufällige Nutzungen **FW-I-5 (Fallstudie):** Schadholzaufkommen durch Buchdrucker
	Beeinträchtigung der Vitalität von Beständen	**FW-I-7:** Waldzustand
Responses		
Forstliche Beratung und Information	Intensivierung der Beratung von Privatwaldbesitzern	**FW-R-1:** Forstliche Information zum Thema Anpassung
	Förderung forstlicher Zusammenschlüsse	
	Verbesserung des Risikomanagements der Forstbetriebe	
Waldbauliche Maßnahmen	Neufassung von Anbauempfehlungen	
	Waldpflege zur Steuerung der Bestandsdichte	
	Waldpflege zur Mischbestandsförderung	**FW-R-2:** Mischbestände
	(Natürliche und künstliche) Verjüngung zum Waldumbau	**FW-R-3:** Investitionen in den Waldumbau **FW-R-4:** Umbau gefährdeter Fichtenbestände
	Extensivierung oder Aufgabe der forstwirtschaftlichen Bewirtschaftung	
	Sicherung des genetischen Materials	**FW-R-5:** Erhaltung forstgenetischer Ressourcen
Waldschutzmaßnahmen	Reduzierung von Wildschäden , Wildbestandsregulierung	
	Intensivierung des Forstschutzes sowie der Forschung und des Monitorings im Bereich des Forstschutzes (Forstschädlinge)	**FW-R-6:** Schädlingsbekämpfung im Wald

Indikations-feld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
Verbesserung der Wald-brandpräventi-on und -bekämpfung	Verbesserung des Risikomanagements der Forstbetriebe	
	Ausbau der Waldbrandprävention	
	Verbesserung der Möglichkeiten der Waldbrandbekämpfung	
	Verbesserung der Walderschließung	
Verbesserung der Standort-bedingungen, Reduzierung zusätzlicher Stressoren	Verringerung der stofflichen Belastung	
	Schnittstelle Handlungsfeld „Boden“: Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit	**FW-R-7:** Humusversorgung und Wasser-rückhaltung forstwirtschaftlicher Böden
	Steuerung des regionalen / lokalen Was-serhaushalts (*z. T. Schnittstelle Hand-lungsfeld „Wasserhaushalt / Wasserwirt-schaft“)*	
Erweiterung des forstlichen Monitorings	Sicherung und Weiterentwicklung des forstlichen Umweltmonitorings	
Erweiterung der forstlichen Forschung	Förderung der Methodenentwicklung im Waldbau	
	Verstärkte Forschung im Bereich „chan-ge detection“	
	Schaffung verbesserter Planungsgrund-lagen für die Baumartenwahl	
	Forschung zur Anpassungsfähigkeit der Waldbestände	
Marktentwick-lung	Entwicklung neuer Märkte, welche die verstärkten Laubholzbestände und auch Althölzer aufnehmen können	
	Stärkung der Holznachfrage	
	Veränderung von Menge und Qualität der am Markt angebotenen Produkte	
	Entwicklung des (forstlichen) Versiche-rungsmarkts	

6.6.2 Erläuterungen zu Indikationsideen und Indikatoren zum Handlungsfeld „Wald und Forstwirtschaft“

Die Expertengespräche zum Handlungsfeld „Wald und Forstwirtschaft“ haben bereits zu einem breiten und in sich ausgewogenen thematischen Spektrum von Indikatoren geführt.

Für die Berechnung von Indikatoren stehen aus dem forstlichen Monitoring bundesweit harmonisierte Datenquellen zur Verfügung. Hierzu gehören insbesondere die Bundeswaldinventur (BWI) und die ergänzend in 2008 durchgeführte Inventurstudie, die Bodenzustandserhebung im Wald (BZE) und die Waldzustandserhebung (WZE). Die Level II-Erhebungen können genutzt werden, um einzelne Indikatoren beispielsweise im Rahmen von Fallstudien mit

differenzierten Daten zu hinterlegen, sie erlauben aber keine bundesweit repräsentativen Aussagen. Die Daten dieser Erhebungen wurden aus diesem Grunde bisher nicht in die Indikatorenberechnung mit einbezogen. Die Problematik insbesondere der BWI und BZE liegt darin, dass die Daten nur in vergleichsweise großen zeitlichen Abständen erfasst werden und daher eine hochfrequente Berichterstattung auf Basis dieser Daten nicht möglich sein wird. Allerdings vollziehen sich auch die mit diesen Daten beschriebenen Entwicklungen in vergleichsweise langen Zeiträumen. Kurzfristige Veränderungen liegen eher im Rahmen von Messungenauigkeiten.

- **Impact-Indikatoren:**

Für die Impacts konnten die drei priorisierten Indikationsfelder ausgewogen mit entsprechenden Indikatoren hinterlegt werden. Veränderungen in der Baumartenzusammensetzung können mit den beiden Indikatoren **FW-I-1** (Baumartenzusammensetzung in Naturwaldreservaten) und **FW-I-2** (Gefährdete Fichtenbestände) sowohl mit Blick auf unbewirtschaftete als auch bewirtschaftete Wälder dargestellt werden. Der starke Fokus auf die Fichte begründet sich in den aktuell besonders großen forstwirtschaftlichen Herausforderungen, die Fichtenbestände an die sich verändernden Witterungsbedingungen anzupassen. Allerdings besteht auch die Aussicht, die Darstellungen auf weitere Hauptbaumarten auszuweiten. Für einen ersten DAS-Bericht sollte aber der Fichten-Indikator zur Diskussion der Problematik ausreichend sein. Der Indikator FW-I-1 wird in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe Naturwaldreservate erarbeitet. Methodische Details sind hierzu noch abzustimmen. Die Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (Sachgebiet Waldnaturschutz / Naturwald) hat die Regie für die Indikatorenentwicklung übernommen.

Zum Indikationsfeld „Produktivitätseffekte“ wird der Indikator „Holzuwachs“ **(FW-I-3)** vorgeschlagen. Nach Klärung noch ausstehender methodischer Details (insbesondere die Altersklassenbereinigung betreffend) kann der Indikator im DAS-Indikatorensystem etabliert werden.

Die zur Abbildung der Einflüsse veränderter abiotischer und biotischer Störungsregimes vorgeschlagenen Indikatoren **FW-I-4** bis **FW-I-6** thematisieren die drei bedeutendsten Störungen: Wind/Sturm, Waldbrand und Schaderreger. Mit Ausnahme der Waldbrände, die in der deutschen Waldbrandstatistik systematisch für die gesamte Bundesrepublik erfasst werden, basieren die beiden anderen Indikatoren auf Daten der Länder, denen keine homogene und vergleichbare Erhebung zugrunde liegt. Das bedeutet, es verbleiben gewisse Unsicherheiten für die Darstellung. Diese ließen sich nur ausräumen, wenn es gelänge, die Struktur und Methodik des ostdeutschen Waldschutzmeldewesens auf die westdeutschen Länder zu übertragen.

Die Diskussion um einen auf das Thema Klimafolgen fokussierten Waldzustandsindikator **(FW-I-7)** hat sich als außerordentlich komplex herausgestellt. Es wurden im Rahmen des F+E-Vorhabens mit starkem Engagement des vTI verschiedene Darstellungsvarianten entwickelt, die in der Kleingruppe Forstwirtschaft auch diskutiert wurden. Eine Entscheidung zu einem schlussendlichen Vorschlag ist aber noch nicht gefallen.

- **Response-Indikatoren:**

Auf der Response-Ebene konnten Indikatoren zu vier der acht Indikationsfelder formuliert werden: Forstliche Beratung und Information, Waldbauliche Maßnahmen, Waldschutzmaßnahmen sowie Verbesserung der Standortbedingungen / Reduzierung zusätzlicher Stressoren. Eine besondere Gewichtung liegt dabei auf den waldbaulichen Maßnahmen, denen aber auch im tatsächlichen Anpassungsprozess eine besondere Bedeutung zukommt.

Ein Indikator zu den Investitionen in den Waldumbau **(FW-R-3)** wurde von der Mehrheit der Waldbaureferenten befürwortet, allerdings bedarf es für die Berechnung der Zulieferung von Daten aus den einzelnen Ländern. Eine bundesweite Datenzusammenführung gibt es bislang nicht. Für die Indikatorenumsetzung würde es einer expliziten Zustimmung der Länder bedürfen. Hierzu wird es im weiteren Verlauf der Arbeiten eine Klärung mit den Waldbaureferenten der Länder geben. Aufgrund der starken Abhängigkeit des Indikators von entsprechenden Länderzulieferungen wurde der Indikator im Rahmen des F+E-Vorhabens noch nicht ausgearbeitet. Mit den beiden bereits ausgearbeiteten Indikatoren **FW-R-2** (Mischbestände) und **FW-R-4** (Umbau gefährdeter Fichtenbestände) lassen sich die Erfolge von Waldumbaumaßnahmen abbilden.

Der Indikator **FW-R-5** (Erhaltung forstgenetischer Ressourcen) trifft grundsätzlich auf breite fachliche Zustimmung, ist aber datentechnisch noch nicht komplett abgesichert. Er ist auf zuverlässige Rückmeldungen der Länder zu ihren Generhaltungsobjekten angewiesen. Allerdings sind die Bedingungen für einen bundesweiten Indikator insofern relativ günstig, als die Bund-Länder-Arbeitsgruppe „Forstliche Genressourcen und Forstsaatgutrecht“ (BLAG) und die BLE, in deren Zuständigkeit die Geschäftsführung der BLAG liegt, für eine bundesweite Zusammenfassung sorgt und an der Verankerung eines Indikators im DAS-Indikatorensystem interessiert ist. Als alternative Datenquellen für die Bildung eines Indikators zu den forstgenetischen Ressourcen wurden auch die so genannten Herkunftsversuche und die Saatgutbestände diskutiert. Die Datennutzung wurde dann aber verworfen[8].

Die Bearbeitung des Indikationsfelds „Waldschutzmaßnahmen“ mit dem vorgeschlagenen Indikator **FW-R-6** (Schädlingsbekämpfung im Wald) gilt noch als umstritten. Es werden Zweifel insbesondere an der Interpretierbarkeit der Größe geäußert, da die Durchführung von Bekämpfungsmaßnahmen in erheblichem Umfang von länderspezifischen Regularien und Praktiken in der Schädlingsbekämpfung abhängig sind, sprich die tatsächlichen Interpretationsmöglichkeiten des Indikators sind im Einzelnen noch zu diskutieren. Diskutiert wurden für

[8] Die Herkunftsversuche (HKV) verfolgen das Ziel, Unterschiede bezüglich phänotypischer Merkmale zwischen Bäumen und Populationen aus unterschiedlichen geografischen Regionen des Verbreitungsgebietes einer Baumart an einem identischen Standort während einer langjährigen Standzeit zu untersuchen. HKV wurden in Deutschland seit mehr als 100 Jahren angelegt. Es gibt allerdings keine einheitlichen und einfach zu bestimmenden Indikatoren, die in einer Beziehung zum Klimawandel stehen. Veränderungen in der Anzahl der Versuche oder im Wuchsverhalten einzelne Provenienzen einer bestimmten Baumart stehen in keinem direkten Bezug zu Klimaereignissen. HKV wären für einzelne Studien geeignet, um zu überprüfen, ob eine bestimmte Herkunft einer bestimmten Baumart an Witterungsextreme besser oder schlechter angepasst ist als die heimische Herkunft. Dies steht gegenwärtig aber nicht im Fokus der DAS-Indikatoren.

Auch die Daten zu Saatgutbeständen scheinen nicht sinnvoll interpretierbar. Saatguternten und die Zahl der Saatgutbestände sind in ihrer Entwicklung in erheblichem Umfang vom Marktgeschehen (Angebot und Nachfrage von Saatgut) sowie von den Eigentumsverhältnissen der Saatgutbestände überprägt.

dieses Handlungsfeld auch zwei Indikatoren zu Verbiss und Schälschäden. Der Zusammenhang mit der Anpassung der Forstwirtschaft besteht darin, dass die Verbiss- und Schälbelastung erheblichen Einfluss auf den Erfolg und die Kontinuität des Waldumbaus haben wird und die Elastizität von Wald- bzw. Forstökosystemen mit prägt.

Ebenso diskutiert wurden die Indikationsmöglichkeiten zum Indikationsfeld „Verbesserung der Waldbrandprävention und -bekämpfung“. Hier ergaben sich aber in der Diskussion mit den Waldbaureferenten der Länder größere Probleme mit der Datenbereitstellung. Da die Ausgangsbedingungen in den Ländern sehr unterschiedlich sind, sind auch die ergriffenen Maßnahmen sehr unterschiedlich. So bedarf es beispielsweise in Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern aufgrund der vergleichsweise hohen Waldbrandgefährdung einer umfangreichen (möglichst weitgehend automatisierten) Kontrollinfrastruktur. In den südlichen und westlichen Bundesländern setzt man dagegen eher auf den Waldumbau als zentrale präventive Maßnahme. Die Interpretierbarkeit eines Indikators erscheint vor diesem Hintergrund nur eingeschränkt gegeben. Mit dem Impact-Indikator **FW-I-6**, der eine Zusammenschau von Daten zur Waldbrandgefährdung und zum Waldbrandgeschehen beinhaltet, lässt sich der Erfolg präventiver Maßnahmen diskutieren. Allerdings ist eine differenziertere Diskussion der unterschiedlichen Präventionsstrategien in diesem Zusammenhang nicht möglich.

Der Indikator **FW-R-7** (Humusversorgung und Wasserrückhaltung forstwirtschaftlicher Böden) wurde bereits in Kap. 6.4.3 diskutiert. Hier steht die weitere Klärung methodischer Fragestellungen noch aus.

Das Indikationsfeld „Forstliche Beratung und Information“ wurde als relativ bedeutsam erachtet. Da derzeit rund 44% der gesamten Waldfläche im Privatbesitz sind, ist der Einfluss der staatlichen Forstverwaltung bzw. der staatlichen Forstbetriebe begrenzt. Anpassungen der forstlichen Bewirtschaftung müssen aber für die gesamte Waldfläche diskutiert werden. Hierzu bedarf es einer intensiven forstlichen Beratung. Diese ist aber in Deutschland generell unübersichtlich, da sie von sehr unterschiedlichen Einrichtungen (wie den Landesforstverwaltungen, Landeswaldbetriebe und / oder den Forstbetriebsgemeinschaften) durchgeführt werden kann. Über Form, Umfang und Intensität der Beratung lassen sich bundesweit keine gebündelten Informationen abrufen. Der vorgeschlagenen Indikator **FW-R-1**, der auf einer Auswertung der Artikel in der viel gelesenen Forstzeitschrift „AFZ DerWald“ beruht, ist daher als Proxy-Indikator zu verstehen, der zum Ziel hat, die Bedeutung der forstliche Beratung und Information im Indikatorenbericht zu verankern.

Für die Indikationsfelder Monitoring, Forschung und Marktentwicklung konnten in der Kleingruppe Forstwirtschaft keine sinnvollen Ansätze für Indikatoren gefunden werden. Auch wenn Daten verfügbar gemacht werden könnten, erscheint deren Interpretation vor dem Hintergrund Anpassung schwierig.

6.6.3 Schnittstellen des Handlungsfelds „Wald und Forstwirtschaft“ mit anderen DAS-Handlungsfeldern

Schnittstellen des Handlungsfelds „Wald und Forstwirtschaft“ bestehen mit dem Handlungsfeld „Boden“ und hier insbesondere im Thema organische Substanz im Boden (s. **BO-R-1**). Möglicherweise ergeben sich mit der weiteren Arbeit an den Indikatoren zum Handlungsfeld „Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz“ weitere Schnittstellen. Diese sind aber derzeit noch nicht konkret ersichtlich.

6.6.4 Abschließende Bewertung des Entwicklungsstands im Handlungsfeld „Wald und Forstwirtschaft“

Aufgrund der kontinuierlichen und intensiven Diskussionen in der Kleingruppe Forstwirtschaft und dem hohen Engagement des vTI und anderer Gruppenmitglieder bei der konkreten Entwicklung der Indikatoren ist das Indikatorenset zum Handlungsfeld „Wald und Forstwirtschaft“ bereits thematisch rund und ausgewogen. Es besteht in der Kleingruppe Einigkeit, dass die Indikatorenauswahl den Anforderungen der DAS-Berichterstattung gerecht werden kann und mit Ausnahme der noch abzuschließenden Indikatoren auch keine zusätzlichen Indikatoren diskutiert werden müssen.

Vier der vorgeschlagenen Indikatoren, denen innerhalb des Handlungsfelds eine große strategische Bedeutung zukommt (FW-I-2: Gefährdete Fichtenbestände, FW-I-3: Holzzuwachs, FW-R-2: Mischbestände und FW-R-4: Umbau gefährdeter Fichtenbestände) beruhen auf Daten der BWI. Sie lassen sich daher nur im Turnus der BWI fortschreiben. Angedacht sind hierfür derzeit 10 Jahres-Wiederholungen. Die Indikatoren betonen zum einen die Notwendigkeit der Fortführung der bundesweiten BWI und geben zum anderen Einblick in deren vielfältige Auswertungsmöglichkeiten. Die Daten der dritten BWI werden voraussichtlich bis Mitte / Ende 2013 zur Verfügung stehen, da im August 2013 basierend auf diesen Daten auch die Kyoto-Berichterstattung zur Kohlenstoffbindung der Wälder erfolgen muss. Das bedeutet, dass ggf. weitere Indikatorenfortschreibungen bis zur Publikation des ersten Indikatorenberichts möglich sind.

Die Einbindung der Waldbaureferenten der Länder in die DAS-Indikatorenarbeit wurde mit einer ersten Projektvorstellung am 14.10.2009 in Dresden (d. h. bereits im Rahmen des Beratungsprojekts) eingeleitet. Seither wurde die Waldbaureferenten-Konferenz regelmäßig über den Fortgang der Arbeiten unterrichtet. In der Sitzung am 5.10.2010 in Juliusruh / Rügen wurden die zu diesem Zeitpunkt vorgeschlagenen Indikatoren zur Diskussion gestellt, und es wurde im Nachgang der Sitzung um eine Kommentierung der einzelnen Indikatoren gebeten. Die Rückmeldungen wurden bei der weiteren Arbeit berücksichtigt. Mit einer weiteren Ergebnispräsentation im Herbst 2011 wurde der politische Abstimmungsprozess des Indikatorensets unmittelbar gestartet.

6.7 Stand der Arbeiten im DAS-Handlungsfeld „Fischerei“

6.7.1 Indikatorenvorschläge

Das Handlungsfeld „Fischerei“ (FI) gliedert sich in die beiden Bereiche Binnenfischerei und Meeresfischerei. Die Rahmenbedingungen, unter denen die Binnenfischerei und Meeresfischerei agieren, sind sehr unterschiedlich und die Steuerung liegt in unterschiedlicher Zuständigkeit. Im Rahmen des F+E-Vorhabens wurde mit Schwerpunkt zum Thema Meeresfischerei gearbeitet. Wegen hoher Arbeitsbelastung der in den Diskussionsprozess eingebundenen Personen konnte allerdings der zum Ende des Projekts gewünschte Arbeitsstand noch nicht erreicht werden.

Es werden

- 1 Impact-Indikator und
- 3 Response-Indikatoren

vorgeschlagen bzw. in Aussicht gestellt (s. Tab. 10).

Die Indikatoren-Factsheets zum DAS-Handlungsfeld „Fischerei“ sind im Anhang 3.8 zusammengestellt.

Tab. 10: Impact- und Response-Indikatoren für das DAS-Handlungsfeld „Fischerei“

Indikationsfeld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
Impacts		
Reproduktion, Wachstum und Sterblichkeit kommerziell genutzter Fisch-, Krustentier und Muschelbestände	Veränderung der Reproduktion und Abundanz kommerziell relevanter Fischarten / Meer	
	Veränderung der Reproduktion und Abundanz kommerziell relevanter Wanderfischarten	
	Veränderung der Reproduktion und Abundanz kommerziell relevanter Muscheln	
Verteilungsmuster von kommerziell relevanten Arten, Arealveränderungen	Arealverschiebungen warmadaptierter Fischarten nach Norden, Auswanderung kommerziell bedeutender kaltadaptierter Fischarten, Entwicklung neuer Fangmöglichkeiten	**FI-I-1:** Verbreitung warmadaptierter mariner Arten
	Abundanzveränderung von Fischarten, Änderung des Artenspektrums *(Schnittstelle Handlungsfeld „Biologische Vielfalt“)*	
	Veränderung des fischereilichen Einkommens	
	Veränderung der Fischpreise	

Indikationsfeld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
Responses		
Beratung und Information	Verbesserung der Verbraucherinformation	
Anpassung des Fischereimanagements	Alternatives/adaptives Management: zeitliche und räumliche Regulierung des Fischereiaufwandes, Verhinderung der Überfischung	**FI-R-1:** Übereinstimmung der Höchstfangmengen mit den wissenschaftlichen Empfehlungen **FI-R-2:** Nachhaltig befischte Bestände **FI-R-3:** Zertifizierung von Fisch
	Verbesserung der Fangtechniken	
	Ausweitung der Aquakultur und Verbesserung des Managements von Aquakulturen	
Verbesserung der Habitat- und Reproduktionsbedingungen	Ausweisung von Schutz- und Vorranggebieten	
Erweiterung des fischereibiologischen und -ökonomischen Monitorings	Erweiterung der Kenntnisse zu Zustand und Entwicklung der (kommerziell nutzbaren) Fischfauna (*Schnittstelle Handlungsfeld „Biologische Vielfalt“*)	
	Erweiterung der Kenntnisse zum besseren Verständnis des Ökosystems Ozean als Lebensraum für kommerziell nutzbare Fischbestände	
Erweiterung der fischereibiologischen und -ökonomischen Forschung und Entwicklung	Erweiterung der Kenntnisse zum besseren Verständnis des Ökosystems Ozean als Lebensraum für kommerziell nutzbare Fischbestände	
	Verbesserung von Bestandsprognosen und darauf aufbauenden Managementplänen	
	Verbesserung der Kenntnisse und Projektionen zu den ökonomischen Auswirkungen der Fischerei	
Marktentwicklung	Verbesserung der Produktinformation (u. a. Zertifizierung)	**FI-R-3:** Zertifizierung von Fisch

Der Bereich Binnenfischerei liegt komplett in der Zuständigkeit der Länder. Aus diesem Grunde hat im Rahmen des F+E-Vorhabens eine vertiefende Bearbeitung noch nicht stattgefunden. Mit dem vTI-Institut für Fischereiökologie konnten allerdings bereits Indikationsideen und mögliche Datenquellen diskutiert werden. Nutzbar sind voraussichtlich Daten der Fangstatistik, Daten zu Fischkrankheiten in Aquakulturen, die den Veterinärämtern geliefert werden müssen, sowie Daten zur Fischverbreitung, die im Rahmen der WRRL-Berichterstattung erhoben werden. Auf der Grundlage dieser Daten ließen sich – vorbehaltlich weiterer Prüfungen – die Indikatoren Fangzahlen temperatursensibler Arten **(FI-I-2)**, Verbreitung von Fischkrankheiten in Aquakulturen **(FI-I-3)** und Veränderung der Verbreitung von Fischen in natürlichen Gewässern **(FI-I-4)** entwickeln.

Aufgrund der Länderzuständigkeit sind alle weiteren Überlegungen mit der Arbeitsgemeinschaft Binnenfischereiforschung abzustimmen (in der Gruppe sind sowohl der Bund als auch die Länder vertreten, z. T. auch die Fischereireferenten der Länder).

6.7.2 Erläuterungen zu Indikationsideen und Indikatoren zum Handlungsfeld „Fischerei“

Die Meeresfischerei ist wie kaum ein anderes Handlungsfeld der DAS auf internationaler bzw. EU-Ebene reguliert. Die europäischen Vorgaben werden dann durch die Länder umgesetzt. Vor diesem Hintergrund gibt es im engeren Sinne keine eigenständige unabhängige deutsche Fischereipolitik, über die im Zusammenhang mit der DAS Bericht erstattet werden könnte. Dennoch sind in der DAS Ziele genannt, die auch vor dem nationalen Hintergrund theoretisch Ansätze für eine Indikation liefern könnten und auf Indikationsmöglichkeiten hin zu diskutieren sind (z. B. Verbesserung der Fangtechniken, Verbraucherinformation und Ökozertifizierung und / oder der verstärkte Einsatz nachhaltiger Aquakulturen).

Grundsätzlich sind in der (Meeres-)fischerei, auch bedingt durch die starke politische Steuerung, die Ursache-Wirkungsverhältnisse außerordentlich komplex. Einfache Ursachenzuweisungen im Zusammenhang mit Klimaveränderungen werden kaum möglich sein. Dies gilt in besonderer Weise für die Fischbestände der Ostsee, denn die Ostsee wird als Übergangsgewässer zwischen Meer- und Brackwasser von sehr vielfältig und komplex zusammenwirkenden Faktoren beeinflusst. Allerdings gibt es auch eine Vielzahl valider Daten aus systematischen und langjährigen Beobachtungen der Fischbestände in nationaler Regie oder eingebunden in internationale Surveys, die grundsätzlich Interpretationen mit Blick auf Klimaänderungen ermöglichen.

- **Impact-Indikatoren – Meeresfischerei:**

Für das Handlungsfeld „Fischerei“ war im Zuge des Beratungsprojekts noch keine Priorisierung vorgenommen worden. Daher wurden im F+E-Vorhaben in einem ersten Schritt alle Impact-Indikationsfelder diskutiert, wobei anschließend über eine Priorisierung der beiden Indikationsfelder „Reproduktion, Wachstum und Sterblichkeit kommerziell genutzter Fisch-, Krustentier und Muschelbestände“ und „Verteilungsmuster von kommerziell relevanten Arten, Arealveränderungen“ entschieden. Die Ergebnisse der Diskussionen zu den Indikationsfeldern „Fischereiwirtschaftliche Infrastruktur“ und „Einkommen der Fischerei und Fischmarkt“ sowie „Fischgesundheit“ (s. Anlage 2, Kap. 2.8) werden wie folgt dokumentiert:

Mit der Verlagerung der Bahnen der nordatlantischen Sturmtiefs nach Süden wird der Seegang in der Nordsee stürmischer. Das Hamburger Bundesamt für Seeschifffahrt hat errechnet, dass als Folge die Wellen in der Nordsee in den vergangenen 20 Jahren um zwei Meter höher geworden sind. Für die Fischer sind allerdings die Spitzen von besonderer Bedeutung. Im Extremfall sind sie auf See mit 15 Meter hohen Wellen konfrontiert. In den bisherigen Diskussionen hat sich hieraus aber kein sinnvoller Ansatzpunkt für die Formulierung eines Indikators ergeben. Die Seewetterwarnungen des DWD lassen sich nur sehr bedingt als Risikogröße darstellen, da der DWD ausdrücklich darauf hinweist, dass eine erhöhte Zahl von Seewetterwarnungen nicht primär in ursächlichen Zusammenhang mit dem Klimawandel

gebracht werden darf. Darüber hinaus ist nicht klar, in welchem Umfang solche Warnungen tatsächlich den Fischereiverkehr beeinflussen.

Es könnte erwartet werden, dass sich aufgrund der Bestandsveränderungen fischereiwirtschaftlich bedeutsamer Arten auch die Strecken verändern, die von den Fischereiflotten bis zu den Fanggebieten zurückgelegt werden müssen. Allerdings ist der Fischereiaufwand eine u. a. vom Marktgeschehen sehr komplex beeinflusste Größe, so dass sich hier ein sinnvoller und nachvollziehbarer Indikator trotz verfügbarer Daten (Datenbanken zum Fischereiaufwand der verschiedenen Fischereimetiers sind im Rahmen des EU-Datensammlungsprogramms im Aufbau) zumindest derzeit nicht formulieren lässt.

Zum Indikationsfeld „Fischgesundheit“ liegen dem vTI / Institut für Fischereiökologie (FOE) für die Nord- und Ostsee aus nunmehr drei Jahrzehnten regelmäßigen Monitoring-Daten zum Gesundheitszustand von Fischen vor. Beobachtet werden in der Nordsee: Kliesche (*Limanda limanda*), z. T. Flunder (*Platichthys flesus*), Kabeljau (*Gadus morhua*), Wittling (*Merlangius merlangus*), Schellfisch (*Melanogrammus aeglifinus*) und Hering (*Clupea harengus*), in der Ostsee: Flunder, Kabeljau, z. T. auch Kliesche und Hering. In erster Linie werden dabei äußerlich sichtbare Krankheiten (einschließlich Parasiten) und z. T. bei Plattfischen Leberveränderungen erfasst. Zusätzlich werden bei einigen Arten z. T. Daten zur Schadstoffbelastung und zu frühzeitigen Schadstoffeffekten (Biomarker) erhoben. Dieses Monitoring ist in erster Linie als ein ökologisches Monitoring konzipiert, das eingebettet ist in die Überwachung von Schadstoffen und der biologischen Effekte in der Meeresumwelt. Es liefert somit nur indirekt fischereirelevante Informationen.

Es ist nicht auszuschließen, dass der Klimawandel aufgrund verschiedenster Mechanismen Auswirkungen auf die Fischgesundheit haben kann. So haben Untersuchungen aus Aquakulturen gezeigt, dass bestimmte bakterielle Erkrankungen aufgrund ihrer Temperaturabhängigkeit bei steigenden Temperaturen verstärkt oder vermehrt auftreten. Für Viruserkrankungen ist dagegen eher von einem Rückgang auszugehen, wobei diese Vermutung noch nicht wissenschaftlich belegt werden konnte. Hinzu kommen mögliche indirekte Auswirkungen der Klimaerwärmung z. B. in Form einer veränderten Kondition der Fische oder eines veränderten Ernährungsstatus. Wissenschaftlich gesicherte Erkenntnisse zu den Zusammenhängen stehen aber bisher nicht zur Verfügung.

Vom vTI FOE wurden noch keine expliziten Untersuchungen oder Auswertungen der Daten zu klimabedingten Veränderungen der Häufigkeit von Krankheiten oder anderen gemessenen Parametern durchgeführt. Diese sind allerdings in Planung, u. a. mit dem Ziel, die Überwachungsprogramme ggf. so zu modifizieren, dass sich auch kurzfristigere Effekte klimatischer bzw. witterungsbedingter Veränderungen abbilden lassen. Interessant erscheint perspektivisch außerdem eine Zusammenschau mit den fischereibiologischen bestandeskundlichen Surveys, um Wechselwirkungen zwischen Fischgesundheit und Bestandsentwicklungen systematischer betrachten zu können. Vor diesem Hintergrund ist es derzeit nicht möglich, bereits spezifische Indikatoren zu benennen, mit deren Hilfe Wirkungen des Klimawandels auf die Fischgesundheit quantifiziert und letztlich bewertet werden können.

Nimmt man an, dass der Klimawandel langfristige und signifikante negative Folgen für die Fischgesundheit hat, könnte sich nach derzeitiger Einschätzung des vTI FOE die Fischerei theoretisch am ehesten in folgender Weise an die veränderte Situation anpassen:

- Konzentration der Fischerei auf geografischen Regionen, in denen die Fische (überwiegend) gesund sind,
- Konzentration der Fischerei auf besonders gesunde Fischarten,
- Konzentration der Fischerei auf die gesunden Lebensstadien der Fische (vorausgesetzt, dass die Reproduktion und Rekrutierung nicht beeinträchtigt werden),
- bestandsschonende Fischerei, um kombinierte Effekte von Fischerei und Fischkrankheiten auf die Bestände (s. o.) zu minimieren.

Das bedeutet, dass zusätzlich zu differenzierteren Betrachtungen auch mit Blick auf die Erhaltung der Fischgesundheit Indikatoren grundsätzlich geeignet sind, die auf „klassischen" fischereibiologischen Parametern aufbauen und Aussagen zu quantitativen Veränderungen der Fischbestände zulassen. Maßnahmen zum Stopp der Überfischung dienen als no-regret-Maßnahmen also auch der Anpassung an mögliche Veränderungen der Fischgesundheit (s.u. Response-Indikatoren – Meeresfischerei). In jedem Falle bedarf es jedoch in Zukunft einer regelmäßigen Überwachung der Gesundheit der genutzten Fischbestände in den Fanggebieten. Im Rahmen eines Ökosystemansatzes sollten darüber hinaus auch die ökonomisch weniger bedeutenden, aber häufigen Fischarten überwacht werden, da diese als Überträger von Krankheiten fungieren können.

Für die konkrete weitere Bearbeitung wird auf der Impact-Ebene der Indikator **FI-I-1** (Verbreitung warmadaptierter mariner Arten) vorgeschlagen. Er soll deutlich machen, dass unter den sich verändernden klimatischen Bedingungen Veränderungen der Fischfauna stattfinden, die wiederum Auswirkungen auf die kommerzielle Fischerei haben können. Dabei erscheint es sinnvoll, die Faunenveränderungen an Verschiebungen innerhalb der Fischgemeinschaften festzumachen und nicht an einzelnen Arten (auch wenn diese im besonderen Fokus von Betrachtungen und Interpretationen liegen, z. B. Kabeljau und Dorsch oder Seebarsch und Streifenbarbe). Empfohlen wird seitens des vTI-Instituts Ostseefischerei eine Konzentration auf die echten Neubürger bzw. Einwanderer, da einige der als lusitanisch bezeichneten (warmadaptierten) Arten auch früher schon in unseren Breiten vorgekommen sind. Der Indikator kann sich auf die Langzeituntersuchungen im Rahmen des GSBTS (German Smallscale Bottom Trawl Survey) des vTI (Institut für Seefischerei) stützen. Neben diesen Daten könnten für die Berechnung eines Indikators noch weitere Daten aus den deutschen Surveys (auch in der Ostsee) hinzugezogen werden. Zumindest für die Ostsee sind die Daten der Surveys aber bisher nicht mit Blick auf diese Fragestellung ausgewertet worden. Grundsätzlich bedarf es für die weitere Indikatorenentwicklung der Bereitschaft der beiden vTI-Institute für Ostseefischerei und Seefischerei, die ihnen vorliegenden Daten einer entsprechenden Auswertung zuzuführen.

- **Response-Indikatoren – Meeresfischerei:**

Zu spezifischen Anpassungsmaßnahmen in der (Meeres-)fischerei gibt es bislang kaum Informationen. Die übereinstimmende Meinung der Experten ist jedoch, dass die vielfach ge-

forderten und z. T. bereits in Umsetzung befindlichen Maßnahmen eines nachhaltigen Fischereimanagements (Maßnahmen gegen die Überfischung) in Sinne von no-regret-Maßnahmen auch Ziele der Anpassung unterstützen können. Diese Interpretation liegt auch den dem DAS-Handlungsfeld „Fischerei“ zugeordneten Anpassungsmaßnahmen und Indikatoren zugrunde.

Es wurden Möglichkeiten, die Praktiken einer nachhaltigen Fischerei in ihrer Umsetzung abzubilden, geprüft (Indikationsfeld „Anpassung des Fischereimanagements“). Hierzu gehören beispielsweise Verbesserungen der Fangtechniken (insbesondere Selektivität der Fanggeräte zur Reduzierung der Rückwürfe). Informationen zu den Hauptfangmethoden der deutschen Flotte liegen zwar vor, diese lassen sich aber nur schwer interpretieren: die Bewertung der Geräte ist schwierig, da diese vom jeweiligen Einsatzgebiet abhängt (in manchen Gebieten kommen gefährdete Arten vor, in anderen dagegen nicht). Außerdem lässt sich von der Verfügbarkeit der Geräte nicht zwangsläufig auf ihren tatsächlichen Einsatz und den fischereilichen Aufwand schließen.

Diskutiert wurde außerdem ein Indikator zur Ausweisung von Schutz- und Vorranggebieten (Indikationsfeld „Verbesserung der Habitat- und Reproduktionsbedingungen“). Fischereischutzgebiete werden durch die EU festgelegt. Nationale Meeresschutzgebiete wie Natura 2000-Gebiete stehen nicht mit der Fischerei im Zusammenhang. Wenn zusätzlich zu naturschutzfachlichen auch fischereiliche Regelungen für diese Gebiete getroffen werden, dann erfolgen auch diese Festsetzungen durch die EU und liegen nicht in der nationalen Zuständigkeit.

Als Ergebnis der o.g. Diskussionen beziehen sich die nun vorgeschlagenen Response-Indikatoren auf die Festsetzung der Fangquoten (Annäherung der festgesetzten Fangquoten an die ICES-Empfehlungen, Indikator **FI-R-1**: Übereinstimmung der Höchstfangmengen mit den wissenschaftlichen Empfehlungen) und den Zustand ausgewählter Fischbestände (im Sinne einer Erfolgskontrolle nachhaltiger Fischereimethoden, Indikator **FI-R-2**: Nachhaltig befischte Bestände).

Der letztgenannte Indikator wird durch das BfN für das NBS-Indikatorensystem entwickelt, befindet sich derzeit aber noch in der Abstimmung. Vom BfN wird eine Übernahme des NBS-Indikators in das DAS-Indikatorensystem befürwortet. Die ursprünglich avisierte Eingliederung des Indikators in das NBS-Indikatorenset bis Ende 2011 ist noch unsicher, bis Ende 2013 sollte es aber in jedem Falle einen entsprechenden Indikator geben. Die Umsetzung der Meeresstrategierahmenrichtlinie (MSRL) erfordert eine Anfangsbewertung, in der die Bestände im Verhältnis zu ihrem MSY (Maximum Sustainable Yield = höchstmöglicher Dauerertrag) eingestuft werden. Der MSY-Wert wird intensiv auch als Referenzwert für die Einstufung der Bestände nach der Nachhaltigkeit ihrer Befischung diskutiert, so dass sich hier Synergieeffekte ergeben. Die Anfangsbewertung ist bisher aber noch nicht für alle relevanten Bestände möglich. Allerdings werden die Anforderungen aus der Umsetzung der MSRL die Weiterentwicklungen vorantreiben.

Vorgeschlagen wurde des Weiteren die Diskussion eines Indikators „Anteil der Bestände mit langfristigem Managementplan, der im Einklang mit MSY ist“ und ein Indikator zum Umfang des Beifangs, der derzeit im Rahmen von HELCOM entwickelt wird.

Der Indikator **FI-R-3** (Zertifizierung von Fisch) wurde in Zusammenarbeit mit dem Regionalbüro des Marine Stewardship Council (MSC) und dem vTI-Institut für Ostseefischerei entwickelt. Er thematisiert ein verbraucherrelevantes Thema und spricht damit die Zielgruppen des indikatorengestützten Berichts (u. a. interessierte Öffentlichkeit) direkt an.

Für die Indikationsfelder Monitoring und Forschung haben sich in den bisherigen Fachgesprächen keine operationalisierbaren Indikationsansätze ergeben.

6.7.3 Schnittstellen des Handlungsfelds „Fischerei“ mit anderen DAS-Handlungsfeldern

Das Handlungsfeld „Fischerei“ hat insbesondere Schnittstellen mit dem Handlungsfeld „Biologische Vielfalt“, das jedoch im Rahmen des F+E-Vorhabens nicht bearbeitet wurde. Aufgrund der engen ökosystemaren Wechselwirkungen zwischen den kommerziell-genutzten und den nicht-kommerziell interessanten Arten lässt sich eine scharfe Trennung zwischen den beiden Handlungsfeldern nicht realisieren. Für alle weiteren Schritte ist daher eine enge Abstimmung mit dem vom BfN durchgeführten F+E-Vorhaben „Indikatorensystem zur Darstellung direkter und indirekter Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt“ (FKZ 3511 82 0400) zu suchen. Absprachen mit dem BfN in Angelegenheiten des Indikators FI-R-2 (Nachhaltig befischte Bestände) haben bereits stattgefunden.

6.7.4 Abschließende Bewertung des Entwicklungsstands im Handlungsfeld „Fischerei“

Die vielfältigen Überlegungen und Bemühungen zur Indikatorenentwicklung für das Handlungsfeld „Fischerei“ spiegeln sich bisher noch nicht adäquat im vorgeschlagenen Indikatorenset wider. Es gibt zwar konkrete Perspektiven für die Indikatorentwicklung, hinderlich waren aber die aus Kapazitätsgründen stark begrenzten Möglichkeiten insbesondere der vTI-Institute, sich in die Diskussion einzubringen. Mit der nun zusammen mit dem vTI-Institut für Ostseefischerei vorgenommenen Eingrenzung und auf der Grundlage der bereits vorliegenden Ausarbeitungen besteht nun aber die Hoffnung, die Indikatorenvorschläge weiter konkretisieren zu können.

6.8 Stand der Arbeiten im DAS-Handlungsfeld „Energiewirtschaft (Wandel, Transport und Versorgung)“

6.8.1 Indikatorenvorschläge

Für das Handlungsfeld „Energiewirtschaft (Wandel, Transport und Versorgung)“ (EW) wurden auf der Grundlage der vorgenommenen Priorisierung der Indikationsfelder Indikatoren im Rahmen bi- und multilateraler Konsultationen entwickelt und dokumentiert. Insgesamt können nach dem aktuellen Arbeitsstand für das DAS-Indikatorensystem

- 4 Impact-Indikatoren und
- 4 Response-Indikatoren

vorgeschlagen bzw. in Aussicht gestellt werden (s. Tab. 11).

Die Indikatoren-Factsheets zum DAS-Handlungsfeld „Energiewirtschaft (Wandel, Transport und Versorgung)“ sind im Anhang 3.9 zusammengestellt.

Tab. 11: Impact- und Response-Indikatoren für das DAS-Handlungsfeld „Energiewirtschaft (Wandel, Transport und Versorgung)“

Indikationsfeld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
Impacts		
Energiebedarf	Mengenmäßige Nachfrageänderung	
	Zeitliche Nachfrageänderung	
	Räumliche Nachfrageänderung	
Energieinfrastruktur	Direkte Beeinträchtigung des Betriebs von Anlagen und Einrichtungen zum Energietransport und zur Energieversorgung	**EW-I-1:** Wetterbedingte Unterbrechungen der Stromversorgung
	Indirekte Beeinträchtigung des Betriebs von Anlagen und Einrichtungen zum Energietransport und zur Energieversorgung	
Energieumwandlung	Beeinträchtigung des Betriebs von Anlagen und Einrichtungen zur Energieumwandlung durch Extremereignisse	
	Beeinträchtigung des Betriebs von Anlagen und Einrichtungen zur Energieumwandlung durch Wasserversorgungsprobleme	
	Beeinträchtigung des Betriebs von Anlagen und Einrichtungen zur Energieumwandlung durch Hitze	**EW-I-3:** Kühlwassertemperaturbedingte Stromminderproduktion thermischer Kraftwerke
	Beeinflussung des Betriebs von Anlagen und Einrichtungen zur Energieumwandlung durch veränderte Windverhältnisse	**EW-I-4:** Potenzieller und realer Windenergieertrag
	Beeinflussung des Betriebs von Anlagen und Einrichtungen zur Energieumwandlung durch veränderte Sonneneinstrahlung	
	Veränderung der Anlageneffizienz infolge von Hitze	
	Veränderung der Anlageneffizienz infolge hoher Luftfeuchtigkeit	
Energieversorgung	Versorgungszuverlässigkeit	**EW-I-2:** Wetterbedingte Nichtverfügbarkeit der Stromversorgung
	Leistungsungleichgewicht	

Indikationsfeld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
Responses		
Energiebedarf	Steigerung der Energieeffizienz	
	Energieeinsparung	
Energiemanagement	Angebotsseitiges Lastmanagement	
	Nachfrageseitiges Lastmanagement	
Energieversorgungssystem	Diversifizierung	**EW-R-1:** Diversifizierung des Endenergieverbrauchs
	Dezentralisierung	
	Stärkung der Netzredundanzen	
	Energiespeicherung	**EW-R-2:** Möglichkeiten der Stromspeicherung
Anpassung der Energieversorgungsinfrastruktur	Schutzmaßnahmen	
	Effizienzverbesserung und Nutzung technischer Alternativen	**EW-R-3:** Wassereffizienz thermischer Kraftwerke **EW-R-4:** Spezifische installierte Leistung von Windenergieanlagen
	Technische und rechtliche Spielräume	
Anpassung der Versorgung mit Primärenergieträgern	Fossile Energieträger	
	Erneuerbare Energieträger	
Management von Extremsituationen, Gefahrenabwehr	Präventive Information	
	Erstellung von Notfallplänen	
	Energietechnische Lösungen	
Erweiterung der energiewirtschaftlichen Forschung	Untersuchung der Energienachfrage	
	Weiterentwicklung der Technologien zu Energieumwandlung und -versorgung	
	Weiterentwicklung des Energiemanagements	
	Verbesserung wissenschaftlicher Grundlagen zur Risikobewertung	
	Maßnahmenevaluation	
Marktentwicklung	Investitionsplanung	

6.8.2 Erläuterungen zu Indikationsideen und Indikatoren zum Handlungsfeld „Energiewirtschaft (Wandel, Transport und Versorgung)“

Die Expertengespräche im Rahmen der im Oktober 2010 durchgeführten Arbeitsgruppensitzung Energiewirtschaft sowie diverse bilaterale Kontakte haben für das Handlungsfeld „Energiewirtschaft (Wandel, Transport und Versorgung)“ in die Entwicklung eines Indikatorensatzes gemündet, der thematisch differenziert ist und wesentliche Aspekte im Spannungsfeld Energiewirtschaft und Klimaanpassung adressiert.

