



**Leopoldina**  
Nationale Akademie  
der Wissenschaften

# NOVA ACTA LEOPOLDINA

Neue Folge | Band 117 | Nummer 397

## Risiko: Erkundungen an den Grenzen des Wissens

**Hans-Georg Bohle, Jürgen Pohl und  
Wolf Dieter Blümel (Hrsg.)**



**Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina –  
Nationale Akademie der Wissenschaften, Halle (Saale) 2014**

Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart



Risiko: Erkundungen an den Grenzen des Wissens



# NOVA ACTA LEOPOLDINA

Abhandlungen der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina

Herausgegeben von Jörg HACKER, Präsident der Akademie

---

NEUE FOLGE

NUMMER 397

BAND 117

---

## **Risiko: Erkundungen an den Grenzen des Wissens**

**Leopoldina-Meeting**

am 15. und 16. Juni 2012 in Bonn

Herausgegeben von:

Hans-Georg BOHLE (†)

Mitglied der Leopoldina

Jürgen POHL (†)

Wolf Dieter BLÜMEL (Stuttgart)

Senator der Leopoldina

Mit 16 Abbildungen und 4 Tabellen



**Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina –  
Nationale Akademie der Wissenschaften, Halle (Saale) 2014  
Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart**

Redaktion: Dr. Michael KAASCH und Dr. Joachim KAASCH, unter Mitarbeit von Kristina SCHLAKE (Bonn)

**Die Schriftenreihe Nova Acta Leopoldina erscheint bei der Wissenschaftlichen Verlagsgesellschaft Stuttgart, Birkenwaldstraße 44, 70191 Stuttgart, Bundesrepublik Deutschland.  
Jedes Heft ist einzeln käuflich.**

Die Schriftenreihe wird gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung sowie das Ministerium für Wissenschaft und Wirtschaft des Landes Sachsen-Anhalt.

Einbandbild:

Am Rande eines Nomadencamps in der Afar-Region in Äthiopien im März 2007. Kurz vor Sonnenuntergang sorgt ein Warnruf aus der Ferne für große Aufregung, weil mit einem bewaffneten Angriff einer verfeindeten Gruppe gerechnet werden muss. Die Frauen stehen auf einer Anhöhe und halten Ausschau nach den Gegnern.

(Aufnahmedatum: 22. März 2007, Bildautor: © Detlef MÜLLER-MAHN)

#### **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Die Abkürzung ML hinter dem Namen der Autoren steht für Mitglied der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina – Nationale Akademie der Wissenschaften.

Alle Rechte einschließlich des Rechts zur Vervielfältigung, zur Einspeisung in elektronische Systeme sowie der Übersetzung vorbehalten. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne ausdrückliche Genehmigung der Akademie unzulässig und strafbar.

© 2014 Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina e. V. – Nationale Akademie der Wissenschaften

Postadresse: Jägerberg 1, 06108 Halle (Saale), Postfachadresse: 110543, 06019 Halle (Saale)

Hausadresse der Redaktion: Emil-Abderhalden-Straße 37, 06108 Halle (Saale)

Tel.: +49 345 47239134, Fax: +49 345 47239139

Herausgeber: Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Jörg HACKER, Präsident der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina – Nationale Akademie der Wissenschaften

Printed in Germany 2014

Gesamtherstellung: Druck-Zuck GmbH Halle (Saale)

ISBN: 978-3-8047-3270-4

ISSN: 0369-5034

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier.

# Inhalt

|                                                                                            |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| BLÜMEL, Wolf Dieter: Vorwort .....                                                         | 7 |
| POHL, Jürgen, und BOHLE, Hans-Georg: Das Konzept „Risiko“ zwischen Wagnis und Wandel ..... | 9 |

## Risikoforschung trifft Risikopraxis

|                                                                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| TIESLER, Ralph: Wissenschaft trifft Praxis – Risikoforschung aus Sicht des Bevölkerungsschutzes .....                    | 21 |
| BRENIG, Heinz-Willi: Risikoermittlung und Risikobewertung aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht .....                    | 35 |
| RENN, Ortwin, und SELLKE, Piet: Risk-Governance: Ein neuer Ansatz zur Analyse und zum Management komplexer Risiken ..... | 55 |

## Herausforderungen an die Risikoforschung in Zeiten des Globalen Wandels

|                                                                                                                                                       |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| BERZ, Gerhard: Risiken und Chancen aus Naturkatastrophen und Klimawandel: Geowissenschaftliche und (versicherungs-)wirtschaftliche Perspektiven ..... | 79  |
| MÜLLER-MAHN, Detlef: <i>Riskscape</i> s des Klimawandels in Afrika – neue Perspektiven auf ‚Risiko‘ im Globalen Süden .....                           | 91  |
| HILLERBRAND, Rafaela: Risiko, Unsicherheit und Unwissenheit in den Geowissenschaften als Herausforderung für die Philosophie .....                    | 107 |
| WEHLING, Peter: An den Grenzen des Risikobegriffs: Das Problem des Nichtwissens ....                                                                  | 131 |
| BOHLE, Hans-Georg, und POHL, Jürgen: Risikoforschung als Grenzwissenschaft .....                                                                      | 155 |

## Nachrufe

|                                                                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Nachruf auf Prof. em. Dr. Hans-Georg BOHLE von Prof. Dr. Thomas KRINGS .....                              | 165 |
| Nachruf auf Prof. Dr. Jürgen POHL von Prof. Dr. Detlef MÜLLER-MAHN und Dipl.-Geogr. Florian NEISSER ..... | 167 |



