



## **Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel – Sektorenübergreifende Analyse des Netzwerks Vulnerabilität**

### **Dokumentation der Fachkonferenz am 1. Juni 2015 in Berlin**

von

Sabine Fritz, Esther Hoffmann  
Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW), Berlin

unter Mitarbeit von Harriet Fünning, Jerome Kayser, Heike Marquardt, Dominique Saad, Carolin Simon  
Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW), Berlin

Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW)  
Potsdamer Str. 105  
D-10785 Berlin

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

August 2015

## Netzwerk Vulnerabilität

Seit 2011 arbeitet das Netzwerk Vulnerabilität (s. [www.netzwerk-vulnerabilitaet.de](http://www.netzwerk-vulnerabilitaet.de)) im Auftrag der Bundesregierung an einer konsistenten, sektorenübergreifenden und deutschlandweiten Vulnerabilitätsanalyse, um ein Gesamtbild der Vulnerabilität für Deutschland zu erstellen und damit eine Grundlage für die Ableitung von Handlungserfordernissen des Bundes zu schaffen. Am 1. Juni 2015 wurden die Ergebnisse des Netzwerks Vulnerabilität im Rahmen einer Fachkonferenz vorgestellt.

Das Netzwerk Vulnerabilität besteht aus 16 Bundesoberbehörden und -institutionen aus neun Ressorts und wird durch ein vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) finanziertes und durch das Umweltbundesamt (UBA) geleitetes wissenschaftliches Vorhaben unterstützt. Netzwerkpartner sind

- ▶ das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe,
- ▶ das Bundesamt für Naturschutz,
- ▶ das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie,
- ▶ das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle,
- ▶ die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe,
- ▶ die Bundesanstalt für Gewässerkunde,
- ▶ die Bundesanstalt für Straßenwesen,
- ▶ die Bundesanstalt Technisches Hilfswerk,
- ▶ das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung,
- ▶ die Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit,
- ▶ der Deutsche Wetterdienst,
- ▶ das Johann Heinrich von Thünen-Institut,
- ▶ die KfW,
- ▶ der Projektträger im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt,
- ▶ das Robert Koch-Institut und
- ▶ das Umweltbundesamt.

Das Netzwerk steht grundsätzlich allen Bundesoberbehörden und -institutionen offen.

Die Arbeit des Netzwerks Vulnerabilität wird unterstützt durch ein wissenschaftliches Konsortium bestehend aus adelphi consult, plan + risk consult, EURAC und IKU.

## Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis .....	4
Programm .....	5
1 Fachkonferenz „Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel“ .....	7
2 Hintergrund der Vulnerabilitätsanalyse für Deutschland .....	7
3 Begrüßung .....	8
4 Einführung / Ergebnisse .....	9
4.1 Einführung zum Netzwerk: Organisation und Prozess .....	9
4.2 Methode der Vulnerabilitätsanalyse: Klimasignal, Sensitivität, Anpassungskapazität .....	10
4.3 Bedeutende Auswirkungen des Klimawandels auf ausgewählte Sektoren: Hitze, Hochwasser und andere Folgen .....	10
4.4 Sektorenübergreifende Auswertung: Räumliche und thematische Schwerpunkte des Klimawandels .....	11
4.5 Diskussionsergebnisse .....	11
5 Bilanz des Netzwerks Vulnerabilität .....	11
6 Kommentar: Klimawandel als Herausforderung für die Gesellschaft .....	13
7 Diskussionsforen .....	14
7.1 A: Boden, Biologische Vielfalt, Wald- und Forstwirtschaft .....	14
7.2 B: Menschliche Gesundheit, Bauwesen, Raumplanung .....	16
7.3 C: Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft, Energiewirtschaft, Industrie und Gewerbe .....	18
7.4 Methodik und Empfehlungen für zukünftige Analysen .....	20
8 Gesamtbild der Vulnerabilität Deutschlands .....	22
9 Fazit und Fortsetzungsbedarf für weitere behördenübergreifende Forschungskooperationen .....	24
10 Anhang: Gruppenarbeitsergebnisse des Diskussionsforums „Methodik und Empfehlungen für zukünftige Analysen“ .....	26

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Fachkonferenz „Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel“ .....	6
Abbildung 2:	Präsentation und Diskussion der Projektergebnisse .....	9
Abbildung 3:	Diskussion der Bilanz des Netzwerks Vulnerabilität .....	13
Abbildung 4:	Dr. Rainer Baritz bei der Erläuterung der Projektergebnisse .....	16
Abbildung 5:	Gruppenarbeit, moderiert von Marcus Bloser, IKU .....	22
Abbildung 6:	Podium zum Gesamtbild der Vulnerabilität Deutschlands .....	24
Abbildung 7:	Ergebnisse des Diskussionsforums „Methodik“, Gruppe 1 .....	26
Abbildung 8:	Ergebnisse des Diskussionsforums „Methodik“, Gruppe 2 .....	27
Abbildung 9:	Ergebnisse des Diskussionsforums „Methodik“, Gruppe 3 .....	28
Abbildung 10:	Ergebnisse des Diskussionsforums „Methodik“, Gruppe 4 .....	29
Abbildung 11:	Ergebnisse des Diskussionsforums „Methodik“, Gruppe 5 .....	30
Abbildung 12:	Ergebnisse des Diskussionsforums „Methodik“, Gruppe 6 .....	31

## Programm

- 9:30 Uhr      Einlass
- Moderation der Konferenz  
                 Dr. Esther Hoffmann, Sabine Fritz, Institut für ökologische Wirtschaftsforschung
- 10:00 Uhr      **Begrüßung**
- Thomas Stratenwerth, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit  
                 Dr. Thomas Holzmann, Umweltbundesamt  
                 Dr. Paul Becker, Deutscher Wetterdienst
- 10:30 Uhr      **Einführung / Ergebnisse**
- Einführung zum Netzwerk: Organisation und Prozess  
                 Walter Kahlenborn, adelphi
- Methode der Vulnerabilitätsanalyse: Klimasignal, Sensitivität, Anpassungskapazität  
                 Prof. Dr. Stefan Greiving, plan + risk consult
- Bedeutende Auswirkungen des Klimawandels auf ausgewählte Sektoren: Hitze, Hochwasser und andere Folgen  
                 Dr. Marc Zebisch, Europäische Akademie Bozen
- Sektorenübergreifende Auswertung: Räumliche und thematische Schwerpunkte des Klimawandels  
                 Mareike Buth, adelphi
- 11.45 Uhr      **Bilanz des Netzwerks Vulnerabilität**
- Erkenntnisse und Empfehlungen aus der behördenübergreifenden Forschungskooperation (Interviews)
- Dr. Rainer Baritz, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe  
                 Dr. Sebastian Kofalk, Bundesanstalt für Gewässerkunde  
                 Dr. Inke Schauser, Umweltbundesamt
- 12:30 Uhr      **Kommentar: Klimawandel als Herausforderung für die Gesellschaft**
- Dr. Inge Paulini, Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen
- 12:50 Uhr      **Einführung in die Diskussionsforen am Nachmittag**
- 13:00 Uhr      Mittagspause

14:15 Uhr     **Diskussionsforen**

**Ergebnisse der Vulnerabilitätsanalyse zu einzelnen Sektoren**

A: Boden, Biologische Vielfalt, Forst

B: Gesundheit, Bauwesen, Raumplanung

C: Wasser, Energie, Industrie

ODER

**Methodik und Empfehlungen für zukünftige Analysen**

16:15 Uhr     Kaffeepause

16:35 Uhr     **Gesamtbild der Vulnerabilität Deutschlands**

Mareike Buth, adelphi

Dr. Florian Imbery, Deutscher Wetterdienst

Dr. Inke Schauser, Umweltbundesamt

Dr. Marc Zebisch, Europäische Akademie Bozen

17:35 Uhr     **Fazit und Fortsetzungsbedarf für weitere behördenübergreifende Forschungs Kooperationen**

Petra Mahrenholz, Umweltbundesamt

Dr. Kora Kristof, Umweltbundesamt

17:50 Uhr     Ende der Veranstaltung

Abbildung 1:     Fachkonferenz „Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel“



Foto: Gordon Welters / IÖW

## 1 Fachkonferenz „Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel“

Am 1. Juni 2015 wurden die Ergebnisse des Netzwerks Vulnerabilität im Rahmen einer Fachkonferenz im Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur in Berlin vorgestellt. Rund 200 Teilnehmende haben auf der Fachkonferenz die Methodik und Ergebnisse des Netzwerks Vulnerabilität auf der Konferenz interessiert und engagiert diskutiert. Die Konferenz wurde vom Umweltbundesamt (KomPass) gemeinsam mit dem Deutschen Wetterdienst (DWD) organisiert, die Grußworte wurden von Thomas Stratenwerth (BMUB), dem Vizepräsidenten des UBA Dr. Thomas Holzmann und dem Vizepräsidenten des DWD Dr. Paul Becker gehalten. Herausgehoben wurde die engagierte und zielführende Zusammenarbeit der 16 beteiligten Bundesbehörden und -institutionen und des wissenschaftlichen Konsortiums, die dazu beigetragen hat, dass das Netzwerk Vulnerabilität seine Aufgabe erfüllen konnte. So wurde von den Forschenden aus Bundesbehörden und Wissenschaftsbetrieb eine innovative Methodenarbeit geleistet, die es ermöglichte, die wichtigsten, sektoralen und sektorenübergreifenden Folgen des Klimawandels – wie städtische Hitzebelastungen und Hochwassergefahren durch Flussüberschwemmungen oder Sturzfluten – für Deutschland herauszufiltern und zu bewerten.

Das Vorbereitungspapier zur Konferenz, die Präsentationsfolien der Vorträge sowie einige visuelle Impressionen sind online unter <http://www.umweltbundesamt.de/service/termine/vulnerabilitaet-deutschlands-gegenueber-dem> verfügbar. Der Abschlussbericht zur Arbeit des Netzwerks Vulnerabilität wird im Herbst unter <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/vulnerabilitaet-deutschlands-gegenueber-dem> zur Verfügung gestellt.

## 2 Hintergrund der Vulnerabilitätsanalyse für Deutschland<sup>1</sup>

Im Zuge des fortschreitenden Klimawandels und der damit auch für Deutschland immer deutlicheren Folgen hat die Planung und Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen in den letzten Jahren stetig an Bedeutung gewonnen. Vulnerabilitätsanalysen sind ein wichtiger Schritt der Anpassungsplanung, um Anpassungsbedarfe zu identifizieren, eine Strategie zur Anpassung an den Klimawandel oder einen Aktionsplan mit konkreten Maßnahmen zu entwickeln. Sie können die Frage beantworten, wo ein Land oder eine Region besonders verwundbar gegenüber dem Klimawandel ist – sowohl räumlich als auch thematisch.

Das Bundeskabinett hat bereits 2008 die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) verabschiedet, um die Vulnerabilität Deutschlands gegenüber den Folgen des Klimawandels zu mindern. Daher sollen die Fähigkeiten von natürlichen, ökonomischen und gesellschaftlichen Systemen, sich an Klimaveränderungen und deren Folgen anzupassen, erhalten oder gesteigert werden. Im Aktionsplan Anpassung 2011 (APA) wurde festgestellt, dass „eine aktuelle, sektorenübergreifende und nach einheitlichen Maßstäben erstellte Vulnerabilitätsbewertung für Deutschland erforderlich ist.“ Für den Fortschrittsbericht zur DAS und die Weiterentwicklung der deutschen Anpassungspolitik wurde daher von 2011 bis 2015 eine solche sektorenübergreifende und konsistente Vulnerabilitätsanalyse für Deutschland erarbeitet.

