

CLIMATE CHANGE

16/2014

# Ökonomie des Klima- wandels – Integrierte ökonomische Bewertung der Instrumente zur Anpassung an den Klimawandel



UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES  
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,  
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

Forschungskennzahl 3710 41 137  
UBA-FB 001924

## **Ökonomie des Klimawandels – Integrierte ökonomische Bewertung der Instrumente zur Anpassung an den Klimawandel**

von

**Dr. Oliver Schenker, Dr. Tim Mennel, Daniel Osberghaus, Beyhan  
Ekinci, Christian Hengesbach, Alexander Sandkamp**

Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH, Mannheim

**Christian Kind, Jonas Savelsberg, Walter Kahlenborn, Mareike  
Buth, Maximilian Peters, Stefan Steyer**

Adelphi research, Berlin

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

**UMWELTBUNDESAMT**

Diese Publikation ist ausschließlich als Download unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/oekonomie-des-klimawandels-integrierte-oekonomische> verfügbar.

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

ISSN 1862-4359

|                          |   |
|--------------------------|---|
| Durchführung der Studie: | Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH (ZEW)<br>L7, 1<br>68161 Mannheim  |
| Abschlussdatum:          | Dezember 2013   |
| Herausgeber:             | Umweltbundesamt<br>Wörlitzer Platz 1<br>06844 Dessau-Roßlau<br>Tel.: 0340/2103-0<br>Telefax: 0340/2103 2285<br>E-Mail: <a href="mailto:info@umweltbundesamt.de">info@umweltbundesamt.de</a><br>Internet: <a href="http://www.umweltbundesamt.de">http://www.umweltbundesamt.de</a><br><a href="http://fuer-mensch-und-umwelt.de/">http://fuer-mensch-und-umwelt.de/</a> |
| Redaktion:               | Fachgebiet I 1.7 KomPass – Klimafolgen und Anpassung in Deutschland<br>Clemens Haße   |

Dessau-Roßlau, Juni 2014

## **Kurzbeschreibung**

Die vorliegende Arbeit hat die übergeordnete Zielsetzung, Maßnahmenvorschläge im Bereich der Finanzierungs- und Anreizstrukturen für die Umsetzung der nationalen Anpassungsstrategie der Bundesregierung zu machen. Dazu wird der aktuelle Forschungsstand zur Ökonomie des Klimawandels und der Anpassung an den Klimawandel kritisch beleuchtet und eine Übersicht über konkrete Politikinstrumente sowie zu möglichen Kriterien der Bewertung dieser Instrumente erstellt. Mittels einer exemplarischen Multikriterienanalyse werden konkrete Instrumente bewertet und so aufgezeigt, wie dieses Werkzeug in der Politikevaluation angewandt werden könnte. Gleichzeitig wird versucht, das wichtige Kriterium der Kosteneffizienz mit der Weiterentwicklung ökonomischer Modellierungswerkzeuge auf eine besser fundierte Basis zu stellen, ohne dabei die Grenzen dieser Methoden aus den Augen zu verlieren. Daraus werden schließlich Handlungsempfehlungen zur Anpassung bestehender Politikinstrumente abgeleitet und praktikable Vorschläge zur Gestaltung neuartiger Instrumente identifiziert. Diese Handlungsempfehlungen berücksichtigen dabei explizit auch die sozialen, ökonomischen und individuellen Barrieren, die eine Implementierung dieser Maßnahmen oft erschweren. Damit soll diese Arbeit einen wichtigen Beitrag in der Weiterentwicklung von Werkzeugen zur Identifikation von praktikablen Politikmaßnahmen zur Förderung der Anpassung an den Klimawandel liefern.

## **Abstract**

This study has the overall objective to make proposals for action in the implementation of the National Adaptation Strategy of the German federal government addressing finance and incentive structures. On that account, the current state of research on the economics of climate change and the adaptation to it is assessed, an overview on specific policy measures is given, and possible evaluation criteria of these instruments are created. By means of an illustrative multi-criterion analysis, specific instruments are evaluated. Furthermore, the study discusses how multi-criterion analysis could be applied to evaluate policies. Simultaneously, a refinement of economic modeling tools is presented in order to give a more sound foundation of the crucial criterion of cost efficiency, without neglecting the limitations of this method. Based on these findings, recommendations for the adjustment of existing policy instruments are derived and practical suggestions for the design of new instruments are identified. These recommendations explicitly consider social, economic and individual barriers, which frequently hamper the implementation of those measures. This work should provide an important contribution to the advancement of tools to identify practical policy measures to promote adaptation to climate change.



## Inhaltsverzeichnis

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | Zusammenfassung .....   | 20 |
| 1.1   | Stand der ökonomischen Forschung zu Klimawandelauswirkungen .....                       | 20 |
| 1.1.1 | Kosten und Nutzen des Klimawandels in Deutschland .....                                 | 20 |
| 1.1.2 | Politikinstrumente zur Anpassung an den Klimawandel.....                                | 21 |
| 1.1.3 | Entscheidungsunterstützungssysteme .....  | 21 |
| 1.2   | Ein Überblick über die Anpassungspolitik der EU .....                                   | 22 |
| 1.3   | Übertragbarkeit und integrierte Bewertung von Politikinstrumenten .....                 | 24 |
| 1.4   | Integrierte makroökonomische Modellierung.....  | 26 |
| 1.5   | Bestehende Förderprogramme mit Relevanz für Anpassung.....                              | 27 |
| 1.6   | Identifizierung von zentralen Instrumenten .....  | 28 |
| 1.7   | Handlungsempfehlungen.....  | 29 |
| 2     | Summary .....   | 31 |
| 2.1   | Analysis and Research of the Economics of Climate Change .....                          | 31 |
| 2.1.1 | Costs and Benefits of Climate Change in Germany .....                                   | 31 |
| 2.1.2 | Policy Instruments for Adapting to Climate Change.....                                  | 32 |
| 2.1.3 | Decision Support Systems .....  | 32 |
| 2.2   | European Adaptation Policy.....   | 33 |
| 2.3   | Transferability and Integrated Evaluation of Policy Instruments .....                   | 34 |
| 2.4   | Integrated Macroeconomic Modelling .....  | 36 |
| 2.5   | Existing Promotional Programmes Relevant for Adaptation.....                            | 37 |
| 2.6   | Identification of Key Instruments.....  | 38 |
| 2.7   | Recommendations.....  | 39 |
| 3     | Arbeitspaket 1.1: Analyse und Forschung zur Ökonomie des Klimawandels .....             | 41 |
| 3.1   | Kosten und Nutzen des Klimawandels in Deutschland .....                                 | 41 |
| 3.1.1 | Einführung zu Kosten und Nutzen von Klimawandelfolgen.....                              | 41 |
| 3.1.2 | Methodisches Vorgehen bei der Berechnung von Kosten und Nutzen des<br>Klimawandels..... | 42 |
| 3.1.3 | Überblick zu bestehenden Studien über die Kosten des Klimawandels.....                  | 47 |
| 3.1.4 | Ausgewählte Ergebnisse aus den untersuchten Studien .....                               | 49 |
| 3.1.5 | Übergreifende Erkenntnisse für die nächsten Schritte im Projekt.....                    | 57 |
| 3.2   | Politikinstrumente zur Anpassung an den Klimawandel.....                                | 57 |
| 3.2.1 | Ordnungsrechtliche Instrumente .....  | 58 |

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| 3.2.2 | Ökonomische Instrumente.....  | 59  |
| 3.2.3 | Informatorische Instrumente.....  | 60  |
| 3.3   | Analyse weiterer Entwicklungen in der Klimaökonomie:<br>Entscheidungsunterstützungssysteme..... | 61  |
| 3.3.1 | Einleitung: Entscheidungsunterstützungssysteme in der Klimadebatte .....                        | 61  |
| 3.3.2 | Multikriterienanalyse.....  | 62  |
| 3.3.3 | Realoptionen.....   | 65  |
| 3.3.4 | Prospect Theory .....   | 73  |
| 3.3.5 | Weitere Bewertungsinstrumente .....   | 77  |
| 3.3.6 | Schlussfolgerungen .....  | 78  |
| 4     | Arbeitspaket 1.2: Europäische Anpassungspolitik.....  | 80  |
| 4.1   | Einleitung .....  | 80  |
| 4.2   | Bedeutung der Europäischen Union für Anpassung .....  | 80  |
| 4.2.1 | Die politische Ebene – zwischen global und national.....  | 80  |
| 4.2.2 | Grenzüberschreitende Auswirkungen des Klimawandels.....   | 81  |
| 4.2.3 | Auswirkungen in Sektoren mit gemeinsamer EU-Politik oder gemeinsamem<br>Binnenmarkt .....       | 82  |
| 4.2.4 | Koordinierung und Austausch bewährter Praktiken zwischen<br>Mitgliedsstaaten .....              | 82  |
| 4.2.5 | Flankierung und Unterstützung lokaler und nationaler Maßnahmen.....                             | 83  |
| 4.2.6 | Solidarität zwischen unterschiedlich betroffenen Mitgliedsstaaten .....                         | 83  |
| 4.2.7 | Positive Skaleneffekte.....   | 83  |
| 4.2.8 | Bezüge zur Charta der Grundrechte der EU.....   | 84  |
| 4.3   | EU-Anpassungsstrategie: Zentrale Politikoptionen .....  | 84  |
| 4.3.1 | Vom Weißbuch zur Anpassungsstrategie .....  | 84  |
| 4.3.2 | Ziel 1: Verbesserung der Wissensbasis .....   | 85  |
| 4.3.3 | Ziel 2: Förderung der Resilienz des EU-Territoriums .....                                       | 87  |
| 4.3.4 | Ziel 3: Förderung der Resilienz von vulnerablen Sektoren (Mainstreaming).....                   | 91  |
| 4.4   | Literaturrecherche zu Anpassungspolitik der EU.....   | 94  |
| 4.4.1 | Erstellung einer Literaturübersicht in Form einer Datenbank.....                                | 94  |
| 4.4.2 | Auswertung der Datenbank.....   | 96  |
| 4.5   | Implikationen für Anpassung in Deutschland.....   | 100 |
| 4.5.1 | Implikationen für staatliche Akteure in Anpassungsfragen.....                                   | 101 |
| 4.5.2 | Implikationen für die Privatwirtschaft in Anpassungsfragen.....                                 | 103 |

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| 4.5.3 | Implikationen für die Finanzierung von Anpassung.....   | 104 |
| 4.6   | Schlussfolgerungen.....   | 108 |
| 5     | Arbeitspaket 1.3: Übertragbarkeit und integrierte Bewertung von<br>Politikinstrumenten.....                           | 110 |
| 5.1   | Einführung zur Übertragbarkeit und integrierter Bewertung von<br>Politikinstrumenten.....                             | 110 |
| 5.1.1 | Bewertungskriterien für Politikinstrumente zur Anpassung an den<br>Klimawandel .....                                  | 112 |
| 5.1.2 | Methodische Umsetzung durch die Multikriterienanalyse .....   | 118 |
| 5.1.3 | Methodische Unterschiede im Vergleich zum Vorhaben „Policy Mix“ .....   | 120 |
| 5.2   | Ordnungsrechtliche Instrumente .....  | 122 |
| 5.2.1 | Gebot: Sommerlicher Wärmeschutz in der Energieeinsparverordnung<br>(EnEV).....  | 122 |
| 5.2.2 | Verbot: Bauverbot in HQ100-Gebieten .....   | 127 |
| 5.2.3 | Auflagen: Verpflichtung zu gestaffelten Versicherungsprämien .....  | 131 |
| 5.2.4 | Planerische Instrumente: Gefahrenzonenplan.....   | 135 |
| 5.3   | Ökonomische Instrumente .....   | 139 |
| 5.3.1 | Abgabe: Grundwasserentnahmeentgelt.....   | 139 |
| 5.3.2 | Abgabenerleichterungen: Ermäßigung des Niederschlagswasserentgelts für<br>begrünte Dach- und Tiefgaragenflächen ..... | 143 |
| 5.3.3 | Finanzbeihilfen I: Förderung von Dachbegrünung .....  | 147 |
| 5.3.4 | Finanzbeihilfen II: Agrarumweltmaßnahme „Mulchsaat“ – vorsorgender<br>Hochwasserschutz .....                          | 149 |
| 5.3.5 | Finanzbeihilfen III: Risikomanagement – Beihilfen für Ernteversicherungen.....  | 153 |
| 5.3.6 | Kompensationsregelungen: AdMit.....   | 156 |
| 5.3.7 | Zahlungen für Ökosystemdienstleistungen.....  | 160 |
| 5.3.8 | Handelbare Umwelt-Lizenzen: Wasserlizenzen.....   | 163 |
| 5.4   | Informatorische Politikinstrumente im Bereich Anpassung.....  | 166 |
| 5.4.1 | Beratungs- und Informationsdienstleistungen, Umweltaufklärung:<br>Einbindung von Klimawandelthemen in Lehrpläne ..... | 166 |
| 5.4.2 | Umweltzeichen: Blauer Engel.....  | 169 |
| 5.5   | Zusammenfassende Bewertung der Instrumente: Ein Gewichtungsbeispiel.....  | 172 |
| 6     | Arbeitspaket 1.4: Integrierte makroökonomische Modellierung .....   | 175 |
| 6.1   | Einleitung .....  | 175 |
| 6.2   | Herausforderungen in der ökonomischen Modellierung von Anpassung.....   | 176 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 6.2.1 | Anpassung als komplexes Konzept .....  | 177 |
| 6.2.2 | Der Raum als zentrale Dimension.....   | 178 |
| 6.2.3 | Datenseitige Herausforderungen .....   | 179 |
| 6.3   | Stand der Literatur .....  | 180 |
| 6.3.1 | Implizite Berücksichtigung von Anpassung .....   | 180 |
| 6.3.2 | Explizite Berücksichtigung von Anpassung .....   | 181 |
| 6.4   | Darstellung des Modellansatzes.....  | 183 |
| 6.4.1 | Grundsätzliche Modellstruktur .....  | 185 |
| 6.4.2 | Modellierung des Entscheidungskalküls .....  | 187 |
| 6.5   | Kalibrierung des Modells.....  | 189 |
| 6.5.1 | Gesamtwirtschaftliche Daten.....   | 190 |
| 6.5.2 | Daten zu Klimawandel und Anpassung .....   | 190 |
| 6.6   | Ergebnisse.....  | 192 |
| 6.6.1 | Gesamtwirtschaftliche Effekte des Klimawandels und Anpassung im<br>Landwirtschaftssektor. ....   | 193 |
| 6.6.2 | Gesamtwirtschaftliche Effekte des Klimawandels und Anpassung in der<br>Küsteninfrastruktur. .... | 194 |
| 6.6.3 | Sensitivitätsanalyse.....  | 195 |
| 6.7   | Diskussion.....  | 196 |
| 7     | Arbeitspaket 2.1: Bestehende Förderprogramme mit Relevanz für Anpassung.....                     | 198 |
| 7.1   | Einleitung .....   | 198 |
| 7.2   | Die Rolle des Staates bei der Anpassung an den Klimawandel.....                                  | 198 |
| 7.2.1 | Notwendigkeiten für staatliches Handeln.....   | 198 |
| 7.2.2 | Aufgaben des Staates .....   | 202 |
| 7.3   | Förderprogramme zur Klimaanpassung.....  | 204 |
| 7.3.1 | Förderung von Unternehmen.....   | 205 |
| 7.3.2 | Förderung von öffentlichen Organisationen .....  | 206 |
| 7.3.3 | Förderung von Privathaushalten.....  | 206 |
| 7.3.4 | Aktuelle Förderschwerpunkte.....   | 206 |
| 7.4   | Zwischenfazit und weitergehende Fragestellungen .....  | 208 |
| 8     | Arbeitspaket 2.2: Identifizierung von zentralen Instrumenten .....                               | 210 |
| 8.1   | Methodik, Auswahl von Förderprogrammen und Bewertungskriterien.....                              | 210 |
| 8.1.1 | Auswahl von zu untersuchenden Förderprogrammen .....   | 210 |
| 8.1.2 | Bewertungskriterien und zugehörige Indikatoren .....   | 212 |

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 8.1.3  | Vorgehen bei der Bewertung .....   | 216 |
| 8.2    | Bewertung ausgewählter Förderprogramme.....  | 217 |
| 8.2.1  | Bundesprogramm Biologische Vielfalt .....  | 217 |
| 8.2.2  | Klimaschutz-Plus – allgemeiner Programmteil.....   | 219 |
| 8.2.3  | Dorferneuerung.....  | 221 |
| 8.2.4  | Energieeffizient Sanieren – Investitionszuschuss.....  | 223 |
| 8.2.5  | Förderung der Fischerei und Fischwirtschaft in Mecklenburg-Vorpommern .....  | 225 |
| 8.2.6  | Neufassung der forstlichen Förderrichtlinie in NRW .....   | 227 |
| 8.2.7  | Förderung öffentlicher Tourismusinfrastruktureinrichtungen .....   | 228 |
| 8.2.8  | Förderung wasserwirtschaftlicher Vorhaben.....   | 230 |
| 8.2.9  | Hochwasserschutz im Binnenland .....   | 232 |
| 8.2.10 | Maßnahmen zur Gewässerentwicklung und zum Hochwasserschutz.....  | 234 |
| 8.2.11 | Nationale Klimaschutzinitiative – Klimaschutzprojekte in sozialen,<br>kulturellen und öffentlichen Einrichtungen – Teilkonzept Anpassung an<br>den Klimawandel ..... | 235 |
| 8.2.12 | Städtebauförderung Stadtumbau West.....  | 237 |
| 8.3    | Übergreifende Schlussfolgerungen .....   | 239 |
| 9      | Arbeitspaket 2.3: Handlungsempfehlungen.....   | 242 |
| 9.1    | Bedeutung autonomer Anpassung.....   | 242 |
| 9.2    | Individuelle Barrieren.....  | 243 |
| 9.2.1  | Finanzielle Barrieren.....   | 243 |
| 9.2.2  | Fehlende Informationen.....  | 245 |
| 9.2.3  | Kognitive Fehler und Verhaltensbarrieren .....   | 249 |
| 9.3    | Barrieren außerhalb des direkten Einflusses von Individuen .....   | 252 |
| 9.3.1  | Externalitäten .....   | 252 |
| 9.3.2  | Notwendigkeit kollektiver Handlungen.....  | 253 |
| 9.3.3  | Fehlanreize (moral hazard und Pfadabhängigkeiten).....   | 255 |
| 9.3.4  | Marktmacht.....  | 258 |
| 9.3.5  | Soziale Normen.....  | 260 |
| 9.4    | Fazit: Gesamtschau der Instrumente und möglicher Policy-Mix.....   | 260 |
| 10     | Quellenverzeichnisse .....   | 263 |
| 10.1   | Quellenverzeichnis für den Berichtstext.....   | 263 |
| 10.2   | Quellenverzeichnis für die Literaturlauswertung in Kapitel 3.1 .....   | 278 |
| 10.3   | Quellenverzeichnis für die Literaturlauswertung in Kapitel 4.4 .....   | 285 |

11 Anhang: Tabelle der identifizierten Förderprogramme..... 290

## Abbildungsverzeichnis

|  |     |
|--|-----|
| Abb. 1:Analysekette (© Eigene Darstellung).....  | 43  |
| Abb. 2:Anzahl der Studien pro Handlungsfeld zu Kosten und Nutzen des Klimawandels<br>(© Eigene Darstellung).....   | 48  |
| Abb. 3:Anzahl der Studien zu Kosten und Nutzen des Klimawandels pro<br>Methodenkategorie (© Eigene Darstellung).....   | 49  |
| Abb. 4:Abbildung der möglichen Handlungsstränge. Vierecke bedeuten<br>Entscheidungssituationen, der Kreis bedeutet der Eintritt des unsicheren<br>Ereignisses, somit die Auflösung der Unsicherheit (© Eigene Darstellung).....  | 67  |
| Abb. 5:Hypothetische Bewertungsfunktion. Charakteristisch sind der abnehmende<br>marginale Effekt von steigenden Gewinnen / Verlusten und der<br>betragsmäßig stärkere Effekt von Verlusten für den Nutzen. (©<br>Kahneman und Tversky 1979) .....   | 74  |
| Abb. 6:Hypothetische Gewichtungsfunktion. Die Funktion zeigt die gewichtete<br>Wahrscheinlichkeit in Abhängigkeit der tatsächlichen<br>Wahrscheinlichkeit. Beide Wahrscheinlichkeiten bewegen sich zwischen<br>0 und 1. Charakteristisch sind das „Überschätzen“ von kleinen<br>Wahrscheinlichkeiten und das „Unterschätzen“ von mittleren und<br>großen Wahrscheinlichkeiten. (© Kahneman und Tversky 1979) ..... | 75  |
| Abb. 7:Aufteilung der identifizierten Politikmaßnahmen nach Art der Maßnahme.<br>Mehrfachnennung möglich. (© Eigene Darstellung).....  | 97  |
| Abb. 8:Anzahl der identifizierten Politikmaßnahmen nach Veröffentlichungsdatum. (©<br>Eigene Darstellung) .....  | 97  |
| Abb. 9:Zusammenhang von Kategorie und Status der identifizierten Maßnahmen (©<br>Eigene Darstellung) .....   | 98  |
| Abb. 10:Zusammenhang von Kategorie und Grad der Konkretisierung der<br>identifizierten Maßnahmen (© Eigene Darstellung).....   | 99  |
| Abb. 11: Zusammenhang von aktuellem Status und Art der Veröffentlichung der<br>identifizierten Maßnahmen (© Eigene Darstellung).....   | 100 |
| Abb. 12:Potenzielle Vulnerabilität gegenüber Klimawandel, als Kombination aus<br>potenziellen Klimaeffekten und Anpassungskapazität der Regionen.<br>Dunklere Einfärbung bedeutet eine höhere Vulnerabilität. (© ESPON<br>2011).....   | 106 |
| Abb. 13:Anpassungskapazität der Regionen. Dunklere Einfärbung bedeutet eine höhere<br>Anpassungskapazität. (© ESPON 2011).....   | 107 |
| Abb. 14:Bewertung eines beispielhaften Instruments in einem Spinnendiagramm<br>(willkürliche Bewertungen) (© Eigene Darstellung).....  | 111 |
| Abb. 15:Aufteilung von Anpassungsaufgaben zwischen Markt und Staat. Hellblau<br>unterlegte Beispiele erfordern aus effizienzgeleiteter Sicht staatliches<br>Handeln. Die Aspekte „Fairness“ und „Versorgungssicherheit“ werden   |     |

|   |     |
|---|-----|
| optisch abgegrenzt, da – obwohl aus einer rein effizienzgeleiteten Sicht kein Marktversagen besteht – staatliche Eingriffe auf Grund gesellschaftlicher Entscheidungen die Regel sind. Im Fall von „Wechselwirkungen“ kann staatliches Handeln nötig werden, obwohl eigentlich Sektoren betroffen sind, die durch autonome Anpassung gekennzeichnet sind. (© Eigene Darstellung).....                     | 113 |
| Abb. 16:Gebot - sommerlicher Wärmeschutz (© Eigene Darstellung) .....   | 126 |
| Abb. 17:Verbot in HQ100-Gebieten (© Eigene Darstellung).....  | 130 |
| Abb. 18:Auflagen: Verpflichtung zu gestaffelten Versicherungsprämien (© Eigene Darstellung).....  | 135 |
| Abb. 19:Planerische Instrumente Gefahrenzonenplan (© Eigene Darstellung).....   | 138 |
| Abb. 20:Abgabe: Grundwasserentnahmeentgelt (© Eigene Darstellung).....  | 143 |
| Abb. 21:Abgabenerleichterungen: Ermäßigung des Niederschlagsentgelts für begrünte Dach- und Tiefgaragenflächen (© Eigene Darstellung).....  | 147 |
| Abb. 22:Finanzbeihilfen: Förderung von Dachbegrünung (© Eigene Darstellung) .....   | 149 |
| Abb. 23:Finanzbeihilfen: Mulchsaat (© Eigene Darstellung).....  | 152 |
| Abb. 24:Finanzbeihilfen: Ernteversicherung (© Eigene Darstellung).....  | 156 |
| Abb. 25:Kompensationsregelungen: AdMit (© Eigene Darstellung) .....   | 159 |
| Abb. 26:Zahlungen für Ökosystemdienstleistungen (© Eigene Darstellung) .....  | 163 |
| Abb. 27:Handelbare Umwelt-Lizenzen: Wasserlizenzen (© Eigene Darstellung) .....   | 166 |
| Abb. 28:Beratungs- und Informationsdienstleistungen, Umwelterklärung: Einbindung von Klimawandelthemen in Lehrpläne (© Eigene Darstellung).....   | 169 |
| Abb. 29:Umweltzeichen: Blauer Engel (© Eigene Darstellung).....   | 172 |
| Abb. 30:Die ökonomische Modellstruktur. Während die rechte Abbildung die Güterproduktion darstellt, wird in der linken Grafik die Verwendungsseite der Ökonomie dargestellt. Siehe den Text für eine detaillierte Erläuterung. Während das schwarz gedruckte in allen Sektoren und Kreisen gilt, beziehen sich die blauen Strukturen auf die Modellierung des Küstenschutzes. (© Eigene Darstellung)..... | 186 |
| Abb. 31:Anpassung als öffentliches und privates Gut (© Eigene Darstellung).....   | 200 |
| Abb. 32:Die Möglichkeiten zur Anpassung können aus verschiedenen Gründen eingeschränkt sein. Dann ist Initiative des Staats gefordert (© Eigene Darstellung).....   | 202 |
| Abb. 33:Dreistufiger Auswahlprozess der zu untersuchenden Förderprogramme (© Eigene Darstellung).....   | 211 |
| Abb. 34:Mittelwerte über alle Förderprogramme hinweg (© Eigene Darstellung).....  | 239 |

## Tabellenverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| Tab. 1:Übersicht über alle 14 bewerteten Instrumente-Maßnahmen-Kombinationen mit Scores der Kriterien, Gesamtbewertung, und Rangfolge. Basierend auf einer Gleichgewichtung aller fünf Kriterien. Bei gleichem Gesamtscore wird der Rangplatz mehrmals vergeben und der folgende Rangplatz nicht besetzt. Nachrangige Einträge erhalten somit den Rangplatz, der deutlich macht, wie viele Einträge davor rangieren. (© Eigene Darstellung)..... | 25 |
| Tab. 2:Overview of all 14 assessed instrument-measure combinations with scores of the individual criteria, overall assessment, and rank. The rank is based on an equal weighting of all five criteria. In case of an equal total score, the rank is allocated several times and the following rank stays vacant. Subordinate entries therefore receive the rank that shows how many entries rank before. (© Own illustration) .....              | 35 |
| Tab. 3:Ordnungsrechtliche Politikinstrumente, beispielhaft im Bereich Anpassung (© Eigene Darstellung).....  | 58 |
| Tab. 4:Beispiele für ökonomische Politikinstrumente im Bereich Anpassung (© Eigene Darstellung).....   | 59 |
| Tab. 5:Beispiele für informatorische Politikinstrumente im Bereich Anpassung (© Eigene Darstellung).....   | 60 |
| Tab. 6:Beispiel für eine Gewichtung von Kriterien (© Eigene Darstellung).....  | 62 |
| Tab. 7:Auszug aus Bewertungstabelle aus de Bruin et al. (2009a).....   | 64 |
| Tab. 8:„Vierfaches Risikoverhalten“: Vorherrschendes Risikoverhalten in Abhängigkeit davon, ob die Ereignisse als Gewinne oder Verluste interpretiert werden und in Abhängigkeit der Wahrscheinlichkeiten. Gilt nicht für extreme Wahrscheinlichkeiten (sehr nahe bei 0 oder 1). (© Tversky und Kahneman 1992) .....   | 75 |
| Tab. 9:Überblick über die Ziele und Politikoptionen der EU-Anpassungsstrategie im Bereich „Verbesserung der Wissensbasis“. Die farbige unterlegte Option gehört laut Impact Assessment nicht zum empfohlenen Maßnahmenpaket. (© EC 2013b).....   | 86 |
| Tab. 10:Überblick über die Ziele und Politikoptionen der EU-Anpassungsstrategie im Bereich „Förderung der Resilienz des EU-Territoriums“. Die farbige unterlegte Option gehört laut Impact Assessment nicht zum empfohlenen Maßnahmenpaket; innerhalb der Option 2C gehört die Sub-Option ii zum präferierten Maßnahmenpaket. (© EC 2013b) .....   | 88 |
| Tab. 11:Überblick über die Ziele und Politikoptionen der EU-Anpassungsstrategie im Bereich „Förderung der Resilienz von vulnerablen Sektoren“. Die mit einem Verbotssymbol versehenen Optionen gehören laut Impact Assessment nicht zum empfohlenen Maßnahmenpaket. (© EC 2013b).....  | 92 |

|   |     |
|---|-----|
| Tab. 12:Definition der Begriffe, die in den Bewertungsgrafiken verwendet werden (© Eigene Darstellung).....   | 111 |
| Tab. 13:Übersicht über alle 14 bewerteten Instrumente-Maßnahmen-Kombinationen mit Scores der Kriterien, Gesamtbewertung, und Rangfolge. Basierend auf einer Gleichgewichtung aller fünf Kriterien (© Eigene Darstellung).....               | 173 |
| Tab. 14:Parameterwerte für Klimafolgen und Anpassungskosten (© Eigene Darstellung).....   | 191 |
| Tab. 15:Parameterwerte für Kosten Küstenschutz (© Eigene Darstellung).....  | 191 |
| Tab. 16:Durchschnittliche Änderung der Bruttowertschöpfung in den betroffenen Landkreisen im Jahre 2030 unter Annahme von Klimafolgen und Möglichkeit der Anpassung relativ zu einem Szenario ohne Klimafolgen. (© Eigene Darstellung)..... | 195 |
| Tab. 17:Anpassung als öffentliches und privates Gut (© Eigene Darstellung).....   | 200 |
| Tab. 18:Bundesprogramme, die Anpassung an den Klimawandel explizit fördern. Datenquelle: vornehmlich Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, www.foerderdatenbank.de. (© Eigene Darstellung).....                                 | 206 |
| Tab. 19:Bewertungskriterien (© Eigene Darstellung).....   | 213 |
| Tab. 20:Erläuterung der Indikatoren (© Eigene Darstellung).....   | 214 |
| Tab. 21:Bundesprogramm Biologische Vielfalt (© Eigene Darstellung).....   | 217 |
| Tab. 22:Klimaschutz-Plus – allgemeiner Programmteil (© Eigene Darstellung) .....  | 219 |
| Tab. 23:Dorferneuerung (© Eigene Darstellung) .....   | 222 |
| Tab. 24:Energieeffizient Sanieren – Investitionszuschuss (© Eigene Darstellung) .....   | 223 |
| Tab. 25:Förderung der Fischerei und Fischwirtschaft in Mecklenburg-Vorpommern (© Eigene Darstellung).....   | 225 |
| Tab. 26:Neufassung der forstlichen Förderrichtlinie in NRW (© Eigene Darstellung) .....   | 227 |
| Tab. 27:Förderung öffentlicher Tourismusingfrastruktureinrichtungen (© Eigene Darstellung).....   | 229 |
| Tab. 28:Förderung wasserwirtschaftlicher Vorhaben (© Eigene Darstellung).....   | 231 |
| Tab. 29:Hochwasserschutz im Binnenland (© Eigene Darstellung).....  | 232 |
| Tab. 30:Maßnahmen zur Gewässerentwicklung und zum Hochwasserschutz (© Eigene Darstellung).....  | 234 |
| Tab. 31:Nationale Klimaschutzinitiative – Klimaschutzprojekte in sozialen, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen - Teilkonzept Anpassung an den Klimawandel (© Eigene Darstellung).....  | 235 |
| Tab. 32:Städtebauförderung (Stadtumbau West) (© Eigene Darstellung) .....   | 237 |
| Tab. 33:Auflistung der identifizierten Förderprogramme.....   | 290 |

## Abkürzungen

|                 |   |
|-----------------|---|
| Abb.            | Abbildung   |
| BIP             | Bruttoinlandsprodukt  |
| BMELV           | Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz                           |
| BMF             | Bundesministerium der Finanzen  |
| BMU             | Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit                                 |
| BMVBS           | Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung   |
| BMWi            | Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie  |
| bspw.           | beispielsweise  |
| CCLM            | Klima-Regionalisierungsmodell, abgeleitet aus dem Wettervorhersagemodell des DWD                |
| CES             | Constant Elasticity of Substitution   |
| CGE             | Computable General Equilibrium  |
| CO <sub>2</sub> | Kohlendioxid  |
| DAS             | Deutsche Anpassungsstrategie  |
| DG              | Generaldirektion in der EU-Kommission   |
| DICE            | Dynamic Integrated Model of Climate Change and the Economy – Integriertes Bewertungsmodell      |
| DWD             | Deutscher Wetterdienst  |
| EIB             | Europäische Investitionsbank  |
| et al.          | und andere  |
| EEA             | European Environmental Agency   |
| EU              | Europäische Union   |
| EU-ETS          | EU-Emissions Trading System – Europäisches Emissionshandelssystem                               |
| EUT             | Expected Utility Theory – Erwartungsnutzentheorie   |
| FuE             | Forschung und Entwicklung   |
| FUND            | Climate Framework for Uncertainty, Negotiation and Distribution – Integriertes Bewertungsmodell |
| GAK             | Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“                    |
| GAP             | Gemeinsame Agrarpolitik der EU  |
| GDV             | Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft   |
| ggf.            | gegebenenfalls  |
| GIS             | Geographisches Informationssystem   |

|         |   |
|---------|---|
| HWWI    | Hamburger Weltwirtschaftsinstitut   |
| IASG    | Impact and Adaptation Steering Group – Lenkungsgruppe für Folgenbewältigung und Anpassung   |
| IIASA   | International Institute for Applied Systems Analysis – Internationales Institut für angewandte Systemanalyse  |
| INADAP  | Projektkronym für das Forschungsvorhaben „Ökonomie des Klimawandels – Integrierte ökonomische Bewertung der Instrumente zur Anpassung an den Klimawandel“ |
| IPCC    | International Panel on Climate Change – Weltklimarat der UN-Klimawandel-Konvention  |
| KfW     | Kreditanstalt für Wiederaufbau  |
| Mio.    | Million   |
| MKA     | Multikriterienanalyse   |
| Mrd.    | Milliarde   |
| NAS     | Nationale und subnationale Anpassungsstrategien   |
| NGO     | Non-Governmental Organisation – Nichtregierungsorganisation   |
| NPV     | Net Present Value – Netto-Barwert   |
| OECD    | Organisation for Economic Co-operation and Development  |
| ÖSDL    | Ökosystemdienstleistungen   |
| PAGE    | Integriertes Bewertungsmodell   |
| PES     | Payments for Ecosystem Services – Bezahlssysteme für Ökodienstleistungen  |
| PESETA  | Projection of Economic impacts of climate change in Sectors of the European Union based upon a bottom-up Analysis   |
| PT      | Prospect Theory – Neue Erwartungstheorie  |
| REMO    | Klima-Regionalisierungsmodell des Max-Planck-Instituts für Meteorologie   |
| RICE    | Regional Integrated Model of Climate and the Economy – Integriertes Bewertungsmodell, regionalisierte Modellversion von DICE                              |
| STAR    | Klima-Regionalisierungsmodell des Potsdam Instituts für Klimafolgenforschung  |
| THG     | Treibhausgase   |
| TRAS    | Technische Regel Anlagensicherheit  |
| UBA     | Umweltbundesamt   |
| UFOPLAN | Umweltforschungsplan  |
| UNEP    | United Nations Environment Programme  |
| UNFCCC  | United Nations Framework Convention on Climate Change   |

|         |  |
|---------|--|
| UVP     | Umweltverträglichkeitsprüfung  |
| WEREX   | Klima-Regionalisierungsmodell von Climate & Environment Consulting GmbH  |
| WETTREG | Klima-Regionalisierungsmodell  |
| WIAGEM  | World Integrated Assessment Model – globales integriertes Modell für die Bewertung von Klimawandelwirkungen auf die Ökonomie |
| WSD Ost | Wasser- und Schifffahrtsdirektion Ost  |
| z.B.    | zum Beispiel   |
| ZEW     | Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung   |

# 1 Zusammenfassung

Das Projekt „Ökonomie des Klimawandels – Integrierte ökonomische Bewertung der Instrumente zur Anpassung an den Klimawandel“ hat die übergeordnete Zielsetzung, Maßnahmenvorschläge im Bereich der Finanzierungs- und Anreizstrukturen für die Umsetzung der nationalen Anpassungsstrategie der Bundesregierung zu machen. Dazu wird der aktuelle Forschungsstand zur Ökonomie des Klimawandels und der Anpassung an den Klimawandel kritisch beleuchtet und eine Übersicht über konkrete Politikinstrumente sowie zu möglichen Kriterien der Bewertung dieser Instrumente erstellt. Mittels einer exemplarischen Multikriterienanalyse werden konkrete Instrumente bewertet und so aufgezeigt, wie dieses Werkzeug in der Politikevaluation angewandt werden könnte. Gleichzeitig wird versucht, das wichtige Kriterium der Kosteneffizienz mit der Weiterentwicklung ökonomischer Modellierungswerkzeuge auf eine besser fundierte Basis zu stellen, ohne dabei die Grenzen dieser Methoden aus den Augen zu verlieren. Daraus werden schließlich Handlungsempfehlungen zur Anpassung bestehender Politikinstrumente abgeleitet und praktikable Vorschläge zur Gestaltung neuartiger Instrumente identifiziert. Diese Handlungsempfehlungen berücksichtigen dabei explizit auch die sozialen, ökonomischen und individuellen Barrieren, die eine Implementierung dieser Maßnahmen oft erschweren. Damit soll diese Arbeit einen wichtigen Beitrag in der Weiterentwicklung von Werkzeugen zur Identifikation von praktikablen Politikmaßnahmen zur Förderung der Anpassung an den Klimawandel liefern.

## 1.1 Stand der ökonomischen Forschung zu Klimawandelauswirkungen

In einem ersten Schritt wurde der Stand der ökonomischen Forschung zu den Auswirkungen des Klimawandels aufgearbeitet. Das Arbeitspaket 1.1 legt dabei wichtige theoretische und empirische Grundlagen, indem (a) aktuelle Kosten- und Nutzenschätzungen der Klimawandelauswirkungen in Deutschland aus der Literatur systematisch gesammelt und zusammengefasst werden; (b) die möglichen Politikinstrumente zur Förderung von Anpassungsmaßnahmen beschrieben und kategorisiert werden; und (c) wichtige Entscheidungsunterstützungssysteme für die Auswahl von alternativen Politikinstrumenten und ihre möglichen Anwendung auf Anpassungspolitik erläutert werden.

### 1.1.1 Kosten und Nutzen des Klimawandels in Deutschland

Das Projekt liefert einen umfassenden Überblick zum Stand von Kosten-Nutzen-Analysen von Klimafolgen und führt in das grundsätzliche Vorgehen dieser Untersuchungen sowie in die gängigsten Methoden ein. Hierzu wurde eine Literaturrecherche zu diesem Thema durchgeführt. Die Auswertung der untersuchten Literatur erlaubt Rückschlüsse im Hinblick auf Trends und Lücken in der Forschung zu den Kosten des Klimawandels. Letztendlich kann diese Übersicht eine Einschätzung erleichtern, inwiefern die Datengrundlage zu Kosten des Klimawandels in Deutschland ausreicht, um die Kosten-Nutzen-Analyse als Methode zur Bewertung von Politikinstrumenten für die Förderung von Anpassung einzusetzen. Darüber hinaus bietet die Vorstellung der Methoden zur Berechnung von Kosten und Nutzen des Klimawandels einen Ausgangspunkt, um die Qualität der Ergebnisse von einzelnen Studien einordnen zu können.

Aufgrund divergierender methodischer Ansätze, unterschiedlicher betrachteter Zeitperioden und räumlicher Abgrenzungen in den analysierten Studien ist eine Vergleichbarkeit oder

Möglichkeit zur Aggregation der ermittelten Kosten und Nutzen kaum gegeben. Angesichts dieser Tatsachen sowie der Beobachtung, dass viele Studien einen räumlich stark begrenzten und sektorspezifischen Fokus haben, scheint es absehbar schwierig eine robuste Kosten-Nutzen-Analyse für die übergreifende Bewertung von Politikinstrumente zur Förderung von Anpassungsmaßnahmen, etwa Förderprogramme oder Ge- und Verbote, vorzunehmen. Will man trotz der eingeschränkten Datenverfügbarkeit eine Analyse von Politikinstrumenten durchführen, die letztlich Aussagen über reduzierte Schäden gegenüber einer Baseline erlauben, sollte der Fokus auf Instrumenten liegen, die regional begrenzt umgesetzt werden und Maßnahmen in den Handlungsfeldern fördern, in denen die Dichte der verfügbaren Kostenschätzungen vergleichsweise hoch ist (z.B. Hochwasser- und Küstenschutz, Energie und Land- und Forstwirtschaft). Eine andere Möglichkeit, trotz bestehender Wissenslücken zu begründeten und nachvollziehbaren Entscheidungen zu gelangen, wird durch die Multikriterienanalyse in Arbeitspaket 1.3 illustriert.

### **1.1.2 Politikinstrumente zur Anpassung an den Klimawandel**

Angesichts der Herausforderungen durch den Klimawandel ergibt sich die Frage, welche Politikinstrumente genutzt werden können, um mit einem vernünftigen Mitteleinsatz die Handlungsfähigkeit von Anpassungsakteuren zu stärken, ohne dabei Anreize zur Eigenvorsorge zu untergraben. Politikinstrumente sind „Techniken, Mittel, Wege und Verfahrensweisen um politisch gesetzte Ziele zu erreichen. Politikinstrumente sind Träger genereller Vorstellungen über die Rolle des Staates in der Gesellschaft und die Art der Regulierungstätigkeit, die als legitim und effektiv erachtet wird“ (Braun und Giraud 2009). In Anlehnung an Stehling können Politikinstrumente dabei in ordnungsrechtliche, ökonomische und informatorische Instrumente unterteilt werden (Stehling 1999). Zu den ordnungsrechtlichen Instrumenten gehören Ge- und Verbote, Auflagen und planerische Instrumente, zu den ökonomischen Instrumenten zählen Abgaben, Finanzbeihilfen, Steuer- und Abgabenerleichterungen, Kompensationsregelungen und handelbare Lizenzen, und als informatorische Instrumente erfassen wir Beratungs- und Informationsleistungen sowie Umweltlabels. Zu jedem genannten Instrument wird ein existierendes Beispiel aus dem Bereich der Anpassungspolitik aufgeführt, das in Arbeitspaket 1.3 einer genaueren Bewertung unterzogen werden wird.

### **1.1.3 Entscheidungsunterstützungssysteme**

Angesichts einer hohen Unsicherheit in der monetären Kosten-Nutzen-Bewertung von Klimaeffekten und Anpassungsinstrumenten stellt sich die Frage, welche alternativen Methoden der Anpassungspolitik zur Verfügung stehen?

Das Vorhaben stellt die wichtigsten Entscheidungsunterstützungssysteme vor, illustriert sie jeweils mit einem Beispiel aus dem Themengebiet der Anpassung und diskutiert die Anwendbarkeit für konkrete Anpassungsentscheidungen in Deutschland. Die in der ökonomischen Literatur am weitesten verbreitete Methode zur Entscheidungsfindung ist sicherlich die Kosten-Nutzen-Analyse. Da hierüber bereits ein ausführliches Forschungsvorhaben des Umweltbundesamtes durchgeführt und abgeschlossen wurde, soll an dieser Stelle der Fokus auf andere Methoden gelegt werden (FKZ 3709 41 121, Tröltzsch et al. 2011; Tröltzsch et al. 2012). Im Einzelnen sind dies die Realoptionentheorie, die Multikriterienanalyse (MKA), Prospect Theory, und in geringerem Umfang risikobasierte Ansätze und die Delphi-Methode.

Zunächst bleibt festzuhalten, dass keiner der hier vorgestellten Ansätze als die perfekte Lösung gelten kann. Entscheidungen unter Unsicherheit erfordern in jedem Fall eine Güterabwägung: Eine MKA ermöglicht die Einbindung verschiedener Stakeholder, kommt jedoch keinesfalls ohne subjektive Bewertungen aus. Wenn der Schwerpunkt dagegen auf einem rein ökonomischen Optimierungskalkül gelegt werden soll (wie bei der Realoptionenmethode) müssen andere Politikziele, wie etwa das Vorsorgeprinzip unter Umständen in den Hintergrund treten. Wenn neuere verhaltensökonomische Theorien (z.B. Prospect Theory) zur Entscheidungsfindung herangezogen werden, können wahrscheinlich die realen Entscheidungsprozesse wirklichkeitstreuer dargestellt werden und die Entscheidung basiert dadurch tendenziell auf realistischeren Annahmen bezüglich des Verhaltens privater Haushalte. Dem gegenüber steht die Gefahr, einen recht unerprobten Ansatz zu nutzen, der v.a. im Klimakontext bisher kaum verwendet wurde. Auch ist die theoretische Konsistenz von manchen verhaltensökonomischen Ansätzen umstritten.

Eine Schlussfolgerung daraus könnte sein, dass bei einer Entscheidung für oder gegen bestimmte Anpassungsprojekte im optimalen Fall mehrere Entscheidungsunterstützungssysteme herangezogen werden sollten. Bei Kenntnis der jeweiligen Stärken und Schwächen könnten die verschiedenen Aspekte einer Politik mit dem jeweiligen Instrument bewertet werden – also etwa die ökonomische Effizienz unter Unsicherheit mit der Realoptionenmethode sowie der klassischen Kosten-Nutzen-Analyse, die gesellschaftliche Akzeptanz mit der MKA, und der erwartete Einfluss auf individuelles Verhalten unter Unsicherheit mit neuen Entscheidungsmodellen wie der Prospect Theory.

Ein wichtiger Vorteil der MKA im Kontext der Klimaanpassungspolitik ist die Fähigkeit, auch bei Datenlücken grundsätzlich anwendbar zu bleiben. Insofern ist die MKA in der Lage, eine breitere Grundlage für die Bewertung von Instrumenten zur Förderung von Anpassung zu schaffen und teilweise ohne monetäre Schätzung der Folgen des Klimawandels gut begründete und transparent hergeleitete Handlungsempfehlungen zu geben. Dies wird in Arbeitspaket 1.3 an einer Reihe von möglichen Politikinstrumenten illustriert.

## **1.2 Ein Überblick über die Anpassungspolitik der EU**

Dieser Teil des Projekts befasst sich mit der Anpassungspolitik auf europäischer Ebene. Die Europäische Union hat in den letzten Jahren (seit Erscheinen des Grünbuchs in 2007, EC 2007) stetig daran gearbeitet, ihre Rolle bei der Anpassung in Europa weiter zu definieren und zu konkretisieren. Zum Zeitpunkt der Fertigstellung dieses Berichts ist die EU-Anpassungsstrategie (EC 2013a und EC 2013b) gerade erschienen, ihre Umsetzung steht jedoch noch größtenteils aus.

Zunächst werden die Gründe der Notwendigkeit von Anpassungsmaßnahmen auf europäischer Ebene erörtert. Diese Frage stellt sich, da Anpassung in den meisten Fällen als lokales Gut charakterisiert werden kann und – anders als bei der Vermeidung von Treibhausgasen – auch bei lokaler Umsetzung effizient sein kann. Die Hauptargumente, warum bestimmte Anpassungspolitiken trotzdem auf europäischer Ebene angesiedelt sein sollten, umfassen grenzüberschreitende Auswirkungen des Klimawandels, Klimateffekte in Wirtschaftssektoren mit gemeinsamer EU-Politik, die Koordinierung und Austausch bewährter Praktiken zwischen Anpassungsakteuren in der EU, die Flankierung und Unterstützung lokaler und nationaler Maßnahmen, positive Skaleneffekte (d.h. dass z.B. die relativen Kosten einer Intervention sinken

wenn große Projekte umgesetzt werden) sowie Solidaritätsaspekte zwischen unterschiedlich klimavulnerablen EU-Mitgliedsstaaten.

Anschließend wird die EU-Anpassungsstrategie unter ökonomischen Gesichtspunkten beleuchtet. Dabei werden zunächst die in der Strategie kommunizierten Ziele und Maßnahmenoptionen vorgestellt, um sie dann einer ökonomisch geleiteten Analyse zu unterziehen. Im Mittelpunkt stehen dabei Fragen wie die der Rechtfertigung für EU-Handeln zur Erreichung der definierten Ziele, Erfolgsaussichten der vorgestellten Optionen unter Berücksichtigung der Anreizstrukturen und mögliche Verbesserungspotenziale. Es zeigt sich, dass die Zuständigkeit der EU für manche der selbstgesteckten Ziele zumindest diskussionswürdig ist. Im Falle des konkreten Zieles der Anpassungsstrategie, dass alle Mitgliedsstaaten bis 2017 eine Nationale Anpassungsstrategie eingeführt haben sollten, besteht durchaus die Gefahr, dass rein nationale Prozesse von der EU maßgeblich mitbestimmt werden. Abgesehen von diesem potentiellen Konfliktfeld sind bereits heute viele Maßnahmen auf EU-Ebene zu nennen, die unzweifelhaft einen positiven Einfluss auf die Effektivität und Effizienz von Anpassung in der EU aufweisen. Dazu zählen eine Vielzahl von Vernetzungs- und Koordinierungsbemühungen, Datensammlung, Forschungsförderung und Wissensvermittlung. Hier kann die EU ihre Stärke als regionaler Staatenbund einsetzen und einen substantiellen Beitrag zur nationalen, lokalen und privatwirtschaftlichen Anpassung leisten.

Im Folgenden werden weitere EU-Dokumente, referierte Veröffentlichungen sowie andere wissenschaftliche Publikationen in die Analyse miteinbezogen. Das Projekt identifiziert 146 einzelne Anpassungsaktionen auf EU-Ebene, die in Bezug auf den Impactsektor, die Art der Intervention, den Grad der Konkretisierung und den Status der Umsetzung kategorisiert und eingeordnet werden. Dies ermöglicht eine Übersicht über bereits implementierte, vorgeschlagene und diskutierte staatliche Anpassungsmaßnahmen auf EU-Ebene.

Die Daten zeigen, dass die europäische Anpassungspolitik derzeit eher von unverbindlichen Vorgaben und Empfehlungen, Vernetzungsaktivitäten und Forschungsförderung geprägt ist. Die Gründe für das weitgehende Fehlen von konkreten, verbindlichen Anpassungsmaßnahmen sind vielfältig. Erstens wird oftmals argumentiert, dass die Wissensbasis für einschneidende, u.U. kostspielige Maßnahmen noch nicht ausreichend valide sei. Außerdem gab und gibt es immer noch Befürchtungen, eine zu starke Förderung von Anpassung könnte das Ziel der ambitionierten Klimaschutzpolitik ungewollt konterkarieren. Zudem bringt ein neues Politikfeld wie die Anpassung an den Klimawandel immer auch Konfliktstoff um Zuständigkeiten, Souveränitätsansprüche der Mitgliedsstaaten und neue Interferenzen zwischen den Fachressorts mit sich (Rayner und Jordan 2009).

Schließlich werden die wichtigsten Implikationen der diskutierten EU-Anpassungsmaßnahmen auf deutsche Entscheidungsträger zusammengetragen, dabei wird zwischen den Wirkungen auf private und staatliche Akteure sowie Finanzierungsfragen unterschieden. Wirkungen auf die Privatwirtschaft betreffen v.a. solche Sektoren, die bereits heute stark unter Einfluss der EU-Politik stehen (z.B. Landwirtschaft und Fischerei). Falls bestimmte Vorschläge z.B. zur Regulierung von wassersparenden Techniken umgesetzt würden, könnten auch viele Verbraucher von EU-weiter Anpassungspolitik betroffen sein, was angesichts unterschiedlicher Vulnerabilitätsmuster in der EU nicht unkritisch zu sehen ist. Staatliche Stellen können durch die EU-Anpassungspolitik mit neuen Rahmenbedingungen, Verpflichtungen zu konkreten Aktivitäten, der Abgabe von einzelnen Verantwortungsbereichen und steigendem Verwaltungsaufwand betroffen sein. Bei dieser Aufzählung ist zu beachten, dass der Fokus der

Analyse auf solche Implikationen gelegt wurde, die sich potenziell nachteilig auf deutsche Akteure auswirken könnten.

### **1.3 Übertragbarkeit und integrierte Bewertung von Politikinstrumenten**

Aufbauend auf der im vorherigen Arbeitsschritt gesammelten Politikinstrumenten wurden in diesem Arbeitspaket vierzehn Politikinstrumente im Feld der Anpassung bewertet und, sofern es sich um Beispiele aus dem Ausland handelt, im Hinblick auf ihre Anwendbarkeit in Deutschland geprüft. Das Ziel dieser Bewertung ist dabei nicht eine endgültige Priorisierung von Politikinstrumenten, sondern die explorative Prüfung von einzelnen im Ausland oder in Teilen Deutschlands implementierten Politikinstrumenten auf eine Übertragbarkeit auf (Gesamt-)Deutschland. Bei der Auswahl der zu bewertenden Optionen wurde Wert darauf gelegt, dass ein breites Instrumentenspektrum (ordnungsrechtliche, marktbasierende und informatorische Instrumente) abgedeckt ist. Es ging explizit nicht darum, alle in Frage kommenden Politikoptionen für die Anpassungsförderung in Deutschland zu evaluieren.

Das Vorhaben soll in erster Linie eine mögliche Bewertungssystematik für Anpassungspolitikinstrumente aufzuzeigen und damit erste explorative Bewertungen vornehmen. Die Bewertungen werden teilweise auch für die Ableitung von Handlungsempfehlungen herangezogen, wo dies sinnvoll erscheint. Insofern unterscheidet sich dieser Ansatz von dem zeitlich später angesiedelten UBA-Forschungsvorhaben „Policy Mix“ (FKZ 3712 48 102), bei dem eine umfassendere Bewertung von Politikoptionen zur Anpassung durchgeführt werden soll.

Die eigentliche Bewertung der Instrumente erfolgt in einem zweistufigen Verfahren. In einem ersten Schritt wird untersucht, ob staatliches Handeln im entsprechenden Feld überhaupt notwendig ist. Im zweiten Schritt werden schließlich die Instrumente anhand ihrer Effizienz untersucht, gemessen in einer groben makroökonomischen Kosten-Nutzen-Bewertung der Instrumente-Maßnahmen-Kombination. Weiterhin werden ihre Wirkungen auf horizontale und vertikale Gleichheit, ihrer Wirkungen auf die natürliche Umwelt, ihrer Wirkungen auf die Staatsfinanzen, sowie der zeitlichen Dringlichkeit ihrer Einführung bewertet.

Um zu einer Gesamtbewertung zu gelangen, wird schließlich das Verfahren der MKA herangezogen, das bereits oben detaillierter erläutert wurde. Für eine vollständige Vergleichbarkeit verschiedener Politikinstrumente, bedarf es einer Metrisierung der fünf Dimensionen der Bewertung und eines Aggregationsverfahrens. Die fünf Kriterien werden jeweils anhand eines Punktesystems bewertet, welches den direkten Vergleich der Auswirkungen verschiedener Instrumente ermöglicht. Die Aggregation wird in der Regel eine subjektive Komponente enthalten – die relative Bedeutung der Kriterien kann letztlich nur ein politischer Entscheidungsträger festlegen. Eine MKA kann hier allerdings dazu beitragen, die Bewertung transparenter zu machen.

Tab. 1 zeigt eine Übersicht über bewerteten Instrumente-Maßnahmen-Kombinationen. Die Punktevergabe erfolgt auf einer Skala von minus fünf bis plus fünf, wobei Null Neutralität des Instruments für das betreffende Kriterium bedeutet. Die hier vorgenommenen Gesamtbewertung ist hochgradig abhängig von der Gewichtung der einzelnen Kriterien. In diesem Vorhaben soll das grundsätzliche Vorgehen bei einer Gesamtbewertung beispielhaft demonstriert werden, daher wird auf die Gewichtung der Kriterien nicht näher eingegangen und eine Einheitsgewichtung gewählt (d.h. alle Kriterien erhalten eine identische Gewichtung). Die

Bewertung einer Option errechnet sich somit einfach aus dem arithmetischen Mittel der Scores in den fünf Kriterien.

Die in Tab. 1 vorgestellte Rangfolge soll lediglich als Demonstration dienen, wie die Multikriterienanalyse letztlich zu einem Ergebnis kommen kann, basierend auf einer Gleichgewichtung aller fünf Kriterien.

Tab. 1: Übersicht über alle 14 bewerteten Instrumente-Maßnahmen-Kombinationen mit Scores der Kriterien, Gesamtbewertung, und Rangfolge. Basierend auf einer Gleichgewichtung aller fünf Kriterien. Bei gleichem Gesamtscore wird der Rangplatz mehrmals vergeben und der folgende Rangplatz nicht besetzt. Nachrangige Einträge erhalten somit den Rangplatz, der deutlich macht, wie viele Einträge davor rangieren. (© Eigene Darstellung)

| Rang | Instrument mit zugehöriger Anpassungsmaßnahme          | Kategorie des Instruments | Staatliches Handeln            | Scores    |        |            |             |               |        |
|------|--|---------------------------|--------------------------------|-----------|--------|------------|-------------|---------------|--------|
|      |  |                           |                                | Effizienz | Umwelt | Gleichheit | Dringlichk. | Fiskal. Ausw. | Gesamt |
| 1    | Abgabenerleichterungen Dachbegrünung (Abschnitt 5.3.2) | Ökonomisch                | wahrscheinlich notwendig       | 5         | 5      | -1         | 3           | 1             | 2,6    |
|      | Finanzbeihilfe Dachbegrünung (Abschnitt 5.3.3)         | Ökonomisch                | wahrscheinlich notwendig       | 5         | 5      | 0          | 3           | 0             | 2,6    |
| 3    | Finanzbeihilfe Ernterversicherung (Abschnitt 5.3.5)    | Ökonomisch                | bedingt notwendig              | 4         | 0      | 0          | 5           | -1            | 1,6    |
| 4    | ÖSDL-Zahlungen (Abschnitt 5.3.7)                       | Ökonomisch                | wahrscheinlich notwendig       | 4         | 5      | -2         | 3           | -3            | 1,4    |
|      | Gefahrenzonenplan (Abschnitt 5.2.4)                    | Ordnungsrechtlich         | bedingt notwendig              | 4         | 0      | 0          | 3           | 0             | 1,4    |
| 6    | Gebot: Sommerlicher Wärmeschutz (Abschnitt 5.2.1)      | Ordnungsrechtlich         | bedingt notwendig              | 2         | 2      | 0          | 3           | -1            | 1,2    |
| 7    | Bauverbot in HQ100-Gebieten (Abschnitt 5.2.2)          | Ordnungsrechtlich         | wahrscheinlich notwendig       | 3         | 2      | -3         | 4           | -1            | 1,0    |
|      | Climate Change Adaptation Skills (Abschnitt 5.4.1)     | Informatorisch            | bedingt notwendig              | 3         | 0      | 0          | 3           | -1            | 1,0    |
| 9    | Kompensationsregelung AdMit (Abschnitt 5.3.6)          | Ökonomisch                | wahrscheinlich nicht notwendig | 1         | 2      | 0          | 2           | -1            | 0,8    |
| 10   | Finanzbeihilfe: Mulchsaat (Abschnitt 5.3.4)            | Ökonomisch                | wahrscheinlich notwendig       | 2         | 3      | -3         | 3           | -2            | 0,6    |
| 11   | Handelbare Umweltlizenzen (Abschnitt 5.3.8)            | Ökonomisch                | wahrscheinlich nicht notwendig | -1        | 5      | -2         | -4          | 4             | 0,4    |
| 12   | Umweltzeichen (Abschnitt 5.4.2)                        | Informatorisch            | wahrscheinlich notwendig       | 2         | 4      | 0          | -4          | -1            | 0,2    |
|      | Grundwasserentnahmeentgelt (Abschnitt 5.3.1)           | Ökonomisch                | wahrscheinlich nicht notwendig | -1        | 4      | -2         | -4          | 4             | 0,2    |
| 14   | Auflagen Windsturmanpassung                            | Ordnungsrechtlich         | wahrscheinlich                 | 4         | 0      | -2         | -3          | -1            | -      |

|  |                   |        |                 |  |  |  |  |  |     |
|--|-------------------|--------|-----------------|--|--|--|--|--|-----|
|  | (Abschnitt 5.2.3) | htlich | nicht notwendig |  |  |  |  |  | 0,4 |
|--|-------------------|--------|-----------------|--|--|--|--|--|-----|

## 1.4 Integrierte makroökonomische Modellierung

Im vorhergehenden Kapitel wurde aufgezeigt, wie Maßnahmen mittels eines multidimensionalen Kriterienkatalogs bewertet werden könnten. Ein aus volkswirtschaftlicher Sicht zentrales Kriterium ist hierbei die Kosteneffizienz einer Maßnahme. Für eine Bewertung anhand dieses Kriteriums ist aber gerade ein staatlicher Entscheidungsträger angehalten, nicht ein enges betriebswirtschaftliches Bewertungsschema anzuwenden, sondern die gesamtwirtschaftlichen Effekte im Auge zu haben. Die Komplexität der einzubeziehenden gesamtwirtschaftlichen Rückkopplungseffekte macht es deshalb in vielen Fällen nötig computergestützte Bewertungsmodelle anzuwenden.

In diesem Arbeitspaket wurde deshalb explorativ untersucht, welchen Beitrag berechenbare Modelle des allgemeinen Gleichgewichts in der integrierten makroökonomischen Modellierung von Anpassung und der Bewertung von Anpassung leisten können. Deren Anwendung auf die Bewertung von Anpassungsmaßnahmen steht in vielerlei Hinsicht am Anfang. Einer der Hauptgründe für die geringe Zahl an Modellen, die sich mit Anpassung beschäftigen, liegt in den speziellen Charakteristiken des Handlungsbereiches:

- Die Definition von Anpassung an den Klimawandel ist sehr komplex und vielschichtig.
- Die räumliche Dimension spielt eine wichtige Rolle.
- Die zur Kalibrierung der Modelle nötigen Daten sind oft unvollständig und mit größeren Unsicherheiten belastet.

Sich dieser Einschränkungen bewusst, wird mit Hilfe eines vereinfachten regionalen berechenbaren Gleichgewichtsmodells für Deutschland, das die Folgen des Klimawandels und die Anpassung daran inklusive ihrer Kosten explizit berücksichtigt, die Möglichkeiten und Grenzen der Methodik exemplarisch diskutiert. Um die Relevanz der räumlichen Dimension abzubilden, sollen in stilisierter Weise die ökonomischen Kosten und Nutzen von Anpassungsanstrengungen im Landwirtschaftssektor sowie im Küstenschutz auf Ebene der Landkreise berechnet werden.

Natürlich hat Klimawandel Auswirkungen auf eine Vielzahl von Sektoren in Wirtschaft und Gesellschaft. Im Rahmen des Projektes beschränken wir uns auf Modell zu zwei Sektoren mit spezifischen Vulnerabilitäten. Zum einen der Landwirtschaftssektor, der offensichtlich zu den Sektoren gehört, die besonders vom Klimawandel betroffen sind. Zum anderen werden zu erwartende Schäden durch einen Anstieg des Meeresspiegels und der damit einhergehenden erhöhten Wahrscheinlichkeit von Überflutungsereignissen analysiert. Für beide betrachteten Klimafolgen kann auf eine große Anzahl von Studien zur Kalibrierung des Modelles zurückgegriffen werden.

Dieses Modell soll in transparenter Art und Weise einen möglichen Ansatz präsentieren, wie Anpassung in berechenbare allgemeine Gleichgewichtsmodelle integriert werden könnte und hat daher in erster Linie ein pädagogisches und exploratives Ziel. Nichtsdestotrotz sind solche Modelle grundsätzlich in der Lage, volkswirtschaftliche Verflechtungen und damit die indirekten Wirkungen und Rückkoppelungseffekten von Klimaschäden und Anpassung qualitativ darzustellen und quantitativ zu berechnen. In der vorliegenden Modellberechnung verlieren bspw. Regionen, die besonders vulnerabel sind, im Jahr 2050 0,2% der gesamten

Wirtschaftsleistung auf Grund von Produktivitätseinbußen in der Landwirtschaft gegenüber einem Szenario ohne Klimawandel. Mit autonomer Anpassung kann dieser Verlust unter Berücksichtigung der Anpassungskosten um durchschnittlich ein Drittel reduziert werden. Im zweiten modellierten Sektor, dem Küstenschutz, wären die Klimaschäden falls Anpassungsmaßnahmen ausbleiben im Jahr 2050 zwar höher, machen aber immer noch weniger als 0,5% der Wirtschaftsleistung aus. Hier kann durch kosteneffiziente Anpassung im Durchschnitt zwei Drittel der Schäden vermieden werden. Das Vorhaben zeigt aber auch, dass die Ergebnisse relativ sensitiv auf Änderungen in der Stärke der Klimafolgen reagieren. Damit, aber auch aus den erwähnten grundlegenden Herausforderungen bei diesem Vorhaben und dem bisherigen Stand der Forschung, wird klar, dass gesamtwirtschaftliche Modelle der Anpassung noch nicht einen Reifegrad erreicht haben, der es erlauben würde, ihre Ergebnisse als Werkzeuge im wirtschaftspolitischen Beratungs- und Entscheidungsprozesse einzusetzen. Nichtsdestotrotz sollte das Werkzeug weiterentwickelt werden, um diese zentralen Fragen in der Entscheidungsfindung und Bewertung von Politikmaßnahmen besser beantworten zu können.

## **1.5 Bestehende Förderprogramme mit Relevanz für Anpassung**

Die direkte finanzielle Unterstützung bestimmter Aktivitäten über staatliche Förderprogramme ist eine der Möglichkeiten zur Förderung von Anpassung an den Klimawandel. Um auch in diesem Bereich der ökonomischen Instrumente Handlungsempfehlungen zu entwickeln, gilt es in Arbeitspaket 2.1 einen Überblick zu bestehenden Förderprogrammen und deren Ausrichtung zu gewinnen. Da Aktivitäten zur Anpassung häufig auch im Eigeninteresse der umsetzenden Akteure stehen (siehe Mendelsohn 2000) und es bei Förderprogrammen so zu Mitnahmeeffekten kommen kann, wird auch die Rolle des Staates bei der finanziellen Förderung detaillierter charakterisiert.

Ein staatliches Eingreifen in den Markt, z.B. die Subventionierung von Ernteausfallversicherungen, rechtfertigt sich, wenn Ressourcen aufgrund von Marktversagen ineffizient allokiert werden. Die zweite Bedingung ist, dass der jeweilige Eingriff die Effizienz anschließend erhöht. Marktversagen kann sich aus vielfältigen Gründen ergeben: etwa durch das Auftreten von Externalitäten oder bei ungleich verteilter Marktmacht z.B. bei einem Angebotsmonopol. Über Marktversagen hinaus lässt sich für staatlicher Eingriffe argumentieren, wenn man annimmt, dass die Möglichkeiten zur selbstständigen Anpassung teilweise eingeschränkt sind (Cimato und Mullan 2010). Daraus lässt sich staatlicher Handlungsbedarf folgern – etwa für den Abbau politischer und institutioneller Barrieren, wie die Modifizierung von Förderprogrammen, die Fehlanpassung unterstützen, für die Reduktion von verhaltensbedingter Barrieren, die sich bspw. aus eingeschränkter Rationalität von Akteuren ergeben sowie für die Unterstützung bei unzureichenden Anpassungskapazitäten. Sind einzelne Regionen, Branchen oder Akteure besonders stark von Folgen des Klimawandels betroffen, kann das Sozialstaatsprinzip weitere Argumentationen für ein Eingreifen und Fördern durch den Staat liefern.

Über eine Recherche in einschlägigen Datenbanken konnten 102 Programme der öffentlichen Hand identifiziert werden, mit denen Aktivitäten, die direkt oder indirekt zur Anpassung beitragen, gefördert werden (Stand der Recherche: November 2012). Hierbei wurden auch Programme berücksichtigt, die Anpassung oder Klimafolgen nicht explizit erwähnen, etwa die Förderungen der Dämmung von Gebäuden, da diese nicht nur den Energieverbrauch senkt,

sondern auch an heißen Sommertagen den Komfort in Innenräumen erhöht. Nicht berücksichtigt wurden Programme mit einem starken Fokus auf die Forschung; der Fokus der Recherche lag auf Förderinstrumenten der Bundesebene, Programme der Bundesländer wurden aufgrund vieler Doppelungen nur vereinzelt berücksichtigt.

## **1.6 Identifizierung von zentralen Instrumenten**

Zielstellung dieses Arbeitspakets ist die systematische Identifikation von Stärken und Schwächen bestehender zentraler Förderinstrumente zur Anpassung an den Klimawandel. Auf diese Weise sollen sowohl konkrete Optimierungsmöglichkeiten für bestehende Programme aufgezeigt werden, als auch Ansätze guter Praxis für die mögliche Entwicklung neuer Förderprogramme im Bereich Anpassung an den Klimawandel herausgearbeitet werden. Von den 102 identifizierten Förderprogrammen wurden die folgenden zwölf Programme ausgewählt, da bei diesen ein besonders starker Bezug zur Anpassung besteht und eine gute Dokumentation des Programms öffentlich verfügbar ist: Bundesprogramm Biologische Vielfalt, Klimaschutz-Plus – allgemeiner Programmteil, Dorferneuerung, Energieeffizient Sanieren – Investitionszuschuss, Förderung der Fischerei und Fischwirtschaft in Mecklenburg-Vorpommern, Neufassung der forstlichen Förderrichtlinie in NRW, Förderung öffentlicher Tourismusinfrastruktureinrichtungen, Förderung wasserwirtschaftlicher Vorhaben, Hochwasserschutz im Binnenland, Maßnahmen zur Gewässerentwicklung und zum Hochwasserschutz, Nationale Klimaschutzinitiative – Klimaschutzprojekte in sozialen, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen: Teilkonzept Anpassung an den Klimawandel sowie Städtebauförderung – Stadtumbau West.

Zur Analyse der Programme wird an die bereits verwendeten Kriterien zur Bewertung von Politikinstrumenten angeknüpft. Da es sich aber bei Förderprogrammen um eine spezielle Gruppe von Instrumenten handelt, wurde das Kriterienset um „Verwaltungsaufwand“ und „Treffsicherheit“ erweitert, das Kriterium „Gleichheit“ entfernt und jedes Kriterium um detailliertere Indikatoren ergänzt, um die Analyse zu erleichtern. Die Bewertung erfolgt über einen iterativen Prozess von Einschätzungen und Gruppendiskussionen durch Mitarbeitende von adelphi und ZEW. Augenscheinlich ist zunächst, dass zehn von zwölf Programmen hinsichtlich „Umweltverträglichkeit“ gut abschneiden, auch die Kriterien der Notwendigkeit staatlichen Handelns sowie der Dringlichkeit schneiden vergleichsweise gut bei der übergreifenden Betrachtung über alle Förderprogramme ab. Ebenfalls herausstechend ist, dass fast alle untersuchten Programme hinsichtlich des Kriteriums Verwaltungsaufwand negativ abschneiden. Diese Erkenntnis ist allerdings nicht sonderlich überraschend. Überall dort, wo umfangreichere staatliche Fördergelder vergeben werden, ist mit aufwändigen Prüfverfahren zu rechnen, um etwa eine gewisse Hürde gegenüber Mitnahmeeffekten aufzubauen. Die Kehrseite davon ist der anfallende staatliche Verwaltungsaufwand, welcher der effizienten Verwendung knapper Mittel ebenfalls teilweise zuwider läuft.

Auch das Kriterium der Treffsicherheit schneidet in der Betrachtung aller Programme vergleichsweise schlecht ab. Die Treffsicherheit der meisten Förderprogramme kann dadurch erhöht, dass eine gezieltere Bewerbung und ausführlicher Dokumentation des jeweiligen Programms vorgenommen wird sowie eine Beratung für potenzielle Antragssteller zumindest zeitweise angeboten wird. Auch ein stärkerer Fokus auf die Ursache eines möglichen Marktversagens – statt nur einer Behandlung der auftretenden Symptome – kann die Treffsicherheit erhöhen.

Es wird dabei allerdings ein Zielkonflikt zweier der zuvor genannten Dimensionen deutlich: eine Erhöhung der Treffsicherheit, etwa über eingeführte Bewerbung und Beratung, wird vermutlich den damit einhergehenden Verwaltungsaufwand erhöhen. Ein geeigneter Lösungsweg kann darin bestehen, die Treffsicherheit stattdessen durch eine Reduktion der Anforderungen an das staatliche Steuerungswissen zu erhöhen – etwa, indem ein größerer Eigenanteil bei den geförderten Akteuren eingefordert wird oder aber indem ein zweistufiges Verfahren verfolgt wird, welches zunächst die Konzepterstellung und erst in einem separaten Schritt die eigentlichen Maßnahmen fördert. Beide Wege würden den Umfang des für eine adäquate Förderung nötigen staatlichen Steuerungswissens reduzieren.

## 1.7 Handlungsempfehlungen

Im Arbeitspaket 2.3 werden Erkenntnisse aus der bisherigen Analyse von Politikinstrumenten im Projekt (insbesondere AP 1.3 und 2.2) zusammengeführt und Handlungsempfehlungen zur Begünstigung autonomer Anpassung abgeleitet, die über reine Förderprogramme hinausgehen. Ausgangspunkt der Ableitung sind unterschiedliche Barrieren, die autonomer Anpassung gegenüber stehen. Hier sind finanzielle Barrieren, fehlende Informationen, kognitive Fehler und Verhaltensbarrieren zu nennen. Barrieren, die außerhalb des direkten Einflusses von individuellen Akteuren stehen, sind Externalitäten, die Notwendigkeit kollektiver Handlungen, Fehlanreize (moral hazard und Pfadabhängigkeiten), Marktmacht sowie soziale Normen.

Mögliche Politikinstrumente zur Minderung dieser Barrieren, die für eine tiefer gehende Analyse in Frage kommen, werden in Arbeitspaket 2.3, aufbauend auf Erkenntnisse aus vorangegangenen Arbeitspaketen, abgeleitet. In die Einschätzungen fließt auch die Relevanz der entsprechenden Barriere ein. Die folgenden Maßnahmen mit dem Ziel, autonome Anpassung zu fördern, sollten aus Sicht des Projektteams vertiefter betrachtet werden:

- Ausweitung bestimmter Förderprogramme und Entwicklung neuer Programme. z.B. Subventionen für Maßnahmen, die positive externe Effekte auf umliegendes Gebiet haben
- Reduktion von Abwassergebühren bei Einrichtung von Versickerungsflächen für Regenwasser
- Einführung von Zahlungssystemen für Ökosystemdienstleistungen
- Verpflichtende Basisversicherung für Elementarschäden
- Verbindliche Selbstverpflichtung der Politik zur Unterlassung von ad-hoc-Hilfen (in Verbindung mit Basisversicherung)
- Normungsprozesse und Standards modifizieren, aber ohne Verbindlichkeit für Privatwirtschaft
- Darstellung von Gefährdungspotenzialen in Form von Karten und Plänen
- Gezielte Ansprache und Informierung von besonders Betroffenen bzw. zentralen Multiplikatoren
- Stärkung der Nutzung von Web 2.0 Angeboten zur Vernetzung vorhandenen Wissens in Notfallsituation

- Anreize für bürgerschaftliches Engagement für Katastrophenvorsorge
- Dynamisierung des Anlagenzulassungsrechts

Diese Maßnahmen können teilweise nicht nur einzeln angewandt werden, sondern ergänzen sich durch ihren komplementären Charakter unter gewissen Umständen gut. So sind gerade die genannten Maßnahmen im Bereich des Hochwasserschutzes gut geeignet, in einem Policy-Mix zusammengefasst zu werden. So können sich die unterschiedlichen Instrumente in ihrer Effektivität gegenseitig verstärken.

Diese Liste kann aber noch nicht abschließend sein. Dazu wird die Wirkungsweise bestimmter Barrieren noch zu wenig verstanden. So sind Art und Umfang von Anpassungshemmnissen durch Marktmacht bzw. der Existenz natürlicher Monopole noch zu wenig bekannt und weiterführende Untersuchungen hier nötig, um zu einem abschließenden Urteil kommen zu können.

Das Forschungsvorhaben hatte zum Ziel, Maßnahmenvorschläge im Bereich der Finanzierungs- und Anreizstrukturen für die Umsetzung der nationalen Anpassungsstrategie der Bundesregierung zu erarbeiten. Diese Vorschläge und die dazu erarbeiteten Kriterienkataloge und Analysewerkzeuge liefern – unter Berücksichtigung und expliziter Darstellung der Forschungslücken – einen wichtigen Beitrag zur Identifikation von praktikablen Politikmaßnahmen zur Förderung der Anpassung an den Klimawandel.

## **2 Summary**

The project entitled “Economics of climate change – Integrated economic assessment of instruments for adaptation to climate change” has the overall objective to propose actions concerning finance and incentive structures as part of the implementation of the national adaptation strategy of the German federal government. On that account, the current state of research on the economics of climate change and adaptation to climate change is assessed. An overview is given of specific policy instruments and of possible criteria for evaluation of these instruments. By means of an illustrative multi-criterion analysis, specific instruments are evaluated. Furthermore, the study discusses how multi-criterion analysis could be applied to evaluate policies. Simultaneously, it attempts to put the crucial criterion of cost efficiency on a sounder basis through refinement of economic modelling tools, without neglecting the limitations of these methods. Based on these findings, recommendations for the adjustment of existing policy instruments are derived and practical suggestions for the design of new instruments are identified. These recommendations explicitly consider social, economic and individual barriers which frequently hinder the implementation of those measures. The study thus aims to provide an important contribution to the advancement of tools for the identification of practicable policies for promoting adaptation to climate change.

### **2.1 Analysis and Research of the Economics of Climate Change**

Work Package 1.1 establishes important theoretical and empirical foundations by (a) systematically collecting and summarising current estimates of the costs and benefits of climate change in Germany from the literature; (b) describing and categorising potential policy instruments for the promotion of adaptation measures; and (c) illustrating important decision support systems for the selection of alternative policy instruments and their potential application to adaptation policy.

#### **2.1.1 Costs and Benefits of Climate Change in Germany**

This section gives a comprehensive overview of the current state of cost-benefit analyses of climate change effects and describes the basic procedures of these studies as well as the methods most commonly used. For this purpose, relevant literature was reviewed. The evaluation of the reviewed literature allows conclusions to be drawn with regard to trends and gaps in research on the costs of climate change. Eventually, this overview facilitates estimation as to whether the database on the costs of climate change in Germany is sufficiently robust to apply cost-benefit analysis as a method for the assessment of policy instruments for the promotion of adaptation. Moreover, the presentation of the methods for the calculation of costs and benefits of climate change provides a starting point for assessing the quality of the results of individual studies.

Due to diverging methodological approaches, different time periods and geographic scopes used in the analysed studies, it is difficult to compare the results and almost impossible to aggregate costs and benefits across studies. Considering this, as well as the fact that many studies have a geographically very limited and sector-specific focus, it seems difficult to carry out robust cost-benefit analysis of comprehensive policy instruments for the promotion of certain adaptation measures. An assessment of the effectiveness of policy instruments includes conclusions about reduced damages compared to a baseline. Thus, if such an analysis shall be carried out, the analysis should focus on instruments with a narrow geographical scope in

areas in which a sufficient amount of cost estimates are available (e.g. coastal protection, energy and agriculture and forestry). One option to reach reasonable and comprehensible decisions, despite existing knowledge gaps, is illustrated by the application of multi-criteria analysis in Work Package 1.3.

### **2.1.2 Policy Instruments to Foster Adaptation to Climate Change**

Which policy instruments can be employed in order to increase the adaptive capacity of actors efficiently without undermining incentives for individual actions? Policy instruments are seen as techniques, means, ways and methods to meet political objectives. Policy instruments carry general notions about the role of the state in society and the type of regulation that is considered legitimate and effective (Braun and Giraud 2009). According to Stehling, policy instruments can be classified into regulatory, economic and informational instruments (Stehling 1999). Regulatory instruments are requirements and prohibitions, stipulations and planning instruments. Economic instruments are taxes, financial support, tax relief, compensation schemes and tradable licenses. Consultancy and information services as well as environmental standards (eco-labels) are understood as informational instruments. For every instrument, an existing example from the field of adaptation policy is presented and will be evaluated in more detail in Work Package 1.3.

### **2.1.3 Decision Support Systems**

With regard to the high uncertainty on monetary cost-benefit analysis of climate effects and adaptation instruments, the question arises which alternative methods are available for adaptation policy?

This part of the report presents the most important decision support systems, illustrates them with one example from the field of adaptation, and discusses their applicability for specific adaptation decisions in Germany. Among them are the Real Option Analysis, Multi Criteria Analysis (MCA), Prospect Theory and, to a lesser extent, risk-based approaches and the Delphi method. The most common method for decision-making in economic literature is certainly the cost-benefit analysis. Since a comprehensive research project on this topic has already been carried out and completed by the Federal Environment Agency, the focus here lies on other methods (FKZ 3709 41 121, Tröltzsch et al. 2011; Tröltzsch et al. 2012).

It may be noted that none of the approaches presented can be considered to be an ideal solution. Decisions under uncertainty require a weighing of benefits in any case: A MCA allows for the integration of different stakeholders but cannot be done without a subjective assessment. However, if the focus shall lie on a solely economic optimisation calculation (as in the Real Option method) other policy objectives, such as the precautionary principle, may be seen as being of secondary importance. If newer, behavioural economic theories (e.g. Prospect Theory) are considered, the real decision processes can probably be presented more realistically and the decision therefore tends to be based on more realistic assumptions about the behaviour of private households. In contrast, there is the danger of using a rather untested approach which has so far been rarely used, especially in the climate context. Also, the theoretical consistency of some behavioural economic approaches is disputed.

It could be concluded that when deciding on certain adaptation projects, optimally several decision support systems should be considered. With the knowledge of their strengths and

weaknesses, the different aspects of a policy could be assessed with the relevant instruments. For example, economic efficiency under uncertainty could be evaluated with the Real Option method as well as classic cost-benefit analysis, social acceptance with the MCA, and the expected influence on individual behaviour under uncertainty with new decision models such as Prospect Theory.

An important advantage of MCA in the context of climate adaptation policy is that it remains applicable even in the case of data gaps. Insofar, the MCA can provide a broader framework for the assessment of instruments for the promotion of adaptation and give well-argued and transparently derived recommendations. This is illustrated with several potential policy instruments in Work Package 1.3.

## **2.2 European Adaptation Policy**

This part of the project deals with adaptation policy on the European level. In recent years (since the release of the Green Paper in 2007, EC 2007), the European Union has further defined its role in adaptation policy in Europe. At the time of completion of this report, the EU Adaptation Strategy (EC 2013a and EC 2013b) was just released; however, its implementation is, for the most part, still pending.

This section first discusses the reasons for the need for adaptation actions on the European level. This question arises since adaptation can in most cases be characterised as a local good and – unlike greenhouse gas mitigation – can also be efficient when implemented locally. The key arguments why certain adaptation policies should be addressed on the European level include transnational consequences of climate change, climate impacts affecting economic sectors guided by a common EU policy, the coordination and exchange of tried and tested practices between adaptation actors in the EU, integration and support of local and national measures, positive economies of scale (i.e. for example relative costs of an intervention are reduced if large projects are implemented) as well as solidarity aspects between EU member states with different climate vulnerabilities.

Subsequently, the EU adaptation policy is examined from an economic point of view. First, the communicated objectives and options within the strategy are presented and then assessed from an economic perspective. The focus lies on questions like the justification for EU actions to achieve the defined goals, prospects of success of the presented options considering the incentive structures, and feasible potentials for improvement. It is shown that the responsibility of the EU for some of the self-imposed goals is at least worthy of discussion. In the case of the specific goal that all member states should have introduced a national adaptation strategy by 2017, there is a risk that purely national processes are significantly influenced by the EU. Apart from this potential cause of conflict, many measures on the EU level that undoubtedly have a positive influence on the effectiveness and efficiency of adaptation in the EU are already observable today. Among them are numerous networking and coordination efforts, data collection, research promotion and knowledge transfer. In this field, the EU can leverage its strength as a regional confederation and contribute substantially to national, local and private adaptation.

In the following, further EU documents, publications referred to in the Strategy as well as other scientific publications are taken into account for the analysis. The project identified 146 adaptation actions on the EU level that are categorized and classified regarding the impact

sector, the type of intervention, the degree of specification, and the state of implementation. This gives an overview on already implemented, proposed and discussed government adaptation measures on the EU level.

The data show that the European adaptation policy is currently characterised by non-binding guidelines and recommendations, networking efforts and research promotion. There are various reasons for the lack of specific, binding adaptation measures. Firstly, it is often argued that the knowledge base for restrictive, potentially expensive measures is not yet sufficiently valid. Moreover, there were and still are concerns that greater promotion of adaptation could unintentionally contradict the objective of the ambitious climate mitigation policy. Furthermore, a new field of policy such as adaptation to climate change always involves causes of conflict over competencies, claims of member state sovereignty and new interferences between ministries (Rayner and Jordan 2009).

Finally, the most important implications of the discussed EU adaptation measures for German decision makers are summarised. A distinction is made between effects on private and government actors as well as on funding issues. Impacts on private industries affect especially those sectors that are already strongly influenced by EU policy today (e.g. agriculture and fishing). If certain proposals, e.g. for the regulation of water saving techniques, were implemented, also many consumers could be affected by an EU-wide adaptation policy. Considering the differences in vulnerability across countries, this has to be critically evaluated. Government bodies can be affected by EU adaptation regulation in the form of new framework conditions, obligations for concrete activities, the delegation of certain fields of responsibility, and an increase in administrative burdens. Note that the analysis focuses on potentially negative implications for German actors.

## **2.3 Transferability and Integrated Evaluation of Policy Instruments**

Based on the policy instruments collected in the previous work stage, fourteen policy instruments in the field of adaptation were evaluated and, in case the examples came from other countries, tested in terms of their applicability in Germany. The aim of this evaluation is not a final prioritisation of policy instruments, but the exploratory examination of several policy instruments that have been implemented in other countries or in parts of Germany with respect to their transferability to Germany as a whole. In selecting measures to evaluate, significant importance was attached to covering a broad spectrum of instruments (regulatory, market-based and informational instruments). The aim was not to explicitly evaluate all potential policy options for the promotion of adaptation in Germany.

The project aimed primarily at developing a potential assessment system for adaptation policy instruments and to carry out preliminary exploratory evaluations. Where this seemed reasonable, assessments were also used to derive recommendations. In this sense, the approach differs from that of the UBA research project “Policy Mix” (FKZ 3712 48 102) whose aim is to provide a more comprehensive assessment of policy options regarding adaptation.

The actual assessment of instruments is carried out in a two-stage process. In the first step, it focuses on whether government action in the respective field is necessary at all. In the second step, the instruments are examined based on their efficiency, measured by a rough macroeconomic cost-benefit analysis. Furthermore their effects on horizontal and vertical

equality, their effects on the natural environment, their effects on public finances, and the urgency of their implementation are assessed.

The method applied to reach an overall assessment was MCA, explained in detail above. To ensure full comparability of various policy instruments, an operationalization of the five assessment dimensions and an aggregation procedure are necessary. The five criteria were assessed based on a point system, which enables the direct comparison of the impacts of different instruments. Aggregation will normally comprise a subjective component – the relative significance of the criteria can ultimately only be determined by a policymaker. However, MCA can help make the assessment more transparent.

Tab. 2 shows an overview of the assessed instrument-measure combinations. The points are allocated on a scale from minus five to plus five, where zero means neutrality of the instrument for the respective criterion. The overall assessment carried out here is highly dependent on the weight of each criterion. In this project, the object was to exemplarily demonstrate the basic approach to obtaining an overall assessment. Therefore, the criteria were not weighted. This means all criteria have the same weight. Hence, the assessment of an option is calculated using the arithmetical mean of the scores in the five criteria.

The ranking presented in Tab. 2 serves only as a demonstration of how Multi Criteria Analysis can achieve a result based on an equal weighting of all five criteria.

Tab. 2: Overview of all 14 assessed instrument-measure combinations with the scores of the individual criteria, the overall assessment, and rank. The rank is based on an equal weighting of all five criteria. In case of an equal total score, the rank is allocated several times and the following rank stays vacant. Lower-ranking entries therefore receive the rank that shows how many entries rank higher. (© Own illustration)

| Rank | Instrument and associated adaptation measure | Instrument category | Government action      | Scores     |             |          |         |               |       |
|------|--|---------------------|------------------------|------------|-------------|----------|---------|---------------|-------|
|      |  |                     |                        | Efficiency | Environment | Equality | Urgency | Fiscal impact | Total |
| 1    | Tax relief: roof greening                    | Economic            | Probably necessary     | 5          | 5           | -1       | 3       | 1             | 2.6   |
|      | Financial support: roof greening             | Economic            | Probably necessary     | 5          | 5           | 0        | 3       | 0             | 2.6   |
| 3    | Financial support: crop insurance            | Economic            | Not entirely necessary | 4          | 0           | 0        | 5       | -1            | 1.6   |
| 4    | Ecosystem services payments                  | Economic            | Probably necessary     | 4          | 5           | -2       | 3       | -3            | 1.4   |
|      | Hazard zone plan                             | Regulatory          | Not entirely necessary | 4          | 0           | 0        | 3       | 0             | 1.4   |
| 6    | Requirement: summer thermal insulation       | Regulatory          | Not entirely necessary | 2          | 2           | 0        | 3       | -1            | 1.2   |
| 7    | Building ban in HQ100 areas                  | Regulatory          | Probably necessary     | 3          | 2           | -3       | 4       | -1            | 1.0   |
|      | Climate change adaptation                    | Informational       | Not entirely           | 3          | 0           | 0        | 3       | -1            | 1.0   |

|    | skills                             |               | necessary              |    |   |    |    |    |      |
|----|------------------------------------|---------------|------------------------|----|---|----|----|----|------|
| 9  | Compensation scheme: AdMit         | Economic      | Probably not necessary | 1  | 2 | 0  | 2  | -1 | 0.8  |
| 10 | Financial support: mulch seeding   | Economic      | Probably necessary     | 2  | 3 | -3 | 3  | -2 | 0.6  |
| 11 | Tradable environmental licenses    | Economic      | Probably not necessary | -1 | 5 | -2 | -4 | 4  | 0.4  |
| 12 | Ecolabel                           | Informational | Probably necessary     | 2  | 4 | 0  | -4 | -1 | 0.2  |
|    | Groundwater abstraction charges    | Economic      | Probably not necessary | -1 | 4 | -2 | -4 | 4  | 0.2  |
| 14 | Requirements: windstorm adaptation | Regulatory    | Probably not necessary | 4  | 0 | -2 | -3 | -1 | -0.4 |

## 2.4 Integrated Macroeconomic Modelling

The previous section demonstrated how measures can be assessed by means of a multi-dimensional list of criteria. From an economic point of view, cost efficiency of a measure is a key criterion. An assessment based on this criterion by public decision makers is required not only to apply a narrow direct cost and benefit evaluation but to keep in mind the macroeconomic impacts of a measure. The complexity of the macroeconomic feedback effects that have to be included in the assessment makes it necessary to apply computer-assisted assessment models.

Therefore, in this work package we examined how much computable general equilibrium models can contribute to the integrated macroeconomic modelling of adaptation and the assessment of adaptation. The application of such models to the assessment of adaptation measures is in many respects still in its initial stage. A main reason for the limited number of models that deal with adaptation lies in the specific characteristics of this area:

- the definition of ‘adaptation to climate change’ is complex and multi-layered
- regional dimensions play an important role
- necessary data for calibration of the models are often incomplete and subject to considerable uncertainties

Being aware of these constraints, the possibilities and limitations of the methodology are discussed with the help of a simplified regional computable equilibrium model for Germany. This model explicitly takes into consideration the effects of climate change and adaptation, including its costs. To illustrate the regional dimension, the economic costs and benefits of adaptation measures in the agricultural sector, as well as in coastal protection, were calculated on the district level in a stylised manner.

Of course, climate change has effects on a number of sectors in the economy and in society. We limit the model developed within the framework of this project explicitly to two specific sectors with specific vulnerabilities. On the one hand, there is the agricultural sector which is obviously one of the sectors particularly affected by climate change. On the other hand, the expected damages caused by a sea level rise and, in consequence, the increased probability of

flooding are analysed. For both types of impacts, the calibration of the model can be based on a large number of studies.

This model is meant to present in a transparent manner a potential approach to how adaptation could be integrated into computable general equilibrium models and has therefore primarily a pedagogical and exploratory objective. Nevertheless, such models are, in principle, capable of taking into account economic feedback effects of climate impacts and adaptation measures and assessing their economic consequences both qualitatively and quantitatively. In this assessment, highly vulnerable regions lose 0.2% of their gross domestic product due to productivity losses in the agricultural sector relative to a scenario without climate change. Autonomous adaptation can reduce these costs by a third including the costs of adaptation. In the second sector modelled, coastal infrastructure, costs would be slightly higher but still less than 0.5% of the gross domestic product of a district. The model shows that cost-effective adaptation has the potential to reduce damages by two thirds, on average. But the study shows also that results are sensitive to changes in the parameter values of the climate impact functions. This indicates that macroeconomic models of adaptation have not yet reached the developmental stage that would allow the results to be applied in consultation and decision-making processes on adaptation policy. Nevertheless, since these questions are a key for sound decision making it is important that we develop these tools further.

## **2.5 Existing Support Programmes Relevant to Adaptation**

Direct funding of certain activities through public support programmes is one of the possibilities for the promotion of adaptation to climate change. In order to develop recommendations in this area of economic instruments, Work Package 2.1 gives an overview of existing support programmes and their focus. Since adaptation activities are often also in the interest of the implementing actors (also see Mendelsohn 2000) and dead-weight effects can occur in support programmes, this section also discusses the role of the state in the provision of funding.

Market regulation, such as the subsidies on crop insurance, is justified if resources are allocated inefficiently due to market failure. The second condition is that the respective intervention increases the efficiency. Market failure can occur for different reasons: for example due to the occurrence of externalities or in cases of unequally distributed market power, e.g. if there is a monopoly. Besides market failure, the assumption that possibilities for autonomous adaptation are limited presents a further reason to argue for state intervention (Cimato and Mullan 2010). It can therefore be concluded that governance is necessary; this may take the form of e.g. a removal of political and institutional barriers, such as when programmes that support mal-adaptations are modified, the reduction of behavioural barriers that, for instance, result from the limited rationality of actors, and providing support in case of insufficient adaptation capacities. If certain regions, sectors or actors are severely affected by the impacts of climate change, the social state principle can further argue for intervention and support by the state.

Through a search in relevant databases, 102 public programmes were identified which promote activities that directly or indirectly contribute to adaptation (state of research: November 2012). Programmes that do not explicitly mention adaptation or impacts of climate change were also taken into account, including e.g. programmes which support the insulation

of buildings, since this not only reduces energy consumption but also increases indoor comfort during the summer. Programmes that focus mainly on research were not included; the search focused on support instruments on the federal level, programmes of the federal states were only considered rarely due to numerous duplications.

## **2.6 Identification of Key Instruments**

The objective of this work package is the systematic identification of strengths and weaknesses in existing key support instruments for adaptation to climate change. In this way, concrete options for optimising existing programmes were to be identified and good-practice approaches to the potential development of new support programmes in the field of climate change adaptation were to be highlighted. Out of the 102 support programmes identified, 12 were selected for their relevance to adaptation and because a good documentation of the programme was publicly available. The twelve programmes are as follows: Federal Biological Diversity Programme, Climate Protection Plus – general programme section, village renewal, energy-efficient rehabilitation – investment grant, promotion of fishing and the fishing industry in Mecklenburg-Vorpommern, new version of the forestry eligibility guidelines in North Rhine-Westphalia, promotion of public tourism infrastructure facilities, promotion of water resources management projects, inland flood protection, measures for river basin management and flood protection, national climate protection initiative – climate protection projects in social, cultural and public institutions: sub-chapter on climate change adaptation, and promotion of urban development – urban redevelopment west.

The evaluation of the programmes takes up the criteria already applied for the assessment of policy instruments. Since support programmes are a specific group of instruments, the set of criteria was expanded to include “administrative burden” and “targeting”. The criterion “equality” was removed and each criterion was supplemented with detailed indicators to facilitate the analysis. The assessment was carried out in an iterative process of estimations and group discussions by staff of adelphi and ZEW. Apparently, ten out of twelve programmes performed well in terms of “environmental sustainability”, and also the criteria “need for government action” and “urgency” performed comparably well in a comprehensive analysis across all support programmes. It also became obvious that almost all analysed programmes performed negatively with regard to the “administrative burden” criterion. However, this finding is not particularly surprising. Whenever substantial subsidies are awarded, complex formal evaluations are necessary in order to establish a certain barrier against dead-weight effects. The other side of the coin is the administrative burden this generates, which sometimes compromises the efficient utilisation of scarce funds.

The criterion of targeting likewise performed comparatively badly in the analysis of all programmes. This can mainly be attributed to the fact that the support programmes vary considerably regarding the targeted information and active consultation of their target groups. Moreover, many of the presented support programmes do not address the cause of a possible market failure.

Furthermore, a conflict of goals between the two previously mentioned dimensions is to be assumed: Better targeting will probably result in an increase in the associated administrative burden. A suitable solution could be to improve targeting by reducing the demands made on state governance knowledge, e.g. by expecting a larger contribution from supported actors or

by following a two-stage process, which initially supports the creation of the concept and in a separate step the actual measures.

## **2.7 Recommendations**

There are different barriers to autonomous adaptation that can be diminished by the utilisation of different policy instruments. For example, financial barriers, lack of information, cognitive mistakes and behavioural barriers. Barriers that are beyond the influence of individual actors are externalities, the need for collective action, disincentives (moral hazard and path dependencies), market power as well as social norms.

Possible policy instruments for the elimination of barriers that are worth considering for a thorough analysis were derived in Work Package 2.3 based on the results of the previous work packages. The relevance of the respective barrier was also integrated into the assessment. The following measures, aimed at promoting autonomous adaptation, should be analysed more thoroughly:

- extension of certain support programmes and development of new programmes, e.g. subsidies for measures that have positive external effects on surrounding areas
- Reduction of sewage charges for the installation of infiltration areas for rain water
- Introduction of payment systems for ecosystem services
- Obligatory basic insurance for natural hazards
- Binding commitment of policy-makers to refrain from giving ad-hoc assistance (in conjunction with basic insurance)
- Modifying standardisation processes and standards, but without obligations for the private sector
- Illustration of risk potentials in the form of maps and plans
- Specific addressing and informing of particularly affected persons or key multipliers
- Increase the usage of Web 2.0 services to facilitate networking and sharing of existing knowledge in an emergency situation
- Incentives for active citizenship in disaster prevention
- Dynamisation of the law governing the permitting of industrial installations

These measures can sometimes not only be applied separately, but can complement each other well under certain circumstances. In particular, the mentioned measures in the area of flood protection can well be combined in a policy mix. In this way, the different instruments can enhance each other's effectiveness.

This list cannot be considered as final. The mode of action of certain barriers is still not adequately understood. For example, little is known as yet about the type and extent of adaptation obstacles caused by market power or the existence of natural monopolies, and further analyses are necessary to arrive at a final conclusion in this respect.

This research project aimed to develop proposals for activities in the field of financing and incentive structures for the implementation of the national adaptation strategy of the Federal Government of Germany. These proposals and the compiled set of criteria and analytical tools

contribute – taking into account and explicitly presenting research gaps – to the identification of practicable policies for the advancement of climate change adaptation.

## **3 Arbeitspaket 1.1: Analyse und Forschung zur Ökonomie des Klimawandels**

### **3.1 Kosten und Nutzen des Klimawandels in Deutschland**

#### **3.1.1 Einführung zu Kosten und Nutzen von Klimawandelfolgen**

Die Veränderung des globalen Klimas ist bereits heute zu beobachten und wird sich zukünftig zahlreichen Prognosen nach verstärken. Dabei wirken sich die mit dem weltweiten Anstieg der Oberflächentemperatur einhergehenden Klimaveränderungen nicht nur auf Ökosysteme aus, sondern ziehen auch zahlreiche sozio-ökonomische Folgewirkungen nach sich. Auch in Deutschland wird voraussichtlich eine Reihe von Wirtschaftssektoren und Wirkungsbereichen der öffentlichen Hand direkt oder indirekt vom Klimawandel betroffen sein. So kann es beispielsweise zu klimatisch bedingten Ertragsänderungen in der Landwirtschaft oder Hochwasserschäden als direkten Auswirkungen kommen. Daneben wirken sich klimatische Veränderungen auch indirekt aus, z.B. über Preisänderungen von Energierohstoffen oder Nahrungsmitteln. Neben der Unterscheidung unmittelbarer von mittelbaren Wirkungskanälen lassen sich auch unterschiedliche Handlungsfelder identifizieren, welche von klimawandelbedingten Auswirkungen betroffen sind, wie es etwa in der Deutschen Anpassungsstrategie (DAS) getan wird. Dabei bestimmen sich die gesamtwirtschaftlich zu erwartenden Effekte auch aus nicht-marktgängigen Gütern, wie z.B. der Gefährdung der menschlichen Gesundheit, der Biodiversität und anderen Naturgütern.

Die Auswirkungen des Klimawandels in Deutschland werden sich regional und sektoral im Hinblick auf Form und Höhe stark unterscheiden. Studien zu Kosten und Nutzen von Klimawandelfolgen verfolgen teilweise recht unterschiedliche methodische Ansätze und betrachten verschiedene Zeithorizonte, Regionen und Handlungsfelder. Die prognostizierten Klimateffekte divergieren somit sehr stark. Vor diesem Hintergrund erscheint es umso notwendiger, eine Bestandsaufnahme der bestehenden Literatur in diesem Forschungsbereich vorzunehmen und einen umfassenden Überblick über die in Deutschland zu erwartenden Kosten und Nutzen zu geben. Eine umfassende Kosten-Nutzen-Analyse ist dabei sowohl zur besseren Abschätzung der Deutschland betreffenden Folgen, als auch zur Evaluierung unterschiedlicher Politikoptionen zur Anpassung an den Klimawandel notwendig. Ökonomische Analysen von Klimafolgen und -anpassung sehen sich komplexen und unsicheren Faktoren gegenüber, die zu großen Bandbreiten bei den Kosten- bzw. Nutzenangaben führen und unterschiedliche Anpassungspfade möglich erscheinen lassen. Die damit einhergehenden Unsicherheiten erschweren die Optimierung von Investitionen in Klimaschutz und der Förderung von Anpassung.

Das vorliegende Kapitel gibt einen umfassenden Überblick zum Stand von Kosten-Nutzen-Analysen von Klimafolgen und führt in das grundsätzliche Vorgehen dieser Untersuchungen sowie in die gängigsten Methodologien ein. Weiterhin wird die im Rahmen des Projektes INADAP durchgeführte Literaturrecherche zu diesem Thema vorgestellt. Die Ergebnisse der Auswertung der untersuchten Literatur erlauben Rückschlüsse im Hinblick auf Trends und Lücken in der Forschung zu den Kosten des Klimawandels. Letztendlich kann dieses Kapitel im Rahmen des Projektes INADAP eine Einschätzung erleichtern, inwiefern die Datengrundlage zu Kosten des Klimawandels in Deutschland ausreicht, um die Kosten-Nutzen-Analyse als Methode zur Bewertung von Politikinstrumenten für die Förderung von Anpassung einzusetzen. Darüber hinaus bietet die Vorstellung der Methoden zur Berechnung von Kosten und Nutzen des

Klimawandels einen Ausgangspunkt, um die Güte der Ergebnisse in den im Folgenden vorgestellten Studien einordnen zu können. Ebenso dienen die folgenden Untersuchung eine Grundlage, von der aus die im Projekt vorgesehene Modellierung von Kosten des Klimawandels konzipiert werden kann.

### **3.1.2 Methodisches Vorgehen bei der Berechnung von Kosten und Nutzen des Klimawandels**

Bei Kosten-Nutzen-Analysen von Klimafolgen müssen Vorhersagen zu klimatischen Veränderungen in ökonomische Folgewirkungen „übersetzt“ werden, um Schäden und Vorteile monetär berechnen zu können. Dafür bieten sich unterschiedliche Methoden an, die jedoch letztlich meist einem ähnlichen grundsätzlichen Vorgehen folgen. In diesem Abschnitt werden das Letztere sowie die verschiedenen methodischen Ansätze vorgestellt und verglichen.

#### **Grundsätzliches Vorgehen**

Untersuchungen von Kosten und Nutzen des Klimawandels folgen grundsätzlich einer Analyseketten mit drei Schritten.

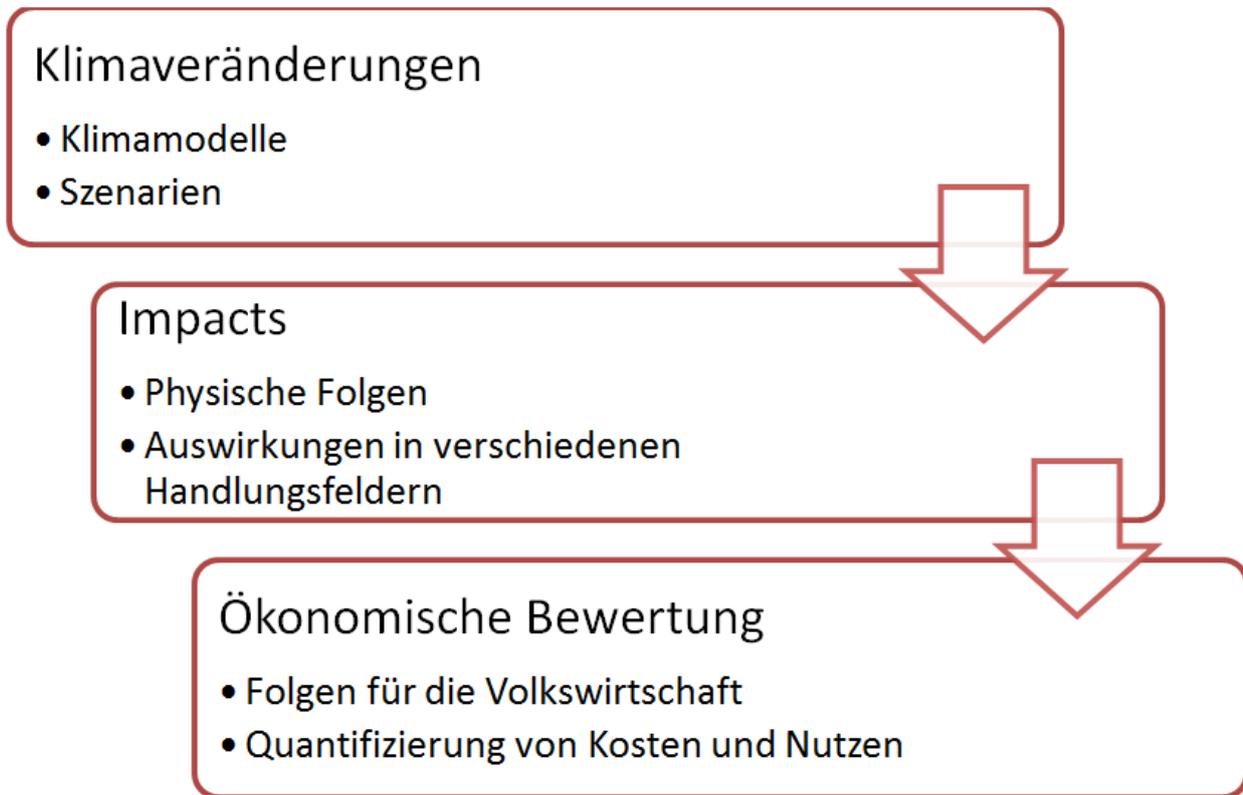
Zunächst werden Klimaveränderungen beschrieben, wobei die Ergebnisse anderer Arbeiten zitiert oder Simulationen mit Modellen durchgeführt werden können. Zur Modellierung von klimatischen Veränderungen existiert eine Reihe unterschiedlicher Klimamodelle, welche wiederum verschiedene Szenarien als Input nehmen. Alternativ zur Verwendung von Klimamodellen können auch verschiedene Klimaszenarien als gegeben betrachtet werden und als Grundlage für weitere Berechnungen herangezogen werden. Dieser erste Schritt basiert also auf der Klimatologie und Meteorologie. Der Output (und somit Input für den nächsten Schritt) sind regional und zeitlich differenzierte Informationen über erwartete Klimaänderungen, also über Temperaturen, Niederschläge und weitere Klimaparameter.

Der nächste Schritt in der Analyseketten ist die Modellierung und Berechnung der Folgen der klimatischen Veränderungen. Die physischen Folgen (impacts) stehen bei diesem Analyseschritt im Vordergrund und es ergeben sich je nach Handlungsfeld unterschiedliche Wirkungen, zu deren Vorhersage verschiedene, mitunter stark kontextspezifische Modelle angewendet werden. Beispielsweise werden mit agroklimatischen Modellen Auswirkungen des Klimawandels auf den Anbau bestimmter Pflanzensorten untersucht oder biophysische Modelle zur Untersuchung der menschlichen Gesundheit in Abhängigkeit klimatischer Veränderungen genutzt. In diesem Schritt leisten verschiedene wissenschaftliche Disziplinen einen Beitrag, je nach Kontext. Es kann sich bspw. um medizinische, bauingenieurstechnische, agrartechnische, hydrologische oder biologische Untersuchungen handeln. Der Output dieses Analyseschritts wäre eine quantitative Aussage über die klimatisch bedingte Änderung bestimmter Parameter, etwa von Infektionsraten.

Als dritter Schritt der Analyseketten werden die physischen in ökonomische Folgen übertragen, um die Kosten und Nutzen des Klimawandels zu quantifizieren. Dazu werden Modelle zur Beschreibung von einzelnen Systemen oder Makromodellen für gesamte Volkswirtschaften genutzt. Während in vielen Handlungsfeldern eine Bewertung von Schäden und Nutzen zu Marktpreisen erfolgen kann, müssen in Bereichen mit nicht-marktgängigen Gütern, wie menschliche Gesundheit und Biodiversität andere Bewertungstechniken genutzt werden. Dafür werden beispielsweise die individuelle Zahlungsbereitschaft für ein nicht-marktgängiges Gut ermittelt. Erst an dieser Stelle der Analyse spielt die Ökonomie die Hauptrolle. In der folgenden

Abbildung (Abb. 1) werden die einzelnen Glieder der Analyseketten und ihre Schwerpunkte dargestellt.

Abb. 1: Analyseketten (© Eigene Darstellung)



Grundsätzlich lassen sich zudem vergangenheitsbezogene Studien von zukunftsbezogenen Untersuchungen unterscheiden. Während bei der ersten Kategorie von Kosten vergangener Schadensereignisse auf die Zukunft geschlossen wird, wird beim zweiten Ansatz auf Simulationen des zukünftigen Klimas zurückgegriffen um die Folgen monetär bewerten zu können.

#### Methodologien

Bei der Ermittlung von Kosten und Nutzen des Klimawandels lassen sich unabhängig vom betrachteten Handlungsfeld, der untersuchten Region und dem zugrunde gelegten Zeithorizont verschiedene methodische Ansätze unterscheiden, die nachfolgend dargestellt werden.

Die hier aufgeführte Zusammenstellung von Methoden erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

#### Systemmodelle

Im Rahmen von Ansätzen, die Systemmodelle verwenden, werden Teilsysteme simuliert, wie z.B. bestimmte Handlungsfelder. Dabei werden in der Regel physische Wirkungsketten modelliert, um nachfolgend Kosten und Nutzen des Klimawandels quantifizieren zu können. Wechselwirkungen mit anderen Handlungsfeldern bleiben in der Regel unberücksichtigt. Systemmodelle sind meist sehr kontextspezifisch und greifen auf die Erkenntnisse

unterschiedlicher wissenschaftlicher Disziplinen zurück, z.B. Klimaforschung in Verbindung mit Hydrologie, Agrarökologie oder Energiesystemmodellierung. Diese Art der Analyse erlaubt einen hohen Detailgrad in der Darstellung der physischen Wirkungskette und bietet sich daher oft an, wenn ein bestimmtes Handlungsfeld oder eine bestimmte Klimafolge möglichst detailliert analysiert werden soll.

Beispiel: Die Studie von Hübler und Klepper mit dem Titel „Kosten des Klimawandels – Die Wirkung steigender Temperaturen auf Gesundheit und Leistungsfähigkeit“ ist exemplarisch für die methodische Kategorie „Systemmodelle“ (Hübler und Klepper 2007). In der Untersuchung werden auf Basis der IPCC-Szenarien und des REMO-Klimamodells Berechnungen mit dem Klima-Michel-Modell des Deutschen Wetterdienstes (DWD) vorgenommen. Dabei wird die gefühlte Temperatur in der Zukunft unter Einfluss des Klimawandels simuliert, um eine Prognose der Hitzebelastung und des Kältestress auf einer jährlichen Basis für die Periode 2071 bis 2100 abzugeben. Auf Grundlage der Vorhersageergebnisse werden Angaben zu den zu erwartenden hitzebedingten Krankheitskosten und Kosten durch Produktivitätseinbußen aufgrund von Hitzewellen gemacht. In der Analyse wird also mit dem Bereich menschliche Gesundheit ein Teilsystem simuliert und es wird sehr kontextspezifisch gearbeitet, unter Rückgriff auf klimatologische und medizinische Kenntnisse. Wechselwirkungen mit anderen Teilsystemen und Anpassungsmaßnahmen bleiben unberücksichtigt. So wird beispielsweise nicht einkalkuliert, inwiefern bauliche Maßnahmen als Anpassung im Bereich Bauwirtschaft die klimawandelbedingten Gesundheitskosten reduzieren könnten oder wie hydrologische Klimaeffekte die Gesundheit zusätzlich beeinflussen.

### **Makromodelle**

Bei Makromodellen liegt der Fokus auf einem Gesamtsystem. So wird bei diesem methodischen Ansatz in der Regel die gesamte Volkswirtschaft betrachtet, also ein Gesamtbild aus mehreren Sektoren oder Handlungsfeldern erzeugt. Wechselwirkungen zwischen diesen Teilsystemen werden explizit berücksichtigt und modelliert. Durch den Fokus auf das Gesamtsystem rücken die einzelnen Modellierungen der Sektoren etwas in den Hintergrund. Die Impacts werden weniger detailgetreu modelliert, sondern mit Kostenschätzungen aus der Literatur kalibriert und teilweise in andere Sektoren, Szenarien oder Regionen extrapoliert.

Beispiel: In der Studie „Klimawandel kostet die deutsche Volkswirtschaft Milliarden“ von Kemfert werden die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen des Klimawandels in Deutschland mit dem integrierten Bewertungsmodell WIAGEM berechnet (Kemfert 2007). Im Rahmen dieses Makromodells wird ein Klimamodell an ein volkswirtschaftliches Modell gekoppelt, um für einzelne Sektoren und die Gesamtwirtschaft direkte und indirekte Kosten sowie Anpassungskosten zu berechnen. Zu den indirekten Kosten gehören zusätzliche Ausgaben für Energie aufgrund von Vermeidungskosten und Ressourcenverknappung. Dynamische Wachstumseffekte, Handelsverflechtungen mit anderen Volkswirtschaften und Beziehungen zwischen den Sektoren werden mit Hilfe einer volkswirtschaftlichen Verflechtungsmatrix berücksichtigt. Der Fokus bei dieser Untersuchung liegt also auf der gesamten deutschen Volkswirtschaft und Wechselwirkungen werden explizit in die Berechnung einbezogen und modelliert. Der Detailgrad der Modellierung physischer Schäden, welche dann die Grundlage für die Kostenberechnung bilden, ist oftmals eingeschränkt.

## Statistische Analysen

Im Zuge statistischer Analysen werden Daten ausgewertet und darauf basierend Funktionen zur Berechnung zukünftiger Entwicklungen aufgestellt. In vielen Fällen werden multivariate ökonometrische Analysen durchgeführt, um den marginalen Einfluss von Klimaparametern auf Kosten und Nutzen in der Vergangenheit zu messen und anschließend mit Hilfe von Klimaprojektionen die zusätzlichen klimabedingten Kosten und Nutzen zu projizieren. Zu dieser methodischen Kategorie gehören auch hedonische Ansätze, d.h. Methoden mit Berücksichtigung von nicht marktmäßig erfassbaren Kostenkategorien.

Beispiel: Günter Lang untersucht in der Studie „Where are the Gains from Kyoto? Estimating the effect of global warming on agriculture in Germany“ die Auswirkungen des Klimawandels auf die deutsche Landwirtschaft bei verschiedenen Temperaturverläufen und Diskontierungsraten (Lang 2011). Für das Gebiet der alten Bundesländer werden dazu die Auswirkungen des vorherrschenden Klimas auf die Landpreise von Anbauflächen und landwirtschaftlichen Output-Preise untersucht. Es werden keine Vorhersagen aus einem Klimamodell genutzt, sondern mit Daten aus der Vergangenheit von mehr als 100 Wetterstationen Funktionen aufgestellt, um Projektionen zur Berechnung des zukünftigen Klimas durchzuführen. Mit Hilfe statistischer Funktionen werden dann die Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Produktivität und auf die Landpreise geschätzt. Es wird ein hedonischer Ansatz für die statistische Untersuchung verwendet, so dass auch nicht-monetäre Komponenten erfasst werden. In die Aufstellung der statistischen Funktionen fließen mehrere agroökonomische Variablen ein, wie der jeweilige Output-Preis, die Höhenlage und Neigung der Anbauflächen oder die Spezialisierung auf den Anbau mehrjähriger Pflanzen. Es werden keine Berechnungen für verschiedene Klimaszenarien durchgeführt, aber als Ergebnis wird eine Funktion ausgegeben, welche die Kosten und Nutzen des Klimawandels im Bereich Landwirtschaft in Abhängigkeit vom zu erwartenden Temperaturanstieg darstellt. Durch die Annahme unterschiedlicher Diskontierungssätze variiert diese Funktion. Eine Annahme der Diskontrate ist in diesem Fall relevant, da in der deutschen Landwirtschaft zunächst klimabedingte Nutzen erwartet werden, die sich dann im Zeitverlauf in Schäden umkehren.

## Einfache Extrapolationen

Ein weiterer Ansatz ist die Fortschreibung von Werten aus der Vergangenheit unter bestimmten Annahmen in Form von einfachen Extrapolationen. Dafür werden auf der Basis von bereits vorhandenen Daten Funktionen zur Prognose zukünftiger Entwicklungen aufgestellt. Dieses vergleichsweise einfache Verfahren hat den Nachteil die Komplexität und Unsicherheit zukünftiger Klimaentwicklungen nur unzureichend abbilden zu können. Zudem sind die Ergebnisse extrem abhängig von der Definition der zugrundeliegenden Annahmen.

Beispiel: Ein Beispiel für die Anwendung einfacher Extrapolationen bietet die Studie „Klimawandel: Welche Belastungen entstehen für die Tragfähigkeit der öffentlichen Finanzen?“ von Ecologic und Infrac in welcher die Folgen des Klimawandels für die öffentlichen Finanzen untersucht werden (Bräuer et al. 2009). In der Untersuchung werden die direkten und indirekten Kosten und Nutzen des Klimawandels für die öffentliche Hand in verschiedenen Handlungsfeldern auf ganz Deutschland bezogen berechnet. Auf der Basis von Klimaprojektionen mit den Modellen REMO und WETTREG und IPCC-Szenarien werden aus Literaturangaben zu Schadenskosten in der Vergangenheit Extrapolationen aufgestellt. Dabei müssen teilweise Angaben zu anderen Ländern auf den deutschen Kontext übertragen werden.

Es wird für neun Handlungsfelder eine qualitative und quantitative Untersuchung sowie eine Gesamtbewertung durchgeführt. Die den Extrapolationen zu Grunde liegenden Daten stammen aus bereits bestehenden Studien und Angaben zu Schadenskosten von Versicherungen.

### **Fallstudien**

Fallstudien sind räumlich oder thematisch eng begrenzte Untersuchungen, die einen bestimmten Folgenkomplex untersuchen und dabei nicht auf allgemeingültige Modelle zurückgreifen. Dabei sind sie oft mit Bezug zur Vergangenheit aufgebaut und treffen meist keine Aussagen zu Kosten-Nutzen-Entwicklungen unter verschiedenen Szenarien in der Zukunft. Meist wird auch explizit darauf hingewiesen, dass die speziellen Charakteristika der untersuchten Lokalität oder des untersuchten Sachverhalts keine Übertragung auf andere Kontexte erlauben.

Beispiel: Die Fallstudie „Climate Change and inland waterway transport; welfare effects of low water levels on the river Rhine“ (Jonkeren et al. 2007) analysiert die Kosten des Klimawandels für die Binnenschifffahrt durch Niedrigwasser. Für das Gebiet des Rheintals werden die Auswirkungen des Klimawandels auf den Frachtpreis pro Tonne, auf den Lastfaktor und die Reisekosten berechnet. Die Studie ist vergangenheitsbezogen, da Daten zu Preisen pro Tonne und Wasserständen aus dem Zeitraum Januar 2003 bis Juli 2005 mit Hilfe einer multiplen Regressionsanalyse ausgewertet werden. Als Ergebnis werden die klimawandelbedingten Wohlfahrtseffekte für die Periode 1986-2004 abgeleitet. Es werden somit keine Klimaszenarien und -modelle verwendet und es werden keine Aussagen zu Kosten-Nutzen-Entwicklungen in der Zukunft getroffen.

### **Befragungen**

Ein weiterer Ansatz sind Befragungen zur Ermittlung von Kosten und Nutzen des Klimawandels. Ein Beispiel hierfür sind Experteninterviews zur besseren Abschätzung von Schadenskosten für bestimmte Handlungsfelder. Solche Interviews können auch nach der Delphi-Methode strukturiert durchgeführt werden. Weiterhin zählt auch die Ermittlung von Zahlungsbereitschaften für bestimmte durch den Klimawandel gefährdete Güter dazu, wie z.B. für zusätzliche Lebensjahre oder Gesundheit. Gerade in Sektoren in denen marktmäßige Bewertungen nur schwer durchführbar sind, findet diese Methode ihre Anwendung.

Beispiel: Im Rahmen der Untersuchung „Economic Impact of the Spread of Alien Species in Germany“ (Reinhardt et al. 2003) wurde eine Expertenbefragung durchgeführt, um die Kosten durch eingewanderte Arten in Deutschland zu bestimmen. Dabei werden die Kosten für menschliche Gesundheit, Ökosysteme und Volkswirtschaft in Deutschland insgesamt berücksichtigt. In der Studie werden keine Klimadaten und Szenarien genutzt und die Kosten werden anhand von Literaturangaben und Angaben aus den Experteninterviews berechnet. Die Betrachtung ist somit vergangenheitsbezogen und die Kosten werden empirisch ermittelt.

### **Literaturrecherchen**

Zahlreiche Studien wiederum sind in Form von Literaturrecherchen aufgebaut und geben einen Überblick über die Ergebnisse anderer Studien, z.B. in Form von Vergleichen. Diese Kategorie bietet somit einen guten Überblick zum aktuellen Forschungsstand für einen

bestimmten Sektor oder eine spezifische Region, aber steuert keine eigenen Ergebnisse in der Sache bei.

Beispiel: In einer Untersuchung der Europäischen Umweltagentur von 2008 werden die Klimafolgen vergangener Ereignisse untersucht und es werden die Ergebnisse anderer Studien zu Klimaauswirkungen in der Zukunft dargestellt (EEA 2008). Es werden somit keine eigenen empirischen Daten erhoben, sondern Resultate anderer Forschungsprojekte zusammengestellt.

### **3.1.3 Überblick zu bestehenden Studien über die Kosten des Klimawandels**

Als weitere Grundlage für die mögliche Untersuchung der Kosten und Nutzen von Politikinstrumenten in der Klimaanpassung wird im Folgenden für jedes Handlungsfeld der DAS eine kurze Übersicht zu den in der Literatur verfügbaren Kostenschätzungen gegeben, die für den Kontext Deutschland von Interesse sein können. Ziel der Ausführungen ist es, eine Abschätzung dazu zu unterstützen, in welchen Handlungsfeldern ausreichend bzw. annähernd ausreichend Daten über Kosten von Klimafolgen vorliegen, um auf dieser Basis im späteren Projektverlauf Politikinstrumente zur Förderung von Anpassung bewerten zu können. Der Stand der Recherchen ist das Jahr 2011. Die Arbeiten liefen nachgelagert zu ähnlichen aber ausführlicheren Recherchen, die im UFOPLAN-Projekt „Ökonomische Aspekte der Anpassung an den Klimawandel“ (Forschungskennzahl 3709 41 121) durchgeführt wurden und greifen größtenteils auf Quellen zurück, die auch dort genannt werden (siehe Tröltzsch et al. 2011). In Abgrenzung zu Tröltzsch et al. 2011 liegt der Fokus dieser Recherche allerdings nicht auf Kosten und Nutzen von Anpassungsmaßnahmen, sondern allgemeiner auf den Kosten und Nutzen der Folgen des Klimawandels. Bei der Recherche wurden vornehmlich Studien berücksichtigt, die einen Bezug zu Deutschland aufweisen oder deren Ergebnisse sich potenziell auf diesen Länderkontext übertragen lassen.

#### **Geografischer Fokus**

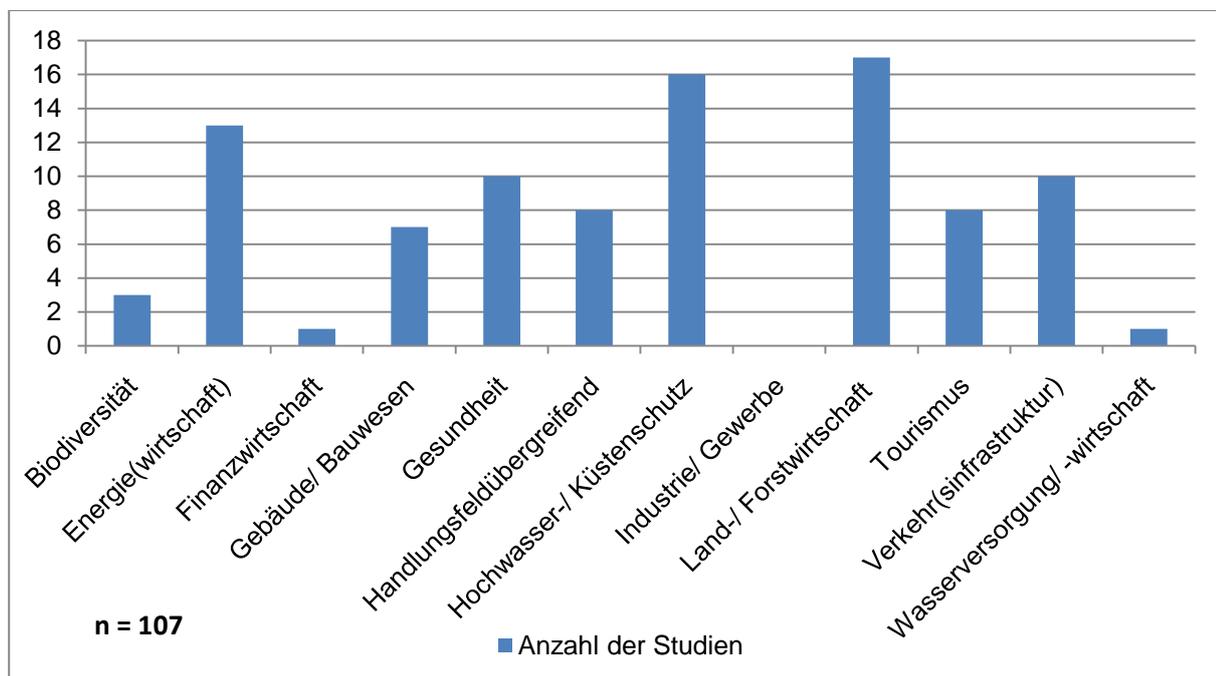
Von den insgesamt 107 erfassten Studien beziehen sich 39 Untersuchungen auf Gesamtdeutschland, 19 beleuchten Teilregionen von Deutschland. Die übrigen 49 Veröffentlichungen betrachten Gesamteuropa, Teilregionen Europas sowie andere einzelne Länder innerhalb und außerhalb der Europäischen Union. Unter den Teilregionen Deutschlands finden sich Studien zu einzelnen Bundesländern wie auch zu grenzübergreifenden Naturräumen.

#### **Abdeckung der Handlungsfelder**

Es zeigt sich, dass die Anzahl von Studien pro Handlungsfeld stark variiert und einige Bereiche gut durch die Klimakostenforschung abgedeckt sind, während andere bisher kaum erforscht sind. So konnte eine relative hohe Anzahl von Untersuchungen im Bereich Land- und Forstwirtschaft identifiziert werden, ebenso in den Handlungsfeldern Hochwasser- und Küstenschutz sowie Energiewirtschaft. Im Hinblick auf die Anzahl der Studien befinden sich die thematischen Bereiche Verkehr und Verkehrsinfrastruktur, Gesundheit, Tourismus und Gebäude und Bauwesen im Mittelfeld. Insgesamt nur acht Studien verfolgen einen handlungsfeldübergreifenden Ansatz. Noch weniger Untersuchungen liegen für die Bereiche Biodiversität, Finanzwirtschaft sowie Wasserversorgung und Wasserwirtschaft vor. Für den Bereich Industrie und Gewerbe liegt nach Erkenntnissen der Autoren noch keine spezifisch auf den Sektor bezogene Studie für Deutschland vor (Stand 2011).

So wird bei der Betrachtung der Verteilung von Studien auf die Handlungsfelder bereits einiges deutlich: Handlungsfelder, in denen die Quantifizierung von nicht-marktgängigen Gütern erforderliche wäre (wie bei Biodiversität) oder bei denen indirekte Klimafolgen vermutlich eine große Rolle spielen (wie bei Finanzwirtschaft und Industrie und Gewerbe) sind im Vergleich bisher deutlich seltener betrachtet worden. Dagegen liegen zu den besonders stark von direkten Klimafolgen betroffenen Handlungsfeldern Land- und Forstwirtschaft, Hochwasser- und Küstenschutz und Energiewirtschaft zahlreiche Studien vor. Weiterhin zeigt die Recherche, dass es mit Kempfert und Bräuer et al. nur zwei Studien mit detaillierten Kosten- und teilweise Nutzenangaben zu sämtlichen Handlungsfeldern und gleichzeitig einem geografischen Bezug zu Gesamtdeutschland gibt (Kempfert 2007; Bräuer et al. 2009).

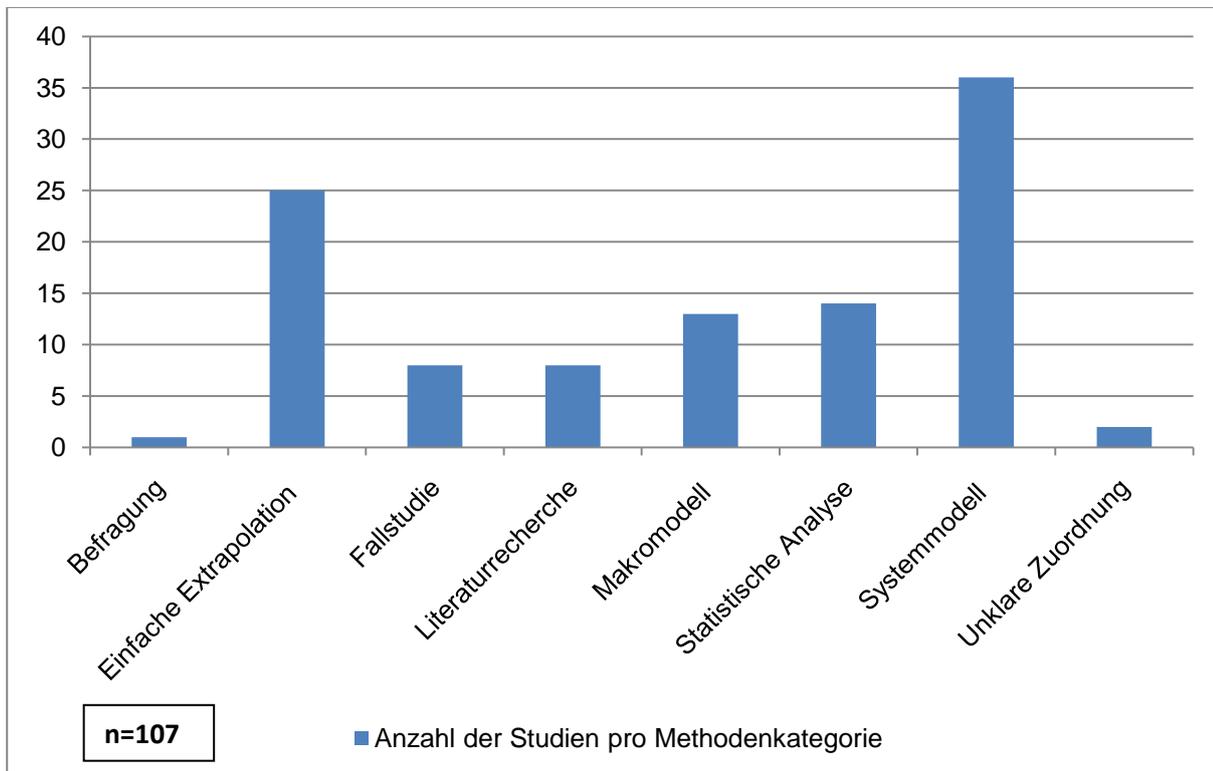
Abb. 2: Anzahl der Studien pro Handlungsfeld zu Kosten und Nutzen des Klimawandels (© Eigene Darstellung)



### Methodologien

Die untersuchten Studien wenden eine Vielzahl unterschiedlicher Methodologien an. So ist die Verwendung von Systemmodellen, welche auf ein Teilsystem fokussieren und physische Wirkungsketten modellieren, der am häufigsten gewählte methodische Ansatz, gefolgt von einfachen Extrapolationen. Deutlich weniger Studien verwenden andere statistische Analysen oder Makromodelle, welche gesamte Volkswirtschaften in den Mittelpunkt der Modellierung rücken. Eine geringe Anzahl von Untersuchungen sind zudem als Fallstudien oder Literaturrecherchen konzipiert.