## Vorwort

Das Thema „Risiko“ ist so alt wie die Menschheit selber. Es begleitet das Leben jedes Einzelnen wie auch das von Gruppen oder ganzen Staatengemeinschaften. Ein Blick in den vorliegenden Ergebnisband des Leopoldina-Meetings „Risiko: Erkundungen an den Grenzen des Wissens“ offenbart die Spannbreite und Komplexität des Begriffs *Risiko*: Mag sich das Leben mit dem Risiko, mit dem unbekannten Wagnis, mit der unbedachten Gefahr in den frühen Jäger- und Sammler-Kulturen noch auf die Abhängigkeit von einer nur bedingt einzuschätzenden natürlichen Umwelt beschränkt haben, so hat sich dies mit der zunehmenden zivilisatorischen und technischen Entwicklung außerordentlich erweitert: Der von Nobelpreisträger Paul CRUTZEN ML eingeführte Begriff des *Anthropozäns* für den gegenwärtigen, erdgeschichtlich jüngsten Zeitraum beschreibt allzu deutlich, wie stark sich der Mensch als Gestalter und Veränderer seines regionalen wie globalen Lebensraumes von der Natur zu emanzipieren versucht. Vom Beginn der jungsteinzeitlichen Sesshaftigkeit bis zur Nutzung der Atomkraft ist somit das Spektrum der Risiken in ungeahntem Ausmaß gewachsen – wie auch die Zahl der Erdbevölkerung. Mit der exponentiellen Bevölkerungsentwicklung haben in vergleichbarem Maß die „ökologischen Fußabdrücke“ zugenommen, indem der Mensch nahezu alle Sphären des Globus (zumeist nachteilig) beeinflusst. Damit zeichnet sich ein weiteres, noch längst nicht erschöpfend analysiertes und bewertetes Bündel an Risiken ab.

Der von Hans-Georg BOHLE ML und Jürgen POHL organisierte wissenschaftliche Austausch zum Thema *Risiko* gibt einen erneuten Anstoß, die Problemkreise hinter diesem Begriff auch für die Politik- und Gesellschaftsberatung zu erschließen. Einschätzungen und Handlungsempfehlungen zur Anpassung an die virulenten wie noch verborgenen Folgen eines globalen klimatischen Wandels sind ein Gebot der Stunde.

Der federführende Organisator des Meetings „Risiko: Erkundungen an den Grenzen des Wissens“ Prof. Dr. Hans-Georg BOHLE verstarb völlig überraschend am 20. September 2014 im Alter von 66 Jahren. Mit seinem Tod verliert die Akademie Leopoldina einen kompetenten Berater auf dem Gebiet der Entwicklungsforschung, der Risikobewertung und Vulnerabilitätsforschung, der Ernährungssicherheit oder der sozialen Resilienz.

*Wolf Dieter Blümel*

Wenige Monate zuvor, am 14. Juni 2014, erlag der zweite Organisator des Leopoldina-Meetings und Mitherausgeber dieses Bandes – Prof. Dr. Jürgen POHL – einer schweren Krankheit. Jürgen POHL war Professor für Sozialgeographie an der Universität Bonn. Seine wissenschaftlichen Schwerpunkte lagen unter anderen in der *Hazard*-Forschung und in der Umweltwahrnehmung.

Die Akademie Leopoldina, insbesondere die Sektion Geowissenschaften, nehmen betroffenen Abschied von zwei engagierten Kollegen.

Wolf Dieter BLÜMEL ML  
Senator für Geowissenschaften

## Das Konzept „Risiko“ zwischen Wagnis und Wandel

Jürgen POHL (†) und Hans-Georg BOHLE ML (†)

„Ich bekenne es dir, Herr, daß ich immer noch nicht weiß, was die Zeit ist, und wiederum ich bekenne dir, Herr, zu wissen, daß ich dieses in der Zeit sage und daß ich schon lange über die Zeit rede: Wie weiß ich nun dieses, wenn ich doch nicht weiß, was die Zeit selber ist? Oder weiß ich vielleicht das nicht auszudrücken, was ich weiß, weh mir, daß ich nicht einmal weiß, was ich nicht weiß?“

AUGUSTINUS: Bekenntnisse 11. Buch, 25. Kapitel<sup>1</sup>

So ähnlich wie dem Kirchenvater AUGUSTINUS (354–430) in seinen Bekenntnissen, der auch nach vielen Kapiteln gegen Ende des 25. Buches, das von der Zeit handelt, eingestehen muss, dass das Phänomen der Zeit nur in vielen sich oft widersprechenden Facetten zu fassen ist, geht es manchem auch mit dem Phänomen „Risiko“. Intuitiv weiß ein jeder, was ein Risiko ist, aber man tut sich schwer, wenn man das Phänomen genau fassen möchte, denn es hat sehr viele Facetten. Der Risikobegriff hat in den letzten Jahrzehnten eine große Karriere gemacht. Er hat zwar sicher nicht den Status wie die „Zeit“ erreicht, aber er ist doch immer häufiger in der Diskussion. Peter WEHLING spricht in seinem Beitrag in diesem Band von der „Suggestivkraft des Risikobegriffs“, und Ortwin RENN und Piet SELLKE formulieren fast euphorisch: „Obwohl Gefährdungen der menschlichen Gesundheit und der Umwelt durch natürliche und technische Ereignisse zu allen Zeiten bestanden haben, ist Risiko erst in jüngster Zeit zu einem Dauerbrenner der aktuellen Debatte um Technik, Lebensstil und Moderne geworden.“