Für die Berechnung von Indikatoren können Daten aus öffentlichen und nichtöffentlichen Quellen herangezogen werden. Zur Beschreibung von Auswirkungen auf die Energieinfrastruktur sind vor allem die Daten der Bundesnetzagentur (BNetzA) von Bedeutung. Diese wertet für die Bereiche Strom und Gas die von den Versorgungsnetzbetreibern aufgrund der Meldeverpflichtung übermittelten Unterbrechungsmeldungen ursachenbezogen aus. Eine weitere öffentliche Datenquelle ist das StBA, das im Rahmen der monatlichen Berichterstattung über die Elektrizitätsversorgung sowie der umweltökonomischen Gesamtrechnung u. a. zu Elektrizitätserzeugung und Wasserverbrauch relevante Daten für die Indikatorendarstellung bereitstellt. Für die Betrachtung des Kraftwerksparks ist die beim UBA geführte Kraftwerksdatenbank eine wertvolle Datenquelle. Sie fließt in die Berechnung der Indikatoren „Möglichkeiten der Stromspeicherung“ (**EW-R-2**) sowie „Wassereffizienz thermischer Kraftwerke“ (**EW-R-3**) ein. Mit Bezug auf den Endenergieverbrauch und dessen Differenzierung hinsichtlich verschiedener Primärenergieträger und Verwendungszwecke werden Datenaufbereitungen und Energieflussrechnungen durch die Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. sowie mit Blick auf die erneuerbaren Energien durch die Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik des Bundesumweltministeriums vorgenommen und zur Verfügung gestellt.

Die Datenbereitstellung für Indikatoren für den Bereich Windenergie fußt auf Daten des Branchenverbands Bundesverband Windenergie e.V. (BWE) sowie des Deutschen Windenergieinstituts (DEWI), die über umfangreiches und differenziertes Datenmaterial zur Entwicklung der Windenergienutzung in Deutschland verfügen.

- **Impact-Indikatoren:**

Die wesentliche Problemstellung innerhalb des Indikationsfelds „Energiebedarf“ liegt nicht in der absoluten Höhe der Nachfrage. Das Energieversorgungssystem ist vom Grundsatz her so ausgelegt, dass die Nachfrage zu jeder Zeit gedeckt werden kann und die technischen Voraussetzungen zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit vorgehalten werden. Damit können mittel- oder längerfristige Schwankungen des Energiebedarfs abgefangen werden, die sich z. B. durch Änderungen der konjunkturellen Situation oder – für den privaten Bereich – z. B. aus Veränderungen der durchschnittlichen Haushaltsgröße oder der privaten Verwendung elektrischer Geräte ergeben können. Mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf den quantitativen Energiebedarf wären darunter auch erfasst.

Aus Sicht der Energiewirtschaft könnte vielmehr eine Änderung der Struktur des Energiebedarfs problematisch sein, z. B. eine Häufung und Intensivierung von Lastspitzen oder eine höhere Volatilität des Energiebedarfs. Für die Stromversorgung wird in der so genannten Leistungsbilanz dargestellt, welche Puffer für eine sichere Versorgung zum Zeitpunkt der Jahreshöchstlast bzw. von Monatshöchstlasten vorlagen. Als Grundlage für eine Indikation wurden diese Informationen aber als nicht sinnvoll eingestuft, da sie keinen festen zeitlichen Bezug aufweisen und keine Referenzwerte für eine Beurteilung vorliegen. Zudem bestehen innerhalb des Versorgungssystems deutliche Ausgleichskapazitäten, die eine Beurteilung von einzelnen Terminwerten im Zusammenhang mit dem Klimawandel nicht erlauben.

Für das Indikationsfeld „Energieinfrastruktur“ war ursprünglich angedacht, zusätzlich zu den Indikatoren zu Unterbrechungen der Elektrizitätsversorgung (**EW-I-1:** Wetterbedingte Unterbrechungen der Stromversorgung; **EW-I-2:** Wetterbedingte Nichtverfügbarkeit der Stromversorgung) auch die Gasversorgungsinfrastrukturen durch Indikatoren abzubilden. Die hierfür notwendigen Datengrundlagen könnten wie die Angaben zur Elektrizitätsversorgung durch die BNetzA bereitgestellt werden. Im Rahmen der Kleingruppensitzung Energiewirtschaft wurde aber festgestellt, dass Störungen der Gasversorgungsinfrastruktur im Zusammenhang mit wetter- und witterungsbedingten Ursachen von nachrangiger Bedeutung sind, da aufgrund der überwiegend unterirdischen Leitungsführung sowie der Eigenschaften der verwendeten Rohrleitungen Unterbrechungen insgesamt sehr unwahrscheinlich sind.

Ein wesentliches Problem für die Energiewirtschaft unter sich ändernden klimatischen Rahmenbedingungen werden nach allgemeiner Einschätzung Schwierigkeiten der Kühlwasserversorgung hinsichtlich Menge und Qualität sein. Für das Indikationsfeld „Energieumwandlung“ wurden daher vorrangig Indikationsideen für diesen Sachverhalt diskutiert. Als aussichtsreichster Weg für eine Indikation erscheint die Nutzung der Datenbank KISSY des Verbands VGB PowerTech e.V. Darin werden seit etwa 30 Jahren von den Kraftwerksbetreibern neben zahlreichen anderen Angaben u. a. Informationen zur „Verfügbaren nicht erzeugbaren Arbeit (Außeneinflussarbeit)“ geführt. Es wird diejenige elektrische Arbeit erfasst, die aufgrund von Außeneinflüssen, d. h. aus Gründen, die außerhalb der Anlage liegen, nicht erzeugt werden kann, u. a. aus dem Grund „Kühlwassertemperatur zu hoch“ (**EW-I-3:** Kühlwassertemperaturbedingte Stromminderproduktion thermischer Kraftwerke). Während der Entwicklung des Indikators wurden darüber hinaus weitere mögliche Datenquellen bzw. Indikationsansätze untersucht, z. B. die „Transparenzoffensive der Übertragungsnetzbetreiber“, die „EEX-Transparenzplattform“ oder die Nutzung von Informationen von Genehmigungsbehörden zu kühlwassertemperaturbedingten Ausnahmegenehmigungen beim Kraftwerksbetrieb. Auch Darlegungen zur Abweichung vom Normalbetrieb im Rahmen der Betriebsergebnisse von Kernkraftwerken wurden auf ihre Verwendbarkeit geprüft. Diese Datenquellen konnten aber nicht verwendet werden, da sie z. B. keine Differenzierung der Ursachen oder keine spezifische Trennung von klimatischen und sonstigen Einflüssen erlauben oder grundsätzlich nicht systematisch erfasst werden.

Im Zusammenhang mit den erneuerbaren Energien wurden verschiedene Indikationsideen für die Darstellung der Windenergie diskutiert. Es ist dadurch gerechtfertigt, einen besonderen Fokus auf die Windenergie zu richten, da die Windstromerzeugung in Deutschland unter den erneuerbaren Energien den höchsten Beitrag zur Stromerzeugung (Endenergie) liefert. Schwierigkeiten für die Windenergiebranche können sich z. B. durch Starkwinde und Schwachwindperioden ergeben. Der Indikator für den Bereich Windenergie stellt ausgehend von Daten des Branchenverbands Bundesverband Windenergie e.V. (BWE) die aufgrund des Umfangs und der räumlichen Verteilung der installierten Leistung mögliche Windstromerzeugung der tatsächlichen Produktion gegenüber. Die Unterschiede lassen, wenn auch unter Einschränkungen, Rückschlüsse auf die Qualität der Windjahre zu (**EW-I-4**: Potenzieller und realer Windenergieertrag).

Als mögliche Datenquellen waren hierzu die Betreiber-Datenbasis, exemplarische Auswertungen von einzelnen großen Windparks sowie Auswertungen von kontinuierlichen Daten zur Windstromeinspeisung des Fraunhofer Institut IWES (Institute for Wind Energy and Energy System Technology) in der Diskussion. Diese Ansätze wurden nicht weiterverfolgt, da sie mit einem unverhältnismäßigen Kostenaufwand verbunden gewesen wären bzw. keine Perspektive für eine methodische Auswertung im Zusammenhang mit dem Klimawandel bestanden. Des Weiteren wurde diskutiert, ob eine Kombination von meteorologischen Daten aus dem Netz der DWD-Messstationen sowie den Standorten thermischer Kraftwerke zu einer sinnvollen Indikation hinsichtlich von wetter- und witterungsbedingten Einschränkungen der Anlageneffizienz bzw. der Kühleffizienz führen könnte, z. B. Lufttemperaturen im Umfeld von Gasturbinenkraftwerken, Kühlgrenztemperatur[9] im Umfeld von Kraftwerken mit Nasskühlungs-Kühltürmen. Hierzu liegen allerdings bislang keine methodischen Grundlagen vor, an die eine Indikatorenentwicklung hätte anknüpfen können.

Ein eigener Indikator zu möglichen Auswirkungen von Extremereignissen auf Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien wurde im Rahmen der Arbeitsgruppensitzung als nicht notwendig erachtet. Die Diskussion eines Indikators zu entsprechenden Maßnahmen wurde daher ebenfalls nicht weiter vertieft.

- **Response-Indikatoren:**

Für das Indikationsfeld „Energiemanagement“ wurden Handlungsoptionen auf der Nachfrage- wie auf der Angebotsseite geprüft. Möglichkeiten der Angebotsseite bestehen vor allem in der Bereitstellung von kurzfristiger Regelenergie in Form positiver und negativer Minutenreserve zur Sicherstellung der Netzstabilität. Die Einflüsse hierauf sind allerdings vielschichtig, eine Interpretation mit Bezug zum Klimawandel ist nicht möglich.

Eine nachfrageseitige Steuerung kann z. B. über so genannte „Regelbare Verbraucher“ erfolgen. Für den Industriebereich werden hierzu Unternehmen gezählt, die mit den Stromversorgungsunternehmen in vertraglichen Regelungen die Möglichkeit zur „Außen“-Steuerung ihres Strombezugs unter definierten Bedingungen vereinbart haben. Diese Unternehmen ermöglichen z. B. gegen Entgelte bzw. preisliche Nachlässe ein dynamisches Ein- und Ausschalten von Anlagen und geben den Stromversorgungsunternehmen damit ein Instrument an die Hand, die Netzstabilität zu sichern. In der Regel ist der Elektrizitätseinkauf für den Industriebereich allerdings wenig flexibel und wird u. a. in Abhängigkeit von Betriebsgröße und Betriebszweck wahrgenommen. Die Spanne reicht dabei von Vollversorgungsverträgen zu einem Preis für ein oder zwei Jahre über tranchenweise abgeschlossene Verträge bis hin zu Unternehmen, die ihren Strom zumindest teilweise direkt an der Strombörse beziehen und kurzfristig auf Preisschwankungen reagieren können. Daten zur vertraglichen Gestaltung des Energiebezugs sind jedoch vertraulich und nicht verfügbar. Im Bereich der privaten Haushalte wäre mit Blick auf die Auswirkungen des Klimawandels eine kurzfristig wirksame

[9] Die Kühlgrenztemperatur, gemessen als Feuchtkugeltemperatur, ist die tiefste Temperatur, die sich in Abhängigkeit von der Temperatur und der Feuchte der umgebenden Atmosphäre durch Verdunstungskühlung erreichen lässt. Je höher die Kühlgrenztemperatur ist, desto stärker wird die Kühleffizienz von Kühltürmen mit Nasskühlung eingeschränkt.

Steuerung, z. B. über kurzfristig variierende Preise bzw. eine direkte Steuerung von Geräten privater Stromkunden Voraussetzung. Dies wird technisch derzeit noch nicht umgesetzt, zeitvariable Tarife, die seit dem Jahr 2010 von den Elektrizitätsversorgungsunternehmen angeboten werden müssen, sind bislang noch auf feste Tageszeiten bezogen. Eine Verfügbarkeit von bundesweiten Daten ist bislang nicht gegeben.

Mit Bezug zum Indikationsfeld „Energieversorgungssystem“ wurde neben der Diversifizierung des Energieträgereinsatzes (**EW-R-1:** Diversifizierung des Endenergieverbrauchs) auch über die Möglichkeiten einer zunehmenden Dezentralisierung diskutiert. Einem diesbezüglichen Indikator läge die Hypothese zugrunde, dass mit einer Vielzahl kleinerer (und kleinster) Anlagen eine Risikostreuung erreicht werden kann. In der Diskussion zeigt es sich, dass es bislang kein gemeinsames Verständnis von Dezentralität und keine gemeinsame Vorstellung einer idealen Verteilung von Größenklassen gibt. Ein Indikator erscheint daher grundsätzlich schwer zu interpretieren und wird nicht weiter entwickelt. Mögliche Datenquellen für einen Indikator z. B. zur räumlichen Verteilung der installierten Leistung oder für eine Auswertung von Größenklassen können die UBA-Datenbank der Kraftwerke, das EEG-Anlagenverzeichnis der Übertragungsnetzbetreiber, das KWK-Anlagenregister des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle oder ggf. Daten des BDEW sein.

Die Indikation für das Indikationsfeld stellt des Weiteren auf die Darstellung der Möglichkeiten zur Energiespeicherung ab, die derzeit in größerem Maßstab nur in Pumpspeicherwerken möglich ist. Der Indikator bezieht sich u. a. auf die Kraftwerksdatenbank des UBA und stellt den Beitrag der Anlagen zur Netzelastitzität anhand der möglichen Stromerzeugung sowie des möglichen Stromverbrauchs jeweils im zeitlichen Verlauf dar (**EW-R-2:** Möglichkeiten der Stromspeicherung).

Das Indikationsfeld „Anpassung der Energieversorgungsinfrastruktur“ wird anhand der Indikatoren Wassereffizienz thermischer Kraftwerke **(EW-R-3)** dargestellt, perspektivisch ergänzt um einen Indikator zur spezifischen installierten Leistung von Windenergieanlagen **(EW-R-4)**. Als eine weitere mögliche Maßnahme zum Indikationsfeld wurde der Verkabelungsgrad im Hoch- und Mittelspannungsnetz diskutiert. Daten zur Verkabelung auf allen Netzebenen sind z. B. beim BDEW verfügbar. Im Rahmen der Kleingruppensitzung Energiewirtschaft wurde aber festgestellt, dass die Maßnahme aus technischer Sicht nicht als generell sinnvolle Anpassungsmaßnahme empfohlen werden kann. Der Indikator wurde daher nicht weiter geführt.

Für das Indikationsfeld „Anpassung der Versorgung mit Primärenergieträgern“ erfolgte der Hinweis von der Kleingruppensitzung, dass die Versorgungslogistik grundsätzlich für jedes Kraftwerk individuell zu regeln ist. Eine allgemeine Darstellung der Güterverkehrslogistik bezogen auf Brennstoffe ausgehend von Daten des StBA sowie des Kraftfahrtbundesamts wurde daher für nicht sinnvoll erachtet. Daten für eine Darstellung des Themas anhand von Fallbeispielen stehen nicht zur Verfügung.

Für die Indikationsfelder „Management von Extremsituationen, Gefahrenabwehr“ sowie „Erweiterung der energiewirtschaftlichen Forschung“ wurden keine aussagekräftigen Indikationsansätze gesehen.

6.8.3 Schnittstellen des Handlungsfelds „Energiewirtschaft (Wandel, Transport und Versorgung)“ mit anderen DAS-Handlungsfeldern

Für das Handlungsfeld „Energiewirtschaft (Wandel, Transport und Versorgung)“ bestehen Schnittstellen zu Indikatoren aus anderen Handlungsfeldern mit Bezug auf Niedrigwasser, das sich zum einen auf die Versorgung von Kraftwerken mit Brennstoffen sowie ggf. auch auf die Verfügbarkeit von geeignetem Kühlwasser negativ auswirken kann. Folgende Indikatoren stellen in diesem Zusammenhang Schnittstellen dar:

- **V-I-1:** Schiffbarkeit der Binnenschifffahrtsstraßen
- **WW-I-5:** Niedrigwasser

6.8.4 Abschließende Bewertung des Entwicklungsstands im Handlungsfeld „Energiewirtschaft (Wandel, Transport und Versorgung)“

Die Indikatorenentwicklung zum Handlungsfeld „Energiewirtschaft (Wandel, Transport und Versorgung)“ ist weitgehend abgeschlossen. Durch die Einbindung der Kleingruppe „Energiewirtschaft“ sowie verschiedene darüber hinausgehende bilaterale Kontakte konnte das Indikatorenset inhaltlich abgestimmt und konnten die Indikatoren in großen Teilen bereits anhand konkreter Daten berechnet werden. Das bestehende Set ist thematisch differenziert und deckt wesentliche Aspekte des Handlungsfelds ab. Für die noch ausstehende Datenprüfung zu den noch nicht realisierten Indikatoren bestehen Perspektiven für eine kurzfristige Umsetzung.

6.9 Stand der Arbeiten im DAS-Handlungsfeld „Finanzwirtschaft“

6.9.1 Indikatorenvorschläge

Das Handlungsfeld „Finanzwirtschaft“ (FiW) gliedert sich in die beiden Bereiche Versicherungswirtschaft und Bankenwesen / Kreditinstitute. Letztendlich konnten nur Indikatoren für die Versicherungswirtschaft vorgeschlagen werden. Diese wurden in enger Zusammenarbeit mit dem GDV entwickelt. Vorgeschlagen werden:

- 3 Impact-Indikatoren und
- 2 Response-Indikatoren (s. Tab. 12)

Die Indikatoren-Factsheets zum DAS-Handlungsfeld „Finanzwirtschaft / Versicherungen“ sind im Anhang 3.10 zusammengestellt.

Zur Abklärung der Indikationsmöglichkeiten im Bereich Bankenwesen wurden eine Umfrage und eine anschließende Telefonkonferenz mit Vertretern von Banken und Kreditinstituten durchgeführt (s. Kap. 6.9.2.2). Ziel war,

- ein grundsätzliches (Experten-)Meinungsbild zur Gewichtung physischer Risiken in der Diskussion um Klimarisiken für das Bankenwesen einzuholen,

- einen Überblicks über den Informationsstand der Entscheidungsträger und den Stand der Methodenentwicklung zur Erfassung von Wirkungen und Risiken zu erhalten,
- Möglichkeiten zu diskutieren, wie die Anpassungsthematik für das Bankenwesen im DAS-Indikatorenbericht verankert werden kann.

Im Ergebnis bestand Übereinstimmung, dass sich derzeit kein valider Indikator für das Bankenwesen formulieren lässt.

Tab. 12: Impact- und Response-Indikatoren für das DAS-Handlungsfeld „Finanzwirtschaft“

Indikations-feld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
Impacts		
Bewertung von Projekten, Unternehmen und Anlagen	Unklarheit über Berücksichtigung des Klimawandels	
	Wertverluste bestehender Anlagen und Unternehmensbeteiligungen	
Liquiditätsrisiken	Ungenügende finanzielle Absicherung von Banken und Versicherungen	
Risiken in der Versicherungswirtschaft	Zunahme von Versicherungsschäden – Sach- und Vermögensschäden	**FiW-I-1:** Schadenaufwand und Schadensatz in der Verbundenen Wohngebäudeversicherung **FiW-I-2:** Schadenquote und Schaden-Kosten-Quote bei der Verbundenen Wohngebäudeversicherung Schnittstelle: LW-I-4
	Zunahme von Versicherungsschäden – Personen	
	Zunahme von Versicherungsschäden durch unangepasste Versicherungsprodukte	
Veränderungen des Marktes	Veränderte Nachfrage nach Projektfinanzierungen	
	Veränderte Nachfrage nach Versicherungen	**FiW-I-3:** Einschätzung des Versicherungsschutzes
	Veränderte Anforderungen an Versicherungsdeckung und -prämien, Vertragsgestaltung	
Responses		
Beratung und Information	Kundenberatung	**FiW-R-1:** Interesse von Unternehmen an Versicherungsberatungen
	Fortbildung im Finanzsektor	
Anpassung des Risikomanagements	Politische Abstimmung	
	Zusammenarbeit von Behörden und Privatwirtschaft	
	Veränderte Prüfung und Bewertung von Risiken	
	Vorsorge	

Indikations-feld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
Anpassungen des Vermögensmanagements	Bewertung von Vermögensanlagen	
	Strategien des Vermögensmanagements	
Anpassung von Finanzprodukten	Anpassung versicherungstechnischer Kalkulationen und von Versicherungsverträgen	
	Anpassung von Haftungsausschlüssen	
Verbesserung der Entscheidungsgrundlagen / Monitoring	Bereitstellung klimawandelbezogener Information	
Erweiterung der finanzwirtschaftlichen Forschung	Forschung zur Verbesserung der Kundenbewertung	
	Forschung zur Verbesserung einer differenzierten Risikobewertung	
	Forschung zur verbesserten Schadensbeseitigung	
Marktentwicklung	Entwicklung neuer Finanzprodukte	
	Ausdehnung bestehender Märkte	**FiW-R-2:** Versicherungsdichte der erweiterten Elementarschadenversicherung für Wohngebäude

6.9.2 Erläuterungen zu Indikationsideen und Indikatoren zum Handlungsfeld Finanzwirtschaft“

6.9.2.1 Versicherungswirtschaft

Die Indikatoren zur Versicherungswirtschaft stützen sich im Falle von drei der fünf Indikatoren auf die Daten des GDV. Unter dem Dach des GDV laufen die Daten von 97% der gesamten Bruttobeitragseinnahmen aller Versicherer in Deutschland zusammen; bei der Wohngebäudeversicherung dürfte der Anteil sogar nahe 100% liegen. Damit vermögen die Daten des GDV die Situation in Deutschland sehr gut abzubilden.

- **Impact-Indikatoren:**

In den Indikatoren **FiW-I-1** (Schadenaufwand und Schadensatz in der Verbundenen Wohngebäudeversicherung) und **FiW-I-2** (Schadenquote und Schaden-Kosten-Quote bei der verbundenen Wohngebäudeversicherung) sind wichtige Kennzahlen der Versicherungswirtschaft zur Abbildung der Leistungsanforderungen an die Versicherer und der von ihnen verdienten Beiträge zusammengeführt. Die Wohngebäudeversicherung steht im Mittelpunkt der Diskussionen um möglicherweise zunehmende Schadensereignisse in Folge von Extremwetterereignissen und eignet sich daher in besonderer Weise, über die Folgen des Klimawandels für die Versicherungswirtschaft zu berichten. Die beiden Indikatoren erscheinen geeignet, die Grundprinzipien der kollektiven Teilung von Risiken über Versicherungen deutlich zu

machen, die wirtschaftlichen Konsequenzen großer Schadensereignisse für die Versicherungen aufzuzeigen und die Frage der künftigen Versicherbarkeit der Klimafolgen zu diskutieren.

Der Indikator **FiW-I-3** (Einschätzung des Versicherungsschutzes) knüpft an eine Umfrage an, die vom Sustainable Business Institute e.V. (SBI) und dem „Finanz-Forum Klimawandel" unter dem Titel „Herausforderung Klimakompetenz - Kundenerwartungen an Finanzdienstleister" im Rahmen der forschungspolitischen Zusammenarbeit zwischen BMBF und dem „Finanz-Forum: Klimawandel" als Beitrag zum Projekt „CFI - Climate Change, Financial Markets and Innovation" im Jahr 2009 (SBI 2010) durchgeführt wurde. Die Einschätzung des eigenen Risikos und des bereits bestehenden Versicherungsschutzes sind die wichtigsten Beweggründe, um sich über (zusätzliche) Versicherungsmöglichkeiten zu informieren und entsprechende Versicherungen abzuschließen. Die Einschätzung des Versicherungsschutzes ist eine interessante Größe, anhand derer sich abbilden lässt, inwieweit das Thema steigendes Risiko durch Extremereignisse in der breiten Bevölkerung bereits angekommen ist und wie realistisch die Einschätzung des eigenen Versicherungsschutzes überhaupt ist. Der Indikator wäre auf Wiederholungserhebungen angewiesen, die derzeit aber nicht geplant sind. Ferner wäre es wünschenswert, gewisse Modifikationen in einigen Fragestellungen vorzunehmen, um die Antworten gezielter auf die Thematik Klimafolgenanpassung hin auswerten zu können.

- **Response-Indikatoren:**

Mögliche Indikatoren zur Belegung der Indikationsfelder im Response-Bereich wurden mit Vertretern des GDV bereits im Laufe des Beratungsprojekts diskutiert. Dabei wurde deutlich, dass sich über die nun vorgeschlagenen Indikatoren hinaus keine zusätzlichen Indikatoren formulieren lassen. Innerhalb des GDV wird die Diskussion um Anpassungen an den Klimawandel und um die Erfordernisse, die sich aus der Umsetzung von Minderungs- und Anpassungsmaßnahmen ergeben, sehr aktiv geführt. Die Reaktionen der Versicherungswirtschaft lassen sich insgesamt aber nur schwer quantitativ abbilden. Zum einen sind die Aktivitäten des GDV selbst z. B. in der Produktentwicklung nicht quantitativ fassbar, zum anderen hat der GDV keinen Überblick über konkrete Aktivitäten (z. B. konkrete neue Produktangebote) seiner Mitgliedsunternehmen. Aufgrund starker Konkurrenzen auf dem Markt verhalten sich die Mitgliedsunternehmen selbst sehr diskret, was die Veröffentlichung ihrer Strategien und Produktentwicklungen anbelangt (insbesondere Versicherungsprodukte lassen sich leicht von konkurrierenden Unternehmen kopieren). Das bedeutet, dass der GDV keine systematischen Rückmeldungen von seinen Mitgliedsunternehmen erhält, wie und in welchem Umfang die von ihm entwickelten und angebotenen Produktdesigns in gängige Marktprodukte umgesetzt werden und welche Relevanz sie auf dem Versicherungsmarkt erhalten. Auch Informationen z. B. zur Risikobewertung und Beitragsbemessung durch die Mitgliedsunternehmen stehen dem GDV nicht zur Verfügung.

Zum Indikationsfeld „Anpassung des Risikomanagements" wurde bereits im Beratungsprojekt ein Indikator basierend auf dem von der deutschen Versicherungsbranche entwickelten webbasierten Geoinformationssystems ZÜRS Geo (ZÜRS = Zonierungssystem für Über-

schwemmung, Rückstau und Starkregen) diskutiert. Dieses System ist ein zentrales Instrument zur risikogerechten Kalkulation und Ausarbeitung (auch individueller) wirtschaftlich sinnvoller Versicherungslösungen. Da die Daten des ZÜRS derzeit noch nicht öffentlich zugänglich sind, wurde jedoch von einer weiteren Präzisierung des Indikators abgesehen.

Bei den auf der Response-Ebene vorgeschlagenen Indikatoren handelt es sich daher um „outcome"-Indikatoren (s. Kap. 2.3), die nicht die Aktivitäten der Versicherer selbst abbilden, sondern deren Ergebnis.

Die erweiterte Elementarschadensversicherung (eEV) wird seit 1994 am Markt angeboten. Sie gilt als ein zentrales Versicherungsprodukt, das im Zusammenhang mit steigenden Risiken durch Extremereignisse beworben wird, um Schäden abzudecken, die in der Verbundenen Wohngebäudeversicherung nicht enthalten sind. Dies sind insbesondere Schäden durch Überschwemmung, Rückstau aus Starkniederschlägen, Erdbeben, Erdsenkung, Erdrutsch, Schneedruck und Lawinen. Eine hohe Versicherungsdichte liegt auch im Interesse des Staates, da dieser im Falle einer Nicht-Versicherung der Schäden oftmals mit finanziellen Hilfeleistungen eintreten muss. Die Entwicklung der Versicherungsdichte der eEV für Wohngebäude **(FiW-R-2)** eignet sich besonders gut als Indikator, um einerseits deutlich zu machen, wie ein vergleichsweise neues, mit Klimafolgen in Verbindung stehendes Versicherungsprodukt von der breiten Bevölkerung angenommen wird und wie gut es der Versicherungswirtschaft gelingt, die Risiken bekannt und bewusst zu machen und mit den Möglichkeiten eines besseren Versicherungsschutzes in Verbindung zu bringen. Es gibt derzeit kein anderes Versicherungsprodukt, das in vergleichbarer Weise geeignet wäre, den Grad der Risikoabsicherung gegen Klimafolgen abzubilden.

Der Indikator **FiW-R-1** (Interesse von Unternehmen an Versicherungsberatungen) widmet sich dem Thema Beratung und Information. Er basiert wie der Indikator **FiW-I-3** (Einschätzung des Versicherungsschutzes) auf den Daten der Umfrage, die vom SBI und dem „Finanz-Forum Klimawandel" im Rahmen der genannten Umfrage (SBI 2010) erhoben wurden. Der Indikator ist allerdings noch nicht ausgereift, da mit der bisherigen Form der Fragestellung in der Umfrage Indikatorwerte erzeugt werden, die sich nicht spezifisch mit Blick auf Fragen der Anpassung auswerten lassen.

6.9.2.2 Bankenwesen

Zur Abklärung der Indikationsmöglichkeiten für den Bereich Banken und Kreditinstitute wurde im Zeitraum Oktober 2010 bis Januar 2011 eine Umfrage bei den großen Finanzdienstleistern Deutschlands (ohne Versicherungen) durchgeführt. Ziel der Umfrage war es, in einem ersten Schritt ein Meinungsbild einzuholen, welche Priorität die Finanzinstitute dem Thema Anpassung derzeit für ihre Geschäftstätigkeit einräumen und welche grundsätzlichen Ansatzpunkte sie für die Entwicklung von (quantifizierbaren) Indikatoren für das Berichtssystem zur DAS sehen.

Die Fragestellungen bzw. Thesen der Umfrage deckten sich zum Teil mit den Ergebnissen der beiden vom SBI gemeinsam mit dem „Finanz-Forum: Klimawandel" im Rahmen des vom BMBF geförderten Projekts „CFI - Climate Change, Financial Markets and Innovation" durchgeführten Umfragen zu den Anforderungen der Finanzdienstleister an das CSC (SBI

2009) sowie zu den Kundenerwartungen an Finanzdienstleister (SBI 2010). Da die Umfragen beider Studien aber bereits über ein Jahr zurücklagen und die Umfragen auch stark auf die Emissionsminderungsthematik fokussiert waren, wurden die Fragen bzw. Thesen mit Blick auf die Indikatorenthematik nuanciert oder anders gewichtet.

Es haben sich 10 Finanzinstitute an der Fragebogenerhebung beteiligt. Nach Auswertung der Ergebnisse wurden diese im Rahmen einer Telefonkonferenz mit sechs beteiligten Finanzinstituten und dem SBI diskutiert. Auf dieser Grundlage wurde ein Ergebnispapier erstellt, das mit den Beteiligten abgestimmt wurde.

Die wichtigsten Ergebnisse der Gespräche lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Im Bankgeschäft werden die physischen Risiken zumindest für die nahe Zukunft als im Wesentlichen beherrschbar angesehen. Dies gilt vor allem für die innerdeutschen Geschäfte von regionalen Kreditinstituten, die einen erheblichen Teil der Geschäfte der deutschen Kreditinstitute abwickeln und nahezu ausschließlich innerhalb des Landes aktiv sind. Für Kreditinstitute, die in erheblichem Umfang in internationale Geschäfte involviert sind, stellt sich die Situation allerdings kritischer dar. Das Ausmaß sowohl schleichender als auch katastrophaler Auswirkungen des Klimawandels in sensibleren Regionen der Erde lässt sich sehr schwer vorhersagen. Insbesondere klimabezogene Klumpenrisiken (d. h. allgemeine Ausfallrisiken, die sich aufgrund der Aggregation von positiv korrelierten Einzelrisiken aufaddieren) und Unsicherheiten bezüglich des Erreichens so genannter „tipping points“ (ab denen bis dahin lineare Entwicklungen durch Rückkopplungen abrupt abbrechen und in kurzer Zeit dramatische Klimaveränderungen zur Folge haben können) sind unkalkulierbar. Ein spezifisches Risikomanagement von Kreditgebern und Investoren ist daher erforderlich.
- Es besteht jedoch Uneinigkeit, was die Gewichtung der klimabedingten Risiken gegenüber anderen geschäftsbestimmenden Faktoren und Risiken und die Notwendigkeit eines spezifischen Risikomanagements von Kreditgebern und Investoren anbelangt. Zum Teil weisen die befragten Institutionen darauf hin, dass diese Risiken in die allgemeine Kreditanalyse bereits einfließen. Von einer systematischen Berücksichtigung kann trotzdem derzeit nicht ausgegangen werden.
- Die Finanzinstitute haben die Möglichkeit, in Anbetracht physischer Risiken auf die Notwendigkeit eines entsprechenden Versicherungsschutzes ihrer Kunden oder ihrer Geschäftspartner zu verweisen (Insurance Diligence). Die befragten Finanzinstitute weisen jedoch darauf hin, dass diese Möglichkeit i. d. R. auf die Auswirkungen von Extremereignissen beschränkt ist. Unzureichend ist eine solche Absicherung von Risiken dann, wenn schleichende Veränderungen den Erfolg der finanzierten Geschäftsmodelle und Unternehmen beeinträchtigen oder wenn das Unternehmen Insolvenz anmelden muss. Daher besteht sehr weitgehende Einigkeit unter den Befragten, dass sich nicht alle physischen Risiken „wegversichern“ lassen und es mit Blick auf nicht oder nicht ausreichend versicherte Unternehmen zusätzliche Prüfnotwendigkeiten für die Kreditgeber und Investoren gibt.

- Neben den beschriebenen Risiken resultieren aus dem Klimawandel aber auch Chancen für das Bankenwesen. Von besonderer Bedeutung sind dabei die Entstehung neuer Märkte im Klimaschutz und deren Wachstum. Die neuen „Anpassungserfordernisse“ haben aber offensichtlich noch keine oder kaum messbare positive Auswirkungen auf das Geschäft von Kreditgebern und Investoren. Hinzu kommt, dass das Spektrum von Anpassungsmaßnahmen i.e.S., d. h. von Maßnahmen, die allein aus der Motivation der Anpassung heraus konzipiert und umgesetzt werden, noch begrenzt ist. Viele Maßnahmen wie beispielsweise Neuorientierungen in der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung, in der Wasserwirtschaft oder auch im Immobilienbereich werden nicht spontan als Anpassungsmaßnahmen verstanden, da sie auch stark anderen Motivationen folgen (z. B. der Umsetzung europäischer oder nationaler Gesetzgebungen) oder starke Schnittstellen mit Minderungsmaßnahmen haben (z. B. Energieeffizienz im Gebäudesektor). Klare Zuordnungen von Investitionsgeschäften zu Anpassungsmaßnahmen sind daher kaum möglich.

Schlussfolgernd lässt sich feststellen, dass die klimabedingten Risiken im Bankenwesen bisher noch keinen entsprechenden Niederschlag in spezifischen Ratingverfahren oder Bonitätsprüfungen gefunden haben. Es gibt weder systematische Analysen zu Kreditausfällen und Wertverlusten noch breit implementierte Methoden des Risikomanagements, die den Spezifika der klimabedingten Risiken gerecht werden. Wohl aber arbeiten inzwischen verschiedene Gruppen aus Finanzdienstleistern, Finanzmarktakteuren und Wissenschaftlern an der Entwicklung angepasster Methoden des Risikomanagements[10]. Derzeit lassen sich aber zu den genannten Faktoren keine sinnvollen Indikatoren formulieren.

Größer angelegte Umfragen zur Risikowahrnehmung bei Banken werden im Rahmen des Carbon Disclosure Project (CDB, www.carbondisclosureproject.net) durchgeführt. Dabei berichten mehr als 120 der 200 größten deutschen Unternehmen (u.a. auch Finanzdienstleister) – und darunter fast alle DAX30-Unternehmen – jährlich umfassend u.a. über die von ihnen wahrgenommenen Chancen und Risiken und über ihr darauf reagierendes Management. Von den in die Diskussionen eingebundenen Banken wurde jedoch die Eignung der CDP-Daten für DAS-relevante Fragestellungen stark in Frage gestellt, da mit einem auf den CDP-Daten beruhenden Indikator der überwiegend mittelständischen bzw. regionalen Struktur im deutschen Bankenwesen nicht entsprochen wäre. Eine Alternative zu den CDP-Daten zeichnet sich derzeit aber nicht ab.

Als mögliche Indikationsansätze wurden noch Indikatoren in den Bereichen Informationsbereitstellung, Deklarationen und Berichterstattungen sowie Kundenerwartungen diskutiert. Mit Ausnahme der Kundenwartungen ließ sich aber auch für diese Felder kein konkreter Indika-

[10] s. u.a. BMBF-Projekt „Mainstreaming von Klimarisiken und -chancen im Finanzsektor“ (Projektpartner sind Germanwatch (Konsortialführer), die Universität Potsdam, das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), das Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie sowie das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) und das European Climate Forum (ECF). Als Praxispartner sind unter anderen die Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft AG, WestLB AG, Bayerische Hypo- und Vereinsbank AG und Allianz Global Investors beteiligt.
www.climate-mainstreaming.net/proj-ges.htm

tor benennen. Für letztere könnten die Möglichkeiten einer Modifizierung und Wiederholung der SBI-Umfrage zur Kundenerwartung (SBI 2010) geprüft werden. Als interessante Zielgruppe würden dabei im Wesentlichen die Geschäftskunden betrachtet. Im Falle der Privatkunden kann man zumindest derzeit noch davon ausgehen, dass die Thematik Anpassung bei Investitionsentscheidungen keine oder eine nur sehr untergeordnete Rolle spielt. Das Kollektiv der befragten Geschäftskunden müsste allerdings – gegenüber der vom SBI zuletzt durchgeführten Umfrage – deutlich erweitert werden. Eine weitere interessante Zielgruppe wären u. a. Kommunen oder Stadtwerke, die im Infrastrukturbereich investieren müssen. Eine Einbeziehung dieser Gruppe in eine derartige Umfrage erscheint aber aus derzeitiger Sicht nicht realisierbar.

6.9.3 Schnittstellen des Handlungsfelds „Finanzwirtschaft“ mit anderen DAS-Handlungsfeldern

Die folgenden Hinweise zu Schnittstellen beziehen sich ausschließlich auf die Versicherungswirtschaft, da zum Bankenwesen keine Indikatoren entwickelt werden konnten.

Der Finanzsektor und hier speziell die Versicherungswirtschaft hat enge Verbindungen zu nahezu allen Sektoren der Realwirtschaft. Das bedeutet, dass generell alle realwirtschaftlichen Entwicklungen, die als Folge des Klimawandels beschrieben werden, für die Versicherungswirtschaft von großem Interesse sind, da sich daraus Risikoeinschätzungen und Versicherungserfordernisse ableiten lassen.

Der spezifische Fokus der vorgeschlagenen DAS-Indikatoren auf die Wohngebäudeversicherung und die damit angesprochenen Risiken u. a. von Hochwasser führt zu einer Schnittstelle mit dem Indikator **WW-I-4** (Hochwasser). Vom Handlungsfeld „Bauwesen“ (BAU) wird auf die beiden Indikatoren **FiW-I-1** und **FiW-R-2** verwiesen. Im Handlungsfeld „Landwirtschaft“ (LW) wird der Indikator Hagelschäden in der Landwirtschaft **(LW-I-4)** vorgeschlagen, der auf der Grundlage von Daten der Hagelversicherer gerechnet wird.

Für das Handlungsfeld „Industrie und Gewerbe“ (I) ist ein Indikator zur Betroffenheit von Unternehmen aus Industrie und Gewerbe durch Auswirkungen des Klimawandels **(I-I-2)** angedacht. Auch in diesem Handlungsfeld gibt es generell Probleme mit der Verfügbarkeit quantitativer Daten, so dass in der Überlegung ist, auf qualitative Daten aus Umfragen zurückzugreifen. Die Umfrage des SBI zu den Kundenwartungen (SBI 2010) böte auch für dieses Handlungsfeld Anknüpfungsmöglichkeiten, da im Rahmen der Umfrage u. a. die Einschätzung der Betroffenheit von Unternehmen unterschiedlicher Branchen abgefragt worden ist.

6.9.4 Abschließende Bewertung des Entwicklungsstands im Handlungsfeld „Finanzwirtschaft“

Für den Bereich Versicherungswirtschaft scheinen die Indikationsmöglichkeiten mit den vorgeschlagenen Indikatoren ausgeschöpft zu sein. Anhand der Indikatoren lassen sich die mit dem Klimawandel einhergehenden Rahmenbedingungen für und Anforderungen an die Versicherungswirtschaft gut abbilden.

Für den Bankensektor wurde erfolglos nach geeigneten Indikatoren recherchiert. Die Schlussfolgerung, dass es derzeit nicht zu Indikatorenvorschlägen kommen kann, wurde über die Umfrage bei Banken und ergänzende Gespräche abgesichert. Es muss davon ausgegangen werden, dass sich bis zur ersten Veröffentlichung des ersten indikatorengestützen DAS-Berichts keine geeigneten Indikatoren formulieren lassen.

Interessant erscheinen für diese Handlungsfeld – und zwar sowohl mit Blick auf die Versicherungswirtschaft als auch das Bankenwesen – qualitative Daten aus Umfragen zu den Einschätzungen von Versicherungskunden und Investoren zu ihrem Risiko und ihrem Handlungsbedarf. Die bereits durchgeführten Umfragen des SBI und „Finanz-Forums Klimawandel“ (SBI 2009 und SBI 2010) liefern für das DAS-Indikatorensystem zahlreiche interessante Ansatzpunkte. Es ist aber derzeit nicht klar, ob es zu regelmäßigen Wiederholungen der Umfrage kommen kann, die für die Formulierung nachhaltig berechenbarer DAS-Indikatoren erforderlich wären.

6.10 Stand der Arbeiten im DAS-Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“

6.10.1 Indikatorenvorschläge

Das Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“ (V) gliedert sich entsprechend den wesentlichen Verkehrsträgern in die Bereiche Straße, Schiene, Binnen- und Seeschifffahrt sowie Luftfahrt. Die Betroffenheit durch sich ändernde klimatische Rahmenbedingungen als auch die Möglichkeiten, darauf zu reagieren, sind zwischen den Verkehrsträgern unterschiedlich. Im Rahmen des F+E-Vorhabens wurde mit Schwerpunkt zu den Verkehrsträgern Straße sowie Binnenschifffahrtsstraßen gearbeitet. Es werden

- 4 Impact-Indikatoren und
- 4 Response-Indikatoren

vorgeschlagen bzw. in Aussicht gestellt (s. Tab. 13).

Die Indikatoren-Factsheets zum DAS-Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“ sind im Anhang 3.11 zusammengestellt.