Abb. 3: Anzahl der Studien zu Kosten und Nutzen des Klimawandels pro Methodenkategorie (© Eigene Darstellung)



### 3.1.4 Ausgewählte Ergebnisse aus den untersuchten Studien

#### Handlungsfeld Biodiversität

Für den Bereich Biodiversität liegen bislang kaum Untersuchungen zu klimawandelbedingten Kosten und Nutzen vor. Es konnten insgesamt nur drei Studien mit monetären Angaben identifiziert werden, wobei diese entweder Großbritannien oder Europa, eingeteilt in verschiedene Makroregionen, betrachten. Deutschland ist jeweils Teil der Region nördliches Mitteleuropa oder Mitteleuropa. In Bezug auf die Folgen des Klimawandels werden veränderte Niederschlagsmuster, höhere Temperaturen und eine höhere CO<sub>2</sub>-Konzentration zu einem geänderten Wachstum von Pflanzen und Wäldern führen. Gleichzeitig können verschiedene Spezies aussterben oder abwandern, während es zur Einwanderung ortsfremder Arten kommen kann. In den ermittelten Publikationen werden IPCC- und UKCIP-Szenarien sowie unter anderem das Klimamodell HadCM3 verwendet. Während die Studie zu Großbritannien Ergebnisse für die 2020er, 2050er und 2080er Jahre liefert, werden bei den europaweiten Studien Angaben für 2050 im Vergleich zu den klimatischen Bedingungen von 2005 gemacht. Die ermittelten Kosten-Nutzen-Analysen im Bereich Biodiversität verwenden durchwegs Systemmodelle, was die Bedeutung der Modellierung physischer Wirkungsketten gerade für diesen Bereich unterstreicht. Während bei den Studien von CLIBIO und Ding et al. mit Bezug auf ganz Europa nur die Auswirkungen und Kosten bzw. der Nutzen für Waldökosysteme untersucht werden, wird bei der Analyse von Hunt eine Modellierung der Klimafolgen für ausgewählte Spezies in verschiedenen Lebensräumen mit Hilfe des SPECIES Modells vorgenommen (CLIBIO 2008; Ding et al. 2008; Hunt 2008). Bei der letztgenannten Publikation wurden zur Kostenberechnung die Daten zu Erholungs- und Wiederherstellungskosten des UK

Biodiversity Action Plan genutzt und Kostenangaben für die 2020er, 2050er und 2080er ermittelt. Eine andere Analyse auf europäischer Ebene liefert verschiedene prozentuale Veränderungen der Produktivität von einzelnen Waldprodukten im IPCC-Szenario A2. Insgesamt zeigen diese Ansätze, dass die Quantifizierung von Kosten und Nutzen besonders im Bereich Biodiversität mit großen Unsicherheiten behaftet ist, da es sich oft um nicht marktgängige Güter handelt und zudem bislang nur wenige empirische Daten zur Verfügung stehen. Für Deutschland (oder gar Teilregionen) existiert bislang keine einzige Studie, die den Bereich Biodiversität mit einem ökonomischen Fokus untersucht und monetäre Daten zu klimawandelbedingten Kosten und Nutzen darstellt.

### **Handlungsfeld Energie**

Der Bereich Energiewirtschaft ist insgesamt vergleichsweise gut von der Forschung zu Kosten und Nutzen von Klimafolgen erfasst. Neben Hochwasser- und Sturmschäden ist der Bereich Energie vor allem von Trockenperioden mit Niedrigwasser in Flüssen betroffen, wodurch es zu Kühlwassermangel kommen kann. Außerdem wird während Hitzewellen mit einer höheren Energienachfrage gerechnet. Insgesamt liegen sieben Studien für diesen Handlungsbereich mit einem geografischen Fokus auf Gesamtdeutschland vor. Zwei Untersuchungen beschäftigen sich mit Berlin und eine Analyse befasst sich mit einem einzelnen, an der Elbe gelegenen Kraftwerk. Auch in diesem Sektor werden wiederum IPCC-Szenarien als Grundlage für die Untersuchungen herangezogen, während unter anderem STAR II und CCLM als Klimamodelle dienen. Die genutzten Methoden im Bereich Energie sind einfache Extrapolationen, Fallstudien, Makromodelle, statistische Analysen und Systemmodelle. Neben den methodischen Ansätzen ist je nach Studie auch der betrachtete Zeithorizont sehr unterschiedlich. So werden in einer Publikation Klimakosten der Vergangenheit aus den Jahren 2002 und 2003 betrachtet, während ansonsten Projektionen für die Jahre 2035, 2050, 2060 oder den Zeitraum 2075 bis 2100 aufgestellt werden. Entsprechend den unterschiedlichen methodischen, räumlichen und zeitlichen Ansätzen variieren die Kosten- und Nutzenangaben sehr stark. Teilweise werden Kosten und Nutzen monetär bewertet, wohingegen andere Studien Nachfrageänderungen nach Energie oder Heizenergie oder prozentuale Preisänderungen betrachten. Anpassung findet bei allen untersuchten Studien zum Bereich Energie(wirtschaft) keine Berücksichtigung. Für die Phase von 2075 bis 2100 wird für Deutschland insgesamt mit klimawandelbedingten Kosten für den Energiesektor von 213 Mrd. € gerechnet (Kemfert 2007), während laut einer anderen Analyse für 2050 mit Kosten von 2,5 Mrd. jährlich in diesem Bereich in ganz Deutschland gerechnet wird (Schade et al. 2009). Die in den Jahren 2002 und 2003 klimawandelbedingt angefallenen Kosten in der Energiewirtschaft in ganz Deutschland werden auf zwischen 140 Mio. € und 350 Mio. € insgesamt beziffert.

### **Handlungsfeld Finanzwirtschaft**

Zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die Finanzwirtschaft sind bislang kaum Quantifizierungen veröffentlicht worden, obgleich dieses Handlungsfeld über den Bereich der Rückversicherungen erheblich von den Folgen betroffen sein wird. Durch häufigere Extremwetterereignisse und andere klimatischen Veränderungen werden zunehmend Materialschäden in verschiedenen Bereichen sowie der Verlust von Menschenleben zu beklagen sein. Diese Auswirkungen betreffen über das Versicherungswesen dann indirekt den Bereich der Finanzwirtschaft. Es konnten nur zwei Studien identifiziert werden, welche die klimawandelbedingten Kosten und den Nutzen explizit für diesen Wirtschaftssektor

untersuchen. In der handlungsfeldübergreifenden Analyse von Kemfert wird das Makromodell WIAGEM unter einem Szenario mit einem Temperaturanstieg um 4,5°C bis 2100 auf Deutschland angewendet und es werden für diesen Sektor zusätzliche Kosten von 206,6 Mrd. € insgesamt für die Zeitperiode von 2075 bis 2100 ermittelt (Kemfert 2007). Eine weitere Studie untersucht die Auswirkungen des Klimawandels mittels einer Trendanalyse des normalisierten versicherten Schadens und bedient sich somit einer statistischen Analyse. Dabei werden keine Szenarien zu Grund gelegt und es wird keine Modellierung mit Hilfe von Modellen vorgenommen. Als Ergebnis wird ein signifikanter positiver Trend bei Wirbelstürmen, also eine Zunahme, nachgewiesen, während für Überschwemmungen kein positiver Trend nachweisbar ist. Absolute Schadenkosten bzw. ein monetärer Nutzen werden nicht beziffert. Insgesamt ist dieser Bereich also bislang kaum untersucht und für Deutschland besteht erheblicher Forschungsbedarf. Allerdings muss auch angemerkt werden, dass einige Studien im Bereich „Gebäude und Bauwesen“ und deren Ergebnisse durchaus hohe Relevanz auch für die Finanzwirtschaft haben. Da sie jedoch primär auf Gebäudeschäden fokussieren (und erst sekundär auf die Auswirkungen auf Versicherungen), werden sie in dieser Recherche unter diesem Handlungsfeld erfasst.

#### **Handlungsfeld Gebäude und Bauwesen**

Im Handlungsfeld Bauwesen und Gebäude liegen mehrere Studien zu Kosten und Nutzen des Klimawandels vor. Als untersuchte Auswirkungen stehen in erster Linie Schäden durch Hochwasser- und Sturmereignisse und Bodenabsenkungen im Fokus. Abseits von Untersuchungen zu Europa insgesamt, den Niederlanden, dem Vereinigten Königreich und der Schweiz analysieren nur zwei Studien, nämlich die Arbeiten von Bräuer et al. und Kemfert, die Folgen für Deutschland in diesem Sektor (Bräuer et al. 2009; Kemfert 2007). Diese wenden einfache Extrapolationen bzw. ein Makromodell zur Quantifizierung von Kosten und Nutzen an. Als zeitlicher Horizont werden die Stichjahre 2050 und 2100 bzw. die gesamte Zeitdauer bis 2100 betrachtet. Dabei werden von Bräuer et al. für das Jahr 2050 Kosten durch Sturmschäden an Gebäuden in ganz Deutschland von 1 Mrd. € jährlich vorhergesagt, während 2100 2 Mrd. € jährlich erwartet werden (Bräuer et al. 2009). Durch Hochwasserschäden an Gebäuden werden Kosten in Höhe von 1,1 Mrd. € jährlich für 2050 und von 2,3 Mrd. € pro Jahr zum Zeitpunkt 2100 projiziert. Kemfert rechnet dagegen nur mit Gesamtkosten von 0,1 Mrd. € für die Phase 2071 bis 2100 (Kemfert 2007). Insgesamt wird also deutlich, dass trotz mehrerer Studien zu Klimafolgen im Bereich Bauwesen zu anderen europäischen Ländern, für Deutschland erheblicher Forschungsbedarf besteht. Die deutlich abweichende Höhe beider erwähnten Studien kann u.U. allerdings auch auf Grund unterschiedlicher Kostendefinitionen resultieren. Auf Grund eingeschränkter Informationen über die Annahmen in der bei Kemfert (2007) durchgeführten Modellierung kann hier zwar nur gemutmaßt werden, aber es könnte sein, dass im Makromodell nur die Kosten für die Bauindustrie erfasst sind, während Bräuer et al. auch die wesentlich höheren Schadenkosten an den Gebäuden (also Kosten für die Eigentümer) berücksichtigen.

#### **Handlungsfeld Gesundheit**

Die Auswirkungen des Klimawandels auf den Gesundheitssektor sind Gegenstand zahlreicher Studien. Schwierigkeiten ergeben sich hierbei unter anderem aus der Herausforderung, den Wert menschlicher Gesundheit bzw. eines Lebensjahres zu beziffern. Die betrachteten Studien unterscheiden sich stark im Hinblick auf die gewählten Methoden und betrachteten

Zeiträumen. So werden neben einfachen Extrapolationen auch Befragungen, Literaturrecherchen, Makro- oder Systemmodelle genutzt. Vier Publikationen untersuchen Klimafolgen im Bereich Gesundheit mit einem Fokus auf Deutschland insgesamt, während zwei Arbeiten Kostenangaben zur EU27 aufgeschlüsselt nach Mitgliedstaaten machen. Der zeitliche Horizont der erfassten Studien variiert stark und so werden je nach Forschungsarbeit die Stichjahre 2020, 2050, 2100 bzw. die Perioden 2007 bis 2100 oder 2071 bis 2100 untersucht. In der Arbeit von Bräuer et al. werden die Kosten des Klimawandels im Gesundheitssektor insgesamt für ganz Deutschland auf 225 Mio. € - 525 Mio. € im Jahr 2050 geschätzt und auf 300 Mio. € - 700 Mio. € im Jahr 2100 (Bräuer et al. 2009). Außerdem wird aufgrund von klimawandelbedingten Leistungseinbußen ein Rückgang des BIP um 0,07% im Jahr 2050 und um zwischen 0,09% und 0,37% für 2100 vorhergesagt. In der Untersuchung von Hübler und Klepper (wird die klimawandelbedingte Zunahme von hitzebedingten Krankheitskosten berechnet, indem verschiedene Annahmen zur Entwicklung von Krankenhauseinweisungen als Szenarien gewählt werden (Hübler und Klepper 2007). Dabei wird je nach Verlauf für die Periode zwischen 2071 und 2100 mit zusätzlichen Krankheitskosten von zwischen 450 Mio. € und 495 Mio. € jährlich gerechnet und ein Rückgang der Wertschöpfung durch Produktivitätseinbußen von zwischen 2 Mrd. € und 8 Mrd. € pro Jahr vorhergesagt. Kemfert projiziert zusätzliche Kosten von 61 Mrd. € im Gesundheitsbereich in Deutschland von 2007 bis 2050 (Kemfert 2007). Andere Studien analysieren wiederum die Gesundheitskosten der Verbreitung ortsfremder Arten, welche sich durch den Klimawandel verstärkt, oder die Kosten von klimawandelbedingten Atemwegserkrankungen und von wasserübertragenen Krankheiten. Anpassungsmaßnahmen werden nur in zwei der untersuchten Arbeiten berücksichtigt. Zusammenfassend wird im Bereich Gesundheitswesen deutlich, dass die Folgen des Klimawandels vielseitig sind und unterschiedliche Ansätze zur Quantifizierung der Kosten nicht marktmäßig erfasster Güter verfolgt werden. Vor dem Hintergrund verschiedener Methodologien, Zeiträume und Schadenskategorien ist die große Bandbreite von Kosten-Nutzen-Angaben in diesem Bereich nicht verwunderlich.

#### **Handlungsfeld Hochwasser- und Küstenschutz**

Das Handlungsfeld Hochwasser- und Küstenschutz ist vergleichsweise gut im Hinblick auf Kosten und Nutzen des Klimawandels erforscht. Es liegen zahlreiche Untersuchungen zu diesem Bereich vor, die primär die physischen Folgen Flächenverlust, Infrastrukturschäden, Küstenerosion, Meeresspiegelanstieg und Versalzung von Böden und Grundwasser untersuchen. Sieben Studien fokussieren Deutschland insgesamt, eine weist einen räumlichen Bezug zur Insel Sylt auf und in einer weiteren Publikation werden die Folgen des Klimawandels in acht Orten an der deutschen Nordseeküste untersucht. Allen untersuchten Arbeiten liegen IPCC-Szenarien zu Grunde und es werden verschiedene Klimamodelle genutzt. Als Methoden dienen einfache Extrapolationen, Makromodelle und Systemmodelle. Die gewählten Zeithorizonte divergieren stark zwischen den untersuchten Studien. So wird teilweise ein Zeitraum bis 2050 betrachtet, während in anderen Untersuchungen 2025, 2085 oder 2100 als Stichjahre dienen. Daneben werden teilweise auch die 2020er, 2050er und 2080er als Zeitperiode zugrunde gelegt. Je nach untersuchter Studie wird Anpassung an den Klimawandel mitberücksichtigt oder nicht. Entsprechend den unterschiedlichen methodischen Ansätzen und betrachteten Zeitpunkten bzw. Zeitperioden divergieren die Kosten- und Nutzenangaben in diesem Handlungsfeld stark. Während in einigen Arbeiten absolute Kosten- und

Nutzenangaben bezogen auf ein Jahr oder akkumuliert gemacht werden, wird in einer Studie die klimabedingte Änderung des BIP projiziert.

### **Handlungsfeld Industrie und Gewerbe**

Der Sektor Industrie und produzierendes Gewerbe ist bislang am wenigsten im Hinblick auf Kosten und Nutzen des Klimawandels erforscht. Nur zwei handlungsfeldübergreifende Untersuchungen zu Gesamtdeutschland quantifizieren Klimafolgen für dieses Handlungsfeld und es liegt keine sektorenspezifische Untersuchung vor. Unternehmen im Bereich Industrie und Gewerbe sind nicht unmittelbar in ihren Kernaktivitäten von den Veränderungen des Klimas betroffen, wie z.B. Land- und Forstwirtschaft oder Wasserversorger. Durch den Klimawandel kommt es zu einem Anstieg des Meeresspiegels und zur Zunahme von Extremwetterereignissen, was wiederum Schadens- und Anpassungskosten für Industriebetriebe nach sich zieht die z.B. an Anlagen und Gebäuden anfallen. Veränderte durchschnittliche Klimaparameter erweisen sich dagegen allenfalls für Unternehmen als Herausforderung, die ihre Produkte und Dienstleistungen im Freien erbringen. Neben diesen direkten Effekten kann es auf indirektem Wege zu Kosten durch klimabedingte Rückgänge der Wertschöpfung im Ausland und verteuerte Energiepreise kommen. Die Folgen des Klimawandels in anderen Ländern können die deutsche Volkswirtschaft zudem über die Kanäle Außenhandel, Devisenmarkt, Migration, Sicherheit und Technologietransfer beeinflussen. Während bei Bräuer et al. (2009) eine einfache Extrapolation verwendet wird, kommt bei Kemfert das Makromodell WIAGEM zum Einsatz (Kemfert 2007). Als Grundlage für die Quantifizierung von monetären Klimafolgen wird in den Studien mit unterschiedlichen Klimaszenarien gearbeitet. Die Untersuchung von Bräuer et al. sagt einen Rückgang der Exporte aus ganz Deutschland bis 2050 zwischen 1,3% und 3,6% gegenüber einem Referenzszenario ohne Klimawandel voraus (Bräuer et al. 2009). In der Arbeit von Kemfert wird dagegen alleine bis 2050 mit klimabedingten Gesamtkosten von ca. 130 Mrd. € im Industriesektor für Gesamtdeutschland gerechnet (Kemfert 2007). Dieser Betrag ergibt sich in erster Linie aus direkten Schadenskosten und daneben aus Anpassungskosten und zusätzlichen Energiekosten. Bei umfassender Betrachtung ergibt sich erheblicher Forschungsbedarf im Handlungsfeld Industrie und Gewerbe, da kaum Studien mit räumlichem Bezug zu Deutschland und mit Quantifizierung von Kosten und Nutzen vorliegen. Zudem ist der betriebene methodische Aufwand geringer, als in anderen Sektoren. Dieser Mangel an detaillierten Kosten-Nutzen-Analysen ist unter Umständen durch die geringere „gefühlte“ Betroffenheit der Akteure in diesem Bereich erklärbar. Weiterhin bedingt die Vielzahl unterschiedlich betroffener Branchen eine große Heterogenität, was handlungsfeldspezifische Studien erschwert.

### **Handlungsfeld Land- und Forstwirtschaft**

Das Handlungsfeld mit der größten Anzahl von Studien ist der Bereich Land- und Forstwirtschaft, der gleichzeitig eine große Heterogenität im Hinblick auf den geografischen Fokus, den betrachteten Zeithorizont und die gewählten Untersuchungsmethoden aufweist. Die für diesen Sektor hauptsächlich untersuchten Folgen sind eine längere Vegetationsperiode, die Zunahme von Extremwetterereignissen, ein Anstieg des Meeresspiegels, veränderte Niederschläge, ein verändertes Grundwasserdargebot, Ertragsänderungen und mehr Schädlingsbefall. Es konnte eine Studie mit geografischem Bezug zu Gesamtdeutschland identifiziert werden, wohingegen sich zwei Untersuchungen mit den alten Bundesländern und eine mit den neuen Bundesländern beschäftigen. Drei weitere Studien fokussieren auf einzelne

Bundesländer und sechs Arbeiten betrachten Teilregionen innerhalb dieser. Dabei werden von allen untersuchten Publikationen durchwegs IPCC-Szenarien als Grundlage der Betrachtung gewählt und in erster Linie Varianten des globalen Klimamodells ECHAM genutzt. Zur Regionalisierung der Simulationen wird unter anderem auf REMO STAR, STAR 2, WEREX und WETTREG zurückgegriffen. Im Hinblick auf die gewählten Methodologien zur Berechnung von Kosten unterscheiden sich die Studien stark. So werden mit Literaturrecherchen, Makromodellen, statistischen Analysen und Systemmodellen sehr unterschiedliche Ansätze verwendet. Die Kosten des Klimawandels im Bereich Land- und Forstwirtschaft werden in einer Studie zu Gesamtdeutschland für den Zeitraum 2007 – 2100 auf 35,4 Mrd. € insgesamt beziffert, wozu noch 26 Mrd. € an Anpassungskosten in diesem Sektor addiert werden (Kemfert 2007). Die Studien mit einem regionalen Fokus legen dagegen andere Zeithorizonte zu Grunde und machen Angaben zu klimawandelbedingten Ertragsveränderungen in der Zukunft, aber nicht zu absoluten Kosten. Das Handlungsfeld Land- und Forstwirtschaft ist zudem ein Bereich der vom Klimawandel auch profitieren kann. Somit beziffern zahlreiche Studien auch den zu erwartenden monetären Nutzen. Abgesehen von der auf Deutschland insgesamt bezogenen Studie wird Anpassung in den Untersuchungen nicht berücksichtigt.

#### **Handlungsfeld Tourismus**

Die qualitativen Auswirkungen des Klimawandels auf die Tourismusbranche in Deutschland sind vergleichsweise gut erforscht. Durch veränderte klimatische Bedingungen kommt es zu Änderungen im Reiseverhalten und Schäden an touristischer Infrastruktur. Während ein Temperaturanstieg die Schneesicherheit von Wintersportgebieten gefährdet und somit den alpinen Wintertourismus negativ beeinflusst, könnten Tourismusdestinationen an Nord- und Ostsee von einer Erwärmung profitieren. Insgesamt wird es klimawandelbedingt zu einem veränderten Reiseverhalten kommen, was mittels der Entwicklung von Reiseströmen und Übernachtungszahlen analysiert werden kann. Der Bereich Tourismus weist Überschneidungen mit den Handlungsfeldern Biodiversität und Forstwirtschaft hinsichtlich des Freizeitwertes einer intakten Landschaft und mit dem Bereich Küstenschutz auf, da Strände und unmittelbar am Wasser befindliche Infrastruktur einen großen touristischen Wert aufweisen. Trotz zahlreicher Studien auf europäischer Ebene und insbesondere zum Wintertourismus in Alpenländern, konnten nur vier quantitative Untersuchungen mit einem Fokus (auch) auf Deutschland identifiziert werden. Hinsichtlich der Methodik werden je nach Publikation Literaturrecherchen, Makromodelle oder Systemmodelle verwendet. Die gewählten Zeitperioden sind in diesem Handlungsfeld leichter vergleichbar, da bei allen Projektionen 2100 das letzte Jahr der Betrachtung bildet. Im Einzelnen werden die Stichjahre 2050 und 2100 sowie die Phasen 2071 bis 2100, 1980 bis 2100 und 2007 bis 2100 untersucht. In den Studien verwendete Klimaszenarien bauen auf IPCC-Szenarien und verschiedenen Klimamodellen auf. Hamilton und Tol sagen aufgrund des Klimawandels einen größeren Anteil von Inlandsreisen an der Gesamtzahl durchgeführter Reisen voraus, der gegenüber dem Referenzjahr 1995 bis 2100 um 25% bis 35% ansteigt (Hamilton und Tol 2007). Der Anteil internationaler Urlaubsreisen von Deutschen ins Ausland wird der Prognose zur Folge dagegen abnehmen. Die Zahl ausländischer Touristenankünfte in Deutschland soll zudem bis 2050 klimawandelbedingt um über 10% zurückgehen, um dann bis 2100 um 15% anzusteigen. Kemfert prognostiziert Schadenskosten im Tourismussektor bis 2050 für Deutschland insgesamt von 19 Mrd. € sowie Anpassungskosten von 11 Mrd. € (Kemfert 2007). Gleichzeitig werden steigende Besucherzahlen und Einnahmen im Küstentourismus an Nord- und Ostsee aufgrund des zu

erwartenden Temperaturanstiegs erwartet. In weiteren untersuchten Publikationen werden außerdem Auswirkungen des Klimawandels auf Übernachtungszahlen und das Bruttoinlandsprodukt untersucht. Anpassung wird in zwei der vier recherchierten Arbeiten berücksichtigt. Anpassungsmaßnahmen können im Bereich Tourismus sehr unterschiedliche Formen annehmen, z.B. Kunstschnee in klimawandelgefährdeten Wintersportgebieten. Insgesamt ist das Handlungsfeld Tourismus durch länder- und sektorenübergreifende Studien zwar recht gut erforscht, es liegen allerdings nur wenige handlungsfeldspezifische Untersuchungen zu Kosten und Nutzen von Klimafolgen in Deutschland vor. Im Gegensatz zu den besser untersuchten Auswirkungen veränderter klimatischer Bedingungen auf den Wintertourismus und internationale Touristenströme klafft im Hinblick auf die Analyse positiver Auswirkungen auf Bade- und Strandurlaub an der Nord- und Ostsee eine Lücke.

#### **Handlungsfeld Verkehr und Verkehrsinfrastruktur**

Kosten und Nutzen des Klimawandels wurden für den Verkehrssektor relativ detailliert erforscht. Dabei wurden sowohl die Auswirkungen veränderter klimatischer Bedingungen auf verschiedene Verkehrssysteme und Transportmittel, als auch auf die Verkehrsinfrastruktur erfasst. Die untersuchten physischen Folgen umfassen die Zunahme von Extremwetterereignissen, wie z.B. Starkregen, von Hitzewellen, Niedrigwasser in Flüssen und Seen sowie den Anstieg des Meeresspiegels. Diese klimatischen Veränderungen führen zu Infrastrukturschäden, Unfällen und Verspätungsminuten. Gleichzeitig werden für die Zukunft geringere Frostschäden vorhergesagt. Als geografischer Fokus wurde bei drei untersuchten Studien ganz Deutschland gewählt, wohingegen eine Arbeit von Jonkeren et al. die Auswirkungen des Klimawandels auf die Rheinschifffahrt untersucht (Jonkeren et al. 2007). In den Publikationen mit Bezug zu ganz Deutschland wird mit IPCC-Szenarien und den regionalen Klimamodellen WETTREG und REMO gearbeitet. Der methodische Ansatz variiert allerdings jeweils zwischen einfachen Extrapolationen, Literaturrecherchen und Makromodellen. Im Gegensatz dazu ist die Studie mit Bezug zum Rheintal als Fallstudie konzipiert, d.h. es werden keine Klimaszenarien betrachtet, sondern klimabedingte Schadenskosten, die bereits in der Vergangenheit in dieser Lokalität angefallen sind. Der in den Untersuchungen zum Verkehrssektor gewählte Zeithorizont variiert wiederum zwischen den Zeitperioden und Jahren, 2071 bis 2100, 2050, 2100 bzw. 2007 bis 2100. Die Analyse zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die Schifffahrt auf dem Rhein beziffert die durch den Hitzesommer 2003 entstandenen Kosten auf 91 Mio. € insgesamt. Eine Untersuchung für den Verkehrssektor mit Fokus auf Gesamtdeutschland beziffert die Kosten auf zwischen 699 Mio. € und 733 Mio. € im Jahr 2050 und auf 1,75 Mrd. € bis 1,8 Mrd. € im Jahr 2100. Dem steht ein monetärer Nutzen von 138 Mio. € bis 210 Mio. € 2050 und 274 Mio. € bis 1,1 Mrd. € im Jahr 2100 gegenüber. Kemfert geht für das Handlungsfeld Verkehr von Gesamtkosten von 347 Mrd. € durch den Klimawandel von 2007 bis 2100 aus (Kemfert 2007). Dazu kommen noch 159 Mrd. € für Anpassungsmaßnahmen. In den anderen untersuchten Studien wird Anpassung dagegen nicht berücksichtigt.

#### **Handlungsfeld Wasserversorgung und Wasserwirtschaft**

Wasserversorgung und Wasserwirtschaft in Deutschland wurden bisher kaum im Hinblick auf klimafolgenbedingte Kosten und Nutzen untersucht. Dies kann auch dadurch bedingt sein, dass die Abgrenzung zu anderen Handlungsfeldern (z.B. zu Hochwasserschutz, Landwirtschaft, Gebäude) nicht immer klar vollzogen wird bzw. vollzogen werden kann. Durch die mit dem

Klimawandel einhergehende erhöhte Variabilität von Niederschlägen und erhöhte Temperaturen bzw. Verdunstung kann es zu örtlich und zeitlich begrenzten Verknappungen des Wasserangebots sowie zu Qualitätsverschlechterungen kommen. Frühere Schneeschmelzen erhöhen das Risiko von Trockenperioden im Sommer, wohingegen der prognostizierte Anstieg des Meeresspiegels eine Versalzung von Grundwasservorräten bewirken kann. Zudem könnte sich in Zukunft die Wassernachfrage aufgrund geänderter Niederschlags- und Temperaturregimes erhöhen. Im Rahmen der Literaturrecherche konnten nur zwei Studien ausfindig gemacht werden, die explizit den Bereich Wasserversorgung und Wasserwirtschaft nach Kosten und Nutzen durch Klimafolgen analysieren und einen geografischen Bezug zu Deutschland aufweisen. Als Methoden bei der Untersuchung dienen dabei eine einfache Extrapolation und eine statistische Analyse. Der letztgenannte methodische Ansatz wird in der Arbeit von Schleich und Hillenbrand mittels einer ökonomischen Querschnittsanalyse auf Kosten des Hitzesommers 2003 im Bereich Wasserversorgung angewendet (Schleich und Hillenbrand 2007). Dabei können in dieser vergangenheitsbezogenen Studie ohne Szenarien keine signifikanten Einflüsse eines Temperaturanstiegs auf die Wassernachfrage privater Haushalte nachgewiesen werden, wohingegen in Bezug auf veränderte Niederschlagsmuster geringe Auswirkungen auf die Nachfrage nachgewiesen werden können. In der handlungsfeldübergreifenden und ebenfalls ohne die Verwendung von Klimamodellen und Szenarien aufgebauten Arbeit von Bräuer et al. werden Zusatzkosten durch einen erhöhten Investitionsbedarf in der Abwasserentsorgung berechnet (Bräuer et al. 2009). Dabei werden Mehrkosten durch den Klimawandel zwischen 40 Mio. € und 780 Mio. € jährlich ohne Differenzierung nach den Zeithorizonten 2050 und 2100 vorhergesagt. Das Handlungsfeld Wasserversorgung (in dieser Abgrenzung) ist somit insgesamt nur sehr unzureichend in Bezug auf Klimakosten erforscht und es liegt keine sektorenspezifische Untersuchung mit absoluten Kostenangaben vor. Studien mit detaillierten Kosten und Nutzenangaben unter verschiedenen Szenarien und mit expliziter Berücksichtigung von physischen Wirkungsketten zum Bereich Wasser fehlen bislang für Deutschland.

#### **Handlungsfeldübergreifende Studien in Deutschland**

Für Deutschland insgesamt lässt sich insbesondere durch die handlungsfeldübergreifenden Studien mit nationaler Bezugsebene ein Gesamteindruck von Kosten und Nutzen des Klimawandels gewinnen. Ähnlich wie in den bereits analysierten Handlungsfeldern werden in den vorliegenden Studien allerdings verschiedene methodische Ansätze zur Berechnung verwendet sowie unterschiedliche Zeitpunkte und -perioden betrachtet, wodurch sich eine große Bandbreite an Kosten- und Nutzenangaben ergibt.

Laut Kemfert ergeben sich bis 2050 akkumulierte klimawandelbedingte Gesamtkosten von 400 Mrd. € und von 1.200 Mrd. € bis 2100, dies entspricht Kosten von bis zu 0,5% des BIP-Wachstums über den betrachteten Zeitraum bzw. zwischen 18 und 55% des deutschen BIP des Jahres 2010 (Kemfert 2007). Dabei werden in der Untersuchung direkte Schadenskosten des Klimawandels, indirekte Schadenskosten aufgrund von Energiepreiserhöhungen und Kosten von Anpassungsmaßnahmen berücksichtigt. Die Studie von Kemfert untersucht somit die volkswirtschaftlichen Gesamtkosten des Klimawandels in Deutschland.

Bräuer et al. untersuchen klimawandelbedingte Kosten und Nutzen für den öffentlichen Sektor in ganz Deutschland (Bräuer et al. 2009). Sie berechnen für 2050 und verschiedene Temperaturverläufe von +1,5°C bis +3,5°C zusätzliche öffentliche Ausgaben zwischen 1,3 Mrd. €

und 2,7 Mrd. € sowie eine Bandbreite zwischen -9,2 Mrd. € und +3,9 Mrd. € hinsichtlich der öffentlichen Einnahmen. Für 2100 wird mit klimabedingten Zusatzausgaben der öffentlichen Hand zwischen 23 Mrd. € und 105 Mrd. € gerechnet, während mit zusätzlichen Einnahmen zwischen 3,4 Mrd. € und 15,9 Mrd. € gerechnet wird.

In der Untersuchung „Country-specific market impacts of climate change“ werden für verschiedene Sektoren Schadensfunktionen aufgestellt und damit auch für Deutschland Kosten berechnet (Mendelsohn et al. 2000). Unter der Annahme einer globalen Erwärmung um +2°C bis 2100 werden für Deutschland insgesamt geringe jährliche positive Effekte (Nutzen) in Höhe von 0% – 0,25% des BIP erwartet.

### **3.1.5 Übergreifende Erkenntnisse für die nächsten Schritte im Projekt**

Aufgrund divergierender methodischer Ansätze, unterschiedlicher betrachteter Zeitperioden und räumlicher Abgrenzungen in den analysierten Studien ist eine Vergleichbarkeit oder Möglichkeit zur Aggregation der ermittelten Kosten bzw. des Nutzens nur in sehr wenigen Fällen gegeben. Angesichts dieser Tatsachen sowie der Beobachtung, dass viele Studien einen räumlich stark begrenzten und sektorspezifischen Fokus haben, scheint es absehbar schwierig eine robuste Kosten-Nutzen-Analyse für übergreifende Politikinstrumente zur Förderung von Anpassungsmaßnahmen, etwa Förderprogramme oder Ge- und Verbote, vorzunehmen. Der herausgestellte Schwerpunkt in der Literatur auf bestimmte Sektoren statt auf sektorenübergreifender Analyse wurde auch bei Tröltzsch et al. (2011: 112) aufgezeigt. Will man trotz der eingeschränkten Datenverfügbarkeit Analyse von Politikinstrumenten durchführen, die letztlich Aussagen über reduzierte Schäden gegenüber einer Baseline erlauben, sollte der Fokus auf Instrumente liegen, die regional begrenzt umgesetzt werden und Maßnahmen in den Handlungsfeldern fördern, in denen die Dichte der verfügbaren Kostenschätzungen vergleichsweise hoch ist (also Hochwasser- und Küstenschutz, Energie und Land- und Forstwirtschaft). Dies deckt sich teilweise mit den Empfehlungen aus Tröltzsch et al. (2011: 112), die bei der Bewertung von Kosten und Nutzen von Anpassungsmaßnahmen insbesondere Ansatzpunkte in marktnahen Handlungsfeldern wie Energie, Landwirtschaft und Tourismus sehen. In Anbetracht der methodischen Herausforderungen und großen Bandbreiten zwischen bestehenden Kostenschätzungen (siehe z.B. Kemfert 2007 vs. Bräuer et al. 2009) sollten für die weiteren Schritte im Projekt allerdings auch alternative Methoden zur Bewertung von Politikinstrumenten in Betracht gezogen werden, etwa die Multikriterienanalyse.

## **3.2 Politikinstrumente zur Anpassung an den Klimawandel**

Die in Kapitel 3.1 skizzierten Kosten, die durch Klimaveränderungen entstehen, stellen die politischen Akteure vor neue Herausforderungen. Als Gestalter der Rahmenbedingungen für den Umgang mit dem Klimawandel hat der Bund bei der Bewältigung dieser Herausforderungen eine Schlüsselposition inne. In Zeiten knapper Kassen bei vielen Akteuren häufen sich derweil die Diskussionen über staatliche finanzielle Unterstützung bei der Bewältigung von Klimafolgen. Die Bundesregierung selbst sieht sich hier in einer unterstützenden Rolle, bei der sie „die Entscheidungs- und Handlungsfähigkeit von Akteuren stärkt“ (Bundesregierung 2011). Im Sinne der Eigenvorsorge wird die Verantwortung für die

Anpassung im Wesentlichen jedoch direkt bei Bürgern und Unternehmen selbst gesehen (ibid.)<sup>1</sup>. Bei jeglicher Art von Maßnahmen des Bundes im Bereich Anpassung soll zudem auf ein „vernünftiges Verhältnis der Mitteleinsätze zu den erwarteten klimabedingten Risiken und Chancen“ (ibid.) geachtet werden.

Angesichts der zu erwartenden Kosten ergibt sich die Frage, welche Politikinstrumente genutzt werden, um mit einem vernünftigen Mitteleinsatz die Handlungsfähigkeit von Anpassungsakteuren zu stärken, ohne dabei Anreize zur Eigenvorsorge zu untergraben. Im Folgenden werden grundsätzliche Möglichkeiten dafür aufgezeigt. Hierbei wird ein breites Verständnis von Instrumenten zugrunde gelegt: Politikinstrumente werden gesehen als „Techniken, Mittel, Wege und Verfahrensweisen um politisch gesetzte Ziele zu erreichen. Politikinstrumente sind Träger genereller Vorstellungen über die Rolle des Staates in der Gesellschaft und die Art der Regulierungstätigkeit, die als legitim und effektiv erachtet wird“ (Braun und Giraud 2009).

In Anlehnung an Stehling können Politikinstrumente dabei in ordnungsrechtliche, ökonomische und informatorische Instrumente unterteilt werden (Stehling 1999). Ansatz für diese Strukturierung ist die Art der Durchsetzung der den Instrumenten zugrundeliegenden Ziele (durch rechtlichen Zwang, durch finanzielle Anreize oder durch die Bereitstellung von Informationen).<sup>2</sup>

### 3.2.1 Ordnungsrechtliche Instrumente

Ordnungsrechtliche Instrumente nutzen rechtlichen Zwang, um politisch vorgegebene Ziele umzusetzen. Man kann hierbei zwischen Geboten, Verboten, Auflagen und planerischen Instrumenten unterscheiden. Speziell im Bereich der Anpassung können die folgenden, bereits umgesetzten Politikinstrumente beispielhaft angeführt werden (siehe Tab. 3).

Tab. 3: Ordnungsrechtliche Politikinstrumente, beispielhaft im Bereich Anpassung (© Eigene Darstellung)

| Instrument | Beispiel   | Berücksichtigung von Anpassung   |
|------------|--|--|
| Gebot      | Berücksichtigung der Anpassungserfordernisse bei der Novellierung des Energieeinsparrechtes des Bundes | Bei den künftigen Novellierungen des Energieeinsparrechtes im Gebäudebereich soll auch der Aspekt des sommerlichen Wärmeschutzes im Hinblick auf etwaige Optimierungsmöglichkeiten betrachtet werden. Zuständigkeiten hierfür liegen bei BMVBS und BMWi. |

<sup>1</sup> Vgl. hierzu auch Osberghaus et al. (2010).

<sup>2</sup> Beck et al. und Butzengeiger-Geyer et al. bieten alternative Strukturierungen von Instrumenten der Umwelt- bzw. Anpassungspolitik; hier bleibt jedoch unklar, aus welchen Gründen bestimmte Abgrenzungen oder Überschneidungen gewählt werden. Beck et al. (2011) bleibt bspw. unklar, warum Info-Börsen oder Fortbildungen nicht zu informationsbasierten Instrumenten gehören oder warum Regulierungen nicht unter ordnungspolitische Instrumente fallen; bei Butzengeiger-Geyer et al. (2011) wird z.B. nicht erläutert, warum „Cat bonds“ als „non-market mechanisms“ verstanden werden, Subventionen von staatlicher Seite hingegen schon.

|                         |  |   |
|-------------------------|--|---|
| Verbot                  | Niederösterreichisches Raumordnungsgesetz, Novelle 2006  | In Österreich gilt ein generelles Bauverbot im Überflutungsbereich von 100-jährlichen Hochwässern. Dies Flächen dürfen nicht als Bauland ausgewiesen werden. Zuständig für dieses Verbot ist das Amt der niederösterreichischen Landesregierung für Raumordnung und Regionalpolitik.  |
| Auflagen                | Technische Regel Anlagensicherheit (TRAS), „Vorkehrungen und Maßnahmen wegen der Gefahrenquellen Niederschläge und Hochwasser“           | Die TRAS konkretisiert Betreiberpflichten bei der Berücksichtigung der Gefahren durch Niederschläge und Hochwasser. Dies geschieht bspw. über die Spezifizierung von Anforderungen an die Auslegung von Betrieben und Anlagen. Bei diesen Anforderungen wird der Klimawandel durch einen grundsätzlich anzuwendenden Aufschlag für Neuanlagen sowie ggf. eine Nachrüstungspflicht bis 2050 berücksichtigt (siehe Bundesregierung 2011). |
| planerische Instrumente | Integration von Anpassungsaspekten in die Umweltverträglichkeitsprüfungen (UVP) für Neu- und Ausbauprojekte an Schienenwegen des Bundes. | Das BMVBS schreibt vor, dass für Neu- und Ausbaumaßnahmen an Schienenwegen des Bundes jeweils zu beschreiben ist, welche Gefährdungen durch Umwelteinflüsse die Neuerung in den kommenden Jahrzehnten ausgesetzt sein wird. Hierzu sind Szenarien der Umweltentwicklung und Auswirkungsprognosen zu erstellen (siehe Bundesregierung 2011).   |

### 3.2.2 Ökonomische Instrumente

Ökonomische Instrumente arbeiten mit Anreizen, die bestimmte Aktivitäten verteuern oder vergünstigen. Unterschieden werden kann zwischen Abgaben, Finanzbeihilfen, Steuer- und Abgabenerleichterungen sowie Kompensationsregeln. Nicht bei Stehling genannt, aber ergänzend hinzugenommen werden sollten handelbare Umweltlizenzen (sog. tradeable permit schemes, wie der EU-ETS; siehe Butzengeiger-Geyer et al 2011).

Tab. 4: Beispiele für ökonomische Politikinstrumente im Bereich Anpassung (© Eigene Darstellung)

| Instrument                                    | Beispiel   | Berücksichtigung von Anpassung   |
|---|--|--|
| Abgabe  | Grundwasserentnahmeentgelt   | Das Grundwasserentnahmeentgelt von 0,31 € je m <sup>3</sup> für Brunnenbesitzer in Berlin setzt Anreize zu einem möglichst sparsamen Wasserverbrauch. Zwar sind jährlich 6.000 m <sup>3</sup> entgeltfrei trotzdem stellt dieser Anreiz auch eine größere Einnahmequelle für das Land Berlin dar (in 2007: Einnahmen von 55 Mio. €).   |
| Finanzbeihilfen                               | Initiative „Regen auf richtigen Wegen“   | Zur Erhöhung der Aufnahmefähigkeit von Flächen für Regenwasser, Entlastung der Kanalisation und Grundwasserneubildung stellen das Land Nordrhein-Westfalen und die Emschergenossenschaft Fördermittel in Höhe von 105 Mio. EUR zur Verfügung. Diese können von Kommunen aus dem Emschereinzugsgebiet genutzt werden, um bspw. Flächen zu entsiegeln oder Muldenversickerungen anzulegen. Diese Maßnahmen tragen zur Entlastung der Abwasserinfrastruktur bei Starkregen bei. |
| Steuererleichterungen, Abgabenerleichterungen | Ermäßigung des Niederschlagswasserentgelts für begrünte Dach- und Tiefgaragenflächen in Düsseldorf | Wie in einigen anderen Städten Deutschlands gilt in Düsseldorf ein ermäßigter Gebührensatz für die Ableitung von Niederschlagswasser bei begrünten Dachflächen. Hier beträgt das Entgelt mit 0,49 € je m <sup>2</sup> pro Jahr nur die Hälfte des normalen Satzes (Stand 2010). Durch diesen Anreiz wird das Anlegen von Dachbegrünung gefördert und die Abwasserinfrastruktur bei Starkregenereignissen weniger stark belastet.   |

|                           |   |   |
|---------------------------|---|---|
| Kompensationsregelungen   | Verursacherpflichten und Kompensationsregelungen nach Bundesnaturschutzgesetz § 19 bei Eingriffen in die Natur durch Baumaßnahmen | Das Bundesnaturschutzgesetz sieht vor, dass Bauherren im Zuge einer Versiegelung von Bauland andere Flächen im Verhältnis 1:1 entsiegeln müssen oder alternativ eine unversiegelte Fläche aufwerten. Der Verursacher des Eingriffs kann dafür auch sog. Flächenpools nutzen, die Entsiegelungs- oder Rückbaupotenzial haben.                |
| Handelbare Umweltlizenzen | Australian National Water Market  | Im Australian National Water Market wird Akteuren mit hohem Wasserverbrauch, z.B. aus der Landwirtschaft oder Industrie, von staatlicher Seite aus eine bestimmte Verbrauchsmenge zugeteilt. Die zugewiesenen Lizenzen zum Verbrauch können unter den Akteuren gehandelt werden, damit besteht ein Anreiz für wassersparendes Wirtschaften. |

### 3.2.3 Informatorische Instrumente

Informatorische Instrumente nutzen die Kommunikation bestimmter Informationen, um die Präferenzen von Individuen im Sinne des dem Instrument zugrundeliegenden Ziels zu verändern. Hierzu können Beratungs- und Informationsleistungen, umwelterzieherische Aktivitäten, Umweltaufklärung und Umweltforschungsförderung gezählt werden. Abweichend von Stehling werden Umweltzeichen hier ebenso zu den informatorischen und nicht den ökonomischen Instrumenten gezählt (Stehling 1999). Dies kann damit begründet werden, dass Umweltzeichen in der Regel keine Aktivitäten verteuern oder vergünstigen, sondern Verhaltensänderungen über die Bereitstellung von Informationen bewirken.

Tab. 5: Beispiele für informatorische Politikinstrumente im Bereich Anpassung (© Eigene Darstellung)

| Instrument  | Beispiel   | Berücksichtigung von Anpassung   |
|---|--|--|
| Beratungs- und Informationsleistungen, Umweltaufklärung | Ausbau des Web-Portals <a href="http://www.anpassung.net">www.anpassung.net</a> als nationales Informations-, Kommunikations- und Kooperationssystem zur Anpassung an den Klimawandel in Deutschland | Das Web-Portal <a href="http://www.anpassung.net">www.anpassung.net</a> des Kompetenzzentrum Anpassung und Klimafolgen am Umweltbundesamt bündelt handlungsrelevantes Wissen zum Thema Anpassung an den Klimawandel. Hierzu zählen bspw. Beobachtungsdaten, Vulnerabilitätskarten, Maßnahmen- und Projektdatenbanken, Leitfäden zur Anpassung für verschiedene Nutzer, ein Newsletter sowie aktuelle Netzwerkinformationen (siehe Bundesregierung 2011). |
| Umweltzeichen   | Blauer Engel   | Das Umweltzeichen "Blauer Engel" kennzeichnet neben besonders klimafreundlichen Waren auch besonders wasserschützende, ressourcenschonende und gesundheitsfreundliche Produkte. Dies sind z.B. besonders wassersparende Spülkästen.  |
| Umweltforschungsförderung                               | Programm zur Innovationsförderung in der Agrar- und Ernährungswirtschaft   | Im Rahmen der BMELV-Innovationsförderung werden innovative Vorhaben in den Bereichen Züchtung robusterer Nutzpflanzen, angepasster Tierhaltung und effizienter Bewässerung gefördert. Mit der Züchtung klimaangepasster Kulturpflanzen erfolgt eine Erweiterung des Kulturartenspektrums (siehe Bundesregierung 2011).   |

Die unterschiedlichen Kategorien und ausgewählte Beispiele von Politikinstrumenten werden in Kapitel 5, 7 und 8 wieder aufgenommen. Vorerst gilt es jedoch weitere Methoden für die Bewertung von Politikinstrumenten über die Kosten-Nutzen-Analyse hinaus zu diskutieren, um

eine breitere Grundlage für die Bewertung von Instrumenten zur Förderung von Anpassung in Deutschland zu schaffen, die auch ohne monetäre Schätzung zu den Folgen des Klimawandels gut begründete und transparent hergeleitete Handlungsempfehlungen ermöglicht.

### **3.3 Analyse weiterer Entwicklungen in der Klimaökonomie: Entscheidungsunterstützungssysteme**

#### **3.3.1 Einleitung: Entscheidungsunterstützungssysteme in der Klimadebatte**

Anpassung an den Klimawandel kann ganz allgemein als strategische Entscheidungsfindung zwischen mehreren Alternativen gesehen werden. Dies betrifft sowohl den politisch-planerischen Bereich (etwa die öffentliche Infrastruktur) als auch privatwirtschaftliche Entscheidungen. So kann es bspw. notwendig sein, eine Entscheidung für eine der im vorigen Abschnitt (3.2) beispielhaft genannten Politikinstrumente zu treffen. Hiervon ausgenommen sind nur „spontane“, d.h. unbewusste Anpassungsmaßnahmen. Da Anpassungsentscheidungen in aller Regel mit beträchtlicher Unsicherheit behaftet sind, hat sich in der klimaökonomischen Literatur eine Reihe von Methoden herausgebildet, die solche Entscheidungen unter Unsicherheit erleichtern sollen. Hier geht es meistens nicht darum, die eindeutig beste Alternative zu identifizieren, sondern die verschiedenen ökonomischen, sozialen und ökologischen Konsequenzen der Alternativen systematisch aufzuzeigen, die Unsicherheitsaspekte deutlich herauszuarbeiten und damit zu einer besser begründeten Entscheidung des Planers beizutragen.

Dieser Teil des Berichts wird die wichtigsten diskutierten und angewandten Entscheidungsunterstützungssysteme vorstellen, jeweils mit einem Praxisbeispiel aus dem Themengebiet der Anpassung illustrieren und die Anwendbarkeit für konkrete Anpassungsentscheidungen in Deutschland diskutieren. Mit Blick auf die Gesamtstruktur dieses Berichts ist insbesondere die Multikriterienanalyse (Abschnitt 3.3.2) von Bedeutung, da in Kapitel 5 ebendiese angewendet werden wird. Die übrigen Abschnitte bieten ergänzende Informationen zu anderen Methoden, die bei der Entscheidung für Anpassungsmaßnahmen genutzt werden können, innerhalb dieses Berichts jedoch nicht weiter vertieft werden.

Neben den klar abgrenzbaren Methoden, wie sie in der Literatur zu finden sind, wird sich ein Kapitel mit der verhaltensökonomischen Theorie „Prospect Theory“ und deren Anwendungsmöglichkeiten in Anpassungsfragen befassen. Obwohl dieses Kapitel (3.3.4) notwendigerweise weniger angewandt sein wird, stellt es doch eine relevante und innovative Sichtweise auf Unsicherheit im Anpassungskontext dar.

Die in der ökonomischen Literatur am weitesten verbreitete Methode zur Entscheidungsfindung ist sicherlich die Kosten-Nutzen-Analyse. Da hierüber bereits ein ausführliches Forschungsvorhaben des Umweltbundesamtes durchgeführt und abgeschlossen wurde, soll an dieser Stelle der Fokus auf andere Methoden gelegt werden (FKZ 3709 41 121, Tröltzsch et al. 2011).

Der Bericht blendet dabei die Frage nach der Rolle der Entscheidungsträger und informellen Entscheidungsprozesse weitgehend aus. Entscheidungsunterstützungssysteme, wie sie im Folgenden vorgestellt werden, können Entscheidungen zwar transparenter und oft auch objektiver machen, der persönliche Einfluss der Akteure ist gleichwohl nicht vernachlässigbar. Es kann bei Entscheidungsträgern zu Interessenkonflikten kommen, die auch bei Anwendung

von ausgefeilten Entscheidungssystemen eine Wirkung auf die letztliche Politikentscheidung haben werden. Auch die hier vorgestellten Systeme hängen mehr oder weniger von subjektiven Einschätzungen ab, die unweigerlich von persönlichen Faktoren beeinflusst werden. Eine völlig objektive Entscheidungsfindung wird es in der Realität daher nicht geben. Trotz dieser Einschränkungen können die folgenden Methoden jedoch besser informierte und transparentere Entscheidungen befördern.

### 3.3.2 Multikriterienanalyse

#### Methode

Die Multikriterienanalyse (MKA) kommt in verschiedensten wissenschaftlichen Fachbereichen zur Anwendung. Sie ist dann hilfreich, wenn zur Lösung eines Problems Kriterien einbezogen werden sollen, die nicht ohne weiteres in monetären Größen ausgedrückt werden können. Im Bereich der Anpassung an den Klimawandel ist dies der Fall, sobald es problematisch ist, den Wert einer Anpassungsmaßnahme in Geldeinheiten auszudrücken (Ackerman et al. 2009; ECA 2009). Eine weitere Stärke der Methode liegt darin, dass sie den Einbezug der Präferenzen vieler Personen (Experten, Betroffene und andere Stakeholder) in die Entscheidungsfindung erlaubt.

Die MKA verläuft stets nach einem ähnlichen Schema, welches hier angelehnt an ein einfaches Beispiel aus dem Bereich der Klimaproblematik verdeutlicht werden soll (Bell et al. 2001).

Anfangs wird ein Problem samt Zielsetzung formuliert. Im Beispiel möchten wir den Ausstoß von Treibhausgasen reduzieren. Unser Ziel besteht darin, die dafür bestmögliche Klimapolitik zu bestimmen, wobei die Entscheidungsträger sich zwischen der „Subventionierung erneuerbarer Energien“ und „Subventionierung von Atomenergie“ entscheiden müssen (statt der Subventionierung von Kernenergie könnte man auch „Laufzeitverlängerung“ als Politikalternative definieren). Bei der Problemlösung spielen unterschiedliche Kriterien eine Rolle, die von Fachleuten und Experten aus der Wissenschaft und anderen Einflussgruppen bestimmt, ausgewählt und operationalisiert werden. Um das Beispiel möglichst einfach zu halten wollen wir im Folgenden lediglich die „gesellschaftliche Akzeptanz“ sowie die „Kosteneffizienz“ der zwei möglichen Politikmaßnahmen betrachten.

Nachdem geeignete Kriterien bestimmt und eine Liste möglicher Maßnahmen erstellt ist, wird im nächsten Schritt jede einzelne Politikmaßnahme hinsichtlich der Kriterien bewertet. Im Beispiel verwenden wir dafür eine einfache Skala von 1 (sehr schlechte Performance) bis 5 (sehr gute Performance) (siehe Tab. 6).

Tab. 6: Beispiel für eine Gewichtung von Kriterien (© Eigene Darstellung)

| Politikmaßnahme                        | Gesellschaftliche Akzeptanz (50%) | Kosteneffizienz (50%) | Gewichtete Summe                  |
|--|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| Subventionierung: erneuerbare Energien | 4                                 | 2                     | $0.5 \cdot 4 + 0.5 \cdot 2 = 3.0$ |
| Subventionierung: Atomenergie          | 1                                 | 4                     | $0.5 \cdot 1 + 0.5 \cdot 4 = 2.5$ |

Eine Maßnahme wird umso höher bewertet, desto stärker sie das jeweilige Kriterium erfüllt. Zusätzlich müssen die einzelnen Kriterien in einem weiteren Schritt nach ihrer Relevanz

gewichtet werden. Im hier angeführten Beispiel erachten wir beide Kriterien als gleich relevant und gewichten sie darum mit jeweils 50%.

Unter Einbezug der jeweiligen Bewertungen und Gewichtung von Kriterien wird im letzten Schritt für jede Maßnahme eine gewichtete Summe errechnet. Mit Hilfe dieser gewichteten Summen kann ein Ranking aller Politikmaßnahmen erstellt werden. In unserem Beispiel sollte die Subventionierung erneuerbarer Energien der Subventionierung von Atomenergie vorgezogen werden, da sie die höhere gewichtete Summe erzielt.

Die MKA kann auch in Verbindung mit Unsicherheit zusätzliche Erkenntnisse liefern bzw. den Einfluss von Unsicherheit explizit verdeutlichen: Beispielsweise kann durch die Einbeziehung eines Kriteriums „Unsicherheit“ o.ä. deutlich gemacht werden, dass Optionen mit unsicherem Konsequenzen *ceteris paribus* nachrangig gegenüber Optionen mit sicheren Effekten sind. Die Bedeutung dieses Unsicherheitsfaktors kann mit dem Gewichtungsfaktor für das Kriterium „Unsicherheit“ explizit gesteuert werden.

Roy vertritt die Auffassung, dass das primäre Ziel der MKA nicht darin liegt mathematisch die beste Lösung für ein Entscheidungsproblem zu liefern (Roy 1990). Vielmehr stehen für ihn die konstruktiven und kreativen Effekte für die Entscheider im Vordergrund. So betont er, dass die MKA insofern nützlich für die Entscheidungsträger ist, als dass diese ihre subjektiven Einstellungen mit den Ergebnissen einer wissenschaftlich fundierten Entscheidungsfindungsmethode abgleichen und gegebenenfalls angleichen können. Dadurch sowie durch die Einbeziehung vieler Stakeholder (Experten, Betroffene, etc.) erlangen politische Entscheidungen eine weitaus höhere Legitimation.

Diese recht einfache Darstellung der MKA birgt die Gefahr, sowohl die Möglichkeiten als auch die Komplexität der Methode zu unterschätzen. Aus diesem Grund sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass für komplexere Entscheidungsprobleme, in denen Präferenzen, Ziele oder Alternativen nicht eindeutig definiert und voneinander abgegrenzt werden können, weiterführende Techniken der MKA entwickelt wurden. In solchen Fällen besteht eine Schwierigkeit oftmals bereits darin, eine geeignetes Verfahren auszuwählen (Polatidis et al. 2006). Ein Beispiel für eine solche Technik ist das Outranking Verfahren. Dieses kann bei schlecht strukturierten Entscheidungssituationen angewandt werden, in denen auf Grund fehlender Informationen die Ergebnisse verschiedener Handlungsalternativen nicht unmittelbar miteinander verglichen werden können. Im Folgenden werden wir uns jedoch auf die grundsätzlichen Eigenschaften der MKA im Anpassungskontext beschränken.

### Praxisbeispiel

Die Praxistauglichkeit der MKA lässt sich anhand eines Beispiels aus den Niederlanden veranschaulichen. Ziel einer Studie von de Bruin et al. aus dem Jahr 2009 war es, eine Priorisierung unterschiedlicher Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel in den Niederlanden zu erstellen (de Bruin et al. 2009a). Zu diesem Zweck fand zu Beginn der Studie ein Workshop mit mindestens 26 Klimaexperten, Klimaforschern und anderen Wissenschaftlern statt. Diese Experten erstellten in einem ersten Schritt einen Katalog mit 96 Anpassungsmaßnahmen für die Sektoren Landwirtschaft, Natur, Wasser, Energie & Transport, Gebäude & Infrastruktur, Gesundheit und Erholung & Tourismus. Diese Maßnahmen können unabhängig voneinander durchgeführt werden. Ziel der konkreten MKA war es, eine Rangfolge der Maßnahmen zu erstellen da bei endlichen Ressourcen annahmegemäß nicht

jede einzelne Maßnahme durchgeführt werden kann, sondern eine Priorisierung stattfinden muss.

In der Folge gelang es unter Anwendung der Multikriterienanalyse zwei verschiedene Rankings der Anpassungsoptionen zu erstellen. Dafür wurde jede einzelne Maßnahmen zuerst unter den folgenden Kriterien bewertet: Wichtigkeit (40%), Dringlichkeit (20%), „No regret“ Charakteristik (15%)<sup>3</sup>, „Co benefit“ Charakteristik (15%) und ihrem Vermeidungseffekt (10%). Aufgabe der Experten war es auch, sowohl die in Klammern aufgeführten Gewichtungen der einzelnen Faktoren als auch die Bewertung jeder Maßnahme festzulegen. Ein kurzer Auszug der Tabelle aus der Originalstudie (Tab. 7) veranschaulicht die Funktionsweise der MKA und zeigt die bestbewerteten Anpassungsmaßnahmen der Sektoren Natur und Wasser.

Tab. 7: Auszug aus Bewertungstabelle aus de Bruin et al. (2009a)

| No. | Sector | Adaptation option                      | Importance (40%) | Urgency (20%) | No regret (15%) | Co-benefits (15%) | Mitigation effect (10%) | Weighted sum |
|-----|--------|--|------------------|---------------|-----------------|-------------------|-------------------------|--------------|
| 34  | Nature | Integrated nature and water management | 5                | 5             | 5               | 5                 | 4                       | 4,9          |
| 41  | Water  | Risk based allocation policy           | 5                | 5             | 5               | 5                 | 4                       | 4,9          |

Die gewichtete Summe für Option Nr. 34 ergibt sich aus der Rechnung:

$$(0,4*5) + (0,2*5) + (0,15*5) + (0,15*5) + (0,1*4) = 4,9$$

Auf der Datengrundlage aller gewichteten Summen wurde in einem abschließenden Schritt ein Ranking erstellt, aus dem hervorgeht, welche Maßnahmen bei den Entscheidungsträgern ungeachtet der jeweiligen Kosten die höchste Relevanz haben sollten.

Ein zusätzliches Ranking wurde bezüglich der Machbarkeit der einzelnen Maßnahmen erstellt. Zu diesem Zweck wurde jede Maßnahme unter den folgenden drei Kriterien bewertet: Technische Komplexität (20%), Gesellschaftliche Komplexität (40%) und Institutionelle Komplexität (40%).

Ergebnis der Studie war eine Rangordnung der 96 Anpassungsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Relevanz und Machbarkeit. Diese Übersicht kann den Entscheidungsträgern als praktische Orientierungshilfe dienen.

Weitere Praxisbeispiele finden sich im Bereich des Überschwemmungsschutzes in Finnland (Perrels et al. 2010) sowie in diversen Anpassungspolitikbereichen im Rahmen des UNEP-Projektes MCA4climate (<http://www.mca4climate.info/report-and-guidance/themes/adaptation/>). Hier sind auch konkrete Fallstudien zur Anwendung von MKA im Bereich Wasserressourcen im Jemen und Hochwasserschutz in Mumbai enthalten.

<sup>3</sup> Diese Eigenschaft beinhaltet, dass die Maßnahme unter allen möglichen Szenarien vorteilhaft oder zumindest nicht schadhaft ist. Das „no-regret“-Kriterium führt somit zur Herabstufung von Maßnahmen, deren Wirkung unsicher ist gegenüber „sicheren“ Maßnahmen.

## Anwendbarkeit

Ein Vorteil der Multikriterienanalyse besteht darin, dass sie grundsätzlich auch für Entscheidungsprobleme mit mehreren Unsicherheitsfaktoren anwendbar bleibt und so beispielsweise Schwerpunktlisten einzelner Politikmaßnahmen erstellt werden können, die für zukünftige Diskussionen nützlich sein und den Entscheidungsträgern als Orientierungshilfe dienen können. Zudem sind für die Erstellung eines Rankings unterschiedlicher Alternativen umfassenden Daten über die Kosten der einzelnen Maßnahmen zwar wünschenswert, jedoch kein notwendiges Anwendbarkeitskriterium (de Bruin et al. 2009a). Ein wichtiges Argument für die Multikriterienanalyse ist daher die mögliche Einbeziehung nicht monetarisierter Größen, wie zum Beispiel gesundheitliches Wohlbefinden, Gerechtigkeit oder gesellschaftliche Akzeptanz.

Einer der Schwachpunkte wurde oben bereits erwähnt. Im Zusammenhang mit dem Klimawandel sind die Entscheidungsträger immer auf den fachkundigen Rat von Wissenschaftlern und anderen Fachleuten angewiesen, die ihnen ihre Einschätzungen zur Verfügung stellen. Diese Werte sind stets mit Unsicherheit behaftet (Bell et al. 2001). Werden neben Experten weitere Stakeholder beteiligt, kann das Problem entstehen, dass die unterschiedlichen Interessensgruppen die Problemstellung nicht in gleicher Weise auffassen und auf Grund unterschiedlicher Sichtweisen zu deutlich voneinander abweichenden Bewertungen und Gewichtungen kommen (Perrels et al. 2010). Zudem ist die MKA im Falle eingeschränkter quantitativer Daten auch nicht in der Lage eine vollständige Kosten-Nutzen Analyse einzelner Maßnahmen zu ersetzen (de Bruin et al. 2009a).

Zu einem ähnlichen Entschluss kommen Dobes und Bennett, die die Anwendung der MKA als Entscheidungshilfe fundamental kritisieren und dabei zahlreiche Mängel der Methode anführen (Dobes und Bennett 2009). Sowohl die Auswahl der Kriterien als auch deren Gewichtung sowie die Bewertung der einzelnen Politikmaßnahmen finde nicht gemeinwohldienlich statt, sondern sei den Interessen einzelner Gruppen (Stakeholder) unterworfen. Dieser Mangel sei auch nicht durch die zufällige Auswahl einer Expertengruppe behebbar, da Individuen stets ihre eigenen Interessen vertreten und prinzipiell nicht im Sinne des Gemeinwohls handeln. Ein weiteres Problem sehen Dobes und Bennett in der Tatsache, dass solche Maßnahmen, die nicht anhand der festgelegten Kriterien vergleichbar sind, bereits im Vorfeld herausfallen und es dem zu Folge vorkommen kann, dass nicht alle möglichen Alternativen betrachtet werden. Den erheblichsten Mangel der MKA sehen die Autoren in der Vermischung und Verrechnung unterschiedlichster Einheiten. Rechnungen mit nicht miteinander vereinbaren Dimensionen verschiedener Kriterien seien mathematisch nicht plausibel und eine Anwendung der MKA zur Unterstützung von Entscheidungsträgern auf dieser Grundlage nicht vertretbar (Dobes and Bennett 2009).

Schließlich ist die Auswahl der relevanten Kriterien nicht ohne weiteres von vorigen Arbeiten zu übernehmen, wie Füssel eindrucksvoll am Beispiel von de Bruin et al. und einer imaginären Anwendung in Bangladesch erläutert (Füssel 2009; de Bruin et al. 2009a).

### 3.3.3 Realoptionen

#### Methode

Die Theorie der Realoptionen wurde entwickelt, um rationale Investitionsentscheidungen von Wirtschaftsakteuren unter den Bedingungen von Unsicherheit und Lernen abzubilden. Die

Theorie wurde aus der Finanzoptionstheorie entwickelt und von den Mikroökonomern Dixit und Pindyck in einem richtungsweisenden Buch umfassend dargestellt (Dixit und Pindyck 1994). Die wichtigsten Voraussetzungen für die Anwendbarkeit der Realoptionentheorie sind

- Unsicherheit, die sich zu einem späteren Zeitpunkt auflöst oder zumindest reduziert („Lernen über die Zukunft“)
- Unumkehrbarkeit der Investition
- Die Investition kann auch zu einem späteren Zeitpunkt durchgeführt oder erweitert werden.

Entscheidungsprobleme, die sich im Zusammenhang mit der Anpassung an den Klimawandel stellen, erfüllen in einer Vielzahl von Fällen diese Charakteristika der Unsicherheit und Unumkehrbarkeit, was eine nähere Betrachtung der Realoptionentheorie interessant macht.

Der Begriff „Option“ bezeichnet das Recht, nicht die Pflicht, eine bestimmte wirtschaftliche Aktion auszuführen. Optionen sind nicht mehr nur auf Finanzmärkten zu finden, sondern haben sich auch in anderen wirtschaftlichen Bereichen etabliert (Arrow und Fisher 1974). Die „Realoption“ bezeichnet die Möglichkeit, eine bestimmte „reale“ (d.h. nicht nur finanzielle) Aktion durchzuführen. Dies kann etwa der Neubau einer Infrastruktur sein, oder die Erweiterung bestehender Produktionsstrukturen. Entscheidend ist die Eigenschaft, dass der Entscheidungsträger die *Möglichkeit* hat, die Investition zu einem *späteren Zeitpunkt*, mit dann *besserer Informationslage* durchzuführen (Beare und Skaziel o.J.). Dem Wert des Wartens, der durch den Informationsgewinn entsteht, stehen die Kosten des Wartens – etwa entgangene Renditen und Erweiterungsoptionen- gegenüber. Die Realoptionentheorie versucht, die beiden Werte gegeneinander abzuschätzen und ein optimales strategisches Handeln zu entwickeln.

Beispiele für die Anwendung finden sich u.a. in der Energiewirtschaft, in der Großprojekte etwa von Preisentwicklungen abhängen, deren Verlauf über die Zeit klarer wird (Blyth et al. 2007). Auch im Bereich der Klimapolitik kann die Realoptionentheorie als Entscheidungshilfe nützlich sein, was hier an einem einfachen fiktiven Beispiel aufgezeigt werden soll (Heal und Krüger 2002).

#### Praxisbeispiel

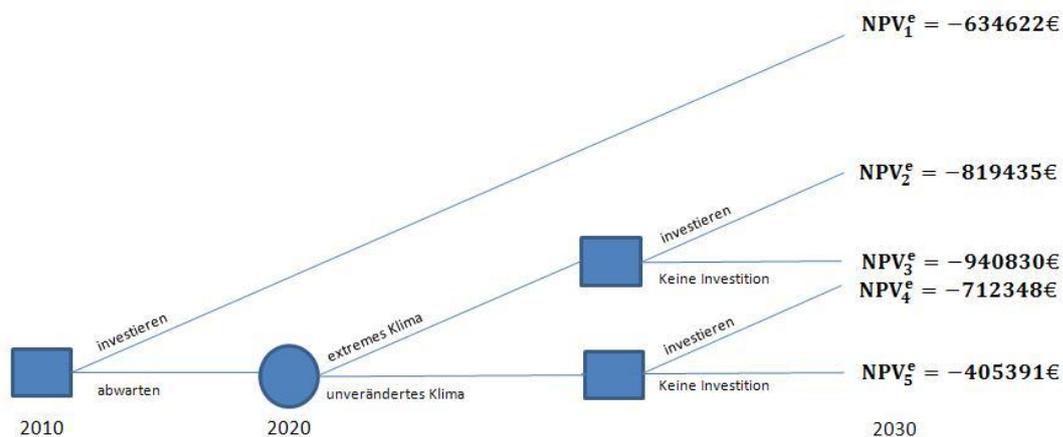
Wir befinden uns im Jahr 2010 und es ist die Entscheidung zu treffen, ob der bestehende Asphalt einer Brücke gegen einen neuen besonders klimaresistenten Asphalt ausgetauscht werden soll oder nicht. Die erwartete Lebensdauer und damit der Planungszeitraum sind fix und betragen im Beispiel 20 Jahre. Zentrales Kriterium für den Einsatz des neuen Asphalts ist das zukünftige Klima und v.a. die erwarteten Temperaturen und Sonnenstunden. Dabei gibt es zwei mögliche zukünftige Klimaszenarien. Das erste Szenario beschreibt den Fall, in dem sich das Klima nicht verändert und der normale bisherige Asphalt den Belastungen standhält. Es tritt mit der Wahrscheinlichkeit  $p$  ein, für die im Beispiel der Einfachheit halber ein Wert von 0,5 angenommen wird. Im zweiten Fall erwärmt sich das Klima und die Temperaturen steigen an, wodurch die Belastungen für den Asphalt zunehmen, Schäden am normalen Asphalt entstehen und jährliche Reparaturkosten von 100.000 € anfallen. Welches der beiden Szenarien eintreten wird, ist zum heutigen Zeitpunkt ungewiss. Im Beispiel gehen wir davon aus, dass eine Neuasphaltierung mit Investitionskosten von 500.000 € verbunden ist und durch den neuen Asphalt 80.000€ des jährlich entstehenden Schadens in Szenario 2 vermieden werden können.

Nun stehen dem Entscheidungsträger verschiedene Möglichkeiten offen. Er kann sich entweder heute für den Einsatz des klimaresistenten Asphalts entscheiden, oder seine Entscheidung vertagen und so lange zurückhalten bis Sicherheit hinsichtlich des eintretenden Klimaszenarios besteht. Wir gehen zur Vereinfachung davon aus, dass durch Beobachtungen und Messungen nach 10 Jahren, im Jahr 2020, feststehen wird, welches der beiden Klimaszenarios eintritt. Hat sich der Entscheidungsträger zuvor für die Möglichkeit entschieden abzuwarten, kann er nach 10 Jahren eine der beiden Alternativen auswählen.

Der Wert des Wartens liegt in diesem Beispiel also darin, dass der Entscheider nach 10 Jahren eine sichere Entscheidungsgrundlage hat und Nutzen und Kosten der Investition sicher abschätzen kann. Die Kosten des Wartens liegen in dem Risiko, dass auch in den ersten 10 Jahren durchaus Schäden eintreten können, die bei Durchführung der Anpassungsinvestition deutlich niedriger ausfallen würden.

So haben wir fünf mögliche Handlungsstränge (siehe Abb. 4).

Abb. 4: Abbildung der möglichen Handlungsstränge. Vierecke bedeuten Entscheidungssituationen, der Kreis bedeutet der Eintritt des unsicheren Ereignisses, somit die Auflösung der Unsicherheit (© Eigene Darstellung)



Der nächste Schritt besteht darin, für jede der fünf Alternativen den entsprechenden Erwartungswert als Barwert („Net Present Value“, NPV) zu berechnen, wie er sich am jeweiligen Entscheidungszeitpunkt darstellt. Der erwartete NPV einer Investition ist die stochastisch diskontierte Summe der erwarteten Netto-Zahlungsströme. Als Diskontierungsfaktor nehmen wir einen risikofreien Zinssatz von 5% an und berechnen die unterschiedlichen NPVs der Investitionsoptionen, unter der Annahme einer Lebensdauer von 20 Jahren. Die Berechnung erfolgt rekursiv.

Fällt die Entscheidung auf Option 1, wird die Investition im Jahr 2010 durchgeführt und so fallen zu Beginn 500.000 € Investitionskosten an. Zusätzlich werden Klimaschäden an der Brücke in Höhe von 10.000 € p.a. erwartet. Dieser Wert ergibt sich aus folgender Rechnung:

$$\begin{aligned}
 & p * 0 + (1 - p)(\text{Gesamte Schäden p. a.} - \text{vermiedener Schaden p. a.}) \\
 & = 0,5 * 0 + 0,5 * (100.000€ - 80.000€) = 10.000 €
 \end{aligned}$$

Bei der Berechnung des NPV werden alle jährlich anfallenden Kosten bis ins Jahr 2030 auf den heutigen Zeitpunkt diskontiert.

$$NPV^e = -Kosten_{t=2010} - Kosten_{t=2011} - \dots - Kosten_{t=2030}$$

Somit ergibt sich für Option 1 folgender Barwert:

$$NPV_1^e = -510.000\text{€} - \frac{10.000\text{€}}{1,05^1} - \frac{10.000\text{€}}{1,05^2} - \dots - \frac{10.000\text{€}}{1,05^{20}} = -634.622\text{€}$$

Bei einer Entscheidung für Option 2 wird zunächst abgewartet, ob die Klimaschäden tatsächlich eintreten. In Option 2 wird angenommen, dass sich im Jahr 2020 zeigt, dass die Klimaschäden tatsächlich auftreten. Die 500.000 € Investitionskosten fallen somit erst im Jahr 2020 an. Zusätzlich betragen die jährlichen erwarteten Schäden in den ersten zehn Jahren, in denen die Brücke nicht gegen die klimatischen Veränderungen geschützt ist und noch Unsicherheit vorherrscht, 50.000 €. Ab dem Zeitpunkt der Investition können 80.000€ Schaden vermieden werden, wodurch ab 2020 ein jährlicher Schaden von 20.000 € verursacht wird. Mit diesen Informationen lässt sich der Barwert für Option 2 berechnen:

$$\begin{aligned} NPV_2^e &= -50.000\text{€} - \frac{50.000\text{€}}{1,05^1} - \dots - \frac{50.000\text{€}}{1,05^9} - \frac{520.000\text{€}}{1,05^{10}} - \frac{20.000\text{€}}{1,05^{11}} - \dots - \frac{20.000\text{€}}{1,05^{20}} \\ &= -819.435\text{€} \end{aligned}$$

Bei Option 3 wird trotz eintretendem Klimawandel keine Investition durchgeführt, wodurch erhebliche jährliche Schäden entstehen. Bei der Berechnung des Barwertes ergibt sich folgender Wert:

$$\begin{aligned} NPV_3^e &= -50.000\text{€} - \frac{50.000\text{€}}{1,05^1} - \dots - \frac{50.000\text{€}}{1,05^9} - \frac{100.000\text{€}}{1,05^{10}} - \frac{100.000\text{€}}{1,05^{11}} - \dots - \frac{100.000\text{€}}{1,05^{20}} \\ &= -940.830\text{€} \end{aligned}$$

Die Barwerte für die Optionen 4 und 5, in denen sich das Klima nicht verändert und somit ab dem Jahr 2020 keine Schäden mehr zu erwarten sind, berechnen sich nach dem gleichen Schema, wobei in Option 4 im Jahr 2020 die Investition durchgeführt wird und bei Option 5 lediglich die erwarteten Schäden der ersten zehn Jahre anfallen.

$$\begin{aligned} NPV_4^e &= -50.000\text{€} - \frac{50.000\text{€}}{1,05^1} - \dots - \frac{50.000\text{€}}{1,05^9} - \frac{500.000\text{€}}{1,05^{10}} - \frac{0\text{€}}{1,05^{11}} - \dots - \frac{0\text{€}}{1,05^{20}} \\ &= -712.348\text{€} \end{aligned}$$

$$NPV_5^e = -50.000\text{€} - \frac{50.000\text{€}}{1,05^1} - \dots - \frac{50.000\text{€}}{1,05^9} - \frac{0\text{€}}{1,05^{10}} - \dots - \frac{0\text{€}}{1,05^{20}} = -405.391$$

Aus der reinen Betrachtung der NPVs ist die optimale Entscheidungsfindung schwierig. Darum berechnen wir zusätzlich den „Wert der Flexibilität“, welcher sich aus einer Verrechnung aller ermittelten Barwerte ergibt. Nimmt dieser Wert einen positiven Wert an, so ist es sinnvoll, die Investition zu verzögern und nur dann durchzuführen, wenn die klimatische Veränderung tatsächlich eintritt.

Zur Berechnung des Wertes der Flexibilität werden die höchsten NPVs der verschiedenen Abwarteoptionen ihrer Wahrscheinlichkeit nach gewichtet und im Anschluss der NPV der direkten Investition abgezogen:

$$V^e = (1 - p) * \max(NPV_2^e, NPV_3^e) + p * \max(NPV_4^e, NPV_5^e) - NPV_1^e$$

$$V^e = \frac{1}{2} * (-819.435\text{€}) + \frac{1}{2} * (-405.391\text{€}) - (-634.622\text{€}) = 22.209\text{€}$$

Aus diesem Ergebnis lässt sich schließen, dass der Verzögerung der Investition ein positiver Wert zugewiesen wird und es für den Entscheidungsträger unabhängig vom eintretenden Klimaszenario sinnvoller ist, die Investitionsentscheidung auf das Jahr 2020 aufzuschieben. Der Wert der Flexibilität gibt außerdem an, bis zu welchen Kosten diese Flexibilität erworben werden kann. Im Beispiel könnte ein Asphalthersteller seine Bereitschaft zusichern, im Jahr 2020 für eine Neuasphaltierung zu dem kalkulierten Preis von 500.000 € zur Verfügung zu stehen. Er garantiert also dem öffentlichen Planer, dass die Option der Investition erhalten bleibt. Diese Garantie wäre dem Planer rechnerisch bis zu 22.209 € wert.

Es sei schließlich noch angemerkt, dass unter konventioneller Kosten-Nutzen-Abwägung – mit den Informationen die im Jahr 2010 vorliegen – bereits zu diesem Zeitpunkt die Investition in klimaresistenten Asphalt vorteilhaft erscheint. Der NPV für die Investition ist mit -634.622 € höher als der NPV der Option „nicht Investieren“ mit -673.111 € (diese Option ist nicht in Abb. 4 dargestellt). Trotzdem zeigt die Betrachtung unter den Gesichtspunkten der Realoptionentheorie, dass im Jahr 2010 (noch) nicht investiert werden sollte. Dies zeigt den Wert, den eine abwartende Haltung gegenüber einer unter Umständen unnötig teuren Investition in diesem Fall haben kann.

#### Weitere Beispiele aus der Literatur

Heal und Kriström entwickeln in ihrem richtungsweisenden Artikel über Unsicherheit und Klimawandel auf theoretischer Ebene zwei grundsätzliche, sich anscheinend widersprechende Anwendungsmöglichkeiten von Realoptionen in der Klimadebatte (Heal und Kriström 2002): Einerseits bestärkt die Theorie der Realoptionen das Vorsichtsprinzip. Da der Klimawandel als etwas Unumkehrbares angesehen werden kann, sollte der öffentliche Planer sich die Option des wirksamen Klimaschutzes offenhalten, indem – auch unter Unsicherheit – in Klimaschutz investiert wird (dies betrifft nicht die Sphäre der Anpassung, sondern Vermeidung). Andererseits kann die Realoption darin bestehen, zunächst nicht in unumkehrbare Klimaschutzgüter zu investieren und stattdessen abzuwarten, ob der Klimawandel tatsächlich in der vorausgesagten Form eintritt (Kolstad 1996). Diese Sichtweise würde gegen das Vorsichtsprinzip sprechen. Dies zeigt ein Dilemma auf, das auch bei der Bewertung von Anpassungsoptionen auftreten und nicht allgemein, sondern nur in Abhängigkeit der betrachteten Maßnahme aufgelöst werden kann.

Weitere Beispiele zur Anwendung der Realoptionentheorie im Zusammenhang mit der Anpassung an den Klimawandel werden von Dobes (2008) aufgeführt:

Beim Bau einer Start- und Landebahn muss die Veränderung des Klimas mit berücksichtigt werden, da Flugzeuge in einer wärmeren Umgebung eine längere Strecke brauchen, um den zum Start erforderlichen Auftrieb zu entwickeln. In diesem Beispiel wäre es nicht sinnvoll, eine längere Start- und Landebahn zu bauen, ohne zu wissen, ob sich das Klima in der Zukunft wirklich erwärmt. Besser ist es, sich lediglich die Optionen einer weiteren Verlängerung offen zu halten. Es sollte darauf geachtet werden, dass genug bebaubare Fläche zur Verfügung steht, die bei einer zukünftigen Erweiterung genutzt werden kann. Durch die monetäre Bewertung

der Option (der „Wert der Flexibilität“) lässt sich sogar abschätzen, bis zu welchem Betrag höhere Kosten durch die Bereithaltung von Baufläche gerechtfertigt sind.

Auch beim Bau von Hochwasserschutzvorkehrungen ist die Erkenntnis der Realoptionentheorie nützlich, dass Schutzanlagen so errichtet werden sollten, dass die Möglichkeit zukünftiger Erweiterungen besteht. Es wäre hingegen eine vergeudete Investition, wenn die Schutzmaßnahmen in Form von hohen Staudämmen an die maximal möglichen Klimaveränderungen angepasst werden würden und das Klima sich in den folgenden Jahren nicht entsprechend verändern würde.

Eine weitere Anwendungsmöglichkeit sieht Dobes ähnlich wie in unserem fiktiven Beispiel im Bereich langlebiger Infrastruktur, wie dem Bau von Straßen oder Eisenbahnschienen. Angenommen, es ist zum heutigen Zeitpunkt noch nicht sicher, wie hochwassergefährdet ein Gebiet in 50 Jahren sein wird. Falls in diesem Gebiet heute die Infrastruktur errichtet werden soll, kann es vorteilhaft sein, angrenzendes Land zu kaufen, um dort im Fall eines starken zukünftigen Hochwasserrisikos Schutzmaßnahmen errichten zu können. Diese Option kann rationaler sein als nach alternativen längeren Routen zu suchen oder die Strecke auf teuren Dämmen zu errichten. Auch hier kann der Mehraufwand für den Erhalt der Flexibilität mit dem Optionswert verglichen werden, um die Vorteilhaftigkeit eines zusätzlichen Grundstückskaufs zu erörtern.

Obwohl Dobes der Meinung ist, dass es noch zahlreiche weitere Beispiele für eine sinnvolle Anwendung der Realoptionentheorie im Bereich Anpassung an den Klimawandel gibt, schlussfolgert er, dass es nicht immer einfach und für viele Problemfälle gar nicht möglich ist „reale Optionen zu identifizieren“. Nichtsdestotrotz ist es oftmals erstrebenswert dies wenigstens zu versuchen, um unnötige Ausgaben (d.h. insbesondere verfrühte Ausgaben) zu vermeiden.

Ein sehr anschauliches Beispiel zur Anwendung der Realoptionentheorie im Zusammenhang mit dem Hochwasserschutz gibt Woodward (2010). Beim Vergleich unterschiedlicher Szenarien zum Bau eines Damms kommt er zum Entschluss, dass die Verwendung der Realoptionentheorie bei der Errichtung langfristiger Hochwasserschutzsysteme erhebliche Kosten einsparen kann.

Weitere Praxisbeispiele für die Anwendung von Realoptionen finden sich in Bearle und Skaziel (Management eines Flusseinzugsgebiets in Australien) (Bearle und Skaziel o.J.).

#### **Irreversibler Klimawandel oder irreversible Klimapolitik?**

Im vorigen Abschnitt wurde bereits das Dilemma aufgezeigt, dass Realoptionen im Klimakontext durchaus gegensätzlich interpretiert werden können. Einerseits kann sich die Option darin auszeichnen, das gegenwärtige Klima zu erhalten und dadurch irreversible Klimaschäden zu vermeiden („Kosten des Wartens“). Andererseits können Investitionen in Klimapolitik als irreversible Kosten angesehen werden, die möglicherweise durch abwartende Haltung vermieden werden können („Wert des Wartens“). Die bisher vorgestellten Beispiele aus der Literatur folgen dieser letzteren Interpretation. Es gibt jedoch auch Arbeiten, die sich explizit diesem Dilemma widmen:

Pindyck analysiert die beiden Wirkrichtungen im Rahmen eines numerischen Modellrahmens (Pindyck 2000). Er kommt dabei zu dem Schluss, dass eine Erhöhung der Unsicherheit tendenziell zu einer größeren Hürde für die Einführung von unumkehrbaren

Klimaschutzmaßnahmen führt. Dies liegt an der Tatsache, dass Klimapolitik als eine einmalige Investition gesehen wird, die im Jahr der Entscheidung direkt zu irreversiblen Kosten führt, während das Ausbleiben der Klimapolitik im Jahr der Entscheidung „nur“ zu einem inkrementellen Anstieg der Wahrscheinlichkeit für irreversible Klimaschäden beiträgt. Die Einführung einer Klimapolitikmaßnahme wird also unter hoher Unsicherheit eher verschoben. Dies betrifft sowohl die Unsicherheit bezüglich der Wirksamkeit von Klimaschutzmaßnahmen als auch des Ausmaßes der Klimaschäden.

Diese Asymmetrie der Realoptionen ist jedoch entscheidend davon abhängig, dass Politikmaßnahmen tatsächlich zu irreversiblen Kosten mit unsicherem Ertrag („sunk costs“) führen. Werden die Politikmaßnahmen so gestaltet, dass sie flexibler einsetzbar sind oder im Falle ihrer Ineffizienz veräußert oder eingestellt werden können, sind sie freilich eher vorteilhaft.

Ein weiterer Artikel beleuchtet dieses Dilemma unter dem Schlagwort des Vorsichtsprinzips („precautionary principle“) (Gollier et al. 2000). Dieses Prinzip findet sich auch in der Rio-Deklaration von 1992 (Artikel 15) wieder: „Drohen schwerwiegende oder bleibende Schäden, so darf ein Mangel an vollständiger wissenschaftlicher Gewissheit kein Grund dafür sein, kostenwirksame Maßnahmen zur Vermeidung von Umweltverschlechterungen aufzuschieben.“ Auch in der Deutschen Anpassungsstrategie wird eine dem Vorsichtsprinzip ähnliche „Vorsorgeorientierung“ als ein Grundsatz zum Umgang mit Unsicherheit definiert: „Diese Bestandsaufnahme zeigt, dass die Analyse der möglichen Auswirkungen noch verbreitert und vertieft werden muss. Sie macht aber auch deutlich, dass es wegen der (bestehenden) Risiken aus Vorsorgegründen notwendig ist, schrittweise Handlungsoptionen zur Anpassung zu erarbeiten, Maßnahmen zu entwickeln und umzusetzen.“ Im Rahmen mikroökonomischer Analysen ist dieses Prinzip durch Einbeziehung von Risikoaversion darstellbar.

Gollier et al. formalisieren das Vorsichtsprinzip in einem ökonomischen Modell und geben für eine Reihe von Nutzenfunktionen verschiedene Bedingungen an, die erfüllt sein müssen, damit die Präferenz für ein solches vorsichtsorientiertes Verhalten vorhanden ist (Gollier et al. 2000). Allgemeingültige Schlussfolgerungen lassen sich hierfür allerdings nicht ziehen.

Schließlich kann in diesem Zusammenhang ein Artikel von Guillerminet und Tol erwähnt werden, der die Verzerrungen einer konventionellen Kosten-Nutzen-Analyse durch Unsicherheit und unumkehrbare Schäden bzw. Kosten modellhaft untersucht (Guillerminet und Tol 2008). Die Autoren konzentrieren sich auf das Risiko eines katastrophalen Meeresspiegelanstiegs und Investitionen in kostenrelevante Politikreaktionen (Vermeidung oder Anpassung). Sowohl die Klimaschäden – so sie denn eintreten – sind irreversibel, als auch die Kosten für die Klimapolitik – falls überhaupt Maßnahmen getroffen werden. Durch Sensitivitätsanalysen zeigt sich, dass der optimale Zeitpunkt der Politikmaßnahme früher liegt, wenn (1) das Wachstum niedrig ist, oder (2) eine hohe Diskontrate gewählt wird, oder (3) Hinweise auf ein hohes Schadensrisiko zunehmen.

### **Anwendbarkeit**

Die Annahmen, die der Realoptionentheorie zu Grunde liegen, sind entscheidend bei der Beurteilung der praktischen Anwendbarkeit für Anpassungsmaßnahmen. Diese Annahmen umfassen die Unumkehrbarkeit der Investition sowie Unsicherheit, die sich im Laufe der Zeit auflöst.

Bezüglich der Unumkehrbarkeit lässt sich sagen, dass eine Vielzahl von Infrastrukturinvestitionen dieses Kriterium erfüllt. Laufende Anpassungskosten hingegen, wie etwa wiederkehrende Schulungsaufwendungen oder Bewässerungskosten, fallen nicht darunter. Ebenfalls ausgeblendet sind so genannte „No regret“- und flexible Optionen, da diese per definitionem auch im Falle eines gleich bleibenden Klimaregimes vorteilhaft sind – eine solche Investition sollte also unter allen Umständen sinnvoll sein. Die Realloptionentheorie ist in diesen Fällen zwar grundsätzlich anwendbar, liefert aber keine zusätzlichen Erkenntnisse. Die optimale Entscheidung würde die gleiche sein wie bei einer konventionellen Kosten-Nutzen-Analyse.

Problematischer ist die Annahme der sich auflösenden Unsicherheit. Die Realloptionentheorie beruht in ihrer Grundform auf der Annahme, dass zu einem späteren Zeitpunkt Sicherheit über das Eintreten des zuvor unsicheren Ereignisses besteht. Zudem muss die stochastische Struktur der Unsicherheit und ihrer Auflösung von Beginn an bekannt sein. Im Kontext des Klimawandels bedeutet das, dass zu einem späteren, heute festgelegten Zeitpunkt, die weitere Entwicklung der Klimaschäden eindeutig sicher und dem Entscheider bekannt sind. Diese Annahme mag Anlass zu begründetem Zweifel geben – schließlich ist der Klimawandel durch so komplexe physikalische Prozesse gekennzeichnet, dass völlige Sicherheit über zukünftige Temperatur- und Niederschlagsentwicklungen wohl nie zu erwarten sind. Gleichwohl kann man argumentieren, dass ein gewisser Ausstoß an Treibhausgasemissionen ein bestimmtes Temperaturintervall relativ sicher nach sich zieht. Insofern kann – mit Einschränkungen – davon gesprochen werden, dass sich die Unsicherheit über die Entwicklung des Klimawandels reduziert, sobald Daten über die Emissionsentwicklung vorliegen.

Kritisch anzumerken ist außerdem, dass Investitionen sich im Zeitablauf verteuern können und ein Abwarten auf Grund von Unsicherheit dadurch zu insgesamt höheren Kosten führen kann. Dieses Risiko sollte durch eine vorausschauende Abschätzung von Zahlungsströmen jedoch kalkulierbar bleiben. Weiterhin erscheint die Anwendung von Realoptionen dann problematisch, wenn ein Ausbleiben der Anpassungsinvestition zu großen, zunächst irreversiblen Schäden führen kann. Die Investition in Küstenschutz ist hierfür ein Beispiel: stellt sich im Laufe der Phase des Abwartens heraus, dass ein Deich zu niedrig gebaut wurde, können ganze Landstriche verloren gehen. Aus kalkulatorischer Sicht ist dieser Fall vergleichbar mit dem der steigenden Anpassungskosten.

Aus politischer Sicht widerspricht zudem das Abwarten von Klimaanpassungsinvestitionen dem in der Deutschen Anpassungsstrategie festgelegten Grundsatz der Vorsorgeorientierung. Obwohl die Vorsorgeorientierung grundsätzlich durch Modellierung von Risikoaversion in Realoptionenmodellen berücksichtigt werden kann, kann dies die Anwendung des Realoptionenansatzes im realen Politikkontext erschweren.

Schließlich ist fraglich, inwieweit die Berechnung des Wert der Flexibilität im Klimakontext operationalisierbar ist, einerseits aus den oben genannten Problemen bezüglich der sich auflösenden Unsicherheit, andererseits jedoch auch weil stochastische Klimaereignisse in den wenigsten Fällen einer bestimmten Wahrscheinlichkeit zugeordnet werden können.

Das Konzept der Realoptionen stellt einen ökonomisch fundierten Weg dar, teure und unumkehrbare Investitionen unter Unsicherheit in Anpassungsgüter kritisch zu beleuchten. Insbesondere kann der Wert einer Investition eingeschätzt werden, die Flexibilität erhalten soll. Inwieweit es für konkrete Investitionsentscheidungen praktisch anwendbar ist, hängt freilich

von vielen Einzelfallfaktoren ab, darunter die technische Machbarkeit von realen Optionen und die Aussicht auf relativ sichere Klimaprojektionen zu einem späteren Zeitpunkt.

### 3.3.4 Prospect Theory

#### Theorie

Die „Prospect Theory“ (PT) – oder auch „Neue Erwartungstheorie“ – wurde in den 1970er Jahren als Alternative zur vorherrschenden Theorie des Erwartungsnutzen (Expected Utility Theory, EUT – als wichtige aktuelle Referenz für EUT sei hier Gollier 2001 genannt) entwickelt. Die bahnbrechenden Arbeiten der Psychologen Daniel Kahneman und Amos Tversky wurden mit dem „Preis für Wirtschaftswissenschaften der schwedischen Reichsbank im Gedenken an Alfred Nobel“ ausgezeichnet. Die Autoren beobachteten das Verhalten von Individuen unter Unsicherheit und kamen zu dem Schluss, dass die vorherrschende Erwartungsnutzentheorie in vielen Fällen das tatsächliche Verhalten nicht adäquat beschreibt. Die EUT geht davon aus, dass verschiedene Handlungsalternativen gemäß ihrem rational erwarteten Nutzen bewertet werden und dann die Alternative mit dem höheren Nutzen gewählt wird. Die EUT basiert dabei auf der Annahme des *homo oeconomicus*. Kahneman und Tversky entwickelten einen Modellrahmen, der es erlaubt die beobachteten Inkonsistenzen menschlichen Verhaltens mit den Vorgaben der EUT zu erklären und daraus allgemeingültige Schlussfolgerungen über verbreitete Präferenzen bei Entscheidungen unter Unsicherheit zu ziehen.

In methodischer Hinsicht sind die Psychologen dabei weitestgehend wie folgt vorgegangen: Im Rahmen von Experimenten wurden den Versuchspersonen verschiedene „*prospects*“ zur Auswahl vorgelegt. Ein *prospect* ist eine Lotterie zwischen mehreren möglichen Ereignissen, wobei die Eintrittswahrscheinlichkeit und die monetäre Auszahlung für jedes Ereignis den Probanden bekannt sind.

Beispielsweise wäre ein *prospect* die Lotterie zwischen einem möglichen Gewinn von 4.000 US-\$ mit der Wahrscheinlichkeit von 0,80, ansonsten 0 US-\$. Ein weiterer *prospect* wäre die Lotterie zwischen einem Gewinn von 3.000 US-\$ mit der Wahrscheinlichkeit von 1, also ein sicherer Gewinn von 3.000 US-\$. Aufgrund der oftmals vorherrschenden Risikoaversion wählen die meisten Versuchspersonen hier den zweiten *prospect*, d.h. den sicheren Gewinn, obwohl der Erwartungsnutzen geringer ausfällt.<sup>4</sup>

Interessant wird es, wenn den gleichen Versuchspersonen ein weiteres Entscheidungsproblem präsentiert wird, das sich wie folgt darstellt: Die Wahl zwischen dem *prospect* 4.000 US-\$ mit der Wahrscheinlichkeit 0,20 (ansonsten 0 US-\$) und dem *prospect* 3.000 US-\$ mit der Wahrscheinlichkeit 0,25 (ansonsten 0 US-\$). Hier wählen die meisten Personen die erste Lotterie, obwohl beim zweiten Entscheidungsproblem nur die Gewinnwahrscheinlichkeiten des ersten um den Faktor  $\frac{1}{4}$  reduziert wurden. Hier versagt die Erklärungskraft der EUT (selbst unter Berücksichtigung der Risikoaversion, wie Kahneman und Tversky 1979 formal darlegen), die ein identisches Entscheidungsverhalten bei beiden Problemen voraussagt. Für diese und andere Unzulänglichkeiten der EUT bei der Abbildung des tatsächlichen Entscheidungsverhaltens unter Unsicherheit liefert die PT einige Erklärungsansätze.

---

<sup>4</sup> Das Beispiel stammt aus Kahneman und Tversky (1979).

Die wichtigsten innovativen Konzepte der PT im Unterschied zur EUT sind sicherlich die folgenden:

- Bedeutung des Referenzpunktes: Für die Beurteilung von Handlungsalternativen ist es von Bedeutung, wie die Ausgangssituation formuliert und interpretiert wird. Dieses Erkenntnis hängt untrennbar mit der Verlustaversion zusammen:
- Verlustaversion: Verluste wiegen in ihrer Bedeutung mehr als Gewinne. Der Nachteil, der durch den Verlust von 50 € entsteht, wird vom Individuum also höher eingeschätzt als der Vorteil eines Gewinns in der gleichen Höhe.
- Gewichtung von Wahrscheinlichkeiten: Gegebene Wahrscheinlichkeiten fließen nicht mit ihrem eigentlichen Wert in das Entscheidungskalkül ein, sondern werden vom Individuum gewichtet. Dabei werden kleine Wahrscheinlichkeitswerte in der Regel überschätzt und mittlere und hohe Werte oft unterschätzt.

Eine einfache Formalisierung von Handlungsalternativen unter Unsicherheit nach der PT sieht wie folgt aus:

$$U = \sum_{i=1}^n w(p_i)v(x_i) = w(p_1)v(x_1) + w(p_2)v(x_2) + \dots + w(p_n)v(x_n),$$

wobei  $U$  der Nutzen einer Handlungsalternative ist,  $n$  die Anzahl von möglichen Ereignissen,  $p_i$  die Wahrscheinlichkeit für Ereignis  $i$ ,  $x_i$  die Auszahlung bei Ereignis  $i$ ,  $w(p)$  die Gewichtung der Wahrscheinlichkeit  $p$ , und  $v(x)$  der Nutzen der Auszahlung  $x$ . Die wichtigsten Unterschiede zur EUT zeigen sich in dem zusätzlichen Parameter  $w$  sowie in der unterschiedlichen Form von  $v$  für Gewinne und Verluste (in der Formel nicht ersichtlich). Die Funktionen  $w$  und  $v$  werden von den Autoren Gewichtungsfunktion („Weighting function“) beziehungsweise Bewertungsfunktion („Value function“) genannt. Jeweils ein hypothetisches Beispiel mit den charakteristischen Eigenschaften dieser Funktionen sind in Abb. 5 und Abb. 6 abgebildet (Kahneman und Tversky 1979; Kahneman und Tversky 1984; Tversky und Kahneman 1992).

Abb. 5: Hypothetische Bewertungsfunktion. Charakteristisch sind der abnehmende marginale Effekt von steigenden Gewinnen / Verlusten und der betragsmäßig stärkere Effekt von Verlusten für den Nutzen. (© Kahneman und Tversky 1979)

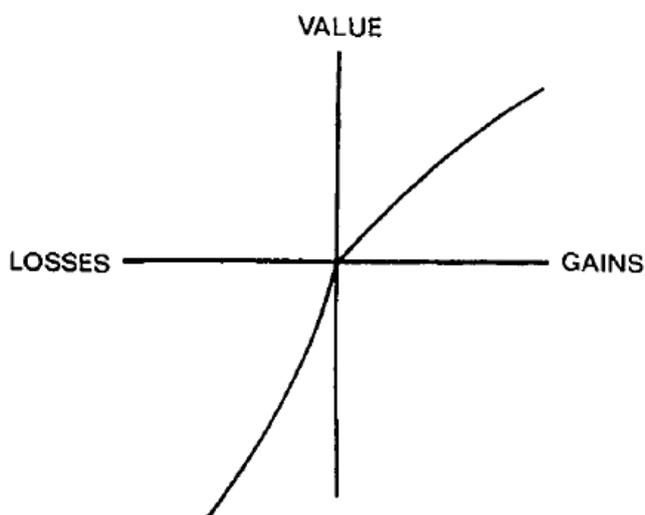
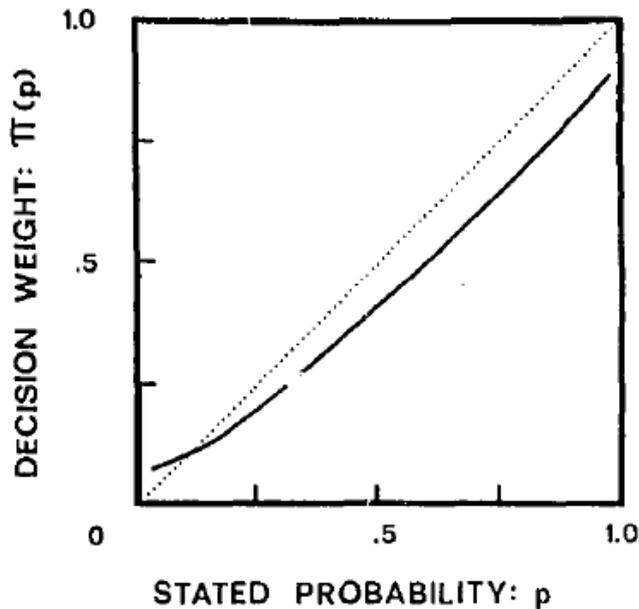


Abb. 6: Hypothetische Gewichtungsfunktion. Die Funktion zeigt die gewichtete Wahrscheinlichkeit in Abhängigkeit der tatsächlichen Wahrscheinlichkeit. Beide Wahrscheinlichkeiten bewegen sich zwischen 0 und 1. Charakteristisch sind das „Überschätzen“ von kleinen Wahrscheinlichkeiten und das „Unterschätzen“ von mittleren und großen Wahrscheinlichkeiten. (© Kahneman und Tversky 1979)



Kahneman und Tversky leiten mit diesen empirischen und formalen Analysen u.a. ein „vierfaches Risikoverhalten“ ab: Die meisten Menschen offenbaren in ihren Entscheidungen eben kein risikoneutrales Verhalten, sondern Risikoaversion und ggf. auch Risikofreude:

Tab. 8: „Vierfaches Risikoverhalten“: Vorherrschendes Risikoverhalten in Abhängigkeit davon, ob die Ereignisse als Gewinne oder Verluste interpretiert werden und in Abhängigkeit der Wahrscheinlichkeiten. Gilt nicht für extreme Wahrscheinlichkeiten (sehr nahe bei 0 oder 1). (© Tversky und Kahneman 1992)

| Vorherrschendes Risikoverhalten              | kleine Wahrscheinlichkeiten | mittlere und große Wahrscheinlichkeiten |
|--|-----------------------------|---|
| Mögliches Ereignis interpretiert als Gewinn  | Risikofreude                | Risikoaversion                          |
| Mögliches Ereignis interpretiert als Verlust | Risikoaversion              | Risikofreude                            |

Im Gegensatz zur Kosten-Nutzen-Analyse, Multikriterienanalyse und der Methode der Realoptionen wurde die Prospect Theory somit nicht als Entscheidungsunterstützungssystem für Situationen mit Unsicherheit entwickelt, sondern als verhaltensökonomischer Modellrahmen zur Erklärung beobachteter individueller Entscheidungen. Im Unterschied zu den zuvor genannten Ansätzen wird in der PT versucht, psychologische Erkenntnisse, heuristisches Denken und (nach der EUT) als irrational geltende Verhaltensweisen in den Modellrahmen einzubeziehen und so ein realistischeres Bild von tatsächlichen Entscheidungssituationen unter Unsicherheit zu zeichnen. Inwieweit die PT unter diesen Voraussetzungen für Entscheidungen eines politischen Planers relevant sein könnte, wird im Abschnitt „Anwendbarkeit“ näher behandelt.

## Prospect Theory im Anpassungskontext: Beispiele

Die Prospect Theory (PT) fand bisher v.a. Anwendung in der Analyse von Entscheidungen auf den Finanzmärkten. Vereinzelt wurde sie auch zur Bewertung von Versicherungsnachfrage herangezogen (Botzen und van den Bergh 2009). Nach unserem Wissen wurde sie bisher jedoch in der Literatur nicht systematisch und umfassend auf Klimapolitik angewandt (weder Vermeidung noch Anpassung). In diesem Abschnitt werden die wichtigsten Verbindungen und mögliche Implikationen für Klimaanpassung dargestellt. Inwieweit diese Anwendung sinnvoll und zulässig ist, wird im Abschnitt „Anwendbarkeit“ genauer analysiert.

Zunächst einmal ist eine wichtige Eigenschaft der PT, dass Verlustaversion explizit berücksichtigt wird. Verlustaversion impliziert, dass die Interpretation von Klimapolitik (insbesondere ob ihr Nutzen als Gewinn oder vermiedener Verlust wahrgenommen wird) enorm wichtig für die Akzeptanz ihrer Kosten ist. Wenn der Bezugspunkt das derzeitige Klima ist, dann werden Klimaschäden tendenziell als Verluste interpretiert, die durch Anpassung reduziert werden können. Wenn jedoch der Nutzen von Anpassung als Unterschied zu einem „Business as usual“-Szenario (sprich Klimawandel) präsentiert wird, könnte er als Gewinn angesehen werden. Die PT besagt, dass diese Kennzeichnung deutliche Auswirkungen auf die Bewertungsfunktion eines Individuums und damit seine Präferenzen hat.

Darüber hinaus erlaubt die Differenzierung zwischen dem Gewinnbereich und dem Verlustbereich eine weitere interessante Schlussfolgerung: Die PT geht davon aus, dass Risikoaversion im Gewinnbereich und Risikofreude im Verlustbereich, zumindest bei moderater bis hoher Wahrscheinlichkeit, vorhanden ist. Wieder scheint die Akzeptanz von Klimapolitik abhängig von der Interpretation: Wenn Klimawandel als Bedrohung, die wir vermeiden oder vermindern können, aufgefasst wird (Bezugspunkt = kein Klimawandel; Verlustbereich), dann sind risikoreichere Anpassungsoptionen akzeptabler, als wenn Klimawandel als etwas angesehen wird, das bereits aufgetreten ist und dessen negative Auswirkungen wir jetzt versuchen zu verringern (Bezugspunkt = Klimawandel, Gewinnbereich). Dies ist eine ähnliche Situation, wie die bei einer schweren Krankheit, die von Kahneman und Tversky analysiert wurde (Kahneman und Tversky 1984).

Ein weiterer Punkt, der Ähnlichkeiten mit Anpassung aufweist ist das Konzept der probabilistischen Versicherung.<sup>5</sup> Kahneman und Tversky zeigen empirisch, dass diese Art von Versicherungsvertrag, bei dem Unsicherheit bleibt, von Individuen weniger gewünscht wird, selbst wenn die Erwartungsnutzen identisch wäre (Kahneman und Tversky 1979). Viele technische Anpassungsmaßnahmen können als probabilistische Versicherung interpretiert werden, da sie bestimmte Kosten verursachen, die Unsicherheit des Schadens jedoch nur reduziert, nicht aufgehoben wird (der Bau eines Damms, ein sturm- oder flutsicheres Haus, Bewässerung, ...). Die Auswirkungen auf das Anpassungsverhalten könnten darin liegen, dass finanzielle Anpassungsinstrumente (also vorwiegend Versicherung), die bestimmte Arten von

---

<sup>5</sup> Eine probabilistische Versicherung hat eine niedrigere Prämie als ein herkömmlicher Versicherungsvertrag, zahlt aber im Schadensfall nur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit. Obwohl sich dieses Modell in der Versicherungswirtschaft nicht durchgesetzt hat, ähnelt es vielen Entscheidungen unter Unsicherheit: Die Installation einer Alarmanlage, gesundheitsbewusste Ernährung oder der Kauf von Winterreifen können als probabilistische Versicherung interpretiert werden.

Verluste sicher decken, gegenüber technischen Maßnahmen, die mehrere Arten von Verlusten eventuell decken, bevorzugt werden, selbst wenn der erwartete Nutzen identisch wäre.

### **Anwendbarkeit**

Es gibt zwei Hauptproblematiken bezüglich der Anwendung der Prospect Theory auf Klimapolitik: Erstens die Art der Entscheidungen: Während im Rahmen der PT hauptsächlich spontane, individuelle Entscheidungen untersucht werden, basieren viele klimapolitische Entscheidungen auf wohl durchdachten und kalkulierten Plänen, vor allem bei groß angelegten kollektiven Anpassungs- und Vermeidungsprojekten. Jedoch sollte nicht vergessen werden, dass staatliches Handeln sich an den Präferenzen der betroffenen Bürger orientieren sollte. Das Vorsichtsprinzip und die dahinter stehenden Kalkulationen sollten sich zudem auch in der PT formulieren lassen – eben durch Anpassung der Präferenzen. PT als eine deskriptive Theorie kann zumindest einen Beitrag dabei leisten, diese Präferenzen zu verstehen und damit besser einschätzen zu können. In einem normativen Sinn sollten diese Erkenntnisse anschließend in die politische Entscheidung für kollektive Anpassungs- und Vermeidungsbemühungen einfließen. Die PT wurde somit zwar für andere Arten von Entscheidungsproblemen entwickelt – ihre Anwendbarkeit auf politische Entscheidungen ist in einem normativen Sinne damit aber keineswegs ausgeschlossen.

Zweitens wurde die PT hauptsächlich bei bekannter Wahrscheinlichkeitsverteilung entwickelt und getestet. Die empirische Anwendung bei Ambiguität (also ohne gegebene Wahrscheinlichkeitsverteilung) findet eher selten statt. Doch wird Unsicherheit in Sachen Klimapolitik von Ambiguität ohne bekannte Wahrscheinlichkeitsverteilung dominiert (Heal und Krström 2002; Weitzman 2009). Diese Diskrepanz sollte nicht unterschätzt werden. Allerdings: ob ein Ereignis unmöglich, sehr unwahrscheinlich, wenig wahrscheinlich, sehr wahrscheinlich oder sicher ist, kann bei vielen Klimaproblemen durchaus vernünftig eingeschätzt werden. Selbst wenn nur diese vagen Informationen gegeben sind, können mit der PT nützliche Erkenntnisse gewonnen werden.

Andere Faktoren, wie die Berücksichtigung eines Referenzpunktes und die explizite Differenzierung zwischen Gewinnen und reduzierten Verlusten, sprechen für die Anwendbarkeit (bzw. sogar die Notwendigkeit) der PT bei klimapolitischen Fragen. Daher halten wir es für möglich, sie auf Fragen hinsichtlich der Vermeidung und der Anpassung anzuwenden. Diese Thematik wurde allerdings in der Klimaökonomie bisher nicht diskutiert, und bedarf definitiv weiterer Forschungsbemühungen.

### **3.3.5 Weitere Bewertungsinstrumente**

#### **Risikobasierte Ansätze**

Bei einer risikobasierten Bewertung werden zunächst Bevölkerungsgruppen, Projekte oder Vermögensgegenstände identifiziert, die besonders vulnerabel sind. Dies erfolgt soweit möglich durch Quantifizierung der Eintrittswahrscheinlichkeiten (bspw. von Klimaveränderungen oder von Impacts) und der monetären Konsequenzen. Das besondere an der Methode ist, dass mehrere Risiken in die Betrachtung einfließen können (Klimawandel und vom Klima unabhängige Risiken) und somit eine gefahrenübergreifende, integrierte Risikoversorge möglich wird. Im Ergebnis kann sowohl eine einzelne Maßnahme stehen, die dann als

gesellschaftlich wünschenswerte Maßnahme umgesetzt wird, selbst wenn sie kostenintensiv sein sollte. Oder es stehen mehrere Maßnahmen zu Auswahl, die dann mit Hilfe von Kosten-Nutzen-Analyse, Multikriterienanalyse o.ä. priorisiert werden können (UNFCCC 2011). Der Nachteil der Methode ist, dass die Kosten nicht gebührend berücksichtigt werden. Eine Überprüfung, ob die Maßnahme ökonomisch sinnvoll ist, ist somit nicht möglich.

#### **Delphi-Methode**

Durch die Delphi-Methode kann der Knappheit an harten Daten und Fakten begegnet werden (Arnell et al. 2005; Morgan et al. 2001; Wilenius und Tirkkonen 1997). Die fraglichen Handlungsoptionen werden einer Reihe von Experten vorgelegt, um ihre Meinung zu bestimmten Aspekten einzuholen. Im Zusammenhang mit Anpassungsoptionen könnten hier Einschätzungen zu Kosteneffizienz, gesellschaftliche Akzeptanz, Wirkung auf CO<sub>2</sub>-Vermeidung, technische Realisierbarkeit, etc. abgefragt werden. Die Ergebnisse der Befragung werden dann wiederum den gleichen Experten vorgelegt, um sie auf dieser Basis erneut nach ihrer Meinung zu fragen. Dieser iterative Prozess erlaubt die intensive und gleichberechtigte Einbindung der befragten Experten, ohne dass evtl. Wortführer die anderen Beteiligten beeinflussen können.

#### **Bewertung der Umweltauswirkungen**

Strategische Umweltprüfungen und Umweltverträglichkeitsprüfungen können (und müssen in vielen Fällen) die eigentlichen Bewertungsinstrumente ergänzen. Insofern handelt es sich nicht um eine weitere Bewertungsmethode, sondern um ein planerisches Instrument. Strategische Umweltprüfungen und Umweltverträglichkeitsprüfungen erlauben eine Aussage über die Auswirkungen einer Maßnahme auf die natürliche Umwelt und können so in die politische Entscheidungsfindung mit einfließen. Die strategische Umweltprüfung ist insbesondere bei groß angelegten Infrastrukturprojekten, wie Verkehrswegebau, Landnutzungsänderungen oder Küstenschutz, von hoher Relevanz. Dies kann in Form von monetarisierten Umweltkosten geschehen, was aber vermutlich nicht immer möglich sein wird. In diesen Fällen kann dann die MKA eine relative Bewertung ermöglichen.

### **3.3.6 Schlussfolgerungen**

Dieser Abschnitt (3.3) behandelt die Fragen: Welche Methoden können für die Entscheidungsfindung unter Unsicherheit in Bezug auf Klimaanpassungspolitik herangezogen werden, und welche Vorzüge und Schwächen sind bei den einzelnen Methoden insbesondere bei der Anwendung im Anpassungskontext zu beachten? Da die Methode der Kosten-Nutzen-Rechnung bereits ausführlich im UFOPLAN-Vorhaben FKZ 3709 41 121 thematisiert wurde, wurde in diesem Bericht der Schwerpunkt auf alternative Entscheidungsunterstützungssysteme gelegt (Tröltzsch et al. 2011).

Zunächst bleibt festzuhalten, dass keiner der hier vorgestellten formalen Ansätze als die perfekte Lösung gelten kann. Entscheidungen unter Unsicherheit erfordern in jedem Fall eine Güterabwägung: Eine Multikriterienanalyse (MKA) ermöglicht die Einbindung verschiedener Stakeholder, kommt jedoch nicht ohne eine deutliche Abhängigkeit von subjektiver Bewertung aus. Wenn der Schwerpunkt dagegen auf einem reinen ökonomischen Optimierungskalkül gelegt werden soll (wie bei der Realoptionenmethode) müssen andere Politikziele, wie etwa das Vorsorgeprinzip unter Umständen in den Hintergrund treten. Wenn neuere verhaltensökonomische Theorien zur Entscheidungsfindung herangezogen werden (wie in

Abschnitt 3.3.4 beschrieben), können unter Umständen die realen Entscheidungsprozesse wirklichkeitstreuer dargestellt werden und die Entscheidung basiert dadurch tendenziell auf realistischeren Annahmen bezüglich des Verhaltens privater Haushalte: Dem gegenüber steht die Gefahr, einen recht unerprobten Ansatz zu nutzen, der v.a. im Klimakontext bisher kaum genutzt wurde. Auch die theoretische Konsistenz von manchen verhaltensökonomischen Ansätzen ist umstritten.

Eine Schlussfolgerung daraus könnte sein, dass bei einer Entscheidung für oder gegen bestimmte Anpassungsprojekte im optimalen Fall mehrere Entscheidungsunterstützungssysteme herangezogen werden sollten. Bei Kenntnis der jeweiligen Stärken und Schwächen könnten die verschiedenen Aspekte einer Politik mit dem jeweiligen Instrument bewertet werden – also etwa die ökonomische Effizienz unter Unsicherheit mit der Realoptionenmethode sowie der klassischen Kosten-Nutzen-Analyse, die gesellschaftliche Akzeptanz mit der MKA, und der erwartete Einfluss auf individuelles Verhalten unter Unsicherheit mit neuen Entscheidungsmodellen wie der Prospect Theory.

Es ist festzuhalten, dass Entscheidungsfindung unter Unsicherheit im Anpassungskontext sowohl in theoretischer wie in praktischer Hinsicht ein relevantes und kontroverses Thema bleibt, in dem sowohl die politikorientierte Forschung als auch direkte praktische Erfahrungen wichtige neue Erkenntnisse liefern können.

## **4 Arbeitspaket 1.2: Europäische Anpassungspolitik**

### **4.1 Einleitung**

Dieses Kapitel befasst sich mit der Anpassungspolitik auf europäischer Ebene. Im Kontext des Gesamtberichts ist dieses Kapitel eher als komplementäre Darstellung der europäischen Anpassungspolitik zu sehen, die keine unmittelbaren Anbindungen zu den anderen Kapiteln aufweist. Allerdings werden in Abschnitt 4.5 Implikationen der europäischen Anpassungspolitik für die nationale Ebene dargestellt, die für die Erarbeitung nationaler Aktivitäten durchaus von Belang sein können.

Die Europäische Union hat in den letzten Jahren (seit Erscheinen des Grünbuchs in 2007) stetig daran gearbeitet, ihre Rolle bei der Anpassung in Europa weiter zu definieren und zu konkretisieren. Zum Zeitpunkt der Fertigstellung dieses Berichts ist die EU-Anpassungsstrategie (EC 2013a) gerade erschienen, ihre Umsetzung jedoch noch nicht eingehend zu beobachten.

Im folgenden Abschnitt werden zunächst die Gründe für Anpassungshandeln auf europäischer Ebene erörtert. Diese Frage stellt sich, da Anpassung in den meisten Fällen als lokales Gut charakterisiert werden kann und – anders als bei der Vermeidung von Treibhausgasen – auch bei lokaler Umsetzung effizient sein kann. Im Anschluss wird im Hauptteil dieses Berichts die aktuelle EU-Anpassungsstrategie unter ökonomischen Gesichtspunkten beleuchtet. Dabei werden zunächst die Ziele und Maßnahmenoptionen vorgestellt, um sie dann einer ökonomisch geleiteten Analyse zu unterziehen. Im Mittelpunkt stehen dabei Fragen wie die Rechtfertigung für EU-Handeln zur Erreichung der definierten Ziele, Erfolgsaussichten der vorgestellten Optionen unter Berücksichtigung der Anreizstrukturen und mögliche Verbesserungspotenziale. Im darauf folgenden Kapitel wird der Fokus auf die Anpassungsstrategie fallen gelassen und weitere EU-Dokumente, referierte Veröffentlichungen sowie andere wissenschaftliche Publikationen in die Analyse miteinbezogen. Diese Gesamtschau ermöglicht eine Aufstellung über bereits implementierte, vorgeschlagene und diskutierte staatliche Anpassungsmaßnahmen auf EU-Ebene. Die empirische Erfassung der einzelnen Maßnahmen erlaubt einzelne statistische Analysen, die in Abschnitt 4.4.2 durchgeführt und interpretiert werden. Schließlich werden die wichtigsten Implikationen der diskutierten EU-Anpassungsmaßnahmen auf deutsche Entscheidungsträger in Abschnitt 4.5 zusammengetragen.

### **4.2 Bedeutung der Europäischen Union für Anpassung**

#### **4.2.1 Die politische Ebene – zwischen global und national**

Für die Analyse, welche Rolle die EU bei der Anpassung an die Folgen des Klimawandels spielen kann, ist zunächst die räumliche Ebene des Phänomens Klimawandel von Bedeutung:

Einerseits lässt sich der Klimawandel eindeutig als globales Phänomen charakterisieren: Die physikalischen Abläufe der Erwärmung, der Treibhauseffekt, und die Auswirkungen der Erwärmung auf das Wettergeschehen lassen sich nur aus globaler Perspektive erfassen. Auch die Ursache der anthropogenen Erwärmung, der Ausstoß von Treibhausgasen, lässt sich als globales Problem beschreiben, da der Ausstoß einer Tonne CO<sub>2</sub> gleichermaßen zur globalen CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre beiträgt, egal wo sie ausgestoßen wurde.

Andererseits manifestieren sich diese globalen Prozesse in Auswirkungen auf der lokalen Ebene. Überschwemmungen, Dürren, Hitzeperioden, Starkniederschläge oder Stürme sind regionale oder lokale Ereignisse, die durch den globalen Klimawandel induziert oder verstärkt werden können. Anpassung an die Folgen des Klimawandels sind daher fast durchgängig Maßnahmen, die auf der regionalen oder lokalen Ebene stattfinden.<sup>6</sup> Klimawandel wird daher oft als global verursachtes Problem gesehen, dem durch Anpassung auf lokaler Ebene begegnet werden muss (Adger 2003, Agrawal et al. 2009; Mendelsohn 2000; Ostrom 2009).

Die EU ist als regionaler Staatenbund auf einer Ebene zwischen national und global angesiedelt. Für die Anpassung an den Klimawandel muss daher die Frage gestellt werden, welche Rolle der EU zukommen kann. Einerseits ist sie als „nur“ regionales Bündnis nicht allein in der Lage, globale Anpassungsstrategien (siehe Fußnote 6 auf Seite 81) zu verfolgen. Andererseits hat sie bei all ihren Zuständigkeiten den Grundsatz der Subsidiarität zu beachten (Vertrag über die Europäische Union, konsolidierte Fassung vom 30.03.2010, Artikel 5). Dies bedeutet in der Praxis, dass bei jeder Politikmaßnahme von der EU erklärt werden muss, warum die jeweilige Maßnahme sinnvollerweise auf EU-Ebene angesiedelt sein sollte. Die meisten Optionen der Anpassung an den Klimawandel sind jedoch Maßnahmen, die sehr wohl von nationalen oder lokalen Behörden gefördert oder durchgeführt werden können.

Das Weißbuch Anpassung (EC 2009a) und die EU-Anpassungsstrategie (EC 2013a) führen mehrere Punkte an, bei denen die EU trotzdem eine bedeutsame Rolle spielen kann. Im Folgenden werden diese Begründungen näher beleuchtet.

#### **4.2.2 Grenzüberschreitende Auswirkungen des Klimawandels**

Wetterphänomene und andere Auswirkungen des Klimawandels machen an Grenzen nicht Halt. Dadurch führen einzelstaatliche Aktionen oft nicht zum gewünschten Erfolg, sondern es ist gemeinschaftliches Handeln von mehreren Staaten gefordert. Hier liegt eine der Kernkompetenzen der EU. Die EU kann durch ihre Gesetzgebung die nationale Politik bspw. für Flusseinzugsgebiete auf gemeinsame Ziele und Maßnahmen ausrichten und so entscheidend zur notwendigen Koordinierung von nationalen Politiken beitragen (Rayner und Jordan 2009). Diese Argumentation ist v.a. dann stichhaltig, wenn es um Anpassungsmaßnahmen geht, die nur im Zusammenspiel mehrerer Staaten wirksam werden (etwa eine Flussdeicherhöhung im Grenzgebiet) oder die externe Effekte auf andere Staaten haben (Eindeichung vs. Schaffung von Retentionsflächen zur Hochwasservorsorge), oder direkte Auswirkungen auf europäischer Ebene haben (die Unterhaltung europäischer Verkehrsnetze). Dagegen gibt es aber auch grenzüberschreitende Klimaeffekte, die nicht notwendigerweise koordinierte Anpassungsmaßnahmen erfordern (etwa Hitzewellen, Stürme, Produktivitätsänderungen in der Land- und Forstwirtschaft). Für EU-Interventionen auf Grund von grenzüberschreitenden Klimaauswirkungen wird also zu prüfen sein, ob die Anpassung ebenfalls eine internationale Komponente hat oder ob im Sinne der Subsidiarität eher nationale oder lokale Anpassungsmaßnahmen zu bevorzugen sind. Grenzüberschreitende Klimaauswirkungen

---

<sup>6</sup> Wichtige Ausnahmen von dieser Aussage sind sehr allgemein gefasste Strategien, die auf globaler Ebene betrieben werden können: Breites Wirtschaftswachstum und allgemeine Anhebung des Bildungsniveaus, um die Anpassungskapazität zu erhöhen; Akquirierung von Finanzmitteln für global ausgerichtete Anpassungsfonds.

können zwar als erstes Indiz für die Notwendigkeit einer koordinierten Anpassung gelten – eine hinreichende Bedingung sind sie dadurch noch nicht.

### **4.2.3 Auswirkungen in Sektoren mit gemeinsamer EU-Politik oder gemeinsamem Binnenmarkt**

Die Klimaanpassung von EU-Politiken ist eindeutig ein Bereich, in dem niemand anders als die EU tätig werden kann. Dass dieser Bereich nicht zu vernachlässigen ist, zeigt ein Blick auf die Politikfelder, in denen die EU rechtsverbindliche Richtlinien, (unverbindliche) Strategien und Mitteilungen verfasst hat. Hier sind insbesondere die Hochwasserrichtlinie, die Wasserrahmenrichtlinie, die gemeinsame Agrarpolitik, die gemeinsame Fischereipolitik, die gemeinsame Meerespolitik, die Politik für ländliche Räume, die Boden-Strategie, die Strategie zum Integrierten Küstenschutz, die Gesundheits-Strategie und nicht zuletzt die Regionalpolitik zu nennen. Die Anpassung von bestehenden EU-Politiken wird oftmals unter dem Schlagwort „Mainstreaming“ gefasst. Dabei kann das „Mainstreaming“ in den einzelnen Politikfeldern sehr unterschiedliche Formen annehmen: Während die Hochwasserrichtlinie explizit vorschreibt, dass die verbindlichen nationalen Risikostudien die Auswirkungen des Klimawandels angemessen berücksichtigen müssen, wird in anderen Politikfeldern teils nur die Motivation um das Schlagwort „Klimawandel“ ergänzt, ohne dass sich konkrete Änderungen der eigentlichen Politikmaßnahme ergeben würden.

Die EU sieht ihre Zuständigkeit für Anpassung außerdem auf Grund von Klimaauswirkungen in Sektoren, die in Europa durch den gemeinsamen Binnenmarkt stark integriert sind. Dies betrifft v.a. den Agrarsektor, aber auch bestimmte Dienstleistungen, z.B. die Bauwirtschaft. Hier besteht tatsächlich Handlungsbedarf auf EU-Ebene, um auch unter geänderten klimatischen Bedingungen einen fairen Wettbewerb innerhalb Europas zu ermöglichen. Dies kann beispielsweise im Rahmen der gemeinsamen Agrarpolitik erfolgen, indem EU-weit einheitliche Richtlinien zur Anpassung der Agrarbetriebe erlassen werden. Die unterschiedliche Vulnerabilität – insbesondere in der europäischen Landwirtschaft – stellt für die europäische Anpassungspolitik jedoch eine besondere Herausforderung dar.

### **4.2.4 Koordinierung und Austausch bewährter Praktiken zwischen Mitgliedsstaaten**

Die EU kann eine wichtige Rolle darin spielen, lokale und nationale Anpassungsakteure miteinander zu vernetzen. Ein Beispiel ist die Impact and Adaptation Steering Group (IASG). Hier treffen sich in regelmäßigen Abständen Entscheidungsträger, Experten und andere Interessengruppen, um über nationale Strategien bei der Anpassung an den Klimawandel zu beraten, bewährte Praxisbeispiele auszutauschen und die Entscheidungsträger auf EU-Ebene zu beraten. Auch Workshops und Konferenzen zum Thema Klimaeffekte und Anpassung dienen diesem Zweck der Vernetzung und des Erfahrungsaustauschs. Eine wichtige Funktion übernimmt die Online-Plattform Climate-adapt (<http://climate-adapt.eea.europa.eu/>). Hier werden lokale und nationale Anpassungsprojekte dokumentiert und publiziert, um von den Erfahrungen einzelner Fallstudien zu lernen. Nicht zuletzt können von der EU geförderte Forschungsprojekte Kooperationen europäischer Forschungsinstitute einleiten und so zu einem befruchtenden Austausch auf wissenschaftlicher Ebene führen, was wiederum positive Auswirkungen auf die nationale Politikberatung haben wird.

Das Schlagwort der Koordinierung beinhaltet jedoch noch einen weiteren Aspekt als nur den der Vernetzung. Wie bereits unter dem Stichwort „Grenzüberschreitende Auswirkungen“

angemerkt, können nationale oder lokale Anpassungsmaßnahmen externe Effekte aufweisen. Diese können negativer Art sein (etwa Wassermangel flussabwärts auf Grund zu hoher Wasserentnahmen flussaufwärts) oder auch positive Folgen haben (etwa ein Frühwarnsystem für das Auftreten neuartiger Krankheiten in Europa). In jedem Fall gebietet die ökonomische Theorie in solchen Fällen eine Koordinierung des gemeinsamen Handelns, so dass externe Effekte in die Kosten-Nutzen-Kalkulation der lokalen Entscheidungsträger einfließen. In den Fällen, wo der EU legislative Gewalt zukommt, ist sie in der Lage, genau diese Koordinierung zu leisten. Dies ist beispielsweise bei der Wasserrahmenrichtlinie und der Hochwasserrisikomanagementrichtlinie der Fall.