Die von RENN und SELLKE verwendeten Schlagworte deuten auf ein gesellschaftsbezogenes Verständnis von Risiko, wie es sich auch in der Tat weitgehend in dem Buch durchzieht. Zunächst war der Risikobegriff allerdings sehr stark auf das wirtschaftliche Handeln von Akteuren bezogen. Risikofreudiges oder -averses Handeln stand (und steht in den Wirtschaftswissenschaften zum Teil immer noch) im Mittelpunkt der Analyse. Dann kam das Sicherheitsstreben bei gefährlichen technischen Anlagen im Zuge der Industrialisierung hinzu, seit ca. vierzig Jahren wird zunehmend die Risikohaltigkeit von Technologien an sich, aber auch die auf diesen basierende Risikogesellschaft (BECK 1986) mit ihrer zunehmenden Komplexität und Globalität thematisiert. In diesem Band geht es vorrangig um gesellschaftliche Aspekte des Risikos, und im Hintergrund stehen besonders Georisiken. Damit stehen bestimmte Aspekte im Rampenlicht, während andere unterbelichtet bleiben. Gerade wegen dieser speziellen Ausrichtung soll hier eingangs ein etwas weiterer Blick auf das Konzept geworfen werden. Damit soll das Umfeld, in dem dieses Megakonstrukt eingebettet ist, etwas beleuchtet werden, um die Facetten, die in den nachfolgenden einzelnen Beiträgen behandelt werden, ein wenig in den Gesamtdiskurs

---

<sup>1</sup> LACHMANN 1888.

einordnen zu können. Dabei kann schon aus Platzgründen nicht der differenzierte wissenschaftliche Diskurs abgebildet werden, sondern die Darstellung beschränkt sich auf Orientierungspunkte, die den Verfassern *Common Sense* zu sein scheinen.

Was ist ein Risiko? Soll man den Begriff definieren, so wird es bei genauerem Hinsehen schnell schwierig, und es geht einem wie AUGUSTINUS mit dem Begriff der Zeit. Man könnte in einer ersten Annäherung festhalten: Die möglichen, negativ bewerteten Folgen eines Ereignisses für Dinge oder Personen, die einem etwas bedeuten, sieht man als Risiken an.

„Risiko“ ist nicht im selben Maß wie „Zeit“ eine Grundkategorie unseres Denkens, aber doch ein häufig verwendeter Begriff. In praktisch-phänomenologischer Perspektive, in der man sich nicht auf richtiges oder falsches Urteil, auf angemessene oder unangemessene Definitionen bezieht, sondern Erkenntnis an der lebensweltlichen Erfahrung misst, ist seine Bedeutung offensichtlich: Der Einzelne weiß, dass er bei einem Seitensprung seine Beziehung riskiert oder als Fahrer eines schnellen Motorrads leicht unter die Räder kommen kann; und wenn er sein Geld in Staatsanleihen eines hoch verschuldeten Staates investiert, so riskiert er sein Ersparnis. Damit ist zweifellos eine wichtige Form des Risikos erfasst, welche nämlich an das – mehr oder weniger rationale – Handeln eines Akteurs gekoppelt ist. Zumindest nach Niklas LUHMANN (1927–1998) spricht man von einem Risiko nur dann, wenn der mögliche Schaden auf eine interne Entscheidung zugerechnet wird. Kommt das sogenannte Risiko dagegen von außen, so redet man von einer Gefahr.

Aber es ist durchaus strittig, ob man Risiken stets mit persönlichen Entscheidungen eines Individuums verknüpft sehen darf. Andere sehen auch von Entscheidungen unabhängige Ereignisse, beispielsweise ein mögliches Erdbeben, an dem niemand Verantwortung oder eine Schuld trägt, als Risiko an. In dieser Sichtweise ist es naheliegend, dass häufig „Gefahr“ und „Risiko“ als Synonyme verwendet werden. Dies passiert vor allem dann, wenn das Augenmerk auf den (möglichen oder erwartbaren) Schaden gerichtet ist. Dann ist es nämlich nicht so wichtig, ob man sich „sehenden Auges“ an den Fuß eines lawinengefährdeten Hanges begeben hat oder dort zufällig war und von der möglichen Lawine gar nichts gewusst hat. Es ist sekundär, ob man am Zebrastreifen aufmerksam genug war, entscheidend ist das Ergebnis. Auch im letzten Fall mag eine Entscheidung gefallen sein, zum Beispiel zu schnell auf den Zebrastreifen zuzufahren, aber für den (fast) erfassten Fußgänger stellt sich der Moment des Schreckens als Gefahr dar. Er kann die Entscheidung nicht beeinflussen.

Die Unterscheidung von Gefahr und Risiko mag zwar „in der Theorie“ möglich sein, sie wird in der komplexen „Weltrisikogesellschaft“ (BECK 1999, 2003) aber immer problematischer. Es ist zwar klar, dass wir alle beispielsweise das Klimarisiko jeden Tag durch viele kleine Einzelentscheidungen vergrößern, aber wir dennoch nicht ernsthaft behaupten können, dass dieses Anlassen des Motors oder jenes Aufdrehen des Warmwasserhahnes den Klimawandel verursachen. Es sind vielmehr kumulative und nicht zurechenbare Entscheidungen (LUHMANN 1991).

Insbesondere in den Wirtschaftswissenschaften, aber auch generell im sich immer weiter ausbreitenden Denkmuster, das das autonome Individuum die Basiseinheit des Handelns darstellt, sind Risiken dann kein Problem, wenn Gewinne ebenso wie Verluste dem Individuum zurechenbar sind. Genau dies aber ist in der Risikogesellschaft immer weniger möglich. Man könnte sogar sagen: Das Verteilungsproblem in der Form, dass die einen über Risiken entscheiden, aber die negativen Folgen externalisieren und auf Dritten abladen können, ist genau das Problem einer globalisierten Risikogesellschaft. Um das Distributionsproblem bei Risiken dreht sich ein Großteil der öffentlichen Debatte.

Die negativ bewerteten Folgen eines Ereignisses werden gemeinhin als Schäden bezeichnet. Risiken enthalten (potenzielle) Schäden an Leib und Leben, wie auch Schäden an der Umwelt und Schäden im Vermögensbereich. Schäden sind die Risiken, die sich gleichsam materialisiert haben. Zwar haben wir uns daran gewöhnt, als Schäden monetarisierbare sowie gesundheitliche Effekte anzusehen, doch sind grundsätzlich auch andere Auswirkungen als Schäden begreifbar. So verweisen Kulturwissenschaftler darauf, dass zum Beispiel die Verletzung heiliger Stätten in Kulturen außerhalb der westlichen Moderne oftmals als viel schwerwiegender angesehen werden als individuelle Verluste (RENN et al. 2007).