Tab. 13: Impact- und Response-Indikatoren für das DAS-Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“

Indikationsfeld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
Impacts		
Verkehrsablauf	Behinderung und Unterbrechung des Personen- und Wirtschaftsverkehrs auf Straße, Schiene, Wasser und in der Luft	
	Eingeschränkte Erreichbarkeit / Versorgungsengpässe im Ereignisfall	

Indikationsfeld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
	Abnahme winterlicher Verkehrseinschränkungen	
	Beeinflussung von Öffentlichen Transportmitteln	
	Beeinflussung der Seeschifffahrt und Seeschifffahrtsstraßen	
	Beeinflussung der Binnenschifffahrt	**V-I-1:** Schiffbarkeit der Binnenschifffahrtsstraßen **V-I-2:** Kumulierte monatliche Abweichung des Güterumschlags der Binnenschifffahrt
	Beeinflussung des Schienenverkehrs	
	Beeinflussung des Straßenverkehrs	
	Beeinflussung des Flugverkehrs	
Verkehrssicherheit	Veränderung des Unfallrisikos	
	Veränderung des Unfallrisikos - Schifffahrt	
	Veränderung des Unfallrisikos - Straßenverkehr	**V-I-3:** Witterungsbedingte Straßenverkehrsunfälle
	Veränderung des Unfallrisikos - Flugverkehr	
Verkehrsinfrastruktur	Beeinflussung durch extreme Wetter- / Witterungsereignisse und ihre Folgen - alle Verkehrsträger	
	Beeinflussung durch extreme Wetter- / Witterungsereignisse und ihre Folgen - Schienenverkehr	
	Beeinflussung durch extreme Wetter- / Witterungsereignisse und ihre Folgen - Straßenverkehr	**V-I-4:** Straßenzustand
	Beeinflussung durch extreme Wetter- / Witterungsereignisse und ihre Folgen - Flugverkehr	
	Beeinflussung durch extreme Wetter- / Witterungsereignisse und ihre Folgen - Schifffahrt	
	Beeinflussung durch extreme Wetter- / Witterungsereignisse und ihre Folgen - Rohrleitung	
Responses		
Verkehrssteuerung und -management	Beeinflussung der Verkehrsentstehung	
	Mobilitätsmanagement	
	Optimierung des Verkehrsmanagements	**V-R-3:** Verkehrsbeeinflussung in Starkniederschlagsbereichen
	Verbesserung des Risikomanagements	

Indikationsfeld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
Anpassung der Verkehrsinfrastruktur	Finanzierung und Versicherung	
	Bewirtschaftung und Pflege	**V-R-4:** Streumittelverwendung auf Bundesstraßen und -autobahnen
	Wartung und Instandhaltung	
	Planerische Optimierung der Verkehrsinfrastrukturen	
	Technische Optimierung der Verkehrsinfrastrukturen	**V-R-2:** Wasserabflussschwache Bereiche im Straßennetz
Technische Optimierung der Fahrzeuge	Optimierung von Kfz	
	Optimierung von Schienenfahrzeugen	
	Optimierung von Schiffen	**V-R-1:** Transportkapazität der Binnenschifffahrtsflotte (Frachtschiffe)
Erweiterung des Monitorings im Verkehrswesen	Monitoring vulnerabler Infrastrukturen	
	Monitoring von Risikofaktoren	
Erweiterung der Forschung im Verkehrswesen	Untersuchung von Rahmenbedingungen	
	Untersuchung physischer Auswirkungen und Risiken	
	Untersuchung wirtschaftlicher Auswirkungen und Risiken	
	Entwicklung und Verbesserung zukunftsgerichteter Analysen	
	Untersuchung des Anpassungsbedarfs	
	Bewertung von Anpassungsoptionen	
	Entwicklung von Anpassungsoptionen	
	Entwicklung von Anpassungsstrategien	

6.10.2 Erläuterungen zu Indikationsideen und Indikatoren zum Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“

In Deutschland wurden im Zusammenhang mit Wirkungen des Klimawandels auf den Verkehrsbereich bislang vor allem Auswirkungen auf die Schifffahrt diskutiert, auch mit Blick auf die Probleme der Niedrigwasserperioden in den Jahren 2003 und 2006. Im Projekt „KLIWA“ der Bundesländer Bayern und Baden-Württemberg in Zusammenarbeit mit dem DWD wurden seit 1999 die künftigen Entwicklungen des Wasserhaushaltes untersucht und bewertet, um daraus möglicherweise resultierende Gefahren und Risiken erkennen zu können und Handlungsstrategien und -konzepte zu erarbeiten. Im aktuellen Ressortforschungsprojekt „KLIWAS“ des BMVBS untersuchen vier Fachbehörden des Ministeriums (DWD, BSH, BfG, BAW) seit März 2009 die Folgen des Klimawandels für Wasserstraßen und für die Schifffahrt und entwickeln entsprechende Anpassungsstrategien. An verschiedenen Stellen des aktuellen F+E-Vorhabens wurde im Rahmen der Indikatorenableitung und -entwicklung der Kontakt zum Projekt „KLIWAS“ hergestellt. Im Zusammenhang mit dem Handlungsfeld „Verkehr,

Verkehrsinfrastruktur“ ging es dabei z. B. in Gesprächen mit der Universität Würzburg / Institut für Geographie um Anregungen für die Entwicklung von Indikationsideen zum Themenbereich Auswirkungen von Niedrigwasser auf die Binnenschifffahrt und mögliche Anpassungsmaßnahmen. Als Datenquellen wurden für den Bereich Binnenschifffahrt bislang vor allem das StBA sowie die Wasserschifffahrtsverwaltung genutzt. In der Abstimmung mit dem Projekt „KLIWAS“ können für die weitere Indikatorenentwicklung zukünftig ggf. noch weitere Datenquellen erschlossen werden.

Für den Verkehrsträger Straße verstärkt die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) seit einigen Jahren ihre Forschungsaktivitäten zum Thema Klimawandel und Anpassung. Im Fokus stehen dabei unter anderem das Verhalten von Materialien des Straßen- und Ingenieurbaus bei häufigeren und intensiveren Hitzeperioden und Trockenheit oder die Auswirkungen von Starkregen auf die Befahrbarkeit von Bundesstraßen und -autobahnen sowie die Standfestigkeit von Böschungen. Die Forschungsaktivitäten erfolgen z. T. auch eingebettet in die internationalen Forschungsaktivitäten im Rahmen des EU-Programms ERA-NET ROAD. Die Indikatorentwicklung für den Verkehrsträger Straße erfolgte in enger Zusammenarbeit mit verschiedenen Fachabteilungen der BASt. Dabei konnte auch auf vorhandene Datensätze z. B. zur Zustandserfassung und -bewertung zugegriffen werden, die im Verantwortungsbereich der BASt erhoben werden. Bundesweite Daten konnten für den Verkehrsträger Straße darüber hinaus aus der Unfallstatistik des StBA bezogen werden sowie aus Informationen des BMVBS zum Straßenunterhalt. Für andere Indikatoren, insbesondere solche im Zusammenhang mit Baumaßnahmen an Bundesfernstraßen, ist die Datenverfügbarkeit noch nicht abschließend geklärt. Eine Schwierigkeit besteht darin, dass Informationen zu konkret durchgeführten Maßnahmen bei den Straßenbauverwaltungen der Länder liegen und hierfür keine bundesweite Quelle vorhanden ist.

Für den Verkehrsträger Schiene erfolgt eine Auseinandersetzung mit dem Themenfeld Klimawandel und Anpassung bisher nur in einem sehr geringen Umfang. Ein eigener Forschungsetat zum Themenbereich Klimawandel und Anpassung ist im Zuständigkeitsbereich des Eisenbahnbundesamts nicht vorgesehen. Im Verantwortungsbereich der Deutschen Bahn AG (DB) wird dem Thema bislang keine höhere Bedeutung beigemessen. Im Zusammenhang mit den Anforderungen für die Genehmigung von Aus- und Neubauvorhaben durch das EBA werden derzeit zwei unterschiedliche Wege zur Einbeziehung möglicher Anpassungsmaßnahmen geprüft. Zum einen werden im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung Aussagen zur „Klimafestigkeit“ von Projekten gefordert, d. h. es muss nachgewiesen werden, dass ein Projekt sowie die zu leistenden Kompensationsmaßnahmen auch unter Berücksichtigung des Klimawandels ihre Funktion erfüllen können (z. B. Überschwemmungsbereiche, Freiborden an Dämmen oder Brücken u. ä.). Des Weiteren wird derzeit durch das EBA bzw. durch die DB geprüft, welche Regelwerke oder technischen Leitlinien, die für Investitionen in Infrastrukturen oder Fahrzeuge zu berücksichtigen sind, klimabezogene Vorgaben enthalten, und welche Möglichkeiten bestehen, diese an sich ändernde klimatische Rahmenbedingungen anzupassen. Die Datenlage zur Bildung von Indikatoren mit Anpassungsbezug, z. B. zu Störungen des Betriebsablaufs oder zur Fahrzeugausstattung der Bahnunternehmen wird für die behördliche Seite als eher schlecht eingeschätzt. Ebenso muss mit Bezug auf die Schieneninfrastruktur mit einer schlechten Datenlage gerechnet

werden. Erschwerend kommt hinzu, dass Daten von der DB aus Wettbewerbsgründen für die Indikatorenbildung nicht zur Verfügung gestellt werden können.

- **Impact-Indikatoren:**

Für das Indikationsfeld „Verkehrsnachfrage“ gelten Veränderungen bei der Verkehrsmittelwahl oder eine geänderte Richtung von Verkehrsströmen als mögliche Auswirkungen. Grundsätzlich können beide Aspekte datenbasiert dargestellt werden, z. B. ausgehend von den Mobilitätserhebungen (Mobilität in Deutschland, KONTIV) oder von Beförderungsstatistiken des StBA, bzw. auf der Basis von Verkehrszählungen wie der Straßenverkehrszählung. Beide Sachverhalte werden aber durch komplexe Zusammenhänge beeinflusst und lassen sich nicht mit Bezug zum Klimawandel interpretieren. Die Indikatorendiskussion blieb diesbezüglich ohne Ergebnis.

Das Indikationsfeld „Verkehrsablauf“ und die diesbezüglichen Sachverhalte lassen sich vorrangig anhand von Daten zu Verkehrsbeeinträchtigungen und Störungen darstellen. Für den Bereich der Binnenschifffahrt liegen hierfür geeignete Daten zu Sperrungen des Schiffsverkehrs bei den Wasserschifffahrtsdirektionen vor (**V-I-1**: Schiffbarkeit der Binnenschifffahrtsstraßen). Diese Auswirkungen schlagen sich auch in der Menge der transportierten Güter nieder (**V-I-2**: Kumulierte monatliche Abweichung des Güterumschlags der Binnenschifffahrt). Auch für den Bereich Straße wäre eine Indikation auf der Basis von Informationen zu Straßensperrungen sinnvoll. Da Sperrungen durch die Polizei vorgenommen werden, wären als Datenquelle daher Einsatzstatistiken der Polizeibehörden heranzuziehen. Eine Prüfung hinsichtlich der Eignung entsprechender statistischer Aufzeichnungen steht allerdings noch aus, da diese im Verantwortungsbereich der Länder liegen und keine bundesweite Datenquelle bekannt ist. Informationen zu Störungen des Schienenverkehrs werden u. a. bei der DB erfasst und ausgewertet (DOGS 2009), diese stehen allerdings aus wettbewerblichen Gründen nicht als dauerhafte Datenquelle zur Verfügung. Dem EBA liegen keine eigenen Angaben zu Störungen des Schienenverkehrs vor.

Für das Indikationsfeld „Verkehrssicherheit“ werden Daten aus der Straßenverkehrsunfallstatistik des StBA herangezogen (**V-I-3:** Witterungsbedingte Straßenverkehrsunfälle), welche die Ursachen bzw. Begleitumstände der Unfälle einschließt und damit wetter- bzw. witterungsbezogene Auswertungen erlaubt. Eine Indikation auch zu anderen Verkehrsträgern ist im Grundsatz möglich, wird aber aufgrund der geringen Fallzahlen von Unfällen für die Verkehrsträger Schiene und Binnenschifffahrtsstraßen und der damit verbundenen mangelnden Interpretierbarkeit im Zusammenhang mit klimatischen Faktoren nicht weiter verfolgt.

Stellvertretend für das Indikationsfeld „Verkehrsinfrastruktur“ wird ein Indikator zur Entwicklung des Straßenzustands auf der Basis von Daten der für Bundesautobahnen und -straßen durchgeführten Zustandserfassung und -bewertung dargestellt (**V-I-4:** Straßenzustand). Alternativ wurden Ansätze geprüft, die sich auf Kosten für die Streckenwartung und Schadensbehebung bzw. für die Instandhaltung der Verkehrswege bezieht. Die Höhe dieser Kosten ist nach Aussage von Experten aber durch zahlreiche, komplex zusammenwirkende Faktoren bestimmt und z. B. von Faktoren wie der Materialverwendung, der Verkehrsleistung oder dem Schwerverkehrsanteil abhängig. Aus diesem Grund lassen sich entsprechende Informa-

tionen nicht im Zusammenhang mit dem Klimawandel interpretieren, von der Verwendung für eine Indikation wurde abgeraten. Weiterhin wurde zu möglichen Auswirkungen auf Verkehrsinfrastrukturen eine Indikation zu Hangrutschungen an Böschungen vorgeschlagen. Diese können sich zukünftig infolge zunehmenden Wassersättigung von Böden aufgrund von niederschlagsreichen Wintern häufen und zu Störungen im (Straßen-)verkehr führen. Da allerdings die Installation einer dauerhaften Datenquelle derzeit nicht zu erwarten ist, wurde der Ansatz nicht weiter verfolgt.

- **Response-Indikatoren:**

Ausgehend von verschiedenen Forschungsarbeiten werden für die Verkehrsträger Straße sowie Binnenschifffahrt Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel diskutiert. Nur in wenigen Fällen liegen aber quantitative Informationen zu den spezifischen Maßnahmen vor.

Mit Bezug zum Indikationsfeld „Verkehrssteuerung und -management" ist eine Indikation derzeit nur für den Verkehrsträger Straße vorgesehen. Dargestellt werden soll die Nutzung von Verkehrsbeeinflussungsanlagen[11] in wetterbedingten Risikobereichen z. B. Gebiete mit zunehmenden Starkregenereignissen (**V-R-3:** Verkehrsbeeinflussung in Starkniederschlagsbereichen). Eine Beschränkung auf den Verkehrsträger Straße erscheint für dieses Indikationsfeld sinnvoll, da aufgrund der beinahe ausschließlichen Nutzung des Verkehrsträgers für den Individualverkehr ein besonders hoher Bedarf an Steuerung und Management besteht. Für die Darstellung von verkehrssteuernden Maßnahmen bei anderen Verkehrsträgern, z. B. Engpassmanagement an Bundeswasserstraßen, fehlen bislang die Grundlagen.

Wesentliche und z. T. gravierende Auswirkungen des Klimawandels werden für die Verkehrsinfrastruktur der verschiedenen Verkehrsträger erwartet. Aus diesem Grund werden abhängig vom Forschungsstand zu den Verkehrsträgern zahlreiche Maßnahmen diskutiert, die auch Ausgangspunkt für eine Indikation der Response-Ebene für das Indikationsfeld „Anpassung der Verkehrsinfrastruktur“ sein können.

Für die Binnenschifffahrt sind u. a. auch flussbauliche Maßnahmen zur Anpassung der Binnenschifffahrtsstraßen in der Diskussion, z. B. Fahrrinnenvertiefungen oder der Bau weiterer Staustufen. Diese Maßnahmen sind allerdings u. a. mit erheblichen Nachteilen für Natur und Landschaft verbunden und führen in jedem Fall zu ausgeprägten Zielkonflikten. Als Ansatzpunkt für eine Indikation sind sie daher nicht geeignet.

Für den Verkehrsträger Straße können sich zunehmende Hitzeperioden und Sonneneinstrahlung in Verbindung mit der gestiegenen Verkehrsbelastung negativ auf einen nach dem Standard der 1960er Jahre errichteten Brückentyp auswirken. Ein Vorschlag zur Indikation richtete sich auf die Darstellung der bereits ausgetauschten bzw. erneuerten Brücken dieses Typs. Da es sich bei diesen Brücken allerdings nur um einen geringen Teil des Brückenbestands handelt und die konstruktiven und Bemessungsdefizite einen Sonderfall darstellen, wurde von der Indikationsidee abgesehen. Nach Angaben der BASt können ggf. die Er-

[11] Verkehrsbeeinflussungsanlagen sind verkehrstechnische Anlagen für Zwecke des Verkehrsmanagements. Sie umfassen z. B. Verkehrslichtsignalanlagen, Wechselverkehrszeichen etc.

kenntnisse eines derzeit laufenden Forschungsprojekts mit dem Titel „Auswirkungen des Klimawandels auf bestehende Spannbetonbrückenbauwerke“ einen neuen Ausgangspunkt für eine diesbezügliche Indikation ergeben.

Des Weiteren wurde eine Indikation unter Bezugnahme auf aktuell gültige Baustandards diskutiert (z. B. Streckenabschnitte mit bestimmten Baustandards). Dabei ist zu berücksichtigen, dass Straßen abhängig von der tatsächlichen Belastung nach einem Zeitraum von etwa 30 bis 40 Jahren ohnehin in der Regel grundhaft, d. h. einschließlich des gesamten Unterbaus erneuert und den jeweils geltenden Standards angepasst werden. Ein Indikator basierend auf den verwendeten Baustandards würde daher, den Experten der BASt zufolge, vor allem Auskunft über das Alter der jeweiligen Straßenabschnitte geben und würde damit keine Rückschlüsse auf eine Klimaanpassung erlauben. Auch die Anpassung von Regelwerken und Richtlinien im Straßenbau wurde als Ausgangspunkt für eine Indikation in Betracht gezogen. Dabei werden regelmäßig wetter- und witterungsbezogene Faktoren berücksichtigt und die Vorgaben an den aktuellen Kenntnisstand angepasst, z. B. aktuell mit Blick auf die Entwässerung (Festlegung von Rohrdurchmessern). Ein weiteres Beispiel ist die kürzlich erfolgte Anpassung der Frostzonenkarte. Durch die Anpassung stieg der Flächenanteil an Gebieten, die eine geringere Frosthärte der Straßeninfrastruktur erforderlich machen. Allerdings finden Änderungen der Regelwerke nur in größeren Zeitabständen statt. Eine Indikatordarstellung erscheint daher wenig zielführend.

Grundsätzlich möglich wäre eine Indikation zur Ausbildung des Straßenbelags auf der Grundlage von Daten der Zustandserfassung und -bewertung. Allerdings ist derzeit das Wissen darüber, welche Belagsart (Beton-Fahrbahn bzw. Asphalt-Fahrbahn) unter den sich ändernden klimatischen Rahmenbedingungen die Anforderungen dauerhaft besser erfüllt, noch defizitär. Eine Bewertung des Sachverhalts ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich, weshalb die Indikationsidee nicht weiter verfolgt wurde.

Im Zusammenhang mit Starkregenereignissen kann die bauliche Ausführung von Streckenabschnitten mit offenporigem Asphalt (OPA) zu einer besseren Straßenentwässerung und der Vermeidung von Aquaplaninggefahren beitragen. Aufgrund des größeren Aufwands für den Einbau von OPA fallen bei der Herstellung höhere Kosten an. Der Einbau von OPA wird aufgrund der Kosten-Nutzen-Relation nicht als eine Maßnahme gesehen, die generell für die Anwendung im gesamten Netz der Bundesautobahnen empfohlen werden kann. Daher wurde auch diese Indikationsidee mit einem alleinigen Bezug zu OPA nicht weiterverfolgt. Der vorgeschlagene Indikator (**V-R-2:** Wasserabflussschwache Bereiche im Straßennetz) zielt dagegen darauf ab, diverse Handlungsoptionen für wasserabflussschwache Bereiche zusammenzufassen. Neben Veränderungen des Straßenbelags kann dazu z. B. auch die Verlagerung von Querneigungswechseln in Straßenabschnitte mit Längsgefälle zählen.

Mit Blick auf die Bewirtschaftung und Pflege von Straßenverkehrsinfrastrukturen wird ein Indikator unter Bezug auf den Winterdienst vorgeschlagen (**V-R-4:** Streumittelverwendung auf Bundesstraßen und -autobahnen). Alternativ wurde geprüft, ob eine Indikation anhand des Verbrauchs von Salzlösung an Taumittelsprühanlagen die Anforderungen an den Winterdienst besser darstellen kann, da sie unter festen Parametern zum Einsatz kommen und die Daten somit über die Jahre besser vergleichbar sind. Dieser Ansatz wurde aber nicht

weiter verfolgt, da Taumittelsprühanlagen anders als der Winterdienst nicht zur Entfernung von Schnee- und Eis aufgrund von Niederschlägen eingesetzt werden. Vielmehr sollen sie an gefährdeten Straßenbereichen, vor allem an Brücken, verhindern, dass bei hoher Luftfeuchtigkeit durch windbedingte Verdunstungskälte Eisglätte unter Wetterbedingungen entsteht, die Autofahrer als ungefährlich einschätzen. Hinzu kommen Einschränkungen der Dateninterpretation, u. a. da aus Wartungsgründen die Taumittelsprühanlagen auch in den Sommermonaten betrieben werden.

Für den Verkehrsträger Schiene wird vor allem im Zusammenhang mit Starkregenereignissen und Hochwassern von einer hohen Betroffenheit von Bahnböschungen, Schienenunterbau, Entwässerungssystemen, Brücken und Signaleinrichtungen ausgegangen. Eine mögliche Indikation könnte z. B. auf die Qualität des Unterbaus von Bahnstrecken gerichtet sein, d. h. auf die Frage, ob diesbezüglicher Optimierungsbedarf besteht. Nach Angaben des EBA ist die diesbezügliche Datenlage allerdings als ungünstig einzustufen. Die Indikationsidee wurde daher zurückgestellt.

Das Indikationsfeld „Technische Optimierung der Fahrzeuge“ umfasst für die Verkehrsträger Straße und Schiene vor allem die Ausrüstung der Fahrzeuge mit Klimaanlagen. Da diese für Kfz bereits seit einigen Jahren Standard sind, wurde eine diesbezügliche Indikation bereits im Rahmen des Expertenworkshops des Beratungsprojekts ausgeschlossen. Eine Indikation für Schienenfahrzeuge könnte sich vor allem auf Fahrzeuge des Regionalverkehrs beziehen, der Fuhrpark des Fernverkehrs ist standardmäßig mit Klimaanlagen ausgestattet. Informationen zur Datenlage wurden von der DB bislang nicht zur Verfügung gestellt.

Für den Bereich Binnenschifffahrt werden u. a. auch ein geändertes Schiffsdesign oder eine langfristige Umstrukturierung der Flotte als Maßnahmen diskutiert. Aufgrund der günstigen Datenlage wird das Indikationsfeld für den Bereich Binnenschifffahrt anhand eines Indikators zur Flottentonnage berücksichtigt (**V-R-1:** Transportkapazität der Binnenschifffahrtsflotte).

Die Indikationsfelder mit Bezug zu Monitoring bzw. Forschung sind grundsätzlich nur schwierig auf der Basis leicht interpretierbarer und regelmäßig verfügbarer quantitativer Daten darzustellen. Für den Bereich Straßenverkehr wurde diskutiert, einen Indikator unter Bezugnahme auf die Verbreitung so genannter Achslastmessgeräte zu entwickeln. Diese können zur Überwachung der Zuladung des Schwerlastverkehrs dienen, der in besonderem Maß bei hohen sommerlichen Temperaturen für die Bildung von Spurrillen verantwortlich ist. Hintergrund der Diskussion bildet das Ergebnis einer Untersuchung des BMVBS, wonach etwa 30% der kontrollierten Lkw die max. zulässige Achslast von 40 Tonnen überschreiten. Damit überschreiten diese Lkw den Auslegungsfall der Straßenplanung und führen, insbesondere mit Blick auf Brücken, zu einer Überbeanspruchung und einer verringerten Haltbarkeit der Straßeninfrastruktur. Bislang sind allerdings erst etwa 13 Waagen bundesweit im Einsatz. Aufgrund der hohen Investitionskosten ist nicht mit einem verbreiteten Einsatz zu rechnen, zudem kann die Maßnahme nicht allgemein zur Anwendung empfohlen werden. Die Indikationsidee wurde daher nicht weiter verfolgt.

6.10.3 Schnittstellen des Handlungsfelds „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“ mit anderen DAS-Handlungsfeldern

Für das Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“ können Indikatoren aus anderen Handlungsfeldern relevante Informationen liefern, allerdings in einem eher begrenzten Umfang.

Mit Bezug auf die Schiffbarkeit von Binnenschifffahrtstraßen können Indikatoren aus dem Handlungsfeld „Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz“ (WW) wichtige Hintergrundinformationen liefern. Die Wirkungen einer eingeschränkten Schiffbarkeit können sich u. a. im Handlungsfeld „Industrie und Gewerbe“ (I) niederschlagen. Folgende Indikatoren stellen in diesem Zusammenhang Schnittstellen dar:

- **WW-I-4:** Hochwasser
- **WW-I-5:** Niedrigwasser
- **I-I-2:** Betroffenheit durch Auswirkungen des Klimawandels bei Unternehmen aus Industrie und Gewerbe

Mehrere Indikatoren des Querschnittsthemas „Raum-, Regional- und Bauleitplanung“ (RO) können einen Hinweis darauf geben, ob ausgewiesene Gefährdungszonen bei der Projektierung von neuen Verkehrsinfrastrukturen Berücksichtigung finden. Hierzu gehören:

- **RO-R-1:** Bebaute Fläche in Gefährdungszonen
- **RO-R-2:** Bebaute Fläche in Hochwasserrisikogebieten
- **RO-R-3:** Bebauten Fläche in Risikogebieten aktiver Massenbewegungen

6.10.4 Abschließende Bewertung des Entwicklungsstands im Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“

Im Rahmen von intensiven Abstimmungen haben sich sowohl für den Bereich Binnenschifffahrt als auch für den Straßenverkehr verschiedene Indikatoren für die Impact- und die Response-Ebene konkretisieren lassen. Für einige Indikationsansätze werden mit dem Abschluss weiterer Forschungsarbeiten weitergehende Klärungen erwartet. Für den Verkehrsträger Schiene stellt sich die Datensituation aktuell eher eingeschränkt dar. Aus diesem Grund ist dieser Bereich in den bisherigen Indikatorenentwicklungen noch unterrepräsentiert. Eine Bearbeitung des Bereichs Flugverkehr wurde im Rahmen des F+E-Vorhabens und des vorausgegangenen Beratungsprojekts nicht vorgenommen. In der deutschsprachigen Literatur finden sich bislang nur sehr wenige Hinweise auf mögliche Auswirkungen auf diesen Verkehrssektor, sodass eine Verankerung im Indikatorenset zur Anpassung bislang verzichtbar erscheint.

Insgesamt haben die Recherchen zum Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“ eine Vielzahl an spezifischen Datenquellen ergeben. Diese beruhen z. T. auf statistischen Berichtspflichten gegenüber dem StBA, teilweise auch auf regelmäßigen Befragungen oder darüber hinausgehende Datenerhebungen im Auftrag von Behörden im Geschäftsbereich des BMVBS. Allerdings sind viele der vorhandenen Daten nicht oder nur indirekt im Zusam-

menhang mit dem Klimawandel interpretierbar, weshalb sich die Vielzahl möglicher Datenquellen nicht in einer über die Verkehrsträger hinweg gleichmäßigen Indikatorenverteilung ausdrückt.

6.11 Stand der Arbeiten im DAS-Handlungsfeld „Industrie und Gewerbe“

6.11.1 Indikatorenvorschläge

Das Handlungsfeld „Industrie und Gewerbe“ (I) ist von einer großen Heterogenität gekennzeichnet. Diese betrifft u. a. die Spannbreite der Unternehmensgrößen, der unterschiedlichen Produktionsketten (regional, national, international) oder der individuellen Unternehmensstandorte und -erzeugnisse. Sie bringt sehr unterschiedliche Risiken und Chancen für einzelne Unternehmen mit sich und resultiert in sehr individuellen Handlungsnotwendigkeiten und -optionen. Insgesamt gibt es wenig spezifisch interpretierbare quantitative Daten zur Abbildung des Handlungsfelds.

Im Rahmen der Arbeiten zum Handlungsfeld Industrie und Gewerbe wurde auch Kontakt zu einem parallel von der Prognos AG in Zusammenarbeit mit dem Wuppertal Institut im Auftrag des BMWi durchgeführten Forschungsvorhaben geknüpft. Dies umfasste insbesondere die Teilnahme an einem von der Prognos AG zu diesem Handlungsfeld veranstalteten Workshop, bei dem intensiv Chancen und Risiken sowie mögliche Anpassungsmaßnahmen diskutiert wurden. Die Diskussionen sowie die vorbereitend durch die Prognos AG durchgeführten Literaturanalysen bestätigten dabei im Wesentlichen die im Zusammenhang dieses Forschungsvorhabens zusammengestellten Wirkungen und Maßnahmen sowie die oben angeführte Heterogenität des Handlungsfelds. Der Schlussbericht des Vorhabens lag zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichts allerdings noch nicht vor, die angekündigten handlungsfeldbezogenen Empfehlungen für den deutschen Anpassungsprozess konnten daher nicht in die Indikatorenüberlegungen einfließen.

Zum jetzigen Stand werden

- 2 Impact-Indikator und
- 3 Response-Indikatoren

in Aussicht gestellt (s. Tab. 14).

Die Indikatoren-Factsheets zum DAS-Handlungsfeld „Industrie und Gewerbe“ sind im Anhang 3.12 zusammengestellt.

Tab. 14: Impact- und Response-Indikatoren für das DAS-Handlungsfeld „Industrie und Gewerbe“

Indikationsfeld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
Impacts		
Betriebsanlagen (Assets)	Schäden an Betriebsanlagen durch Extremereignisse	**I-I-2:** Betroffenheit durch Auswirkungen des Klimawandels bei Unternehmen aus Industrie und Gewerbe

Indikationsfeld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
	Langfristige Wirkung der Häufung von Extremereignissen	
Produktivität und Logistik	Beeinträchtigung der Leistung von Zulieferern	
	Beeinträchtigungen der Auslieferung von Waren	
	Beeinträchtigungen von Produktionsprozessen	
	Leistungsfähigkeit von Maschinen	
Arbeitskräfte, Beschäftigte	Gesundheit / Leistungsfähigkeit von Arbeitskräften	**I-I-1:** UV-Belastung von Freiluftberufen
	Beeinträchtigung der Anwesenheit von Beschäftigten	
	Rekrutierung von Fachkräften	
Rohstoff-, Wasser- und Energieversorgung	Energieverbrauch und -versorgung	
	Wasserverbrauch und -versorgung	
	Nachwachsende Rohstoffe	
Wettbewerbsfähigkeit	Veränderung der Absatzmärkte	
	Beeinflussung der Unternehmensreputation	
	Notwendigkeit klimabedingter Investitionen	
	Kapitalbeschaffung am Finanzmarkt	
Responses		
Gefahrenabwehr, Notfallversorgung	Aufstellen von Notfallplänen	
	Gefahrenmanagement	
Sicherung der Versorgungssicherheit	Versorgung mit Vorprodukten	
	Wasserversorgung	**I-R-2:** Wasserintensität des Verarbeitenden Gewerbes
	Energieversorgung	**I-R-3:** Energieproduktivität des Verarbeitenden Gewerbes
	Versorgung mit Dienstleistungen	
Sicherung der Produktion bzw. des Sortiments	Herstellungstechnologie, Vertriebssystem, Produktdesign	
	Gebäudetechnik der Betriebsgebäude	
Schutz industrieller und gewerblicher Anlagen	Hochwasser	
	Starkregen	
	Stürme	
Monitoring	Monitoring der Entwicklung relevanter Klimaparameter	
	Marktbeobachtung	

Indikationsfeld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
Erweiterung der Forschung der industrie- und gewerbe-bezogenen Klimafolgen	Überprüfung interner Standards	
	Untersuchung von Vulnerabilität und Risiko	**I-R-1:** Nachfrage bei staatlichen Servicestellen zur Unterstützung der Anpassung an den Klimawandel
Unternehmens-strategie	Entscheidungsprozesse und -strukturen	
	Unternehmenskommunikation	
	Produkt bzw. Sortiment	
	Räumliche Unternehmensentwicklung	
	Versicherung von Klimarisiken	

6.11.2 Erläuterungen zu Indikationsideen und Indikatoren zum Handlungsfeld „Industrie und Gewerbe“

Ausgehend von der angedeuteten sehr individuellen Betroffenheit von Unternehmen, die die Akteure im Handlungsfeld „Industrie und Gewerbe“ sind, sowie dem damit verbundenen weiten Spektrum an Handlungsoptionen ist es naheliegend, Unternehmensbefragungen mit einer breiten Streuung hinsichtlich z. B. Unternehmensgröße, Standort und Branche als Datenbasis für eine Indikation heranzuziehen. Ausgangspunkt hierfür könnte z. B. eine Befragung sein, die vom Sustainable Business Institute e.V. (SBI) und dem „Finanz-Forum Klimawandel” unter dem Titel „Herausforderung Klimakompetenz - Kundenerwartungen an Finanzdienstleister“ im Rahmen der forschungspolitischen Zusammenarbeit zwischen BMBF und dem „Finanz-Forum: Klimawandel“ als Beitrag zum Projekt „CFI - Climate Change, Financial Markets and Innovation“ im Jahr 2009 (SBI 2010) durchgeführt wurde. Für eine Indikation für das Handlungsfeld „Industrie und Gewerbe“ wäre es notwendig, die SBI-Umfrage zur Kundenerwartung (SBI 2010) zu modifizieren, indem das Thema Klimaschutz von Klimarisiken und Anpassungsoptionen getrennt und Inhalte stärker differenziert würden. Die Befragung könnte sich für den hier beschriebenen Zweck auf Geschäftskunden beschränken, wäre aber notwendigerweise in regelmäßigen Abständen durchzuführen (**I-I-2:** Betroffenheit durch Auswirkungen des Klimawandels bei Unternehmen aus Industrie und Gewerbe).

Zur Ergänzung und zur Darstellung weiterer Sachverhalte können Daten aus der Umweltökonomischen Gesamtrechnung des StBA verwendet werden. Die Einbindung weiterer Datenquellen, z. B. von Branchenverbänden aus Industrie, Handel und Gewerbe wäre zu prüfen.

- **Impact-Indikatoren:**

Für das Indikationsfeld „Betriebsanlagen (Assets)“ wurde mit Experten aus dem Bereich Finanzwirtschaft diskutiert, ob eine Darstellung der Entwicklung von versicherten Schäden in Anlehnung an die auf die Verbundene Wohngebäudeversicherung bezogenen Indikatoren **FiW-I-1** und **FiW-I-2** möglich ist. Dies ist nicht der Fall, da es für den Unternehmensbereich

keine standardisierten Versicherungsprodukte gibt und die Unternehmen je nach ihren individuellen Notwendigkeiten sehr spezifische Risiken versichern und z. T. sehr komplexe Verträge mit ihren Versicherern aushandeln. Es wird daher davon ausgegangen, dass keine bundesweit zusammenfassende Quelle für quantitative Daten zu diesem Indikationsfeld zur Verfügung steht, weswegen eine etwaige Indikation auf die Ergebnisse von Befragungen zurückgreifen müsste.

Für das Indikationsfeld „Produktivität und Logistik“ wäre ggf. eine Darstellung volkswirtschaftlicher Verluste beim Gütertransport auf Binnenschiffen infolge von Niedrigwasserständen ein Indikationsansatz (vgl. BMVBS 2007). Da die Daten hierfür allerdings aus einer nicht zugänglichen Quelle stammen, sich lediglich auf einen Pegel beziehen und der Ermittlung des Indikators zudem eine aufwändige Berechnungsmethode zugrunde liegt, wurde die Idee verworfen. Alternativ wären für eine Darstellung zu dem Indikationsfeld vor allem Kennzahlen zu Produktions- und Transportkosten von Interesse. Diese sind zum einen sehr individuell, zum anderen durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst. Ein Ansatz für eine Indikation besteht hierzu nicht.

Hinsichtlich des Indikationsfelds „Arbeitskräfte, Beschäftigte“ wurden Indikationsansätze über quantitative Daten zum Krankenstand bzw. zu Arbeitsunfähigkeitstagen geprüft. Änderungen dieser Indikatoren sind aber in hohem Maß von der Sicherheit der Arbeitsplätze und von der konjunkturellen Lage abhängig. Eine Interpretation mit Blick auf den Klimawandel ist mit diesen Daten nicht möglich. Für den Krankenstand kommt hinzu, dass es sich dabei um eine Stichtagserhebung zum Monatsersten handelt und insofern eine Interpretation z. B. mit Blick auf Hitzeperioden starken Unsicherheiten unterworfen wäre.

Informationen über die Arbeitsbedingungen am Arbeitsplatz werden im Rahmen einer Befragung des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB) sowie des Bundesinstituts für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAUA) erhoben, die u. a. in die Gesundheitsberichterstattung der Länder (GBE) als Indikator 5.12 (AOLG 2003) einfließt. In der Befragung wird zusammenfassend nach den Umgebungsfaktoren „Kälte, Hitze, Nässe, Feuchtigkeit, Zugluft“ gefragt. Allerdings unterscheidet der Parameter Hitze weder zwischen exogener, d. h. wetter- und witterungsbedingter, und endogener, z. B. produktionsbedingter Hitze, noch wird er in den Fragebögen einzeln geführt. Ein Indikator aufbauend auf dieser Datenquelle wird also nicht möglich sein.

Im Zusammenhang mit möglichen Veränderungen der Arbeitsbelastung durch den Klimawandel wird auch eine Zunahme der UV-Exposition von Berufstätigen diskutiert, die überwiegend im Freien tätig sind. Hierzu liegen beim BAUA Forschungsergebnisse vor. Es ist noch zu prüfen, ob verwertbare Daten zu dem Thema verfügbar sind (s. **I-I-1:** UV-Belastung von Freiluftberufen).

Für die Indikationsfelder „Wettbewerbsfähigkeit“ sowie „Rohstoff-, Wasser- und Energieversorgung“ ergaben die Diskussionen bislang keine geeigneten Indikationsideen. Indikatoren für den Wasser- und Energieverbrauch werden für die Response-Ebene vorgeschlagen. Für das Indikationsfeld „Wettbewerbsfähigkeit“ wäre eine Einstufung von Produkten oder Branchen hinsichtlich ihrer Anpassungseignung erforderlich. Indikatoren z. B. zur Erwerbstätigkeit

in Umweltschutzberufen, zu Umsatz und Patentanmeldungen der Umwelttechnologiebranche werden als nicht ausreichend spezifisch für eine Indikation eingestuft.

- **Response-Indikatoren:**

Auf der Response-Ebene ist eine Darstellung der Energieproduktivität und der Wasserintensität für das Indikationsfeld „Sicherung der Versorgungssicherheit“ möglich (**I-R-2:** Wasserintensität des Verarbeitenden Gewerbes und **I-R-3:** Energieproduktivität des Verarbeitenden Gewerbes). Daran könnte auf einer allgemeinen Ebene die Wirksamkeit von Maßnahmen zur Verringerung der Wasser- bzw. Energieabhängigkeit der Produktion dargestellt werden. Die notwendigen Daten können der Umweltökonomischen Gesamtrechnung des StBA entnommen werden. Weitergehende Aussagen z. B. zur Versorgung mit Vorprodukten oder mit Dienstleistungen sind allerdings nicht möglich.

Für eine Darstellung des Bewusstseins um Risiken und Anpassungsnotwendigkeiten im Zusammenhang mit dem Klimawandel für das Handlungsfeld „Industrie und Gewerbe“ allgemein könnte möglicherweise die Inanspruchnahme von Unterstützungsdienstleistungen der staatlichen Servicestellen KomPass, CSC, DWD und „Finanz-Forum: Klimawandel“ durch Unternehmen ein Ausgangspunkt sein (**I-R-1:** Nachfrage bei staatlichen Servicestellen zur Unterstützung der Anpassung an den Klimawandel).

Zu den Indikationsfeldern „Gefahrenabwehr, Notfallversorgung“, „Sicherung der Produktion bzw. des Sortiments“, „Schutz industrieller und gewerblicher Anlagen“, „Monitoring“, „Erweiterung der Forschung der industrie- und gewerbebezogenen Klimafolgen“ sowie „Unternehmensstrategie“ gibt es keine Datenquellen, die eine Darstellung anhand von quantitativen Daten ermöglichen würden.

6.11.3 Schnittstellen des Handlungsfelds „Industrie und Gewerbe“ mit anderen DAS-Handlungsfeldern

Für das Handlungsfeld „Industrie und Gewerbe“ können Indikatoren aus anderen Handlungsfeldern in begrenztem Umfang relevante Zusatzinformationen liefern.

Mit Bezug auf die Verfügbarkeit von elektrischer Energie können Indikatoren aus dem Handlungsfeld „Energiewirtschaft (Wandel, Transport, Versorgung)“ (EW) allgemeine Hintergrundinformationen zur wetterbedingten Unterbrechungshäufigkeit und Nichtverfügbarkeit der Stromversorgung bereitstellen:

- **EW-I-1:** Wetterbedingte Unterbrechungen der Stromversorgung
- **EW-I-2:** Wetterbedingte Nichtverfügbarkeit der Stromversorgung

Indikatoren aus dem Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“ (V) können ergänzend allgemeine Informationen zu den Transporteinschränkungen und -möglichkeiten der Binnenschifffahrt beisteuern:

- **V-I-1:** Schiffbarkeit der Binnenschifffahrtsstraßen
- **V-I-2:** Kumulierte monatliche Abweichung des Güterumschlags der Binnenschifffahrt
- **V-R-1:** Transportkapazität der Binnenschifffahrtsflotte (Frachtschiffe)

Hinsichtlich der Einschätzung von mit dem Klimawandel verbundenen Risiken kann ggf. ein Indikator aus dem Handlungsfeld „Finanzwirtschaft“ als Schnittstelle herangezogen werden.

- **FiW-R-1:** Interesse von Unternehmen an Versicherungsberatungen

6.11.4 Abschließende Bewertung des Entwicklungsstands im Handlungsfeld „Industrie und Gewerbe“

Aufgrund der oben beschriebenen Heterogenität des Handlungsfelds „Industrie und Gewerbe“ können nur wenige Indikatoren vorgeschlagen werden, die auf quantitativen Daten basieren. Für eine Reihe von Indikationsfeldern erbrachten weder die inhaltliche Recherche noch die Datenrecherche erfolgversprechende Ansatzpunkte für eine Indikation.

Interessant erscheinen für diese Handlungsfeld qualitative Daten aus Umfragen zu den Einschätzungen von Geschäftskunden zu ihrem Risiko und ihrem Handlungsbedarf. Die bereits durchgeführten Umfragen von SBI und „Finanz-Forum: Klimawandel“ (SBI 2009 und SBI 2010) liefern für das DAS-Indikatorensystem zahlreiche interessante Ansatzpunkte. Es ist aber derzeit nicht klar, ob es zu regelmäßigen Wiederholungen der Umfrage kommen kann. Diese wären aber für die Formulierung kontinuierlich berechenbarer DAS-Indikatoren erforderlich. Darüber hinaus könnte die Nutzung von unterstützenden Dienstleistungen durch die staatlichen Servicestellen KomPass, CSC, DWD und „Finanz-Forum: Klimawandel“ Hinweise auf die Sichtweise der Unternehmen auf das Thema Klimawandel ergeben. Hier sind die Möglichkeiten noch konkret zu prüfen.

6.12 Stand der Arbeiten im DAS-Handlungsfeld „Tourismuswirtschaft“

6.12.1 Indikatorenvorschläge

Für das Handlungsfeld „Tourismuswirtschaft“ (TOU) können nach dem aktuellen Arbeitsstand für das DAS-Indikatorensystem

- 5 Impact-Indikatoren und
- 1 Response-Indikator

vorgeschlagen bzw. in Aussicht gestellt werden (s. Tab. 15). Die Indikatoren wurden entwickelt und dokumentiert.

Die Indikatoren-Factsheets zum DAS-Handlungsfeld „Tourismuswirtschaft“ sind im Anhang 3.13 zusammengestellt.