---

<sup>1</sup> Text übernommen aus dem Vorbereitungspapier. Weitere Informationen zum Hintergrund finden Sie ebenfalls dort: Buth, Mareike; Kahlenborn, Walter; Savelsberg, Jonas; Becker, Nina; Greiving, Stefan; Fleischhauer, Mark; Zebisch, Marc; Schneiderbauer, Stefan; Schauser, Inke (2015): Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel – Sektorenübergreifende Analyse des Netzwerks Vulnerabilität. Vorbereitungspapier zur Fachkonferenz am 1. Juni 2015 in Berlin. Online unter: <http://www.umweltbundesamt.de/service/termine/vulnerabilitaet-deutschlands-gegenueber-dem>

Eine Analyse der Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel ist eine wissenschaftliche Querschnittsaufgabe und verlangt die Kooperation verschiedener Fachdisziplinen und Behörden sowie die Integration regionaler und handlungsfeldspezifischer Expertise. Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) und das Umweltbundesamt (UBA) haben daher 2011 die Aufgabe übernommen, das „Netzwerk Vulnerabilität“ aufzubauen.

Das Netzwerk Vulnerabilität besteht aus 16 Bundesoberbehörden und -institutionen aus neun Ressorts und wird durch ein vom BMUB finanziertes und durch das UBA geleitetes wissenschaftliches Vorhaben unterstützt. Grundlegend für die erfolgreiche Arbeit des Netzwerks sind die Bereitschaft zur interdisziplinären Zusammenarbeit und die sektorale Expertise der teilnehmenden Behörden. Netzwerkpartner sind das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, das Bundesamt für Naturschutz, das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, die Bundesanstalt für Gewässerkunde, die Bundesanstalt für Straßenwesen, die Bundesanstalt Technisches Hilfswerk, das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, die Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, der Deutsche Wetterdienst, das Johann Heinrich von Thünen-Institut, die KfW, der Projektträger im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt, das Robert Koch-Institut und das Umweltbundesamt. Das Netzwerk steht grundsätzlich allen Bundesoberbehörden und -institutionen offen. Die Arbeit des Netzwerks Vulnerabilität wurde unterstützt durch ein wissenschaftliches Konsortium aus adelphi consult, plan + risk consult, EURAC und IKU.

Ziel des Netzwerks war es, den aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstand zu Vulnerabilitätsanalysen sowie das Wissen der Fachbehörden zu den Folgen des Klimawandels in Deutschland zusammenzuführen und darauf aufbauend, die Vulnerabilität Deutschlands handlungsfeldübergreifend zu analysieren. Mittels der Vulnerabilitätsanalyse wurden in einem Screeningverfahren deutschlandweit und handlungsfeldübergreifend die Regionen und Systeme identifiziert, die besonders durch den Klimawandel gefährdet, das heißt vulnerabel, sind.

Neben seinen inhaltlichen Ergebnissen liegt der Mehrwert des Netzwerks Vulnerabilität vor allem in der Vernetzung der beteiligten Bundesoberbehörden und -institutionen. Es befördert die transdisziplinäre, inhaltliche Arbeit mit Blick auf die Vulnerabilitätsanalyse und bietet den Behörden über das Netzwerk hinaus Anknüpfungspunkte für behördenübergreifende Kooperationen, zum Beispiel hinsichtlich der Integration von Daten und Modellen. Bereits heute haben die Arbeiten des Netzwerks neue Vorhaben einzelner Netzwerkpartner sowie Weiterentwicklungen initiiert. Damit ist das Netzwerk Vulnerabilität ein zentraler Bestandteil des Prozesses zur Anpassung an den Klimawandel in Deutschland.

### 3 Begrüßung

Thomas Stratenwerth vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) begrüßte die Teilnehmer/innen der Veranstaltung. Er bezeichnete die Vulnerabilitätsanalyse als methodisch-systematische Analyse über Auswirkungen des Klimawandels und Handlungsbedarfe zur Anpassung. Die wissenschaftliche Analyse stelle eine wichtige Basis für die Kommunikation über konkrete Anpassungsmaßnahmen dar; sie müsse zukünftig für die Bevölkerung und politische Entscheidungsträger sowie für die unterschiedlichen klimatischen Regionen Deutschlands weiterentwickelt werden.

Dr. Thomas Holzmann vom Umweltbundesamt (UBA) dankte allen Beteiligten für die Mitwirkung an der Analyse und der Veranstaltung. Er betonte, dass die gelungene Vernetzung der Ressortforschung ein wichtiger Eckpfeiler wissenschaftlicher Beratung für die politischen Entscheidungsträger/innen sei. Die Folgen des Klimawandels seien in allen Lebensbereichen messbar und dieser Trend werde sich weiter verstärken und zu einer tiefgreifenden Veränderung unserer Gesellschaft führen.

Für Dr. Paul Becker vom Deutschen Wetterdienst (DWD) ermöglicht die Vulnerabilitätsanalyse einen präziseren Blick auf Veränderungen. Das Netzwerk Vulnerabilität habe es geschafft, die Verwundbarkeit für die einzelnen Bereiche zu verdeutlichen. Wichtig sei es, mit den Ergebnissen die Breite der Bevölkerung zu adressieren, um zu verdeutlichen, dass eine individuelle Verhaltensänderung für den Klimaschutz von hoher Bedeutung ist. Für den Anspruch Deutschlands, eine Vorreiterrolle beim Klimaschutz und hinsichtlich der Klimaanpassung einzunehmen, benötige es eine gut finanzierte Forschung, die praxistaugliche Anpassungen mit gemeinsam festgelegten Bedingungen und Zielen vorlegt.

## 4 Einführung / Ergebnisse

Als Einführung stellten vier Mitglieder des wissenschaftlichen Konsortiums die Arbeiten des Netzwerks Vulnerabilität und die Ergebnisse des Projekts vor. Walter Kahlenborn von adelphi gab einen einführenden Überblick über das Netzwerk. Professor Dr. Stefan Greiving von plan + risk consult präsentierte die Methodik der Vulnerabilitätsanalyse. Dr. Marc Zebisch von der Europäischen Akademie Bozen fokussierte in seinen Aussagen auf die Ergebnisse in den einzelnen Handlungsfeldern. Mareike Buth von adelphi ergänzte dies um die Wirkung der Klimaänderungen auf die Gesamtheit der Handlungsfelder. Moderiert wurde die Ergebnispräsentation von Dr. Esther Hoffmann vom Institut für ökologische Wirtschaftsforschung.

Abbildung 2: Präsentation und Diskussion der Projektergebnisse



Foto: Gordon Welters / IÖW

### 4.1 Einführung zum Netzwerk: Organisation und Prozess

Walter Kahlenborn stellte zunächst den Aufbau des Netzwerks Vulnerabilität vor, das aus einem wissenschaftlichen Konsortium und 16 Bundesbehörden und -institutionen besteht und unter der Leitung des Umweltbundesamtes (UBA) eingerichtet wurde. In der Analyse wurden alle Handlungsfelder der DAS (Boden; Menschliche Gesundheit; Fischerei; Industrie und Gewerbe; Biologische Vielfalt; Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz; Energiewirtschaft; Landwirtschaft; Verkehr, Verkehrsinfrastruktur; Tourismuswirtschaft; Wald- und Forstwirtschaft; Bauwesen;

Finanzwirtschaft; Raum-, Regional- und Bauleitplanung sowie Bevölkerungsschutz) sowie deren Beziehungen untereinander berücksichtigt. Als Herausforderungen bei der Zusammenarbeit wurden benannt: Eine gemeinsame Sprache musste gefunden, längere Abstimmungsprozesse eingeplant und begleitet, zum langfristigen Einsatz motiviert und Entscheidungen im Konsens getroffen werden. Nur dadurch wurde sowohl eine hohe Legitimation als auch eine hohe Akzeptanz der Ergebnisse erreicht, die vor allem bei der Erstellung der methodischen Basis und der Anwendung der Ergebnisse in politischen Prozessen notwendig sind, um mit Vulnerabilität im Kontext von Unsicherheiten umzugehen. Zur Erhöhung der Transparenz der Ergebnisse wurden normative Aussagen eindeutig als solche gekennzeichnet. Die gute Zusammenarbeit im Netzwerk wurde als zentrale Voraussetzung für den Erfolg der Analyse benannt.

## **4.2 Methode der Vulnerabilitätsanalyse: Klimasignal, Sensitivität, Anpassungskapazität**

Prof. Dr. Stefan Greiving stellte die Kernbausteine des methodischen Vorgehens vor. Mangels einer allgemein akzeptierten Definition von Vulnerabilität wurde für die Studie eine in sich konsistente Methodik gewählt. Für die spätere Bewertung wurde eine Trennung von Sach- und Wertebene vorgenommen und auf Validität der Aussagen, Strukturkonsistenz sowie Transparenz und Nachvollziehbarkeit der Analyseschritte geachtet. Der Bestimmung der Klimawirkungen für jedes Handlungsfeld liegen drei definierte Zeiträume zugrunde: Gegenwart, nahe Zukunft (2021-2050) und ferne Zukunft (2071-2100). Neben Klimaprojektionen, beruhend auf einem Modellensemble des DWD, wurden sozioökonomische Daten zur Bevölkerungs- und Landnutzungsentwicklung in die Studie eingebunden. Zwei Szenariokombinationen wurden zugrunde gelegt (starker Wandel, schwacher Wandel), um eine Bandbreite möglicher Entwicklungen aufzeigen zu können. Die Darstellung von Wirkungsketten verdeutlicht, welche Klimasignale welche Klimawirkungen beeinflussen. Für die Einschätzung der Ergebnisse wurde der „Grad der Gewissheit“ mit den Kategorien „gering“, „mittel“ und „hoch“ pro Klimawirkung eingeschätzt.

## **4.3 Bedeutende Auswirkungen des Klimawandels auf ausgewählte Sektoren: Hitze, Hochwasser und andere Folgen**

Dr. Marc Zebisch stellte zunächst exemplarisch für die Studie die Auswirkungen auf die Wald- und Forstwirtschaft vor und gab dann einen Überblick über die Ergebnisse für alle Handlungsfelder. Für die gesamte Vulnerabilitätsanalyse wurden 72 Klimawirkungen ausgewählt, von denen 40 über Expert/inneninterviews und die restlichen über Proxyindikatoren oder Wirkmodelle erhoben wurden. Für jedes Handlungsfeld wurden Wirkbeziehungen zwischen Klimasignalen und Klimawirkungen erarbeitet. Die Bewertung der sektoralen Anpassungskapazität wurde in jedem Handlungsfeld unter Berücksichtigung von bestehenden Ressourcen und hinderlicher oder förderlicher Faktoren für die Umsetzung von Maßnahmen von Expert/innen eingeschätzt. Aufbauend auf der Bewertung der einzelnen Klimawirkungen und der sektoralen Anpassungskapazität wurde von Herrn Dr. Zebisch die Vulnerabilität der Handlungsfelder im Überblick dargestellt. Die Auswertung zeigte, dass es bereits in der Gegenwart besonders betroffene Handlungsfelder mit vielen bedeutsamen Klimawirkungen gibt, z.B. Bauwesen, Biologische Vielfalt, Wald- und Forstwirtschaft, Menschliche Gesundheit, Wasserwirtschaft und Küste sowie Boden. In der nahen Zukunft werden Klimawirkungen bei einem starken Wandel verstärkt relevant.