#### **4.2.5 Flankierung und Unterstützung lokaler und nationaler Maßnahmen**

Dieser Gesichtspunkt für Aktion auf EU-Ebene war im Weißbuch Anpassung noch relativ unkonkret formuliert. In der EU-Anpassungsstrategie ist die Unterstützung von Mitgliedsstaaten bei der Formulierung und Umsetzung nationaler Anpassungsstrategien eine zentrale Maßnahme. Diese Aufgabe lässt sich aus der allgemeinen Bedeutung ableiten, die Anpassung im Rahmen der nationalen und internationalen Klimapolitik inzwischen hat. Wo die Zuständigkeitsbereiche und gesetzgeberischen Kompetenzen der EU es zulassen, kann sie daher das Ziel der Anpassung an den Klimawandel fördern.

#### **4.2.6 Solidarität zwischen unterschiedlich betroffenen Mitgliedsstaaten**

Ein Themenaspekt, der auch immer wieder als ein wichtiger Grund für europäische Interventionen bei Anpassung genannt wird, ist die Solidarität zwischen Mitgliedsländern. Verschiedene Vulnerabilitätsstudien kommen zu einer übereinstimmenden Schlussfolgerung: Der Süden Europas wird tendenziell stärker von negativen Klimaeffekten betroffen sein als der Norden (EC 2008; PESETA 2009; EEA 2012). In einigen Fällen sind gerade die Länder, die ohnehin schon zu den wirtschaftlich schwächer entwickelten Ländern in der Union gehören, vom Klimawandel überdurchschnittlich stark betroffen. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, wie eine Staatengemeinschaft, die das Ziel der Solidarität zwischen den Mitgliedsstaaten verfolgt, mit solchen ungleichen Klimaauswirkungen umgeht (Hanger et al. 2011). Ein Weg ist die Förderung von Anpassungsstrategien in besonders benachteiligten Staaten. Dies könnte in der EU beispielsweise im Rahmen der Regionalpolitik (Struktur- und Kohäsionsfonds) erfolgen, indem Klimawandelparameter in die Förderkriterien eingearbeitet werden. Die Interventionen in Anpassungsprozesse auf Grund von Solidaritätsüberlegungen sind in jedem Fall durch Gerechtigkeitsaspekte begründbar, in der Praxis jedoch nur schwer politisch sowie technisch umsetzbar. Zu den größten technischen Problemen zählen das Fehlen einer allgemein anerkannten und eindeutigen Definition von Anpassungsmaßnahmen und Vulnerabilität und ihre ungewissen Kosten und Nutzen. In manchen Mitgliedsstaaten fehlt wahrscheinlich zudem die politische Bereitschaft zu (weiteren) Solidaritätszahlungen (Hanger et al. 2011).

#### **4.2.7 Positive Skaleneffekte**

Positive Skaleneffekte, also allgemein gesprochen geringere Einheitskosten bei einer größeren Stückzahl können im Anpassungskontext bspw. bei Forschung und Entwicklung, bei der Datenerfassung und -bereitstellung oder bei Wissensvermittlung entstehen. In diesen Feldern kann es also ökonomisch sinnvoll sein, groß angelegte Programme für die gesamte EU durchzuführen und damit nationale Lösungen zu ersetzen, die in der Summe größere Kosten

verursachen würden. Hier muss allerdings deutlich eingeschränkt werden, dass EU-weite Programme aus Kostengründen nur dann verfolgt werden sollten, wenn kein Verlust der Effektivität zu erwarten ist – etwa weil auf regionale oder nationale Belange weniger gut eingegangen werden kann.

#### 4.2.8 Bezüge zur Charta der Grundrechte der EU

Das Impact Assessment, das die EU-Anpassungsstrategie begleitet und die Zuständigkeit der EU für Anpassungsfragen näher begründet, nimmt explizit Bezug auf einzelne Titel der Charta der Grundrechte der EU (Europäisches Parlament et al. 2010; EC 2013b). So wird argumentiert, dass die Effekte des Klimawandels grundlegende Rechte von Bürgern (das Recht auf Leben und Unversehrtheit der Person, Eigentumsrechte) beeinträchtigen. Auch Bevölkerungsgruppen, die laut der Grundrechtecharta besonderen Schutz genießen (Frauen, Kinder, Ältere) seien durch den Klimawandel besonders betroffen. Diese Argumentation zielt auf einer sehr allgemeinen Ebene darauf ab, dass die EU auf Grund ihrer Statuten in Anpassungsfragen tätig werden muss.

### 4.3 EU-Anpassungsstrategie: Zentrale Politikoptionen

#### 4.3.1 Vom Weißbuch zur Anpassungsstrategie

Das Weißbuch (EC 2009a) war bis zum Erscheinen der EU-Anpassungsstrategie das zentrale Politikpapier der Europäischen Union für Anpassung an den Klimawandel. Das Weißbuch baut dabei auf dem Grünbuch Anpassung (EC 2007a) auf. Im Grünbuch wurde eher eine allgemein gehaltene Strategie formuliert, um einen Diskussionsprozess anzustoßen und Feedback aus Mitgliedsstaaten, Wissenschaft, Stakeholderkreisen und weiterer Öffentlichkeit zu erhalten. Im Weißbuch werden die Ergebnisse dieser Diskussion aufgenommen und der weitere Politikprozess kommuniziert. Dieser Prozess wird im Weißbuch in zwei Phasen unterteilt:

- **Phase 1:** 2009-2012 Legung einer Grundlage für eine Anpassungsstrategie der Europäischen Union
- **Phase 2:** ab 2013 Umsetzung der Strategie

Das Weißbuch beschäftigt sich im Folgenden ausschließlich mit der Phase 1. Diese wird wiederum aufgeteilt in vier Säulen:

1. Schaffung einer soliden **Wissensgrundlage** über die Auswirkungen und Folgen des Klimawandels für die EU;
2. **Einbeziehung** des Aspekts der Anpassung in wichtige Politikbereiche der EU („Mainstreaming“);
3. **Kombination politischer Instrumente** (marktbasierte Instrumente, Handlungsempfehlungen, öffentlich-private Partnerschaften), um sicherzustellen, dass der Anpassungsprozess effektiv abläuft; und
4. Verstärkung der **internationalen Zusammenarbeit** im Bereich Anpassung.

Mit dem Erscheinen der EU-Anpassungsstrategie im April 2013 steht nun Phase 2 des EU-Anpassungsprozesses an. Die Strategie nimmt auf die im Weißbuch angestoßenen Maßnahmen Bezug und kommt zu dem Schluss, dass die meisten der vorgeschlagenen Aktionen abgeschlossen oder in der Durchführung sind. Darauf aufbauend werden drei zentrale Ziele des weiteren Politikprozesses definiert:

1. die Verbesserung der **Wissensgrundlage**, d.h. Schließen zentraler Wissenslücken und Bereitstellung von vorhandenen Informationen für Entscheidungsträger
2. die Förderung der **Resilienz des EU-Territoriums**, d.h. von Mitgliedsstaaten, Regionen und Städten
3. die Förderung der **Resilienz von vulnerablen Sektoren**, d.h. Einbeziehung von Resilienzgesichtspunkten in EU-Politiken und Förderung von klimaresilienter Infrastruktur

Um diese Ziele zu erreichen, werden in den begleitenden Dokumenten zur Anpassungsstrategie (EC 2013b) insgesamt 16 verschiedene Politikoptionen definiert, bewertet und verglichen. Im Großen und Ganzen lässt sich erkennen, dass die Ziele und Herangehensweisen aus dem Weißbuch in der Anpassungsstrategie übernommen und nachvollziehbar weiterentwickelt und konkretisiert wurden, mit zwei wichtigen Ausnahmen: Erstens spielt die internationale Zusammenarbeit in der Anpassungsstrategie nicht mehr die zentrale Rolle, die sie im Weißbuch als eine von vier Säulen innehatte. Das begleitende Impact Assessment (EC 2013b) erklärt dies damit, dass die internationalen Aspekte der Klimaanpassung im Rahmen des UNFCCC verhandelt werden. Zweitens wird nun ein Schwerpunkt auf die Unterstützung von Mitgliedsstaaten und subnationalen Einheiten (Städte, Regionen) gelegt, v.a. um die Erstellung und Umsetzung von Anpassungsstrategien zu fördern. Im Folgenden werden die wichtigsten der vorgeschlagenen Maßnahmen beschrieben und aus ökonomischer Sicht beleuchtet.

### 4.3.2 Ziel 1: Verbesserung der Wissensbasis

#### Übersicht

Das Ziel der Verbesserung der Wissensbasis wird in zwei operative Ziele unterteilt:

- Operatives Ziel 1a: Schließung der in 2013 identifizierten wichtigsten Wissenslücken bis 2020<sup>7</sup>
- Operatives Ziel 1b: Bis 2020 gibt es Kommunikationswerkzeuge, die das verfügbare Wissen den Entscheidungsträgern einfach vermitteln.

Tab. 9 gibt einen Überblick über die fünf Politikoptionen (Optionen 1A bis 1E), die im Impact Assessment als Möglichkeiten zur Erreichung dieser Ziele diskutiert werden. Die Optionen 1C und 1E werden dabei als alternative Optionen gesehen. Alle anderen Optionen können theoretisch miteinander kombiniert werden.

---

<sup>7</sup> Eine erste umfangreiche Liste mit möglichen Wissenslücken findet sich im Annex zum Impact Assessment der Anpassungsstrategie. Beispiele hierfür sind: Vulnerabilität von Küstenzonen; indirekte Effekte von Klimawandelwirkungen außerhalb der EU; der Umgang mit Unsicherheiten bei langfristiger Anpassungsplanung, etc.

Tab. 9: Überblick über die Ziele und Politikoptionen der EU-Anpassungsstrategie im Bereich „Verbesserung der Wissensbasis“. Die farbige unterlegten Optionen gehören laut Impact Assessment nicht zum empfohlenen Maßnahmenpaket. (© EC 2013b)

| Problem                                  | Drivers  | Specific objective              | Operational objective  | Options  |  |  |   |
|--|--|---------------------------------|--|--|--|--|---|
|  |  |                                 |  | No policy change   | Providing information and guidelines                                 | Direct intervention  | Regulatory approach   |
| Knowledge and access to information gaps | Uncoordinated research activities                  | Better INFORMED decision-making | By 2020, the priority KNOWLEDGE GAPS identified in 2013 have been closed   | Horizon 2020 developed with no specific approach on adaptation | 1A: Developing a common climate vulnerability assessment in the EU   | 1B: Developing a knowledge gap strategy  |   |
|  | Incomplete instruments for knowledge dissemination |                                 | By 2020, COMMUNICATION TOOLS allow for available information on climate change adaptation to be accessible for decisionmakers <sup>2</sup> | Climate-ADAPT follows a business-as-usual development          | 1C: Promoting interactions between Climate-ADAPT and other services; | 1D: Supporting exchange between science and policy in the field of adaptation; | 1E: Proposing the mandatory setup of national information platforms on adaptation |

#### Die Notwendigkeit von EU-Politik zur Erreichung des Ziels

Das übergreifende Ziel „Verbesserung der Wissensbasis“ ist aus ökonomischer Sicht sehr relevant, und auch die Rolle der EU ist hierbei unbestritten. Forschungsprojekte zu den Themen Klimawandel und Anpassung sind Beispiele, wo die Zusammenarbeit innerhalb Europas zu insgesamt niedrigeren Kosten führen kann und somit ökonomisch begründbar ist.

#### Diskussion ausgewählter Politikoptionen

Zwei der im Impact Assessment positiv bewerteten Optionen geben allerdings auch Anlass zu einer kritischen Sichtweise auf das vorgeschlagene Vorgehen:

Die **Option 1C** (Stärkung der Rolle der Online-Plattform Climate-Adapt als zentrale Informationsplattform in Europa) ist letztlich davon abhängig, dass nationale, lokale und private Akteure die Plattform nicht nur als Informationsquelle verstehen und benutzen, sondern sie auch aktiv mitgestalten und ihre Erfahrungen mit Anpassungsprojekten dort veröffentlichen. Aus ökonomischer Sicht bleibt allerdings unklar, welche Anreize zur aktiven Teilnahme an der Plattform bestehen. Dieses Problem besteht umso mehr, als auch nationale Informationsplattformen bestehen, die auf ganz ähnlichen Prinzipien beruhen (etwa in Deutschland die „Tatenbank Anpassung“ von Kompass, [http://www.tatenbank.anpassung.net/Tatenbank/DE/Home/home\\_node.html](http://www.tatenbank.anpassung.net/Tatenbank/DE/Home/home_node.html)). Um hier neben intrinsischer Motivation auch stärkere ökonomische Anreize zu setzen, könnte bei der konkreten Ausgestaltung der Plattform mehr darauf geachtet werden, dass ein Schwerpunkt

auf der gemeinsamen Problemlösung liegt. Akteure könnten bei neuartigen Anpassungsmaßnahmen auf unerwartete Probleme stoßen und ihre Ansätze sowie die Problematiken veröffentlichen. Im besten Fall würden sie dann brauchbare Lösungsvorschläge, neue Ideen und neue Sichtweisen aus der Nutzer-Community der Plattform beziehen und hätten somit einen eigenen Vorteil aus der Veröffentlichung.

Die zweite vorgeschlagene Option, die hier kritisch beleuchtet werden soll, ist der verstärkte Austausch von politischen und privatwirtschaftlichen Entscheidungsträgern mit der Wissenschaft (**Option 1D**). Gleichwohl die eigentliche Herangehensweise einer stärkeren Kommunikation zwischen Forschern und Anwendern selbstverständlich wünschenswert ist, ist hier genau wie bei Option 1C die Anreizstruktur fraglich. Auch wenn die Vorteile grundsätzlich beiden Seiten klar sein sollten: Die Praxis zeigt, dass die Motivation für den Austausch zwischen Wissenschaft und Praxis aus verschiedenen Gründen teilweise begrenzt ist. Ein Problem könnte sein, dass der Nutzen vorab meistens nicht klar abschätzbar ist, der Aufwand in Form von Opportunitätskosten (Zeit) und Reisekosten jedoch sehr wohl. Dies gilt wahrscheinlich insbesondere für Praxispartner aus privaten Unternehmen.

### **4.3.3 Ziel 2: Förderung der Resilienz des EU-Territoriums**

#### Übersicht

Das Ziel der Förderung der Resilienz des EU-Territoriums wird in zwei operative Ziele unterteilt:

- Operatives Ziel 2a: Bis 2017 haben alle Mitgliedsstaaten nationale Anpassungsstrategien eingeführt; falls angebracht auch auf subnationaler Ebene.
- Operatives Ziel 2b: Bis 2020 haben alle Städte mit mehr als 150.000 Einwohnern Anpassungsstrategien eingeführt.

Zur Erreichung dieser Ziele beschreibt und bewertet das Impact Assessment zur Anpassungsstrategie wiederum fünf Politikoptionen, von denen vier für ein Maßnahmenpaket empfohlen werden (siehe Tab. 10). Darunter werden die Optionen 2D und 2E als alternative Optionen gesehen.

Tab. 10: Überblick über die Ziele und Politikoptionen der EU-Anpassungsstrategie im Bereich „Förderung der Resilienz des EU-Territoriums“. Die farbig unterlegten Optionen gehören laut Impact Assessment nicht zum empfohlenen Maßnahmenpaket; innerhalb der Option 2C gehört die Sub-Option ii zum präferierten Maßnahmenpaket. (© EC 2013b)

| Problem                                   | Drivers   | Specific objective                            | Operational objective  | Options   |  |   |  |
|---|---|---|--|---|--|---|--|
|   |   |   |  | No policy change  | Providing information and guidelines                                     | Direct intervention   | Regulatory approach  |
| Gaps in adaptation action at sub-EU level | Knowledge, financial, and political reluctance barriers<br><br>Absence of internalisation of crossborder considerations | Increasing the resilience of THE EU TERRITORY | By 2017, all MEMBER STATES have adopted (an) Adaptation Strateg(y)ies, complemented by regional or local adaptation strategies when appropriate. | National, regional and local adaptation strategies are developed following a similar trend than in the past | 2A: EU guidelines for adaptation strategies                              | 2B: Using Life+ funding for supporting the preparation of adaptation strategies and for lighthouse projects on adaptation | 2C: Commission's proposal on the adoption of national adaptation strategies. Three suboptions: i/ non-legal; ii/ legislation later; iii/ legislation now |
|   |   |   | By 2020, CITIES of more than 150,000 inhabitants have adopted an adaptation strategy   |   | 2D: Supporting UNISDR "Making Cities Resilient" campaign among EU cities |   |  |

#### Die Notwendigkeit von EU-Politik zur Erreichung des Ziels

Dass die Notwendigkeit von EU-Politik insbesondere bei dem Ziel „Förderung der Resilienz des EU-Territoriums“ thematisiert wird, liegt an dem lokalen und regionalen Charakter von vielen Anpassungsmaßnahmen. Wie in Abschnitt 4.2.1 dargestellt, ist Anpassung aus ökonomischer Sicht zunächst einmal eben keine internationale, sondern eine lokale oder nationale Aufgabe. Gründe für eine europaweit abgestimmte Anpassungspolitik sind in einigen Fällen freilich vorhanden und werden in Kapitel 4.2 eingehend dargestellt. Das Ziel 2 der EU-Anpassungsstrategie (und insbesondere die oben erwähnten operativen Ziele 2a und 2b) legt jedoch nahe, dass die EU sich auch für die nationale und subnationale Anpassungsstrategien (im folgenden NAS) zuständig sieht – zumindest in dem Sinne, dass auch auf diesen Ebenen EU-weit ein gewisses Maß an Anpassung sichergestellt ist. Allerdings muss man bedenken, dass in den geforderten NAS selbstverständlich auch solche Anpassungsmaßnahmen behandelt

werden, die nach gängiger Auffassung keiner EU-weiten Abstimmung bedürfen. Die Notwendigkeit von EU-Politik ist also hier kritisch zu hinterfragen.

Die Notwendigkeit von europaweit abgestimmter Anpassungspolitik für die Erreichung der Klimaresilienz in Europa wurde offensichtlich auch im Kontrollgremium diskutiert, das das Impact Assessment geprüft, revidiert und nach bestimmten Überarbeitungen letztlich gebilligt hat (Impact Assessment Board, EC 2013b). Um dieser Kritik zu begegnen, werden im Impact Assessment die EU-Aktivitäten für NAS wie folgt begründet:

1. Es existieren grenzüberschreitende externe Effekte von Anpassungsmaßnahmen, z.B. beim Flussgebietsmanagement und beim Küstenschutz. Diese bedürfen einer europaweiten Koordinierung, damit eine effiziente Lösung gefunden wird (EC 2013b).
2. Die Strukturfonds der EU investieren in Mitgliedsstaaten unabhängig von deren Anpassungsbemühungen. Sind die Empfängerländer schlecht auf den Klimawandel vorbereitet, könnten EU-finanzierte Projekte unter der fehlenden Anpassung leiden (EC 2013b).
3. Klimaschäden in einem vulnerablen Land betreffen auch andere Länder, etwa über internationale Wertschöpfungsketten (EC 2013b). Nationale und subnationale Anpassung sollte daher im Interesse aller Mitgliedsstaaten der EU liegen.
4. Würden sich die Unterschiede zwischen den Mitgliedsstaaten in der Klimavulnerabilität vergrößern, würde dies die Kohäsionsziele der EU konterkarieren (EC2013b).
5. Aus dem Dialog zur EU-Anpassungsstrategie ging hervor, dass einige nationale Stakeholder eine EU-Initiative zur Förderung von NAS wünschen, um den nationalen Prozess anzustoßen.

Für eine ökonomische Bewertung der Notwendigkeit von EU-Handeln muss zunächst zwischen zwei Gruppen von Anpassungsmaßnahmen unterschieden werden: Erstens gibt es solche Anpassungsprojekte, die tatsächlich grenzüberschreitende Wirkungen haben, wie in Punkt 1 angeführt. Zweitens gibt es aber auch rein nationale oder subnationale Maßnahmen ohne direkte Auswirkungen auf andere Mitgliedsstaaten. Im Falle grenzüberschreitender Anpassungsprojekte ist eine EU-weite Abstimmung selbstverständlich geboten. Dieser Sachverhalt wird aber kaum ausreichen, umfassende NAS einzufordern – zumal einige der genannten Beispiele für grenzüberschreitende Anpassungsmaßnahmen bereits im Rahmen anderer EU-Politikbereiche (z.B. Richtlinie zum Hochwasserrisikomanagement) geregelt werden.

Auch bezüglich Punkt 2 kann darauf verwiesen werden, dass ein weniger umfangreicher und zugleich fokussierter Eingriff möglich wäre, um die Vulnerabilität von EU-finanzierten Strukturfördermaßnahmen zu sichern. Anstatt NAS zu fördern, die neben den grenzüberschreitenden Effekten und EU-finanzierten Projekte auch viele weitere Aspekte betreffen, wäre es sicherlich effizienter, direkt bei den Förderrichtlinien der betroffenen Projekte die Klimavulnerabilität als (negatives) Förderkriterium aufzunehmen. Obgleich diese Lösung politisch brisanter sein dürfte, dient die Vulnerabilität von EU-finanzierten Maßnahmen kaum als ausreichende Begründung für eine EU-weite Regulierung bzw. Förderung von NAS.

Eine ähnliche Argumentation gilt für die externen Effekte von Klimaschäden durch Wertschöpfungsketten (Punkt 3). Die Förderung von allgemeinen Anpassungsstrategien wäre gemessen an dem sicherlich begrenzten Spektrum an relevanten Klimaschäden und

betroffenen Sektoren eine sehr weitreichende Aktion. Zudem muss gefragt werden, inwieweit das Management von Wertschöpfungsketten überhaupt eine staatliche Aufgabe ist. Ergeben sich z.B. durch Klimaschocks in Drittländern Probleme bei der Lieferung von Inputgütern, so ist dies zunächst eine Herausforderung für die betroffenen privaten Unternehmen. Erst durch weitere soziale Auswirkungen (Arbeitslosigkeit, Preiserhöhungen) kann dies u.U. eine gesamtwirtschaftliche Herausforderung werden, der dann auch mit Mitteln der Sozialpolitik begegnet werden kann.

Letztlich bleiben aus ökonomischer Sicht die oben genannten Gründe 4 und 5 als mögliche Rechtfertigung, umfassende NAS durch EU-Mittel zu fördern oder einzufordern. Der Bezug zu den Kohäsionszielen bietet freilich weiten Spielraum zur Rechtfertigung von bedarfsorientierten Hilfen an betroffene Mitgliedsstaaten. Darüber zu entscheiden ist letztlich keine ökonomische, sondern eine politische Frage. Auch die Argumentation, EU-Aktion als nötigen Impetus für nationale Aktion zu rechtfertigen, entzieht sich letztlich einer strikt ökonomischen Diskussion – wäre nationale Anpassung effizient, sollte dies theoretisch auch ohne einen „Push“ von außen erkannt werden.

Aus ökonomischer Sicht sind die Argumente für eine EU-weite Regulierung von NAS also fragwürdig und wahrscheinlich nicht ausreichend für einen weitreichenden Eingriff. Allerdings soll noch einmal daran erinnert werden, dass grenzüberschreitende Effekte sehr wohl einer internationalen Koordinierung (z.B. durch die EU) bedürfen – nur das Mittel der Förderung von umfassenden NAS sollte aus den genannten Gründen sehr kritisch gesehen werden.

#### Diskussion der Politikoptionen

Unabhängig von der grundsätzlichen Kritik der fraglichen Zuständigkeit der EU für nationale und subnationale Anpassungsstrategien (NAS) werden in diesem Abschnitt die vorgeschlagenen Politikoptionen diskutiert.

Bezüglich der **Option 2A** (die Erarbeitung von Guidelines für NAS) ist zunächst festzuhalten, dass diese Option als Bereitstellung von Information gilt und damit unstrittig ist. Allerdings könnte es sein, dass sie zu spät erfolgt. Mehr als die Hälfte der Mitgliedsländer haben bereits eine NAS, und deren Bereitschaft, diese im Nachhinein auf Grund neuer EU-Guidelines umzuarbeiten könnte gering sein. Dadurch sind die Anreize, an den neu zu erstellenden Guidelines mitzuarbeiten, ungünstig verteilt. Den größten Nutzen haben die Mitgliedsstaaten, die bisher keine eigenen Erfahrungen mit NAS machen konnten, während diejenigen Akteure, die im Anpassungsprozess am weitesten fortgeschritten und damit am meisten Input geben könnten, den kleinsten Nutzen aus neuen Guidelines haben. Die Anpassungsstrategie samt begleitenden Papieren geht auf solche Problematiken nicht ein.

Bezüglich **Option 2B** (die Bereitstellung von Finanzmitteln für die Erstellung von NAS) muss auf den vorigen Abschnitt verwiesen werden. Werden Teile von EU-Mitteln für Anpassungsprojekte ohne länderübergreifende Effekte verwendet, kann dies nur durch eine politische Entscheidung (bspw. aus Gründen der Kohäsionspolitik) begründet sein – eine rein ökonomische Begründung für diese Option im Falle rein nationaler Anpassung fällt schwer. In der Folge könnte es auch zu einer geringeren politischen Akzeptanz dieser Option kommen, zumal es hier eher als bei anderen Optionen um die Verteilung von umfangreichen Finanzmitteln geht.

Die Bewertung der **Option 2C** (Empfehlung bzw. Verpflichtung zur Erstellung von NAS) ist stark abhängig von der letztlich gewählten Sub-Option (unverbindliche Empfehlung oder

rechtlich bindend). Jede rechtlich bindende Richtlinie zur Erstellung von umfassenden NAS erscheint vor dem Hintergrund der obigen Diskussion aus ökonomischen Gesichtspunkten nicht empfehlenswert bzw. müsste gut begründet und politisch akzeptiert werden. Hinweise auf Äußerungen aus dem Stakeholder-Dialog zeigen, dass einige Mitgliedsstaaten bereits heute Vorbehalte gegen eine solche rechtlich bindende Regulierung haben.

Die Einbeziehung von Anpassung in den „Konvent der Bürgermeister“ (**Option 2E**) ist als Maßnahme zum Informationsaustausch und Vernetzung sicherlich gut geeignet, lokale Anpassung in Städten zu fördern. Allerdings ist die regionale Aufteilung der bisherigen Teilnehmer dieses Städtebündnisses auffällig. Allein 3839 der 4803 teilnehmenden Städte liegen entweder in Spanien oder in Italien, nur 53 Teilnehmer sind deutsche Städte, und die Teilnehmerzahlen in Nordeuropa sind insgesamt eher gering (Stand September 2013). Ein Grund könnte die Existenz ähnlicher nationaler oder regionaler Städtebündnisse sein, wie etwa das Projekt „Hessen aktiv: 100 Kommunen für den Klimaschutz“.<sup>8</sup> Die Effektivität der Option wäre daher gerade für deutsche Kommunen eher begrenzt. Ein anderes Problem sind die Kosten einer Teilnahme am Programm, die zunächst sicher anfallen, während der Nutzen schwer zu beziffern ist.

#### **4.3.4 Ziel 3: Förderung der Resilienz von vulnerablen Sektoren (Mainstreaming)**

##### Übersicht

Das Ziel der Förderung der Resilienz von vulnerablen Sektoren wird in zwei operative Ziele unterteilt:

- Operatives Ziel 3a: Bis 2020 werden in allen wichtigen EU-Politikfeldern Anpassungsaspekte berücksichtigt („mainstreaming“)
- Operatives Ziel 3b: Bis 2020 werden alle wichtigen neuen Infrastrukturprojekte klimaresilient durchgeführt.

Zur Erreichung dieser Ziele beschreibt und bewertet das Impact Assessment zur Anpassungsstrategie wiederum fünf Politikoptionen, von denen vier für ein Maßnahmenpaket empfohlen werden (siehe Tab. 11). Darunter werden die Optionen 3B und 3C als alternative Optionen gesehen.

---

<sup>8</sup> Siehe <https://www.hessen-nachhaltig.de/web/100-kommunen-fur-den-klimaschutz/kommunen-fur-den-klimaschutz>

Tab. 11: Überblick über die Ziele und Politikoptionen der EU-Anpassungsstrategie im Bereich „Förderung der Resilienz von vulnerablen Sektoren“. Die mit einem Verbotssymbol versehenen Optionen gehören laut Impact Assessment nicht zum empfohlenen Maßnahmenpaket. (© EC 2013b)

| Problem                                  | Drivers  | Specific objective   | Operational objective   | Options  |   |  |  |
|--|--|--|---|--|---|--|--|
|  |  |  |   | No policy change   | Providing information and guidelines  | Direct intervention  | Regulatory approach  |
| Gaps in adaptation uptake in key sectors | Incomplete and Inconsistent Mainstreaming<br><br>Financial and information barriers to resilient investment and business decisions | Increasing the resilience of key <b>VULNERABLE SECTORS</b> | By 2020, a comprehensive and consistent <b>MAINSTREAMING</b> of adaptation in EU policies is achieved | Commission's proposals on MFF; Piecemeal approach to mainstreaming | 3A: Guidance on how to mainstream adaptation into Cohesion Policy and the CAP     | 3B: Listing mainstreaming priorities in EU policies and engaging with key stakeholders                 | 3C: Setting new calendar for revision of key EU legislation as part of the mainstreaming exercise; |
|  |  |  | By 2020, major <b>INFRASTRUCTURE</b> investments are climate-proofed                                  | Revision of EIA and guidelines under TEN-E and TEN-T               | 3D: Guidelines for project developers for climate proofing vulnerable investments | 3E: Promote inclusion of climate change adaptation considerations in relevant infrastructure standards | 3F: Proposal on mandatory requirements for climate resilience of infrastructure projects           |

#### Die Notwendigkeit von EU-Politik zur Erreichung des Ziels

Für das Teilziel 3a ist die Zuständigkeit der EU unstrittig gegeben, handelt es sich doch um originäre Tätigkeiten der EU.

Diskutiert werden könnte dagegen die Rechtfertigung von EU-Handeln im Bereich „Klimaresilienz von großen Infrastrukturprojekten“ (Operatives Ziel 3b). Unter der Annahme, dass große Infrastrukturprojekte in Europa praktisch immer auch grenzüberschreitende Komponenten haben (Anschlussfähigkeit, gemeinsames Kapazitätsmanagement), ist ein rein nationales Vorgehen bei der Anpassungsförderung in der Tat unzureichend. Andererseits könnte es möglich sein, dass privatwirtschaftliche Lösungen zu effizienten Ergebnissen kommen und staatliche Regulierung (ob national oder EU-weit) unnötig ist. Als ein Beispiel für eine privatwirtschaftliche Koordinierung grenzüberschreitender Infrastruktur dient der Verband der europäischen Stromübertragungsnetzbetreiber ENTSO-E, obwohl einige der Mitgliedsunternehmen staatliche Netzbetreiber sind.<sup>9</sup> In solchen Fällen, in denen es bereits privatwirtschaftliche Verbände o.ä. gibt, in denen der Großteil der jeweiligen Infrastruktur

<sup>9</sup> Siehe <https://www.entsoe.eu/>

organisiert ist und die an einer koordinierten Klimaanpassung des gesamten Systems ein eigenes Interesse haben, ist die Notwendigkeit der EU als koordinierende Instanz in Frage zu stellen. Zudem ist bei der aktuellen Formulierung nicht ausgeschlossen, dass auch große, aber rein nationale Infrastrukturprojekte Objekt der EU-Anpassungspolitik werden. Als Beispiele sei hier der Öffentliche Personennahverkehr in Metropolen oder allgemein die Stadtplanung genannt. Aufgrund geringer grenzüberschreitender Effekte bei solchen Projekten ist eine ökonomische Begründung für das Eingreifen der EU nicht immer klar ersichtlich.

#### Diskussion ausgewählter Politikoptionen

Die **Option 3A** (die Entwicklung von Guidelines zur Einbeziehung von Anpassung in die Regionalpolitik und GAP) ist zur Zeit kaum effektiv zu bewerten, da die Auswirkungen dieser Guidelines entscheidend davon abhängen, was die Guidelines konkret besagen und wie verbindlich sie formuliert werden. Grundsätzlich erscheint es zunächst als Herausforderung, europaweite Vorgaben (oder auch nur Empfehlungen) zur lokalen Anpassungsförderung zu erarbeiten, zumal sie nicht zu allgemein ausfallen sollten. Trotzdem kann diese Anstrengung zumindest dazu beitragen, ein über alle EU-Politikfelder abgestimmtes Vorgehen bei der Einbindung von Anpassungsaspekten zu erreichen und dient damit einer umfassenden und nachvollziehbaren Klimaanpassung von EU-Aktivitäten.

In der Beschreibung der **Option 3B** (EC 2013b) sind die folgenden Politikbereiche aufgeführt, in denen die EU-Aktivitäten in den kommenden Jahren stärker mit Anpassung in Einklang gebracht werden sollen:

- Transport, Energie und Bauwesen: Siehe dazu die Diskussion zu der Option 3D
- Gesundheitswesen
- Küstenzonenmanagement
- Umweltpolitik
- Katastrophenvorsorge (Entwicklung unverbindlicher Guidelines)

Um die Einbeziehung von Anpassung in diesen und anderen Politikfeldern zu fördern, wird zudem ein Schwerpunkt auf den Dialog mit bestimmten Interessengruppen gelegt, etwa Versicherungsunternehmen, kommerziellen Banken und Stakeholdern von sozialen Angelegenheiten (insbesondere Gesundheit und Beschäftigung).

Eine konkrete Einschätzung dieser Option 3B fällt schwer, da hier ähnlich wie bei der Option 3A die eigentlichen Strategien, wie Anpassung in die bestehenden Politiken einfließen soll, meist noch offen sind. Vorteilhaft wären aber Ansätze, die bei grenzüberschreitenden Dimensionen der Anpassung (etwa regionales Küstenzonenmanagement) eine stärkere Verbindlichkeit und mehr konkrete Vorgaben zur Anpassung beinhalten als bei Politikfeldern, die eher nationaler Natur sind (etwa Katastrophenvorsorge, Schwarze et al. 2011; Ungern-Sternberg 2003).

Die **Option 3D** (Entwicklung von Guidelines für große Infrastrukturprojekte) richtet sich explizit sowohl an allgemeine Infrastrukturprojekte, deren Klimaresilienz erhöht werden soll, als auch an große Anpassungsinfrastruktur, etwa baulicher Hochwasserschutz. Zudem wird ausdrücklich auf den freiwilligen Charakter der Maßnahme hingewiesen, indem betont wird, dass es den Projektentwicklern oder den finanzierenden Institutionen überlassen bleibt, ob die erarbeiteten

Guidelines angewendet werden oder nicht. Obgleich diese Freiwilligkeit zu einer geringeren Verbreitung von klimaangepassten Infrastruktur führend dürfte, ist sie ökonomisch sinnvoll, solange die Kosten eines klimainduzierten Ausfalls der Infrastruktur von deren Eigentümern getragen werden.

## 4.4 Literaturrecherche zu Anpassungspolitik der EU

### 4.4.1 Erstellung einer Literaturübersicht in Form einer Datenbank

Um die debattierten, vorgeschlagenen und bereits umgesetzten Maßnahmen im Bereich der europäischen Anpassungspolitik zu erfassen, wurde eine umfangreiche Literaturlauswertung vorgenommen. Als Quellen fungierten Artikel aus referierten wissenschaftlichen Fachzeitschriften, Forschungsberichte und zu einem großen Teil offizielle EU-Dokumente (Empfehlungen, Richtlinien, Mitteilungen der Kommission, Weißbuch Anpassung, Anpassungsstrategie und begleitende Dokumente). Die Quellen erfüllen außerdem folgende Kriterien:

- Die Quelle thematisiert *Anpassung* und nicht nur Auswirkungen des Klimawandels;
- Es werden *staatliche* Anpassungsmaßnahmen erwähnt;
- Der Fokus liegt auf *Europäischer* Anpassungspolitik;
- Die Quelle liefert eine *originäre Information* und nicht nur eine Zitation einer anderen Quelle bzw. eine Maßnahme, die so bereits in einer früheren Quelle erwähnt wird;
- Wird eine Anpassungsmaßnahme von einer älteren Quelle vorgeschlagen und mit einer neueren Quelle umgesetzt (bzw. deren Umsetzung dokumentiert), wird nur die neuere Quelle aufgeführt.

Insgesamt wurden auf diese Weise 146 Politikmaßnahmen in der Literatur identifiziert. Diese sind teilweise so allgemein formuliert, dass sich Überschneidungen mit anderen Maßnahmen nicht vermeiden lassen. Unter Umständen werden identische Maßnahmen von verschiedenen Autoren vorgeschlagen oder diskutiert, jeweils ohne Bezug auf die andere Quelle, und mit unterschiedlichen Bewertungen und Schwerpunktsetzungen. In diesem Fall erfolgen zwei Einträge in die Datenbank. Interessant ist daher nicht die reine Anzahl der Maßnahmen, sondern ihre Einordnung und Verteilung nach gewissen Kriterien. Im Rahmen der Literaturlauswertung wurden daher für jede der identifizierten Maßnahmen die folgenden Attribute untersucht und bewertet:

- Art der Publikation: In der Datenbank kann nach bestimmten Publikationsarten gefiltert werden: von referierten wissenschaftlichen Artikeln über Arbeitspapiere und Forschungsberichten bis zu offiziellen EU-Dokumenten mit und ohne rechtlicher Verbindlichkeit.
- Jahr der Publikation.
- Regionaler Fokus (ganze EU, Alpenländer, Küstenländer...).
- Art der Maßnahme: Hier wird die identifizierte Maßnahme zu einer oder zu mehreren dieser Optionen zugeteilt:
  - **Empfehlung an Mitgliedsstaaten:** Diese Maßnahme beinhaltet im Grunde keine Aktion auf EU-Ebene, sondern lediglich eine unverbindliche Empfehlung an die

Mitgliedsstaaten. Diese Kategorie tritt oft in Verbindung mit einer anderen Kategorie auf.

- **Forschung und Entwicklung:** Öffentliche Förderung von FuE aus EU-Mitteln zum Thema Klimawandel, Klimaeffekte oder Klimaanpassung.
  - **Information:** Öffentlichkeitswirksame Informationskampagnen der EU zu den Themen Klimawandel, Klimaeffekten oder Anpassungsmaßnahmen.
  - **Kooperation mit anderen Staaten(verbänden):** Hiermit ist die explizite Zusammenarbeit und Vernetzung mit externen Partnern gemeint (EU-Nachbarschaftspolitik, Kooperationen mit den USA oder den Vereinten Nationen...).
  - **Mainstreaming:** Die Berücksichtigung und Einarbeitung von Klimaeffekten und Anpassungserfordernissen in bestehende Politikinstrumente. Diese bestehenden Instrumente können, müssen aber nicht direkt klimawandelbezogen sein. Diese Kategorie tritt oft in Verbindung mit einer anderen Kategorie auf.
  - **Regulierung:** Intervention im Stil von command and control, d.h. eine verbindliche Festsetzung von Verhaltensweisen, Grenzwerten, o.ä.
  - **Statistische Erfassung:** Zentrale Erfassung von statistischen Beobachtungen, um den Klimawandel und Anpassungserfordernisse besser zu verstehen und zusätzliche Informationen über Klimaeffekte und Anpassungsmaßnahmen zu erhalten.
  - **Subvention:** Finanzielle Anreize (inklusive Steuerermäßigungen) für Anpassung.
  - **Vernetzung:** Austausch von Erfahrungswissen über Anpassungsprozesse, Austausch guter Praktiken und Vernetzung nationaler Akteure und Entscheidungsträger.
  - **Unklar:** Falls die Beschreibung der Maßnahme so allgemein ist, dass eine Zuordnung in eine der genannten Kategorien nicht möglich ist.
- Grad der Konkretisierung: Hier wird die identifizierte Maßnahme zu einer dieser Optionen zugeteilt:
    - **Sehr allgemein:** Es wird oftmals nur das Anpassungsziel und der betroffene Sektor genannt, ohne jedoch konkrete Wirkungsmechanismen, Akteure oder zu ändernde Rechtsvorschriften zu nennen. Z.B. die Anpassung der EU-Förderpolitik, um Anpassung zu fördern, ohne konkrete Vorschläge welche Förderinstrumente wie geändert werden könnten, ohne Fokussierung auf bestimmte Anpassungsmaßnahmen.
    - **Wenig konkret:** Das Politikfeld der Intervention und Akteure werden genau benannt, ohne jedoch darzulegen, wie eine Intervention konkret aussehen kann. Z.B. die Anpassung des Kohäsionsfonds, um besonders vulnerable Länder bei der Anpassung zu unterstützen
    - **Sehr konkret:** Die Intervention wird möglichst detailliert beschrieben. Dazu zählen zu ändernde Rechtsvorschriften, Kosten, Nutzen, betroffene Akteure etc.

Z.B. die Aufstockung der Mittel aus dem Kohäsionsfonds für explizit genannte Mitgliedsstaaten um eine genannte Summe.

- Status: Hier wird die identifizierte Maßnahme zu einer dieser Optionen zugeteilt:
  - **Relevanz erkannt:** Beispielsweise wird in der Quelle argumentiert, dass diese Maßnahme unter Klimawandelgesichtspunkten sinnvoll ist und angedacht werden sollte.
  - **Vorgeschlagen:** Die Maßnahme wird – mitunter mit konkreten Ausgestaltungsvorschlägen – zur Umsetzung empfohlen.
  - **Implementiert:** Diese Maßnahme ist bereits in aktuelle EU-Politik umgesetzt.
- Handlungsfeld: jede der identifizierten Maßnahmen wird einem oder mehreren Handlungsfeldern und Impact-Sektoren zugeordnet. Eine Zuordnung erfolgt dann, wenn das Politikinstrument den Klimaauswirkungen im Handlungsfeld begegnet oder aber indirekte Wirkungen in anderen Handlungsfeldern erwarten lässt. Ein Beispiel wäre die Einführung von Wassertarifen gemäß der Wasserrahmenrichtlinie (Maßnahme Nr. 59): Neben den direkten Auswirkungen auf die private Wassernachfrage sind auch Auswirkungen auf die private Energienachfrage möglich, wenn weniger Warmwasser verbraucht wird oder weniger Wasser gepumpt werden muss. Viele Maßnahmen sind so breit angelegt oder so allgemein formuliert, dass eine spezifische Zuordnung zu Handlungsfeldern nicht erfolgen konnte. In diesem Fall werden sie allen Handlungsfeldern zugeordnet.

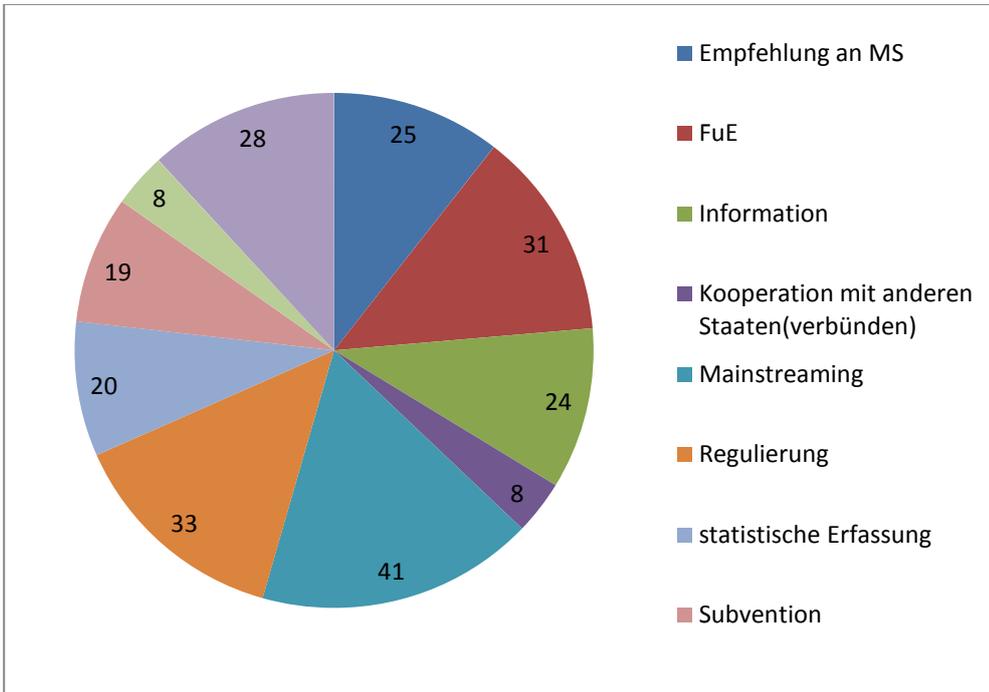
Zusätzlich werden die Politikmaßnahmen inhaltlich kurz beschrieben, sowie weitere Bemerkungen angefügt, die teilweise eigene Einschätzungen der Autoren wiedergeben. Das Ergebnis ist eine umfassende Datenbank über Anpassungspolitik der EU, so wie sie aktuell in der wissenschaftlichen und politischen Literatur vorkommt. Im Folgenden werden die Zusammenhänge der analysierten Eigenschaften untersucht und diskutiert.

#### 4.4.2 Auswertung der Datenbank

##### Übersicht über die Ergebnisse

Dieser Abschnitt fasst die wichtigsten Ergebnisse der Literaturlauswertung kurz zusammen. Die 146 Politikmaßnahmen konnten den verschiedenen Interventionsarten wie folgt zugeordnet werden (siehe Abb. 7). Dabei ist zu beachten, dass eine Politikmaßnahme in mehrere Interventionskategorien eingeordnet werden kann. Beispielsweise wäre die Änderung von bestehenden EU-Subventionsrichtlinien sowohl der Kategorie „Subvention“ als auch „Mainstreaming“ zuzuordnen.

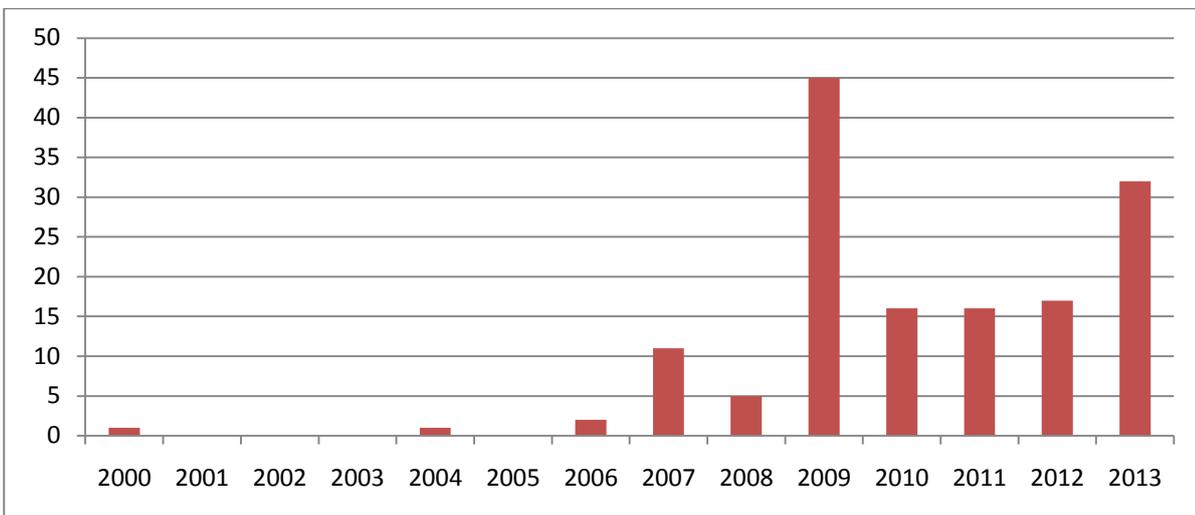
Abb. 7: Aufteilung der identifizierten Politikmaßnahmen nach Art der Maßnahme. Mehrfachnennung möglich. (© Eigene Darstellung)



Diese Analyse zeigt, dass die Schwerpunkte der diskutierten und bereits implementierten Maßnahmen auf EU-Ebene in den Bereichen Mainstreaming, Regulierung, und Forschung und Entwicklung liegen. Auch Information der Öffentlichkeit und Vernetzung (beispielsweise von Akteuren in Mitgliedsstaaten) spielen eine wichtige Rolle.

Bei der Betrachtung der Zeitpunkte, wann die Politikmaßnahmen thematisiert wurden, wird deutlich, dass mit Abstand die meisten Quellen aus den letzten Jahren stammen (siehe Abb. 8). Dies ist sicherlich zu einem großen Teil auf die Publikationen des Grünbuchs im Jahr 2007 (EC 2007a), des Weißbuchs im Jahr 2009 (EC 2009a) und der Anpassungsstrategie im Jahr 2013 (EC 2013a) zurückzuführen.

Abb. 8: Anzahl der identifizierten Politikmaßnahmen nach Veröffentlichungsdatum. (© Eigene Darstellung)



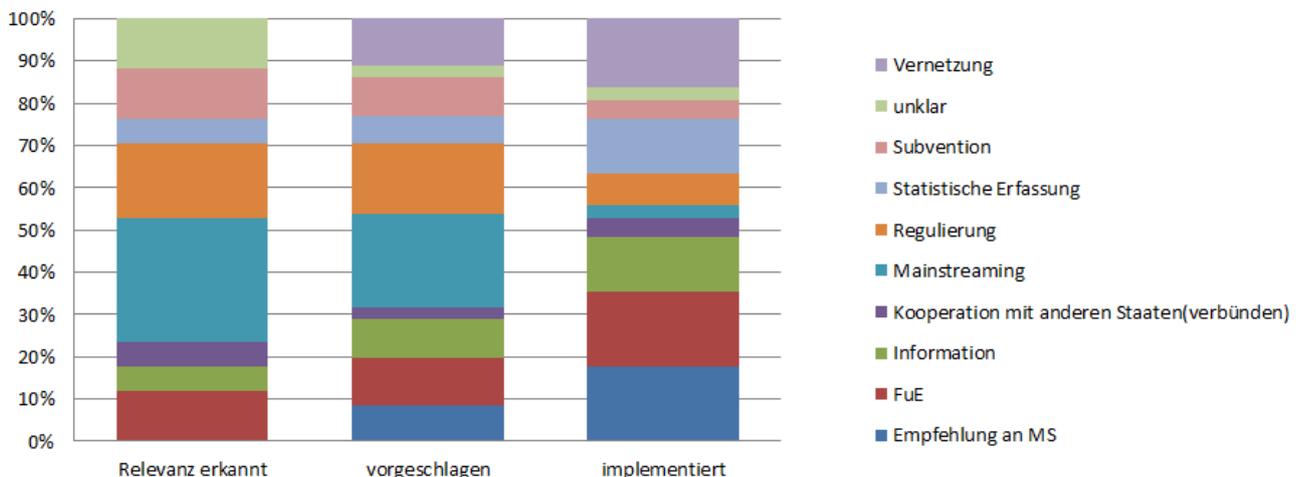
Bezüglich des Grades der Konkretisierung zeigt sich, dass relativ viele der analysierten Maßnahmen bereits konkret beschrieben werden können: Von 146 Maßnahmen sind 27 (18%) als sehr allgemein klassifiziert, 42 (29%) als wenig konkret und 77 (53%) als sehr konkret.

Ein anderes Bild ergibt sich bei der Betrachtung des aktuellen Status: das Gros der Maßnahmen (86, entspricht 59%) ist zurzeit nur zur Einführung vorgeschlagen, weitere 12 (8%) sind in einem noch früheren Stadium („Relevanz erkannt“), und 48 Maßnahmen (33%) werden bereits umgesetzt. Ein Blick auf die Zusammensetzung der Literaturquellen der ausgewerteten Maßnahmen zeigt: Nur relativ wenige Vorschläge stammen aus der referierten wissenschaftlichen Literatur (10, entspricht 7%). Der Rest teilt sich auf diverse Formen von offiziellen EU-Dokumenten (86; 59%) und graue wissenschaftliche Literatur (50; 34%) auf.

### Zusammenhang: Status und Art der Maßnahmen

Eine interessante Fragestellung bezüglich des aktuellen Status der Politikmaßnahmen könnte sein, ob sich Unterschiede in der Zusammensetzung der vorgeschlagenen und bereits implementierten Maßnahmen feststellen lassen. Hierzu werden alle Maßnahmen nach ihrem Status getrennt betrachtet und jeweils der Anteil der unterschiedlichen Kategorien dargestellt. Diese Analyse, dargestellt in Abb. 9, zeigt mit bemerkenswerter Deutlichkeit einige markante Unterschiede zwischen bereits implementierten und anderen Maßnahmen.

Abb. 9: Zusammenhang von Kategorie und Status der identifizierten Maßnahmen (© Eigene Darstellung)



Zunächst sollte angemerkt werden, dass Abb. 9 die absolute Häufigkeit außer Acht lässt. Abb. 9 zeigt lediglich die Anteile, um deren Variation deutlicher darzustellen.

Zwischen dem Status „Relevanz erkannt“ und dem Status „vorgeschlagen“ sind nur wenige Unterschiede festzustellen. Kleinere Abweichungen liegen vermutlich innerhalb statistischer Schwankungsbandbreiten. Grundsätzlich folgt die Aufteilung auf die Interventionskategorien ungefähr der Verteilung aller untersuchten Maßnahmen, die in Abb. 7 dargestellt ist.

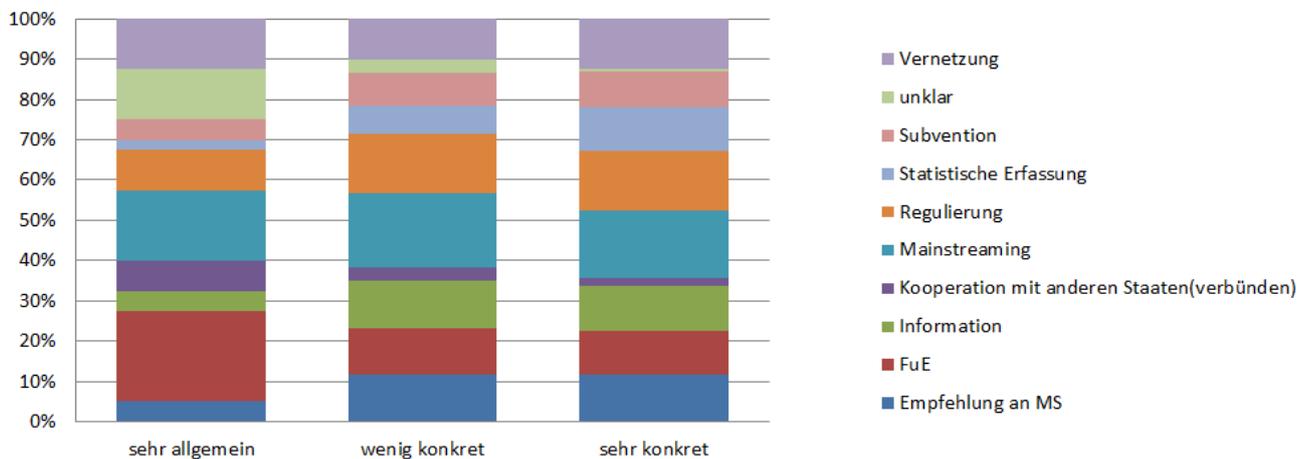
Die Zusammensetzung ändert sich jedoch beträchtlich, wenn nur die bereits implementierten Maßnahmen herangezogen werden. Insbesondere ist der Anteil folgender Interventionsarten bei bereits implementierten Maßnahmen höher: Empfehlung an Mitgliedsstaaten, Forschung und Entwicklung, und Vernetzung. Dagegen ist der Anteil von Mainstreaming, Regulierung und Subvention deutlich geringer bei bereits implementierten Maßnahmen. Diese systematischen Unterschiede könnten darin begründet sein, dass eher „weiche“

Politikmaßnahmen, die tendenziell geringere Kosten, geringere rechtliche Verbindlichkeit und weniger Eingriffe in die Souveränität der Mitgliedsstaaten mit sich bringen, eher eingeführt werden als kostenintensive, aufwändige und politisch schwer durchzusetzende Maßnahmen. Letztere werden zwar durchaus von den analysierten Quellen empfohlen und als relevant erkannt, bisher aber nicht im gleichen Maße umgesetzt.

#### Zusammenhang: Grad der Konkretisierung und Art der Maßnahmen

Auch bezüglich des Grades der Konkretisierung könnte eine Betrachtung der Aufteilung nach Kategorien aufschlussreich sein. Die Analyse läuft analog zur Darstellung des Zusammenhangs von Status und Art der Maßnahmen im vorigen Abschnitt. Abb. 10 zeigt die entsprechende relative Aufteilung, getrennt nach dem Grad der Konkretisierung.

Abb. 10: Zusammenhang von Kategorie und Grad der Konkretisierung der identifizierten Maßnahmen (© Eigene Darstellung)

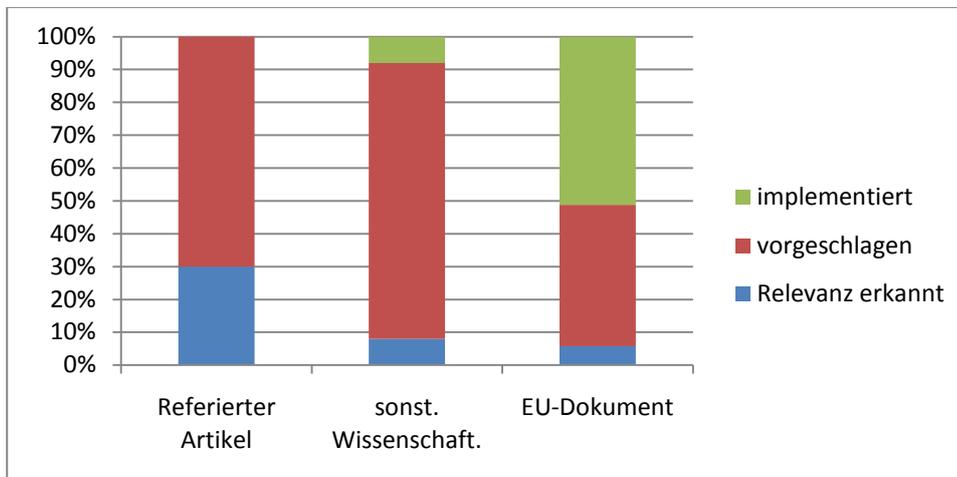


Unterschiede in der Aufteilung auf Maßnahmenkategorien fallen weniger ins Auge als bei der vorigen Analyse. Trotzdem gibt es auch hier einige Auffälligkeiten: Maßnahmen im Bereich der FuE sind eher allgemein formuliert. Dies kann allerdings auch zielführend sein, wenn die thematische und methodische Bandbreite möglicher FuE-Initiativen nicht ex-ante eingengt wird. Maßnahmen im Bereich Information und Statistische Erfassung können dagegen inzwischen relativ detailliert spezifiziert werden.

#### Zusammenhang: Art der Veröffentlichung und Status

Der Zusammenhang zwischen dem aktuellen Status einer Maßnahme und der Quelle, in der sie thematisiert wird, beschreibt auf stilisierte Weise den „Werdegang“ von anpassungspolitischen Maßnahmen: Erstmals erkannt und erwähnt werden sie oftmals in referierten wissenschaftlichen Publikationen. Die weitere konkrete Ausarbeitung als Politikempfehlung erfolgt in anderen Publikationen der grauen Literatur, während die bereits implementierten Maßnahmen größtenteils in den EU-Dokumenten beschrieben werden (siehe Abb. 11).

Abb. 11: Zusammenhang von aktuellem Status und Art der Veröffentlichung der identifizierten Maßnahmen (© Eigene Darstellung)



### Explizite vs. implizite Anpassung

Die in der Datenbank identifizierten Maßnahmen sind in der großen Mehrzahl explizite Anpassungsmaßnahmen. D.h., sie wurden mit der ausdrücklichen Intention in den politischen Diskurs eingebracht, Europa auf die erwarteten Folgen des Klimawandels einzustellen. Ausnahmen sind v.a. in den Themenbereichen Wasserhaushalt (v.a. die Wasserrahmenrichtlinie), Katastrophenmanagement und Versicherungsmärkte, und bei der Kategorie „Statistische Erfassung“ festzustellen (v.a. die Erfassung von Krankheits- und Seuchenvorkommen). Hier gibt es eine Reihe von bereits umgesetzten Maßnahmen, die ursprünglich aus einem anderen Hintergrund heraus formuliert wurden, zur Klimaanpassung aber durchaus signifikant beitragen (implizite Anpassung). Bei dieser Betrachtung fällt auf, dass der Anteil der bereits umgesetzten Maßnahmen bei den impliziten Anpassungsmaßnahmen mit (17/36; 47%) höher liegt als bei der expliziten Anpassung (31/110; 28%). Dies mag darauf hindeuten, dass die politische Unterstützung für implizite Anpassungsmaßnahmen naturgemäß höher ist, da neben den einschlägigen Umweltressorts auch andere Interessengruppen beteiligt sind und die Maßnahmen eventuell auch schon länger in der Debatte sind.

## 4.5 Implikationen für Anpassung in Deutschland

Nachdem in den vorigen Kapiteln ein Überblick über die Anpassungsmaßnahmen gegeben wurde, die auf EU-Ebene vorgeschlagen, diskutiert und umgesetzt werden, wird in diesem Kapitel der Blick auf Deutschland gerichtet, und die Konsequenzen auf nationaler Ebene werden diskutiert.

Der Fokus wird dabei auf solche Konsequenzen gelegt, die für nationale Entscheidungsträger tendenziell Herausforderungen darstellen. Daneben gibt es auch eine Reihe von Implikationen, die *per se* nur positiv wirken dürften und daher auf nationaler Ebene wie *windfall profits* wirken. Diese bringen für deutsche Akteure Vorteile, ohne zu direkten Kosten zu führen. Dazu zählen bspw. die Teilnahme von deutschen Institutionen an EU-finanzierten Informationskampagnen, die Nutzung von Daten aus EU-Datenbeständen und die Teilnahme an EU-finanzierten FuE-Programmen. Diese Implikationen, die auf nationaler Ebene nur positiv wirken, werden im Folgenden nicht betrachtet. Ebenfalls ausgespart bleiben EU-Maßnahmen, die als einzige Wirkung auf nationale Ebene eine unverbindliche Empfehlung an nationale

Akteure aufweist. In diesem Fall behalten bspw. die deutschen Entscheidungsträger die volle Souveränität über die Anpassungspolitik, weshalb wir diese Maßnahmen eher im Bereich der nationalen Anpassungspolitik verorten.<sup>10</sup>

Es verbleiben somit EU-Maßnahmen, die potenziell Herausforderungen für Anpassungsaktivitäten deutscher Akteure bergen. Dabei werden zunächst die staatlichen Akteure und dann die privaten Akteure betrachtet. Drittens werden explizit die Folgen im Bereich der Anpassungsfinanzierung betrachtet.

#### **4.5.1 Implikationen für staatliche Akteure in Anpassungsfragen**

Die Herausforderungen für staatliche Akteure in Deutschland lassen sich grob unter die folgenden Themen zusammenfassen:

##### **Vorgabe von Rahmenbedingungen**

In den Politikbereichen, die in die Zuständigkeit der EU fallen und die anpassungsrelevant sind, ist die Entscheidungsfreiheit deutscher Instanzen naturgemäß eingeschränkt. Dies wird beispielsweise im Markt für Naturgefahrenversicherungen deutlich. In Deutschland gab es bis in die 90er Jahre in manchen Bundesländern eine Versicherungspflicht gegen Elementarschäden, die mit Hilfe staatlicher Monopolversicherer umgesetzt wurde. Seitdem durch eine EU-Verordnung staatliche Monopolversicherer nicht mehr zulässig sind, steht diese Option zur Gestaltung eines Versicherungsmarkts für Naturgefahren nicht mehr zur Verfügung. In Deutschland gibt es seitdem einen freien Versicherungsmarkt mit privaten Anbietern – ein Modell, dessen Vor- und Nachteile in der Literatur kontrovers diskutiert wird. Angesichts der beobachtbaren Diversität der Versicherungssysteme in Europa gibt es gute Argumente dafür, den Mitgliedsstaaten in diesem Markt mehr Freiheit zu gewähren und bspw. Staatsmonopole wieder zuzulassen (Schwarze et al. 2011). Die Tendenzen, die im Weißbuch Anpassung formuliert sind, weisen jedoch eher in die entgegengesetzte Richtung einer stärkeren Vereinheitlichung der Systeme (EC 2009a). Die Anpassungsstrategie nennt den Versicherungsmarkt als ein wichtiges Politikfeld, wo Mainstreaming angestrebt wird – es bleibt allerdings offen welche grundsätzliche Strategie verfolgt werden wird (EC 2013b). Angesichts dessen, dass Deutschland mit einer freien Marktlösung derzeit eine extreme Position im Spektrum der möglichen Versicherungsregimes einnimmt, sind hier einschneidende Änderungen auf Grund engerer EU-Vorgaben möglich.

Ein anderes Beispiel, wo die EU die Rahmenbedingungen für nationale Anpassungspolitik setzen kann und die Entscheidungsfreiheit *de facto* begrenzt, umfasst die EU-Biodiversitätspolitik. So kann es bspw. im Wattenmeer zu Konflikten zwischen dem Ziel der Biodiversität und dem eines kostengünstigen Küstenschutzes kommen, wobei die deutschen Entscheidungsträger die EU-Vorgaben aus der Biodiversitätsdiskussion beachten müssen.

---

<sup>10</sup> Als Beispiele können hier herangezogen werden: die Empfehlung der EU-Kommission an die Mitgliedsstaaten, Wassertarife gemäß der Wasserrahmenrichtlinie einzuführen (EC 2007c); sowie die Empfehlung, ökologische Landwirtschaft im Rahmen von nationalen Anpassungsstrategien zu fördern (EC 2009c).

Schließlich könnte die in der Anpassungsstrategie skizzierte rechtlich bindende Vorgabe zur Einführung und Überarbeitung von Nationalen und lokalen Anpassungsstrategien (NAS) auch deutsche Akteure betreffen. Deutschland ist zwar im nationalen Anpassungsprozess relativ weit fortgeschritten und kann daher nicht mehr zur Erstellung einer NAS verpflichtet werden. Trotzdem sind einschränkende Vorgaben bei den zukünftigen Fortschreibungen und Überarbeitungen der Strategien nicht ausgeschlossen.

### **Verpflichtung zu konkreten Aktivitäten**

In einzelnen Bereichen ist die Souveränität deutscher Entscheidungsträger insofern eingeschränkt, dass bestimmte Aktionen bspw. durch EU-Richtlinien fest vorgegeben sind. Dies umfasst in der Regel bestimmte grundlegende Aktionen, die dann einen EU-Mindeststandard darstellen und auf die weitere Maßnahmen folgen können, aber nicht müssen. Ein wichtiges Beispiel wäre die Hochwasserrisikorientlinie, in der die Mitgliedsstaaten verpflichtet werden, bis Ende 2011 eine vorläufige Bewertung des Hochwasserrisikos durchzuführen sowie bis Ende 2013 detaillierte Hochwasserrisikokarten zu erstellen.<sup>11</sup> Für die anschließende Ausarbeitung von Hochwasserrisikomanagementplänen beinhaltet die Richtlinie zwar ebenfalls zahlreiche Vorgaben, die aber im Vergleich zur Erstellung von Risikokarten eher uneindeutig sind und Kann-Vorschriften enthalten. Im Bereich der Klimaanpassung fällt auf, dass sich solche Verpflichtungen zu bestimmten konkreten Aktionen bisher nur in begrenztem Umfang vorzufinden sind.<sup>12</sup>

Größeren Umfang können konkrete Verpflichtungen zu Anpassung annehmen, falls die Förderbedingungen für EU-finanzierte Infrastrukturprojekte mit entsprechenden verbindlichen Klauseln versehen werden (siehe auch EU-Anpassungsstrategie, Option 3A). In der derzeitigen Diskussion erscheint es aber wahrscheinlicher, dass in diesem Bereich eher Empfehlungen mit nicht bindendem Charakter eingeführt werden.

### **Abgabe von einzelnen Zuständigkeitsbereichen an die EU**

Die intensive Analyse von potenziellen Klimawandelfolgen kann in Einzelfällen dazu führen, dass ein Koordinierungsbedarf auf EU-Ebene erstmals erkannt wird oder dessen Dringlichkeit höher eingeschätzt wird. Als Beispiel kann hier das gemeinsame Management von Küstensedimenten angeführt werden, das von der Europäischen Umweltagentur im Rahmen einer Studie zur Küstenerosion in Europa vorgeschlagen wurde (Eurosion 2004).

### **Steigender Verwaltungsaufwand**

Kooperationen mit anderen EU-Staaten, Vernetzungsaktivitäten, sowie die statistische Erfassung von anpassungsrelevanten Daten erfordern zunächst einen administrativen Aufwand, bevor sich der Nutzen aus diesen Maßnahmen zeigen kann. Auch bei der Ergänzung und Überarbeitung bestehender Regularien, um die Effekte des Klimawandels zu berücksichtigen,

---

<sup>11</sup> Europäisches Parlament und Europäischer Rat (2007a)

<sup>12</sup> Ein zweites Beispiel, das in der Literatur vorgeschlagen wurde, betrifft die standardmäßige Versicherung von öffentlicher Infrastruktur gegen Wetterereignisse. Diese Verpflichtung wurde im Weißbuch Anpassung als Prüfauftrag formuliert (EC 2009a).

entsteht durch die Umstellung von laufenden Prozessen ein administrativer Aufwand. Dies betrifft bspw. die EU-Biodiversitätspolitik, die Strategische Umweltprüfung, die Wasserrahmenrichtlinie und in einem nicht unerheblichen Ausmaß die gemeinsame Agrarpolitik.

Auch die in der EU-Anpassungsstrategie vorgeschlagene Weiterentwicklung der Informationsplattform „Climate-Adapt“ führt zunächst zu einem Verwaltungsmehraufwand, da vorhandene Informationen aus den nationalen Plattformen transferiert werden müssten und die nationalen Plattformen dauerhaft nach Climate-Adapt überführt werden müssten.

#### **4.5.2 Implikationen für die Privatwirtschaft in Anpassungsfragen**

Im Vergleich zu staatlichen Stellen sind die privaten Akteure in Deutschland relativ wenig von europäischer Anpassungspolitik betroffen. Zwei wichtige Ausnahmen sind Wirtschaftssektoren, die sowieso sehr stark von EU-Entscheidungen abhängen: Landwirtschaft sowie Fischerei. In beiden Sektoren werden die wichtigsten politischen Entscheidungen (etwa die Vergabe von Fördergeldern und die Festlegung von Fangquoten) auf EU-Ebene getroffen. Die Literaturanalyse in Kapitel 4.4 zeigt zwar, dass in diesen Bereichen bisher kaum einschneidende Anpassungen durchgeführt wurden, wohl aber intensiv diskutiert werden. So gibt es den wiederkehrenden Vorschlag, die Förderrichtlinien für die umfangreichen Agrarsubventionen so zu überarbeiten, dass klimaresiliente, z.B. biologische Anbaustrategien begünstigt werden. Dies hätte unmittelbare Auswirkungen für deutsche Landwirte, die EU-Fördermittel beantragen. Sie müssten ihre Anbaustrategien entsprechend neu formulierter Förderbedingungen anpassen und eventuell weitere Auflagen berücksichtigen.

Ähnliche Änderungen könnten auch in der Fischereiwirtschaft auftreten, wobei hier die Vorschläge bisher noch sehr viel unkonkreter ausfallen als bei der Agrarpolitik und daher noch keine detaillierte Abschätzung der Konsequenzen möglich ist.

Eine weitere Folge für die Privatwirtschaft kann eintreten durch die mögliche Änderung oder Einführung von EU-Gesetzgebung, die das Alltagsgeschäft von einer Vielzahl von Unternehmen und Konsumenten betrifft. So wurden bspw. verbindliche Richtlinien vorgeschlagen, um EU-weit wassersparende Techniken in Endgeräten in Privathaushalten vorzuschreiben. Dies beträfe sowohl die Produzenten als auch Konsumenten von Armaturen. In die gleiche Kategorie fallen EU-weite einheitliche Vorgaben zur Lebensmittelkühlung und -lagerung und zu Normen im Bausektor. Im Falle, dass diese einheitlichen Vorgaben auf die Situation in Deutschland nicht passgenau ausgelegt sind, können Ineffizienzen entstehen, die letztlich jeden Wirtschaftsteilnehmer direkt oder indirekt treffen können. So könnten wassersparende Armaturen in der Anschaffung höhere Mehrkosten verursachen, als sie – gegeben ein bereits wassersparendes Verhalten – durch geringeren Wasserverbrauch einsparen vermögen.<sup>13</sup> Oder Richtlinien mit dem Ziel der Wassereinsparung führen im Unterhalt der Wasserinfrastruktur zu Mehrkosten, da in manchen deutschen Städten die Kanalisation für einen geringeren

---

<sup>13</sup> Der Pro-Kopf-Wasserverbrauch in Privathaushalten reicht von weniger als 100 Liter pro Tag in Litauen bis zu mehr als 250 Liter pro Tag in Spanien (Daten von 2000, Dworak et al. 2007). Dies deutet darauf hin, dass in den EU-Mitgliedsstaaten auch unterschiedliche Einsparpotenziale vorhanden sind, die durch unterschiedliche Instrumente erreicht werden können.

Wasserdurchfluss nicht ausgelegt ist.<sup>14</sup> Diese Mehrkosten trafen letztlich alle Wasserverbraucher in Form von höheren Wasserpreisen. EU-weite verbindliche Vorgaben sollten also so flexibel gestaltbar sein, dass sie auch bei spezifischen lokalen Gegebenheiten ihr Ziel zu geringen Kosten erreichen.

### 4.5.3 Implikationen für die Finanzierung von Anpassung

Abgesehen von den geänderten Rahmenbedingungen für Anpassungsaktivitäten haben die in Kapitel 4.4 identifizierten europäischen Maßnahmen auch Konsequenzen für die Finanzierung von Anpassung auf nationaler und lokaler Ebene. Diese gliedern sich in drei Schlagworte: Möglichkeiten der zusätzlichen Anpassungsfinanzierung durch EU – Neugestaltung von bestehenden EU-Förderpolitiken – zusätzliche Förderinstrumente aus Solidaritätsgründen.

#### Zusätzliche Anpassungsfinanzierung durch EU

Einzelne EU-Instrumente bieten für deutsche Akteure die Möglichkeit, zusätzliche Finanzmittel zu investieren. Hier stellen Klimaanpassungsmaßnahmen nicht die einzige, aber eine mögliche Option der Mittelverwendung dar. Insbesondere sind Anpassungsprojekte bei zwei Finanzierungsquellen als mögliche Begünstigte in der Diskussion:

- Das **EU-ETS** bringt dem bundesdeutschen Haushalt im Jahr 2013 möglicherweise um die 6 Mrd. € ein, wenn ein Großteil der Zertifikate versteigert und nicht mehr frei verteilt wird. Diese Einnahmen könnten in den Folgejahren noch ansteigen, wenn mehr Zertifikate kostenpflichtig versteigert werden und der Zertifikatspreis durch ein verknapptes Angebot ansteigt (Löschel et al. 2011). Die EU-Richtlinie zum EU-ETS sieht die Mittelverwendung für Anpassungszwecke ausdrücklich als Möglichkeit vor (EC 2009b). Wie bereits erwähnt, konkurrieren Anpassungsmaßnahmen allerdings mit anderen möglichen Mittelverwendungen, hier insbesondere Klimaschutzmaßnahmen. Auch die Mittelzuweisung zum Bundeshaushalt anstatt zu Länder- oder Kommunalhaushalten deutet darauf hin, dass eine Verwendung der EU-ETS-Einnahmen für Anpassungsmaßnahmen eher schwierig sein dürfte, gegeben dass die Vielzahl von kostenintensiven Anpassungsmaßnahmen eher auf regionaler oder lokaler Ebene erwartet werden.
- Das Programm **LIFE+** ist ein finanzielles Förderprogramm der DG Environment, das für den Zeitraum 2007-2013 für Zwecke des Umwelt- und Naturschutzes insgesamt 2,1 Mrd. € bereitstellt. Etwa ein Viertel der Fördersumme ist allgemeinen Aufwendungen der DG Environment vorbehalten, vom Rest wiederum die Hälfte für Projekte die ausdrücklich Biodiversitätsziele verfolgen. Für das Nachfolgeprogramm, das den Zeitraum 2014-2020 abdeckt, wurde jedoch vorgeschlagen, über 900 Mio. € ausdrücklich dem Teilprogramm „Klimapolitik“ zuzuweisen (EC 2011a). Wie viel hiervon letztlich dem Bereich Anpassung zufließt, ist aus den aktuellen Planungen nicht ersichtlich. In der EU-Anpassungsstrategie wird explizit vorgeschlagen, LIFE+-Mittel für die Erarbeitung von Anpassungsstrategien und für einzelne Leuchtturm-Projekte zu

---

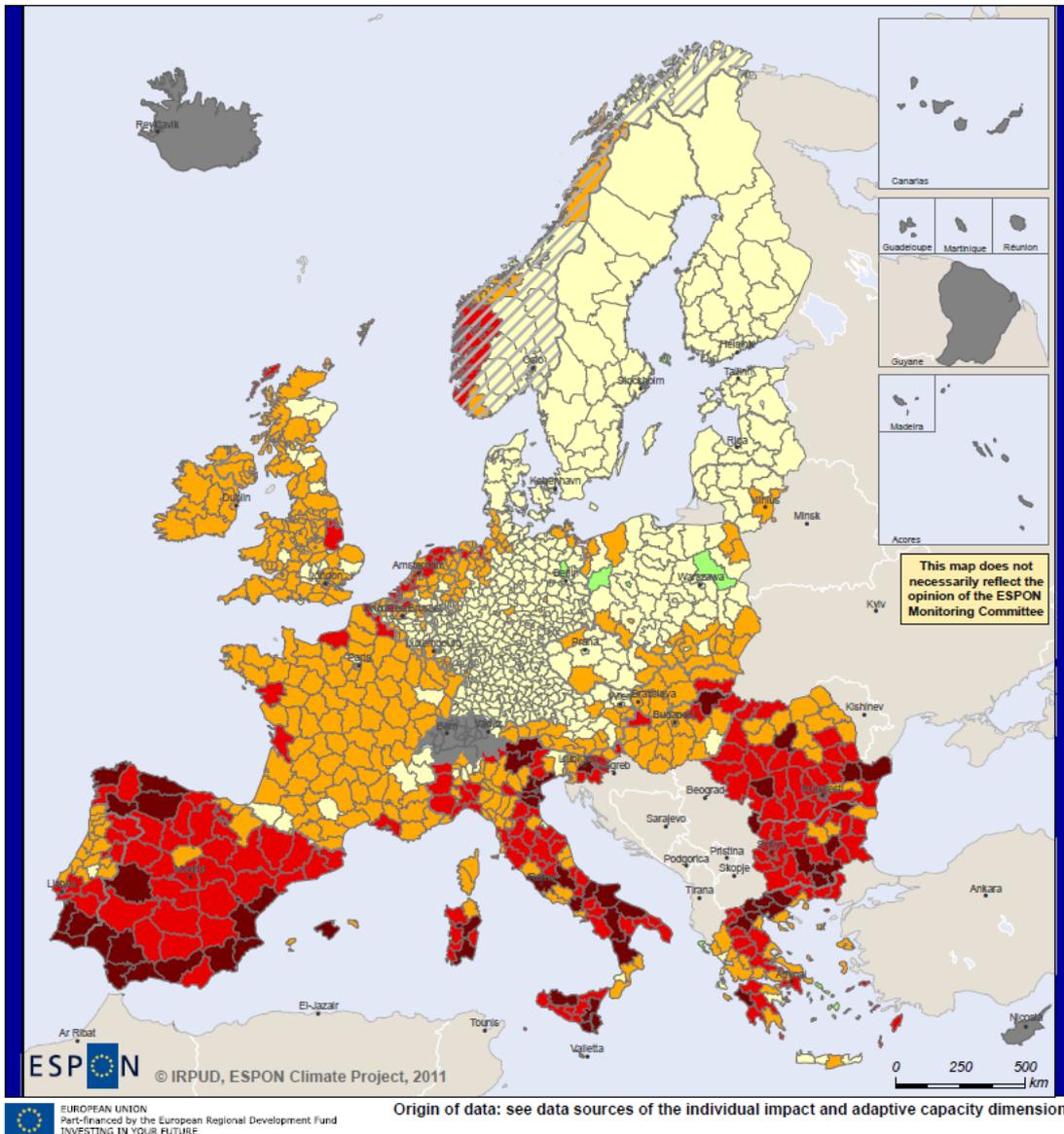
<sup>14</sup> Siehe <http://www.bpb.de/gesellschaft/umwelt/dossier-umwelt/61196/wassersparen?p=all>, Zugriff am 06.09.2012.

verwenden. Förderberechtigt sind öffentliche und private Stellen auf regionaler und lokaler Ebene, also beispielsweise Gebietskörperschaften und NGOs.

#### **Neugestaltung von bestehenden EU-Förderpolitiken**

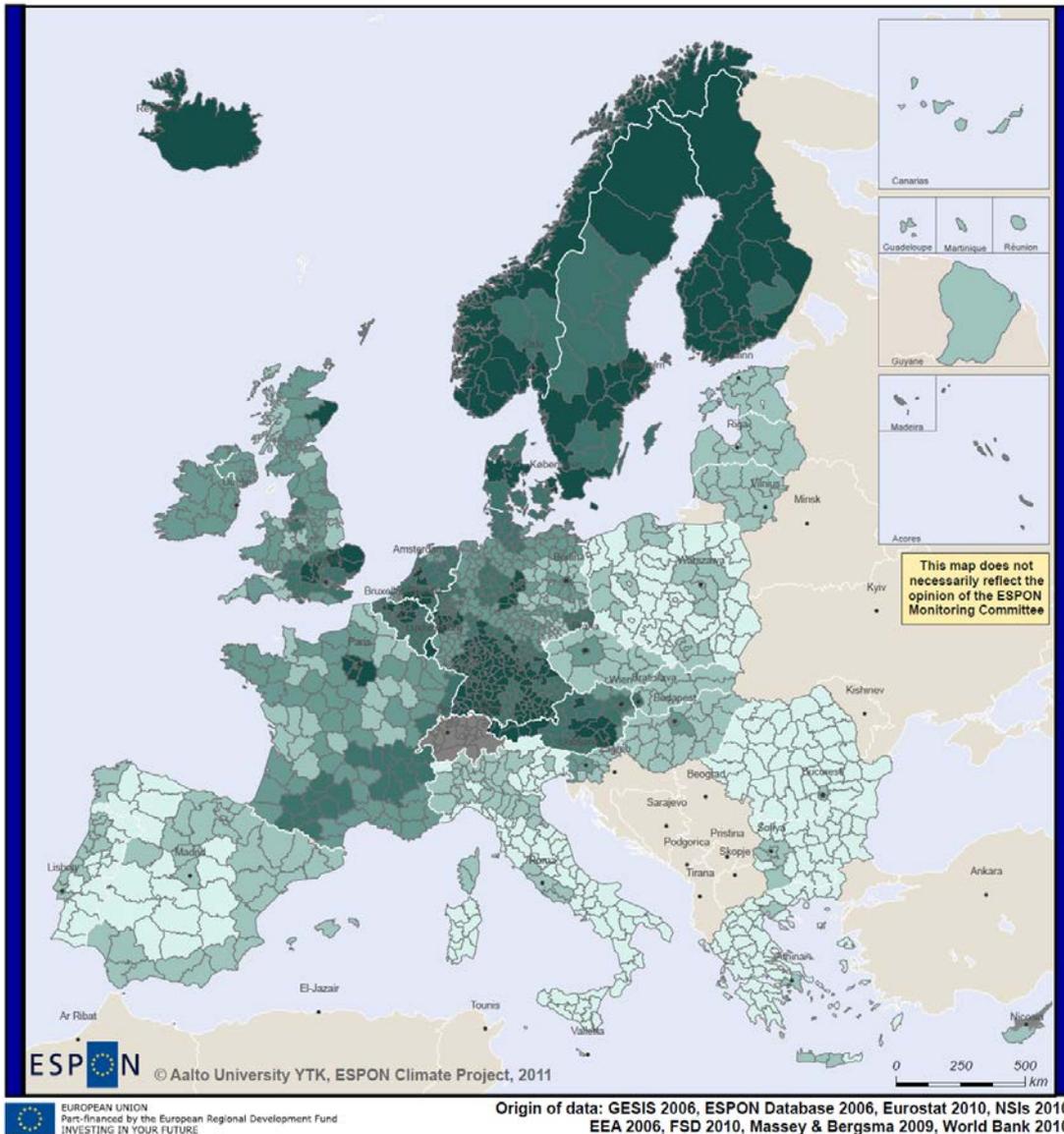
Ein immer wieder kehrender Vorschlag, der bisher jedoch nicht zu konkreten politischen Initiativen geführt hat, ist die Neuausrichtung der Fördermittel innerhalb der EU-Regionalpolitik, so dass Vulnerabilität gegenüber Klimawandelgefahren mit berücksichtigt wird. Bisher richten sich die Förderbedingungen ausschließlich nach dem durchschnittlichen Pro-Kopf-Einkommen auf regionaler und nationaler Ebene. Obwohl immer wieder vorgeschlagen, werden die Erfolgsaussichten dieses Vorschlags eher gering eingeschätzt. V.a. dürfte es schwer fallen, die Klimavulnerabilität eindeutig und objektiv zu messen. Zudem ist zu erwarten, dass bei der Einbeziehung von Klimawandel-Parametern in die Förderbedingungen auch andere Themengebiete nicht ausgeblendet bleiben sollten, etwa Bildung, soziale Ungleichheit oder die Qualität der natürlichen Umwelt. Sollte es trotzdem dazu kommen, dass die Fördermittel der Regionalpolitik auch nach Gesichtspunkten der Klimavulnerabilität vergeben werden, zeigt ein Blick auf Abb. 12, dass Deutschland wohl eher an Förderberechtigung verlieren dürfte, da andere Regionen im Verhältnis vulnerabler eingestuft werden. Diese Folgerung beruht zwar auf einer ersten, sicherlich nicht erschöpfenden Vulnerabilitätseinschätzung, kann aber als grobe Orientierung dienlich sein. Im Einzelfall kann die Einbeziehung von Anpassungsprojekten in die förderfähigen Maßnahmen allerdings natürlich auch dazu führen, dass diese Projekte dann erst finanziert werden können.

Abb. 12: Potenzielle Vulnerabilität gegenüber Klimawandel, als Kombination aus potenziellen Klimaeffekten und Anpassungskapazität der Regionen. Dunklere Einfärbung bedeutet eine höhere Vulnerabilität. (© ESPON 2011)



Ein weiterer Vorschlag, der die Förderrichtlinien der EU-Regionalpolitik betrifft, setzt an der Anpassungskapazität an. Demnach sollten die Grenzregionen besonders gefördert werden, bei denen Regionen mit sehr unterschiedlich ausgeprägter Anpassungskapazität aneinandergrenzen (ESPON 2011). Ein Blick auf Abb. 13 zeigt, dass bei Realisierung dieses Vorschlags auch deutsche Regionen (an den Grenzen zur Tschechischen Republik und zu Polen) in den Fokus kommen würden. Inwieweit dies zu finanziellen Vorteilen für die Anpassungsfinanzierung in diesen Regionen führen könnte, ist aus der bisherigen Diskussion jedoch nicht abzuleiten.

Abb. 13: Anpassungskapazität der Regionen. Dunklere Einfärbung bedeutet eine höhere Anpassungskapazität. (© ESPON 2011)



Ein anderer Vorschlag betrifft nur den Küstenschutz der EU-Mitgliedsstaaten. Demnach sollten die Küstenschutzinstitutionen mit einem Gutscheinsystem belohnt und gefördert werden, die explizite Klimaanpassung betreiben (Policy Research Corporation 2009). Sollte dieser Vorschlag aufgegriffen werden, könnte dies in der Tendenz für deutsche Küstenschutzbehörden finanzielle Vorteile bedeuten, da sie bereits bewusst und explizit in Klimaanpassung investieren.

Außerdem werden einzelne Vorschläge zur Reformierung des EU-Solidaritätsfonds diskutiert bzw. angemahnt. Dieser Fonds unterstützt derzeit die Mitgliedsländer in ihren Aufbaumühungen nach schweren Naturkatastrophen. Die Vorschläge betreffen erstens die einfachere Einbeziehung von Dürreereignissen in den Kriterienkatalog (EC 2011b). In diesem Fall würde Deutschland tendenziell Nachteile erleiden, da annahmegemäß andere Mitgliedstaaten eher von Trockenheit betroffen sind und die zur Verfügung stehenden Fondsmittel nicht erhöht werden. Zweitens wird vorgeschlagen, die Mittelverteilung an feste und nachvollziehbare Mindestkriterien zu binden, d.h. weniger im *ad-hoc* Verfahren

vorzugehen. Auch andere Einzahlmodalitäten sind in der Diskussion, etwa entsprechend dem Risiko, dass ein Schadensfall im Mitgliedsland auftritt. In diesem Fall würde der Solidaritätsfonds eher die Eigenschaften von einem Versicherungsinstrument annehmen, und auch Eigenvorsorge in Form von nationalen und regionalen Präventionsmaßnahmen würden optimalerweise in die Zahlungspolitik des Solidaritätsfonds einfließen (EC 2011b, Hochrainer et al. 2010). Für eine Einschätzung, ob dies für Deutschland eher eine Besser- oder Schlechterstellung in Bezug auf Einzahlungen und Rückflüsse aus dem Fonds bedeuten würde, wäre eine tiefergehende Untersuchung notwendig.<sup>15</sup>

Insgesamt fällt bei der Betrachtung der Vorschläge zur Neugestaltung von EU-Förderrichtlinien auf, dass die Vorschläge mit signifikanten Änderungen von externen Beratern oder Wissenschaftlern an die Politik herangetragen werden, und – abgesehen von der Ausnahme des Solidaritätsfonds – im politischen Diskurs bisher nicht tiefer behandelt wurden. Dies mag auch daran liegen, dass bspw. die Einbeziehung von Klimavulnerabilität in Förderrichtlinien große Probleme bei Definitionen und Messungen mit sich bringen dürften und politisch nicht einfach durchzusetzen sind.

#### **Zusätzliche Förderinstrumente aus Solidaritätsgründen**

Bei der Analyse der diskutierten Maßnahmen auf EU-Ebene erscheinen weitere Vorschläge zur Anpassungsfinanzierung, die im Grunde jeweils neue Umverteilungsinstrumente darstellen. Obwohl die Erfolgsaussichten für diese Vorschläge eher gering eingeschätzt werden, sollen sie hier aus Gründen der Vollständigkeit kurz erwähnt werden:

- Auf Grund der Erwärmung in Europa werden neue Bedarfsmuster bei Kühl- und Heizenergie erwartet. Insbesondere werden in den südlichen Mitgliedsländern signifikante Mehrausgaben für Kühlenergie erwartet, während die nördlichen Staaten durch geringere Heizkosten einen ökonomischen Vorteil genießen werden (Jochem und Schade 2008). Ein Ausgleich dieser zusätzlichen Lasten in den südlichen Ländern durch die klimatisch begünstigten Länder würde für Deutschland Einbußen bei den erwarteten gesamtwirtschaftlichen Gewinnen bedeuten.
- Ein anderer Vorschlag zielt auf die Förderung von Anpassungsmaßnahmen in besonders vulnerablen Unternehmen (Hoffmann et al. 2009). Dieser relativ unkonkrete Vorschlag würde bedeuten, dass eine Instanz der EU einzelne Anpassungsvorhaben in privaten Unternehmen auf ihre ökonomische Performance prüfen würde und gemäß dieser Prüfung Subventionen vergeben würde.

## **4.6 Schlussfolgerungen**

Die Europäische Anpassungspolitik ist derzeit geprägt von eher unverbindlichen Vorgaben und Empfehlungen, Vernetzungsaktivitäten und Forschungsförderung. Die Gründe für das weitgehende Fehlen von konkreten, verbindlichen Anpassungsmaßnahmen sind vielfältig.

---

<sup>15</sup> Von 2002 bis 2010 gab es zwei Zahlungen aus dem Fonds an Deutschland: 2002 wegen der Überschwemmungsereignisse (444 Mio. €) und 2007 wegen des Sturms Kyrill (167 Mio. €). Insgesamt hat der Fonds in diesem Zeitraum 2,434 Mrd. € vergeben. 2010 wurde ein Antrag wegen der Überschwemmungen in Sachsen abgelehnt.

Erstens wird oftmals argumentiert, dass die Wissensbasis für einschneidende, u.U. kostspielige Maßnahmen noch nicht ausreichend valide sei (Rayner und Jordan 2009). Außerdem gab und gibt es immer noch Befürchtungen, eine zu starke Förderung von Anpassung könnte das Ziel der ambitionierten Klimaschutzpolitik ungewollt konterkarieren. Zudem bringt ein neues Politikfeld wie die Anpassung an den Klimawandel immer auch Konfliktstoff um Zuständigkeiten, Souveränitätsansprüche der Mitgliedsstaaten und neue Interferenzen zwischen den Fachressorts mit sich (Rayner und Jordan 2009).

Tatsächlich ist die Zuständigkeit der EU für manche der selbstgesteckten Ziele zumindest diskussionswürdig. Im Falle des konkreten Zieles der Anpassungsstrategie, dass alle Mitgliedsstaaten bis 2017 eine Nationale Anpassungsstrategie eingeführt haben sollten (operatives Ziel 2a), zeigt die Diskussion in Kapitel 4.3.3, dass hier durchaus die Gefahr besteht, dass rein nationale Prozesse von der EU maßgeblich mitbestimmt werden. Dies ist umso mehr zu vermeiden, da dadurch andere, besser begründete EU-Koordinierungs- und Fördermaßnahmen von Anpassung ebenfalls schnell dem Verdacht unterliegen, dass nationale oder lokale Zuständigkeiten auf Ebene der EU gehoben werden sollen. In anderen Worten: Die EU könnte sich durch eine sehr weite Interpretation ihres Zuständigkeitsgebiets selbst Akzeptanzprobleme bei eigentlich unstrittigen Politikfeldern schaffen.

Abgesehen von diesem potentiellen Konfliktfeld sind bereits heute viele Maßnahmen auf EU-Ebene zu beobachten, die unzweifelhaft einen positiven Einfluss auf die Effektivität und Effizienz von Anpassung in der EU aufweisen. Dazu zählen eine Vielzahl von Vernetzungs- und Koordinierungsbemühungen, Datensammlung, Forschungsförderung und Wissensvermittlung. Hier kann die EU ihre Stärke als regionaler Staatenbund einsetzen und einen substantiellen Beitrag zur nationalen, lokalen und privatwirtschaftlichen Anpassung leisten.

Schließlich sei noch angemerkt, dass das Fehlen der internationalen (d.h. über die EU hinaus) Dimension von Anpassung in der Anpassungsstrategie ein Problem darstellen kann. Die EU spielt als Verhandlungspartner bei der UNFCCC eine entscheidende Rolle. Folglich sollte auch Anpassung außerhalb der EU in der EU-Anpassungsstrategie zumindest kurz behandelt werden und grundlegende Strategien kommuniziert werden, wie dies im Grün- und Weißbuch auch erfolgt ist.

## **5 Arbeitspaket 1.3: Übertragbarkeit und integrierte Bewertung von Politikinstrumenten**

### **5.1 Einführung zur Übertragbarkeit und integrierter Bewertung von Politikinstrumenten**

Im vorliegenden Kapitel sollen die in Kapitel 3.2 aufgeführten Politikinstrumente<sup>16</sup> zur Anpassung bewertet und, sofern es sich um Beispiele aus dem Ausland handelt, im Hinblick auf die Anwendbarkeit in Deutschland geprüft werden. Zusätzlich zu den zwölf Beispielmaßnahmen, die in Kapitel 3.2 festgelegt wurden, werden zwei Maßnahmen aus dem landwirtschaftlichen Bereich bewertet. Das Ziel dieser Bewertung ist jedoch nicht eine endgültige Priorisierung von alternativen Politikinstrumenten, sondern die explorative Prüfung von einzelnen im Ausland oder in Teilen Deutschlands implementierten Politikinstrumenten auf eine Übertragbarkeit auf (Gesamt-)Deutschland. Die Auswahl der zu überprüfenden Instrumente erfolgte mit dem Ziel, eine breite Abdeckung von Instrumentenkategorien zu erreichen und hat daher keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Eine Auswahl des „besten“ Instruments aus diesem eingeschränkten Pool ist somit nicht zielführend.

Im Rahmen des Gesamtberichts dient dieses Kapitel also dem Ziel, eine mögliche Bewertungssystematik für Anpassungspolitikinstrumente aufzuzeigen und damit erste explorative Bewertungen vorzunehmen. Die Bewertungen werden teilweise auch für die Ableitung von Handlungsempfehlungen herangezogen, wo dies sinnvoll erscheint (siehe dazu Kapitel 9).

Insofern unterscheidet sich dieser Ansatz von dem zeitlich später angesiedelten UBA-Forschungsvorhaben „Policy Mix“ (FKZ 3712 48 102), bei dem eine umfassendere Bewertung von Politikoptionen zur Anpassung durchgeführt werden soll. Während beim „Policy Mix“-Vorhaben grundsätzlich politikrelevante Empfehlungen für bevorzugte Politikoptionen auf Bundesbene erzielt werden können, hat der vorliegende Bericht explorativen Charakter und zeigt die Möglichkeiten auf, wie Politikinstrumente im Anpassungsbereich bewertet werden können. Erfahrungen und Bewertungskriterien aus diesem Vorhaben werden im „Policy Mix“ aufgegriffen und weiterentwickelt. Daher ist die Bewertungsmethodik ähnlich, aber nicht identisch. Die Unterschiede werden in einem separaten Abschnitt 5.1.3 erläutert.

Bevor wir im Einzelnen auf die Instrumente eingehen, sind zunächst die Bewertungsmaßstäbe zu klären. Tab. 12 gibt einen Kurzüberblick über die in diesem Bericht genutzten Bewertungskriterien, die im folgenden Abschnitt 5.1.1 genauer ausgeführt werden. Die eigentliche Bewertung kann dann wie in der fiktiven, beispielhaften Abb. 14 illustriert werden, d.h. es gibt ein Vorab-Kriterium („Notwendigkeit staatlichen Handelns“) und fünf weitere Kriterien, die auf einer Skala von -5 bis +5 bewertet werden. Die folgenden Abschnitte 5.1.1 und 5.1.2 erläutern das Vorgehen bei der Definition und Bewertung der Kriterien.

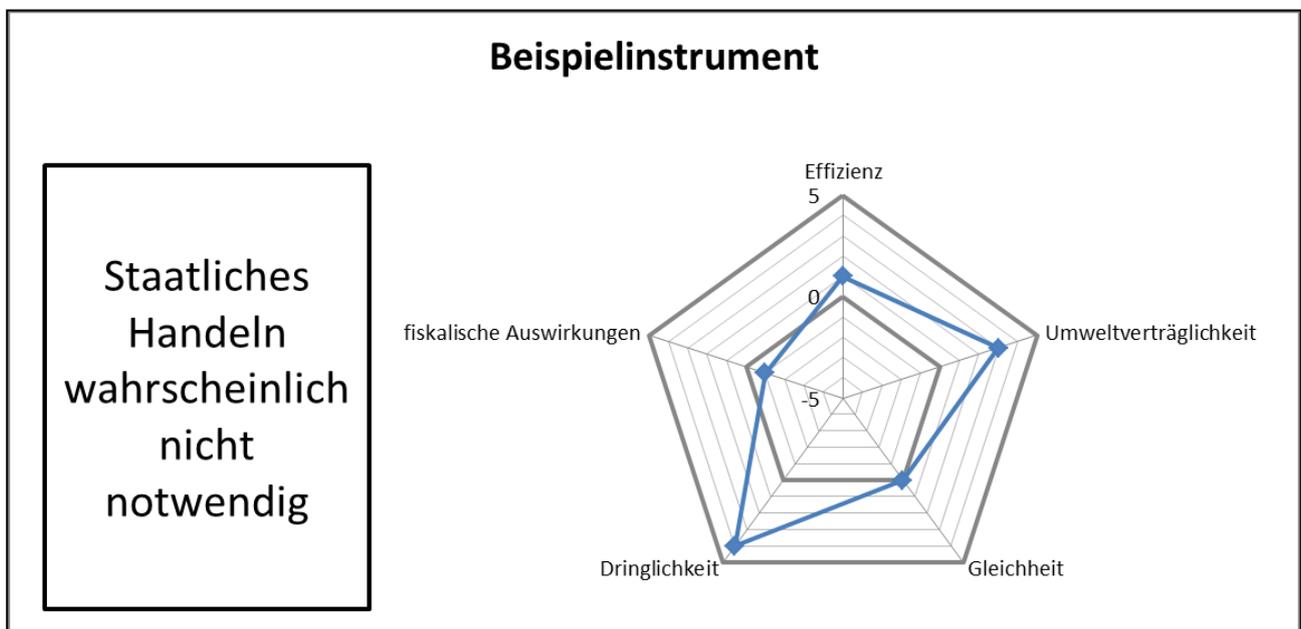
---

<sup>16</sup> In diesem Bericht werden die Begriffe „Instrumente“ und „Maßnahmen“ wie folgt verwendet: Instrumente sind Mittel, mit denen staatliche Stellen ein Verhalten steuern / beeinflussen können, während Maßnahmen die eigentlichen Anpassungsaktionen sind, die die Vulnerabilität letztlich senken können.

Tab. 12: Definition der Begriffe, die in den Bewertungsgrafiken verwendet werden (© Eigene Darstellung)

| Begriff  | Erklärung   |
|--|---|
| Staatliches Handeln...<br>...wahrscheinlich nicht<br>notwendig | Die Einführung der beabsichtigten Maßnahme erfordert wahrscheinlich kein staatliches Handeln  |
| Staatliches Handeln...<br>...bedingt notwendig                 | Die Einführung der beabsichtigten Maßnahme erfordert in Teilbereichen oder unter bestimmten Bedingungen staatliches Handeln. Genauere Auskunft gibt der begleitende Text zu dieser Bewertung  |
| Staatliches Handeln...<br>...wahrscheinlich notwendig          | Die Einführung der beabsichtigten Maßnahme erfordert wahrscheinlich staatliches Handeln   |
| Effizienz  | Grobe makroökonomische Kosten-Nutzen-Bewertung der Instrumente-Maßnahmen-Kombination, jedoch ohne Umweltaspekte und fiskalische Auswirkungen  |
| Gleichheit   | Wirkungen der Instrumente-Maßnahmen-Kombination auf die horizontale Gleichheit („Gleichheit vor dem Gesetz“) und vertikale Gleichheit („sozialer Ausgleich zwischen Arm und Reich“)   |
| Umweltverträglichkeit  | Wirkungen der Instrumente-Maßnahmen-Kombination auf die natürliche Umwelt   |
| Fiskalische Auswirkungen                                       | Wirkungen der Instrumente-Maßnahmen-Kombination auf die Staatsfinanzen  |
| Dringlichkeit  | Bewertung der zeitlichen Dringlichkeit der Instrumente-Maßnahmen-Kombination. Positive Bewertung: Einführung wäre bereits in der Vergangenheit vorteilhaft gewesen und bleibt vorteilhaft; negative Bewertung: Einführung kann verschoben werden. |

Abb. 14: Bewertung eines beispielhaften Instruments in einem Spinnendiagramm (willkürliche Bewertungen) (© Eigene Darstellung)



In den folgenden Unterkapiteln werden also zunächst die einzelnen Kriterien beschrieben und diskutiert, bevor auf die konkrete Umsetzung im Rahmen der Multikriterienanalyse eingegangen wird.

## 5.1.1 Bewertungskriterien für Politikinstrumente zur Anpassung an den Klimawandel

### Notwendigkeit staatlichen Handelns

Das Kriterium Notwendigkeit stellt fest, ob bei der durch das Instrument beabsichtigten Maßnahme<sup>17</sup> ein Marktversagen besteht. Es wird also explizit untersucht, ob staatliche Regulierung in Form des vorgeschlagenen Instruments wirklich notwendig ist, um die beabsichtigte Anpassungsmaßnahme zu erreichen. Oder, im Hinblick auf die im nächsten Abschnitt angesprochene Kosteneffizienz: Kann durch das Politikinstrument unzureichende, ineffiziente Anpassung privater Akteure effizienter, also zu geringeren gesamtwirtschaftlichen Kosten, durchgeführt werden?

Dieses ökonomische Fundamentalkriterium führt in Verbindung mit den beiden Hauptsätzen der Wohlfahrtsökonomik und der finanzwirtschaftlichen Theorie öffentlicher Güter zu einer klaren Sicht auf die Rolle des Staates bei Anpassungsmaßnahmen: Märkte sind in den meisten Situationen zu einer effizienten Güterbereitstellung in der Lage, auch solcher die zur Anpassung an den Klimawandel gebraucht werden (autonome Anpassung). Zur Setzung eines ordnungsrechtlichen Rahmens und in Fällen von Marktversagen greift der Staat ein, um die gesamtwirtschaftliche Effizienz zu erhöhen (kollektive Anpassung). Den Begriff des Marktversagens nutzen Ökonomen, um paradigmatisch Situationen zu beschreiben, in denen die Marktmechanismen keine effiziente Güterbereitstellung erwarten lassen. Typische Beispiele hierfür sind öffentliche Güter oder Transaktionen mit asymmetrischer Information. In der Anpassungsthematik betrifft das z.B. die Einrichtung eines Unwetterfrühwarnsystems.

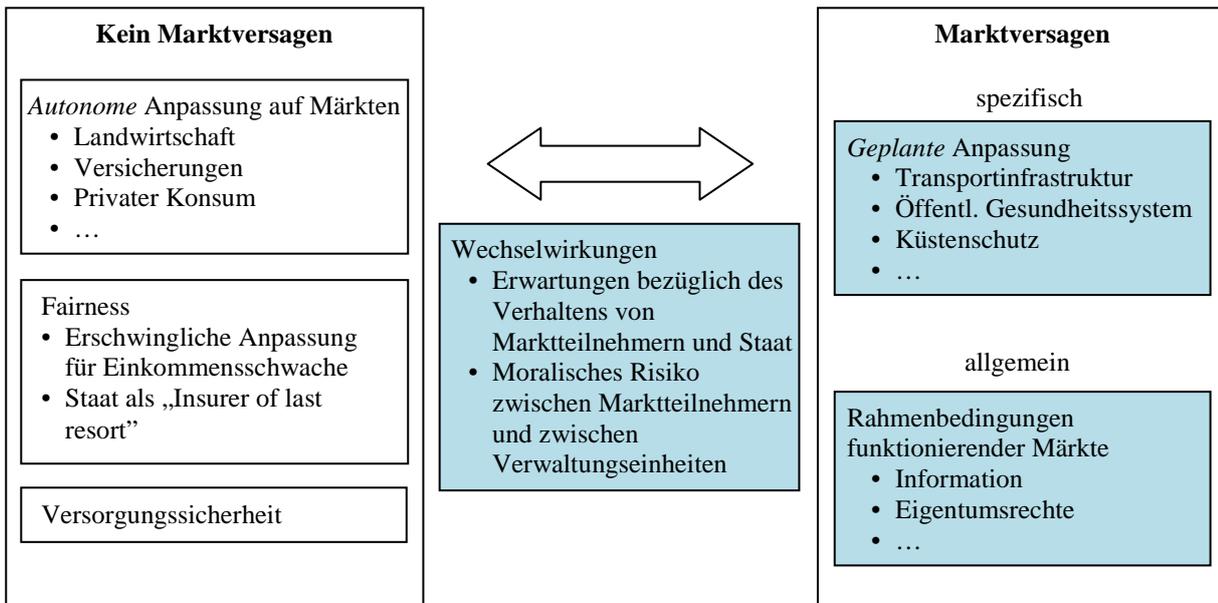
Es ist zu beachten, dass diese Definition der Notwendigkeit staatlichen Handelns auf eine minimalistische Sicht staatlicher Intervention hinausläuft. So könnte es zu Situationen kommen, in denen Märkte effizient funktionieren, es aber zu gesellschaftlich kaum akzeptablen Lösungen kommt. Ein Beispiel hierfür wären extrem hohe Wasserpreise während Dürreperioden. Aus Effizienzsicht würde der Wassermarkt, selbst wenn horrend hohe Preise gefordert würden, funktionieren. Gesellschaftlich besteht jedoch der Konsens, dass ein gewisses Maß an Grundversorgung von lebensnotwendigen Gütern (z.B. Wasser, Nahrung, Energie, Unterkunft) in jedem Falle gewährleistet sein muss, und zwar zu akzeptablen Preisen. In vergleichbarer Weise besteht ein gesellschaftlicher Konsens, dass tendenziell eine gleichmäßige Verteilung von Einkommen und Vermögen erstrebenswert ist (Fairness). Auch dieses Konzept bleibt bei der rein effizienzgeleiteten Sicht auf staatliches Handeln unberücksichtigt.

Ein aus solchen Effizienzprinzipien abgeleitete Trennung staatlichen und privaten Handelns in Bereichen der Anpassung an den Klimawandel ist in Abb. 15 dargestellt.

---

<sup>17</sup> Zur Begriffsklärung Instrumente und Maßnahmen siehe Fußnote 16 auf Seite 81.

Abb. 15: Aufteilung von Anpassungsaufgaben zwischen Markt und Staat. Hellblau unterlegte Beispiele erfordern aus effizienzgeleiteter Sicht staatliches Handeln. Die Aspekte „Fairness“ und „Versorgungssicherheit“ werden optisch abgegrenzt, da – obwohl aus einer rein effizienzgeleiteten Sicht kein Marktversagen besteht – staatliche Eingriffe auf Grund gesellschaftlicher Entscheidungen die Regel sind. Im Fall von „Wechselwirkungen“ kann staatliches Handeln nötig werden, obwohl eigentlich Sektoren betroffen sind, die durch autonome Anpassung gekennzeichnet sind. (© Eigene Darstellung)



Das Kriterium „Notwendigkeit staatlichen Handelns“ hat innerhalb der hier untersuchten Kriterien eine Sonderstellung. Es kann als Vorauswahlkriterium genutzt werden, um Optionen ohne die Notwendigkeit staatlicher Regulierung von Beginn an auszuschließen. Der staatliche Planer könnte dann die noch verbliebenen Optionen gemäß der anderen Kriterien priorisieren und umsetzen. Gleichwohl werden auch bei den Optionen, wo staatliches Handeln nicht als notwendig erachtet wird, auch alle weiteren Kriterien bewertet. Dies kann sich dann als sinnvoll erweisen, wenn sich die Einschätzung der Notwendigkeit staatlichen Handelns ändern sollte. Zudem wird damit der Tatsache Rechnung getragen, dass die Notwendigkeit staatlichen Handelns wie oben beschrieben hier relativ eng definiert ist.

### Effizienz

Zentraler Maßstab einer ökonomischen Evaluierung von politischem Handeln ist die (langfristige) Kosteneffizienz. Das Effizienzkriterium wird in diesem Bericht aus volkswirtschaftlicher Sicht betrachtet. Letzten Endes handelt es sich bei diesem Kriterium um eine gesamtwirtschaftliche Kosten-Nutzen Analyse. Diese ist jedoch grob gehalten, da bei vielen Instrumenten die Datenlage für eine genaue Aussage nicht ausreicht. Um also einen direkten Vergleich zwischen den verschiedenen Instrumenten zu ermöglichen, werden selbst diejenigen Instrumente, bei denen sich Kosten und Nutzen besser monetarisieren lassen, lediglich mit einem Score versehen (siehe dazu Abschnitt 5.1.2). Dieses Vorgehen erlaubt vor allem auch die Einbeziehung qualitativer Aspekte, die sich nicht genau beziffern lassen. Zudem muss betont werden, dass eine umfassende gesamtwirtschaftliche Kosten-Nutzen Analyse auch Aspekte der

Umweltverträglichkeit (als externe Effekte) und fiskalische Auswirkungen berücksichtigt.<sup>18</sup> Diese beiden Aspekte werden hier jedoch separat bewertet (zu den Gründen siehe die entsprechenden Unterabschnitte innerhalb von 5.1.1) und fallen somit aus der Effizienz-Bewertung heraus.<sup>19</sup>

Die Effizienz-Bewertungen in diesem Bericht umfassen also folgende Kosten- und Nutzenarten:

- Als Kosten:
  - Direkte Investitionskosten von privaten Akteuren
  - Direkte laufende Kosten für private Akteure
  - Wenn relevant: Opportunitätskosten privater Akteure (Erträge entgangener Alternativen, rein qualitativ)
  - Wenn relevant: Beschäftigungseffekte (rein qualitativ)
- Als Nutzen:
  - Direkt und indirekt vermiedene Klimaschäden (bei Anpassungsakteuren und anderen)

Nicht enthalten in dieser Analyse sind folglich eventuelle Synergieeffekte mit Klimaschutzziele (diese werden im Umweltverträglichkeitskriterium erfasst), direkte fiskalische Kosten und Nutzen (siehe Kriterium Fiskalische Auswirkungen), weitere Effekte auf Wettbewerbsfähigkeit und Innovation, sowie Opportunitätskosten und Beschäftigungseffekte, falls diese nicht offensichtlich relevant sind.

In Bezug auf ein Politikinstrument kann man das Effizienzkriterium so formulieren: Wird ein gegebenes Anpassungsziel durch das Instrument zu geringstmöglichen Kosten erreicht? Oder, im Hinblick auf staatliches Handeln: Kann durch das Instrument unzureichende, ineffiziente Anpassung privater Akteure effizienter, also zu geringeren gesamtwirtschaftlichen Kosten, durchgeführt werden? Die Frage der Effizienz ist also immer mit der Frage der Rolle des Staates und der Privatwirtschaft verbunden. Diese Verbindung besteht in dem Sinne, dass einer der beiden Akteure die jeweiligen Anpassungsmaßnahmen effizienter umsetzen kann. In diesem Bericht wird trotzdem zwischen der Notwendigkeit einer staatlichen Regulierung und der (enger gefassten) Effizienz unterschieden: Während die gesamtwirtschaftliche Kosten-Nutzen-Analyse unter dem Kriterium der Effizienz behandelt wird, wird die Zuständigkeit des Staates im Kriterium „Notwendigkeit“ thematisiert (siehe der entsprechende Unterabschnitt von

---

<sup>18</sup> Das UBA-Vorhaben „Kosten und Nutzen von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel“ erstellte eine Kosten-Nutzen-Analyse (Tröltzsch et al. 2012), bei der diese Aspekte explizit unter dem Begriff „Sekundärnutzen“ berücksichtigt werden.

<sup>19</sup> Zur Verdeutlichung der Abgrenzung zwischen den hier untersuchten gesamtwirtschaftlichen Effekten und den im Kriterium „Umweltverträglichkeit“ untersuchten externen Umwelteffekten sei auf das fiktive Beispiel eines Deichbaus verwiesen: Die ökonomischen Effekte umfassen die vermiedenen Kosten von Überschwemmungen für Landwirte, Hauseigentümer, Infrastruktur und Unternehmen abzüglich der Kosten für den Deichbau. In der Umweltbetrachtung werden zusätzlich die Effekte auf Flora und Fauna (bspw. Wattenmeer) und die damit einhergehenden ökonomischen Folgewirkungen berücksichtigt.

Abschnitt 5.1.1). In der erstgenannten Analyse wird von der Frage, wer aktiv wird, weitestgehend abstrahiert. In der vorgelagerten Analyse der Notwendigkeit wird dagegen die Frage gestellt, ob die diskutierte Anpassungsmaßnahme von privaten Akteuren effizienter durchgeführt werden könnte, d.h. ob eine staatliche Regulierung überhaupt notwendig ist.

Eine Kosten-Nutzen-Analyse stellt auch immer die Frage nach dem effizienten Maß der Bereitstellung von Gütern. Im Falle von öffentlichen Gütern<sup>20</sup> kann dieses Maß mit Hilfe der Samuelson Regel ermittelt werden: Die Summe der marginalen Nutzen der öffentlichen Anpassungsmaßnahmen sollte mit den öffentlichen Kosten der Investitionen übereinstimmen (Samuelson 1954). Daraus folgt insbesondere, dass die Bereitstellung eines öffentlichen Gutes zu kostspielig werden kann – beim Beispiel des Küstenschutzes kann es in manchen Fällen aus Wohlfahrtssicht von Vorteil sein, einen Siedlungsraum aufzugeben, wenn die Kosten des Überflutungsschutzes den Nutzen der Siedlung überschreitet.

### Gleichheit

Das angesprochene Beispiel aus dem Küstenschutz zeigt freilich schon eine Einschränkung einer rein ökonomischen Sichtweise auf Politikinstrumente zur Durchsetzung von Anpassung: Wirtschaftspolitik wird sich in Demokratien nie nur an Effizienzüberlegungen orientieren. Immer auch werden Verteilungswirkungen in der politischen Diskussion eine Rolle spielen. Man kann dabei die Durchsetzung von Partikularinteressen einzelner oder auch kollektiver Entscheidungsträger aus normativer Sicht kritisieren. Dennoch wird man in der Bewertung von Instrumenten nicht umhin können, auch bestehende soziale Ansprüche zu berücksichtigen. Der deutsch-britische Soziologe Ralf Dahrendorf schreibt: „Die Ökonomik ist die Angebotswissenschaft. Alles Mögliche wird aus dem Wachstum des Angebots, der Einkommen, des Lebensstandards und der Wohlfahrt abgeleitet.“ (Dahrendorf 1992). Er verweist darauf, dass Ökonomen sich in ihren Arbeiten nicht mit den vorherrschenden gesellschaftlichen Strukturen befassen, die soziale Anrechte definieren bzw. begründen und kritisiert, man dürfe „die Schwächen der ökonomischen Analyse nicht mit denen der Wirklichkeit verwechseln“.

Dieser Sicht ist freilich entgegen zu setzen, dass die Volkswirtschaftslehre auch über eine Tradition der Untersuchung von Fragen der sozialen Gleichheit verfügt, die bis in das 19. Jahrhundert zurück reicht und mit Namen wie Bentham, Edgeworth und Carver verbunden ist (Atkinson und Stiglitz 1980). Im Mittelpunkt standen aus ökonomischer Sicht dabei zunächst die Einkommensungleichheit und damit zusammenhängend normative Theorien zur Umverteilung durch (progressive) Einkommensbesteuerung.

Bei der Formalisierung von Gleichheitsfragen unterscheidet die politische Ökonomik dabei zwischen horizontaler und vertikaler Gleichheit (Atkinson und Stiglitz 1980). Mit horizontaler Gleichheit wird dabei der Grundsatz bezeichnet, dass Personen, die in bestimmten Eigenschaften gleich sind, gleich behandelt werden sollten, unabhängig von Unterschieden in anderen Eigenschaften. Konkret kann dies sich z.B. in Antidiskriminierungsgesetzen niederschlagen: So ist es in den meisten westlichen Ländern unzulässig, die Arbeitsplatzvergabe

---

<sup>20</sup> Mit dem Begriff „Öffentliche Güter“ bezeichnen Ökonomen solche Güter, an denen viele oder alle Bürger gleichermaßen partizipieren können und von deren Partizipation keiner ausgeschlossen werden kann. In der Anpassungsthematik betrifft das z.B. den Bau oder die Erhöhung eines Deiches.

von Geschlecht, Hautfarbe oder Alter abhängig zu machen, hingegen zulässig und übliche Praxis, die Ausbildung und Vorkenntnisse zu berücksichtigen. Horizontale Gleichheit würde hier bedeuten, dass etwa Personen gleicher Vorbildung dieselben Chancen auf die Arbeitsplatzvergabe bekommen sollten.

Mit vertikaler Gleichheit wird hingegen das Grundprinzip des (teilweisen) Ausgleichs von Einkommens- und Vermögensunterschieden bezeichnet, das in der progressiven Einkommensbesteuerung der meisten Industriestaaten verankert ist. Es findet seine normative Begründung in einer Reihe von ökonomischen Theorien, etwa einer utilitaristischen, die von einem Wohlfahrtsgewinn durch Umverteilung ausgeht, da der marginale Grenznutzen mit zunehmendem Einkommen abnimmt, oder auch einer Rawlsschen, die die Wohlfahrt einer Gesellschaft daran misst, wie viel die am schlechtesten Gestellten erhalten. Voraussetzung dieser Theorien ist dabei jeweils die interpersonelle Vergleichbarkeit des Nutzens, den die Wirtschaftssubjekte aus dem Einkommen ziehen; wird dieser negiert, so folgt daraus in der Regel die Negation des Prinzips der vertikalen Gleichheit, d.h. die Ablehnung von Verteilungszielen der Besteuerung (Atkinson und Stiglitz 1980). Die Diskussion zeigt freilich, dass normative Gleichheitsprinzipien im Gegensatz zum Effizienzprinzip in der Ökonomik nicht konsensfähig sind – ihre Anwendung bedarf also einer normativen Festlegung. Diese wird freilich in der Praxis nicht von Volkswirten getroffen, sondern schlägt sich in der (wirtschafts- und sozialpolitischen) Gesetzgebung nieder. Gleichwohl können Volkswirte unter Berücksichtigung von Effizienz- und Gleichheitsprinzipien, die sie als gegeben annehmen, eine Bewertung von Politikinstrumenten vornehmen. So können sie z.B. die Fragen untersuchen, welche öffentliche Politik den gleichen Zugang zu Bildungschancen oder öffentlichem Nahverkehr am effizientesten erreichen kann.

Auf unser Beispiel aus dem Küstenschutz bezogen stellt sich die Frage: Welchen Schutzanspruch kann der Einzelne gegenüber dem Gemeinwesen in Bezug auf sein Wohneigentum geltend machen? Jedermann hat in einem Rechtsstaat den gleichen Anspruch auf Schutz vor Einbrüchen – wie weit gilt ein Schutzrecht ggf. aber in Bezug auf Überflutung? Diese Frage ist unvermeidlich, wenn eine Entscheidung über die Aufgabe von Land gefällt wird, das durch Überflutung bedroht wird. Die auf dem Effizienzprinzip beruhende Anwendung der Samuelson-Regel beantwortet diese nicht. Sie kann aber weiterhelfen, wenn eventuelle Schadensersatzpflichten formalisiert worden sind: Diese verändern die Kosten der Landaufgabe aus Sicht des Staates, der in einer Güterabwägung freilich immer noch zu dem Schluss gelangen kann, dass die Landaufgabe gegenüber einem neuen Deichbau zu bevorzugen ist. In einer Diskussion von Politikinstrumenten zur Anpassung kann es nun nicht Aufgabe von Ökonomen sein, soziale Ansprüche wie in das in dem Beispiel genannte, festzulegen – die darin inhärente Güterabwägung obliegt der Politik. Ökonomen können aber, neben der Effizienzbetrachtung, auch die Verteilungswirkung von Instrumenten aufzeigen und Zielkonflikte benennen.

Um Gleichheitsaspekte in einem Score zu bewerten, werden die Richtung und die Stärke der erwarteten Effekte auf horizontale und vertikale Gleichheit abgeschätzt. Ein negativer Wert bedeutet eine stärkere Ungleichbehandlung gegenüber der aktuellen Situation, ein positiver Wert verdeutlicht dagegen eine gleichmäßigere Verteilung von Vermögen, Einkommen und/oder Rechtsansprüchen.

## Umweltverträglichkeit

Aus einer strengen ökonomischen Sicht heraus könnte man es bei der Formulierung von Effizienz- und Gleichheitsprinzipien belassen; an dieser Stelle soll jedoch auch die Umweltverträglichkeit als Politikziel benannt werden. Ökonomen untersuchen Umweltbelastungen in aller Regel anhand des Paradigmas externer Kosten: Bei wirtschaftlichen Transaktionen – etwa der Erzeugung und des Verbrauch von Elektrizität – entstehen der Allgemeinheit oder Dritten Kosten durch Umweltschäden, die von den Akteuren, im Beispiel Energieversorgungsunternehmen und Endverbraucher, bei ihren Handlungen zunächst nicht berücksichtigt werden. Dies begründet eine staatliche Regulierung mit dem Ziel, die Kosten in die Handlungen zu internalisieren – etwa durch eine Umweltsteuer (Pigou-Steuer). In der Öffentlichkeit ist vor allem das Verursacherprinzip (engl. „Polluter pays principle“) bekannt geworden: Der Verursacher soll demnach für den Umweltschaden, d.h. die von ihm verursachten externen Kosten, aufkommen. Dies kann z.B. als Begründung einer Mineralölsteuer dienen, die sowohl zur Minderung des Mineralölverbrauchs beiträgt als auch eine Finanzierung zur Schadensbeseitigung – etwa Wiederaufforstung – ermöglicht. Fasst man externe Kosten als einen „normalen“ Kostenbestandteil auf, so bedarf es keiner Festschreibung eines eigenen Prinzips der Umweltverträglichkeit: deren Berücksichtigung bei Politikinstrumenten folgt dann aus dem Effizienzprinzip; exzessive Umweltverschmutzung ist demnach ineffizient.

Dennoch gibt es gute Gründe, die Umweltverträglichkeit hier gesondert aufzuführen. Hintergrund sind die praktischen Schwierigkeiten, die Schadenskosten durch Umweltverschmutzung genau zu quantifizieren. Wie sind Gesundheitsschäden durch toxisch belastete Gewässer finanzwissenschaftlich zu bewerten? Wie teuer ist das Waldsterben infolge von Schwefeldioxidbelastungen aus Industrieabgasen? Welche wirtschaftlichen Folgen hat eine Erhöhung der weltweiten Temperaturen infolge von Treibhausgasemissionen? In aller Regel wird die ökonomische Beantwortung dieser Fragen heute vermieden, eine wohlbegründete Festlegung von Schadstoffminderungszielen tritt an die Stelle einer genauen Kosten/Nutzenabwägung der Umweltverschmutzung. Dies kann im Einzelfall durchaus kritikwürdig sein. Um zu einer vernünftigen Abwägung zu gelangen, sollte aber die Umweltverträglichkeit als eigenes Ziel aufgeführt werden.

Ein negativer Wert des Scores „Umweltverträglichkeit“ bedeutet dabei eine erwartete Verschlechterung des Umweltzustands gegenüber der Ausgangssituation, ein positiver Wert entsprechend eine relative Verbesserung.

## Fiskalische Auswirkungen

Die Belastung des Staatshaushalts bezieht sich auf die fiskalischen Kosten beziehungsweise deren Verteilung auf die jeweiligen Körperschaften (Bund, Land, Kommune), ist also für die Finanzierung des Projekts von Bedeutung. Streng genommen sind die fiskalischen Kosten zwar bereits durch eine umfassende Kosten-Nutzen-Analyse abgedeckt, ihre gesonderte Betrachtung und Bewertung kann angesichts der realen Beschränkungen der fiskalischen Leistungsfähigkeit jedoch trotzdem angebracht sein. So kann es – gegeben die Schuldenbremse für öffentliche Haushalte und die daraus resultierenden Einschränkungen bei der konkreten Ausgabenpolitik – vorkommen, dass ein langfristig vorteilhaftes Instrument mangels Verfügbarkeit der öffentlichen Finanzen nicht durchgeführt werden kann. Dies widerspricht zu einem gewissen Grade der vorherrschenden ökonomischen Sichtweise, dass vorteilhafte Projekte bei

Liquiditätsmangel durch zusätzliche Kapitalaufnahme ermöglicht werden; ist aber in dem realen Umfeld von Haushaltskonsolidierung und verfassungsmäßig festgeschriebener Schuldenbremse durchaus theoretisch denkbar. Daher werden die aus dem Instrument entstehenden Effekte auf die öffentlichen Finanzen als eigenständiges Kriterium herangezogen. Zusätzlich wird – wo dies angesichts der Datenlage möglich ist – ein grober Anhaltspunkt gegeben, welche öffentliche Stellen (Bund, Länder oder Gemeinden) erwartungsgemäß betroffen sein werden. Eine negative Bewertung der fiskalischen Auswirkungen bezeichnen fiskalische Kosten, eine positive dagegen bedeutet einen direkten positiven Nettoeffekt für den Staatshaushalt (etwa bei Einführung von Entgelten). Die betrachteten Kostenarten sind Investitionskosten, laufende Kosten (auch Personalkosten). Opportunitätskosten und Transaktionskosten sind meist nicht Gegenstand der Analyse.

### **Zeitliche Dringlichkeit**

Als weiteres Kriterium soll in diesem Bericht die zeitliche Dringlichkeit eines Politikinstruments thematisiert werden. Auch diese Dimension kann unter bestimmten Annahmen (bspw. über Diskontraten) in ein zentrales Kosten-Nutzen-Kriterium integriert werden, wobei jedoch relevante Aussagen über die zeitliche Dimension im Kosten-Nutzen-Maß „versteckt“ würden. Eine eigenes Kriterium „zeitliche Dringlichkeit“ fördert die Transparenz, indem die Bedeutung, die der zeitlichen Dimension zugemessen wird, in der Gewichtung dieses Kriteriums klar kommuniziert wird.

Bei der Bewertung der Dringlichkeit spielen zwei Unter Aspekte eine Rolle: Erstens können Maßnahmen dringend sein, weil sie sich an Vulnerabilitäten richten, die bereits heute vorhanden sind; zweitens können Maßnahmen dringend sein, weil die Vorlaufzeit bis zum Eintritt ihrer Wirksamkeit relativ lang ist (und die Vulnerabilität in der Zwischenzeit eingetreten oder angestiegen sein könnte). Im vorliegenden Bericht werden beide Unter Aspekte gemeinsam betrachtet

Die Bewertungen in der Dimension „Dringlichkeit“ orientieren sich grob an dem Zeitrahmen, in dem die Einführung der Maßnahme sinnvoll wäre. Wäre die Einführung bereits in der Vergangenheit sinnvoll gewesen (d.h. Dringlichkeit gegeben), ergibt sich eine positive Bewertung, während eine negative Bewertung bedeutet, dass das Instrument wahrscheinlich erst in der Zukunft relevant wird (gegenwärtig noch keine Dringlichkeit). Die Höhe der Bewertung gibt dann das grobe Ausmaß der Dringlichkeit wieder: Maßnahmen, die erst in fernerer Zukunft (etwa in 20 Jahren) relevant werden, würden entsprechend eine hohe negative Dringlichkeitsbewertung bekommen.

### **5.1.2 Methodische Umsetzung durch die Multikriterienanalyse**

In den vorigen Abschnitten wurden sechs Kriterien vorgestellt und diskutiert, die der vorliegenden Bewertung von Instrumenten zur Förderung von Anpassungsmaßnahmen zu Grunde liegen werden. Das Kriterium der Notwendigkeit staatlichen Handelns nimmt darunter eine Sonderstellung ein. Diese Sonderstellung soll im Folgenden durch eine separate Bewertungsmatrix für dieses Kriterium deutlich gemacht werden: Im Gegensatz zu den anderen Kriterien wird hier eine weniger ausdifferenzierte Bewertungsskala genutzt. Staatliches Handeln kann für manche Maßnahmen auf alle Fälle notwendig sein, etwa wenn die Maßnahme ein reines öffentliches Gut darstellt. Umgekehrt sind Anpassungsmaßnahmen denkbar, für deren effiziente Umsetzung staatliches Handeln erwartungsgemäß nicht

notwendig ist (wenn alle Kosten und Nutzen beim privaten Entscheider anfallen). Viele Maßnahmen aus der Realität werden weder die eine noch die andere Extremform annehmen, sondern teilweise oder unter bestimmten denkbaren Bedingungen staatliches Handeln erfordern. Folglich wird für die Bewertung der Notwendigkeit staatlichen Handelns die folgende verbal unterlegte Skala genutzt:

- Staatliches Handeln wahrscheinlich nicht notwendig
- Staatliches Handeln bedingt notwendig
- Staatliches Handeln wahrscheinlich notwendig

Diese Einstufung kann als Vorab-Prüfung genutzt werden – das heißt, es können zunächst die Optionen, bei denen staatliches Handeln nicht erforderlich ist, aussortiert werden, bevor die restlichen Optionen mit Hilfe der weiteren Kriterien bewertet werden. Im vorliegenden Bericht werden allerdings alle Optionen mit allen Kriterien bewertet, daher ist der Nutzer der MKA nicht an dieses Vorgehen gebunden.

Wenn staatliches Handeln als bedingt notwendig eingestuft wird, kann eine tiefere Betrachtung der geplanten Maßnahme Klarheit darüber bringen, ob für die konkret geplante Maßnahme staatliches Handeln eher notwendig oder eher nicht notwendig ist. Die mittlere Kategorie wird somit v.a. bei relativ breit angelegten Maßnahmen gewählt, die verschiedene Komponenten beinhalten. Die Einstufung der Notwendigkeit staatlichen Handelns wird in einer Ergebnisgrafik auffällig platziert (siehe beispielhafte Abb. 14).