Tab. 15: Impact- und Response-Indikatoren für das DAS-Handlungsfeld „Tourismuswirtschaft“

Indikations-feld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
Impacts		
Touristisches Angebot bzw. Angebotsmöglichkeiten	Veränderung der Angebotsstruktur durch Saisonveränderung	
	Veränderung der Angebotsstruktur durch Nordverschiebung von günstigen Bedingungen für viele Tourismusformen	
	Veränderung der Angebotsstruktur durch Veränderungen touristischer Attraktivitäten (besondere landschaftliche Voraussetzungen und natürliche Ausstattung)	
	Beeinträchtigung des Bade- und Bootsbetriebs durch Änderungen der Wasserqualität und -quantität	Schnittstelle: GE-I-9
	Beeinträchtigung heilklimatischer Gebiete und von Luftkurorten	**TOU-I-1:** Wärmebelastung in heilklimatischen Kurorten Schnittstellen: GE-I-1, GE-I-2, GE-R-1
	Beeinträchtigung von Wintersportgebieten	**TOU-I-2:** Schneedecke für den Wintersport **TOU-I-3:** Übernachtungszahlen in Skigebieten
	Einschränkungen touristischer Angebote durch Ressourcenverknappung	
Touristische Nachfrage	Räumliche Verlagerung der Nachfrage auf internationaler Ebene	**TOU-I-4:** Präferenz von Urlaubsreisezielen
	Räumliche Verlagerung der Nachfrage auf regionaler Ebene	
	Veränderung der Tourismussaisonalität	**TOU-I-5:** Saisonale Übernachtungen in deutschen Tourismusgebieten
	Veränderungen der Produktnachfrage	
Responses		
Kommunikation mit / Aufklärung touristischer Zielgruppen	Verbesserung der Information und Verhaltensempfehlungen	
Anpassung der touristischen Infrastruktur	Neuerschließung von Tourismusdestinationen	
	Anpassung der Skiinfrastruktur	**TOU-R-1:** Umfang beschneiter Pisten
	Rückbau touristischer Infrastruktur	
	Schnittstelle Handlungsfeld Bauwesen: Schutz vor Windschäden	
	Schnittstelle Handlungsfeld Bauwesen: Sicherung von Gebäuden und Infrastruktur vor Wasserschäden	

Indikations-feld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
	Schnittstelle Handlungsfeld Bauwesen: Passive Vermeidung des sommerlichen Aufheizens von Gebäuden	
	Schnittstelle Handlungsfeld Bauwesen: Technische Steuerung des Raumklimas	
	Schnittstelle Handlungsfeld Wasser: Anpassung des Wassergebrauchs: Verminderte Trinkwassernutzung sowie verstärkte und effektivere Nutzung von Betriebswasser	
Anpassung der Standortbedingungen	Technische und bauliche Maßnahmen zum Landschaftsschutz	
	Schnittstelle Handlungsfeld Wasser: Technische und bauliche Maßnahmen des Küstenschutzes	
Saisonale Umstrukturierung	Veränderung der touristischen Saisonzeiten	
Risikomanagement, Frühwarnsysteme, Umgang mit Naturgefahren	Entwicklung, Ausbau und Betrieb von Frühwarnsystemen und Informationsdiensten (*z. T. Schnittstelle Querschnittsthema Bevölkerungsschutz*)	
	Schnittstelle Querschnittsthema Bevölkerungsschutz: Erstellung von Plänen für Extremsituationen	
Erweiterung des touristischen Monitorings		
Erweiterung der Tourismusforschung	Untersuchung zum ressourcenschonenden Tourismus	
	Untersuchung des touristischen Angebots	
	Untersuchung der touristischen Nachfrage	
	Schnittstelle Querschnittsthema Raum-, Regional- und Bauleitplanung: Unterstützung einer raumbezogenen Klimaanpassung	
	Untersuchung des Klimawandels bzgl. der natürlichen Grundlagen des Tourismus	
Anpassung des touristischen Angebots	Schaffung wetterunabhängiger Angebote, Diversifizierung	
	Schaffung neuer touristischer Produkte	
	Verbesserung des Service	
	Verbesserung der Information	

Indikations-feld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
Marktentwick-lung	Flexibilisierung und Diversifizierung von Angeboten in Tourismusregionen	
	Entwicklung von Anreiz- und Beloh-nungssystemen	
	Entwicklung des touristischen Versiche-rungsmarkts und Rücklagenbildung	

6.12.2 Erläuterungen zu Indikationsideen und Indikatoren zum Handlungsfeld „Tourismuswirtschaft“

Der Überblick über die Indikationsfelder und zugeordneten Indikatoren macht deutlich, dass die erfolgten Recherchen und Expertengespräche im Handlungsfeld „Tourismuswirtschaft“ vor allem auf der Impact-Seite zu Indikatorvorschlägen geführt haben. Das Indikatorenspektrum auf der Response-Seite erscheint dagegen noch unbefriedigend. Die Vorstellungen konnten zwar gegenüber dem Stand des Beratungsprojekts deutlich konkretisiert werden, aber insgesamt fehlt es noch an einer umfassenden Abbildung der Problemfelder im Kontext Tourismus und Anpassung an Klimaveränderungen.

Bereits im Beratungsprojekt war bei den Literaturrecherchen der Eindruck entstanden, dass die Diskussionen um die Auswirkungen des Klimawandels auf den Tourismus bisher stark zukunftsgerichtet, d. h. mit Blick auf langfristig mögliche Szenarien, geführt werden. Bisherige Entwicklungen werden nicht oder nur sehr eingeschränkt in den Blick genommen, die meisten Aussagen sind qualitativer Art. Auch existieren bisher keinerlei vergleichbare Ansätze, die Auswirkungen des Klimawandels auf den Tourismus mit Indikatoren abzubilden. In laufenden Forschungsvorhaben (z. B. KLIFF) werden zwar Indikatoren diskutiert, diese haben als räumliche Bezugseinheit aber immer eine Tourismusregion. Aussagen auf Bundesebene werden auch von den Verantwortlichen des Projekts (Universität Lüneburg) als schwierig erachtet.

Ein weiteres Problem stellt die Verfügbarkeit geeigneter Daten dar. Bislang existieren nur wenig quantitative Daten. Während es eher unspezifische Daten wie Angaben zu Übernachtungszahlen gibt, die sich vor dem Hintergrund verschiedener Fragestellungen auswerten lassen, stehen Daten für spezielle Fragestellungen nicht, zumindest nicht öffentlich zur Verfügung. Teilweise ist die Diskussion rund um den Klimawandel noch sehr stark auf Anforderungen im Zusammenhang mit dem Klimaschutz fokussiert, während das Thema „Anpassung“ im Bewusstsein der Akteure noch nicht wirklich angekommen zu sein scheint.

- **Impact-Indikatoren:**

Für den Impact-Bereich konnten Indikatoren zu den Indikationsfeldern „Touristisches Angebot“ und „Touristische Nachfrage“ vorgeschlagen werden. Das Indikationsfeld „Touristische Infrastrukturen“ bleibt dagegen unbesetzt, da Daten, die sich ausschließlich auf für den Tourismus relevante Infrastrukturen beziehen, nicht verfügbar sind. Gleiches gilt für das Indikati-

onsfeld „Gesundheit von Touristen“, wobei hier mit dem Indikator **TOU-I-1** (Wärmebelastung in heilklimatischen Kurorten), der dem thematischen Teilaspekt „Beeinträchtigung heilklimatischer Gebiete und von Luftkurorten“ im Indikationsfeld „Touristisches Angebot“ zugeordnet wird, ein Indikator in das Set aufgenommen werden kann, der auch gesundheitliche Fragen thematisiert. Beim DWD (Klima- und Umweltberatung Freiburg) sind die Kurorte bereits in den Fokus gerückt. Insbesondere in Baden-Württemberg hat es in der Vergangenheit schon Probleme mit zu hohen Wärmebelastungen gegeben. Mit den bisher zur Verfügung gestellten Daten ist zwar nur eine Indikatordarstellung für den Betrachtungszeitraum 1971-2000 für heilklimatische Kurorte möglich, aber es besteht die Perspektive, den Indikator sowohl bezüglich des Darstellungszeitraums (ggf. bis 1951) als auch des Spektrums berücksichtigter Kurorte wie Seeheilbäder, Kneippheilbäder, Kneippkurorte und Luftkurorte auszuweiten, da auch diese ihre Anerkennung verlieren könnten, wenn die Wärmebelastung zu hoch wird.

Bei der Diskussion von Wirkungen der Klimaveränderung auf das touristische Angebot steht insgesamt der Wintertourismus stark im Vordergrund. Er gilt als wirtschaftlich bedeutsames und zugleich gegenüber Klimaveränderungen stark empfindliches Segment der Tourismuswirtschaft. Die Fokussierung auf die Probleme des Wintersports spiegeln sich auch in den beiden Indikatorenvorschlägen wider. Der Indikator **TOU-I-2** (Schneedecke für den Wintersport) konnte noch nicht abschließend ausgearbeitet werden. Die Datenbasis (Schneedeckenbeobachtung des DWD) und die methodischen Grundlagen (Modell Snow4 des DWD) für die Berechnung des Indikators stehen zwar inzwischen zur Verfügung. Das gegenüber den Vorläuferversionen deutlich verbesserte Snow4 Modell wurde allerdings für die dem Indikator zugrunde liegende Fragestellung bisher noch nicht eingesetzt. Das bedeutet, entsprechende Berechnungen müssten konkret konzipiert und erprobt werden.

Für den Indikator Übernachtungszahlen in Skigebieten **(TOU-I-3)** gibt es noch ungelöste Daten- und Interpretationsprobleme. Angedacht ist, den Indikator auf deutsche Skigebiete (differenziert nach Alpen und Mittelgebirgen) zu beziehen. Diese wären allerdings zunächst zu definieren und abzugrenzen (z. B. nur Ski Alpin oder auch Langlauf bzw. weitere Wintersportangebote, Vorhandensein von Liftanlagen o.ä.), denn eine amtliche bzw. offizielle Abgrenzung existiert nicht. Eine methodische Herausforderung ist zusätzlich die Überschneidung dieser so entstandenen Raumeinheiten mit gemeindescharfen Daten zu Übernachtungszahlen.

Für die Abbildung von Veränderungen auf der Nachfrageseite werden zwei Indikatoren vorgeschlagen, der erste **(TOU-I-4)** thematisiert das Phänomen räumlicher Verlagerungen, der zweite **(TOU-I-5)** das von saisonalen Verschiebungen der Nachfrage.

Der Indikator **TOU-I-4** (Präferenz von Urlaubsreisezielen) basiert auf Daten der Forschungsgemeinschaft Urlaub und Reisen e.V. (FUR). Nach Auskunft der FUR spielt das Thema Anpassung an den Klimawandel bei ihren Befragungen bzw. den beobachteten Ergebnissen bisher zwar keine wichtige Rolle. Die Daten der jährlich durchgeführten Reiseanalyse zu den beliebtesten Urlaubszielen der Deutschen sind aber grundsätzlich geeignet, mittel- bis langfristig Änderungen in der Präferenz von Reisezielen abzubilden, die sich ggf. auch auf veränderte klimatische Rahmenbedingungen zurückführen lassen.

Der Indikator **TOU-I-5** (Saisonale Übernachtungen in deutschen Tourismusgebieten) konnte bereits für einen begrenzten Zeitraum berechnet werden. Für die Darstellung einer weiter zurückreichenden Zeitreihe ist allerdings der Zugriff auf Daten der Statistischen Landesämter erforderlich. Die methodische Herausforderung bei der Indikatorenbildung bestand darin, die für so genannte „Reisegebiete" vorliegenden Daten zu handhabbaren Flächeneinheiten zusammenzufassen. Reisegebiete sind nichtadministrative Raumeinheiten, die in Zusammenarbeit mit den Statistischen Landesämtern erstellt wurden und sich im Wesentlichen an den Zuständigkeitsbereichen der regionalen Tourismusverbände und an naturräumlichen Gegebenheiten orientieren. Für den Indikator wurden die Reisegebiete touristischen Großräumen (Alpen und Alpenvorland, Küste, Mittelgebirge, urban geprägte Gebiete und sonstige Gebiete) zugeordnet. Dies erfolgte in Anlehnung an Darstellungen des Instituts für Länderkunde 2000 (in DTV 2002: 14; laut Auskunft des Instituts für Länderkunde gibt es keine aktuellere vergleichbare Darstellung).

- **Response-Indikatoren:**

Der einzige Response-Indikator, für den die Indikationsidee bis zur Erstellung eines Factsheets weiterentwickelt werden konnte, ist der Indikator **TOU-R-1** (Umfang beschneiter Pisten). Allerdings konnte die Datenverfügbarkeit für diesen Indikator noch nicht abschließend geklärt werden. Der Verband deutscher Seilbahnen und Schlepplifte e.V. führt eine Statistik über den Anteil der beschneiten Pistenfläche. Bezüglich der Datenherausgabe gibt es aber ganz offensichtlich Vorbehalte. Möglicherweise sieht der Verband, der „Schneesicherheit [als] Voraussetzung für den wirtschaftlichen Erfolg des Wintertourismus" betrachtet und künstliche Beschneiung als „ökologisch unbedenklich und ökonomisch sinnvoll" einschätzt[12] Interessenskonflikte mit der Veröffentlichung seiner Daten in einem Bericht, in dem die Daten aus umweltfachlicher Sicht anders interpretiert werden könnten.

Denkbar wäre weiterhin eine Anfrage bei den zuständigen Landesämtern: In Bayern ist der Betrieb von Beschneiungsanlagen (nach Wasserrecht) genehmigungspflichtig. Demnach sollten beim LfU Daten zur beschneiten Pistenfläche vorhanden sein. In den anderen Bundesländern, in denen sich Skigebiete befinden, dürfte eine ähnliche Regelung vorliegen. Zu einer konkreten Datenanfrage an das LfU oder andere Landesbehörden ist es aber bisher noch nicht gekommen. Dies liegt auch darin begründet, dass die Pistenbeschneiung in ihrer Eignung als Anpassungsmaßnahme durchaus umstritten ist und daher nicht allgemeingültig propagiert werden kann.

Angedacht war für den Bereich Wintersport des Weiteren ein Indikator zum Rückbau von Skianlagen (Liftanlagen, Pisten etc.). Hierzu scheint es aber keine Daten zu geben. Paradebeispiel – aber offensichtlich noch ein Einzelfall – ist die Abkehr vom alpinen Skibetrieb am Gschwender Horn[13], wo von 1994 bis 1998 die gesamten Liftanlagen abgebaut, die ehemaligen Pistenflächen rekultiviert und die vorhandenen Schneisen wieder aufgeforstet wurden. Die vom Verband deutscher Seilbahnen geführte Statistik zur Anzahl der Bahn- und Liftsys-

[12] www.seilbahnen.de/beschneiungsanlagen-in-deutschland

[13] www.allianz-umweltstiftung.de/upload/allianzumweltstiftung/download/gschwender_horn_beitrag_vsb.pdf

teme in den Bundesländern weist z. B. für Bayern aktuell 782 Schlepplifte (Stand 2010) aus, während es 2005 noch 787 waren. Dass dieser (sehr geringe) Rückgang der Schlepplifte tatsächlich bereits heute auf Änderungen des Klimas zurückzuführen ist, wird bezweifelt, da im Zuge von Kapazitätserweiterungen gerade in den letzten Jahren verstärkt ältere Anlagen durch leistungsstärkere neue ersetzt wurden. Insgesamt scheint es derzeit bei den Seilbahnbetreibern eher Tendenzen zur Expansion der Anlagen zu geben.

Für den gesamten sommertouristischen Sektor wurden zwar Indikationsmöglichkeiten diskutiert, es ließen sich daraus aber keine Indikatoren ableiten. Immer wieder formulierte Maßnahmenoptionen wie die Ausweitung wetterunabhängiger Angebote oder die Stärkung des Sommertourismus insgesamt entziehen sich einer quantitativen Abbildung. Andere Maßnahmen, bei denen es insbesondere um den Schutz von touristischer Infrastruktur und von den Gästen selbst geht, gehen in anderen Handlungsfeldern wie dem Bevölkerungsschutz auf (s. Kap. 6.12.3), da es zur Abbildung spezifischer Maßnahmen im touristischen Bereich keine Daten gibt.

6.12.3 Schnittstellen des Handlungsfelds „Tourismuswirtschaft“ mit anderen DAS-Handlungsfeldern

Für das Handlungsfeld „Tourismuswirtschaft“ wurden einige Schnittstellen mit andern DAS-Handlungsfeldern identifiziert. Diese liegt darin begründet, dass die Abwendung von Gefahren und die Anpassung der Infrastruktur – hier mit Schwerpunkt auf die touristische Infrastruktur – bei vielen Anpassungsmaßnahmen in anderen Handlungsfeldern eine Rolle spielt.

Zahlreiche Indikatoren aus dem Handlungsfeld „Menschliche Gesundheit“ (GE), die dem Indikationsfeld „Hitze- und kälteabhängige Erkrankungen oder Mortalitäten“ zugeordnet wurden, sind auch für den Tourismus von generellem Interesse (**GE-I-1:** Hitzebelastung, **GE-I-2:** Hitzetote, **GE-R-1:** Hitzewarndienst), wobei die räumliche Auflösung der Darstellungen keine spezifische Zuordnung zu touristisch genutzten Gebieten ermöglicht.

Eine engere Schnittstelle gibt es mit dem Handlungsfeld „Menschliche Gesundheit“ im Indikationsfeld „Gesundheitliche Auswirkungen von verminderter Badewasserqualität“. Hier wird mit dem Indikator **GE-I-9** (Belastung von Badegewässern) ein Thema aufgegriffen, das auch für den Tourismusbereich im Indikationsfeld „Touristisches Angebot bzw. Angebotsmöglichkeiten“ hohe Relevanz besitzt.

Der Bereich Naherholung wird im Handlungsfeld „Tourismuswirtschaft“ nicht explizit berücksichtigt, er ist in der Systematik der DAS mit Schwerpunkt dem Handlungsfeld „Bauwesen“ (BAU) und dem Querschnittsthema „Raum-, Regional- und Bauleitplanung“ (RO) zugeordnet. Es wurden folgende Indikatoren vorgeschlagen:

- **BAU-R-1:** Erholungsflächen
- **RO-R-9:** Erholungsgeeignete Flächen in Gemeinden innerhalb bioklimatisch belasteter Gebiete

6.12.4 Abschließende Bewertung des Entwicklungsstands im Handlungsfeld „Tourismuswirtschaft“

Während im Handlungsfeld „Tourismuswirtschaft“ bereits einige Impact-Indikatoren vorgeschlagen werden konnten, gibt es trotz umfangreicher Recherchen bisher nur einen Response-Indikator, und dieser muss zusätzlich auch noch als politisch durchaus umstritten gelten. Hier wird der größte Entwicklungsbedarf gesehen.

Die Arbeiten im Handlungsfeld „Tourismuswirtschaft“ stützten sich bisher auf bilaterale Kontakte mit Fachexperten (DWD, StBA, FUR, Verband Deutscher Seilbahnen und Schlepplifte e.V). Es scheint derzeit allerdings generell schwierig, sich einen Überblick über die Problemwahrnehmung und die Handlungsmotivation der relevanten Akteure zu verschaffen.

Im Handlungsfeld „Tourismuswirtschaft“ konnte bisher noch keine Kleingruppe gebildet werden. Behördlicherseits wird das Thema nicht bzw. nur mit sehr geringer Priorität bearbeitet. Im Forschungsbereich gibt es seit mehreren Jahren verschiedene Projekte, die sich mit den Klimafolgen für einzelne Tourismusregionen beschäftigen. Datensätze oder Indikatoren auf Bundesebene sind aus diesen Projekten aber noch nicht hervorgegangen. Allerdings kann erwartet werden, dass es in den Projektkonsortien umfangreiche Expertise gibt, die mit Blick auf die bestehenden Indikatorenvorschläge im Handlungsfeld Tourismus und ggf. ergänzende Vorschläge genutzt werden könnte.

Für die weitere Bearbeitung des Handlungsfelds sollte daher eine Gruppensitzung konzipiert werden, in der Vertreter der abgeschlossenen und laufenden Forschungsprojekte (insbesondere KUNTIKUM, KLIFF und RADOST) beteiligt sind. Es besteht die Hoffnung, auf diese Weise zu einer fachlichen Bewertung der vorgeschlagenen Indikatoren und ggf. auch zu Empfehlungen zusätzlicher aussagekräftiger Indikatoren zu kommen. Der Schwerpunkt weiterer Überlegungen sollte dabei insbesondere auf den Response-Bereich gelegt werden.

6.13 Stand der Arbeiten im DAS-Querschnittsthema „Raum-, Regional- und Bauleitplanung“

6.13.1 Indikatorenvorschläge

Für das Querschnittsthema „Raum-, Regional- und Bauleitplanung“ (RO) wurden unter Beteiligung des BBSR, des BBR, dem Institut für Landschaftsarchitektur und Umweltplanung, Fachgebiet Landschaftsplanung der Technischen Universität Berlin sowie der ARL Indikatoren entwickelt. Insgesamt können nach dem aktuellen Arbeitsstand für das DAS-Indikatorensystem

- 9 Response-Indikatoren

vorgeschlagen bzw. in Aussicht gestellt werden (s. Tab. 16). Impact-Indikationsfelder und entsprechende Impact-Indikatoren wurden nicht entwickelt, da unmittelbare Auswirkungen von Klimaveränderungen auf die „Raum-, Regional- und Bauleitplanung“ nicht im gleichen Sinne wie bei anderen Handlungsfeldern zu erwarten sind.

Die Indikatoren-Factsheets zum DAS-Querschnittsthema „Raum-, Regional- und Bauleitplanung“ sind im Anhang 3.14 zusammengestellt.

Tab. 16: Response-Indikatoren für das DAS-Querschnittsthema „Raum-, Regional- und Bauleitplanung“

Indikations-feld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
Responses		
Ermittlung besonders vulnerabler Bereiche		**RO-R-1:** Bebaute Fläche in Gefährdungszonen **RO-R-2:** Bebaute Fläche in Hochwasserrisikogebieten **RO-R-3:** Bebaute Fläche in Risikogebieten aktiver Massenbewegungen Schnittstellen: WW-I-4, FW-1-6, FiW-I-1, FiW-I-2, FiW-R-2
Planungsprozesse und -inhalte	Integration von Fachwissen	
	Räumliche Integration und Kooperation	
	Optimierung von Planungsabläufen	
Vorrang- und Vorbehaltsgebiete, Gebiete mit Nutzungsauflagen	Sicherung des Bodens	
	Sicherung des ökologischen Verbunds	**RO-R-4:** Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für Natur und Landschaft
	Sicherung der Grundwasserressourcen	**RO-R-5:** Vorrang- und Vorbehaltsgebiete Trinkwasservorsorge / Wasservorratsgebiete Schnittstellen: WW-I-1
	Verbesserung der technischen Hochwasserschutzes	
	Erhaltung und Schaffung von Retentionsräumen, (Gebiets-)wasserrückhalt	**RO-R-6:** Vorranggebiete für (vorbeugenden) Hochwasserschutz Schnittstellen: WW-I-4, FiW-I-1, FiW-I-2, FiW-R-2
	Sicherung und Schutz der Küstenregion	
	Verbesserung der Lokal- und Bioklimas	**RO-R-7:** Ausweisung von klimatisch bedeutsamen Freiflächen in bioklimatisch belasteten Gebieten Schnittstellen: GE-I-1, BAU-I-1, BAU-I-2, TOU-I-4
	Sicherung von Infrastruktur	
Sonstige Regulierung der Flächennutzung	Angepasste Siedlungsentwicklung	**RO-R-8:** Siedlungs- und Verkehrsfläche
	Sicherung des ökologischen Verbunds	
	Sicherung der Grundwasserressourcen	
	Schutz vor Hochwasserschäden	
	Erhaltung und Schaffung von Retentionsräumen, (Gebiets-)wasserrückhalt	
	Sicherung und Schutz der Küstenregion	
	Verbesserung der Lokal- und Bioklimas	**RO-R-9:** Erholungsgeeignete Flächen in

Indikations-feld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
		Gemeinden innerhalb bioklimatisch belasteter Gebiete Schnittstellen: GE-I-1, BAU-I-1, BAU-I-2, BAU-R-1, TOU-I-4
	Sicherung von Infrastruktur	
Erhöhung der Belastbarkeit risikobehafteter Flächennutzungen	Sicherung von Gebäuden vor Wasserschäden	
	Schutz vor Schäden durch extreme Wetter- und Witterungsereignisse und ihre Folgen	
Weiterentwicklung von Instrumenten	Integration ökonomischer und planerischer Instrumente	
	Weiterentwicklung von Instrumenten und Methoden der Raumplanung	
	Weiterentwicklung von Instrumenten und Methoden der Umweltplanung	
	Weiterentwicklung projektbezogener Planungsinstrumente	
Monitoring: Überwachung der Umsetzung und Wirksamkeit von Plänen	Zusammenarbeit von Behörden und Privatwirtschaft	
Raumordnerische Forschung	Entwicklung angepasster Leitbilder	
	Forschung zur Weiterentwicklung raumordnerischer Instrumente	
	Unterstützung einer raumbezogenen Klimaanpassung	

6.13.2 Erläuterungen zu Indikationsideen und Indikatoren zum Querschnittsthema „Raum-, Regional- und Bauleitplanung“

Die bereits im Beratungsprojekt vorgeschlagenen Indikatoren konnten im Zuge des F+E-Vorhabens inhaltlich ausgefüllt werden. Wesentlich für die Weiterentwicklung der Indikatoren waren die vorangeschrittenen Arbeiten am Raumordnungsmonitor (ROPLAMO). Dabei handelt es sich um ein bundesweites Planinformationssystem, in dem die zeichnerischen und textlichen Festlegungen aller Raumordnungspläne der Landes- und Regionalplanung erfasst werden. Das System wird seit 2006 vom BBR auf der Basis von Geoinformationssystemen (GIS) und einer Datenbank aufgebaut. In 2009 waren erstmals alle gültigen Pläne erfasst. In Zusammenarbeit mit Mitarbeitern, die im BBSR zuständig für den ROPLAMO sind, konnten für zwei Indikatoren bereits Daten berechnet werden, für zwei weitere wurden Daten kurzfristig in Aussicht gestellt.

Die den Indikatoren **RO-R-4** (Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für Natur und Landschaft) und **RO-R-5** (Vorrang- und Vorbehaltsgebiete Trinkwasservorsorge / Wasservorratsgebiete) zu-

grundeliegenden Daten sind mit Stand 2009 vollständig im ROPLAMO erfasst. Die Daten konnten bisher allerdings noch nicht vom BBSR ausgewertet werden, sodass eine Auswahl von zu betrachtenden Ausweisungskategorien bisher nicht möglich war. Die Daten werden auch bis Ende Juli 2011 noch nicht zur Verfügung stehen, eine Auswertung wurde für Anfang 2012 in Aussicht gestellt.

Die Indikatoren **RO-R-6** (Vorranggebiete für (vorbeugenden) Hochwasserschutz) und **RO-R-7** (Ausweisung von klimatisch bedeutsamen Freiflächen in bioklimatisch belasteten Gebieten) konnten auf Grundlage der Daten aus dem ROPLAMO berechnet werden. Unsicher ist noch der Turnus der Fortschreibung des Indikators, da das BBSR bislang keine regelmäßige Abfrage bei den Planungsregionen zu Änderungen / neuen Planwerken vorsieht. Es wurde allerdings vom BBSR die Absicht geäußert, einen regelmäßigen Turnus der Datenanfrage zu etablieren (jährlich oder zweijährlich).

Der Indikator **RO-R-7** wurde als Fallstudie für Hessen berechnet. Dies wurde als erforderlich angesehen, da die deutschlandweite Abgrenzung des Bioklimas (Bioklimakarte) ausschließlich auf der Grundlage meteorologischer Daten sowie topographischer Daten (Höhenlage) erfolgt. Die Landnutzung – und somit die besondere Belastungssituation in stark verdichteten Bereichen – bleibt dabei unberücksichtigt. Der DWD berechnet für einzelne Regionen auf Anfrage Bioklimagutachten für die Regionalplanung. Diese Darstellung, die z. B. für das Land Hessen gerechnet wurde, schließt die Landnutzung mit ein. Entsprechend erkennbar ist der Einfluss der Siedlungsdichte auf die bioklimatische Belastung. Da für Hessen die Datengrundlage am aktuellsten ist, wurden die im Umweltatlas Hessen veröffentlichten Daten (Zeitraum 1971-2000) für den Indikator herangezogen. Mit dem DWD, Abteilung Medizin-Meteorologie, wurden die Möglichkeiten der Erstellung einer Karte zur bioklimatischen Belastung (Wärmebelastung) unter Berücksichtigung der Landnutzung für das gesamte Bundesgebiet diskutiert. Dies wäre zu empfehlen, der Arbeitsaufwand für den DWD für die Erstellung konnte allerdings noch nicht konkret abgeschätzt werden.

Demgegenüber scheitert bei den Indikatoren aus dem Indikationsfeld „Ermittlung besonders vulnerabler Bereiche“ die konkrete Berechnung weiterhin an den bisher nicht oder nur lückenhaft zur Verfügung stehenden Datengrundlagen. So konnte für die Indikatoren **RO-R-1** (Bebaute Fläche in Gefährdungszonen) und **RO-R-2** (Bebaute Fläche in Hochwasserrisikogebieten) bisher nur die Indikationsidee im Indikatoren-Factsheet festgehalten werden. Bei beiden Indikatoren fehlt bisher die Datengrundlage:

- Die für den Indikator **RO-R-1** (Bebaute Fläche in Gefährdungszonen) erforderlichen Gefährdungszonenpläne, wie sie in der Schweiz oder in Österreich bereits erarbeitet wurden, existieren in Deutschland bisher nicht. In Gefährdungszonen wird ausgehend von einer integrierenden Analyse flächendeckend das Risiko gegenüber der Betroffenheit durch extreme Wetter- und Witterungssituationen zusammengefasst und dargestellt. Eine Einführung eines solchen Instrumentes wird jedoch – insbesondere für die Berücksichtigung von Gefahren im Zuge der Raumplanung – für sinnvoll erach-

tet.[14] Informationen, die in diesen Plänen aufzunehmen wären, liegen teilweise bereits vor, sie werden als Einzelrisiken in den Indikatoren RO-R-2 und RO-R-3 betrachtet. Die Umsetzbarkeit des Indikators RO-R-1 ist bisher nicht gesichert.

- Der Indikator **RO-R-2** (Bebaute Fläche in Hochwasserrisikogebieten) nennt als Datengrundlage die Hochwassergefahrenkarten, die gemäß HWRM-RL bzw. § 74 WHGneu für die Gebiete mit einem signifikanten Hochwasserrisiko zu erstellen sind. Diese sollen bis Ende 2013 vorliegen. Sie sind anschließend alle sechs Jahre zu aktualisieren, so dass eine regelmäßige Anpassung der Datengrundlagen erfolgt.
- Der Indikator **RO-R-3** (Bebaute Fläche in Risikogebieten aktiver Massenbewegungen) soll sich auf die in Gefahrenhinweisflächen liegenden Siedlungsbereiche beziehen. Bundesweit fehlen bislang allerdings verbindliche Standards für Inhalte und Darstellung von Gefahrenhinweiskarten, deren Erstellung bislang freiwillig ist. Derzeit werden Gefahrenhinweiskarten nur in Bayern für den deutschen Alpenraum erstellt. Sie sollen im Jahr 2011 flächendeckend vorliegen. Eine Datenfreigabe kann nach Angaben des Bayerischen Landesamts für Umwelt aber erst mit dem Abschluss des Projekts erteilt werden. Perspektivisch ist eine Ausdehnung auf den Fränkischen Jura geplant.

Der Indikator **RO-R-8** (Siedlungs- und Verkehrsfläche) ist ein auch in anderen Indikatorensystemen häufig verwendeter Indikator. Er wird für die Abbildung des Indikationsfelds „Sonstige Regulierung der Flächennutzung“ vorgeschlagen, da mit einer Reduzierung der Siedlungs- und Verkehrsfläche viele positive Nebeneffekte für den Anpassungsprozess erwartet werden können. Ebenfalls diesem Feld zugeordnet wurde der Indikator **RO-R-9** (Erholungsgeeignete Flächen in Gemeinden innerhalb bioklimatisch belasteter Gebiete). Er beruht bezüglich der bioklimatischen Belastung auf derselben Datengrundlage wie der o.g. Indikator RO-R-7, weshalb auch in diesem Falle die Darstellung als Fallstudie für Hessen erforderlich war. Die methodische Detailabstimmung erfolgte auf der Basis der vom HLUG bzw. DWD zur Verfügung gestellten Daten mit der Abteilung Medizin-Meteorologie des DWD.

Die übrigen Indikationsfelder „Planungsprozesse und -inhalte“, „Weiterentwicklung von Instrumenten“, „Monitoring: Überwachung der Umsetzung und Wirksamkeit von Plänen“ sowie „Raumordnerische Forschung“ haben sich für die Bildung quantitativer Indikatoren als zu abstrakt herauskristallisiert.

6.13.3 Schnittstellen des Querschnittsthemas „Raum-, Regional- und Bauleitplanung“ mit anderen DAS-Handlungsfeldern

Als Querschnittsthema weist die „Raum-, Regional und Bauleitplanung“ naturgemäß zahlreiche Schnittstellen mit anderen Handlungsfeldern auf.

[14] Ergebnis einer Telefonkonferenz mit Herrn Fabian Dosch (BBR), Prof. Dr. Stefan Heiland (TU Berlin) sowie Dr. Gerhard Overbeck (ARL) am 28.10.2009 im Rahmen des Beratungsvorhabens FKZ 364 01 006

Die Reduzierung der Wärmebelastung, die man versucht, mit raumordnerischen Instrumenten zu steuern, wird auch in den Handlungsfeldern „Menschliche Gesundheit“ (**GE-I-1:** Hitzebelastung), „Bauwesen“ (**BAU-I-1:** Wärmebelastung in Städten und **BAU-I-2:** Sommerlicher Wärmeeffekt in Berlin) sowie „Tourismuswirtschaft“ (**TOU-I-4:** Wärmebelastung in heilklimatischen Kurorten) angesprochen.

Für die Indikatoren RO-R-1 bis RO-R-3 sowie RO-R-6, die sich mit Naturgefahren (Hochwasser, Massenbewegungen etc.) beschäftigen, ergeben sich Schnittstellen mit den Handlungsfeldern „Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz“ (insbesondere **WW-I-4:** Hochwasser) und „Finanzwirtschaft“ (**FiW-I-1, FiW-I-2** und **FiW-R-2**, die sich der Abbildung von Schäden an Wohngebäuden widmen und das Thema Elementarschadenversicherung aufgreifen).

Für den Indikator RO-R-5, der die planerische Sicherung von Gebieten zur Trinkwasservorsorge darstellt, ergebt sich eine Schnittstelle zum Handlungsfeld „Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz“ (**WW-I-1**: Grundwasserstände), wo die Entwicklung von Grundwasserständen und -vorräten abgebildet werden soll.

Die Versorgung mit Erholungsflächen, die im Indikator RO-R-7 im Zusammenhang mit bioklimatischen Belastungsräumen angesprochen wird, ist auch Indikationsgegenstand von **BAU-R-1:** Erholungsflächen im Handlungsfeld „ Bauwesen“.

6.13.4 Abschließende Bewertung des Entwicklungsstands im Querschnittsthema „Raum-, Regional- und Bauleitplanung“

Für das Querschnittsthema „Raum-, Regional- und Bauleitplanung“ konnte im Rahmen des Vorhabens eine enge Zusammenarbeit mit dem BBR / BBSR (ROPLAMO) bzw. dem DWD (bzgl. der bioklimatischen Belastung) aufgebaut werden. Da diese Ansprechpartner einen umfassenden Überblick über die Vorgänge auf Bundesebene haben, schienen institutionell breiter angelegte Konsultationen aus fachlicher Sicht nicht erforderlich.

Für dieses Querschnittsthema kann daher davon ausgegangen werden, dass die Indikatoren aus fachlicher Sicht ein angemessenes thematisches Spektrum abdecken.

6.14 Stand der Arbeiten im DAS-Querschnittsthema „Bevölkerungsschutz“

6.14.1 Indikatorenvorschläge

Für das Querschnittsthema „Bevölkerungsschutz“ (BS) wurden Indikatoren in enger Zusammenarbeit mit dem BBK und dem THW entwickelt. Insgesamt können nach dem aktuellen Arbeitsstand für das DAS-Indikatorensystem

- 2 Impact-Indikatoren und
- 3 Response-Indikatoren

vorgeschlagen werden (s. Tab. 17).

Die Indikatoren-Factsheets zum DAS-Querschnittsthema „Bevölkerungsschutz“ sind im Anhang 3.15 zusammengestellt.

Tab. 17: Impact- und Response-Indikatoren für das DAS-Querschnittsthema „Bevölkerungsschutz“

Indikations-feld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
Impacts		
Einsatzkräfte	Belastung der Einsatzkräfte	**BS-I-1:** Einsatzstunden bei wetter- und witterungsbedingten Schadenereignissen
	Verfügbarkeit der Einsatzkräfte	
Liegenschaften	Beeinträchtigung von Einrichtungen des Bevölkerungsschutzes	**BS-I-2:** Einschränkungen der Einsatzfähigkeit des Bevölkerungsschutzes
	Beeinträchtigung der infrastrukturellen Versorgung von Einrichtungen des Bevölkerungsschutzes	
Katastrophen-management	Änderung der Einsatzhäufigkeit	
	Änderung der Rahmenbedingungen von Einsätzen	
Responses		
Aufklärung über Katastrophenrisiken und Handlungsmöglichkeiten	Bewusstseinsbildung und Aufklärung	
	Vermittlung von Vorsorge- und Notfallmaßnahmen	
Vorhersage- und Frühwarnsysteme	Zusammenarbeit von Frühwarnorganisationen	
	Entwicklung, Ausbau und Betrieb von Frühwarnsystemen und Informationsdiensten	**BS-R-1:** Anpassungserfordernisse im Katastrophenschutz
	Warnung und Information der Betroffenen	
Organisatorische Vorbereitung des Managements von Extremsituationen	Durchführung von Übungen	**BS-R-3:** Übungsgeschehen des Technischen Hilfswerks (THW)
	Erstellung von Plänen für Extremsituationen	
Einsatzorganisation und -koordination	Koordination und Kommunikation	**BS-R-1:** Anpassungserfordernisse im Katastrophenschutz
	Einsatztaktik	
Anpassung von Einrichtungen des Katastrophenschutzes	Erhöhung der Resilienz von Einrichtungen des Katastrophenschutzes	

Indikations-feld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
Weiterentwicklung des Katastrophenschutzes	Ausbildung des Katastrophenschutzes	**BS-R-1:** Anpassungserfordernisse im Katastrophenschutz
	Ausrüstung, Materialausstattung, Infrastrukturen	
	Helfer, Freiwillige, Mitglieder	**BS-R-2:** Aktive Katastrophenschutzhelfer (THW, Feuerwehr)
	Kooperation	
Forschung und Entwicklung	Grundlagenanalyse von Anpassungsbedarf und -möglichkeiten	
	Katastrophenschutz und Notfallversorgung	

6.14.2 Erläuterungen zu Indikationsideen und Indikatoren zum Querschnittsthema „Bevölkerungsschutz“

Der Indikatorensatz soll für das Querschnittsthema „Bevölkerungsschutz“ sowohl die Maßnahmen des konkreten Katastrophenmanagements, z. B. über Indikatoren zu den geleisteten Einsätzen, als auch die Bereiche Katastrophenvorsorge und -vorbereitung berücksichtigen.

Einige Aspekte des Themenfelds können auf der Grundlage von bundesweiten Datenquellen mit quantitativen Indikatoren abgebildet werden, z. B. das Einsatzgeschehen und die personellen Ressourcen des Katastrophenschutzes. Die Darstellungen beziehen sich dabei vor allem auf Angaben des THW sowie auf Informationen der im DFV organisierten Feuerwehren. Die verwendeten Daten werden für den jeweiligen Verband nach einheitlichen und vergleichbaren Vorgaben erhoben und erlauben einen bundeweiten Überblick über das Einsatz- sowie Übungsgeschehen bzw. die Personalressourcen. Eine Einbeziehung der weiteren Hilfsorganisation Deutsches Rotes Kreuz (DRK), Arbeitersamariterbund (ASB), Deutsche Lebensrettungsgesellschaft (DLRG), Malteserhilfsdienst (MHD) und Johanniter Unfallhilfe (JUH) ist (noch) nicht möglich. Für diese liegt aufgrund der dezentralen Organisationsstruktur der Verbände, die in zahlreiche, rechtlich selbständige Einheiten untergliedert sind, keine bundesweit koordinierte Datenquelle z. B. zu Einsätzen vor.

Bei der Konkretisierung der Indikatoren hat sich auch gezeigt, dass nicht alle relevanten Teilaspekte mit quantitativen Indikatoren belegt werden können. Das liegt u. a. daran, dass im Zusammenhang mit dem Bevölkerungsschutz vor allem Maßnahmen diskutiert werden, die eine dezentrale, lokal wirksame Vorbereitung stärken und unterstützen, z. B. durch Fortbildungen, Schulungen, Risikoinformation und Aufklärung, Notfallpläne und Notfallübungen etc.. Ihrem Charakter nach sind diese Maßnahmen kaum durch eine flächendeckende Indikation auf der Grundlage quantitativer Daten abzubilden. Dieser Mangel an bundesweiten quantitativen Daten betrifft aber nicht nur die Response-Ebene, sondern auch einige thematische Aspekte der Impact-Ebene wie z. B. die Eigenbetroffenheit von Liegenschaften des Katastrophenschutzes oder wetter- bzw. witterungsbedingte Auswirkungen auf die Einsatzkräfte.

Aus diesem Umstand ergibt sich die Notwendigkeit, verstärkt qualitative Daten z. B. aus Umfragen als mögliche Datengrundlage heranzuziehen. Wesentlicher Ausgangspunkt für diesbezügliche Überlegungen war eine Umfrage der AG Klimawandel und Anpassung im Katastrophenschutz im Rahmen des Projekts „Klimawandel und Bevölkerungsschutz“ unter den Einrichtungen des Katastrophenschutzes. Sie wurde durchgeführt, um die aktuelle Wahrnehmung des Themas Klimaanpassung unter den Akteuren des Bevölkerungsschutzes einschätzen zu können, und hat zahlreiche neue und hilfreiche Erkenntnisse erbracht. Allerdings wurde diese Umfrage als einmalige Aktivität geplant, eine Wiederholung ist bislang nicht vorgesehen. Mit Blick auf die Entwicklung und Etablierung von Indikatoren für das Querschnittsthema „Bevölkerungsschutz“ erscheint es empfehlenswert, ausgehend von dem Fragebogen eine Routine für eine regelmäßige Befragung von Einrichtungen des Katastrophenschutzes aufzubauen. Die Fragestellungen wären dazu u. a. unter Berücksichtigung der Erfordernisse der Indikation weiterzuentwickeln. Des Weiteren wäre die Befragung als repräsentative Befragung anzulegen.

- **Impact-Indikatoren:**

Der Schwerpunkt der Indikatorentwicklung liegt für die Impact-Ebene bislang auf der Darstellung der Belastungen der Einsatzkräfte sowie auf der Eigenbetroffenheit von Liegenschaften des Katastrophenschutzes, in denen sich die Auswirkungen des Klimawandels unmittelbar niederschlagen können. Hierzu konnten mit den oben genannten Einschränkungen (nur exemplarische Darstellung der Einsatzbelastung am Beispiel des THW und Beschränkung durch die bislang nur einmalig durchgeführte Befragung unter den Einrichtungen des Katastrophenschutzes) Indikatoren entwickelt werden (**BS-I-1**: Einsatzstunden bei wetter- und witterungsbedingten Schadenereignissen und **BS-I-2**: Einschränkungen der Einsatzfähigkeit des Bevölkerungsschutzes). Um die Datensituation zu verbessern, wäre eine weitgehende Vorgabe zur Erfassung von Einsätzen nach festgelegten Kriterien sowohl innerhalb als auch zwischen den Verbänden notwendig. Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass sich der weitaus überwiegende Anteil der beteiligten Personen aus ehrenamtlichen Helfern rekrutiert und die zeitlichen Kapazitäten für den Aufbau einer statistisch tragfähigen Datensammlung begrenzt sind.

Des Weiteren wurde es als grundsätzlich sinnvoll erachtet, einen Indikator über die Häufigkeit von Einsätzen aufzunehmen, mit dem Ziel, die sich ändernden Rahmenbedingungen für den Bevölkerungsschutz abzubilden. Im Rahmen der Indikatorentwicklung wurde allerdings festgestellt, dass die hierfür verfügbare Datenquelle bereits innerhalb des THW nicht die notwendige Homogenität aufweist und in der Auswertung zu Fehlinterpretationen führen kann. Ein Beispiel: Mehrere Einsätze im Zusammenhang mit einem größeren Ereignis wie einem Hochwasser können entweder einzeln erfasst werden (z. B. je beteiligtem Ortsverband) oder aber zu einem Einsatz zusammengefasst werden (z. B. je Ereignis). Die Art der Erfassung kann dabei zwischen den verschiedenen Verbänden sowie auch zwischen den Jahren unterschiedlich sein. Für die Verwendung als Datenquelle für einen interpretierbaren Indikator wäre als erster Schritt eine Homogenisierung der Datenerfassung wenigstens für das THW vorzunehmen. Da dies nicht abzusehen ist und eine Darstellung über die Einsatz-

stunden bezogen auf das THW eine höhere Genauigkeit erreicht, wurde die Indikationsidee nicht weiter vertieft.