## 4.4 Sektorenübergreifende Auswertung: Räumliche und thematische Schwerpunkte des Klimawandels

Mareike Buth sprach über die Bedeutung unterschiedlicher Klimasignale für Deutschland. Besonders Hitze verursacht auch heute schon viele bedeutende Klimawirkungen in vielen Handlungsfeldern. Die Handlungsfelder sind über Wirkbeziehungen stark miteinander verknüpft. Die Wasserwirtschaft weist dabei die meisten Wirkbeziehungen mit anderen Handlungsfeldern auf.

Mithilfe einer Überblickskarte zeigte Frau Buth regionale Schwerpunkte des Klimawandels in Deutschland. In der Karte wurden Regionen mit ähnlichen klimatischen Bedingungen (sogenannte Klimaraumtypen) visualisiert. Bei der Entwicklung dieser Klimaraumtypen über die drei Zeiträume (Gegenwart, nahe Zukunft, ferne Zukunft) zeigt sich, dass Regionen mit warmem Klima in Zukunft zunehmen, vor allem im Osten Deutschlands und entlang des Rheingrabens. Als handlungsübergreifende Schwerpunkte der Folgen des Klimawandels wurden benannt: Schäden durch ansteigende Hitzebelastung in Verdichtungsräumen, an Gebäuden und Infrastrukturen durch Starkregen, Sturzfluten und Flussüberschwemmungen, eine Veränderung der Artenzusammensetzung sowie eine Beeinträchtigung der Wassernutzung. Besonders die Bevölkerung und die Infrastruktur sind von den Veränderungen betroffen.

## 4.5 Diskussionsergebnisse

Prof. Dr. Greiving erläuterte, dass der Grad der Gewissheit in Abhängigkeit von der Vorgehensweise (Wirkmodelle, Proxyindikatoren oder Expert/inneninterviews) bestimmt wurde. Bei Expert/inneninterviews wurde der Grad der Übereinstimmungen der Aussagen herangezogen und die Einschätzung, wie sicher die Expert/innen sich in ihren Aussagen sind. Bei den quantitativen Ergebnissen wurde der Grad der Gewissheit von den Netzwerkpartnern und dem Konsortium anhand von einheitlichen Kriterien bewertet.

Die Landkreisebene wurde als Untersuchungseinheiten gewählt. Die Klimasignale lagen als Rasterzellendaten vor.

Die Einteilung in die drei gewählten Zeitabschnitte ermöglicht es, Änderungen über die Zeit zu verdeutlichen. Die Gegenwart als Referenzpunkt macht deutlich, dass bereits jetzt Auswirkungen feststellbar sind. Die Klimavariabilität wurde durch die Abbildung der Bandbreite der Klimaprojektionen berücksichtigt.

Das Emissionsszenario A1B wurde gewählt, da für dieses die meisten Klimaprojektionen vorliegen. Daher konnten Aussagen zu einem schwachem Klimawandel (im Regelfall das 15. Perzentil) und einen starken Klimawandel und (im Regelfall das 85. Perzentil) gemacht werden.

Angesprochen auf die Vergleichbarkeit der bundesweiten Vulnerabilitätsanalyse mit vorhandenen Studien auf Länderebene wurde von einem Teilnehmenden eine bessere bundesweite Abstimmung der Methodik gewünscht (s. Kapitel 7.4), um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse von unterschiedlichen Studien zu erhöhen.

## 5 Bilanz des Netzwerks Vulnerabilität

Im Rahmen einer Podiumsdiskussion sprachen Dr. Rainer Baritz von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Dr. Sebastian Kofalk von der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) und Dr. Inke Schauser vom Umweltbundesamt (UBA) über Erkenntnisse und Empfehlungen aus der behördenübergreifenden Forschungskooperation. Moderiert wurde die Diskussion von Sabine Fritz vom Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW).

Auf die Frage, ob die Mitarbeit im Netzwerk interne und externe Prozesse in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe angestoßen habe, antwortete Herr Dr. Baritz, dass durch die neuen Daten des DWD eine Skizzierung von zukünftigen Entwicklungen erst möglich wurde. Diese Perspektive auf zukünftige Entwicklungen hat sich in der Arbeit der BGR durch die Mitarbeit im Netzwerk etabliert. Das Netzwerk ermöglicht außerdem einen besseren Austausch, der die Umsetzung von eigenen Ideen vorantreibt. Herr Dr. Kofalk betonte den Synergieeffekt der Zusammenarbeit, durch den Ursachen- und Wirkungszusammenhänge besser zu verstehen sind. Daraus ergaben sich neue Erkenntnisse, zu welchen Themenfeldern bereits Maßnahmen verfügbar sind und welche Handlungsfelder der Wirkbeziehungen mit anderen Handlungsfeldern aufweisen.

Gemäß Herrn Dr. Kofalk und Frau Dr. Schauser ist zur künftigen Verbesserung sowie Vereinfachung guter Politikberatung ein verstärkter Austausch von Ressort- und Grundlagenforschung notwendig. Lösungsorientierte Ergebnisse können nur präsentiert werden, wenn die Kooperation mit politischen Entscheidungsträger/innen funktioniert. Auf dieser Grundlage lassen sich wissenschaftliche Methoden anwendungsorientiert ausgestalten. Ebenfalls bedarf es ausreichender finanzieller Kapazitäten sowie wissenschaftlichen Spielraums. Weiterer Forschungsbedarf zur Steigerung der Aussagekraft einer Vulnerabilitätsanalyse wurde im Rahmen der Studie identifiziert. Positiv hervorgehoben wurde, dass die Ergebnisse des Netzwerks Vulnerabilität für den kommenden Fortschrittsbericht genutzt werden.

Verbesserungspotenzial sah Herr Dr. Baritz darin, dass das Netzwerk in einen verstärkten Austausch mit potentiellen Nutzern auf Bundes- und Landesebene gehen, ein System zur Fortschreibung der Vulnerabilitätsanalyse aufgebaut werden sollte und die methodischen Herangehensweisen zur Bestimmung der Anpassungskapazität thematisch und konzeptionell intensiv diskutiert werden müsse. Frau Dr. Schauser ergänzte, dass der Prozess verstetigt werden sollte, um die Vulnerabilitätsanalyse in Zukunft weiterzuentwickeln und zu aktualisieren. Auf der bestehenden Zusammenarbeit mit den Behörden, den Bundesministerien und den Ländern könne dabei aufgebaut werden.

Auf Nachfrage aus dem Plenum erläuterte Herr Dr. Kofalk, dass für die Untersuchung der Auswirkungen von Extremereignissen weiterer Forschungsbedarf besteht, um entscheidungsrelevante Grundlagen zu erarbeiten. Zur Koordination und Kontinuität des Projekts wurde angemerkt, dass bereits Prozesse innerhalb des Netzwerks existieren, die eine Verstetigung anstreben. Für diese Prozesse ist eine Verständigung auf die zukünftig zu nutzenden Referenzzeiträume erforderlich.

Zur Anregung, weitere Politik- und Verwaltungsebenen einzubeziehen, erläuterte Frau Dr. Schauser, dass das bisherige Ziel eine Einschätzung der Vulnerabilität Deutschlands im Auftrag des Bundes und für den Bund war. Trotzdem wurde bereits in der aktuellen Analyse versucht, auf die räumliche Differenzierung der verschiedenen Klimaräume Deutschlands einzugehen. Auf kommunaler oder lokaler Ebene existieren teilweise detailliertere Daten, sodass eine Wiederverwendung der Methodik in den Bundesländern außerordentlich erwünscht ist. Die Verwendung einer ähnlichen Methodik würde die Vergleichbarkeit von Studien auf unterschiedlichen Ebenen und für verschiedene Handlungsfeldern verbessern.

Auf eine Nachfrage zur Zusammenführung von Vulnerabilitätsanalyse und Monitoringbericht erklärte Frau Dr. Schauser, dass dies wünschenswert, methodisch aber sehr schwer umsetzbar ist. Eine Regionalisierung des Monitoringberichts ist ebenfalls schwierig und aufwendig.

Abbildung 3: Diskussion der Bilanz des Netzwerks Vulnerabilität



Foto: Gordon Welters / IÖW

## 6 Kommentar: Klimawandel als Herausforderung für die Gesellschaft

Dr. Inge Paulini vom Wissenschaftlichen Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) stellte den Klimawandel in den Kontext gesellschaftlicher Herausforderungen. Dabei wies sie daraufhin, dass die Herausforderungen hinsichtlich des Klimawandels als ein Prozess zu verstehen sind. Eine nachhaltige Transformation ist eine notwendige Voraussetzung für sämtliche zukünftigen Entwicklungen. Neben einem neuen Emissionsziel ist der Umbau von drei zentralen Themenfeldern notwendig: Energiesysteme, Urbanisierung und Landnutzung. Ein „neuer Gesellschaftsvertrag“ mit globaler Reichweite muss das Ziel des Erhalts der natürlichen Lebensgrundlage heutiger sowie künftiger Generationen verfolgen. Dafür ist eine umfassende Partizipation von Bürger/innen bzw. die Sensibilität zivilgesellschaftlicher Akteure erforderlich. Für einen neuen Gesellschaftsvertrag soll die Forschung auch bei der Klimaanpassung konkrete Gestaltungs- und Handlungsoptionen entwickeln, um Politik und Gesellschaft bei der Verringerung der Vulnerabilität unterstützen.

Interdisziplinarität sah sie für die Bewältigung dieser großen Herausforderung als bereichernd an, da diese einen Mehrwert in Diskussionen bietet. Das Handeln unter Unsicherheit, auch bei nicht eindeutigen Kausalkorrelationen, muss „ausgehalten“ und trotz der Unsicherheiten umgesetzt werden. Für die Erfüllung der Ziele einer Anpassung sind eine übergreifende, prozedurale Sichtweise sowie eine ausreichende Finanzierung notwendig. Frau Dr. Paulini sah im Netzwerk Vulnerabilität einen vielversprechenden Ansatz für gemeinsames Lernen und Bewerten sowie für die Erarbeitung von Orientierungs- und Handlungswissen zu Klimaanpassung und regte die Einbeziehung der Zivilgesellschaft in zukünftige Vulnerabilitätsanalysen an.

## 7 Diskussionsforen

Am Nachmittag fanden vier Diskussionsforen parallel statt. In den drei Diskussionsforen (A, B, C) zur Vorstellung der sektoralen Ergebnisse begann der Workshop jeweils mit einer Kurzeinführung zur Methodik der Analyse. Im Anschluss wurden die Auswirkungen des Klimawandels und die entsprechende Vulnerabilität für einzelne Handlungsfelder vorgestellt. Workshop A stellte die Ergebnisse der Bereiche Boden, Biologische Vielfalt und Forst vor. Workshop B präsentierte die Ergebnisse für die Handlungsfelder Gesundheit, Bauwesen und Raumordnung. Im Workshop C wurde die Vulnerabilität für Wasser, Energie und Verkehr vorgestellt. Ein Wechsel der Räume war zwischen den Vorträgen möglich. Im vierten Diskussionsforum wurde die angewandte Methodik der Vulnerabilitätsanalyse vorgestellt und intensiv diskutiert.

### 7.1 A: Boden, Biologische Vielfalt, Wald- und Forstwirtschaft

Dr. Marc Zebisch von der Europäischen Akademie Bozen präsentierte die vier Vorträge zur Methodik und den drei Handlungsfeldern. Moderiert wurde das Diskussionsforum von Dr. Jesko Hirschfeld vom Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW).

#### Methodik

Herr Dr. Zebisch erläuterte, dass pro Handlungsfeld Wirkungsketten erstellt wurden. Danach wurden die relevanten Klimawirkungen unabhängig von der Datenverfügbarkeit ausgewählt, die im Netzwerk weiter untersucht wurden. Die Operationalisierung der Klimawirkungen erfolgte über Wirkmodelle, Proxyindikatoren und – wenn keine quantitativen Daten verfügbar waren - Expert/inneninterviews. Die Bedeutung der Klimawirkungen wurde anhand von normativen Kriterien vom Netzwerk beurteilt.