Die übrigen fünf Kriterien werden unserer Evaluierung im Folgenden zugrunde gelegt; freilich bedarf es noch eines Verfahrens, um zu einer Gesamtbewertung zu gelangen. Dieses Verfahren ist die Multikriterienanalyse, die in Kapitel 3.3.2 ausführlich vorgestellt wurde. Hierzu bedarf es einer Metrisierung der fünf Dimensionen der Bewertung und eines Aggregationsverfahrens, um eine vollständige Vergleichbarkeit verschiedener Politikinstrumente durch eine Art Punktesystem zu erreichen. Die fünf Kriterien werden jeweils anhand eines Punktesystems bewertet, welches den direkten Vergleich der Auswirkungen verschiedener Instrumente ermöglicht. Die Punktevergabe erfolgt auf einer Skala von minus fünf bis plus fünf, wobei Null Neutralität des Instruments für das betreffende Kriterium bedeutet. Die Aggregation wird in der Regel eine subjektive Komponente enthalten – die relative Bedeutung der Kriterien kann letztlich nur ein politischer Entscheidungsträger festlegen. Eine Multikriterienanalyse kann hier dazu beitragen, die Bewertung transparenter zu machen. Allerdings kann sie auch zu allgemein konsensfähigen Urteilen gelangen, vor allem dann, wenn das Instrument in Bezug auf vier der fünf Kriterien neutral ist, also beispielsweise nur der Steigerung der Effizienz dient, jedoch keine Auswirkungen auf andere Dimensionen zu erwarten sind. Ein typisches Aggregationsverfahren ist die Bildung eines gewichteten Durchschnitts von Punkten, die in den Einzeldimensionen vergeben wurden. Das setzt eine Punktbewertung in den fünf Einzeldimensionen voraus. Dieser Punktbewertung kann dabei auch eine andere Metrik zugrunde liegen – so könnte man z.B. bei Anpassungsmaßnahmen wie dem Deichbau eine (makroökonomische) Kosten-Nutzen-Analyse zugrunde legen, deren Ergebnis man in der Dimension „Effizienz“ ausweist. Um eine sinnvolle Aggregation der Dimensionen zu ermöglichen, wird man freilich die makroökonomische Kosten oder Gewinne ihrerseits wieder auf einer Bewertungsskala abbilden müssen. Natürlich kann es auch Instrumente geben, die in einer der Bewertungsdimensionen neutral sind – insofern bietet es sich an, eine im Nullpunkt zentrierte Punktbewertung vorzunehmen. Bei der Messung der Verteilungswirkung eines

einzelnen Instruments wird es schwieriger; hier stehen ggf. aber der Gini-Koeffizient oder ähnliche Maße für die Ungleichverteilung zur Verfügung (Frick et al. 2007). Wie üblich kann es bei der Verfolgung der Ziele zu Konflikten kommen, die aufzuzeigende Aufgabe der Ökonomen und die zu bewertende Aufgabe politischer Entscheidungsträger ist.

Eine Bewertung kann man dann wie in Abb. 14 darstellen. Tab. 12 dient als Interpretationshilfe für alle Bewertungsgrafiken – hier werden die wiederkehrenden Begriffe noch einmal kurz erläutert.

Im Folgenden werden die 14 identifizierten Politikinstrumente mit zugehörigen Anpassungsmaßnahmen vorgestellt und mit Hilfe einer Multikriterienanalyse bewertet. Die Bewertung gliedert sich jeweils in fünf Abschnitte:

1. Zur Einführung werden das zu bewertende Instrument und die dadurch geförderte Anpassungsmaßnahme kurz erläutert.
2. Da es sich bei vielen der Instrumente um bereits im Ausland angewandte Instrumente handelt, soll die prinzipielle Anwendbarkeit auf Deutschland geprüft werden, insbesondere ob die von den Maßnahmen beeinflussten Vulnerabilitäten für Deutschland relevant sind und wie die gesellschaftliche und politische Akzeptanz einzuschätzen ist.
3. Um der herausgehobenen Stellung der Notwendigkeit staatlichen Handelns gerecht zu werden, wird zunächst eine Einordnung in eine von drei Kategorien vorgenommen: Staatliches Handeln ist wahrscheinlich nicht notwendig, bedingt notwendig bzw. wahrscheinlich notwendig.
4. Anschließend folgt die eigentliche Multikriterienanalyse, in welcher die Instrumente an Hand der fünf Kriterien Effizienz, Umweltverträglichkeit, Verteilungswirkung, Dringlichkeit, sowie Fiskalische Auswirkungen bewertet werden.
5. Schließlich werden jeweils alternative Optionen aufgezeigt und ihre Konsequenzen kurz diskutiert, um deutlich zu machen, dass die vorgestellte Instrumenten-Maßnahmen-Kombination nicht die einzige Möglichkeit ist, auf die jeweiligen Vulnerabilitäten zu reagieren.

### **5.1.3 Methodische Unterschiede im Vergleich zum Vorhaben „Policy Mix“**

Das zeitlich nachgelagerte Forschungsvorhaben des UBA „Vorschlag für einen Policy Mix für den Aktionsplan Anpassung an den Klimawandel II“ (FKZ 3712 48 102) benutzt eine ähnliche Methodik, um eine Priorisierung von möglichen Anpassungspolitikinstrumenten vorzunehmen. Ziel dieses Vorhabens ist ein fachlich begründeter Vorschlag für die Fortschreibung des APA auf Bundesebene zu erstellen. Der vorliegende Bericht (Teil des Projekts INADAP) liefert hierfür Vorarbeiten, indem Vorschläge für die Definition und Bewertung von Kriterien gemacht werden. Der vorliegende Bericht ist also im Vergleich zum Bericht des Vorhabens „Policy Mix“ eher explorativ. Die Bewertungskriterien werden im „Policy Mix“-Vorhaben entsprechend der gewünschten Anwendung überarbeitet und sind somit nicht direkt übertragbar. Im Folgenden sind die wichtigsten Unterschiede im Verständnis, Abgrenzung oder Benennung der Kriterien zusammengefasst:

- Im „Policy-Mix“-Vorhaben wird zwischen der Bewertung von Maßnahmen und Instrumenten scharf getrennt. Der Unterschied zwischen Maßnahmen und Instrumenten

wird in beiden Forschungsvorhaben gleich gesehen: Instrumente sind Mittel, mit denen staatliche Stellen ein Verhalten steuern / beeinflussen können, während Maßnahmen die eigentlichen Anpassungsaktionen sind, die die Vulnerabilität letztlich senken können. Da im vorliegenden Bericht exemplarische Instrumente bewertet werden, die bereits in anderen Ländern oder in Teilregionen Deutschlands mit konkreten Maßnahmen umgesetzt werden, erfolgt letztlich jeweils eine gemeinsame Bewertung von Instrument und Maßnahme. Die Bewertungen sind also nur bedingt vergleichbar, da im „Policy Mix“-Vorhaben Maßnahmen und Instrumente getrennt bewertet werden, während im vorliegenden Bericht eine Gesamtbewertung einer bestimmten Instrumenten-Maßnahmen-Kombination vorgenommen wird.

- Im „Policy Mix“-Projekt gibt es zwei vorgelagerte Ausschlusskriterien: Vulnerabilität und Dringlichkeit. Beide Aspekte sind in der hier verwendeten Systematik erfasst, allerdings als Einflussfaktor für die Effizienz (Vulnerabilität) bzw. als „normales“ Bewertungskriterium (Dringlichkeit).
- Das im „Policy-Mix“-Vorhaben genutzte Kriterium „Systemrelevanz“ wird im vorliegenden Bericht nicht explizit betrachtet, da es letztlich auf das hier verwendete Kriterium „Effizienz“ Einfluss findet. Dahinter steht die Annahme, dass Systemrelevanz in einer gesamtwirtschaftlichen Kosten-Nutzen-Rechnung in Form von sehr hohen Nutzenwerten erfasst werden kann.
- Für das im „Policy-Mix“-Vorhaben genutzte Kriterium „Effektivität“ gibt es vorliegenden Bericht kein direkt vergleichbares Kriterium. Wo dies geboten erschien, finden vergleichbare Überlegungen zwar Eingang in die Argumentationen zur Kosteneffizienz, jedoch wird dies nicht systematisch verfolgt.
- Das Kriterium „Kosten“ im „Policy Mix“-Vorhaben beinhaltet administrative und Opportunitätskosten. Es ist damit weder mit dem hier genutzten „Effizienz“- noch mit dem „Fiskalische Auswirkungen“-Kriterium direkt vergleichbar. Im vorliegenden Bericht werden Opportunitätskosten aus Gründen der Datenverfügbarkeit und Schwierigkeiten bei der Einschätzung nur in begründeten Einzelfällen berücksichtigt. Im Gegenzug werden neben den (administrativen) Kosten des bewerteten Instruments auch Folgekosten für die gesamte Volkswirtschaft (auch Investitionskosten) betrachtet, die bei Einführung des Instruments und dabei der betrachteten Maßnahme entstehen würden.
- Das Kriterium „Wirtschaftliche Akzeptanz“ hat grobe Ähnlichkeit mit dem Konzept der vertikalen Gleichheit in diesem Bericht. Allerdings wird vertikale Gleichheit als politisch gewollter Ausgleich zwischen den gesellschaftlichen Gruppen verstanden, während im „Policy-Mix“-Vorhaben eine andere Definition genutzt wird, nämlich die der Verteilung von wirtschaftlichen Auswirkungen auf verschiedene Akteure unter Abhängigkeit ihrer Bedeutung. Sollte durch eine Maßnahme eine wirtschaftlich benachteiligte Gruppe einen Vorteil auf Kosten von wirtschaftlich Privilegierten, jedoch bedeutsamen Akteuren erhalten, würde diese Maßnahme im vorliegenden Bericht positiv bewertet und im Policy-Mix-Logik negativ. Zusätzlich wird in diesem Bericht neben der vertikalen auch die horizontale Gleichheit betrachtet und beide Aspekte in dem Kriterium „Gleichheit“ aggregiert.
- Die Kriterien „rechtlich / administrative Umsetzbarkeit“, „Flexibilität“, Wechselwirkungen zu anderen Anpassungsmaßnahmen und Instrumenten“ sowie

„Wechselwirkungen mit Lebensqualität“ werden auf Grund des explorativen Charakters dieses Berichts hier nicht betrachtet.

- Das Kriterium „gesellschaftliche Akzeptanz“ wird zwar hier nicht als separates Kriterium geführt, wird jedoch - wo dies relevant erschien - unter der Überschrift „Anwendbarkeit“ kurz thematisiert.
- Die im „Policy Mix“-Vorhaben diskutierten Kriterien „Wechselwirkungen mit nachhaltigem Wachstum“ und „Wechselwirkungen mit Abbau von Verschuldung“ haben breite Überschneidungen mit den hier verwendeten Kriterien „Umweltverträglichkeit“ bzw. „Fiskalische Auswirkungen“.
- Das im „Policy Mix“-Vorhaben diskutierte Kriterium „Wechselwirkungen mit Beschäftigung“ ist in begründeten Einzelfällen im vorliegenden Bericht im Kriterium „Effizienz“ explizit berücksichtigt. Wo dies nicht erfolgt, war eine Bewertung nicht naheliegend oder auf Grund fehlender Daten nicht möglich.
- Das Kriterium „Dringlichkeit“ wird in beiden Vorhaben als Aggregat von zwei Unterkriterien verstanden: Einerseits können Maßnahmen dringend sein, weil sie sich an Vulnerabilitäten richten, die bereits heute vorhanden sind („Klimawirkung“); andererseits können Maßnahmen dringend sein, weil die Vorlaufzeit bis zum Eintritt ihrer Wirksamkeit relativ lang ist (und die Vulnerabilität in der Zwischenzeit eingetreten oder angestiegen sein könnte) („Time-Lag“). Im vorliegenden Bericht werden beide Unter Aspekte gemeinsam unter dem Kriterium „Dringlichkeit“ betrachtet. Im „Policy-Mix“-Vorhaben wird die Dringlichkeit als binäre Variable genutzt („dringend oder nicht dringend“), im vorliegenden Bericht in einer grob zu interpretierenden Ordinalskala („wie dringend ist eine Option“).

## 5.2 Ordnungsrechtliche Instrumente

### 5.2.1 Gebot: Sommerlicher Wärmeschutz in der Energieeinsparverordnung (EnEV)

#### Beschreibung

Bei den künftigen Novellierungen der Energieeinsparverordnung im Gebäudebereich könnte auch der Aspekt des sommerlichen Wärmeschutzes im Hinblick auf etwaige Optimierungsmöglichkeiten betrachtet werden. Während die EnEV bereits Höchstwerte für den Wärmedurchgangskoeffizienten von wärmeübertragenden Umfassungsflächen (EnEV §3(2) und §4(2)) sowie Sonneneintragskennwerte (EnEV §3(4) und §4(4)) festsetzt, bestehen zur Zeit noch keine Bestimmungen zu Sonnenschutzvorrichtungen. Diese könnten integriert werden. Denkbar wären vor allem eine Pflicht zum Einbau von Beschattungsmaßnahmen wie Jalousien oder Rollläden, möglicherweise aber auch die Nutzung von hellen Fassaden und Dachfarben beim Hausbau.<sup>21</sup>

---

<sup>21</sup> Es gibt zwar bisher keine Rechtsnorm, die einen sommerlichen Wärmeschutz vorschreibt, jedoch gibt es erste Gerichtsurteile, die einen Anspruch auf Einhaltung entsprechender DIN-Normen sehen (siehe hierzu z.B. <http://www.homesolute.com/hausbau/waermeschutz/ist-sommerlicher-waermeschutz-pflicht/>).

## **Anwendbarkeit**

Das Instrument richtet sich an in Deutschland vorhandene Vulnerabilitäten (Hitzebelastung) und sollte problemlos in das bestehende EnEV einzubinden sein.

## **Notwendigkeit staatlichen Handelns**

Unabhängig von den Vor- und Nachteilen des Instruments stellt sich die Frage, ob Anpassung im Bereich sommerlicher Wärmeschutz durch staatliche Regulierung optimiert werden muss. Hier sollte zwischen Eigenheimen, Mietwohnungen und dem Arbeitsplatz differenziert werden. Im Hinblick auf Eigenheime sollte es im Interesse der Besitzer sein, bei bestehenden Vulnerabilitäten Anpassungen durchzuführen. Ein Gebot ist nicht wünschenswert wenn gesunde Menschen, bei denen keine oder nur geringe Kosten zu erwarten sind, zur Anpassung gezwungen werden. Eine Informationskampagne zu den individuellen Vorteilen des Wärmeschutzes wäre vorzuziehen, um suboptimale Entscheidungen privater Akteure zu vermeiden. Allenfalls spricht die Externalität einer geringeren Produktivität durch verminderte Schlafqualität für ein Gebot, da verminderte Produktivität an heißen Tagen in der Regel keinen direkten Einfluss auf die Entlohnung hat, somit also kein privater Anreiz zur Anpassung besteht.

Sofern der Einbau sommerlichen Wärmeschutzes eine Mieterhöhung rechtfertigt (§ 559 BGB gestattet Mieterhöhungen bei Modernisierungsmaßnahmen), besteht auch für Vermieter ein Anreiz, für ausreichend sommerlichen Wärmeschutz zu sorgen. Mietern entsteht somit kein explizierter Vorteil durch ein Gebot. Nichtsdestotrotz bietet es den stärkeren Anreiz, besonders in Fällen in denen Mieterhöhung nicht zulässig oder praktikabel ist. Am Arbeitsplatz bietet der drohende Produktivitätsverlust einen ausreichenden Anreiz zur Anpassung (Tröltzsch et al. 2012), obwohl Krankheitskosten oft nicht ausreichend internalisiert werden.

Insgesamt wäre ein Gebot zum sommerlichen Wärmeschutz somit kosteneffizienter, wenn es lediglich auf Gebäude angewendet wird, in denen sich Menschen aufhalten, die besonders sensibel auf Wärme reagieren und bei denen eventuell kein ausreichender privater Anreiz zur Anpassung besteht, also beispielsweise Krankenhäuser und Seniorenheime. Allerdings würde eine solche Anpassung die administrativen Kosten signifikant erhöhen. Das Notwendigkeitskriterium erhält daher eine mittlere Bewertung („staatliches Handeln bedingt notwendig“), da die Notwendigkeit staatlichen Handelns nur in einigen Fällen gegeben ist.

## **Effizienz**

Auf der Nutzenseite stehen vorrangig die vermiedenen, durch hohe Wärmebelastung entstehenden Kosten. Mehrere Studien (Hübler und Klepper 2007; Kemfert 2007; Bräuer et al. 2009) befassen sich mit den Kosten des Klimawandels durch zusätzliche Wärmebelastung in Deutschland. Für den Zeitraum 2071 bis 2100 schätzen Hübler und Klepper die jährlichen Kosten durch hitzebedingte Krankenhausaufenthalte auf 494,7 Mio. € (Hübler und Klepper 2007). Zusätzlich ergeben sich bei einer Annahme von 3% Produktivitätsverlust bei starker Wärmebelastung (gefühlte Temperatur zwischen 32°C und 38°C) und 12% bei extremer Wärmebelastung (gefühlte Temperatur über 38°C) jährliche Kosten von 6 Mrd. € (Hübler und Klepper 2007). Da 90% aller Arbeiten in Gebäuden stattfindet, beträgt der hier relevante

Produktivitätsverlust 5,4 Mrd. €. Abzüglich der bereits heute bestehenden Kosten von 1,223 Mrd. € entspricht dies einer jährlichen Mehrbelastung von 4,177 Mrd. € (eigene Berechnung aufgrund Daten von Hübler und Klepper 2007)<sup>22</sup>.

Insgesamt ergeben sich also zusätzliche hitzebedingte Kosten von bis zu 4,67 Mrd. € (0,19% des BIP 2011) pro Jahr welche durch aktive und passive Kühlung von Gebäuden verringert werden können. Diese Zahl ist mit starken Unsicherheiten belastet und bietet damit allenfalls einen ungefähren Richtwert (nähere Informationen hierzu in Hübler und Klepper 2007).

Des Weiteren ist zu bezweifeln, dass die gesamten oben angeführten Kosten durch ausschließlich passiven sommerlichen Wärmeschutz eliminiert werden können. Ein geringer Einsatz von Klimaanlage wäre aller Voraussicht nach weiterhin notwendig. Tröltzsch et al. 2012 zu Folge würden sich die jährlichen volkswirtschaftlichen Gesamtkosten der Klimaanlageennutzung jedoch um bis zu 30%, also von 1,484 Mrd. € auf 1,039 Mrd. € (Jochem und Schade, 2009), reduzieren lassen. Der direkte Nutzen eines Gebots zum sommerlichen Wärmeschutz läge somit zwischen 0,445 Mrd. € (0,017% BIP) und 4,67 Mrd. € (0,19% BIP). Hinzu kommt die Bereinigung eines Anpassungsdefizits, also der Nutzen durch Abwendung bereits bestehender Hitzeschäden, die wie bereits erwähnt in einem Bereich von 1,223 Mrd. € (0,048% BIP, momentane Produktivitätseinbußen durch Hitzetage) liegen.

Des Weiteren ergibt sich ein indirekter Nutzen durch Einsparung von Strom (Kühlschränke benötigen eine geringere Leistung) zusätzlich zur Einsparung durch die geringere Nutzung von Klimaanlage. Außerdem verringern kühlere Räume den Wasserverbrauch (kühlende Dusche, Trinken, WC Spülung). Möglich ist auch die Einsparung von Heizkosten im Winter, falls sommerlicher Wärmeschutz auch zur besseren Isolierung des Hauses beiträgt. Dieses Potential ist bei den vorgeschlagenen Maßnahmen jedoch eher gering.

Die volkswirtschaftlichen Gesamtkosten der Ausstattung von Gebäuden mit sommerlichem Wärmeschutz sind schwer zu beziffern, jedoch wird im Folgenden eine grobe Hochrechnung zur besseren Orientierung erstellt. Als Berechnungsgrundlage dienen Expertenmeinungen sowie Daten des Statistischen Bundesamts. Bei einer Annahme von 0,25m<sup>2</sup> Fensterfläche pro Quadratmeter Wohnfläche, Kosten von 200€/m<sup>2</sup> (Jalousien) und einer gesamtdeutschen Wohnfläche von 3,5 Mrd. m<sup>2</sup> würde die flächendeckende Ausstattung von Wohngebäuden mit Jalousien insgesamt 175 Mrd. € (6,9% BIP) kosten. Hinzu kommen 0,9 Mrd. € (0,035% BIP) pro Jahr durch Neubau. Rollläden (90€/m<sup>2</sup>) führen zu geringeren Kosten von 78,75 Mrd. € (3,1% BIP) für den Gesamtbestand beziehungsweise 0,405 Mrd. € (0,016% BIP) pro Jahr für den Neubau, sind jedoch nicht lichtdurchlässig und somit nicht optimal als Wärmeschutzmaßnahme geeignet. Sollte der gesamte Gebäudebestand innerhalb der nächsten 60 Jahre mit Jalousien ausgerüstet werden (unter der unrealistischen Annahme, dass zurzeit kein Gebäude Jalousien besitzt) würden sich inklusive Neubauten jährliche Kosten von 3,82 Mrd. € ergeben (ausschließlich Wohngebäude).

---

<sup>22</sup> Schließlich ist mit voraussichtlich ca. 12000 zusätzlichen Hitzetoten pro Jahr zu rechnen (zurzeit ca. 4.500, also insgesamt ca. 16.500 im Jahr 2100). Da menschliches Leben ein absolutes Schutzgut darstellt und eine Monetarisierung auch aus theoretischer Perspektive sehr viele Schwierigkeiten beinhaltet, sollte deshalb dieser Aspekt separat behandelt werden.

Im Hinblick auf die Effizienz ist somit nicht eindeutig geklärt, ob der Nutzen die Kosten überwiegt. Auf der Nutzenseite stellt sich die Frage, wie viel des potentiellen Nutzens von insgesamt 5,89 Mrd. € p.a. realisiert werden kann. Die Kosten hängen substantiell von Annahmen zur Ausrüstung des Gebäudebestandes ab. Festzustellen ist jedoch, dass sich die Anzahl der zu beklagenden Todesopfer reduzieren könnte. Außerdem wird sich der Nutzen gegen Ende des Jahrhunderts erhöhen. Das Instrument Gebot des sommerlichen Wärmeschutzes ist somit als Langzeitinstrument mit potentiell jedoch unsicherem Nettotonnen zu betrachten. Das Effizienzkriterium erhält damit einen relativ niedrigen, aber positiven Score von +2.

### **Umweltverträglichkeit**

Die Umweltverträglichkeit des Instruments ist als hoch zu bewerten. Der passive Wärmeschutz ist im Gebrauch (Produktion nicht einbezogen) CO<sub>2</sub> neutral und reduziert den Stromverbrauch und damit CO<sub>2</sub> Emissionen durch Einsparung beziehungsweise geringeren Nutzung von Klimaanlageanlagen. Auf die europäischen Gesamtemissionen hat das Instrument kurzfristig allerdings keine Auswirkung, da alle CO<sub>2</sub> Emissionen im Stromsektor durch das EU ETS gedeckelt sind. Eine Einsparung von Emissionen durch sommerlichen Wärmeschutz führt bei gleichbleibender Obergrenze somit nicht zu einer Reduktion der europaweiten Emissionen. Längerfristig könnten sich Wirkungen auf Emissionen einstellen, wenn z.B. verringerter Stromverbrauch durch Wärmeschutz eine Verringerung der Obergrenze ermöglicht.

Nichtsdestotrotz trägt das Instrument zur Stromeinsparung, und damit zum Ziel der Bundesregierung, den Primärenergieverbrauch zu senken, bei. Der geringere Wasserverbrauch führt ebenfalls zu erhöhter Umweltverträglichkeit und ist besonders in gefährdeten Regionen in Ostdeutschland von Bedeutung. Die Nutzung von hellen Fassaden und Dächern könnte – weltweit eingesetzt – den Klimawandel durch den sogenannten Albedo-Effekt sogar abmildern (Akbari et al. 2009). Da zumindest kurzfristig nur geringe Emissionseinsparungen erwartet werden können, erhält das Umweltverträglichkeitskriterium trotzdem nur einen relativ geringen, aber positiven Score von +2.

### **Gleichheit**

Im Hinblick auf Gleichheit verhält sich das Gebot relativ neutral, da alle Menschen gleichermaßen betroffen sind (horizontale Gleichheit). Allerdings hilft das Instrument vor allem geschwächten Menschen (Senioren und Säuglinge). Zudem haben besonders Mieter häufig geringe Möglichkeiten, auf die Isolierung und den Sonnenschutz ihrer Wohnung Einfluss zu nehmen und sind damit sowohl höheren Preisen für Heizmaterial, als auch einer erhöhten Wärmebelastung durch die Sonneneinstrahlung relativ machtlos ausgeliefert. Ein Gesetz würde helfen, dieses Prinzipal-Agenten-Problem zwischen Vermieter und Mieter zu entschärfen. Andererseits ist das Instrument regressiv, denn obwohl die Kosten proportional zur Wohnungsgröße wachsen, werden einkommensschwache Menschen relativ stärker belastet, da sie einen höheren Anteil ihres Haushaltseinkommens für Wohnkosten aufwenden müssen. Dies gilt in besonderem Maße für Haushalte, bei denen der private Nutzen des Sonnenschutzes unter den Kosten liegt (z.B. junge Geringverdiener). Das Gleichheitskriterium erhält auf Grund dieser gegenläufigen Tendenzen mit unklarem Netto-Effekt einen neutralen Score von 0.

## Fiskalische Auswirkungen

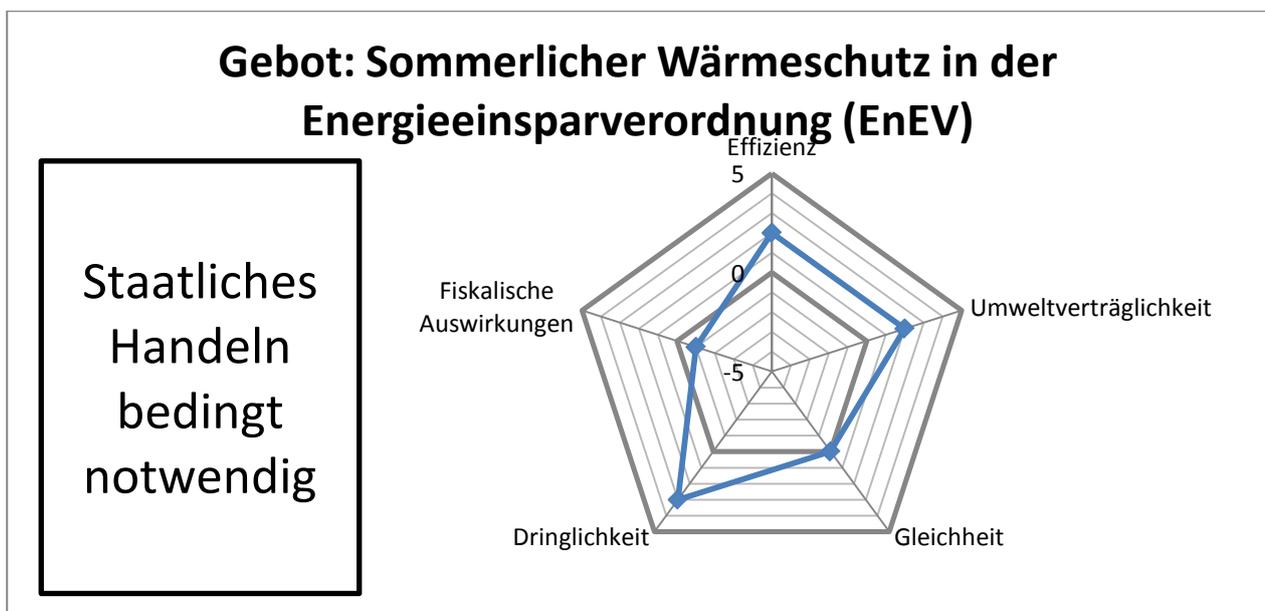
Die Belastung der öffentlichen Haushalte bei einem Gebot ist relativ gering. Kosten entstehen v.a. für die Administrierung des Gesetztes, insbesondere für die Kontrolle. Da sich Letztere jedoch in bestehende Kontrollen zu Gebäudestandards einbinden ließe, sollten zusätzliche Kosten gering sein.

Direkte Kosten entstehen bei Anpassungsmaßnahmen an Gebäuden in öffentlicher Hand, die in der Regel von der besitzenden Körperschaft getragen werden. Das Netto Ergebnis kann hier jedoch durchaus positiv sein. Beispielsweise entstehen bei der Anpassungsmaßnahme „aktive Kühlung“ von staatlich geführten Krankenhäusern in Deutschland jährliche Kosten von 75 Mio. € - 237,5 Mio. €, denen ein jährlicher Nutzen von 94 Mio. € - 137 Mio. € gegenübergestellt wird (Berechnung aufgrund von Ecologic Daten (Tröltzsch et al. 2012)). Das Fiskalkostenkriterium erhält einen Score von -1, da zwar Kosten erwartet werden, diese aber gering sind.

## Dringlichkeit

Insgesamt handelt es sich bei Wärmeschutz um eine langfristige Anpassungsmaßnahme. Zwar sollte sommerlicher Wärmeschutz in Neubauten integriert werden, jedoch ist die Anpassung des bestehenden Gebäudebestandes nicht dringend, da sich die Schäden voraussichtlich erst in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts erhöhen. Unter der Annahme, dass das Instrument zunächst nur auf Neubauten angewendet wird, gilt auf Grund der langen Investitionszyklen und begrenzten Nachrüstmöglichkeiten jedoch trotzdem eine relativ hohe Dringlichkeitsstufe (d.h. die Einführung des Instruments wäre auch schon in der Vergangenheit sinnvoll gewesen). Das Dringlichkeitskriterium wird daher hier mit +3 bewertet.

Abb. 16: Gebot - sommerlicher Wärmeschutz (© Eigene Darstellung)



## Alternative

Wie aus der Argumentation in Abschnitt „Notwendigkeit staatlichen Handelns“ hervorgeht, ist es grundsätzlich fraglich, ob auf staatlicher Seite Handlungsbedarf besteht. Eine Alternative zu

dem beschriebenen Vorgehen besteht somit darin, den sommerlichen Wärmeschutz der freien Entscheidung der Hauseigentümer und Mieter zu überlassen. Wie oben beschrieben, sind zwar Fälle denkbar, bei denen dann eine unzureichende Anpassung zu erwarten ist. Die Kosten, die durch eine starke Regulierung des sommerlichen Wärmeschutzes auch bei nicht sehr sensitiven Bevölkerungsgruppen entstehen würden, könnten jedoch zu dem Entschluss führen, im Bereich des sommerlichen Wärmeschutzes nicht regulativ einzugreifen.

Denkbar sind auch finanzielle Anreize und/oder Informationskampagnen für besonders vulnerable Bevölkerungsgruppen, z.B. Bewohner und Betreiber von Seniorenzentren.

## **5.2.2 Verbot: Bauverbot in HQ100-Gebieten**

### **Beschreibung**

In Österreich gilt ein generelles Bauverbot im Überflutungsbereich von 100-jährlichen Hochwassern (HQ100, wird in einer unendlich lang gedachten Reihe von Beobachtungsjahren im Durchschnitt alle 100 Jahre erreicht oder überschritten). Diese Flächen dürfen nicht als Bauland ausgewiesen werden. Es ist zu erwarten, dass sich diese Gebiete durch den Klimawandel vergrößern, ein Bauverbot also zunehmend größere (positive und negative) Auswirkungen hätte.

### **Anwendbarkeit**

Das Verbot richtet sich an durch Wildbäche und Flüsse verursachte Hochwasserschäden. Diese Vulnerabilitäten sind für Deutschland relevant (Beispiel Elbehochwasser 2002, 5,5 Mrd. € Gebäudeschäden). Institutionelle Rahmenbedingungen sind vorhanden, so dass die Anschlussfähigkeit an das administrative System problemlos möglich sein sollte. Die politische Akzeptanz sollte auf Grund des zugrunde liegenden Schutzgedankens hoch sein, jedoch ist Lobbyismus von Bauunternehmen und Industrie zu erwarten. Dies gilt besonders, da in der Regel die Kommunen für Bebauungspläne zuständig sind, welche besonders sensibel auf lokale Interessengruppen reagieren. Eine übergeordnete Raunplanung durch den Bund wäre somit wünschenswert. Gesellschaftliche Akzeptanz könnte ebenfalls ein Problem darstellen, wenn myopische Risikowahrnehmung zur Unterschätzung von Gefahren führt.

### **Notwendigkeit staatlichen Handelns**

In der Theorie sollte sich ein nutzenmaximierender Bauherr der Risiken und zu erwartenden Kosten bewusst sein und somit eine optimale (effiziente) Entscheidung treffen. In der Praxis jedoch führt myopische Risikowahrnehmung zu ineffizienter Bauplanung, wenn selten eintretende Ereignisse behandelt werden, als existierten sie gar nicht. Die wahrgenommenen Erwartungskosten liegen somit unter den realen Erwartungskosten und es werden aus volkswirtschaftlicher Sicht falsche Bauentscheidungen getroffen.

Des Weiteren führt der sogenannte „charity hazard“ zur Externalisierung (Abschiebung) privater Kosten. So greifen Staat und wohltätige Organisationen bei Hochwasserereignissen oft unterstützend ein (Habersack 2003). Für die Beteiligten spielt es im Nachhinein also keine Rolle, ob vorher eine Hochwasserschadensversicherung abgeschlossen wurde oder nicht. Versicherungsprämien spiegeln die zu erwartenden Kosten wieder und liefern somit Informationen, welche zur Entscheidungsfindung genutzt werden. Wenn ein Hausbesitzer annimmt, dass eventuelle Hochwasserschäden zumindest zum Teil vom Staat übernommen

werden, reduziert dies die privaten Kosten und führt zum Ignorieren der Risiken. In der Tat sind zurzeit lediglich 30% der deutschen Wohngebäude elementarschadenversichert (GDV 2012b). 26% haben ihren Hausrat gegen Elementarschäden versichert (GDV 2012b).

Der Nachteil eines Verbots besteht darin, dass automatisch auch wohlfahrtsteigernde Baumaßnahmen verboten werden. Ein rationaler Bauherr, der beispielsweise seinen Elbblick so sehr genießt, dass er bereit ist, sein Haus nach einem Hochwasser auf eigene Kosten zu reparieren oder eine hohe Versicherungsprämie zu zahlen, wird von einem Verbot davon abgehalten. Dies ist aus volkswirtschaftlicher Sicht ineffizient. Es müsste hier jedoch sichergestellt werden, dass die Kommune in einem solchen Fall nicht für den Schutz bzw. Wiederaufbau des Hauses zu sorgen hat.

Zusammenfassend korrigiert ein Verbot ein vorhandenes und beobachtbares Marktversagen und erhält somit die Bewertung „Staatliches Handeln wahrscheinlich notwendig“.

### Effizienz

Der Nutzen eines Bauverbots für gefährdete Gebiete besteht aus den vermiedenen Kosten durch Hochwasserereignisse. Diese setzen sich zusammen aus Vermögensschäden an Gebäuden und Hausrat, Wertschöpfungsverlusten durch Produktionsrückgang (direkt durch betroffene Produktionsstätten sowie indirekt durch Schäden an Infrastruktur und damit verbundene Transportprobleme), wirtschaftliche Schäden durch Katastrophenschutz sowie Personenschäden (Dehnhardt et al. 2008). Ausgehend von Schätzungen für Zentral-Nord-Europa (Ciscar et al. 2010), ergeben sich 0,257 Mrd. € - 0,514 Mrd. € jährliche Mehrkosten für Deutschland, zusätzlich zu den bereits bestehenden Kosten von 500 Mio. € im Jahr (Gerstengarbe 2011). Diese Angaben decken sich mit der Schätzung von Bräuer et al. eines jährlichen Gesamtschadens von 1,1 Mrd. bis 2050 und 2,3 Mrd. € bis 2100 (Bräuer et al. 2009).

Alternativ kann der Nutzen aus der Einsparung von Maßnahmen zum technischen Hochwasserschutz wie Deichbau oder Auffangbecken abgeleitet werden. Diese sind nicht nur mit hohen direkten Kosten verbunden, sondern auch stets mit einem Restrisiko belastet, da ihre Effektivität nicht unter allen Umständen garantiert werden kann. Ein weiterer Nachteil von Deichbau besteht darin, dass Flussläufe von ihren natürlichen Überflutungsflächen getrennt werden. Dies erhöht die Fließgeschwindigkeit im Falle eines Hochwassers und erhöht so den Schaden für Unterlieger (Pohl 2002 in Kuhlicke und Drünkler 2004). Dies könnte in der Kosten-Nutzen Rechnung einzelner Kommunen übergangen werden. Weiterer Nutzen eines Bauverbots besteht in der Reaktivierung von Auenlandschaften, erhöhter Nährstoffretention auf Überschwemmungsflächen, Trinkwasser-speicherung und Freizeitnutzung.

Die direkten Kosten eines Bauverbots sind gering. Die Hauptkosten bestehen in der Bestimmung der betroffenen Gebiete, jedoch sind entsprechende Hochwasserkarten oftmals bereits vorhanden. Von Bedeutung sind laut Dehnhardt et al. hingegen Opportunitätskosten aufgrund entgangener Nutzungsmöglichkeiten wie Land- und Forstwirtschaft, Siedlungs- und Gewerbeentwicklung (Dehnhardt et al. 2008). Diese sind schwer zu quantifizieren und müssen jeweils im Vergleich zur nächstbesten Alternative berechnet werden. Sofern Alternativen in der näheren Umgebung vorhanden sind, sollte der Verlust von potentieller Gewerbefläche relativ gering sein. Auch könnten viele HQ100 Gebiete weiterhin land- und forstwirtschaftlich genutzt werden, so dass auch hier keine größeren Wohlfahrtseinbußen zu erwarten sind.

Problematisch wird hingegen die Berechnung der Kosten durch entgangene Siedlungsmöglichkeiten. Theoretisch muss hier der private Nutzen eines Hauses im HQ100 Gebiet mit dem privaten Nutzen desselben Hauses in einem alternativen Wohnungsgebiet verglichen werden. Dies kann mithilfe der Grundstückspreise approximiert werden, welche im Idealfall gleichzeitig die zu erwartenden Kosten widerspiegeln sollten. Wie im Abschnitt Notwendigkeit erläutert, ist dies jedoch nicht immer der Fall. Die Bauindustrie wird bei ausreichenden Alternativen voraussichtlich nicht belastet werden. Insgesamt sind die vermiedenen Schäden also hoch, während die Opportunitätskosten eher als gering einzuschätzen sind, aber unsicher zu quantifizieren sind. Das Effizienzkriterium erhält wegen der verbundenen Unsicherheiten einen mittelhohen positiven Score von +3.

### **Umweltverträglichkeit**

Positive Effekte des Verbots auf die Umwelt entstehen, sofern Auenlandschaften erhalten bleiben, welche in einem Szenario ohne Bauverbot zerstört worden wären. Unter Umständen ist durch die Einschränkung ein erhöhter Siedlungsdruck auf andere erhaltenswerte Gebiete möglich. Dieser Effekt ist aber aller Voraussicht nach eher klein. Da die positiven Effekte relativ sicher sind, während die negativen Effekte von unsicheren Faktoren abhängen, erhält das Kriterium Umweltverträglichkeit einen positiven Score von +2.

### **Gleichheit**

Betrachtet man den Aspekt horizontale Gleichheit, so sind die Auswirkungen eines Bauverbotes eher negativ, da Bauherren in HQ100 Gebieten gegenüber Bauherren in nicht gefährdeten Gebieten benachteiligt werden. Nicht nur werden Landbesitzer in HQ100 Gebieten in ihrer Entscheidungsfreiheit eingeschränkt; ein Bauverbot könnte in vielen Fällen auch den Wert der Grundstückspreise negativ beeinflussen. Zwar stellt eine solche Preisveränderung vor allem eine Korrektur dar, da Grundstücke bisher aufgrund myopischer Risikowahrnehmung und „charity hazard“<sup>23</sup> überbewertet wurden. Nichtsdestotrotz entsteht Landbesitzern bei fehlender Kompensation (diese könnte jedoch integriert werden) ein Schaden.

Die Auswirkung auf vertikale Gleichheit ist situationsbedingt. Geht man davon aus, dass es sich bei HQ100 Gebieten um günstiges Bauland handelt, so sind mehrheitlich ärmere Menschen betroffen. Bei Annahme von hochwertigem Bauland sind eher wohlhabende Menschen betroffen, welche sich allerdings auch leichter umorientieren können.

Eine besondere Situation stellt die Zeit nach einem Hochwasserereignis dar, denn es stellt sich die Frage, ob der Status Quo im Anschluss wiederhergestellt, oder ob ein Wiederaufbau in dem betroffenen Gebiet verboten werden soll. Ein Wiederaufbau in einem HQ100 Gebiet geht implizit von einem einmaligen Ereignis aus und ist aus volkswirtschaftlicher Perspektive ineffizient, wenn die erwarteten Kosten einer erneuten Überflutung den Nutzen überwiegen. Dies gilt insbesondere, da Ereignisse, die zurzeit als HQ100 eingestuft werden, durch den Klimawandel in Zukunft aller Wahrscheinlichkeit nach häufiger auftreten werden. Auf der

---

<sup>23</sup> Charity hazard beschreibt analog dem moral hazard die Konsequenzen falsch gesetzter Anreize. Im Wissen darum, dass einem in einer Notsituation geholfen wird, werden zu hohe Risiken eingegangen. Für eine ausführlichere Diskussion des charity hazard siehe den Abschnitt zur Notwendigkeit des Instruments.

anderen Seite wünschen sich die Betroffenen meist eine möglichst rasche Wiederkehr in die gewohnten Verhältnisse. Es steht somit das Recht des Einzelnen auf „ihre oder seine“ Wohnung gegenüber den oft vom Land getragenen Kosten des Wiederaufbaus und des künftigen Hochwasserschutzes. Somit unterscheidet sich auch die Sicht der Anwohner und damit die der (durch Anwohner stark beeinflusste) Kommune, welche den Hauptvorteil durch Wiederaufbau und Schutz genießen, von der Sicht des Landes, welcher in der Regel der Hauptkostenträger ist. Aufgrund der aufgeführten Probleme bei der horizontalen Gleichheit und der unklaren Situation bei der vertikalen Gleichheit erhält das Gleichheitskriterium einen mittleren negativen Score von -3.

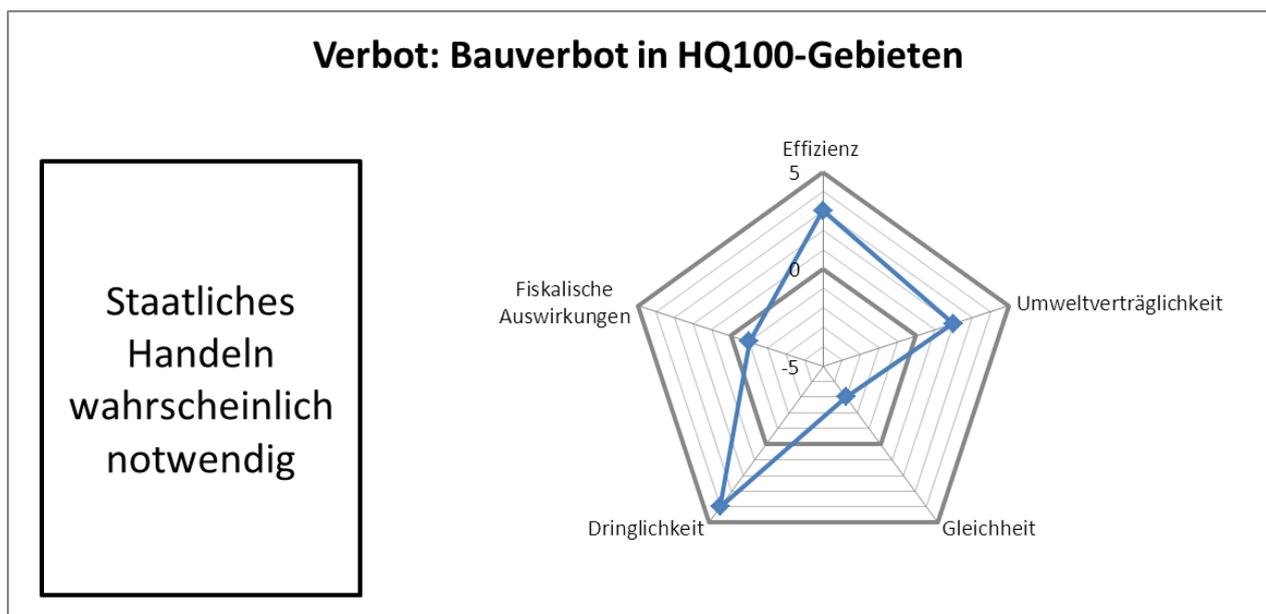
#### Fiskalische Auswirkungen

Die direkte Belastung der öffentlichen Haushalte ist gering und begrenzt sich auf die Erstellung von Risikokarten, die zum Teil bereits existieren. Ein umfassender Gefahrenzonenplan würde vermutlich um die 2 Mio. € kosten (siehe Instrument Gefahrenzonenplan). Die Opportunitätskosten durch eventuell geringere Steuereinnahmen sind überschaubar (Tröltzsch et al. 2012). Hingegen ergibt sich ein hohes Sparpotential bei Vermeidung des „charity hazard“, wobei jedoch zu beachten ist, dass sich das Verbot nicht auf bereits bestehende Gebäude auswirkt. Das Fiskalkostenkriterium erhält deshalb einen geringen negativen Score von -1.

#### Dringlichkeit

Zwar treten Hochwasserschäden voraussichtlich erst gegen Ende des Jahrhunderts vermehrt auf, jedoch ist aufgrund der langen Lebensdauer von Häusern und schwierigen Umsetzung von Änderungen im Flächennutzungsplan eine baldige Umsetzung des Verbots zu empfehlen. Der Score des Dringlichkeitskriteriums ist somit positiv und relativ hoch (+4). Die volle Punktzahl wird hier nicht vergeben, um der Unsicherheit bei der Abschätzung von zukünftigen Hochwassergebieten Rechnung zu tragen.

Abb. 17: Verbot in HQ100-Gebieten (© Eigene Darstellung)



## Alternative

Ein anderer Weg, die Hochwasserschäden in gefährdeten Gebieten zu begrenzen bzw. zu internalisieren, wäre eine strikte und glaubwürdige Handhabung von privaten Hochwasserschäden im Sinne einer sehr begrenzten staatlichen Fluthilfe im Katastrophenfall. Falls den Bewohnern von hochwassergefährdeten Gebieten bewusst ist, wie hoch ihr Risiko ist und dass sie die Schäden eines Hochwassers selber tragen müssen, könnte die Bebauung von diesen Gebieten theoretisch freigegeben werden. Die Grundstückspreise würden im Idealfall genau soweit sinken, dass zukünftige Schäden eingepreist werden. Bei einer solchen Lösung muss jedoch sichergestellt sein, dass den Eigentümern und Bewohnern das Hochwasserrisiko und ihre Haftung im Schadensfall tatsächlich bewusst sind. Um dieses Bewusstsein zu erreichen, sind staatliche ad-hoc Hilfen im Katastrophenfall bereits im Vorfeld auszuschließen. Im Katastrophenfall ist dann tatsächlich von Staatshilfen Abstand zu nehmen, da sonst das Bewusstsein für die eigene Haftung der Bewohner und Eigentümer untergraben würde.

### 5.2.3 Auflagen: Verpflichtung zu gestaffelten Versicherungsprämien

#### Beschreibung

In Florida sind Versicherungen verpflichtet, Sturmversicherungsprämien bei entsprechenden Vorsorgemaßnahmen der Hausbesitzer zu senken. Prämien richten sich somit nicht nur nach geographischer Lage, Größe und Bauart des Hauses, sondern auch nach dem Vorhandensein einzelner Schutzmaßnahmen wie beispielsweise der Installation von Fensterläden zum Schutz der Fenster vor umherfliegenden Gegenständen. Da die Gefahr von Sturmereignissen durch den Klimawandel zunimmt (siehe Schwierz et al. 2010), gewinnt Anpassung hier zusehends an Bedeutung.

Dieses Instrument wird hier in seiner Eigenschaft als Zwangsaufgabe für die private Versicherungswirtschaft als ordnungsrechtliches Instrument eingestuft, obwohl die Wirkungsweise letztendlich auf ökonomischen Mechanismen beruht.<sup>24</sup>

#### Anwendbarkeit

Die Vulnerabilitäten gegenüber Sturmschäden sind in Deutschland eindeutig geringer als in Florida. Dies liegt einerseits am geringeren Aufkommen bzw. der geringeren Stärke von Stürmen, andererseits an der solideren Bauart der Häuser in Deutschland. Nichtsdestotrotz treten auch in Deutschland erhebliche Sturmschäden auf, wie im nachfolgenden Absatz genauer beziffert wird. Durch den Klimawandel wird sich die Anzahl und Stärke der Stürme in Deutschland voraussichtlich erhöhen, so dass in Zukunft stärkerer Anpassungsbedarf bestehen

---

<sup>24</sup> Nach den Ausführungen in Kapitel 3.2 definiert sich ein ordnungsrechtliches Politikinstrument durch die Ausübung von rechtlichem Zwang, um politische Ziele durchzusetzen. „Ökonomische Instrumente arbeiten mit Anreizen, die bestimmte Aktivitäten verteuern oder vergünstigen.“ In der Praxis gibt es natürlich auch bei vielen ökonomischen Instrumenten Verwaltungsakte, die das Instrument einführen und ihrerseits wieder als Zwangsmaßnahme interpretiert werden können. Die Abgrenzung zwischen ordnungsrechtlichen und ökonomischen Instrumententypen ist also nicht immer trennscharf. Im vorliegenden Fall wurde der Zwang auf die private Versicherungswirtschaft als Haupteigenschaft des Instruments gesehen und daher die Einordnung vorgenommen.

wird. Auch kann das Instrument potentiell auf Anpassungsmaßnahmen gegen weitere Naturereignisse wie beispielsweise Starkniederschläge ausgeweitet werden. Diese Möglichkeit wird im vorliegenden Bericht nicht explizit behandelt; ihre grundlegenden Vor- und Nachteile lassen sich jedoch auch anhand der hier beschriebenen Anwendung auf Sturmschäden einschätzen.

### **Notwendigkeit staatlichen Handelns**

Bisher ergibt sich die Sturmversicherungsprämie bei Gebäuden in Deutschland hauptsächlich aus deren Größe sowie der geographischen Lage (GDV Sturmzonierung, GDV 2012b). Architektur und Dachausbau werden nur bedingt berücksichtigt. Die versicherten Haushalte (Versicherungsdichte von 92% in Deutschland) haben somit keinen ausreichenden Anreiz, potentielle Schäden durch Vorsorge zu vermeiden, da diese durch die Versicherung übernommen werden, gegen Gebühr also externalisiert sind. Dies führt zunächst einmal dazu, dass aus volkswirtschaftlicher Sicht zu wenig Anpassung betrieben wird, denn bei den meisten Häusern lägen die Anpassungskosten unter dem erwarteten privaten Nutzen für den Hauseigentümer.

Eine Pflicht für Versicherungen, Vorsorgemaßnahmen bei der Prämienbildung zu berücksichtigen führt bei fair berechneten Prämien dazu, dass Hausbesitzer Schutzmaßnahmen treffen, wenn die Kosten geringer sind als die erwartete Schadensreduzierung. Diese spiegelt sich in der Reduktion des diskontierten Gegenwartswertes der Versicherungsprämien wider. In der gegenwärtigen Situation haben Versicherungsgesellschaften offensichtlich keinen ausreichenden Anreiz für differenzierte Prämien, vermutlich da diese erhöhte Verwaltungskosten mit sich bringen würden. Adverse Selektion (bei einer Standardprämie lassen sich nur die risikoreichsten Hausbesitzer versichern) scheint kein signifikantes Problem darzustellen. Ein entsprechendes System wird also offensichtlich durch den deutschen Versicherungsmarkt nicht von sich aus eingeführt.

Aus dem Zögern des privaten Versicherungssektors kann jedoch nicht automatisch auf eine Notwendigkeit staatlichen Handelns geschlossen werden. Es ist zu beachten, wer die Kosten der vermutlich unzureichenden Anpassung an Sturmrisiken zu tragen hat. Verhält sich ein Versicherungsnehmer unvorsichtig, indem er etwa zu wenig Vorsorge gegen Sturmschäden betreibt, trägt das Versicherungsunternehmen einen Großteil des Schadens. Folglich sollte ein umsichtiger Versicherer aus eigenem Kalkül darauf bedacht sein, private Vorsorgemaßnahmen seiner Kunden zu fördern. Tut er dies nicht, stehen wahrscheinlich höhere Kosten entgegen (z.B. die oben erwähnten administrativen Kosten).

Ein Problem für die Gesamtwirtschaft entsteht allerdings, wenn durch einzelne hohe Schäden die Prämien generell soweit ansteigen, dass andere (weniger risikobehaftete Versicherungsnehmer) aus dem Markt aussteigen. In der Folge könnte es durch adverse Selektion zu einem Zusammenbruch des Versicherungsmarktes kommen. Da diese Gefahr für den Sturmversicherungsmarkt in Deutschland zurzeit nicht gegeben scheint, scheidet auch diese Begründung für staatliche Regulierung aus.

Ein weiterer Nachteil des Instruments ist das Potential von regulatorischem Versagen, wie in Florida bereits eingetreten. Dort wurde vor Einführung des Bonus-Systems der erwartete Durchschnittsschaden zur Kalkulation der Versicherungsprämien herangezogen. Die neueingeführte gesetzliche Prämienstaffelung richtet sich jedoch nach dem am schlechtesten

geschützten Haus. Versicherungsgesellschaften sind somit verpflichtet, Prämien für jede Vorsorgemaßnahme, die das jeweilige Objekt im Vergleich zum schlechtmöglichsten Referenzhaus sicherer macht, zu reduzieren. Eine Prämienerrhöhung in Folge der Einführung des Systems ist nicht zulässig. Dies führt zu Ineffizienzen, da Prämien nun oft nicht mehr mit dem erwarteten Schaden (so wie ursprünglich intendiert) übereinstimmen. Zwar ist es richtig, Prämien für besser geschützte Häuser relativ zu schlechter geschützten Häusern zu reduzieren. Jedoch sollten Häuser die zwar besser gesichert sind als das schlechtmöglichste Referenzhaus, jedoch exponierter als das vor Einführung des Systems verwendete Durchschnittshaus, eine höhere Prämie zahlen als zuvor. Dieses Problem führt RMS zufolge zu Verlusten für Versicherungsunternehmen und zu einem Marktaustritt derselben (RMS 2009).

Aufgrund der zurzeit zweifelhaften Notwendigkeit staatlichen Handels und zusätzlich wegen der Gefahr regulatorischen Versagens wird die Notwendigkeit staatlichen Handels als wahrscheinlich nicht gegeben gesehen.

### Effizienz

Der Hauptnutzen dieses Instruments besteht in den durch Anpassungsmaßnahmen vermiedenen Schäden. Die jährlichen Durchschnittsturmschäden zu berechnen ist schwierig, jedoch geben die verursachten Schäden der Stürme Kyrill in 2007 (2,4 Mrd. €), Emma in 2008 (0,44 Mrd. €) und Xynthia in 2010 (0,5 Mrd. €) eine ungefähre Vorstellung der Größenordnung (GDV 2012b). Grothman et al. schätzen die durchschnittlichen Gebäudeschäden durch Sturm, Hagel und Starkregen auf 15.000 € pro Gebäude und Schadensfall (Grothman et al. 2009, in Tröltzsch et al. 2012). Nach Schätzungen des GDV können heute 100 jährige Stürme 2071-2100 bereits alle 10 Jahre auftreten (GDV 2012b). Damit verbunden erhöhen sich die Versicherungsschäden durch Stürme 2041-2070 voraussichtlich um 28% gegenüber 1984-2008 und zum Jahr 2100 sogar um bis zu 50%. Die Gesamtwirtschaftlichen Schäden werden von Ecologic für 2080 auf 0,1% des BIP geschätzt (Tröltzsch et al. 2012).

Zwar sind nicht alle diese Schäden durch Anpassungsmaßnahmen vermeidbar, jedoch schätzt RMS, dass Sturmschäden in Florida durch Schutzmaßnahmen um bis zu 77% (49 Mrd. US-\$) reduziert werden können (RMS 2009). Bereits nach den Hurrikans der Saison 2004/5 wurden geringere Schäden bei Gebäuden festgestellt, die den neusten Standards entsprachen. Diese Zahlen sind zwar nicht eins zu eins auf Deutschland übertragbar, jedoch geben sie einen angemessenen Referenzpunkt für die Effektivität des Instruments. Zusammen mit bereits bestehenden klimaunabhängigen Sturmschäden errechnen Tröltzsch et al. eine mögliche Schadenverringerung von 0,08% - 0,2% des BIP (Tröltzsch et al. 2012).

Die Kosten der Anpassung werden von Tröltzsch et al. auf jährlich 1,05 – 1,57 Mrd. € berechnet, was 2%-3% der Gesamtinvestitionen in Gebäude und Infrastruktur, bzw. 0,04% - 0,06% des BIP entspricht (Tröltzsch et al. 2012). Sie liegen somit deutlich unter den potentiell vermeidbaren Schäden. Hinzu kommen allerdings die administrativen Kosten, bestehend aus der Ausarbeitung des Systems sowie aus den Mehrkosten für Versicherungen wie beispielsweise vermehrten Inspektionen von Gebäuden. So kostete die Inspektion von 401.372 Gebäuden in Florida 58,5 Mio. US-\$ Bei der Einführung des Systems könnte Deutschland eventuell auf Erfahrungen in Florida zurückgreifen. Das Effizienzkriterium erhält somit einen positiven Score von +4, der lediglich auf Grund der unsicheren Abschätzungen über Kosten und Nutzen nicht die volle Punktzahl erreicht.

## **Umweltverträglichkeit**

Im Bereich Umweltverträglichkeit verhält sich das Instrument neutral. Somit erhält es einen Score von 0.

## **Gleichheit**

Werden Prämien nach Vorsorgemaßnahmen gestaffelt, so ist zu erwarten, dass bereits gut angepasste Häuser unmittelbar nach Einführung des Systems von reduzierten Prämien profitieren, während Häuser mit mangelhaftem Schutz unter erhöhten Prämien leiden, da ihre Häuser einen schlechteren Standard als der Durchschnitt aufweisen. Zwar könnte eine Prämienerrhöhung in Folge der Einführung des Instruments verboten werden, jedoch würde dies der ökonomischen Effizienz widersprechen, wie im Abschnitt zur Notwendigkeit staatlichen Handelns erläutert wurde. Daher ist zu beachten, dass Menschen, die sich eine Anpassung finanziell nicht leisten können (eventuell aufgrund von Kreditbeschränkungen) durch höhere Prämien benachteiligt werden könnten. Wenn eine Anpassung in solchen Fällen volkswirtschaftlich effizient wäre (die Kosten der Anpassung unter dem erwarteten Nutzen liegen), könnte über staatliche Hilfe nachgedacht werden. Im Bereich der horizontalen Gleichheit sind durch das Instrument keine verzerrenden oder fördernden Mechanismen zu erwarten. Aufgrund der möglichen Probleme bei der vertikalen Gleichheitsdimension wird das Kriterium mit -2 bewertet.

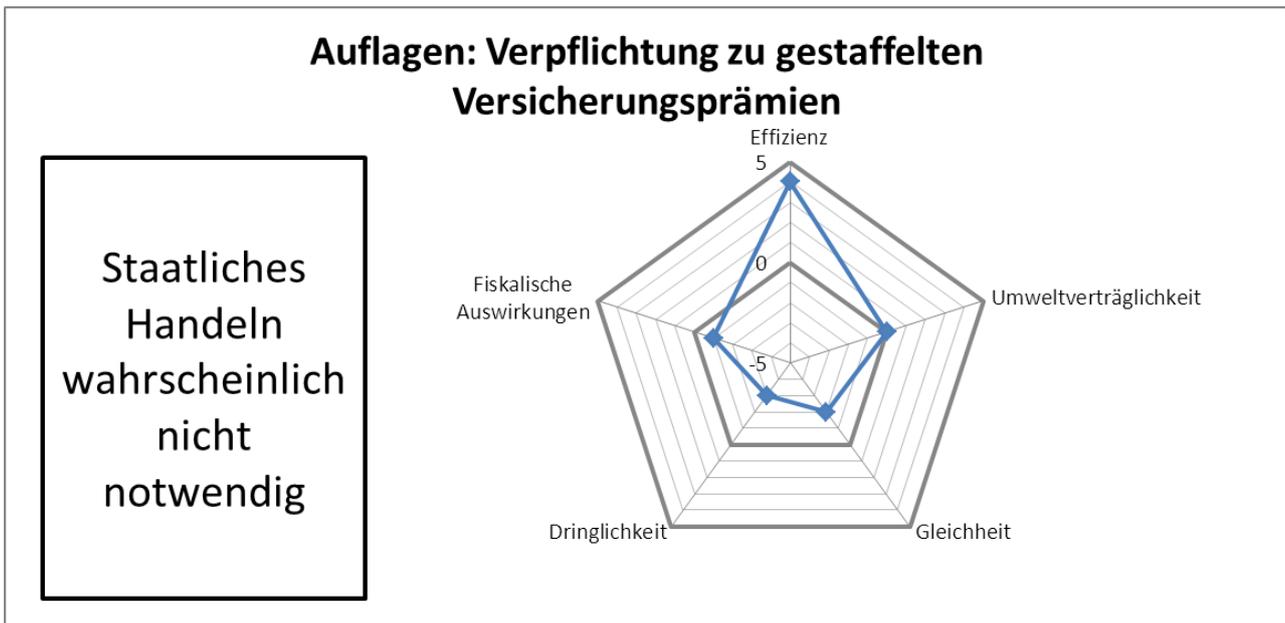
## **Fiskalische Auswirkungen**

Wie bereits erwähnt trägt der Staat die Kosten für die Schaffung und Überwachung des Systems. Zwar muss der Staat nicht einzelne Häuser inspizieren, jedoch muss sichergestellt werden, dass Versicherungsunternehmen den Regulierungen nachkommen. Der Großteil der Kosten wird vor bzw. während der Einführungsphase anfallen und aufgrund des flächenübergreifenden und zentralen Charakters des Instruments voraussichtlich vom Bund getragen. Sicherlich lassen sich die Erfahrungen in Florida nutzen, um das System möglichst kostengünstig umzusetzen. Die Reduzierung von Staatskosten im Falle einer Naturkatastrophe ist möglich, falls eine Prämienreduktion einen Versicherungsanreiz für vormals nicht versicherte Häuser bietet, so dass der Staat nicht unterstützend eingreifen muss. Das Problem ist im Bereich Sturmschäden allerdings von geringerer Bedeutung als bei Hochwasserschäden. Das Fiskalkostenkriterium erhält daher einen niedrigen negativen Score von -1.

## **Dringlichkeit**

Auch bei Sturmschäden ist mit erhöhten Vulnerabilitäten gegen Ende des Jahrhunderts zu rechnen. Die Dringlichkeit des Instruments steigt somit mit der Zeit, wobei auch eine Einführung bereits heute nicht abwegig wäre, gegeben dass bereits heute sinnvolle Schutzmaßnahmen eingeführt werden können. Dringend wird das Instrument jedoch erst zu einem unbestimmten Zeitpunkt in der Zukunft, so dass mit -3 ein mittelhoher, negativer Score vergeben wird.

Abb. 18: Auflagen: Verpflichtung zu gestaffelten Versicherungsprämien (© Eigene Darstellung)



#### Alternative

Das Ziel, die private Vorsorge von Hauseigentümern und –bewohnern gegen Sturmschäden zu fördern, kann bspw. auch durch verstärkte Investitionen in Frühwarndienste und Aufklärungskampagnen erreicht werden. Die Bereitstellung von Wetterdaten und Unwetterwarnungen ist sicherlich eher eine staatliche Aufgabe als die hier bewertete Regulierung des privaten Versicherungsmarktes. Zugleich kann durch entsprechende zeitnahe Informationen auch das vorsorgende Verhalten über Immobilienaspekte hinaus gefördert werden (z.B. das empfohlene Verhalten als Autofahrer bei Sturm).

#### 5.2.4 Planerische Instrumente: Gefahrenzonenplan

##### Beschreibung

Der Gefahrenzonenplan (GZP) in Österreich ist ein flächenhaftes Gutachten über die Gefährdung durch Wildbäche, Lawinen und Erosion (HORA 2012; Aigner 2011). Er stellt somit die Basis für die Planung von Schutzmaßnahmen und für die Abschätzung von deren Dringlichkeit dar. Der GZP unterstützt die Baubehörde, die örtliche und überörtliche Raumplanung und dient dem Sicherheitswesen. Die Abgrenzung der Gefahrenzonen erfolgt anhand vorgegebener Kriterien wie Dynamik des abfließenden Wassers und Druckbelastung durch Lawinen. Der GZP würde auch als Grundlage für eventuelle Bauverbote in HQ100 Gebieten dienen (siehe Instrument 2).

Für die Bewertung dieses Instruments gilt es zu beachten, dass von eventuellen Konsequenzen der Veröffentlichung abstrahiert wurde, d.h. es wird ausschließlich die Veröffentlichung eines

GZP für Deutschland evaluiert, ohne Rücksicht auf die Wirkung von erwarteten oder tatsächlichen Handlungen, die auf Grund des Planes getroffen werden.<sup>25</sup>

### **Anwendbarkeit**

Der österreichische Gefahrenzonenplan umfasst Hochwasser, Erdbeben, Sturm, Blitzschlag, Hagel und Schneelast. Besonders Gefahren durch Hochwasser und Sturm sind wie bereits erläutert auch für Deutschland relevant. Ein Gefahrenzonenplan allein weist zunächst nur auf Gefahren durch Naturkatastrophen hin, ohne unmittelbar zu Konsequenzen zu führen. Insofern sollte er weder auf politische, noch auf gesellschaftliche Widerstände stoßen. Allerdings zeigt die Erfahrung, dass auch die Publikation von Gefahrenzonen bereits auf Widerstände stoßen kann, wenn betroffene Bürger oder Unternehmen bereits durch die Veröffentlichung des Gefahrenpotenzials einen Werteverfall ihres Grundeigentums befürchten. Trotzdem sollte die Allgemeinheit ein berechtigtes Interesse daran haben, dass vorhandenes Wissen über Gefährdungslagen veröffentlicht wird. Zudem stehen den Befürchtungen der Grundstückseigentümer von gefährdeten Lagen die berechtigten Interessen der Eigner von nicht gefährdeten Grundstücken sowie potentieller Grundstückskäufer entgegen. Das Instrument sollte also grundsätzlich auch in Deutschland anwendbar sein, wenn auch nicht ohne Schwierigkeiten bei der Einführung.

### **Notwendigkeit staatlichen Handelns**

Ein GZP würde Informationsdefizite reduzieren. Allerdings hat der GDV mit ZÜRS Geo bereits eine privatwirtschaftliche Teilantwort auf dieses Problem gefunden. Das Zonierungssystem für Überschwemmung, Rückstau, und Starkregen bildet bereits einen bundeseinheitlichen Datensatz zur Risikoeinschätzung, obwohl noch nicht alle Naturkatastrophen berücksichtigt sind. Eine öffentliche Version - ZÜRS public - soll demnächst deutschlandweit verfügbar sein (GDV 2012d). Selbst bei nicht- oder nur teilweiser Veröffentlichung der ZÜRS Daten sollten fair berechnete Versicherungsprämien zumindest bei der Entscheidungsfindung privater Handlungsträger das gleiche Aussagepotential wie Risikokarten besitzen.

Die ZÜRS Datenbank führt allerdings zu einer unkonventionellen asymmetrischen Informationsstruktur, da in diesem Fall Versicherer genauere Informationen über mögliche Schäden besitzen als Versicherte. Bei risikoaversen Verhalten von Versicherungsnehmern könnten Versicherer rein theoretisch unnötig hohe Prämien erheben, denn Hausbesitzer wissen bei dieser Informationsverteilung nicht, ob Prämien die tatsächlichen erwarteten Kosten widerspiegeln. Auch bei korrekt berechneten Prämien könnten unter myopischer Risikowahrnehmung leidende Verbraucher der Meinung sein, Prämien würden nicht die zu erwarteten Kosten widerspiegeln und somit keine Versicherung abschließen. Dieses myopische Verhalten auf der Versichertenseite könnte durch Zugang zu Primärdaten verringert werden, wenn Angaben der Versicherungen durch eigene Recherchen überprüft werden können.

Während ZÜRS public bereits einen guten Ansatz bietet, wäre ein öffentlich finanzierter, allgemein zugänglicher und umfassender Gefahrenzonenplan noch besser in der Lage,

---

<sup>25</sup> Ohne diese Einschränkung müssten die Konsequenzen eines GZP vorab klar definiert sein, was nicht im Rahmen dieses Berichts geleistet werden kann.

bestehende Informationsdefizite und resultierendes Marktversagen zu vermeiden. Mit der ZÜRS-Datenbank besteht allerdings bereits eine weitgehende privatwirtschaftliche Alternative. Die Notwendigkeit staatlichen Handelns wird somit nur teilweise gesehen („Staatliches Handeln bedingt notwendig“).

### **Effizienz**

Der Nutzen dieses Instruments ist schwer zu quantifizieren, da es sich hier im Wesentlichen um ein informatorisches Instrument handelt. Direkter Nutzen entsteht durch die Vermeidung von Marktversagen hervorgerufen durch unzureichende Informationen. Hausbesitzer und andere Interessengruppen können sich mit Hilfe des GZP Informationen zur Risikobelastung ihrer Immobilien beschaffen, was die Abschätzung der zu erwartenden Kosten durch Naturereignisse erleichtert. Die Einbeziehung der wahren erwarteten Kosten (im Gegensatz zu den wahrgenommenen Kosten – siehe myopisches Verhalten) in die Entscheidungsfindung führt zu volkswirtschaftlich effizienteren Entscheidungen. Zwar sind die speziell durch Informationsdefizite entstandenen Schäden nicht genau zu beziffern, jedoch könnte annahmegemäß ein Teil der bereits benannten Hochwasser- und Sturmschäden durch bessere Informationen vermieden werden. Auch das Ober- Unterlieger Problem könnte langfristig zumindest teilweise gelöst werden, wenn Unterlieger bessere Informationen über die Auswirkungen von (bestehenden) Gebäuden flussaufwärts erhalten und somit eigene Bauvorhaben bzw. Kaufentscheidungen anpassen können. Des Weiteren könnten solche Informationen zu einer erhöhten Anzahl von Versicherungsabschlüssen sowie Optimierung der Prämien führen.

Zusätzlich zum Einfluss auf das Verhalten von Interessengruppen könnte ein GZP zur Evaluierung weiterer Anpassungsinstrumente dienen. So würde sich ein Bauverbot in HQ100 Gebieten auf Informationen im GZP stützen können. Gleiches gilt für die Optimierung eines Windsturm-Bonus-Systems, sowie der Bauentscheidung von technischen Hochwasserschutzmaßnahmen.

Die direkten Kosten sind mit 2 Mio. € in Österreich relativ gering. Für Deutschland würde sich diese Zahl höchstens aufgrund der zu analysierenden Fläche erhöhen, allerdings kann auf Erfahrungen aus Österreich zurückgegriffen werden. Des Weiteren verfügt der GDV mit dem Zonierungssystem ZÜRS bereits über ein ähnliches Instrument, auf welches eventuell zurückgegriffen werden könnte (GDV 2012c). Indirekte Kosten könnten von einem Wertverlust betroffener Grundstücke herrühren, für die die Gefahr durch Naturkatastrophen bisher unterschätzt wurde. Eine solche Preisveränderung spiegelt jedoch eine notwendige Marktkorrektur wider, da der Grundstückspreis vormals offensichtlich überbewertet wurde. Aufgrund der sehr geringen Kosten und der Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten erhält das Effizienzkriterium somit einen Score von +4, der nur auf Grund der unsicheren Bewertungsbasis von der vollen Punktzahl abweicht.

### **Umweltverträglichkeit**

Der direkte Effekt eines Gefahrenzonenplans ist neutral. Indirekte Effekte sind höchstens durch andere Instrumente zu erwarten, die durch einen GZP ermöglicht werden und einen Einfluss auf die Umwelt haben. Da diese Effekte jedoch bei dem jeweiligen Instrument berücksichtigt werden, erhält das Umweltkriterium des GZP einen Score von 0.

## Gleichheit

Wie bereits erwähnt, werden einige Grundstücke durch eine neue Gefahreinschätzung höher bewertet, während andere einen Wertverlust hinnehmen müssen. Auch Versicherungsprämien könnten aufgrund der neuen Informationen angepasst werden, was je nach Situation für die Bewohner vorteilhaft oder nachteilig sein kann. Systematische Effekte auf horizontale oder vertikale Gleichheit werden nicht gesehen. Das Gleichheitskriterium wird daher mit 0 bewertet.

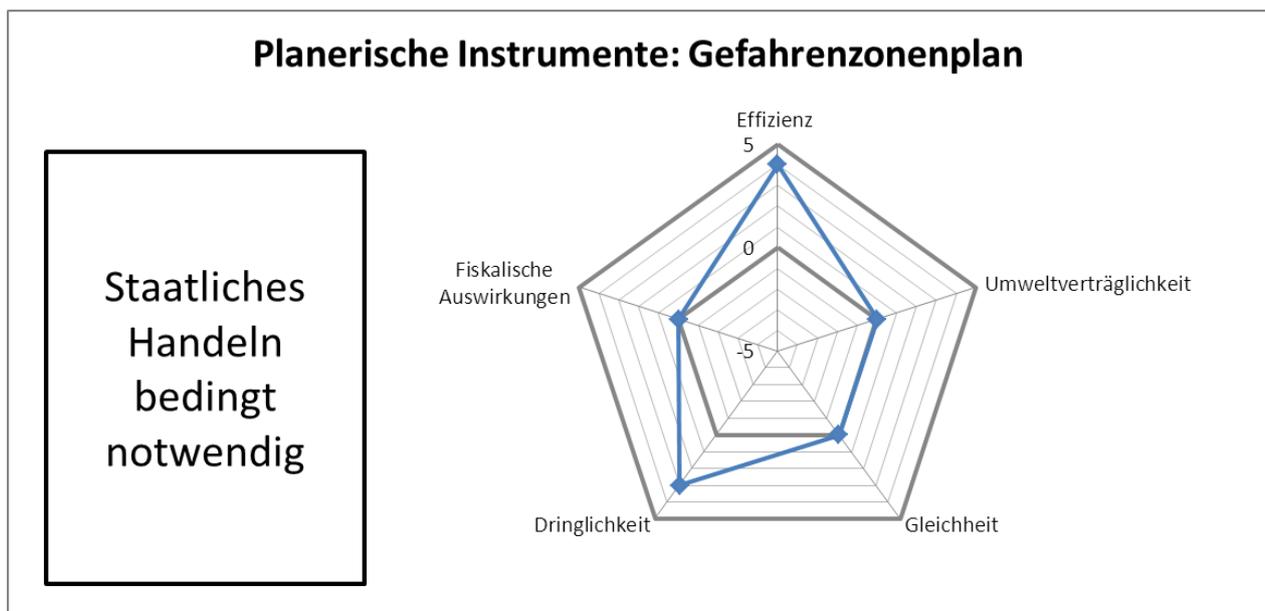
## Fiskalische Auswirkungen

Die Belastung des öffentlichen Haushalts ist gering und dürfte sich nach Informationen für Österreich im Rahmen von 2 Mio. € beziehungsweise etwas darüber bewegen. Diese Kosten werden voraussichtlich vom Bund getragen, da es sich um einen überregionalen Auftrag handelt. Ein GZP könnte außerdem zu hohen potentiellen Einsparungen führen, wenn myopisches Risikoverhalten reduziert werden kann und staatliche Hilfszahlungen reduziert werden können. Aufgrund der gegenläufigen Effekte (potentielle Vorteile für den Staatsaushalt vs. geringe Kosten für die Einführung) erhält dieses Kriterium einen Score von 0.

## Dringlichkeit

Auf Grund der langen Lebensdauer von baulichen Investitionen, die auf Basis eines GZP durchgeführt, verworfen oder in angepasster Art durchgeführt werden können, ist die Dringlichkeit des Instruments durchaus gegeben (d.h. positiver Score). Gleichwohl sind viele der relevanten Naturgefahren in Deutschland in den kommenden Jahrzehnten noch nicht derart drängend wie in anderen Ländern. Das Dringlichkeitskriterium wird daher mit einem mittleren positiven Score von +3 bewertet.

Abb. 19: Planerische Instrumente Gefahrenzonenplan (© Eigene Darstellung)



## Alternative

Wie oben beschrieben, existiert bereits ein privatwirtschaftlicher Gefahrenzonenplan, der jedoch nur in Teilen veröffentlicht ist und bisher auch nicht alle relevanten Naturgefahren umfasst. Eine Alternative zu einem öffentlichen umfassenden GZP wäre demnach, sich

weiterhin auf privatwirtschaftliche (d.h. v.a. von Versicherungsunternehmen) getragene Pläne zu beschränken. Problematisch sind dabei erstens die Verlässlichkeit, dass der Plan dauerhaft zur Verfügung steht und unterhalten wird; zweitens grundsätzlich die Unabhängigkeit von privatwirtschaftlichen Interessen<sup>26</sup>; drittens die eventuell fehlende Veröffentlichung. Insbesondere der letzte Punkt ist problematisch. Besteht ein GZP nur intern bei Versicherungsunternehmen, ist er für eine vorausschauende Planung, bspw. von Bebauungsgebieten, praktisch unbrauchbar. Zusammenfassend muss festgestellt werden, dass das Ziel einer breiten Aufklärung über grundstücksabhängige Naturgefahren wohl nur mit einem öffentlichen umfassenden GZP erreicht werden kann.

## 5.3 Ökonomische Instrumente

### 5.3.1 Abgabe: Grundwasserentnahmeentgelt

#### Beschreibung

Das Grundwasserentnahmeentgelt (GWEE) von 0,31€/m<sup>3</sup> für Brunnenbesitzer in Berlin wird vom Land erhoben und setzt Anreize zu einem möglichst sparsamen Wasserverbrauch. Zwar sind jährlich 6.000m<sup>3</sup> entgeltfrei, trotzdem stellt dieser Anreiz auch eine größere Einnahmequelle für das Land Berlin dar (Einnahmen von 55 Mio. € in 2007). Insgesamt erhoben 2010 elf Bundesländer ein unterschiedlich hohes Wasserentnahmeentgelt (Gawel et al. 2011).

#### Anwendbarkeit

Grund- und Quellwasser bilden die wichtigste Trinkwasserressource Deutschlands<sup>27</sup> und erfordern deshalb besonderen Schutz. Aus einer gesamtdeutschen Perspektive besteht allerdings kein mengenmäßiger Mangel an Grundwasser, denn die Entnahme liegt deutlich unter dem Zufluss (UBA 2010). Lediglich 4% des Grundwasserkörpers verfehlen den quantitativ optimalen Zustand. Allerdings bestehen regionale Vulnerabilitäten insbesondere in Sachsen und Sachsen-Anhalt, sowie in ehemaligen Bergbaugebieten. Zwar erholt sich in Letzteren der Grundwasserkörper langsam, jedoch dauert dies oftmals mehrere Jahrzehnte. Der Klimawandel kann in den betroffenen Gebieten zu einer saisonalen Verknappung führen. Ein Indiz für bereits vorhandene Knappheit sind der Bau von Pipelinesystemen sowie die Nutzung des teureren Oberflächenwassers (Gawel et al. 2011). Für die staatlichen Körperschaften dürfte das Instrument als willkommene zusätzliche Einnahmequelle gelten. Hingegen ist Widerstand insbesondere bei Großverbrauchern zu erwarten.

#### Notwendigkeit staatlichen Handelns

Grundwasser ist in der jetzigen institutionellen Ausgestaltung ein öffentliches Gut, jedoch durchaus erschöpfbar. Die privaten Nutzkosten liegen unter den sozialen Kosten, da die Knappheit, die durch eigenen Konsum hervorgerufen wird bei der Entscheidungsfindung

---

<sup>26</sup> Es ist bspw. denkbar, dass ein privatwirtschaftlicher GZP Gebiete mit geringem Marktpotenzial nicht detailliert oder gar nicht abdeckt, während die Gesellschaft Interesse an einem lückenlosen GZP hat.

<sup>27</sup> 70% des Trinkwassers in Deutschland stammen aus Grund- und Quellwasser (UBA 2010).

durch das fehlende Preissignal nicht berücksichtigt wird. Dies führt zum klassischen Allmendenproblem und einer Übernutzung der knappen Ressource. Durch eine Abgabe und dem damit verbundenen Knappheitssignal werden die externen Kosten internalisiert. Allerdings besteht diese Problematik nur, wenn wirklich eine potentielle Knappheit besteht. Ist stets genügend Grundwasser vorhanden um die Nachfrage von Mensch und Umwelt zu decken, so ist eine lenkende Abgabe zur Effizienzsteigerung nicht notwendig.

Wie bereits erwähnt, stellt eine unzureichende Grundwassermenge in Deutschland lediglich ein regionales- sowie saisonales Problem dar. Es ist daher fraglich, ob Deutschland als Gesamtes mit einer Wasserabgabe belastet werden sollte. So wären lokale Abgaben in betroffenen Gebieten vorzuziehen. Eine andere Alternative wären saisonal bestimmte Entgelte, die lediglich anfallen wenn hitzebedingte Knappheit besteht. Dies hätte jedoch den Nachteil, dass dynamische Effizienz verloren ginge (siehe Abschnitt zu Effizienz). Die Installation wassersparender Technologien lohnt sich erst ab einem permanent höheren Wasserpreis und braucht außerdem Zeit, so dass ein reduzierter Verbrauch in Folge temporärer Preiserhöhungen schon rein technisch nicht möglich und auch für viele Unternehmen eine Steigerung der Wassereffizienz nicht profitabel wäre. Eine andere Alternative stellen Pipelines zur saisonalen Wasserversorgung dar. Diese sind allerdings teuer in der Installation.

Ein weiterer Nachteil des Wasserentnahmeentgelts besteht darin, dass es die Grundwasserabsenkung durch den Tagebau nicht beeinflusst, da hier Sonderregelungen gelten. Der Tagebau ist jedoch für einen Großteil der Mengenprobleme beim Grundwasser verantwortlich, so dass ein Instrument zur Regelung der Grundwassermenge auch hier ansetzen sollte. Abschließend bleibt noch festzustellen, dass die Frage des angemessenen Preises für Grundwasserentnahme noch nicht abschließend geklärt ist. Zwar könnten die unterschiedlichen Abgabenhöhen der Länder unterschiedliche Wasserknappheit widerspiegeln, dies wird jedoch von Gawel et al. bezweifelt (Gawel et al. 2011). Die Frage zur optimalen Abgabenhöhe ist eng mit der ungeklärten Frage verbunden, inwiefern bisherige Abgaben zu einem reduzierten Grundwasserverbrauch beigetragen haben. Damit verbunden ist die Tatsache, dass die Abgabe sich nicht auf Oberflächenwasser erstreckt. Somit ist ein Ausweichen der Verbraucher auf unbesteuertes Oberflächenwasser möglich.

Folglich ist vor Einführung eines (bundesweit geregelten) GWEE die Lenkungswirkung derselben nochmals empirisch zu prüfen. Dies sollte unter Berücksichtigung verfügbarer Daten für alle Bundesländer geschehen. Des Weiteren bleibt festzustellen, ob eine weitere Drosselung des Wasserverbrauchs jenseits der bestehenden Reduktionsrate notwendig ist. Unter Berücksichtigung des jetzigen Wissenstandes wird die Notwendigkeit einer bundesweiten Wasserabgabe nicht gesehen, da die Notwendigkeit einer undifferenzierten (saison- und lokalitätsunabhängigen) Reduzierung der Grundwasserentnahme gegenwärtig nicht gegeben ist.

## Effizienz

Die intendierte Wirkung eines Grundwasserentnahmeentgelts (GWEE) besteht in der Schaffung eines Anreizes zu wassersparendem Verhalten, um so Wasserknappheit vorzubeugen (statische Effizienz). Der festgelegte Preis sollte ein Signal über die Knappheit des Grundwassers aussenden. Verringert das GWEE den Wasserverbrauch so stark, dass die Nachfrage auch bei saisonal bedingtem verringerten Grundwasserbestand unter dem verfügbaren Aufkommen liegt, so wird eine Knappheit vermieden und das GWEE hat seinen Zweck erfüllt. In Realität ist

es aber wohl eher schwierig die Höhe des GWEE so festzulegen, dass Angebot und Nachfrage in Einklang stehen. Ein geringer Konsum hat aber auch weiterreichende Folgen, so werden durch geringeren Wasserverbrauch auch die Kosten der Wiederaufbereitung reduziert. Die verringerten Rückflüsse könnten möglicherweise die Qualität des Grundwassers erhöhen (Nikolakis und Grafton 2011). Dies ist von großer Bedeutung, da die Grundwasserbeschaffenheit in Deutschland ein wesentlich größeres Problem als seine Menge darstellt. Insbesondere aufgrund des hohen Nitratgehalts erzielen 37% des Grundwasserkörpers keinen guten chemischen Zustand (UBA 2010). Instrumente, welche als Nebeneffekt auch die Grundwasserqualität sichern sind deshalb besonders vorteilhaft.

Ob das GWEE in den betroffenen Bundesländern jedoch zu einem reduzierten Wasserverbrauch geführt hat ist empirisch nur schwer feststellbar (Gawel et al. 2011). Zwar war der Wasserverbrauch in allen Bundesländern bis auf Bremen und Rheinland-Pfalz in 2007 niedriger als in 1998, jedoch ist nicht belegbar, ob Länder mit GWEE stärkere Rückgänge zu verzeichnen haben. Von den zwei Ländern, die eine Wasserentnahmezunahme zu verzeichnen haben, nutzt eines (Bremen) ebenfalls ein GWEE. Der allgemeine Rückgang im Wasserverbrauch der Länder kann ebenso gut auf unabhängig vom GWEE steigende Wasserpreise, neue Technologien oder veränderte Verhaltensweisen zurückzuführen sein.

Betrachtet man den Wasserverbrauch in Berlin, so ist nach Einführung der Wasserabgabe kein signifikanter Bruch im Trend festzustellen. Allerdings könnte insbesondere die Industrie Zeit zur Anpassung benötigen, denn die Umstellung von kapitalintensiven Produktionsprozessen ist nicht innerhalb weniger Tage durchführbar. Ein konstanter vorhersagbarer Wasserpreis könnte somit zu dynamischer Effizienz führen, wenn sich Unternehmen mit der Zeit anpassen. In der Tat ist der spezifische Wassereinsatz der wasserintensiven chemischen Industrie zwischen 1991 und 2001 um 26%, im Papiergewerbe sogar um 34% gesunken (Gawel 2011). Bei Haushalten stellt sich hingegen die Frage, inwiefern diese sensibel auf erhöhte Wasserpreise reagieren. Da viele Mietwohnungen nicht mit individuellem Wohnungswasserzähler ausgestattet sind, sind Wasserkosten nicht transparent und die Preiselastizität somit gering, was gegen die Lenkungswirkung einer GWEE spricht.

Auf der Kostenseite stehen zuerst Administrations- und Kontrollkosten, die laut Gawel et al. im Schnitt rund 5% des Aufkommens betragen (Gawel et al. 2011). Hinzu kommen Kosten durch eine zu geringe Auslastung der Infrastruktur, wobei langfristig mit Anpassungsmaßnahmen in diesem Sektor zu rechnen ist. Für die Verbraucher bildet die Abgabe eine größere Kostenposition (insgesamt 383 Mio. € in elf Bundesländern in 2010).

Von Bedeutung sind auch die Auswirkungen des GWEE auf die Kostenstruktur von Firmen in wasserintensiven Wirtschaftssektoren. Diese können zwar bei einem geringen Preis vernachlässigbar sein, bei höheren Entgelten jedoch gesamtwirtschaftliche Konsequenzen nach sich ziehen. So führt eine Erhöhung der Produktionskosten langfristig zu geringerer Produktion und damit auch geringerer Beschäftigung. Dieser Effekt könnte noch erhöht werden, wenn durch die Abgabe ein Wettbewerbsnachteil gegenüber ausländischen Firmen besteht, die nicht von der Abgabe betroffen sind. Höhere Wasserpreise tragen marginal auch zu Inflation bei und reduzieren potentiell die Reallöhne. Diese Entwicklung wird zum Teil durch die beschleunigte Entwicklung wassersparender Technologien gebremst, allerdings verursacht auch die hierfür notwendige Forschung Kosten. Die gesamtwirtschaftlichen Konsequenzen sollten besonders bei geringem GWEE nicht überbewertet, auf jeden Fall jedoch bei einer Entscheidung zur

Einführung mitberücksichtigt werden. Bisher scheinen signifikante Wettbewerbsnachteile von Firmen in Bundesländern mit höherem GWEE jedoch nicht nachweisbar.

Zusammenfassend ist der Nutzen des Instruments somit fraglich und allenfalls gering, während die Kosten einer Wettbewerbsverzerrung unter Umständen nicht zu vernachlässigen sind. Angesichts dieser Unsicherheiten erhält das Effizienzkriterium einen niedrigen negativen Score von -1.

### **Umweltverträglichkeit**

Die Umweltverträglichkeit ist potentiell hoch, wenn ressourcensparendes Verhalten angeregt und Wasserknappheit auf diese Weise vorgebeugt wird. Außerdem wird so zum Erhalt von Grundwasserbiotopen beigetragen. Allerdings ist unklar, wie sensibel der Wassermarkt auf das Entgelt reagiert und inwiefern der momentane Verbrauch die Umwelt überhaupt belastet. Wegen dieser Unsicherheiten wird vom Höchstwert abgewichen und ein Score von +4 vorgeschlagen.

### **Gleichheit**

Von einem GWEE werden alle Verbraucher proportional nach Wasserverbrauch gleich betroffen. Da der Qualitätserhalt der Umwelt mit Kosten verbunden ist, ist es fair, wenn diejenigen mehr zahlen, die in größerem Maße von der Grundwassernutzung profitieren. Bestehende Fixkosten gehen somit mehr zu Lasten größerer Verbraucher (Nutznießer Prinzip). Allerdings ist die Reinigung des Abwassers bereits durch die Abwasserabgabe geregelt, so dass der Fairnesseffekt einer zusätzlichen Abgabe begrenzt sein könnte. Außerdem gibt es in vielen Bundesländern beim GWEE Ausnahmen und Teilbefreiungen für landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzte Flächen. Dies gibt Bauern einen Vorteil und sorgt für horizontale Ungleichheit. Ein GWEE ohne Ausnahmeregelungen hingegen würde keine Effekte auf horizontale Gleichheit aufweisen.

Bezüglich der vertikalen Gleichheit werden besser verdienende Haushalte relativ gesehen geringer belastet, da die Wasserabgabe einen kleineren Teil ihres Einkommens beansprucht als bei weniger gut verdienenden Haushalten. Während die momentan angewandten Ausnahmen die Effizienz des Instruments negativ beeinflussen, könnte die Steuer allerdings so umstrukturiert werden, dass benachteiligte Marktteilnehmer weiterhin kompensiert, die Effizienz des Instruments jedoch nicht beeinträchtigt wird. Dies ist durch Freibeträge wie teils bereits angewandt zu erreichen. Eine einheitliche Wasserabgabe ohne Ausnahmeregelungen oder Kompensationszahlungen für ärmere Haushalte erhält einen Gleichheitsscore von -2.

### **Fiskalische Auswirkungen**

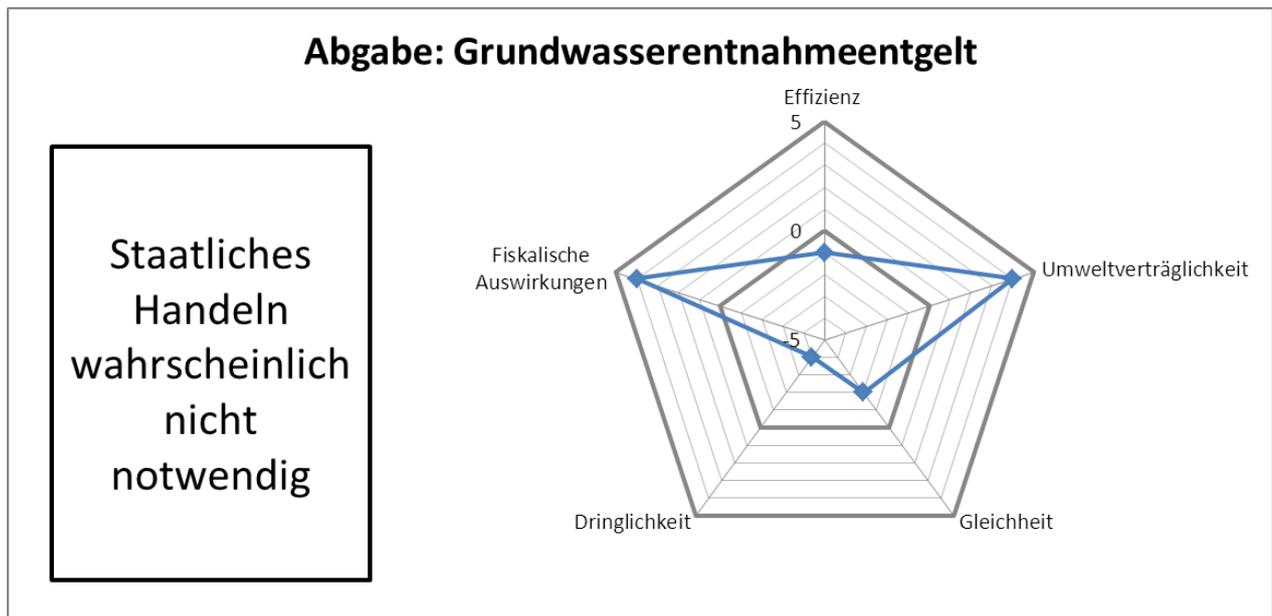
Die Brutto-Belastung des öffentlichen Haushalts ist gering, und es ist mit Nettoeinnahmen für die öffentliche Hand zu rechnen. So wurden im Jahr 2010 durch die das GWEE erhebenden elf Bundesländer insgesamt 383 Mio. € eingenommen, was bei Administrationskosten von durchschnittlich 5% zu Nettoeinnahmen von ca. 364 Mio. € führt. Durch Harmonisierung der Abgabe und Einbezug der restlichen fünf Bundesländer würden sich diese Einnahmen voraussichtlich noch erhöhen. Zwar wird die Lenkungswirkung der Steuer die Steuerbasis etwas reduzieren, es werden aber signifikante Gewinne zurückbleiben. Hinzu kommen potentielle Einsparungen durch geringere Abwasseraufbereitung, jedoch auch (kurzfristige) Kosten durch

eine zu geringe Auslastung der Infrastruktur. Insgesamt erhält dieses Kriterium also einen hohen Score von +4, der v.a. durch die administrativen Kosten nicht den Höchstwert erreicht.

### Dringlichkeit

Sollte für die Einführung eines bundesweiten Entgelts entschieden werden, so ist diese baldmöglichst vorzunehmen, da dynamische Wirkungen erst über einen längeren Zeitraum erzielt werden. Allerdings ist die Notwendigkeit einer lokal und saisonal undifferenzierten Reduzierung der Grundwasserentnahme weder heute noch in naher Zukunft dringend, weshalb hier ein sehr niedriger Score von -4 vergeben wird.

Abb. 20: Abgabe: Grundwasserentnahmeentgelt (© Eigene Darstellung)



### Alternative

Um einer saisonalen und regionalen Wasserknappheit, wie sie auch in Deutschland nicht auszuschließen ist, zu begegnen, eignen sich auch bereits verfügbar Instrumente wie Beschränkungen der Wassernutzung als Alternative. Bei allen Problemen die diese ordnungsrechtlichen Instrumente mit sich bringen (Kontrolle der Umsetzung, Gefahr von Überregulierung, Akzeptanz) könnten sie auf Grund ihrer Flexibilität doch besser geeignet sein, eine temporäre und lokale Wasserknappheit aufzufangen als ein breiter Markt für Wasser.

### 5.3.2 Abgabenerleichterungen: Ermäßigung des Niederschlagswasserentgelts für begrünte Dach- und Tiefgaragenflächen

#### Beschreibung

Wie in einigen anderen Städten Deutschlands gilt in Düsseldorf ein ermäßigter Gebührensatz für die Ableitung von Niederschlagswasser bei begrünten Dachflächen. Hier beträgt das Entgelt mit 0,49 € je m<sup>2</sup> pro Jahr nur die Hälfte des normalen Satzes (Stand 2010). Durch diesen Anreiz wird das Anlegen von Dachbegrünung gefördert und die Abwasserinfrastruktur bei Starkregenereignissen weniger stark belastet.

## Anwendbarkeit

Dachbegrünung trägt sowohl zur Vermeidung von Heizkosten, als auch zur Entlastung der Kanalisation bei Starkregen bei. Durch den Klimawandel gewinnen beide Vulnerabilitäten in Deutschland zunehmend an Bedeutung. Da das Instrument bereits in einigen Städten Anwendung findet, sollte es problemlos auf den Bund auszuweiten sein. Während die gesellschaftliche Akzeptanz bei Abgabenerleichterungen stets gegeben sein sollte, sind bei überschaubaren Kosten für den Staatshaushalt auch keine politischen Widerstände zu erwarten.

## Notwendigkeit staatlichen Handelns

Da der volkswirtschaftliche Nutzen der Dachbegrünung positiv ist (siehe der folgende Abschnitt „Effizienz“) sollte der Staat aktiv werden, wenn kein ausreichender privater Anreiz zur Anpassung besteht. Ohne eine Reduzierung des Niederschlagswasserentgelts setzt sich der private Nutzen v.a. aus der längeren Lebensdauer des Daches und dem besseren Raumklima der Wohnung unter dem Gründach zusammen und wird somit oftmals geringer eingeschätzt als die privaten Kosten eines Gründachs. Die Einsparung des Wasserentgelts trägt mehreren Studien zu Folge dazu bei, dass sich ein Gründach aus Sicht der Hausbesitzer offensichtlich lohnt (Gartenamt Stadt und Grün 2005). Dies gilt auch für Mietwohnungen, da Vorteile durch Dachbegrünung in die Miethöhe integriert werden können, allerdings nicht für Garagen, da die wärmemindernde Wirkung hier nur bedingt von Nutzen ist.

Viele Hausbesitzer sind sich allerdings der Vorteile der Dachbegrünung nicht bewusst und sind im Gegenteil der Meinung, Gründächer würden Bauwerke eher schädigen. Eine Abgabenerleichterung sollte daher von einer Informationskampagne begleitet werden, welche Hausbesitzer über die Vorteile der Dachbegrünung aufklärt. Unter der Annahme, dass die privaten Anreize für Gründächer auch nach der Einführung von Informationskampagnen nicht vollständig erfasst werden, ist eine Abgabenerleichterung notwendig („Staatliches Handeln wahrscheinlich notwendig“).

## Effizienz

Der Hauptvorteil der Dachbegrünung besteht in seiner wärmedämmenden Wirkung und den damit verbundenen vermiedenen Heizkosten. Diese betragen, wie bereits für das Instrument sommerlicher Wärmeschutz näher erläutert, insgesamt ca. 6,8 Mrd. €, wobei 5,5 Mrd. € dem Klimawandel zuzurechnen sind. Mürb schätzt eine Minderung der Maximaltemperatur im Sommer um circa 5°C in begrünten Häusern (Mürb 1978 in LWG 2002). Die mittäglichen Temperaturspitzen auf den Dächern selbst reduzieren sich von 50°C bei Kiesdächern auf 20°C bei Gründächern. Starke Temperaturschwankungen beeinflussen außerdem die Dachkonstruktion und Dachdichtung, führen zu Rissen in der Dichtung sowie in der Unterkonstruktion und erfordern nach ca. 20 Jahren eine Sanierung des Daches. Unter anderem durch die Vermeidung starker Temperaturschwankungen müssen extensiv begrünte Dächer lediglich alle 40 Jahre erneuert werden.

Im Gegensatz zum sommerlichen Wärmeschutz wirkt sich Dachbegrünung zusätzlich auch auf die Umgebungstemperatur aus. So würde eine 50 prozentige Dachbegrünung den Wärmeinseleffekt in Toronto um 1°C reduzieren (Banting et al. 2005 in Tröltzsch et al. 2012) und eine 75% Begrünung der New Yorker Dächer würde die Mittagshitze zumindest um 0,4°C reduzieren (Rosenzweig et al. 2009 in Tröltzsch et al. 2012). Ähnliche Effekte sind auch in

Deutschland zu erwarten. Die vermiedenen Hitzekosten wären damit größer als die des konventionellen sommerlichen Wärmeschutzes, da auch die Außentemperatur verringert wird.

Auch im Winter zeigt sich die isolierende Wirkung der Gründächer, denn während unbepflanzte Dächer im Winter auf bis zu  $-20^{\circ}\text{C}$  herunterkühlen, bleibt die Gründachtemperatur bei wenigen Grad unter null (Helbig et al. 1999 in LWG 2002), so dass Heizkosten gespart werden und dachschädigende starke Temperaturschwankungen vermieden werden können. Weitere Vorteile sind die Verminderung des Lärmpegels sowie eine Verbesserung der Luftqualität, denn während sich nachts ablagernder Staub auf Kiesdächern tagsüber wieder aufgewirbelt wird, verbleibt er bei Gründächern in der Vegetation und wird bei Niederschlägen in das Substrat eingewaschen. Somit werden Staub und Schmutzpartikel aus der Luft gebunden. Minke errechnet, dass ein Quadratmeter Grünfläche jährlich 0,2 kg Schmutz bindet (Minke 1983 in LWG 2002). Dies ist von besonderer Bedeutung für die Stadtluft, da dort die Staubpartikeldichte 10-15-mal höher ist als im Umland. Zuletzt führt verringerter Wasserablauf zu mehr Verdunstung und somit zur teilweisen Behebung des Feuchtemangels in flächenversiegelten Städten. Die Sauerstoffanreicherung der Luft und die damit verbundene  $\text{CO}_2$ -Absorbierung kommt noch hinzu.

Die Entlastung der Abwasserstruktur bei Starkregen ist ein weiterer wesentlicher Vorteil der Dachbegrünung. So werden im Vergleich zum Kiesdach bei Schwachregen (5mm) die Scheitelwerte der Abflussmengen um bis zu 99% gesenkt, denn der größte Teil des Niederschlags wird im Schichtbau gespeichert (LWG 2002). Bei Starkregen (20 mm in 15 min) reduzieren sich die Abflussmengen um durchschnittlich 70%. Langfristig erlaubt die daraus resultierende geringere Spitzenbelastung eine Anpassung der Kanalisation. In einem Rechenbeispiel zeigt Unger, dass beim Neubau neuer Entwässerungsleitungen die Verringerung des Rohrdurchmessers Einsparungen von 400 € bis 800 € pro Quadratmeter mit sich bringen kann (Unger 1969 in LWG 2002). Des Weiteren entstehen laufende Kosten, wenn Oberflächenwasser mit Schmutzwasser gemischt wird, da es dann den gleichen Klärprozess durchlaufen muss. Laut Brettschneider beträgt der Oberflächenabfluss das 60 bis 200 fache des Schmutzwasserabflusses (Brettschneider 1982 in LWG 2002). Eine Reduktion des Oberflächenabflusses durch Dachbegrünung könnte daher zu Einsparungen von Klärkosten bei Bau und Betrieb von 20% bis 56% im Falle von München führen (Ernst und Weigerding 1986 in LWG 2002). Außerdem würden Rückstauereignisse weniger häufig auftreten.

Auf der Kostenseite stellt eine Ermäßigung des Niederschlagswasserentgelts eine Einnahmeneinbuße für den Staathaushalt dar. Allerdings entstehen Kosten für Bau und Pflege des Gründaches und so ergeben sich jährliche Mehrkosten (inklusive Herstellkosten) gegenüber einem Kiesdach von ungefähr  $0,72\text{€/m}^2$  für den Hausbesitzer (LWG 2002). Eine Schädigung des Bauwerks durch die Dachbegrünung ist aufgrund neuer Techniken nicht zu erwarten. Indirekte Kosten ergeben sich noch aus der reduzierten Quantität und Qualität (mineralische und bakterielle Inhaltsstoffe) des nutzbaren Wassers für Zisternen (WC Spülungen und Beregnung von Grünflächen). Auch für Waschmaschinen ist das Wasser aufgrund seiner Färbung nicht mehr nutzbar. Unterschiedliche Studien kommen allerdings zu unterschiedlichen Ergebnissen und ein begrenzter Einsatz des Wassers sollte auf jeden Fall weiterhin möglich sein.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass eine flächenübergreifende Dachbegrünung vielseitigen Nutzen bei geringen und überschaubaren Kosten mit sich bringt. Der Nettonutzen ist sowohl aus Verbraucher- (jährlich  $0,40\text{€/m}$ , LWG, 2002) als auch aus gesamtwirtschaftlicher Sicht uneingeschränkt positiv so dass das Effizienzkriterium den Maximalscore von +5 erhält.

### **Umweltverträglichkeit**

Auch die Umweltverträglichkeit der Dachbegrünung ist als hoch einzustufen, denn Kühlung im Sommer sowie bessere Wärmedämmung im Winter reduzieren die Nutzung von Klimaanlage und Heizung und reduzieren somit CO<sub>2</sub> Emissionen. Wie bereits beim Instrument sommerlicher Wärmeschutz erwähnt, sind die Emissionen von Klimaanlage aber bereits durch das EU ETS reguliert, so dass in der kurzen Frist keine Emissionsminderung stattfindet. Allerdings tragen auch die verminderte Staubdichte und die erhöhte Sauerstoffproduktion bzw. CO<sub>2</sub> Absorption zur hohen Umweltfreundlichkeit der Dachbegrünung bei. Schlussendlich bilden Gründächer ein eigenes Biotop und stellen somit auch (günstige) Ausgleichsflächen für den Naturschutz dar (Vergleich BNatSchG). Das Umweltkriterium erhält folglich den Maximalscore von +5.

### **Gleichheit**

Im Bereich Gleichheit verhält sich die Abgabenerleichterung neutral. Allenfalls könnten sich Hausbesitzer benachteiligt fühlen, bei denen Gründächer aus technischen oder Denkmalschutz-Gründen nicht realisierbar sind. Außerdem könnten ärmere Haushalte nicht in der Lage sein, ein Dachbegrünungsprojekt zu finanzieren. Hier könnte in Form von Darlehen oder Subventionen Abhilfe geschaffen werden. Das Kriterium Gleichheit erhält damit einen Score von -1 da jeweils geringe Verzerrungen von horizontaler und vertikaler Gleichheit erkannt werden.

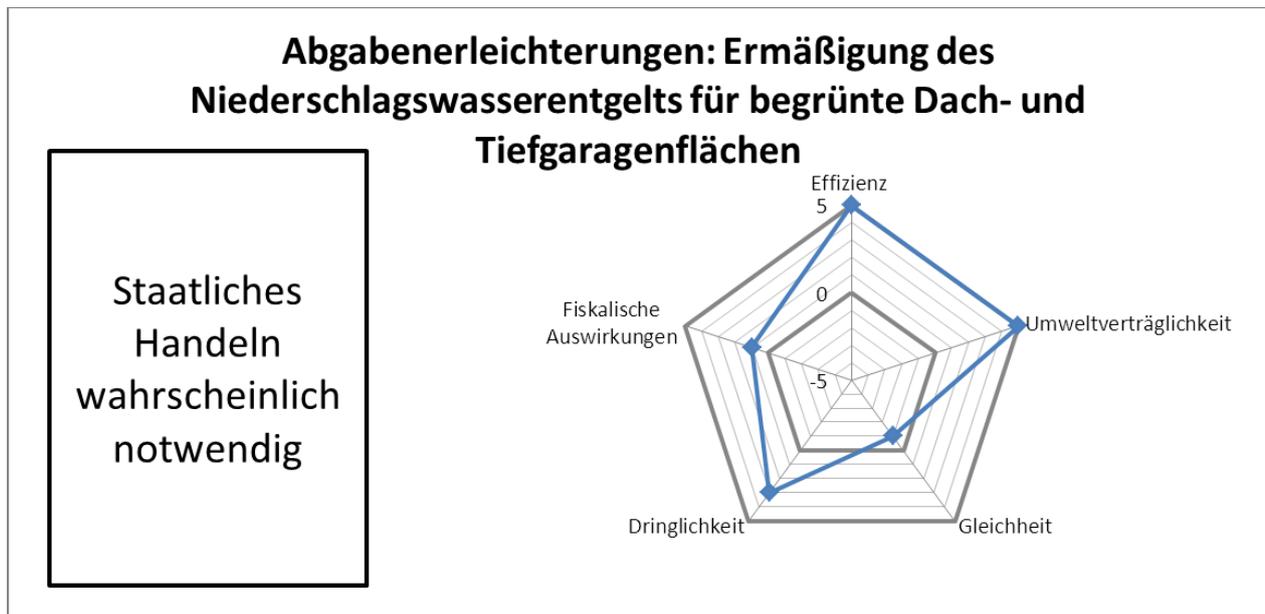
### **Fiskalische Auswirkungen**

Die Abgabenerleichterung führt definitiv zu verringerten Brutto-Einnahmen, allerdings spiegeln diese auch eine (langfristige) Kostenreduktion im Abwasserbereich wieder. Das Instrument sollte daher bei korrekter Ausgestaltung überschaubare positive fiskalische Effekte mit sich bringen und erhält daher einen Score von +1.

### **Dringlichkeit**

Eine Anpassung kann jederzeit stattfinden und wird im Laufe des Klimawandels ihren Nutzen erhöhen. Da eine Einführung des reduzierten Niederschlagswasserentgelts für Gründächer bereits in der Vergangenheit Sinn machte (ohne besonders dringend zu sein), wird hier ein Score von +3 vorgeschlagen.

Abb. 21: Abgabenerleichterungen: Ermäßigung des Niederschlagsentgelts für begrünte Dach- und Tiefgaragenflächen (© Eigene Darstellung)



**Alternative**

Wie oben beschrieben, hat die Dachbegrünung bei genauer Kosten-Nutzen-Analyse durchaus das Potenzial, bereits aus privater Perspektive vorteilhaft zu sein (wenn das Dach seltener saniert werden muss und eine positive Wirkung auf das Raumklima erkennbar ist). Als Alternative zu einer Abgabenerleichterung bietet sich somit eine umfassende Aufklärungskampagne über Kosten und Nutzen der Dachbegrünung an. Unter der Annahme, dass tatsächlich ein Informationsdefizit bei Hausbesitzern vorhanden ist und dieses durch staatliche Informationskampagnen aufgehoben werden kann, wäre diese Alternative wahrscheinlich v.a. unter fiskalpolitischen Gesichtspunkten zu bevorzugen.

**5.3.3 Finanzbeihilfen I: Förderung von Dachbegrünung**

**Beschreibung**

Die Abteilung Wiener Stadtgärten fördert zur Hebung der Lebensqualität die Begrünung von Dächern nach Maßgabe der dafür im jeweiligen Haushaltsjahr zur Verfügung stehenden Mittel. Die Höhe der Förderung richtet sich nach der Höhe (cm) der durchwurzelbaren Aufbaudicke der neu begrünten Dachfläche und liegt zwischen 8 und 25 € pro Quadratmeter, beträgt jedoch maximal 2200 €. Der Antrag auf Förderung muss an die Abteilung Wiener Stadtgärten gerichtet werden. Dem Antrag muss ein Kostenvoranschlag über Dachbegrünungsmaßnahmen, eine Einverständniserklärung des Hausinhabers sowie die Baubewilligung beigelegt werden. Die Auszahlung der Förderbeiträge erfolgt nach Beendigung der Dachbegrünungsmaßnahme und wird nur einmal pro Objekt gewährt.

**Anwendbarkeit**

Die Finanzbeihilfe hat den gleichen Zweck wie die Abgabenerleichterung im vorherigen Abschnitt und richtet sich damit an dieselben Vulnerabilitäten. Das Instrument sollte sich

problemlos in die deutsche Landschaft der Subventionswerkzeuge eingliedern lassen. Im Hinblick auf gesellschaftliche und politische Akzeptanz bestehen keine Bedenken.

#### **Notwendigkeit staatlichen Handelns**

Die Diskussion über eine Abgabenerleichterung hat gezeigt, dass eine die Abwassermenge berücksichtigende Preissetzung ausreichend ist, um eine Dachbegrünung aus Sicht der Hausbesitzer lohnenswert zu machen. Sofern Hausbesitzer (durch eine Informationskampagne) über die wahren Kosten und Nutzen der Dachbegrünung informiert sind, besteht somit kein Grund für eine zusätzliche Subvention. Eine Finanzbeihilfe anstelle einer Abgabenerleichterung würde auf indirekte Weise den Preis für Niederschlagswasser verändern und wäre in seiner Gesamthöhe unter Umständen identisch mit der der Abgabenerleichterung. Die Gefahr von regulatorischem Versagen ist jedoch höher, denn vermutlich würde eine Subvention nicht die wahren Kosten der eingesparten Niederschlagswasserbeseitigung widerspiegeln. Jegliche Finanzhilfe oberhalb der Ersparnisse durch Abgabenerleichterung ist überflüssig während eine Finanzhilfe unterhalb der Ersparnisse durch Abgabenerleichterung keinen ausreichenden Anreiz zur Dachbegrünung bieten könnte. Die Notwendigkeit staatlichen Handelns kann trotzdem analog zu der Abgabenerleichterung eingeschätzt werden („Staatliches Handeln wahrscheinlich notwendig“).

#### **Effizienz**

Die Kosten und Nutzen des Instruments sind identisch mit denen einer Abgabenerleichterung. Das Effizienzkriterium erhält damit ebenfalls einen Score von +5.

#### **Umweltverträglichkeit**

Die Umwelt wird durch eine Subvention im gleichen Maß wie durch eine Abgabenerleichterung beeinflusst und erhält ebenfalls einen Score von +5.

#### **Gleichheit**

Die Auswirkungen der Dachbegrünung auf Gleichheit sind identisch. Die Subvention ähnelt auch hier sehr der Abgabenerleichterung, denn die relativen Auswirkungen sind ähnlich. Durch eine Subvention werden die durch Dachbegrünung verringerten Abwasserkosten implizit an die Hausbesitzer weitergereicht. Ein Vorteil der Subvention gegenüber der Abgabenerleichterung besteht in der direkten finanziellen Unterstützung der Begrünungsprojekte, denn Hausbesitzer erhalten die Vergütung direkt nach Beendigung des Bauprojekts und nicht erst über mehrere Jahre verteilt in Form geringerer Abgaben. Dies könnte das im vorherigen Abschnitt angesprochene Problem der Projektfinanzierung durch ärmere Haushalte abmildern. Das Gleichheitskriterium erhält daher einen Score leicht über der Bewertung bei Abgabenerleichterungen von 0.

#### **Fiskalische Auswirkungen**

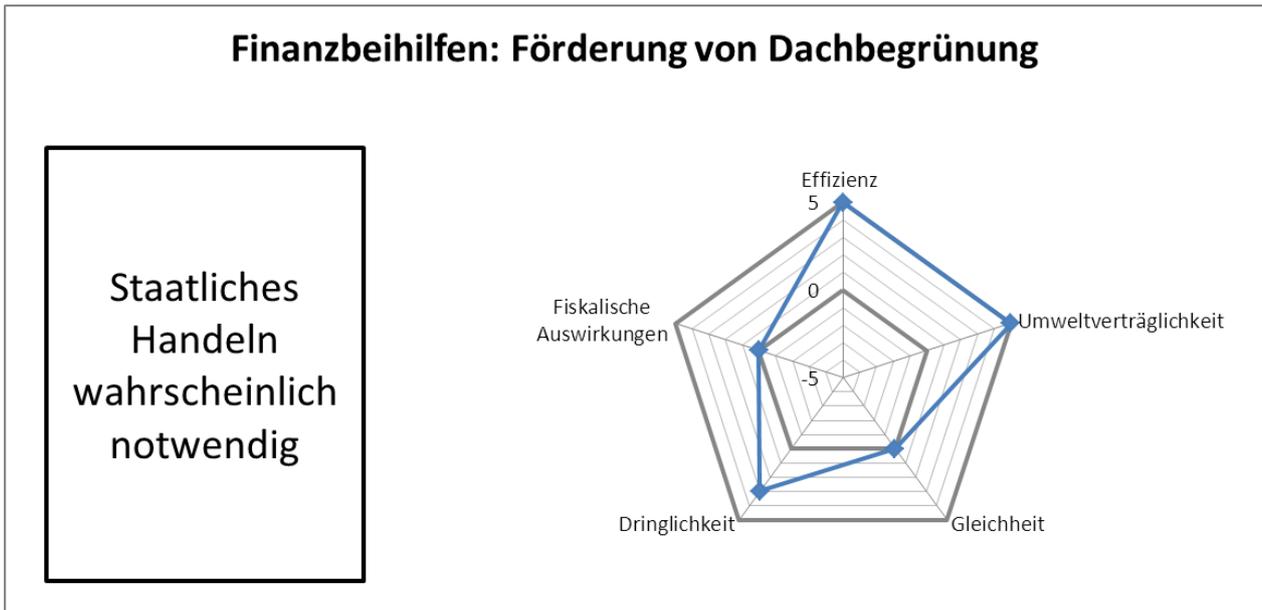
Die Subvention beinhaltet direkte Kosten für den Staat (zwischen 8 € und 25 € pro Quadratmeter und maximal 2.200 € pro Dachfläche in Österreich), welche sowohl durch Kommunen, als auch durch Land oder Bund getragen werden könnten. Dem gegenüber stehend die Einsparungen in der Abwasserbeseitigung. Die Einsparungen könnten somit die Kosten übersteigen. Da bei einer Subvention jedoch mit höheren Kosten im Vergleich zu einer

Abgabenerleichterung zu rechnen ist, erhält das Fiskalkostenkriterium hier einen etwas niedrigeren Score von 0.

### Dringlichkeit

Analog zu der Argumentation bei den Abgabenerleichterungen für Gründächer wird hier ebenfalls ein Score von +3 vergeben.

Abb. 22: Finanzbeihilfen: Förderung von Dachbegrünung (© Eigene Darstellung)



### Alternative

Das Ziel, die Dachbegrünung durch private Immobilieneigentümer zu fördern, kann wie in Abschnitt 5.3.2 beschrieben u.U. auch durch staatliche Informationskampagnen verfolgt werden.

## 5.3.4 Finanzbeihilfen II: Agrarumweltmaßnahme „Mulchsaat“ - vorsorgender Hochwasserschutz

### Beschreibung

Die Gemeinsame Agrarpolitik fördert im Rahmen der ELER-Verordnung verschiedene Agrarumweltmaßnahmen. Die Zahlungen richten sich u.a. an eine schonende Bodenbearbeitung durch „Anwendung von Mulch- oder Direktsaat oder Mulchpflanzverfahren im Ackerbau“ (BMELV, 2012). Bei diesem Verfahren wird für die Dauer von 5 Jahren der Boden mit mindestens 30% der Erntereste der Vorkultur oder Zwischenfrucht pfluglos belassen (Billen et al. 2007; Dittrich 2006). Die Höhe der Förderung variiert zwischen den einzelnen Bundesländern. Bspw. wird die Methode im Rahmen der Agrarumweltprogramme KULAP (Bayrisches Kulturlandschaftsprogramm) mit 100 €/ha und MEKA (Marktentlastungs- und Kulturlandschaftsausgleich, Baden-Württemberg) mit 60 €/ha bezuschusst (LfL Bayern 2004; MLR 2010).

Dieses konservierende Verfahren birgt neben der Erosions- und Nitratminderung des Bodens eine erhöhte Fähigkeit der Wasserspeicherung. Aufgrund der tendenziell erhöhten

Wasserdurchlässigkeit des Bodens fungiert dieser als natürlicher Wasserrückhalt, indirekt also als vorsorgender Hochwasserschutz (Dittrich 2006). Eine Untersuchung der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) hat gezeigt, dass das Mulchsaatverfahren als Hochwasserschutz besonders an flussnahen Ackerflächen effektiv ist (Sieker 2002). Durch angepasste Produktionstechniken kann die Landwirtschaft einerseits den Boden schonen und gleichzeitig einen positiven Effekt für das Gemeinwohl leisten. Um einen positiven Beitrag für die Bevölkerung zu leisten und gleichzeitig teilnehmende Landwirte zu honorieren, könnten bei der Entscheidung über die Fördermittelhöhe Hochwasserrisikogebiete explizit berücksichtigt werden und dort evtl. höhere Förderbeträge angesetzt werden.

### **Anwendbarkeit**

Da das Instrument bereits in einigen Ländern als Anreizinstrument Anwendung findet, sollte es in Rahmen der GAP problemlos auf regionale Vulnerabilitäten (Hochwasser) angepasst und auszuweiten sein.

### **Notwendigkeit staatlichen Handelns**

Die Notwendigkeit einer staatlichen Intervention ist gegeben bzw. kann in dem Sinn optimiert werden, dass private Akteure (Landwirte) durch die gestaffelte Maßnahme in Hochwasserrisikogebieten stärker animiert werden die Bodenbewirtschaftungsform von konventionellen Techniken zur Mulchsaat-Bewirtschaftung zu ändern. Eine regionalspezifisch angepasste Förderung der Agrarumweltmaßnahmen wäre gegeben, wenn es insbesondere für Risikogebiete Anwendung findet, die aufgrund der Bodenbeschaffung eine erhöhte Wasserinfiltration besitzen und somit zur Hochwasservorsorge effektiv beitragen. Die primäre Aufgabe besteht darin, die Methode in bereits vorhandene Fördermittel einzubinden (ELER-Verordnung) und auf regionale Besonderheiten anzupassen.

Jedoch bedeutet der Übergang zu dieser Methode für die Landwirte eine Änderung des traditionellen Managements und ist mit Unsicherheiten verbunden. Aus diesem Grund sollte der Staat zusätzlich zu einer angepassten Subvention informatorische Aufgaben übernehmen und die Umstellung auf konservierende Verfahren in Risikogebieten unterstützen.

Zusammenfassend ist staatliches Handeln wahrscheinlich notwendig, da einerseits die Landwirte erhöhten Informationsbedarf haben und Marktversagen in dem Sinn besteht, dass die private Maßnahme „Mulchsaat“ positive externe Effekte im Bereich des öffentlichen Hochwasserschutzes aufweist.

### **Effizienz**

Der Nutzen des angepassten Instruments hat als vorrangiges Ziel die Kostenreduzierung für zukünftige Hochwasserereignisse. Beispielsweise wird geschätzt, dass eine

Mulchsaatbewirtschaftung von 25% eine Reduktion von 4% des Wasserabflussvolumens bewirken kann (Sieker 2002). Da es bei der vorgeschlagenen Finanzbeihilfe um eine Umverteilung von bestehenden Subventionen geht, sind die zusätzlichen Kosten für den Staat relativ gering bzw. primär administrativ und fallen insbesondere bei der Gestaltung des Systems an, wie z.B. bei Informationskampagnen, Standortanalysen oder administrativer Mehraufwand durch die differenzierte Betrachtung.

Die gesamtwirtschaftliche Kosten- / Nutzenanalyse dieses Instruments ist problematisch, da es keine genauen Angaben insbesondere zum langfristigen Nutzen der Anpassungsmaßnahme gibt. Das tatsächliche Auftreten eines Hochwassers ist mit großen Unsicherheiten verbunden und die Infiltrationsrate variiert standortbedingt aufgrund der Bodenbeschaffenheit. Der Nutzen für die Volkswirtschaft ist ein vorsorgender Hochwasserschutz (reduzierte Kosten für Aufräumarbeiten, Straßen, Keller etc.) und die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit. Ob der gesamtwirtschaftliche Nutzen dieser Maßnahme die Kosten übersteigt, ist zu diesem Zeitpunkt nicht genau feststellbar. Die Untersuchungen des Sächsischen LfL legen allerdings nahe, dass flussnahe Ackerflächen mit höheren Fördermitteln bezuschusst werden sollten, um mögliche Kosten für die Volkswirtschaft zu reduzieren (LfL 2002). Die Bodenbewirtschaftungsform bedeutet einen Nutzen für das Gemeinwohl und ist mit vergleichsweise geringen Kosten verbunden bzw. eine Umverteilung der Subvention. Der Effekt der Maßnahme ist wahrscheinlich positiv. Die Effizienz ist verbunden mit hohen Unsicherheiten und erhält daher einen moderaten positiven Score von +2.

### Gleichheit

Die Subvention für eine besondere Bewirtschaftungsform wie die Mulchsaat wird bereits im Rahmen von GAP bzw. GAK-Agrarumweltmaßnahmen angeboten und ist gekennzeichnet durch eine freiwillige Teilnahme. Die hier diskutierte Form der Staffelung bedeutet, dass insbesondere landwirtschaftliche Ackerflächen in Hochwasserrisikogebieten eine spezielle Förderung erhalten sollen. In diesem Zusammenhang ist kein Effekt auf die vertikale Gleichheit zu beobachten, da es keine Anhaltspunkte gibt, dass wohlhabende Landwirte durch die angepasste Subvention systematisch besser oder schlechter gestellt werden.

Die horizontale Gleichheit ist kritisch zu betrachten. Die vorgeschlagene Differenzierung nach Hochwasserrisikogebieten wird zu einer regional ungerechten Verteilung führen. Dies konnte den Landwirten bei Grundstückserwerb auch nicht bekannt sein – sie haben somit keine Möglichkeit, sich auf diese Ungleichbehandlung einzustellen.

Das Gleichheitskriterium erhält auf Grund des neutralen Effekts auf vertikale Gleichheit und des negativen Effekts auf horizontale Gleichheit einen mittelhohen negativen Score von -3.

### Umweltverträglichkeit

Die Mulchsaat-Methode als konservierende Bodenbearbeitung und zugleich als vorsorgender Hochwasserschutz birgt verschiedene Vor- und Nachteile für die Umwelt. Zum einen hat die Methode positive Effekte, wie z.B. die Minderung von Bodenerosion durch die Ernterückstände, eine erhöhte Wasserspeicherung und Bodenfruchtbarkeit als auch ein reduzierter Kraftstoffverbrauch aufgrund der pfluglosen Bearbeitung. Bedingt durch die pfluglose Bodenbearbeitung ist jedoch eine Steigerung von Pflanzenkrankheiten (wie z.B. erhöhter Pilzbefall aufgrund der Bodendichte) und Unkraut zu erwarten, wodurch ein erhöhter Einsatz von umweltschädlichen Herbiziden resultieren könnte (Billen et al. 2007). Der Einsatz von Herbiziden hat verschiedene nachteilige Wirkungen, wie beispielsweise eine reduzierte Erntemenge, mögliche negative Effekte auf das Grundwasser und die Biodiversität. Um nachteilige Effekte der Bodenkonservierung zu mindern, ist ein wichtiger Faktor die Optimierung bzw. Anpassung der Fruchtfolge. Da die Vorteile jedoch wahrscheinlich überwiegen und die Nachteile (Herbizideinsatz) mit alternativen Methoden umgangen werden kann, wird die Umweltverträglichkeit mit einem mittelhohen positiven Score von +3 bewertet.

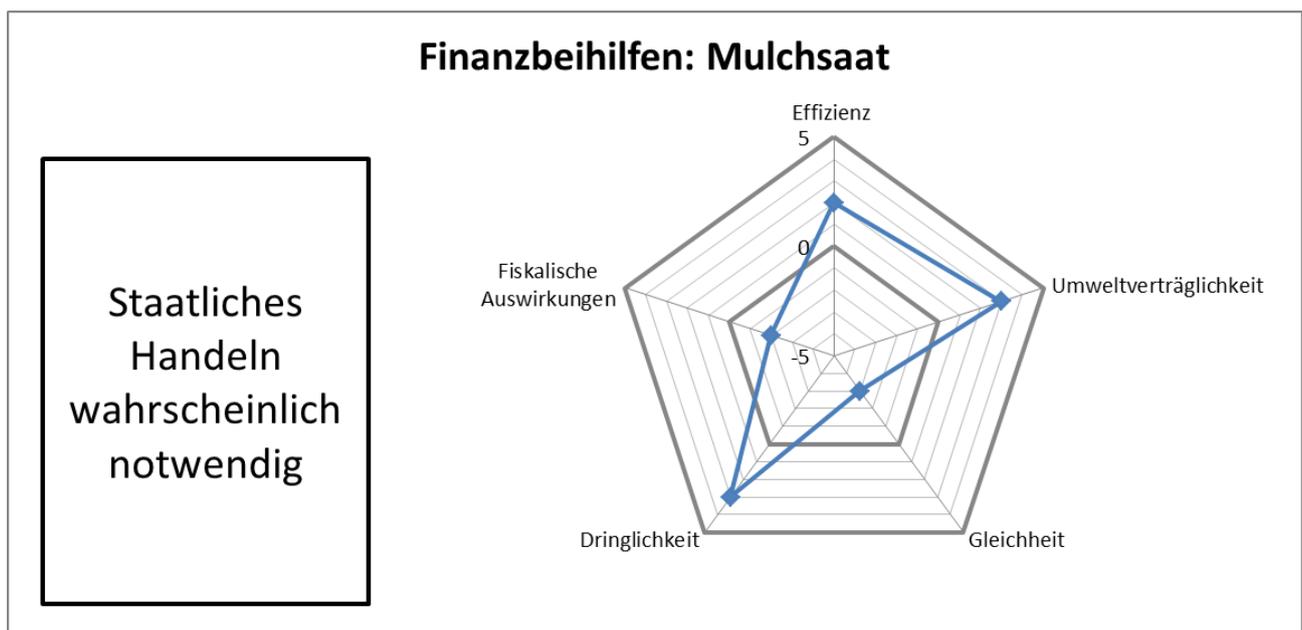
### Fiskalische Auswirkungen

Die fiskalischen Auswirkungen der Subvention sind in dem Sinne weitgehend neutral, dass das Fördervolumen in bereits vorhandene Strukturen (Förderung durch die ELER-Verordnung) implementiert ist. Jedoch ist mit einem erhöhten administrativen Aufwand während der Analyse- und Einführungsphase zu rechnen, da eine regionale Standort-/Bodenanalyse in Hochwasserrisikogebieten notwendig ist, damit die förderwürdigen Gebiete aufgedeckt werden. Die zu erwartenden Kosten fallen insbesondere in der Anfangsperiode an. Des Weiteren sind aufgrund des erhöhten Aufklärungs- und Informationsbedarf seitens der Landwirte (Erhöhung der Akzeptanz des Verfahrens), weitere geringfügige fiskalische Kosten zu erwarten. Demgegenüber stehen die fiskalischen Einsparungen, die potentiell durch den vorsorgenden Hochwasserschutz entstehen, die aber nicht sicher abschätzbar sind (z.B. Kosteneinsparungen für Räumungsarbeiten). Folglich erhält das Kriterium einen moderaten negativen Score von -2.

### Dringlichkeit

Aufgrund der aktuellen Hochwasservulnerabilität bestimmter Regionen ist es zu empfehlen regional spezifische Förderbedingungen zügig zu implementieren, da die Standort-/Bodenanalyse, administrative Umstellung und Einführung des Instruments auf Länderebene Zeit beansprucht. Nach der Einführung einer angepassten Form verläuft die Umstellung der Bodenbearbeitung auf Mulchsaat durch teilnehmende Landwirte zügig, da nicht mit einer langen Vorlaufzeit zu rechnen ist bzw. die Umstellung jährlich durch den Landwirt durchgeführt werden kann. Auf Grund der bereits heute eingetretenen Vulnerabilität, der längeren Vorlaufzeit, aber der zügigen Umsetzung und Wirksamkeit wird hier ein mittelhoher positiver Score von +3 vergeben.

Abb. 23: Finanzbeihilfen: Mulchsaat (© Eigene Darstellung)



## Alternative

Eine Alternative zu einer regional angepassten Mulchsaat-Bewirtschaftung als vorsorgender Hochwasserschutz ist die Förderung des konventionellen Flussdeichbaus. Neben fiskalischen Mehrkosten (Investitionen in den Deichbau und Kosten der Deichüberwachung), gibt es die Belastung flussabwärts liegender Regionen durch ein gesteigertes Hochwasser- bzw. Erosionsrisiko oder auch die Gefahr eines Deichbruchs. Demgegenüber steht die Tatsache, dass Deiche in gutem Zustand und in Abhängigkeit der Höhe bei Hochwasser eine größere Sicherheit als Retentions-Maßnahmen bieten.