- **Response-Indikatoren:**

Auf der Response-Ebene konzentriert sich die Indikation derzeit auf die Darstellung der Weiterentwicklung des Bevölkerungsschutzes mit Blick auf die personellen Ressourcen (**BS-R-2:** Aktive Katastrophenschutzhelfer (THW, Feuerwehr)), die Darstellung der organisatorischen Vorbereitung auf Extremsituationen am Beispiel des Übungsgeschehens des THW (**BS-R-3:** Übungsgeschehen des THW) sowie bezogen auf Anpassungserfordernisse in den Bereichen Einsatzorganisationen und -koordination, Vorhersage- und Frühwarnsysteme sowie die Aus- und Weiterbildung (**BS-R-1:** Anpassungserfordernisse im Katastrophenschutz). Dieser Fokus ist bislang überwiegend aus der Datensituation heraus begründet, deckt aber durchaus ein relevantes Spektrum an Themenfeldern der Maßnahmenseite ab.

Unter den zusammengestellten Response-Indikationsfeldern wird der Aufklärung über Katastrophenrisiken und Handlungsmöglichkeiten, d. h. der Sensibilisierung und Befähigung der Bevölkerung für den Selbstschutz eine sehr hohe Bedeutung beigemessen. Fragen in diesem Bereich sind u. a., inwieweit die Bevölkerung mit Informationen oder auch Warnungen erreicht wird, inwieweit sie die Informationen verstehen kann, ob die richtigen Schlussfolgerungen gezogen und die richtigen Handlungen vollzogen werden können etc.. Aufgrund der hohen Bedeutung des Themas wurde hierzu beim BBK im Jahr 2010 ein eigenes Referat eingerichtet, das zukünftig auch Forschungsaktivitäten in diesem Bereich ausführen und anstoßen wird. Eine mögliche Indikation zu dem Themenfeld wird sich auf qualitative Datenerhebungen stützen müssen. Ggf. können bei der Einrichtung einer Befragungsroutine der Einrichtungen des Katastrophenschutzes zukünftig diese Aspekte eingebunden bzw. stärker berücksichtigt werden.

Anpassungserfordernisse für den Bevölkerungsschutz werden auch im Bereich der Vorhersage- und Frühwarnsysteme gesehen. Eine Indikation hierzu erfolgt ausgehend von den Ergebnissen der Befragung der Einrichtungen des Katastrophenschutzes. Mit Bezug auf konkrete Einrichtungen und Warnsysteme wurde zum einen die Rolle diskutiert, die das Gemeinsame Melde- und Lagezentrum (GMLZ) zukünftig spielen kann. Das GMLZ hat eine sowohl auf internationaler als auch auf nationaler Ebene stark koordinierende Funktion insbesondere im Zusammenhang mit komplexeren Schadenslagen. Vor diesem Hintergrund kann das GMLZ als eine grundsätzliche Antwort auch auf zukünftig häufigere und intensivere extreme Wetterlagen und Witterungen gesehen werden. Allerdings wurde von den Experten festgestellt, dass sich aus den Aktivitäten des GMLZ keine im Zusammenhang mit dem Klimawandel interpretierbaren Informationen ableiten ließen. Des Weiteren wurden zu Vorhersage- und Frühwarnsystemen Indikationsideen ausgehend von den Warnsystemen des DWD diskutiert. Hierzu bestätigten die Experten, dass Indikatoren über z. B. die Investitionen in Warnsysteme oder die Anzahl von Warnmeldungen nicht sinnvoll interpretierbar seien. Grund ist die starke Abhängigkeit von anderen Faktoren wie z. B. die zur Verfügung stehenden finanziellen Mittel oder die Anpassung der räumlichen oder inhaltlichen Bezüge der Warnkriterien, die eine Interpretation der Indikatoren im Zeitverlauf nicht erlauben.

Auch der Bereich von Ausbildung und Qualifikation der Katastrophenschutzkräfte wird sowohl von den Hilfsorganisationen als auch von den Experten als ein notwendiger Ansatzpunkt zur Anpassung betrachtet. Veränderte klimatische Bedingungen erfordern eine weitere Sensibilisierung für z. B. zunehmende Hitzewirkungen oder den Umgang mit steigenden physischen und psychischen Belastungen durch vermehrte Einsätze. Anpassungen im Zusammenhang mit der Ausbildung im Katastrophenschutz, z. B. von Lehrmaterialien oder Lehrinhalten, erfolgen in regelmäßigen Abständen. Sie richten sich z. B. nach dem Stand der Einsatztechnik sowie nach Entwicklung und Fortschreibung von Verhaltensvorgaben und Richtlinien. Bei der Ausbildung von Führungskräften spielen Gefährdungsanalysen und Risikobeurteilungen im Zusammenhang mit der Arbeitssicherheit der Einsatzkräfte eine wichtige Rolle. Hierzu sind z. B. auch Maßnahmen gegen Hitzefolgen (Abschattung, Getränkeversorgung etc.) Bestandteil der Ausbildung für die Einsatzplanung und Durchführung. Der Sensibilisierung von Katastrophenschutzhelfern für das Thema Klimaanpassung im Rahmen ihrer Aus- und Weiterbildung kommt auch im Hinblick auf die Multiplikatorfunktion der Einsatzkräfte (Erste-Hilfe-Kurse etc.) eine wichtige Rolle zu. Für die Darstellung des Themenbereichs bestehen allerdings keine quantitativen Datenquellen, die eine sinnvolle Indikation erlauben.

Ein weiteres Feld, in dem Indikatoren im Zusammenhang mit dem Klimawandel von den Experten als nicht interpretierbar angesehen werden, ist der Umfang der vorhandenen materiellen Ressourcen des Katastrophenschutzes, z. B. des Bestands an geeigneten Einsatzfahrzeugen oder an verfügbaren Sanitäts-, Rettungs-, Einsatz-, Wasserrettungszügen. Die Gründe liegen darin, dass der technische Stand der Ausrüstung vor allem den technischen Fortschritt bzw. den Stand innerhalb des langen Erneuerungszyklus von 25 Jahren und mehr widerspiegelt. Veränderungen spielen sich insgesamt eher schleichend ab und sind von zahlreichen Faktoren beeinflusst, z. B. der Gewährung finanzieller Mittel für die Beschaffung.

6.14.3 Schnittstellen des Querschnittsthemas „Bevölkerungsschutz“ mit anderen DAS-Handlungsfeldern

Der Bevölkerungsschutz ist als Querschnittsthema z. T. sehr eng mit anderen Handlungsfeldern verbunden. Dies trifft insbesondere für die Verantwortung des Bevölkerungsschutzes für den Schutz der Kritischen Infrastrukturen (KRITIS) zu, zu denen z. B. die Infrastrukturen für die Energieversorgung, die Wasserver- und -entsorgung sowie die Verkehrsinfrastrukturen gehören. Darüber hinaus ist auch die Sicherheit von Industrieanlagen gegen Störfälle ein Thema des Bevölkerungsschutzes.

Die Zuverlässigkeit der Energieversorgung ist ein wichtiger Aspekt im Handlungsfeld „Energiewirtschaft“ (EW). Dort werden zur Beschreibung der Versorgungszuverlässigkeit der Stromversorgung sowie zu den Auswirkungen auf die Energieinfrastrukturen Indikatoren zur Häufigkeit und Dauer von Unterbrechungen der Stromversorgung vorgeschlagen **(EW-I-1, EW-I-2)**. Darüber hinaus können auch Einschränkungen der Stromproduktion aufgrund von kühlwassertemperaturbedingten Schwierigkeiten in thermischen Kraftwerken **(EW-I-3)** einen Handlungsbedarf für den Bevölkerungsschutz nach sich ziehen.

Für den Verkehrsbereich wird für die Zukunft u. a. mit einer Zunahme von Starkregenereignissen und entsprechenden Auswirkungen auf die Passierbarkeit von Verkehrswegen gerechnet. Ein Indikator zu diesem Themenfeld wird sich Risikobereichen für eine Beeinträchtigung des Verkehrswegenetzes durch Starkregenereignisse sowie möglichen Gegenmaßnahmen widmen **(V-R-3)**.

Neben der Anforderung von technischen Unterstützungsleistungen können mit dem Klimawandel auch Beeinträchtigungen von Einzelpersonen aufgrund verschiedener Ursachen zunehmen. So kann es im Straßenverkehr im Zusammenhang mit zunehmender sommerlicher Hitze möglicherweise zu einer Zunahme von Unfällen mit Personenschaden kommen **(V-I-3)**. Für das Handlungsfeld „Gesundheit“ werden Indikatoren vorgeschlagen, die zunehmende Hitzebelastungen **(GE-I-1)** darstellen können. Diese können möglicherweise eine erhöhte Mortalität nach sich ziehen **(GE-I-2)**. Mit spezifischen Warnungen kann den diesbezüglich diskutierten Auswirkungen aber möglicherweise gegengesteuert werden **(GE-R-1)**.

6.14.4 Abschließende Bewertung des Entwicklungsstands im Querschnittsthema „Bevölkerungsschutz“

Die Auswahl der Indikatoren soll es grundsätzlich ermöglichen, den Bevölkerungsschutz in seinen unterschiedlichen Bereichen abzubilden. Für eine umfassende Beschreibung des Querschnittsthemas „Bevölkerungsschutz“ sind dazu das konkrete Krisenmanagement, die Krisenvorsorge und die Krisenvorbereitung abzubilden. Aufgrund der in Kap. 6.14.2 angesprochenen Probleme mit der Verfügbarkeit von quantitativen Daten erfolgen die Darstellungen bislang auf der Basis von Daten des THW sowie des DFV. Damit ist bis zu einer möglichen Harmonisierung von Datenerhebungen bei den weiteren Hilfsorganisationen trotzdem eine bundesweite Darstellung auf der Grundlage einheitlich erhobener und vergleichbarer Daten möglich. Aufgrund des insgesamt geringen Bestands an quantitativen Daten kommt der Bereitstellung bzw. Erzeugung qualitativer Daten eine hohe Bedeutung zu. Wesentlich für ein breites thematisches Spektrum in zukünftigen Darstellungen wird die Etablierung einer regelmäßigen, routinemäßigen Umfrage unter den Hilfsorganisationen sein. Insbesondere die Eigenbetroffenheit von Einrichtungen des Bevölkerungsschutzes sowie mögliche Anpassungserfordernisse können damit erfasst werden. Perspektivisch könnten daraus auch Indikatoren zur allgemeinen Einschätzung des Bewusstseins für die Klimaanpassung sowie mit Blick auf die Aufklärung der Bevölkerung entwickelt werden.

6.15 Governance-Indikatoren

Im Beratungsprojekt und im F+E-Vorhaben wurde bei der Indikatorenentwicklung ein deutlicher Schwerpunkt auf die sektoralen Indikatoren zu den einzelnen Handlungsfeldern gelegt. Dies entstand im Wesentlichen aus den Vorgaben der DAS heraus, die in vielen Teilen die operative Seite der Maßnahmenumsetzung anspricht. Ferner wurde in der engen Zusammenarbeit mit den Fachexperten das übereinstimmende Ziel formuliert, streng auf die Implementierbarkeit der Indikatoren hinzuarbeiten. Auf diesem Wege konnte bereits viel Akzeptanz für den Indikatorenansatz gewonnen werden, denn es konnte gezeigt werden, dass

sich bereits mit den bestehenden Datensätzen interessante Aussagen mit Blick auf Klimafolgen und Anpassung treffen lassen.

Im Zuge der Diskussionen um die Ausarbeitung des APA wurde jedoch von Bundesseite verstärkt die Erwartung laut, mit dem DAS-Indikatorensystem auch deutliche Bezüge zu den primären Zuständigkeiten des Bundes im Anpassungsprozess herzustellen. In diesem Sinne soll mit den DAS-Indikatoren offengelegt werden, welche Fortschritte im Anpassungsprozess insbesondere auf der Bundesebene erreicht werden bzw. bereits erreicht wurden. Dabei soll der Blick von einer stark sektoralen Betrachtung der einzelnen Handlungsfelder auf eine handlungsfeldübergreifende, stärker integrierende Betrachtung des Anpassungsprozesses geweitet werden und – mit Blick auf die im Politikprozess zur Anpassung genannten Schritte – vor allem Indikatoren über die Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen auf Bundesebene in Forschung, Bildung, Gesetzgebung, Förderpolitik im Sinne von „facilitating adaptation“ umfassen. Auch Indikatoren, die geeignet sein könnten, Fortschritte in Bezug auf die Mitbetrachtung von Klimafolgen und Anpassungserfordernissen in Entscheidungen und Planungen darzustellen, sollen Berücksichtigung finden.

Im F+E-Vorhaben wurden vor dem Hintergrund dieser Erwartungen erste Überlegungen zur Entwicklung von Governance-Indikatoren formuliert und Schnittstellen zwischen den sektoralen handlungsfeldbezogenen Indikatoren und möglichen Governance-Indikatoren aufgezeigt. Die Ausarbeitungen mündeten jedoch noch nicht in konkret ausgearbeitete Vorschläge von Governance-Indikatoren.

Ausgehend von den oben genannten Erwartungen wird im Rahmen des F+E-Vorhabens der Begriff „Governance“ sehr eng gefasst. Es wird darunter die Summe aller Aktivitäten und Prozesse verstanden, die von Institutionen des Bundes zur Steuerung und Regelung der Anpassung an den Klimawandel ergriffen und angestoßen werden. Aktivitäten und Prozesse auf weiteren staatlichen oder nicht-staatlichen Ebenen, z. B. der Bundesländer, Kreise und Gemeinden, der Privatwirtschaft oder von Interessensverbänden werden nicht einbezogen (anders z. B. bei HEILEMANN 2006).

In der Praxis werden Governance-Indikatoren in sehr verschiedenen Politikzusammenhängen genutzt. Sie dienten ursprünglich vorrangig im Bereich der Entwicklungszusammenarbeit der Bewertung von Staaten im Zusammenhang mit der Beratung z. B. von privaten Investoren, Geldgebern oder Institutionen und Organisationen (ARNDT & OMAN 2006). Darüber hinaus haben Governance-Indikatoren jedoch auch wachsende Bedeutung in der Evaluierung der Regierungen westlicher Demokratien, der neuen EU-Mitgliedsländer sowie der Schwellenländer erlangt (z. B. BERTELSMANN STIFTUNG 2011). Neben der zusammenfassenden Bewertung für einzelne Staaten werden unter der Überschrift „Governance-Indikatoren“ zunehmend auch Indikatorensets zur Beurteilung spezifischer Politikfelder entwickelt, z. B. im Zusammenhang mit dem Integrierten Küsten- und Meeresmanagement (HEILEMANN 2006), dem Waldressourcenmanagement (MOORE et al. 2010) oder dem Wasserressourcenmanagement (IZA & STEIN 2009). Definitionen und Abgrenzungen sowohl zu „Governance“ allgemein als auch zu diesbezüglichen Indikatoren sind aus diesem Grund sehr vielschichtig.

Im Rahmen dieses F+E-Vorhabens werden Governance-Indikatoren primär im Sinne von „prozessbegleitenden Indikatoren“ verstanden. Sie sollen möglichst quantitativ beschreiben,

welche Maßnahmen von Bundesseite aus ergriffen werden, um den Anpassungsprozess zu unterstützen. Diese prozessbegleitenden Indikatoren haben explizit nicht den Anspruch, eine strukturierte Evaluation der politischen Instrumente zu ermöglichen. Hierfür bedürfte es der klassischen Herangehensweise einer Programmevaluation, die aber weder im Rahmen des F+E-Vorhabens noch des sich daran anschließenden Folgeprojekts vorgesehen ist.

Grundsätzlich empfiehlt sich für die Governance-Indikatoren ein Ansatz, der eng an der eigentlichen Maßnahmenumsetzung ansetzt und die Fortschritte dieser Umsetzung beschreibt. Eine Indikation entlang der Kette Maßnahmen – Wirkungen soll zwar nicht prinzipiell außer Betracht bleiben. Sie lässt sich anhand von Indikatoren aber nur sehr eingeschränkt abbilden, da die Wirkungskette, ausgehend von der einzelner Politikmaßnahme bis hin zur intendierten Wirkung, in vielen Fällen sehr lang und von zahlreichen exogenen Einflussfaktoren mit gesteuert sein kann. Viele bundespolitische Maßnahmen werden also nur auf einem indirekten Wege zum Erreichen der finalen Politikziele beitragen, der Umfang des Beitrags einzelner Maßnahmen wird sich in der Regel nicht bestimmen lassen.

6.15.1 Ausgangspunkte

Die Entwicklung von Indikatorensystemen zu Anpassungsstrategien an den Klimawandel steckt – besonders mit Blick auf das Feld Governance – bislang noch in den Kinderschuhen. Anknüpfungspunkte für die detaillierte inhaltliche Ausgestaltung und Formulierung von Indikatoren zu diesem Themenbereich liegen bisher noch nicht vor. Hingegen kann die Beschäftigung mit Indikatorenentwicklungen zum Themenbereich Anpassung, bei denen Governance-Indikatoren einbezogen sind, oder mit Entwicklungen von thematisch spezifizierten Governance-Indikatorenansätzen methodische und strukturelle Anregungen liefern.

Grundsätzliche methodische Ansatzpunkte für den Bereich Klimaanpassung können die Arbeiten der EEA zur Entwicklung von Klimawandel-bezogenen Indikatoren zu Vulnerabilität und Anpassung geben. Der theoretische Indikatorenrahmen der EEA unterscheidet bei der Beschreibung der Anpassungsseite zwischen geplanten und autonomen Anpassungen. Für den Bereich Governance ist der Blick auf die geplanten Maßnahmen gerichtet, die nochmals in Maßnahmen zur Stärkung der Anpassungskapazität („Building adaptive capacity) und in die Bereitstellung von Anpassungsmaßnahmen („Delivering adaptation actions“) unterschieden werden. Der Grad der Anpassungskapazität und deren Stärkung können z. B. über Aktivitäten bestimmt werden, die eng mit den nationalen Anpassungsstrategien oder -plänen verknüpft sind, z. B. über die Verfügbarmachung von Klimawandelszenarien, von Vulnerabilitätsuntersuchungen oder von lokalen Anpassungsrichtlinien. Zur Indizierung des Bereichs Bereitstellung von Anpassungsmaßnahmen sollen ergebnisbasierte (outcome-based) Indikatoren verwendet werden, die zu einem Monitoring des Fortschritts innerhalb des als Kreislauf angedachten Anpassungsmanagementprozesses herangezogen werden können. Sie sollen dazu dienen,

- die Effektivität von Politiken und Maßnahmen sowie deren Wirkungen aufzuzeichnen,
- Politiken und Maßnahmen evaluieren zu können, sowohl mit Bezug auf kurzfristige Ziele als zur Entwicklung der langfristigen Vision,

- den Fortschritt und die Entwicklungsrichtung dem Beitrag von Politiken und Maßnahmen gegenüberzustellen sowie
- Politiken, Maßnahmen und die langfristige Vision im Licht neuer Erkenntnisse zu überprüfen.

Allerdings ist dieser Prozess bislang noch nicht bis zur Beschreibung konkret umsetzbarer Indikatoren vorangeschritten (EEA/ETC 2008).

Darüber hinaus wurden vom European Topic Centre on Air and Climate Change (ETC/ACC) in einer Studie so genannte Leitprinzipien (guiding principles) für die Anpassung formuliert (PRUTSCH et al. 2010). Diese sollen Erfolgsfaktoren identifizieren helfen, die für die Umsetzung einer guten Anpassung auf verschiedenen Governance-Ebenen und in verschiedenen Sektoren entscheidend sind. Diese Leitprinzipien können, sofern eine Bewertung vorgenommen werden soll, ggf. auch als Beurteilungsmaßstab für den bisherigen Anpassungsprozess auf Bundesebene herangezogen werden. Folgende Leitprinzipien werden in dem Papier genannt:

- Anpassung initiieren, Engagement und Management sicherstellen,
- Wissen und Bewusstsein aufbauen,
- relevante Interessengruppen identifizieren und einbinden,
- aktiver Umgang mit Unsicherheiten,
- potenzielle Klimawandelauswirkungen und Vulnerabilitäten untersuchen und prioritäre Belange identifizieren,
- ein weites Spektrum an Anpassungsoptionen untersuchen,
- Anpassungsoptionen priorisieren,
- bestehende Politiken, Strukturen und Prozesse modifizieren,
- schlechte Anpassung vermeiden,
- systematisch beobachten und evaluieren.

Für das Vereinigte Königreich entwickelt das Umweltdepartment DEFRA einen Ansatz zur indikatorenbasierten Darstellung des Fortschritts bei der Anpassung an den Klimawandel (DEFRA 2010). Ziel ist es, in regelmäßigen zeitlichen Abständen einen so genannten „Adaptation Status“ aufzunehmen, um ein Bild von der aktuellen Resilienz und der Effektivität von Anpassungsmaßnahmen zu erhalten. Der Adaptation Status soll ein ab 2012 fünfjährlich geplantes Climate Change Risk Assessment ergänzen und 2013 im Zusammenhang mit dem ersten britischen Adaptation Programme erstmalig veröffentlicht werden. Für den Adaption Status sollen bestehende, aber noch zu ermittelnde Datensätze mit Blick auf vier Fragestellungen interpretiert werden, die auch für die Entwicklung von Indikationsideen zum Thema Governance relevant sein können:

- Inwieweit ist Klimarisikomanagement in der Gesellschaft in das Risikomanagement allgemein und in Entscheidungsprozesse, einschließlich Politiken, Programme und Regierungssysteme integriert (Mainstreaming)?
- Inwieweit sind bestehende Systeme in der Lage, sich an den Klimawandel anzupassen, potenzielle Schäden abzumildern, mögliche Chancen zu nutzen und insgesamt mit den Folgen umzugehen (Anpassungskapazität)?

- Inwieweit waren und sind ergriffene Anpassungsmaßnahmen und -optionen effektiv, um Häufigkeit und Intensität von Klimawirkungen zu verringern und Anpassungskapazität und Resilienz zu verbessern (Effektivität)?
- Inwieweit wurde die Flexibilität gesellschaftlicher Systeme bewahrt oder gefördert, inwieweit haben Anpassungsmaßnahmen die Flexibilität und zukünftige Optionen auch für nicht vorhergesehene Entwicklungen erhalten oder gestärkt (Flexibilität)?

Eine intensive Beschäftigung mit der Entwicklung konkreter Indikatoren für den Bereich Governance erfolgte im Rahmen des Prozesses „Integrated Coastal Area Management" (ICAM) für den Ansatz des „Integrated Coastal and Ocean Management" (ICOM) und floss in die Veröffentlichung „A Handbook for measuring the progress and outcomes of integrated coastal and ocean management" ein (HEILEMAN 2006). Die ICOM Governance-Indikatoren sind dafür entwickelt worden, die Leistung von Maßnahmen zu messen, die zur Minderung der anthropogenen Belastungen auf die Küsten- und Meeresumwelt ergriffen wurden. Des Weiteren sollen sie den Fortschritt und die Qualität des Governance-Prozesses an sich messen können. Die Indikatoren wurden auf die grundlegenden Zielstellungen des Ansatzes hin entwickelt:

- Sicherstellung von geeigneten institutionellen, politischen und gesetzlichen Festlegungen,
- Sicherstellung eines geeigneten Managementprozesses und der Umsetzung von Plänen und Maßnahmen,
- Verbesserung von Information, Wissen, Bewusstsein und Teilnahme,
- Mainstreaming des ICOM-Ansatzes in die nachhaltige Entwicklung: Mainstreaming ökonomischer Instrumente.

Des Weiteren schlägt das Handbuch verschiedene grundsätzliche Ansätze für die Messung der Indikatorwerte vor, wobei mit Blick auf die Anwendbarkeit des Indikatorensets darüber hinaus die Vorschläge zur Indikatormessung für jeden Indikator differenziert wurden. Das Handbuch schlägt z. B. die Verwendung von Ergebnissen aus qualitativen Untersuchungen vor. Interessant im Zusammenhang mit der Entwicklung von Governance-Indikatoren für das DAS-Indikatorensystem kann ggf. die Verwendung von Checklisten als Grundlage für die Indikatormessung sein. Dabei sind die Informationen in binärer (ja / nein) oder halbquantitativer Form anzugeben. In Verbindung mit einer definierten Bewertungsvorschrift ermöglicht dieser Ansatz die Zusammenfassung verschiedener inhaltlicher Aspekte in einem Indikator, z. B. „Besteht eine Managementeinrichtung für das ICOM?", „Ist die Managementeinrichtung langfristig gesichert?", „Funktioniert die Managementeinrichtung" etc..

Neben den methodischen Bewertungsansätzen können ggf. auch inhaltliche Anregungen aus dem Handbuch entnommen werden. Die Beschreibungen der im Handbuch vorgeschlagenen Governance-Indikatoren legen jeweils den Indikationsansatz offen, sie sind aber ansonsten für die Übertragbarkeit auf verschiedene nationale und internationale Kontexte vergleichsweise allgemein gehalten und ließen sich infolgedessen auch auf andere Themenstellungen übertragen.

Einschränkungen der Übertragbarkeit ergeben sich daraus, dass der Ansatz für die Evaluation von einzelnen Initiativen oder Strukturen erarbeitet wurde. Für die Bewertung der Indikatoren wird jeweils davon ausgegangen, dass im Rahmen der zu evaluierenden Ansätze quantitative oder qualitative Ziele als Maßstab definiert sind. Methoden zur Bewertung der Indikatormessungen werden im Handbuch nicht vorgeschlagen.

6.15.2 Methodische Überlegungen

Der Arbeitsprozess zur Entwicklung der Governance-Indikatoren entspricht der Vorgehensweise zur Indikatorentwicklung im Projekt insgesamt (s. Kap. 3). Das bedeutet, dass in einem ersten Schritt der Indikationsgegenstand umrissen wird und abzustimmen ist, welche Fragen mit den Indikatoren letztendlich zu beantworten sind. An diese Klärung schließt die eigentliche Entwicklung der Indikatoren an, die in einem engen Zusammenhang mit der Sichtung möglicher Datensätze erfolgt. In den weiteren Schritten ist die Abstimmung und Dokumentation der Indikatoren vorzunehmen.

Wie im vorhergehenden Kapitel beschrieben, sind für die Indikation des Politikprozesses grundsätzlich mehrere Richtungen bzw. Fragestellungen vorstellbar, die sich maßgeblich in der Entwicklung der möglichen Indikationsideen niederschlagen werden:

- **Erfolgt der Politikprozess zur Anpassung im vorgesehenen Rahmen, werden die in der DAS beschriebenen Arbeitsschritte durchgeführt und die vorgesehenen organisatorischen und institutionellen Strukturen entwickelt und aufgebaut?**

Mögliche Indikatoren können eine formale Prüfung des Prozesses hinsichtlich des vorgegebenen zeitlichen und inhaltlichen Arbeitsplans zum Inhalt haben. Eine Prüfung der Einhaltung des vorgesehenen zeitlichen Ablaufs kann z. B. bezogen auf die in der DAS dargestellten Meilensteine erfolgen (s. Tab. 18). Eine inhaltlich orientierte Prüfung kann darauf abzielen, die Übereinstimmung der in der DAS beschriebenen Arbeitsschritte (z. B. mögliche thematische Schwerpunkte sowie räumliche und sektorale Spezifizierung von Forschungsvorhaben) und Strukturen (Durchführung von Beteiligungsprozessen auf verschiedenen Ebenen, Einrichtung von fachbezogenen oder Bund-Länder-Arbeitsgruppen, Einrichtung von öffentlichen Stellen zum Informationsaustausch und zur anpassungsbezogenen Beratung) mit den seit Verabschiedung der Strategie erreichten Ergebnissen zu untersuchen. Dabei ist allerdings darauf hinzuweisen, dass die Beschreibung der zu unternehmenden Arbeitsschritte in der DAS sehr stark an den bereits geplanten Aktivitäten orientiert war, weshalb per se von einer sehr hohen Übereinstimmung auszugehen ist.

In einer Erweiterung könnte der Ansatz auf einer allgemeinen Ebene noch prüfen, ob der Prozess mit bestehenden Qualitätsanforderungen auf internationaler Ebene, namentlich den im Rahmen der fachlichen Arbeiten des ETC/ACC erarbeiteten Leitprinzipien entspricht.

Tab. 18: Nächste Arbeitsschritte gemäß DAS

Vorgehensweise / Elemente des Prozesses	Maßnahmen und Initiativen
Entwicklung des Aktionsplans Anpassung	
Bewusstseinsbildung und Information	• Stärkere Vermittlung des aktuellen Stands des Wissens zu den möglichen Klimafolgen, den sich daraus möglicherweise ergebenden Handlungserfordernissen sowie zu den jeweils bestehenden Handlungsmöglichkeiten im Rahmen der Informations- und Öffentlichkeitsarbeit der Bundesregierung • Berücksichtigung bei der Erarbeitung von Bildungsmaterialien
Dialog und Beteiligung sowie Unterstützung der verschiedenen Akteure	• Eine breite Beteiligung von Akteuren und gesellschaftlichen Gruppen ist notwendig. • Zusammenarbeit zur Anpassung mit den Ländern weiterführen und intensivieren – „Bund-Länder Austausch zur Anpassung an den Klimawandel“: fachbezogene Bund-Länder-Arbeitsgruppen • Diskussion zu Maßnahmen und Hilfestellungen die Entwicklung und Umsetzung von lokalen Anpassungskonzepten mit den kommunalen Spitzenverbänden sowie mit Vertretern interessierter Kommunen und Kreise, aktive Einbeziehung der Bevölkerung bzw. der Fachöffentlichkeit auch durch geeignete elektronische Beteiligungsformate (z. B. Online-Konsultationen) • Die Bundesregierung wird in der Folge z. B. Stakeholder-Dialoge, Fachgespräche oder Fachkonferenzen durchführen sowie das Thema Anpassung an den Klimawandel in bestehende Dialog-, Beteiligungs- und Beratungsgremien einbringen.
Verbesserung der Wissensbasis – Schwerpunkte der Forschungsaktivitäten	• Verbesserung der Qualität des Klimawissens • Mittelfristige Klimaprognose • Klimafolgen und Vulnerabilitätsermittlung (Klimafolgenmonitoring, Vorschläge für ein methodisches Vorgehen zur Vulnerabilitätsermittlung und zu geeigneten Indikatorsystemen) • Ökonomische Aspekte des Klimawandels (Ausbau der Forschung zu den wirtschaftlichen Folgen des Klimawandels sowie zu den ökonomischen Voraussetzungen und Wirkungen von Instrumenten und Maßnahmen wie im Rahmen der Hightech-Strategie zum Klimaschutz) • Regionale Anpassungsforschung • Sektorale Anpassungsforschung (BMELV, BMVBS – KLIWAS) • Instrumente der Entscheidungsunterstützung • Kriterien für die Priorisierung von Anpassungsoptionen • Ermittlung und Erfolgskontrolle von Anpassungsmaßnahmen
Meilensteine	• Vorlage des Kabinettberichts zur Deutschen Anpassungsstrategie Dezember 2008 • Einrichtung der IMA Anpassungsstrategie unter Vorsitz des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit I. Quartal 2009 • Auftaktkonferenz des Dialog- und Beteiligungsprozesses zum Aktionsplan Mai 2009 • Vorstellung des Aktionsplans Anpassung durch die IMA Anpassung April 2011 • 1. Zwischenbericht der IMA zur Umsetzung an Bundesrat und Bundestag April 2013

- **Werden Fortschritte bei der Umsetzung der im APA beschriebenen Maßnahmen erzielt?**

Mit dem DAS-Indikatorensystem sind deutliche Bezüge zu den primären Zuständigkeiten des Bundes im Anpassungsprozess herzustellen. Diese wurden im Rahmen der Vorarbeiten zum APA wie folgt charakterisiert: „Maßnahmen auf Bundesebene zielen überwiegend darauf ab, andere Akteure zur Anpassung an den Klimawandel zu befähigen und bei Maßnahmen zu unterstützen. Das sind z. B. Maßnahmen im Bereich der Forschung, die Anpassungsbedarf identifizieren und Anpassungsoptionen erarbeiten, oder Aktivitäten zur Aufklärung und Informationsbereitstellung über Anpassung an den Klimawandel. Weitere Maßnahmen des Bundes setzen den Rahmen für Umsetzungsaktivitäten wie die Schaffung geeigneter Finanzierungs- und Anreizinstrumente oder die Anpassung von Rechtsinstrumenten. Daneben sind die Handlungsmöglichkeiten des Bundes in Bezug auf „echte“ Umsetzungsmaßnahmen im Sinne von planerisch-technischen Lösungen (z. B. Verwendung hitzeresistenter Straßenbeläge auf Bundesautobahnen) begrenzt, jedoch nicht minder bedeutsam.“ (VETTER 2010)

Diese Maßnahmen münden in die vier Säulen des APA[15]:

- Säule 1: Wissen bereitstellen, Informieren, Befähigen und Beteiligen
  Initiativen der Bundesregierung zum Ausbau der Wissensgrundlagen, zur Informationsbereitstellung und -vermittlung, der Informationsinfrastruktur, zur Unterstützung von Dialog, Beteiligung und Netzwerkbildung von Akteuren;
- Säule 2: Rahmensetzung durch den Bund
  z. B. durch Normung und Finanzierungsinstrumente, Anreize, Förderpolitik;
- Säule 3: Maßnahmen in direkter Bundesverantwortung, z. B. bei Liegenschaften im Eigentum des Bundes
  Vorgehen des Bundes als Eigentümer von Flächen, Immobilien, Infrastrukturen oder als Bauherr;
- Säule 4: Internationale Verantwortung, z. B. Verpflichtungen aus der UNFCCC.

Die im APA zusammengestellten Maßnahmen weisen eine unterschiedliche Charakteristik auf. Damit geht einher, dass „Fortschritt“ hinsichtlich der einzelnen Maßnahmen unterschiedlich zu verstehen ist. Dies wirkt sich auch auf die Möglichkeiten der Indikatorenbildung aus. Ist als Maßnahme beispielsweise ein Prüfauftrag für die Anpassung einer Norm definiert, kann dieser Auftrag noch ausstehen, in Bearbeitung oder bereits durchgeführt sein. Handelt es sich hingegen um eine prozesshaft angelegte Maßnahme z. B. die Etablierung eines Netzwerks, einer Regionalkonferenz oder eines Stakeholderdialogs, so könnte die Zahl der erreichten Personen (Teilnehmer), die Anzahl der Veranstaltung, die Häufigkeit der Treffen etc. Aussagen über den Fortschritt der Maßnahme erlauben. Die Maßnahmen können wie folgt unterschieden werden:

[15] Zum Zeitpunkt der Berichtserstellung lag die Entwurfsfassung des APA vor, der für die Konsultation der Fachöffentlichkeit und der Länder im April 2011 genutzt wurde.

Eine Zuordnung von Indikatorenvorschlägen aus dem F+E-Vorhaben zu den im Entwurf des APA genannten Maßnahmen findet sich in Teil A 6.15.3.

Tab. 19: Unterscheidung von Maßnahmen mit Blick auf Indikationsmöglichkeiten

Art der Maßnahme	Beispiele	Möglichkeiten einer Indikation
Projekte	Forschungsprojekte Konzeptentwicklungen Modellvorhaben Förderprojekte	Eingesetzte Mittel Anzahl der Projekte
Aktionen / Kampagnen	Informationskampagnen	Eingesetzte Mittel Erreichte Personen
Schaffung von Strukturen, Institutionen, Systemen	Einrichtung von Institutionen (KomPass, CSC etc.) (Internet-)Plattformen (z. B. Tatenbank, KomPass-Projektdatenbank, Klima-Lotse, Stadtklimalotse)	Nachfrage (Zugriffszahlen, Anfragen von Unternehmen oder Gemeinden)
Anstoß von Prozessen	Branchen- und Stakeholderdialoge Netzwerke Regionalkonferenzen	Veranstaltungen (Anzahl, Häufigkeit, Teilnehmerzahlen) Mitglieder Verbreitung
Prüfung / Anpassung von Regelungen	Industrienormen Gesetze, Verordnungen Förderinstrumente	Ja / nein Qualitative Prüfung der Inhalte
Direkte (bauliche) Maßnahmen	Gebäudebestand (Sanierung, Energieverbrauch) Bundesforste Infrastrukturen in Bundesverantwortung	Spezifische inhaltliche Indikatoren aus dem Bereich „implementing adaptation“, abhängig von der Datenquelle

- **Werden Klimafolgen und Anpassungserfordernisse in Entscheidungen und Planungen mitbetrachtet, von relevanten staatlichen (und nichtstaatlichen) Akteuren berücksichtigt und mitgedacht? Gibt es Fortschritte beim so genannten „Mainstreaming“ der Thematik „Anpassung an den Klimawandel“?**

Der APA sieht einen integralen Ansatz und die Berücksichtigung von Klimafolgen in Planungen und Entscheidungen in allen Lebens-, Umwelt- und Wirtschaftsbereichen vor. Es sind sowohl sektor- und bereichsübergreifende, also horizontal integrierte, als auch Ebenenübergreifend konsistente, d. h. vertikal integrierende Ansätze anzustreben. Als Zielstellung einer Indikation wäre zu prüfen, inwieweit die verschiedenen Ressorts sich dem Thema Klimaanpassung bereits angenommen haben und es in Planungen und Entscheidungen in ihrem jeweiligen Verantwortungsbereich bereits integriert ist.

Entsprechend dem Subsidiaritätsgedanken und der Stärkung der Eigenvorsorge zielt der APA auf eine Befähigung der Akteure zum Mainstreaming. Hierfür will die Bundesregierung darauf hinwirken, die für die Berücksichtigung von „Anpassung als integralem Bestandteil von Planungs- und Entscheidungsprozessen in allen relevanten Handlungsfeldern“ erforderlichen Informationen und Unterstützungsangebote zur Verfügung zu stellen. Dies erfolgt z. B. durch institutionelle Strukturen wie den DWD, KomPass, die Fördermaßnahme CSC oder das Finanz-Forum Klimawandel. Eine Indikation könnte hierzu sowohl auf die Förderung

dieser Angebote durch die Bundesebene als auch auf die Nachfrage durch verschiedene Bundesressorts und -behörden abzielen.

6.15.3 Beitrag bereits entwickelter sektoraler Indikatoren zu Governance-Fragestellungen

Die folgende Tabelle ordnet den im APA vorgeschlagenen Maßnahmen einige der im Rahmen des Forschungsprojekts entwickelten DAS-Indikatoren zu.

Tab. 20: Gegenüberstellung von APA-Maßnahmen und Indikatoren des F+E-Vorhabens

Säule 1: Wissen bereitstellen, Informieren, Befähigen und Beteiligen		
Schwerpunkt	**Thematische Gruppe**	**Indikator**
Wissensbasis erweitern	Verbesserung der Abschätzung künftiger Klimaentwicklungen	
	Verbesserung der Klimafolgenabschätzungen und Vulnerabilitätsermittlung	Konkrete Indikatoren mit Risikobewertungen: **FW-I-2:** Gefährdete Fichtenbestände **RO-R-1:**Bebaute Fläche in Gefährdungszonen **RO-R-2:** Bebaute Fläche in Hochwasserrisikogebieten **RO-R-3:** Bebaute Fläche in Risikogebieten aktiver Massenbewegungen
	Angewandte Anpassungsforschung	
	Evaluierung von Anpassungserfolgen	
Informationen bereitstellen und vermitteln	Institutionelle Strukturen zur Informationsbereitstellung etablieren, weiterführen und ausbauen	**I-R-1:** Nachfrage bei staatlichen Servicestellen zur Unterstützung der Anpassung an den Klimawandel **GE-R-1:** Hitzewarndienst **GE-R-3:** Information zu Ambrosia Informationsdienste, die nicht allein oder primär in der Verantwortung des Bundes liegen: **GE-R-4:** Polleninformationsdienst **FW-R-1:** Forstliche Information zum Thema Anpassung **LW-R-7:** Beratungsangebot zum Pflanzenschutz
	Daten und Informationen bündeln und bereitstellen	
	Informationen aktiv vermitteln	
Konzepte entwickeln, Modellvorhaben umsetzen und Handlungsempfehlungen ableiten		
Netzwerke bilden und Anpassungsprozesse unterstützen		
Säule 2: Rahmensetzung durch den Bund		
Anpassungserfordernisse in relevante rechtliche Regelungen aufnehmen		**FI-R-1:** Übereinstimmung der Höchstfangmengen mit den wissenschaftlichen Empfehlungen
Anpassungserfordernisse in Normen und technische Regelwerke integrieren		

Anpassungserfordernisse in Förderprogramme des Bundes einbeziehen und ökonomische Anreizinstrumente prüfen		**BAU-R-4:** Fördermittel für klimawandelangepasstes Bauen
Unterstützung der kommunalen Ebene durch die Bundesregierung	Wissensvermittlung intensivieren	
	Multiplikatoren erreichen, Netzwerke anstoßen und unterstützen	
	Förderung von Kommunen	
Säule 3: Aktivitäten in direkter Bundesverantwortung		
KLIWAS – Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt		
Reduzierung des Energie- und Ressourcenverbrauchs durch eine systematische Datenerhebung und kontinuierliche Verbesserung der Umweltleistung im Rahmen der Einführung von Energie- und Umweltmanagementsystemen in den Liegenschaften des Bundes		**BAU-R-2**: Wärmebedarf von Bundesliegenschaften
Prüfung einer Erweiterung der EMAS-Zertifizierung im Hinblick auf Anpassungsaspekte		
Klimaangepasster Neubau und Sanierung der Liegenschaften des Bundes insbesondere mit Blick auf Extremereignisse		
Entwicklung stabiler, strukturreicher und standortgerechter Mischwälder unter Ausnutzung natürlicher Sukzession durch die Bundesanstalt für Immobilienaufgaben (BImA) zur Schaffung klimaplastischer Wälder im Bundesforst		**FW-R-4:** Umbau gefährdeter Fichtenbestände
Entwicklung von Konzepten zum Schutz verwundbarer Infrastrukturen bezogen auf Materialien, Bauweisen und evtl. Streckenverlagerungen zur Anpassung öffentlicher, bundeseigener Infrastrukturen		**V-R-2:** Wasserabflussschwache Bereiche im Straßennetz **V-R-3:** Verkehrsbeeinflussung in Starkniederschlagsbereichen
Säule 4: Internationale Verantwortung		
Internationale Zusammenarbeit	Förderung der Anpassung in Entwicklungsländern im Rahmen des internationalen Klimaregimes und der Entwicklungszusammenarbeit	
	Internationale Abkommen und Kooperationen	
	Internationale Kooperationen im Bereich Forschung und Entwicklung sowie Aufbau institutioneller Strukturen	
Europäischer Rahmen	Umsetzung des EU-Weißbuchs zur Anpassung an den Klimawandel - Integration von Anpassungsaspekten in die laufende europaweite Politikgestaltung und -umsetzung	
	Europäische Kooperationen im Forschungsbereich	
Aktivitäten des Bundes in Kooperation mit den Ländern		
Wissensbasis erweitern		
Informationen vermitteln (Regionalkonferenzen)		
Konzepte und Maßnahmen gemeinsam umsetzen sowie Handlungsempfehlungen ableiten		
Bund-Länder-Finanzierungsprogramme für Anpassung		

6.16 Gesamtüberblick – Indikatorenliste

Im Gesamtüberblick über alle Handlungsfelder sind zum Abschluss des F+E-Vorhabens 126 Indikatoren in der Diskussion. Nicht alle konnten bereits bis zur Umsetzungsreife entwickelt werden. Nach derzeitiger Einschätzung der Machbarkeit wurden

- 61 Indikatoren der Machbarkeitsstufe 1
- 14 Indikatoren der Machbarkeitsstufe 2
- 33 Indikatoren der Machbarkeitsstufe 3
- 18 Indikatoren der Machbarkeitsstufe 4

zugeordnet (zur Definition der Machbarkeitsstufen s. Kap. 3.5.1). Dies bedeutet, dass derzeit für 75 Indikatoren als gesichert gelten kann, dass sie im Falle eine endgültigen fachlichen und politischen Zustimmung in einem Indikatorenbericht erscheinen könnten, der in der nächsten Legislaturperiode veröffentlicht werden soll. Für zusätzliche 33 Indikatoren erscheint dies grundsätzlich möglich, sofern weitere präzisierende Arbeiten vorgenommen werden können.

Innerhalb der Indikatoren der Machbarkeitsstufe 3 und 4 wurden Schwerpunkte für die weitere Bearbeitung im Rahmen des Folgevorhabens gesetzt (s. nachstehende Tab. 21, letzte Tabellenspalte und Tab. 22).