Auf Nachfrage der Teilnehmenden wurden folgende Punkte geklärt: Für die Auswahl der Klimawirkung wurde der arithmetische Mittelwert der Bewertung aller Netzwerkpartner verwendet. Wenn keine quantitativen Daten zur Verfügung standen, wurden pro Klimawirkung mindestens drei Expert/inneninterviews geführt. Die Übereinstimmung der Aussagen in den Expert/inneninterviews wurden mithilfe eines Grads der Gewissheit abgebildet.

#### Boden

Die Bedeutung der Klimawirkungen für das Handlungsfeld Boden wurde größtenteils über Wirkmodelle und Expert/inneninterviews beurteilt. Eine große Anzahl von Anpassungsoptionen ist potenziell vorhanden, die Möglichkeiten werden aber verringert, da kaum Finanzmittel für Bodenklimaschutzmaßnahmen bereitstehen und viele Wirkbeziehungen zu anderen Handlungsfeldern bestehen. Forschungsbedarf besteht bezüglich der Datenlage: Es gibt viele Daten mit begrenzter Nutzbarkeit. Das länderübergreifende Netz an Boden-Dauerbeobachtungsflächen (BDF) kann zu einer Verbesserung der Datenverfügbarkeit beitragen.

Auf Nachfrage der Teilnehmenden wurden folgende Punkte weiter erläutert: Die Expert/innen wurden mittels eines Interviewleitfadens zur sektoralen Anpassungskapazität interviewt, mittels dem verschiedene Aspekte der Anpassungskapazität abgefragt wurden. Die Zusammenführung dieser Aussage zu einer Bewertung der sektoralen Anpassungskapazität war nicht standardisiert. Die Anpassungskapazitäten im Handlungsfeld Boden hängen sowohl von den Anpassungsaktivitäten in der

Forstwirtschaft als auch der Landwirtschaft ab. Eine differenziertere Modellierung nach Laub- und Nadelwald hat nicht stattgefunden.

## **Biologische Vielfalt**

Im Handlungsfeld Biologische Vielfalt wurden die Klimawirkungen „Areale von Arten“, „Ausbreitung invasiver Arten“, „Ökosystemleistungen“ und „Biotope und Habitate“ vertieft betrachtet, wobei die beiden ersten über Wirkmodelle und die letzten beiden über Expert/inneninterviews operationalisiert wurden. Die Anpassungskapazität wurde als eher gering bis mittel eingestuft, vor allem aufgrund der langen Anpassungsdauer, der bereits unaufhaltbaren Verschiebung von Arealen und der Zielkonflikte mit anderen Handlungsfeldern. Die sektorale Vulnerabilität wurde als mittel bis hoch eingestuft. Für die ferne Zukunft kann die Trockenheit ein zentrales Problem für die biologische Vielfalt darstellen. Vor allem in den Vorgebirgsräumen ist, relativ gesehen, die stärkste Erwärmung zu erwarten. Klärungsbedarf besteht unter anderem bei der Frage, wie die Verschiebung von Räumen zu bewerten ist.

In der anschließenden Diskussion wurde an der Frage der normativen Bewertung angeknüpft, die immer aus unterschiedlichen Perspektiven erfolgen kann. Mit Blick auf die Arealverschiebung zeigen sich unterschiedliche Ergebnisse: Wird ganz Deutschland betrachtet, stellt sich ein Artenwachstum ein, regional gesehen nehmen die vorhandenen Arten jedoch stellenweise ab. Bewertet man diese Veränderung unter dem Aspekt Ökosystemleistungen kann das Ergebnis eher positiv eingestuft werden. Dazu gegensätzlich ist die Veränderung aus Perspektive des Artenschutzes als eher negativ zu bewerten.

## **Wald- und Forstwirtschaft**

Für die Operationalisierung der Klimawirkungen im Handlungsfeld Wald- und Forstwirtschaft wurden Wirkmodelle, Proxyindikatoren und Expert/inneninterviews herangezogen. Der Klimawirkung „Schadorganismen“ wurde bereits in der Gegenwart eine mittlere und in der nahen Zukunft bei starkem Wandel eine starke Bedeutung zugeordnet. Schäden durch Windwurf können nicht verlässlich in die Zukunft projiziert werden. Methodisch wurde so vorgegangen, dass die Klimawirkung „Waldbrandgefahr pro Landkreis“ aus der Multiplikation der „Waldbrandgefahr“ mit der „Waldfläche pro Landkreis“ berechnet wurde. Zu beachten ist, dass zwar das Waldbrandrisiko zunimmt, tatsächliche Brände aber aufgrund einer hohen Prävention kaum auftreten. Für verschiedene Baumarten kann es je nach Klimaszenario entweder zu trocken oder zu feucht werden. Bei zukünftigen forstlichen Maßnahmen sollte dies berücksichtigt und an ein wärmeres, trockeneres Klima angepasste Baumarten gewählt werden. Die sektorale Anpassungskapazität der Wald- und Forstwirtschaft wird als mittel bis hoch eingestuft, die Vulnerabilität bis zur Mitte des Jahrhunderts als mittel. Der Forschungsbedarf ist hoch hinsichtlich gekoppelter Klimawirkungen (zum Beispiel Schädlingsbefall nach Extremereignissen).

Im Anschluss an den Vortrag wurden folgende Punkte diskutiert: Der Austausch zwischen den Bundesländern kann noch intensiviert werden. Vor allem in Norddeutschland liegt eine gute Datenbasis vor. Zukünftig sollten europäische bzw. globale Studien verstärkt in nationale Untersuchungen integriert werden und der Blick nicht nur auf Deutschland beruhen. Auf Basis aktueller Ergebnisse sollen auch die Chancen des Klimawandels beleuchtet werden. Ziel der Studie war es, über die Auswirkungen des Klimawandels auf Deutschland zu informieren. Auf Ebene der Klimaräume und teilweise auf der Ebene von Landkreisen können Aussagen getroffen werden, für die Anpassungsplanung auf

kleinräumiger Ebene sind die Ergebnisse weniger geeignet. Die Methodik kann aber auch für kleinräumige Untersuchungen genutzt werden.

Abbildung 4: Dr. Rainer Baritz bei der Erläuterung der Projektergebnisse



Foto: Gordon Welters / IÖW

## 7.2 B: Menschliche Gesundheit, Bauwesen, Raumplanung

Dr. Mark Fleischhauer von plan + risk consult stellte die Methodik und die Ergebnisse der Handlungsfelder vor. Moderiert wurde das Diskussionsforum von Sabine Fritz vom Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW).

### Methodik

Für eine ausführlichere Darstellung des Methodenvortrags wird auf 4.2, 7.1 und die Vortragsfolien verwiesen<sup>2</sup>.

Im Anschluss an den Methoden-Vortrag wurden folgende Punkte geklärt: Die Auswahl der Expert/innen fand zunächst innerhalb des Netzwerks statt. Ergänzend wurden externe Wissenschaftler/innen, die zu den untersuchten Klimawirkungen publiziert hatten, befragt. In der Diskussion wurde kritisiert, dass keine inhaltliche Differenzierung zwischen Anpassungswillen und ökonomisch/technischem Anpassungspotential vorgenommen wurde. Da ein mögliches Anpassungspotenzial nur zum Tragen kommen kann, wenn auch der Anpassungswille vorhanden ist, könne es zu einer Überschätzung der Anpassungskapazität kommen.

---

<sup>2</sup> Der Methodenvortrag wurde in allen drei Workshops A – C gehalten, weshalb in der Dokumentation der Workshops B und C lediglich die Diskussionsbeiträge im Anschluss an den Methodenvortrag festgehalten werden.

## **Menschliche Gesundheit**

Für das Handlungsfeld Menschliche Gesundheit wurden zunächst die untersuchten Wirkbeziehungen dargestellt: Hitzebelastung, Atembeschwerden durch bodennahes Ozon, Übertragung von Krankheitserregern und die Belastung der Rettungsdienste, Krankenhäuser und Ärzte. Bereits in der Gegenwart und nahen Zukunft wird die Hitzebelastung als sehr bedeutsam eingeschätzt. Sie ist vor allem in Ballungsräumen ein Problem. Insgesamt lässt sich eine mittlere bis teilweise hohe Vulnerabilität des Handlungsfeldes Menschliche Gesundheit in naher Zukunft feststellen.

In der Diskussion wurde angemerkt, dass die Belastung der Rettungsdienste im Hinblick auf einzelne Klimaauswirkungen, etwa durch Sturm oder Hochwasser, nicht in der Studie enthalten sind. Ebenfalls muss die Belastung von Rettungsdiensten im Kontext der Hitze stärker eruiert werden. Herr Dr. Fleischhauer merkte an, dass einzelne Unwetterereignisse methodisch schwierig zu erfassen sind. Die Datenbasis der Länder bezüglich der Auswirkungen von Hitze auf die Belastung von Rettungsdiensten ist (noch) zu heterogen, um klare Aussagen treffen zu können. Es wurde zudem angemerkt, dass das Allergierisiko sowie die Frage der Hygiene stärker in den Fokus rücken sollten.

## **Bauwesen**

Herr Dr. Fleischhauer berichtete zunächst über die Auswirkungen der Klimaveränderungen auf bauliche Strukturen und die daraus resultierende Vulnerabilität. Hierbei wurden fünf Auswirkungen näher vorgestellt: Schäden an Gebäuden und Infrastruktur durch Sturmfluten, durch Starkwind oder durch Flusshochwasser und Sturzfluten, Stadtklima und Luftqualität sowie Innenraumklima und Kühlung. Es wurde daraufhin hingewiesen, dass es an Wissen über kleinräumliche Auswirkungen der Veränderungen von Sturmereignissen und Gewittern sowie an Daten zum Stand der energetischen Sanierung fehlt.

Bei der Diskussion wurde kritisiert, dass nicht zwischen den Baustoffen, Baualtersklassen oder Bautypen differenziert wurde. Solche Aussagen liegen allerdings auf kommunaler und regionaler Ebene nicht vor. Die Schimmelbildung sollte als Auswirkung hinzugefügt werden. Ebenfalls besteht Forschungsbedarf bei der Entwicklung von klimaresistenten Gebäuden. Beim Gebäudebestand sollten Daten zur energetischen Sanierung aufgenommen werden. Es fehlt an einer Differenzierung zwischen Wohn- und Nicht-Wohngebäuden.

## **Raumplanung**

Die Raumplanung (Raumordnung/Regionalplanung und Stadtentwicklung/Bauleitplanung) stellt im Rahmen der Studie ein Querschnittsthema dar. Im Gegensatz zu den anderen Sektoren wurden nicht die Auswirkungen des Klimawandels auf die Raumplanung beurteilt, sondern die Frage nach dem Beitrag der gegenwärtigen Raumplanung zur Anpassung gestellt.

Dafür wurden die rechtsgültigen Regionalpläne der Länder analysiert. Darüber hinaus können keine Aussagen getroffen werden, ob die schriftlich fixierten Potenziale letztlich auch genutzt werden.

Für die kommunale Ebene ist die Vielfalt an möglichen Maßnahmen sowie die Anzahl der Kommunen in Deutschland so groß, dass eine detaillierte Auswertung nicht möglich war. Daher wurden die Aktivitäten auf kommunaler Ebene über die Beteiligung von Städten und Gemeinden an Anpassungsprojekten an den Klimawandel näherungsweise ermittelt. Bei der räumlichen Darstellung der Anpassungsaktivitäten auf lokaler Ebene wiesen besonders Niedersachsen, Sachsen, das Ruhrgebiet

und die Stadtstaaten eine größere Anzahl an Anpassungsprojekten auf. Für Brandenburg lagen keine Daten vor.