### 5.3.5 Finanzbeihilfen III: Risikomanagement – Beihilfen für Ernteversicherungen

#### Beschreibung

Die Regelung der Europäischen Gemeinschaft für staatliche Beihilfen im Agrarsektor sieht für den Zeitraum zwischen 2007-2013 Beihilfen zum Ausgleich von Schäden an der landwirtschaftlichen Erzeugung oder an landwirtschaftlichen Betriebsmitteln vor.<sup>28</sup> In diesem Zusammenhang sind Beihilfen für Versicherungsprämien möglich. Die Maßnahme ist freiwillig und sieht vor, dass die Mitgliedsstaaten ihre Landwirte mit Hilfe von Prämiensubventionen animieren können, Versicherungen für Naturkatastrophen bzw. außergewöhnliche Ereignisse abzuschließen. Die Subvention kann max. 80% der Prämie für Katastrophen wie z.B. Überschwemmungen, Lawinen oder Erdbeben und max. 50% für sonstige Wetterereignisse (Frost, Eis, Niederschlag, Dürre oder Krankheiten) betragen (Vereinte Hagelversicherung 2013). Damit das landwirtschaftliche Risikomanagement gefördert und die Folgen von Extremwetterereignissen finanziell bewältigt werden können, ist eine Einführung einer begrenzten Prämiensubvention für Ernteversicherungen zu prüfen. Eine mögliche Strategie wäre eine Subventionierung, die temporär degressiv gestaltet ist und zusätzlich regionale Risiken berücksichtigt. Diese Form der Intervention würde im Erfolgsfall die Nachfrage nach Ernteversicherungen erhöhen. Begleitend zu einer Prämiensubventionierung könnten staatliche Katastrophenhilfen nur noch unter der Voraussetzung ausgezahlt werden, dass eine Versicherung auf dem privaten Markt nachweislich nicht möglich war – etwa weil das Risiko von den Versicherern als zu hoch eingestuft wurde.

#### Anwendbarkeit

Die Maßnahme ist konform mit den Vorgaben der EU (siehe oben) und dürfte bei Versicherungsunternehmen und Landwirten auf breite Akzeptanz stoßen.

#### Notwendigkeit staatlichen Handelns

Landwirte haben möglicherweise aufgrund der Unsicherheit über das tatsächliche Eintreten von Naturereignissen und der Erwartung staatlicher ad-hoc Hilfen keinen ausreichenden Anreiz die Ernteerträge gegen wetterbedingte Ausfälle zu versichern. Laut der Vereinten Hagelversicherung (2013) waren zwischen 1991 und 2003 in Deutschland nur ca. 20 % der

---

<sup>28</sup> EU- Verordnung 2006/C 319/01 und Artikel 87 Abs. 2b bzw. 3b EG-Vertrag

Ernteauffälle (bedingt durch Auswinterung, Hagel, Trockenheit, Starkregen und Hochwasser) versichert.

Durch die geringe Marktnachfrage besteht die Gefahr eines Marktversagens, da „gute Risiken“ systematisch aus dem Markt getrieben werden („Adverse Selektion“). Damit das Risiko eines solchen Marktzusammenbruchs begrenzt wird und langfristig fiskalische Kosten in Form von ad-hoc-Hilfen gesenkt werden, wäre die Einführung einer begrenzten Prämiensubvention sinnvoll. Hierbei ist es wichtig, dass die Einhaltung der Vorgaben kontinuierlich überprüft wird, also bspw. die autonome (private) Nachfrage möglichst genau abgeschätzt wird. Nachdem sich ein substantieller Markt mit „guten“ und „schlechten“ Risiken und entsprechenden Prämienstufen entwickelt hat, sollte sich der Staat schrittweise aus dem Marktgeschehen zurückziehen. Als flankierende Maßnahme wäre es notwendig die Landwirte umfassend über die Risiken und Handlungsmöglichkeiten in Form von Ernteversicherungen zu informieren (z.B. durch landwirtschaftliche Berater). Im Gegensatz zu Deutschland subventionieren viele EU-Länder wie Österreich, Frankreich, Luxemburg oder Spanien Ernteversicherungen in unterschiedlicher Höhe und haben größtenteils geringere ad hoc Hilfen (Bielza et al. 2009).

Zusammenfassend wäre staatliches Handeln wohl temporär als Markteinführungsunterstützung notwendig („Staatliches Handeln bedingt notwendig“).

### Effizienz

Die Einführung einer begrenzten Prämiensubvention für Ernteversicherungen bedeutet, dass im Optimalfall zukünftige Kompensationen für Ernteschäden primär auf den Versicherungsmarkt überwältigt werden, da staatliche Hilfen („ad hoc“-Leistungen) entfallen und der Staat lediglich eine temporäre Rolle bei der Markteinführung übernimmt.

Versicherungsverträge bieten eher als staatliche ad-hoc Hilfen die Möglichkeit, schadensmindernde Maßnahmen bereits vor dem Eintreten des Schadensfalls zu fördern. Die Anbieter von Ernteversicherungen haben die Möglichkeit, bei der Vertragsgestaltung verschiedene Aspekte, wie z.B. regionale Risiken, Fruchtart, landwirtschaftliches Management oder Umweltauflagen zu berücksichtigen. Diese Klauseln führen dazu, dass der Gesamtschaden vermutlich sinkt. Hat beispielsweise ein Landwirt einen Ernteschaden in zwei aufeinanderfolgenden Jahren durch Trockenheit oder Starkregen erlitten, hat die Versicherung die Möglichkeit dem betroffenen Landwirt eine Anpassung des Anbaus zu resistenteren Sorten vorzuschlagen, wodurch sich die Prämie reduziert oder ein Prämienaufschlag vermieden wird. Insgesamt bieten private Versicherungsmärkte dadurch die Möglichkeit, dass die finanziellen Schäden signifikant reduziert werden – in einem System von staatlichen ad-hoc Hilfen gibt es diese Möglichkeit nicht.

Außerdem können Effizienzvorteile entstehen, wenn die Schadensaufnahme und Kompensation durch professionelle Versicherungsunternehmen erfolgt. Die Kompensation erfolgt vermutlich zielgerichteter, da Schäden in der Regel genauer erfasst werden. Zudem ist auf Grund der Erfahrung bei der Schadensaufnahme auch mit niedrigeren Transaktionskosten in diesem Bereich zu rechnen.

Zusammenfassend würde der Gesamtschaden für Staat, Versicherer und Landwirte sinken. Aufgrund der Unsicherheiten erhält der Effizienz-Score aber nicht den maximalen Wert, sondern einen Score von +4.

## **Gleichheit**

Bei einer absoluten Prämiensubventionierung<sup>29</sup> sind sowohl horizontal als auch vertikal keine Gleichheits-Verzerrungen zu erwarten, da die Förderung pro Versicherungssumme erfolgt und infolgedessen für alle Nachfrager der Ernteversicherung gleich ist. Falls die Prämiensubventionierung relativ und damit implizit risikoabhängig gestaltet wird, gibt es wahrscheinlich ebenfalls keine vertikalen Ungleichheiten. Eine horizontale Ungleichheit ist jedoch möglich, da eine Differenzierung zwischen Landwirten mit geringem und höherem Risiko stattfinden würde.

Unter der Annahme, dass eine Beihilfe auf Basis der Versicherungssumme erfolgt, erhält der Gleichheitsscore einen neutralen Wert „0“.

## **Umweltverträglichkeit**

Im Bereich Umweltverträglichkeit verhält sich das Instrument neutral und erhält somit einen Score von „0“.

## **Fiskalische Auswirkungen**

Der Staat hat bei einer begrenzt degressiven Prämiensubvention (relativ zu einem System von ad-hoc-Hilfen in vergleichbarer Höhe) moderate fiskalische Kosten. Diese entstehen insbesondere bei der Einführung des Instruments. Außerdem sind administrative Kosten nach der Einführung zu erwarten, da seitens des Staates und Versicherungsanbieter flankierende Informationskampagnen durchgeführt werden sollten. Langfristig ist eine Reduzierung der Kosten zu erwarten, da die Verbreitung von Ernteversicherungen steigt, dadurch die staatlichen ad hoc Hilfen unnötig würden und langfristig ein selbst tragender privater Markt entstehen sollte.

Allerdings werden die fiskalischen Auswirkungen hier zunächst mit einem leicht negativen Score von -1 bewertet, da die langfristigen Veränderungen zu diesem Zeitpunkt nicht absehbar sind.

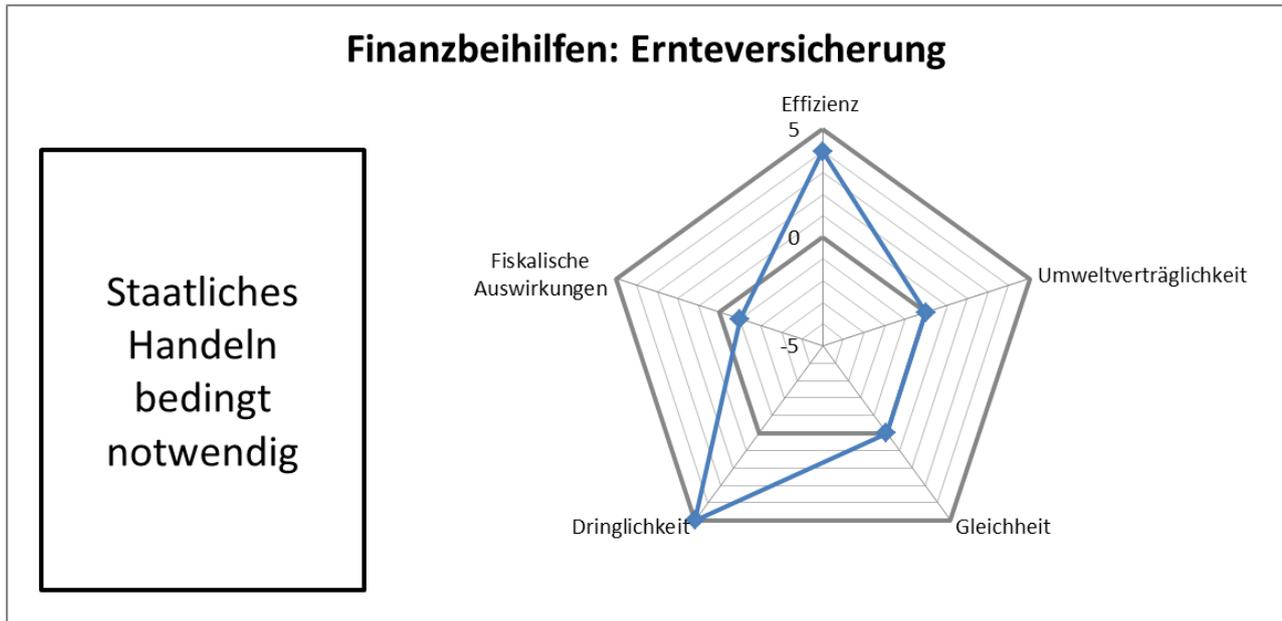
## **Dringlichkeit**

Entscheidet sich der Staat für die Einführung einer begrenzt degressiv fallenden Prämiensubvention, sollte dies zügig geschehen, da mit einer administrativen Vorlaufzeit zu rechnen ist und Effekte erst langfristig erreicht werden, wie z.B. die Reduktion der ad hoc Zahlungen nach Naturkatastrophen. Es besteht eine hohe Dringlichkeit – eine Stärkung der privaten Nachfrage nach Ernteversicherungen wäre bereits in der Vergangenheit, dem Beispiel europäischer Nachbarländer folgend, von Vorteil gewesen. Somit erhält das Kriterium Dringlichkeit einen maximal positiven Score von +5.

---

<sup>29</sup> Versicherungsprämien können auf unterschiedliche Weise subventioniert werden. Bei einer absoluten Prämiensubvention orientiert sich die Höhe der Beihilfe v.a. an der Versicherungssumme, d.h. der versicherten Gefahren und Werte. Alternativ ist auch eine relative Subvention denkbar, die die Versicherungsprämie zugrunde legt. Im letzteren Fall erhalten solche Landwirte, die auf Grund eines höheren Risikos eine höhere Versicherungsprämie zahlen müssen, eine höhere Beihilfe.

Abb. 24: Finanzbeihilfen: Ernteversicherung (© Eigene Darstellung)



#### Alternative

Als eine alternative Strategie wäre die Förderung einer indexbasierten Versicherung denkbar. Im Vergleich zu traditionellen Versicherungsformen kompensiert die Index-Versicherung bei Beobachtung bestimmter Naturereignisse bzw. Indikatoren (z.B. Starkniederschlag beobachtet durch eine Wetterstation), innerhalb einer bestimmten Zeit und gebunden an die geografische Lage. Die Zahlungen sind also unabhängig vom tatsächlich eingetretenen Schaden. Neben administrativen Vorteilen des standardisierten Verfahrens wäre die „Moral Hazard“-Problematik komplett beseitigt. Jedoch ist es wichtig die Vor- und Nachteile, beispielsweise die Unsicherheit über die Höhe der Versicherungszahlungen (Basisrisiko) oder die Anwendbarkeit insbesondere für homogene Regionen bzw. Ernten<sup>30</sup> (Bielza et al. 2009), zu berücksichtigen.

### 5.3.6 Kompensationsregelungen: AdMit

#### Beschreibung

AdMit ist eine Pilot-Initiative des International Institute for Environment and Development (IIED) sowie der new economics foundation (NEF). Treibhausgasemittenten können über das Projekt freiwillig Kompensationszahlungen für ihre Emissionen leisten, die dann von besonders vulnerablen Kommunen (meist in Entwicklungsländern) zur Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen verwendet werden. Das AdMit Projekt Team identifiziert die betroffenen Kommunen und bestimmt auch über die genaue Verwendung der Gelder. Die Teilnahme an dem Projekt ist freiwillig, könnte allerdings theoretisch auch verpflichtend eingeführt werden.

Beim AdMit-Projekt handelt es sich also um eine private Initiative, die bisher von keiner staatlichen Organisation eingeführt wurde. Insofern unterscheidet sich dieses Beispiel deutlich

<sup>30</sup> Vergleichsweise „Corn Belt“ in den Vereinigten Staaten.

von den bisher diskutierten Beispielen. Eine Einführung eines freiwilligen Kompensationssystems durch staatliche Organisationen ist jedoch grundsätzlich denkbar, und von dieser Variante gehen auch die folgenden Überlegungen aus.

### **Anwendbarkeit**

Das Instrument hat zum Ziel, Treibhausgasemissionen zu verringern und gleichzeitig besonders betroffene Kommunen für durch den Klimawandel erlittene Schäden zu kompensieren (IIED, 2012). Während die Reduktion von Treibhausgasemissionen in Deutschland ein zentrales Politikziel darstellt, ist der Kompensationsaspekt für Deutschland nur bedingt relevant, da sich Zahlungen an Kommunen in Entwicklungsländern richten. Dies ist zwar mit der deutschen Entwicklungspolitik vereinbar, richtet sich jedoch nicht an Vulnerabilitäten in Deutschland. Alternativ könnten die Gelder zur Unterstützung von Projekten in Deutschland genutzt werden, dies widerspricht jedoch der ursprünglichen Idee hinter AdMit. Da das Projekt einen ähnlichen Ansatz wie die Organisation Fairtrade Deutschland betreibt, sollte die Regelung auf freiwilliger Basis in Deutschland einführbar sein und – sofern eine verpflichtende Einführung unterbleibt – gesellschaftliche sowie politische Akzeptanz finden.

### **Notwendigkeit staatlichen Handelns**

Die Notwendigkeit staatlicher Aktivität in Form eines freiwilligen Kompensationssystems nach dem Vorbild von „AdMit“ hängt zunächst davon ab, ob zusätzliche Finanzierungsquellen für entsprechende Anpassungsmaßnahmen in Entwicklungsländern überhaupt vonnöten sind. Dies ist laut einhelliger Ansicht verschiedener Studien zu bejahen (z.B. Parry et al. 2009). Es ist auch eine weit verbreitete Ansicht, dass private Investitionen nicht ausreichen werden, Anpassung in Entwicklungsländern im ausreichenden Maße zu finanzieren, und öffentliche Investitionen unabdingbar sind (UNFCCC 2007; World Bank 2010).

Gleichwohl ist fraglich, ob die Notwendigkeit externer Finanzierungsquellen für Anpassung in Drittländern als Kriterium für die Einführung eines Politikinstrumentes in Deutschland dienen kann. Sollte der Fokus auf die Förderung von Anpassung im Inland beschränkt bleiben, spielt dieser Sachverhalt keine Rolle. Die Möglichkeit, ein freiwilliges Kompensationssystem als Emissionsminderungsinstrument zu nutzen (s.o.), wird hier als gering eingeschätzt und auch aus diesem Grund keine Notwendigkeit der Regulierung von externen Effekten gesehen. Die Einstufung der Notwendigkeit hängt somit fast ausschließlich davon ab, welche Bedeutung der internationalen Anpassungsfinanzierung zugemessen wird. Für diesen Bericht wird davon ausgegangen, dass Anpassung im Inland im Fokus steht und die Notwendigkeit staatlicher Aktivität in Form eines Kompensationssystems nach dem Vorbild von „AdMit“ daher nicht gegeben ist („Staatliches Handeln wahrscheinlich nicht notwendig“).

### **Effizienz**

Der Nutzen leitet sich zum Einen vom Gebrauch der Einkünfte des Systems ab. Diese werden zur Anpassung vulnerabler Kommunen, meist in Entwicklungsländern, verwendet. Auf diese Weise entsteht kein direkter Nutzen für Deutschland, allerdings werden die deutschen Ziele zur Entwicklungshilfe unterstützt. Die vorliegende Analyse beschäftigt sich jedoch mit den Auswirkungen von Politikinstrumenten auf Anpassung in Deutschland und legt damit weniger Gewicht auf Konsequenzen außerhalb der Bundesgrenzen.

Der Nutzen für die teilnehmenden Unternehmen ist sehr schwierig zu quantifizieren. Es handelt sich um Imagepflege und Wahrnehmung der gesellschaftlichen Verantwortung der Unternehmen, die sich wiederum mittel- bis langfristig in monetären Ergebnissen widerspiegeln kann, aber nicht muss. Falls sich das Unternehmen für die Teilnahme an diesem freiwilligen System entscheidet, muss man davon ausgehen, dass zumindest aus der Sicht der Entscheider der Nutzen die Kosten überwiegt.

Weiterhin könnte ein Nutzen theoretisch denkbar sein, wenn durch das Kompensationssystem zusätzliche Emissionen vermieden werden (Nutzen durch vermiedene Klimaschäden). Dies wäre denkbar, wenn ein Gesamtunternehmen am System teilnimmt und dadurch einzelne Akteure im Unternehmen (ggf. einzelne „Profit Center“) ausreichende ökonomische Anreize bekommen, ihre Emissionen zu senken. Diese Wirkungskette erscheint jedoch nur von geringer praktischer Bedeutung zu sein.

Auf der Kostenseite sind v.a. die Kosten der teilnehmenden Unternehmen zu nennen, die sich entweder in CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten oder im Erwerb von AdMit-Zertifikaten äußern. Insgesamt dürfte die Größenordnung dieser Kosten begrenzt sein, da ansonsten die Teilnahme nicht in Betracht gezogen würde. Insofern fallen auch keine oder vernachlässigbare Produktionskostensteigerungen oder Preissteigerungen für Konsumenten an.

Insgesamt kann also von einer positiven Kosten-Nutzen-Analyse ausgegangen werden, v.a. wenn man Effekte von finanzierten Anpassungsmaßnahmen in Entwicklungsländern einbezieht. Gleichzeitig muss eingeschränkt werden, dass auf Grund der Freiwilligkeit der Teilnahme nur sehr geringe Größenordnungen erreicht werden können, so dass der niedrigste positive Score von +1 vergeben wird.

### **Umweltverträglichkeit**

Die Umweltverträglichkeit des Instruments ist als hoch zu bewerten, wenn Emissionen vermieden werden. Der Umfang der zu erwartenden Emissionsreduktion wird jedoch voraussichtlich gering sein, wie oben beschrieben. Auf der Empfängerseite wird Umweltverträglichkeit erhöht, wenn eine durch AdMit finanzierte Anpassung an den Klimawandel mit nachhaltiger Ressourcennutzung verbunden ist. Das kann, muss jedoch nicht der Fall sein. Insgesamt erhält das Kriterium Umweltverträglichkeit damit einen positiven Score, der sich aber auf Grund der geringen bzw. unsicheren Effekte im niedrigen Bereich bewegt: +2.

### **Gleichheit**

Global gesehen, trägt AdMit zu einer Umverteilung von Industrieländern hin zu Entwicklungsländern bei. Auf der anderen Seite mangelt es dem Instrument an prozeduraler Gleichheit, da die Nutzung der Gelder durch das AdMit Projektteam bestimmt wird. Das betroffene Land / die Kommune hat somit kein Entscheidungsrecht und verliert an Souveränität. Es liegt wiederum an der Politik zu beurteilen, inwiefern dieser Aspekt in der Entscheidungsfindung berücksichtigt werden sollte. Aufgrund der Freiwilligkeit des Systems sind die Auswirkungen jedenfalls eher gering. Die gegenläufigen Tendenzen von vertikaler Gleichheit (Einkommensausgleich) und horizontaler Gleichheit (Beteiligung) lassen eine neutrale Bewertung von 0 sinnvoll erscheinen.

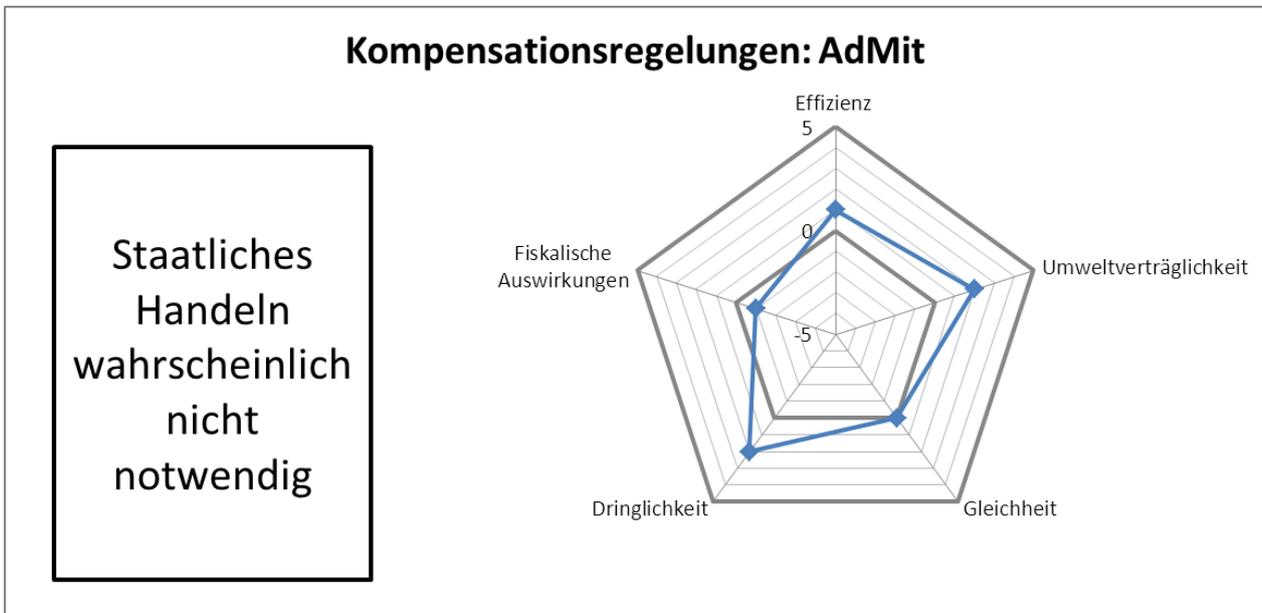
## Fiskalische Auswirkungen

Bei Übernahme des Instruments als freiwilliges System wird der Staatshaushalt kaum belastet. Allenfalls könnten Werbekampagnen zur Informationsverbreitung zu geringen Kosten getragen werden. Eine verpflichtende Einführung des Systems würde erhebliche Kosten mit sich tragen, wird aber hier nicht detailliert behandelt. Die fiskalische Wirkung ist also negativ, aber in sehr geringem Umfang. Das Fiskalkostenkriterium erhält also einen Score von -1.

## Dringlichkeit

Die vulnerablen Kommunen entgegengebrachte Hilfe wird in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts besonders notwendig, sobald sich der Klimawandel signifikant auf diese auszuwirken beginnt. Gleichwohl ist bereits heute ein Finanzierungsdefizit für Anpassungsmaßnahmen vorhanden, so dass auch ein relativ geringer, aber positiver Score von +2 gerechtfertigt erscheint.

Abb. 25: Kompensationsregelungen: AdMit (© Eigene Darstellung)



## Alternative

Das Ziel der Förderung von Anpassungsprojekten in besonders vulnerablen Regionen außerhalb Deutschlands kann auch durch die allgemeine (nicht Klimawandel-fokussierte) staatliche Entwicklungszusammenarbeit verfolgt werden. Dies hätte ggf. den Vorteil, dass grundsätzlich höhere Finanzmittel zur Verfügung stehen, jedoch auch ein größeres Spektrum an Herausforderungen (bspw. Regierungsführung, Konflikte, allgemeine Unterentwicklung, geringe Bildungsniveaus) beachtet werden muss. Im Sinne einer ganzheitlichen Entwicklungszusammenarbeit muss dies für das Ziel der Klimaanpassung jedoch nicht nachteilig sein. Für die Finanzierung der Anpassungsförderung in Drittländern könnte ein freiwilliges Kompensationssystem u.U. attraktiver sein als die allgemeine Entwicklungshilfe, die in der Regel steuerfinanziert ist.

### 5.3.7 Zahlungen für Ökosystemdienstleistungen

#### Beschreibung

Bei Zahlungen für Ökosystemdienstleistungen (ÖSDL) handelt es sich um freiwillige Transaktionen zwischen einem ÖSDL-Anbieter und einem Nutznießer. Der Schutz von ÖSDL wird also durch einen finanziellen Anreiz für den Anbieter, sein Land nachhaltig zu bewirtschaften, erreicht. ÖSDL können sowohl durch den Staat, als auch durch private Unternehmen oder Organisationen finanziert werden. Im Falle von Vittel (Frankreich) besteht die Dienstleistung in schonender, nitratarmer Landwirtschaft von Bauern in der Umgebung der Vittel-Quelle. Die Vertragslaufzeiten betragen 18 bis 30 Jahre. Die Transaktion beinhaltet Subventionen von rund 200 € pro Hektar über 5 Jahre, bis zu 150.000 € pro Farm für Modernisierungsanstrengungen, kostenlose Arbeitskraft und ebenfalls kostenlose technische Unterstützung.

Ähnlich wie beim Kompensationssystem „AdMit“ handelt es sich bei dem hier vorgestellten Beispiel um ein nicht-staatliches Projekt, das jedoch grundsätzlich auch durch den Staat betrieben werden könnte. In diesem Fall würde anstatt des Mineralwasserherstellers Vittel der Staat als Nachfrage für ÖSDL auftreten. Die nachfolgenden Überlegungen basieren auf dieser Annahme.

#### Anwendbarkeit

Ökosystemdienstleistungen können die verschiedensten Formen annehmen und daher auch in Deutschland Anwendung finden. Wie bereits im Zusammenhang mit dem Wasserentnahmeentgelt erwähnt, bestehen in Deutschland Vulnerabilitäten in Bezug auf Grundwasserqualität (insbesondere Nitratgehalt, lediglich 63% des Grundwasserkörpers sind in qualitativ gutem Zustand). Wenn also Mineralwasserproduzenten in Deutschland von erhöhtem Nitratgehalt des Grundwassers betroffen sind, so besteht die Möglichkeit der Zahlungen für ÖSDL. Alternativ könnten auch Wasserwerke die Rolle des Abnehmers der ÖSDL übernehmen. Da es sich um ein Instrument mit freiwilliger Teilnahme handelt, sollten keine rechtlichen Probleme auftreten. Allerdings könnten sich wie in Frankreich gesellschaftliche Widerstände formieren, wenn einzelne Interessengruppen (Bauern-Union und Landwirtschaftskammer in Frankreich) sich dafür einsetzen, ursprüngliche Produktionsprozesse zu erhalten.

#### Notwendigkeit staatlichen Handelns

Zahlungen für ÖSDL stellen eine Anwendung des Coase Theorem dar, das besagt, dass Verhandlungen zwischen Verursacher und Opfer der Externalität zu einem volkswirtschaftlich optimalen Ergebnis führen, solange Eigentumsrechte klar definiert sind. Im Falle von ÖSDL liegen die Eigentumsrechte beim Schadensverursacher und potentiellen Anbieter der Dienstleistung sind somit eindeutig festgelegt. Im Falle von Vittel haben Verhandlungen zu einem für beide Parteien vorteilhaften Ergebnis geführt. Während Zahlungen für ÖSDL also zu begrüßen sind, besteht jedoch streng genommen kein Grund zu einer staatlichen Regulierung mit Ausnahme der Festlegung von Eigentumsrechten.

Anders verhält es sich, wenn der Staat die Rolle des Konsumenten von Dienstleistungen einnimmt, wie in dieser Bewertung angenommen. In diesem Fall handelt es sich annahmegemäß bei den ÖSDL um ein Gut, das der Allgemeinheit nützt und das bei nicht reguliertem Marktgeschehen nicht geschützt wäre. Dies impliziert eine Notwendigkeit

staatlichen Handelns, um das Marktversagen zu korrigieren. Diese wird nur eingeschränkt durch die Unsicherheit, die bei der Bewertung der Nutzen von ÖSDL inhärent ist. Die Notwendigkeit staatlichen Handels bei der Nachfrage nach ÖSDL wird somit als gegeben eingeschätzt („Staatliches Handeln wahrscheinlich notwendig“).

### Effizienz

Im Falle von Vittel ergibt sich der Nutzen der ÖSDL aus einem niedrigeren Nitratgehalt, unter anderem hervorgerufen durch Düngemittel und suboptimale Nutzung von Gülle im Grundwasser (Perrot-Maître 2006). Der niedrigere Nitratgehalt führt wiederum zu Kostenvermeidung, denn erhöhte Nitratwerte würden die Wasserqualität der Quelle verringern und damit zu einem Reputationsverlust, im schlimmsten Fall zur Aufgabe der Quelle führen was einen Verlust der Marke Vittel mit sich bringen würde. Die erhöhte Grundwasserqualität hat außerdem einen positiven externen Effekt auf alle weiteren Grundwassernutzer in der Umgebung. Die Umstellung der Anbautechnik führt zur Schaffung von Arbeitsplätzen in der Landwirtschaft.

Auf der Kostenseite stehen die notwendigen Strukturänderungen auf den Bauernhöfen, in diesem Fall eine Umstrukturierung von kapitalgestützter Intensivlandwirtschaft hin zu arbeitsgestützter Extensiv-Landwirtschaft. Eine solche Umstellung bedarf außerdem technischer Unterstützung. Diese Kosten werden im Beispiel von Vittel in Form von jährlichen Subventionen von 200€/ha für fünf Jahre (maximal 150.000 € pro Farm) getragen. Hinzu kommen Transaktionskosten in Form von rechtlichen, technischen und politischen Hürden sowie Administrations- und Verhandlungskosten. So hat die Ausarbeitung und Verhandlung des Instruments zehn Jahre gedauert. Die Gesamtkosten der ersten 7 Jahre beliefen sich auf 24,25 Mio. € ,wobei 9,14 Mio. € dem Kauf von Land, 3,81 € Mio. Investitionen in Geräte und 11,4 Mio. € der Entschädigung von Bauern zuzurechnen sind (INRA 1997 in Perrot-Maître 2006).

Nach Abschluss der Umstrukturierung hatten Bauern keinen Anreiz zurück in das alte System zu wechseln, was darauf schließen lässt, dass die volkswirtschaftlichen Kosten durch (aus Sicht der Bauern) suboptimale Anbauentscheidungen bei Extensiv-Bewirtschaftung gering und offensichtlich niedriger als der daraus entstehende Vorteil für Vittel sind. Bei den Zahlungen für Land handelt es sich um einen Transfer zwischen privaten Akteuren, dessen Kosten (bis auf Transaktionskosten) nicht in die gesamtwirtschaftliche Kosten-Nutzen Analyse einfließen. Die Subventionen sind hingegen zu berücksichtigen, da sie Einkommenseinbußen von Bauern während der Umstrukturierungsphase widerspiegeln.

Zwar ist der direkte Nutzen für Vittel durch das Instrument nur schwer zu beziffern, jedoch deutet die Tatsache, dass Nestlé (Eigentümer der Marke) an den Zahlungen für ÖSDL festhält darauf hin, dass sich die Investition für die Firma auszahlt. Gleichfalls bedeutet die Teilnahme der Bauern, dass diese ebenfalls von dem System profitieren. Unter Einbezug der positiven externen Effekte verhält sich das Instrument also für alle direkt Beteiligten positiv und erhält damit einen Effizienzscore von +4. Der Grund, warum hier kein Höchstwert vergeben wird, ist die Unsicherheit, die mit der Bewertung des Nutzens einhergeht und in den meisten Fällen von ÖSDL sehr hoch ist. Ein ähnliches Ergebnis, wenn auch mit unterschiedlich starkem Nutzen, ist für alle realisierten ÖSDL zu erwarten.

### **Umweltverträglichkeit**

Die Vittel Zahlungen verringern die Nitratbelastung des Grundwassers und erhöhen damit seine Qualität. Es steht damit beispielhaft für ÖSDL Zahlungen, die uneingeschränkt zu einer Verbesserung der Umweltqualität führen und erhält einen Score von +5.

### **Gleichheit**

Da das Instrument auf freiwilliger Teilnahme beruht, wird es nur verwirklicht, wenn alle Teilnehmer keine (nicht kompensierte) Benachteiligung zu erwarten haben. Es sind keine systematischen Verletzungen oder fördernde Mechanismen von horizontaler Gleichheit erkennbar. Bei der Betrachtung vertikaler Gleichheit könnte allerdings bedeutsam werden, dass die Anbieter von ÖSDL (die eine Zahlung erhalten würden) oftmals Immobilieneigentümer sind und somit wahrscheinlich nicht zu den ärmsten Bevölkerungsschichten gehören. Das Instrument könnte also in begrenztem Umfang regressiv wirken. Das Gleichheitskriterium erhält damit einen Score von -2.

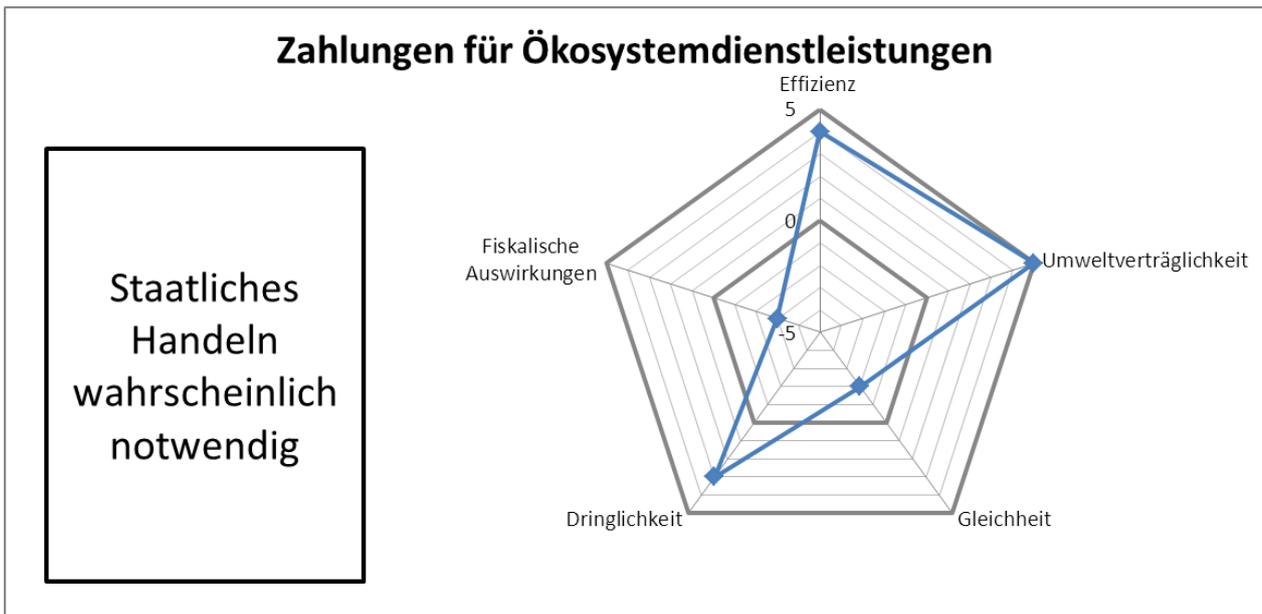
### **Fiskalische Auswirkungen**

Die Belastung der öffentlichen Haushalte durch die Nachfrage nach und Bezahlung von ÖSDL könnte nicht unerhebliche Größenordnungen annehmen. Diese hängt jedoch v.a. von der konkreten Ausgestaltung eines solchen Instruments und seines Volumens ab. Trotz der potentiell hohen Kosten wird nicht der niedrigste Wert vergeben, da davon ausgegangen werden kann, dass durch die Nachfrage nach ÖSDL alternative, wahrscheinlich teurere Maßnahmen (z.B. Bodensanierungen, Renaturierungen) umgangen werden können. Daher erhält das Fiskalkostenkriterium einen Score von -3.

### **Dringlichkeit**

Zahlungen für ÖSDL sind bereits in der Vergangenheit sinnvoll gewesen, und ihre Bedeutung könnte durch die Folgen des Klimawandels weiter zunehmen, wenn ÖSDL wichtig für die natürlichen Anpassungsprozesse im Bereich der Biodiversität werden. Gleichwohl gibt es für das Instrument keine lange Vorlaufzeit oder lange Investitionszyklen, die beachtet werden müssten. Die zeitliche Dringlichkeit für die Einführung von ÖSDL wird hier also mit einem mittelhohen positiven Score von +3 eingeschätzt.

Abb. 26: Zahlungen für Ökosystemdienstleistungen (© Eigene Darstellung)



#### Alternative

Die Nachfrage nach ÖSDL ist ein in hohem Maße marktwirtschaftlich orientiertes Instrument. Das Ziel des Erhalts von ÖSDL kann der Staat grundsätzlich auch durch ordnungsrechtliche Instrumente verfolgen (Verbote, Gebote, Auflagen), jedoch ist in diesem Fall mit einer geringeren Akzeptanz der Politikmaßnahme zu rechnen. Aus fiskalpolitischer Sicht wären ordnungsrechtliche Instrumente freilich zu bevorzugen.

### 5.3.8 Handelbare Umwelt-Lizenzen: Wasserlizenzen

#### Beschreibung

Im Australian National Water Market wird Akteuren mit hohem Wasserverbrauch, z.B. Landwirtschaft oder Industrie, von staatlicher Seite aus eine bestimmte Verbrauchsmenge gratis zugeteilt. Die zugeteilten Lizenzen zum Verbrauch können, ähnlich wie Treibhausgaszertifikate beim EU ETS, unter den Akteuren gehandelt werden. Damit besteht ein Anreiz für wassersparendes Wirtschaften. Die Anzahl der handelbaren Zertifikate wird jährlich neu festgesetzt. Hierbei wird die zur Erhaltung des Ökosystems „notwendige Menge“ an Wasser errechnet. Die Differenz zwischen dem insgesamt zur Verfügung stehenden Wasser und der errechneten „notwendigen Menge“ wird zum Handel freigegeben. D.h., theoretisch wird genau die Wassermenge gehandelt und verbraucht, die noch verfügbar ist, nachdem der Bedarf der natürlichen Ökosysteme gedeckt wurde.

#### Anwendung

Die handelbaren Umwelt-Lizenzen betreffen die gleichen Vulnerabilitäten wie das Wasserentnahmeentgelt und sind somit zumindest für durch den Klimawandel gefährdete Regionen relevant. Allerdings decken Lizenzen zusätzlich zum Grundwasser auch Oberflächenwasser ab. Sie haben dadurch nicht nur einen größeren Wirkungsraum, sondern wirken sich eventuell auch auf Grundwasserqualität auf, wie im Abschnitt Effizienz näher betrachtet wird. Politische und gesellschaftliche Reaktionen sollten ebenfalls mit denen des

Wasserentnahmeentgelts identisch sein, wobei es allerdings eine Rolle spielt, ob Zertifikate versteigert oder gratis vergeben werden. Die Diskussion um Windfall-Profits durch das EU ETS in Deutschland lässt vermuten, dass die Akzeptanz möglicher Verbraucherpreiserhöhungen im ersten Fall tendenziell höher wäre.

### **Notwendigkeit staatlichen Handelns**

Umwelt-Lizenzen dienen der Korrektur des gleichen Marktversagens wie ein Wasserentnahmeentgelt. Ein Vorteil gegenüber einer Abgabe ist allerdings, dass sich Umweltlizenzen auch auf Oberflächenwasser erstrecken, somit also ein weiteres Feld abgedeckt wird. Trotzdem wird – analog zur Argumentation beim Grundwasserentnahmeentgelt - die Notwendigkeit einer deutschlandweiten, lokal und saisonal undifferenzierten Regulierung des Wasserverbrauchs zurzeit nicht gesehen („Staatliches Handeln wahrscheinlich nicht notwendig“).

### **Effizienz**

Wasser-Lizenzen stellen sicher, dass jedes Jahr nur so viel Wasser verbraucht wird, wie von der Umwelt verkraftet werden kann, während der Zertifikatspreis die Nutzung von Wasser verteuert und somit ähnlich dem Wasserentnahmeentgelt einen Anreiz für wassersparendes Verhalten setzt. Wird auf diese Weise der Wasserverbrauch gesenkt, so ist eine Wasserknappheit auch in Trockenperioden weniger wahrscheinlich. Da sich der Handel auch auf Oberflächenwasser erstreckt, wird so das natürliche Fließverhalten von Flüssen bewahrt, welches zur Säuberung des Bodens und damit auch zur Grundwasserqualität beiträgt (Nikolakis und Grafton 2011). Außerdem vermeiden Umwelt-Lizenzen im Gegensatz zum Grundwasserentnahmeentgelt das Ausweichen der Nutzer von Grund- auf Oberflächenwasser.

Im Gegensatz zu Wasserentnahmeentgelten geschieht bei der Lizenzierung die Steuerung über die bereitgestellte Menge. Es scheint aus wissenschaftlicher Sicht einfacher zu sein, die maximal zu verbrauchende Wassermenge zu bestimmen als die korrekte Höhe des Entgeltes zu berechnen, damit eben jene Menge nachgefragt wird. Für die Setzung des effizienten Wasserpreises müsste die Elastizität der Nachfrage und damit auch alle Optionen zur Effizienzsteigerung und ihre Kosten bekannt sein.

Der Nachteil gegenüber einem festgesetzten Entgelt ist jedoch, dass der Zertifikatspreis saisonal vermutlich schwanken wird und somit ein Teil der dynamischen Effizienz verloren geht. In Zeiten ohne Wasserknappheit ist der Zertifikatspreis gering, so dass kein gesteigerter Anreiz zu reduziertem Wasserverbrauch (und Investitionen in entsprechende langlebige Technik) besteht. Zwar erhöht sich der Preis bei Wasserknappheit, jedoch können sich in vielen Fällen Unternehmen nicht kurzfristig anpassen. Somit besteht das gleiche Problem wie beim bereits diskutierten saisonabhängigen Wasserentnahmeentgelt.

Die Kosten sind hauptsächlich administrativer Natur und fallen bei Gestaltung und Aufrechterhaltung des Systems an. So gab Australien allein für die Verbesserung des Systems über 5 Jahre 60 Mio. AU-\$ aus. Hinzu kommen Transaktionskosten für Wasserverbraucher, die bei der Teilnahme am Wassermarkt entstehen. Wie wir beispielsweise aus dem europäischen Emissionszertifikatehandel wissen, können gerade für Verbraucher kleiner Mengen die Kosten der Informationsbeschaffung und der Transaktion ineffizient hoch sein (Heindl 2012).

Die Auswirkungen der Kosten für Zertifikate ähneln denen des Wasserentnahmeentgelts und hängen außerdem davon ab, ob Zertifikate wie in Australien umsonst ausgegeben oder versteigert werden. In Australien wurden allerdings keine negativen Auswirkungen auf die regionale Bevölkerung, Arbeitslosigkeit in der Landwirtschaft oder Haushaltseinkommen festgestellt. Sollten die Zertifikate versteigert werden, sind höhere Preise für wasserintensive Güter aus inländischer Produktion wahrscheinlich und eine Substitution durch importierte Güter durchaus möglich.

Im Hinblick auf Effizienz verhalten sich Wasser-Lizenzen somit sehr ähnlich wie ein Grundwasserentnahmeentgelt. Zwar ist die dynamische Effizienz aufgrund der zu erwartenden saisonal bedingten Preisschwankungen geringer, jedoch haben Lizenzen den Vorteil, dass sie auch das Oberflächenwasser berücksichtigen. Somit erhält das Effizienzkriterium ebenfalls einen Score von -1, der die vorhandenen substantiellen Kostenrisiken und den eher gering eingeschätzte Nutzen widerspiegeln soll.

### **Umweltverträglichkeit**

Die Umweltverträglichkeit von Umwelt-Lizenzen ist hoch, da ein Anreiz zu reduziertem Wasserverbrauch gegeben wird. Außerdem wird garantiert, dass stets eine für den Erhalt des Ökosystems notwendige Menge an Wasser vorhanden ist. Diese direkte Fokussierung auf die Belange der Umwelt ist beim Wasserentnahmeentgelt nicht gegeben. Eventuell wird die Wasserqualität ebenfalls gefördert. Das Umweltverträglichkeitskriterium erhält somit den Maximalwert von +5.

### **Gleichheit**

Die Auswirkungen auf Gleichheit sind identisch mit denen des Wasserentnahmeentgelts. Allerdings könnten die Ergebnisse für Australien berücksichtigt werden, die keine stark negativen Auswirkungen feststellen. Insbesondere bei kostenloser Verteilung der Zertifikate und Nichtweiterleitung der Opportunitätskosten wären negative Gleichheitseffekte erwartungsgemäß gering. Da diese Annahmen jedoch nicht sicher sind, erhält das Gleichheitskriterium mit -2 den gleichen Score wie beim Wasserentnahmeentgelt.

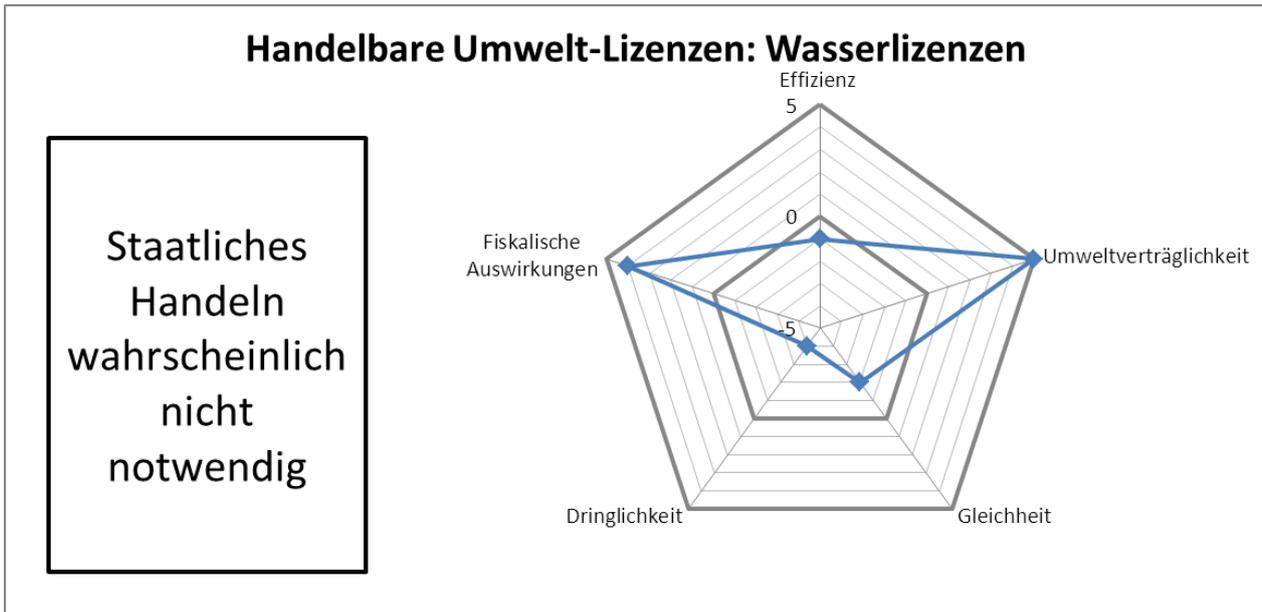
### **Fiskalische Auswirkungen**

Die fiskalischen Kosten könnten im Vergleich zu einer Steuer höher sein, da die Errichtung eines Marktes grundsätzlich aufwändiger ist als die Erhebung einer Steuer. Wie bereits erwähnt gab Australien allein für die Verbesserung des Systems über 5 Jahre 60 Mio. AU-\$ aus. Die Einnahmen hängen stark davon ab, ob Zertifikate versteigert oder gratis vergeben werden. Im Falle einer Versteigerung würden sich die Einnahmen denen eines Entnahmeentgelts annähern und diese auf Grund des größeren Marktes (Grund- und Oberflächenwasser) eventuell sogar noch übertreffen. Das Fiskalkostenkriterium erhält somit ebenfalls einen Score von +4.

### **Dringlichkeit**

Analog zu den Ausführungen beim Grundwasserentnahmeentgelt wird hier mit -4 ein sehr niedriger Wert vergeben.

Abb. 27: Handelbare Umwelt-Lizenzen: Wasserlizenzen (© Eigene Darstellung)



#### Alternative

Analog zu der Erläuterung in Abschnitt 5.3.1 sei hier auf die denkbare Alternative durch ordnungsrechtliche Instrumente verwiesen.

## 5.4 Informatorische Politikinstrumente im Bereich Anpassung

### 5.4.1 Beratungs- und Informationsdienstleistungen, Umweltaufklärung: Einbindung von Klimawandelthemen in Lehrpläne

#### Beschreibung

Die australische Regierung fördert im Rahmen ihres Climate Change Adaptation Programms die Einbindung von Klimawandelthemen in die Lehrpläne von Hochschulen, Institutionen und professionellen Vereinigungen für Architekten, Stadtplaner, Ingenieure und Ressourcenmanager. Das Gesamtfördervolumen beträgt 2 Mio. AU-\$ Ziel des Programms ist es, diese Gruppen besser auf die Auswirkungen des Klimawandels auf ihre jeweiligen Arbeitsbereiche vorzubereiten, so dass adäquate Anpassungsmaßnahmen geplant und realisiert werden können (Davidson 2010).

#### Anwendbarkeit

Die vorangegangene Analyse von Politikinstrumenten hat gezeigt, dass Deutschland vom Klimawandel durchaus betroffen ist und weiterhin sein wird. Das Ausbildungsprogramm hat zum Ziel, Architekten, Planer, Ingenieure und Ressourcenmanager mit den Folgen des Klimawandels vertraut zu machen, so dass Anpassungsmaßnahmen erarbeitet und bekannt gemacht werden können. Ein solches Förderprogramm ist in Deutschland durchaus relevant. Eine Einbindung in existierende Lehrpläne sollte möglich sein und keine politischen- oder gesellschaftlichen Widerstände hervorrufen.

## Notwendigkeit staatlichen Handelns

Die Integration des Klimawandels in den Lehrplan ist nicht zwingend notwendig, da Anpassungsforschung bereits stattfindet und auch spezielle Klimawandelkurse an einzelnen Universitäten angeboten werden. Nichtsdestotrotz ist eine Einbindung in weitere Fächer wünschenswert, damit sich Menschen in allen relevanten Berufsbereichen der potentiellen Klimarisiken bewusst sind. Außerdem sind Individuen mit einer gewissen Grundausbildung im Bereich Klimawandel tendenziell besser in der Lage, in ihrem jeweiligen Arbeitsfeld Anpassungspotential zu entdecken und anzuwenden als außenstehende Berater und Klimaforscher, da Letztere über den Kontext des jeweiligen Arbeitsfeldes nur bedingt informiert sind. Um die Vorteile hier zu maximieren ist es notwendig, Klimawandel direkt in das jeweilige Studienfach zu integrieren und auf dieses anzuwenden. Wird Klimawandel nur als separates Wahlfach behandelt, so ist es für Studenten und Berufstätige schwieriger, eine Verbindung zu ihrem jeweiligen Studienfeld herzustellen.

Schlussendlich stellt sich die Frage, ob der Klimawandel auch ohne staatliche Initiative in Lehrpläne eingebunden werden würde. Im Falle von Architekten und Ingenieuren ist dies durchaus möglich, da Klimaanpassung zusehends nachgefragt wird, sich eine Ausbildung in diesem Bereich also auch privatwirtschaftlich lohnt. Arbeitgeber und Verbände werden dementsprechend auf lange Sicht sicherstellen, dass ihre Mitarbeiter bzw. Mitglieder auf dem neusten Stand sind. An staatlichen Hochschulen sollte jedoch auf jeden Fall über eine begrenzte Integration des Klimawandels in relevante Fächer wie Ingenieurwesen, Architektur, Betriebs- und Volkswirtschaftslehre sowie den Naturwissenschaften nachgedacht werden. Die Notwendigkeit staatlichen Handelns wird somit in Teilbereichen gesehen („Staatliches Handeln bedingt notwendig“).

## Effizienz

Der Nutzen des Instrument besteht in der Vermittlung von Wissen zu den Folgen von und Anpassungsmöglichkeiten an den Klimawandel. Dieses Wissen erlaubt beispielsweise Architekten, Klimaaspekte gezielt in Gebäudedesign und Anpassung zu integrieren, so dass Gebäude besser gegen die Folgen des Klimawandels geschützt sind. Das gleiche gilt für die Raumplanung. Während Ökonomen die Kosten und Nutzen einzelner Anpassungsmaßnahmen durchaus (mit gewissen Unsicherheiten) bewerten können, liegt es beim Architekten, einzelne Maßnahmen wie Dachbegrünung und sommerlichen Wärmeschutz für individuelle Gebäude zu optimieren bzw. festzustellen, welche Anpassungsmaßnahmen aus technischer Sicht überhaupt möglich sind (Snow und Rasad 2011). Eine integrierte Wissensbasis zu den Folgen des Klimawandels sollte Architekten für diesen Bereich sensibilisieren und es ihnen ermöglichen, selbst neue Anpassungsmaßnahmen zu entwickeln.

Die direkten Kosten eines solchen Projekts sind relativ gering und sollten wie im Falle Australiens in einem Bereich von 2 Mio. AU-\$ liegen. Hinzu kommen allerdings die Opportunitätskosten bei der Integrierung des Klimawandels in den Lehrplan, denn bei begrenzten Kapazitäten müssen andere Kurse eventuell gekürzt oder gestrichen werden, welches sich negativ auf die Gesamtausbildung der Studenten bzw. der Berufstätigen auswirken kann. Hinzu kommt die Einstellung zusätzlicher Lehrer. Es ist nochmals hervorzuheben, dass das Instrument zwar hohes Potenzial besitzt, sich aber keine genauen Aussagen zum monetären Nutzen gemacht werden können. Aufgrund des lediglich qualitativ evaluierten Nutzens erhält das Effizienzkriterium einen positiven, mittelhohen Score von +3.

### **Umweltverträglichkeit**

Das Instrument sollte zu einer optimierten Umsetzung von Anpassung führen, was in vielen Fällen positive Auswirkungen auf die Umwelt hat. Jedoch sind durchaus auch negative Umweltwirkungen denkbar, wenn Haushalte oder Unternehmen Anpassungsmaßnahmen vornehmen (etwa erhöhter Wasserverbrauch beim Einsatz von Schneekanonen). Der Effekt einer Integration des Klimawandels in Lehrpläne ist daher vorab nicht zu evaluieren. Daher wird für diese Analyse ein neutraler Wert von 0 vorgeschlagen.

### **Gleichheit**

Durch die Einbeziehung von Klimawandelthemen in Lehrpläne werden weder systematische Effekte auf horizontale Gleichheit noch auf vertikale Gleichheit erkannt. Das Gleichheitskriterium erhält daher einen Score von 0.

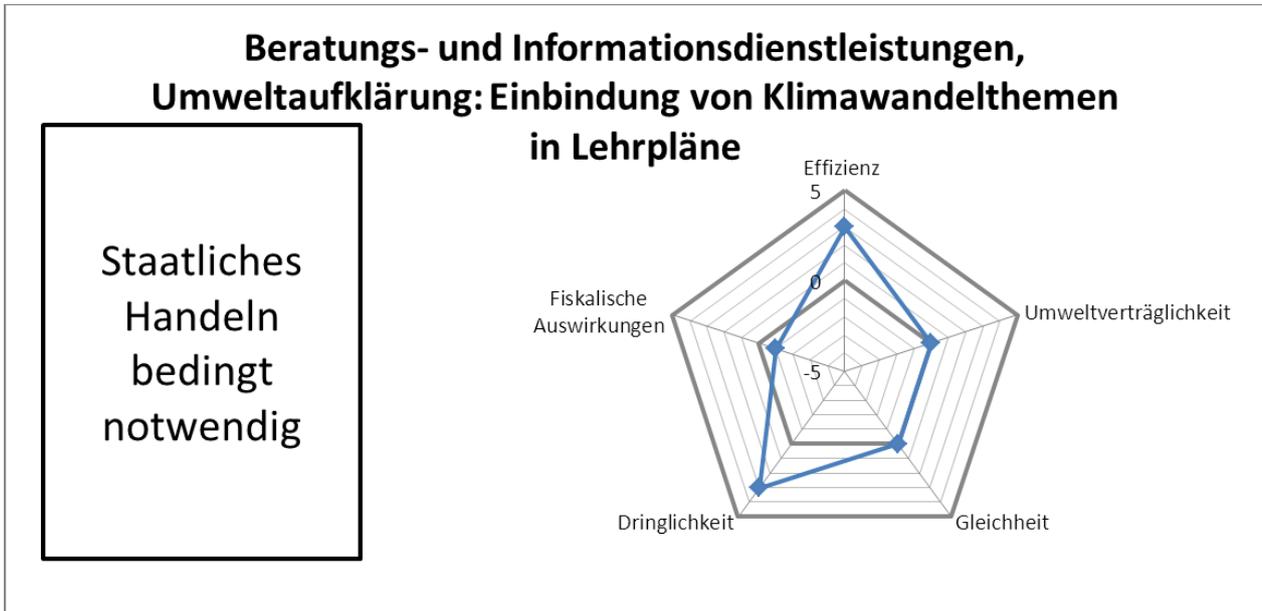
### **Fiskalische Auswirkungen**

Die direkten administrativen Kosten des Instruments sind relativ gering (2 Mio. AU-\$ in Australien). Eventuell ergeben sich Folgekosten aus der Einstellung zusätzlicher Dozenten an Universitäten bzw. aus der Fortbildung des existierenden Lehrkörpers. Langfristig könnten durch eine entsprechende Ausbildung optimierte Anpassungsmaßnahmen, wie im Falle von Dachbegrünung und Bauverbots in HQ100 Gebieten, jedoch auch zu potentiell hohen Einsparungen führen. Betrachtet man lediglich die kurzfristigen direkten Kosten, so erhält das Fiskalkostenkriterium den Score -1.

### **Dringlichkeit**

Der Ansatz, über Aus- und Weiterbildung private Anpassung zu fördern, ist tendenziell eine langfristige Strategie. Nach der Erarbeitung von Lehrplänen und der Weiterbildung von Dozenten wird der Nutzen des Instruments eher sukzessive eintreten, wenn sich die gewonnenen Erkenntnisse langsam in konkrete Handlungen (etwa beim Anlagenbau) widerspiegeln. Da auf Grund der Langlebigkeit mancher klimasensitiver Investitionen bereits heute eine Berücksichtigung von Klimawandeleffekten sinnvoll wäre, wäre auch die Einführung der angepassten Lehrpläne relativ dringend. Der Score des Kriteriums „Zeitliche Dringlichkeit“ erhält daher einen relativ hohen Wert von +3. Ein höherer Wert wurde nicht vergeben, da zurzeit die Dringlichkeit noch nicht in allen Sektoren gegeben ist, sondern v.a. beim langfristigen Anlagenbau.

Abb. 28: Beratungs- und Informationsdienstleistungen, Umwelterklärung: Einbindung von Klimawandelthemen in Lehrpläne (© Eigene Darstellung)



#### Alternative

Um den Wissensstand um Klimaanpassung in bestimmten Berufsgruppen zu erhöhen, ist neben der formalen Einbindung in Lehrpläne auch ein freiwilliges Weiterbildungsprogramm (zusätzlich zu den obligatorischen Lehrinhalten) denkbar. Hier würde freilich nur ein gewisser Anteil der Zielgruppe erreicht, dafür könnten die Inhalte ggf. passgenauer ausgelegt werden und tiefer gehen als bei einer Einbindung in allgemeine Lehrpläne.

### 5.4.2 Umweltzeichen: Blauer Engel

#### Beschreibung

Das Umweltzeichen "Blauer Engel" kennzeichnet neben besonders klimafreundlichen Waren auch besonders wasserschützende, ressourcenschonende und gesundheitsfreundliche Produkte. Dies sind z.B. besonders wassersparende Spülkästen. Auf Antrag wird das jeweils beste Produkt in einer Produktkategorie ausgezeichnet (Blauer Engel 2012). Als Anpassungsinstrument ist das Schutzziel Wasser von Bedeutung. Gleichzeitig stellt das Klimaschutzziel ein Emissionsvermeidungsinstrument dar, das hier jedoch nicht weiter untersucht werden soll. Das Umweltzeichen wurde bereits 1978 auf Initiative des Bundesministers des Inneren und durch den Beschluss der Umweltminister des Bundes und der Länder gegründet. Es kann somit als staatliches Umweltlabel gesehen werden.

Der „Blaue Engel“ ist bereits deutschlandweit eingeführt und unterscheidet sich insofern von allen anderen untersuchten Politikinstrumenten.

#### Anwendbarkeit

Der Blaue Engel wird bereits in Deutschland angewendet und ist allgemein akzeptiert. Auch bei einer Ausweitung des Konzepts sind aufgrund des freiwilligen Charakters des Instruments keine Widerstände zu erwarten. Allerdings geben Umweltlabels umweltfreundlichen Produkten einen Wettbewerbsvorteil, was Widerstände bei Herstellern weniger umweltfreundlicher

Produkte hervorrufen könnte. Diese Lenkungswirkung ist allerdings genau der Sinn des Instruments und ist somit erwünscht.

### **Notwendigkeit staatlichen Handelns**

Umwetlabels beheben ein durch unzureichende Informationen hervorgerufenen Marktversagen welches besteht wenn Verbraucher sich nicht im Klaren darüber sind, welche Produkte am umweltfreundlichsten beziehungsweise am günstigsten im Energie- oder Wasserverbrauch sind. Umwetlabels erhöhen den Informationsfluss, müssen jedoch standardisiert und vereinfacht werden, um einen problemlosen Vergleich von Produkten durch den Verbraucher zu ermöglichen (Heinzle und Wüstenhagen 2010). Der Blaue Engel erfüllt diese Voraussetzungen. Der Verbraucher kann also die wahren Kosten des Produkts (z.B. inklusive Wasserverbrauch) besser in die Entscheidungsfindung einbeziehen. Fraglich ist jedoch, ob privatwirtschaftliche Umwetlabels nicht das gleiche Ziel erreichen können. Grundsätzlich ist dies sicher möglich, jedoch gibt es auch mindestens zwei bedeutsame Nachteile bei der privatwirtschaftlichen Umsetzung von Umwetlabels: (a) es könnten sich eine unübersehbare Menge an Umwetlabels auf dem Markt tummeln, deren Zielsetzungen und Aussagekraft für den Verbraucher nicht mehr zu überblicken sind; (b) privatwirtschaftliche Labels mit gewinnorientierten Unternehmen im Hintergrund sind grundsätzlich anfälliger gegenüber profitgeleiteter Bewertungen. Obwohl anerkannt wird, dass privatwirtschaftlich organisierte Umwetlabels theoretisch durchaus funktionieren können, wird hier staatliches Handeln als wahrscheinlich notwendig angesehen.

### **Effizienz**

Der Nutzen von Umweltzeichen besteht in ihrer Lenkungswirkung welche erzielt wird, wenn umweltbewusste Konsumenten ein Produkt mit Blauem Engel einem ähnlichen Produkt ohne diese Auszeichnung bevorzugen. Dieser Substitutionseffekt führt je nach Produktart beispielsweise zu Wassereinsparungen. Der Blaue Engel erhöht somit Informationen, die es den Verbrauchern erlauben, Umweltwirkungen verschiedener Produkte in ihrer Kaufentscheidung zu berücksichtigen.

Insbesondere Energieeffizienz-Labels haben in der Vergangenheit zu erhöhter Energieeffizienz von Produkten beigetragen da sie den Kunden einerseits mit Informationen zur Energieeffizienz und damit zur Umweltfreundlichkeit von Endgeräten versorgen (Shen und Saijo 2007 in gfs Bern 2010). Auf der anderen Seite erhöhen Informationen zum Energieverbrauch die Preiselastizität von Haushalten im Hinblick auf Energiepreise, denn wenn sich Haushalte des Energieverbrauchs einzelner Geräte bewusst sind, reagieren sie in ihren Verbrauchsentscheidungen stärker auf höhere Strompreise. Die Wirkung von Stromsteuern und EU ETS auf Haushalte wird damit verstärkt. Längerfristig haben Energieeffizienzlabels zu einer Veränderung im Kaufverhalten von Endgeräten beigetragen. Der bevorzugte Kauf von energieeffizienten Geräten hat wiederum zu einer Anpassung der Hersteller geführt, die nun tendenziell energieeffizientere Geräte herstellen als noch vor wenigen Jahren, so dass die Effizienzskala angepasst werden musste (gfs Bern 2010; Rüdener und Griebhammer 2004).

Dem Nutzen gegenüber stehen hauptsächlich administrative Kosten. So erhebt die Zeichenvergabestelle RAL eine Bearbeitungsgebühr von 250 € bei Beantragung des Blauen Engels sowie weitere 150 € für Erweiterungsverträge und ein Jahresentgelt für die Zeichenbenutzung (Blauer Engel 2012).

In Bezug auf den Nutzen für die Klimaanpassung in Deutschland muss nochmals angemerkt werden, dass bisher unklar ist, inwiefern Wassermangel in Deutschland ein Problem darstellt bzw. darstellen wird. Da Wasserknappheit ein regional unterschiedlich stark ausgeprägtes Problem ist, wäre ein wasserineffizientes Gut, welches in einer wasserreichen Region hergestellt wurde, einem wassereffizienten Gut aus einer wasserarmen Region eventuell vorzuziehen. Dies wird vom Blauen Engel zurzeit nicht berücksichtigt, so dass das Instrument in diesem Fall den falschen Kaufanreiz setzen würde. Eine in diesem Fall bessere Alternative wäre also eine Berücksichtigung des Produktionsstandortes bei der Vergabe des Blauen Engels. Insgesamt erhält das Effizienzkriterium einen Score von +2, da zwar positive Effekte zu erwarten sind, diese aber eher gering ausfallen.

#### **Umweltverträglichkeit**

Die Umweltverträglichkeit von Umweltzeichen im Bereich Wasserverbrauch ist analog zu den Umwelteffekten von Grundwasserentnahmeentgelten zu bewerten. Sie erhalten damit einen Umweltscore von +4.

#### **Gleichheit**

Da Umweltlabels keinen Akteur zum Handeln zwingen und auf freiwilliger Teilnahme und Beachtung basieren, werden keine Effekte auf horizontale oder vertikale Gleichheit erkannt. Gleichheitseffekte werden somit mit einem Score von 0 bewertet.

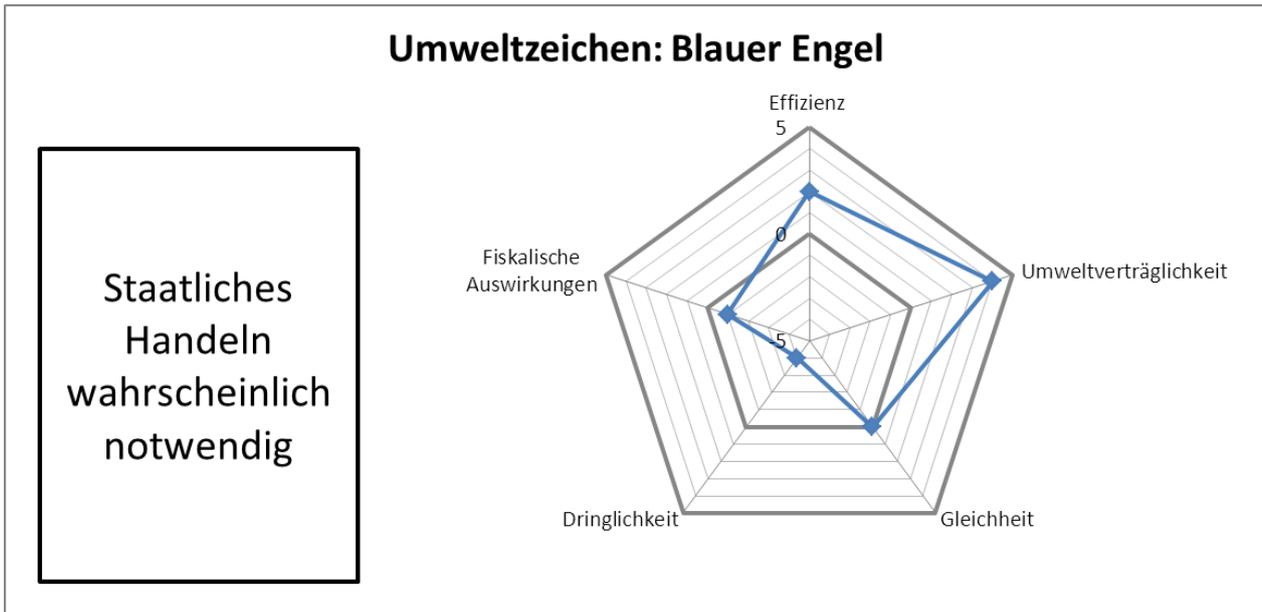
#### **Fiskalische Auswirkungen**

Die Kosten für den Staat (vom Bund getragen) sind gering und bestehen aus Administrativkosten, welche allerdings zu einem großen Teil an die Privatwirtschaft weitergeleitet werden. Hinzu kommen eventuell Informationsmaßnahmen für Verbraucher und Unternehmen. Auf der anderen Seite werden bei Erfolg des Instruments Kosten beispielsweise durch Wasserknappheit reduziert, dieser Effekt wird jedoch auf Grund der Unsicherheit als sehr gering eingestuft. Das Fiskalkostenkriterium erhält damit einen geringen negativen Score von -1.

#### **Dringlichkeit**

Der „Blaue Engel“ ist bereits deutschlandweit eingeführt. Im Falle von Energieeffizienz ist eine Produktkennzeichnung von Umwelteffekten sicherlich bereits heute oder in der Vergangenheit sinnvoll und wünschenswert. Bei der vorliegenden Analyse soll der Fokus jedoch auf dem anpassungsrelevanten Thema Wasserverbrauch liegen. In diesem Bereich gibt es – wie im Abschnitt Grundwasserentnahmeentgelt beschrieben – zurzeit noch keine Dringlichkeit einer Regulierung, weshalb hier für den „Blauen Engel - Wasser“ als Anpassungsinstrument der gleiche Score wie beim GWEE von -4 vergeben wird.

Abb. 29: Umweltzeichen: Blauer Engel (© Eigene Darstellung)



#### Alternative

Für das Ziel, dass Verbraucher schnell und zuverlässig über Umwelteigenschaften eines Produkts informiert werden, ist ein Umweltlabel sicherlich eines der am besten geeigneten Instrumente. Denkbar ist aber auch eine Information über das Preissignal: Wenn produktgebundene Umweltauswirkungen monetarisiert werden und dem Hersteller als Steuer auferlegt werden können, wären die Kosten, die letztlich der Konsument zu tragen hätte, ebenfalls ein Signal für die Umweltauswirkungen des Produkts. Während eine solche marktbasierter Lösung sicherlich einen größeren Effekt hätte als ein rein informatorisches Instrument wie der Blaue Engel, ist die konkrete Umsetzung freilich technisch sowie politisch schwierig.

### 5.5 Zusammenfassende Bewertung der Instrumente: Ein Gewichtungsbeispiel

Nachdem in diesem Kapitel 14 verschiedene Politikinstrumente mit zugehörigen Anpassungsmaßnahmen aus den Bereichen der ordnungsrechtlichen, ökonomischen und informatorischen Instrumente analysiert und diskutiert wurden, werden in diesem Abschnitt die Bewertungen der einzelnen Kriterien zu einer Gesamtbewertung zusammengefasst. Anhand dieser Zusammenfassung lässt sich ein grober Anhaltspunkt ableiten, welche Instrumente-Maßnahmen-Kombinationen im Vergleich zu anderen vorzuziehen sind. Es lässt sich also eine Rangfolge oder Priorisierung der zur Diskussion stehenden Alternativen erstellen. Solch eine Rangfolge kann beispielsweise bei begrenzten finanziellen Ressourcen sinnvoll sein, wenn das verfügbare Budget nicht für alle gewünschten Optionen ausreicht und eine Priorisierung erfolgen muss.

Die hier vorgenommene Gesamtbewertung ist – wie in Abschnitt 5.1.2 bereits angemerkt – hochgradig abhängig von der Gewichtung der einzelnen Kriterien. An dieser Stelle soll zunächst das grundsätzliche Vorgehen bei einer Gesamtbewertung beispielhaft demonstriert werden, daher wird auf die Gewichtung der Kriterien nicht näher eingegangen und eine Einheitsgewichtung gewählt (d.h. alle Kriterien erhalten eine identische Gewichtung). Die

Bewertung einer Option errechnet sich somit einfach aus dem arithmetischen Mittel der Scores in den fünf Kriterien.<sup>31</sup>

Zusätzlich muss betont werden, dass der Pool der hier bewerteten Instrumente-Maßnahmen-Kombinationen freilich sehr begrenzt ist. Bei der Auswahl der zu bewertenden Optionen wurde Wert darauf gelegt, dass ein breites Instrumentenspektrum (ordnungsrechtliche, marktbasierende und informatorische Instrumente) abgedeckt ist. Es ging explizit nicht darum, alle in Frage kommenden Politikoptionen für die Anpassungsförderung in Deutschland zu evaluieren. Die Auswahl und Priorisierung von Politinstrumenten und Maßnahmen der Klimaanpassung wird im zeitlich nachgelagerten F&E-Vorhaben „Policy Mix“ (FKZ 3712 48 102) wieder aufgegriffen und im Sinne einer solchen integrierten Bewertung weitergeführt (siehe ebenda).

Tab. 13 gibt Aufschluss über das Ergebnis, indem die Optionen direkt in der resultierenden Rangfolge aufgelistet werden.

Tab. 13: Übersicht über alle 14 bewerteten Instrumente-Maßnahmen-Kombinationen mit Scores der Kriterien, Gesamtbewertung, und Rangfolge. Basierend auf einer Gleichgewichtung aller fünf Kriterien (© Eigene Darstellung)

| Rang | Instrument mit zugehöriger Anpassungsmaßnahme          | Kategorie des Instruments | Staatliches Handeln      | Scores    |        |            |             |               |        |
|------|--|---------------------------|--------------------------|-----------|--------|------------|-------------|---------------|--------|
|      |  |                           |                          | Effizienz | Umwelt | Gleichheit | Dringlichk. | Fiskal. Ausw. | Gesamt |
| 1    | Abgabenerleichterungen Dachbegrünung (Abschnitt 5.3.2) | Ökonomisch                | wahrscheinlich notwendig | 5         | 5      | -1         | 3           | 1             | 2,6    |
|      | Finanzbeihilfe Dachbegrünung (Abschnitt 5.3.3)         | Ökonomisch                | wahrscheinlich notwendig | 5         | 5      | 0          | 3           | 0             | 2,6    |
| 3    | Finanzbeihilfe Ernteversicherung (Abschnitt 5.3.5)     | Ökonomisch                | bedingt notwendig        | 4         | 0      | 0          | 5           | -1            | 1,6    |
| 4    | ÖSDL-Zahlungen (Abschnitt 5.3.7)                       | Ökonomisch                | wahrscheinlich notwendig | 4         | 5      | -2         | 3           | -3            | 1,4    |
|      | Gefahrenzonenplan (Abschnitt 5.2.4)                    | Ordnungsrechtlich         | bedingt notwendig        | 4         | 0      | 0          | 3           | 0             | 1,4    |
| 6    | Gebot: Sommerlicher Wärmeschutz (Abschnitt 5.2.1)      | Ordnungsrechtlich         | bedingt notwendig        | 2         | 2      | 0          | 3           | -1            | 1,2    |
| 7    | Bauverbot in HQ100-Gebieten (Abschnitt 5.2.2)          | Ordnungsrechtlich         | wahrscheinlich notwendig | 3         | 2      | -3         | 4           | -1            | 1,0    |
|      | Climate Change Adaptation Skills (Abschnitt 5.4.1)     | Informatorisch            | bedingt notwendig        | 3         | 0      | 0          | 3           | -1            | 1,0    |

<sup>31</sup> Die Berechnung eines arithmetischen Mittels setzt streng genommen voraus, dass die Scores als kardinalskalierte Daten vorliegen. Tatsächlich dürften sie sich eher um ordinalskalierte Daten handeln. Üblicherweise wird diese Problematik jedoch ignoriert (siehe z.B. de Bruin et al. 2009a).

|    |   |                    |                                |    |   |    |    |    |      |
|----|---|--------------------|--------------------------------|----|---|----|----|----|------|
| 9  | Kompensationsregelung AdMit (Abschnitt 5.3.6) | Ökonomisch         | wahrscheinlich nicht notwendig | 1  | 2 | 0  | 2  | -1 | 0,8  |
| 10 | Finanzbeihilfe: Mulchsaat (Abschnitt 5.3.4)   | Ökonomisch         | wahrscheinlich notwendig       | 2  | 3 | -3 | 3  | -2 | 0,6  |
| 11 | Handelbare Umweltlizenzen (Abschnitt 5.3.8)   | Ökonomisch         | wahrscheinlich nicht notwendig | -1 | 5 | -2 | -4 | 4  | 0,4  |
| 12 | Umweltzeichen (Abschnitt 5.4.2)               | Informatorisch     | wahrscheinlich notwendig       | 2  | 4 | 0  | -4 | -1 | 0,2  |
|    | Grundwasserentnahmeentgelt (Abschnitt 5.3.1)  | Ökonomisch         | wahrscheinlich nicht notwendig | -1 | 4 | -2 | -4 | 4  | 0,2  |
| 14 | Auflagen Windsturmanpassung (Abschnitt 5.2.3) | Ordnungserhaltlich | wahrscheinlich nicht notwendig | 4  | 0 | -2 | -3 | -1 | -0,4 |

Die in Tab. 13 vorgestellte Rangfolge soll lediglich als Demonstration dienen, wie die Multikriterienanalyse letztlich zu einem Ergebnis kommen kann, basierend auf einer Gleichgewichtung aller fünf Kriterien. Bei gleichem Gesamtscore wird der Rangplatz mehrmals vergeben und der folgende Rangplatz nicht besetzt. Nachrangige Einträge erhalten somit den Rangplatz, der deutlich macht, wie viele Einträge davor rangieren. Eine Gleichgewichtung der fünf Kriterien, wie sie der hier dargestellten Bewertung zu Grunde liegt, ist höchstwahrscheinlich nicht als gesellschaftlich akzeptierte Gewichtung anzusehen.

## 6 Arbeitspaket 1.4: Integrierte makroökonomische Modellierung

### 6.1 Einleitung

Im vorhergehenden Kapitel wurde aufgezeigt, wie Maßnahmen mittels eines multidimensionalen Kriterienkatalogs bewertet werden könnten. Ein aus volkswirtschaftlicher Sicht zentrales Kriterium ist hierbei die Kosteneffizienz einer Maßnahme. Für eine Bewertung anhand dieses Kriteriums ist aber gerade ein staatlicher Entscheidungsträger angehalten, nicht ein enges betriebswirtschaftliches Bewertungsschema anzuwenden, sondern die gesamtwirtschaftlichen Effekte im Auge zu haben. Die Komplexität der einzubeziehenden gesamtwirtschaftlichen Rückkopplungseffekte macht es deshalb in vielen Fällen nötig computergestützte Bewertungsmodelle anzuwenden.

Deren Anwendung auf die Bewertung von Anpassungsmaßnahmen steht in vielerlei Hinsicht am Anfang. In diesem Kapitel soll deshalb explorativ untersucht werden, welchen Beitrag berechenbare Modelle des allgemeinen Gleichgewichts in der integrierten makroökonomischen Modellierung von Anpassung und der Bewertung von Anpassung leisten können. Berechenbare Modelle des allgemeinen Gleichgewichts sind seit Jahren anerkannte und in zahlreichen Untersuchungen angewandte Werkzeuge zur Analyse und Bewertung von Politikmaßnahmen. Die theoretischen Durchbrüche in der allgemeinen Gleichgewichtstheorie in den 50er und 60er Jahren des zwanzigsten Jahrhunderts durch Kenneth Arrow und Gérard Debreu ermöglichten es erstmals eine Volkswirtschaft als Ganzes mit all ihren Teilmärkten und den Handlungen ihrer unterschiedlichen Akteure wie Firmen und Haushalten, abzubilden (Arrow und Debreu 1954). Dabei wird ein optimierendes Verhalten der Wirtschaftssubjekte unterstellt, d.h. Haushalte maximieren ihren Nutzen und Unternehmen ihren Gewinn. Die Koordination zwischen den Akteuren erfolgt über das Preissystem. Ergänzt um politische Eingriffe wie Steuern, können die resultierenden Gleichgewichtszustände nun analysiert und verglichen werden. Gemeinsam mit dem Fortschritt in der Computertechnologie führte dies zur Entwicklung der ersten berechenbaren allgemeinen Gleichgewichtsmodelle (engl. Computable General Equilibrium – CGE). So hat bereits 1960 Leif Johansen ein auf realen Größen basiertes Modell der norwegischen Volkswirtschaft entwickelt und damit wirtschaftspolitische Fragestellungen bearbeitet (Johansen 1960).

Heute sind CGE Modelle ein anerkanntes Verfahren in der Wissenschaft und der wirtschaftspolitischen Beratung.<sup>32</sup> So werden solche Modelle regelmäßig eingesetzt, um die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen von Politikmaßnahmen inklusive ihrer Rückkoppelungseffekte durch veränderte Güter und Faktorpreise zu studieren und Maßnahmen auf ihre Kosten-Nutzen-Potentiale zu untersuchen. Gerade in der Klimapolitik, die oft in längeren Zeiträumen operiert, werden berechenbare allgemeine Gleichgewichtsmodelle fast schon routinemäßig zur vorausschauenden Evaluation angewandt. So wurden beispielsweise die 2009 verabschiedeten „20-20-20-Ziele“ der Europäischen Union, die die EU-Mitgliedsstaaten verpflichten bis 2020 ihre Treibhausgasemissionen gegenüber 1990 um 20 Prozent zu reduzieren, den Anteil erneuerbarer Energien auf 20 Prozent zu steigern, sowie die

---

<sup>32</sup> Für eine Übersicht und erste Einführung in berechenbare allgemeine Gleichgewichtsmodelle siehe Böhringer et al. (2003).

Energieeffizienz um 20 Prozent zu erhöhen, im Vorfeld mit Hilfe verschiedener CGE-Modelle auf ihre gesamtwirtschaftlichen Kosten hin untersucht (siehe Böhringer et al. 2009). Ebenso wurde auch das langfristige Ziel der Europäischen Union, die Treibhausgasemissionen bis 2050 um 85 Prozent gegenüber 1990 zu reduzieren, mit Hilfe numerischer Simulationsmodellen auf seine gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen unter verschiedenen Szenarien zur zukünftigen wirtschaftlichen und internationalen klimapolitischen Entwicklung analysiert (Europäische Kommission 2011).

Wie diese und zahllose weitere Beispiele zeigen, liefern in der Politik der Vermeidung von Treibhausgasen (THG) berechenbare allgemeine Gleichgewichtsmodelle einen wichtigen Beitrag in der vorausschauenden Evaluation von Maßnahmen und damit den Entscheidungsträgern wichtige Informationen im Entscheidungsprozess. In der Anpassungsforschung und der Bewertung von Maßnahmen des an Bedeutung gewinnenden Feld der Anpassungspolitik wurde dieses Werkzeug, von vereinzelt Ansätzen abgesehen, allerdings noch kaum eingesetzt. Den Gründen für diese Zurückhaltung soll in diesem Kapitel vertiefter nachgegangen werden.

Ziel dieses Kapitels ist es den Stand der Forschung in der ökonomischen Modellierung von Anpassung darzustellen und die Schwierigkeiten und Hindernisse in der konkreten Anwendung herauszuarbeiten. Weiter soll mit Hilfe eines vereinfachten regionalen berechenbaren Gleichgewichtsmodells für Deutschland, das die Folgen des Klimawandels und die Anpassung daran inklusive ihrer Kosten explizit berücksichtigt, die Möglichkeiten und Grenzen der Methodik exemplarisch diskutiert werden. Daraus sollen schließlich zukünftige Forschungsfragen abgeleitet und Wissenslücken identifiziert werden.

## **6.2 Herausforderungen in der ökonomischen Modellierung von Anpassung**

Einer der Hauptgründe für die, verglichen mit der Anzahl von Modellen, die sich mit der Treibhausgasvermeidung befassen, geringen Zahl an CGE Modellen, die sich mit Anpassung beschäftigen, liegt sicher in den fundamental verschiedenen Charakteristiken der beiden Handlungsbereiche:

Erstens ist die Definition was Anpassung an den Klimawandel ist und der daraus folgenden Abbildung im Modell, komplexer und vielschichtiger im Vergleich zur Vermeidung von THG.

Zweitens spielt die räumliche Dimension eine ungleich prominentere Rolle: Während es für das Klimaproblem schlussendlich unerheblich ist, wo eine Tonne THG ausgestoßen wird, sind Anpassungsmaßnahmen in den allermeisten Fällen stark von lokalen Gegebenheiten bestimmt.

Schließlich sind auch die zugrundeliegenden Daten, die nötig wären zur Kalibrierung von gesamtwirtschaftlichen Anpassungsmodellen aus den oben bereits genannten Gründen unvollständiger und mit größeren Unsicherheiten belastet als die Daten, die zur Modellierung von Vermeidung nötig sind.

Im folgenden Abschnitt sollen diese drei Herausforderungen genauer beleuchtet und ihre Ursachen diskutiert werden. Vorschläge, wie diese Herausforderungen bewältigt werden könnten, werden in Kapitel 6.7, das den weiteren Forschungsbedarf diskutiert, erläutert.

## 6.2.1 Anpassung als komplexes Konzept

Die Herausforderungen bei der Modellierung von Anpassung sind vielfältig und beginnen bereits bei der Definition des Untersuchungsgegenstandes. Im Gegensatz zur Vermeidung existiert keine einheitliche, abgrenzende und greifbare Definition von Anpassung. Die gängige Definition was Vermeidung von THG ist, lässt sich in einem einfachen Satz ausdrücken: Vermeidung ist die Reduktion von THG Emissionen durch (a) die Reduktion von Produktion oder Konsum oder durch (b) eine Substitution von THG ausstoßenden Gütern durch weniger oder kein THG ausstoßende Güter (erneuerbare Energien, neue Technologien, etc.).

Die existierenden Definitionen von Anpassung unterscheiden sich in ihrer Abgrenzung dagegen deutlich und greifen auf Begriffe zurück, die Anpassung relativ allgemein beschreiben (Handlungen, Prozess, Umstellung). Die United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) definiert Anpassung als Reaktion auf Klimastimuli in natürlichen oder gesellschaftlichen Systemen um deren negative Effekte zu mindern oder positive Auswirkungen auszunutzen (UNFCCC 2013). Die Definition des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), ausgearbeitet im dritten Sachstandsbericht, integriert ausdrücklich die verschiedenen Formen von Anpassung (vorgreifend, reaktiv, staatlich, geplant, etc.) und thematisiert die Aufteilung der Kosten, die Modifizierung der Gefährdung, vorbeugende Maßnahmen, reagierende Maßnahmen wie Nutzungsänderung und/oder Ortswechsel, Forschung und die Verbreitung von Wissen (Smith et al. 2001).

Wie diese Definitionen zeigen, umfasst Anpassung in der Regel ein sehr heterogenes Bündel von Maßnahmen mit unterschiedlichen Zeitpunkten zu denen Kosten bei unterschiedlichen Kostenträgern anfallen. Manche Maßnahmen können als „reaktiv“ und „unmittelbar“ eingestuft werden, d.h. dass die Kosten und Nutzen der geminderten Klimafolgen in ein und derselben Periode anfallen. Beispiele hierfür sind Klimatisierung oder eine Veränderung der angebauten Kulturarten. Andere Maßnahmen sind „proaktiv“, d.h. es ist zu Schutzzwecken notwendig, vorsorgend in spezifische Maßnahmen zu investieren. Bei solchen Maßnahmen gibt es immer eine Zeitverzögerung zwischen den heutigen Investitionskosten und dem künftigen Nutzen. Exemplarisch lässt sich das am Bau von Dämmen und Deichen zum Schutz vor einer durch den zu erwartenden Anstieg des Meeresspiegels höheren Überflutungsgefahr illustrieren. Obwohl die Gefährdung erst in der Zukunft erwartet wird, fallen durch die gegenwärtig stattfindenden Erhöhungen von Dämmen und Deichen bereits heute Kosten an. In anderen Fällen, wenn beispielsweise in der Landwirtschaft wegen veränderter klimatischer Bedingungen auf ein anderes Saatgut umgestiegen wird, fallen die Kosten der Anpassungsmaßnahme jedoch nahezu zeitgleich mit den Klimafolgen an.

In vielen Fällen ist Anpassung anreizkompatibel mit den Handlungen des privaten Sektors und ein staatlicher Eingriff ist nicht nötig. So zum Beispiel wenn bestimmte Produktionsprozesse angepasst werden. Andere Maßnahmen können aber mit Marktversagen verbunden sein, die staatliches Handeln nötig machen. So können sich je nach Maßnahme die Kostenträger ebenso wie die Nutznießer unterscheiden.

Bereits diese beiden Dimensionen haben jeweils starke Auswirkungen auf Kosten-Nutzen-Profile von Anpassungsmaßnahmen und erfordern ein relativ spezifisches Wissen und eine spezifische Modellierung von bestimmten Maßnahmen.

Eine weitere Schwierigkeit liegt in der Operationalisierung von Anpassungsmaßnahmen und der Metrik ihrer Effektivität. Der Effekt von Vermeidungsmaßnahmen kann allgemein

einheitlich in eingesparten Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent gemessen werden. Im Vergleich dazu gibt es keinen Konsens bei der Messung der Effekte von Anpassungsmaßnahmen. Es existieren verschiedene Kriterien, anhand derer Anpassungsmaßnahmen gemessen werden können (Verfügbarkeit, Nutzen, Kosten, Effektivität, Effizienz, Erreichbarkeit), welche wiederum unterschiedliche Maße erfordern. So hängt die Effektivität der ergriffenen Maßnahmen zum Beispiel vom angenommenen Klimaszenario sowie den zu erwartenden Klimafolgekosten ab. Zusätzlich müssen die vermiedenen Kosten oder der gewonnene Nutzen, welche sich erst in der Zukunft realisieren, diskontiert werden. Die Wahl der Diskontrate kann dabei oft nicht mit eindeutigen Kriterien begründet werden. All diese Punkte erfordern zusätzliche Daten und Annahmen, die den Aufwand der Modellierung erhöhen und gleichzeitig die Unsicherheit der Ergebnisse steigern.

### **6.2.2 Der Raum als zentrale Dimension**

Neben der vielschichtigen Definition und den Herausforderungen in der Operationalisierung von Anpassung, gilt es einen weiteren bedeutenden Unterschied zwischen der Modellierung von Vermeidung und von Anpassung zu erläutern.

Während in der Analyse der Emissionsvermeidung der Raum und der genaue Ort der Emission keine Rolle für die von ihr verursachten Schäden spielt, ist diese Dimension in der Analyse von Anpassungsmaßnahmen zentral. Die Vermeidung von THG Emissionen ist ein globales öffentliches Gut und hat global den gleichen Effekt, unabhängig vom Ort ihrer Durchführung. Zwar können die Kosten der Vermeidung räumlich differieren, nicht jedoch ihre Effektivität. Im Falle der Analyse und Bewertung von Anpassungsmaßnahmen spielt der Raum und seine Topographie aber eine entscheidende Rolle, da sowohl Kosten als auch Nutzen stark vom räumlichen Umfeld abhängen.

Zum einen sind die Auswirkungen des Klimawandels stark von räumlichen Umständen abhängig. Nicht nur unterscheiden sich die zu erwartenden Klimaänderungen zwischen den Regionen, auch die zu erwartenden Klimafolgen unterscheiden sich regional und hängen von der geographischen Lage, von der Topographie der betroffenen Region, aber auch von der Art und Größe der betroffenen Ökonomie oder Ökosystems ab. So ist die Art der Küstenlinie (bspw. flache Küste oder Steilküste) entscheidend für die Auswirkungen eines Anstieges des Meeresspiegels. Aber auch die Auswirkungen anderer Klimafolgen wie Hitzewellen, Winterstürmen oder Überschwemmungen hängen stark von der Beschaffenheit des Raumes ab. Schließlich beeinflusst das jetzige Klima auch stark das Ausmaß der Vulnerabilität. So operieren gewisse Räume und Regionen in Klimabereichen, in denen bereits marginale Änderungen des Klimas zu gravierenden Auswirkungen führen, während andere diesbezüglich eine größere Resilienz aufweisen.

Zum anderen sind aber auch die Kosten von Anpassungsmaßnahmen stark von der räumlichen Struktur beeinflusst. Ein offensichtliches Beispiel liefern wiederum die Kosten des Küstenschutzes. So sind die Bau- und Unterhaltskosten von Deichen stark von den räumlichen Strukturen abhängig. Diese Beispiele illustrieren, dass der Raum in den modellgestützten Analysen besser berücksichtigt werden muss, wenn Klimafolgen und die Anpassung daran untersucht werden sollen (siehe dazu auch Patt et al. 2010).

### 6.2.3 Datenseitige Herausforderungen

Berechenbare Modelle des allgemeinen Gleichgewichts werden meist mittels Input-Output Tabellen so kalibriert, dass sie die Ökonomie in einem bestimmten Benchmark-Jahr replizieren. Dazu werden umfassende Daten zur Produktion von Gütern und deren Verwendung benötigt. Diese Daten werden meist von den nationalen statistischen Ämtern erhoben, zusammengestellt und in regelmäßiger Folge publiziert. Da dieser Prozess mit großem Aufwand verbunden ist, sind konsistente Input-Output Tabellen meist nur auf Ebene der Nationalstaaten erhältlich.<sup>33</sup> Wie aber oben dargelegt, ist für eine modell- und datengestützte Analyse von Anpassung eine höhere räumliche Auflösung wünschenswert und oft sogar nötig.

Weiter sind die quantitativen Bewertungen der Auswirkungen des Klimawandels auf spezifische Wirtschaftszweige und Regionen vage und mit einer signifikanten Unsicherheit behaftet. Zwar gibt es für bestimmte Wirtschaftszweige wie Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Küstenressourcen umfassende Analysen der Konsequenzen auf der Produktionsseite, aber in anderen Wirtschaftszweigen sind die verfügbaren Daten noch immer unzureichend oder es ist lediglich anekdotische Evidenz aus Fallstudien verfügbar. Dies wird auch bei der entsprechenden Recherche im Rahmen des Kapitels 3.1 deutlich.

Eine weitere Herausforderung liegt in der Kongruenz der Daten mit dem Untersuchungsgegenstand. Viele Sektoren der Anpassungsforschung sind nicht völlig kongruent mit den Sektoren, wie sie in der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung abgebildet sind. So stehen in der Anpassungsforschung Bereiche wie Küstenschutz, Wasserhaushalt, Raumplanung oder urbane Infrastruktur im Fokus, die aber innerhalb der amtlichen Wirtschaftsstatistik so nicht abgebildet werden.

Des Weiteren sind die Kosten nicht marktgängiger Güter, die vielfach ebenso von den Folgen des Klimawandels betroffen und oft nur eingeschränkt durch Anpassungsmaßnahmen geschützt werden können, mit substantiellen Unsicherheiten verbunden. So hängen Schätzungen für nicht-marktgängige Güter im Allgemeinen, aber auch für ökonomische Auswirkungen des Klimawandels im Speziellen, stark von gewählten Annahmen und Methodik ab (siehe Patt et al. 2010, sowie die Recherchen in Kapitel 3.1).

Infolgedessen sind trotz intensiver Forschungsanstrengungen die zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels für die Gesellschaften und Volkswirtschaften, aber auch für natürliche Systeme, relativ unklar. Jamet und Corfee-Morlot (2009) identifizieren drei Hauptursachen für diese Unsicherheit:

1. Die Entwicklung der weltweiten Treibhausgasemissionen, die schließlich die zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels verursacht, sind schwierig zu prognostizieren, da die Treibhausgasemissionen von schwierig abzuschätzenden Variablen wie dem zukünftigen Wirtschaftswachstum, technologischen Entwicklungen, aber auch von Politikinterventionen abhängen.

---

<sup>33</sup> Für Deutschland sind zwar einzelne Input-Output Tabellen auf Länderebene erhältlich (siehe z.B. Kronenberg 2010). Deren Erstellung geschieht aber nur sporadisch und die Tabellen können wegen unterschiedlicher Datengrundlagen und Annahmen nicht mit einander verknüpft werden.

2. Die geophysikalischen und ökologischen Rückkopplungsmechanismen werden noch nicht komplett verstanden. So ist die Sensitivität des Meeresspiegels bezüglich globaler Temperaturänderungen noch immer höchst umstritten.
3. Das Risiko abrupter und irreversibler Effekte des Klimawandels, wie zum Beispiel eine starke Änderung in den Meeresströmungen oder dem abrupten Abschmelzen von polaren Eismassen, kann in weiten Teilen nicht quantifiziert werden.

Schließlich betreffen Klimafolgen und die Anpassung daran oft Infrastrukturen und Kapitalgüter. Ähnlich den nichtmarktgängigen Gütern sind Schätzungen zur Größe von Kapitalstöcken mit größeren Unsicherheiten verbunden und, verglichen mit den einfacher zu messenden Bewertungen von Flussgrößen, von explizit oder implizit unterstellten Annahmen abhängig. Dadurch vergrößert sich die Unsicherheit betreffend den Auswirkungen der Klimafolgen.

Dieser kurze Überblick sollte zeigen, dass die Implementierung von Anpassung in gesamtwirtschaftliche Modelle des allgemeinen Gleichgewichts mit einigen grundlegenden Herausforderungen verbunden ist. Wie im nächsten Kapitel versucht wird zu erläutern, konnten in letzten Jahren Fortschritte bei der Suche nach allgemeinen Modellierungsansätzen, die es ermöglichen verschiedene Merkmale von Anpassungsmaßnahmen abzubilden und zu berücksichtigen, beobachtet werden. Allerdings macht die Vielzahl verschiedener Anpassungsmaßnahmen mit ihren unterschiedlichen Eigenschaften sowie der Mangel an belastbaren Schätzungen von Anpassungskosten einerseits und an Daten zu sektorspezifischen Kosten des Klimawandels andererseits, es immer noch schwierig, Anpassung konkret in berechenbare allgemeine Gleichgewichtsmodelle zu implementieren.

## **6.3 Stand der Literatur**

### **6.3.1 Implizite Berücksichtigung von Anpassung**

Mit einigen wenigen Ausnahmen berücksichtigen die meisten existierenden klimaökonomischen Modelle Anpassungsmaßnahmen nur in einer impliziten Form. Das heißt, in diesen Modellen ist Anpassung keine eigenständige Variable, sondern wird nur indirekt über ihre Auswirkung auf die Klimafolgen integriert. Das Ausmaß und die Kosten der Anpassungsbemühungen sind dabei exogen vorgegeben und basieren meist auf der Annahme, dass sich die Wirtschaftsakteure in optimaler Art und Weise an die durch den Klimawandel veränderten Bedingungen anpassen. Kreuzpreiseffekte durch sektorale Verknüpfungen der betroffenen Sektoren und zusätzliche Transformationskosten werden dabei meist nicht berücksichtigt.

#### **Top-Down Modelle mit impliziter Anpassung**

Top-Down Modelle zeichnen sich meist durch einen stringenten und theoretisch fundierten ökonomischen Aufbau aus, der eine große Zahl von Sektoren und Regionen umfasst. Gleichzeitig ist aber die Modellierung der Klimawirkungen sehr stilisiert und wird durch eine gesamtwirtschaftliche Schadensfunktion abgebildet, die die gesamten volkswirtschaftlichen Konsequenzen umfasst und allgemein die Gesamtproduktion der Wirtschaft betrifft. Top-Down Modelle fokussieren auf die globalen Kosten des Klimawandels und sektorale Unterschiede bleiben dabei oft unberücksichtigt. Diese Modelle stammen meist aus der Integrierten Bewertungsliteratur und enthalten neben den Klimaschadensfunktionen stark vereinfachte

Kohlenstoffkreislaufmodelle. Typischerweise befasst sich diese Klasse von Modellen mit sehr langen Zeiträumen und wurden dafür entwickelt, langfristig optimale Klimapolitiken zu formulieren. Die bekanntesten Modelle dieser Art sind das von Nordhaus und Ko-Autoren entwickelte DICE Modell (Dynamic Integrated Model of Climate and the Economy, siehe z.B. Nordhaus 2010), sein regionaler Konterpart RICE (Nordhaus und Boyer 2000) und das von Kemfert (2002) entwickelte WIAGEM Modell. WIAGEM wurde dabei auch bereits angewandt, um die Kosten des Klimawandels in Deutschland zu berechnen. Laut der Studie von Kemfert belaufen sich die kumulierten Kosten des Klimawandels in Deutschland bis 2050 auf rund 800 Mrd. € (Kempf 2008). Da diese Modelle aber meist sehr komplex sind und ihre Resultate auf einer Vielzahl von Parametern und Annahmen beruhen, die nicht immer ersichtlich sind, ist es oft sehr schwierig, die Ergebnisse einzuordnen und zu vergleichen.

#### **Bottom-Up Modelle mit impliziter Anpassung**

Während Top-Down Modelle meist über theoretisch sauber abgestützte Abbildungen der Ökonomien verfügen, dafür aber die sektoralen Eigenheiten und Kostenstrukturen von Klimafolgen und Anpassungen vernachlässigen, konzentrieren sich Bottom-Up Modelle auf die spezifischen Klimafolgenkosten, allerdings oft zum Preis einer geringeren ökonomischen Analysebreite und Aussagekraft. Das Climate Framework for Uncertainty, Negotiation and Distribution (FUND), welches von Richard Tol entwickelt wurde (siehe z.B. Tol 1997), und das Projekt Projection of Economic impacts of climate change in Sectors of the European Union based on a bottom-up Analysis (PESETA) sind Vertreter dieser Kategorie. Auf Basis von PESETA kalkulieren Ciscar et al. dass sich die Kosten des Klimawandels in Europa auf etwa 20 Mrd. € jährlich in 2080 belaufen (Ciscar et al. 2011). Im Rahmen dieses Projektes wurden Schadensmodelle verschiedener Bereiche (Küsteninfrastruktur, Überschwemmungen größerer europäischer Flüsse, Landwirtschaft, Tourismus) mit einem berechenbaren Gleichgewichtsmodell der europäischen Volkswirtschaft verknüpft. Das ökonomische Modell bildet allerdings nur die EU als Ganzes ab, d.h. es bleibt unklar, wo die Kosten der Klimafolgen schließlich auftreten.

### **6.3.2 Explizite Berücksichtigung von Anpassung**

Die explizite Implementierung von Anpassungsmaßnahmen in berechenbare allgemeine Gleichgewichtsmodelle befindet sich noch in einem frühen Entwicklungsstadium. Erst in den letzten Jahren haben Wissenschaftler vertieft versucht, Anpassung als eine explizite Entscheidungsvariable in ökonomischen Modellen zu berücksichtigen.

Trotz der im vorherigen Abschnitt erläuterten Schwierigkeiten Anpassung explizit in CGE Modellen zu berücksichtigen wurden in den letzten Jahren einige interessante Ansätze entwickelt. An dieser Stelle soll ein Überblick der aktuellen Entwicklungen und Forschungslücken auf diesem Gebiet gegeben werden. Die meisten Modelle sind stark eingeschränkt im Hinblick auf den erfassten Raum und die abgebildeten Sektoren. Hauptzweck dieser Modelle ist es meist, die allgemeine Rolle der Anpassung für eine optimale Ausgestaltung der Klimapolitik zu analysieren.

#### **Top-Down Modelle mit expliziter Anpassung**

Eines der ersten integrierten Bewertungsmodelle, das Anpassung explizit einschloss, ist PAGE (Hope et al. 1993). Es erlaubt eine binäre, vom Modellbenutzer zu wählende Entscheidung

zwischen einer Simulation ohne Anpassung und einer mit aggressiver Anpassung. Im Gegensatz zu den anderen hier aufgeführten Modellen ist Anpassung in PAGE keine endogene Auswahlvariable, sondern vielmehr ein Szenario, das zu Beginn gewählt wird. Die Kosten und die Effizienz der Anpassung werden exogen bestimmt. Allerdings wurden die von Hope et al. berechneten Anpassungskosten als zu optimistisch kritisiert, da sie unter den tatsächlich ermittelten Kosten lägen (siehe de Bruin et al., 2009b; Hope et al. 1993). Bei einer Diskontrate von 5% betragen die weltweiten Kosten des Klimawandels ohne jegliche Vermeidungsmaßnahmen nach PAGE1993 29,6 Bil. US-\$, die Anpassungskosten dagegen lediglich 845 Mio. US-\$. Und Anpassung ist in PAGE hocheffizient: So reduziert nach dem Modell von Hope et al. Anpassung die Auswirkungen des Klimawandels um 90% in OECD-Ländern und um 50% in nicht-OECD-Ländern (Hope et al. 1993).

Das erste uns bekannte Modell, das explizit endogen beschlossene Anpassungsmaßnahmen berücksichtigt, ist AD-DICE (de Bruin et al. 2009c). AD-DICE ist ein optimierendes integriertes Bewertungsmodell und basiert auf dem oben bereits erwähnten DICE-Modell von Nordhaus. De Bruin et al. kalibrieren ihr Modell so, dass es die Klimafolgen aus DICE am besten reproduziert (de Bruin et al. 2009c). Ausgehend von dieser Bedingung und von zusätzlichen Informationen zur Effizienz und den Kosten der Anpassung aus der Literatur wurde eine globale, alle Sektoren umfassende Anpassungskostenkurve hergeleitet, die die Kosten der vermiedenen Klimaschäden in Relation zum Klimaschutzniveau setzt. Es wird angenommen, dass Anpassung eine Stromgröße ist, die in jeder Periode angepasst wird, so dass die damit einhergehenden Kosten und Nutzen gleichzeitig auftreten. Dadurch wird impliziert, dass der Nutzen der Anpassung die Kosten immer überwiegt und nie der Vermeidungsstrategie Mittel entzieht, solange sich die Ökonomie optimal an den Klimawandel anpasst. Laut de Bruin et al. reduziert die optimale globale Anpassungsstrategie die Klimaschäden um durchschnittlich 33% (de Bruin et al. 2009c). Dies verursacht Kosten zwischen 0% und 0,2% der Wirtschaftsleistung, was in derselben Größenordnung liegt wie die Ausgaben für Vermeidungsmaßnahmen.

De Bruin et al. haben darüber hinaus RICE, die regionale Version von DICE, um explizite Anpassung erweitert (de Bruin et al. 2009b). Mit der bereits oben beschriebenen Methodologie wurden regionalspezifische Auswirkungen und Anpassungskostenfunktionen auch für Europa kalibriert. Bei optimaler Vermeidung muss Europa Kosten des Klimawandels in Höhe von 0,9% des BIP bewältigen. Optimale Anpassung reduziert diese nachteiligen Auswirkungen um fast 0,3 Prozentpunkte.

Ein anderes integriertes Anpassungsmodell, das Anpassung als eine Entscheidungsvariable integriert, ist das AD-WITCH-Modell (Bosello et al. 2010). Im Gegensatz zu AD-DICE bildet AD-WITCH vorausschauende Anpassungsmaßnahmen ab und erlaubt die Berücksichtigung von Investitionen in Forschung und Entwicklung, um Anpassungskapazitäten zu verbessern. Der vorausschauende Charakter bestimmter Anpassungsmaßnahmen fügt dem Forschungsgegenstand eine neue Dimension hinzu, da Kosten und Nutzen nicht zeitgleich anfallen. Daher konkurriert Anpassung mit Vermeidung und anderen Investitionen in der Wohlfahrtsmaximierung. Wie in AD-RICE wird die Ökonomie zu einem Makrosektor und die Staaten zu wenigen großen Regionen der Welt aggregiert. Anschließend wird das Modell mit Anpassungskosten aus der Literatur kalibriert. Die Kosten der Anpassung für verschiedene Regionen liegen zwischen 0,15% BIP (USA) und 1,01% BIP (Naher- und Mittlerer Osten und Nordafrika) für eine Erderwärmung von 2,5°C im Vergleich zum vorindustriellen Niveau. Für Westeuropa gibt das Modell Kosten in Höhe von 0,38% BIP, und 0,17% BIP für Osteuropa an.

Betrachtet man die Anpassungsarten, zeigt sich das ein Großteil der Kosten (97% der gesamten Anpassungsausgaben) Investitionen in proaktive Anpassungsmaßnahmen sind. Das verringert die Schäden in Europa um rund ein Drittel, wohingegen die Anpassung in anderen Regionen, etwa Südasien, lediglich eine untergeordnete Rolle spielt.

#### **Bottom-Up Modelle mit expliziter Anpassung**

Das Ziel der beschriebenen Top-Down Modelle war es, die Zusammenhänge zwischen optimalen Vermeidungs- und Anpassungsstrategien zu identifizieren. Alle Modelle sind im Hinblick auf wirtschaftliche Aktivitäten in einem hohen Maße aggregiert. Das GRACE\_adapt-Modell folgt einen anderen Ansatz und versucht wirtschaftliche Konsequenzen des Klimawandels und Anpassungsmaßnahmen für Europa sektoral und regional disaggregiert nach Art eines Bottom-Up Modelles zu betrachten (Aaheim et al. 2009). Im Modell werden separate Klimafolgenfunktionen für einige Wirtschaftszweige wie Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Stromversorgung und Energiebedarf angenommen. Allerdings ist das Modell statisch. Damit können zwar unterschiedliche wirtschaftliche Gleichgewichte für verschiedene Klimawandelszenarien miteinander verglichen werden, es ist jedoch nicht möglich, den Anpassungsprozess selbst zu modellieren. Die Daten für viele Wirtschaftszweige sind nur unzureichend, so dass für eine Kalibrierung von Klimawirkungs- und Anpassungskostenfunktionen oft kritische Annahmen getroffen werden mussten. Daher müssen die Ergebnisse kritisch hinterfragt werden, wie auch die Autoren selbst schreiben. Sie kommen zum Ergebnis, dass die Gesamtwirkung der Anpassung erheblich ist und in vielen Regionen Europas die Folgen des Klimawandels um 80-85% mindern könnte. Südliche Teile Europas sind am stärksten vom Klimawandel betroffen. Regionen mit niedrigem Einkommen hingegen, insbesondere in Osteuropa, scheinen am stärksten von Anpassung zu profitieren. Allerdings kann die starke Wirkung der Anpassung teilweise mit der zugrundeliegenden Annahme erklärt werden, dass die Welt außerhalb Europas nicht vom Klimawandel betroffen ist. Darüber hinaus ist unklar, wie kostenaufwendig die Anpassung in den einzelnen Wirtschaftszweigen und Regionen ist, da die Autoren lediglich den Nettonutzen der Anpassung angeben, ohne die Kosten der Anpassungsmaßnahmen auszuweisen.

## **6.4 Darstellung des Modellansatzes**

Im folgenden Abschnitt soll ein exemplarisches berechenbares allgemeines Gleichgewichtsmodell skizziert werden, das mit einer relativen hohen geographischen Auflösung in stilisierter Weise die ökonomischen Kosten und Nutzen von Anpassungsanstrengungen auf Kreisebene berechnet. Jeder Kreis wählt dabei autonom seine Anpassungsanstrengungen aufgrund eines Kosten-Nutzen-Kalküls.<sup>34</sup> Da wie oben dargelegt, das Kosten-Nutzen-Verhältnis von Anpassung stark von geographischen und topographischen Gegebenheiten beeinflusst wird, ist eine solch kleinräumige Strukturierung der betrachteten Volkswirtschaft nötig und sinnvoll für eine adäquate Bewertung der

---

<sup>34</sup> Anpassung an den Klimawandel ist die einzig betrachtete Handlungsoption. Im Gegensatz zu verschiedenen Modellen, die sich auf die Beziehung zwischen Vermeidung und Anpassung als Politikoptionen konzentrieren wie AD-DICE (de Bruin et al. 2009c) oder AD-WITCH (Bosello et al. 2010), fokussiert sich das hier entwickelte Modell einzig auf Anpassung.

Anpassungsoportunitäten. Der Nutzen der Anpassungsanstrengungen bemisst sich in den durch die Maßnahmen vermiedenen Schäden des Klimawandels. Das Vermeiden von Klimaschäden geht dabei allerdings mit Kosten einher. Diese Abschätzungen von Anpassungs- und Klimafolgekosten sind mit starken Unsicherheiten behaftet. Dies vor allem auch aus Gründen, wie sie bereits in Abschnitt 6.2.3 beschrieben wurden. Auf Grund dieser Unsicherheiten wird in Abschnitt 6.6.3 eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt, in der Schlüsselparameter variiert werden, um Aussagen über die Robustheit der Modellergebnisse zu ermöglichen.

Natürlich hat Klimawandel Auswirkungen auf eine Vielzahl von Sektoren in Wirtschaft und Gesellschaft. Im hier präsentierten Modell beschränken wir uns explizit auf zwei spezifische Sektoren mit spezifischen Vulnerabilitäten. Zum einen der Landwirtschaftssektor, der offensichtlich zu den Sektoren gehört, die besonders vom Klimawandel betroffen sind. Zum anderen werden zu erwartende Schäden durch einen Anstieg des Meeresspiegels und der damit einhergehenden erhöhten Wahrscheinlichkeit von Überflutungsereignissen analysiert. Für beide betrachteten Klimafolgen kann auf eine große Anzahl von Studien zur Kalibrierung des Modelles zurückgegriffen werden. Die gewählte hohe räumliche Auflösung macht es aus Gründen der Lösbarkeit des Modells sowie der Verfügbarkeit von Daten zur Modellkalibrierung nötig, dass die sektorale Auflösung der betrachteten Ökonomien geringer ist als in geographisch simpleren Modellen. Innerhalb jedes Kreises unterscheiden wir zwischen drei Produktionssektoren. Einen primären Sektor, der v.a. die landwirtschaftliche Produktion umfasst; einem sekundären Sektor, der die Industriegüterproduktion beschreibt, sowie dem tertiären Sektor, der die Herstellung von Dienstleistungen abbildet.

Jeder dieser Sektoren in jedem Kreis benötigt dabei Arbeit und Kapital zur Produktion. Vereinfachend nehmen wir dabei an, dass Arbeit und Kapital zwar zwischen den Sektoren innerhalb eines Landkreises mobil sind, allerdings zwischen Kreisen fix sind. Die Annahme, dass Produktionsfaktoren sich auf Grund von Klimaschäden nicht verlagern, ist relativ stark und beeinflusst die Modellergebnisse auf zwei Arten. Könnten die Produktionsfaktoren Arbeit und Kapital aus stärker betroffenen Regionen in weniger stark betroffene Regionen fließen, so wären die regionalen Unterschiede in den Produktionsveränderungen, die durch den Klimawandel induziert sind, viel ausgeprägter. Stark betroffene Regionen hätten mit starken Kapitalabflüssen zu rechnen, während relativ weniger stark betroffene Regionen von Kapitalzuflüssen profitieren könnten. Zum Zweiten führt die getroffene Annahme zu insgesamt höheren Kosten des Klimawandels. Die Wanderung von Produktionsfaktoren an weniger vulnerable Orte ist eine Art der Anpassung, die hier explizit ausgeschlossen wird. Dies erfolgt aber auch aus dem Grund der Schwierigkeit der Modellierung dieser Wanderungsbewegung. In der Realität sind viele Kapitalgüter wie Maschinen nur beschränkt oder wie Immobilien gar nicht mobil. Aber auch die Wanderung des Produktionsfaktors Arbeit ist komplexer. Wohn- und Arbeitsort werden in den seltensten Fällen nur nach dem erzielbaren Einkommen gewählt. Da zur Modellierung dieser Entscheidungen umfangreiche zusätzliche Annahmen notwendig geworden wären, die ihrerseits wieder angreifbar sind, haben wir uns entschieden, die möglichst einfache Annahme der Faktorimmobilität zwischen den Regionen anzunehmen. Natürlich kann diese Annahme in weitergehenden Forschungsbemühungen gelockert werden.

Eine weitere Vereinfachung betrifft die internationale Dimension des hier vorgestellten Modells. So stellt es Deutschland als geschlossene Volkswirtschaft dar und ignoriert die Konsequenzen des Klimawandels und der Anpassung auf den Außenhandel. Ohne diese

Vereinfachung hätten auch Annahmen über die Auswirkungen des Klimawandels in anderen Weltregionen getroffen werden müssen, was die Möglichkeiten dieses Projektes überstiegen hätte. Dass aber die Auswirkungen des Klimawandels auf den Güterhandel, gerade für ein im weltweiten Vergleich relativ wenig vulnerables Land wie Deutschland, von großer Relevanz sein können, zeigt beispielsweise die Studie von Schenker (2013). Die Studie zeigt, dass in hochentwickelten Weltregionen wie den USA bis 16% der zu erwartenden Kosten aus dem Klimawandel durch den Außenhandel aus stärker betroffenen Staaten übertragen werden können. Nichtsdestotrotz wird dieser Einflusskanal in der vorliegenden Arbeit nicht näher betrachtet.

### 6.4.1 Grundsätzliche Modellstruktur

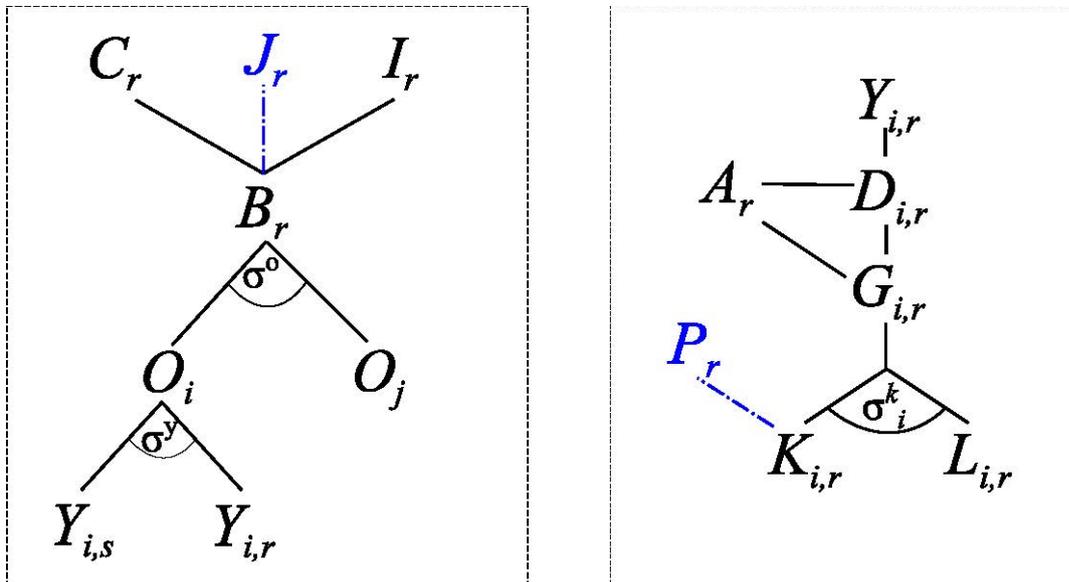
Im nächsten Abschnitt soll die eigentliche ökonomische Modellstruktur genauer erläutert werden. Abb. 30 stellt diese Struktur grafisch dar. Die Güter in den drei unterschiedenen Sektoren werden mit den beiden Produktionsfaktoren Kapital  $K_{i,r}$  und Arbeit  $L_{i,r}$  produziert. Die Indizes  $i$  und  $r$  beschreiben dabei die Tatsache, dass der Kapital- und Arbeitseinsatz je nach Gut  $i$  und Region  $r$  unterschiedlich ist. Die Produktion wird dabei durch eine CES-Produktionsfunktion<sup>35</sup> dargestellt. Dabei wird in jedem Sektor  $i$  ein Gut  $G_{i,r}$  hergestellt.  $G_{i,r}$  beschreibt das Gut vor allfälligen Klimafolgen, denen die Produktion des Gutes eventuell ausgesetzt ist.

Die in jedem Landkreis modellendogen gewählten Anpassungsanstrengungen (in der Abbildung mit  $A_r$  beschrieben) reduzieren nun die Klimafolgen  $D_{i,r}$ , die zu einem Verlust an Güterproduktion führen können. Die Spezifizierung von  $A_r$  und  $D_{i,r}$  wird weiter unten detailliert beschrieben. Das schließlich verfügbare Gut (netto Klimaschäden), das auf den Märkten gehandelt werden kann, wird mit  $Y_{i,r}$  bezeichnet.

---

<sup>35</sup> CES steht für Constant Elasticity of Substitution (Konstante Substitutionselastizität) und beschreibt in der Ökonomie häufig angewandte Klasse von Produktionsfunktionen, bei der das Austauschverhältnis zwischen dem Einsatz von Kapital und Arbeit als konstant angenommen wird. Siehe z.B. Varian (1992)

Abb. 30: Die ökonomische Modellstruktur. Während die rechte Abbildung die Güterproduktion darstellt, wird in der linken Grafik die Verwendungsseite der Ökonomie dargestellt. Siehe den Text für eine detaillierte Erläuterung. Während das schwarz gedruckte in allen Sektoren und Kreisen gilt, beziehen sich die blauen Strukturen auf die Modellierung des Küstenschutzes. (© Eigene Darstellung)



Der Klimawandel und die Klimafolgen sind ein inhärent dynamisches Problem, dass die Gesellschaft nicht nur zu einem bestimmten Zeitpunkt beschäftigt sondern entlang dem gesamten Wachstumspfad der Ökonomie. Aufgrund von Modellrechnungen ist davon auszugehen, dass die Auswirkungen des Klimawandels auf Wirtschaft und Gesellschaft im Zeitverlauf eher zunehmen. Die für diese Simulationen herangezogenen Klimadaten werden weiter unten ausführlicher besprochen. Dieser kontinuierliche Effekt des Klimawandels beeinflusst schließlich auch direkt das verfügbare Kapital und Einkommen einer Ökonomie, das für den Aufbau von Kapitalstöcken verwendet werden kann. Diese Dimension geht in einer rein statischen Diskussion des Problems verloren (siehe hierzu Fankhauser und Tol 2005). Aus diesem Grunde basiert das hier präsentierte dynamische Modell auf den Überlegungen Frank Ramseys, dessen Erkenntnisse zur intertemporalen Investitionsentscheidungen bis heute die Wirtschaftswissenschaften beeinflussen (Ramsey 1928).<sup>36</sup> Ramsey geht davon aus, dass rationale Akteure ihre Spar- und Investitionsentscheidungen so treffen, dass ihr Nutzen über ihren Lebenshorizont maximiert wird. Dabei unterstellen wir den Akteuren perfekte Voraussicht, d.h. den Haushalten und Produzenten ist bereits im ersten Jahr der Analyse der komplette Entwicklungspfad der Ökonomie bekannt. Unsicherheiten über die wirtschaftliche Entwicklung oder über das Ausmaß des Klimawandels sind nicht vorhanden. Diese Annahme ist natürlich sehr stark vereinfachend und auch stark in ihren Aussagen. So zeigt z.B. Weitzman, dass strukturelle Unsicherheit (d.h. auch die Eintrittswahrscheinlichkeit eines unsicheren Ereignisses ist unbekannt) über das Auftreten von Extremereignissen die Ergebnisse von Kosten-Nutzen Analysen stark beeinflussen (Weitzman 2009). Es ist allerdings sehr schwierig, Unsicherheit adäquat in berechenbare Modelle des allgemeinen Gleichgewichts zu integrieren. Aus diesem

<sup>36</sup> Für eine grundlegende Diskussion dynamischer berechenbarer allgemeiner Gleichgewichtsmodelle siehe Lau et al. (2000).

Grund sind wir gezwungen, auf die oben erläuterte Annahme zur perfekten Voraussicht zurückzugreifen, bewerten die Validität der Ergebnisse aber im Lichte des Wissens ihrer Stilisierung.

## 6.4.2 Modellierung des Entscheidungskalküls

Wie bereits erwähnt, unterscheidet das hier diskutierte Modell zwischen zwei Arten von Anpassung, deren Modellierung und Annahmen im folgenden Abschnitt detaillierter diskutiert werden sollen. Zum einen Anpassungsmaßnahmen im Landwirtschaftssektor, die einen reaktiven Charakter haben. Das heißt, dass die Akteure reaktiv und erst bei Eintreten des Ereignisses darauf reagieren, ihre Reaktion aber auch einen sofortigen Effekt hat. Zum anderen werden Anpassungsmaßnahmen im Küstenschutz modelliert. Hier wird angenommen, dass bereits antizipativ im Vorfeld des Eintretens eines Ereignisses darauf reagiert wird und die entsprechenden Schutzmaßnahmen installiert und aufgebaut werden.

### Reaktive Anpassung im Landwirtschaftssektor

Ein bereits bestehender Strang der Literatur zur Modellierung von Anpassungsmaßnahmen beschreibt jene als v.a. reaktive Maßnahmen. Das prominenteste Beispiel hier ist wohl der bereits oben erläuterte Beitrag von de Bruin et al. (2009c). In diesem Modell wird angenommen, dass die nötigen Anpassungsmaßnahmen jeweils gleichzeitig mit dem Eintritt der Klimafolge durchgeführt werden. Auch die Kosten fallen nur genau zu diesem Zeitpunkt an. Desweiteren zeichnen sich solche Maßnahmen durch ihre Einmaligkeit aus. So müssen bei jedem erneuten Eintreten der Klimaereignisse erneut Kosten für die Anpassungsmaßnahme aufgewendet werden.

Im Landwirtschaftssektor finden sich verschiedene solcher reaktiver Maßnahmen. Beispiele sind Wechsel von Saatgut, Anpassung von Ernte- und Saatzeitpunkten, aber auch die direkten Kosten, die im Falle einer Bewässerung anfallen würden.<sup>37</sup> Im Modell wird angenommen, dass die Mittel der Anpassungsmaßnahme direkt vom dem betroffenen Sektor zur Verfügung gestellt werden.

Auslöser dieser Anpassungsmaßnahmen sind die Klimafolgekosten, wie sie in Absenz von Anpassungsmaßnahmen eintreffen würden. Die folgende Funktion beschreibt die Bruttoschäden des Klimawandels pro Landkreis. Aus Gründen der Vereinfachung der Darstellung wird in Formel 4-1 auf den Zeitindex  $t$  verzichtet.

$$GD_r = \alpha_1 \Delta T_r - \alpha_2 T_r \Delta T_r + \alpha_3 \Delta P_r \quad 6-1$$

Die Bruttoschäden pro Landkreis sind eine Funktion der regionalen Temperaturänderung  $\Delta T_r$ , der absoluten Temperatur in Region  $r$ ,  $T_r$ , sowie der regionalen Niederschlagsänderung  $\Delta P_r$ . Die Parameter  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  und  $\alpha_3$  beschreiben die Sensitivität der Ökonomie betreffend diesen Änderungen. Die Kalibrierung dieser Parameter wird im Abschnitt 6.5 ausführlich diskutiert.

---

<sup>37</sup> Unter der Annahme, dass die dazu nötige Infrastruktur bereits vorhanden ist und nur die variablen Kosten anfallen.

Die verfügbaren Quantitäten (netto der Verluste durch den verbleibenden Klimawandel nach Anpassung,  $RD_r$  und der Kosten der Anpassungsmaßnahmen  $AC_r$  im Landwirtschaftssektor werden durch  $Y_{r,L}$ , beschrieben, wobei

$$Y_{r,L} = G_{r,L} \frac{(1-AC_r)}{(1+RD_r)}. \quad 6-2$$

$G_{r,i}$  bezeichnet dabei die Bruttoquantitäten wie sie in Absenz des Klimawandels mittels der Produktionsfaktoren Kapital und Arbeit produzierbar wären. Die verbleibenden Klimafolgeschäden werden dabei mit  $RD_r$  bezeichnet, wobei

$$RD_r = GD_r(1 - AL_r). \quad 6-3$$

$AL_r$  beschreibt das Anpassungsniveau, das einen Wert zwischen 0 und 1 annehmen kann. Je größer  $AL_r$ , desto geringer sind die Residualschäden.

Allerdings sind die Anpassungsmaßnahmen mit Kosten verbunden. Analog de Bruin et al. (2009c) wird das Anpassungsniveau durch die Anpassungskosten bestimmt, so dass

$$AL_r = \left( \frac{AC_r}{\gamma_1} \right)^{\left( \frac{1}{\gamma_2} \right)}. \quad 6-4$$

Die beiden Parameter  $\gamma_1$  und  $\gamma_2$  werden dabei ebenfalls anhand der impliziten Schadensfunktion kalibriert, wobei  $\gamma_2 > 1$ . Damit wird angenommen, dass je höher das Anpassungsniveau bereits ist, desto stärker steigen die Kosten um weitere Schäden zu vermeiden.

Jeder Landkreis wählt nun entsprechend seinen zu erwartenden Klimaschäden sowie den Anpassungskostenparametern autonom sein Anpassungsniveau. Dabei muss im Sinne eines Optimierungskalküls gelten, dass

$$AC_r = \gamma_1 \left( \frac{\gamma_1 \gamma_2}{GD_r} \right)^{\frac{\gamma_2}{1-\gamma_2}}. \quad 6-5$$

Diese Gleichung, die aus der Bedingung erster Ordnung des zugrundeliegenden Optimierungsproblems abgeleitet werden kann, besagt, dass im ökonomischen Gleichgewicht die marginalen Anpassungsausgaben gleich dem marginalen vermiedenen Schaden sein müssen. D.h. an diesem Punkt ist der Landkreis genau indifferent zwischen einer zusätzlichen marginalen Reduktion des Outputs durch den Klimawandel und den Kosten, die eine weitere Erhöhung der Anpassungsniveaus mit sich bringen würde.

Man beachte, dass in dieser Art der Modellierung das optimale und damit im Gleichgewicht gewählte Anpassungsniveau nur von den exogenen Klimaschäden sowie den Parametern der Anpassungskosten abhängig ist, aber bspw. unabhängig ist vom Wohlstand eines Landkreises. Diese Annahme vereinfacht die Modellierung substantiell, allerdings steht dahinter die implizite Annahme, dass alle Akteure dieselbe Leistungsfähigkeit haben, sich an den Klimawandel anzupassen. Diese Annahme ist evtl. im innerdeutschen Vergleich hinnehmbar, ist aber wohl im Falle von internationalen Analysen zu stark einschränkend.

## Antizipative Anpassung im Küstenschutz

Im Falle der Modellierung der Anpassung des zweiten Sektors, der in dieser Analyse betrachtet werden soll, wird angenommen, dass die Klimafolgen nicht Flussgrößen wie die jährlichen Produktionsmengen, sondern den Kapitalstock als Bestandsgröße negativ beeinflussen.