Tab. 21: Verteilung der Indikatoren auf die DAS-Handlungsfelder und Querschnittsthemen

Handlungsfelder und Querschnittsthemen	Impact-Indikatoren	Response-Indikatoren	gesamt	Für weitere Bearbeitung
Menschliche Gesundheit	9	4	13	11
Bauwesen	3	4	7	6
Wasser: Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz	9	5	14	13 + Meere/Küsten
Boden	2	4	6	5
Landwirtschaft	8	11	19	13
Wald und Forstwirtschaft	7	7	14	14
Fischerei: Meeresfischerei Binnenfischerei	4	3	7	5 + Binnenfischerei
Energiewirtschaft (Wandel, Transport und Versorgung)	4	4	8	8
Finanzwirtschaft	3	2	5	3
Verkehr, Verkehrsinfrastruktur	4	4	8	7
Industrie und Gewerbe	2	3	5	3
Tourismuswirtschaft	5	1	6	5
Raum-, Regional- und Bauleitplanung		9	9	7
Bevölkerungsschutz	2	3	5	3
gesamt	**62**	**64**	**126**	**103**

Insgesamt ergibt sich die angestrebte annähernde Gleichverteilung von Indikatoren auf die Impact- und Response-Ebene. Zwischen den einzelnen Handlungsfeldern streut die Indikatorenanzahl zwischen 5 in den Handlungsfeldern „Industrie und Gewerbe“ und „Finanzwirtschaft“ und 19 Indikatoren in der „Landwirtschaft“. Jedoch lässt die Anzahl der Indikatoren nicht unmittelbar Rückschlüsse auf die Ausgewogenheit der Indikatoren innerhalb der einzelnen Handlungsfelder zu. Diese wurde ausführlich in den vorangegangen Kapiteln diskutiert.

Die nachstehende Tab. 22 stellt noch einmal alle vorgeschlagenen Indikatoren mit ihrer jeweiligen Machbarkeitseinstufung dar. Aufgenommen wurden in die Tabelle auch Indikatoren, zu denen noch keine Indikatoren-Factsheets erstellt werden konnten. Mehrere Facstheets sind noch in der intensiven fachlichen Diskussion und können daher in diesem Bericht noch nicht veröffentlicht werden.

Tab. 22: Indikatoren nach Handlungsfeldern und ihre Machbarkeitseinstufung

Indikator		**Machbarkeit** (CS = Fallstudie)	**Indikatoren-Factsheet erstellt**	**Daten-Factsheet erstellt**
Legende zu Spalte 3: (X) Indikator ist noch in der Diskussion; Factsheet kann noch nicht veröffentlicht werden – Indikator wird derzeit nicht weiter verfolgt; Factsheet wird daher nicht veröffentlicht.				
Handlungsfeld Menschliche Gesundheit				
Impacts				
GE-I-1	Hitzebelastung	1	X	X
GE-I-2	Hitzetote	2 (CS)	X	X
GE-I-3	Belastung mit Ambrosiapollen	1	X	X
GE-I-4	Sensibilisierung gegenüber Beifuß-Ambrosie	3	–	
GE-I-5	Pollenbelastung	1	X	X
GE-I-6	Allergiegeschehen	3	(X)	
GE-I-7	Befall durch Eichenprozessionsspinner	1	X	X
GE-I–8	Vektorassoziierte Krankheiten	3	(X)	X
GE-I–9	Belastung von Badegewässern	3	–	
Responses				
GE-R-1	Hitzewarndienst	2	X	X
GE-R-2	Erfolge des Hitzewarnsystems	1 (CS)	X	X
GE-R-3	Information zu Ambrosia	3	(X)	
GE-R-4	Polleninformationsdienst	1	X	X
Handlungsfeld Bauwesen				
Impacts				
BAU-I-1	Wärmebelastung in Städten	1	X	X
BAU-I-2	Sommerlicher Wärmeinseleffekt in Berlin	1	X	X
BAU-I-3	Nachbarschaftslärm	4	–	
Responses				
BAU-R-1	Erholungsflächen	1	X	X
BAU-R-2	Wärmebedarf von Bundesliegenschaften	3	(X)	X
BAU-R-3	Raumwärmebedarf der privaten Haushalte	1	X	X
BAU-R-4	Fördermittel für klimawandelangepasstes Bauen	1	X	X

Indikator		Machbarkeit (CS = Fall-studie)	Indikatoren-Factsheet erstellt	Daten-Factsheet erstellt
Legende zu Spalte 3: (X) Indikator ist noch in der Diskussion; Factsheet kann noch nicht veröffentlicht werden – Indikator wird derzeit nicht weiter verfolgt; Factsheet wird daher nicht veröffentlicht.				
Handlungsfeld Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz				
Impacts				
WW-I-1	Grundwasserstände	2	(X)	
WW-I-2	Salzgehalt von Grundwasser	2	(X)	
WW-I-3	Mittlerer Abfluss	1	X	X
WW-I-4	Hochwasser	1	X	X
WW-I-5	Niedrigwasser	1	X	X
WW-I-6	Wassertemperatur von stehenden Gewässern	3	(X)	X
WW-I-7	Dauer der Stagnationsperiode	3	(X)	X
WW-I-8	Eintreten der Frühjahrsalgenblüte	3	(X)	X
WW-I-9	Sedimenteintrag in Fließgewässer	3	(X)	
Responses				
WW-R-1	Abkopplung von Siedlungsflächen von der Kanalisation	4	(X)	
WW-R-2	Anpassung der kommunalen Gebührenordnung für die Abwasserentsorgung	1	X	X
WW-R-3	Spezifischer Wasserbedarf je Einwohner	1	(X)	
WW-R-4	Investitionen in Anpassungsmaßnahmen	4	(X)	
WW-R-5	Entwicklung der Gewässerstrukturgüte	3	(X)	
Handlungsfeld Boden				
Impacts				
BO-I-1	Bodenwasservorrat in landwirtschaftlich genutzten Böden	3	(X)	
BO-I-2	Bodentemperaturen	3	–	
Responses				
BO-R-1	Humusversorgung landwirtschaftlicher Böden	3 (CS)	(X)	X
BO-R-2	Grünlandfläche	1	X	X
BO-R-3	Erhaltungszustand von Moorböden	1	X	X
BO-R-4	Moorböden unter Nutzung	3	X	
Handlungsfeld Landwirtschaft				
Impacts				
LW-I-1	Verschiebung agrarphänologischer Phasen	1	X	X
LW-I-2	Weinqualitäten	1	X	X
LW-I-3	Ertragsänderungen	2	(X)	
LW-I-4	Hagelschäden in der Landwirtschaft	1	X	X
LW-I-5	Warnmeldungen zum Schadauftreten	3	(X)	
LW-I-6	Befallsmeldungen	3	(X)	
LW-I-7	Verlust pflanzengenetischer Ressourcen	4	–	
LW-I-8	Mortalität bei Nutztieren	4	–	
Responses				
LW-R-1	Landwirtschaftliche Beratung	4	–	
LW-R-2	Anpassung von Bewirtschaftungsrhythmen	1	X	X
LW-R-3	Anbau und Vermehrung wärmeliebender Ackerkulturen	1	X	X

Indikator		Machbarkeit (CS = Fall-studie)	Indikatoren-Factsheet erstellt	Daten-Factsheet erstellt
Legende zu Spalte 3: (X) Indikator ist noch in der Diskussion; Factsheet kann noch nicht veröffentlicht werden – Indikator wird derzeit nicht weiter verfolgt; Factsheet wird daher nicht veröffentlicht.				
LW-R-4	Entwicklung der Anzahl von Kulturpflanzenarten, für die Sorten angemeldet sind	3	–	
LW-R-5	Körnermaissorten nach Reifegruppen	1	X	X
LW-R-6	Anbau wärmeliebender Rotweinsorten	1	X	X
LW-R-7	Beratungsangebot zum Pflanzenschutz	3	(X)	
LW-R-8	Inlandsabgabe von Pflanzenschutzmitteln	1	X	X
LW-R-9	Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendung	1	X	X
LW-R-10	Landwirtschaftliche Beregnung	1	X	X
LW-R-11	Entwicklung des Weizenpreises	4	–	
Handlungsfeld Wald und Forstwirtschaft				
Impacts				
FW-I-1	Baumartenzusammensetzung in Naturwaldreserva-ten	1	(X)	
FW-I-2	Gefährdete Fichtenbestände	2	X	X
FW-I-3	Holzzuwachs	1	X	X
FW-I-4	Schadholz – Umfang zufälliger Nutzungen	1	X	X
FW-I-5	Schadholzaufkommen durch Buchdrucker	1 (CS)	X	X
FW-I-6	Waldbrandgefährdung und Waldbrand	1	X	X
FW-I-7	Waldzustand	2	(X)	X
Responses				
FW-R-1	Forstliche Information zum Thema Anpassung	1	X	X
FW-R-2	Mischbestände	1	X	X
FW-R-3	Investitionen in den Waldumbau	3	(X)	
FW-R-4	Umbau gefährdeter Fichtenbestände	2	X	X
FW-R-5	Erhaltung forstgenetischer Ressourcen	1	X	X
FW-R-6	Schädlingsbekämpfung im Wald	1	X	X
FW-R-7	Humusversorgung und Wasserrückhaltung forstwirt-schaftlicher Böden	3	(X)	X
Handlungsfeld Fischerei				
Impacts				
FI-I-1	Verbreitung warmadaptierter mariner Arten	3	(X)	
FI-I-2	Fangzahlen temperatursensibler Arten	4	(X)	
FI-I-3	Verbreitung von Fischkrankheiten in Aquakulturen	4	(X)	
FI-I-4	Veränderung der Verbreitung von Fischen in natürli-chen Gewässern	4	(X)	
Responses				
FI-R-1	Übereinstimmung der Höchstfangmengen mit den wissenschaftlichen Empfehlungen	1	X	X
FI-R-2	Nachhaltig befischte Bestände	2	(X)	
FI-R-3	Zertifizierung von Fisch	1	X	X
Handlungsfeld Energiewirtschaft (Wandel, Transport und Versorgung)				
Impacts				
EW-I-1	Wetterbedingte Unterbrechungen der Stromversor-gung	1	X	X

Indikator		Machbarkeit (CS = Fall-studie)	Indikatoren-Factsheet erstellt	Daten-Factsheet erstellt
Legende zu Spalte 3: (X) Indikator ist noch in der Diskussion; Factsheet kann noch nicht veröffentlicht werden – Indikator wird derzeit nicht weiter verfolgt; Factsheet wird daher nicht veröffentlicht.				
EW-I-2	Wetterbedingte Nichtverfügbarkeit der Stromversorgung	1	X	X
EW-I-3	Kühlwassertemperaturbedingte Stromminderproduktion thermischer Kraftwerke	3	(X)	X
EW-I-4	Potenzieller und realer Windenergieertrag	1	X	X
Responses				
EW-R-1	Diversifizierung des Endenergieverbrauchs	1	X	X
EW-R-2	Möglichkeiten der Stromspeicherung	1	X	X
EW-R-3	Wassereffizienz thermischer Kraftwerke	1	X	X
EW-R-4	Spezifische installierte Leistung von Windenergieanlagen	3	(X)	X
Handlungsfeld Finanzwirtschaft				
Impacts				
FiW-I-1	Schadenaufwand und Schadensatz in der Verbundenen Wohngebäudeversicherung	1	X	X
FiW-I-2	Schadenquote und Schaden-Kosten-Quote bei der Verbundenen Wohngebäudeversicherung	1	X	X
FiW-I-3	Einschätzung des Versicherungsschutzes	4	X	X
Responses				
FiW-R-1	Interesse von Unternehmen an Versicherungsberatungen	4	X	X
FiW-R-2	Versicherungsdichte der erweiterten Elementarschadenversicherung für Wohngebäude	1	X	X
Handlungsfeld Verkehr, Verkehrsinfrastruktur				
Impacts				
V-I-1	Schiffbarkeit der Binnenschifffahrtsstraßen	1 (CS)	X	X
V-I-2	Kumulierte monatliche Abweichung des Güterumschlags der Binnenschifffahrt	2	(X)	X
V-I-3	Witterungsbedingte Straßenverkehrsunfälle	1	X	X
V-I-4	Straßenzustand	1	X	X
Responses				
V-R-1	Transportkapazität der Binnenschifffahrtsflotte (Frachtschiffe)	1	X	X
V-R-2	Wasserabflussschwache Bereiche im Straßennetz	3	(X)	X
V-R-3	Verkehrsbeeinflussung in Starkniederschlagsbereichen	3	(X)	X
V-R-4	Streumittelverwendung auf Bundesstraßen und -autobahnen	1	X	X
Handlungsfeld Industrie und Gewerbe				
Impacts				
I-I-1	UV-Belastung von Freiluftberufen	4	(X)	
I-I-2	Betroffenheit durch Auswirkungen des Klimawandels bei Unternehmen aus Industrie und Gewerbe	4	(X)	
Responses				
I-R-1	Nachfrage bei staatlichen Servicestellen zur Unterstützung der Anpassung an den Klimawandel	4	(X)	

Indikator		Machbarkeit (CS = Fall-studie)	Indikatoren-Factsheet erstellt	Daten-Factsheet erstellt
Legende zu Spalte 3: (X) Indikator ist noch in der Diskussion; Factsheet kann noch nicht veröffentlicht werden – Indikator wird derzeit nicht weiter verfolgt; Factsheet wird daher nicht veröffentlicht.				
I-R-2	Wasserintensität des Verarbeitenden Gewerbes	3	(X)	
I-R-3	Energieproduktivität des Verarbeitenden Gewerbes	3	(X)	
Handlungsfeld Tourismuswirtschaft				
Impacts				
TOU-I-1	Wärmebelastung in heilklimatischen Kurorten	2	X	X
TOU-I-2	Schneedecke für den Wintersport	3	(X)	
TOU-I-3	Übernachtungszahlen in Skigebieten	3	(X)	
TOU-I-4	Präferenz von Urlaubsreisezielen	1	X	X
TOU-I-5	Saisonale Übernachtungen in deutschen Tourismus-gebieten	2	X	X
Responses				
TOU-R-1	Umfang beschneiter Pisten	3	–	
Querschnittsthema Raum-, Regional- und Bauleitplanung				
Responses				
RO-R-1	Bebaute Fläche in Gefährdungszonen	4	(X)	
RO-R-2	Bebaute Fläche in Hochwasserrisikogebieten	3	(X)	
RO-R-3	Bebaute Fläche in Risikogebieten aktiver Massenbe-wegungen	3 (CS)	(X)	
RO-R-4	Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für Natur und Land-schaft	2	X	
RO-R-5	Vorrang- und Vorbehaltsgebiete Trinkwasservorsorge / Wasservorratsgebiete	2	X	
RO-R-6	Vorranggebiete für (vorbeugenden) Hochwasser-schutz	1	X	X
RO-R-7	Ausweisung von klimatisch bedeutsamen Freiflächen in bioklimatisch belasteten Gebieten	1 (CS)	X	X
RO-R-8	Siedlungs- und Verkehrsfläche	1	X	X
RO-R-9	Erholungsgeeignete Flächen in Gemeinden innerhalb bioklimatisch belasteter Gebiete	1 (CS)	X	X
Querschnittsthema Bevölkerungsschutz				
Impacts				
BS-I-1	Einsatzstunden bei wetter- und witterungsbedingten Schadenereignissen	1	X	X
BS-I-2	Einschränkungen der Einsatzfähigkeit des Bevölke-rungsschutzes	4	–	
Responses				
BS-R-1	Anpassungserfordernisse des Bevölkerungsschutzes	4	–	X
BS-R-2	Aktive Katastrophenschutzhelfer (THW, Feuerwehr)	1	X	X
BS-R-3	Übungsgeschehen	1	X	X

7 Schlussfolgerungen und Ausblick

7.1 Schlussfolgerungen

Zum Abschluss des F+E-Vorhabens kann nun ein insgesamt 126 Indikatoren umfassendes Set aus Wirkungs- und Maßnahmen-Indikatoren vorgelegt werden. Nicht alle 126 Indikatoren konnten vollständig ausgearbeitet werden, aber es zeichnet sich ab, dass sich eine Berichterstattung zur DAS basierend auf quantitativen Daten realisieren lässt. Auch wenn davon ausgegangen werden muss, dass nicht alle Indikatoren die politische Abstimmung passieren, sollte ein substanzielles Set umsetzbarer Indikatoren für die Berichterstattung verbleiben.

Für mehrere Indikatoren war es noch nicht möglich, einen abschließenden Vorschlag zur Formulierung zu unterbreiten. Dies liegt u. a. daran, dass es für manche – durchaus für wichtig erachtete – Indikatoren keine zentralen bundesweiten Datenquellen gibt und ein Zugriff auf die Daten der Länder erforderlich wäre, um den Indikator berechnen zu können. Eine systematische Datenabfrage bei den Ländern hat aber bisher bewusst noch nicht stattgefunden. Wenn im weiteren Prozess wie vorgesehen eine Einbindung von Länder- und Bund-Länder-Gremien erfolgt, sollte im Zuge dessen geprüft werden, ob die Länder zu entsprechenden Zulieferungen bereit sind.

Im bisherigen Projektverlauf lag der Schwerpunkt der Indikatorenarbeit auf einem sektoralen Ansatz, der sich der Indikation der Klimawirkungen und Anpassungsmaßnahmen in den einzelnen Handlungsfeldern widmet. Mit dieser sehr pragmatischen, datenorientierten Herangehensweise war es möglich, eine Vielzahl von Beteiligten für den Prozess zu motivieren, da recht schnell konkrete Ergebnisse entstanden sind. Allerdings folgt aus dieser Herangehensweise auch, dass sich der Bund mit seinen originären Beiträgen zum Anpassungsprozess in der aktuellen Indikatorenauswahl noch nicht wirklich wiederfindet. Für die Darstellung der spezifischen Aktivitäten des Bundes, auf die auch der Fokus des APA gerichtet ist („Wissen bereitstellen, Informieren, Befähigen und Beteiligen“; „Rahmensetzungen durch den Bund“; „Maßnahmen in direkter Bundesverantwortung“ und „Internationale Verantwortung“) lassen sich deutlich schwerer quantitative Indikatoren formulieren. Hier ist aufbauend auf den Vorüberlegungen im Rahmen des F+E-Vorhabens weitere konzeptionelle Arbeit zu leisten.

Der Prozess der Indikatorenentwicklung war begleitet von einem umfangreichen Beteiligungsverfahren. Die Einbindung einer Vielzahl von Behörden, Verbänden, Vereinen, Unternehmen und wissenschaftlichen Einrichtungen (s. Kap. 5) machte das Vorhaben zu einem tatsächlich interdisziplinären und ressortübergreifenden Projekt. Die Auftragnehmer stießen insgesamt auf ein sehr breites Interesse und einen großen Kooperationswillen. Viele datenerhebende und datenhaltende Stellen äußerten explizit Interesse, mit ihren Daten Platz in einem DAS Indikatorenbericht zu finden und damit zusätzliche Argumente für die Fortführung ihrer Datenerhebungen an die Hand zu bekommen.

Die Zusammenführung der vielfältigen und umfangreichen Informationen erforderte von den Auftragnehmern einen großen Einsatz und die Bereitschaft, sich mit einer Vielzahl völlig unterschiedlicher Themen zu befassen. Die Bündelung aller Aktivitäten in einer Hand war aber

eine wichtige Voraussetzung, um alle Zulieferungen in eine einheitliche und übersichtliche Struktur einzubinden. Die Arbeit in einem kleinen und überschaubaren Team machte es möglich, umfangreiche Abstimmungen und Abgleiche u. a. bei der Dokumentation vorzunehmen und die Schnittstellen zwischen den Handlungsfeldern herauszuarbeiten.

Zu den zentralen Ergebnissen der beiden Vorhaben gehören nicht nur die zahlreichen Dokumente, insbesondere die Indikatoren- und Daten-Factsheets, sondern auch die im Laufe des Prozesses geschaffenen Strukturen und Beteiligungen. Es wird aus gutachterlicher Sicht empfohlen, zeitnah über die zukünftige Organisation der Berichterstattung nachzudenken, denn jetzt gibt es zahlreiche Anknüpfungspunkte in den beteiligten Institutionen. Das Interesse der Beteiligten muss wach gehalten werden. Wichtig im weiteren Prozess ist es, die „Ownership“ der jeweiligen Institutionen an „ihren“ Indikatoren zu wahren. Es muss immer klar dokumentiert bleiben, aus welcher Institution welche Daten stammen und wer an der Konzeption eines Indikators mitgewirkt hat. Nur so wird die Berichterstattung zur DAS ein echtes ressortübergreifendes Vorhaben bleiben.

7.2 Ausblick, offene Punkte

Der Prozess der DAS-Indikatorenentwicklung und des Aufbaus der Berichterstattung wird seit September 2011 im Rahmen eines weiteren F+E-Vorhabens fortgeführt. Die fachlich vorgeschlagenen Indikatoren sollen ergänzt werden und dann in die politische Abstimmung gehen. Von großer Bedeutung wird neben der Diskussion der Vorschläge in der IMA und im Ständigen Ausschuss Anpassung an die Folgen des Klimawandels (AFK) auch die Einbindung der Bund-Länder-Gremien sein. Perspektivisch soll es bis Ende 2013 einen ersten Entwurf des indikatorengestützten Berichts geben. Der vorliegende Abschlussbericht mit seinen Anhängen liefert nun die Grundlage für alle weiteren Schritte.

Neben der Detailabstimmung der Indikatoren sind für den weiteren Prozessverlauf insbesondere die folgenden Punkte von Interesse, die im nun abgeschlossenen Vorhaben nicht abschließend diskutiert werden konnten:

- **Schnittstellen:**

Im Zuge der Diskussionen von Indikatoren innerhalb der Handlungsfelder ist immer wieder die Frage nach dem Umgang mit Schnittstellen zwischen Handlungsfeldern aufgeworfen worden. Die Zuordnung bestimmter Indikatoren zu bestimmten Handlungsfeldern ist keineswegs immer unstrittig. Klare eindimensionale Zuordnungen von Indikatoren werden häufig auch im Sinne von Vereinnahmungen des Themas verstanden. In diesem Bericht wurde zwar großer Wert auf eine möglichst umfassende Dokumentation der Schnittstellen zwischen den Handlungsfeldern gelegt, dennoch bleibt das Problem, dass schon allein über die Codierung der Indikatoren eine Hauptzuordnung zu einem der Handlungsfelder vorgenommen wird. Wenn der indikatorengestützte Bericht in analoger Form veröffentlicht wird, muss ebenfalls eine Primärzuordnung der Indikatoren vorgenommen werden. Verweise lassen sich selbstverständlich setzen, aber es wird sich nicht vermeiden lassen, dass diese als Sekundärzuordnungen wahrgenommen werden.

- **Risiken und Chancen:**

Die bisher vorgeschlagenen Indikatoren stellen stark die negativen Folgen des Klimawandels in den Vordergrund. Es gibt bislang nur wenige Indikatoren, die sich der Abbildung der Chancen widmen, die mit dem Klimawandel einhergehen. Die Frage, ob eine stärkere Betonung dieser Chancen im Indikatorensystem stattfinden soll, ist im weiteren Verlauf zu diskutieren, wobei keineswegs sichergestellt werden kann, dass es auch Daten zur Beschreibung dieser Sachverhalte gibt.

- **Repräsentanz und Ausgewogenheit der Themen**

Das Indikatorensystem wurde in seinem jetzigen Entwurf zwar fragengeleitet entwickelt (s. Ableitung von Indikationsfeldern und Thematischen Teilaspekten), aber letztendlich entscheidet die Datenverfügbarkeit, ob ein Thema in Form eines Indikators im System verankert werden kann oder nicht. Daher ist das vorgeschlagene Indikatorenset letztendlich stark datengeleitet geprägt. Dies führt auch dazu, dass das innerhalb der Handlungsfelder abgebildete thematische Spektrum und die thematischen Schwerpunktsetzungen nicht immer befriedigend sind. Für den Indikatorenbericht ist daher zu überlegen, welche Formen gewählt werden können, um auch (noch) nicht quantitativ abbildbare, aber dennoch fachlich und politisch bedeutsame Themen im Bericht verankern zu können.

- **Präsentation der Indikatoren – Gestaltung der Grafiken:**

Die mit diesem Schlussbericht vorgelegten grafischen Darstellungsvorschläge für die einzelnen Indikatoren sind noch nicht ausgereift. Layouttechnische Aufarbeitungen waren noch nicht Bestandteil des Auftrags (für Excel-Grafiken sind die Darstellungsmöglichkeiten stark beschränkt). Die grafische Datenaufbereitung folgte bislang dem Prinzip: nur eine Grafik pro Indikator. Dabei wurden z. T. auch mehrere Datenreihen in einer Grafik zusammengefasst und die Grafiken sogar teilweise zweiachsig gestaltet. Dies erschwert zum Teil das Verständnis und die spontane Ablesbarkeit. Im weiteren Verlauf des Abstimmungsprozesses ist zu überlegen, inwieweit Vereinfachungen vorgenommen und ggf. auch Datenreihen oder Datenpunkte aus der Darstellung entnommen werden müssen. Ferner ist weiter an einer grafischen Vereinheitlichung zu arbeiten. Grobe Regeln zur einheitlichen Verwendung von Linien- und Säulendarstellungen wurden zwar bereits angewendet, aber weitere Verfeinerungen sind erforderlich.

Erforderlich ist außerdem eine Diskussion bezüglich der Länge der darzustellenden Zeitreihen. Die unterschiedlichen Datenverfügbarkeiten führen dazu, dass die darstellbaren Zeitreihen für die einzelnen Indikatoren sehr unterschiedlich sind. Um den Bezug zur Klimaveränderung herzustellen, die i. d. R. in 30-Jahres-Zeiträumen abgebildet werden, wären entsprechend 30-Jahres-Zeiträume für die Darstellung der Klimawirkungsindikatoren grundsätzlich wünschenswert, aber sie lassen sich nur in sehr wenige Fällen realisieren. Allein mit Indikatoren, welche die Bedingung einer 30-jährigen Datenreihe erfüllen, lässt sich ein DAS-Indikatorensystem nicht aufbauen. Außerdem ist zu berücksichtigen, dass das Indikatorensystem auf die Zielgruppe der Politiker und Stakeholder zugeschnitten sein soll. Sie müssen in die Lage versetzt werden, auch auf kurzfristigere Trends reagieren zu können.

8 Literaturverzeichnis

8.1 Im Schlussbericht zitierte Literatur

Adlhoch C. & Poggensee G. 2010: Lyme-Borreliose - Ein Situationsbericht aus den sechs östlichen Bundesländern 2007–2009. UMID - Umwelt und Mensch – Informationsdienst, Ausgabe 2/2010: 2-8.

AOLG (Arbeitsgemeinschaft der Obersten Landesgesundheitsbehörden) 2003: Indikatorensatz für die Gesundheitsberichterstattung der Länder. Bd. 1 und 2. Düsseldorf, 816 S.

Arndt C. & Oman C. 2006: Uses and Abuses of Governance Indicators. In: OECD Publishing (Hrsg.) 2006: Development Centre Studies. Paris, 126 S.

Baede A. P. M., Linden van der P., Verbruggen A. 2008: Glossar. In: Kernautorenteam Synthesebericht IPCC, Pachauri R. A., Reisinger A. (Hrsg.): Klimaänderung 2007 - Synthesebericht. Berlin (Übersetzung von der deutschen IPCC-Koordinierungsstelle; Original: Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC, WMO / UNEP (2007): Climate Change 2007: Synthesis Report): 86-99.

Bertelsmann Stiftung (Hrsg.) 2011: Nachhaltiges Regieren in der OECD - Sustainable Governance Indicators 2011. Gütersloh, 32 S. www.bertelsmann-stiftung.de/cps/rde/xchg/SID-9D090A7E-005CD666/bst/hs.xsl/52957_52975.htm

BLAG KliNa (Hrsg.) 2010: 3. Erfahrungsbericht 2010 zu umweltbezogenen Nachhaltigkeitsindikatoren der Bund/Länder –Arbeitsgemeinschaft Klima, Energie, Mobilität – Nachhaltigkeit, 79 S. www.lanuv.nrw.de/liki-newsletter/freidok/Erfahrungsbericht_Endfassung.pdf

Blaha T., Dickhaus, C. P., Meemken D. 2006: The „Animal Treatment Index“ (ATI) for benchmarking pig herd health. In: The 19th International Pig Veterinary Society Congress, 16.–19.07.2006, Frederiksberg, Copenhagen, Denmark, 189.

BMU 2010: Indikatorenbericht 2010 zur Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt. Berlin, 87 S.

BMVBS (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung) 2007: Schifffahrt und Wasserstraßen in Deutschland – Zukunft gestalten im Zeichen des Klimawandels. Bonn, 56 S.

Bundesregierung 2008: Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Vom Bundeskabinett am 17. Dezember 2008 beschlossen, 78 S. www.bmu.de/klimaschutz/downloads/doc/42783.php

Bundesregierung 2010: Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Undine Kurth (Quedlinburg), Cornelia Behm, Hans-Josef Fell, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN – Drucksache 17/3599 – Aktionsprogramm Ambrosia

DEFRA (Department for Environment, Food and Rural Affairs) 2010: Measuring adaptation to climate change – a proposed approach. www.defra.gov.uk/environment/climate/adaptation/government-role.htm

Dogs J. 2009: Strategische Ansätze zur Anpassung an den Klimawandel. Vortrag im Rahmen des Stakeholderdialogs Verkehr, Verkehrsinfrastruktur am 20.10.2009 in Dessau. www.anpassung.net/cln_110/nn_701074/DE/Anpassungsstrategie/Veranstaltungen/Dialoge_20zur_20Klimaanpassung/0910_20Verkehrsinfrastruktur/Pr_C3_A4sentation_203_3A_20Dogs,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/Pr%C3%A4sentation%203:%20Dogs.pdf

DTV 2002: Die Entwicklung des Tourismus in Deutschland 1902-2002. 47 S, Bonn. www.deutschertourismusverband.de/content/files/100_jahre_dtv.pdf

EEA (European Environment Agency) 2003a: Metadata form for maps and graphs, Version May 2003.

EEA 2003b: Metadata form for spatial datasets (GIS data) & EEA Metadata Standard for Geographic Information, Version 1.2, 08 October 2003.

EEA 2008: Impact of Europe's changing climate - 2008 indicator based assessment (Joint EEA-JRC-WHO report). EEA Report No. 4, JRC Reference Report No JRC47756, Copenhagen, 246 pp. http://reports.eea.europa.eu/eea_report_2008_4/en

EEA / ETC (European Topic Centre on Air and Climate Change) 2008: Climate change - vulnerability and adaptation indicators. ETC/ACC Technical Paper, December 2008. http://air-climate.eionet.europa.eu/reports/ETCACC_TP_2008_9_CCvuln_adapt_indicators

EC (Europäische Kommission) 2009: Weißbuch - Anpassung an den Klimawandel: Ein europäischer Aktionsrahmen. KOM(2009) 147 endgültig, Brüssel, 18 S.

Eis D., Helm D., Laußmann D., Stark K. 2010: Klimawandel und Gesundheit – Ein Sachstandsbericht. Hrsg. Robert Koch-Institut, Berlin, 244 S.

Eisenbach-Stangl I. 1991: Expertendiagnose – Laiendiagnose. Vortrag gehalten am Internationalen Symposium "Neue Wege in der Suchtbetreuung" in Baden bei Wien. Wiener Zeitschrift für Suchtforschung ÷ Jg.14. 1991 Nr. 3/4: 69-72. www.api.or.at/wzfs/beitrag/WZ_14_1991_34_14_Eisenbach.pdf

Heileman S. 2006: A Handbook for Measuring the Progress and Outcomes of Integrated Coastal and Ocean Management. IOC Manual and Guides, 46. ICAM Dossier, 2. UNESCO, Paris, 217 S.

Iza, A. & Stein R. (Hrsg.) 2009. RULE – Reforming water governance. Gland, Schweiz: IUCN, 130 S.

JRC (European Commission Joint Research Centre) 2010: INSPIRE Metadata Implementing Rules: Technical Guidelines based on EN ISO 19115 and EN ISO 19119. http://inspire.jrc.ec.europa.eu/index.cfm/pageid/101

Kaufmann-Boll C., Kappler W., Lazar S., Meiners G., Tischler B., Baritz R., Düwel O., Hoffmann R., Utermann J., Makeschin F., Abiy M., Rinklebe J., Prüß A., Schilli C., Beylich A., Graefe U. 2011: Anwendung von Bodendaten in der Klimaforschung. F+E-Vorhaben des UBA 3708 71 205 01. Entwurf zum Abschlussbericht vom 14.2.2011.

Klaus C., Hoffmann B., Hering U., Mielke B., Sachse K., Beer M., Süss. J. 2008: Tick-borne encephalitis (TBE) virus prevalence and virus genome characterization in field-collected ticks (Ixodes ricinus) in risk, non-risk, and former risk areas of TBE, and in ticks removed from humans in Germany. Clin Microbiol Infect 14: in press.

Klaus C. & Süss J. 2008: Zusammenhänge zwischen Zeckenaktivität (Ixodes ricinus), durch Zecken übertragenen Krankheitserregern, Klimaentwicklung und weiteren Faktoren. FLI 2007: Jahresbericht 2007: 52-56.

Klein R.J.T. 2004: Approaches, Methods and Tools for Climate Change Impact, Vulnerability and Adaptation Assessment. Keynote lecture to the In-Session Workshop on Impacts of, and Vulnerability and Adaptation to, Climate Change, Twenty-First Session of the UNFCCC Subsidiary Body for Scientific and Technical Advice, Buenos Aires, Argentina, 8 December 2004.

LABO (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz) 2010: LABO-Positionspapier „Klimawandel - Betroffenheit und Handlungsempfehlungen des Bodenschutzes“ vom 9.6.2010 www.labo-deutschland.de/documents/LABO_Positionspapier_Boden_und_Klimawandel_090610_aa8.pdf

LfU (Bayerisches Landesamt für Umwelt, Hrsg.) 2007: Umweltbericht Bayern 2007. Augsburg, 170 S.

LfU (Hrsg.) 2008: Bayerns Klima im Wandel – erkennen und handeln. Augsburg, 94 S. www.lfu.bayern.de/themenuebergreifend/fachinformationen/klimawandel/index.htm

Maier A. 2003: Mögliche Auswirkungen von Klimaveränderungen auf die Ausbreitung von primär humanmedizinisch relevanten Krankheitserregern über tierische Vektoren sowie auf die wichtigen Humanparasiten in Deutschland. UBA-Texte 05/03, Dessau, 341 S.

Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz Land Brandenburg 2008: Landespolitischer Maßnahmenkatalog zum Klimaschutz und zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels. Potsdam, 38 S.
www.mugv.brandenburg.de/cms/media.php/2328/mk_klima.pdf

Ministerium für Umwelt Saarland 2008: Saarländisches Klimaschutzkonzept 2008 – 2013 - Das Klima schützen – die Klimafolgen bewältigen. 234 S.
www.saarland.de/38797.htm

Moore P., Greiber T., S. Baig 2010: Strengthening Voices of Better Choices – Forest Governance and Law Enforcement: Findings from the Field. www.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/Rep-2010-010.pdf

Mosimann T., Bug J. Sanders S., Beisiegel F. 2009: Bodenerosionsdauerbeobachtung in Niedersachsen 2000 – 2008. Geosynthesis H. 14, Veröffentlichungen des Inst. F. Physische Geographie und Landschaftsökologie der Leibnitz Universität Hannover.

Mücke H.-G., Klasen J., Schmoll O., Szewzyk R. 2009: Gesundheitliche Anpassung an den Klimawandel (Hrsg. UBA), Dessau-Roßlau, 17. S.

MUFV (Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz) 2007: Klimabericht Rheinland-Pfalz 2007. Mainz, 184 S.
www.mufv.rlp.de/fileadmin/img/inhalte/klima/KlimaberichtRLP2007.pdf

MUNLV (Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen) 2009: Anpassung an den Klimawandel – eine Strategie für Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf, 168 S.
www.umwelt.nrw.de/umwelt/pdf/klimawandel/Teil1_Klimawandel_Strategie.pdf

Planat 2007: Strategie Naturgefahren Schweiz. Jährliche Aufwendungen für den Schutz vor Naturgefahren in der Schweiz.

Prutsch A., Grothmann T., Schauser I., Otto S., McCallum S. 2010: Guiding principles for adaptation to climate change in Europe. ETC/ACC Technical Paper 2010/6, 32 S.

Randolph S.E. & Rogers D.J. 2000: Fragile transmission cycles of tick-borne encephalitis virus may be disrupted by predicted climate-change. Proc. R. Soc. Lond. B 267: 1741-1744.

SBI (Sustainable Business Institutel) 2009: Anforderungen an das Climate Service Center (CSC) aus Sicht der Finanzwirtschaft. In Zusammenarbeit mit dem „Finanz-Forum: Klimawandel“ im Rahmen des vom BMBF geförderten Projekts „CFI - Climate Change, Financial Markets and Innovation“. Oestrich-Winkel, 21 S.

SBI 2010: Herausforderung Klimakompetenz - Kundenerwartungen Finanzdienstleister - Ergebnisse einer Befragung von Privat- und Geschäftskunden. In Zusammenarbeit mit dem „Finanz-Forum: Klimawandel“ im Rahmen des vom BMBF geförderten Projekts „CFI - Climate Change, Financial Markets and Innovation“. 20 S.

Schanze J., Hutter G., Penning-Rowsell E., Nachtnebel H.-P., Meyer V., Werritty A., Harries T., Holzmann H., Jessel B., Koeniger P., Kuhlicke C., Neuhold C., Olfert A., Parker D., Schildt A. 2008: Systematisation, evaluation and context conditions of structural and non-structural measures for flood risk reduction. FLOOD-ERA Joint Report, published by ERA-NET CRUE.
/www.crue-eranet.net

Schetula V., Schulz M., Renn O., Scherzer J. 2008: Auswertung des Gruppendelphis „Handlungs- und Planungsziele für die Anpassung der Wasserwirtschaft an die Klimafolgen“ im Rahmen von WASKlim (Entwicklung eines übertragbaren Konzeptes zur Bestimmung der Anpassungsfähigkeit sensibler Sektoren an den Klimawandel am Beispiel der Wasserwirtschaft), FKZ UBA 3707 41 105, unveröffentlicht, 46 S.

Schils R., Kuikman P., Liski J., van Oijen M., Smith P., Webb J., Alm J., Somogyi Z., van den Akker J., Billett M., Emmett B., Evans C., Lindner M., Palosuo T., Bellamy P., Jandl R., Hiederer R. 2008: Review of existing information on the interrelations between soil and climate change. ClimSoil - Final Report, Wageningen, 177 pp and Annexes.
http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/climsoil_report_dec_2008.pdf

Schönthaler K., v. Andrian-Werburg S., Wulfert K, Luthardt V., Kreinsen B., Schultz-Sternberg R., Hommel R. 2010: Establishment of an Indicator Concept for the German Strategy on Adaptation to Climate Change. In: Umweltbundesamt (Hrsg.) 2010: Climate Change 07/2010. Englischsprachiger Schlussbericht zum UBA Beratungsprojekt FKZ 364 01 006, Dessau, 164 S.

Schulz M. 2008: Wasserwirtschaftliche Anpassungsstrategien an den Klimawandel - Entwicklung eines übertragbaren Konzeptes zur Bestimmung der Anpassungsfähigkeit sensibler Sektoren an den Klimawandel am Beispiel der Wasserwirtschaft. Zwischenbericht zum UBA F+E-Vorhaben 3707 41 105: Ergebnisse der Fragebogenauswertung im Rahmen von WasKlim, 171 S.

Schultz-Sternberg R., Bartsch R., Hommel R. 2010: Brandenburg spezifische Boden-Indikatoren für ein Klimamonitoring und Grundlagen zur Ableitung von Wirkungs- und Alarmschwellen. Fachbeiträge des LUA H. 114, Potsdam, 70 S.
www.mugv.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.211365.de

Schultz-Sternberg R. & Bartsch R. 2011: Brandenburg spezifische Boden-Indikatoren für ein Klimamonitoring im Rahmen der Deutschen Anpassungsstrategie (DAS) sowie Zusammenstellung von aussagefähigen Wirkungs- und Alarmschwellen. Phase II Teil 1 (2010), Fachbeiträge des LUGV, H. 116, Potsdam, 29 S. + Anhang.
www.mugv.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.211365.de

SMUL (Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft) 2008: Aktionsplan Klima und Energie des Freistaates Sachsen. 39 S.
www.smul.sachsen.de/smul/download/Aktionsplan_Klima_und_Energie_080603.pdf

StBA (Statistisches Bundesamt) 2010: Nachhaltige Entwicklung in Deutschland - Indikatorenbericht 2010. Wiesbaden, 76 S.

StMUG (Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit) 2009: Bayerische Klimaanpassungsstrategie BayKLAS. München, 67 S.
www.bestellen.bayern.de

Süss J. 2008: Frühsommermeningoenzephalitis (FSME)-Zunahme der Inzidenz in Europa und der Klimawandel. In: Lozan J.L., Graßl H., Jendritzky G., Karbe L., Reise K. (Hrsg.): Warnsignal Klima: Gesundheitsrisiken - Gefahren für Pflanzen, Tiere und Menschen. Hamburg: 224-228.

Süss J., Klaus Ch., Gerstengarbe F.W., Werner P. 2008: What makes ticks tick? Climate change, ticks and tick-borne diseases. Journal of Travel Medicine 15: 39-45.

UBA (Umweltbundesamt) 2007: Vector-Borne Diseases – Impact of Climate Change on Vectors and Rodent Reservoirs. Programme and Abstracts, Berlin, 27 & 28 September 2007, 104 S.
www.umweltbundesamt.de/gesundheit-e/veranstaltungen/vector-borne-diseases/index.htm

UBA 2009: Klimawandel und Gesundheit: Informations- und Überwachungssysteme in Deutschland - Ergebnisse der internetbasierten Studie zu Anpassungsmaßnahmen an gesundheitliche Auswirkungen des Klimawandels in Deutschland. Umwelt & Gesundheit 03/2009, Berlin.

Vetter A. 2010: Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel – Aktivitäten des Bundes. In: Kompass-Newsletter Nr. 12, 09/2010: 2-5.

World Bank Institute 2010: Worldwide Governance Indicators.
info.worldbank.org/governance/wgi/index.asp

Zebisch M., Grothmann T., Schröter D., Hasse C., Fritsch U., Cramer W. 2005: Klimawandel in Deutschland – Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme. UBA-Texte 08/05, Dessau, 203 S.

8.2 Spezifische Literatur zu den Handlungsfeldern

8.2.1 Handlungsfeld „Menschliche Gesundheit“

Adlhoch C. & Poggensee G. 2010: Lyme-Borreliose - Ein Situationsbericht aus den sechs östlichen Bundesländern 2007–2009. UMID - Umwelt und Mensch – Informationsdienst, Ausgabe 2/2010: 2-8.

Andersen T.B., 1991: A model to predict the beginning of the pollen season. Grana 30: 269-275.

Augustin J., Franzke N., Augustin M. & Kappas M. 2008: Beeinflusst der Klimawandel das Auftreten von Haut- und Allergieerkrankungen in Deutschland? Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft 6 (2008), H. 8: 632-639. http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/17/037/1703799.pdf

Basu R. & Samet J. M. 2002: Relation between elevated ambient temperature and mortality: a review of the epidemiologic evidence. Epidemiol Rev 24(2): 190-202.

Baumann L. 2005: Die „Hitzetoten“ des Jahres 2003. Statistisches Monatsheft Baden-Württemberg 4 /2005: 23-27. www.statistik-bw.de/Veroeffentl/Monatshefte/PDF/Beitrag05_04_06.pdf

Berger U, Bergmann K.-C., Jäger S. 2011: Das elektronische Pollentagebuch. Abstrakt Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin, Dresden 2011.

Bergmann K.-C. 2008: Threshold value for Ambrosia pollen in nasal provocation test. Allergo Journal 5: 375-376.

Bergmann K.-C. & Jäger S. 2010: Pollenflug über Europa – Indikator des Klimawandels? Rundgespräche der Kommission für Ökologie, Bd. 38, „Bioaerosole und ihre Bedeutung für die Gesundheit“: 43#53.

BfS (Bundesamt für Strahlenschutz), BfR (Bundesinstitut für Risikobewertung), RKI (Robert Koch-Institut), UBA (Umweltbundesamt) 2009: Klimawandel und Gesundheit. UMID – UmweltMedizinischer InformationsDienst, Nr. 3/2009, 54 S.

BayLGL (Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit) 2006: Klimaveränderung in Bayern - Gesundheitliche Folgen und Perspektiven, 47 S. http://www.lgl.bayern.de/publikationen/doc/klima_gesundheit_lgl_2006.pdf

Chorus I., Schauser I., Niesel V. (KompetenzZentrum Wasser Berlin gGmbH) 2010: Oligotrophication of Lake Tegel and Schlachtensee, Berlin: Analysis of system components, causalities and response thresholds “OLIGO”. Draft.