In der Diskussion wurde die Frage nach der Aktualität der Daten gestellt. Die Daten zur Auswertung der Regionalpläne wurden im Dezember 2014 aktualisiert und die Informationen für die kommunale Ebene zum letzten Mal im Februar 2015 abgefragt. Bei der nächsten Analyse werden sich wahrscheinlich deutliche Veränderungen zeigen, da sich die Regionalpläne in vielen Planungsregionen in der Neuaufstellung befinden. In der Diskussion wurde kritisiert, dass das skizzierte Bild einer ungenügenden Anpassung an den Klimawandel auf kommunaler Ebene nicht den realen Aktivitäten der Kommunen entspricht und nicht motivierend wirkt. Die neuesten Entwicklungen blieben unberücksichtigt. Herr Dr. Fleischhauer entgegnete, dass die kommunale Ebene schwierig zu erfassen ist. Die derzeitigen Ergebnisse können allerdings nur eine Momentaufnahme darstellen. Es wurde angeregt, dass das skizzierte Bild zumindest in der grafischen Gestaltung überarbeitet werden könnte.

### **7.3 C: Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft, Energiewirtschaft, Industrie und Gewerbe**

Mareike Buth von adelphi präsentierte die Methodik und die Ergebnisse des Handlungsfelds Industrie und Gewerbe. Dr. Inke Schauser vom Umweltbundesamt stellte die Ergebnisse des Handlungsfelds Wasser vor. Jonas Savelsberg von adelphi führte die Ergebnisse des Handlungsfelds Energie näher aus. Moderiert wurde das Diskussionsforum von Johannes Rupp vom Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW).

#### **Methodik**

Mareike Buth gab einen Überblick über die im Projekt angewandte Methodik. Eine ausführlichere Darstellung des Vortrags findet sich unter 4.2, 7.1 und in den Vortragsfolien.<sup>3</sup>

In der Diskussion wurde erläutert, dass die Expert/innen zu einzelnen Klimawirkungen befragt wurden. Dabei wurde versucht, die Aussagen zu den Klimawirkungen räumlich zu verorten. Zum Umgang mit differierenden Meinungen von Expert/innen wurde erläutert, dass großen Wert auf eine transparente Darstellung gelegt wurde und differierende Meinungen daher im Abschlussbericht dokumentiert werden. Zur Erläuterung der sektoralen Anpassungskapazitäten verdeutlichte Frau Buth, dass hierfür verschiedene Faktoren abgefragt wurden: der Raum der potenziellen Anpassungsmöglichkeiten, bestehende Ressourcen sowie hinderliche und unterstützende Faktoren für die Umsetzung von Maßnahmen.

#### **Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft**

Dr. Inke Schauer zeigte anhand der Wirkbeziehungen, dass dem Handlungsfeld Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft durch die Verbindungen mit vielen anderen Handlungsfeldern eine zentrale Rolle zufällt. Im Handlungsfeld wurden die Klimawirkungen Durchfluss, Flusshochwasser, Wasserverfügbarkeit aus Grundwasser, Wasserverfügbarkeit aus Oberflächengewässern, Trinkwasserverfügbar-

---

<sup>3</sup> Der Methodenvortrag wurde in allen drei Workshops A – C gehalten, weshalb in der Dokumentation der Workshops B und C lediglich die Diskussionsbeiträge im Anschluss an den Methodenvortrag festgehalten werden.

keit, Sturzfluten, Auswirkungen auf Kanalnetz und Kläranlagen, Talsperrenbewirtschaftung und Gewässerzustand operationalisiert. Die untersuchten Klimawirkungen wurden fast immer mit einem Grad der Gewissheit von „mittel“ bis „hoch“ bewertet. Auszunehmen ist der Gewässerzustand, bei dem noch Forschungsbedarf besteht.

Zur Frage nach der Verwendung von Messwerten erläuterte Frau Dr. Schauser, dass anhand dieser keine verlässlichen Einschätzungen für künftige Entwicklungen vorgenommen werden können. Dafür werden Projektionsdaten benötigt. Auf diese wurde soweit möglich zurückgegriffen, um zukünftige Entwicklungen im Bereich Wasser abschätzen zu können. Klimawirkungen, für die keine Projektionsdaten vorhanden waren, wurden anhand von Expert/inneninterviews bewertet.

## **Energiewirtschaft**

Beim von Jonas Savelsberg vorgestellten Handlungsfeld Energiewirtschaft wurden sowohl Wirkmodelle als auch Proxyindikatoren und Expert/inneninterviews für die Operationalisierung der Klimawirkungen herangezogen. Sensitivitäten, wie zum Beispiel Lage und Leistung von Kraftwerken, Lage von empfindlichen Infrastrukturen und Siedlungsflächen mit hohem Kühlungs- oder Wärmeenergiebedarf wurden hierbei berücksichtigt. Die sektorale Anpassungskapazität wurde als hoch eingestuft. Die sektorale Vulnerabilität wurde für die nahe Zukunft als gering eingestuft. Forschungsbedarf wird bei den Wirkmodellen gesehen und es fehlen Detailinformationen zur Sensitivität.

In der Diskussion wurde deutlich, dass aufgrund der Energiewende und der damit verbundenen Energieversorgungsstruktur bestimmte Klimawirkungen, wie zum Beispiel das Vorhalten von Kühlwasser, in Zukunft kaum mehr eine Bedeutung haben werden. Gegenwärtig können jedoch kaum Aussagen zu der Auswirkung von z. B. Extremereignissen auf Windkraftanlagen getroffen werden, da hierfür noch zu wenig belastbare Daten zur Verfügung stehen.

## **Industrie und Gewerbe**

Mareike Buth berichtet, dass im Handlungsfeld Industrie und Gewerbe vergleichsweise viele Klimawirkungen operationalisiert wurden. Somit wurde eine Fokussierung auf das verarbeitende Gewerbe vorgenommen. Bei der Operationalisierung wurde deutlich, dass für dieses sehr große Themenfeld kein aussagekräftiges Wirkmodell existiert, daher wurde auf Proxyindikatoren zurückgegriffen. Es wurde deutlich, dass im Norden Deutschlands vor allem Starkwind und Flusshochwasser, im Süden eher Sturzfluten und an den Küsten Sturmfluten Auswirkungen haben werden. Für die Darstellung der Sensitivität wurde weitestgehend auf Infrastrukturdaten zurückgegriffen.

Der globale Klimawandel spielt in Hinblick auf verfügbare Ressourcen und globale Handelsketten bei der Planbarkeit von Logistik in Zukunft eine wichtige Rolle. Die Anpassungskapazität der Unternehmen wird als hoch eingeschätzt, da sehr gute technische sowie Managementmaßnahmen getroffen werden können. Die bestehende personelle und finanzielle Ressourcenausstattung kann als gut beschrieben werden. Weiterhin wurde das Knowhow zur Anpassung an den Klimawandel in deutschen Unternehmen als hoch eingeschätzt. Forschungsbedarf wird bei den Wirkmodellen gesehen. Hier ist es wichtig, die Auswirkungen auf verschiedene Branchen und Unternehmen im Detail zu beleuchten. Zudem kann die Sensitivität nur ungenügend abgebildet werden, weil zu vielen Faktoren, wie bestehenden Risikomanagementsystemen von Unternehmen, keine Daten existieren. Auch ein einheitliches Bewertungsschema für die Stärke von Klimawirkungen auf Unternehmen muss noch entwickelt werden.

## 7.4 Methodik und Empfehlungen für zukünftige Analysen

Ziel dieses Diskussionsforums war es, einen detaillierteren Einblick in die Methodik der Vulnerabilitätsanalyse zu geben. Darauf aufbauend wurden die methodischen Empfehlungen aus dem Netzwerk Vulnerabilität (s. Vorbereitungspapier) in Kleingruppen diskutiert, um Rückmeldungen in Bezug auf Verständlichkeit, Zustimmung und weiterem Forschungsbedarf zu erhalten. Die Ergebnisse der Gruppenarbeit auf den Plakaten wurden im Anhang dokumentiert und flossen in das Methodenpapier des Projekts ein<sup>4</sup>. Der einleitende Vortrag wurde von Prof. Dr. Stefan Greiving von plan + risk consult gehalten. Moderiert wurde das Diskussionsforum von Dr. Esther Hoffmann vom Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW).

In einem einleitenden Vortrag stellte Prof. Dr. Greiving neben den Wirkungsketten auch die Methoden zur Operationalisierung von Klimawirkungen vor. Hierfür gab es drei verschiedene Ansätze: a) den Einsatz von Wirkmodellen, b) die Verwendung von Proxyindikatoren zur Einschätzung von Klimasignal und Sensitivität sowie c) die Abschätzung auf Basis von Expert/inneninterviews. Des Weiteren erläuterte er die räumliche Darstellung sowie mögliche Probleme dabei (u. a. Informationsverlust bei der Visualisierung).

In einer anschließenden Fragerunde wurden u. a. detailliertere Fragen zur Bewertung besprochen. So wurden fehlende Grenzwerte als Bewertungsgrundlage von Klimawirkungen thematisiert. Darüber hinaus wurde die Vorgehensweise innerhalb des Netzwerkes bei der normativen Bewertung angesprochen. Diese wurde handlungsfeldübergreifend als Konsensentscheidung der 16 im Netzwerk beteiligten Institutionen getroffen. Des Weiteren ging es um die Übertragbarkeit der Methode auf einen anderen Maßstab. Abhängig sei die Aussagefähigkeit auf den unterschiedlichen Ebenen nicht von der Methode selbst, sondern von der Ausgestaltung der Parametrisierung, die abhängig davon ist, auf welcher räumlichen Ebene Empfehlungen ausgesprochen werden sollen.

Anschließend hatten die Teilnehmenden die Möglichkeit, die Empfehlungen auf Metaplanwänden zu kommentieren, wobei sich überwiegend Zustimmungen zu den vom Netzwerk gestellten Empfehlungen zeigten. Im Anschluss daran wurden in zwei Runden in kleinen Gruppen die methodischen Empfehlungen für zukünftige Analysen diskutiert, hierbei wurden die folgenden Themen behandelt:

1. Allgemeine Empfehlungen und konzeptionelle Ansätze
2. Klimaprojektionen und Sensitivitätsszenarien
3. Klimawirkungen und Wirkungsketten
4. Anpassungskapazität und Vulnerabilität
5. Sektorenübergreifende Auswertung
6. Einbezug von Expert/innen und transdisziplinärer Ansatz

In der ersten Gruppe ging es um **allgemeine Empfehlungen und konzeptionelle Ansätze**. Einen Punkt der Diskussion bildeten dabei die Untersuchungszeiträume, insbesondere die ferne Zukunft: Als problematisch wurde dabei die begrenzte Prognosefähigkeit von sozioökonomischen Parametern gesehen. Allerdings wurde die hohe Bedeutung der fernen Zukunft betont, da viele der Klimawirkungen erst in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts auftreten werden. Des Weiteren wurde die Verlässlichkeit (Reliabilität) diskutiert, bei der sich die Teilnehmenden einig waren, dass die Empfehlung, bei einem wiederholten Durchlauf der Methode zu gleichen bzw. sehr ähnlichen Ergebnissen zu gelangen, sehr ambitioniert sei. Als Grund dafür wurde insbesondere die fehlende Reproduzierbarkeit von Expert/inneninterviews genannt.