Wir nehmen an, dass die Flutereignisse die Infrastruktur und Vermögensbestände eines Landkreises, die unserem Modell als das dem Landkreis zur Verfügung stehende Kapital dargestellt werden, zerstört und unproduktiv macht. Analog der obigen Betrachtung des Landwirtschaftssektors wird angenommen, dass der ursprünglich verfügbare Kapitalstock  $K_t^G$  durch Flutereignisse kleiner wird. Der schließlich verbleibende produktiv einsetzbare Kapitalstock wird mit  $K_t^N$  bezeichnet. Die folgende Gleichung beschreibt diesen Zusammenhang:

$$K_t^N = \frac{K_t^G}{1 + RD_t}, \quad 6-6$$

$$\text{wobei } RD_t = GD_t(1 - AL_t) \text{ und } AL_t = \left(\frac{P_t}{\phi_1}\right)^{\frac{1}{\phi_2}}. \quad 6-7$$

Im Gegensatz zur Modellierung der reaktiven Anpassung ist das Anpassungsniveau  $AL_t$ , dass die Bruttoschäden relativ vermindert nicht eine Funktion der einmaligen Anpassungskosten sondern des über die Zeit aufgebauten Schutzinfrastrukturstocks  $P_t$ . Diese Schutzinfrastruktur könnten beispielsweise Deiche oder Dämme sein. Dieses Kapital ist selbst nicht produktiv, schützt aber den produktiven Kapitalstock  $K_t^N$  vor Klimafolgewirkungen. Dabei wird angenommen, dass je grösser der bestehende Schutz bereits ist, desto teurer es ist, den Schutz weiter zu erhöhen. Die beiden Parameter  $\phi_1$  und  $\phi_2$  werden anhand vorhandener Daten kalibriert, was im nächsten Abschnitt detaillierter beschrieben wird.

Die folgende Gleichung beschreibt die Akkumulationsgleichung der Schutzinfrastruktur:

$$P_t = P_{t-1} (1 - \zeta) + J_{t-1}, \quad 6-8$$

wobei  $J_{t-1}$  die Investitionen in die Schutzinfrastruktur,  $P_{t-1}$  den Bestand in der Vorperiode und  $\zeta$  die Abschreibung und Abnutzung der selbigen bezeichnet.

Im Optimum muss schließlich gelten, dass der Preis der letzten Einheit Schutzinfrastruktur der marginalen Reduktion des monetären Schadens entsprechen muss. Diese Gleichung ist im Folgenden dargestellt:

$$p_t^P = \frac{K_t^G GD_t \left(\frac{P_t}{\phi_1}\right)^{1/\phi_2}}{\phi_2 P_t \left(1 + GD_t \left(1 - \left(\frac{P_t}{\phi_1}\right)^{\frac{1}{\phi_2}}\right)\right)^2}. \quad 6-9$$

## 6.5 Kalibrierung des Modells

Im Folgenden wird die Kalibrierung des hier diskutierten Modelles beschrieben. Zum einen wird erklärt, wie das Modell auf die ökonomischen Daten kalibriert wird, zum anderen werden die unterlegten Klimadaten sowie deren Folgen und die Kosten der Anpassung detaillierter erläutert.

### 6.5.1 Gesamtwirtschaftliche Daten

Die Daten zur sektoralen Produktion und Einkommen auf Ebene der Landkreise stammen vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, die jährlich Indikatoren und Karten zur Raum- und Stadtentwicklung publizieren (BBSR 2010). Diese Publikationen beinhalten Daten zur sektoralen Bruttowertschöpfung für den primären, sekundären und tertiären Sektor sowie zu Einkommen auf Kreisebene. Die hier verwendeten Daten beziehen sich auf das Jahr 2010, das auch den Startpunkt des Modelles beschreibt.

Da die vom BBSR bereitgestellten Daten keine Rückschlüsse auf Produktionsstrukturen und Konsumausgaben erlauben, werden hierzu Daten des Statistischen Bundesamtes aus der Input-Output Tabelle für Deutschland verwendet (Statistisches Bundesamt 2010). Diese Daten erlauben aber keine Rückschlüsse auf Unterschiede in Konsummuster oder Unterschiede in der Produktionsweise zwischen den Landkreisen. Es wird deshalb angenommen, dass alle Kreise zwar unterschiedliche Mengen und Anteile der drei unterschiedlichen Güter produzieren, diese Produktion aber in allen Kreisen identisch strukturiert ist und dieselbe Technologie anwendet.

### 6.5.2 Daten zu Klimawandel und Anpassung

Ein wichtiger Baustein in der Entwicklung eines berechenbaren allgemeinen Gleichgewichtsmodelles, das die Auswirkungen des Klimawandels sowie die Anpassung daran mitberücksichtigen soll, sind die zu erwartenden Klimaänderungen, die Annahmen ihrer direkten ökonomischen Auswirkungen sowie die Annahmen zu den Kosten einer allfälligen Anpassung an diese Änderungen. Im Folgenden werden die Datenquellen und ihre Implementierung für beide zu betrachtende Sektoren vertiefter erläutert.

#### Landwirtschaft

Zentral sind Daten zu den erwarteten Temperaturänderungen. Zur Abschätzung der Auswirkungen des Klimawandels auf den Landwirtschaftssektor verwenden wir die Daten aus der ESPON Datenbank (Lautenschlager et al. 2009). Diese Daten stammen aus Simulationsläufen mit dem Regionalen Klimamodell CLM. In unserer Analyse sind also die Treibhausgasemissionen exogen gegeben und folgen dem auch im Rahmen des vierten Sachstandsberichtes des IPCC prominent angewandten Emissionsszenario SRES A1B (IPCC 2000). Die aus der Datenbank entnommenen Daten auf NUTS-3 Ebene mussten noch leicht modifiziert werden, da die regionale Gruppierung nicht ganz konsistent mit den ökonomischen Daten waren, da einige Änderungen wie die Sächsische Gebietsreform von 2008 in den Klimadaten noch nicht berücksichtigt waren. Die ESPON entnommenen Daten wurden flächengewichtet zu den neuen Kreisen aggregiert.

Die größte Änderung in der jährlichen Durchschnittstemperatur in der Periode zwischen 2071-2100 relativ zur Periode von 1961-1990 zeigt sich im Landkreis Oberallgäu, wo das Klimamodell eine durchschnittliche Erwärmung  $\Delta T$  von 3.74 °C prognostiziert. Die geringste Erwärmung ist in Wilhelmshaven mit  $\Delta T$  2.86 °C zu erwarten.

Ein weiterer zentraler Baustein sind die Klimafolgen- und Anpassungsparameter. Um die Auswirkungen des Klimawandels auf die Landwirtschaft abschätzen zu können, greifen wir auf die Schadensfunktion, die von Mendelsohn und Schlesinger für den US-Amerikanischen Landwirtschaftssektor erarbeitet wurde, zurück, die mit Hilfe der Kombination eines biophysikalischen Modelles für verschiedene Nutzpflanzen und eines Optimierungsmodelles

des Landwirtschaftssektors die Effekte des Klimawandels berechnet haben (Mendelsohn und Schlesinger 1999). Cline hat auf deren Basis die Schadensfunktion global einsetzbar gemacht (Cline 2007). Wie die Anwendung des Optimierungsmodells nahelegt, berücksichtigt die ursprüngliche Schadensfunktion von Cline bzw. Mendelsohn und Schlesinger bereits zumindest in impliziter Form Anpassung. Aufgabe der Kalibrierung wird es nun also sein, die hier angewandte Nettoschadensfunktion von diesen Anpassungseffekten zu bereinigen und explizit zu machen. Wie von de Bruin et al. vorgeschlagen, wurde ein Modell konstruiert, das die Unterschiede zwischen den Klimafolgen in der ursprünglichen Funktion und jenen mit explizit gemachter Anpassung minimiert (Bruin et al. 2009c). Tab. 14 zeigt die entsprechenden resultierenden Parameterwerte der Schadensfunktion und Anpassungskostenfunktion.

Tab. 14: Parameterwerte für Klimafolgen und Anpassungskosten (© Eigene Darstellung)

| Parameter  | Beschreibung                        | Wert  |
|------------|-------------------------------------|-------|
| $\alpha_1$ | Effekt relativer Temperaturänderung | 0.092 |
| $\alpha_2$ | Effekt absoluter Temperaturänderung | 0.008 |
| $\alpha_3$ | Effekt Niederschlagsänderung        | 1E-4  |
| $\gamma_1$ | Anpassungskostenparameter           | 2.91  |
| $\gamma_2$ | Krümmung Anpassungskostenfunktion   | 7.11  |

Diese Werte sind mit einer gewissen Vorsicht zu genießen. So basiert das ursprüngliche Modell auf amerikanischen Daten. Die Anpassungskosten basieren ebenfalls nicht auf real beobachtetem Handeln sondern werden rückwirkend aus der eigentlichen Schadensfunktion abgeleitet. Hier wäre zusätzlicher Forschungsaufwand nötig, um die entsprechenden Daten auch für Deutschland methodisch sauber zu erheben. Um die Sensitivität unserer Ergebnisse zu prüfen, werden wir in einem späteren Schritt diese Parameter variieren.

### Küstenschutz

Ein ähnlicher Ansatz wurde in der Kalibrierung der Kosten des Küstenschutzes und der Schäden aus dem Anstieg des Meeresspiegels verfolgt. Das PESETA Projekt, ein europäisches Großforschungsprojekt, hat mittels einem spezifischen Modell des Küstenverlaufs in Europa versucht, die Kosten des Küstenschutzes sowie der entstehenden Schäden in Abwesenheit des Schutzes zu berechnen (Ciscar et al. 2009). Innerhalb des Projektes wurde eine große Zahl von Klimaszenarien mit entsprechender Variation in den resultierenden Anstiegen des Meeresspiegels gerechnet. Diese Variation hat es uns erlaubt, analog dem Vorgehen im Landwirtschaftssektor, Schadens- und Schutzkosten abzuleiten. Tab. 15 zeigt die Werte der Anpassungskostenparameter.

Tab. 15: Parameterwerte für Kosten Küstenschutz (© Eigene Darstellung)

| Parameter | Beschreibung              | Wert  |
|-----------|---------------------------|-------|
| $\phi_1$  | Anpassungskostenparameter | 0.389 |
| $\phi_2$  | Krümmung Anpassungskosten | 1.581 |

Allerdings liefert das PESETA Projekt nur Schäden auf EU Mitgliedsländerebene. Um diese Schadenskosten auf Kreisebene zu brechen, wurden wiederum Daten aus dem ESPON Projekt

zur Vulnerabilität im Falle von Sturmfluten herangezogen. Auch die Parameter der Küstenschutzkosten werden wir im Rahmen der Sensitivitätsanalyse variieren.

## 6.6 Ergebnisse

Dieses Modell soll in transparenter Art und Weise einen möglichen Ansatz präsentieren, wie Anpassung in berechenbare allgemeine Gleichgewichtsmodelle integriert werden könnte und hat daher ein in erster Linie ein pädagogisches und exploratives Ziel. Wie aus den im Abschnitt 6.2 diskutierten grundlegenden Herausforderungen bei diesem Vorhaben, aber auch aus dem bisherigen Stand der Forschung wie er in Abschnitt 6.3 diskutiert wird, klar werden soll, haben gesamtwirtschaftliche Modelle der Anpassung noch keinen Reifegrad erreicht, der er erlauben würde, die Ergebnisse als Werkzeuge im wirtschaftspolitischen Beratungs- und Entscheidungsprozesse einzusetzen. Dazu sind die zu machenden Vereinfachungen noch zu fundamental und die Daten auf denen die Modelle basieren noch mit zu großer Unsicherheit behaftet. Die hier präsentierten Ergebnisse sind also nur mit Einschränkungen und unter Vorbehalten verwendbar. Da dieses Vorhaben nicht auf Ergebnisse abzielte, sondern v.a. zum Ziel hatte, das Werkzeug grundsätzlich zu betrachten, werden die Ergebnisse relativ knapp gehalten. Nichtsdestotrotz sollen sie und das hier präsentierte Modell dazu dienen, den Prozess der Entwicklung solcher Modelle sowie die Debatte über den Nutzen und die Probleme dieser Modelle in der Forschung und wirtschaftspolitischen Beratung von Anpassung anzuregen.

Um eine erste Abschätzung der Anpassungskosten, sowie ihrer Wirkung auf die Klimafolgekosten vornehmen zu können, betrachten wir drei unterschiedliche Szenarien. Ein Benchmark Szenario, das eine deutsche Ökonomie ohne Klimawandel und den daraus entstehenden Kosten beschreibt.

In einem zweiten Szenario unterstellen wir, dass zwar der Klimawandel Effekte auf den Landwirtschaftssektor sowie auf die Küsteninfrastruktur hat, die Akteure keine Maßnahmen zu deren Minderung durchführen. Obwohl eine eher unrealistische Annahme, dient dieses Szenario als weiterer Bezugspunkt und markiert die maximalen Kosten des Klimawandels, wenn wegen evtl. Barrieren, wie sie in Kapitel 9 diskutiert werden, eine kosteneffiziente Implementierung von Anpassungsmaßnahmen nicht möglich ist.

Im dritten Szenario wählen wir wieder einen Bezugspunkt, dieses Mal aber am anderen Ende der Skala, wenn wir annehmen, dass sich die Akteure in den Landkreisen autonom kosteneffizient an die Folgen des Klimawandels anpassen können. Auch diese Annahme ist in ihrer Stilisierung eine starke Vereinfachung, unterstellt sie doch den Akteuren perfekte Voraussicht über die Auswirkungen des Klimawandels und des Handelns der anderen Akteure. Als Richtwert und in Relation zum zweiten Szenario zeigt dieses Szenario aber auch die Möglichkeiten und Potentiale von Anpassung.

An dieser Stelle gilt es auch zu erwähnen, dass im Benchmarkszenario davon ausgegangen wird, dass die Ökonomie in alle Landkreisen in der modellierten deutschen Ökonomie mit derselben Wachstumsrate wachsen, die den Langfristszenarien der Europäischen Kommission zu Deutschland entnommen wurde, da diesbezüglich keine regionalisierten Daten zur Verfügung stehen (Europäischen Kommission 2012). Es scheint aber relativ klar, dass das eine vereinfachende Annahme ist und in Realität auch in Absenz des Klimawandels mit divergierenden regionalen Wachstumsraten zu rechnen ist. Analoges gilt für die sektorale Zusammensetzung der Ökonomie. Da dieses Modell, wie die allermeisten berechenbaren

allgemeinen Gleichgewichtsmodelle, keine Annahmen treffen kann, wie sich z.B. technologischer Wandel sektorspezifisch auswirkt, wird implizit davon ausgegangen, dass kein struktureller Wandel geschieht. Es könnte aber natürlich sein, dass entweder durch eine Änderung der Nachfragepräferenzen der Konsumenten oder durch spezifische Innovationen, vulnerable oder weniger vulnerable Sektoren überproportional wachsen, was entsprechende Auswirkungen auf die Bewertung der Kosten des Klimawandels und des Anpassungsbedarfs zur Folge hat. Diese beiden, obwohl wichtigen Einflusskanäle müssen hier ausgeblendet werden.

### **6.6.1 Gesamtwirtschaftliche Effekte des Klimawandels und Anpassung im Landwirtschaftssektor.**

Im ersten analysierten Szenario, in dem angenommen wird, dass Anpassung als Handlungsoption nicht zur Verfügung steht, erreichen die Klimaschäden im Landwirtschaftssektor über ganz Deutschland aggregiert im Jahre 2030 eine Höhe von 660 Mio. €. Dieser Betrag steigt bis ins Jahr 2050 auf 1,340 Mrd. €. Ausgedrückt in Prozenten des gesamten Bruttoinlandproduktes erscheinen die Effekte des Klimawandels auf den Landwirtschaftssektor relativ gering. So steigen die Kosten von 0,02% des BIP im Jahre 2030 auf 0,04% im Jahre 2050. Da der Landwirtschaftssektor in Deutschland nur 0,9% zum gesamten BIP beiträgt, haben die Effekte in diesem Sektor auch nur eine geringe gesamtwirtschaftliche Bedeutung.

Regional sind diese Kosten allerdings unterschiedlich verteilt. So betragen in den am stärksten betroffenen Landkreisen die Kosten bis zu 0,1% in 2030 und 0,2% in 2050 der gesamten Bruttowertschöpfung der Region. Das ist immerhin fünfmal so viel wie der Durchschnitt aller Landkreise. Betrachtet man die Verschiebungen innerhalb des Landwirtschaftssektors, so zeigt sich, dass in den am stärksten betroffenen Landkreisen die Wertschöpfung aus dem Landwirtschaftssektor im Jahr 2030 um gut 7 Prozent sinkt, während sie in Landkreisen, die mit weniger starken oder sogar positiven Effekten des Klimawandels rechnen können, um bis zu 12 Prozent steigen können. Ökonomisch kann das, neben direkten eventuellen Vorteilen durch den Klimawandel, durch die Verschiebungen in der regionalen Wettbewerbsfähigkeit begründet werden. Regionen mit nur geringen oder sogar positiven Effekten des Klimawandels auf die Produktivität der Landwirtschaft gewinnen an Wettbewerbsfähigkeit und damit an Marktanteilen auf dem Markt für Landwirtschaftsgüter.

Diese Verschiebungen zeigen die Relevanz der regionalisierten Modellierung gesamtwirtschaftlicher Effekte. Zum einen kann die Produktionsverlagerung in weniger gefährdete Regionen die Kosten des Klimawandels insgesamt reduzieren. Zum anderen entstehen daraus aber auch Verteilungseffekte, die durch die Politik eventuell adressiert werden müssen.

Im zweiten Szenario, in dem die Landkreise Anpassung als Politikoption zur Verfügung haben und explizit auf Grund von Kosten-Nutzen Überlegungen ihr Anpassungsniveau wählen, sinken erwartungsgemäß die Kosten des Klimawandels für die Landwirtschaft stark. Anpassung erlaubt es, die Gesamtkosten der Klimaveränderungen im Landwirtschaftssektor um 27% in Jahre 2030, respektive um 28% im Jahre 2050 zu reduzieren. Damit reduzieren sich die gesamtwirtschaftlichen Kosten des Klimawandels in der Landwirtschaft in Prozenten des Bruttoinlandprodukts auf 0,016% im Jahre 2030 und 0,025% im Jahre 2050.

Die Gesamtkosten umfassen dabei auch die Mittel, die für die Anpassungsmaßnahmen aufgewendet werden müssen. Brutto werden die Auswirkungen des Klimawandels im

Landwirtschaftssektor aufgrund der autonom gewählten, auf Kosten-Nutzen-Überlegungen basierenden Anpassungsanstrengungen der Akteure auf Landkreisebene im Durchschnitt um gut einen Drittel reduziert. Dieser Wert ändert sich nur geringfügig über die Zeit und schwankt auch nur marginal zwischen den Landkreisen. Dieses homogene Verhalten kann durch die Annahme identischer Anpassungskostenkurven in allen Regionen erklärt werden. In Realität unterscheiden sich die Kosten zwischen den Regionen, auch aufgrund geographischer und topographischer Gründe, die zu unterschiedlichen Formen und Ausprägungen der landwirtschaftlichen Produktion geführt haben, und die sich auch in ihrer Vulnerabilität unterscheiden.

Betrachtet man die regionalen Verteilungseffekte erkennt man, dass Anpassung einen dämpfenden Einfluss auf die regionalen Verschiebungen innerhalb des Landwirtschaftssektors hat. So sinken die Wettbewerbsvorteile der relativ weniger stark betroffenen Regionen, die demzufolge ihren Marktanteil in geringeren Maße erhöhen können. Die Produktion in den am wenigsten von Klimawandel betroffenen Kreisen steigt im Jahr 2030 nur noch um knappe 8 Prozent relativ zu unserem Benchmarkszenario ohne Klimawandel.

### **6.6.2 Gesamtwirtschaftliche Effekte des Klimawandels und Anpassung in der Küsteninfrastruktur.**

Obwohl die erhöhte Gefährdung durch den Anstieg des Meeresspiegels geographisch nur eine beschränkte Anzahl von Kreisen direkt betrifft, sind die ökonomischen Effekte in unserem Modell ungleich größer. Während die Landwirtschaft weniger als ein Prozent zum Bruttoinlandprodukt der Bundesrepublik Deutschland beiträgt und daher die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen der Klimafolgen in diesem Sektor beschränkt sind, betrifft der Anstieg des Meeresspiegels und den damit einhergehenden Gefährdungen den gesamten Kapitalstock in den betroffenen Gebieten. Die Verluste dieses Kapitalstocks treffen dann alle Wirtschaftssektoren gleichermaßen (zumindest in unserem Modell, in Realität ist wahrscheinlich bestimmte Formen des Kapitals weniger anfällig als andere, so ist bspw. das liquidere Kapital des Finanzsektors wohl weniger anfällig als das in Form von Produktionsanlagen örtlich gebundene Kapital des Industriesektors). Aus diesem Grund sinkt schließlich im Mittel die Bruttowertschöpfung der betroffenen Landkreise in unserem ersten untersuchten Szenario, in dem wiederum angenommen wird, dass Anpassung als Handlungsoption nicht zur Verfügung steht, um 0,2% im Jahre 2030 und 0,3% im Jahre 2050.

Die regionalen Unterschiede sind dabei, ausgehend von den regional unterschiedlichen Gefährdungen, beträchtlich. Während die Kosten in den Kreisen, die laut ESPON Daten gerade noch als verletzlich gelten können, 0,1% der Bruttowertschöpfung betragen, können die Kosten in den am stärksten betroffenen Gebiete auf 0,6% der Bruttowertschöpfung ansteigen.

Wird nun, wie es das zweite Szenario vorsieht, Anpassung als Handlungsoption explizit erlaubt, sinken die gesamtwirtschaftlichen Kosten in den betroffenen Landkreisen signifikant: Im Durchschnitt der vom Meeresspiegelanstieg betroffenen Landkreise um zwei Drittel, im Minimum um einen Viertel und im Maximum um fast 75%. Anpassung ist also relativ effektiv. Da im Gegensatz zu den unmittelbaren und nur einmalig wirksamen Anpassungsmaßnahmen im Landwirtschaftsbereich jeder in den Küstenschutz investierte Euro über eine längere Periode seine Wirksamkeit entfaltet und damit einen über mehrere Perioden angesparten Kapitalstock schützen kann, ist Anpassung im Sinne von Investitionen in Schutzinfrastruktur entsprechend effektiv. Dieser Effektivität gegenübergestellt ist aber die Tatsache, dass diese Investitionen selbst direkt nicht produktiv sind, sondern nur indirekt durch den Schutz des eigentlich

produktiven Kapitals. Dieser Zielkonflikt wird von den Akteuren entsprechend ins Kalkül integriert und führt in der Periode von 2010 – 2030 zu totalen Investitionen von 13 Mrd. € in den Küstenschutz.

Der vom Modell ausgewiesene Investitionsbedarf ist signifikant höher, als bspw. die Mittel die im Rahmen des Sonderrahmenplanes für Folgen des Klimawandels durch die Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ (GAK) bereitgestellt wurden.<sup>38</sup> Es gilt aber erneut darauf hinzuweisen, dass die Kosten-Nutzen-Analyse innerhalb des in diesem Vorhaben erstellten Modelles auf einer großen Zahl von Vereinfachungen beruht und diese Zahlen deshalb nicht für eine relevante Analyse des Investitionsbedarfs herangezogen werden können. Ziel ist es vielmehr, die grundsätzliche Eignung des Werkzeuges berechenbarer allgemeiner Gleichgewichtsmodelle im Feld der Anpassung zu beleuchten. Aus diesem Grund werden im nächsten Abschnitt Schlüsselparameter verändert, um so die Sensitivität der Modellergebnisse gegenüber bestimmten Parameterwerten besser bewerten zu können.

### 6.6.3 Sensitivitätsanalyse

Im Folgenden sollen Schlüsselparameter des CGE-Modelles systematisch variiert werden. Dabei werden Parameter der Klimafolgenkostenfunktion sowie der Anpassungskostenfunktionen beider untersuchter Sektoren verändert. Jeweils ein Parameter wird variiert während alle anderen auf ihrem ursprünglichen Wert bleiben. Als Vergleichsgröße konzentrieren wir uns auf die durchschnittliche Änderung der Bruttowertschöpfung im Jahre 2030 in den Landkreisen im Szenario mit verfügbarer autonomer Anpassung relativ zum Szenario ohne Klimawandel. Die Ergebnisse sind in Tab. 16 zusammengefasst.

Tab. 16: Durchschnittliche Änderung der Bruttowertschöpfung in den betroffenen Landkreisen im Jahre 2030 unter Annahme von Klimafolgen und Möglichkeit der Anpassung relativ zu einem Szenario ohne Klimafolgen. (© Eigene Darstellung)

| Parameter  | Beschreibung                        | -50% des kalibrierten Wertes | Ursprünglich kalibrierter Wert | +50% des kalibrierten Wertes |
|------------|-------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| $\alpha_1$ | Effekt relativer Temperaturänderung | -0.003%                      | -0.016%                        | -0.033%                      |
| $\alpha_2$ | Effekt absoluter Temperaturänderung | -0.002%                      | -0.016%                        | -0.030%                      |
| $\gamma_1$ | Anpassungskosten-parameter          | -0.015%                      | -0.016%                        | -0.017 %                     |
| $\gamma_2$ | Krümmung Anpassungskostenfunktion   | -0.010%                      | -0.016%                        | -0.021 %                     |
| $\phi_1$   | Anpassungskosten-parameter          | -0.116%                      | -0.119%                        | -0.121 %                     |

38 Die Küstenländer haben im Rahmen der GAK in den Jahren 2009 bis 2005 Zugriff auf jährlich 138,6 Mio. Euro Bundesmittel (BMELV 2013).

|          |                           |         |         |          |
|----------|---------------------------|---------|---------|----------|
| $\phi_2$ | Krümmung Anpassungskosten | -0.038% | -0.119% | -0.184 % |
|----------|---------------------------|---------|---------|----------|

Es zeigt sich, dass gerade die Parameter der Klimafolgenfunktion große Auswirkungen auf die gemessenen Klimafolgekosten haben. Werden die Parameterwerte der Klimafolgen im Landwirtschaftssektor halbiert, reduziert sich die durchschnittliche Bruttowertschöpfung in den Landkreisen um das fünf- bis achtfache. Eine Verdoppelung der Werte führt zu einer ungefähren Verdoppelung der Kosten. Nicht überraschend zeigt sich, dass die Modellergebnisse sensitiv auf die Schadensparameter reagieren. Dies zeigt einmal mehr, wie wichtig vertiefte Forschungsbemühungen in diesem Bereich sind.

Relativ dazu reagiert das Modell relativ robust auf Änderungen der kalibrierten Parameter in beiden betrachteten Anpassungskostenkurven. Während der die Wahl des Skalierungsparameters kaum Einfluss auf die Modellergebnisse zu haben scheint, ist aber die Krümmung der Anpassungskostenkurve relevant. Eine 50%-Reduktion des Krümmungsparameters in der Anpassungskostenkurve im Küstenschutz reduziert die totalen Klimafolgekosten auf 30% ihres ursprünglichen Wertes.

Obwohl gesamtwirtschaftlich die Schwankungen relativ gering sind, können die bei Parameteränderungen um Klimafolgekosten um ein vielfaches ihres Wertes variieren. Um solche modellgestützten Analysen in die Entscheidungsfindung einfließen zu lassen, ist es deshalb zentral, dass diese Parameter und die sie beeinflussenden Variablen wissenschaftlich fundiert sind und transparent hergeleitet werden.

## 6.7 Diskussion

Der Einsatz berechenbarer allgemeiner Gleichgewichtsmodelle als Werkzeuge in der Forschung und wirtschaftspolitischen Beratung im Feld der Anpassung an den Klimawandel steht noch am Anfang. Wichtige Gründe lassen sich in der bisher oft nur ungenügenden Berücksichtigung des Raumes in diesen Modellen sowie den fehlenden regionalen Daten finden. Ein Forschungsprogramm, das darauf abzielt, ein Instrumentarium zur modellgestützten ökonomischen Analyse von Anpassung zu entwickeln, hätte die folgenden Herausforderungen zu meistern:

- Besseres und breiter abgestütztes Wissen zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die Ökonomie zu gewinnen. Hier bestehen noch große Forschungslücken, auch aus Gründen wie sie weiter oben und in Kapitel 3.1 bereits erläutert wurden. Nichtsdestotrotz ist es, auch für die politischen Entscheidungsträger, essentiell, dass größere Anstrengungen unternommen werden, diese Effekte zu verstehen und möglichst belastbare Erkenntnisse über ihr Ausmaß und ihre Wirkungsweisen zu gewinnen.
- Besseres Wissen zu den Kosten von Anpassungsmaßnahmen zu gewinnen sowie die Träger der Kosten und die Nutznießer der Maßnahmen zu identifizieren. Dies gilt in der räumlichen Dimension (z.B. im Falle von Hochwasserschutzbauten) ebenso wie in der zeitlichen Dimension (wenn zukünftige Generationen von früher erstellten und finanzierten Schutzmaßnahmen profitieren).
- Bessere Integration des Raumes und seiner Topographie in ökonomische Modelle. Wie in diesem Kapitel mehrfach erläutert wurde, spielen die geographischen und topographischen Gegebenheiten, aber auch die ökonomischen Ausprägungen dieser

Variable (Standorte von Produktionsstätten, Dichte der Besiedlung) eine entscheidende Rolle in der Bewertung der gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen von Anpassungsmaßnahmen. Hier ist Handlungsbedarf vorhanden, um die ökonomischen Modelle entsprechend zu erweitern. Eine Möglichkeit könnte im Erstellen von Schnittstellen und dem Einbezug von GIS (Geographische Informationssystem) Daten in ökonomische Modelle sein, wie das z.B. in Felkner und Townsend (2011) – allerdings mit einem anderen thematischen Fokus – gemacht wurde. Dazu ist auch ein interdisziplinärer Ansatz nötig, der Experten der Ökonomie mit Experten aus anderen Bereichen wie der Geographie zusammenbringt.

- Besserer Einbezug von Barrieren, alternativen Entscheidungsmodellen, sowie dem Handeln unter Unsicherheit. Um Anpassungsmaßnahmen modellgestützt zu untersuchen und bewerten, ist es auch nötig, zu verstehen, warum gewisse Maßnahmen, obwohl rational sinnvoll, nicht ergriffen werden. Dazu müssen die Barrieren wie Informations- und Transaktionskosten, aber auch die Rolle von Institutionen, sowie evtl. alternative Entscheidungsmodelle fern des klassischen Modelles rationaler Akteure passfähig für CGE Modelle gemacht werden. Gleichzeitig hat man es im Falle von Klimafolgen mit großen Unsicherheiten zu tun, die das Handeln entsprechend beeinflussen. Obwohl die entsprechenden theoretischen Grundlagen bereitstehen (siehe z.B. Dixit und Pindyck, 1994), ist es bis anhin nicht gelungen, Handeln unter Unsicherheit zufriedenstellend in berechenbare Modelle des allgemeinen Gleichgewichts zu implementieren.

Ein wichtiges Element in der Bewältigung dieser Hindernisse ist das Schaffen von Foren, in der sich Modellierer austauschen und ihre Ergebnisse mit den Ergebnissen anderer vergleichen können.<sup>39</sup> So hat das von der Universität Stanford initiierte „Energy Modelling Forum“ im Bereich der Vermeidungsmodellierung durch Modellvergleiche und institutionalisierten Austausch zwischen verschiedenen, weltweit verstreuten Forschungsgruppen viel dazu beigetragen, diese Methodik zu stärken. Ähnliche Bemühungen im Feld der Anpassungsforschung könnten hier ebenfalls helfen, die Modelle transparenter zu präsentieren, Unsicherheiten abzubauen und das Verständnis über das Funktionieren der Modelle und ihrer Schwachstelle zu verbessern.

---

<sup>39</sup> Christian Lutz hat diese Idee in einem Workshop zur „Integrierten Modellierung und angewandten Entscheidungsunterstützung“ des Climate Service Centers in Hamburg vorgebracht. Für eine Dokumentation dieses Workshops. Siehe hierzu Climate Service Center (2012)

## **7 Arbeitspaket 2.1: Bestehende Förderprogramme mit Relevanz für Anpassung**

### **7.1 Einleitung**

Während sich die vorherigen Kapitel vorwiegend mit dem Stand der ökonomischen Forschung des Klimawandels und den politischen Rahmenbedingungen auf europäischer Ebene, sowie grundsätzlichen Fragen der Entwicklung von Methoden der Politikevaluation beschäftigten, zielen die folgenden Kapitel auf die konkretere Implementierung von Maßnahmen zur Förderung von Anpassung. Dabei werden auch die Barrieren adressiert, die autonome Anpassung erschweren und staatliche Eingriffe nötig machen können.

Die direkte finanzielle Unterstützung bestimmter Aktivitäten über staatliche Förderprogramme ist eine der Möglichkeiten zur Förderung von Anpassung an den Klimawandel. Um auch in diesem Bereich der ökonomischen Instrumente Handlungsempfehlungen zu entwickeln, gilt es vorerst einen Überblick zu bestehenden Förderprogrammen und deren Ausrichtung zu gewinnen. Da Aktivitäten zur Anpassung häufig auch im Eigeninteresse von den umsetzenden Akteuren stehen (siehe Mendelsohn 2000) und es so zu Mitnahmeeffekten kommen kann, sollte auch die Rolle des Staates bei der finanziellen Förderung detaillierter charakterisiert werden. Deshalb widmet sich dieses Kapitel, als Vorbereitung auf eine tiefergehende Bewertung bestehender Förderprogramme, im Folgenden diesen drei Fragen:

- 1.) Was ist die Rolle des Staates bei der Unterstützung von Anpassung?
- 2.) Welche Finanzierungs- und Anreizinstrumente fördern bereits Akteure bei der Anpassung an Klimaveränderungen?
- 3.) Wie lassen sich die bisherigen Förderaktivitäten charakterisieren?

### **7.2 Die Rolle des Staates bei der Anpassung an den Klimawandel**

Die Anpassung an bisherige und zukünftige Klimaveränderungen stellt viele Akteure vor neue Herausforderungen. Als Gestalter der Rahmenbedingungen hat der Bund bei der Bewältigung dieser Herausforderungen eine Schlüsselposition inne. In Zeiten knapper Kassen bei vielen Akteuren häufen sich derweil die Diskussionen über finanzielle Unterstützung staatlicherseits bei der Bewältigung von Klimafolgen. Die Bundesregierung selbst sieht sich hier in einer unterstützenden Rolle, bei der sie „die Entscheidungs- und Handlungsfähigkeit von Akteuren stärkt“ (Bundesregierung 2011). Im Sinne der Eigenvorsorge wird die Verantwortung für die Anpassung im Wesentlichen jedoch direkt bei Bürgern und Unternehmen selbst gesehen (ibid.). Bei jeglicher Art von Maßnahmen des Bundes im Bereich Anpassung soll zudem auf ein „vernünftiges Verhältnis der Mitteleinsätze zu den erwarteten klimabedingten Risiken und Chancen“ (ibid.) geachtet werden.

Aus diesen drei Eckpunkten ergibt sich die Frage, welche Rolle der Bund konkret spielen kann, um mit einem vernünftigen Mitteleinsatz die Handlungsfähigkeit von Anpassungsakteuren zu stärken, ohne dabei Anreize zur Eigenvorsorge zu untergraben. Die Wohlfahrtsökonomik bietet zu dieser Problematik einige theoretische Ansätze, um die Rolle des Staates zu diskutieren.

#### **7.2.1 Notwendigkeiten für staatliches Handeln**

Aus Sicht der neoklassischen ökonomischen Theorie werden in Märkten aufgrund des Eigeninteresses aller Individuen über den Preismechanismus Güter und Dienstleistungen

effizient verteilt und so die Wohlfahrt maximiert.<sup>40</sup> Für ein Gut oder eine Dienstleistung wie z.B. Ernteausfallversicherungen heißt dies, dass über eine freie Preisbildung für das Gut, genau die Gütermenge angeboten wird, die den Nutzen der Anbieter und Nachfrager maximiert. Hierbei wird die Versicherung von den Anbietern angeboten, die dies am günstigsten tun können und kommt den Nachfragern zu, welche das Gut am meisten schätzen und entsprechend die höchste Zahlungsbereitschaft haben. In diesem optimalen Fall können umverteilende Eingriffe in den Markt die Gesamtwohlfahrt nur schmälern.

Ein staatliches Eingreifen in den Markt, wie z.B. die Subventionierung der Ernteausfallversicherung, rechtfertigt sich, wenn Ressourcen aufgrund von Marktversagen ineffizient allokiert, d.h. über den Marktmechanismus „zugeteilt“, werden. Die zweite Bedingung ist, dass der jeweilige Eingriff die Effizienz anschließend erhöht. Das Auftreten von Marktversagen kann im Allgemeinen zwei mögliche Ursachen haben:

- 1.) Bei der Bereitstellung von Gütern oder Dienstleistungen treten positive oder negative Nebeneffekte auf, die auch andere Akteure betreffen, welche nicht am Wertschöpfungsprozess beteiligt sind (sog. Externalitäten). Wenn die Kosten oder der Nutzen dieser Effekte nicht den Verursachern zugeschrieben werden können (sog. Internalisierung), kann dies eine Fehlallokation von Ressourcen zur Folge haben. Häufig tritt dieses Phänomen in Verbindung mit Gütern auf, bei denen Dritte nicht von der Nutzung ausgeschlossen werden können und zunächst keine bzw. eine geringe Nutzungskonkurrenz besteht (sog. öffentliche Güter).

**Beispiel:** Ein Unternehmen entnimmt Flusswasser zur Kühlung von industriellen Prozessen. Hierfür ist kein Entgelt zu entrichten. Das erwärmte Wasser wird anschließend wieder in das Fließgewässer eingeleitet. Die dadurch hervorgerufene Erwärmung des Flusswassers stromabwärts hat negative Auswirkungen („Externalitäten“) auf das Ökosystem, gesundheitliche Beeinträchtigungen bei Badenden und Produktivitätseinbußen bei zwei anliegenden Fischereibetrieben. Die gesamtwirtschaftliche Wohlfahrt reduziert sich aufgrund dieser Beeinträchtigung. Würde das öffentliche Gut „kühles Wasser“ anders genutzt bzw. zugeteilt („allokiert“) werden, würde die Summe des Nutzens aller Akteure steigen. Folglich spricht man von einer suboptimalen Allokation oder einer Fehlallokation des Gutes „kühles Wasser“.

- 2.) Es liegt ungleich verteilte Marktmacht unter den Marktteilnehmern vor, wie etwa bei einem Angebotsmonopol.

**Beispiel:** Wenn die Stromproduktion in einer Region in der Hand von nur einem Unternehmen liegt, kann diese Marktmacht genutzt werden, um bspw. während Hitzewellen regelmäßig Sondergenehmigungen bei der Einleitung von aufgewärmten Kühlwasser aus thermischen Kraftwerken in Fließgewässer zu erwirken. Ab gewissen Temperaturen wäre dies in einigen Bundesländern auf der Basis von Wärmelastplänen nicht mehr ohne Sondergenehmigung zulässig. Hängt die Versorgungssicherheit allerdings von nur einem Unternehmen ab, bestehen kaum Anreize für das Unternehmen in eine angepasste Kühlung zu investieren: Da die

---

<sup>40</sup> Dies gilt nur unter einer Reihe von Prämissen, z.B. dass alle Individuen vollständige Information über den Markt haben, vollständiger Wettbewerb herrscht, dass alle Ressourcen tatsächlich auf Märkten gehandelt werden etc., siehe z.B. Perman et al. 2003: 124

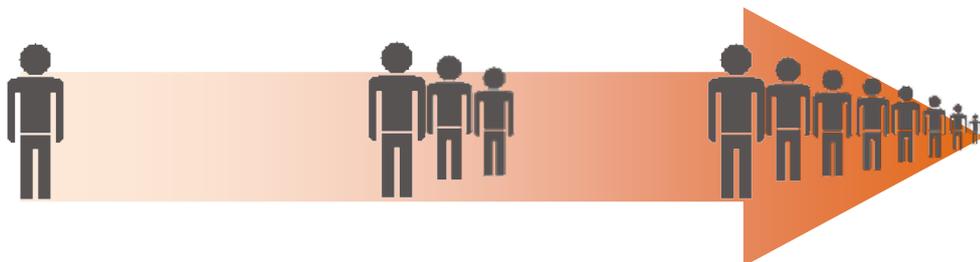
Versorgungssicherheit im Regelfall als wichtiger eingeschätzt wird, werden weiter Sondergenehmigungen erteilt, die dem Unternehmen weiterhin eine Produktion und Verkauf ihres Stroms erlauben. Entstehende Kosten, z.B. am Ökosystem Fluss, hat das Unternehmen nicht zu tragen.

Im Sinne der angestrebten Kompaktheit dieses Dokuments widmet sich das Politikpapier im Folgenden ausschließlich der erstgenannten Ursache und ihrer Implikationen für staatliches Handeln im Bereich der Unterstützung von Anpassung an den Klimawandel.

### Anpassung und Marktversagen

Abhängig von der jeweiligen Anpassungsmaßnahme und ihrem Effekt kann Anpassung ein privates Gut, ein Club-Gut oder ein öffentliches Gut darstellen (Butzengeiger-Geyer et al. 2011, siehe Abb. 31 und Tab. 17). Dies bedeutet, dass unterschiedliche Anpassungsmaßnahmen einen abweichenden Grad von Rivalität und Exklusivität (oder: Ausschließbarkeit) besitzen. Eine Baumaßnahme zur Verschattung eines Einfamilienhauses beispielsweise schwächt Klimafolgen in heißen Sommern nur für eine exklusive Gruppe ab, die Bewohner des Hauses. Daneben gibt es Anpassungsmaßnahmen, die einer größeren Gruppe von Leuten dienen, wie ein Damm, der eine bestimmte Ortschaft vor Hochwasser schützt. Wenn man von Anpassung als einem öffentlichen Gut spricht, sind Maßnahmen gemeint, die ohne Zugangsbeschränkung und Nutzungskonkurrenz vor den Folgen des Klimawandels schützen, wie z.B. die Ausweitung eines öffentlichen Katastrophen-Frühwarnsystems.

Abb. 31: Anpassung als öffentliches und privates Gut (© Eigene Darstellung)



Tab. 17: Anpassung als öffentliches und privates Gut (© Eigene Darstellung)

|                   | privates Gut  | Club-Gut   | öffentliches Gut  |
|-------------------|---|--|---|
| Rivalität         | Hohe Nutzungskonkurrenz   | Geringe oder keine Nutzungskonkurrenz                            | keine Nutzungskonkurrenz  |
| Ausschließbarkeit | sehr exklusiv   | Teilhabe nur unter definierten Bedingungen                       | uneingeschränkte Teilhabe   |
| Beispiel          | Verschattung eines Hauses durch Baumaßnahmen; Wärmedämmung von Wohnraum zur Reduktion der Hitzebelastung für die Bewohner | Kostenpflichtige Teilhabe an Ergebnissen der Anpassungsforschung | öffentliches Katastrophen-Frühwarnsystem; Hochwasserschutz durch Deiche für eine ganze Region |

Wenn durch die Anpassungsmaßnahme ein privates Gut bereitgestellt oder gesichert wird, ist davon auszugehen, dass es hierfür im Allgemeinen keiner Unterstützungen staatlicherseits bedarf: Denn wenn es sich um eine sinnvolle Maßnahme handelt, deren Nutzen die Kosten übersteigt, kann man annehmen, dass die Profiteure diese Maßnahme – bspw. die Verschattung des Eigenheims – selbstständig durchführen, da sie Ihnen einen Mehrwert liefert. Wenn die Kosten-Nutzen-Bilanz der Maßnahme nicht positiv ist, sollte im Allgemeinen von staatlicher Unterstützung ebenfalls abgesehen werden, da die Umsetzung der Maßnahme die allgemeine Wohlfahrt nicht erhöht (siehe auch Leary 1999 oder Fankhauser et al. 1999).

Jedoch sollte der Staat eingreifen, wenn eine kollektive Anpassung vonnöten ist, diese aber ohne staatliches Zutun nicht zu realisieren wäre, da jedes einzelne Individuum von der Maßnahme weniger profitiert als die gesamte Gruppe. Ein Deich beispielsweise schützt ein Individuum vor Schäden am eigenen Haus, die Kosten des Deichbaus zum Schutz eines einzelnen Hauses übersteigen den Nutzen eines Hausbesitzers jedoch um ein Vielfaches. Nimmt man jedoch den Nutzen, den ein ganzes Dorf oder eine Region von einem Damm hat, so kann sich schnell ein positiver Nettonutzen ergeben (Wissenschaftlicher Beirat beim Bundesministerium der Finanzen 2010). Da man bei der Bereitstellung eines Damms einzelne Profiteure von dem Nutzen der Einrichtung nicht ausschließen kann, liegt hier ein öffentliches Gut vor und Marktversagen kann sich einstellen, da aufgrund der bestehenden Anreizstrukturen und Möglichkeiten zum Trittbrettfahren, Wohlfahrtsmaximierung verhindert wird. Dies bedeutet, dass aufgrund der Nicht-Ausschließbarkeit der Nutzung des Damms nicht die größtmögliche gesamtwirtschaftliche Wohlfahrt erreicht wird und Ressourcen ineffizient allokiert werden. Dies betrifft hauptsächlich öffentliche und Club-Güter und stellt ein Argument für staatliches Eingreifen zur Förderung von Anpassung dar (auch Cimato und Mullan 2010).

#### **Institutionelle Rahmenbedingungen, verhaltensbedingte Barrieren und Anpassungskapazitäten**

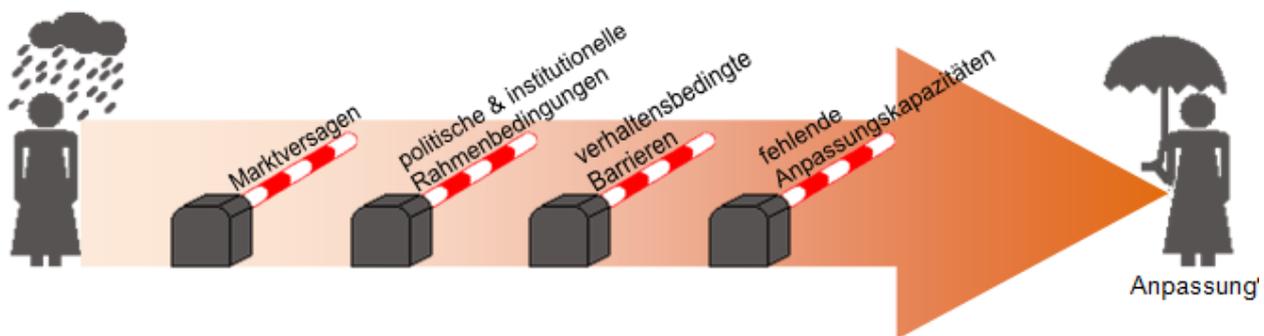
Neben Marktversagen (siehe voriger Abschnitt) gibt es weitere Gründe für die Förderungen von Anpassung durch den Staat. Diese ergeben sich vor allem, wenn die Möglichkeiten zur selbstständigen Anpassung eingeschränkt sind. Die folgende Auflistung bietet eine gute Übersicht (Cimato und Mullan 2010, siehe Abb. 32):

- **Bestehende politische und institutionelle Rahmenbedingungen** können Anpassung verhindern. Förderprogramme beispielsweise, die Klimaveränderungen nicht berücksichtigen, aber bestimmte Aktivitäten in klimasensiblen Branchen wie der Landwirtschaft fördern, können selbstständige Anpassung für Akteure finanziell unattraktiv werden lassen („Staatsversagen“).
- **Verhaltensbedingte Barrieren** können selbstständige Anpassung beeinträchtigen, da Anpassung häufig die Berücksichtigung langer Zeiträume bei der Planung erfordert. Die Verhaltenswissenschaften zeigen, dass Individuen dazu neigen, Nutzen, der weit in der Zukunft liegt, überproportional zu diskontieren, da die Zukunft zu abstrakt ist und Menschen zu Ungeduld neigen. Hier spricht man von eingeschränkter Rationalität („bounded rationality“). Dies führt dazu, dass Investitionsentscheidungen in der

Gegenwart oft verzögert werden und möglicher langfristiger Nutzen von Anpassung nicht realisiert wird.<sup>41</sup>

- **Fehlende Anpassungskapazitäten**, z.B. finanzielle Einschränkungen, können selbstständiger Anpassung entgegenstehen. Während wohlhabendere Individuen die Möglichkeit haben mögen, ihren Wohnraum über eine Klimatisierung während Hitzewellen zu kühlen, mag diese Anpassungsmöglichkeit weniger Wohlhabenderen aufgrund der Investitions- oder laufenden Stromkosten nicht zur Verfügung stehen. Die folgende Abbildung fasst die aufgeführten Gründe für staatliches Handeln zur Förderung von Anpassung zusammen:

Abb. 32: Die Möglichkeiten zur Anpassung können aus verschiedenen Gründen eingeschränkt sein. Dann ist Initiative des Staats gefordert (© Eigene Darstellung)



Neben diesen Gründen für staatliches Handeln lässt sich Handlungsbedarf auch aus dem deutschen **Sozialstaatsprinzip** ableiten: Wenn Regionen, Branchen oder soziale Gruppen verschieden stark von Klimafolgen betroffen sind oder unterschiedlich gut mit ihnen umgehen können, kann der Staat im Sinne der Solidarität unterstützend eingreifen. Dies scheint besonders relevant vor dem Hintergrund der Tatsache, dass niedrigere Einkommensschichten meist sowohl stärker gegenüber Folgen des Klimawandels exponiert sind als auch gleichzeitig geringere Anpassungskapazitäten aufweisen als höhere Einkommensschichten.

## 7.2.2 Aufgaben des Staates

Wenn weder Marktversagen noch andere Barrieren vorliegen, passen sich private und privatwirtschaftliche Akteure selbstständig an, zu dem Zeitpunkt und mit den Maßnahmen, die für sie das optimale Kosten-Nutzen-Verhältnis haben, d.h. dass im Optimum die Kosten einer zusätzlichen Einheit von Anpassungsmaßnahmen dem zusätzlichen Nutzen dieser Einheit entsprechen. Wenn allerdings Marktversagen oder weitere Gründe vorliegen (siehe 2.1.2), die selbstständige Anpassung verhindern oder erschweren, ergeben sich die folgenden zwei Aufgaben für den Staat bei der Förderung der Anpassung an den Klimawandel.

---

<sup>41</sup> Zur Illustration: im Bereich der Katastrophenvorsorge zeigen Untersuchungen, dass es verhaltensbedingte Barrieren gibt, die individuelle Vorbereitungen auf drohende Katastrophen verhindern, obwohl diese Vorbereitungen für die jeweiligen Individuen ein positives Kosten-Nutzen-Verhältnis hätten. Fisek et al machen dies am Beispiel von Vorsorgeaktivitäten von Hausbesitzern für Erdbeben in Istanbul deutlich (2002).

## Bereitstellung öffentlicher Güter

Entsprechend der obigen Definition von Marktversagen, kommt dem Staat eine wichtige Rolle bei der Förderung von Anpassung zu, wenn die jeweiligen Maßnahmen Charakteristika von öffentlichen Gütern tragen. Dies gilt für die Anpassung an Gefahren, die große Teile der Bevölkerung treffen könnten, aber für die nur eine unzureichende individuelle Zahlungsbereitschaft besteht, da Dritte vom Nutzen der Maßnahmen nicht ausgeschlossen werden können. Diese Anreizstruktur kann in verschiedenen Handlungsfeldern von Anpassungsmaßnahmen auftreten.

**Beispiel:** Im Handlungsfeld „Gesundheit“ kann es aufgrund steigender Durchschnittstemperaturen möglicherweise zu einer zunehmenden Ausbreitung übertragbarer Krankheitserreger kommen. Es ist davon auszugehen, dass aufgrund des öffentlichen Gut-Charakters vieler Maßnahmen zur Anpassung an dieses Risiko (z.B. Fortbildung von Ärzten, Frühwarnsysteme) keine ausreichende private Vorsorge getroffen wird. Anstoß oder Förderung von Anpassung an diese Veränderung liegt daher in Verantwortung des Staates (Mendelsohn 2006).

Ein weiteres, für die Anpassung an den Klimawandel wesentliches, öffentliches Gut ist die Bereitstellung von Informationen zum Klimawandel, seinen Auswirkungen und möglichen Anpassungsmaßnahmen (Dannenberg et al. 2009). Nur wer sich der Gefahren des Klimawandels bewusst ist und um Möglichkeiten der Anpassung weiß, kann adäquat reagieren. Deshalb ist es Aufgabe des Staates, Daten und Informationen zu sammeln, Grundlagenforschung anzuregen, Monitoringsysteme zu installieren und das Wissen zu verbreiten. In der ab Kapitel 3 dargestellten Analyse der bestehenden Finanzierungs- und Anreizinstrumente sind Informationskampagnen und die Förderung von Grundlagenforschung allerdings ausgeklammert, da der Schwerpunkt des INADAP-Projekts auf finanziellen Anreizprogrammen liegt.

## Gestaltung der Rahmenbedingungen von Märkten

Der Staat hat zum einen die Möglichkeit, über marktbasierende Maßnahmen wie Steuern, Abgaben oder Subventionen in einen Markt einzugreifen, wenn das Marktergebnis suboptimal ist. Bei den Handlungsmöglichkeiten sollte berücksichtigt werden, dass auch das Zurücknehmen bestimmter Anreize – wie Subventionen – die in der Vergangenheit geschaffen wurden zu den möglichen Optionen gehören kann.

**Beispiel:** Vor dem Hintergrund der erwarteten zunehmenden Häufigkeit und Intensität von Starkregenereignissen kann es zu Beeinträchtigungen beim Regenwasserabfluss über die konventionellen Abwassersysteme kommen. Schäden an privatem und städtischem Eigentum durch Überschwemmungen können die Folge sein. In einigen deutschen Städten gilt ein reduziertes Niederschlagswasserentgelt für Privathaushalte und Unternehmen, die ihre Dächer begrünt haben. Die Dachbegrünung verringert den Regenwasserabfluss und reduziert damit das Risiko der Überlastung. Durch die Reduktion des Entgelts, also praktisch die Senkung des Preises für die Wasserentsorgung, werden Anreize geschaffen, Anpassungsaktivitäten zu unternehmen.

Des Weiteren kann die öffentliche Hand über ordnungspolitische Maßnahmen in die Rahmenbedingungen von Märkten eingreifen, um Anpassung zu fördern. Die geschieht dann z.B. über Vorschriften, Standards oder Verbote, bspw. Vorschriften im Bauwesen für eine

Mindestdämmung oder die Auslegung bestimmter Bauten für gewisse Sturmstärken (Dannenberg et al. 2009).

Der Einsatz von Instrumenten beider Kategorien kann zum Beispiel in einem der oben genannten Fälle attraktiv erscheinen (siehe 2.1.2), wenn die Möglichkeit zur Anpassung durch eingeschränkte Rationalität oder fehlende Anpassungskapazitäten begrenzt wird oder die ungleiche Verteilung der Auswirkungen des Klimawandels bereits bestehende Einkommensunterschiede stark verschärft (zum letzten Punkt: Dannenberg et al. 2009). Dabei muss Acht gegeben werden, dass nicht versehentlich Untätigkeit oder kontraproduktive Maßnahmen (Fehlanpassung oder „mal-adaptation“) der Marktakteure gefördert werden (Mendelsohn 2006). Andernfalls könnten die politisch gestalteten Rahmenbedingungen der Märkte der selbstständigen Anpassung an den Klimawandel entgegenwirken. Wichtig ist ebenfalls, dass die geschaffenen Rahmenbedingungen innerhalb derer die privaten Akteure Anpassungen an die Umweltveränderungen vornehmen können, stabil sind – sich also nicht laufend ändern (Wissenschaftlicher Beirat beim Bundesministerium der Finanzen 2010). Als eine der elementarsten Rahmenbedingungen kann dabei die Definition von Eigentumsrechten gelten, denn ohne diese sind langfristige Planung und Investitionen nicht möglich (Dannenberg et al. 2009).

### **7.3 Förderprogramme zur Klimaanpassung**

Ein wichtiges Instrument aus dem Bereich der marktbasierenden Instrumente sind Förderprogramme, in denen über die Bereitstellung von öffentlichen Geldern bestimmte Aktivitäten unterschiedlicher Akteure zu Teilen oder komplett gefördert, d.h. finanziert werden. Bei der Unterstützung von Klimaanpassung existieren bereits einige Förderungen seitens des Bundes, bisher beinhalten diese jedoch hauptsächlich klassische Förderung immaterieller öffentlicher Güter: Forschungsförderung sowie die Bereitstellung von Informationen. Neben solchen Förderprogrammen, die explizit Anpassung zum Ziel haben, gibt es eine Reihe von Finanzierungsinstrumenten, die Anpassungsaktivitäten fördern, darauf jedoch nicht explizit ausgerichtet sind und die Anpassung an den Klimawandel und seine Folgen folglich gar nicht erwähnen.

Im Rahmen des INADAP-Projekts wurden Förderprogramme recherchiert, die Anpassungsaktivitäten implizit oder explizit fördern (Stand Sommer 2011). Die umfangreiche Aufstellung aller relevanten Förderprogramme erfolgte aus drei Beweggründen heraus:

- 1.) Als kurzer Überblick dazu, was eigentlich aktuell von öffentlichen Stellen bereits gefördert wird.
- 2.) Als Basis für eine spätere Untersuchung zu möglicherweise zusätzlich erforderlichen Förderprogrammen.
- 3.) Als Grundlage für die Beantwortung häufig auftretender Fragen z.B. aus dem kommunalen Umfeld, welche Unterstützung es denn seitens des Bundes oder der Bundesländer für bestimmte Anpassungsaktivitäten gibt.

Im Folgenden gilt der Fokus der Darstellung eines Überblicks über bestehende Förderprogramme und deren Ausrichtung. Hierfür wurde eine Auflistung umgesetzter oder diskutierter Anpassungsmaßnahmen erstellt, zugeordnet zu Handlungsfeldern und Folgen des Klimawandels. Dabei wurden die in der DAS dargestellten Handlungsfelder teilweise

zusammengeführt. Anschließend wurden die recherchierten Förderprogramme den Anpassungsmaßnahmen zugeordnet, die durch sie gefördert werden. Dabei wurden, wenn möglich, jeder Maßnahme mindestens ein EU- und ein Landes- sowie zwei Bundesprogramme zugeordnet. Die Förderprogramme der einzelnen Bundesländer wurden nicht abschließend aufgenommen, um ein gewisses Maß an Übersichtlichkeit der Recherche zu gewährleisten. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass es zu vielen Landesprogrammen in anderen Bundesländern analoge Entsprechungen gibt. Die Begrenzung auf gewöhnlich ein Landesprogramm muss bei der quantitativen Analyse selbstverständlich berücksichtigt werden. Hier ist ein Vergleich der Bundesländer zueinander nicht möglich.

Die in der Zuordnung genannten Klimafolgen und Anpassungsmaßnahmen knüpfen an die Systematik des Indikatorenvorhabens des UBA an (Bosch und Partner 2010) und wurden um Klimafolgen, die im Projekt „Ökonomische Aspekte der Anpassung an den Klimawandel“, durchgeführt vom Ecologic Institute, INFRAS und dem Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung, genannt wurden, ergänzt (Tröltzsch et al. 2011). Die Fokussierung auf definierte Maßnahmen erlaubte es, auch Instrumente aufzunehmen, die Anpassung nicht explizit erwähnen, aber eben jene Maßnahmen fördern.

In den folgenden Abschnitten wird die umfangreiche Recherche unter verschiedenen Gesichtspunkten ausgewertet. Für die Auswertung der recherchierten Förderprogramme wurden zunächst Fragestellungen erarbeitet, die für eine aktuelle Übersicht zu bestehenden Förderprogrammen sowie die Entwicklung künftiger Politikinstrumente von Nutzen sind.

- Welche Zielgruppen werden zurzeit gefördert?
- In welchen Handlungsfeldern werden eher passive Schutzmaßnahmen, wo eine Verhaltensänderung angestrebt?
- Zu welchen Themen soll Anpassung selbstständig, wo politisch gesteuert stattfinden?
- In welchen Handlungsfeldern wird eher die Forschung und Entwicklung von Anpassungsmaßnahmen gefördert, wo die Verbreitung von bereits „marktreifen“ Maßnahmen unterstützt?
- In welchen Bereichen kommt es durch die Förderprogramme zu Synergien zwischen Klimaschutz und Anpassung an die Folgen des Klimawandels?
- Inwiefern unterscheiden sich Förderinstrumente auf EU-, Bundes- und Länderebene?

Bei der Untersuchung dieser Fragen wurden hauptsächlich Förderprogramme für die Umsetzung von Anpassungsaktivitäten berücksichtigt. Forschungs- und Entwicklungsprogramme wurden berücksichtigt, wenn sie als umsetzungsnah wahrgenommen wurden.

### **7.3.1 Förderung von Unternehmen**

Aktuell gibt es insgesamt 25 laufende Förderprogramme des Bundes, die Unternehmen bei der Anpassung an den Klimawandel unterstützen (Stand Sommer 2011). Davon sind zehn Forschungs- und Entwicklungsprogramme. Von den verbleibenden 15 erwähnen zwei die Anpassung an den Klimawandel explizit: ein Programm zum Habitatschutz sowie ein Programm zur Förderung der Erstellung von Anpassungsstrategien in Unternehmen.

Die Programme, außerhalb der Forschungsförderung, dienen vorrangig der Steigerung der Energieeffizienz (sechs Programme), die hier berücksichtigt wurden, weil in diesen Fällen durch Gebäudedämmung – als Nebeneffekt - auch der Hitzeschutz gefördert wird. Drei von ihnen sind ausschließlich für kleine und mittlere Unternehmen. Acht sind themenbezogene Kredite mit speziellen Konditionen.

### 7.3.2 Förderung von öffentlichen Organisationen

Für Kommunen, Länder und öffentliche Einrichtungen existieren 21 Bundesprogramme (Stand Sommer 2011). Nur drei davon sind Forschungs- und Entwicklungsprogramme. Von den restlichen sprechen vier Anpassung an den Klimawandel direkt an. Sie behandeln die Themen Habitatsschutz, Energieeffizienz, Stadtumbau und die Entwicklung von Anpassungsstrategien. Neun von ihnen sind Kredite, was bedeutet, dass es verhältnismäßig geringfügig mehr Programme gibt, die bezuschussen, als unter der Zielgruppe der Unternehmen. Auch bei der Förderung öffentlicher Organisationen ist Energieeffizienz ein wichtiges Thema. Außerdem kommt der Bereich der Infrastruktur hinzu.

### 7.3.3 Förderung von Privathaushalten

Für Privatpersonen gibt es weitaus weniger Förderprogramme als für Unternehmen oder öffentliche Organisationen. Zurzeit (Stand Sommer 2011) laufen elf Bundesprogramme, davon erwähnt nur eines zum Habitatsschutz Anpassung an den Klimawandel ausdrücklich. Forschungs- und Entwicklungsprogramme haben Privatpersonen nicht als Zielgruppe. Stärker noch als bei Unternehmen und öffentlichen Organisationen liegt ein Schwerpunkt im Themenfeld Energieeffizienz. Die anderen Programme behandeln die Förderung erneuerbarer Energien und den Habitatsschutz. Während bei Unternehmen und öffentlichen Organisationen der Anteil der Kredite an den Förderprogrammen bei etwas über 50% liegt, beträgt er bei Privatpersonen nicht ganz die Hälfte.

### 7.3.4 Aktuelle Förderschwerpunkte

Sowohl für Unternehmen als auch für Kommunen gilt, dass Anpassung auf Bundesebene besonders in den Bereichen Umweltschutz, Energieeffizienz und erneuerbare Energien gefördert wird. Der Schwerpunkt Energieeffizienz ergibt sich in dieser Analyse hauptsächlich dadurch, dass die Förderung der energetischen Sanierung von Gebäuden durch Dämmung auch als Vorbereitung auf zunehmende Hitzewellen gewertet wird. Der Fokus auf erneuerbaren Energien kommt zustande, da in diesen Förderprogrammen häufig dezentrale Energieversorgung gefördert wird. Die Dezentralisierung kann auch dazu dienen, Stromversorgung robuster gegenüber Extremwetterereignissen zu machen. Das aufgezeigte Spektrum an Fördermaßnahmen wird durch Landesförderprogramme um die Themen Regionalentwicklung, Tourismus und Flächenmanagement erweitert. Schwerpunkte liegen hier aber auch auf Wirtschaftsförderung, ländlicher Entwicklung, nachhaltiger Ressourcennutzung und Energieeffizienz. Europäische Programme ergänzen unter anderem im Katastrophenschutz, in der Regionalförderung sowie im Umwelt- und Habitatsschutz.

Tab. 18: Bundesprogramme, die Anpassung an den Klimawandel explizit fördern. Datenquelle: vornehmlich Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, [www.foerderdatenbank.de](http://www.foerderdatenbank.de). (© Eigene Darstellung)

| Programme | Übergreifende Ziele |
|-----------|---------------------|
|-----------|---------------------|

| Programme   | Übergreifende Ziele  |
|---|--|
| Bundesprogramm Biologische Vielfalt   | Dem Rückgang der biologischen Vielfalt in Deutschland entgegenwirken   |
| Forschung für nachhaltige Entwicklungen (FONA; Fachprogramm)  | Umsetzung der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie und der Hightech-Strategie im Bereich Klimaschutz, Ressourcenschutz und Energie  |
| Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ (GAK)  | Sicherstellen einer modernen Land- und Forstwirtschaft sowie eines modernen Küstenschutzes, die Leistungsfähigkeit steigern und künftigen Anforderungen erfüllen   |
| Innovationsförderung des BMELV (Fachprogramm)   | Forschungs- und Entwicklungsvorhaben für Innovationen in der deutschen Agrar- und Ernährungswirtschaft   |
| Nachhaltiges Landmanagement (zu FONA)   | Bereitstellung notwendiger Wissens- und Entscheidungsgrundlagen für ein nachhaltiges Landmanagement sowie der entsprechenden Handlungsstrategien, Technologien und Systemlösungen  |
| Nachwachsende Rohstoffe   | nachhaltige Rohstoff- und Energiebereitstellung; Ressourcenschutz; Umweltschutz; Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Land- und Forstwirtschaft  |
| NKI: Nationale Klimaschutzinitiative - Klimaschutzprojekte in sozialen, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen (Teilkonzepte) | Investitionen in Klimaschutz und gesellschaftliche Interessen  |
| FB-BMU: Förderbekanntmachung des BMU über die Förderung von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel                            | Anpassungsfähigkeit der gesellschaftlichen Akteure (wie z.B. Kommunen, Unternehmen) durch Initiativen zur Bewusstseinsbildung, zum Dialog und zur Beteiligung sowie zur Vernetzung und Kooperation von regionalen oder lokalen Akteuren zu stärken |
| Forschungsprogramm Experimenteller Wohnungs- und Städtebau (ExWoSt) des BMVBS   | Anpassung der Städte an den demografischen und strukturellen Wandel/ Weiterentwicklung der Städtebau- und Wohnungspolitik mit einem Fokus auf klimawandelgerechter Stadtentwicklung  |
| Transnational Plant Alliance for Novel Technologies (PLANT-KBBE)  | Etablierung transnationaler Forschungsprojekte zur Pflanzengenomforschung  |
| KLIMZUG-Klimawandel in Regionen (BMBF)  | Beitrag zur Steigerung der Anpassungskompetenz   |

Programme, die Anpassung an den Klimawandel fördern, müssen diesen nicht zwangsläufig erwähnen. Die Auswertung zeigt, dass der Großteil der Förderprogramme Anpassung nicht explizit erwähnt. Die meisten waren ursprünglich nicht zur Förderung von Klimaanpassung entwickelt, dennoch gibt es erste Ansätze, den Umgang mit Klimafolgen explizit zu fördern und entsprechende Politikinstrumente zu entwickeln. Diese haben Ihre thematischen Schwerpunkte vor allem in der Forschungsförderung, der Landwirtschaft und im Küstenschutz. Förderprogramme auf EU-Ebene im Vergleich zu Programmen auf Bundes- und Länderebene

Eine Analyse der Förderprogramme zeigt, dass auf EU-Ebene ein Schwerpunkt auf der regionalen und sektoralen Förderung von Forschung, Innovation und Wettbewerbsfähigkeit liegt und dabei breit definierte Bereiche mit einer Vielzahl von Zielgruppen unterstützt werden. Zudem werden oft Forschung, Informationsverbreitung, Demonstrationsprojekte und konkrete Anpassungsmaßnahmen mit einem Instrument gefördert.

Dagegen dominieren auf Ebene der Bundesländer thematisch enger gefasste Förderinstrumente, die oft nur eine Zielgruppe beinhalten und spezifische Anpassungsmaßnahmen unterstützen. Häufig handelt es sich dabei um die finanzielle Förderung von Infrastruktur- und bautechnischen Maßnahmen oder Instrumente, die z.B. über Gebühren Anreize zur Anpassung setzen. Thematische Schwerpunkte vor allem in der Wirtschaftsförderung, der Energieeffizienz und der ländlichen Entwicklung. Dabei fördern sie relativ ausgeglichen politisch gesteuerte und selbstständige Anpassungsmaßnahmen sowie passive Schutzmaßnahmen und Verhaltensänderungen.

Förderinstrumente des Bundes nehmen thematisch und in Bezug auf die angesprochenen Zielgruppen eine Mittelstellung zwischen EU- und Landesprogrammen ein. Dabei variieren sie in ihrer Ausrichtung stark, wobei meist einzelne konkrete Anpassungsmaßnahmen fokussiert werden und diese somit spezifischer ausgerichtet sind, als die untersuchten europäischen Programme.

## **7.4 Zwischenfazit und weitergehende Fragestellungen**

Nachdem dargestellt wurde, welche Förderprogramme Anpassung unterstützen und welche Schwerpunkte sie haben, soll der Blick im Fazit auf die Bereiche gerichtet werden, in denen keine finanziellen Förderprogramme vorzufinden waren. Auch werden kurz mögliche Gründe für diese Verteilung angedacht.

Im Handlungsfeld Finanzwirtschaft findet keine direkte finanzielle Förderung statt, was nachvollziehbar scheint, da bei Versicherungen und Kreditbanken in funktionierenden Märkten interne Anreize bestehen, ihre Produkte und Dienstleistungen an den Klimawandel anzupassen bzw. neue Produkte zu entwickeln. Auf ihre Weise können sie mit ihrem Kerngeschäft zur Förderung selbstständiger Anpassung anderer beitragen.

Auch eine direkte Förderung der Bauwirtschaft, z.B. wegen Verlängerungen von Baumaßnahmen aufgrund von Schlechtwetterperioden und Extremwetterereignissen, ist nicht erkennbar. Hier scheint ein Argument für Förderung ebenfalls wenig aussichtsreich: Die Branche wurde in den letzten Jahren ohnehin stark gefördert (beispielsweise über das Konjunkturpaket II); Hinzu kommt, dass schon vor einigen Jahren Studien wie die der Deutschen Bank ergeben haben, dass die Baubranche zu den großen Profiteuren des Klimawandels gehören wird (Heymann 2007). Nicht nur werden mildere Winter für eine längere Bau-Saison sorgen und Extremwetterereignisse Reparaturmaßnahmen an Gebäuden und Bauwerken erforderlich machen. Die Dämmung von Gebäuden auch gegenüber Temperaturspitzen ist eine vergleichsweise kostengünstige Anpassungsmaßnahme, die hohen Nutzen bringt, sich schnell rechnet und bereits umfassend staatlich gefördert wird (s.o.). So profitiert die Bauwirtschaft indirekt von Förderprogrammen.

Die Binnenschifffahrt wird voraussichtlich stark von den Folgen des Klimawandels betroffen sein. Denn sie ist auf eine ausreichende und zuverlässige Fahrwassertiefe angewiesen in möglichst lagestabilen Fahrrinnen mit einer geringen Fließgeschwindigkeit (BMVBS 2011; WSD Ost 2007). Doch gerade diese könnten infolge des Klimawandels zunehmend größeren Schwankungen unterliegen. Gleichzeitig hat die Binnenschifffahrt eine wesentlich bessere Umweltbilanz als der Straßengütertransport und die externen Kosten pro Tonnenkilometer liegen sogar unter denen des Schienentransports (WSD Ost 2007; Allianz pro Schiene 2008). Im Sinne des Klimaschutzes wäre eine Verlagerung des bisher auf Wasserstraßen erfolgten

Gütertransports auf die Straße verheerend. Eine Förderung der Anpassung der Binnenschifffahrt an den Klimawandel findet jedoch kaum statt. Ein Grund dafür könnte möglicherweise die Nutzungskonkurrenz bezüglich der Gewässer sein. Einerseits benötigt die Binnenschifffahrt gut ausgebaute Wasserwege, andererseits zeichnete sich in den letzten Jahren ein Trend hin zu einer Renaturierung der Gewässer im Sinne des Umwelt- und Naturschutzes und des Erhalts der Biodiversität ab. Hier gilt es, ökologisch vertretbare, gut durchdachte und abgewogene Entscheidungen zu treffen, um die Binnenschifffahrt an sich ändernde Umweltbedingungen anzupassen. Erste Ideen verfolgen technische Ansätze, wie zum Beispiel weniger Tiefgang von Binnenschiffen (Söhngen und Wassermann 2009).

Im Bereich der Energieproduktion wird die Diversifizierung der Energiequellen umfassend gefördert. Dies liegt vor allem an der Förderung der erneuerbaren Energien bei denen der Klimaschutz im Vordergrund steht. Um deren Einsatz und Potenzial zu steigern, gibt es eine Reihe von Programmen. Dem gegenüber findet eine Förderung der Anpassung bestehender Kraftwerke und der Leitungsinfrastruktur kaum statt. Dies liegt aller Wahrscheinlichkeit nach darin begründet, dass die meisten Kraftwerke und die Leitungsnetze im Eigentum von großen Energiekonzernen sind. Offensichtlich wird davon ausgegangen, dass diese Anpassung eigenständig betreiben und dies gegebenenfalls selbst oder über Versicherungen finanzieren.

Über diese Beobachtungen zu Schwerpunkten der Förderung hinaus ergeben sich die folgenden weiterführenden Forschungsfragen, die z.T. in Kapitel 8 und 9 aufgenommen werden:

- Welche bestehenden politischen Rahmenbedingungen (v.a. Subventionen) verhindern aktuell selbstständige Anpassung?
- In welchen Bereichen liegt ungleich verteilte Marktmacht (Monopole oder Oligopole) vor, die Anreize zur Anpassung untergräbt?
- Bei welchen Folgen des Klimawandels sind verhaltensbedingte Barrieren, die selbstständige Anpassung verhindern, von besonderer Relevanz?
- Wo hat der Klimawandel bereits jetzt oder in Zukunft schwerwiegendere Folgen für einkommensschwache Gruppen, die ein Eingreifen auf Grund des Sozialstaatsprinzips erforderlich scheinen lassen?
- Ist die Förderung von Verhaltensänderungen zum aktiven Umgang mit Klimaveränderungen langfristig günstiger als die Förderung von passiven Maßnahmen zum Schutz vor Klimaveränderungen?
- Wird auf lange Sicht hin die Förderung der Verbreitung bestimmter „Anpassungstechnologien“ erforderlich – ohne die bestimmte Technologien nicht zur Marktreife kämen?
- Wie lassen sie Politikinstrumente konzipieren, die bei Individuen Anreize zur Durchführung von Anpassungsmaßnahmen setzen, die sowohl einen privaten Nutzen haben als auch zu einem öffentlichen Gut beitragen – wie im Fall der Förderung von Dachbegrünung, die sowohl die Abgaben des Einzelnen verringert als auch die öffentliche Infrastruktur entlastet.

## **8 Arbeitspaket 2.2: Identifizierung von zentralen Instrumenten**

Zielstellung dieses Kapitels ist die systematische Identifikation von Stärken und Schwächen bestehender zentraler Förderinstrumente zur Anpassung an den Klimawandel mittels eines nachvollziehbaren Bewertungssystems. Auf diese Weise sollen sowohl konkrete Optimierungsmöglichkeiten für bestehende Programme aufgezeigt werden, als auch Ansätze guter Praxis für die mögliche Entwicklung neuer Förderprogramme im Bereich Anpassung an den Klimawandel herausgearbeitet werden. Im Kontext des gesamten Projekts bildet dieser Schritt die Grundlage, um in der Folge (in Kapitel 9) politische Empfehlungen zur Weiterentwicklung bestehender und Einrichtung neuer Instrumente zur Förderung von Anpassung zu entwickeln. Die vorliegenden Analysen knüpfen an vorangegangene Arbeiten im Projekt an, vornehmlich an die Zusammenstellung von existierenden Förderprogrammen mit Relevanz für Anpassung (Kapitel 7), die Übersicht zu vorhandenen Daten über Klimafolgekosten in unterschiedlichen Handlungsfeldern (Kapitel 3.1) sowie die kriterienbasierte Bewertung unterschiedlicher Arten von Politikinstrumenten zur Anregung des Umgangs mit Klimaveränderungen (Kapitel 5).

Die Struktur des Kapitels gestaltet sich wie folgt: Kapitel 8.1 des Berichts beschreibt das methodische Vorgehen, begründet die Auswahl der zu untersuchenden Förderprogramme und beschreibt die heranzuziehenden Analyse Kriterien sowie die zu ihrer Bewertung verwendeten Indikatoren. Hieran anknüpfend werden in Kapitel 8.2 die ausgewählten Programme analysiert. Kapitel 8.3 leitet übergreifende Schlussfolgerungen ab, die sich aus der Analyse der verschiedenen Förderprogramme ergeben.

### **8.1 Methodik, Auswahl von Förderprogrammen und Bewertungskriterien**

Dieser Abschnitt begründet die Vorauswahl der zu untersuchenden Förderprogramme und leitet die anzuwendenden Bewertungskriterien sowie die diesen zugrundeliegenden Indikatoren ab. Wie oben dargelegt, ist das Ziel von Kapitel 8 die Identifikation von Stärken und Schwächen zentraler Förderinstrumente zur Anpassung an den Klimawandel mittels eines nachvollziehbaren Bewertungssystems. Angesichts der Vielzahl von Förderprogrammen mit zumindest indirektem Bezug zur Anpassung wird zunächst eine Vorauswahl in Betracht zu ziehender Programme durchgeführt (Kapitel 8.1.1). Anschließend werden die so ermittelten Programme hinsichtlich der in Kapitel 8.1.2 festgelegten Kriterien analysiert (Kapitel 8.2).

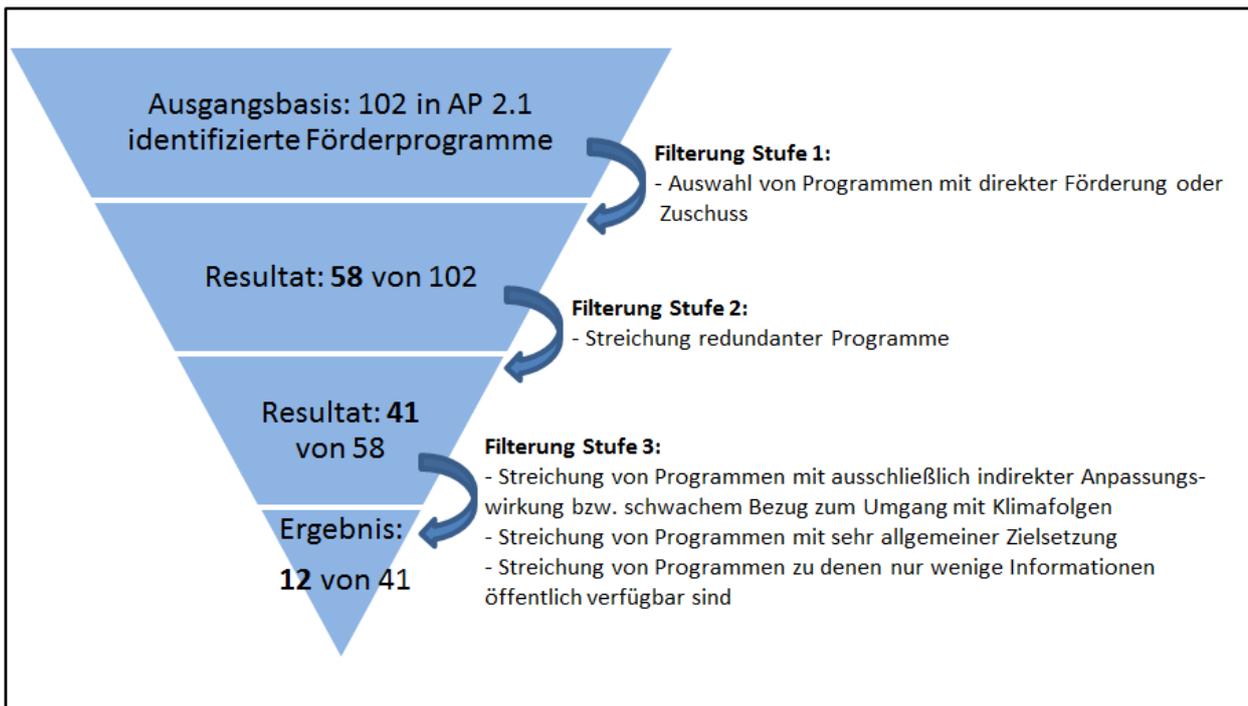
#### **8.1.1 Auswahl von zu untersuchenden Förderprogrammen**

Die Basis der Untersuchung von Förder- und Anreizinstrumenten für die Anpassung an den Klimawandel bildet eine umfangreiche Recherche für den deutschen Raum, die 102 solcher Förderprogramme identifizierte (siehe Kapitel 7, eine Auflistung der 102 identifizierten Programme befindet sich im Anhang dieses Berichts, Kapitel 11). Eine umfassende Analyse all dieser Instrumente scheint aus mehreren Gründen nicht sinnvoll, da sich insbesondere auf der Ebene der Bundesländer einige Programme in ihrer Ausrichtung stark ähneln. Dies bedeutet, dass auch einige Analysen entsprechend sehr ähnlich wären. Hinzukommt, dass in der Menge der 102 Programme die Relevanz für die Förderung der Umsetzung von Anpassung stark variiert, d.h. bei einigen Programmen ist das Thema zentral, andere Programme behandeln es indirekt und nur am Rande. Einige Programme haben nur sehr allgemeine Zielsetzungen. Zudem ist die Verfügbarkeit von Informationen über die jeweiligen Förderprogramme sehr

unterschiedlich ausgeprägt. Eine Analyse einzelner Programme ist jedoch nur bei einem gewissen Mindestmaß an Informationen möglich.

Folglich wird eine Auswahl aus der Gruppe der 102 identifizierten Programme getroffen, die in der Folge eine tiefgehende und zielgerichtete Analyse ermöglicht. Hierbei wird wie folgt vorgegangen:

Abb. 33: Dreistufiger Auswahlprozess der zu untersuchenden Förderprogramme (© Eigene Darstellung)



Die Filterung der Rechercheergebnisse erfolgte in drei Stufen, die im ersten Schritt alle Programme aussortierte, die keine direkte Förderung oder Zuschüsse darstellten. So werden in den weiteren Analysen bspw. Programme nicht berücksichtigt, die Förderung über vergünstigte Kredite oder Bürgschaften vorsehen. Im zweiten Schritt wurden Programme, die sich stark ähneln auf je einen Repräsentanten dieser Programme reduziert, denn gerade auf der Ebene der Bundesländer zeigten sich viele ähnliche Programme, etwa zur Energieeffizienz. Im dritten Schritt wurde die Auswahl auf die Programme eingeschränkt auf solche, die eine klare Zielsetzung und hohen Anpassungsbezug haben sowie gut dokumentiert sind. Dies führt zu der **Auswahl folgender zwölf Förderinstrumente**, die in Kapitel 8.2 untersucht werden<sup>42</sup>:

- Bundesprogramm Biologische Vielfalt
- Klimaschutz-Plus – allgemeiner Programmteil

<sup>42</sup> Das Förderprogramm „Förderung von Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels“ des BMU wurde an dieser Stelle nicht berücksichtigt, da es letztlich mit seinen drei Förderschwerpunkten (Anpassungskonzepte für Unternehmen, Bildungsangebote und kommunale Leuchtturmvorhaben inkl. pilothafter Umsetzung) eine so vielfältige Ausrichtung hat, dass bei der Bewertung entweder praktisch drei Programme bewertet werden müssten oder starke Verallgemeinerungen bei den Bewertungen hätten vorgenommen werden müssen.

- Dorferneuerung
- Energieeffizient Sanieren – Investitionszuschuss
- Förderung der Fischerei und Fischwirtschaft in Mecklenburg-Vorpommern
- Neufassung der forstlichen Förderrichtlinie in NRW
- Förderung öffentlicher Tourismusingfrastruktureinrichtungen
- Förderung wasserwirtschaftlicher Vorhaben
- Hochwasserschutz im Binnenland
- Maßnahmen zur Gewässerentwicklung und zum Hochwasserschutz
- Nationale Klimaschutzinitiative – Klimaschutzprojekte in sozialen, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen: Teilkonzept Anpassung an den Klimawandel
- Städtebauförderung – Stadtumbau West

Unter diesen Programmen finden sich auch einige mit nur implizitem Bezug zur Anpassung an den Klimawandel, d.h. dass der Umgang mit Klimafolgen dort nicht direkt thematisiert wird, z. B. in „Klimaschutz-Plus – allgemeiner Programmteil“. Da die betreffenden Programme sich jedoch auch für die Förderung von Anpassungsaktivitäten eignen, z.B. beim Wärmeschutz von Gebäuden über Dämmung, und mögliche Anregungen für die Entwicklung neuer Förderprogramme enthalten können, sind sie trotz implizitem Bezug Teil dieser Analyse. Im Vergleich mit den bereits aussortierten Förderprogrammen ist der Anpassungsbezug bei den ausgewählten Programmen noch vergleichsweise hoch.

Insgesamt führt die Filterung zu einer Auswahl mit leichten inhaltlichen Schwerpunkten auf den DAS-Handlungsfeldern Hochwasserschutz, Wasserwirtschaft und Bauwesen, berücksichtigt aber auch andere DAS-Handlungsfelder wie biologische Vielfalt, Wald- und Forstwirtschaft, Boden, Tourismus, Industrie und Gewerbe sowie Raum-, Regional- und Stadtplanung. Kaum Berücksichtigung finden in der Auswahl hingegen die DAS-Handlungsfelder menschliche Gesundheit, Verkehr und Verkehrsinfrastruktur sowie Küstenschutz. Keine Relevanz haben die ausgewählten Programme für die beiden DAS-Handlungsfelder Finanzwirtschaft und Bevölkerungsschutz. Eine ähnliche Verteilung findet sich bereits in der Grundgesamtheit der 102 Förderprogramme.

### **8.1.2 Bewertungskriterien und zugehörige Indikatoren**

Bei der folgenden Analyse der zwölf ausgewählten Förderprogramme wird auf die Mehrzahl der in Kapitel 5.1.1 genannten Kriterien zur Untersuchung unterschiedlicher Politikinstrumente zurückgegriffen. Lediglich das Kriterium „Gleichheit“ wird nicht übernommen, denn die Verteilungswirkung der Förderprogramme („Gleichheit“) ließ bei erster Prüfung keine aufschlussreichen Schlussfolgerungen oder darüberhinausgehende Differenzierungen zu, da die Verteilungswirkung dieser staatlichen Förderprogramme meist sehr ähnlich gelagert ist.

Um den Charakteristika der hier zu analysierenden speziellen Gruppe von Politikinstrumenten – den Förderprogrammen – gerecht zu werden, wird das bisher verwendete Kriterienset zudem partiell erweitert. Darüber hinaus werden den einzelnen Kriterien jeweils Indikatoren zugeordnet, um die Interpretation und Operationalisierung der Kriterien möglichst transparent zu machen (siehe Tab. 19). Nachdem die Erweiterung des Kriteriensets begründet und die

zusätzlichen Kriterien erläutert wurden, gibt dieses Kapitel einen Kurzüberblick hinsichtlich der verwendeten Indikatoren zur Beurteilung der unterschiedlichen Kriterien. Dabei wurde Wert auf eine möglichst genaue Abgrenzung der Indikatoren untereinander gelegt.

Tab. 19: Bewertungskriterien (© Eigene Darstellung)

| Kriterium                            | Indikatoren   |
|--------------------------------------|---|
| Notwendigkeit staatlichen Handelns   | Adressierung von Marktversagen  |
| Zeitliche Dringlichkeit              | zeitliche Dringlichkeit   |
| Kosteneffizienz                      | volkswirtschaftlicher Nutzen<br>volkswirtschaftliche Kosten<br>kostengünstigste Alternative zur Erreichung eines gegebenen Anpassungsziels<br>dynamische Anreizwirkung    |
| Umweltverträglichkeit                | Förderung positiver externer Effekte (einschließlich Reduktion negativer externer Effekte)<br>Verursachung negativer externer Effekte                                     |
| Verwaltungsaufwand                   | Bei Antragsstellern sowie bei staatlichen Stellen anfallende Transaktionskosten   |
| Treffsicherheit (oder: Effektivität) | ursachenadäquate Korrekturmaßnahme des Versagens<br>Anforderungen an das staatliche Steuerungswissen<br>erfolgreiche Information und aktive Beratung von Förderempfängern |

Bei der Erweiterung des Kriteriensets wird u.a. auf eine Kriterien-Liste von Dose zurückgegriffen, welche im Rahmen einer Meta-Analyse von politik-, wirtschafts- und rechtswissenschaftlichen Ansätzen zur Bewertung von Politikinstrumenten entwickelt wurde (Dose 2008). Bezugnehmend auf Doses Ansatz ergänzt die Treffsicherheit<sup>43</sup> das Bewertungsschema für Förderinstrumente als weiteres Kriterium. Zudem wurde das Kriterium des Verwaltungsaufwandes eingeführt. Um die Kriterien möglichst transparent zu operationalisieren, wurden pro Bewertungskriterium ein bis vier Indikatoren gebildet.

Die Kriterien „Notwendigkeit staatlichen Handelns“, „Kosteneffizienz“ und „Umweltverträglichkeit“ wurden in dieser Form bereits in Kapitel 5.1.1 hergeleitet, worauf an dieser Stelle verwiesen sei. Lediglich die „Notwendigkeit staatlichen Handelns“ wurde dabei durch den Indikator „zeitliche Dringlichkeit“ ergänzt. Die anderen beiden Kriterien „Verwaltungsaufwand“ und „Treffsicherheit“ bedürfen hier jedoch einer systematischen Herleitung und näheren Erläuterung.

Verwaltungsaufwand entsteht vornehmlich bei dem Vollzug eines Förderprogramms. Er kann sowohl bei der öffentlichen Verwaltung als auch bei den Adressaten des Programms anfallen. Mit der Einbindung des Verwaltungsaufwands in die Analyse sollen entstehende Transaktionskosten berücksichtigt werden. Denn diese können im Kontext der Klimaanpassung einen hemmenden Faktor darstellen. Zudem werden die Transaktionskosten weder bei

<sup>43</sup> Oftmals wird Treffsicherheit auch mit dem Begriff der Effektivität bezeichnet (Dose 2008). Aufgrund der höheren Anschaulichkeit des Begriffs Treffsicherheit wird diese Bezeichnung im Folgenden jedoch favorisiert.

Betrachtung der fiskalischen Kosten noch von dem wohlfahrtsökonomisch hergeleiteten Kriterium der Kosteneffizienz berücksichtigt, was dazu führen kann, dass „eine Analyse schnell in das Ergebnis einmünde[t], dass eine bestimmte Maßnahme die allokativen Effizienz erhöhen würde, obwohl dies bei Einbeziehung aller Kosten nicht zutreffend ist“ (Dose 2008). Die durchgeführte Analyse von Förderprogrammen lässt nur eine qualitative Einschätzung des Verwaltungsaufwands zu.

Das neu hinzugefügte Kriterium der Treffsicherheit beschreibt das erwartete Ausmaß der Zielerreichung der jeweiligen Anreizinstrumente. Die Treffsicherheit kann auf einem Kontinuum von „perverse effects“ über „null effects“ bis hin zur vollständigen Zielerreichung wiedergegeben werden (Dose 2008). Perverse effects treten auf, wenn der Anreiz eine Wirkung entfaltet, die der intendierten diametral entgegensteht. Von null effects ist hingegen bei Nichtwirkung des Programms die Rede. Die Operationalisierung des Zielerreichungsgrades findet in der vorliegenden Analyse über drei Indikatoren statt. Zunächst wird geprüft, ob es sich um eine Maßnahme handelt, die die Ursache des zu korrigierenden Verhaltens adäquat adressiert oder, ob nur zusätzliche Anreize für das Zielverhalten geschaffen werden, ohne zugrundeliegende Barrieren zu beseitigen. Ebenfalls werden die Anforderungen des Instruments an das staatliche Steuerungswissen analysiert und dabei geprüft, ob das erforderliche Steuerungswissen in entsprechendem Ausmaß vorhanden ist. Abschließend nimmt der Indikator Information und Beratung die Implementation des Förderprogramms in den Fokus, indem überprüft wird, ob und in welchem Umfang die Adressaten über die Existenz des Anreizes informiert wurden und ob – insbesondere bei kleineren Organisationen als Förderempfängern – eine Beratung zu dem Programm angeboten wird.

Tab. 20: Erläuterung der Indikatoren (© Eigene Darstellung)

| Kriterium                          | Indikatoren                                      | Erläuterung   |
|------------------------------------|--|---|
| Notwendigkeit staatlichen Handelns | Adressierung von Marktversagen                   | Fördert das Programm anpassungsrelevantes Zielverhalten, bei dem davon auszugehen ist, dass tendenziell keine autonome, d.h. aus Eigeninteresse der jeweiligen Akteure ergriffene, Anpassung erfolgt oder erfolgen wird, da diesem Verhalten Formen des Marktversagens entgegenstehen – etwa aufgrund externer Effekte, Informationsmängeln, Transaktionskosten, begrenzter Rationalität oder mangelnder Anpassungskapazitäten?<br>Beispiel: Da niemand vom Nutzen großflächiger Hochwasserschutzmaßnahmen ausgeschlossen werden kann, kann aufgrund der Trittbrettfahrerproblematik eine Unterversorgung mit dem Gut des Hochwasserschutzes entstehen. Programme, die Hochwasserschutzmaßnahmen etwa in Landkreisen oder Kommunen fördern, können dazu beitragen, diese Form des Marktversagens zu kompensieren. |
| Dringlichkeit                      | zeitliche Dringlichkeit des staatlichen Handelns | Adressiert das Förderprogramm vorrangig a) planungsintensive Bereiche, in denen für die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen längere Zeiträume benötigt werden und/oder b) Bereiche, bei denen mit irreversiblen Verlusten durch den Klimawandel zu rechnen ist (etwa bei der Artenvielfalt)?<br>Beispiel: Im Bereich der Infrastrukturentwicklung, z.B. beim Ausbau von Abwassersystemen, ist aufgrund von Planung und Finanzierung mit langen Vorlaufzeiten für die Umsetzung zu rechnen. Sollen solche Infrastrukturen rechtzeitig gegenüber zukünftigen Klimaänderungen robust gemacht werden, besteht daher bereits heute ein gewisses Maß an Handlungsdruck.   |

|                       |  |   |
|-----------------------|--|---|
| Kosteneffizienz       | volkswirtschaftlicher Nutzen   | <p>Wie ist der voraussichtliche Nutzen des Förderprogramms gesamtwirtschaftlich zu beurteilen? Hierunter fallen etwa vermiedene Schadenskosten und positive externe Effekte.</p> <p>Beispiel: Ein Förderprogramm zur Renaturierung von Flussläufen kann Anrainer vor binnenseitigem Hochwasser schützen. Der volkswirtschaftliche Nutzen ließe sich daher aus den vermiedenen Schadenskosten potenzieller Hochwasserereignisse sowie den positiven externen Effekten – wie der Steigerung der Attraktivität des Gebietes für Naherholung oder die Erhöhung der Biodiversität – ermitteln.</p>   |
|                       | volkswirtschaftliche Kosten  | <p>Wie sind die gesamtwirtschaftlichen Kosten des Förderprogramms zu beurteilen? Hierzu zählen z.B. fiskalische Kosten des Förderprogramms oder negative externe Effekte.</p> <p>Beispiel: Ein Förderprogramm zur Wärmedämmung und Verschattung von Gebäuden kostet den Staat je nach Inanspruchnahme eine bestimmte Fördersumme. Außer im Falle einer Vollförderung schlagen sich auch die privaten Kosten der Förderempfänger in der volkswirtschaftlichen Kostenbetrachtung nieder.</p>  |
|                       | kostengünstigste Alternative zur Erreichung eines gegebenen Anpassungsziels                | <p>Handelt es sich bei dem analysierten Förderprogramm um die kostengünstigste Alternative zur Erreichung eines anvisierten Ziels oder der Erwirkung eines Zielverhaltens (nach Dose 2008)?</p> <p>Beispiel: Es wäre denkbar, dass das Ziel des klimarobusten Umbaus von Forsten in Deutschland für den Staat kostengünstiger über eine Informationskampagne zu den Risiken des Klimawandels für Wälder als über eine finanzielle Förderung des Umbaus zu erreichen wäre.</p>   |
|                       | dynamische Anreizwirkung   | <p>Dieser Indikator wird nicht im ursprünglichen Sinne interpretiert (Beschleunigung umwelttechnischen Fortschritts nach Dose 2008), sondern wie folgt ausgelegt: Setzt das Förderprogramm Anreize für die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen oder den Ausbau von Anpassungskapazität, die über einen Einmaleffekt hinausgehen (erweitert nach Tröltzsch et al. 2012)?</p> <p>Beispiel: Maßnahmen wie Dachbegrünung tragen durch ihre Absorptionsfähigkeit dazu bei, das Abwassersystem bei Starkniederschlägen zu entlasten. Eine kommunale Förderung dieser Maßnahme über eine Entlastung bei Abwassergebühren pro Quadratmeter Dachbegrünung setzt einen dynamischen Anreiz dafür, möglichst viel Begrünung umzusetzen.</p> |
| Umweltverträglichkeit | Förderung positiver externer Effekte (einschließlich Reduktion negativer externer Effekte) | <p>Werden durch das Förderprogramm Maßnahmen oder Aktivitäten gefördert, die zusätzliche positive Effekte generieren?</p> <p>Werden durch das Förderprogramm Maßnahmen oder Aktivitäten gefördert, die zusätzliche negative Effekte vermeiden, d.h. über das beim Kriterium Notwendigkeit bereits thematisierte Marktversagen im Bereich der Klimaanpassung hinaus?</p> <p>Beispiel: Das Anlegen von Grünanlagen als Maßnahme zur Vorbeugung gegenüber Hitzeinseleffekten in Großstädten bei Hitzewellen hat auch positive externe Effekte auf die Luftqualität in der Stadt.</p>   |
|                       | Verursachung negativer externer Effekte  | <p>Werden durch das Förderprogramm Maßnahmen oder Aktivitäten gefördert, die negative externe Effekte erzeugen?</p> <p>Beispiele: Maßnahmen wie Klimaanlagen in Privatwohnungen oder Dieselbetriebene Beschneiungsanlagen verursachen negative externe Effekte durch die Ableitung von Wärme in den öffentlichen Raum oder den Ausstoß von Treibhausgasen in die Atmosphäre.</p>  |

|                    |  |  |
|--------------------|--|--|
| Verwaltungsaufwand | Verwaltungsaufwand                                   | Ist der Vollzug des Förderprogramms voraussichtlich mit einem hohen Verwaltungsaufwand (Transaktionskosten) bei den Betroffenen und/oder der öffentlichen Verwaltung verbunden (Dose 2008)?<br>Beispiel: Zweistufige Förderprogramme, inklusive Wirtschaftlichkeitsnachweisen, für die zu fördernden Maßnahmen bedeuten sowohl für die Antragssteller als auch für die Verwaltung einen deutlich höheren Aufwand als einstufige Verfahren ohne Thematisierung der Wirtschaftlichkeit.  |
| Treffericherheit   | ursachenadäquate Korrekturmaßnahme des Versagens     | Adressiert das Förderprogramm die Ursache des identifizierten Marktversagens - anstatt sich auf die Behandlung von Symptomen zu beschränken?<br>Beispiel: Ein Programm zur Sicherung von Ökosystemdienstleistungen in einem sich wandelnden Klima finanziert zu diesem Ziel regionale Pilotprojekte. Dies lindert die Symptome des zugrundeliegenden Marktversagens - Überbeanspruchung von Ökosystemdienstleistungen - es adressiert jedoch keiner der Ursachen des Problems, nämlich z.B. die Tatsache, dass niemand von deren Nutzung ausgeschlossen werden kann bzw. nur in seltenen Fällen Entgelte dafür verlangt werden.  |
|                    | Anforderungen an das staatliche Steuerungswissen     | Wie hoch sind die Anforderungen an das Wissen des Steuerungsakteurs zur Ausgestaltung von Anreizen, so dass das gewünschte Ziel oder Zielverhalten erreicht wird? (nach Dose 2008)<br>Beispiel: Hat man das Ziel, die Verbreitung von Elementarschadensversicherungen unter Immobilienbesitzern in Deutschland über eine staatliche Förderung auf 95% zu erhöhen, bedarf es detailliertes Steuerungswissen darüber, wie hoch die Förderung sein muss, damit mehr Personen eine Versicherung abschließen ohne das es dabei zu Mitnahmeeffekten kommt. Bei einer rechtlichen Vorgabe für den Abschluss einer solchen Versicherung wäre deutlich weniger Steuerungswissen nötig, um das Zielverhalten herbeizuführen. |
|                    | Information und aktive Beratung von Förderempfängern | Wie ausführlich ist das Förderprogramm dokumentiert, wird es beworben und wird eine Beratung insbesondere für Antragssteller oder Förderempfänger angeboten?<br>Beispiel: Die Durchführung einer nationalen Konferenz zum Start eines deutschlandweiten Förderprogramms oder die Informierung potenzieller Förderempfänger über postalische Anschreiben sind gängige Maßnahmen zur Bewerbung von Programmen.   |

### 8.1.3 Vorgehen bei der Bewertung

Für jedes Kriterium werden abhängig vom Grad der Erfüllung die Einschätzungen gering (-), mittel (0) und hoch (+) vergeben.

Die in Tab. 20 beschriebenen Indikatoren dienen dabei als Basis für die Bewertung der fünf Kriterien. Deuten bei der Bewertung eines Förderprogramms alle Indikatoren unter einem Kriterium in die gleiche Richtung, wird die Bewertung des Kriteriums entsprechend festgelegt. Die Notwendigkeit staatlichen Handelns ist bspw. in jedem Falle als hoch (+) einzuschätzen, wenn sowohl Marktversagen adressiert wird, als auch eine gewisse Dringlichkeit vorliegt. Deuten die Indikatoren in unterschiedliche Richtungen, wird die Bewertung des Kriteriums im Text argumentativ abgeleitet. Alle Bewertungen und Argumentationen wurden von je zwei Anpassungsexperten von adelphi durchgeführt und anschließend von zwei Experten vom Zentrum für europäische Wirtschaftsforschung auf Plausibilität geprüft und ggf. geändert.

Es wird keine Tendenz angegeben, wenn Informationen zur Beurteilung des Erfüllungsgrades nicht in ausreichendem Maße vorliegen („k.A.“ für keine Angabe).

## 8.2 Bewertung ausgewählter Förderprogramme

Im Folgenden werden ausgewählte Programme entsprechend der dargelegten Kriterien und ihren Indikatoren analysiert. Die Förderprogramme finden sich in der Folge grob sortiert nach der Menge der über sie verfügbaren Informationen, beginnend mit den besonders gut dokumentierten Programmen.

### 8.2.1 Bundesprogramm Biologische Vielfalt

Mit dem Bundesprogramm Biologische Vielfalt fördert das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), vertreten durch das Bundesamt für Naturschutz (BfN), Maßnahmen, die dem Rückgang der Biodiversität in Deutschland entgegenwirken. Der Schwerpunkt liegt auf Arten in besonderer Verantwortung Deutschlands, Hotspots der biologischen Vielfalt in Deutschland, der Sicherung von Ökosystemdienstleistungen sowie weiteren Maßnahmen von besonderer repräsentativer Bedeutung für die Nationale Strategie zur Biologischen Vielfalt. Die Förderung der Anpassungsfähigkeit an den Klimawandel wird dabei explizit als ein Aspekt zur Sicherung von Ökosystemdienstleistungen genannt. Das Gesamtfördervolumen des Programms beträgt jährlich 15 Mio. €. Der Fördersatz liegt bei (in der Regel) höchstens 75% der zuwendungsfähigen Kosten. Die übrigen Kosten können auch durch Dritte getragen werden soweit der Eigenanteil (regelmäßig) 10% nicht unterschreitet. Förderberechtigt sind Unternehmen, Forschungseinrichtungen, Hochschulen, Kommunen, öffentliche Einrichtungen, Privatpersonen sowie Verbände und Vereinigungen.

Tab. 21: Bundesprogramm Biologische Vielfalt (© Eigene Darstellung)

| Indikator                                 | Ausprägung      | Erläuterung  |
|---|-----------------|--|
| <b>NOTWENDIGKEIT STAATLICHEN HANDELNS</b> |                 | +  |
| Adressierung von Marktversagen            | Ja              | Praktisch jeder profitiert von Ökosystemdienstleistungen (bspw. in Form von frischer Luft, klaren Badegewässern und Naturerfahrungen), die teils auch Anpassungsfunktionen übernehmen, wie im Falle renaturierter Flussläufe zum Hochwasser- bzw. Küstenschutz. Gleichzeitig handelt es sich in den meisten Fällen jedoch um ein öffentliches Gut, für das nicht gezahlt werden muss, weswegen dessen Allokation suboptimal ist. Folglich liegt in diesem Bereich ein Marktversagen und mithin eine Notwendigkeit staatlicher Steuerung vor. |
| <b>DRINGLICHKEIT</b>                      |                 | +  |
| Zeitliche Dringlichkeit                   | Mittel bis hoch | Der Verlust der biologischen Vielfalt ist ein kontinuierlicher Prozess, der durch den Klimawandel voraussichtlich beschleunigt wird. Insbesondere das Artensterben fordert bereits heute zum aktiven Gegensteuern auf, um unumkehrbare negative Effekte zu vermeiden.  |
| <b>KOSTENEFFIZIENZ</b>                    |                 | k.A.   |
| Volkswirtschaftlicher Nutzen              |                 | Die Datengrundlage reicht nicht aus, um den Nutzen seriös abschätzen zu können, vor allem, da in vorliegenden Schätzungen zu Habitatsverlusten (siehe Tröltzsch et al. 2012) der Wert von Ökosystemdienstleistungen und irreparable Schäden nicht berücksichtigt werden.   |
| Volkswirtschaftliche                      | Insgesamt       | Das jährliche Gesamtfördervolumen beträgt 15 Mio. €. Durch den   |

|  |                           |  |
|--|---------------------------|--|
| Kosten   | mindestens 20 Mio. € p.a. | Fördersatz von in der Regel höchstens 75% der zuwendungsfähigen Kosten ergeben sich mindestens 5 Mio. € zusätzliche erforderliche Mittel. Da das Programm einen breiten Fokus hat, ist es allerdings unklar, wie groß der Anteil der Mittel ist, die jährlich zur Förderung von Anpassung verwendet werden.  |
| Kostengünstigste Alternative zur Erreichung eines gegebenen Anpassungsziels                |                           | Keine ausreichenden Informationen verfügbar.   |
| Dynamische Anreizwirkung   | Nein                      | Das Programm enthält keine dynamische Anreizkomponente.  |
| <b>UMWELTVERTRÄGLICHKEIT</b>   |                           | <b>+</b>   |
| Förderung positiver externer Effekte (einschließlich Reduktion negativer externer Effekte) | Ja                        | Die Maßnahme fördert positive externe Effekte der Artenvielfalt. Bei der Wiederherstellung der Funktionen von Ökosystemen, z.B. durch die Verlegung von Straßen, kann es möglich sein, dass negative externe Effekte reduziert werden.   |
| Verursachung negativer externer Effekte  | Nein                      | Die Maßnahme verursacht keine umweltschädlichen negativen externen Effekte.  |
| <b>VERWALTUNGSaufWAND</b>  |                           | <b>0</b>   |
| Verwaltungsaufwand   | Mittel                    | Die Antragstellung und -bewilligung ist vergleichsweise komplex. Die Anzahl der (potentiellen) Antragsteller ist hingegen vergleichsweise gering.  |
| <b>TREFFSICHERHEIT</b>   |                           | <b>+</b>   |
| Ursachenadäquate Korrekturmaßnahme dieses Versagens  | Größtenteils nein         | Die finanzielle Förderung zum Erhalt der Schutzgebiete stellt keinen ursachenadäquaten Lösungsansatz dar, da diese nur an den Symptomen ansetzt, nicht an den tatsächlichen Problemen – z.B. der Tatsache, dass viele Ökosystemdienstleistungen kostenlos verfügbar sind und damit wenig Anreize für deren Bereitstellung bestehen. Die begleitenden Informations- und Kommunikationsmaßnahmen wirken hingegen ursachenadäquat in Hinblick auf existierende Unkenntnis in der Bevölkerung.   |
| Anforderungen an das staatliche Steuerungswissen   | Mittel                    | Im Sinne einer Richtungssteuerung sind Fördergegenstände vorgegeben, jedoch entsprechend einer Niveausteuerung keine konkreten Maßnahmen. Zudem reduziert der Eigenanteil das erforderliche Steuerungswissen.  |
| Information und Beratung von Förderempfängern  | Vorbildlich               | Das Programm ist in der BMWi-Förderdatenbank eingetragen. Es existiert eine eigene Webseite. Eine Auftakt- und drei Infoveranstaltungen mit jeweils 100 bis 500 Teilnehmern fanden statt. Zudem handelt es sich um einen sehr begrenzten Kreis von potentiellen Förderempfängern.<br>Auf der Programmwebseite finden sich FAQs, zwei Mustergliederungen und ein Musterfinanzierungsplan. Ansprechpartner sind mit telefonischem, elektronischem und postalischem Kontakt angegeben. Anfragen werden willkommen geheißen. Auch fand ein Workshop für Antragsteller mit ca. 50 Vertretern kommunaler Gebietskörperschaften, Naturschutzakteuren sowie Wirtschafts- und Sozialpartnern aus mehr als der Hälfte der 30 Hotspot-Regionen statt. |

Eindeutige Stärken des Programms sind dessen Notwendigkeit und Umweltverträglichkeit. Erstere zeichnet sich dadurch aus, dass das Förderprogramm ein typisches Marktversagen auf Basis des öffentlichen-Gut-Charakters von Biodiversität und den damit verbundenen Ökosystemdienstleistungen für Anpassung adressiert. Da private Akteure aufgrund der Trittbrettfahrerproblematik geringe Anreize zur Investition in diesem Bereich haben, ist die Notwendigkeit staatlichen Handelns hier gegeben. Zudem kann auch die zeitliche Dringlichkeit in diesem als mittel bis hoch bewertet werden. Die hohe Umweltverträglichkeit des Programms zeichnet sich dadurch aus, dass positive externe Effekte der Artenvielfalt gefördert, möglicherweise auch negative externe Effekte vermieden und keine umweltschädlichen externen Effekte verursacht werden. Auch die Treffsicherheit der Maßnahme ist insgesamt noch als positiv zu beurteilen. Dies lässt sich insbesondere auf die vorbildliche Information und Beratung der potenziellen Förderempfänger zurückführen, die auf unterschiedlichen Kanälen und anhand verschiedener Formate stattfindet.

In Hinblick auf den Verwaltungsaufwand ist das Programm neutral zu bewerten: Auf Seiten der Antragsteller ist zwar mit einem relativ hohen Zeitaufwand zu rechnen. Da es sich jedoch um einen recht eingeschränkten Kreis von Förderempfängern handelt, ist der Aufwand staatlicherseits als vergleichsweise gering zu bewerten.

Die Kosteneffizienz lässt sich hingegen nicht beziffern, da der volkswirtschaftliche Nutzen des Programms anhand der vorliegenden Quellen nicht fundiert abgeschätzt werden kann.

### 8.2.2 Klimaschutz-Plus - allgemeiner Programmteil

Das baden-württembergische Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr fördert, vertreten durch die landeseigene Klimaschutz- und Energieagentur und die Landesbank, im allgemeinen Teil des Programms Klimaschutz-Plus CO<sub>2</sub>-Minderungsprogramme, Beratungsprogramme und Modellprojekte, die zum Ziel haben, den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu senken. Förderberechtigt sind Unternehmen und Privatpersonen. Die Klimaanpassung wird nicht als explizites Ziel der Maßnahme genannt, jedoch werden u.a. der bauliche Wärmeschutz und die Klimatisierungslüftung gefördert. Die Förderung beträgt im CO<sub>2</sub>-Minderungsprogramm bis zu 15% der Investitionskosten bis zu einer Höhe von 100.000 €, im Beratungsprogramm 50% des Tagessatzes des externen Beraters, maximal 350 € pro Arbeitstag für bis zu fünf Arbeitstage, und bei Modellprojekten bis zu 50% der förderfähigen Mehr-Investitionen gegenüber einer konventionellen Ausführung des Vorhabens, maximal jedoch 200.000 €.

Tab. 22: Klimaschutz-Plus - allgemeiner Programmteil (© Eigene Darstellung)

| Indikator                                 | Ausprägung | Erläuterung   |          |
|---|------------|---|----------|
| <b>NOTWENDIGKEIT STAATLICHEN HANDELNS</b> |            |   | <b>0</b> |
| Adressierung von Marktversagen            | Eher nein  | Unter dem Gesichtspunkt der Anpassung wird hier implizit mit dem Wärmeschutz ein privates Gut gefördert. Damit adressiert das Programm kein vorliegendes Marktversagen. Es kann jedoch argumentiert werden, dass durch die Informationsfunktion des Programms Informationsmängel zur steigenden Notwendigkeit eines Wärmeschutzes bei Immobilienbesitzern abgebaut werden. Solche Informationsmängel könnten theoretisch zu einem Marktversagen führen. |          |
| <b>DRINGLICHKEIT</b>                      |            |   | <b>+</b> |

|   |                          |  |
|---|--------------------------|--|
| Zeitliche Dringlichkeit   | Eher hoch                | Die Langlebigkeit von baulichen Investitionen spricht dafür, frühzeitig die Bedingungen des zukünftigen Klimas zu berücksichtigen.   |
| <b>KOSTENEFFIZIENZ</b>  |                          | +  |
| Volkswirtschaftlicher Nutzen  | Hoch                     | Der volkswirtschaftliche Nutzen des Programms setzt sich aus dessen Nutzen für den Klimaschutz, dem Nutzen für die Klimaanpassung und dem weiteren Nutzen der getätigten Investitionen, der vor allem der Bau- und der Beratungsbranche zugutekommt, zusammen. Alle drei lassen sich ohne aufwändige Verfahren nicht quantifizieren. Jedoch kann – auch dank der Synergieeffekte – von einem hohen Nutzenniveau ausgegangen werden.  |
| Volkswirtschaftliche Kosten   | ca. 15,4 Mio. € jährlich | Das CO <sub>2</sub> -Minderungsprogramm löste 2008 Investitionen in Höhe von 14,4 Mio. € aus. Im Jahr 2009 betrug die Förderung für das Beratungsprogramm 390.106 € und die für Modellprojekte 112.712 €. Da der Bund lediglich die Hälfte der anfallenden Kosten des Beratungsprogramms übernimmt, fielen bei den Adressaten der Förderprogramme zusätzliche Kosten in Höhe von 390.106 € im Jahr 2009 an.  |
| Kostengünstigste Alternative zur Erreichung eines gegebenen Anpassungsziels           | Eher nein                | Andere Steuerungsinstrumente wie marktbasierende Instrumente (z.B. höhere Energiepreise, die eine Dämmung für Wärme- und Kälteschutz attraktiver machen würden) wären aufgrund reduzierter Transaktionskosten gesamtwirtschaftlich günstiger, wären politisch jedoch deutlich schwer durchsetzbar.   |
| Dynamische Anreizwirkung  | Teilweise                | Das CO <sub>2</sub> -Minderungsprogramm, das zwar nicht jedes Jahr aufgelegt wurde, aber den finanziell größten Teil des Förderprogramms ausmacht, enthält eine dynamische Anreizkomponente. Der Zuschuss richtet sich nach der Minderung der Treibhausgasemission. Die Förderung beträgt 50 € pro vermiedener Tonne CO <sub>2</sub> -Äquivalent und ist durch die gesamte Förderungssumme (s.o.) gedeckelt. Das Beratungsprogramm und die Modellprojekte enthalten keine dynamische Anreizkomponente. Wobei den Modellprojekten u.U. eine implizite dynamische Anreizwirkung unterstellt werden kann. |
| <b>UMWELTVERTRÄGLICHKEIT</b>  |                          | +  |
| Förderung positiver externer Effekte (inklusive Reduktion negativer externer Effekte) | mittel                   | Maßnahmen mit offensichtlichen positiven externen Effekten wie etwa Dachbegrünung sind nicht Teil des Förderprogramms. Negative externe Effekte in Form von Treibhausgasemissionen werden hingegen vermieden.  |
| Verursachung negativer externer Effekte   | Nein                     | Die Maßnahme verursacht keine umweltschädlichen negativen externen Effekte.  |
| <b>VERWALTUNGSaufWAND</b>   |                          | -  |
| Verwaltungsaufwand  | Hoch                     | Es handelt sich um eine komplexe Regelungskomponente. Zudem liegt die Bearbeitungsdauer laut dem Evaluationsbericht für 2009 bei durchschnittlich einem dreiviertel Jahr, was ein weiteres Indiz für einen hohen Verwaltungsaufwand darstellt.   |
| <b>TREFFSICHERHEIT</b>  |                          | -  |
| Ursachenadäquate Korrekturmaßnahme dieses Versagens                                   | Mittel                   | In Bezug auf den Aspekt der Klimaanpassung handelt es sich nur bedingt um einen ursachenadäquaten Lösungsansatz. Wenn man davon ausgeht, dass ein Informationsdefizit bei privaten Akteuren im   |

|  |          |   |
|--|----------|---|
|  |          | Wohnungssektor besteht, welches Betroffene von einer möglicherweise rational gebotenen Eigenvorsorge abhält, dann kommt das angebotene Beratungsprogramm diesem informatorischen Defizit eventuell teilweise entgegen.  |
| Anforderungen an das staatliche Steuerungswissen | Hoch     | Das erforderliche Steuerungswissen ist hoch, da im Sinne einer Richtungssteuerung größtenteils konkrete Maßnahmen vorgegeben sind.  |
| Information und Beratung von Förderempfängern    | Fraglich | Das Programm ist in der BMWi-Förderdatenbank eingetragen. Es wird zudem auf den Webseiten des Landesumweltministeriums, der Energieagentur Baden-Württemberg und der Landesbank dargestellt. Ob dies ausreicht, ist in Anbetracht der Heterogenität der Adressaten fraglich. Es werden Ansprechpartner mit telefonischem, elektronischem und postalischem Kontakt angegeben. Diese finden sich aber nicht zentral bei einer Institution. Zudem sind FAQs vorhanden. Ob dies ausreicht, ist angesichts der geringen Erfahrungen mit Förderprogrammen weiter Teile der Adressaten fraglich. |

Die Stärken des Programms sind dessen volkswirtschaftliche Kosteneffizienz und Umweltverträglichkeit. Die Kosteneffizienz ist durch vergleichsweise hohe Kosten gekennzeichnet, dem aber auch ein hoher Nutzen und eine effizienzsteigernde Wirkung – insbesondere durch die teilweise dynamische Anreizwirkung – gegenüberstehen. Die Umweltverträglichkeit der Maßnahme ergibt sich insbesondere durch die Vermeidung negativer externer Effekte der Treibhausgasemissionen.

Defizite des Programms sind im Verwaltungsaufwand sowie der Treffsicherheit zu sehen. Der Verwaltungsaufwand fällt hoch aus, da das Programm durch eine komplexe Regelung charakterisiert ist. Die Treffsicherheit fällt gering aus, da es sich eher nicht um eine ursachenadäquate Korrekturmaßnahme des Marktversagens handelt. Außerdem ist das erforderliche Steuerungswissen als hoch zu bewerten, weshalb sich die Festlegung der angemessenen Höhe des Anreizes schwierig gestaltet. Ebenso bergen die Bereitstellung von Informationen und die Beratung zu dem Instrument Defizite.

Die Notwendigkeit staatlichen Handelns ist als neutral zu bewerten. Dies liegt daran, dass das mögliche Problem des fehlenden Problembewusstseins für Anpassungsmaßnahmen im Gebäudebestand allenfalls indirekt behandelt wird. Gleichzeitig besteht jedoch eine gewisse zeitliche Dringlichkeit möglichst früh zu handeln, da es sich um langlebige Investitionen handelt.

### 8.2.3 Dorferneuerung

Mit dem Programm Dorferneuerung fördert das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Maßnahmen zur nachhaltigen Verbesserung der Lebens-, Wohn-, Arbeits- und Umweltverhältnisse auf dem Land. Dabei wird die Klimaanpassung als ein explizites Ziel benannt. Förderberechtigt sind Kommunen, öffentliche Einrichtungen, Privatpersonen sowie Verbände und Vereinigungen.

In der folgenden Analyse werden allein die anpassungsrelevanten Programmbestandteile betrachtet. Diese liegen im Förderbereich Ökologie, in dessen Rahmen zum einen die Renaturierung von Gewässern, die Anlage von naturnahen Dorfweihern sowie die Verringerung von Hochwassergefahren für den Ortsbereich und zum anderen die Förderung

der biologischen Vielfalt durch Erhaltung, Verbesserung und Schaffung von Lebensräumen für die heimische Tier- und Pflanzenwelt, von dorfgerechten Grünflächen und Grünzügen sowie die grünordnerische Einbindung des Dorfes in die umgebende Landschaft mit bis zu 60 Prozent der Kosten gefördert werden.

Tab. 23: Dorferneuerung (© Eigene Darstellung)

| Indikator  | Ausprägung      | Erläuterung   |      |
|--|-----------------|---|------|
| <b>NOTWENDIGKEIT STAATLICHEN HANDELNS</b>  |                 |   | +    |
| Adressierung von Marktversagen   | Ja              | Maßnahmen, die der Renaturierung von Gewässern, der Anlage von naturnahen Dorfweihern, der Verringerung von Hochwassergefahren für den Ortsbereich sowie dem Erhalt der biologischen Vielfalt dienen, fördern öffentliche Güter, bei denen niemand von der Nutzung ausgeschlossen werden kann. Aufgrund der Trittbrettfahrerproblematik kann also eine Unterversorgung mit diesen Gütern vorliegen. |      |
| <b>DRINGLICHKEIT</b>   |                 |   | +    |
| Zeitliche Dringlichkeit  | Mittel bis hoch | Das Artensterben und Hochwassergefahren stellen zunehmende Risikofaktoren bzw. wachsende Problembereiche dar, die teilweise mit frühzeitigen Investitionen adressiert werden müssen und beim Artensterben möglicherweise irreversible Folgen haben können.  |      |
| <b>KOSTENEFFIZIENZ</b>   |                 |   | k.A. |
| Volkswirtschaftlicher Nutzen   | -               | Der Nutzen in Bezug auf die Klimaanpassung liegt in einer reduzierten Hochwassergefährdung sowie verbesserten Bedingungen für die Anpassungsleistung wildlebender Tier- und Pflanzenarten und ist im Rahmen dieses Berichts nicht seriös quantifizierbar.   |      |
| Volkswirtschaftliche Kosten  | -               | Nicht ausreichend Informationen verfügbar   |      |
| Kostengünstigste Alternative zur Erreichung eines gegebenen Anpassungsziels                | -               | Nicht ausreichend Informationen verfügbar   |      |
| Dynamische Anreizwirkung   | Nein            | Das Programm enthält keine dynamische Anreizkomponente.   |      |
| <b>UMWELTVERTRÄGLICHKEIT</b>   |                 |   | +    |
| Förderung positiver externer Effekte (einschließlich Reduktion negativer externer Effekte) | Ja              | Die Maßnahme fördert positive externe Effekte der Artenvielfalt und des Hochwasserschutzes. Darüber hinaus adressiert die Maßnahme keine negativen externen Effekte.  |      |
| Verursachung negativer externer Effekte  | Nein            | Die Maßnahme verursacht keine umweltschädlichen negativen externen Effekte.   |      |
| <b>VERWALTUNGSaufWAND</b>  |                 |   | -    |
| Verwaltungsaufwand   | Hoch            | Die Verfahrensregeln gestalten sich komplex – insbesondere da ein begründeter Antrag erforderlich ist und eine Bürgermitwirkung gefordert wird.   |      |
| <b>TREFFSICHERHEIT</b>   |                 |   | -    |
| Ursachenadäquate Korrekturmaßnahme   | Größtenteils    | Die finanzielle Förderung zum Erhalt der Schutzgebiete stellt keinen ursachenadäquaten Lösungsansatz dar. Die begleitenden  |      |

|  |             |  |
|--|-------------|--|
| dieses Versagens                                 | nein        | Informations- und Kommunikationsmaßnahmen (s.u.) wirken hingegen ursachenadäquat in Hinblick auf existierende Unkenntnis in der Bevölkerung.   |
| Anforderungen an das staatliche Steuerungswissen | Eher gering | Im Sinne einer Richtungssteuerung sind zwar Fördergegenstände vorgegeben, entsprechend einer Niveausteuerung jedoch keine konkreten Maßnahmen. Zudem reduziert der hohe erforderliche Eigenanteil das erforderliche Steuerungswissen.  |
| Information und Beratung von Förderempfängern    | Ja          | Das Programm ist in der BMWi-Förderdatenbank eingetragen. Es wird zudem auf der Webseite zur Ländlichen Entwicklung in Bayern dargestellt. Zudem fand der Wettbewerb „Dorf Vital“ statt, der u.a. der Bewerbung des Förderprogramms diene. Es werden ein beispielhafter Ablaufplan, die Darstellung von Beispielprojekten, Broschüren zur Dorferneuerung und ein „Vitalitäts-Check“ angeboten. Jedoch sind online keine Ansprechpartner und auch keine (Muster-) Anträge auffindbar. |

Eindeutig positiv ist die Maßnahme in Hinblick auf ihre Umweltverträglichkeit zu bewerten, da sie positive externe Effekte in mehreren Handlungsfeldern, z.B. Artenvielfalt oder Hochwasserschutz, fördert und keine negativen externen Effekte verursacht. Auch die Notwendigkeit staatlichen Handelns ist gegeben. Sie ergibt sich vor allem aus der Adressierung von Marktversagen im Bereich der Ökologie und des Hochwasserschutzes. Zudem besteht für beide Fälle zumindest mittelfristig Handlungsbedarf.

Defizite des Programms sind im Verwaltungsaufwand und der Treffsicherheit zu sehen. Dabei schneidet der Verwaltungsaufwand deutlich negativ ab, weil hier ein begründeter Antrag, inklusive Bürgermitwirkung, vorgeschrieben ist. Negativ ist auch die Treffsicherheit zu beurteilen, da es sich größtenteils nicht um eine ursachenadäquate Korrekturmaßnahme handelt und das Programm Beratungsdefizite erkennen lässt.

Kein Urteil ist in Hinblick auf die Kosteneffizienz möglich, da hier zu einem Großteil der Indikatoren keine Daten vorliegen.

#### 8.2.4 Energieeffizient Sanieren – Investitionszuschuss

Mit dem Programm Energieeffizient Sanieren – Investitionszuschuss fördert die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) mit unterschiedlichen Fördersätzen bundesweit konkrete Maßnahmen zur CO<sub>2</sub>-Reduktion. Klimaanpassung wird dabei nur implizit gefördert, z.B. durch Wärmedämmung, die zu angenehmen Innenraumtemperaturen beiträgt und damit der Gesundheit während Hitzewellen zuträglich ist. Anpassung an den Klimawandel findet jedoch keine explizite Erwähnung im Programm. Zielgruppe sind Privatpersonen mit eigenem Wohnraum oder private Käufer von Immobilien.

Tab. 24: Energieeffizient Sanieren – Investitionszuschuss (© Eigene Darstellung)

| Indikator                          | Ausprägung | Erläuterung   |
|------------------------------------|------------|---|
| NOTWENDIGKEIT STAATLICHEN HANDELNS |            | 0   |
| Adressierung von Marktversagen     | Teilweise  | Unter dem Gesichtspunkt der Anpassung wird hier implizit mit dem Wärmeschutz ein privates Gut gefördert. Damit adressiert das Programm kein vorliegendes Marktversagen. Es kann jedoch argumentiert werden, dass durch die Informationsfunktion des Programms Informationsmängel zur steigenden Notwendigkeit eines |

|  |                 |   |
|--|-----------------|---|
|  |                 | Wärmeschutzes bei Immobilienbesitzern abgebaut werden. Solche Informationsmängel könnten theoretisch zu einem Marktversagen führen.   |
| <b>DRINGLICHKEIT</b>   |                 | <b>+</b>  |
| Zeitliche Dringlichkeit  | Eher hoch       | Die Langlebigkeit von baulichen Investitionen spricht dafür, frühzeitig die Bedingungen des zukünftigen Klimas zu berücksichtigen.  |
| <b>KOSTENEFFIZIENZ</b>   |                 | <b>k.A.</b>   |
| Volkswirtschaftlicher Nutzen   | -               | keine ausreichenden Informationen verfügbar   |
| Volkswirtschaftliche Kosten  | -               | keine ausreichenden Informationen verfügbar   |
| Kostengünstigste Alternative zur Erreichung eines gegebenen Anpassungsziels                | -               | keine ausreichenden Informationen verfügbar   |
| Dynamische Anreizwirkung   | Ja              | Der Fördersatz staffelt sich in Abhängigkeit von der erreichten Energieeffizienzklasse von 7,5% bis 20%. Gleiches gilt für den maximalen Förderbetrag (3.750 € bis 15.000 €).   |
| <b>UMWELTVERTRÄGLICHKEIT</b>   |                 | <b>+</b>  |
| Förderung positiver externer Effekte (einschließlich Reduktion negativer externer Effekte) | Ja              | Eine Förderung positiver externer Effekte findet nicht statt. Allerdings trägt die Maßnahme durch die Reduktion von Treibhausgasen zur Vermeidung negativer externer Effekte bei.   |
| Verursachung negativer externer Effekte  | Nein            | Die Maßnahme verursacht keine umweltschädlichen negativen externen Effekte.   |
| <b>VERWALTUNGS-AUFWAND</b>   |                 | <b>-</b>  |
| Verwaltungsaufwand   | Mittel bis hoch | Es handelt sich um eine recht komplexe Regelungskomponente. Zudem ist die Zahl der potentiellen Antragsteller sehr hoch.  |
| <b>TREFFSICHERHEIT</b>   |                 | <b>0</b>  |
| Ursachenadäquate Korrekturmaßnahme dieses Versagens  | Nein            | Das Programm enthält zwar über den Aspekt der Wärmedämmung implizit einen für Anpassung relevanten Teilbereich. Dieser Aspekt wird jedoch nicht aus Klimaanpassungsgründen verfolgt. Da keine expliziten Beratungsanstrengungen in diesem Bereich unternommen werden, handelt es sich auch um keinen ursachenadäquaten Lösungsansatz. Ursachenadäquat wäre es vielmehr, den Aspekt der Gebäudesanierung in Hinblick auf eine höhere Klimarobustheit (z.B. Verwendung robusterer Materialien, bessere Kühlung im Sommer etc.) mitzudenken. |
| Anforderungen an das staatliche Steuerwissen   | Eher gering     | Im Sinne einer Richtungssteuerung sind die Fördergegenstände vorgegeben, jedoch entsprechend einer Niveausteuerung keine konkreten Maßnahmen. Zudem reduziert der hohe Eigenanteil das erforderliche Steuerwissen.  |
| Information und Beratung von Förderempfängern  | Teilweise       | Das Programm ist in der BMWi-Förderdatenbank eingetragen. Es wird zudem auf der Webseite der KfW dargestellt. Ob dies ausreicht, ist in Anbetracht der Heterogenität der Adressaten fraglich. Die Webseite der KfW enthält neben einer Kurz- und Langfassung der Programmbeschreibung FAQs, eine kostenfreie Servicenummer sowie eine Darstellung des Antragsprozesses.   |

Positiv ist die Umweltverträglichkeit des Förderprogramms hervorzuheben. Dies ergibt sich daraus, dass die Maßnahme zur Verringerung negativer externer Effekte in Form von Treibhausgasemissionen beiträgt und keine negativen externen Effekte verursacht.