Deutscher Bundestag, 17. Wahlperiode 2010: Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Undine Kurth (Quedlinburg), Cornelia Behm, Hans-Josef Fell, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN – Drucksache 17/3599 – Aktionsprogramm Ambrosia. http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/17/037/1703799.pdf

DWD - Newsletter Hitzewarnung: www.dwd.de/newsletter

EEA (European Environment Agency) 2009: Ensuring quality of life in Europe's cities and towns 2008. EEA Report No 5/2009, Copenhagen, 108 pp. http://www.eea.europa.eu/publications/quality-of-life-in-Europes-cities-and-towns

Eis D. 2010: Klimawandel und nicht-übertragbare Krankheiten - Was wissen wir wirklich? Fortbildung für den Öffentlichen Gesundheitsdienst durch das RKI, Arbeitsgruppe Umweltmedizin in Berlin am 25.03.2010. www.bfr.bund.de/cm/232/klimawandel_und_nicht_uebertragbare_krankheiten.pdf

Eis D. & Helm D: 2009: Klimawandel - Ausbreitung von Ambrosien und die damit verbundenen Gesundheitsrisiken. UMID-Themenheft, Ausgabe 3/2009, Berlin: 17-20.

Gabrio T., Alberternst B., Kaminski U., Nawrath S., Behrendt H. 2010: Ambrosia – Welches gesundheitliche Risiko geht von dieser invasiven Art in Deutschland aus. Zeitschrift des Bundesverbands der Hygieneinspektoren. 12 Jg. 02/2010: 54-59.

Gottschling S. & Meyer S. 2006: An Epidemic Airborne Disease Caused by the Oak Processionary Caterpillar. Pediatric Dermatology, 23 (1): 64-66.

Heudorf U. 2006: Der Eichenprozessionsspinner – Raupenhaare als Krankheitserreger. Hessisches Ärzteblatt, 6: 402-403.

Jäger S, Berger U & Bergmann K. 2011: Das elektronische Pollentagebuch. Pneumologie 65: 7.

Jato V., Rodriguez-Rajo F.J., Alcazar P., De Nuntiis P., Galan C., Mandrioli P. 2006: May the definition of pollen season influence aerobiological results? Aerobiologia 22: 13-25.

Jendritzky G. 1990: Methodik zur räumlichen Bewertung der thermischen Komponente im Bioklima des Menschen – Fortgeschriebenes Klima-Michel-Modell. Beitr. Akademie f. Raumforschung u. Landesplanung 114: 7-69.

Julius Kühn-Institut (JKI) / Institut für Pflanzenschutz in Gartenbau und Forst (Wulf A. & Schumacher J.) 2008: Die Waldschutzsituation in Deutschland im Jahr 2007. www.jki.bund.de/de/startseite/veroeffentlichungen/waldschutzberichte.html

Kaminski U. & Glod T. 2011 (im Druck): Influence of climate change in Germany on the start 1 of the pollen season, the season length and the pollen concentration of the most important allergenic pollens.

Kaminski U. 2010: Klimawandel und Pollenflug. Allergie konkret. 2 /1010: 12-14.

Koppe C. 2009: Das Hitzewarnsystem des Deutschen Wetterdienstes. In: BfS, BfR, RKI, UBA 2009: Klimawandel und Gesundheit. UMID – UmweltMedizinischer InformationsDienst, Nr. 3/2009: 39-43.

Koppe C. 2005: Gesundheitsrelevante Bewertung von thermischer Belastung unter Berücksichtigung der kurzfristigen Anpassung der Bevölkerung an die lokalen Witterungsverhältnisse. Berichte des Deutschen Wetterdienstes 226. Offenbach am Main.

Klaus C. & Süss J. 2008: Zusammenhänge zwischen Zeckenaktivität (Ixodes ricinus), durch Zecken übertragenen Krankheitserregern, Klimaentwicklung und weiteren Faktoren. FLI 2007: Jahresbericht 2007: 52-56.

Laschewski G. & Jendritzky G. 2002. Effects of thermal environment on human health: an investigation of 30 years of daily mortality data from SW Germany. Clim Res; 21: 91-103

Lehmann M. 2008: Lästlinge im urbanen Grün und ihre Wertung aus der Sicht des Pflanzenschutzes. Jahrbuch der Baumpflege 2008: 177-186.

Lehmann M. 2010: Reaktionen lästiger und humanhygienisch bedenklicher Organismen an Pflanzen auf Klimaerwärmung. In: UBA (Hrsg.): Klimawandel und Gesundheit - Welche Probleme verursachen Wärme liebende Schadorganismen?, Dessau-Roßlau: 19-22

Lobinger G. 2008: Untersuchungen zur Überwachung und Bekämpfung des Eichenprozessionsspinners (Thaumetopoea processionea Lep., Thaumetopoeidae) in Bayerns Wäldern. Mitteilungen des Julius Kühn-Instituts, 417: 154.

Lobinger G. 2010: Schadwirkung, Monitoring und Bekämpfung des Eichenprozessionsspinners in Bayerns Wäldern. In: UBA (Hrsg.): Klimawandel und Gesundheit - Welche Probleme verursachen Wärme liebende Schadorganismen?, Dessau-Roßlau: 23-24.

Lozán J.L., Grassl H., Jendritzky G., Karbe L., Maier A., Reise K. 2008: Gesundheitsrisiken durch Klimawandel im Überblick. In Lozán J., Graßl H., Jendritzky G., Karbe L., Reise K., Maier W.A. (Hrsg.): Wissenschaftliche Auswertungen. Hamburg: 11-18.

Mazick A., Gergonne B., Wuillaume F., xDanis K., Vantarakis A., Uphoff H., Spiteri G., van 't Klooster T., Junker C., Holmberg M., Mølbak K. 2010: Higher all-cause mortality in children during autumn 2009 compared with the three previous years: pooled results from eight European countries. Eurosurveillance, Volume 15, Issue 5, 04 February 2010 Rapid communications.

Menzel A. & Behrendt H. 2008: Zunahme des Pollenflugs und die Gefahr von Allergien - Warnsignal Klima – Gesundheitsrisiken: Gefahren für Pflanzen, Tiere und Menschen. In Lozán J., Graßl H., Jendritzky G., Karbe L., Reise K., Maier W.A. (Hrsg.): Wissenschaftliche Auswertungen. Hamburg: 132-135.i5

Maier A. 2003: Mögliche Auswirkungen von Klimaveränderungen auf die Ausbreitung von primär humanmedizinisch relevanten Krankheitserregern über tierische Vektoren sowie auf die wichtigen Humanparasiten in Deutschland. UBA-Texte 05/03, Dessau, 341 S.

Matthies F., Bickler G., Cardeñosa Marín N., Hales S. (Ed.) 2008: Heat - Health Action Plans. Guidance. WHO Regional Office for Europe. Copenhagen, 44 pp. www.euro.who.int/document/e91347.pdf

Mischke U. & Nixdorf B. (Hrsg.) 2008: Gewässerreport (Nr. 10): „Bewertung von Seen mittels Phytoplankton zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie. BTUC-AR 2/2008, 263 S.

Moneo I., Vega J. M., Caballero M. L., Vega J., Alday E. 2003: Isolation and characterization of Tha p 1, a mojor allergen from the pine processionary cater-pillar Thaumetopoea pityocampa. Allergy, 58: 34-37.

Mößmer E.-M. 2009: Manche mögen's heiß - Waldschädlinge im Klimawandel. Broschüre erstellt im Rahmen des DBU-Projekts „Wald in Not“, Bonn, 41 S.

Mücke H.-G., Klasen J., Schmoll O., Szewzyk R. 2009: Gesundheitliche Anpassung an den Klimawandel (Hrsg. UBA), Dessau-Roßlau, 17. S.

Otto C., Alberternst B., Klingenstein F., Nawrath S. 2008: Verbreitung der Beifußblättrigen Ambrosie in Deutschland - Problematik und Handlungsoptionen aus Naturschutzsicht. BfN-Skripten 235, Bonn - Bad Godesberg, 45 S. + Anhänge. www.ambrosiainfo.de/53223897640d5c602/index.html#532238999a0d6eb0e

Randolph S.E. & Rogers D.J. 2000: Fragile transmission cycles of tick-borne encephalitis virus my be disrupted by predicted climate-change. Proc. R. Soc. Lond. B 267: 1741-1744.

Robert Koch-Institut (RKI) 2009: FSME: Risikogebiete in Deutschland - Bewertung des örtlichen Erkrankungsrisikos. Epidemiologisches Bulletin 18 / 2009: 165-176. www.rki.de/cln_160/nn_467538/DE/Content/Infekt/EpidBull/Archiv/2009/18/Tabelle.html

RKI 2010: Zur Situation bei wichtigen Infektionskrankheiten in Deutschland - Lyme-Borreliose: Analyse der gemeldeten Erkrankungsfälle der Jahre 2007 bis 2009 aus den sechs östlichen Bundesländern. Robert Koch-Institut, Epidemiologisches Bulletin 12 / 2010: 101-110.

Schwegler U. 2010a: Umweltmedizinische Bedeutung des Eichenprozessionsspinners. 15 S. www.lgl.bayern.de/gesundheit/umweltmedizin/eichenprozessionsspinner.htm

Schwegler U. 2010b: Beispiele aus Bayern zu den gesundheitlichen Folgen im Zusammenhang mit dem Eichenprozessionsspinner. In: UBA (Hrsg.): Klima-wandel und Gesundheit - Welche Probleme verursachen Wärme liebende Schadorganismen?, Dessau-Roßlau: 39-40.

Sperk C. & Straff W. 2009: Klimawandel und Gesundheit: Neuen Aeroallergenen auf der Spur. UMID-Themenheft Klimawandel und Gesundheit, Ausgabe 03/2009: 13-16.

Starfinger U. 2010: Ausbreitung von Ambrosia in Deutschland - Gefahr für Gesundheit und Biodiversität? In: UBA & BMU (Hrsg.): Klimawandel und Gesundheit - Welche Probleme verursachen Wärme liebende Schadorganismen? Abschlussbericht zum Internationalen UBA/BMU-Fachgespräch am 09. und 10. November 2009 im Umweltbundesamt, Berlin-Dahlem: 17-18.

Süss J. 2008: Frühsommermeningoenzephalitis (FSME)-Zunahme der Inzidenz in Europa und der Klimawandel. In: Lozan J.L., Graßl H., Jendritzky G., Karbe L., Reise K. (Hrsg.): Warnsignal Klima: Gesundheitsrisiken - Gefahren für Pflanzen, Tiere und Menschen. Hamburg: 224-228.

Süss J., Klaus Ch., Gerstengarbe F.W., Werner P. 2008: What makes ticks tick? Climate change - ticks and tick-borne diseases. Journal of Travel Medicine 15: 39-45.

UBA 2007: Vector-Borne Diseases – Impact of Climate Change on Vectors and Rodent Reservoirs. Programme and Abstracts, Berlin, 27 & 28 September 2007, 104 S. http://www.umweltbundesamt.de/gesundheit-e/veranstaltungen/vector-borne-diseases/index.htm

UBA 2009: Klimawandel und Gesundheit: Informations- und Überwachungssysteme in Deutschland - Ergebnisse der internetbasierten Studie zu Anpassungsmaßnahmen an gesundheitliche Auswirkungen des Klimawandels in Deutschland. Umwelt & Gesundheit 03/2009, Berlin.

UBA (Hrsg.) 2010: Klimawandel und Gesundheit - Welche Probleme verursachen Wärme liebende Schadorganismen? Abschlussbericht, Ergebnisse des Internationales UBA/BMU-Fachgesprächs am 09. und 10. November 2009 in Berlin-Dahlem, Dessau-Roßlau, 56 S. www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3925.pdf

UBA & DWD 2008: Klimawandel und Gesundheit – Informationen zu gesundheitlichen Auswirkungen sommerlicher Hitze und Hitzewellen und Tipps zum vorbeugenden Gesundheitsschutz. UBA/DWD-Ratgeber 04/2008.

Umweltbundesamt 2003: Empfehlung zum Schutz von Badenden vor Cyanobakterien-Toxinen. Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch -Gesundheitsschutz 2003 46: 530–538. www.umweltbundesamt.de/gesundheit/publikationen/cyanotoxine.pdf

Uphoff H. & Hauri A. M. (HLPUG) 2005: Auswirkungen einer prognostizierten Klimaänderung auf Belange des Gesundheitsschutzes in Hessen. Bericht im Rahmen von INKLIM 2012, 71 S. http://www.hlug.de/klimawandel/inklim/dokumente/fachtagung/uphoff.pdf

Uphoff H. & Stilianakis N.I. 2004: Influenza associated excess mortality from monthly total mortality data for Germany from 1974 to 2000. Methods Inf Med 43: 486-492

Weyhenmeyer G.A., Adrian R., Gaedke U., Livingstone D. M., Maberly S.C. 2002: Response of phytoplankton in European lakes to a change in the North Atlantic Oscillation. Verhandlungen Internationale Vereinigung Limnologie 28: 1436-1439.

Wulf A. 2008: Über die Zunahme thermophiler Schadorganismen in den Wäldern - Umbaupläne müssen dies berücksichtigen. In: Lozán J., Graßl H., Jendritzky G., Karbe L., Reise K., Maier WA. (Hrsg.): Warnsignal Klima – Gesundheitsrisiken - Gefahren für Pflanzen, Tiere und Menschen, Hamburg: 282-285. www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do

8.2.2 Handlungsfeld „Bauwesen“

Baumüller J. 2009: Stadtklima und Stadtplanung im Klimawandel. In: UVP-Gesellschaft (Hrsg.): UVP-Report. Ausgabe 22, 5/2008, Hamm, S. 205-214.

BBR 2011: KfW-Wohnraummodernisierung - Raumwirksame Mittel. Indikatoren aus der Datenbank Raumwirksame Mittel des BBSR. www.bbsr.bund.de/cln_016/nn_23728/SharedDocs/GlossarEntry/K/kfwwohnraummodernisierung.html

BMVBS - Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.) 2010: Wohnen und Bauen in Zahlen 2009/2010. www.bmvbs.de/cae/servlet/contentblob/55188/publicationFile/25487/wohnen-und-bauen-in-zahlen-2009-2010.pdf

BMU & UBA (Hrsg.) 2010: Umweltbewusstsein in Deutschland 2010.Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage. www.uba.de/uba-info-medien/4045.html

Deutscher Bundestag (Hrsg.) 2010: Klimaschutz-Selbstverpflichtung der Bundesregierung. Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Bärbel Höhn, Dr. Hermann Ott, Dorothea Steiner, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN – Drucksache 17/1122. Bundestagsdrucksache 17/1349 vom 8.4.2010. dip21.bundestag.de/dip21/btd/17/013/1701349.pdf

EEA 2008: Energy and environment report 2008. EEA Report No 6/2008. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

Früh B., Becker P., Deutschländer T., Hessel J.-D., Koßmann M., Mieskes I., Namyslo J., Roos M., Sievers U., Steigerwald T., Turau H. & U. Wienert, 2011: Estimation of climate change impacts on the urban heat load using an urban climate model and regional climate projections. Journal Applied Meteorology and Climatology, Vol. 50, No. 1, 167-184.

Kuttler W. 2009: Zum Klima im urbanen Raum. Klimastatusbericht 2008. Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), Offenbach, S. 6-12.

Kuttler W. 2010: Urbanes Klima – Teil 1. In: Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, 70 (2010), Nr. 7/8.

Kuttler W. 2010: Urbanes Klima – Teil 2. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft; 70 (2010), Nr. 9.

Kuttler W. 2011: Climate change in urban areas – Part 1, Effects. Environmental Sciences Europe 2011, 23:11 doi:10.1186/2190-4715-23-11.

OBB 2008: Energiebericht der Bayerischen Staatlichen Hochbauverwaltung. www.stmi.bayern.de/imperia/md/content/stmi/bauen/themen/gebaeude_energie/veroeffentlichungen/energiebericht_5_.pdf

Ortscheid J. 2002: online-Lärmumfrage - Auswertung der online-Umfrage des Umweltbundesamtes. Unveröffentlichter Bericht. www.umweltbundesamt.de/laermumfrage/index.htm

Rathert P. 2009: Energetische Sanierung von Bundesgebäuden. Präsentation zum Vortrag „Die energetische Sanierung von Bundesliegenschaften“ bei der Fachveranstaltung „Perspektiven für Energieeffizienzmärkte“ der dena am 2.12.2009 in Berlin. www.energieeffizienz-online.info/fileadmin/user_upload/Downloads_2009/091202_Rathert_-_BMVBS_-_Bundesliegenschaften.pdf

Siedentop, S., Heiland, S., Lehmann, I., Schauerte-Lüke, N. (2007): Nachhaltigkeitsbarometer Fläche. Regionale Schlüsselindikatoren nachhaltiger Flächennutzung für die Fortschrittsberichte der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie - Flächenziele. Reihe "Forschungen", Band 130. Bonn: Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung. www.bbsr.bund.de/cln_016/nn_21942/BBSR/DE/FP/ReFo/Raumordnung/NachhaltigkeitsbarometerFlaeche/01__Start.html

Staatliche Vermögens- und Hochbauverwaltung Baden-Württemberg 2009: Energiebericht 2009. www.vbv.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/show/1308056/Energiebericht_2009.pdf

StBA (Statistisches Bundesamt) 2008: Energieverbrauch privater Haushalte für Wohnen www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/STATmagazin/Umwelt/2008__12/2008__12Energieverbrauch,templateId=renderPrint.psml#Link1 (Abruf: 12.02.2010)

StBA 2008: Energieverbrauch der privaten Haushalte - Wohnen, Mobilität, Konsum und Umwelt. Begleitmaterial zur Pressekonferenz 5. November 2008 in Berlin www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pk/2008/UGR/pressebroschuere__ugr,property=file.pdf

UBA (Umweltbundesamt) (Hrsg.) 2011: Auswertung der Online- Lärmumfrage des Umweltbundesamtes. www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3974.pdf

Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg & Amt für Umweltschutz Stuttgart 2007: Städtebauliche Klimafibel Online. www.staedtebauliche-klimafibel.de/index-2.htm

8.2.3 Handlungsfeld „Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz“

Arbeitskreis KLIWA (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Deutscher Wetterdienst) (Hrsg.) 2002: Langzeitverhalten der Hochwasserabflüsse in Baden-Württemberg und Bayern. KLIWA-Projekt A 2.1.3: „Analyse zum Langzeitverhalten der Hochwasserabflüsse“. KLIWA-Berichte H. 2, Mannheim, 98 S.

Arbeitskreis KLIWA (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Deutscher Wetterdienst) 2003: Langzeitverhalten der mittleren Abflüsse in Baden-Württemberg und Bayern. KLIWA-Projekt A 2.1.2: "Analyse zum Langzeitverhalten der jährlichen und mittleren Abflüsse". KLIWA Berichte, H. 3, 93 S.

Arbeitskreis KLIWA (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Deutscher Wetterdienst) (Hrsg.) 2006: KLIWA-Projekt A 1.1.3 Langzeitverhalten der Starkniederschläge in Baden-Württemberg und Bayern „Trenduntersuchungen extremer Niederschlagsereignisse in Baden-Württemberg und Bayern“, KLIWA-Berichte H. 8, Offenbach, 93 S.

Arbeitskreis KLIWA (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Deutscher Wetterdienst) 2006: Regionale Klimaszenarien für Süddeutschland - Abschätzung der Auswirkungen auf den Wasserhaushalt. KLIWA-Projekt B 1.1.1/1.1.4 „Entwicklung und Vergleich regionaler Klimaszenarien“ und KLIWA-Projekt B 2.4/2.5 „Simulation des Abflusskontinuums und des Hochwasserabflusses mit regionalen Klimaszenarien“. KLIWA Berichte, H. 9, 104 S.

Adrian R., O’Reilly C.M., Zagarese H., Baines S.B., Hessen D.O., Keller W., Livingstone D.M., Sommaruga R., Straile D., Van Donk E., Weyhenmeyer G.A., Winderl M. 2009: Lakes as sentinels of climate change. Limnol. Oceanogr., 54 (6, part 2), 2009, 2283-2297. www.aslo.org/lo/toc/vol_54/issue_6_part_2/2283.pdf

ATV/DVWK (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall) 2003: Anthropogene Einflüsse auf Niedrigwasserabflüsse, Arbeitsbericht.

Belz J.U., Brahmer G., Buiteveld H., Engel H., Grabher R., Hodel H., Krahe P., Lammersen R., Larina M., Mendel H.-G., Meuser A., Müller G., Plonka B., Pfister L., van Vuuren W. 2007: Das Abflussregime des Rheins und seiner Nebenflüsse im 20. Jahrhundert. Analyse, Veränderungen und Trends. CHR-Reports I-22, Lelystad, 377 S. www.chr-khr.org/en/publications

BWG (Bundesamt für Wasser und Geologie) 2003: Die Niedrigwasser-Datenbank NQStat - Erste Analysen. Bern, 11 S.
www.bafu.admin.ch/hydrologie/01834/02051/index.html?lang=de

EEA 2008: Impact of Europe's changing climate - 2008 indicator based assessment. EEA Report No. 4, Copenhagen, 246 S.

DVWK 1999a: Statistische Analyse von Hochwasserabflüssen. DVWK-Merkblätter zur Wasserwirtschaft, Heft 251, Bonn.

DVWK 1999b: Hochwasserabflüsse (enthalten u. a.: Einsatz von Niederschlags-Abfluss-Modellen zur Ermittlung von Hochwasserabflüssen). Schriftenreihe des DVWK, 124, Bonn.

Dyck S. & Peschke G. 1995 „Grundlagen der Hydrologie“, Berlin.

Görgen K., Beersma J., Buiteveld H., Brahmer G, Carambia M., de Keizer O., Krahe P., Nilson E., Lammersen R., Perrin C., Volken D. 2010: Assessment of Climate Change Impacts on Discharge in the Rhine River Basin: Results of the RheinBlick2050 project, International Commission for the Hydrology of the Rhine Basin, Lelystad, 229 pp
www.chr-khr.org/en/assessment-climate-change-impacts-discharge-river-rhine-basin-results-rheinblick2050-project

Haller M. 2006: Die bayerische Niederschlagswassergebühr und ihre Deduktion aus den Gebührenprinzipien. Dissertation an der juristischen Fakultät der Universität Augsburg.

Hennegriff W. & Kolokotronis V. 2007: Methodik zur Ableitung von Klimaänderungsfaktoren für Hochwasserkennwerte in Baden-Württemberg. Wasserwirtschaft H. 9: 31-35

Hering D.: Climate Change and Freshwater. Indicating the status of freshwater ecosystems under changing climate conditions.
www.climate-and-freshwater.info

Huber V., Adrian R., Gerten D. 2008. Phytoplankton response to climatewarming modified by trophic state. Limnology and Oceanography, 53 (1): 1-13.

Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen 2009: Entwicklung und Stand der Abwasserbeseitigung in Nordrhein-Westfalen. Kurzfassung, Düsseldorf.

Nixdorf B., Rücker J., Deneke R., Grüneberg B. 2009: Gewässer im Klimastress? Eutrophierungsgefahr in Seen am Beispiel der Scharmützelseeregion. In: Forum der Forschung, Nr. 22, 2009, 99-106.

Plate E. J. & Merz B. (Hrsg.) 2001: Naturkatastrophen: Ursachen, Auswirkungen, Vorsorge. Schweizerbart, Stuttgart.

Straile A., Adrian R. 2000: The North Atlantic Oscillation and plankton dynamics in two European lakes - two variations on a general theme. Global Change Biology 6: 663-670.

Tauchmann H., Hafkesbrink J., Nisipeanu P. 2006: Innovationen für eine nachhaltige Wasserwirtschaft: Einflussfaktoren und Handlungsbedarf. Heidelberg, 340 S.

Wagner C. & Adrian R. 2009. Cyanobacteria blooms: Quantifying the effects of climate change. Limnology and Oceanography 54(6): 2460-2468.

Wahl B. 2007: Auswirkungen der Klimaveränderungen auf Binnenseen am Beispiel des Bodensees. KLIWA Berichte, H. 10.: 185-198.

Weyhenmeyer G. A., Adrian R., Gaedke U., Livingstone D. M., Maberly S. C. 2002: Response of phytoplankton in European lakes to a change in the North Atlantic Oscillation. Verhandlungen Internationale Vereinigung Limnologie 28: 1436-1439.

Wilhelm S. & Adrian R. 2008. Impact of summer warming on the thermal characteristics of a polymictic lake: Consequences for oxygen, nutrients and phytoplankton. Freshwater Biology 53: 226-237.

WMO (Editor) 2008: Manual on Low-flow Estimation and Prediction. WMO-No. 1029, Geneva www.whycos.org/chy/Manual_low_flow/OH-Report_No50_lowres.pdf

8.2.4 Handlungsfeld „Boden“

Balzer S., Ellwanger G., Raths U., Schröder E., Ssymank A. 2008: Verfahren und erste Ergebnisse des nationalen Berichts nach Artikel 17 der FFH-Richtlinie. Natur und Landschaft H. 83: 111-117.

BfN (Bundesamt für Naturschutz) 2009: Nationaler Bericht 2007 gemäß FFH-Richtlinie. www.bfn.de/0316_bericht2007.html

Bohne K. 2005: An Introduction into Applied Soil Hydrology. Reiskirchen, 231 pp.

Böttcher F. 2007: Klimawandel – Grundlagen und mögliche Auswirkungen für die Landwirtschaft. Vortrag auf der Landwirtschaftlichen Fachtagung der Initiative Weißeritz-Regio am 06.12.2007 in Röhrsdorf.www.tu-dresden.de/ioer/statisch/weisseritz/pdf/lw_fachtagung07/Boettcher_Klimawandel.pdf

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 2007: Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt. Bonn, 180 S.

Capriel P. (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft) 2010: Standorttypische Humusgehalte von Ackerböden in Bayern. Schriftenreihe 05 der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft LfL, Freising, 46 S.

Capriel P. & Seiffert D. (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft) 2009: 20 Jahre Boden-Dauerbeobachtung in Bayern. Teil 3: Entwicklung der Humusgehalte zwischen 1986 und 2007. Schriftenreihe 10 der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft LfL, Freising, 47 S. www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/schriftenreihe/p_36603.pdf

Drösler M., Freibauer A., Adelmann W., Augustin J., Bergman L., Beyer C., Chojnicki B., Förster C., Giebels M., Görlitz S., Höper H., Kantelhardt J., Liebersbach H., Hahn-Schöfl M., Minke M., Petschow U., Pfadenhauer J., Schaller L., Schägner P., Sommer M., Thuille A., Wehrhan M. 2011: Klimaschutz durch Moorschutz in der Praxis. Ergebnisse aus dem BMBF-Verbundprojekt „Klimaschutz - Moornutzungsstrategien“ 2006-2010. vTI-Arbeitsberichte 4/2011.

Düwel O., Siebner C.S., Utermann J., Krone F. 2007: Gehalte organischer Substanz in Oberböden Deutschlands: Länderübergreifende Auswertungen von Punktinformationen im FISBo BGR. 33 S. und Anlagen. www.bgr.bund.de/DE/Themen/Boden/Produkte/Schriften/Downloads/Humusgehalte__Bericht,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/Humusgehalte_Bericht.pdf

EEA (European Environment Agency) 2009: Progress towards the European 2010 biodiversity target. www.eea.europa.eu/publications/progress-towards-the-european-2010-biodiversity-target

EIONET (European Topic Centre on Biological Diversity for the European) 2008: Habitat Directive Article 17 Report. Article 17 Report (2001-2006) - An overview of Article 17 reporting. Paris, 4 pp. http://eea.eionet.europa.eu/Public/irc/eionet-circle/habitats-art17report/library?l=/papers_technical/reporting_ver1pdf/_EN_1.0_&a=d

Ellwanger G., Balzer S., Isselbächer T., Raths U., Schröder E., Ssymank A., Vischer-Leopold M., Zimmermann M. 2008: Der Nationale Bericht 2007 nach Art. 17 FFH-Richtlinie: ein Überblick über die Ergebnisse unter besonderer Berücksichtigung der Käfer. Naturschutz und Landschaftsplanung H. 40: 5-8.

Eulenstein F. & Glemnitz M. 2007: Einfluss des Klimawandels auf den Bodenwasserhaushalt und Erträge landwirtschaftlicher Kulturen und Biozönosen. 15.Landschaftstag 2007 – Auswirkungen des Klimawandels auf Natur und Landschaft, Magdeburg.

Europäische Kommission 2009: Assessment, monitoring and reporting of conservation status under the nature directives (Doc-Hab-04-03/03 rev.3). http://circa.europa.eu/Public/irc/env/monnat/library?l=/habitats_reporting/reporting_2001-2007/reporting_framework/dochab-04-03-03/_EN_1.0_&a=d

Freibauer A., Drösler M., Gensior A., Schulze E.D., 2009. Das Potenzial von Wäldern und Mooren für den Klimaschutz in Deutschland auf globaler Ebene. Natur und Landschaft 1: 20-25.

Holsten A., Vetter V., Vohland K., Krysanova V. 2009: Impact of climate change on soil moisture dynamics in Brandenburg with a focus on nature conservation areas. Ecological Modelling, 220/17: 2076-2087.

Huschek G., Krengel D., Kayser M., Bauriegel A., Burger H. 2004: Länderübergreifende Auswertung von Daten der Boden-Dauerbeobachtung der Länder. UBA-Texte 50/04, Berlin, 104 S. www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2824.pdf

Hüttl R. F., Prechtel A., Bens O. (Hrsg.) 2008: Zum Stand der Humusversorgung der Böden in Deutschland. Cottbuser Schriften zur Ökosystemgenese und Landschaftsentwicklung Bd. 7, Forschungszentrum Landschaftsentwicklung und Bergbaulandschaften, 236 S.

Kaufmann-Boll C., Kappler W., Lazar S., Meiners G., Tischler B., Baritz R., Dü-wel O., Hoffmann R., Utermann J., Makeschin F., Abiy M., Rinklebe J., Prüß A., Schilli C., Beylich A., Graefe U. 2011: Anwendung von Bodendaten in der Klimaforschung. F+E-Vorhaben des UBA 3708 71 205 01. Entwurf zum Abschlussbe-richt vom 14.2.2011.

Körschens M., Rogasik J., Schulz E., Böning H., Eich D., Ellerbrock R., Franko U., Hülsbergen K.-J., Köppen D., Kolbe H., Leithold G., Merbach I., Peschke H., Prystav W., Reinhold J. U., Zimmer J. 2004: Humusbilanzierungs – Methode zur Beurteilung und Bemessung der Humusversorgung von Ackerland. VDLUFA-Standpunkt. 12 S. www.vdlufa.de/joomla/Dokumente/Standpunkte/08-humusbilanzierung.pdf

Kreyling J. (BayCEER): Warum kann der Boden kälter werden, wenn das Klima wärmer wird? Und wieso ist das wichtig für Pflanzen? www.ag-wik.uni-bayreuth.de/ag-wik/de/aktuelles/html/86403/Vortragsreihe_Boeden_Winter.pdf

Kreyling J. & Henry H. A. L. in prep.: Vanishing winters: trends in soil frost dynamics and snow cover in Germany and their ecological implications

LABO (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz) 2010: LABO-Positionspapier „Klimawandel - Betroffenheit und Handlungsempfehlungen des Bodenschutzes“ vom 9.6.2010 www.labo-deutschland.de/documents/LABO_Positionspapier_Boden_und_Klimawandel_090610_aa8.pdf

Leithold G., Hülsbergen K.-J., Michel D., Schönmeier H. 1997: Humusbilanz – Methoden und Anwendung als Agrar-Umwelt-Indikator. In: Initiativen zum Umweltschutz, Bd. 5, Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Osnabrück: 43-54.

Meuleman A., Cirkel G., Zwolsman G. 2007: When climate change is a fact! Adaptive strategies for drinking water production in a changing natural environment. Water Science Technology. Bd. 56, H. 4: 137-144.

Möller K. o.J.: Humusbilanz nicht vernachlässigen. Information der Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Bezirksstelle Northeim. www.lwk-niedersachsen.de/download.cfm/file/279,3bcf5c57-237d-eebf-5e84994d089c1dd9~pdf.htm

Sachteleben J. & Behrens M. (2010): Konzept zum Monitoring des Erhaltungszustandes von Lebensraumtypen und Arten der FFH-Richtlinie in Deutschland. BfN-Skripten 278, Bonn-Bad Godesberg, 180 S.

Schaller M. & Weigel H-J. 2007: Analyse des Sachstands zu Auswirkungen von Klimaveränderungen auf die deutsche Landwirtschaft und Maßnahmen zur Anpassung, Johann Heinrich von Thünen-Instituts (vTI). Sonderheft 316 der Landbauforschung Völkenrode - FAL (Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft), Braunschweig, 247 S.

Scheffer F. & Schachtschabel P. 2002: Lehrbuch der Bodenkunde. Heidelberg, Berlin.

Schils R., Kuikman P., Liski J., van Oijen M., Smith P., Webb J., Alm J., Somogyi Z., van den Akker J., Billett M., Emmett B., Evans C., Lindner M., Palosuo T., Bellamy P., Jandl R., Hiederer R. 2008: Review of existing information on the interrelations between soil and climate change. ClimSoil - Final Report, Wageningen, 177 pp and Annexes. http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/climsoil_report_dec_2008.pdf

Schultz-Sternberg R., Bartsch R., Hommel R. 2010: Brandenburg spezifische Boden-Indikatoren für ein Klimamonitoring und Grundlagen zur Ableitung von Wirkungs- und Alarmschwellen. Fachbeiträge des Landesumweltamts Branden-burg (LUA) Heft-Nr. 114, Potsdam, 70 S.

Seidenstücker C. 2010: NRW auf dem Weg zu einem Klimafolgenmonitoring. Vortrag auf der 4. Umweltbeobachhtungskonferenz am 23. und 24.10.2010 in Essen. www.lanuv.nrw.de/umwelt/ubk/AG2/Seidenstuecker,Christina(2010).pdf

StMLF (Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten) 2003: Grünlandwirtschaft in Bayern – Status- und Entwicklungsbericht. München, 8 S. www.stmelf.bayern.de/agrarpolitik/aktuell/14647/linkurl_gruenlandwirtschaft2003.pdf

Sukopp U., Neukirchen M., Ackermann W., Fuchs D., Sachteleben J., Schweiger M. 2010: Bilanzierung der Indikatoren der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt: Wo steht Deutschland beim 2010-Ziel? Natur und Landschaft, H. 7: 288-299.

UBA (Umweltbundesamt) (Hrsg.) 2008: UBA-Workshop „Böden im Klimawandel - Was tun?!" am 22./23. Januar 2008. UBA-Texte 25/08, Dessau-Roßlau, 320 S. + Anhänge.

Walentowski H., Lotsch H., Meier-Uhlherr R. 2008: Moore und Klimawandel. LFW aktuell 67.

Wessolek G. & Asseng S. 2006: Trade-off between wheat yield and drainage under current and climate change conditions in northeast Germany. European Journal of Agronomy 24: 333-342.

Wessolek G., Kaupenjohann M., Dominik P., Ilg K., Schmitt A., Zeitz J., Gahre F., Schulz E., Ellerbrock R., Utermann J., Düwel O., Siebner C. 2008: Ermittlung von Optimalgehalten an organischer Substanz landwirtschaftlich genutzter Böden nach § 17 (2) Nr. 7 BBodSchG. Schlussbericht zum F+E-Vorhaben 202 71 264 des UBA, Berlin, 163 S.

8.2.5 Handlungsfeld „Landwirtschaft“

Alten von G. 2008: Das Risikoverhalten von Landwirten – eine Studie am Beispiel der Erntemehrgefahrenversicherung. Göttingen, 348 S.

Anter J., Gömann H., Kreins P., Richmann A. 2009: . Einfluss sich wandelnder ökonomischer Rahmenbedingungen auf die Beregnung landwirtschaftlicher Kulturen in Deutschland. Landbauforschung - Sonderheft 328: 21-28. http://literatur.vti.bund.de/digbib_extern/dk041699.pdf

Augustin J. & Erasmi S. 2008: Klimawandel - Apfelblüte macht das Regionalklima sichtbar. In: Nationalatlas aktuell 5 (05/2008), Leipzig: Leibniz-Institut für Länderkunde (IfL). http://aktuell.nationalatlas.de/uploads/media/08_05_Beitrag.pdf

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft 2007: Klimaänderung und Landwirtschaft - Bestandsaufnahme und Handlungsstrategien für Bayern. 6. Kulturlandschaftstag. Schriftenreihe 13, Freising: 57-70.

Blunck T. & Murr K. (Münchener Rück) 2010: SYSTEMAGRO - Basis für nachhaltiges Risikomanagement in der Landwirtschaft. Präsentation der Munich Re in München am 29. Juni 2010. www.munichre.com/app_pages/www/@res/pdf/media_relations/company_news/2010_06_29_presentation_systemagro_de.pdf

BMELV (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz)2008: Nationaler Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. Bonn, 32 S. http://nap.jki.bund.de/

BVL (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit) o.D.: Absatz an Pflanzenschutzmitteln in der Bundesrepublik Deutschland - Ergebnisse der Meldungen gemäß § 19 Pflanzenschutzgesetz für das Jahr 2008. Braunschweig, 25 S. www.bvl.bund.de

Chmielewski F. M., Müller A., Küchler W. 2005: Possible impacts of climate change on natural vegetation in Saxony (Germany). Int J Biometeorol (2005) 50: 96-104.

Chmielewski F. 2007: Phänologie – ein Indikator zur Beurteilung der Auswirkungen von Klimaänderungen auf die Biosphäre. promet 33, Nr. 1/2: 28-35.

Christen 0. 2008a: Auswirkungen des Klimawandels auf die Landwirtschaft in Thüringen - Welche Anpassungen sind möglich? Vortrag auf dem 4. Thüringer Kimaforum in Erfurt am 11.6.2008 www.tlug-jena.de/klimaforum/tkf4/pdf/christen.pdf

Christen O. 2008b: Langfristige Trends und Anpassung der Anbausysteme an den Klimawandel. In: Tiedemann A. v, Heitefuss R., Feldmann F.: Pflanzenproduktion im Wandel – Wandel im Pflanzenschutz, Deutsche Phytomedizinische Gesellschaft, Braunschweig: 57-64.

Doleschel P. 2007: Klimawandel und Landwirtschaft – Anpassungsmöglichkeiten in Ackerbau und Tierhaltung. Vortrag auf der 7. Hochschultagung des WZW am 29.06.2007.

DWD (Deutscher Wetterdienst) (Hrsg.) 2007: Phänologie. promet 33, Nr. 1/2

DWV (Deutscher Weinbauverband e.V.) 2008: Zahlen-Daten-Fakten 2008: DWV-Statistik zur internationalen Weinwirtschaft. Bonn.

EEA (European Environment Agency) 2009: Water resources across Europe – confronting water scarcity and drought. EEA Report No. 2/2009, Copenhagen, 55 S.

EEA 2008: Impact of Europe's changing climate - 2008 indicator based assessment. EEA Report No. 4, Copenhagen, 246 S.

Engelhard B. (Münchener Rück) 2006: Erntemehrgefahrenversicherung als agrarpolitisches Instrument. In UBA (Hrsg.): UBA-Workshop Klimaänderungen - Herausforderungen für den Bodenschutz am 28. und 29. September 2005. UBA-Texte 06/06: 177-180.

Freier B., Pallutt B., Jahn M., Sellmann J., Gutsche V., Zornbach W., Moll E. 2009: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz - Jahresbericht 2008. Berichte aus dem Julius-Kühn-Institut 149, Hrsg. Julius Kühn-Institut, Braunschweig, 64 S.http://nap.jki.bund.de/index.php?menuid=17

GDV 2007: Das Ende des Korns. Positionen Nr. 56 (27.09.2007) www.gdv.de/Publikationen/Periodika/Zeitschrift_Positionen/Positionen_56/inhaltsseite22026.html

GDV 2008: Konzept einer umfassenden und nachhaltigen Mehrgefahrenversicherung für landwirtschaftliche Betriebe in Deutschland. Berlin, 30 S. www.gdv.de/Downloads/Themen/Broschuere_Landwirtschaftskonzept.pdf

Gröbmaier J. 2009: Auswirkungen des Klimawandels auf die Ertragsvariabilität. In: Bill R., Korduan P., Theuvsen L., Morgenstern M. (eds.): Anforderungen an die Agrarinformatik durch Globalisierung und Klimaveränderung. Gesellschaft für Informatik, Bonn, Vol. 142: 49-52. (für Mühldorf und Rosenheim)

Hinrichs-Berger J. 2008 : Mögliche Anpassungsreaktionen der Landwirtschaft in Baden-Württemberg - Konsequenzen für den Pflanzenschutz. In: Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ) (Hrsg.): Herausforderung Klimawandel - Chance oder Risiko für die Landwirtschaft in Baden-Württemberg?: 9-10.

Kropp J., Holsten A., Lissner T., Roithmeier O., Hattermann F., Huang S., Rock J., Wechsung F., Lüttger A., Pompe S., Kühn I., Costa L., Steinhäuser M., Walther C., Klaus M., Ritchie S., Metzger M. 2009: Klimawandel in Nordrhein-Westfalen - Regionale Abschätzung der Anfälligkeit ausgewählter Sektoren. Abschlussbericht des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung (PIK) für das Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (MUNLV) : 33 ff.

Langner R. 2007: Wetter immer unberechenbarer. www.vdl.de/Journal_Digital/Schwerpunkt/06/Artikel_2.php

Mastel K. 2008: Mögliche Anpassungsreaktionen der Landwirtschaft in Baden-Württemberg - Konsequenzen für den Pflanzenbau. In: Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ) (Hrsg.): Herausforderung Klimawandel - Chance oder Risiko für die Landwirtschaft in Baden-Württemberg?: 7-8.

Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg & Landesamt für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Flurneuordnung 2005: Leitfaden zur Beregnung landwirtschaftlicher Kulturen. Postdam, 16 S. www.brandenburg.de/cms/media.php/2331/bereg_lf.pdf

Menzel A. 2007: Phänologische Modelle. promet 33, Nr. 1/2: 20-27.

Menzel A. 2006: Zeitliche Verschiebungen von Austrieb, Blüte, Fruchtreife und Blattverfärbung im Zuge der rezenten Klimaerwärmung. Forum für Wissen 2006, Freising: 47–53.

Niemann H. 2009: Tierhaltung: Anpassungsstrategien an Tierhaltung: Anpassungsstrategien an den Klimawandel. Vortrag auf der BMELV / vTI Fachtagung „Aktiver Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel – Beiträge der Agrar- und Forstwirtschaft" am 15. bis 16.6.2009 in Braunschweig. www.vti.bund.de/de/institute/ak/aktuelles/veranstaltungen/homepages/0901_klimaschutz/vortraege/Niemann.pdf

OcCC / ProClim 2007: Klimaänderung und die Schweiz 2050 - Erwartete Auswirkungen auf Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft. Bern, 172 S.

www.proclim.ch/products/ch2050/ch2050-bericht_d.html

Parmesan C. & Yohe G. 2003: A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. Nature 421: 37-42.

Rossberg D., Gutsche V., Enzian S., Wick M. 2002: Neptun 2000 – Erhebung von Daten zum tatsächlichen Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel im A-ckerbau Deutschlands. Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land und Forstwirtschaft, Heft 98, Kleinmachnow, 27 S. + Anhänge.

Roth U., Eggers Th., Seeßelberg F., Albrecht M. 1995: Analyse des Bundesfachverbands Feldberegnung (BFVF) zum Stand der Beregnung in Deutschlands. Zeitschrift für Bewässerungswirtschaft, H. 2: 113-120.

SMUL (Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie) (Hrsg.) 2009: Klimawandel und Landwirtschaft - Fachliche Grundlage für die Strategie zur Anpassung der sächsischen Landwirtschaft an den Klimawandel. Dresden, 149 S. www.umwelt.sachsen.de/umwelt/download/Broschuere_LW_fachliche_Grundlagen.pdf

Schaller M. & Weigel H-J. 2007: Analyse des Sachstands zu Auswirkungen von Klimaveränderungen auf die deutsche Landwirtschaft und Maßnahmen zur Anpassung, Johann Heinrich von Thünen-Instituts (vTI). Sonderheft 316 der Landbauforschung Völkenrode - FAL (Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft), Braunschweig, 247 S.