---

<sup>4</sup> Das auf Basis des Workshops überarbeitete Methodenpapier steht unter <http://netzwerk-vulnerabilitaet.de/tiki-index.php?page=Publikationen%20und%20Downloads> zum Download bereit.

Bei der Diskussion der Konzepte des IPCC sprachen sich alle Teilnehmenden der Diskussionsgruppe für das Vulnerabilitätskonzept aus. Das Risikokonzept ist nach Ansicht der Teilnehmenden in einem Konzept mit Klimawandelszenarien nicht wirklich anwendbar, da im Risikokonzept die Rede von mathematisch berechenbaren Probabilities (Wahrscheinlichkeiten) und nicht von Possibilities (Möglichkeiten) bzw. Potentialen ist.

Die zweite Workshop-Gruppe beschäftigte sich mit den Empfehlungen zu **Klimaprojektionen und Sensitivitätsszenarien**. Dabei herrschte in der Gruppe Konsens darüber, dass Klimasignal und Sensitivitätsszenarien zu Szenariokombinationen zusammengefasst werden sollten. Es wurde diskutiert, ob eine Differenzierung der Szenariokombinationen in einem starken bzw. schwachen Wandel ausreicht und der Begriff der Vulnerabilitätsszenarien an sich. Die Teilnehmenden sahen hierbei die Gefahr, dass der Begriff des Szenarios zu Unklarheiten bzw. zu Kommunikationsproblemen führen kann, da es für Projektteilnehmende schwer nachvollziehbar ist, welche Art von Szenario gemeint ist.

In der dritten Workshop-Gruppe wurden die **Klimawirkungen und Wirkungsketten** thematisiert. Dabei erachteten die Teilnehmenden in der Diskussion über allgemeine Richtwerte für die Anzahl befragter Expert/innen den Hintergrund und die Legitimität der Expert/innen als wichtiger als die Frage der Anzahl. Hervorgehoben wurde in diesem Zusammenhang auch eine mögliche Integration der Zivilgesellschaft, um die Akzeptanz in der Bevölkerung zu erhöhen.

Bei der Empfehlung, bei existierenden Grenz- und Schwellenwerten für die Klimafolgen absolute Werte darzustellen, stellte sich insbesondere die Frage nach der Quelle dieser Grenzwerte. Hierbei spielt Transparenz eine entscheidende Rolle.

Die Klassifizierung des Grades der Gewissheit in die drei Klassen „gering“, „mittel“ und „hoch“ wurde von den Teilnehmenden als zu ungenau eingestuft, eine detaillierte Klassifizierung sei hier wichtig.

Die vierte Workshop-Gruppe befasste sich mit der **Anpassungskapazität und Vulnerabilität**. Dort wurden zu Beginn relevante Begriffe wie „sektorunabhängig“, „sektorspezifisch“ und „klimawirkungsspezifisch“ genauer erläutert. Diese Differenzierung in die entsprechenden Anpassungskapazitäten wurde vom Großteil der Teilnehmenden als selbstverständlich angesehen, insbesondere bei solch komplexeren Themen. Es wurde jedoch diskutiert, ob es nicht sinnvoll wäre, zu Beginn die sektorspezifischen Anpassungskapazitäten zu untersuchen und Ähnlichkeiten zusammenzufassen, woraus sich in Folge die sektorunabhängigen Anpassungskapazitäten ergeben würden. Allerdings herrschte Skepsis, ob man tatsächlich zu den richtigen Ergebnissen gelangen würde, da sich relevante sektorenübergreifende Faktoren, wie z. B. das Bildungsniveau, nur schwer der sektorspezifischen Anpassungskapazität zuordnen lassen. Des Weiteren wurde die quantitative Bewertung von Vulnerabilität diskutiert, da es Unklarheiten darüber gab, in welchen Fällen es klare Kenngrößen gäbe und wie entsprechende Schwellenwerte aussehen würden. Es wurde daher diskutiert, wie diese Bewertung stattfinden soll, da womöglich weitere Indikatoren benötigt werden. Auf der anderen Seite wurde von den Teilnehmenden betont, dass für viele Akteure quantitativere Aussagen zur Vulnerabilität bei der Anpassungsplanung wichtig sein könnten.

In der fünften Workshop-Gruppe wurden die Empfehlungen zur **sektorenübergreifenden Auswertung** diskutiert. Bei einer Analyse zur langfristigen, großräumigen und von einzelnen Handlungsfeldern unabhängigen Allokation von Ressourcen wurde eine Bottom-Up Betrachtung mit einer schrittweisen Aggregation der einzelnen Sektoren vorgeschlagen, bei der die Schritte für den am Ende Handelnden nachvollziehbar bleiben sollten. Die Förderung soll demnach integrative Ansätze, also das Zusammenwirken von Sektoren zulassen bzw. ermöglichen.

Die Höhe der Aggregation der Ergebnisse soll laut der Diskussionsgruppe die regionale Ebene nicht überschreiten, allerdings hängt der Grad der Aggregation auch von der Fragestellung ab. In jedem Fall soll die Aggregation stets klar auf die Wirkungsketten zurückzuführen sein. Die Empfehlung,

die Aggregierung mit beteiligten Fachakteuren abzustimmen, stieß bei einigen Teilnehmenden eher auf Skepsis. Zum einen ist es wichtig, dass die beteiligten Fachakteure legitimiert sind, zum anderen wurde diskutiert, ob eine solche Abstimmung überhaupt gelingen kann oder ob bestimmte Akteure in der Abstimmung ggf. dominieren würden.

Abbildung 5: Gruppenarbeit, moderiert von Marcus Bloser, IKU



Foto: Gordon Welters / IÖW

Die sechste Workshop-Gruppe bezog sich auf den **Einbezug von Expert/innen und einem transdisziplinären Ansatz**. Die Teilnehmenden regten an, den Kreis der beteiligten Institutionen zu erweitern und auch Forschungseinrichtungen sowie die Zivilgesellschaft zu beteiligen, welches auch der Empfehlung von Frau Dr. Paulini (s. Kommentar: Klimawandel als Herausforderung für die Gesellschaft) entspricht.

Des Weiteren entstand bei der Diskussion über die Erhebung qualitativer Informationen durch die Unterscheidung zwischen Wirkmodellen und Expert/inneninterviews der Eindruck der Wertigkeit. Hierzu wurde aus der Gruppe angemerkt, dass Expert/inneninterviews nicht per se schlecht sind und durchaus ausreichen können, um valide Ergebnissen zu bekommen.

## 8 Gesamtbild der Vulnerabilität Deutschlands

Dr. Marc Zebisch von der Europäischen Akademie Bozen gab zunächst einen kurzen Überblick über die Diskussionen und Ergebnisse des Diskussionsforums „Methodik und Empfehlungen für zukünftige Analysen“. Es wird weiterer Forschungsbedarf bei der Bedeutung und Bewertung von Klimawirkungen und Vulnerabilitäten gesehen. Bei Klimaprojektionen und Sensitivitätsszenarien sollen in Zukunft verstärkt sozioökonomische Szenarien mit einbezogen werden. Die vorhandenen Wirkungsketten sollen ausgebaut werden. In Zukunft sollte auch die Zivilgesellschaft bei einer solchen Analyse mitberücksichtigt werden. Als Besonderheit der Methode stellte Herr Dr. Zebisch in den Vordergrund,

dass die Vulnerabilitätsanalyse ein Gemeinschaftswerk von 16 Bundesoberbehörden ist und neben einer quantitativen Analyse auch auf einer normativen Bewertung basiert.

Auf dem Podium zogen im Anschluss Mareike Buth von adelphi, Dr. Florian Imbery vom Deutschen Wetterdienst, Dr. Inke Schauser vom Umweltbundesamt und Dr. Marc Zebisch von der Europäischen Akademie Bozen Schlussfolgerungen aus der Arbeit des Netzwerks Vulnerabilität und gaben einen Ausblick auf weiteren Forschungsbedarf. Die Diskussion wurde von Esther Hoffmann vom Institut für ökologische Wirtschaftsforschung geleitet.

Als zentrale Merkmale der Vulnerabilitätsanalyse stellte Herr Dr. Zebisch neben der konsistenten Methodik und den erzielten Ergebnissen basierend auf den analysierten Wirkungsketten besonders die sektorenübergreifende Arbeit und die gewährleistete Transparenz in der Herangehensweise heraus. Durch die inhaltliche Integration der Bundesoberbehörden konnten durch das Netzwerk Vulnerabilität nicht nur normative Bewertungen vorgenommen, sondern auch deren Akzeptanz bei politischen Entscheidungsträger/innen verbessert werden. Weiterhin verdeutlichte Herr Dr. Zebisch, dass der Prozess der Einbindung von vielen Netzwerkpartnern einen zentralen Punkt dieser Methode darstellte, da so normative Entscheidungen getroffen werden konnten, die für die Arbeit des Netzwerks wichtig waren. Frau Buth antwortete auf die Frage nach der Einbeziehung weiterer Akteure ins Netzwerk, dass vor allem bisher unterrepräsentierte Gruppen und Behörden in Zukunft mehr eingebunden werden sollen und sie die Einbindung von zivilgesellschaftlichen Organisationen für vorstellbar hält. Frau Dr. Schauser verdeutlichte jedoch, dass für das Treffen normativer politischer Entscheidungen legitimierte und repräsentative Entscheidungsträger/innen einbezogen werden sollten, weswegen sie sich für eine Einbindung der Zivilgesellschaft ins Netzwerk nur im Rahmen von Expert/innenbefragungen aussprach. So sprach Frau Dr. Schauser an, dass die klimawirkungsspezifische Anpassungskapazität noch nicht abgebildet werden konnte. Hierbei müssten noch mehr Akteure, auch aus der Zivilgesellschaft, einbezogen werden. Herr Dr. Imbery wies darauf hin, dass jedes genutzte Wirkungsmodell Unsicherheiten birgt. Es sollten weitere bzw. neuere Szenario-Daten in die Analyse einbezogen werden, um Fragen zu extremen Veränderungen besser beantworten zu können. Als Unterschied zu Vulnerabilitätsanalysen in anderen europäischen Ländern wurde herausgestellt, dass in Deutschland besonders intensiv mit Behörden gearbeitet und somit eine bessere politische Anschlussfähigkeit erreicht wurde. Frau Dr. Schauser verdeutlichte, dass im Projekt eine hohe Effizienz aufgrund der guten Mischung zwischen quantitativen und qualitativen Methoden erzielt wurde. Frau Buth ergänzte, dass die einheitliche Methodik in allen Handlungsfeldern die große Stärke des Projekts darstellt.

Abbildung 6: Podium zum Gesamtbild der Vulnerabilität Deutschlands



Foto: Gordon Welters / IÖW

Im Anschluss wurde eine offene Diskussionsrunde zu weiterem Forschungsbedarf und gewonnenen Erkenntnissen geführt. Die Bewertung von Anpassungskapazität wurde als zentrale Herausforderung genannt und betont, dass die Bedeutung der Anpassungskapazität an die Politik vermittelt werden muss. Als besonders gut befunden wurde, dass das Projekt die Politik aktiv einbezieht und so wichtige Fragen weitergegeben und diskutiert werden können. Es wurde kritisch angemerkt, dass die internationale Dimension, z. B. in Form von Handelsverflechtungen (Auswirkungen des Klimawandels auf die Supply Chain) nur zu einem geringen Grad berücksichtigt wurde und hinterfragt, ob eine stärkere Berücksichtigung dieser Aspekte nicht die Einschätzung zur Vulnerabilität des Handlungsfeldes Industrie und Gewerbe verändern würde. Diese bedürfen laut Frau Buth im Handlungsfeld Industrie und Gewerbe weiterer Forschung, da die nicht ausreichende Datenverfügbarkeit ein Problem darstellt. Auf die Frage nach Anpassungsbedarfen, die im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse noch nicht berücksichtigt werden konnten, wies Frau Dr. Schauser auf die Wirkungsketten hin. Hier wurden weitere Auswirkungen bereits ausgewiesen, jedoch noch nicht in die Analyse einbezogen. Diese komplexen kaskadischen Wirkungen zwischen den Klimawirkungen sollen in Zukunft verstärkt weiterentwickelt werden.