Zu den Schäden zählen nicht nur absolute Schäden wie 300 Tote oder 3 Mio. Euro Gebäudeschäden nach einem konkreten Ereignis, sondern auch relative Schäden, die erst im Vergleich mit dem Ergebnis anderer möglicher Ereignisse sichtbar werden. Dieser entgangene Nutzen wird auch als Opportunitätskosten bezeichnet. Opportunitätskosten entstehen aufgrund falscher oder unterlassener Entscheidungen. Damit ist nun doch wieder ein sehr spezieller und durchaus umstrittener Aspekt von Risiken benannt: Inwieweit steht hinter dem Risiko nur ein Ereignis, einerlei von woher rührend oder angestoßen, und inwiefern ist Risiko immer auf eine Entscheidung eines oder mehrerer Akteure zurückzuführen?

Die Bezugnahme auf eine Entscheidung ist ein nicht zu unterschätzender Aspekt des Risikos. Mit einer bestimmten Entscheidung schließt man andere Entscheidungen aus, man bindet also die Zukunft. Erst in der Zukunft kann sich herausstellen, ob eine andere Entscheidung vielleicht besser gewesen wäre. Entscheidet man sich für die eine (und gegen eine andere) Option, so schließt man alternative Entwicklungspfade aus, die Zukunft wird geschlossener. Diese Komponente macht besonders deutlich, dass Risiken eine sehr ausgeprägte Beziehung zu der Zeit haben. Insofern ist der Vergleich mit dem Zeitbegriff bei AUGUSTINUS nicht ganz zufällig entstanden. Der Risikobegriff ist stets auf die Zukunft gerichtet. Risiken sind eng verbunden mit der Tatsache, dass die Zukunft prinzipiell immer unsicher und offen ist. Das Risiko ist im Grunde immer an die Zukunft gebunden, auch wenn wir uns hier und heute bemühen, Risiken in die Gegenwart zu holen, zum Beispiel über die Berechnung von Eintrittswahrscheinlichkeiten und – daraus abgeleitet – durch die vorausseilende Abgeltung des Risikos, beispielsweise in Form der Zahlung von Versicherungsprämien.

Erfahrungen und Bewertungen von Schäden beeinflussen wiederum die Einschätzung des Risikos und des darauf bezogenen Handelns (RENN et al. 2007). So sind Vergangenheit und Zukunft miteinander gekoppelt.

Der Transfer des Risikos von der Zukunft in die Gegenwart (und damit zu einer Grundlage für die Entscheidungen und Handlungen von heute) erfolgt über die Berechnung von Eintrittswahrscheinlichkeiten. Damit wird die Kontingenz gleichsam dingfest gemacht, in der Zeit und/oder im Raum verortet. So wird die für das Handeln notwendige Sicherheit gegenüber der Zukunft erzeugt, auch wenn man weiß, dass man auf Treibsand gebaut hat: Denn mit dem realen Eintritt hat die berechnete, „festgestellte“ Wahrscheinlichkeit im Grunde nichts zu tun, aber man hat dennoch eine rationale Entscheidungsgrundlage. Ein wahrscheinliches Ereignis kann nie eintreten oder auch „viel zu früh“, verglichen mit dem (statistischen) Erwartungswert. Berechenbarkeit und Kalkulierbarkeit legen eine Kontrollierbarkeit nahe, für die die Rahmenbedingungen sehr genau unter die Lupe zu nehmen sind. Für viele Risiken hat man bei hinreichend zahlreichen Erfahrungswerten aus der Vergangenheit und bei Anwendbarkeit des Gesetzes der großen Zahl eine rationale Entscheidungsgrundlage (zum Beispiel bei stochastischen Risiken wie Haftpflichtversicherungsfällen), bei anderen wird nur eine Pseudosicherheit erreicht.

Gruppenbezogene Aussagen über Risiken von Kohorten sind möglich, schwieriger wird es, wenn dies als Eintrittswahrscheinlichkeit pro Mitglied umgedeutet wird.

Bei singulären Ereignissen, wie beispielsweise klimainduzierten Extremereignissen, wird es sehr schwierig, mit Eintrittswahrscheinlichkeiten zu arbeiten bzw. Risiko und Eintrittswahrscheinlichkeit mehr oder weniger synonym zu verwenden.

Rückt man die Entscheidung in den Mittelpunkt des Risikobegriffs, so tritt neben die eher materielle Dimension des Schadens auch eine anthropologische Dimension. Das Risiko eines Meteoriteneinschlages ausgenommen, kann man sich einem lokalen oder regionalen Risiko (nicht aber einem globalen) grundsätzlich entziehen. Dies setzt allerdings voraus, dass man an Entscheidungsmöglichkeiten und Handlungsfreiheit glaubt. In fatalistischen Religionen macht daher der Risikobegriff keinen Sinn. Allgemeiner gesprochen: Die Sehnsucht nach Sicherheit führt zu einem Gottesbild des Allmächtigen, der das Risiko aus der Welt nimmt und dem Menschen Geborgenheit und Sicherheit gibt (BENNETT 1991). Insofern ist der Risikobegriff an eine „ergebnisoffene“ Weltanschauung – oder wenigstens an die Idee von der Willensfreiheit des Menschen – gebunden. Zumindest braucht man die Illusion der Entscheidungsfreiheit. In unserer „offenen Gesellschaft“ gehen wir von der Kontingenz solcher Entscheidungen aus, die man so oder anders treffen kann, und man ist somit „seines Glückes Schmied“, kann aber auch unerwartete oder unterschätzte Negativwirkungen produzieren.