Soja, G. & Soja A.M. 2003: Dokumentation von Auswirkungen extremer Wetterereignisse auf die landwirtschaftliche Produktion. ARC Seibersdorf Research, 2003. (im Rahmen von StartClim.3b (Österreich): Dokumentation von Auswirkungen extremer Wetterereignisse auf die landwirtschaftliche Produktion)

Sterzel T. 2007: Correlation analysis of climate variables and wheat yield data on various aggregation levels in Germany and the EU-15 using GIS and statistical methods, with a focus on heat wave years. PIK-Report No. 108, Potsdam, 122 S. (für Baden-Württemberg auf Landkreisebene)

Stock M. 2005: KLARA. Klimawandel - Auswirkungen, Risiken, Anpassung. PIK-Report No. 99, Potsdam: 81 ff.

Stock M., Badeck F., Gerstengarbe F.-W., Kartschall T., Werner P.C. 2003: Weinbau und Klima – eine Beziehung wechselseitiger Variabilität. Terra Nostra 2003/6: 6. Deutsche Klimatagung: 422-426. www.pik-potsdam.de/~stock/paper/weinbau&klima_dkt2003.pdf

Streitfert A. 2005: Einfluss steigender Temperaturen und CO2-Konzentrationen auf Pflanzenphänologie und -anatomie. Diplomarbeit angefertigt im Fachbereich Biologie am Institut für Pflanzenökologie der Justus-Liebig-Universität Gießen, Gießen, 88 S.

Streitfert A., Grünhage L., Dörger G., Hanewald K., Wolf H. (HLUG) 2008: Klima-Biomonitoring: Klimawandel und Pflanzenphänologie in Hessen. Wiesbaden, 4 S. www.uni-giessen.de/cms/fbz/fb08/biologie/pflanzenoek/alte_homepage/forschung/Foeinr/UKL/luftmessstation/Infos_HLUG/HLUG/Klimabiomonitoring-Nov08

Streitfert A. & Grünhage L. 2009: Klimawandel und Pflanzenphänologie in Hessen. INKLIM 2012 Baustein II plus. Gießen, 46 S. www.hlug.de/static/klimawandel/inklim_plus/dokumente/berichte/phaenologie.pdf

Tischner H. (BayLfL) 2007: Pflanzenschutz unter veränderten Rahmenbedingungen – spezifische Erfordernisse im süddeutschen Raum. Vortrag zur Tagung "Fortschritte in der Krankheitsbekämpfung und Resistenzzüchtung bei landwirtschaftlichen Kulturpflanzen" am 10. Dezember 2007 in Fulda. www.gpz-online.de/docs_pdfs/Vortrag2.pdf

TLL (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft) 2009: Anpassung der Thüringer Landwirtschaft an den Klimawandel. Erarbeitet im August 2008 im Projekt „Landwirtschaft und Klimawandel“ der TLL, Jena, 12 S.

UBA: Wassernutzung in der Landwirtschaft: http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=3385

Wahl K. 2007: Klimawandel - Konsequenzen für den Weinbau. Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau. Vortrag auf dem Symposium zu den Folgen des Klimawandels, 12. April 2007. www.stmelf.bayern.de/agrarpolitik/aktuell/24609/linkurl_0_9_0_3.pdf

Wissenschaftliches Zentrums für Umweltsystemforschung (USF) der Universität Kassel 2005: Klimawandel und Landwirtschaft in Hessen: Mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf landwirtschaftliche Erträge. Abschlussbericht zum INKLIM Baustein 2, Kassel, 22 S.

www.hlug.de/static/klimawandel/inklim/dokumente/endberichte/landwirtschaft.pdf

Wolff P. & Zöbisch M. 1987: Consumption of Irrigation Water in the Federal Republkic of Germany. Gesamthochschule Kassel, Arbeiten und Berichte Nr. 19, Witzenhausen.

Zebisch M., Grothmann T., Schröter D., Hasse C., Fritsch U., Cramer W. 2005: Klimawandel in Deutschland - Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme. Forschungsbericht 201 41 253, UBA-FB 000844, UBA-Texte 08/05, Dessau, 203 S.

8.2.6 Handlungsfeld „Wald- und Forstwirtschaft“

Albert M. & Schmidt M. 2009: Beurteilung der Anbauwürdigkeit von Baumarten unter Klimawandel mittels dreidimensionaler Ökogramme. Deutscher Verband Forstlicher Forschungsanstalten - Sektion Ertragskunde, Beiträge zur Jahrestagung 2009: 83-94. www.nw-fva.de/~nagel/SektionErtragskunde/SektionErtragskundeBand2009.pdf

Albrecht L. 1988: Ziele und Methoden forstlicher Forschung in Naturwaldreservaten. Schweiz. Z. Forstwes., 139 (5), 373-387.

Asche N. 2009: Waldstandorte im Klimawandel. Forst und Holz 64, H.9: 14-17

Badeck F.-W., Lasch P., Hauf Y., Rock J., Suckow F., Thonicke K. 2004: Steigendes klimatisches Waldbrandrisiko. AFZ-DerWald 2/2004: 90-93.

Baier U., Majunke C., Otto L-.F. 2006: Von dem Einen belächelt – von den Anderen geschätzt, 80 Jahre Forstschutzmeldedienst in den ostdeutschen Ländern. AFZ-DerWald 61, H. 14: 783-785.

BMELV (Hrsg.) 2006: Arbeitsanleitung für die zweite bundesweite Bodenzustandserhebung im Wald (BZE II)

Bolte A., Ammer Ch., Löf M., Madsen P., Nabuurs G.-J., Schall P., Spathelf P., Rock J. 2009: Adaptive forest management in central Europe: Climate change impacts, strategies and integrative concept. Scandinavian Journal of Forest Research, 24 (6): 473-482.

Bolte A. & Ibisch P.L. 2007: Neun Thesen zu Klimawandel, Waldbau und Waldnaturschutz, AFZ – Der Wald 11/2007: 572-576.

Bolte A., Ibisch P., Menzel A., Rothe A. 2008: Was Klimahüllen uns verschweigen. AFZ-DerWald. 63/2008: 800-803.

Bolte A., Wellbrock N., Dunger K.2011: Wälder, Klimaschutz und Klimaanpassung – Welche Maßnahmen sind umsetzbar? AFZ DerWald 2/2011: 31-33.

Bücking W. 1997: Naturwald, Naturwaldreservate, Wildnis in Deutschland und Europa. Forst und Holz, 52 (18): 515-522.

Ciais P., Reichstein M., Viovy N., Granier A., Ogee J., Allard V., Aubinet M., Buchmann N., Bernhofer C., Carrara A., Chevallier F., de Noblet N., Friend AD. Friedlingstein P., Grunwald T., Heinesch B., Keronen P., Knohl A. Krinner G., Loustau D., Manca G., Matteucci G., Liglietta F., Ourcival JM., Papale D., Pilegaard K., Rambal S., Seufert G., Sousanna JF., Sanz MJ., Schulze ED., Vesala T., Valentini R. 2005: Europe-wide reduction in primary productivity caused by heat and drought in 2003. Nature, 437: 529-533.

Dobbertin M., Hug C., Waldner P. 2009: Kronenverlichtung, Sterberaten und Waldwachstum in Langzeitstudien – Welche Indikatoren beschreiben den Waldzustand am besten? Forum für Wissen 2009: 7–20. www.wsl.ch/publikationen/pdf/9803.pdf

EC, JRC, Institute for Environment and Sustainability 2009: Forest Fires in Europe 2008. JRC Scientific and Technical Reports, Report No 9, Luxembourg.

Eichhorn J., Icke R., Isenberg A., Paar U., Schönfelder E. 2005: Temporal development of crown condition of beech and oak as a response variable for integrated evaluations. Eur. J. Forest Res. 124: 335-347.

Falk W., Dietz E., Grünert S., Schultze B., Kölling C. 2008: Wo hat die Fichte genügend Wasser? Neue überregional gültige Karten des Wasserhaushalts von Fichtenbeständen verbessern die Anbauentscheidung. lwfaktuell 66: 21-25.

Fritts, H.C. 1976: Tree rings and climate. Academic Press, London, New York, San Francisco, 567 pp.

Gesellschaft der Deutschen Bundesstiftung Umwelt zur Sicherung des nationalen Naturerbes mbH (DBU Naturerbe GmbH) 2009: Manche mögen's heiß - Waldschädlinge im Klimawandel. Im Rahmen des Projekts „Wald in Not". Bonn, 41 S. www.wald-in-not.de/download/Schaedlinge.pdf

Hammel K. & Kennel M. 2001: Charakterisierung und Analyse der Wasserverfügbarkeit und des Wasserhaushalts von Waldstandorten in Bayern mit dem Simulationsmodell Brook90. Forstl. Forschungsber. München 185.

Hartebrodt C. 2008: Die Rolle des Waldes im CO2-Haushalt des Landes Baden-Württemberg. FVA einblick+ 01/08: 54-57.

Kätzel R. & Münch E. (Red.) 2008: Fortschrittsbericht der Bund - Länder – Arbeitsgruppe „Forstliche Genressourcen und Forstsaatgutrecht". Berichtszeitraum 2005 – 2008. BLE, Eberswalde und Bonn.

Kaufmann-Boll C., Kappler W., Lazar S., Meiners G., Tischler B., Baritz R., Düwel O., Hoffmann R., Utermann J., Makeschin F., Abiy M., Rinklebe J., Prüß A., Schilli C., Beylich A., Graefe U. 2011: Anwendung von Bodendaten in der Klimaforschung. F+E-Vorhaben des UBA 3708 71 205 01. Entwurf zum Abschlussbericht vom 14.2.2011.

Kölling C. & Ammer C. 2006: Waldumbau unter den Vorzeichen des Klimawandels. Zahlen der Bundeswaldinventur zeigen Anpassungsschwerpunkte. AFZ-DerWald. 20/2006: 1086-1089.

Kölling C. & Zimmermann L. 2007: Die Anfälligkeit der Wälder Deutschlands gegenüber Klimawandel. Gefahrstoffe-Reinhaltung der Luft 67: 259-268.

Kölling C., Bachmann M., Falk W., Grünert S., Schaller R., Tretter S., Wilhelm G. 2009a: Klima-Risikokarten für heute und morgen. Der klimagerechte Waldumbau bekommt vorläufige Planungsunterlagen. AFZ/DerWald 64: 806-810.

Kölling C., Bachmann M., Falk W., Grünert S., Wilhelm G. 2009b: Soforthilfe Baumarteneignung-Anbaurisiko-Klimawandel. Technischer Report (unveröffentlicht) LWF Freising, 67 S.

Kölling C., Dietz E., Falk W., Mellert K.-H. 2009c: Provisorische Klima-Risikokarten als Planungshilfe für den klimagerechten Waldumbau in Bayern. Forst und Holz 64, H. 7/8: 40-47.

Kölling C., Knoke T., Ammer C., Schall P. 2009d: Überlegungen zum Risiko des Fichtenanbaus in Deutschland vor dem Hintergrund des Klimawandels. Forstarchiv, 80: 42-54.

Kölling C., Konnert M., Schmidt O. 2008: Wald und Forstwirtschaft im Klimawandel. Antworten auf 20 häufig gestellte Fragen. AFZ-DerWald 15/2008: 804-807.

Kölling C., Zimmermann L., Borchert, H. 2009e: Von der »Kleinen Eiszeit« zur »Großen Heißzeit«. Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft des Fichtenanbaus in Deutschland. LWF aktuell 69: 58-61.

LABO (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz) 2010: LABO-Positionspapier „Klimawandel - Betroffenheit und Handlungsempfehlungen des Bodenschutzes" vom 9.6.2010 www.labo-deutschland.de/documents/LABO_Positionspapier_Boden_und_ Klimawandel_090610_aa8.pdf

Landesforstanstalt Eberswalde 2009: Waldschutzbericht 2008. Eberswalde, 42 S. www.brandenburg.de/sixcms/media.php/4055/ws2008.pdf

Lorenz M., Seidling W., Mues V., Becher G., Fischer R. 2001: Forest condition in Europe: 2001 Technical Report. UNECE, EC, Geneva, Brussels.

Majunke C., Matz S., Müller M. 2008: Sturmschäden in Deutschlands Wäldern von 1920 und 2007. AFZ-DerWald 7/2008: 380-381.

Meyer P. 1997: Zur Populationsdynamik in nordwestdeutschen Naturwäldern. Erkenntniswert der Naturwaldforschung für Forstwirtschaft und Naturschutz. Forst und Holz, 52 (18): 532-538.

Meyer P., Ackermann J., Balcar P., Boddenberg J., Detsch R., Förste, B., Fuchs H., Hoffmann B., Keitel W., Kölbel M., Köthke C., Koss H., Unkrig W., Weber J., Willig J. 2001: Untersuchung der Waldstruktur und ihrer Dynamik in Naturwaldreservaten. IHW-Verlag Eching, 107 S.

Meyer P., Bücking W., Gehlhar U., Schulte U., Steffens R. 2007: Das Netz der Naturwaldreservate in Deutschland: Flächenumfang, Repräsentativität und Schutzstatus im Jahr 2007. Forstarchiv, 78: 188-196.

Meyer P., Wevell v. Krüger A., Steffens R., Unkrig W. 2006: Naturwälder in Niedersachsen – Schutz und Forschung. Band 1. Leinebergland Druck, Alfeld, 339 S.

Michiels, H.-G. 2008: Dynamisierte Einstufung der Baumarteneignung als Grundlage für die waldbauliche Planung. FVA einblick+ 01/08: 44-49.

Mößmer E.-M. 2009: Manche mögen's heiß - Waldschädlinge im Klimawandel. Broschüre erstellt im Rahmen des DBU-Projekts „Wald in Not“, Bonn, 41 S.

Parviainen J., Bucking W., Vandekerkhove K., Schuck A., Paivinen R. 2000: Strict forest reserves in Europe: efforts to enchance biodiversity and research on forest left for free development in Europe (EU-COST-Action E4). Forestry, 73 (2): 107-118.

Paul M., Hinrichs T., Janssen A., Schmitt H.-P., Soppa B., Stephan B. R., Dörflinger H. (Bund-Länder-Arbeitsgruppe „Forstliche Genressourcen und Forstsaatgutrecht“) 2000: Konzept zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung forstlicher Genressourcen in der Bundesrepublik Deutschland – Neufassung 2000.

Paul M., Hinrichs T., Janssen A., Schmitt H.-P., Soppa B., Stephan B. R., Dörflinger H. 2010: Forstliche Genressourcen in Deutschland – Konzept zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung forstlicher Genressourcen in der Bundesrepublik Deutschland. Aktualisierte Neuauflage. www.genres.de/baeume-und-straeucher/

Petercord R. 2009: Waldschutz und Klimawandel – „Wettlauf“ mit den Schädlingen. LWF Wissen 63 „Fichtenwälder im Klimawandel“ , Freising: 61-69. www.lwf.bayern.de/veroeffentlichungen/lwf-wissen/63-fichte-im-klimawandel/waldschutz-und-klimawandel.pdf

Petercord R., Leonhard S., Muck M., Lemme H., Lobinger G., Immler T., Konnert M. 2009: Klimaänderung und Forstschädlinge. LWF aktuell 72: 4-7. www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/lwf_schaedlinge_klimawandel_projekt/index_DE

Petercord R., Schröter H., Holger V. 2008: Forstinsekten im Klimawandel – alte Bekannte mit neuem Potenzial? FVA einblick+ 01/08: 34-37. www.waldwissen.net/wald/klima/wandel_co2/fva_klima_insekten/index_DE

Polley H., Hennig P., Schmitz F. 2009: Eine Kohlenstoffinventur auf Bundeswaldinventur-Basis: Holzvorrat, Holzzuwachs, Holznutzung in Deutschland. AFZ-DerWald 64(20): 1076-1078.

Profft I., Baier U., Seiler M. 2008: Borkenkäfer als Vitalitätsindikator für einen standortgerechten Fichtenanbau. Forst und Holz 63, H. 2: 32-37.

Rothe A. & Borchert H. 2003: Der Wald für morgen - Eine Naturalbilanz über 25 Jahre naturnahe Forstwirtschaft. LWF-Bericht Nr. 39: 29

Reif A., Jolitz T., Münch D., Bücking W. 1998: Sukzession vom Eichen-Hainbuchen-Wald zum Ahorn-Wald - Prozesse der Naturverjüngung im Bannwald „Bechtaler Wald" bei Kenzingen, Südbaden. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 170 (4): 67-74.

Schils R., Kuikman P., Liski J., van Oijen M., Smith P., Webb J., Alm J., Somogyi Z., van den Akker J., Billett M., Emmett B., Evans C., Lindner M., Palosuo T., Bellamy P., Jandl R., Hiederer R. 2008: Review of existing information on the interrelations between soil and climate change. ClimSoil - Final Report, Wageningen, 177 pp and Annexes. http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/climsoil_report_dec_2008.pdf

Schubert A. 2010: Organisch gebundener Kohlenstoff im Waldboden – Die BZE2 gibt Einblick in die Größenordnung des Kohlenstoffspeichers. LWF aktuell 78/2010, Freising: 11-14. www.lwf.bayern.de/veroeffentlichungen/lwf-aktuell/78-bze-bodenzustandserhebung/Organisch-gebundener-Kohlenstoff-im-Waldboden.pdf

Schultze B., Kölling C., Dittmar C., Rötzer T., Elling W. 2005: Konzept für ein neues quantitatives Verfahren zur Kennzeichnung des Wasserhaushalts von Waldböden in Bayern: Modellierung – Regression – Regionalisierung. Forstarchiv 76: 155-163.

Seidling W. 2006: Auswirkungen von klimatischem Trockenstress auf den Waldzustand. Arbeitsbericht des vTI-Instituts für Waldökologie und Waldinventuren Nr. 2006/4, 68 S. www.bfafh.de/bibl/arbeitsb.htm#institut7.

Seidling W. 2007: Signals of summer drought in crown condition data from the German Level I network. Eur. J. Forest Res. 126: 529-544.

Seidling W. & Mues V. 2005: Statistical and Geostatistical Modelling of Preliminarily Adjusted Defoliation on an European Scale. Environmental Monitoring and Assessment (2005) 101: 223-247.

Schmitt H.-P. & Münch E. (Red.) 2006: Tätigkeitsbericht der Bund-Länder–Arbeitsgruppe „Forstliche Genressourcen und Forstsaatgutrecht“. Berichtszeitraum 01.01.2001 – 31.12.2004. BLE, Arnsberg und Bonn, 154 S.

Schrumpf M., Schulze E. D., Kaiser K., Schumacher J. 2011: How accurately can soil organic carbon stocks and stock changes be quantified by soil inventories? Biogeosciences, 8: 1193-1212.

Spekat A., Enke W., Kreienkamp F. 2007: Neuentwicklung von regional hoch aufgelösten Wetterlagen für Deutschland und Bereitstellung regionaler Klimaszenarien mit dem Regionalisierungsmodell WETTREG 2005 auf der Basis von globalen Klimasimulationen. Projektbericht im Rahmen des F+E-Vorhabens 204 41 138 „Klimaauswirkungen und Anpassung in Deutschland – Phase 1: Erstellung regionaler Klimaszenarien für Deutschland“, Mitteilungen des Umweltbundesamtes, 149 S.

Spiecker H., Mielikäinen K., Köhl M., Skovsgaard J.P. (eds.) 1996: Growth trends in European Forests. European Forest Institute (EFI) Report No. 5. Springer Berlin, Heidelberg, New York, 372 p. www.efi.int/portal/completed_projects/recognition/forest_growth_trends_in_europe

Straußberger R. 1999: Untersuchungen zur Entwicklung bayerischer Kiefern-Naturwaldreservate auf nährstoffarmen Sanden. Naturwaldreservate in Bayern, 4.

Teepe R., Dilling H., Beese F. 2003: Estimating water retention curves of forest soils from soil texture and bulk density.

Thüringer Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei 2010: Waldschutzbericht 2009 und prognostische Hinweise für 2010. Gotha, 61 S. www.thueringen.de/imperia/md/content/folder/waldschutz/waldschutzbericht2009_web.pdf

Ullrich T. 2009: Die Fichten-Risikokarte von Hessen-Forst. Forst und Holz 64., H.9: 22-24.

Wellbrock N. & Bolte A. 2008: Carbon sequestration potential of soils in commercial forests in Germany – contribution of National Forest Monitoring to the advancement of knowledge. Landbauforschung - vTI Agriculture and Forestry Research 4 2008 (58): 247-252.

Wessolek G., Kaupenjohann M., Dominik P., Ilg K., Schmitt A., Zeitz J., Gahre F., Schulz E., Ellerbrock R., Utermann J., Düwel O., Siebner C. 2008: Ermittlung von Optimalgehalten an organischer Substanz landwirtschaftlich genutzter Böden nach § 17 (2) Nr. 7 BBodSchG. Schlussbericht zum F+E-Vorhaben 202 71 264 des UBA, Berlin, 163 S.

Wittich K.P. 2009: Forest fires in Germany - A historic and future view. Poster auf der WMO World Climate Conference 3 in Genf, August 2009.

Ziche D. & Seidling W. 2010: Homogenisation of climate time series from ICP Forests Level II monitoring sites in Germany based on interpolated climate data. Ann. For. Sci. 67 (8), 6 p., DOI: 10.1051/forest/2010051.

Zimmermann L., Rötzer T., Hera U., Maier H., Schulz C., Kölling C. 2007: Konzept für die Erstellung neuer hochaufgelöster Klimakarten für die Wälder Bayerns als Bestandteil eines forstlichen Standortinformationssystems. In: Matzarakis A. & Mayer H- (Hrsg.) Proceedings zur 6. Fachtagung BIOMET des Fachausschusses Biometeorologie der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft e.V. Berichte des Meteorologischen Institutes der Universität Freiburg 16: 152-159.

8.2.7 Handlungsfeld „Fischerei“

Alheit J. 2008: Hering, Sardine und Sardelle – Klimawandel und Fischbestände. Biol. Unserer Zeit |1/2008 (38): 30-38.

BLE 2005: Die Hochsee- und Küstenfischerei in der Bundesrepublik Deutschland im Jahre 2005 - Bericht über die Anlandungen von Fischereierzeugnissen im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland durch deutsche und ausländische Fischereifahrzeuge. Hamburg, 20 S.

BMELV 2009: Opinion of the Federal Republic of Germany on the Green Paper concerning the Reform of the Common Fisheries Policy (CFP) (COM(2009)163 final of 22.04.2009). 19 S.

http://ec.europa.eu/fisheries/reform/docs/federal_ministry_germany_en.pdf

EEA, JRC, WHO 2008: Impacts of Europe`s changing climate – 2008 indicator-based assessment. EEA Report No 4/2008, Copenhagen, 246 S.

EC (Europäische Kommission / Generaldirektion Fischerei und Maritime Angelegenheiten) 2007: Klimawandel: Wie wirkt sich der Klimawandel auf die Fischerei aus?. In: EC 2007: Fischerei und Aquakultur in Europa. Nr. 35, Brüssel: 4-6.

EC / EUROSTAT 2010: Fishery statistics - Data 1995–2008. Luxembourg, 56 p. www.eds-destatis.de/de/publications/detail.php?th=5&k=1&dok=1534

Ehrich S. & Stein M. 2005: Fisch und Klima. BMELV ForschungsReport 1/2005. Schwerpunkt: Klimawandel und die Folgen: 18-21.

Ehrich S., Sell A., Wegner G. 2008: Reaktion der Bodenfischgemeinschaften der Nordsee auf die Klimaveränderungen (Auswertung eines Langzeitdatensatzes). Vortrag auf dem 18. Symposium „Aktuelle Probleme der Meeresumwelt“; BSH-Hamburg, 27.-28. Mai 2008. www.bsh.de/de/Das_BSH/Veranstaltungen/MUS/2008/Dokumente/Erich_K.pdf

FIZ (Fisch-Informationszentrum) 2010: Fischwirtschaft – Daten und Fakten 2010. Hamburg, 26 S. www.fischinfo.de/index.php?1=1&page=broschueren&link=br

Froese R. 2004: Keep it simple: three indicators to deal with overfishing. Fish and Fisheries 5: 86-91.

Froese R. & Roelß A. 2010: Rebuilding fish stocks no later than 2015: will Europe meet the deadline? Fish and Fisheries, DOI: 10.1111/j.1467-2979.2009.00349.x

Hammer C., Gröhsler T., Zimmermann C. 2000: Die Lage der Fischbestände in Nordostatlantik, Nord- und Ostsee - Einschätzungen des internationalen Rats für Meeresforschung im Frühjahr 2000. Inf. Fischwirtsch. Fischereiforsch. 47 (3): 111-126.

Hammer C. & Zimmermann C 2003: Einfluss der Umsetzung der ICES-Fangempfehlungen auf den Zustand der Fischbestände seit Einführung eines Vorsorgeansatzes. Inf. Fischwirtsch. Fischereiforsch. 50 (3): 91-97.

Hammer J. 2009: Der Internationale Rat für Meeresforschung (ICES). Portrait. ForschungsReport 2/2009: 45. www.bmelv-forschung.de/fileadmin/sites/FR-Texte/2009/FR-09-02/FR-09-02-45-ICES.pdf

Hubold G. 2000: Seefischerei – Nachhaltige Entwicklung der Hochseefischerei. Inf. Fischwirtsch. Fischereiforschung 47(4): 163-179.

ICES (Internationaler Rat für Meeresforschung) 2009: Report of the ICES Advisory Committee, 2009 – ICES Advice. Kopenhagen.

Kraus G., Sell A., Bernreuther M. 2009: Auswirkungen des Klimawandels auf die Dynamik und Verbreitung von Fischpopulationen und Fischereien. Kurzfassung eines Vortrags auf dem Meeresumwelt-Symposium 2009, Hamburg. www.bsh.de/de/Das_BSH/Veranstaltungen/MUS/2009/Dokumente/Titelseite.pdf

Mieszkowska N., Sims D., Hawkins S.J. 2007: Fishing, climate change and north-east Atlantic cod stocks. 12 S. www.wwf.org.uk/filelibrary/pdf/cc_cod_report.pdf

Mieszkowska N., Sims D., Hawkins S.J. 2007: Fishing, climate change and north-east Atlantic cod stocks. Summary report of commissioned scientific report for the World Wildlife Fund. WWF Marine Update (59). pp. 1-4.

MSC (Marine Stewardship Council) 2010: Jahresbericht 2009/10. London und Berlin, 36 S.

Pusch C. & v. Nordheim H. 2009: Positionspapier „Ökosystemgerechte nachhaltige Fischerei - Empfehlungen des Bundesamtes für Naturschutz“ (Hrsg. BfN), Insel Vilm, 31 S. www.bfn.de/habitatmare/de/publikationen-positionspapier-fischereiempfehlungen.php

Sell A. 2005: Mit dem Kabeljau durch Raum und Zeit - Langzeitanalysen in der Fischereiforschung – Voraussetzung für eine nachhaltige Bewirtschaftung. ForschungsReport 2/2005: 34-37.

WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen) 2006: Die Zukunft der Meere – zu warm, zu hoch, zu sauer. Sondergutachten, Berlin, 114 S.

WWF (Internationales WWF Zentrum für Meeresschutz) 2009: Hintergrundinformation – Der WWF Einkaufsratgeber Fisch & Meeresfrüchte. Januar 2009, Hamburg, 3 S. www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/pdf_neu/HG_Fischratgeber_2009.pdf

8.2.8 Handlungsfeld „Energiewirtschaft (Wandel, Transport und Versorgung)“

dena – Deutsche Energieagentur GmbH 2010 (Hrsg.): Analyse der Notwendigkeit des Ausbaus von Pumpspeicherwerken und anderen Stromspeichern zur Integration der erneuerbaren Energien – Abschlussbericht. Studie im Auftrag der Schluchseewerk AG 176 S. www.dena.de/fileadmin/user_upload/Download/Dokumente/Publikationen/ESD/Endbericht_PSW_-_Integration_EE_dena.pdf

dena – Deutsche Energieagentur GmbH 2010 (Hrsg.): dena-Netzstudie II. Integration erneuerbarer Energien in die deutsche Stromversorgung im Zeitraum 2015 – 2020 mit Ausblick auf 2025. Endbericht, 620 S. www.dena.de/fileadmin/user_upload/Download/Dokumente/Studien___Umfragen/Endbericht_dena-Netzstudie_II.PDF

Deutsches Atomforum e.V.: Jahresberichte „Kernenergie in Deutschland“; „Kernkraftwerke in Deutschland – Betriebsergebnisse“ www.atomforum.de/kernenergie/Service/Downloads/

E-Bridge Consulting GmbH, The Brattle Group Ltd. & ECgroup 2006: 4. Referenzbericht Anreizregulierung – Konzept einer Qualitätsregulierung. Studie im Auftrag der Bundesnetzagentur. www.bundesnetzagentur.de/media/archive/5799.pdf

EEA (European Environment Agency) 2008: Energy and environment report 2008. EEA Report No 6/2008. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. Nitsche S. & J. Schneider 2009: Kühlwasser – ein limitierender Faktor der Stromversorgung? In: BWK Das Energie-Fachmagazin Bd. 61 (2009) Nr. 3: 51-53.

Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES) (Hrsg.) 2010: Energiewirtschaftliche Bewertung von Pumpspeicherwerken und anderen Speichern im zukünftigen Stromversorgungssystem - Endbericht. Studie im Auf-trag der Schluchseewerk AG, 154 S. www.fvee.de/fileadmin/politik/IWES_Gutachten-Pumpspeicher.pdf

Molly J. P. 2011: Leistungsinstallation bei Windturbinen: Was ist richtig? In: DEWI Magazin Nr. 38, 2/2011: 49-57. www.dewi.de/dewi/index.php?id=74&L=1&tx_ttnews[tt_news]=111&cHash=2f6219837f77bc0472b30754c422d702
www.windwaerts.de/de/themen/windenergie/windangebot.html

Linnerud K., Mideksa T., Eskeland G. 2011: The Impact of Climate Change on Nuclear Power Supply. In: The Energy Journal, Vol. 32 / 2011, No. 1: 149-168.

Nitsche S. & Schneider J. 2009: Kühlwasser – ein limitierender Faktor der Stromversorung? In: BWK Das Energie-Fachmagazin Bd. 61 (2009) Nr. 3: 51-53

8.2.9 Handlungsfeld „Finanzwirtschaft“

EEA 2008: Impact of Europe's changing climate - 2008 indicator based assessment. EEA Report No. 4, Copenhagen.

GDV (Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.) 2009: Jahrbuch 2009 – Die deutsche Versicherungswirtschaft. Berlin, 146 S.
https://secure.gdv.de/gdv-veroeffentlichungen/upload_img/156_dwl.pdf

GDV 2011: Herausforderung Klimawandel – Antworten und Forderungen der deutschen Versicherer. Berlin, 18 S.
www.gdv.de/klimawandel

GDV 2011: Positionen zur Politik, Wirtschaft und Gesellschaft. Berlin: 18.
www.gdv.de/Downloads/Positionen_2011/POS77_2011.pdf

GDV o.D.: Statistisches Taschenbuch der Versicherungswirtschaft 2009. Berlin, 116 Datenblätter.
https://secure.gdv.de/gdv-veroeffentlichungen/user/control.php?EVENT=category&ACTION=showOffers&catID=7

Landmann P. 2003: Herausforderung eines drohenden Klimawandels an die Versicherungswirtschaft vor dem Hintergrund einer möglichen Elementarschaden-Zwangsversicherung, Hamburg: Diplomica Verlag.

SBI (Sustainable Business Institute) e.V. 2010: Herausforderung Klimakompetenz - Kundenerwartungen Finanzdienstleister - Ergebnisse einer Befragung von Privat- und Geschäftskunden. In Zusammenarbeit mit dem "Finanz-Forum: Klimawandel" im Rahmen des vom BMBF geförderten Projekts "CFI - Climate Change, Financial Markets and Innovation". 20 S.
www.cfi21.org/fileadmin/user_upload/Herausforderung_Klimakompetenz.pdf

8.2.10 Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“

Arminger G., Bommert K., Bonne T. 1996: Einfluss der Witterung auf das Unfallgeschehen im Straßenverkehr. In: Deutsche Statistische Gesellschaft (Hrsg.): Allgemeines statistisches Archiv. 80. Band 2/1996, Vandenhoeck & Rup-recht, Göttingen: 181-206.

Bark A., Ostrowski M., Kutschera R., Schmidt H., Heusch S. 2010a: Determin IRWIN: Improved local Winter Index to assess Maintenance Needs and Adapta-tion Costs in Climate Change Scenarios. Projekt im Rahmen des europäischen Straßenforschungsprogramms ERA-NET ROAD; www.eranetroad.org

Bark A., Ostrowski M., Kutschera R., Schmidt H., Heusch S. 2010b: Determining the risk of aquaplaning on federal highways. Unveröffentlichte Präsentation im Rahmen der ERA-NET ROAD Conference am 8.12.2010 an der BASt in Bergisch-Gladbach. 16 S.

BASt 2006: ZEB – Zustandserfassung und Bewertung. www.bast.de/nn_42746/Zeb/DE/home/homepage__node.html?__nnn=true

BMVBS (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung) 2007: Schifffahrt und Wasserstraßen in Deutschland – Zukunft gestalten im Zeichen des Klimawandels. Bonn, 56 S.

Deutscher Bundestag 2010: Verkehrsinvestitionsbericht 2009 - Unterrichtung durch die Bundesregierung. Bundestags-Drucksache 17/444 vom 14. 01. 2010.

Foreca Consulting Ltd, Klimator AB & Department of Earth Sciences University of Gothenburg 2009: IRWIN - Improved local winter index to assess maintenance needs and adaptation costs in climate change scenarios. Final report. www.eranetroad.org/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=142&Itemid=53

Hanke H. 2010: Streumengen und Einflussfaktoren im praktischen Winterdienst. In: Verband der Kali- Salzindustrie e.V. (Hrsg.) 2010: Der Winterdienst 2/2010: 2-4. /www.vks-kalisalz.de/images/pdfs/VKS_WD1_10.pdf (Abruf: 1.3.2011)

IRWIN: Improved local Winter Index to assess Maintenance Needs and Adapta-tion Costs in Climate Change Scenarios. Projekt im Rahmen des europäischen Straßenforschungsprogramms ERA-NET ROAD; www.eranetroad.org

National Research Council (U.S.), Committee on Climate Change and U.S. Transportation 2008: Potential impacts of climate change on U.S. transportation. Committee on Climate Change and U.S. Transportation, Transportation Research Board, Division on Earth and Life Studies, National Research Council of the National Academies. Washington, D.C., 280 pp. http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/sr/sr290.pdf

Otto Elsner Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG (Hrsg.) 2009: Der Elsner; Handbuch für Straßen- und Verkehrswesen.

Rothstein B., Scholten A., Nilson E., Baumhauer R. 2009: Sensitivity of bulk-cargo dependent industries to climate change – first results of a case study from the River Rhine. In: Leal Filho W. & Mannke F. (Hrsg.): Interdisciplinary Aspects of Climate Change. Umweltbildung, Umweltkommunikation und Nachhaltigkeit. Bd. 29, Frankfurt a. Main, 507 S.

Scholten A. 2010: Massenguttransport auf dem Rhein vor dem Hintergrund des Klimawandels – Eine Untersuchung der Auswirkungen von Niedrigwasser auf die Binnenschifffahrt und die verladende Wirtschaft. In: Baumhauer R., Hahn B., Job H., Paeth H., Rauh J., Terhorst B. (Hrsg.): Würzburger geographische Arbeiten - Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft Würzburg, H. 104. Selbstverlag des Institutes für Geographie der Julius-Maximilians-Universität Würzburg in Verbindung mit der Geographischen Gesellschaft Würzburg, 365 S.

StBA (Statistisches Bundesamt) 2009: Unfallentwicklung auf deutschen Straßen 2008.

Technische Universität Dresden (Hrsg.): Online-Kompendium Straßenentwurf. http://strassenentwurf.elcms.de/content/e601/e737/e738/e742/index_ger.html

Wasser- und Schifffahrtsdirektion Südwest 2009: Verkehrsbericht der Wasser- und Schifffahrtsdirektion Südwest 2008 – Ober- und Mittelrhein - Neckar- Mosel – Saar. www.elwis.de/Verkehrsstatistik/Verkehrsberichte/WSD-Suedwest.pdf (Abruf: 03.03.2011) www.binnenschiffahrtswelt.de/landratten.htm

8.2.11 Handlungsfeld „Tourismuswirtschaft“

Agrawala S. (Hrsg.) 2007: Klimawandel in den Alpen: Anpassung des Wintertourismus und des Naturgefahrenmanagements. OECD Publications, Paris, 131 S.

BALTEX 2006: Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin. 26 S, International Conferenz Göteborg, Sweden, 22.-23.05.2006

CIPRA International 2011: Tourismus im Klimawandel - Ein Hintergrundbericht der CIPRA. COMPACT Nr 08/2011, Schaan, 32 S.

DTV 2002: Die Entwicklung des Tourismus in Deutschland 1902-2002. 47 S, Bonn. www.deutschertourismusverband.de/content/files/100_jahre_dtv.pdf

DTV & DHV 2005: Begriffsbestimmungen – Qualitätsstandards für die Prädikatisierung von Kurorten, Erholungsorten und Heilbrunnen. 12. Auflage - April 2005. Aktualisiert gemäß: Beschluss der Mitgliederversammlung vom 24. Oktober 2009 sowie Beschluss der Mitgliederversammlung vom 10. Oktober 2010. www.deutscher-heilbaederverband.de/cms/media/pdf/Begriffsbestimmungen%2012.%20Auflage%20aktualisiert.pdf

Elsasser H. & Bürki R. 2002: Climate change as a threat to tourism in the Alps. Clim Res 20: 253–257.

Günther T. & Rachner M. 2000: Langzeitverhalten von Schneedeckenparametern - Ergebnisse aus KLIWA: 68-80. www.kliwa.de/download/symp2000/vortrag06.pdf

Günther T., Rachner M., Matthäus H. o.J.: Langzeitverhalten der Schneedecke in Baden-Württemberg und Bayern. KLIWA-Projekt A 1.1.4: Flächendeckende Analyse des Langzeitverhaltens verschiedener Schneedeckenparameter in Baden-Württemberg und Bayern. KLIWA-Heft 6, 76 S. www.kliwa.de/download/KLIWAHeft6.pdf

Jendritzky G. 1990: Methodik zur räumlichen Bewertung der thermischen Komponente im Bioklima des Menschen – Fortgeschriebenes Klima-Michel-Modell. Beitr. Akademie f. Raumforschung u. Landesplanung 114: 7-69.

OECD 2007: Klimawandel in den Alpen: Anpassung des Wintertourismus und des Naturgefahrenmanagements. 131 S. www.oecd.org/document/43/0,3746,de_34968570_34968855_37936555_1_1_1_1,00.html

Roth R., Krämer A., Schneider C., Weitzenkamp B., Sauter T., Simmer C., Wilker H. 2009: GIS-KliSchee – Anpassung des Wintersporttourismus in den deutschen Mittelgebirgen an Klimawandel und Witterungsvariabilität. In: Mahammadzadeh M., Biebeler H., Bardt H. (Hrsg.): Klimaschutz und Anpassung an die Klimafolgen, Köln: 263-270.

Seifert W. 2004: Klimaänderung und (Winter-)Tourismus im Fichtelgebirge – Auswirkungen, Wahrnehmung und Ansatzpunkte zukünftiger touristischer Entwicklung. Diplomarbeit an der Universität Bayreuth, 246 S. www.bayceer.uni-bayreuth.de/mm/de/lehre/html/26258DA_Seifert.pdf

Schneider C., Sauter T., Weitzenkamp B. 2009: Klimawandel und Wintersport in Mittelgebirgslagen. NAD aktuell 11 / 2009 aktuell.nationalatlas.de/uploads/media/09_11_Beitrag.pdf

StBA (Statistisches Bundesamt) 2010: Tourismus in Zahlen 2009. Teil A – Touristisches Angebot. www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/Fachveroeffentlichungen/BinnenhandelGastgewerbeTourismus/Tourismus/TourismusinZahlen__TeilA1021500097004,property=file.pdf

World Tourism Organisation (UNWTO) 2008: Climate Change and Tourism – Responding to Global Challenges. 256 S., Madrid

8.2.12 Querschnittsthema „Raum-, Regional- und Bauleitplanung“

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) (Hrsg.) 2007: Maßnahme 3.2a - „Schaffung geologischer und hydrologischer Informationsgrundlagen“ - Vorhaben: „Gefahrenhinweiskarte Oberallgäu“ - Abschlussbericht. In: Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.): UmweltSpezial. Eigendruck, 75 S, Augsburg.

LfU (Hrsg.) 2010: Gefahrenkarten. www.lfu.bayern.de/geologie/massenbewegungen/definition_gefahren/doc/gefahrenkarte.pdf

Einig K. & Dora M.: Raumordnungsplan-Monitor (ROPLAMO): ein bundesweites Informationssystem für Raumordnungspläne http://programm.corp.at/cdrom2008/papers2008/CORP2008_12.pdf

Gunreben M., Dahlmann I., Frie B., Hensel R., Penn-Bressel G., Dosch F. 2007: Die Erhebung eines bundesweiten Indikators Bodenversiegelung. In: Bodenschutz 2 (2007): 34-38.

Jendritzky G. 1990: Methodik zur räumlichen Bewertung der thermischen Komponente im Bioklima des Menschen – Fortgeschriebenes Klima-Michel-Modell. Beitr. Akademie f. Raumforschung u. Landesplanung 114: 7-69.

Mayer K., Patula S., Krapp M., Leppig B., Thom P., v. Poschinger A. 2010: Danger Map for the Bavarian Alps. Z. dt. Ges. Geowiss., 161/2, Stuttgart: 119-128.

PIK (Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung) 2009: Klimawandel in Nordrhein-Westfalen. Regionale Abschätzung der Anfälligkeit ausgewählter Sektoren. Abschlussbericht, April 2009.

Statistisches Bundesamt (StBA) 2010: Umweltökonomische Gesamtrechnungen - Nachhaltige Entwicklung in Deutschland, Indikatoren der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie zu Umwelt und Ökonomie. Wiesbaden, 21 S.

StBA (Schäfer D., Krack-Roberg E., Hoffmann-Kroll R.) 2002: Bodennutzung und wirtschaftliche Aktivitäten - Ein Beitrag zur Ökoeffizienzdiskussion. Kurzfassung von Band 11 der Schriftenreihe Beiträge zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, UGR-Online-Publikation, Wiesbaden, 21 S.

Siedentop S., Heiland S., Lehmann I., Schauerte-Lüke N. 2007: Nachhaltigkeitsbarometer Fläche. Regionale Schlüsselindikatoren nachhaltiger Flächennutzung für die Fortschrittsberichte der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie - Flächenziele. Reihe "Forschungen", Bd. 130. Bonn: Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung.

UBA (Umweltbundesamt) 2003: Reduzierung der Flächeninanspruchnahme durch Siedlung und Verkehr – Materialienband. UBA Texte 90/03, Berlin, 324 S. www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2587.pdf

UBA 2004: Verringerung der Flächeninanspruchnahme durch Siedlungen und Verkehr - Strategiepapier des Umweltbundesamtes. Berlin.

UBA 2004: Hintergrundpapier: Flächenverbrauch – ein Umweltproblem mit wirtschaftlichen Folgen. Berlin, 18 S. www.umweltdaten.de/uba-info-presse/hintergrund/flaechenverbrauch.pdf

UBA 2007: Raumbezogene Umweltplanung - Sparsamer Umgang mit Grund und Boden. www.umweltbundesamt.de/rup/flaechen/grund.htm

8.2.13 Querschnittsthema „Bevölkerungsschutz“

Allianz Deutschland AG 2008: Katastrophenschutz auf dem Prüfstand - Analysen, Prognosen und Empfehlungen für Deutschland. 58 S.

Gebauer J., Wurbs S. & M. Welp 2010: Arbeitspapier zur Vorbereitung des Stakeholderdialogs zu Chancen und Risiken des Klimawandels - Bevölkerungsschutz. Arbeitspapier zum Workshop vom 15.4.2010 in Dessau. www.anpassung.net/nn_1470162/DE/Anpassungsstrategie/Veranstaltungen/Dialoge_20zur_20Klimaanpassung/1004_20Bev_C3_B6lkerungsschutz/Arbeitspapier,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/Arbeitspapier.pdf

Geier W. 2009: Klimawandel und Katastrophenschutz. Präsentation zur AGBF-Fachtagung 2009 in Wilhelmshaven, 45 S. www.agbf.de/pdf/Vortrag_Klimawandel_und_Katastrophenschutz.pdf

Unger C. 2011: Anpassung an extremere Wetterereignisse im Klima von morgen. Statement zur Pressekonferenz am 15.02.2011 in Berlin.