## 9 Fazit und Fortsetzungsbedarf für weitere behördenübergreifende Forschungskooperationen

Petra Mahrenholz vom Umweltbundesamt betonte abschließend, dass die Anpassungsthematik ein sich dynamisch entwickelndes Forschungsfeld darstellt. Die Ergebnisse des Netzwerks Vulnerabilität sind direkt anschlussfähig an die Deutsche Anpassungsstrategie der Bundesregierung. Als kommende Herausforderungen nannte sie die Weiterentwicklung der Wirkmodelle, der Szenarien für die sozioökonomische Entwicklung, der Verfahren für sektorenübergreifende Bewertungen sowie die Auf-

bereitung der vorhandenen Daten und das „Kennen“ der Grenzen der Anpassung. Die Methodik soll zur Anwendung für weitere Akteure freigegeben werden. Hierzu ist ein Leitfaden als Basis für regionale Anpassungskonzepte vorgesehen. Damit kann die Anzahl der Vulnerabilitätsanalysen und ihre Vergleichbarkeit generell erhöht werden. Abschließend würdigte sie die sektorale Themenbreite, die methodische Vielfalt und die Leistung des Konsortiums.

Dr. Kora Kristof vom Umweltbundesamt knüpfte direkt an und unterstrich die Notwendigkeit der Weiterentwicklung der Methodik auch auf internationaler Ebene ebenso wie die zahlreichen Anknüpfungspunkte für die Folgeforschung. Zuletzt schloss sie die Veranstaltung mit einem herzlichen Dank an alle am Projekt und an der Veranstaltung Beteiligten ab.

## 10 Anhang: Gruppenarbeitsergebnisse des Diskussionsforums „Methodik und Empfehlungen für zukünftige Analysen“

Abbildung 7: Ergebnisse des Diskussionsforums „Methodik“, Gruppe 1

1. Allgemeine Empfehlungen und konzeptionelle Ansätze

Konzeption einer Klimawirkungs- oder Vulnerabilitätsstudie

**Zentrale Empfehlungen**

1. Vom Zweck der Studie hängt das angestrebte Ziel (Art des Ergebnisses) und damit die verwendete Methodik und etwaige Bewertungsschemata ab.
2. Es gibt mehrere Vulnerabilitätskonzepte. Zu Beginn jeder Klimawirkungs- oder Vulnerabilitätsstudie muss daher festgelegt werden, welchem Konzept gefolgt wird. Dabei muss das Ziel der Studie Berücksichtigung finden.
3. Es ist wichtig, zu Beginn der Studie alle zentralen Begriffe eindeutig zu definieren.
4. Im Allgemeinen beinhalten Vulnerabilitätskonzepte selten Vorgaben für ihre Operationalisierung. Daher sollte die Operationalisierung der zentralen Begriffe (die Elemente von Vulnerabilität) im Einzelnen beschrieben werden.
5. Die Untersuchungszeiträume sollten mit Blick auf das Ziel der Studie festgelegt werden. Empfohlen wird, die Gegenwart als Referenzzeitraum, einzubeziehen. Für politische Empfehlungen eignet sich der Ausblick in die nahe Zukunft (etwa die nächsten 15 bis 30 Jahre). Für langfristige Entwicklungen und Planungen kann zudem die ferne Zukunft einbezogen werden (bis zum Ende des Jahrhunderts).

*wichtige Empfehlungen*

*Finale Definition (i.e.S.) im Kontext Klimawandel nicht, qualitativ/standhaft*

**Fragen zur Diskussion**

1. Der IPCC, dessen Vulnerabilitätskonzept das am häufigsten verwendete ist, hat mit dem fünften Sachstandsbericht sein Verständnis von Vulnerabilität verändert. Welches der beiden Konzepte zu empfehlen ist, hängt vom Zweck der Studie ab. Können hier allgemeine Empfehlungen ausgesprochen werden?

Analyse und Bewertungsmethoden

**Zentrale Empfehlungen**

1. Trennung der Sachebene von der Wertebene: Die Sachebene, die wissenschaftlich untersucht werden kann (zum Beispiel die Veränderung der Häufigkeit von Hitzetagen), muss deutlich von der Wertebene (zum Beispiel die Auswahl eines Szenarios), die eine (politisch) abgestimmte Entscheidung erfordert, unterschieden werden.
2. Validität: In den Werturteilen müssen sich die Inhalte und Prioritäten des zugrunde liegenden Zielsystems, das auch von einer mandatierten Gruppe von beteiligten Fachakteuren festgelegt worden sein kann, wiederfinden.
3. Strukturkonsistenz: Eine Bewertungsstruktur muss in sich konsistent sein und damit zu einer konsistenten Ordnung der zu bewertenden Sachverhalte führen.
4. Transparenz und Nachvollziehbarkeit: Ablauf und Ergebnis der Bewertung müssen für den Adressaten beziehungsweise Entscheidungsträger einer Analyse, aber auch die Betroffenen durchschaubar und nachvollziehbar sein.
5. Verlässlichkeit (Reliabilität): Ein wiederholter Durchlauf der Methode unter den gleichen Rahmenbedingungen sollte zu den gleichen oder zumindest sehr ähnlichen Ergebnissen kommen.

*dokumentiert im ZIELSYSTEM VORHANDEN?*

*Diskussionsbedarf*

*EXPERTENINTERVIEW?*

Abbildung 8: Ergebnisse des Diskussionsforums „Methodik“, Gruppe 2

## 2. Klimaprojektionen und Sensitivitätsszenarien

### Klimasignal

**Zentrale Empfehlungen**

1. Um bestehende Unsicherheiten hinsichtlich der Klimaentwicklung zu kommunizieren und zu bewerten, sollte mit einem Ensemble von Klimaprojektionen gearbeitet werden.
2. Im Rahmen des gewählten Ensembles von Klimaprojektionen gestattet die Verwendung eines 15. und 85. Perzentils die Angabe einer statistisch gesicherten Bandbreite einer möglichen Entwicklung.
3. Um ein möglichst umfangreiches Ensemble von Klimaprojektionen zu nutzen, wird in der Regel ein Szenario mit vielen Projektionsläufen, wie das SRES-Szenario A1B gewählt. Ein Ensemble aus mehreren Emissionsszenarien ist nur sinnvoll, wenn die Wirkungen der Unsicherheiten der sozioökonomischen Annahmen untersucht werden soll.
4. Das Klima bildet den durchschnittlichen Zustand der Atmosphäre ab und wird in der Regel über einen Zeitraum von 30 Jahren berechnet. Die Referenzperiode für das Klima 1961 bis 1990 hat den Vorteil, dass diese relativ wenig von Klimaänderungen beeinflusst ist.

**Fragen zur Diskussion**

1. Bislang hat das SRES-Szenario A1B die Entwicklung der Treibhausgasemissionen am realistischsten abgebildet. Mit dem fünften Sachstandsbericht des IPCC wurden neue Szenarien (representative concentration pathways (RCPs)) veröffentlicht. Welche eignen sich für künftige Klimawirkungs- und Vulnerabilitätsstudien besonders?

*SRES ≠ RCP*  
*→ nur noch RCP85 und zum Vergleich RCP26*  
*oder 8.5 und 4.6*

### Sensitivität

**Zentrale Empfehlungen**

1. Nicht nur das Klima ändert sich, sondern auch die Systeme, auf die es wirkt. Daher sollte, wo möglich, für die Betrachtung der künftigen Sensitivität auf Sensitivitätsszenarien zurückgegriffen werden, vor allem für die sozio-ökonomischen Faktoren von Sensitivität.
2. Diese Sensitivitätsszenarien sollten mit den Klimaszenarien konsistent sein.

*Wie wird diese Konsistenz hergestellt?*

### Szenarien

**Zentrale Empfehlungen**

1. Klimasignal und Sensitivitätsszenarien sollten zu Szenariokombinationen zusammengefasst werden.
2. Sofern möglich wird die Betrachtung von mindestens zwei alternativen Szenariokombinationen (starker und schwacher Wandel) empfohlen, da auf diese Weise die Bandbreite möglicher Entwicklungen abgebildet werden kann. Dies ist eine der wesentlichen Möglichkeiten, mit den bestehenden Unsicherheiten umzugehen.
3. Die Auswahl einer Kombination „mittlerer Wandel“ wird sich dann nicht lohnen, wenn die Abgrenzung zu den beiden anderen Szenariokombinationen nicht deutlich genug ist und die Interpretierbarkeit der Ergebnisse durch die hohe Zahl von Ergebniskarten eingeschränkt würde.
4. Da Sensitivitäts- und Klimaprojektionen mit Unsicherheit behaftet sind, wird angeregt, im Ergebnis von Vulnerabilitätsstudien zu sprechen.

*was ist das?*

**Fragen zur Diskussion**

1. Vulnerabilitätsszenarien beinhalten die Multiplikation der Unsicherheiten von Sensitivität und Klimasignal-Projektionen. Wie kann damit umgegangen werden?

*gekennzeichnet*

*wichtige Empfehlungen*

*Wie sinnvoll ist die Verschneidung von Modellunsicherheit und sozio-ökonom. Unsicherheit?*

*zu viele Szenarien bessere Begriffe finden!*

*reicht das?*

*Diskussionsbedarf*

Abbildung 9: Ergebnisse des Diskussionsforums „Methodik“, Gruppe 3

# 3. Klimawirkungen und Wirkungsketten

*„Gewichtung & Normalisierung“*

## Klimawirkungen und Wirkungsketten

*im Kontext dieser Studie*

### Zentrale Empfehlungen

1. Von einer großen Zahl identifizierter möglicher Auswirkungen des Klimawandels sollten die für den jeweiligen Untersuchungsraum relevanten Klimawirkungen ausgewählt werden. Die Auswahlkriterien sollten dem Zweck der Studie entsprechen. Für einen sektorenübergreifenden Vergleich sollten soziale, wirtschaftliche, ökologische und kulturelle sowie flächenhafte Aspekte für den jeweiligen Untersuchungsraum berücksichtigt werden.
2. Es wird empfohlen, zusammen mit den beteiligten Fachakteuren und aufbauend auf vorhandenem (Literatur-) Wissen einfache Wirkungsketten zunächst für alle relevanten Klimawirkungen zu entwickeln, unabhängig ob diese Wirkungen mit Modellen, Indikatoren oder auch über Expertenwissen abgedeckt werden können, um die Ursache-Wirkungsbeziehung zwischen Klimasignalen und möglichen Klimawirkungen zu analysieren.
3. In jedem Fall empfiehlt sich die Verwendung von klar definierten Kennwerten pro Klimawirkung. Diese können quantitativ sein, aber auch semi-quantitativ in einem definierten Bewertungssystem.
4. Neben den Zuständen des Systems zu einem bestimmten Zeitpunkt sollte auch die Veränderung zwischen den Zeiträumen betrachtet werden, weil die Stärke und Geschwindigkeit der Änderungen zwischen Gegenwart und naher Zukunft erste Einschätzungen für die ferne Zukunft erlauben (trifft nicht zu auf Schwellenwert-Situationen und Kipp-Punkte).