Es wäre eine religionswissenschaftliche und auch eine theologische Frage zu erörtern, ob es schon Gotteslästerung ist, die Verantwortung für sein Handeln selbst zu übernehmen und Gott außen vor zu lassen. Der Begriff des Risikos jedenfalls, der mit dem weltweiten Seehandel im entstehenden Europäischen Weltsystem im 16. Jahrhundert aufkam, bezog sich auf das Wagnis der Reeder und Fernhandelskaufleute, für den möglichen Gewinn aus einer weiten Seereise sogar den Totalverlust zu wagen. Mit den verschiedenen Versicherungssystemen wurde das Risiko handhabbar und zu einem innergesellschaftlichen Phänomen. Die Dialektik von Sünde und Vergeltung spielte in Europa nun immer weniger eine Rolle. Eine Koexistenz existiert heute im christlichen Glauben insofern, als der Mensch Risiken mit Augenmaß eingehen darf und darauf vertraut, dass Gott ihm verantwortungsvolles Handeln zutraut.

In der Moderne steht Risiko unter eindeutig positiven Vorzeichen, es wird sogar mit Freiheit gleich gesetzt<sup>2</sup> und als Voraussetzung von Veränderung und Fortschritt angesehen<sup>3</sup>. John G. BENNETT zitiert zustimmend den mittelalterlichen Theologen ORIGENES (185–254), der den Mangel als positives Konstruktionsmerkmal der Welt ansieht: „Ohne Mangel, ohne Risiko, gäbe es in der Welt keinen Trieb zur Suche und auch nicht im Menschen.“<sup>4</sup> Risiken sind die Kehrseite des Strebens nach Beseitigung von Mangel, nach Bedürfnisbefriedigung, nach Gewinn, nach Sicherheit, nach Stabilität und nach anderen Zielen. Auf der einen Seite der Medaille steht „Chance“, auf der anderen Seite der Medaille steht „Risiko“.

Nicht nur Chance wird oft als Gegenbegriff zu Risiko gesehen, sondern häufig wird auch „Sicherheit“ dem Risiko gegenübergestellt. Dies gilt insbesondere dann, wenn man Risiko und Gefahr als im selben Kontext stehend ansieht. Risiko wird also als „Unsicherheit“ verstanden, die es durch ein Streben nach mehr Sicherheit einzudämmen gilt. Implizit ist dann klar, dass Risiko nicht die notwendig in Kauf zu nehmende Kehrseite der Optionen darstellt, welche riskantes oder wagemutiges Handeln (Entscheiden) eröffnet, sondern dass Risiko

2 BENNETT 1991, S. 20.

3 Ebenda, S. 33.

4 Ebenda, S. 32.

weitgehend oder ausschließlich auf seine Bedrohungsdimension reduziert wird. Die Gegenüberstellung von Sicherheit und Risiko wird allerdings in den Sozialwissenschaften zumeist als problematisch angesehen. Besonders einschlägig ist hier die Auffassung des Systemtheoretikers Niklas LUHMANN, der Sicherheit als soziale Fiktion bezeichnet, die unerreichbar ist. Auch vermeintlich sichere Alternativen beinhalten die strukturelle Ungewissheit der Zukunft, sind somit riskant und der Sicherheitsbegriff sei nur eine Leerformel (LUHMANN 1991). Dies ist (ungewollt) eine hochpolitische Aussage, denn ein nicht unbedeutender Teil der Forschung zu Risikophänomenen läuft unter dem Rubrum „Sicherheitsforschung“.<sup>5</sup>

Im Gegenbegriff der Sicherheit sind nochmals zwei Aspekte zu differenzieren, die auch in der deutschen Sprache mangels Differenzierungsmöglichkeiten notgedrungen oft mit den englischen Termini „Safety“ und „Security“ bedacht werden. „Security“ bezieht sich auf eine Grundaufgabe des Staates, nämlich den „allgemeinen Landfrieden“ oder die „öffentliche Ordnung“ sicherzustellen, dafür zu sorgen, dass der Bürger seinen Interessen unbesorgt nachgehen und nachts ruhig schlafen kann. „Safety“ dagegen bezieht sich auf die Sicherheit vor (technischen) Unfällen oder Unheil bringenden Naturereignissen. Diese beiden Aspekte gehen oft ineinander über, und mit der Bedrohung durch den Terrorismus oder aufgrund der Anfälligkeit kritischer Infrastrukturen verschwimmen sie vielleicht sogar immer stärker. Insofern mag es auf der Sachebene gerechtfertigt sein, einfach mit dem Begriff Sicherheit für beide Aspekte zu hantieren, aber dies verdeckt strukturell, dass Bedrohungen der „Security“ eine Absicht beinhalten, während bei einem Schaden durch ein Naturereignis oder auch ein technisches Ereignis allenfalls Versagen eine auf Entscheidung rückführbare Rolle spielt.

Risiko resultiert aus der prinzipiellen Ungewissheit der Zukunft. Dennoch gibt es Abstufungen des Risikos. Autohaftpflichtrisiken sind versicherbar, weil sie in einem hinreichend großen Pool wie sichere Tatsachen behandelt werden können. Die Ungewissheit ist ein größeres Risiko, wenn ein Risikoempfinden, ja vielleicht sogar Angst vorhanden ist und man nicht einmal weiß, aus welcher Quelle das Unheil hervortreten wird. Auch das Fehlen von Handlungsmöglichkeiten – oder aber auch der Stress von viel zu vielen möglichen Maßnahmen zur Bindung der Zukunft – schafft Ungewissheit.