Negativ zu beurteilen ist der Verwaltungsaufwand des Programms, der mittel bis hoch ausfällt – insbesondere aufgrund der potenziell großen Zahl von Förderempfängern.

Neutral ist die Treffsicherheit sowie die Notwendigkeit staatlichen Handelns der Maßnahme zu beurteilen. Obwohl in Punkto ursachenadäquate Korrekturmaßnahme eher eine negative Bewertung angebracht erscheint, halten sich die anderen beiden Indikatoren weitestgehend die Waage. In Hinblick auf die Notwendigkeit staatlichen Handelns kann unter bestimmten Annahmen (s.o.) von der Adressierung eines Marktversagens ausgegangen werden. Die Dringlichkeit staatlichen Handelns kann als eher hoch eingeschätzt werden, da es sich bei Gebäuden meist um langlebige Werte handelt, deren Anpassung möglichst früh vorgenommen werden sollte.

Zur Kosteneffizienz lässt sich aufgrund der Datenlage keine abschließende Aussage treffen.

### 8.2.5 Förderung der Fischerei und Fischwirtschaft in Mecklenburg-Vorpommern

Das mecklenburg-vorpommersche Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz, vertreten durch das Landesförderinstitut Mecklenburg-Vorpommern (LFI) und das Landesamt für Landwirtschaft, Lebensmittelsicherheit und Fischerei, fördert die Verbesserung der Produktivität, Flexibilität, Effektivität und damit der wirtschaftlichen Chancen von Unternehmen der Fischerei und Fischwirtschaft im Land Mecklenburg-Vorpommern sowie die Weiterentwicklung der Infrastruktur in den Fischereihäfen, Anlandestellen und Fischereischutzhäfen und die Sicherung der nachhaltigen Entwicklung der Fischwirtschaftsgebiete (inkl. Aquakultur). Klimaanpassung wird damit implizit gefördert, z.B. vor dem Hintergrund des steigenden Meeresspiegels, ohne jedoch konkrete Erwähnung im Programm zu finden. Die Höhe der Förderung ist abhängig von der zu fördernden Maßnahme. Förderberechtigt sind Unternehmen, Kommunen, öffentliche Einrichtungen sowie Verbände und Vereinigungen.

Tab. 25: Förderung der Fischerei und Fischwirtschaft in Mecklenburg-Vorpommern (© Eigene Darstellung)

| Indikator                                 | Ausprägung  | Erläuterung   |
|---|-------------|---|
| <b>NOTWENDIGKEIT STAATLICHEN HANDELNS</b> |             | 0   |
| Adressierung von Marktversagen            | Variiert    | Bei der Förderung von Infrastruktur mit öffentlichem Guts-Charakter wie Anlandestellen kann ein mögliches Marktversagen adressiert werden. Die Förderung von Aquakultur als alternative zur Hochseefischerei kann durch Pfadabhängigkeiten bestehendes Marktversagen in der Fischerei adressieren. Andere Fördergegenstände wie sparsamere Motoren sind jedoch eindeutig private Güter. |
| <b>DRINGLICHKEIT</b>                      |             | -   |
| Zeitliche Dringlichkeit                   | Eher gering | Der Anstieg des Meeresspiegels erfolgt gerade an der Ostsee vergleichsweise langsam. Gleichzeitig handelt es sich jedoch bei Infrastruktur wie Fischereischutzhäfen um äußerst langlebige Infrastruktur. Andere Fördergegenstände, z.B. sparsamere Motoren, sind jedoch eher kurzlebig.   |

| KOSTENEFFIZIENZ  |                | k.A.   |
|--|----------------|--|
| Volkswirtschaftlicher Nutzen   | -              | Keine ausreichenden Informationen verfügbar  |
| Volkswirtschaftliche Kosten  | -              | Keine ausreichenden Informationen verfügbar  |
| Kostengünstigste Alternative zur Erreichung eines gegebenen Anpassungsziels                | -              | Keine ausreichenden Informationen verfügbar  |
| Dynamische Anreizwirkung   | Nein           | Das Programm enthält keine dynamische Anreizkomponente.  |
| UMWELTVERTRÄGLICHKEIT  |                | 0  |
| Förderung positiver externer Effekte (einschließlich Reduktion negativer externer Effekte) | Ja             | Die Förderung von Vorhaben, die negative Auswirkungen auf Ökosysteme vermeiden, insbesondere auf den Meeresboden, wirkt sich positiv auf den Artenschutz aus. Zudem trägt die Förderung sparsamerer Motoren zum Klimaschutz bei.   |
| Verursachung negativer externer Effekte  | Möglicherweise | Je nach Intensität der geförderten Aquakultur sind eventuell negative Effekte für Ökosysteme möglich, in denen diese Fischwirtschaft betrieben wird. Die Problematik der Überfischung ist aufgrund der bestehenden Quoten hier jedoch höchstwahrscheinlich kein Problem. |
| VERWALTUNGSaufWAND   |                | 0  |
| Verwaltungsaufwand   | Mittel         | Die Antragstellung und -bewilligung ist eher komplex. Die Anzahl der (potentiellen) Antragsteller ist hingegen vergleichsweise gering.   |
| TREFFSICHERHEIT  |                | -  |
| Ursachenadäquate Korrekturmaßnahme dieses Versagens  | Teilweise      | Die finanzielle Förderung stellt zumindest für möglicherweise vorliegendes Marktversagen im Bereich der Hafen-Infrastruktur und Pfadabhängigkeiten bei der Hochseefischerei einen ursachenadäquaten Lösungsansatz dar.   |
| Anforderungen an das staatliche Steuerungswissen   | Hoch           | Im Sinne einer Richtungssteuerung sind konkrete Fördergegenstände vorgegeben. Der vergleichsweise geringe Eigenanteil reduziert das erforderliche Steuerungswissen hingegen kaum.  |
| Information und Beratung von Förderempfängern  | Nein           | Das Programm ist in der BMWi-Förderdatenbank eingetragen. Es existiert keine eigene Webseite. Es finden sich zwar Kontaktdaten, aber es ist kein Ansprechpartner angegeben. Darüber hinaus ist online keine Begleitberatung vorhanden.                                   |

Bei der Umweltverträglichkeit halten sich positive und negative Aspekte voraussichtlich die Waage. Negativ ist die Treffsicherheit zu bewerten. Besonders die geringen Informations- und Beratungsangebote bezüglich des Förderprogramms ziehen diese Bewertung nach sich. Hinsichtlich der Notwendigkeit staatlichen Handelns ist anzumerken, dass eine übergreifende Beurteilung aufgrund der Vielfalt von Fördergegenständen schwierig ist.

Als neutraler Aspekt der Fischereiförderung ist der Verwaltungsaufwand zu verstehen, dem zwar eine komplexe Antragsstellung attestiert werden muss, der gleichzeitig jedoch durch eine vergleichsweise geringe Zahl von Antragsstellern charakterisiert ist.

In Hinblick auf die Kosteneffizienz lässt sich kein Urteil fällen, da sich die meisten Indikatoren angesichts der defizitären Datenlage nicht beurteilen lassen.

## 8.2.6 Neufassung der forstlichen Förderrichtlinie in NRW

Das nordrhein-westfälische Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz, vertreten durch den Landesbetrieb Wald und Holz NRW, fördert, ko-finanziert mit EU-Mitteln und Bundesmitteln aus der Förderung nach dem Gesetz über die Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ (GAK), die Umstrukturierung der Waldbestände mit dem Ziel der klimawandelgerechten Mischwaldbestände. Weitere Ziele sind die Sicherung der Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktion der Wälder, die Verbesserung der Produktions-, Arbeits- und Absatzbedingungen in der Forstwirtschaft sowie die Umsetzung von Naturschutzvorhaben im Wald unter besonderer Berücksichtigung von ausgewiesenen Schutzgebieten. Auslöser für die Neufassung der forstlichen Förderrichtlinie war der Sturm Kyrill.

Tab. 26: Neufassung der forstlichen Förderrichtlinie in NRW (© Eigene Darstellung)

| Indikator  | Ausprägung                           | Erläuterung   |          |
|--|--------------------------------------|---|----------|
| <b>NOTWENDIGKEIT STAATLICHEN HANDELNS: FORSTRICHTLINIE NRW</b>                             |                                      |   | <b>+</b> |
| Adressierung von Marktversagen   | Teilweise                            | Die Maßnahme adressiert teilweise Unkenntnis und psychologische Verhaltensbarrieren (begrenzte Rationalität), denn viele Waldbesitzer halten bei Wiederaufforstungen aus kurzfristigen ökonomischen Erwägungen an weniger klimarobusten Baumarten wie der Fichte und anderen Nadelhölzern fest. |          |
| <b>DRINGLICHKEIT</b>   |                                      |   | <b>+</b> |
| Zeitliche Dringlichkeit  | Hoch                                 | Der übliche Investitionszyklus in der Forstwirtschaft liegt im Bereich von Jahrzehnten, daher ist frühzeitige Anpassung sinnvoll. Zudem öffnete sich durch die während Sturm Kyrill erlittenen Schäden ein passendes Gelegenheitsfenster zur Aktivierung von Anpassung.                         |          |
| <b>KOSTENEFFIZIENZ</b>   |                                      |   | <b>0</b> |
| Volkswirtschaftlicher Nutzen   | Kurzfristig gering, langfristig hoch | Langfristig nimmt die Stabilität der Bestände durch die Maßnahme zu.  |          |
| Volkswirtschaftliche Kosten  | Kurzfristig hoch, langfristig gering | Kurz- und mittelfristig bedingt die Abkehr von der bisherigen Bewirtschaftung der Bestände Ertragseinbußen und schlechtere Betriebsergebnisse.  |          |
| Kostengünstigste Alternative zur Erreichung eines gegebenen Anpassungsziels                | Nein                                 | Die Umstrukturierung privater Waldbestände hin zu klimawandelgerechten Mischwaldbeständen mit Hilfe des Instruments der Information und Beratung wäre kostengünstiger.  |          |
| Dynamische Anreizwirkung   | Nein                                 | Das Programm enthält keine dynamische Anreizkomponente.   |          |
| <b>UMWELTVERTRÄGLICHKEIT</b>   |                                      |   | <b>+</b> |
| Förderung positiver externer Effekte (einschließlich Reduktion negativer externer Effekte) | Ja                                   | Das Programm fördert die Sicherung der Schutz- und Erholungsfunktion der Wälder. Zudem fördert die Maßnahme klimarobuste Wälder, welche weniger Raum für die Verbreitung von Schädlingen wie etwa den Borkenkäfer bieten.   |          |
| Verursachung negati-ver  | Nein                                 | Die Maßnahme verursacht keine umweltschädlichen negativen   |          |

|   |                       |  |
|---|-----------------------|--|
| externer Effekte                                    |                       | externen Effekte.  |
| <b>VERWALTUNGSaufWAND</b>                           |                       | -  |
| Verwaltungsaufwand                                  | Eher hoch             | Die Förderrichtlinie sieht viele unterschiedliche Fördergegenstände und Fördersätze vor, was sich negativ auf den Verwaltungsaufwand auswirkt.   |
| <b>TREFFSICHERHEIT</b>                              |                       | -  |
| Ursachenadäquate Korrekturmaßnahme dieses Versagens | Teilweise             | Die finanzielle Förderung stellt nur teilweise einen ursachenadäquaten Lösungsansatz für die Unkenntnis und psychologische Verhaltensbarrieren dar. Vielmehr müssten finanzielle Anreize mit Informations- und Beratungsinstrumenten gekoppelt werden.   |
| Anforderungen an das staatliche Steuerungswissen    | Hoch                  | Im Sinne einer Richtungssteuerung sind Fördergegenstände und teilweise auch konkrete Maßnahmen vorgegeben. In anderen Bereichen sind entsprechend einer Niveausteuerung hingegen lediglich Ziele vorgegeben.   |
| Information und Beratung von Förderempfängern       | Fraglich<br>Eher nein | Das Programm ist nicht in der BMWi-Förderdatenbank eingetragen. Es existiert keine eigene Webseite. Es finden sich jedoch ein Eintrag in der Tatenbank sowie eine Darstellung auf den Webseiten des Landesumweltministeriums und des Landesbetriebes Wald & Holz NRW.<br><br>In der Tatenbank sind Ansprechpartner und Kontaktdaten angegeben, auf den anderen Seiten hingegen nicht. Sonstige Unterstützung ist online nicht auffindbar |

Positiv fällt die Bewertung des Programms hinsichtlich Notwendigkeit staatlichen Handelns, Dringlichkeit und Umweltverträglichkeit aus. Die Notwendigkeit leitet sich dabei durch die Dringlichkeit und das Vorliegen von Marktversagen ab. Denn das Programm adressiert u.a. psychologische Verhaltensbarrieren von Waldbesitzern. Zeitliche Dringlichkeit ist gegeben, um bei den Aktivitäten im langfristig orientierten Sektor der Forstwirtschaft Klimaveränderungen möglichst frühzeitig zu berücksichtigen – so lange mögliche Schäden noch überschaubar sind. Die Umweltverträglichkeit fällt durch die Förderung positiver und Vermeidung negativer externer Effekte ebenfalls sehr gut aus. In erster Linie fördert das Programm die Erholungs- und Schutzfunktion der Wälder.

Nachteile sind hinsichtlich des Verwaltungsaufwands sowie der Treffsicherheit auszumachen. Der Verwaltungsaufwand fällt eher hoch aus, da die Förderrichtlinie viele unterschiedliche Fördergegenstände und Fördersätze vorsieht. Die Treffsicherheit fällt angesichts hoher Anforderungen an das Steuerungswissen, einer fraglichen Informiertheit der Adressaten und eher schlechter Beratungsangebote negativ aus.

Neutral ist lediglich das Kriterium der Kosteneffizienz zu bewerten. Für die Kosteneffizienz spricht, dass der langfristige Nutzen die Kosten voraussichtlich übersteigt. Allerdings handelt es sich bei der Maßnahme keineswegs um die kostengünstigste Alternative.

### 8.2.7 Förderung öffentlicher Tourismusinfrastruktureinrichtungen

Das baden-württembergische Wirtschaftsministerium, vertreten durch die jeweils zuständigen Regierungspräsidien, fördert öffentliche Tourismusinfrastruktureinrichtungen mit dem speziellen Schwerpunkt sanfter Tourismus und den übergreifenden Zielen, die Qualität sowie wirtschaftliche und ökologische Nachhaltigkeit öffentlicher

Tourismusinfrastruktureinrichtungen zu stärken, die touristische Entwicklung strukturschwacher Gebiete zu unterstützen sowie den Erholungs- und Freizeitwert der Tourismusgemeinden und -regionen zu erhöhen. Die Klimaanpassung wird nicht explizit erwähnt, jedoch werden u.a. grundlegende Vorhaben zur Substanzerhaltung bei Tourismusinfrastruktureinrichtungen und saisonverlängernde Einrichtungen wie Hallen- und Freibäder gefördert. Die Höhe der Förderung richtet sich im Einzelnen nach der Art des Vorhabens. Zielgruppe sind Kommunen und öffentliche Einrichtungen.

Tab. 27: Förderung öffentlicher Tourismusinfrastruktureinrichtungen (© Eigene Darstellung)

| Indikator  | Ausprägung | Erläuterung  |
|--|------------|--|
| <b>NOTWENDIGKEIT STAATLICHEN HANDELNS</b>  |            |  |
| -  |            |  |
| Adressierung von Marktversagen   | Minimal    | Die Maßnahme fördert hauptsächlich die Bereitstellung privater Güter. Möglicherweise könnte es jedoch auch Unkenntnis und psychologische Verhaltensbarrieren adressieren, die zu einem Marktversagen beitragen, denn viele Akteure im Tourismus halten aus kurzfristigen ökonomischen Erwägungen an nicht klimarobusten Geschäftsmodellen fest. Letztlich werden zwar auch saisonverlängernde Maßnahmen gefördert, der Schwerpunkt liegt jedoch auf Tourismus als business as usual. |
| <b>DRINGLICHKEIT</b>   |            |  |
| 0  |            |  |
| Zeitliche Dringlichkeit  | Mittel     | Noch geht der Schneetourismus nicht signifikant zurück, mittelfristig besteht hier allerdings Handlungsbedarf.   |
| <b>KOSTENEFFIZIENZ</b>   |            |  |
| k.A.   |            |  |
| Volkswirtschaftlicher Nutzen   | -          | Kosten und Nutzen lassen sich nicht allgemein beziffern, da ein breites Maßnahmenset förderfähig ist. Vorliegende Studien beziehen sich immer auf konkrete Maßnahmen wie etwa Tröltzsch et al. (2012) auf die Präparierung von Pisten und den Ausbau von Radwegen.   |
| Volkswirtschaftliche Kosten  | -          | Keine ausreichenden Informationen vorhanden  |
| Kostengünstigste Alternative zur Erreichung eines gegebenen Anpassungsziels                | -          | Keine ausreichenden Informationen vorhanden  |
| Dynamische Anreizwirkung   | Nein       | Das Programm enthält keine dynamische Anreizkomponente.  |
| <b>UMWELTVERTRÄGLICHKEIT</b>   |            |  |
| 0  |            |  |
| Förderung positiver externer Effekte (einschließlich Reduktion negativer externer Effekte) | Nein       | Die Maßnahme internalisiert keine positiven externen Effekte. Allerdings benennt das Förderkonzept die Förderung des sanften Tourismus als ein Ziel. Bei Einhaltung und strenger Auslegung dieses Konzepts werden negative externe Effekte vermieden.  |
| Verursachung negativer externer Effekte  | Ggf. ja    | Zwar soll "sanfter Tourismus" ohne negative Einflüsse auf andere Standorte gefördert werden, was positiv zu bewerten ist, dennoch sind externe Effekte auf Umwelt und konkurrierende Standorte nicht auszuschließen. Zudem ist beim geförderten Einsatz von Schneekanonen und bei der Verlagerung von Skigebieten in höhere Gebirgsregionen, die nicht von der Förderung ausgeschlossen sind, mit negativen Konsequenzen für die Umwelt zu rechnen. Auch die                         |

|   |           |  |
|---|-----------|--|
|   |           | Förderung von normalerweise sehr energieintensiven Hallenbädern kann zu externen Effekten führen.  |
| <b>VERWALTUNGSaufWAND</b>                           |           | -  |
| Verwaltungsaufwand                                  | Hoch      | Der Verwaltungsaufwand fällt hoch aus, da die Fördersätze individuell festgelegt werden.   |
| <b>TREFFSICHERHEIT</b>                              |           | -  |
| Ursachenadäquate Korrekturmaßnahme dieses Versagens | Nein      | Die Maßnahme wirkt nicht ursachenadäquat. Denn das Programm dient nicht der Umwidmung, sondern der ("sanften") Intensivierung touristischer Einrichtungen.   |
| Anforderungen an das staatliche Steuerungswissen    | Mittel    | Im Sinne einer Richtungssteuerung sind Fördergegenstände vorgegeben, aber entsprechend einer Niveausteuerung keine konkreten Maßnahmen. Der sehr hohe Eigenanteil reduziert zudem das erforderliche Steuerungswissen.  |
| Information Beratung von Förderempfängern           | Teilweise | Das Programm ist in der BMWi-Förderdatenbank eingetragen. Es wird zudem auf der Webseite des Landwirtschaftsministeriums dargestellt. Es gibt einen 8-seitigen Flyer (nur als Download). Zudem sind Ansprechpartner mit telefonischem und Email-Kontakt angegeben. |

Keines der hier analysierten Kriterien kann für das vorliegende Förderprogramm positiv bewertet werden.

Negativ fällt bei der Bewertung hingegen die Notwendigkeit staatlichen Handelns, der Verwaltungsaufwand sowie die Treffsicherheit der Maßnahme aus. Die Notwendigkeit fällt vorrangig aufgrund der Unterstützung der Bereitstellung privater Güter gering aus. Außerdem ist nicht davon auszugehen, dass das Programm ein klimaanpassungsrelevantes Marktversagen adressiert. Der Verwaltungsaufwand schneidet in der Analyse schlecht ab, weil die Fördersätze jeweils individuell festgesetzt werden. Die Treffsicherheit wird u.a. deswegen negativ bewertet, weil fraglich erscheint, ob eine ausreichende Informierung über die Existenz des Programms innerhalb des Adressatenkreises erfolgt.

Die Umweltverträglichkeit hingegen ist neutral zu bewerten. Zwar werden keine positiven externen Effekte internalisiert, dafür werden negative externe Effekte ggf. vermieden, aber auch ggf. verursacht – abhängig von der Ausgestaltung der geförderten Maßnahmen. Denkbar sind negative externe Effekte z.B. durch den Einsatz von energieintensiven Schneekanonen oder der Verlagerung von Skigebieten in höher gelegene Gebiete. Die Dringlichkeit ist ebenfalls neutral zu sehen, da aktuell noch kein signifikanter Rückgang des Ski-Tourismus in Süddeutschland beobachtet werden kann.

### 8.2.8 Förderung wasserwirtschaftlicher Vorhaben

Das Land Baden-Württemberg, vertreten durch das jeweils zuständige Regierungspräsidium, fördert wasserbauliche und gewässerökologische Vorhaben sowie Maßnahmen zur Sicherstellung der öffentlichen Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung, um unzumutbar hohe Gebühren- und Beitragsbelastungen für die Bürger zu vermeiden. Die Klimaanpassung ist kein explizites Ziel des Förderprogramms, aber Vorhaben können gefördert werden, wenn sie dem Wohl der Allgemeinheit dienen und nach Art und Umfang aus wasserwirtschaftlichen oder gewässerökologischen Gründen erforderlich sind, was Anpassungsmaßnahmen (z.B. die Renaturierung von Flussgebieten mit Bereitstellung natürlicher Retentionsflächen) implizit einbezieht. Zudem werden Vorhaben des Objektschutzes gefördert, die als kostengünstigste

Lösung zur Optimierung der Hochwasserschutzvorhaben beitragen. Förderberechtigt sind Kommunen und öffentliche Einrichtungen. Die Höhe der Förderung richtet sich im Einzelnen nach der Art des Vorhabens.

Tab. 28: Förderung wasserwirtschaftlicher Vorhaben (© Eigene Darstellung)

| Indikator  | Ausprägung      | Erläuterung  |
|--|-----------------|--|
| <b>NOTWENDIGKEIT STAATLICHEN HANDELNS</b> +  |                 |  |
| Adressierung von Marktversagen   | Ja              | Die Maßnahme setzt Anreize für die verstärkte Bereitstellung von öffentlichen Gütern, etwa den Hochwasserschutz.   |
| <b>DRINGLICHKEIT</b> +   |                 |  |
| Zeitliche Dringlichkeit  | Mittel bis hoch | Zunahme der Hochwassergefahr ist bereits spürbar und wird fortschreitendem Klimawandel weiter zunehmen.  |
| <b>KOSTENEFFIZIENZ</b> k.A.  |                 |  |
| Volkswirtschaftlicher Nutzen   | -               | Keine ausreichenden Informationen verfügbar  |
| Volkswirtschaftliche Kosten  | -               | Keine ausreichenden Informationen verfügbar  |
| Kostengünstigste Alternative zur Erreichung eines gegebenen Anpassungsziels                | Eher ja         | Im erforderlichen Wirtschaftlichkeitsnachweis sind Alternativen darzustellen und zu bewerten, wobei die Auswahlgründe unter besonderer Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit zu dokumentieren sind.  |
| Dynamische Anreizwirkung   | Nein            | Das Programm enthält keine dynamische Anreizkomponente.  |
| <b>UMWELTVERTRÄGLICHKEIT</b> +   |                 |  |
| Förderung positiver externer Effekte (einschließlich Reduktion negativer externer Effekte) | Ja              | Die Förderung fördert positive externe Effekte von langfristigen Investitionen, welche die Wasser- und Abwasserentgelte der Nutzer reduzieren. Die Maßnahme adressiert hingegen keine negativen externen Effekte.  |
| Verursachung negativer externer Effekte  | Nein            | Die Maßnahme verursacht keine umweltschädlichen negativen externen Effekte.  |
| <b>VERWALTUNGSaufWAND</b> -  |                 |  |
| Verwaltungsaufwand   | Hoch            | Der Verwaltungsaufwand fällt hoch aus, da sehr viele unterschiedliche Fördersätze vorgesehen sind.   |
| <b>TREFFSICHERHEIT</b> -   |                 |  |
| Ursachenadäquate Korrekturmaßnahme dieses Versagens  | Nein            | Die Maßnahme wirkt nicht ursachenadäquat, da die Kapazitäten nur kurzfristig und maßnahmenbezogen erhöht werden.   |
| Anforderungen an das staatliche Steuerungswissen   | Hoch            | Es handelt sich um ein sehr differenziertes System von Fördersätzen, weshalb detailliertes Steuerungswissen erforderlich ist.  |
| Information und Beratung von Förderempfängern  | Gering          | Das Programm ist in der BMWi-Förderdatenbank eingetragen. Es wird jedoch nicht auf der Webseite des fachnahen Landesumweltministeriums dargestellt. Es sind keine Ansprechpartner und/oder Kontaktdaten angegeben, sondern lediglich ein allgemeiner Verweis auf die Regierungspräsidien. Dies liegt wiederum vielleicht daran, dass das Programm aus dem Jahr |

|  |  |              |
|--|--|--------------|
|  |  | 2009 stammt. |
|--|--|--------------|

Positive Aspekte des Programms liegen in der Notwendigkeit staatlichen Handelns, der Dringlichkeit, sowie in der Umweltverträglichkeit. Da die Maßnahme eine vermehrte Bereitstellung des öffentlichen Gutes Hochwasserschutz fördert, was zudem zukünftig eine erhöhte Relevanz zu bekommen verspricht, schneidet das Programm hier positiv ab. Eine weitere Stärke ist in der Umweltverträglichkeit zu sehen, die maßgeblich dank der Förderung positiver externer Effekte positiv ausfällt.

Schwächen des Programms finden der Verwaltungsaufwand sowie die Treffsicherheit. Der Verwaltungsaufwand fällt hoch aus, da eine starke Differenzierung unterschiedlicher Fördersätze vorgesehen ist. Die Treffsicherheit ist aufgrund hoher Anforderungen an das staatliche Steuerungswissen negativ zu bewerten. Zudem ist auch die gezielte Information und Beratung von Förderempfängern als gering zu bewerten.

Zur Kosteneffizienz liegen keine Daten für eine volkswirtschaftliche Kosten-Nutzen-Analyse vor.

### 8.2.9 Hochwasserschutz im Binnenland

Das niedersächsische Ministerium für Umwelt und Klimaschutz, vertreten durch den Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, und der Bremer Senator für Umwelt, Bau und Verkehr fördern den Hochwasserschutz im Binnenland, um so die nachhaltige Entwicklung insbesondere des ländlichen Raums zu stärken. Die Anpassung an den Klimawandel stellt kein explizites Ziel dar. Da Hochwasserschutz als klassisches Beispiel der Klimaanpassung gelten kann, sind die geförderten Maßnahmen in diesem Bereich jedoch auch als Klimaanpassungsmaßnahmen zu verstehen. Die Förderung bewegt sich zwischen 50 und 100 Prozent der Maßnahmenkosten. Förderberechtigt sind Unternehmen, öffentliche Einrichtungen, Privatpersonen sowie Verbände und Vereinigungen.

Tab. 29: Hochwasserschutz im Binnenland (© Eigene Darstellung)

| Indikator   | Ausprägung      | Erläuterung  |
|---|-----------------|--|
| <b>NOTWENDIGKEIT STAATLICHEN HANDELNS</b>                   |                 | +  |
| Adressierung von Marktversagen                              | Ja              | Beim Hochwasserschutz handelt es sich in der Regel um ein öffentliches Gut, von dessen Nutzen niemand ausgeschlossen werden kann. Die Ausnahme bilden rein objektbezogene Maßnahmen, etwa wasserdichte Tore für den Betriebshof eines Unternehmens, die in diesem Programm auch unter die Förderung fallen können. |
| <b>DRINGLICHKEIT</b>  |                 | +  |
| Zeitliche Dringlichkeit                                     | Mittel bis hoch | Zunahme der Hochwassergefahr ist in bereits spürbar und wird fortschreitendem Klimawandel weiter zunehmen.   |
| <b>KOSTENEFFIZIENZ</b>                                      |                 | k.A.   |
| Volkswirtschaftlicher Nutzen                                | -               | Keine ausreichenden Informationen verfügbar  |
| Volkswirtschaftliche Kosten                                 | -               | Keine ausreichenden Informationen verfügbar  |
| Kostengünstigste Alternative zur Erreichung eines gegebenen | Ungewiss        | Eine vorsorgende Raumplanung wäre ggf. kosteneffizienter.  |

|  |         |   |
|--|---------|---|
| Anpassungsziels  |         |   |
| Dynamische Anreizwirkung   | Nein    | Das Programm enthält keine dynamische Anreizkomponente.   |
| <b>UMWELTVERTRÄGLICHKEIT</b>   |         | <b>+</b>  |
| Förderung positiver externer Effekte (einschließlich Reduktion negativer externer Effekte) | Ja      | Das Programm fördert positive externe Effekte denn die Erfordernisse des Umwelt- und Naturschutzes sowie der Landschaftspflege sind bei Planung und Durchführung der Maßnahme zu berücksichtigen. Die Maßnahme adressiert keine Reduktion negativer externer Effekte.   |
| Verursachung negativer externer Effekte  | Nein    | Die Maßnahme verursacht keine umweltschädlichen negativen externen Effekte.   |
| <b>VERWALTUNGSAUFWAND</b>  |         | <b>-</b>  |
| Verwaltungsaufwand   | Hoch    | Der Verwaltungsaufwand fällt relativ hoch aus, da eine Beschreibung und Begründung der Maßnahmen inkl. einer Darstellung der Wirtschaftlichkeit der Baumaßnahme bei der Antragstellung erforderlich ist.  |
| <b>TREFFSICHERHEIT</b>   |         | <b>+</b>  |
| Ursachenadäquate Korrekturmaßnahme dieses Versagens  | Ja      | Die Förderung von Hochwasserschutzmaßnahmen wirkt ursachenadäquat.  |
| Anforderungen an das staatliche Steuerungswissen   | Mittel  | Im Sinne einer Richtungssteuerung sind Fördergegenstände vorgegeben, aber entsprechend einer Niveausteuerung keine konkreten Maßnahmen. Der teilweise nicht erforderliche Eigenanteil erhöht das erforderliche Steuerungswissen partiell.   |
| Information und Beratung von Förderempfängern  | Eher ja | Das Programm ist in der BMWi-Förderdatenbank eingetragen. Es wird auf den Webseiten des NLWKN und der NBank dargestellt und auf der Webseite des Niedersächsischen Umweltministeriums erwähnt. Es sind Ansprechpartner mit postalischen, elektronischen und telefonischen Kontaktdaten angegeben. Zudem sind auf der Webseite der NBank Anträge, Vorlagen und Hinweise zur Antragstellung und -begründung abrufbar. |

Positive Elemente des Programms sind dessen Notwendigkeit staatlichen Handelns, die Dringlichkeit, die Treffsicherheit sowie die Umweltverträglichkeit. Die Notwendigkeit ist bedingt durch die Tatsache, dass es sich beim Hochwasserschutz um ein typisches Beispiel eines öffentlichen Gutes handelt. Dringlichkeit ergibt sich aus der bereits spürbaren Zunahme von Hochwasserrisiken und Projektionen, die einen weiteren Anstieg bei fortschreitendem Klimawandel erwarten. Das positive Abschneiden der Umweltverträglichkeit ist darauf zurückzuführen, dass die Maßnahme durch die Berücksichtigung von Umwelt- und Naturschutzerfordernissen positive externe Effekte generiert. Die Treffsicherheit wird ebenfalls positiv beurteilt.

Als negativer Aspekt des Förderprogramms ist der Verwaltungsaufwand zu werten. Der Verwaltungsaufwand fällt hoch aus, da eine Beschreibung und Begründung der Maßnahmen inkl. einer Darstellung der Wirtschaftlichkeit der Baumaßnahme bei der Antragstellung erforderlich ist.

## 8.2.10 Maßnahmen zur Gewässerentwicklung und zum Hochwasserschutz

Das hessische Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz, vertreten durch das jeweils zuständige Regierungspräsidium, sowie die Wirtschafts- und Infrastrukturbank Hessen (WIBank) fördert Maßnahmen zur Wiederherstellung naturnaher Gewässer, Hochwasserschutzmaßnahmen und Vorhaben zur Beseitigung von Hochwasserschäden. Auch hier wird der Klimawandel oder die Anpassung an Klimafolgen nicht explizit erwähnt. Die Höhe der Förderung richtet sich nach der Art des Vorhabens und beträgt bis zu 85 Prozent der zuwendungsfähigen Kosten. Zielgruppe sind Kommunen, öffentliche Einrichtungen sowie Verbände und Vereinigungen.

Tab. 30: Maßnahmen zur Gewässerentwicklung und zum Hochwasserschutz (© Eigene Darstellung)

| Indikator  | Ausprägung      | Erläuterung   |
|--|-----------------|---|
| <b>NOTWENDIGKEIT STAATLICHEN HANDELNS</b>  |                 | +   |
| Adressierung von Marktversagen   | Ja              | Beim Hochwasserschutz handelt es sich in der Regel um ein öffentliches Gut, von dessen Nutzen niemand ausgeschlossen werden kann.   |
| <b>DRINGLICHKEIT</b>   |                 | +   |
| Zeitliche Dringlichkeit  | Mittel bis hoch | Zunahme der Hochwassergefahr ist in bereits spürbar und wird fortschreitendem Klimawandel weiter zunehmen.  |
| <b>KOSTENEFFIZIENZ</b>   |                 | k.A.  |
| Volkswirtschaftlicher Nutzen   | -               | Keine ausreichenden Informationen verfügbar   |
| Volkswirtschaftliche Kosten  | -               | Keine ausreichenden Informationen verfügbar   |
| Kostengünstigste Alternative zur Erreichung eines gegebenen Anpassungsziels                | -               | Keine ausreichenden Informationen verfügbar   |
| Dynamische Anreizwirkung   | Nein            | Das Programm enthält keine dynamische Anreizkomponente.   |
| <b>UMWELTVERTRÄGLICHKEIT</b>   |                 | +   |
| Förderung positiver externer Effekte (einschließlich Reduktion negativer externer Effekte) | Ja              | Das Programm fördert Maßnahmen mit positiven externen Effekten im Bereich des Hochwasserschutzes und der Biodiversität. Die Maßnahme adressiert hingegen keine negativen externen Effekte.  |
| Verursachung negativer externer Effekte  | Nein            | Die Maßnahme verursacht keine umweltschädlichen negativen externen Effekte, insbesondere da förderfähige Vorhaben Umweltschutz-, Naturschutz- und Landschaftspflegeerfordernisse zu berücksichtigen haben.  |
| <b>VERWALTUNGSAUFWAND</b>  |                 | -   |
| Verwaltungsaufwand   | Sehr hoch       | Der Verwaltungsaufwand fällt sehr hoch aus, da Abstimmungen zwischen den unteren Wasserbehörden, den Regierungspräsidien, drei beteiligten Landesministerien und der Investitionsbank Hessen notwendig sind. Zudem ist eine Kategorisierung und Priorisierung der Maßnahmen durch die Regierungspräsidien erforderlich. Darüber hinaus werden die Fördersätze individuell festgelegt. |

| TREFFSICHERHEIT                                     |         | +  |
|---|---------|--|
| Ursachenadäquate Korrekturmaßnahme dieses Versagens | Ja      | Die Internalisierung positiver externer Effekte des Hochwasserschutzes und der Biodiversität wirken ursachenadäquat.   |
| Anforderungen an das staatliche Steuerungswissen    | Mittel  | Im Sinne einer Richtungssteuerung sind Fördergegenstände vorgegeben, aber entsprechend einer Niveausteuerung keine konkreten Maßnahmen.  |
| Information und Beratung von Förderempfängern       | Eher ja | Das Programm ist in der BMWi-Förderdatenbank eingetragen. Es wird zudem auf der Webseite der Investitionsbank Hessen dargestellt. Ob diese Kanäle ausreichen ist ungewiss. Allerdings ist der Adressatenkreis auch vergleichsweise klein. Es sind Ansprechpartner mit elektronischen und telefonischen Kontaktdaten sowie Foto angegeben. Zudem sind Antrag und Formulare downloadbar. |

Eindeutig positiv zu bewertende Kriterien sind die Notwendigkeit staatlichen Handelns, die Dringlichkeit und die Umweltverträglichkeit des Programms. Die Notwendigkeit schneidet positiv ab, da es sich beim Hochwasserschutz um ein typisches öffentliches Gut handelt, bei dem mit Marktversagen zu rechnen ist. Ein staatlicher Eingriff zur Behebung dieses Problems scheint daher angebracht. Zudem erscheint die Dringlichkeit in Anbetracht der hohen Wahrscheinlichkeit zukünftig häufigerer Extremniederschläge und damit verbundenen Hochwasserereignissen zumindest mittelfristig hoch. Die hohe Umweltverträglichkeit lässt sich maßgeblich auf die Förderung von Maßnahmen mit positiven externen Effekten im Bereich Biodiversität zurückführen. Zudem verursacht das Programm vorrausichtlich keinerlei negative externe Effekte. Positive zu beurteilen ist ebenfalls die Treffsicherheit, u.a. da es sich um eine ursachenadäquate Korrekturmaßnahme hinsichtlich des Hochwasserschutzes handelt.

Einziger, wenn auch eindeutig, negativer Aspekt ist der Verwaltungsaufwand. Dieser fällt sehr hoch aus, da Abstimmungen zwischen den unteren Wasserbehörden, den Regierungspräsidien, drei beteiligten Landesministerien und der Investitionsbank Hessen notwendig sind. Darüber hinaus werden die Fördersätze jeweils individuell festgelegt.

### 8.2.11 Nationale Klimaschutzinitiative - Klimaschutzprojekte in sozialen, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen - Teilkonzept Anpassung an den Klimawandel

Mit dem Teilkonzept Anpassung an den Klimawandel zur Nationalen Klimaschutzinitiative fördert das Bundesumweltministerium, vertreten durch den Projektträger Jülich, Investitionen in den Klimaschutz. Spezieller Schwerpunkt des entsprechenden Teilkonzepts ist die Förderung kommunaler Klimaanpassungsstrategien. Zu diesem Zweck werden die Bestandsaufnahme der kommunalen Systeme und ihre Beeinflussung durch das Klima, die Identifizierung und Priorisierung konkreter Betroffenheiten, kommunale Gesamtstrategien für Klimawandelanpassung, Maßnahmenkataloge, Akteursbeteiligungen, Controllingkonzepte sowie Konzepte für die Öffentlichkeitsarbeit gefördert. Im Regelfall erfolgt die Förderung durch einen Zuschuss in Höhe von bis zu 50% der zuwendungsfähigen Ausgaben.

Tab. 31: Nationale Klimaschutzinitiative - Klimaschutzprojekte in sozialen, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen - Teilkonzept Anpassung an den Klimawandel (© Eigene Darstellung)

| Indikator                          | Ausprägung | Erläuterung |
|------------------------------------|------------|-------------|
| NOTWENDIGKEIT STAATLICHEN HANDELNS |            | +           |

|  |         |  |
|--|---------|--|
| Adressierung von Marktversagen   | Ja      | Durch die Förderung von Anpassungsstrategien adressiert das Förderprogramm Informationsmängel, die einer Anpassung an den Klimawandel entgegenstehen.  |
| <b>DRINGLICHKEIT</b>   |         | <b>0</b>   |
| Zeitliche Dringlichkeit  | Mittel  | Klima(folge)schäden nehmen mit fortschreitendem Klimawandel zu und werden vor allem auf der Ebene der Kommunen, also lokal, zu adressieren sein. Die Vorbereitung von Aktivitäten in dieser Richtung durch Anpassungsstrategien sollte möglichst früh erfolgen.  |
| <b>KOSTENEFFIZIENZ</b>   |         | <b>k.A.</b>  |
| Volkswirtschaftlicher Nutzen   | -       | Keine ausreichenden Informationen verfügbar  |
| Volkswirtschaftliche Kosten  | -       | Keine ausreichenden Informationen verfügbar  |
| Kostengünstigste Alternative zur Erreichung eines gegebenen Anpassungsziels                | -       | Keine ausreichenden Informationen verfügbar  |
| Dynamische Anreizwirkung   | Nein    | Das Programm enthält keine dynamische Anreizkomponente.  |
| <b>UMWELTVERTRÄGLICHKEIT</b>   |         | <b>+</b>   |
| Förderung positiver externer Effekte (einschließlich Reduktion negativer externer Effekte) | Eher ja | Bestandteile einer kommunalen Anpassungsstrategie können positive externe Effekte erzeugen, etwa wenn eine kommunale Vulnerabilitätsanalyse auch für weitere Akteure von Interesse ist. Zudem können die in einer Anpassungsstrategie vorgeschlagenen Maßnahmen potentiell weitere positive externe Effekte erzeugen. Die Maßnahme adressiert hingegen keine negativen externen Effekte.   |
| Verursachung negativer externer Effekte  | Nein    | Die Maßnahme verursacht keine umweltschädlichen negativen externen Effekte.  |
| <b>FISKALISCHE KOSTEN UND VERWALTUNGS-AUFWAND</b>  |         | <b>-</b>   |
| Verwaltungsaufwand   | Hoch    | Der Verwaltungsaufwand ist hoch einzuschätzen: eine Vorhabensbeschreibung und eine Kostenabschätzung sind bei Antragstellung erforderlich. Der Kreis der potentiellen Adressaten (Kommunen) ist recht groß.  |
| <b>TREFFSICHERHEIT</b>   |         | <b>0</b>   |
| Ursachenadäquate Korrekturmaßnahme dieses Versagens  | Ja      | Die Förderung der Erstellung von Anpassungsstrategien wirkt ursachenadäquat in Bezug auf bestehende Unkenntnis.  |
| Anforderungen an das staatliche Steuerungswissen   | Mittel  | Im Sinne einer Richtungssteuerung ist die Struktur der zu erstellenden Anpassungsstrategien vorgegeben, aber entsprechend einer Niveausteuerung ist deren konkrete Ausgestaltung offen gelassen.   |
| Information und Beratung von Förderempfängern  | Ja      | Das Programm ist in der BMWi-Förderdatenbank eingetragen. Es wird zudem auf den Webseiten des BMU, des PtJ, der Klimaschutzinitiative und des difu dargestellt. Für größere Kommunen mit einer ausdifferenzierteren Verwaltung dürfte dies ausreichend sein. Ob dies auch für kleinere Kommunen ohne Mitarbeiter in thematisch verwandten Zuständigkeitsbereichen gilt, ist hingegen fraglich. Auch die Aufnahme der Förderung von Anpassungsstrategien wurde kaum kommuniziert. Es sind Ansprechpartner mit Kontaktdaten angegeben. |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | Antragsmuster und Hinweise sind abrufbar. Änderungen der Richtlinie im Vergleich zum Vorjahr werden kompakt dargestellt. |
|--|--|--|

Positiv zu bewerten sind die Notwendigkeit staatlichen Handelns sowie die Umweltverträglichkeit des Programms. Da die Initiative vorhandene Verhaltensbarrieren in Form von Informationsmängeln – und damit eine mögliche Art des Marktversagens – innerhalb des Adressatenkreises adressiert, wird der erste Indikator erfüllt. Ausschlaggebend für eine positive Gesamtbewertung ist zudem die Tatsache, dass die zeitliche Dringlichkeit zumindest als mittel beurteilt werden kann. Die Umweltverträglichkeit ist insbesondere aufgrund der tendenziellen Förderung positiver externer Effekte und dem Nicht-Vorhandensein negativer Auswirkungen auf die Umwelt positiv zu bewerten. Positive externe Effekte können bei der Entwicklung kommunaler Anpassungsstrategien z.B. dadurch entstehen, dass die erarbeiteten Wissensgrundlagen in der Folge auch für andere Kontexte und für einen weiteren Adressatenkreis zur Verfügung stehen. Positiv ist das Programm ebenfalls in Hinblick auf die Treffsicherheit zu beurteilen.

Negativ schneidet das Programm bei der Betrachtung des Verwaltungsaufwandes ab. Dies hängt damit zusammen, dass sowohl eine Vorhabensbeschreibung als auch eine Kostenabschätzung bei Antragstellung abgegeben werden müssen. Zudem handelt es sich um einen relativ großen Kreis potenzieller Förderempfänger, was auf staatlicher Seite den Verwaltungsaufwand erhöht.

### 8.2.12 Städtebauförderung Stadtumbau West

Das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) fördert Vorhaben zur Anpassung der Städte an den demografischen und strukturellen Wandel. Förderberechtigt sind Städte in den alten Bundesländern. Spezielle Schwerpunkte des Programms sind Monitoring und Evaluierung im Stadtumbau, Industrie-, Verkehrs- und Militärbrachen im Stadtumbau West sowie Klimaschutz und -anpassung im Stadtumbau. Allerdings wurde die Förderung kaum für Klimaanpassungsmaßnahmen genutzt. Dies wird auch im Evaluationsbericht angemerkt. Der einzige Fall, in dem explizite Anpassungsmaßnahmen verwirklicht worden sind, ist Tübingen, das die Förderung für den Hochwasserschutz und für kommunale Fördermittel zur energetischen Sanierung einsetzte.

Tab. 32: Städtebauförderung (Stadtumbau West) (© Eigene Darstellung)

| Indikator                                 | Ausprägung | Erläuterung  |      |
|---|------------|--|------|
| <b>NOTWENDIGKEIT STAATLICHEN HANDELNS</b> |            |  | +    |
| Adressierung von Marktversagen            | Ja         | Das Förderprogramm fördert die Bereitstellung öffentlicher Güter, etwa den Hochwasserschutz oder den Stadtumbau in Richtung einer höheren Klimaresilienz.  |      |
| <b>DRINGLICHKEIT</b>                      |            |  | +    |
| Zeitliche Dringlichkeit                   | Hoch       | Klima(folge)schäden nehmen mit fortschreitendem Klimawandel zu und werden vor allem auf der Ebene der Kommunen, also lokal, zu adressieren sein. Die langen Planungshorizonte in der Stadtplanung lassen ein frühes Handeln dringend erscheinen. |      |
| <b>KOSTENEFFIZIENZ</b>                    |            |  | k.A. |
| Volkswirtschaftlicher Nutzen              | -          | Keine ausreichenden Informationen verfügbar  |      |

|  |          |   |
|--|----------|---|
| Volkswirtschaftliche Kosten  | -        | Keine ausreichenden Informationen verfügbar   |
| Kostengünstigste Alternative zur Erreichung eines gegebenen Anpassungsziels                | -        | Keine ausreichenden Informationen verfügbar   |
| Dynamische Anreizwirkung   | Ja       | Das Programm enthält indirekt dynamische Anreizkomponente: Der Einsatz der Fördermittel regt zudem nachweislich private Investitionen an. So ergab eine Befragung unter den Programmkommunen, dass sich private Investoren in zwei Dritteln der Kommunen stärker engagieren, darunter etwas stärker in den Großstädten.   |
| <b>UMWELTVERTRÄGLICHKEIT</b>   |          | <b>+</b>  |
| Förderung positiver externer Effekte (einschließlich Reduktion negativer externer Effekte) | Indirekt | Die Förderung trägt dazu bei, dass private Immobilienbesitzer durch anteilige private Investitionen bspw. die Wohnqualität der Umgebung steigern. Auf diese Weise unterstützt das Förderprogramm indirekt positive externe Effekte. Zudem vermeidet das Programm auch negative externe Effekte, indem Klimaschutzvorhaben gefördert werden.   |
| Verursachung negativer externer Effekte  | Nein     | Die Maßnahme verursacht keine umweltschädlichen negativen externen Effekte.   |
| <b>VERWALTUNGSAUFWAND</b>  |          | <b>-</b>  |
| Verwaltungsaufwand   | Hoch     | Der Verwaltungsaufwand ist hoch, da alle föderalen Ebenen einbezogen werden und eine qualitative Überprüfung der Anträge notwendig ist.   |
| <b>TREFFSICHERHEIT</b>   |          | <b>+</b>  |
| Ursachenadäquate Korrekturmaßnahme dieses Versagens  | Ja       | Die Förderung wirkt ursachenadäquat in Bezug auf bestehende Probleme beim Hochwasserschutz oder im Stadtklima.  |
| Anforderungen an das staatliche Steuerungswissen   | Gering   | Das erforderliche Steuerungswissen ist gering, da zunächst das lokal zu erstellende Konzept gefördert wird.   |
| Information und Beratung von Förderempfängern  | Ja       | Das Programm ist in der BMWi-Förderdatenbank eingetragen. Es wird zudem auf der Webseite des BMVBS dargestellt. Auch existiert eine eigene Programm-Webseite. Es existieren ein breites Internetangebot, ein Newsletter, mehrere Broschüren, 2 Veranstaltungen pro Jahr, Auswertungspapiere zu 8 Schwerpunktthemen sowie ein Leitfaden als Arbeitshilfe zum Thema Stadtumbau, zum Programm, zu Verfahren und zur Umsetzung. Zudem sind Ansprechpartner mit telefonischen, elektronischen und postalischen Kontaktdaten angegeben. |

Positive Aspekte des Programms sind dessen Notwendigkeit staatlichen Handelns, Dringlichkeit, Umweltverträglichkeit und Treffsicherheit. Die Notwendigkeit staatlichen Handelns stützt sich einerseits auf die Adressierung von Marktversagen aufgrund mangelnder Information in den Bereichen Hochwasserschutz und Stadtumbau. Aufgrund der langen Lebensdauer von geförderten Objekten ist auch eine hohe zeitliche Dringlichkeit zu verzeichnen. Das positive Abschneiden der Umweltverträglichkeit basiert auf der indirekten Förderung positiver externer Effekte und den Verzicht auf die Verursachung negativer externer Effekte. So ist z.B. davon auszugehen, dass die Förderung dazu beiträgt, dass private

Immobilienbesitzer durch anteilige private Investitionen die Wohnqualität der Umgebung steigern. Die Treffsicherheit fällt positiv aus, da von einer ursachenadäquaten Korrekturmaßnahme bezüglich Hochwasserschutz und Stadtklima gesprochen werden kann. Zudem ist das Programm durch geringe Anforderungen an das staatliche Steuerungswissen charakterisiert, da zunächst die lokal zu erstellenden Konzepte gefördert werden. Information und Beratung sind im Vergleich zu anderen Programmen ebenfalls sehr umfangreich.

Negativ ins Gewicht fällt bei der Analyse des Programms vor allem der Verwaltungsaufwand, da im Zuge des Förderantrags alle föderalen Ebenen miteinbezogen werden und eine qualitative Überprüfung der Anträge notwendig ist.

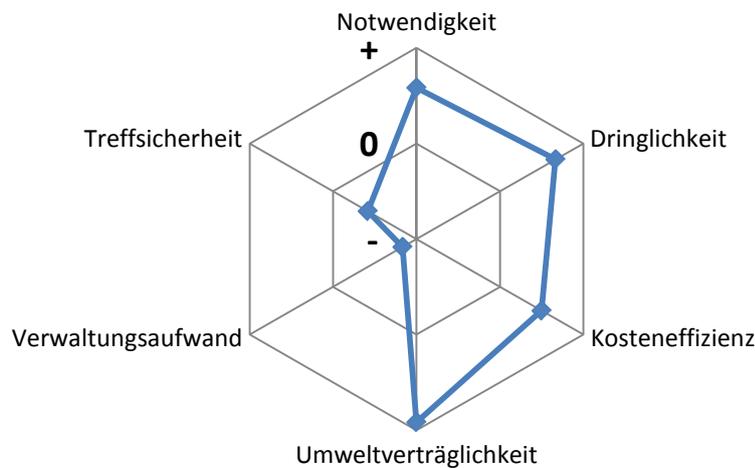
Nicht zu bewerten ist hingegen das Kriterium der Kosteneffizienz. Zu Kosten und Nutzen liegen keine Daten vor.

### **8.3 Übergreifende Schlussfolgerungen**

Anhand der in Kapitel 8.1 beschriebenen Methodik wurden im vorangegangenen Kapitel 8.2 zwölf ausgewählte Förderprogramme hinsichtlich der Kategorien „Notwendigkeit staatlichen Handelns“, „Kosteneffizienz“, „Umweltverträglichkeit“, „Verwaltungsaufwand“ sowie „Treffsicherheit“ bewertet. Abb. 34 gibt einen ersten Überblick über systematische Stärken und Schwächen der bestehenden Förderlandschaft im Bereich Anpassung an den Klimawandel. Die Graphik wurde auf Basis der arithmetischen Mittelwerte der vergebenen Werte der verschiedenen Förderprogramme erstellt. Aus Gründen der Darstellbarkeit wurden dazu den in Kapitel drei vergebenen qualitativen Zuordnungen (positiv, neutral, negativ) Zahlenwerte zugeordnet (-1; 0; +1). Dies dient lediglich dazu, zentrale Tendenzen aufzuzeigen und ist nicht im Sinne einer Quantifizierung zu verstehen. Das positive Abschneiden im Bereich der Kosteneffizienz sollte dabei äußerst kritisch gesehen werden, da eine Bewertung hier nur in drei von zwölf Fällen sinnvoll erschien.

Abb. 34: Mittelwerte über alle Förderprogramme hinweg (© Eigene Darstellung)

## Mittelwerte über alle Förderprogramme



Augenscheinlich ist zunächst, dass zehn von zwölf Programmen hinsichtlich „Umweltverträglichkeit“ gut – sowie sieben von zwölf hinsichtlich „Verwaltungsaufwand“ und sechs von zwölf hinsichtlich „Treffsicherheit“ schlecht – abschneiden.

Das äußerst positive Abschneiden hinsichtlich des Kriteriums der Umweltverträglichkeit ist wenig überraschend. Denn mit Ausnahme des Programms „Förderung öffentlicher Tourismusinfrastruktureinrichtungen“ widmen sich alle analysierten Programme vollständig oder in Teilaspekten Umwelt- oder Klimaschutzziele. In allen Fällen werden entweder positive externe Effekte erzeugt oder negative externe Effekte vermieden – teilweise auch beides. Mit Ausnahme des bereits erwähnten Programms verursacht zudem aller Voraussicht nach keines der Programme negative externe Effekte.

Auch die Kriterien der Notwendigkeit staatlichen Handelns sowie der Dringlichkeit schneiden vergleichsweise gut bei der übergreifenden Betrachtung über alle Förderprogramme ab. Nahezu alle Programme thematisieren zumindest indirekt Aspekte des Marktversagens bei der Bereitstellung bzw. Investition in Klimaanpassung aufgrund unterschiedlicher Anpassungsbarrieren. Bei der zeitlichen Dringlichkeit gestaltet sich die Ausprägung des Kriteriums ebenfalls bis auf eine Ausnahme neutral bzw. positiv. Ebenfalls herausstechend ist, dass fast alle untersuchten Programme hinsichtlich des Kriteriums Verwaltungsaufwand negativ abschneiden. Auch diese Erkenntnis ist nicht sonderlich überraschend. Überall dort, wo umfangreichere staatliche Fördergelder vergeben werden, ist mit aufwändigen Prüfverfahren zu rechnen, um etwa eine gewisse Hürde gegenüber Mitnahmeeffekten aufzubauen. Die Kehrseite davon ist der anfallende staatliche Verwaltungsaufwand, der der effizienten Verwendung knapper Mittel ebenfalls teilweise zuwider läuft.

Auch das Kriterium der Treffsicherheit schneidet in der Betrachtung aller Programme vergleichsweise schlecht ab. Dies ist maßgeblich darauf zurückzuführen, dass die Förderprogramme hinsichtlich der gezielten Information und aktiven Beratung ihres Adressatenkreises deutlich variieren. Außerdem adressieren viele der vorgestellten Förderprogramme nicht die Ursache von möglicherweise vorliegendem Marktversagen.

Es ist weiterhin von einem Zielkonflikt der beiden zuvor genannten Dimensionen auszugehen: eine Erhöhung der Treffsicherheit wird vermutlich den damit einhergehenden

Verwaltungsaufwand erhöhen. Ein geeigneter Lösungsweg könnte darin bestehen, die Treffsicherheit stattdessen durch eine Reduktion der Anforderungen an das staatliche Steuerungswissen zu erhöhen – etwa, indem ein größerer Eigenanteil bei den geförderten Akteuren vorausgesetzt wird, der diese Steuerungsleistung zumindest teilweise übernimmt oder aber indem ein zweistufiges Verfahren verfolgt wird, welches zunächst die Konzepterstellung und erst in einem separaten Schritt die eigentlichen Maßnahmen fördert.

Die übergreifende Bewertung des Kriteriums der Kosteneffizienz ist wenig aussagekräftig. In der Regel lassen sich allenfalls die direkten Kosten auf Seiten des Staates (d.h. Höhe der Fördersummen), aber selten bis nie der gesamtgesellschaftliche Nutzen von Anpassungsmaßnahmen beziffern (Tröltzsch et al. 2012). Der Querschnittscharakter von Klimaanpassung macht eine ökonomische Kosten-Nutzen-Betrachtung sehr komplex – insbesondere Annahmen über den zukünftigen Nutzen von vermiedenen Klimafolgeschäden sind nur unter großer Unsicherheit zu treffen. In nur einen Fall wurden unter den Förderprogrammen dynamische Anreizstrukturen identifiziert.

Die vorgenommenen Bewertungen und Schlussfolgerungen sollten stets vor dem Hintergrund zweier Herausforderungen bei der Analyse gesehen werden: Fast alle betrachteten Förderprogramme hatten multiple Gegenstände zur Förderung, was die übergreifende Bewertung des gesamten Programmes hinsichtlich eines Kriteriums (z.B. Umweltverträglichkeit) erschwert, wenn die einzelnen Fördergegenstände innerhalb des Programms dort unterschiedlich abschneiden würden (Förderung künstlicher Beschneidung eher negativ, Förderung von naturnahem Wandertourismus eher positiv). Darüber hinaus widmete sich keines der betrachteten Programme allein der Anpassung an den Klimawandel, was eine Bewertung hinsichtlich der Erreichung von Anpassungszielen verkompliziert.

## 9 Arbeitspaket 2.3: Handlungsempfehlungen

### 9.1 Bedeutung autonomer Anpassung

Da die Folgen des Klimawandels in der Regel lokal oder regional in unterschiedlicher Ausprägung auftreten und viele Vorsorgemaßnahmen nicht den Charakter öffentlicher Güter haben, ist Klimaanpassung in vielen Fällen nicht Aufgabe des Staates, sondern liegt im Entscheidungsbereich – aber auch im Eigeninteresse – privater Haushalte und Unternehmen (Mendelsohn 2000, 2006; Agrawala und Fankhauser 2008; Hecht 2009). Die Maßnahmen zum Umgang mit Klimaveränderungen, die nicht-staatliche Akteure aus Eigeninteresse ergreifen, werden als autonome Klimaanpassung bezeichnet. Theoretisch kann davon ausgegangen werden, dass private Akteure Maßnahmen in Ausmaß und Menge bis zu einem Umfang ergreifen, in dem der individuelle Grenznutzen der Anpassungsmaßnahme identisch mit den Grenzkosten aus individuell anfallenden Klimaschäden und Kosten der Anpassung ist – vorausgesetzt die Akteure sind rationale Akteure und perfekt informiert. Dieses Verhalten führt zu einem optimalen Anpassungsgrad gemäß dem privaten Nutzenkalkül einzelner Marktakteure. Doch führt dies auch zu einem gesamtgesellschaftlich effizienten Anpassungsniveau?

Man befindet sich bei einem gesamtgesellschaftlich effizienten Anpassungsniveau, wenn die Summe der Grenznutzen aller Marktakteure den Grenzkosten entspricht. Dies kann nur erreicht werden, wenn einige Bereiche der Anpassung im Verantwortungsbereich des Staates liegen. Denn der individuelle Handlungsanreiz, die Anpassungsleistung eigenverantwortlich zu erbringen, reicht nicht aus, wenn öffentliche Güter betroffen sind. Klassische Beispiele hierfür sind die Errichtung und Instandhaltung von Deichen oder der Schutz der Infrastruktur. Da niemand vom Nutzen solcher öffentlicher Güter ausgeschlossen werden kann und somit ein grundsätzlicher Anreiz zum Trittbrettfahren besteht, liegen i.d.R. nicht ausreichend Anreize für die Bereitstellung des Gutes durch einzelne Marktakteure vor. In der Folge kann es zu einem suboptimalen Schutzniveau kommen. Wohlfahrtssteigernd sollte der Staat die entsprechenden (Anpassungs)Güter entweder selber bereitstellen oder Anreize zur privaten Bereitstellung setzen, da ansonsten kein gesamtgesellschaftlich optimales Anpassungsniveau erreicht werden kann (Tompkins und Eakin 2011).

In der Realität gibt es allerdings eine Reihe von Barrieren für autonome Anpassung, die über die oben beschriebene Öffentliche-Gut-Problematik hinausgehen und in der neoklassischen Theorie teilweise nicht explizit berücksichtigt werden. Diese Barrieren können dazu führen, dass ohne weitere fördernde Maßnahmen ein suboptimales Anpassungsniveau erreicht wird, d.h. zusätzliche Anpassung die Wohlfahrt steigern könnte. Dies könnte ein Grund dafür sein, dass trotz bestehender Anreizprogramme Anpassungsaktivitäten in Deutschland noch nicht weit verbreitet sind. So haben bspw. nach aktuellen Angaben des Instituts der Deutschen Wirtschaft weniger als ein Viertel der Unternehmen (24%) bisher Anpassungsmaßnahmen ergriffen (Bardt et al. 2012).

Im Folgenden werden die wichtigsten dieser Barrieren diskutiert und jeweils Lösungsansätze aufgezeigt, wie der Staat trotz der Barrieren autonome Anpassung fördern kann.

Die Diskussion der Barrieren basiert auf zwei Säulen: einer Recherche und Auswertung der einschlägigen theoretischen Literatur inklusive des internationalen wissenschaftlichen Diskurses zum Thema sowie einer Rezeption thematisch verwandter empirischer Erhebungen

mit dem Fokus auf Deutschland. Die untersuchten Arbeiten entstammen der Wohlfahrtsökonomie, Verhaltensökonomie, Betriebswirtschaftslehre, kognitiven Psychologie und Verhaltenspsychologie sowie der Organisationsforschung. All diese Disziplinen bieten Ansätze zur Erklärung potentieller Hemmnisse für die autonome Klimaanpassung. Die folgende Problemanalyse bedient sich dieser Ansätze, Instrumente und Ergebnisse, indem typische Marktversagenstatbestände wie als Hemmnisse einer autonomen Klimaanpassung von Unternehmen analysiert werden. Über Marktversagen hinaus werden auch Staatsversagenstatbestände untersucht. Nachdem in Kapitel 9.2 Barrieren auf individueller Ebene analysiert werden, beschäftigt sich Kapitel 9.3 mit wichtigen Barrieren außerhalb des Individuums.

Anknüpfend an die Erörterung der Barrieren werden Optimierungspotenziale einer staatlichen Steuerung der autonomen Klimaanpassung – vornehmlich mit ökonomischen Instrumenten – diskutiert. Einige dieser Lösungsansätze wurden bereits in anderen Kapiteln dieses Berichts analysiert und bewertet. Im letzten Kapitel dieses Berichtsteils wird eine Shortlist von Lösungsansätzen erstellt, die aus Sicht der Autoren für eine tiefer gehende Analyse im Rahmen des parallel laufenden Forschungsvorhaben „Policy Mix“ in Frage kommen. Die Einschätzung basieren auf den Ergebnissen anderer Kapitel (insbesondere 5 und 8), der Relevanz der entsprechenden Barriere, den Erfolgsaussichten des jeweiligen Lösungsansatzes, autonome Anpassung trotz der Barrieren zu fördern, sowie weiteren Vor- und Nachteilen der diskutierten Maßnahme.

## **9.2 Individuelle Barrieren**

### **9.2.1 Finanzielle Barrieren**

Nur wer über ausreichende Anpassungskapazitäten verfügt, kann den Folgen des Klimawandels adäquat begegnen. Unzureichende Kapazitäten stellen folglich ein Hemmnis für die autonome Klimaanpassung dar. Einige Faktoren mangelnder Anpassungskapazität werden in empirischen Untersuchungen wiederholt genannt (IPCC 2001; Lühr et al. 2011): Faktoren mit Relevanz für Deutschland sind v.a. die mangelnde Verfügbarkeit von (ökonomischen) Ressourcen sowie unzureichendes Wissen (siehe dazu Abschnitt 9.2.2). Unzureichende finanzielle Mittel allein sollten gemäß der neoklassischen ökonomischen Theorie jedoch keine Barriere für Anpassung sein, da sie – wenn das Anpassungsprojekt ökonomisch ausreichend vorteilhaft ist – aus Kreditmitteln bereitgestellt werden können. In der Praxis freilich gibt es trotzdem Gründe für staatliches Eingreifen zur Reduzierung von finanziellen Barrieren, z.B. zur Förderung von Maßnahmen die positive externe Effekte aufweisen oder als Anschubfinanzierung einer politisch erwünschten Anpassungsstrategie. Dabei sollte die staatliche Steuerung so gestaltet sein, dass sie Anreize zum Auf- und Ausbau von Anpassungskapazitäten setzt, ohne die bisherige vermeintliche Vernachlässigung des Themas durch manche Akteure zu belohnen und Vorreiter zu benachteiligen.

**Ausweitung bestimmter Förderprogramme und Entwicklung neuer Programme, z.B. Subventionen für Maßnahmen, die positive externe Effekte auf umliegendes Gebiet haben**

In Kapitel 8 wurden zentrale Förder- und Anreizprogramme in Hinblick auf ihre (potentielle) Wirkung auf Anpassungsaktivitäten systematisch aufgezeigt und analysiert. Grundsätzlich ließen sich alle diese Programme ausbauen bzw. neue ähnlich gestaltete Programme mit einem

expliziten Fokus auf die Förderung von Anpassung einführen. Dabei müssen freilich die Fragen gestellt werden, wo der Staat Prioritäten setzt, welche Maßnahmen gefördert werden und wie diese Förderung zu begründen ist.

Zunächst kann Unterstützung bei der Finanzierung dadurch begründet werden, dass bestimmte Anpassungsmaßnahmen, die der Staat für bedeutsam hält, aus privatem Kalkül (noch) nicht ökonomisch selbsttragend sind oder erscheinen. Dies könnte bspw. bei der Ernte-Mehrgefahrenversicherung der Fall sein. In Kapitel 5 wurde eine mögliche Subventionierung der Ernte-Mehrgefahrenversicherung diskutiert und bewertet. Hier wurde auch Wert darauf gelegt, dass eine solche Subvention mittel- bis langfristig auslaufen sollte, wenn sich ein selbst tragender Versicherungsmarkt entwickelt hat. Es handelt sich also um eine Anschubfinanzierung eines politisch erwünschten, privaten Risikomanagementsystems, das sich nach einer Anlaufphase selber tragen sollte.

Außerdem kann öffentliche (Mit-)Finanzierung von privater Anpassung durch positive externe Effekte der Maßnahmen begründet werden (mehr dazu auch in Abschnitt 9.3.1). Bspw. könnten einzelne private Hochwasservorsorgemaßnahmen mit öffentlichen Mitteln gefördert werden, wenn sie neben dem eigenen Grundstück auch Dritte schützen – etwa durch Versickerungsgruben oder großräumige Flächenbegrünung. Weitere Hinweise und Beispiele zu Fördermaßnahmen für Anpassung mit positiven externen Effekten finden sich in Abschnitt 9.3.1.

#### **Kopplung von Hochwasserversicherung an Bankkredite für private Vorsorge**

Werden private Anpassungsmaßnahmen bspw. im Bereich Hochwasservorsorge allein wegen fehlender liquider Finanzmittel unterlassen, kann ein Bankkredit Abhilfe schaffen. Die Aussichten auf Finanzierung sowie die Konditionen könnten dann günstig ausfallen, wenn die finanzierende Bank über Kooperationsverträge mit der Versicherungsgesellschaft des Kunden verbunden ist. In diesem Fall könnte die Vorsorgemaßnahme als Auflage der Versicherungspolice vereinbart werden und durch den begleitenden Bankkredit finanziell ermöglicht werden (Botzen et al. 2008).

Hier muss allerdings einschränkend angemerkt werden, dass diese Art der Zusammenarbeit zwischen privaten Banken und Versicherungsunternehmen derzeit kein Gegenstand staatlicher Regulierung ist. Tatsächlich ist staatliches Eingreifen an dieser Stelle nur schwer zu begründen – letztlich sollte eine solche Übereinkunft im Interesse aller beteiligten privaten Akteure liegen. Kommt sie trotzdem nicht auf dem freien Markt zustande, ist sie entweder nicht ökonomisch attraktiv (etwa weil die fragliche Finanzierungssumme den Verwaltungsaufwand eines Bankkredits nicht rechtfertigt), oder andere Gründe wie fehlende Informationen (siehe Abschnitt 9.2.2) oder Verhaltensbarrieren (siehe Abschnitt 9.2.3) verhindern eine solche Kooperation. Öffentliche Maßnahmen sollten dann ursachenadäquat direkt an diesen Barrieren ansetzen.

#### **Bonitätsverbesserungen für Projektanleihen von Infrastrukturprojekten**

Größere Infrastrukturprojekte (v.a. Verkehrs-, Energie- und Telekommunikationsnetze) werden teilweise durch eigens von den Projektgesellschaftern ausgegebene Anleihen finanziert. In den letzten Jahren wurde es zunehmend schwieriger, private institutionelle Kapitalanleger für langfristige Infrastrukturprojekte zu finden. Die Europäische Investitionsbank (EIB) hat zur Verbesserung der Bonität von diesen Projektanleihen ein Instrument aufgelegt, das eine

Teilranche der zu finanzierenden Summe als nachrangige Forderung finanziert. Der verbleibende Teil der Projektanleihe wird somit vorrangig und erhält von den Ratinggesellschaften eine entsprechend höhere Bonität, was ihn für private Kapitalanleger wieder attraktiv macht.<sup>44</sup>

Um mögliche Finanzierungsschwierigkeiten für umfangreiche und langfristige Anpassungsinvestitionen (bspw. Küstenschutz) zu mindern, könnte ein ähnliches Programm speziell für große Anpassungsprojekte entwickelt werden. Hierbei könnte die KfW eine Schlüsselrolle übernehmen. Alternativ oder ergänzend könnte das bestehende EIB-Programm auf Projekte mit hoher Anpassungsrelevanz erweitert werden.

Ähnlich wie bei der Subventionierung von privaten Anpassungsmaßnahmen sollte eine solche öffentliche Förderung von Anpassungsprojektanleihen als Anschubfinanzierung verstanden werden, die (bspw. als Markteinführungshilfe) nur temporär notwendig ist. Auch die EIB sieht ihre Rolle eher darin, private Kapitalanleger zurück an den Markt zu holen und sich danach wieder zurückzuziehen. Letztlich sollten große Anpassungsprojekte durch eine verlässliche Kosten-Nutzen-Rechnung auf dem freien Kapitalmarkt überzeugen. Ist dies nicht der Fall, liegen vermutlich andere Barrieren vor, wie etwa fehlende oder unsichere Informationen oder Verhaltensbarrieren. Zudem ist bisher unklar, ob große öffentliche Anpassungsprojekte überhaupt den Weg der Finanzierung durch Projektanleihen wählen.

### **9.2.2 Fehlende Informationen**

Informationsmängel wirken restriktiv auf die Wahrnehmung und Beurteilung des Klimawandels und seiner Folgen sowie auf die Bewertung von Anpassungsoptionen. Grundlegend kann zwischen Unkenntnis und Ungewissheit unterschieden werden. Unkenntnis liegt bei unzureichender Information, aber theoretischer Verfügbarkeit der Information vor. Ungewissheit hingegen lässt sich durch Informationsbeschaffung verringern, jedoch nicht grundlegend beseitigen (Dose 2008).

Sowohl Privatpersonen als auch politische, betriebliche und andere Entscheidungsträger können unzureichend über den Klimawandel, dessen Folgen für die eigene Existenz, Organisation und/oder Tätigkeit sowie mögliche Anpassungsmöglichkeiten informiert sein (Aaheim und Aasen 2008b). Ist dies der Fall, sind sie nicht in der Lage, zuverlässige Kosten-Nutzen-Bewertungen verschiedener Anpassungsoptionen vorzunehmen (Cimato und Mullan 2010). Denn um eine Anpassungsmaßnahme vollständig zu bewerten sind nach Bardt et al. folgende umfassende Kenntnisse erforderlich: "Art, Eintrittswahrscheinlichkeit und Eintrittszeitpunkt der Klimaveränderung; Art, Eintrittswahrscheinlichkeit und Eintrittszeitpunkt der ökologischen, ökonomischen und sozialen Auswirkungen der Klimaveränderung; Möglichkeiten der Anpassung; quantifizierbare Kosten und Nutzen der Klimafolgen sowie der Anpassungsmaßnahmen" (Bardt et al. 2012).

In Ergänzung zu Bardt et al. lassen sich noch das Wissen über technologischen Fortschritt und die damit zusammenhängenden zukünftigen Möglichkeiten zur Anpassung als wichtige Faktoren nennen (Bardt et al. 2012). Zudem mangle es an Wissen und Erfahrungen über

---

<sup>44</sup> Siehe <http://www.eib.org/products/project-bonds/?lang=de>, Zugriff am 10.09.2013.

Wirkungszusammenhänge in Bezug auf indirekte Klimarisiken und deren Bewertung. Neben einer solchen defizitären Problemwahrnehmung können auch auf Unkenntnis basierende Informationsasymmetrien die Marktergebnisse verzerren, etwa wenn Wettbewerber, Handelspartner oder Versicherer und Versicherte in unterschiedlichem Maße über Klimafolgen und Vulnerabilität informiert sind (Dannenberg et al. 2009).

Die beschriebenen Formen der Unkenntnis können z.T. mittels Informationsbeschaffung, -aufbereitung und -bereitstellung behoben werden. Denn die Informationen sind zumindest in Teilen bereits vorhanden. Sie liegen bloß den jeweiligen Betroffenen nicht vor. Informationen, die für viele Akteure relevant sind, wie Datenbanken zu Anpassungsmaßnahmen oder allgemeine Klimadaten, sollten aufgrund der Trittbrettfahrerproblematik staatlich bereitgestellt oder (teil-)finanziert werden.

Neben den beschriebenen Formen der Unkenntnis herrscht Ungewissheit über das zukünftige Klima, u.a. weil dessen Entwicklung von der Menge zukünftiger Emissionen abhängt. Zwar gelten der Trend der globalen Erwärmung und die hierdurch zu erwartenden Folgen weitgehend als Konsens in der Wissenschaft (Brown et al. 2007). Auch wurden die Prognosemodelle und Projektionen in den vergangenen Jahren immer ausgefeilter (IPCC 2007; EEA 2010). Jedoch lässt die Existenz von Kipp-Punkten, Feedback-Mechanismen sowie Grenzen und Defiziten bestehender Modelle ein gewisses Spektrum an möglichen Klimaszenarien plausibel erscheinen. Zudem existieren teils widersprüchliche oder zumindest abweichende Zukunftsprognosen. Auch hinsichtlich der direkten und indirekten Klimafolgen oder in Bezug auf die existierenden Möglichkeiten der Klimaanpassung herrscht Ungewissheit. Im Ergebnis behindert die klimawandelbezogene Ungewissheit, ebenso wie bereits die Unkenntnis, die Erreichung eines optimalen Anpassungsniveaus, das nur bei vollständiger Information erreicht werden kann.

In der Literatur finden sich verschiedene Ansatzpunkte zum Abbau von bzw. Umgang mit Ungewissheit in Bezug auf den Klimawandel (EEA 2010; Aaheim und Aasen 2008b; Cimato und Mullan 2010; Dannenberg et al. 2009; Lempert und Collins 2007). Investitionen in die Sammlung von Daten sowie in die Forschung zur Entwicklung von Methoden, Modellen und Prognose-Tools stellen Möglichkeiten zur Reduzierung der Ungewissheit dar. Neben der Reduzierung der Ungewissheit können deren Folgen abgefedert werden, indem ein akzeptabler Umgang mit der Unsicherheit gefunden wird, etwa indem Unsicherheit systematisch in Anpassungsstrategien integriert wird, indem diese flexibler und robuster gestaltet werden. Ein Bestandteil flexibler und robuster Anpassungsstrategien können No-Regret- und Win-Win-Maßnahmen sein (z.B. Forschungsförderung; Flexibilisierung von Infrastruktur; Anreizsysteme zum Umgang mit knappen Ressourcen) (Cimato und Mullan 2010).

#### **Gezielte Ansprache und Informierung von besonders Betroffenen bzw. zentralen Multiplikatoren**

Ein möglicher Ansatz zur Beseitigung von Informationsmängeln und damit zur Überwindung von Marktversagen besteht in der gezielten Information von wichtigen Multiplikatoren, um so letztendlich möglichst effizient eine große Gruppe von Personen zu erreichen. Angelehnt an das in Kapitel 5.4.1 vorgestellte Climate Change Adaptation Program der australischen Regierung und das in seinem Rahmen geförderte Climate Change Adaptation Skills for Professionals Program wäre auch für Deutschland eine intensivere Einbindung von Klimawandelthemen in Lehrpläne, sowohl auf schulischer Ebene, als auch auf Ebene von Universitätsstudiengängen oder Berufsausbildungen vorstellbar. Für die zielgerichtete

Eingliederung entsprechender Inhalte in universitäre Lehrpläne sind zwei verschiedene Ansätze denkbar. Auf der einen Seite steht eine direkte Einbindung von Klimawandelthemen in bereits bestehende Fächer. Während sich das australische Programm vor allem an Architekten, Planer, Ingenieure und Ressourcenmanager richtet, wäre für Deutschland eine weitere Ausweitung in andere Fachbereiche wie Medizin (Umweltmedizin), Jura (Umwelt- und Planungsrecht), Verwaltungswirtschaft oder auch Volks- und Betriebswirtschaft und Politikwissenschaft von Interesse. Im Rahmen des DAS-Programms werden bereits jetzt Fort- und Weiterbildungsprogramme für einzelne Berufsgruppen gefördert. So werden beispielsweise an der Berliner Charité Pflegekräfte und Ärzte zu gesundheitlichen Auswirkungen des Klimawandels fortgebildet oder an der FH Eberswalde ein Weiterbildungsprogramm zur Anpassung der Tourismusbranche an die Herausforderungen durch den Klimawandel entwickelt. Eine mögliche Evaluation im Anschluss an diese Programme sollte insbesondere auch darauf Bezug nehmen, wie die gemachten Erfahrungen in andere Fachbereiche übertragen werden können, um hier sinnvoll anzuknüpfen. Der große Vorteil einer fächergebundenen Integration von Klimathemen besteht darin, dass Fachexperten besser in der Lage sind, spezifische Anpassungserfordernisse in ihrem Bereich zu entdecken und Maßnahmen zu entwickeln, als dies Außenstehenden oder Klimaforschern möglich wäre. Problematisch ist hierbei jedoch, dass stets eine Konkurrenz zu anderen Lehrinhalten bestehen wird und daher genau abzuwägen ist ob, wie und in welchem Umfang Anpassungsthemen in relevante Fächer integriert werden können.

Auf der anderen Seite besteht die Möglichkeit weiterführende, nichtkonsekutive und interdisziplinär ausgerichtete Studiengänge einzurichten, welche auf den verschiedenen Fächern aufbauen. Für den Anpassungskontext übertragbare Beispiele für nichtkonsekutive und interdisziplinär ausgerichtete Studiengänge dieser Richtung finden sich im Resource Efficiency in Architecture and Planning (REAP) Programm der HCU Hamburg<sup>45</sup> oder im Masterprogramm Sustainability Economics and Management der Universität Oldenburg<sup>46</sup>. Erste internationale Beispiele für Studiengänge mit Anpassungsbezug sind das Climate Change Adaptation Programm der University of the Sunshine Coast im australischen Queensland<sup>47</sup> oder das Climate Change, Impacts, Mitigation and Adaptation Programm der Universität Kopenhagen<sup>48</sup>. Da die Anpassungsdebatte in Deutschland maßgeblich durch einige staatliche Akteure wie KomPass, das BBSR oder das BBK gestaltet wird, würde sich bei der Einrichtung eines fachspezifischen oder interdisziplinären Masterstudiengangs zu Anpassungsthemen eine enge Kooperation mit diesen Akteuren empfehlen. Das BBK konnte beispielsweise bereits erste Kooperationserfahrungen im Zuge des Masterstudiengangs Katastrophenvorsorge und Katastrophenmanagement (KaVoMa)<sup>49</sup> an der Universität Bonn sammeln.

---

<sup>45</sup> <https://www.hcu-hamburg.de/master/reap-resource-efficiency/>

<sup>46</sup> <http://sem.uni-oldenburg.de/>

<sup>47</sup> <http://www.usc.edu.au/study/courses-and-programs/postgraduate-degrees/master-of-climate-change-adaptation>

<sup>48</sup> <http://studies.ku.dk/masters/climate-change/>

<sup>49</sup> <http://www.kavoma.de/>

Bis auf die Einrichtung eines Studienganges in Kooperation mit relevanten Bundesoberbehörden sind Einflussmöglichkeiten des Bundes bei der Änderung von Lehrplänen aufgrund der Kulturhoheit der Länder und des Rechts auf Selbstverwaltung der Hochschulen jedoch fraglich. Der Bund kann hier entweder über die Kultusministerkonferenz Einfluss nehmen oder aber Lehr- und Kursmaterialien entwickeln und interessierten Bildungseinrichtungen zur Verfügung stellen. Alternativ besteht auch die Möglichkeit E-Learning Kurse zu Anpassungsthemen zu entwickeln. Der Erfolg solcher freiwilliger Angebote hängt jedoch vor allem davon ab, ob es ihnen gelingt eine größtmögliche Bekanntheit zu erreichen. Generell ließe sich auch diskutieren, in die Lehrpläne welcher Ausbildungsberufe das Thema integriert werden kann. Will man die skizzierten Möglichkeiten verfolgen, bestünden die nächsten Schritte vor allem in der Auswertung der Erfahrungen mit bestehenden Bildungsprogrammen, in der Bedarfsermittlung sowie in einer Sammlung und ggf. Zusammenführung bestehender Lernmaterialien.

#### **Darstellung von Gefährdungspotenzialen in Form von Karten und Plänen**

Im Rahmen von Kapitel 5.2.4 wurde die Entwicklung eines an den österreichischen Gefahrenzonenplan angelehnten Instruments zum Zugriff auf Gefährdungspotenziale in Form von Karten und Plänen diskutiert. Auch wenn mit ZÜRS public in Deutschland ein vergleichbares privatwirtschaftliches Instrument bald flächendeckend verfügbar sein wird, haben sich bei der Analyse einige Probleme herausgestellt. Insbesondere eine Abstufung zwischen der öffentlichen und der nur für Versicherungsunternehmen zugänglichen Version von ZÜRS führt zu einer unkonventionellen asymmetrischen Informationsstruktur. Die Einrichtung eines öffentlich finanzierten und allgemein zugänglichen Gefahrenzonenplans könnte im Gegensatz dazu zu einer allgemeinen Minderung von Informationsdefiziten beitragen und so bestehendem Marktversagen effektiv entgegen zu wirken. Ein weiterer Kritikpunkt der aktuell verfügbaren Version von ZÜRS public besteht darin, dass keine Möglichkeit zum Zugriff auf die zugrundeliegenden Daten besteht. Ein öffentlich finanzierter Gefahrenzonenplan könnte transparenter ausgestaltet werden, da kein privatwirtschaftliches Eigeninteresse im Hintergrund steht. Bedenken zu in Kapitel 5.2.4 ausgeführten, möglicherweise aufgrund der Publikation eines Gefahrenzonenplans eintretenden, auf Marktkorrekturen zurückzuführenden, Wertminderungen von Grundstücken oder Bauwerken in besonders betroffenen Gebieten müssen durch staatliche Stellen in angemessener Weise adressiert werden.

Weiterhin beziehen sich die in ZÜRS public dargestellten Daten auf vergangene Extremereignisse. Mögliche durch den Klimawandel bedingte Veränderungen des Impactniveaus sowie Verschiebungen der betroffenen Gebiete können so nicht abgebildet werden. Von Interesse wäre daher eine erweiterte, auf Klimafolgenmodellen basierende Datengrundlage zu nutzen. Hier könnten beispielsweise Teile der derzeit im Rahmen des Netzwerks Vulnerabilität entwickelten Karten als Grundlage dienen. Wichtig ist dabei eine angemessene Kommunikation der zugrundeliegenden Unsicherheiten. Dabei ist ein möglicher Trade-Off zwischen der möglichst genauen Kommunikation von Unsicherheiten und der Eignung der Informationen für die Nutzung durch relevante Akteure und damit deren Motivation zum Handeln zu beachten. Alternativ zu einer Zusammenstellung der Informationen durch staatliche Stellen kann auch darüber nachgedacht werden, den Zugriff von nicht-staatlichen Akteuren auf relevante Daten zu vereinfachen (etwa privaten Unternehmen, die Dienstleistungen rund um die Suche nach Immobilien anbieten).

### Stärkung der Nutzung von Web 2.0 Angeboten zur Vernetzung vorhandenen Wissens in Notfallsituation

Verschiedene Web 2.0 bzw. Social Media Angebote wie Twitter, Facebook, Google+ und Google Maps, Youtube, Flickr oder auch einschlägige Blogs spielen bei der Wahrnehmung und Kommunikation von Extremereignissen und ihren Folgen eine immer wichtigere Rolle. Sie bieten einen vorher nicht dagewesenen Zugriff auf Erfahrungen unmittelbar durch Extremereignisse Betroffener und führen damit zu einer verstärkten Wahrnehmung von Naturkatastrophen. Aufgrund dessen, dass durch Web 2.0 Angebote inzwischen große Teile der Bevölkerung erreicht werden können eignen sie sich besonders dazu, wichtiges Wissen in Notfallsituationen schnell zu verbreiten. Während des Hurrikan Irene wurden in den USA Möglichkeiten des Web 2.0 durch verschiedene Institutionen genutzt (bspw. National Hurricane Center<sup>50</sup> oder NASA<sup>51</sup>). Auch in Deutschland gab es im Rahmen des Hochwassers 2013 eine vermehrte Nutzung von Social Media-Portalen. Die freiwillige Feuerwehr hat in vielen Landkreisen beispielsweise das Füllen und Verteilen von Sandsäcken oder Auspumpen von Kellern per Facebook koordiniert. Ein großes Problem bei der Nutzung von Social Media Kanälen in Notfallsituationen besteht jedoch darin, dass eine fachliche Moderation sowie die in solchen Situation besonders wichtige kurzfristige Aktualität von Informationen nicht gegeben bzw. gewährleistet ist. Während des Hochwassers 2013 hat dies beispielsweise dazu geführt, dass teilweise zu viele Hilfskräfte vor Ort waren, welche sich dann gegenseitig behindert haben. Um dem entgegenzuwirken müssen Städte und Behörden die Nutzung von Web 2.0 Anwendungen verbessern und ggf. mit ihren Nutzerkonten – soweit dies möglich ist – eine Moderationsfunktion übernehmen sowie eigene Inputs und Hilfestellungen liefern. Der Bund kann Kommunen und Landkreise dabei durch Schulungsangebote zum Umgang mit Social Media unterstützen.

Um Social Media optimal für eine Adressierung vorhandener Informationsdefizite zu nutzen, ist auch der Aufbau eigens für Katastrophenvorsorge und –management konzipierter Anwendungen denkbar. Ein Beispiel hierfür stellt die amerikanische National Preparedness Community<sup>52</sup> mit über 37.000 Nutzern dar. Diese haben hier die Möglichkeit Informationen zu verschiedenen Themen auszutauschen und zu diskutieren. Weiterhin für die Steigerung von Bewusstsein und Bereitschaft für Vorsorge und Anpassung in der Bevölkerung vorstellbar ist die Nutzung gesellschaftlicher, teilweise auch durch Web 2.0 Anwendungen beförderter Trends. Da die Entwicklung im Bereich des Web 2.0 sehr dynamisch sind, sollte im nächsten Schritt geprüft werden, welche ähnlichen Aktivitäten z.B. beim BBK bereits durchgeführt werden.

### 9.2.3 Kognitive Fehler und Verhaltensbarrieren

Neben den wohlfahrtsökonomisch abgeleiteten Anpassungshemmnissen existiert mit der begrenzten Rationalität eine verhaltensökonomische Anpassungsbarriere. Denn angesichts der

---

<sup>50</sup> [https://twitter.com/NHC\\_Atlantic](https://twitter.com/NHC_Atlantic)

<sup>51</sup>

<http://www.flickr.com/photos/gsf/6083128930/in/photostream/lightbox/#/photos/gsf/6082756890/in/photostream/lightbox/>

<sup>52</sup> <http://community.fema.gov/connect.ti/readynpm/grouphome>

Komplexität der Klima- bzw. Anpassungsproblematik ist es wahrscheinlich, dass Anpassungsentscheidungen lediglich begrenzt rational getroffen werden. Zudem können kulturelle Aspekte Grund für ein eingeschränkt rationales Anpassungsverhalten sein (Heuson et al. 2012).

Hinweise auf psychologische Verhaltensbarrieren finden sich in der Psychologie und in der Verhaltensökonomie (Grothmann 2005; Grothmann et al. 2009). Insbesondere die kognitive Psychologie und die Verhaltenspsychologie liefern Ansätze zur Beschreibung der Wahrnehmung und des Verhaltens in Bezug auf potentielle Gefahren des Klimawandels. Experimente und andere empirische Beobachtungen zeigen, dass gewisse Tendenzen einer wirkungsvollen Eigenvorsorge im Wege stehen. Hierzu zählen eine unzureichende Risikowahrnehmung sowie verhaltenspsychologische Barrieren im Kontext der Entscheidungsfindung. Typische Verhaltensbarrieren, die sich auf ein begrenzt rationales Verhalten zurückführen lassen, sind kurzsichtiges Verhalten (z.B. die Tendenz zu sehr kurzen Anlagehorizonten mit hyperbolischer Diskontierung), die Fehleinschätzung von Risiken (z.B. das Ignorieren von Risiken mit sehr geringer Eintrittswahrscheinlichkeit) und die Tendenz, die Entscheidung angesichts von Unsicherheit hinauszuzögern. Die "mangelnde Wahrnehmung und Einschätzung der Risiken des Klimawandels" ist ein "Haupthinderungsfaktor für die Implementierung von Maßnahmen zur Anpassung", da Risiken lediglich stark subjektiv und mittels einfacher Heuristiken bewertet werden (Kind et al. 2011).

#### **Opt-out bei Elementarschadenversicherung**

Bei einer Opt-out-Regelung für Elementarschäden bei Hausrat- und/oder Gebäudeversicherungen ist die Elementarschadendeckung zunächst automatisch in den Policen enthalten, außer wenn sie vom Kunden ausdrücklich ausgeschlossen wird. Dieses Vorgehen macht sich eine beobachtete Verhaltensweise zunutze, nach der viele Individuen den *status quo* vor möglichen Veränderungen bevorzugen. Die Entscheidungsfreiheit der Verbraucher bliebe bei einer solchen Regelung erhalten – trotzdem kann eine höhere Versicherungsdichte bei Elementarschadenversicherungen erwartet werden.

Jedoch stellt sich hier die Frage, ob eine staatliche Regulierung der Versicherungsangebotsgestaltung begründbar wäre. Die Versicherungsunternehmen müssten zunächst verpflichtet werden, die Zusatzdeckung als „Normalfall“ bei ihren Vertragsangeboten zu berücksichtigen. Solche detaillierten staatlichen Vorgaben für die Angebotsgestaltung würden eventuell als unverhältnismäßiger Eingriff in die Vertragsfreiheit gewertet. Zudem wurde in jüngster Vergangenheit in der Tourismuswirtschaft eine Regulierung eingeführt, die genau ein gegenläufiges Ziel verfolgt. Demnach sollen jegliche optionale Zusatzverträge (z.B. Reiseversicherungen) aktiv hinzugewählt werden müssen. In dieser Branche gibt es also eine verbindliche Opt-in-Regelung, um den optionalen Charakter der Zusatzangebote deutlich zu machen. Aus Sicht des Verbraucherschutzes kann in ähnlicher Weise gegen eine Opt-out-Regelung bei Elementarschadenversicherungen argumentiert werden.

#### **Bauverbot in von Hochwasser bedrohten Gebieten**

Neuansiedlungen in hochwassergefährdeten Gebieten lassen sich immer wieder beobachten, auch wenn das mögliche Schadenspotential den Nutzen durch die Besiedelung überwiegt. In Kapitel 5 wurden zwei mögliche Erklärungsansätze hierfür aufgezeigt. Während die myopische Wahrnehmung von Risiken dazu führt, dass diese bei seltenem Auftreten als nicht existent

eingestuft werden, führen Fehlanreize, beispielsweise in Form des „charity hazard“ dazu, dass private Kosten externalisiert werden. Wie in Kapitel 5.2.2 dargestellt, bieten Bauverbote im Überflutungsbereich von 100-jährigen Hochwassern (HQ 100) einen effektiven Ansatz um dem beobachtbaren Marktversagen – der nicht optimalen Besiedelung solcher Gebiete - entgegen zu wirken. Es wurde gezeigt, dass die Einführung eines Bauverbots im Überflutungsbereich von 100 jährigen Hochwassern als effizient, umweltverträglich und insbesondere dringlich zu bewerten ist. Dennoch bleibt zu beachten, dass es, auch wenn ein Bauverbot langfristig zu einer Marktkorrektur führt, kurzfristig von Bedeutung sein kann, zeitlich begrenzte Kompensationsmechanismen für Landbesitzer einzurichten.

Auch wenn Kommunen in der Regel für Bebauungspläne verantwortlich sind, erscheint in Anbetracht der Wahrscheinlichkeit der Beeinflussung durch lokale Interessengruppen eine übergeordnete Raumplanung durch den Bund und damit eine bundesweite Regelung zum Bauverbot in bedrohten Gebieten sinnvoll. Um eine möglichst hohe Unterstützung für diese Veränderung in der Bevölkerung zu erreichen, sind neben den bereits benannten Ausgleichszahlungen vor allem Informationsangebote und ggf. –Kampagnen notwendig, die den gesamtgesellschaftlichen Nutzen dieses Vorgehens herausstellen. Entwickelt und durchgeführt werden sollten diese begleitenden Aktivitäten möglichst gemeinsam mit lokalen Initiativen, wie Bürgerinitiativen, Feuerwehren oder NGOs. Wichtige Bausteine für eine angemessene Kommunikation können dabei die unter dem Punkt „Fehlende Informationen“ aufgeführten Instrumente, insbesondere die Darstellung von Gefährdungspotenzialen in Form von Karten und Plänen, sein. Weiterhin kann eine Verknüpfung von Bauverboten mit einigen der im Folgenden benannten Instrumente wie beispielsweise einer verbindlichen Eigenverpflichtung der Politik gegen Hochwasser-bail outs genutzt werden, um die Effektivität der Instrumente sowie deren Akzeptanz in der Bevölkerung zu steigern.

#### **Steuern auf die Nutzung besonders hochwassergefährdeten Lands erheben („Risikosteuer“)**

Eine weitere Möglichkeit, einem myopischen Verhalten und Unterschätzung von Risiken zu begegnen, ist die Erhebung einer Steuer für die Bebauung von Hochrisikogebieten („Risikosteuer“, Bräuninger et al. 2011). Eine Risikosteuer, die auf die Nutzung von besonders hochwassergefährdeten Gebieten erhoben wird, ist eine Form individuelle Verhaltensweisen zu beeinflussen. Das Ziel ist es Akteure dazu zu bewegen risikoreiches Verhalten zu begrenzen. Der Hauptzweck der Steuererhebung ist somit die Lenkungsfunktion, damit zukünftige Kosten, hervorgerufen durch Hochwasserschäden, vermieden werden. Die Lenkungswirkung ist tatsächlich vorhanden, da durch die Steuer der finanzielle Anreiz sinkt, in Risikogebieten zu bauen.

Die fiskalischen Wirkungen einer Risikosteuer sind wahrscheinlich unerheblich, da dem Steueraufkommen die Transaktionskosten gegenüberstehen. Beispielsweise ist zu beachten, dass erhöhte Kosten bei der anfänglichen Festsetzung des Steuerbetrags (z.B. Berechnung der optimalen Steuerhöhe, erhöhter Informationsbedarf über hochwassergefährdete Areale), und eine kontinuierliche Anpassung der Besteuerung benötigt wird (Bräuninger et al. 2011).

Jedoch ist die Rechtfertigung einer Risikosteuer problematisch, da der Steuererhebung implizit die staatlichen ad hoc Katastrophenhilfen als „Gegenleistung“ gegenüberstehen bzw. verstärkt erwartet werden würden. Diese sind wahrscheinlich ineffizient, für die Haushalte nicht sicher abschätzbar und vermutlich ungerecht, da sie durch politische Überlegungen beeinflusst sein

können. Eine Risikosteuer könnte diese Katastrophenhilfen institutionell festigen und somit zu weiteren Ungerechtigkeiten führen.

Alternativ zu einer Risikosteuer steht die Vermeidung der Ursache, z.B. durch ein absolutes Bauverbot für Hochwasserrisikogebiete, damit Neuansiedlungen in vulnerablen Gebieten direkt, wie unter vorherigem Punkt beschrieben, vermieden werden. Die Lenkungswirkung bliebe erhalten, jedoch ohne weitere institutionelle Festigung der ad hoc Katastrophenhilfen. Als eine weitere Alternative zur Besteuerung wäre die Stärkung des Versicherungsmarktes mit risikoadäquaten Prämien denkbar. Neben dem Besitz der notwendigen Expertise für die Bewertung der Schäden und Hochwasserrisikoschätzung (z.B. im Rahmen der ZÜRS-Zonierung) sind Versicherungen effizienter bei der Schadenskompensation.

## **9.3 Barrieren außerhalb des direkten Einflusses von Individuen**

### **9.3.1 Externalitäten**

Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel können sowohl positive als auch negative externe Effekte verursachen (Cimato und Mullan 2010; BMF 2010). So kann etwa eine Anpassungsmaßnahme negative externe Effekte erzeugen, wenn sie auf eine begrenzte Wasserquelle zurückgreift und verschiedene bestehende Nutzungsarten um das Quellwasser rivalisieren. Positive externe Effekte entstehen bspw. wenn ein Unternehmen bei der Sicherung der Produktionshallen vor Überschwemmungen durch Versickerungsmulden zusätzlich auch das öffentliche Abwassersystem entlastet und damit Hochwasserschäden auf angrenzenden Grundstücken vermindert. Aufgabe des Staates sollte es sein, Maßnahmen zu ergreifen oder zu fördern, die darauf abzielen, externe Effekte zu internalisieren, um zum einen negative Effekte zu vermeiden bzw. deren Folgen tendenziell zu internalisieren und zum anderen positive externe Effekte zu erzeugen bzw. zu fördern. Alternativ kann der Staat Güter, die positive externe Effekte erzeugen, auch eigenhändig bereitstellen. Aus wohlfahrtsökonomischer Perspektive sind marktnahe Lösungen jedoch grundsätzlich zu bevorzugen.

#### **Reduktion von Abwassergebühren bei Einrichtung von Versickerungsflächen für Regenwasser**

Wie in Kapitel 5.3.2 diskutiert, sind differenzierte Abwasserentgelte eine Möglichkeit, Flächenbegrünungen zu fördern. Solche unversiegelte Flächen tragen dazu bei, dass das öffentliche Abwassersystem bei extremen Regenfällen entlastet wird und somit Überschwemmungen tendenziell verhindert werden. Dieser positive externe Effekt von unversiegelten Flächen und grünen Dächern kann durch reduzierte Abwassergebühren internalisiert werden. Die Ausführungen in Kapitel 5.3.2 zeigen, dass eine solche Regelung aus ökonomischer Perspektive notwendig, effizient, aus Umweltgesichtspunkten positiv, und als relativ dringend zu bewerten ist. Obwohl die Abwassergebührenordnung eine kommunale Angelegenheit ist, könnten die Bundesländer evtl. über Förderrichtlinien für Hochwasservorsorgemaßnahmen entsprechende Gebührenordnungen befördern.

#### **Einführung von Zahlungssystemen für Ökosystemdienstleistungen**

Wenn Ökosystemdienstleistungen (ÖSDL) (z.B. sauberes Grundwasser) von einem Akteur nachgefragt werden (z.B. Wasserwerke zur Trinkwassergewinnung) und von anderen Akteuren bereitgestellt werden (z.B. Landwirte, die freiwillig auf Nitratdüngung verzichten), so können Zahlungssysteme eingeführt werden, mit denen die Anbieter einen ökonomischen Anreiz

erhalten, die ÖSDL zu erhalten. In Kapitel 5.3.7 wurde ein solches Zahlungssystem in Bezug auf verschiedene Kriterien analysiert und bewertet.

Hier wurde u.a. deutlich, dass Zahlungssysteme für ÖSDL grundsätzlich eine hohe Effizienz, Umweltverträglichkeit und Dringlichkeit aufweisen. Allerdings müsste eine sinnvolle Kombination aus ÖSDL, Anbietern und Nachfragern an einem Ort in Deutschland zusammentreffen, wie es bspw. beim ÖSDL-Zahlungssystem des Unternehmens Vittel in Frankreich der Fall ist.

### **9.3.2 Notwendigkeit kollektiver Handlungen**

Am Erreichen gesellschaftlicher Ziele sind regelmäßig eine Vielzahl unterschiedlicher Akteure und Interessen beteiligt, insbesondere in pluralistischen Demokratien. Wenn mehrere Personen innerhalb eines gemeinsamen Handlungszusammenhangs zielgerichtet agieren, kann von kollektiven Handlungen (collective action) gesprochen werden (Olson 1965). Für die Bereitstellung bestimmter, meist öffentlicher, Güter ist dieses Vorgehen essentiell. In der Praxis kann jedoch häufig ein Nichthandeln aller oder vieler zum Schaden aller potentiellen Nutzer beobachtet werden. Dieses Grundproblem des kollektiven Handelns wird in der ökonomischen Theorie als Trittbrettfahrerproblem (free rider problem) bezeichnet. Kern des Problems ist, dass ökonomisch rational handelnde Individuen (in der Theorie) kein Interesse an der eigenen Beteiligung zur Bereitstellung eines Kollektivguts haben. Dies wird damit erklärt, dass der individuelle Mehraufwand, insbesondere Transaktionskosten bei der Abstimmung mit anderen Akteuren, nicht im Verhältnis zum dadurch erzielbaren individuellen Mehrnutzen steht. Denn bei öffentlichen Gütern besteht in der Regel nicht die Möglichkeit, solche Personen vom Konsum auszuschließen, die nicht zu deren Bereitstellung beigetragen haben. Wegen zu hoher Informationskosten besteht somit die Gefahr, dass Akteure auf Anpassungsmaßnahmen und -strategien verzichten, obwohl die geplante Anpassung in den meisten Fällen einen höheren erwartbaren Nettonutzen bieten dürfte, als ein spontanes, reaktives Anpassungsverhalten, das aufgrund der (zunächst) geringeren Transaktionskosten vielleicht zunächst bevorzugt wird (Cimato und Mullan 2010). Mechanismen zur Lösung dieses grundlegenden Problems kollektiver Handlung sind nicht nur in der internationalen Klimapolitik dringend notwendig (z.B. in Form von internationaler Kooperation und Institutionalisierung), sondern auch für zahlreiche Beispiele der Klimaanpassungspolitik, wo dies ebenfalls als Handlungsbarriere fungiert. So sind kollektive Handlungen z.B. im Hochwasserschutz oder aber bei der Frühwarnung zum Schutz vor Extremereignissen nötig – notfalls muss der Staat hier korrigierend eingreifen. Hochwasserschutz ist ein klassisches Beispiel des Problems kollektiven Handelns: Aufgrund der Nicht-Ausschließbarkeit vom öffentlichen Gut des Hochwasserschutzes gibt es für die betroffenen Individuen keinen ausreichenden Anreiz, selbst vorsorglich tätig zu werden. Vielmehr könnten sie als Trittbrettfahrer stets von den Leistungen anderer Individuen, z.B. von den Versickerungsgruben ihrer Nachbarn, profitieren. Aus diesem Grund übernimmt in den meisten Ländern der Staat die Aufgabe des Hochwasserschutzes. Vielversprechende Ansätze zur Lösung von Problemen des kollektiven Handelns bieten u.a. die Arbeiten von Axelrod (z.B. Axelrod 2006 *The Evolution of Cooperation*) zur Evolution der Kooperation und Ostrom (z.B. Ostrom 1991 *Governing the Commons*) zur Institutionalisierung der Allmendeproblematik.

### **Anreize für bürgerschaftliches Engagement für Katastrophenvorsorge**

Kollektive Handlungen spielen bei der Anpassung von Gesellschaften an die Folgen des Klimawandels eine wichtige Rolle (Adger 2003). Aufgrund einer nicht gegebenen Ausschließbarkeit von Nutzern ist bei öffentlichen Gütern die Möglichkeit zum skizzierten Trittbrettfahrerverhalten gegeben. Um dieses Marktversagen zu adressieren wird die Bereitstellung öffentlicher Güter häufig von staatlicher Seite übernommen bzw. zumindest koordiniert. Basierend auf der konventionellen Theorie kollektiven Handelns wird hier also davon ausgegangen, dass für eine Überwindung des Marktversagens bei der Bereitstellung öffentlicher Güter, und insofern keine individuellen Eigentumsrechte vergeben werden können, eine externe Autorität für die Bestimmung notwendiger Maßnahmen, die Überwachung des Verhaltens der einzelnen Akteure sowie die Durchsetzung von Sanktionen verantwortlich ist. Eine aktuelle Theorie kollektiven Handelns muss nach Ostrom hingegen auf verhaltenswissenschaftlicher Theorie und einer Anerkennung der Kontextabhängigkeit von Vertrauen und wechselseitigen Beziehungen der betroffenen Akteure aufbauen. Externe Sanktionen, sowohl formaler als auch informaler Natur werden also durch interne Sanktionen wie Normen und Schuldgefühle ergänzt oder sogar vollständig ersetzt (Ostrom 2010). Instrumente für die Steigerung bürgerschaftlichen Engagements müssen das Vertrauen relevanter Akteure darin stärken, dass Andere sich entsprechend der durch die Instrumente gesetzten Regeln verhalten (Ostrom 2010).

Einen denkbaren Ansatz stellt hierbei die Durchführung von Informationskampagnen dar, die sich die Macht von sozialen Normen zu Nutze machen. Kampagnen können z.B. über das Anpassungsverhalten der Nachbarn aufklären, um so sozialen Druck auf der einen Seite aber auch Vertrauen in die Compliance der Nachbarn auf der anderen Seite zu erzeugen. Neben Sanktionen spielen auch Anreize eine wichtige Rolle für das Anstoßen von (kollektiven) Verhaltensänderungen. Da bürgerschaftliches Engagement vor allem auf intrinsischer Motivation und uneigennützigem Verhalten basiert, ist bei der Setzung von Anreizen zu beachten, dass monetäre Anreize zu einem crowding-out intrinsischer Motivation führen können (z.B. Vohs et al. 2008). Entsprechende Politikinstrumente sollten gewünschtes Verhalten daher eher durch alternative Anreizmechanismen belohnen. Denkbar ist hier vor allem die Äußerung von Anerkennung, beispielsweise in Form eines Dankeschreibens oder eines persönlichen Anrufes durch den Bürgermeister. Eine öffentliche Nennung freiwilliger Anpassungsmaßnahme, welche das Gemeinwohl steigern, könnte darüber hinaus sowohl als Zeichen der Anerkennung für die durchführenden Akteure als auch als Kommunikationsmittel mit weiteren Akteuren dienen.

### **Förderung von Aktivitäten, die Akzeptanz für kollektive Handlungen schaffen**

Um eine möglichst breite Akzeptanz für kollektive Handlungen zu schaffen, bietet sich neben den vorab benannten Instrumenten eine Schaffung von Ausgleichsmechanismen (bspw. Kompensationszahlungen) für solche Personen an, die negativ von der Durchführung von Anpassungsmaßnahmen betroffen sind. Durch eine derartige Kompensation können Personen, deren Interessen ansonsten gegensätzlich zur Durchführung von Anpassungsmaßnahmen stehen, für die Unterstützung von Anpassungsmaßnahmen gewonnen werden. Von diesen Personen ansonsten möglicherweise angestrebte, Kampagnen bzw. aktives Lobbying gegen Anpassung kann so reduziert und ein für kollektive Handlungen notwendiger Konsens über Anpassungserfordernisse erreicht werden.

Ein Beispiel für derartige Ausgleichszahlungen findet sich in der in Kapitel 8.2.9 vorgestellten Förderrichtlinie „Hochwasserschutz im Binnenland“ des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt und Klimaschutz. Im Rahmen dieser Richtlinie werden unter anderem Entschädigungs- bzw. Ablösezahlungen an Eigentümer sowie Inhaber von bestehenden Rechten gefördert. Neben monetären Anreizen können auch hier Normen und Werte angesprochen werden, um diese positiv zu beeinflussen und so langfristig die Akzeptanz für Anpassung zu steigern. In Anlehnung an die Ende November 2013 startende Science-Soap „Sturm des Wissens“<sup>53</sup> wäre beispielsweise die Produktion einer Anpassungs- oder Katastrophenvorsorge-Soap Opera denkbar, um über diesen Weg mehr Bewusstsein für die Notwendigkeit von Anpassungsmaßnahmen zu schaffen. Auch Image-Kampagnen mit Unterstützung prominenter Akteure (ähnliche der aktuellen Kampagne zum Blauen Engel<sup>54</sup>), die als Handlungs-Vorbilder dargestellt werden können helfen, die Akzeptanz für kollektives Handeln zu steigern. Gleichzeitig ist allerdings zu sagen, dass sich die Notwendigkeit solcher Kampagnen erst dann ergibt, wenn tatsächlich umfassende Anpassungsmaßnahmen absehbar sind, für die Akzeptanz geschaffen werden muss.

### **9.3.3 Fehlanreize (moral hazard und Pfadabhängigkeiten)**

Barrieren autonomer Klimaanpassung sind nicht grundsätzlich auf etwaiges Marktversagen zurückzuführen. Ebenso können bestimmte Formen von Fehlanreizen ein Hemmnis für die autonome Anpassung darstellen. Regulatorische und politische Eingriffe, die andere nicht anpassungsbezogene Ziele verfolgen, können mit ihren Anreizen kontraproduktiv auf die Anpassungsentscheidung der Marktakteure wirken. So kann etwa das derzeitige System der Eigentumsrechte aufgrund der öffentlichen Guts-Problematik langfristige Anpassungsinvestitionen verhindern (Gawel und Heuson 2011). Auch orientieren sich bspw. derzeitige agrarpolitische und wasserrechtliche Bestimmungen nicht an den sich wandelnden Klimabedingungen und tragen womöglich sogar zur Verschärfung der Klimafolgen bei (Bardt et al. 2012).

Eine besonders relevante Form von Fehlanreizen ist als „moral hazard“ bekannt und beschreibt Situationen, in denen Individuen Risiken verstärkt eingehen, weil sie davon ausgehen, dass sie im Schadensfall nicht oder nur in Teilen für die entstehenden Schäden aufkommen. Dies kann u.a. dann geschehen, wenn versucht wird, Marktversagen mit Instrumenten zu beheben, die nicht ursachenadäquat sind. Folgendes Beispiel veranschaulicht diese Problematik: Mit dem Klimawandel ist eine Zunahme von Extremwetterereignissen zu erwarten. In den meisten europäischen Staaten war es in der Vergangenheit häufig üblich, dass der Staat die Schäden von Naturkatastrophen trägt. Selbst an der Beseitigung privater Schäden beteiligte sich der Staat in der Regel großzügig. Begründet wurde dieses Vorgehen – neben der Bedürftigkeit der Opfer – mit der Annahme, dass die Betroffenheit von einem Extremwetterereignis dem Zufall geschuldet sei und die Solidargemeinschaft daher für diese unverschuldeten Schäden

---

<sup>53</sup> <http://sturm-des-wissens.de/>; Sturm des Wissens ist eine fünf-teilige online Soap Opera (« Science Soap »), die hauptsächlich von der Stadt Rostock und dem Landesmarketing von MV finanziert wird. Ziel dieses Projektes ist es v.a. junge Frauen für das Studium von MINT-Fächern zu begeistern.

<sup>54</sup> [http://www.blauer-engel.de/de/blauer\\_engel/presse/meldungen.php?we\\_objectID=312](http://www.blauer-engel.de/de/blauer_engel/presse/meldungen.php?we_objectID=312)

aufkommen solle. Doch für den Anreiz zur autonomen Vorsorge kann dies mitunter fatale Folgen haben. Da die privaten Akteure zu Recht davon ausgehen, dass im Falle von Naturkatastrophen der Staat mit großer Wahrscheinlichkeit für weite Teile ihrer Schäden "haftet", sinkt ihr Anreiz, eigene wirksame Maßnahmen zur Schadensvorsorge zu treffen. Warum sollten sie sich etwa gegen Extremwetterereignisse versichern oder weshalb sollte auf die Besiedlung besonders hochwassergefährdeter Gebiete verzichtet werden, wenn der Staat im Schadensfall haftet? Folglich verleitet die derzeitige Praxis der impliziten öffentlichen Haftung für private Schäden die Marktakteure zum moral hazard.

Eine weitere Form von Fehlanreizen sind Pfadabhängigkeiten oder Irreversibilitäten. Diese entstehen etwa im Kontext technologischer Pfadabhängigkeiten oder im Zusammenhang mit langfristigen Investitionen, wie sie bspw. im Bereich der Infrastruktur oder in der Raumplanung die Regel sind. Der Klimawandel und seine Auswirkungen können dazu führen, dass gewisse Betätigungen aus ökonomischer Sicht nicht mehr sinnvoll sind. Dies geschieht z.B. in der Tourismuswirtschaft, wenn Wintersportgebiete ihre Schneesicherheit verlieren oder die Temperatur in Badeorten zu stark ansteigt. Da die wirtschaftliche Betätigung mancher ansässiger Anbieter aufgrund von in der Vergangenheit getätigter Investitionen jedoch von einem hohen Fixkostenanteil und geringen variablen Kosten geprägt ist, wird der wirtschaftliche Betrieb auch bei Verlustgeschäften aufrechterhalten, solange die variablen Kosten gedeckt werden. Denn nicht alle getätigten langfristigen Investitionen können an einen anderen Standort verlagert oder in ihrer Nutzung umgewidmet werden. Weitere Beispiele für Pfadabhängigkeiten finden sich im Bereich der Energieversorgung und anderen kapitalintensiven Wirtschaftszeigen. Der Staat sollte Anreize setzen, die dazu beitragen, derartige Pfadabhängigkeiten zu vermeiden oder abzubauen.

#### **Verpflichtende Basisversicherung für Elementarschäden**

Eine allgemeine Versicherungspflicht für Elementarschäden wurde bereits eingehend diskutiert (Schwarze und Wagner 2004, Schwarze und Wagner 2007). Abweichend von einer Versicherungspflicht für das gesamte Wohneigentum könnte eine staatliche „Basisversicherung“ eingeführt werden, die bis zu einem bestimmten Sockelbetrag für jeden Immobilieneigentümer verpflichtend wäre. Der Sockelbetrag sollte so gewählt werden, dass er existenzgefährdende Schäden nach Naturkatastrophen im Sinne einer Grundsicherung abfängt – damit würden staatliche ad-hoc-Katastrophenhilfen aus Solidaritätsgründen überflüssig. Risiken über den Sockelbetrag hinaus könnten weiterhin freiwillig zusätzlich versichert werden. Die Basisversicherung könnte durch staatliche Stellen organisiert werden, um auch Hochrisikogebiete einbeziehen zu können. Hierdurch hätten Kommunen einen eigenen ökonomischen Anreiz, solche Gebiete in Zukunft nicht mehr als Bauland auszuweisen. Zudem kann staatliches Engagement dadurch begründet werden, dass die Bereitstellung existenzieller Bedürfnisse – und dazu zählt auch Wohnraum nach einer Naturkatastrophe – als staatliche Aufgabe gesehen wird. In der Folge würden Wohnungseigentümer durch eigene Beiträge für die Schadensregulierung aufkommen. Weitere Vorteile sind die Möglichkeit, Anreize zu weiterer privater Vorsorge durch adäquate Vertragsgestaltung zu setzen, eine zuverlässigere und rechtssicherere Schadensregulierung als im derzeitigen System, und eine höhere Transparenz bei der Finanzierung von Aufbauhilfen. Nachteile gegenüber der derzeitigen Regelung sind u.a. die Transaktionskosten, die bei einer verpflichtenden staatlichen Versicherungslösung entstehen, mögliche Ineffizienzen im Management einer staatlichen Versicherungsgesellschaft, sowie Akzeptanzprobleme, da die bereits stattfindende

Risikosubventionierung von Siedlungen in Hochrisikogebieten offensichtlich werden würde. Aus politökonomischer Perspektive würde der Gesetzgeber bei einer stärkeren Regulierung der staatlichen Schadensregulierung ein Instrument zur flexiblen Förderung aus der Hand geben und damit sich selbst in seinen Freiheiten beschränken.

#### **Verbindliche Selbstverpflichtung der Politik zur Unterlassung von ad-hoc-Hilfen**

Eine Selbstverpflichtung der Politik, in Zukunft keine staatlichen Hilfszahlungen an Opfer von Naturkatastrophen zu zahlen, würde – wenn sie glaubhaft ist – das oben beschriebene Problem des „moral hazard“ effektiv bekämpfen. Sie könnte ähnlich wie die „Schuldenbremse“ in Form einer Verfassungsergänzung umgesetzt werden. In der Folge können private Haushalte nicht mehr davon ausgehen, im Schadensfall finanzielle Unterstützung durch den Staat zu erhalten. Politisch ist eine solche Selbstverpflichtung wohl nur schwer umzusetzen, da stärker noch als bei Einführung einer verpflichtenden Basisversicherung der politische Handlungsspielraum eingeschränkt wird. Zudem könnte argumentiert werden, eine solche Selbstbeschränkung verhindere notwendige Katastrophenhilfe und sei somit unsolidarisch. Daher wäre eine Selbstverpflichtung zur Unterlassung von Nothilfezahlungen am ehesten in Verbindung mit der oben beschriebenen verpflichtenden Basisversicherung denkbar.

In der derzeit geltenden „Schuldenbremse“ sind Auswirkungen von Naturkatastrophen ausdrücklich ausgenommen. Eine andere Selbstbeschränkung, das „Kooperationsverbot“ von Bund und Ländern in der Bildungspolitik, wurde wiederholt als unnötige und schädliche Einschränkung kritisiert. Diese Beispiele aus der aktuellen Gesetzgebung zeigen, dass Selbstbeschränkungen zwar unter bestimmten Umständen eingeführt werden können – ihre konkrete Gestaltung jedoch meist mit Ausnahmen versehen ist oder ihr Weiterbestehen in Frage gestellt wird.

#### **Rabatte bei Versicherungsprämien für private Vorsorge**

Das Problem des „moral hazard“ kann durch Schadensselbstbehalte begrenzt werden – völlig eliminiert wird es dadurch jedoch nicht – vor allem bei der Vorbereitung auf Großschäden haben Selbstbehalte nur eine geringe Wirkung auf das Vorsorgeverhalten von Versicherten. Rabatte von Versicherungsprämien, die im Gegenzug für die Durchführung von privaten Vorsorgemaßnahmen gewährt werden, geben den Versicherten in jedem Fall einen ökonomischen Anreiz zu vorsorgendem Verhalten und haben somit das Potenzial, den Gesamtschaden signifikant zu verringern. Auch in Kapitel 5.2.3 wurde ein Politikinstrument diskutiert, das Preisnachlässe für Sturmversicherungen bei entsprechenden Vorsorgemaßnahmen vorgeschrieben hat.

Aus den in den oben genannten Vorarbeiten lässt sich die Erkenntnis ziehen, dass vorsorgedifferenzierte Versicherungsprämien ein eleganter Weg sein können, private Vorsorge mit Versicherungsschutz in Einklang zu bringen und im Sinne einer ganzheitlichen Hochwasservorsorge zu kombinieren. V.a. in Hochrisikogebieten ist dies auch im ökonomischen Eigeninteresse der Versicherungsgesellschaften und wird bereits im Ausland und vereinzelt auch in Deutschland durchgeführt. Die Erfahrungen aus Florida (siehe Kapitel 5.2.3) zeigen jedoch, dass staatliche Regulierung hier besonders fehleranfällig und letztlich nur schwer zu begründen ist. Im Extremfall kann eine ineffiziente Regulierung zum Marktzusammenbruch und damit zum Gegenteil dessen führen, was ursprünglich beabsichtigt war. Obwohl die Strategie für private Versicherungsunternehmen und die

Gesamtschadensbilanz vorteilhaft sein kann, sollte also eine staatliche Regulierung dieses Themas eher unterbleiben.

### **Normungsprozesse und Standards modifizieren**

Durch ordnungsrechtlich bindende Normierungsregeln kann versucht werden, Pfadabhängigkeiten bei Investitionen in Kapitalgüter (bspw. Bauwerke oder Netze) zu vermeiden. DIN-Normen und Euro-Codes könnten in Teilen so modifiziert werden, dass mögliche Erweiterungen / Rückbauten / Umbauten, die durch zukünftige Klimawandeleinflüsse notwendig werden könnten, von Beginn an in Planungsprozessen berücksichtigt werden müssen. Die Theorie der Realoptionen liefert hierfür ein ökonomisch konsistentes und praktikables Instrumentarium, wie in Kapitel 3.3.3 ausführlich dargestellt wird. Im Aktionsplan Anpassung (Bundesregierung 2011) wird angekündigt, dass die Bundesregierung *„bei den für die Normung und die Entwicklung technischer Regelwerke verantwortlichen Selbstverwaltungsgremien auf eine Berücksichtigung von Anpassungserfordernissen hinwirken“* wird.

Allerdings sollte verbindliche Vorgaben durch Normungen und Standards für die private Wirtschaft als Instrument zur Vermeidung von Pfadabhängigkeiten kritisch gesehen werden. Schließlich sollte es bei ausreichender Informationslage und rationalem Verhalten der Akteure (d.h. wenn andere wichtige Barrieren nicht bestehen würden) für die Investoren im eigenen wirtschaftlichen Interesse sein, Pfadabhängigkeiten und Irreversibilitäten zu vermeiden. Freilich ist es eher fraglich, ob z.B. die Informationslage auf Seiten der Normungsinstitutionen „ausreichend“ ist – hier sollten ggf. aber andere Instrumente ansetzen, die direkt die Behebung von Informationsdefiziten zum Ziel haben. Die angesprochenen Normierungen könnten aber als rechtlich unverbindlicher Best-Practice-Vorschlag dienlich sein. Für staatliche Investitionen wiederum können verbindliche Vorgaben zur Vermeidung von Pfadabhängigkeiten sinnvoll sein, um vermeintlich kurzfristig günstigere Investitionen, die sich langfristig als die teurere Alternative herausstellen kann, zu vermeiden.

### **9.3.4 Marktmacht**

Das Vorhandensein von Marktmacht stellt einen der klassischen Fälle für Marktversagen dar und kann daher als Grundlage für ein staatliches Eingreifen - wahrscheinlich auch in der Anpassung - gesehen werden. Marktmacht kann in der Folge von Unteilbarkeiten entstehen, wie sie für wirtschaftliche Tätigkeiten, die hohe Anfangsinvestitionen erfordern, typisch sind (sog. natürliche Monopole). Natürliche Monopole entstehen vor allem dann, wenn sehr hohe Fixkosten bei niedrigen Grenzkosten vorliegen und damit steigende Skalenerträge vorliegen. Dies führt gerade im Bereich der privaten Bereitstellung von Strom- und Schienennetzen dazu, dass hohe Markteintrittsbarrieren bestehen und hier nur eine kleine Zahl von Marktakteuren aktiv ist. Da Anbieter, die im Rahmen natürlicher Monopole über Marktmacht verfügen, Preise über den Grenzkosten verlangen können, bestehen in den betroffenen Bereichen nur eingeschränkte Anreize zur Klimaanpassung. Durch ausbleibende Anpassungsmaßnahmen durch Monopolisten sinkt die am Markt umgesetzte Menge an Leistungen bei gleichzeitig steigenden Preisen, wodurch es zu einer Reduzierung der gesamten Wohlfahrt kommt. Staatliche Maßnahmen sollten daher darauf abzielen, Wettbewerb in Bereichen mit hoher Anbieterkonzentration zu induzieren oder wenn dies nicht möglich ist, Monopolisten und Oligopolisten zur Anpassung zu bewegen, z.B. durch rechtliche Vorgaben. Dies geht einher mit

bereits vorhandenen Regulationen, welche die Sicherheit der Versorgung mit wichtigen Gütern und Dienstleistungen sicherstellen. Als zusätzlicher Aspekt ist zu beachten, dass Anpassungskosten vor dem Hintergrund eines Oligopols oder Monopols, beispielsweise im Energiesektor, den Charakter von Fixkosten und daher keinen Einfluss auf die Nutzung von Skaleneffekten und damit auf bestehende Marktmacht und Preissetzungsmöglichkeiten haben.

Auch wenn verschiedene Autoren die Bedeutung von Marktmacht als Hemmnis für autonome Anpassung ansprechen (z.B. Cimato und Mullan 2010, Gawel et al 2012, Heuson et al. 2012), lassen sich bisher keine klaren Aussagen dazu treffen, inwieweit sich möglicherweise unzureichende autonome Anpassung auf das Vorhandensein natürlicher Monopole zurückführen lässt. Der einzige modellbasierte Ansatz zur Erklärung der Bedeutung von Marktmacht stammt von Eisenack, der in einem mikroökonomischen Modell zeigt, dass sich Cournot-Oligopolisten bei endogener Marktstruktur suboptimal anpassen (Eisenack 2010). Empirische Daten sind den Autoren dieses Textes bisher nicht bekannt. Auch wenn hier weitergehender Forschungsbedarf besteht, sollen im Folgenden dennoch zwei mögliche Ansätze zum Umgang mit der Anpassungsbarriere Marktmacht skizziert werden, um hier Grundlagen zu schaffen, falls sich herausstellt, dass Marktmacht ein wichtiges Hindernis für autonome Anpassung darstellt.

#### **Dynamisierung des Anlagenzulassungsrechts**

Entsprechend der Ergebnisse einer mikroökonomischen Analyse von Eisenack sollte der Fokus bei anpassungsbezogener Regulation auf dem Mainstreaming der Betrachtung von Klimafolgen in bereits vorhandene Regelungen liegen (Eisenack 2010). Ein möglicher Ansatz Anpassungsverhalten von Monopolisten oder teils auch Oligopolisten durch rechtliche Vorgaben zu steuern besteht in einer Dynamisierung des Anlagenzulassungsrechts. Laut Reese könnte in Anbetracht der Folgen des Klimawandels, einer daraus resultierenden möglichen regionalen und saisonalen Wasserknappheit und damit einhergehender eingeschränkter Verfügbarkeit von Kühlwasser „eine stärkere Dynamisierung der Zulassungsregime erforderlich werden“ (Reese 2009). Das Anlagenzulassungsrecht betrifft dabei insbesondere das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG), das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) und das Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG). Konkrete Vorschläge für eine Integration von Klimafolgen in diese Gesetze finden sich beispielsweise in Reese et al. (2010). Eine stärkere Dynamisierung der Zulassungsregime ließe sich nach Reese problemlos in das bestehende Anlagenzulassungsrecht integrieren (Reese 2009).

#### **Anreizregulierungsverordnung (ARegV)**

Nicht nur die Erzeugung von Elektrizität in (thermischen) Kraftwerken, sondern auch die Infrastruktur für den weitergehenden Transport wird voraussichtlich durch Auswirkungen des Klimawandels betroffen sein. Im Bereich der Stromnetze spielen insbesondere die Zunahme von Häufigkeit und Intensität von Extremereignissen (vor allem Sturm in Kombination mit Schneelast) eine wichtige Rolle. Bereits jetzt erlaubt § 19 Abs. 1 der Anreizregulierungsverordnung (ARegV) unter dem Stichwort des Qualitätselements die Anwendung von Zu- oder Abschlägen auf Erlösobergrenzen von Netzbetreibern, wenn diese „hinsichtlich der Netzzuverlässigkeit [Fähigkeit des Netzes Energie möglichst unterbrechungsfrei zu transportieren] oder der Netzleistungsfähigkeit [Fähigkeit des Netzes die Nachfrage nach Energieübertragung zu befriedigen] von Kennzahlvorgaben [positive oder

negative Differenz zum Durchschnitt] abweichen“. Auf dieser Basis bestünde die Möglichkeit Anreize (in Form von Zuschlägen) für solche Netzbetreiber zu schaffen, die sich auf effiziente Weise an Klimafolgen anpassen und somit eine höhere Versorgungszuverlässigkeit gewährleisten. Problematisch wäre hierbei jedoch, dass dem aufgrund von Monopolstrukturen gegebenen Marktversagen nur teilweise oder gar nicht entgegen gewirkt wird und ein Missbrauch der Zuschlagszahlungen im Sinne einer zusätzlichen Subventionierung und einer Preissteigerung für den Verbraucher denkbar wäre.

### **9.3.5 Soziale Normen**

Kulturelle Verhaltensbarrieren lassen sich auf bestimmte Wertvorstellungen oder Traditionen zurückführen (Adger et al. 2008). So fanden Grothmann und Patt z.B. heraus, dass Bauern in gewissen Kulturkreisen, die mit zuverlässigen Extremwetterprognosen konfrontiert wurden, diese Information bei der Entscheidung zwischen extremwetteranfälligen und -robusten Pflanzen (vorerst) nicht berücksichtigten, u.a. weil die anfälligeren Pflanzen kulturell und sozial anerkannter waren (Grothmann und Patt 2005). Ein weiteres Beispiel kultureller Verhaltensbarrieren stellt der Bereich des Hochwasserschutzes dar. So konnte sich trotz starker Gefährdung in vielen Städten wassernahes Wohnen ohne Schutzmauern durchsetzen – prominentes Beispiel ist hier die stark von der Flutkatastrophe 2013 betroffene Stadt Grimma. Hintergrund ist hier, dass sich Anwohner durch die ästhetische Einschränkung bzw. Sichtbeeinträchtigung der geplanten Hochwasserschutzmauer gestört fühlten. In Bezug auf die autonome Klimaanpassung tut sich hier also ein weiteres Anpassungshemmnis auf. Denn Privatpersonen und Entscheidungsträger in Organisationen, die Klimaanpassung allgemein oder gewisse Anpassungsmaßnahmen aufgrund von Traditionen oder Wertvorstellungen als nicht notwendig oder gesellschaftskonform erachten, berücksichtigen die bereitgestellten Informationen im Rahmen ihrer Entscheidungsfindung möglicherweise nicht.

Es lässt sich also schlussfolgern, dass "Entscheidungen und Handlungen [aufgrund kultureller und insbesondere psychologischer Verhaltensbarrieren] nur begrenzt einer logisch-rationalen Systematik folgen" (Freimann und Mauritz 2010). Hierin liegt eine weitere Hürde autonomer Klimaanpassung, die im Falle kultureller Verhaltensbarrieren durch die Veränderung kultureller und sozialer Normen und im Falle psychologischer Hemmnisse durch die Steigerung des anpassungsbezogenen know-hows abgebaut werden sollte, dies kann allerdings nur über einen längeren Zeitraum zur Änderungen von sozialen Normen beitragen. Hier bieten sich ähnliche Instrumente an, wie sie auch zur Förderung der Akzeptanz für kollektive Handlungen verwendet werden können: das Kommunizieren von guten Beispielen in der Anpassung, am besten durch Vorbilder, mit denen sich die angesprochenen Akteure identifizieren können, positive Besetzung des Themas z.B. durch Wettbewerbe und öffentliche Auszeichnungen besonders vorbildlicher Initiativen sowie den langsamen Transfer der Bedeutung angepassten Verhaltens (etwa sparsameren Umgang mit Wasser) in den Alltag über die kulturelle Kanäle – etwa über virale Videos im Internet, Literatur oder über Formate in Fernsehen.