*Wichtige Empfehlungen*

*Start: hier mit ferner Zukunft*

*Frage: Experten → Qualität (Expertise?) Legitimität Stakeholder Analyse*

*Aggregation qual. Analyse nicht immer notwendig*

*Experten → Hypothesen*

*5. Für die Verschneidung quantitativer Informationen zu Klimasignal und Sensitivität empfiehlt sich eine Normalisierung über eine dimensionslose Skala zwischen 0 und 1; vor allem dann, wenn es um grundsätzliche strategische Fragen zur Anpassung an den Klimawandel geht. Dabei sollte die Bestimmung des für einen Kennwert jeweils kleinsten und größten Wertes über alle betrachteten Zeiträume vorgenommen werden, um die Aussagen über die verschiedenen Zeiträume vergleichbar zu machen.*

*woher kommen diese? → Transparenz*

*6. Sofern klare Grenz- oder Schwellenwerte bei den Klimafolgen definiert werden können, ist die Darstellung von absoluten Werten sinnvoll.*

*Wenn nicht dann rel. Änderung schwierig zu interpretieren*

### Fragen zur Diskussion

1. Können allgemeine Richtwerte empfohlen werden, wie viele Experten für eine qualitativ einzuschätzende Klimawirkung hinzugezogen werden sollten?

*Diskussionsbedarf*

## Gewissheit

### Zentrale Empfehlungen

1. Um die Interpretation der Ergebnisse zu erleichtern, wird empfohlen, auf Ebene der Klimawirkungen die Gewissheit der Ergebnisse einzuschätzen.
2. Empfohlen wird, den Grad der Gewissheit für jeden Indikator und jede Klimawirkung auf einer Skala von „gering“ über „mittel“ bis „hoch“ zu bewerten. Für Klimawirkungen, die über mehrere Indikatoren abgebildet werden, sollte textlich ein Fazit gezogen werden.
3. Da die Bewertung der Gewissheit zum Teil normativer Natur ist, sollte sie von der Gesamtheit der beteiligten Fachakteure gemeinsam vorgenommen werden.

*erfordert genaue Definition*

*→ detaillierter? 5 besser als 3*

*→ + Zivilgesellschaft → Akzeptanz*

Abbildung 10: Ergebnisse des Diskussionsforums „Methodik“, Gruppe 4

# 4. Anpassungskapazität und Vulnerabilität

## Anpassungskapazität

**Zentrale Empfehlungen**

1. Die Anpassungskapazität ist von einer Vielzahl schwierig zu messender Faktoren beeinflusst. Um solche Faktoren berücksichtigen zu können, wird empfohlen, die sektorenunabhängigen, die sektorenspezifischen sowie die klimawirkungsspezifischen Anpassungskapazitäten getrennt zu untersuchen.
2. Um Anpassungsoptionen als Grundlage für die Auswahl von Anpassungsmaßnahmen zu identifizieren, können qualitative Abschätzungen zur Anpassungskapazität ausreichen. Bei den Klimawirkungen jedoch, bei denen eindeutige Ursache-Wirkungsbeziehungen zwischen Klimasignal und Sensitivität einerseits sowie zwischen Klimawirkung und Anpassungsmaßnahmen andererseits bestehen und gleichzeitig eindeutige Schwellen- oder Grenzwerte existieren, kann eine quantitative Abschätzung empfohlen werden. Dies gilt insbesondere dann, wenn beispielsweise Zielvereinbarungen über Anpassungserfolge zwischen verschiedenen Akteuren getroffen werden sollen.
3. Anpassungskapazität sollte auch getrennt von den Ergebnissen zu Klimawirkungen kommuniziert werden, da die (theoretische) Anpassungskapazität nur dann wirklich die Klimawirkung reduziert, wenn sie in Maßnahmen umgesetzt wird.

*Wichtige Empfehlungen*

## Vulnerabilität

**Zentrale Empfehlungen**

1. Wenn klar definierte Kenngrößen für die Anpassungskapazität bestehen und der Effekt von Anpassungsmaßnahmen abgeschätzt werden soll, sollte Vulnerabilität quantitativ bewertet werden.
2. Wenn die Identifikation räumlicher Schwerpunkte der Vulnerabilität Ziel der Studie ist und die Vulnerabilität nur verbal-qualitativ eingeschätzt werden kann, wird empfohlen, mit Hilfe der räumlichen Dimension der Klimawirkung indikativ-verbale Aussagen zur räumlichen Verteilung von Vulnerabilitäten zu treffen.
3. Bei der Vulnerabilitätsanalyse sollte das Vorgehen für die Zeiträume Gegenwart und Zukunft jeweils der gleichen Methodik folgen, wenn die Ergebnisse verglichen werden sollen.

**Fragen zur Diskussion**

1. Unter welchen Umständen ist eine quantitative Vulnerabilitätsabschätzung sinnvoll? Welche Möglichkeiten bestehen bezüglich einer semi-quantitativen Zusammenführung?
2. Können Anpassungsentscheidungen besser auf Basis von Aussagen zu Vulnerabilität oder zu Klimawirkung getroffen werden?

*Diskussionsbedarf*

Abbildung 11: Ergebnisse des Diskussionsforums „Methodik“, Gruppe 5

# 5. Sektorenübergreifende Auswertung

## Integrierte Bewertung

*\*1, die Wechselwirkungen zueinander aufweisen,*

*Konkret für*

**Zentrale Empfehlungen**

1. Wenn der Zweck der Analyse darin besteht, langfristig und großräumig und unabhängig von einzelnen Handlungsfeldern Ressourcen zur Anpassung an den Klimawandel zu ~~allokieren~~ <sup>worden</sup> und mit Förderstrategien zu kombinieren, bietet sich eine integrierte Betrachtung über mehrere oder alle Klimawirkungen oder Handlungsfelder an.

*Bewertung vom kleinteiligen (Sektoralen) zum großteiligen (Integrativen)*

**Zentrale Empfehlungen**

2. Eine quantitative Bewertung wird empfohlen, wenn entsprechende Schwellenwerte für die Klimawirkungen bekannt sind oder die Klimawirkungen in gemeinsame Bezugsgrößen umgerechnet werden können.

*wichtige Empfehlungen*

**Zentrale Empfehlungen**

3. Ist dies nicht möglich, wird eine qualitative Bewertung unter Einbezug fachlicher Experten empfohlen.

**Fragen zur Diskussion**

1. Übergreifende Bewertungskriterien: Es ist schwierig sektorenübergreifende Bewertungskriterien festzulegen. Kann es hier etwas anderes als Bauch-Entscheidungen geben?

## Aggregation

**Zentrale Empfehlungen**

1. Eine operationelle Aggregation von Ergebnissen auf der Grundlage von Datensätzen erfordert geeignete Einheiten oder eine Normalisierung sowie eine ähnliche räumliche Auflösung und flächendeckende Datenverfügbarkeit. *abh. von Fragestellung*

*Skalenabhängige Bildung der Bewertung*

**Zentrale Empfehlungen**

2. Auf der Ebene von bewerteten Ergebnissen können Aggregationen bei gleichem Raumbezug und gleicher Bewertungsskala über Mittelwertbildung vorgenommen werden. *+ gewichtet*

**Zentrale Empfehlungen**

3. Die Aggregation ist in der Regel ein normativer Vorgang und sollte entsprechend mit den beteiligten Fachakteuren abgestimmt werden. *legitimiert für "Gewichtung"*

**Fragen zur Diskussion**

1. Welche zusätzliche Aussagequalität wird durch die Aggregation gewonnen? Wie hoch sollte man Ergebnisse aggregieren? *Aggregationsniveau abh. von Zweck der Analyse*

**Fragen zur Diskussion**

2. Wie kann man ein Maß für die Gewichtung der Einzelbewertungen ermitteln? Auch eine Gleichgewichtung kann letztlich nur normativ begründet werden.

Abbildung 12: Ergebnisse des Diskussionsforums „Methodik“, Gruppe 6

## 6. Einbezug von Expertinnen und transdisziplinärer Ansatz

### Beteiligung

*Konsequenz?* *nach welchen Kriterien Experten auswählen?*

**Zentrale Empfehlungen**

1. Die Analyse und Bewertung von Klimawirkungen und Vulnerabilitäten sollten mit einem Netzwerk von Fachakteuren (und eventuell externen Experten) durchgeführt werden.

*Experten unbedingt einbeziehen Wissenschaftl. Beirat, (BMBF!)*

2. Die Entscheidungsgrundlagen und Analyseschritte sollten von der Projektbearbeitung vorbereitet werden; die Abstimmung über das Vorgehen sollte mit den beteiligten Fachakteuren erfolgen.

*Review geplant?*

3. Die beteiligten Fachakteure sollten mit ihren Daten, Modellergebnissen und Expertenwissen zur Analyse beitragen, um eine gute Integration der Ergebnisse in ihre Arbeit zu ermöglichen.

*Ergebnisse gut kommunizieren*

4. Diese Arbeitsweise setzt ausreichend Ressourcen seitens der beteiligten Fachakteure, eine stetige und kontinuierliche Kommunikation, sowie verbindliche Absprachen hinsichtlich Abstimmungsterminen voraus. Diese muss von der Projektleitung und vom Auftraggeber aktiv befördert und organisiert werden.

*wichtige Empfehlungen*

5. Für deutschlandweite Studien wird empfohlen, die Bundesländer frühzeitig einzubinden und zu informieren (etwa über den Ständigen Ausschuss zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels).

*Einbeziehung NGO's*

**Fragen zur Diskussion**

1. In welchen Fällen ist die Trennung von Arbeits- und Entscheidungsebene auch in Persona zu empfehlen?

### Erheben qualitativer Informationen

*Wirkungsmodelle besser als Experten?*

**Zentrale Empfehlungen**

1. Sowohl im Zuge der Operationalisierung einzelner Klimawirkungen als auch im Rahmen der Einschätzung der sektoralen Anpassungskapazität sollten leitfadengestützte Experteninterviews durchgeführt werden.

*nicht nur Interviews, auch Treff. mehr Wirkmodelle entwickeln*

2. Hierzu sind strukturierte Interviewleitfäden zu verwenden, die narrative Informationen erheben, aber auch die Überführung in ein semi-quantitatives Bewertungsschema enthalten.

*Sind Experten "sicher" als Experten Einigkeit auf Methode und Vergleichbarkeit*

3. Wenn der Zweck der Studie nicht darin besteht, flächendeckend vergleichbare Aussagen zu den Auswirkungen des Klimawandels zu treffen, sondern detailliert Wirkungszusammenhänge zu ermitteln, bietet es sich an, zunächst überall Expertengespräche zu führen. Wichtig ist dabei, einen strukturiert geführten Interviewleitfaden zu entwickeln. Auch ist eine ausreichend große und repräsentative Anzahl an Experten anzustreben.

*Das Ganze als Prozess verstehen*

- ehrlich
- offen
- dynamisch

*→ Umsetzungsempfehlungen!*

*Diskussionsbedarf*

## Kontakt

### Veranstalter

Umweltbundesamt  
KomPass – Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung  
Dr. Inke Schauer  
Wörlitzer Platz 1  
D-06844 Dessau-Roßlau  
Tel.: +49 (0)340-2103-2463  
Fax: +49 (0)340-2104-2463  
E-Mail: inke.schauser@uba.de

[www.anpassung.net](http://www.anpassung.net)



### Konzeption und Durchführung

Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) GmbH, gemeinnützig  
Sabine Fritz  
Potsdamer Straße 105  
D-10785 Berlin  
Tel. +49 (0)30-884 594-55  
Fax +49 (0)30-882 543 9  
E-Mail: sabine.fritz@ioew.de

[www.ioew.de](http://www.ioew.de)