Von der Ungewissheit herkommend sind wir schon unmittelbar an den Grenzen des Wissens angelangt: „Ungewissheit stellt den Kontext von Wissensproblemen schlechthin dar. In dieser Hinsicht zeigt sich ein Wissensproblem als Unfähigkeit genau einzuschätzen, wann und wo ein Ereignis stattfinden wird, wie wahrscheinlich es ist und welche Auswirkungen es geben wird.“<sup>6</sup>

Neben einer rationalen – um nicht zu sagen: wissenschaftlichen – Berechnung des Risikos sind wir gezwungen, im Alltag wie in der Politik auch intuitive Abwägungen und Gewichtungen vorzunehmen und auf dieser Grundlage Risiken einzugehen. Ohne solche nahezu permanenten intuitiven oder auf Erfahrungen beruhenden Abschätzungen über mögliche Handlungsfolgen wären wir in der Gegenwart handlungsunfähig. Unsere Erfahrungen und Werte sind unsere Grundlagen, aber auch unsere Grenzen für unser Handeln.

Viele Entscheidungen beruhen auf subjektiv unzureichendem Wissen, das aber dennoch prinzipiell vorliegt und erreichbar ist. Für gravierende Risiken der Gesellschaft insgesamt wird oft dieselbe Struktur unterstellt: Unter Heranziehung aller wissenschaftlichen Ergebnisse kommt man zu Risiko minimierenden Entscheidungen. Liegen solche Ergebnisse noch nicht vor, so muss mehr in die entsprechende Forschung investiert werden, so lautet die gängige Meinung.

<sup>5</sup> [http://www.bmbf.de/pub/rahmenprogramm\\_sicherheitsforschung\\_2012.pdf](http://www.bmbf.de/pub/rahmenprogramm_sicherheitsforschung_2012.pdf).

<sup>6</sup> KOLLIARAKIS 2013, S. 317.

Nach neueren Überlegungen greifen solche Gedankengänge jedoch zu kurz. Neben dem Risikobegriff oder als Teil davon hat sich in den letzten Jahren auch der Begriff des „Nichtwissens“ etabliert. „Nichtwissen“ zielt auf potenzielle Überraschungsbereiche jenseits von irgendwie doch abschätzbaren Erwartungshorizonten (WEHLING 2001). Das Nichtwissen hat allerdings eine andere Qualität als das „Noch-nicht-Wissen“. „Risiken und die Grenzen des Wissens“ beziehen sich somit nicht nur auf die seit langem vorherrschende Auffassung, dass die Forschungsfront nur langsam in die *Terra incognita* der Ödnis und Irrationalität des Nichtwissens vorrückt und die „Frontier“, die Grenzen des Wissens, hinaus schiebt, sondern dass es prinzipielle Probleme beim Streben nach einer wissenschaftlichen Durchdringung oder gar Beherrschung des Risikos gibt.

Die grundsätzlichen Zweifel kommen nicht nur aus einer postmodernen Kritik am Fortschrittsglauben der Moderne, sondern auch aus anderen Kontexten. Das Falsifikationsprinzip des Kritischen Rationalismus unterminierte die Vorstellung vom gesicherten, stets sich akkumulierenden Wissen, die „Entstehung einer wissenschaftlichen Tatsache“ (Ludwig FLECK) als soziales Produkt bahnte den Weg zum Konstruktivismus.

Zunehmend wird in der Wissenssoziologie akzeptiert, dass die Risiken umso größer werden, je mehr Wissen wir produzieren. Je mehr die Intelligenz zunimmt, desto höher das Risiko und damit die Möglichkeit des Erfolgs oder des Scheiterns: „Intelligenz ist die Macht der Anpassung an das Risiko.“<sup>7</sup> Wenn man akzeptiert, dass mehr Forschung nicht unbedingt Risiken vermindert, so ist die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit dem Risikobegriff noch lange nicht zu Ende und dieses Buch ein Beitrag zu diesem Diskurs. Nicht ohne Grund konstatieren RENN und SELLKE eine erstaunliche Karriere des Megakonstruktes „Risiko“ in den letzten Jahren in sehr vielen wissenschaftlichen Disziplinen.

Der Fokus dieses Bandes liegt auf gesellschaftlichen Aspekten des Risikos, die individuelle Risikoentscheidung wird nicht negiert. Aufs Ganze gesehen, geht es also eher um die Kollektivebene und nur indirekt um den einzelnen Entscheider oder Betroffenen. Der Band hat zwei Stränge, die miteinander verflochten sind: Zum einen, und vorwiegend im ersten Block, geht es um Risikowahrnehmung, Risikoanalyse und Risikobewertung in praktischer, technischer und sozialwissenschaftlicher Hinsicht. Zum zweiten, und vorwiegend im zweiten Teil, werden praktische, wissenschaftstheoretische und gesellschaftspolitische Aspekte des Umgangs mit Risiken mit Blick auf ein besonders aktuelles, aber in vielerlei Hinsicht schwer handbares Risiko, nämlich das Georisiko „Klimawandel“, bezogen.

Der wissenschaftliche Diskurs entzündet sich nicht zuletzt daran, dass die praktischen Aufgaben im Umgang mit dem Risiko viele normative und analytische Probleme aufwerfen. Diesseits aller theoretischen Erörterungen im wissenschaftlichen Diskurs ist es eine praktische Aufgabe, Schäden zu vermeiden und Risiken entsprechend zu behandeln. Dies betrifft jeden Einzelnen ebenso wie es auch Aufgabe bestimmter Berufsgruppen, etwa von Finanzberatern, Ärzten, Straßenkontrolleuren, Laboranten usw., ist. Ab einer bestimmten Größenordnung ist der Umgang mit Risiken grundsätzlich eine öffentliche Aufgabe. Rettungsdienste, Feuerwehren, Ordnungsämter usw. sind für die Sicherheit – für *Safety* und *Security* – verantwortlich. Die Risiken, die hinter der Sicherheitsaufgabe stehen, sind breit gefächert: Es geht um die Reaktorsicherheit ebenso wie um den Schutz des Grundwassers, um die Funktionsfähigkeit kritischer Netzinfrastrukturen wie um den Schutz vor terroristischen Anschlägen. Welche Anforderungen die Praxis an die Wissenschaft hat und wie Wissenschaft und