## **9.4 Fazit: Gesamtschau der Instrumente und möglicher Policy-Mix**

Die obigen Ausführungen beschreiben Barrieren autonomer Anpassung und identifizierte Instrumente und Lösungsansätze, mit denen der Staat trotz existierender Barrieren autonome Anpassung fördern kann. Im Folgenden wird eine Shortlist von Lösungsansätzen erstellt, die für eine tiefer gehende Analyse in Frage kommen. In diese Einschätzungen fließen die in anderen

Kapiteln (insbesondere 5 und 8) gewonnen Erkenntnisse zu den Erfolgsaussichten des jeweiligen Lösungsansatzes sowie der Relevanz der entsprechenden Barriere ein. Eine detaillierte Begründung, weshalb das Projektteam eine spezifische Maßnahme für prüfenswert hält, findet sich in den jeweiligen Unterkapiteln. In diesem Sinne kann die Liste auch als ein Destillat des Forschungsvorhabens verstanden werden. Die folgenden Maßnahmen mit dem Ziel, autonome Anpassung zu fördern, sollten aus Sicht des Projektteams vertiefter betrachtet werden:

- Ausweitung bestimmter Förderprogramme und Entwicklung neuer Programme. z.B. Subventionen für Maßnahmen, die positive externe Effekte auf umliegendes Gebiet haben
- Reduktion von Abwassergebühren bei Einrichtung von Versickerungsflächen für Regenwasser
- Einführung von Zahlungssystemen für Ökosystemdienstleistungen
- Verpflichtende Basisversicherung für Elementarschäden
- Verbindliche Selbstverpflichtung der Politik zur Unterlassung von ad-hoc-Hilfen (in Verbindung mit Basisversicherung)
- Normungsprozesse und Standards modifizieren, aber ohne Verbindlichkeit für Privatwirtschaft
- Darstellung von Gefährdungspotenzialen in Form von Karten und Plänen
- Gezielte Ansprache und Informierung von besonders Betroffenen bzw. zentralen Multiplikatoren
- Stärkung der Nutzung von Web 2.0 Angeboten zur Vernetzung vorhandenen Wissens in Notfallsituation
- Anreize für bürgerschaftliches Engagement für Katastrophenvorsorge
- Dynamisierung des Anlagenzulassungsrechts

Diese Maßnahmen können teilweise nicht nur einzeln angewandt werden, sondern ergänzen sich durch ihren komplementären Charakter unter gewissen Umständen gut. So sind gerade die genannten Maßnahmen im Bereich des Hochwasserschutzes gut geeignet, in einem Policy-Mix zusammengefasst zu werden. So können sich die unterschiedlichen Instrumente in ihrer Effektivität gegenseitig verstärken.

Diese Liste kann aber noch nicht abschließend sein. Dazu wird die Wirkungsweise bestimmter Barrieren noch zu wenig verstanden. So sind Art und Umfang von Anpassungshemmnissen durch Marktmacht bzw. der Existenz natürlicher Monopole noch zu wenig bekannt und weiterführende Untersuchungen wären hier nötig, um zu einem abschließenden Urteil kommen zu können.

Das in diesem Bericht dokumentierte Forschungsvorhaben hatte zum Ziel, Maßnahmenvorschläge im Bereich der Finanzierungs- und Anreizstrukturen für die Umsetzung der nationalen Anpassungsstrategie der Bundesregierung zu erarbeiten. Diese Vorschläge und die dazu erarbeiteten Kriterienkataloge und Analysewerkzeuge liefern – unter Berücksichtigung und expliziter Darstellung der Forschungslücken – einen wichtigen Beitrag

zur Identifikation von praktikablen Politikmaßnahmen zur Förderung der Anpassung an den Klimawandel.

## 10 Quellenverzeichnisse

### 10.1 Quellenverzeichnis für den Berichtstext

- Aaheim, A.; Amundsen, H.; Dokken, T.; Ericson, T.; Wei, T. (2009): A macroeconomic assessment of impacts and adaptation to climate change in Europe. CICERO Report 2009 06, 50ff, Oslo.
- Aaheim, A. & Aasen, M. (2008b): Adaptation to Climate Change: Why is it needed and how can it be implemented?. CEPS Policy brief 161, Centre for European Policy Studies, Brüssel.
- Abgeordnetenhaus Berlin (2008): Kleine Anfrage der Abgeordneten Matthias Brauner und Heiko Melzer (CDU): Grundwasserentnahmeentgelt – Preistreiber statt sinnvoller Umweltschutz?, Drucksache 16/12 434.
- Ackerman, F.; DeCanio, S.J.; Howarth, R.B.; Sheeran, K. (2009): Limitations of integrated assessment models of climate change. *Climatic Change*. 95. S. 297–315.
- Adger, W.N. (2003): Social Capital, Collective Action, and Adaptation to Climate Change. *Economic Geography*. 79(4). S. 387-404.
- Adger, W. N.; Dessai, S.; Goulden, M.; Hulme, M.; Lorenzoni, I.; Nelson, D. R.; Naess, L. O.; Wolf, J.; Wreford, A. (2008): Are there social limits to adaptation to climate change? *Climate Change*. 93. S. 335-354.
- Agrawal, A.; Kononen, M.; Perrin, N. (2009): The Role of Local Institutions in Adaptation to Climate Change. Social Development Working Papers No. 118. The World Bank. Washington.
- Agrawala, S. & Fankhauser, S. (2008): Economic Aspects of Adaptation to Climate Change: costs, benefits and policy instruments. Paris.
- Aigner, H. (2011): Der Gefahrenzonenplan der Wildbach- und Lawinenverbauung. *Berichte Geol. B.-A. 88 GEOTAGE* – 29. & 30.9.2011.
- Akbari, H.; Menon, S.; Rosenfeld, A. (2009): Global cooling: increasing world-wide urban albedos to offset CO<sub>2</sub>. *Climate Change*. 94. S.275-286.
- Allianz pro Schiene [Hrsg.] (2008): Umweltschonend mobil. Bahn, Auto, Flugzeug, Schiff im Umweltvergleich. <https://www.allianz-pro-schiene.de/publikationen/umweltschonend-mobil/umweltschonend-mobil.pdf> [Zuletzt eingesehen am 14.07.2011]
- Arnell, N.W.; Tompkins, E.L.; Adger, W.N (2005): Eliciting Information from Experts on the Likelihood of Rapid Climate Change. *Risk Analysis*. 25(6). S. 1419-1431.
- Arrow, K. J. & Debreu, G. (1954): Existence of an Equilibrium for a Competitive Economy. *Econometrica*. 22 (3). S. 265-290.
- Arrow, K.J.& Fisher, A.C. (1974): Environmental Preservation, Uncertainty and Irreversibility. *Quarterly Journal of Economics*. 88(2). S. 312-319.
- Atkinson, A.B. & J.E. Stiglitz (1980): *Lectures on Public Economics*, Maidenhead, UK.
- Bardt, H.; Chrischilles, E.; Mahammadzadeh, M. (2012): Klimawandel und Unternehmen. In: *Wirtschaftsdienst – Zeitschrift für Wirtschaftspolitik* 13, S. 29-36.

- Beare, S. & Skaziell, S. (o.J.): Managing Climate Risks – the role and value of real options.  
[http://www.mssanz.org.au/MODSIM07/papers/47\\_s10/ManagingClimates10\\_Beare\\_.pdf](http://www.mssanz.org.au/MODSIM07/papers/47_s10/ManagingClimates10_Beare_.pdf).  
 [Heruntergeladen am 28.10.2011].
- Beck, S.; Bovet, J.; Baasch, S.; Reiß, P.; Görg, C. (2011): Synergien und Konflikte von Anpassungsstrategien und –maßnahmen. Umweltbundesamt, Dessau- Roßlau.
- Bell, M.L.; Hobbs, B.F.; Elliott, E.M.; Ellis, H.; Robinson, Z. (2001): An Evaluation of Multi-Criteria Methods in Integrated Assessment of Climate Policy. *Journal of multi-criteria decision analysis*. 10. S. 229-256.
- Bentham, J. (1789): *Introduction to the Principles of Morals and Legislation*. London.
- Bernholz, P. & Breyer, F. (1984): *Grundlagen der Politischen Ökonomie*. Mohr, Tübingen.
- Billen, N; Krimly, T; Lambert, B (2007): *Landwirtschaftlicher Hochwasserschutz - 10 Steckbriefe für 12 Maßnahmen*. Stuttgart.
- Blauer Engel (2012): <http://www.blauer-engel.de/>
- Blyth, W.; Bradley, R.; Bunn, D.; Clarke, C.; Wilson, T. und Yang, M. (2007): Investment risks under uncertain climate change policy. *Energy Policy*. 35. S. 5766-5773.
- BMELV (2012): *Nationale Rahmenregelung der Bundesrepublik Deutschland für die Entwicklung ländlicher Räume*. Bonn.
- BMF (2010): *Klimapolitik zwischen Emissionsvermeidung und Anpassung. Gutachten des Wissenschaftlichen Beirats beim Bundesministerium der Finanzen*. Berlin.
- Böhringer C.; Löschel A.; Moslener U.; Rutherford, T. F. (2009): EU climate policy up to 2020: An economic impact assessment. *Energy Economics*. 31(Supplement 2). S. 295 - S305.
- Böhringer C.; Rutherford T. F.; Wiegard, W. (2003): *Computable General Equilibrium Analysis: Opening a Black Box*. ZEW Discussion Paper 03-56.
- Bosello, F.; Carraro, C.; De Cian, E. (2010): Climate policy and the optimal balance between mitigation, adaptation and unavoided damage. *Climate Change Economics*. 1(2). S. 71-92.
- Botzen, W. J. W. & van den Bergh, J. C. J. M. (2008): Insurance against climate change and flooding in the Netherlands: present, future, and comparison with other countries. *Risk Analysis*. 28(2). S. 413–426.
- Botzen, W.J.W. & van den Bergh, J.C.J.M. (2009): Bounded Rationality, Climate Risks, and Insurance: Is There a Market for Natural Disasters? *Land Economics*. 85(2). S. 265-278.
- Bräuer, I.; Umpfenbach, K.; Blobel, D.; Grünig, M.; Best, A.; Peter, M.; Lückge, H. (2009): *Klimawandel: Welche Belastungen entstehen für die Tragfähigkeit der Öffentlichen Finanzen?*. Berlin.  
[http://ecologic.eu/download/projekte/1850-1899/1865/Endbericht\\_FINAL\\_Klimawandel.pdf](http://ecologic.eu/download/projekte/1850-1899/1865/Endbericht_FINAL_Klimawandel.pdf)
- Braun, D. & Giraud, O. (2009): *Politikinstrumente im Kontext von Staat, Markt und Governance*, in: Schubert, Klaus/ Bandelow, Nils C. (Hrsg.): *Lehrbuch der Politikfeldanalyse 2.0*. Oldenbourg, München, S. 159-187.
- Bräuninger, M.; Butzengeiger-Geyer, S.; Dlugolecki, A.; Hochrainer, S.; Köhler, M.; Linnerooth-Bayer, J.; Mechler, R.; Michaelowa, A.; Schulze, S. (2011): *Application of economic instruments for adaptation to climate change. Final Report. CLIMA. C.3./ETU/2010/0011*, Brüssel.

- Brown, F. W.M.; Pielke, R. A.; Annan, J. D. (2007): Is there agreement amongst climate scientists on the IPCC AR4 WG1? <http://www.jamstec.go.jp/frsgc/research/d5/jdannan/survey.pdf> – [Heruntergeladen am 29.8.2012]
- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2013): Rahmenplan der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ für den Zeitraum 2013-2016.  
[http://www.bmelv.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/Foerderung/Rahmenplan2013-2016.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bmelv.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/Foerderung/Rahmenplan2013-2016.pdf?__blob=publicationFile)
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) [Hrsg.] 2011: Die Zukunft von Wasserstraßen und Schifffahrt in Zeiten des Klimawandels – wie passen wir uns an? Ergebnisdokumentation zum Arbeitstreffen des BMVBS für Interessenvertreter am 8. Sept. 2010 in Bonn. Ein Beitrag zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS). [Zuletzt eingesehen am 14.07.2011].  
[http://www.anpassung.net/nn\\_701050/SharedDocs/Downloads/DE/BMVBS\\_\\_Klimaanpassung\\_\\_Wasserstra\\_C3\\_9Fen\\_\\_und\\_\\_Schifffahrt,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/BMVBS\\_Klimaanpassung\\_\\_Wasserstra\\_C3\\_9Fen\\_\\_und\\_\\_Schifffahrt.pdf](http://www.anpassung.net/nn_701050/SharedDocs/Downloads/DE/BMVBS__Klimaanpassung__Wasserstra_C3_9Fen__und__Schifffahrt,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/BMVBS_Klimaanpassung__Wasserstra_C3_9Fen__und__Schifffahrt.pdf)
- Bundesregierung (2011): Aktionsplan Anpassung der deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel] [http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/aktionsplan\\_anpassung\\_klimawandel\\_bf.pdf](http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/aktionsplan_anpassung_klimawandel_bf.pdf). [Zuletzt eingesehen am 08.09.2011]
- Butzengeiger, S. (2011): Policy instruments for promoting adaptation to climate change. Präsentation vom 21. Oktober 2011.  
[http://www.circle-era.eu/np4/%7B\\$clientServletPath%7D/?newsId=308&fileName=23\\_Sonja\\_BUTZENGEIGER.pdf](http://www.circle-era.eu/np4/%7B$clientServletPath%7D/?newsId=308&fileName=23_Sonja_BUTZENGEIGER.pdf). [Heruntergeladen am 10.11.2011]
- Butzengeiger-Geyer, S.; Michaelowa, A.; Köhler, M.; Stadelmann, M. (2011): Policy instruments for climate change adaptation - lessons from mitigation and preconditions for introduction of market mechanisms for adaptation. [http://cc2011.earthsystemgovernance.org/pdf/2011Colora\\_0127.pdf](http://cc2011.earthsystemgovernance.org/pdf/2011Colora_0127.pdf). [Heruntergeladen am 10.11.2011].
- Cimato, F. & Mullan, M. (2010): Adapting to Climate Change: Analysing the Role of Government. In: Defra Evidence and Analysis Series Paper 1.  
<http://archive.defra.gov.uk/environment/climate/documents/analysing-role-government.pdf> [Zuletzt eingesehen am 24.06.2011]
- Ciscar J.; Igelesias, A.; Feyen, L.; Szabo, L.; van Regemorter, D.; Amelung, B.; Nicholls, R; Watkiss, P.; Christensen, O. B.; Dankers, R.; Garrote, L.; Goodess, C.; Hunt, A; Moreno, A.; Richards, J; Soria, A. (2011): Physical and economic consequences of climate change in Europe. Proceedings of the National Academy of Sciences. 108(7). S. 2678-2683.
- Ciscar, J.C. & Soria, A. (2009): Climate change impacts in Europe, Final report of the PESETA research project. JRC Scientific and Technical Report.
- CLIBIO - Impacts of Climate Change and Biodiversity Effects (2007): Second Annual Report September 2007 - August 2008. [http://www.dse.unive.it/fileadmin/templates/dse/CEEM/clibio/clibio\\_2\\_ar.pdf](http://www.dse.unive.it/fileadmin/templates/dse/CEEM/clibio/clibio_2_ar.pdf)

- Climate Service Center (2012): Dokumentation der Workshops zu: Ökonomischen Aspekten der Anpassung an den Klimawandel Stand des Wissens und weiterer Forschungsbedarf in Deutschland [http://www.climate-service-center.de/imperia/md/content/csc/workshopdokumente/workshop\\_anpassung/dokumentation-workshops\\_o\\_\\_konomische\\_aspekte\\_der\\_anpassung\\_an\\_den\\_klimawandel-2012.pdf](http://www.climate-service-center.de/imperia/md/content/csc/workshopdokumente/workshop_anpassung/dokumentation-workshops_o__konomische_aspekte_der_anpassung_an_den_klimawandel-2012.pdf)
- Cline, W. R. (2007): *Global Warming and Agriculture*. Center for Global Development. Peterson Institute for International Economics. Washington D.C.
- Dahrendorf, R. (1992): *Der moderne soziale Konflikt*, Stuttgart.
- Dannenberg, A.; Mennel, T.; Osberghaus, D.; Sturm, B. (2010): The Role of Government in Adaptation to Climate Change. *Environment and Planning C: Government & Policy*. 28(5). S. 834-850.
- Dannenberg, A.; Mennel, T.; Osberghaus, D.; Sturm, B. (2009): The economics of adaptation to climate change: the case of Germany. Discussion Paper No. 09-057. Centre for European Economic Research. (ZEW). Mannheim.
- Davidson, J. (2010): "Mainstreaming climate change adaptation into existing postgraduate environmental planning and management coursework" School of Geography and Environmental Studies, University of Tasmania.
- De Bremond, A. & Engle, N.L. (2011): *Adaptation Theme Report: Increasing Terrestrial Ecosystem Resilience*. Contribution to the MCA4climate initiative.
- De Bruin, K.; Dellink, R.B.; Ruijs, A.; Bolwidt, L.; van Buuren, A.; Graveland, J.; de Groot, R.S.; Kuikman, P.J.; Reinhard, S.; Roetter, R.P.; Tassone, V.C.; Verhagen, A.; van Ierland, E.C. (2009a): Adapting to climate change in the Netherlands: an inventory of climate adaptation options and ranking of alternatives. *Climate Change*. 95. S. 23-45.
- De Bruin, K.; Dellink, R.; Agrawala S. (2009b): *Economic Aspects of Adaptation to Climate Change: Integrated Assessment Modeling of Adaptation Costs and Benefits*. OECD, Paris, Working Paper, No. 6, ENV/EPOC/GSP(2008)17/FINAL.
- De Bruin, K.; Dellink, R.; Tol, R. (2009c): AD-DICE: an implementation of adaptation in the DICE model. *Climatic Change*. 95(1-2). S. 63-81.
- Decker, M. (2010): *Interdisziplinäre Zusammenarbeit in der Technikfolgenabschätzung – problemorientiert und transdisziplinär?* Karlsruhe: Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse, Karlsruhe. [http://www.leibniz-institut.de/archiv/decker\\_06\\_06\\_10.pdf](http://www.leibniz-institut.de/archiv/decker_06_06_10.pdf) [Heruntergeladen am 04.01.2012]
- Dehnhardt, A.; Hirschfeld, J.; Drünkler, D.; Peschow, U.; Engel, H.; Hammer, M. (2008): *Kosten-Nutzen-Analyse von Hochwasserschutzmaßnahmen*. Umweltbundesamt.
- Ding, H.; Silvestri, S.; Chiabai, A.; Nunes, P.A.L.D. (2008): *An Environmental Economics Outlook of the Climate Change Impact of Forest Ecosystem Goods and Services Biodiversity on Human Wellbeing: Results from a MEA application to Europe*. [http://www.bioecon-network.org/pages/10th\\_2008/08.Ding.pdf](http://www.bioecon-network.org/pages/10th_2008/08.Ding.pdf)
- Dittrich, S. & Worm, W. (2006): *Möglichkeiten der ländlichen Entwicklung zur Unterstützung eines dezentralen Hochwasserschutzes*. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft.
- Dixit, A. K. & Pindyck, R. S. (1994): *Investment under uncertainty*. Princeton, University Press.

- Dobes, L. (2008): Getting Real about Adapting to Climate Change: Using 'Real Options' to Address the Uncertainties. *Agenda*. 15(3). S. 55-69.
- Dobes, L. & Bennett, J. (2009): Multi-Criteria Analysis: „Good Enough“ for Government work? *Agenda - A Journal of Policy Analysis and Reform*. 16(3). S. 7-29.
- Doran, P. T. & Zimmerman, M. K. (2009): Examining the Scientific Consensus on Climate Change. *EOS*. Vol. 90. No. 3.
- Dose, N. (2008): Problemorientierte staatliche Steuerung: Ansatz für ein reflektiertes Policy-Design. Baden-Baden.
- Dworak, T.; Berglund, M.; Laaser, C.; Strosser, P., Roussard, J., Grandmougin, B., Kossida, M., Kyriazopoulou, I.; Berbel, J.; Kolberg, S.; Rodríguez-Díaz, J. A.; Montesinos, P. (2007): EU Water saving potential (Part 1 –Report), Ecologic, Institute for International and European Environmental Policy [http://ecologic.eu/download/projekte/900-949/917/917\\_water\\_saving\\_1.pdf](http://ecologic.eu/download/projekte/900-949/917/917_water_saving_1.pdf) [Heruntergeladen am 06.09.2012].
- EC (2007a): GREEN PAPER, Adapting to climate change in Europe – options for EU action. Brüssel.
- EC (2007c): Antworten auf die Herausforderung von Wasserknappheit und Dürre in der Europäischen Union. Brüssel.
- EC (2008): Regions 2020. An assessment of future challenges for EU regions. COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT. Brüssel.
- EC (2009a): WHITE PAPER, Adapting to climate change: Towards a European framework for action. Brüssel.
- EC (2009b): Directive 2009/29/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 amending Directive 2003/87/EC so as to improve and extend the greenhouse gas emission allowance trading scheme of the Community. Brüssel.
- EC (2009c): Anpassung an den Klimawandel: Eine Herausforderung für die Landwirtschaft und ländliche Gebiete in Europa. ARBEITSDOKUMENT DER KOMMISSIONSDIENSTSTELLEN zum WEISSBUCH Anpassung an den Klimawandel: Ein europäischer Aktionsrahmen. Brüssel.
- EC (2011a): Vorschlag für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates zur Aufstellung des Programms für Umwelt- und Klimapolitik (LIFE), [http://ec.europa.eu/environment/life/about/documents/COMM\\_PDF\\_COM\\_2011\\_0874\\_F\\_DE.pdf?reference=IP/11/1526&format=PDF&aged=0&language=DE&guiLanguage=en](http://ec.europa.eu/environment/life/about/documents/COMM_PDF_COM_2011_0874_F_DE.pdf?reference=IP/11/1526&format=PDF&aged=0&language=DE&guiLanguage=en) [Heruntergeladen am 06.09.2012].
- EC (2011b): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen: Die Zukunft des Solidaritätsfonds der Europäischen Union, [http://www.bundesrat.de/cln\\_235/SharedDocs/Drucksachen/2011/0601-700/615-11,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/615-11.pdf](http://www.bundesrat.de/cln_235/SharedDocs/Drucksachen/2011/0601-700/615-11,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/615-11.pdf) [Heruntergeladen am 06.09.2012].
- EC (2013a): An EU Strategy on adaptation to climate change, [http://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what/docs/com\\_2013\\_216\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what/docs/com_2013_216_en.pdf) [Heruntergeladen am 09.07.2013].

- EC (2013b): An EU Strategy on adaptation to climate change – Impact Assessment, [http://ec.europa.eu/governance/impact/ia\\_carried\\_out/docs/ia\\_2013/swd\\_2013\\_0132\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/governance/impact/ia_carried_out/docs/ia_2013/swd_2013_0132_en.pdf) [Heruntergeladen am 09.07.2013].
- ECA (2009): Shaping climate-resilient development, a framework for decision making. Economics of climate adaptation. ClimateWorks Foundation, Global Environment Facility, European Commission, McKinsey & Company, The Rockefeller Foundation, Standard Chartered Bank and Swiss Re.
- EEA (2008): Impacts of Europe's changing climate - 2008 indicator-based assessment. [http://www.eea.europa.eu/publications/eea\\_report\\_2008\\_4/pp1-19\\_CC2008Executive\\_Summary.pdf](http://www.eea.europa.eu/publications/eea_report_2008_4/pp1-19_CC2008Executive_Summary.pdf)
- EEA (2010): The European Environment. State and Outlook 2010. Adapting to Climate Change. European Environment Agency, Copenhagen.
- EEA (2012): Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012, <http://www.eea.europa.eu/publications/climate-impacts-and-vulnerability-2012> [Heruntergeladen am 09.07.2013].
- Eisenack, K. (2010): The inefficiency of private adaptation to pollution in the presence of endogeneous market structure. Wirtschaftswissenschaftliche Diskussionspapiere. Institut für Volkswirtschaftslehre Universität Oldenburg.
- ESPO (2011): Climate Change and Territorial Effects on Regions and Local Economies, Main Report, ESPON & IRPUD, TU Dortmund.
- Europäische Kommission (2011): “Energy Roadmap 2050. Impact assessment and scenario analysis”, [http://ec.europa.eu/clima/policies/roadmap/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/clima/policies/roadmap/index_en.htm)
- Europäische Kommission (2012) “The 2012 Ageing Report: Underlying Assumptions and Projection Methodologies” [http://ec.europa.eu/economy\\_finance/publications/european\\_economy/2011/pdf/ee-2011-4\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/economy_finance/publications/european_economy/2011/pdf/ee-2011-4_en.pdf)
- Europäisches Parlament, Europäischer Rat (2007a): Richtlinie 2007/60/EG über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken.
- Europäisches Parlament, Europäischer Rat, Europäische Kommission (2010): Charter of Fundamental Rights of the European Union, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2010:083:0389:0403:en:PDF> [Heruntergeladen am 11.07.2013].
- EuroSION (2004): Living with coastal erosion in Europe: Sediment and Space for Sustainability, Part IV – A guide to coastal erosion management practices in Europe: Lesson learned.
- Fankhauser, S. & Tol, R. (2005): On climate change and economic growth. Resource and Energy Economics. 27. S. 1-17.
- Fankhauser, S.; Smith, J. B.; Tol, R. (1999): Weathering climate change: some simple rules to guide adaptation decisions. Ecological Economics 30. S. 67-78.
- Felkner, J. S.; Townsend, R. M. (2011): The geographic concentration of enterprise in developing countries. The quarterly journal of economics. 126(4). S. 2005-2061.
- Fisek, G. O.; Yeniceri, N.; Müderrisoglu, S.; Ozkarar, G. (2002): Risk Perception and Attitudes Towards Mitigation. Beitrag zum IIASA-DPRI Meeting “Integrated Disaster Risk Management: Megacity

- Vulnerability and Resilience". Laxenburg, Österreich, 29.-31.07. 2002.  
<http://www.iiasa.ac.at/Research/RMS/dpri2002/Papers/fisek.pdf> [Zuletzt eingesehen am 15.11.]
- Freimann, J. & Mauritz, C. (2010): Klimawandel und Klimaanpassung in der Wahrnehmung unternehmerischer Akteure. Ergebnisse einer empirischen Studie im Rahmen des Projekts KLIMZUG Nordhessen. Werkstattreihe Nachhaltige Unternehmensführung. Band 26. Universität Kassel. Kassel.
- Frick, J. R.; Goebel, J.; Grabka, M. M.; Groh-Samberg, O.; Wagner, G. (2007): Zur Erfassung von Einkommen und Vermögen in Haushaltssurveys: Hocheinkommensstichprobe und Vermögensbilanz im SOEP. Berlin.
- Fritsch, M. (2010): Marktversagen und Wirtschaftspolitik: Mikroökonomische Grundlagen staatlichen Handelns. München.
- Füssel, H.M. (2009): Ranking of national-level adaptation options. An editorial comment. *Climatic Change* 95, 47–51.
- Gartenamt (2011): Stadt & Grün. Heft 6.
- Gartenamt (2005): Stadt & Grün. Heft 10
- Gawel, E.; Köck, W.; Kern, K.; Möckel, S.; Holländer, R.; Fälsche, M.; Völkner, T. (2011): Weiterentwicklung von Abwasserabgabe und Wasserentnahmeentgelten zu einer umfassenden Wassernutzungsabgabe, UBA Text 67/2011.Dessau-Roßlau.
- Gawel, E. & Heuson, C. (2011): Der Aktionsplan Anpassung an den Klimawandel – eine ökonomische Bewertung. In: *Energiewirtschaftliche Tagesfragen* 12. S. 51-56.
- Gawel, E.; Heuson, C.; Lehmann, P. (2012): Efficient public adaptation to climate change – An investigation of drivers and barriers from a Public Choice perspective. *UFZ Discussion Papers. Department of Economics* 14/2012. Leipzig.
- GDV (2012a): Immer mehr Sachsen verlassen sich nicht auf staatliche Leistungen,  
<http://www.gdv.de/2012/03/immer-mehr-sachsen-verlassen-sich-nicht-auf-staatliche-leistungen/>
- GDV (2012b): Naturgefahrenreport 2011 – Naturgefahren und versicherte Schäden in Deutschland: Eine statistische Übersicht 1970 – 2011, Entwurf Juni 2012.
- GDV (2012c): ZÜRS Geo: Zonierungssystem für Überschwemmungsrisiko und Einschätzung von Umweltrisiken.  
<http://www.gdv.de/2008/08/geo-informationssystem-zuers-geo-zonierungssystem-fuer-ueberschwemmungsrisiko-und-einschaetzung-von-umweltrisiken/>
- GDV, (2012d): ZÜRS public.de startet in Sachsen.  
<http://www.gdv.de/zuers-public/>
- Gerstengarbe, F.-W. (2011): Szenarien für Deutschland. In: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V., Herausforderung Klimawandel.  
<http://www.gdv.de/2011/11/schadenszenarien-bis-zum-jahr-2100/>
- Gfs.Bern (2010): Erfolgsdreieck von Umweltinformationen: Prägnant, präzise und prämiierend. Studienbericht.
- Gollier, C. (2001): *The Economics of Risk and Time*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

- Grießer, H; Fink, P.; Ehrler, K.; Krug, P. (2008): Raumplanung Steiermark – Programm zur hochwassersicheren Entwicklung der Siedlungsräume.
- Grothmann, T. (2005): Klimawandel, Wetterextreme und private Schadensprävention: Entwicklung, Überprüfung und praktische Anwendbarkeit der Theorie privater proaktiver Wetterextrem-Vorsorge. Dissertation, Magdeburg.
- Grothmann, T.; Krömker, D.; Homburg, A.; Siebenhüner, B. (2009): KyotoPlus-Navigator: Praxisleitfaden zur Förderung von Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel – Erfolgsfaktoren, Instrumente, Strategie. Oldenburg.
- Grothmann, T. & Patt, A. (2005): Adaptive capacity and human cognition: The process of individual adaptation to climate change. In: *Global Environmental Change*. 15(3). S. 199-213.
- Guillerminet, M.L. & Tol, R.S.J. (2002): Decision making under catastrophic risk and learning: the case of the possible collapse of the West Antarctic Ice Sheet. *Climatic Change* 91, 193–209.
- Hahn, F. (2004): Künstliche Beschneigung im Alpenraum. Ein Hintergrundbericht. Schaan: CIPRA International.  
[http://www.cipra.org/pdfs/454\\_de/at\\_download/file](http://www.cipra.org/pdfs/454_de/at_download/file) [Zuletzt eingesehen am 15.07.2011]
- Hamilton, J.M. & Tol, R.S.J. (2007): The impact of climate change on tourism in Germany, the UK and Ireland: a simulation study. *Regional Environmental Change*. 7 (3). 161–172.  
<http://www.fnu.zmaw.de/fileadmin/fnu-files/publication/tol/RM2370.pdf>
- Hanger, S.; Haug, C.; Lung, T.; Berkhout, F.; Bouwer, L. (2011): How much solidarity in financing adaptation to climate change in Europe? RESPONSES Workshop Dokumentation, 14. Oktober 2011. Brüssel.
- Hansen, M. T. & Birkinshaw, J. (2007): The Innovation Value Chain. Harvard Business Review Spotlight Reprint R0706J, 1-13.  
<https://blog.itu.dk/KMP-E2008/files/2008/08/theinnovationvaluechain.pdf> [Zuletzt eingesehen am 04.01.2012]
- Harnisch, J. (2011): Finanzierung einer Green Economy in und aus Europa. Vortrag beim 8. Konstanzer Europakolloquium: Green Economy in Europa. Wirklichkeit oder Illusion?, Konstanz, 13.-15. Mai 2011. [http://www.europakolloquium.eu/fileadmin/images/praesi/Vortrag\\_Harnisch.pdf](http://www.europakolloquium.eu/fileadmin/images/praesi/Vortrag_Harnisch.pdf) [Zuletzt eingesehen am 04.01.2012]
- Heal, G. & Kriström, B. (2002): Uncertainty and Climate Change. *Environmental and Resource Economics*. 22. 3–39.
- Health Environment Alliance (2010): Acting NOW for better health. A 30% reduction target for EU climate policy.  
[http://www.env-health.org/IMG/pdf/HEAL\\_30\\_co-benefits\\_report\\_-\\_FULL.pdf](http://www.env-health.org/IMG/pdf/HEAL_30_co-benefits_report_-_FULL.pdf)
- Heindl, P. (2012): Transaction Costs and Tradable Permits: Empirical Evidence from the EU Emissions Trading Scheme, ZEW Discussion Paper No. 12-021, Mannheim.
- Heinzle, S. & Wüstenhagen, R. (2010): Disimproving the European Energy Label's value for consumers? Results of a consumer survey. Working paper No.5 within the project: Soziale, ökologische und ökonomische Dimensionen eines nachhaltigen Energiekonsums in Wohngebäuden.

- Heuson, C.; Gawel, E.; Gebhardt, O.; Hansjürgens, B.; Lehmann, P.; Meyer, V.; Schwarze, R. (2012): Ökonomische Grundfragen der Klimaanpassung: Umrisse eines neuen Forschungsprogramms. UFZ-Bericht 02/2012, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ, Leipzig.
- Heymann, E. (2007): Klimawandel und Branchen: Manche mögen's heiß! Deutsche Bank Research Aktuelle Themen 388.  
[http://www.dbresearch.com/PROD/DBR\\_INTERNET\\_DE-PROD/PROD000000000211107.pdf](http://www.dbresearch.com/PROD/DBR_INTERNET_DE-PROD/PROD000000000211107.pdf) [Zuletzt eingesehen am 14.07.2011]
- Hochrainer, S.; Linneroth-Bayer, J.; Mechler, R. (2010): The European Union Solidarity Fund - Its legitimacy, viability and efficiency. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. 15. S. 797–810.
- Hoffmann, V.H.; Sprengel, D.C.; Ziegler, A.; Kolb, M.; Abegg, B. (2009): Determinants of corporate adaptation to climate change in winter tourism: An econometric analysis. *Global Environmental Change*. 19(2). S. 256-264.
- Hope, C.; Anderson, J; Wenman, P. (1993): Policy analysis of the greenhouse effect: an application of the PAGE model. *Energy Policy*. 21(3). S. 327-338.
- HORA (2012): Natural Hazard Overview & Risk Assessment Austria. <http://www.hora.gv.at>
- Hübler, M. & Klepper, G. (2007): Kosten des Klimawandels. Die Wirkung steigender Temperaturen auf Gesundheit und Leistungsfähigkeit.  
<http://www.ifw-members.ifw-kiel.de/publications/2kosten-des-klimawandels-die-wirkung-steigender-temperaturen-auf-gesundheit-und-leistungsfahigkeit/Kosten%20des%20Klimawandels%20WWF%20IfW.pdf>.
- Hunt, A. (2008): Informing Adaptation to Climate Change in the UK: Some Sectoral Impact Costs.  
[http://journals.sfu.ca/int\\_assess/index.php/iaj/article/viewFile/270/234](http://journals.sfu.ca/int_assess/index.php/iaj/article/viewFile/270/234)
- IHK München und Oberbayern (2010): Die Wirtschaft und der Klimawandel – Reaktionen der Unternehmen. IHK, München.
- IIED (2012): AdMit Projekt. <http://www.iied.org/admit>
- IMF (2010): Data and Statistics. <http://www.imf.org/external/data.htm>
- IPCC (2001): *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Chapter 18. Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). IPCC, Cambridge.
- IPCC (2007): *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Working Group II Report. Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). IPCC, Cambridge.
- Jackson, T. (2004): *Motivating Sustainable Consumption. A review of evidence on consumer behaviour and behavioural change. A report to the Sustainable Development Research Network*. Guildford, Surrey: Centre for Environmental Strategy, University of Surrey.  
<http://www3.surrey.ac.uk/eng/data/staff/rp/JacksonSDRN-review.pdf> [Zuletzt eingesehen am 15.07.2011]
- Jamet, S. & Corfee-Morlot, J. (2009): *Assessing the Impacts of Climate Change: A Literature Review*. OECD Economics Department Working Papers, No. 691, OECD Publishing, Paris.

- Jochem, E.; Schade, W.; Helfrich, N.; Barker, T.; Scrieciu, S. (2009): Adaptation and Mitigation Strategies Supporting European Climate Policy. Karlsruhe.  
<http://publica.fraunhofer.de/starweb/servlet.starweb?path=urn.web&search=urn:nbn:de:0011-n-1193454>
- Jochem, E. & Schade, W. (2008): Report of the Reference and 2°C Scenario for Europe. Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research (ISI), Karlsruhe.
- Johansen, L. (1960): A multi-sectoral study of economic growth. Amsterdam.
- Jonkeren, O.; Rietveld, P.; van Ommeren, J. (2007): Climate Change and Inland Waterway Transport. Welfare Effects of Low Water Levels on the river Rhine. *Journal of Transport Economics and Policy*. 41(3). S. 387-411.
- JRC (2011): Natural Catastrophes: Risk relevance and Insurance Coverage in the EU. Draft report, October 2011. Joint Research Centre, Ispra.
- Kahneman, D. & Tversky, A. (1979): Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk. *Econometrica*. 47(29). 263-292.
- Kahneman, D. & Tversky, A. (1984): Choices, Values, and Frames. *American Psychologist*. 39(4). S. 341-350.
- Kemfert, C. (2002): An integrated assessment model of economy-energy-climate-the model Wiagem. *Integrated Assessment*. 3(4). S. 281-298.
- Kemfert, C. (2007): Klimawandel kostet die deutsche Volkswirtschaft Milliarden. *DIW Wochenbericht*. 74(11). S. 165-170. [http://www.diw.de/sixcms/detail.php?id=diw\\_02.c.233117.de](http://www.diw.de/sixcms/detail.php?id=diw_02.c.233117.de)
- Kemfert, C. (2008): Kosten des Klimawandels ungleich verteilt: Wirtschaftsschwache Bundesländer trifft es am härtesten. *DIW Wochenbericht*. 75(12/13). S. 137-142.
- Kind, C.; Mohns, T.; Sartorius, C. (2011): Unterstützung des Managements von Klimarisiken und -chancen. *Climate Change Nr. 05/2011*. UBA, Dessau-Roßlau. <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/4084.pdf> [Zuletzt eingesehen am 14.07.2011]
- Kolstad, C.D. (1996): Learning and Stock Effects in Environmental Regulation: The Case of Greenhouse Gas Emissions. *Journal of Environmental Economics and Management*. 31(1). S. 1-18.
- König, R. (2009): Versicherungswirtschaftliche Aspekte des Klimawandels. Vortrag im Rahmen der Niedersächsischen Regierungskommission Klimaschutz am 10.11.2009. VGH Hannover (nicht veröffentlicht). In Franck E und Peithmann, 2010: „Regionalplanung und Klimaanpassung in Niedersachsen“, Akademie für Raumforschung und Landesplanung.
- Kreitmayr, J. (2004): Zwischenfruchtbau und Mulchsaat als Erosionsschutz Schriftenreihe. LfL Bayern, München.
- Kronenberg, T. (2010): Erstellung einer Input-Output-Tabelle für Mecklenburg-Vorpommern. *ASTA Wirtschafts- und Sozialstatistisches Archiv*. 4(3). S. 223-248.
- Kuhlicke, C. & Drünkler, D. (2004): Vorsorge durch Raumplanung? Das Problem der Prävention in zeitlicher und raumplanerischer Hinsicht: Eine Lösungsskizze. *Raumforschung und Raumordnung : RuR*. 62(3). S.169-176.
- Lang, G. (2011): Where are Germany's Gains from Kyoto? Estimating the effects of global warming on agriculture. [http://www.fep.up.pt/conferences/earie2005/cd\\_rom/Session%20VII/VII.I/LangGunter.pdf](http://www.fep.up.pt/conferences/earie2005/cd_rom/Session%20VII/VII.I/LangGunter.pdf)

- Lau M. I.; Pahlke A.; Rutherford T. F. (2002): Approximating Infinite-Horizon Models in a Complementarity Format: A Primer in Dynamic General Equilibrium Analysis. *Journal of Economic Dynamics & Control*. 26. S. 577-609.
- Lautenschlager, M.; Keuler, K.; Wunram, C.; Keup-Thiel, E.; Schubert, M.; Will, A.; Rockel, B.; Boehm, U. (2009): Climate Simulation with CLM, Climate of the 20th Century (run no.1 and 2) and Scenarios A1B and B1 (run no.1, 2 and 3), Data Stream 3: European region MPI-M/MaD. World Data Center for Climate. Further data Processing: PIK, TU Dortmund.
- Leary, N. A. (1999): A Framework for Benefit-Cost Analysis of Adaptation to Climate Change and Climate Variability. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. 4(3-4). S. 307-318.
- Lempert, R. J. & Collins, M. T. (2007): Managing the risk of uncertain threshold response: comparison of robust, optimum, and precautionary approaches. *Risk Analysis*. 27. S. 1009-1026.
- Löschel, A.; Reif, C.; Kesternich, M.; Koesler, S. Osberghaus, D.; Koriath, S. (2011): Versteigerungserlöse aus CO<sub>2</sub>-Zertifikaten im Spannungsfeld zwischen Bund und Ländern, *Wirtschaftsdienst*. 10. S. 712-716.
- Lühr, O.; Apfel, D.; Schneider, J. (2011): Standort- und marktbezogene Betroffenheit der regionalen Wirtschaft durch den Klimawandel – Vulnerability Assessment der dynaklim-Wirtschaft Teil 2. *dynaklim-Publikation 9/2011*. Essen.
- LWG (2002): Dachebegrünung. *Veitshöchheimer Berichte*. 66.
- Mendelsohn, R. (2000): Efficient Adaptation to Climate Change. *Climatic Change*. 45. S. 583–600.
- Mendelsohn, R. & Schlesinger, M. (1999): Climate-response functions. *Ambio*. 28. S. 362-366
- Mendelsohn, R.; Morrison, W.; Schlesinger, M.; Andronova, N. (2000): Country-Specific Market Impacts of Climate Change. *Climate Change*. 45(3-4). S. 553-569.
- Mendelsohn, R. (2006): The role of markets and governments in helping society adapt to changing climate. *Climate Change*. 78. S. 203-215.
- Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum (2010): MEKA III - Ein Agrarumweltprogramm mit sichtbaren Erfolgen. Stuttgart.
- Morgan, M.G.; Pitelka, L.F.; Shevliakova, E. (2001): Elicitation of Expert Judgments of Climate Change Impacts on Forest Ecosystems. *Climatic Change*. 49. S. 279–307.
- Musgrave, R. A.; Musgrave, P. B. (1973): *Public Finance in Theory and Practice*. McGraw-Hill, New-York.
- Mußhoff, O. (2009): Wie sollten landwirtschaftliche Betriebe mit wachsenden Risiken umgehen?
- Nakicenovic, N. & Swart, R. (2000): *IPCC Special Report on Emissions Scenarios*. IPCC, Cambridge University Press.
- Nordhaus W. & Boyer J. (2000): *Warming the world: economic modeling of global warming*. MIT, Cambridge.
- Nordhaus, W. D. (2010): Economic aspects of global warming in a post-Copenhagen environment *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 107 (26). S. 11721-11726.
- O'Donoghue, T. & Rabin, M. (2000): The Economics of Immediate Gratification. *Journal of Behavioral Decision Making*. 13. 233–250.

- Olson, M. (1965): *The Logic of Collective Action: Public Goods and the Theory of Groups*. Harvard University Press, Cambridge.
- Osberghaus, D.; Dannenberg, A.; Menzel, T., Sturm, B. (2010): The Role of Government in Adaptation to Climate Change. *Environment & Planning C: Government & Policy*. 28(5). S. 834-850.
- Ostrom, E. (2009): *A Polycentric Approach for Coping with Climate Change*. Policy Research Working Paper, 5095, The World Bank, Washington.
- Ostrom, E. (2010): Polycentric systems for coping with collective action and global environmental change. *Global Environmental Change*. 20. S. 550-557.
- Ott, H. E.; Curtius, H.; Maroulis, G. (2008): *Möglichkeiten verstärkter Nord-Süd-Technologiekoooperation im Klimaregime. Studie auf Grundlage einer Analyse für das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit im Rahmen des Projekts „Wirtschaftliche Chancen der internationalen Klimaschutzpolitik, Nr. 174“*. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, Wuppertal. [http://www.wupperinst.org/uploads/tx\\_wibeitrag/WP174.pdf](http://www.wupperinst.org/uploads/tx_wibeitrag/WP174.pdf) [Zuletzt eingesehen am 04.01.2012]
- Parry, M.; Arnell, N.; Berry, P.; Dodman, D; Fankhauser, S.; Hope, C.; Kovats, S; Nicholls, R.; Satterwaite, D.; Tiffin, R.; Wheeler, T. (2009): *Assessing the costs of adaptation to climate change*. International Institute for Environment and Development, London.
- Patt A.; van Vuuren, D.; Berkhout, F.; Aaheim, A.; Hof, A.; Isaac, M.; Mechler, R. (2010): *Adaptation in integrated assessment modeling: where do we stand?*. *Climatic Change*. 99. S. 383–402.
- Pelling, M. (2011): *Adaptation to climate change: From resilience to transformation*. Routledge Chapman & Hall, New York.
- Perman, R.; Common, M.; McGilvray, J.; Ma, Y. (2003): *Natural Resource and Environmental Economics*. Pearson Education Limited, Harlow.
- Perrels, A.; Veijalainen, N.; Jylhä, K.; Aaltonen, J.; Molarius, R.; Porthin, M.; Silander, J.; Rosqvist, T.; Tuovinen, T. (2010): *The implications of climate change for extreme weather events and their socio-economic consequences in Finland*. Research Reports 158. Government Institute for Economic Research, Helsinki.
- Perrot-Maître, D. (2006): *The Vittel payments for ecosystem services: a „perfect“ PES case?* International Institute for Environment and Development, London.
- Pindyck, W.A. (2000): *Irreversibilities and the Timing of Environmental Policy*. *Resource and Energy Economics*. 22(3). S. 233-260.
- Pohl, J.; Geipel, R. (2002): *Naturgefahren und Naturrisiken*. *Geographische Rundschau*. 54(1). S.4-8.
- Polatitis, H.; Haralambopoulos, D.A.; Munda, G.; Vreeker, R. (2006): *Selecting an Appropriate Multi-Criteria Decision Analysis Technique for Renewable Energy Planning*. *Energy Sources. Part B* 1. S. 181–193.
- Policy Research Corporation (2009): *The economics of climate change adaptation in EU coastal areas*. Brüssel.
- Ramsey, F. P. (1928): *A Mathematical Theory of Saving*. *The Economic Journal*. 38. S. 543-559.
- Rayner, T.; Jordan, A. (2009): *Adaptation to Climate Change: An Emerging EU Policy*. Paper presented at the 2009 Amsterdam Conference on the Human Dimensions of Global Environmental Change.

- Reese, M. (2009): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel – Anpassungsbedarf für das Umweltrecht. *Zeitschrift für Umweltrecht*. 20(3). S. 113–114.
- Reese, M.; Möckel, S.; Bovet, J.; Köck, W. (2010): Adapting Environmental Law to the impacts of climate change – Analysis, development and innovation of legal instruments. UBA Projekt FKZ 3708 41 100/01. Umweltbundesamt, Dessau-Rosslau.
- Reinhardt, F.; Herle, M.; Bastiansen, F.; Streit, B. (2003): Economic Impact of the Spread of Alien Species in Germany.  
<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2434.pdf>
- RMS (2009): Analyzing the effects of the my safe Florida home program on Florida Insurance Risk – RMS Special Report. Risk Management Solutions Report.
- RMS (2010): Study of Florida’s Windstorm Mitigation Credits – Assessing the Impact on the Florida Insurance Market. Risk Management Solutions Report.
- Roy, B. (1990): Decision-aid and decision-making. *European Journal of Operational Research*. 45. S. 324–331.
- Rüdenauer, I. & Griebhammer, R. (2004): PROSA Waschmaschinen – Produkt-Nachhaltigkeitsanalyse von Waschmaschinen und Waschprozessen. Öko-Institut e.V., Freiburg.
- Samuelson, P. A. (1954): The Pure Theory of Public Expenditure. *Review of Economics and Statistics*. 36. S. 387–389.
- Schade, W.; Jochem, E; Barker, T.; Catenazzo, G.; Eichhammer, W.; Fleiter, T.; Held, A.; Helfrich, N.; Jakob, M.; Criqui, P.; Mima, S.; Quandt, L.; Peters, A.; Ragwitz, M.; Reiter, U.; Reitze, F.; Schelhaas, M.; Scricciu, S.; Turon, H. (2009): ADAM 2-degree scenario for Europe – politics and impacts. ISI, Karlsruhe.
- Schenker, O. (2013): Exchanging Goods and Damages: The Role of Trade on the Distribution of Climate Change Costs. *Environmental and Resource Economics*. 54 (2). S. 261-282.
- Schleich, J. & Hillenbrand, T. (2007): Determinants of Residential Water Demand in Germany. *Ecological Economics*. 68(6). S. 1756-1769.
- Schuchardt, B.; Wittig, S.; Mahrenholz, P.; Kartschall, K.; Mäder, C.; Haße, C.; Daschkeit, A. (2008): Deutschland im Klimawandel. Anpassung ist notwendig. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.  
<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3468.pdf>
- Schwarze, R. & Wagner, G. G. (2004): In the Aftermath of Dresden: New Directions in German Flood Insurance. *The Geneva Papers on Risk and Insurance*. 29(2). S. 154–168.
- Schwarze, R. & Wagner, G. G. (2007). The Political Economy of Natural Disaster Insurance: Lessons from the Failure of a Proposed Compulsory Insurance Scheme in Germany. *European Environment*. 17. S. 403–415.
- Schwarze, R.; Schwindt, M.; Weck-Hannemann, H.; Raschky, P.; Zahn, F.; Wagner, G.G. (2011): Natural Hazard Insurance in Europe: Tailored Responses to Climate Change are needed. *Environmental Policy and Governance*. 21. S. 14–30.
- Schwierz, C.; Köllner-Heck, P.; Zenklusen Mutter, E.; Bresch, D. N.; Vidale, P-L.; Wild, M.; Schär, C. (2010): Modelling European winter wind storm losses in current and future climate. *Climatic Change*. 101 (3-4). S. 485-514.

- Sieker, F. (2002): Innovativer Ansatz eines vorbeugenden Hochwasserschutzes durch dezentrale Maßnahmen im Bereich der Siedlungswasserwirtschaft sowie der Landwirtschaft im Einzugsgebiet der Lausitzer Neiße. Osnabrück.
- Smith, J.; et. Al. (2001): Vulnerability to Climate Change and Reasons for Concern: A Synthesis. Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. IPCC, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 913-967.
- Snow, M. & Prasad, D. (2011): Climate Change Adaptation for Building designers: An introduction. EDF 66MSa. February 2011.
- Söhngen, B. & Wassermann, S. (2009): Mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf die Schifffahrtsverhältnisse am Rhein. Kongress der Zentralkommission für die Rheinschifffahrt, Bonn, 24.-25. Juni 2009.  
[http://www.zkr-kongress2009.org/documentation/Auswirkungen\\_Klimawandel\\_Soehngen\\_220609.pdf](http://www.zkr-kongress2009.org/documentation/Auswirkungen_Klimawandel_Soehngen_220609.pdf)  
 [Zuletzt eingesehen am 14.07.2011]
- Statistisches Bundesamt (2010): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen. Input-Output-Rechnung 2007. Wiesbaden.
- Stehling, F. (1999): Ökonomische Instrumente der Umweltpolitik zur Reduzierung stofflicher Emissionen. Materialien erstellt im Auftrag der Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg.
- Stern, N. [Hrsg.] 2007: The Economics of Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge.,  
[http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+/http://www.hm-treasury.gov.uk/d/Chapter\\_18\\_Understanding\\_the\\_Economics\\_of\\_Adaptation.pdf](http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+/http://www.hm-treasury.gov.uk/d/Chapter_18_Understanding_the_Economics_of_Adaptation.pdf) [Zuletzt eingesehen am 24.06.2011]
- Sterr, H. (2009): Assessment of Vulnerability and Adaptation to Sea-Level Rise for the Coastal Zone of Germany. Journal of Coastal Research. 24 (2). S. 380-393
- Tol, R. S. (1997): On the optimal control of carbon dioxide emissions: an application of FUND. Environmental Modeling & Assessment. 2(3). S. 151-163.
- Tompkins, E.L.; Eakin, H. (2011): Managing private and public adaptation to climate change. In: Global Environmental Change: article in press.
- Tröltzsch, J.; Görlach, B.; Lückge, H.; Peter, M.; Sartorius, C. (2012): Kosten und Nutzen von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel – Analyse von 28 Anpassungsmaßnahmen in Deutschland. Ecologic Institut, Berlin.
- Tröltzsch, J.; Görlach, B.; Lückge, H.; Peter, M.; Sartorius, C. (2011): Ökonomische Aspekte der Anpassung an den Klimawandel, Literaturlauswertung zu Kosten und Nutzen von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- Tversky, A. & Kahneman, D. (1992): Advances in Prospect Theory: Cumulative Representation of Uncertainty. Journal of Risk and Uncertainty. 5. S. 297-323.
- UBA (2010): Die Wasserrahmenrichtlinie – Auf dem Weg zu guten Gewässern.
- UNFCCC (2007): Investment and Financial Flows to Address Climate Change.  
[http://unfccc.int/files/cooperation\\_and\\_support/financial\\_mechanism/application/pdf/background\\_paper.pdf](http://unfccc.int/files/cooperation_and_support/financial_mechanism/application/pdf/background_paper.pdf) [Heruntergeladen am 21.02.2013]

- UNFCCC (2011): Assessing the Costs and Benefits of Adaptation Options – An Overview of Approaches. United Nations Framework Convention on Climate Change, Bonn.
- UNFCCC (2013): Glossary of climate change acronyms.  
[http://unfccc.int/essential\\_background/glossary/items/3666.php#A](http://unfccc.int/essential_background/glossary/items/3666.php#A) [Heruntergeladen am 18. Sept. 2013]
- UNISDR (2012): It's Zombie Preparedness Week in British Columbia.  
<http://www.unisdr.org/archive/26792> [Zuletzt eingesehen am 13.09.2013]
- Varian, H. R. (1992): Microeconomic analysis. Volume 2. Norton, New York.
- Vereinte Hagelversicherung (2013): Mehrgefahrenversicherung.  
<http://www.vereinigte-hagel.net/mehrgefahrenversicherung.html> [Zuletzt eingesehen 29. März 2013]
- Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV). [Stand 29.04.2009].
- Vohs, K. D.; Mead, N. L.; Goode, M. R. (2008): Merely Activating the Concept of Money Changes Personal and Interpersonal Behavior. *Current Direction in Psychological Science*. 17(3). S. 208-212.
- von Ungern-Sternberg, T. (2003): State intervention for the market for natural damage insurance in Europe. *Cesifo Working Paper No. 1067*, München.
- Wasser- und Schifffahrtsdirektion Ost (WSD Ost) [Hrsg.] 2007: Verkehrswirtschaftlicher und ökologischer Vergleich der Verkehrsträger Straße, Schiene und Wasserstraße. Zusammenfassung. [http://www.wsd-ost.wsv.de/service/Downloads/Verkehrstraegervergleich\\_Gutachten\\_komplett.pdf](http://www.wsd-ost.wsv.de/service/Downloads/Verkehrstraegervergleich_Gutachten_komplett.pdf) [Zuletzt eingesehen am 14.07.2011]
- Weitzman, M.L. (2009): On Modeling and Interpreting the Economics of Catastrophic Climate Change. *The Review of Economics and Statistics*. 91(1). S. 1-19.
- Wilenius, M. & Tirkkonen, J. (1997): Climate in the Making. *Futures*. 29(9). S. 845-862.
- Wissenschaftlicher Beirat beim Bundesministerium der Finanzen [Hrsg.] 2010: Klimapolitik zwischen Emissionsvermeidung und Anpassung. Gutachten des Wissenschaftlichen Beirats beim Bundesministerium der Finanzen. Berlin: Bundesministerium der Finanzen.  
[http://www.bundesfinanzministerium.de/nr\\_4342/DE/Wirtschaft\\_\\_und\\_\\_Verwaltung/Finanz\\_\\_und\\_\\_Wirtschaftspolitik/Wissenschaftlicher\\_\\_Beirat/Gutachten\\_\\_und\\_\\_Stellungnahmen/Ausgewaehlte\\_\\_Texte/0903111a3002,templateId=raw,property=publicationFile.pdf](http://www.bundesfinanzministerium.de/nr_4342/DE/Wirtschaft__und__Verwaltung/Finanz__und__Wirtschaftspolitik/Wissenschaftlicher__Beirat/Gutachten__und__Stellungnahmen/Ausgewaehlte__Texte/0903111a3002,templateId=raw,property=publicationFile.pdf) [Zuletzt eingesehen am 24.06.2011]
- Woodward, M.; Gouldby, B.; Kapelan, Z.; Soon-Thiam, K.; Townend, I. (2010): The use of real options in optimum flood risk management decision making. Exeter.
- World Bank (2010): The economics of adaptation to climate change - Final consultation draft. Washington.
- Wouters, N. & Croquet, N. (2011): EU-sponsored conference on "Prevention and Insurance of Natural Catastrophes": a call for increasing public-private partnership.  
<http://www.climatechangeinsights.com/2011/10/articles/international/eusponsored-conference-on-prevention-and-insurance-of-natural-catastrophes-a-call-for-increasing-public-private-partnership/>. [Heruntergeladen am 21.11.2011]

## 10.2 Quellenverzeichnis für die Literaturlauswertung in Kapitel 3.1

- Aaheim, A.; Amundsen, H.; Dokken, T.; Ericson, T.; Wei, T. (2009): A macroeconomic assessment of impacts and adaptation to climate change in Europe. CICERO Report, 06, 50ff, Oslo.
- Ackerman, F. & Stanton, E.A. (2006): Climate Change - the Cost of Inaction. [http://www.foe.co.uk/resource/reports/econ\\_costs\\_cc.pdf](http://www.foe.co.uk/resource/reports/econ_costs_cc.pdf)
- Ackerman, F. & Stanton, E.A. (2008): The Cost of climate change - What We'll Pay if Global Warming Continues Unchecked. <http://www.nrdc.org/globalwarming/cost/cost.pdf>
- Aebischer, B.; Catenazzi, G.; Jakob, M. (2007): Impact of climate change on thermal comfort, heating and cooling energy demand in Europe. ECEEE 2007 Summer Study Saving Energy Just Do It! S. 859-870. [http://www.cepe.ethz.ch/publications/Aebischer\\_5\\_110.pdf](http://www.cepe.ethz.ch/publications/Aebischer_5_110.pdf)
- Agrawala, S.; Bosello, F.; Carraro, C.; de Bruin, K.; De Cian, E.; Dellink, R.; Lanzi, E. (2010): Plan or React? Analysis of Adaptation Costs and Benefits Using Integrated Assessment Models. OECD Environment Working Papers No. 23, Paris. <http://ideas.repec.org/p/oec/envaaa/23-en.html>
- Alberini, A. & Chiabai, A. (2005): Urban Environmental Health and Sensitive Populations: How Much are the Italians Willing to Pay to reduce their risks? <http://www-sre.wu-wien.ac.at/ersa/ersaconfs/ersa06/papers/293.pdf>
- Anthoff, D.; Nicholls, R.J.; Tol, R.S.J. (2009): The Economic Impact of Substantial Sea-Level Rise. Working Paper FNU – 175. <http://www.fnu.zmaw.de/fileadmin/fnu-files/publication/working-papers/SeaLevelRiseEquityWeighting2.pdf>
- Arbesser, M.; Borrmann, J.; Felderer, B.; Grohall, G.; Helmenstein, C.; Kleissner, A.; Moser, B. (2008): Die ökonomische Bedeutung des Wintersports in Österreich. Studie im Auftrag der Initiative „Netzwerk Winter“. [http://www.netzwerk-winter.at/download/Netzwerk-Winter\\_Nachlese\\_2008/die-oekonomische-bedeutung-des-wintersports-in-oesterreich.pdf](http://www.netzwerk-winter.at/download/Netzwerk-Winter_Nachlese_2008/die-oekonomische-bedeutung-des-wintersports-in-oesterreich.pdf)
- Ashenfelter, O. & Storchmann, K. (2008): Using hedonic models of solar radiation and weather to assess the economic effect of climate change: the case of Mosel valley vineyards. [http://www.wine-economics.org/meetings/Portland2008/programinfo/Ashenfelter\\_Storchmann\\_full.pdf](http://www.wine-economics.org/meetings/Portland2008/programinfo/Ashenfelter_Storchmann_full.pdf)
- Association of British Insurers (2005): Financial Risks of Climate Change. <http://www.abi.org.uk/Publications/54940.pdf>
- Bathel, F. & Neumayer, E. (2010): A Trend Analysis of Normalized Insured Damage from Natural Disasters. CCCEP Working Paper No. 40, London. <http://eprints.lse.ac.uk/37600/>
- Berritella, M.; Bigano, A.; Roson, R.; Tol, R.S.J. (2004): A general equilibrium analysis of climate change impacts on tourism. EEE Working Paper Series Nr. 17, Trieste. <http://users.ictp.it/~eee/files/wp17.pdf>
- Bigano, A., Bosello, F., Roson, R., Tol, R.S.J. (2006): Economy – Wide Estimates of the Implications of Climate Change: A Joint Analysis for Sea Level Rise and Tourism. Fondazione Eni Enrico Mattei Note di Lavoro Series, 2006.135, Mailand. <http://www.feem.it/userfiles/attach/Publication/NDL2006/NDL2006-135.pdf>

- Bigano, A.; Gorla, A.; Hamilton, J.; Tol, R.S.J. (2005): The effect of climate change and extreme weather events on tourism. . Fondazione Eni Enrico Mattei Note di Lavoro Series, 30.2005, Mailand. <http://www.webmeets.com/files/papers/EAERE/2005/28/THE%20EFFECT%20OF%20CLIMATE%20CHANGE%20AND%20EXTREME%20WEATHER%20EVENTS%20ON%20TOURISM.pdf>
- Bigano, A.; Hamilton, J.M.; Tol, R.S.J. (2007): The impact of climate change on domestic and international tourism: A simulation study. Working Paper FNU-58, Mailand. <http://www.fnu.zmaw.de/fileadmin/fnu-files/publication/working-papers/htm12wp.pdf>
- Bindi, M. & Howden, M. (2004): Challenges and opportunities for cropping systems in a changing climate. <http://www.aseanenvironment.info/Abstract/42002680.pdf>
- Bosello, F.; Boson, R.; Tol, R.S.J. (2006): Economy-wide estimates of the implications of climate change: human health. <http://www.feem.it/userfiles/attach/Publication/NDL2005/NDL2005-097.pdf>
- Bosello, F.; Carraro, C.; De Cian, E. (2010): Climate Policy and the Optimal Balance between Mitigation, Adaptation and Unavoided Damage. Fondazione Eni Enrico Mattei Note di Lavoro Series, 32.2010, Mailand. <http://www.feem.it/userfiles/attach/20103261239184NDL2010-032.pdf>
- Bosello, F.; Nicholls, R.J.; Richards, J.; Roson, R.; Tol, R.S.J. (2011): Economic Impacts of Climate Change in Europe. *Climatic Change*. 112(1). S. 63-81.
- Bosello, F. & Zhang, J. (2005): Assessing Climate Change Impacts: Agriculture. Fondazione Eni Enrico Mattei Note di Lavoro Series, 94.2005, Mailand. <http://www.feem.it/userfiles/attach/Publication/NDL2005/NDL2005-094.pdf>
- Botzen, W.J.W.; Bouwer, L.M.; van den Bergh, J.C.J.M. (2010): Climate change and hailstorm damage: Empirical evidence and implications for agriculture and insurance. *Resource and Energy Economics*. 32. S. 341-362. [http://www.ivm.vu.nl/en/Images/botzenetal2010\\_REE\\_tcm53-210698.pdf](http://www.ivm.vu.nl/en/Images/botzenetal2010_REE_tcm53-210698.pdf)
- Bräuer, I.; Umpfenbach, K.; Blobel, D.; Grünig, M.; Best, A.; Peter, M.; Lückge, H. (2009): Klimawandel: Welche Belastungen entstehen für die Tragfähigkeit der Öffentlichen Finanzen?. Ecologic, Berlin. [http://ecologic.eu/download/projekte/1850-1899/1865/Endbericht\\_FINAL\\_Klimawandel.pdf](http://ecologic.eu/download/projekte/1850-1899/1865/Endbericht_FINAL_Klimawandel.pdf)
- Brown, S.; Nicholls, R.; Vafeidis, A.; Hinkel, J.; Watkiss, P. (2011): Sea-Level Rise - The Impacts and Economic Costs of Sea-Level Rise on Coastal Zones in the EU and the Costs and Benefits of Adaptation, Results from the EC RTD Climate Cost Project. Technical Policy Briefing Note 02. [http://www.climatecost.cc/images/Policy\\_brief\\_2\\_Coastal\\_09\\_lowres.pdf](http://www.climatecost.cc/images/Policy_brief_2_Coastal_09_lowres.pdf).
- Ciscar, J.C. (2009): Climate change impacts in Europe, Final report of the PESETA research project. JRC, Ispra. <http://ftp.jrc.es/EURdoc/JRC55391.pdf>
- Ciscar, J.C.; Iglesias, A.; Feyen, L.; Szabó, L.; Regemorter, D.V.; Amelung, B.; Nicholls, R.; Watkiss, P.; Christensen, O.B.; Dankers, R.; Garrote, L.; Goodess, C.M.; Hunt, A.; Moreno, A.; Richards, J.; Soria, A. (2010): Physical and economic consequences of climate change in Europe. <http://www.pnas.org/content/early/2011/01/27/1011612108.full.pdf+html>
- CLIBIO - Impacts of Climate Change and Biodiversity Effects (2007): Second Annual Report September 2007 - August 2008. [http://www.dse.unive.it/fileadmin/templates/dse/CEEM/clibio/clibio\\_2\\_ar.pdf](http://www.dse.unive.it/fileadmin/templates/dse/CEEM/clibio/clibio_2_ar.pdf)
- Dailey, P.; Huddleston, M.; Brown, S.; Fasking, D. (2009): The financial risks of Climate Change. ABI Research Paper No. 19, London. <http://www.abi.org.uk/Publications/54940.pdf>

- de Groot, R.S.; van Ierland, E.C.; Kuikmann, P.J.; Nillesen, E.E.M.; Platteeuw, M.; Tassone, V.C.; Verhagen, A.J.A.; Verzandvoort-van Dijk, S.; (2006): Climate adaptation in the Netherlands - Climate Change Scientific Assessment and Policy Analysis. <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/500102003.pdf>
- Deschênes, O. & Greenstone, M. (2007): Climate Change, Mortality, and Adaptation: Evidence from Annual Fluctuations in Weather in the US, <http://www.oecd.org/dataoecd/46/60/40220975.pdf>
- Ding, H.; Nunes, P.A.L.D.; Teelucksingh, S. (2010): European Forests and Carbon Sequestration Services: An Economic Assessment of Climate Change Impacts. <http://www.feem.it/userfiles/attach/2010231042354NDL2010-010.pdf>
- Ding, H.; Silvestri, S.; Chiabai, A.; Nunes, P.A.L.D. (2008): An Environmental Economics Outlook of the Climate Change Impact of Forest Ecosystem Goods and Services Biodiversity on Human Wellbeing: Results from a MEA application to Europe. [http://www.bioecon-network.org/pages/10th\\_2008/08.Ding.pdf](http://www.bioecon-network.org/pages/10th_2008/08.Ding.pdf)
- Ding, H.; Silvestri, S.; Chiabai, A.; Nunes, P.A.L.D. (2009): A hybrid approach to the valuation of climate change effects on ecosystem services: evidence from European forests. [http://www.bioecon.ucl.ac.uk/11th\\_2009/Nunes.pdf](http://www.bioecon.ucl.ac.uk/11th_2009/Nunes.pdf)
- Döll, S. & Schulze, S. (2010): Klimawandel und Perspektiven der Landwirtschaft in der Metropolregion Hamburg. HWWI, Hamburg. [http://www.hwwi.org/uploads/tx\\_wilpubdb/HWWI\\_Research\\_Paper\\_1-34.pdf?PHPSESSID=3e95f1c7695def39638b5b9d67ab0617](http://www.hwwi.org/uploads/tx_wilpubdb/HWWI_Research_Paper_1-34.pdf?PHPSESSID=3e95f1c7695def39638b5b9d67ab0617)
- Dorland, C.; Tol, R.S.J.; Olsthoorn, A.A.; Palutikof, J.P. (1999): Impacts of windstorms in the Netherlands: present risk and prospects for climate change. <http://books.google.de/books?id=UbtG3vFfNtoC&printsec=frontcover&hl=de#v=onepage&q&f=false>
- Ecoplan/SigmaPlan (2007): Auswirkungen der Klimaänderung auf die Schweizer Volkswirtschaft (nationale Einflüsse). BAFU, Bern. [http://www.bafu.admin.ch/klima/00469/00810/index.html?lang=de&download=NHZLpZeg7t,lnp6I0NTU042l2Z6ln1acy4Zn4Z2qZpnO2Yuq2Z6gpJCFdH54hGym162epYbg2c\\_JjKbNoKSn6A](http://www.bafu.admin.ch/klima/00469/00810/index.html?lang=de&download=NHZLpZeg7t,lnp6I0NTU042l2Z6ln1acy4Zn4Z2qZpnO2Yuq2Z6gpJCFdH54hGym162epYbg2c_JjKbNoKSn6A)
- Eskeland, G.A.; Mideksa, T.K. (2009): Climate Change and Residential Electricity Demand in Europe. Cicero, Oslo. [http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=1338835](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1338835)
- Feyen, L.; Barredo, J.I.; Dankers, R. (2009): Implications of global warming and urban land use change on Flooding in Europe. JRC, Ispra. [http://www.ugr.es/~sigeomod/docs/Feyen\\_Barredo\\_Dankers\\_2009\\_CC\\_floods.pdf](http://www.ugr.es/~sigeomod/docs/Feyen_Barredo_Dankers_2009_CC_floods.pdf)
- Feyen, L. & Watkiss, P. (2011): River Floods - The Impacts and Economic Costs of River Floods in the European Union, and the Costs of Benefits and Adaptation, Results from the EC RTD Climate Cost Project. Technical Policy Briefing Note 03. [http://www.climatecost.cc/images/Policy\\_brief\\_3\\_River\\_floods\\_v11\\_lowres.pdf](http://www.climatecost.cc/images/Policy_brief_3_River_floods_v11_lowres.pdf)
- Finger, R. & Schmid, S. (2007): Modeling Agricultural Production Risk and Adaptation to Climate Change. <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/9270/1/sp07fi01.pdf>
- Fock, T.; Fuchs, C., Karsten, J., Mahlau, M., Seyfferth, T. (2008): Risikostrategien für den Marktfruchtbau in Nordost-Deutschland. Rentenbank 2008, Risikomanagement in der Landwirtschaft, Schriftenreihe Band 23, Frankfurt am Main. [http://www.rentenbank.de/cms/dokumente/10011465\\_262637/b4993161/Schriftenreihe\\_Band\\_23.pdf](http://www.rentenbank.de/cms/dokumente/10011465_262637/b4993161/Schriftenreihe_Band_23.pdf)

- Förster, H. & Lilliestam, J. (2009): Modeling thermoelectric power generation in view of climate change. *Regional Environmental Change*. 10. S. 327 – 338.  
<http://www.springerlink.com/content/r58457k1731qn16q/fulltext.pdf>
- Freistaat Sachsen - Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (2009): Klimawandel und Landwirtschaft, Fachliche Grundlage für die Strategie zur Anpassung der sächsischen Landwirtschaft an den Klimawandel.  
[http://www.smul.sachsen.de/umwelt/download/Broschuere\\_LW\\_fachliche\\_Grundlagen.pdf](http://www.smul.sachsen.de/umwelt/download/Broschuere_LW_fachliche_Grundlagen.pdf)
- Gerstengarbe, F.-W.; Badeck, F.; Hattermann, F.; Krysanova, V.; Lahmer, W.; Lasch, P.; Stock, M.; Suckow, F.; Wechsung, F.; Werner, P.C. (2003): Studie zur klimatischen Entwicklung in Land Brandenburg bis 2055 und deren Auswirkungen auf den Haushalt, die Forst- und Landwirtschaft sowie die Ableitung erster Perspektiven. PIK Report No. 83, Potsdam. <http://www.pik-potsdam.de/research/publications/pikreports/.files/pr83.pdf>
- Grasso, M.; Manera, M.; Chiabai, A.; Markandya, A. (2010): The Health Effects of Climate Change: A Survey of Recent Quantitative Research.  
[http://portale.unibocconi.it/wps/wcm/connect/resources/file/eb84a04753ef34b/Grasso%20Manera%20et%20al%20Climate\\_change\\_and\\_health.pdf](http://portale.unibocconi.it/wps/wcm/connect/resources/file/eb84a04753ef34b/Grasso%20Manera%20et%20al%20Climate_change_and_health.pdf)
- Hamilton, J.M. & Tol, R.S.J. (2007): The impact of climate change on tourism in Germany, the UK and Ireland: a simulation study. *Regional Environmental Change*. 7. S. 161–172.  
<http://www.fnu.zmaw.de/fileadmin/fnu-files/publication/tol/RM2370.pdf>
- Hall, J.W.; Sayers, P.B.; Dawson, R.J. (2005): National-scale Assessment of Current and Future Flood Risk in England and Wales. *Natural Hazards*. 36. S. 147-164.
- Hallegatte, S.; Patmore, N.; Mestre, O.; Dumas, P.; Corfee-Morlot, J.; Herweijer, C.; Muir-Wood, R. (2008): Assessing Climate Change Impacts, Sea Level Rise and Storm Surge Risk in Port Cities. *OECD Environment Working Papers No. 3*, Paris. [http://www.oecd-ilibrary.org/environment/assessing-climate-change-impacts-sea-level-rise-and-storm-surge-risk-in-port-cities\\_236018165623](http://www.oecd-ilibrary.org/environment/assessing-climate-change-impacts-sea-level-rise-and-storm-surge-risk-in-port-cities_236018165623)
- Hartje, V.; Meyer, I.; Meyerhoff, J. (2001): Kosten einer möglichen Klimaänderung auf Sylt. Berlin.  
[http://www.bauphysik.tu-berlin.de/fileadmin/a0731/uploads/publikationen/edocuments/2001\\_Hartje\\_Sylt.pdf](http://www.bauphysik.tu-berlin.de/fileadmin/a0731/uploads/publikationen/edocuments/2001_Hartje_Sylt.pdf)
- Health Environment Alliance (2010): Acting NOW for better health, A 30% reduction target for EU climate policy. [http://www.env-health.org/IMG/pdf/HEAL\\_30\\_co-benefits\\_report\\_-\\_FULL.pdf](http://www.env-health.org/IMG/pdf/HEAL_30_co-benefits_report_-_FULL.pdf)
- Hinkel, J.; Nicholls, J.; Vafeidis, A.T.; Tol, R.S.J.; Avagianou, T. (2010): Assessing risk of and adaptation to sea-level rise in the European Union: an application of DIVA. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. 15(7). S. 703-719.
- Hof, A.F.; de Bruin, K.C.; Dellink, R.B.; den Elzen, M.G.J.; van Vuuren, D.P. (2009): The effect of different mitigation strategies on international financing of adaptation. [http://www.nccr-climate.unibe.ch/conferences/climate\\_policies/working\\_papers/Hof.pdf](http://www.nccr-climate.unibe.ch/conferences/climate_policies/working_papers/Hof.pdf)
- Hope, C. (2006): The Marginal Impact of CO2 from PAGE2002: An Integrated Assessment Model Incorporating the IPCC's Five Reasons for Concern. *The Integrated Assessment Journal*. 6(1). S. 19-56.
- Hope, C. (2011): The Social Cost of CO2 from the PAGE09 Model. Working Paper Series, 05/2011, University of Cambridge, Cambridge.  
[http://www.jbs.cam.ac.uk/research/working\\_papers/2011/wp1105.pdf](http://www.jbs.cam.ac.uk/research/working_papers/2011/wp1105.pdf)

- Hübler, M. & Klepper, G. (2007): Kosten des Klimawandels, Die Wirkung steigender Temperaturen auf Gesundheit und Leistungsfähigkeit. <http://www.ifw-members.ifw-kiel.de/publications/2kosten-des-klimawandels-die-wirkung-steigender-temperaturen-auf-gesundheit-und-leistungsfahigkeit/Kosten%20des%20Klimawandels%20WWF%20IfW.pdf>
- Hunt, A. (2008): Informing Adaptation to Climate Change in the UK: Some Sectoral Impact Costs. *Integrated Assessment*, 8(1), S. 41-71  
[http://journals.sfu.ca/int\\_assess/index.php/iaj/article/viewFile/270/234](http://journals.sfu.ca/int_assess/index.php/iaj/article/viewFile/270/234)
- Jochem, E.; Schade, W.; Helfrich, N.; Barker, T.; Scrieci, S. (2009): *Adaptation and Mitigation Strategies Supporting European Climate Policy*. ISI, Karlsruhe.  
<http://publica.fraunhofer.de/starweb/servlet.starweb?path=urn.web&search=urn:nbn:de:0011-n-1193454>
- Jonkeren, O.; Rietveld, P.; van Ommeren, J. (2007): Climate Change and Inland Waterway Transport, Welfare Effects of Low Water Levels on the river Rhine. *Journal of Transport Economics and Policy*. 41(3). S. 387-411. <http://mail.vaart.nl/log/images/0701welfareeffects.pdf>
- Kemfert C. (2007): Klimawandel kostet die deutsche Volkswirtschaft Milliarden. *DIW Wochenbericht*. 74(11). S. 165-170. [http://www.diw.de/sixcms/detail.php?id=diw\\_02.c.233117.de](http://www.diw.de/sixcms/detail.php?id=diw_02.c.233117.de)
- Kemfert C. (2008): Kosten des Klimawandels ungleich verteilt: Wirtschaftsschwache Bundesländer trifft es am härtesten. *DIW Wochenbericht*. 12-13/2008. S. 137-142.  
<http://www.diw.de/documents/publikationen/73/80117/08-12-1.pdf>
- Kemfert, C. & Kremers, H. (2009): *The Cost of Climate Change to the German Fruit Vegetation Sector*. DIW Discussion Papers 857, Berlin.  
[http://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw\\_01.c.94546.de/dp857.pdf](http://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.94546.de/dp857.pdf)
- Kemfert, C. & Schumacher, K. (2005): *Costs of Inaction and Costs of Action in Climate Protection - Assessment of Costs of Inaction or Delayed Action of Climate Protection and Climate Change*. DIW, Berlin. [http://qualenergia.it/UserFiles/Files/Cl\\_In\\_PN\\_02\\_Costs\\_of\\_Inaction\\_2005.pdf](http://qualenergia.it/UserFiles/Files/Cl_In_PN_02_Costs_of_Inaction_2005.pdf)
- Kirilenko, A.P. & Sedjo, R.A. (2007): Climate change impacts on forestry. *PNAS*. 104(50). S. 19697–19702.  
<http://www.pnas.org/content/104/50/19697.full.pdf+html>
- Koch, H.; Vögele, S.; Kaltofen, M.; Grünewald, U. (2012): Trends in water demand and water availability for power plants – scenario analyses for the German capital Berlin. *Climatic Change*. 110. S. 879–899.  
<http://www.springerlink.com/content/332q5353162581qn/fulltext.pdf>
- Koetse, M.J. & Rietveld, P. (2009): *The Impact of Climate Change and Weather on Transport: An Overview of Empirical Findings*. VU University, Amsterdam.  
<http://www.webmeets.com/files/papers/EAERE/2009/1020/EAERE2009%20paper%20Koetse.pdf>
- Lang, G. (2011): *Where are Germany's Gains from Kyoto? Estimating the effects of global warming on agriculture*. [http://www.fep.up.pt/conferences/earie2005/cd\\_rom/Session%20VII/VII.I/LangGunter.pdf](http://www.fep.up.pt/conferences/earie2005/cd_rom/Session%20VII/VII.I/LangGunter.pdf)
- Lang, G. (2001): *Global Warming and German Agriculture - Impact Estimations Using a Restricted Profit Function*. <http://webdoc.sub.gwdg.de/ebook/Im/2001/uni-augsburg/www.wiso.uni-augsburg.de/vwl/institut/paper/185.pdf>
- Link, P. M. & Tol, R.S.J. (2006): *Economic impacts on key Barents Sea fisheries arising from changes in the strength of the Atlantic thermohaline circulation*. Working Paper FNU-104, ZMAW, Hamburg.

[http://www.fnu.zmaw.de/fileadmin/fnu-files/publication/working-papers/Link\\_Working\\_Paper\\_FNU-104.pdf](http://www.fnu.zmaw.de/fileadmin/fnu-files/publication/working-papers/Link_Working_Paper_FNU-104.pdf)

Maddison, D. & Rendanz, K. (2010): The Impact of Climate on Life Satisfaction. Kiel Institute for the World Economy, Working paper no. 1658.

<http://www.econstor.eu/bitstream/10419/41620/1/638850606.pdf>

Mendelsohn, R.; Morrison, W.; Schlesinger, M.E.; Andronova, N.G. (2000): Country-Specific Market Impacts of Climate Change. *Climate Change*. 45(3-4). S. 553-569.

<http://www.springerlink.com/content/wj835313u172l412/>

McCarl, B. A. (2007): Adaptation Options for Agriculture, Forestry and Fisheries. A Report to the UNFCCC Secretariat Financial and Technical Support Division.

[http://62.225.2.55/files/cooperation\\_and\\_support/financial\\_mechanism/application/pdf/mccarl.pdf](http://62.225.2.55/files/cooperation_and_support/financial_mechanism/application/pdf/mccarl.pdf)

McDermott, G.R. & Nilsen, Ø.A. (2011): Electricity Prices, River Temperatures and Cooling Water Scarcity. Discussion paper 0804 – 6824, Norwegian School of Economics.

[http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=Electricity+Prices%2C+RiverTemperatures+and+CoolingWater+Scarcity&source=web&cd=1&ved=0CC4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.nhh.no%2FAdmin%2FPublic%2FDWSDownload.aspx%3FFile%3D%252FFiles%252FFiler%252Finstitut%252Fsam%252FDiscussion%2Bpapers%252F2011%252F18.pdf&ei=jGXOToDoLsPm-gbv-qjnDg&usq=AFQjCNGih25Bh0i3aR1zxDHUhcjK\\_Yw](http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=Electricity+Prices%2C+RiverTemperatures+and+CoolingWater+Scarcity&source=web&cd=1&ved=0CC4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.nhh.no%2FAdmin%2FPublic%2FDWSDownload.aspx%3FFile%3D%252FFiles%252FFiler%252Finstitut%252Fsam%252FDiscussion%2Bpapers%252F2011%252F18.pdf&ei=jGXOToDoLsPm-gbv-qjnDg&usq=AFQjCNGih25Bh0i3aR1zxDHUhcjK_Yw)

Mai, S.; Elsner, A.; Meyer, V.; Zimmermann, C. (2004): Klimawandel und präventives Risiko- und Küstenschutzmanagement an der deutschen Nordseeküste (KRIM): Teilprojekt 2 – Klimaänderung und Küstenschutz. Hannover. [http://www.krim.uni-bremen.de/endberichte/endbericht\\_tp2.pdf](http://www.krim.uni-bremen.de/endberichte/endbericht_tp2.pdf)

Metroeconomica (2006): Climate Change Impacts and Adaptation: Cross-Regional Research Programme Project E – Quantify the cost of future impacts.

<http://randd.defra.gov.uk/Default.aspx?Menu=Menu&Module=More&Location=None&Completed=1&ProjectID=13231>

Metroeconomica (2007): TASK 2: REPORT ON THE COSTS OF THE HOT

SUMMER OF 2003 - Climate Change Impacts and Adaptation: Cross-Regional Research Programme Project E – Quantify the costs of impacts and adaptation.

[http://randd.defra.gov.uk/Document.aspx?Document=GA01075\\_4036\\_FRP.pdf](http://randd.defra.gov.uk/Document.aspx?Document=GA01075_4036_FRP.pdf)

Matasci, C. & Altamirano-Cabrera, J.-C. (2010): Climate Change and Tourism in Switzerland: a Survey on Impacts, Vulnerability and Possible Adaptation Measures.

[http://infoscience.epfl.ch/record/150406/files/NCCRWorkingPaper\\_Matasci\\_SurveyClimateChangeAndTourism.pdf%20%282%29%20%281%29.pdf](http://infoscience.epfl.ch/record/150406/files/NCCRWorkingPaper_Matasci_SurveyClimateChangeAndTourism.pdf%20%282%29%20%281%29.pdf)

Moriondo, M.; Bindi, M.; Kunzewicz, Z.W.; Szwed, M.; Chorinsky, A.; Matczak, P.; Radziejewski, M.;

McEvoy, D.; Wreford, A. (2010): Impact and adaptation opportunities for European agriculture in response to climatic change and variability. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* October. 15(7). S. 657-679. <http://www.springerlink.com/content/v676301227vu8161/>

Mueller, H. & Weber, F. (2007): Klimaänderung und Tourismus, Szenarienanalyse für das Berner Oberland 2030. [http://raonline.ch/pages/edu/pdf5/FIF\\_BOclimate0407.pdf](http://raonline.ch/pages/edu/pdf5/FIF_BOclimate0407.pdf)

National Round Table on the Environment and the Economy (2011): Climate Prosperity, Paying the price: the economic impacts of climate change for Canada. <http://nrtee-trnee.ca/wp-content/uploads/2011/09/paying-the-price.pdf>

- Nordhaus, W.D. (2006): Geography and macroeconomics: New data and new findings. *PNAS*.103(10). S. 3510-3517. <http://www.pnas.org/content/103/10/3510.full.pdf+html>
- Nordhaus, W. (2008): A question of balance, Weighing the options on global warming policies. [http://nordhaus.econ.yale.edu/Balance\\_2nd\\_proofs.pdf](http://nordhaus.econ.yale.edu/Balance_2nd_proofs.pdf)
- Olonscheck, M.; Holsten, A.; Kropp, J.P. (2011): Heating and cooling energy demand and related emissions of the German residential building stock under climate change. *Energy Policy*. 39(9). S. 4795 – 4806. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421511004976>
- ONERC (2009): Climate Change: costs of impacts and lines of adaptation. [http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/rapport\\_onerc\\_3\\_ENG\\_vf\\_2.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/rapport_onerc_3_ENG_vf_2.pdf)
- Rademaekers, K.; van der Laan, J.; Boeve, S.; Lise, W. (2011): Investment needs for future adaptation measures in EU nuclear power plants and other electricity generation technologies due to effects of climate change. European Commission Final Report. [http://ec.europa.eu/energy/nuclear/studies/doc/2011\\_03\\_eur24769-en.pdf](http://ec.europa.eu/energy/nuclear/studies/doc/2011_03_eur24769-en.pdf)
- Rehdanz, K. & Maddison, D. (2009): The amenity value of climate to households in Germany. *Oxford Economic Papers*. 61. S. 150–167. <http://oep.oxfordjournals.org/content/61/1/150.abstract>
- Reinhardt, F.; Herle, M.; Bastiansen, F.; Streit, B. (2003): Economic Impact of the Spread of Alien Species in Germany. <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2434.pdf>
- Rive, N.; Aaheim, H.A.; Hauge, K.E. (2005): Adaptation and world market effects of climate change on forestry and forestry products. <http://ae761-s.agecon.purdue.edu/resources/download/2122.pdf>
- Rolf, B.; Elsasser, H.; Abegg, B. (2003): Climate Change - Impacts on the Tourism Industry in Mountain Areas. <http://www.breiling.org/snow/djerba.pdf>
- Rübbelke, D. & Vögele, S. (2011): Distributional Consequences of Climate Change Impacts on the Power Sector: Who gains and who loses? CEPS Working Documents, Brüssel. <http://www.ceps.be/book/distributional-consequences-climate-change-impacts-power-sector-who-gains-and-who-loses>
- Schleich, J. & Hillenbrand, T. (2007): Determinants of Residential Water Demand in Germany. *Ecological Economics*. 68(6). S. 1756-1769. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800908004977>
- Schlenker, W.; Hanemann, M.; Fisher, A.C. (2004): The impact of global warming on U.S. agriculture: An econometric analysis of optimal growing conditions. <http://escholarship.org/uc/item/0801j7s0;jsessionid=751A2134526D42602682758996817498>
- Schwierz, C.; Köllner-Heck, P.; Zenklusen Mutter, E.; Bresch, D.N.; Vidale, P.L.; Wild, M.; Schär, C. (2010): Modelling European winter wind storm losses in current and future climate. *Climate Change*. 101. S. 485-514. <http://www.springerlink.com/content/077201p772354t09/fulltext.pdf>
- Sgobbi, A. & Carraro, C. (2008): Climate Change Impacts and Adaptation Strategies in Italy, An Economic Assessment. <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/6373/2/dp080006.pdf>
- Stern, N. & Cabinet Office - HM Treasury (2007): The Economics of Climate Change, The Stern Review. [http://hm-treasury.gov.uk/stern\\_review\\_report.htm](http://hm-treasury.gov.uk/stern_review_report.htm)
- Sterr, H. (2008): Assessment of Vulnerability and Adaptation to Sea-Level Rise for the Coastal Zone of Germany. *Journal of Coastal Research*. 242. S. 380-393. <http://www.bioone.org/doi/pdf/10.2112/07A-0011.1>

- Stock, M. (2005): KLARA: KLIMAWANDEL - AUSWIRKUNGEN, RISIKEN, ANPASSUNG. PIK Report No. 99, Potsdam. <http://www.pik-potsdam.de/research/publications/pikreports/.files/pr99.pdf>
- Teich, M.; Lardelli, C.; Bebi, P.; Gallati, D.; Kytzia, S.; Pohl, M.; Pütz, M.; Rixen, C. (2007): Klimawandel und Wintertourismus: Ökonomische und ökologische Auswirkungen von technischer Beschneigung. <http://www.wsl.ch/dienstleistungen/publikationen/pdf/8408.pdf>
- Tol, R.S.J. (2002): Estimates of the Damage Costs of Climate Change. <http://www.mi.uni-hamburg.de/fileadmin/fnu-files/models-data/fund/eredamage2.pdf>
- Tol, R.S.J. (2002): Estimates of the Damage Costs of Climate Change Part 1: Benchmark Estimates. *Environmental and Resource Economics*. 21(1). S. 47-73. [http://www.econ.yale.edu/~nordhaus/Resources/tol\\_impacts\\_I\\_ERE\\_21.pdf](http://www.econ.yale.edu/~nordhaus/Resources/tol_impacts_I_ERE_21.pdf)
- Wechsung, F.; Becker, A.; Gräfe, P. (2005): Auswirkungen des globalen Wandels auf Wasser, Umwelt und Gesellschaft im Elbegebiet. [http://www.weissensee-verlag.de/autoren/Wechsung\\_Becker/elbe\\_oekologie6\\_kurz.pdf](http://www.weissensee-verlag.de/autoren/Wechsung_Becker/elbe_oekologie6_kurz.pdf)
- Wechsung, F.; Gerstengarbe, F.-W.; Lasch, P.; Lüttger, A. (2008): Die Ertragsfähigkeit ostdeutscher Ackerflächen unter Klimawandel. PIK Report N.112, Potsdam. <http://www.pik-potsdam.de/research/publications/pikreports/.files/pr112.pdf>
- Wissenschaftliches Zentrum für Umweltsystemforschung (USF) - Universität Kassel (2005): INKLIM Baustein 2 - Klimawandel und Landwirtschaft in Hessen: Mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf landwirtschaftliche Erträge. USF, Kassel. <http://klimawandel.hlug.de/fileadmin/dokumente/klima/inklim/endberichte/landwirtschaft.pdf>
- World Health Organization (2010) The health effects of climate change in the European Union: evidence for action – Draft. <http://www.euro.who.int/en/what-we-publish/publication-request-forms>

### 10.3 Quellenverzeichnis für die Literaturlauswertung in Kapitel 4.4

- Aebischer, B.; Catenazzi, G.; Henderson, G.; Jakob, M. (2007): Impact of climate change on thermal comfort, heating and cooling energy demand in Europe. ETH, Zürich.
- Agrawala et al. (2010): Incorporating Climate Change Impacts and Adaptation in Environmental Impact Assessments. OECD, Paris. <http://www.oecd-ilibrary.org/docserver/download/fulltext/5km959r3jcmw.pdf?expires=1305806324&id=id&accname=guest&checksum=99AF08070DCACAC793C97212111A693A> [Heruntergeladen am 07.08.2013.]
- Araujo, M. B., Alagador, D., Cabeza, M., Nogués-Bravo, D., Thuiller, W. (2011): Climate change threatens European conservation areas. *Ecology Letters*. 2011 (14). S. 484–492
- Bertzky et al. (2011): Impacts of climate change and selected renewable energy infrastructures on EU biodiversity and the Natura 2000 network [http://circa.europa.eu/Public/irc/env/biodiversity\\_climate/library?l=/contract\\_biodiversity/iucn-aea-ieep-wcmc-axiom/\\_EN\\_1.0\\_&a=d](http://circa.europa.eu/Public/irc/env/biodiversity_climate/library?l=/contract_biodiversity/iucn-aea-ieep-wcmc-axiom/_EN_1.0_&a=d) [Heruntergeladen am 07.08.2013].
- EC (2000): Richtlinie 2000/60/EG (Wasserrahmenrichtlinie) <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2000:327:0001:0072:DE:PDF>, [Heruntergeladen am 07.08.2013].

- EC (2006): Richtlinie 2006/118/EG (Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung)  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:372:0019:0031:DE:PDF>  
 [Heruntergeladen am 07.08.2013].
- EC (2006): Vorschlag für Boden-Richtlinie  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2006:0232:FIN:DE:PDF>, [Heruntergeladen am 07.08.2013].
- EC (2007): Integrated Environmental Management Guidance in relation to the Thematic Strategy on the Urban Environment  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2005:0718:FIN:DE:HTML>,  
 [Heruntergeladen am 07.08.2013].
- EC (2007a): WHITE PAPER, Together for Health: A Strategic Approach for the EU 2008-2013. Brüssel.
- EC (2007c): An Integrated Maritime Policy for the European Union. COMMUNICATION FROM THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE OF THE REGIONS. Brüssel.
- EC (2009): Human, Animal and Plant Health Impacts of Climate Change  
[http://ec.europa.eu/health/ph\\_threats/climate/docs/com\\_2009-147\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/health/ph_threats/climate/docs/com_2009-147_en.pdf) [Heruntergeladen am 07.08.2013].
- EC (2009): Climate Change and Water, Coasts and Marine Issues  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=SEC:2009:0386:FIN:EN:PDF> [Heruntergeladen am 07.08.2013].
- EC (2009d): RIVER BASIN MANAGEMENT IN A CHANGING CLIMATE. COMMON IMPLEMENTATION STRATEGY FOR THE WATER FRAMEWORK DIRECTIVE (2000/60/EC), Guidance Document No. 24. EC (2009): WEISSBUCH, Anpassung an den Klimawandel: Ein europäischer Aktionsrahmen. Brüssel.
- EC (2009e): Anpassung an den Klimawandel: Eine Herausforderung für die Landwirtschaft und ländliche Gebiete in Europa. ARBEITSDOKUMENT DER KOMMISSIONSDIENSTSTELLEN zum WEISSBUCH Anpassung an den Klimawandel: Ein europäischer Aktionsrahmen. Brüssel.
- EC (2009f): Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Zukunft für die Aquakultur. Neuer Schwung für die Strategie für die nachhaltige Entwicklung der europäischen Aquakultur. MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT UND DEN RAT. Brüssel.
- EC (2010): What is the EU doing? – Environment  
[http://ec.europa.eu/clima/sites/change/what\\_is\\_eu\\_doing/environment\\_en.htm](http://ec.europa.eu/clima/sites/change/what_is_eu_doing/environment_en.htm), [Heruntergeladen am 07.08.2013].
- EC (2010): What is the EU doing? – Agriculture  
[http://ec.europa.eu/clima/sites/change/what\\_is\\_eu\\_doing/agriculture\\_en.htm](http://ec.europa.eu/clima/sites/change/what_is_eu_doing/agriculture_en.htm), [Heruntergeladen am 07.08.2013].
- EC (2010): Europa – wichtigstes Reiseziel der Welt: ein neuer politischer Rahmen für den europäischen Tourismus. MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT, DEN EUROPÄISCHEN WIRTSCHAFTS- UND SOZIALAUSSCHUSS UND DEN AUSSCHUSS DER REGIONEN. Brüssel.
- EC (2011): Our life insurance, our natural capital: an EU biodiversity strategy to 2020  
[http://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/comm2006/pdf/2020/1\\_EN\\_ACT\\_part1\\_v7%5B1%5D.pdf](http://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/comm2006/pdf/2020/1_EN_ACT_part1_v7%5B1%5D.pdf) [Heruntergeladen am 07.08.2013].

- EC (2011c): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen: Die Zukunft des Solidaritätsfonds der Europäischen Union [http://www.bundesrat.de/cln\\_235/SharedDocs/Drucksachen/2011/0601-700/615-11,templateId=raw.property=publicationFile.pdf/615-11.pdf](http://www.bundesrat.de/cln_235/SharedDocs/Drucksachen/2011/0601-700/615-11,templateId=raw.property=publicationFile.pdf/615-11.pdf) [Heruntergeladen am 06.09.2012].
- EC (2012): Towards "NAIADES II" Promoting, greening and integrating inland waterway transport in the single EU transport area  
[http://ec.europa.eu/transport/modes/inland/promotion/doc/2012\\_0168\\_final\\_swd.pdf](http://ec.europa.eu/transport/modes/inland/promotion/doc/2012_0168_final_swd.pdf),  
[Heruntergeladen am 07.08.2013].
- EC (2012): Ein Blueprint für den Schutz der europäischen Wasserressourcen  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2012:0673:FIN:DE:PDF> [Heruntergeladen am 07.08.2013].
- EC (2012): Ein Blueprint für den Schutz der europäischen Wasserressourcen  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2012:0673:FIN:DE:PDF> [Heruntergeladen am 07.08.2013]
- EC (2012): Fortschrittsbericht zur integrierten Meerespolitik der EU  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2012:0491:FIN:DE:PDF> [Heruntergeladen am 07.08.2013]
- EC (2013): GAP-Reform – Erläuterung der wichtigsten Aspekte  
[http://europa.eu/rapid/press-release\\_MEMO-13-621\\_de.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-13-621_de.htm) [Heruntergeladen am 07.08.2013]
- EC (2013): Guidelines on Climate Change and Natura 2000  
<http://ec.europa.eu/environment/nature/climatechange/pdf/Guidance%20document.pdf>  
[Heruntergeladen am 07.08.2013]
- EC (2013): Guidance on Integrating Climate Change and Biodiversity into Strategic Environmental Assessment  
<http://ec.europa.eu/environment/eia/pdf/SEA%20Guidance.pdf> [Heruntergeladen am 07.08.2013]
- EC (2013): Guidance on Integrating Climate Change and Biodiversity into Environmental Impact Assessment  
<http://ec.europa.eu/environment/eia/pdf/EIA%20Guidance.pdf> [Heruntergeladen am 07.08.2013]
- EC (2013): Mechanism for monitoring and reporting greenhouse gas emissions and for reporting other information at national and Union level relevant to climate change  
<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-%2f%2fEP%2f%2fTEXT%2bTA%2bP7-TA-2013-0064%2b0%2bDOC%2bXML%2bV0%2f%2fEN&language=EN> [Heruntergeladen am 07.08.2013]
- EC (2013): An EU Strategy on adaptation to climate change  
[http://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what/docs/com\\_2013\\_216\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what/docs/com_2013_216_en.pdf) [Heruntergeladen am 07.08.2013]
- EC (2013): Proposal for a Directive establishing a framework for maritime spatial planning and integrated coastal management  
[http://ec.europa.eu/environment/iczm/pdf/Proposal\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/environment/iczm/pdf/Proposal_en.pdf) [Heruntergeladen am 07.08.2013]
- EEA (2004): Living with coastal erosion in Europe: Sediment and Space for Sustainability  
<http://www.euroSION.org/reports-online/part4.pdf> [Heruntergeladen am 07.08.2013]

- EEA (2013): Adaptation in Europe, <http://climate-adapt.eea.europa.eu/> [Heruntergeladen am 07.08.2013]
- EFI et al. (2008): Impacts of Climate Change on European Forests and Options for Adaptation  
[http://ec.europa.eu/agriculture/analysis/external/euro\\_forests/full\\_report\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/agriculture/analysis/external/euro_forests/full_report_en.pdf) [Heruntergeladen am 07.08.2013]
- Enjolras, G.; Capitanio, F.; Adinolfi, F. (2011): The demand for crop insurance Combined approaches for France and Italy  
[http://affi2011.etud.univ-montp1.fr/wp-content/themes/blog\\_um1\\_ouvert\\_affi2011/Papers/127C.pdf](http://affi2011.etud.univ-montp1.fr/wp-content/themes/blog_um1_ouvert_affi2011/Papers/127C.pdf) [Heruntergeladen am 07.08.2013]
- ESPON Climate (2011): Climate Change and Territorial Effects on Regions and Local Economies  
[http://www.espon.eu/export/sites/default/Documents/Projects/AppliedResearch/CLIMATE/ESPON\\_Climate\\_Final\\_Report-Part\\_B-MainReport.pdf](http://www.espon.eu/export/sites/default/Documents/Projects/AppliedResearch/CLIMATE/ESPON_Climate_Final_Report-Part_B-MainReport.pdf) [Heruntergeladen am 07.08.2013].
- European Centre for Disease Prevention and Control (2010): Climate change and communicable diseases in the EU Member States. ECDC, Stockholm.
- European Council (2010): Conclusions on Innovative Solutions for Financing Disaster Prevention. 3043rd JUSTICE and HOME AFFAIRS Council meeting Brussels, 8 and 9 November 2010.
- European Environment Agency (2009): Regional climate change and adaptation – The alps facing the challenge of changing water resources. EEA, Kopenhagen.
- European Environment Agency (2010b): Guiding principles for adaptation to climate change in Europe. ETC/ACC Technical Paper 2010/6. The European Topic Centre on Air and Climate Change (ETC/ACC). EEA, Kopenhagen.
- Feyen und Watkiss (2011): River Floods, The Impacts and Economic Costs of River Floods in the European Union, and the Costs and Benefits of Adaptation  
[http://www.climatecost.cc/images/Policy\\_brief\\_3\\_River\\_floods\\_v11\\_lowres.pdf](http://www.climatecost.cc/images/Policy_brief_3_River_floods_v11_lowres.pdf) [Heruntergeladen am 07.08.2013].
- Geddes Jordan (2012): Migration as adaptation? Exploring the scope for coordinating environmental and migration policies in the European Union  
<http://www.envplan.com/abstract.cgi?id=c1208j>, [Heruntergeladen am 07.08.2013].
- Harbo et al. (ed) (2011): Groundwater in a Future Climate  
[http://klimatilpasning.dk/Documents/Groundwater\\_handbook.pdf](http://klimatilpasning.dk/Documents/Groundwater_handbook.pdf) [Heruntergeladen am 07.08.2013].
- Hochrainer, S., Linneroth-Bayer, J.; Mechler, R. (2010): The European Union Solidarity Fund - Its legitimacy, viability and efficiency. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change. 15. S. 797–810.
- Hoffmann, V.H.; Sprengel, D.C.; Ziegler, A.; Kolb, M.; Abegg, B. (2009): Determinants of corporate adaptation to climate change in winter tourism: An econometric analysis. Global Environmental Change. 19(2). S. 256-264.
- IIEP et al. (2013): Methodologies for climate proofing investments and measures under cohesion and regional policy and the common agricultural policy  
[http://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what/docs/climate\\_proofing\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what/docs/climate_proofing_en.pdf) [Heruntergeladen am 07.08.2013].
- Iglesias, A.; Avis, K.; Benzie, M.; Fisher, P.; Harley, M.; Hodgson, N.; Horrocks, L.; Moneo, M.; Webb, J. (2007): Adaptation to Climate Change in the Agricultural Sector

- [http://ec.europa.eu/agriculture/analysis/external/climate/final\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/agriculture/analysis/external/climate/final_en.pdf) [Heruntergeladen am 07.08.2013].
- Jochem, E. & W. Schade (2008): Report of the Reference and 2°C Scenario for Europe. ISI, Karlsruhe.
- Leipprand, A.; Dworak, T.; Benzle, M.; Berglund, M.; Kadner, S.; Hattermann, F.; Post, J.; Krysanova, V. (2008): Impacts of climate change on water resources - adaptation strategies for Europe. <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3630.pdf> [Heruntergeladen am 07.08.2013].
- Lindgren, E. & T.G.T. Jaenson (2008): Lyme borreliosis in Europe: influences of climate and climate change, epidemiology, ecology and adaptation measures. WHO, Kopenhagen.
- Lindgren, E.; Andersson, Y.; Suk, E. J.; Sudre, B.; Semenza, J.C.(2012): Monitoring EU Emerging Infectious Disease Risk Due to Climate Change. *Science*. 336(6080)S. 418-419 <http://www.sciencemag.org/content/336/6080/418.summary> [Heruntergeladen am 07.08.2013].
- Olesen, J.E.; Trnka, M.; Kersebaum, K.C.; Skjelvag, A.O.; Seguin, B.; Peltonen-Sainio, P.; Kozyra, J.; Micale, F. (2011): Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change. *European Journal of Agronomy* 34(2), 96-112.
- Policy Research Corporation (2009): The economics of climate change adaptation in EU coastal areas. Brüssel.
- Richards, J.A. & R.J. Nicholls (2009): Impacts of climate change in coastal systems in Europe. PESETA-Coastal Systems study. JRC, Ispra.
- Swart, R.; et al. (2009): Europe Adapts to Climate Change [http://www.peer.eu/fileadmin/user\\_upload/publications/PEER\\_Report1.pdf](http://www.peer.eu/fileadmin/user_upload/publications/PEER_Report1.pdf) [Heruntergeladen am 07.08.2013].
- Schwarze R. & G.G. Wagner (2009): Natural Hazards Insurance in Europe – Tailored Responses to Climate Change Needed.
- Sveiven, S. (2010): Are the European financial institutions climate proofing their investments [http://www.responsesproject.eu/pdf/sveiven\\_R10-07.pdf](http://www.responsesproject.eu/pdf/sveiven_R10-07.pdf) [Heruntergeladen am 07.08.2013].
- Tol, R.S.J.; Klein, R.J.T.; Nicholls, R. (2008): Towards Successful Adaptation to Sea-Level Rise along Europe's Coasts. *Journal of Coastal Research*. 24(2). S. 432-442.
- Verschuuren, J. (2010): Climate Change: Rethinking Restoration in the European Union's Birds and Habitats Directives. *Ecological Restoration*. 28(4). S. 431-439.
- Watkiss, P.; Horrocks, L.; Pye, S.; Searls, A.; Hunt, A. (2009): Impacts of climate change in human health in Europe. PESETA-Human health study.
- WHO (2009): Improving public health responses to extreme weather/heat-waves – EuroHEAT <http://ccsl.iccip.net/e92474.pdf> [Heruntergeladen am 07.08.2013].

## 11 Anhang: Tabelle der identifizierten Förderprogramme

Die folgenden Förderprogramme wurden v.a. in den Kapiteln 7 und 8 thematisiert.

Tab. 33: Auflistung der identifizierten Förderprogramme

| Ebene | Kategorie                       | Art                 | Name   | übergreifendes Ziel des Instruments   |
|-------|---------------------------------|---------------------|--|---|
| Land  | Finanzierungen und Subventionen | Bürgschaft          | Bürgschaften zur Förderung der Berliner Wirtschaft   | Unterstützung volkswirtschaftlich förderungswürdiger und betriebswirtschaftlich sinnvoller Vorhaben   |
| EU    | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | 7. Forschungsrahmenprogramm der Europäischen Gemeinschaft (2007-2013) - Spezifisches Programm „Zusammenarbeit“ | die wissenschaftlichen und technologischen Grundlagen der Gemeinschaft stärken und eine hohe Wettbewerbsfähigkeit sicherstellen   |
| EU    | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Aktionsprogramm der Gemeinschaft im Bereich der Gesundheit (2008-2013)   | Verbesserung des Gesundheitsschutzes der Bürger; Gesundheitsförderung, einschließlich der Verringerung von Ungleichheiten im Gesundheitsbereich; Schaffung und Verbreitung von Informationen und Wissen zu Gesundheitsfragen    |
| Bund  | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | chance.natur - Bundesförderung Naturschutz   | Schutz und die langfristige Sicherung national bedeutsamer und repräsentativer Naturräume mit gesamtstaatlicher Bedeutung   |
| Bund  | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Bundesprogramm Biologische Vielfalt  | dem Rückgang der biologischen Vielfalt in Deutschland entgegenwirken  |
| Land  | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Dorferneuerung   | nachhaltige Verbesserung der Lebens-, Wohn-, Arbeits- und Umweltverhältnisse auf dem Land   |
| Land  | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Einzelbetriebliches Förderungsprogramm (EFP) - Förderung von Investitionen zur Diversifizierung (FID)          | Schaffung zusätzlicher Einkommensquellen aus selbständiger Tätigkeit in nichtlandwirtschaftlichen Wirtschaftsbereichen  |
| Land  | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Energetische Modernisierung der sozialen Infrastruktur in Gemeinden  | Investitionen für die umfassende bauliche Erneuerung und die energetische Modernisierung von Gebäuden der sozialen Infrastruktur wie Schulen, Kindergärten, Kindertageseinrichtungen, Jugendeinrichtungen und Begegnungsstätten |
| Bund  | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Energieeffizient Sanieren - Investitionszuschuss   | CO2-Reduktion   |
| Land  | Finanzierungen und              | Förderung, Zuschuss | Energiesparendes Bauen   | Heizwärmebedarf reduzieren; CO2-Emissionen senken   |

|      |                                 |                     |   |   |
|------|---------------------------------|---------------------|---|---|
|      | Subventionen                    |                     |   |   |
| EU   | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Europäischer Fischereifonds (EFF) (2007-2013)                                     | nachhaltige Fischerei- und Aquakulturwirtschaft in Europa   |
| EU   | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER) | Förderung der nachhaltigen Entwicklung des ländlichen Raums in der Europäischen Union   |
| EU   | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Finanzierungsinstrument für den Katastrophenschutz                                | Unterstützung der Anstrengungen der Mitgliedstaaten zum Schutz vor allem von Menschen, aber auch der Umwelt und von Vermögenswerten, einschließlich des kulturellen Erbes, im Falle von Naturkatastrophen und durch Menschen verursachten Katastrophen, bei Terroranschlägen und bei technologischen, radiologischen oder ökologischen Unfällen; Erleichterung einer verstärkten Zusammenarbeit der Mitgliedstaaten beim Katastrophenschutz |
| Bund | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Forschung für nachhaltige Entwicklungen (FONA; Fachprogramm)                      | Umsetzung der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie und der Hightech-Strategie im Bereich Klimaschutz, Ressourcenschutz und Energie   |
| Bund | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Forschung und Entwicklung im Bereich erneuerbare Energien                         | Forschungs- und Entwicklungsvorhaben im Bereich erneuerbare Energien  |
| Land | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Forstliche Förderung  | Unterstützung der Entwicklung zu einer leistungsfähigen Forstwirtschaft im Rahmen naturnaher Waldbewirtschaftung  |
| Land | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Förderrichtlinie Land- und Ernährungswirtschaft (RL LuE/2007)                     | Unterstützung wertschöpfungs- und beschäftigungsorientierter Betriebsausrichtung, der Ausbau alternativer Wertschöpfungspotentiale der Landnutzung außerhalb der Nahrungsmittel-erzeugung sowie die Stärkung regionaler Kreisläufe, Erhöhung der Wertschöpfung und Beschäftigung im Agrarsektor.  |
| Land | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Förderrichtlinie Wärmeschutz im Gebäudebestand                                    | energetische Modernisierung des Hamburger Gebäudebestands   |
| Land | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Förderung der Aquakultur und Binnenfischerei                                      | Erhaltung des Gleichgewichts zwischen den aquatischen Ressourcen und ihrer Nutzung sowie deren Auswirkung auf die Umwelt durch Erhöhung der Rentabilität und Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen der Aquakultur und Binnenfischerei sowie durch Verbesserung der Hygienebedingungen   |

|      |                                 |                     |   |  |
|------|---------------------------------|---------------------|---|--|
|      |                                 |                     |   | und der Umweltverträglichkeit der Produktion   |
| Land | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Förderung der Fischerei und Fischwirtschaft in Mecklenburg-Vorpommern   | Verbesserung der Produktivität, Flexibilität, Effektivität und damit der wirtschaftlichen Chancen von Unternehmen der Fischerei und Fischwirtschaft im Land Mecklenburg-Vorpommern; Weiterentwicklung der Infrastruktur in den Fischereihäfen, Anlandestellen und Fischereischutzhäfen; Sicherung der nachhaltigen Entwicklung der Fischwirtschaftsgebiete |
| Land | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Förderung der Gründung von Energieagenturen   | das Wissen über die Zusammenhänge von Energieverbrauch und Klimawandel sowie über mögliche Maßnahmen zur Energieeinsparung und -effizienzsteigerung in den Unternehmen und in der Bevölkerung weiter verbreiten  |
| Land | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Förderung der Bereitstellung technischer Hilfe im Agrarsektor - Förderung von Beratungsleistungen im Rahmen der Verbundberatung | Verbesserung der Nachhaltigkeit und der Wettbewerbsfähigkeit der bayerischen Landwirtschaft; Optimierung der Prozess- und Produktqualität  |
| Land | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Förderung der integrierten ländlichen Entwicklung   | Verbesserung der ländlichen Strukturen   |
| Bund | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Förderung der Sicherheit und der Umwelt in Unternehmen des Güterkraftverkehrs mit schweren Nutzfahrzeugen                       | Reduzierung der negativen Wirkungen des Straßen-güterverkehrs mit schweren Nutzfahrzeugen auf die Umwelt, Erhöhung der Sicherheit im Straßen-verkehr und Senkung der Gefahr von Arbeits- und Betriebsunfällen  |
| Land | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Förderung forstwirtschaftlicher Maßnahmen   | Ziel ist es, den Wald forstwirtschaftlich sinnvoll zu nutzen, zu erhalten oder zu mehren, um die Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktion des Waldes nachhaltig zu sichern.  |
| Land | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Förderung öffentlicher Tourismusinfrastruktureinrichtungen  | Stärkung der Qualität sowie wirtschaftlichen und ökologischen Nachhaltigkeit öffentlicher Tourismusinfrastruktureinrichtungen; Unterstützung der touristischen Entwicklung strukturschwacher Gebiete; Erhöhung des Erholungs- und Freizeitwerts der Tourismusgemeinden und -regionen   |
| Land | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Förderung von erneuerbaren Energien, Energieeffizienz und Versorgungssicherheit   | Erhöhung der Energieeffizienz, verstärkter Einsatz erneuerbarer Energien sowie innovative und effiziente Lösungen zur Energieerzeugung   |

|      |                                 |                     |  |   |
|------|---------------------------------|---------------------|--|---|
|      |                                 |                     | (RENplus)  |   |
| Land | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Förderung wasserwirtschaftlicher Vorhaben  | Sicherstellung der öffentlichen Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung, um unzumutbar hohe Gebühren- und Beitragsbelastungen für die Bürger zu vermeiden; wasserbauliche und gewässerökologische Vorhaben |
| Bund | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur“ (GRW)   | Schaffung von Arbeitsplätzen in der Region über die Stärkung der regionalen Investitionstätigkeit   |
| Bund | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Gesundheitsforschung (Fachprogramm)  | Gewährleistung eines im internationalen Maßstab hohen Leistungsstands von Forschung und Entwicklung im Gesundheitsbereich   |
| Land | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Hochwasserschutz im Binnenland   | Hochwasserschutz im Binnenland, um so die nachhaltige Entwicklung insbesondere des ländlichen Raums zu stärken  |
| Bund | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | IKT 2020 – Schlüsseltechnologien für die Elektromobilität (STROM 2)  | Entwicklung von konkurrenzfähigen Elektrofahrzeugen   |
| EU   | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | INTERREG IV B-Programm für den Nordseeraum   | Stärkung der Nordseeregion als Lebens-, Arbeits- und Investitionsstandort   |
| EU   | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | INTERREG-Programm für den Ostseeraum   | Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der Ostseeregion, ihres territorialen Zusammenhalts und ihrer nachhaltigen Entwicklung  |
| Bund | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Innovationsförderung des BMELV (Fachprogramm)  | Forschungs- und Entwicklungsvorhaben für Innovationen in der deutschen Agrar- und Ernährungswirtschaft  |
| Land | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Investitionspakt zur energetischen Erneuerung sozialer Infrastruktur   | Maßnahmen zur energetischen Erneuerung von Gebäuden, die als soziale Infrastruktur in den Gemeinden genutzt werden  |
| Land | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Investive Maßnahmen landwirtschaftlicher Unternehmen in Niedersachsen und Bremen – Agrarinvestitionsförderungsprogramm (AFP) | Förderung einer wettbewerbsfähigen, nachhaltigen, umweltschonenden, tiergerechten und multifunktionalen Landwirtschaft, um somit die Wirtschaftskraft nachhaltig zu stärken                                 |
| Land | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Klima E3 – Erhöhung der Klimateffizienz von Produkten, Produktionsverfahren und  | Forschungs- und Entwicklungsvorhaben im Bereich der effizienten Vermeidung bzw. Minderung von Treibhausgasen und der effizienten Anpassungsstrategien an  |

|      |                                 |                     |   |  |
|------|---------------------------------|---------------------|---|--|
|      |                                 |                     | Produktionsprozessen  | den regionalen Klimawandel   |
| Land | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Klima Plus Saar   | Energieeinsparung; rationelle Energienutzung; Marktdurchdringung mit erneuerbaren Energien   |
| Land | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Klimaschutz-Plus - Allgemeiner Programmteil   | CO2-Ausstoß senken   |
| Land | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Klimaschutz-Plus - Programmteil für Vereine   | CO2-Ausstoß senken   |
| Bund | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Konjunkturpaket II  | Entlastungen für Bürgerinnen und Bürger wie für Unternehmen und Maßnahmen zur Beschäftigungssicherung um der Finanz- und Wirtschaftskrise entgegenzuwirken   |
| Land | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Kulturförderrichtlinie  | Erhöhung der kulturellen Identifikationskraft; Verbesserung des kulturwirtschaftlichen Engagements von Regionen und Teilregionen; Stärkung kulturwirtschaftlich tätiger Einrichtungen und Betriebe |
| Land | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Landschaftspflege- und Naturpark-Richtlinien - LNPR   | Natur- und Artenschutz, Landschaftspflege sowie naturverträgliche Erholung in Naturparks   |
| EU   | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | LIFE+ - Finanzierungsinstrument für die Umwelt  | Umsetzung und Weiterentwicklung der Umweltpolitik und des Umweltrechts in der Europäischen Union   |
| EU   | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Marco Polo II - Verbesserung der Umweltfreundlichkeit des Güterverkehrssystems                      | effizientes und nachhaltiges Verkehrssystem  |
| Land | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Maßnahmen zur Gewässerentwicklung und zum Hochwasserschutz  | finanzielle Förderung von Maßnahmen zur Wiederherstellung naturnaher Gewässer; Hochwasserschutzmaßnahmen; Maßnahmen zur Beseitigung von Hochwasserschäden  |
| Bund | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (Marktanreizprogramm)                     | Stärkung des Absatzes von Technologien der erneuerbaren Energien im Wärmemarkt und Senkung deren Kosten und Verbesserung von deren Wirtschaftlichkeit  |
| Land | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Nachhaltige Bewirtschaftung landwirtschaftlich und naturschutzfachlich wertvoller Flächen in Hessen | nachhaltigen Bewirtschaftung landwirtschaftlich und naturschutzfachlich wertvoller Flächen in Hessen   |
| Land | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Nachhaltige Entwicklung   | nachhaltige Entwicklung im Sinne der Agenda 21   |

|      |                                 |                     |  |   |
|------|---------------------------------|---------------------|--|---|
| Bund | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Nachhaltiges Landmanagement (zu FONA)  | notwendige Wissens- und Entscheidungsgrundlagen für ein nachhaltiges Landmanagement schaffen als auch die entsprechenden Handlungsstrategien, Technologien und Systemlösungen bereitstellen   |
| Bund | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Nachwachsende Rohstoffe  | Ziele: nachhaltige Rohstoff- und Energiebereitstellung; Ressourcenschutz; Umweltschutz; Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Land- und Forstwirtschaft sowie der vor- und nachgelagerten Bereiche stärken   |
| Bund | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Nationale Klimaschutzinitiative - Klimaschutzprojekte in sozialen, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen (Teilkonzepte) | Investitionen in Klimaschutz und gesellschaftliche Interessen   |
| Bund | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP)  | Erreichen der Marktreife der betreffenden Technologien im mobilen, stationären und portablen Bereich; Aufbau von Wertschöpfungsketten und Wertschöpfungsanteilen; Sicherung der Technologieführerschaft und der Umsetzung der Technologien in Deutschland |
| Land | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Ökologische Regenwasserbewirtschaftung   | Entkoppelung möglichst vieler Flächen und Grundstücke vom öffentlichen Kanalnetz  |
| EU   | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Operationelles Programm 'Alpenraum'  | Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit und Attraktivität des Kooperationsraums durch die Entwicklung gemeinsamer Aktionen in Bereichen, in denen die grenzüberschreitende Zusammenarbeit effizienter ist und benötigt wird, um Probleme nachhaltig zu lösen.   |
| EU   | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Operationelles Programm 'Nordwesteuropa (NWE)' (INTERREG IVB North-West Europe)  | Ziele: Innovation; Umwelt; Zugänglichkeit; nachhaltige Stadtentwicklung   |
| Land | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Optimierung des Energiemanagements (Energieeffizienzrichtlinie)  | Investitionen zur energetischen Sanierung oder Erneuerung von öffentlichen Gebäuden   |
| EU   | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss | Rahmenprogramm für Wettbewerbsfähigkeit und Innovation (CIP) - Spezifisches Programm „Intelligente Energie - Europa II“      | Marktverbreitung (Promotion, Best Practice Maßnahmen) und Durchsetzung von bereits marktfähigen und erprobten Techniken, denen zur Marktakzeptanz und Marktdurchdringung noch wesentliche Barrieren im Weg stehen   |
| Land | Finanzierungen und              | Förderung, Zuschuss | Regen auf richtigen Wegen  | Erhöhung der Aufnahmefähigkeit von Flächen für Regenwasser, Entlastung der  |

|      |                                 |                                   |  |   |
|------|---------------------------------|-----------------------------------|--|---|
|      | Subventionen                    |                                   |  | Kanalisation, Grundwasserneubildung   |
| Bund | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss               | Städtebauförderung (Stadtumbau West)   | Anpassung der Städte an den demografischen und strukturellen Wandel   |
| EU   | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss               | Transeuropäische Netze - Leitlinien für transeuropäische Netze im Energiebereich   | effektives Funktionieren und Entwicklung des (EU-)Binnenmarkts; Entwicklung der benachteiligten Gebiete und Inselregionen; Sicherheit der Energieversorgung             |
| Bund | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss               | Transnational PLant Alliance for Novel Technologies - towards implementing the Knowledge-Based Bio-Economy in Europe and beyond (PLANT-KBBE) | Etablierung transnationaler Forschungsprojekte zur Pflanzengenomforschung   |
| Land | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss               | Verbesserung der ambulanten ärztlichen Versorgung in unterversorgten ländlichen Gebieten   | Sicherstellung der ambulanten medizinischen Regelversorgung der Bevölkerung im ländlichen Raum; verbesserung der Vereinbarkeit von landärztlicher Tätigkeit und Familie |
| Land | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss               | Verbesserung der Verarbeitung und Vermarktung landwirtschaftlicher Erzeugnisse (Marktstrukturverbesserungs-Richtlinie)                       | Verbesserung der Verarbeitung und Vermarktung landwirtschaftlicher Erzeugnisse  |
| Bund | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss               | Vor-Ort-Beratung   | Energieeinsparinvestitionen im Gebäudebereich   |
| Land | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss               | Zinszuschüsse für Investitionen im Bereich der Energieeffizienz und der Energieversorgung  | Verbesserung der Energieeffizienz und der Nachhaltigkeit der Energieversorgung  |
| Land | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss               | Zukunftenergieprogramm kommunal (ZEP-kommunal)   | Energieeinsparung; rationelle Energienutzung; Marktdurchdringung von Technologien zur Erzeugung und Nutzung erneuerbarer Energien                                       |
| Land | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss               | Zukunftsprogramm Wirtschaft - Förderung öffentlicher touristischer Infrastruktureinrichtungen  | Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der schleswig-holsteinischen Tourismuswirtschaft durch moderne, markt- und kundenorientierte Infrastruktureinrichtungen               |
| Land | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss, Bürgerschaft | Einzelbetriebliche Förderung   | Unterstützung einer umweltschonenden, tiergerechten und multifunktionalen Landwirtschaft sowie die Erhaltung der Wirtschaftskraft des ländlichen Raumes                 |
| Land | Finanzierungen                  | Förderung,                        | Einzelbetriebliche   | Modernisierung und Entwicklung  |

|  |                                 |                                 |  |   |
|--|---------------------------------|---------------------------------|--|---|
|  | und Subventionen                | Zuschuss, Bürgschaft            | Investitionen in landwirtschaftlichen Unternehmen  | landwirtschaftlicher Betriebe sowie die Diversifizierung hin zu nichtlandwirtschaftlichen Tätigkeiten   |
| Bund und Länder (aufstockbar mit EU-Mitteln) | Finanzierungen und Subventionen | Förderung, Zuschuss, Bürgschaft | Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ (GAK)   | Die GAK soll sicher stellen, dass die Land- und Forstwirtschaft sowie der Küstenschutz modern, leistungsfähig und künftigen Anforderungen gewachsen sind.   |
| Bund   | Finanzierungen und Subventionen | Garantien                       | Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)  | Ausbau des Anteils Erneuerbarer Energien an der Stromversorgung   |
| Bund   | Finanzierungen und Subventionen | Kredit                          | Aquakultur und Fischwirtschaft - Nachhaltigkeit  | Steigerung der Energieeffizienz, Minderung von Emissionen und Verbesserung des Verbraucherschutzes in der Fischwirtschaft   |
| Bund   | Finanzierungen und Subventionen | Kredit                          | Energieeffizient Sanieren - Kommunen   | Energieeffizienz  |
| Bund   | Finanzierungen und Subventionen | Kredit                          | Energieeffizient Sanieren - Kredit   | Energieeffizienz  |
| Bund   | Finanzierungen und Subventionen | Kredit                          | Energieeffizient Sanieren - Kredit, Einzelmaßnahmen  | Energieeffizienz  |
| Bund   | Finanzierungen und Subventionen | Kredit                          | ERP-Umwelt- und Energieeffizienzprogramm - A   | Umweltschutz in Deutschland   |
| Bund   | Finanzierungen und Subventionen | Kredit                          | Fündigkeitsrisiko Tiefengeothermie   | Ausbau der Geothermie in Deutschland  |
| Land   | Finanzierungen und Subventionen | Kredit                          | Generationsgerechte Anpassung von Mietwohngebäuden durch Modernisierung, Instandsetzung und Mietwohnungsneubau (Mietwohnungsbau-förderungsR) | generationsgerechte Anpassung von Mietwohnungen zu sozial verträglichen Mieten insbesondere für Familien mit mindestens einem minderjährigen Kind und Senioren im Alter ab 55; nachhaltigen Energieeinsparung sowie Verminderung der CO2-Emission |
| EU   | Finanzierungen und Subventionen | Kredit                          | Hochwasserschutz Niedersachsen II  | Modernisierung der Hochwasserschutzanlagen  |
| Bund   | Finanzierungen und Subventionen | Kredit                          | KfW-Investitionskredit Kommunen  | Infrastrukturmaßnahmen in Kommunen  |
| Bund   | Finanzierungen und Subventionen | Kredit                          | KfW-Investitionskredit Kommunen - flexibel   | Infrastrukturmaßnahmen in Kommunen  |
| Bund   | Finanzierungen und Subventionen | Kredit                          | KfW-Programm Erneuerbare Energien  | Finanzierung von Anlagen zur Nutzung Erneuerbarer Energien  |

|      |                                 |                  |  |  |
|------|---------------------------------|------------------|--|--|
| Bund | Finanzierungen und Subventionen | Kredit           | Kommunal Investieren   | Infrastrukturmaßnahmen in Kommunen   |
| Bund | Finanzierungen und Subventionen | Kredit           | Landwirtschaft - Nachhaltigkeit  | Steigerung der Energieeffizienz; Minderung von Emissionen beitragen; Ökologischer Landbau; Verbesserung der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung   |
| Bund | Finanzierungen und Subventionen | Kredit           | Sozial Investieren - Energetische Gebäudesanierung   | Umweltschutz und Energieeffizienz  |
| Bund | Finanzierungen und Subventionen | Kredit           | Wohnraum Modernisieren   | Maßnahmen, die das Wohnen angenehmer machen  |
| Bund | Finanzierungen und Subventionen | Kredit, Zuschuss | BMU-Umweltinnovationsprogramm  | das Programm fördert großtechnische Vorhaben, die erstmalig demonstrieren, wie Umweltbelastungen vermieden oder spürbar verringert werden können   |
| Land | Finanzierungen und Subventionen | Kredit, Zuschuss | Förderfonds der Metropolregion Hamburg - Förderfonds Hamburg/Niedersachsen                         | Entwicklung des Nachbarräum um Hamburg   |
| Land | Finanzierungen und Subventionen | Kredit, Zuschuss | Förderfonds der Metropolregion Hamburg - Förderfonds Hamburg/Schleswig-Holstein                    | Entwicklung des Nachbarräum um Hamburg   |
| Bund | Finanzierungen und Subventionen | Kredit, Zuschuss | Innovationsförderung aus dem Zweckvermögen des Bundes bei der Landwirtschaftlichen Rentenbank (LR) | Förderung von Innovationen in der Landwirtschaft, der Forstwirtschaft und dem Gartenbau  |
| Land | Finanzierungen und Subventionen | Kredit, Zuschuss | Landeswohnraumförderungsprogramm - Eigentumsförderung  | Bildung von selbst genutztem Wohneigentum durch Haushalte, die sich am Markt nicht angemessen mit Wohnraum versorgen können und auf Unterstützung angewiesen sind  |
| Land | Finanzierungen und Subventionen | Kredit, Zuschuss | Modernisierung von bestehenden selbst genutzten Wohnungen  | Modernisierung von bestehendem, selbst genutztem Wohneigentum für Haushalte, die sich aus eigener Kraft am Markt nicht angemessen versorgen können   |
| Land | Finanzierungen und Subventionen | Kredit, Zuschuss | Modernisierung von Mietwohnungen   | Modernisierung von bestehendem Mietwohnraum für Haushalte, die sich aus eigener Kraft am Markt nicht angemessen versorgen können   |
| Land | Finanzierungen und Subventionen | Kredit, Zuschuss | Selbst genutztes Wohneigentum in Innenstädten (WohneigentumInnenstadtR)                            | Bildung von selbst genutztem Wohneigentum in Innenstadtbereichen durch Haushalte, die sich am Markt nicht angemessen mit Wohnraum versorgen können und auf Unterstützung angewiesen sind; Modernisierung und |

|      |                                 |                                   |   |   |
|------|---------------------------------|-----------------------------------|---|---|
|      |                                 |                                   |   | Instandsetzung von selbst genutztem Wohneigentum zur nachhaltigen Einsparung insbesondere von Wärmeenergie, zur Minderung des CO <sub>2</sub> -Ausstoßes sowie zur Beseitigung baulicher Missstände |
| Land | Finanzierungen und Subventionen | Kredit, Zuschuss                  | Zuwendungen für wasserwirtschaftliche Maßnahmen         | Durchführung wasserwirtschaftlicher Vorhaben von öffentlichem Interesse   |
| Bund | Finanzierungen und Subventionen | Public Private Partnerships (PPP) | Anpassung an den Klimawandel für Kleinproduzenten (PPP) | Landwirtschaftliche Produktionsgemeinschaften verfügen über Anpassungsansätze. Sie haben im Bedarfsfall Zugang zu finanziellen oder technischen Unterstützungsmechanismen.                          |
| Bund | Finanzierungen und Subventionen | Public Private Partnerships (PPP) | Energiespar-Contracting                                 | Energieeffizienzsteigerung in öffentlichen Liegenschaften   |
| Bund | Finanzierungen und Subventionen | Subventionen, PPP                 | System Agro   | Indem der Staat die Prämien subventioniert, fördert er den Kauf einer Versicherung, deren Prämie ansonsten kaum bezahlbar bzw. der Selbstbehalt zu hoch wäre.                                       |
| Bund | Finanzierungen und Subventionen | Wettbewerb                        | idee.natur - Zukunftspreis Naturschutz                  | zukunftsweisende Konzepte für Naturschutzgroßprojekte in Deutschland anstoßen   |