---

7 BENNETT 1991, S. 13.

Behörden zusammenarbeiten können, wird in dem Beitrag von Ralph TIESLER sichtbar, der sich mit dem Verhältnis von Wissenschaft und Praxis aus der Sicht des Bevölkerungsschutzes beschäftigt. Während singuläre Schadensereignisse, ja selbst Katastrophen gut administriert sind, wird die Hilfe der Wissenschaft vor allem bei komplexen Lagen erwartet, bei unerwarteten Situationen und bei sich aufschaukelnden oder sich kaskadenförmig entwickelnden Szenarien. Hintergrund ist die ständig zunehmende technische, gesellschaftliche und kommunikative Dynamik, welche Flexibilität, Offenheit, aber auch Vertrauen zwischen den funktionalen Teilsystemen (Verwaltung, Massenmedien, Wissenschaft) benötigt. In einem breiten Sinn des Wortes wird die Wissenschaft zur Verbesserung der Akzeptanz von Strategien des Risikomanagements benötigt.

Die sehr praktische Aufgabe von Behörden, (Unfall-)Sicherheit zu gewährleisten und die öffentliche Ordnung aufrechtzuerhalten oder rasch wieder herzustellen, greift sinnvollerweise auf wissenschaftliche Expertise zurück. Der Beitrag und Mehrwert der Wissenschaften wird in erster Linie in rationalen Analysen und Berechnungen gesehen. Mit nachvollziehbaren, transparenten Zahlen ist für die Verwaltung und die Politik eine sichere Entscheidungsgrundlage gegeben. Daher konzentrieren sich die Anwender von Exekutivorganen auf die Beiträge der mathematisch-naturwissenschaftlichen Überlegungen und Berechnungen, zu denen auch die Ingenieur- und Versicherungswissenschaften gehören. Grundlage ist stets die Formel, die Risiko als Produkt von Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadenspotenzial ansieht. Ziel ist es, mit Hilfe der Risikoanalyse und der Risikobewertung durch Experten das Restrisiko auf ein akzeptables Maß zu beschränken. Heinz-Willi BRENIGS Beitrag über die „Risikoermittlung und Risikobewertung aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht“ macht deutlich, dass die ingenieurwissenschaftliche Perspektive aus der Verhütung von Unfällen im weiteren Sinne entstanden ist. Hier geht es darum, die *Safety* zu verbessern und Schäden möglichst zu vermeiden, was grundsätzlich durch die nachvollziehbare und abgesicherte Berechnung von Eintrittswahrscheinlichkeiten geschieht. Bei hinreichend zahlreich eingetretenen Fällen (in der Vergangenheit) ist dies möglich. Je seltener und komplexer die Ereignisse, umso schwieriger wird eine transparente Berechnung. BRENIG kommt angesichts der zunehmenden Globalität und Komplexität auf die Grenzen des ingenieurwissenschaftlichen Zugangs zu sprechen und fordert eine erweiterte Perspektive auf das Phänomen Risiko.

Diese erweiterte Sicht wird im Beitrag von RENN und SELLKE gegeben. Sie fügen der „technischen“ Risikoperspektive eine sozialwissenschaftliche hinzu. Sie weisen darauf hin, dass jenseits der Risikoanalyse schon die Wahrnehmung und erst recht die Bewertung der Risiken eine subjektive Angelegenheit ist. Hier spielt der gesellschaftliche Diskurs, der zur Expertenanalyse hinzutreten muss, und insbesondere die Stellung der Medien, eine wichtige Rolle.

RENN und SELLKE reflektieren aber nicht nur die üblichen sozialwissenschaftlichen Bedenken über die Simplifikationen des technisch-mathematischen Herangehens und „streuen Sand ins Getriebe“ der Expertenmaschinerie, sondern stellen auch ein integratives Konzept zum Umgang mit Risiken vor: „Risk-Governance: Ein neuer Ansatz zur Analyse und zum Management komplexer Risiken“ enthält das Konzept des *International Risk Government Council*, das versucht, die technische Seite mit der gesellschaftlichen Dimension, und letztlich auch den subjektiven Risikobewertungen, in Einklang zu bringen. Insbesondere will der Ansatz den institutionellen und regulativen Rahmen stärker einbeziehen und den unterschiedlichen Charakteristika der Risiken hinsichtlich ihrer jeweiligen Komplexität, Unsicherheit und Ambiguität Rechnung tragen.

Nach den Beiträgen von TIESLER, BRENIG und RENN/SELLKE, bei denen Theorie und Praxis des Risikomanagements im Mittelpunkt stehen, wird in den nachfolgenden Aufsätzen das Georisiko „Klimawandel“ besonders beachtet. Während man bei Autounfällen oder Dampfkesselexplosionen auf eine große Anzahl von realen Erfahrungen zurückgreifen, mit Formeln für singuläre Ereignisse kalkulieren und eine (begrenzte) Sicherheit herstellen kann, ist der Klimawandel in vielerlei Hinsicht der Gegenteil unter den Risiken: Er ist nicht regional, zeitlich und gruppenbezogen eingrenzbar und nicht kausal eindeutig zurechenbar. Er ist unkontrollierbar und unumkehrbar, global und durch Verzögerungseffekte zeitlich langgestreckt.

Der zweite Block beginnt mit einem Beitrag des Meteorologen und früheren Leiters der GeoRisikoForschungsstelle der Münchner Rückversicherung Gerhard BERZ. Sein Titel: „Risiken und Chancen aus Naturkatastrophen und Klimawandel: Geowissenschaftliche und (versicherungs-)wirtschaftliche Perspektiven“. Die Klimaerwärmung wirkt sich vor allem in der zunehmenden Dynamik in der Atmosphäre aus. Die Beobachtung großer Ereignisketten zeigt bereits, dass frühere Extremereignisse zunehmend in den Normalbereich geraten. Hinzu kommen die Rahmenbedingungen der Globalisierung wie Bevölkerungs- und Wertezunahme in gefährdeten Gebieten (wie z. B. an den Küsten). Insofern ist der Klimawandel zwar zunächst kein Massenrisiko im Sinne der Versicherung, aber über Kaskadeneffekte doch von großer Bedeutung.

Detlef MÜLLER-MAHN lenkt den Blick auf den Nord-Süd-Konflikt und Verteilungsaspekte, die mit dem globalen Klimawandel verknüpft sind. „‘Riskscapes‘ des Klimawandels in Afrika – neue Perspektiven auf ‚Risiko‘ im Globalen Süden“ heißt sein Beitrag. Er betont, dass die Menschen im Globalen Norden und Süden sehr unterschiedlichen Risiken ausgesetzt sind und deswegen auch unterschiedliche Prioritäten im Umgang damit haben. Risiken der Armut, der Migration, der Kriege usw. sind mit Entwicklungsfragen eng gekoppelt, die Entwicklungsstrategien aber wiederum auch mit der *Global-Change*-Debatte verknüpft.

Mit dem Aufgreifen des objektivistischen und konstruktivistischen Risikobegriffs werden bereits Aspekte angesprochen, die im Beitrag von Rafaela HILLERBRAND breiter und aus einem philosophischen Hintergrund heraus diskutiert werden. Sie geht auf grundlegende methodologische, epistemische und normative Aspekte des Risikobegriffs ein, wobei sie besonders den Klimawandel im Auge hat, der sich eben von der klassischen Dampfkesselexplosion stark unterscheidet. Dies beginnt bereits auf einer sehr innerwissenschaftlich-technischen Ebene, bei der Sicherheit von Prognosen. Es fehlt die große Zahl realer vergangener Ereignisse für eine (relativ) sichere Berechnung von Eintrittswahrscheinlichkeiten, und auch „Uncertain quantification“ kann hier nur bedingt helfen. Maßstabsprobleme, Kaskadeneffekte, indirekte Auswirkungen machen Prognosen zur Einschätzung von Risiken neuer Technologien und Gefährdungen immer schwieriger. HILLERBRAND zeigt diese und andere Probleme am Beispiel der Berechnung der (Un-)Sicherheit der Klimamodelle und deren Operationalisierung auf. Neben die globale Klimaprognose an sich und die Probleme ihrer Regionalisierung treten die Fragen des realen Impakts und vor allem die normative Bewertung, beispielsweise in der Intergenerationenperspektive.

Der letzte Beitrag stammt von Peter WEHLING. Auch er geht in seinem Aufsatz, betitelt mit „An den Grenzen des Risikobegriffs: das Problem des Nichtwissens“, davon aus, dass vor allem der Klimawandel eine besonders gravierende, von der Gesellschaft erzeugte Umweltbelastung darstellt, die kaum sinnvoll nach der Logik des „technischen Großrisikos“ begriffen werden kann. Für die Art von Risiken, die im gesellschaftlichen Diskurs heute vorherrschen, greifen die Vorstellungen von einer Zurechenbarkeit auf eine Entscheidung, von der prinzi-

piellen Bekanntheit seiner Struktur und Effekte sowie seiner Antizipierbarkeit und daraus abgeleiteten Sicherheitsbestrebungen immer weniger. Der Risikobegriff führt für ihn in die Irre, für geeigneter hält WEHLING den Begriff des Nichtwissens. Er sieht die Eigenschaften des Nichtwissens auch schon im klassischen Risikobegriff enthalten.

Mit der Abwendung vom berechenbaren Risiko zum vagen Nichtwissen ist eine neue Bescheidenheit in die Debatte um die Möglichkeiten, die Zukunft zu binden, eingekehrt. Was wirkliche und wirklich wichtige Risiken sind, bleibt in der Zeit verborgen.

### *Literatur*

- BECK, U.: Risikogesellschaft: Auf dem Weg in eine andere Moderne. Frankfurt (Main): Suhrkamp 1986
- BECK, U.: World Risk Society. Cambridge: Polity 1999
- BECK, U.: Weltrisikogesellschaft. Auf der Suche nach der verlorenen Sicherheit. Frankfurt (Main): Suhrkamp Verlag 1991
- BENNETT, J. G.: Risiko und Freiheit. Hasard – Das Wagnis der Verwirklichung. Zürich: Chalice (erstmal 1976) 2004
- KOLLIARAKIS, G.: Der Umgang mit Ungewissheit in der Politik ziviler Sicherheit. In: JESCHKE, S., JAKOBS, E.-M., und DRÖGE, A. (Hrsg.): Exploring Uncertainty: Ungewissheit und Unsicherheit im interdisziplinären Diskurs, S. 313–332. Wiesbaden: Springer Gabler 2013
- LACHMANN, O. F.: Die Bekenntnisse des heiligen Augustinus. Leipzig: Reclam 1888 u. ö.
- LUHMANN, N.: Soziologie des Risikos. Berlin: de Gruyter 1991
- RENN, O., SCHWEIZER, P.-J., DREYER, M., und KLINKE, A.: Risiko. Über den gesellschaftlichen Umgang mit Unsicherheit. München: Oekom Verlag 2007
- WEHLING, P.: Jenseits des Wissens? Wissenschaftliches Nichtwissen aus soziologischer Perspektive. Zeitschrift für Soziologie 30/6, 465–484 (2001)



## **Risikoforschung trifft Risikopraxis**



## **Wissenschaft trifft Praxis – Risikoforschung aus Sicht des Bevölkerungsschutzes**

Ralph TIESLER (Bonn)

### *Zusammenfassung*

Im Mittelpunkt der Befassung mit dem Thema Bevölkerungsschutz, egal ob als wissenschaftlicher Katastrophenforscher oder behördlicher Katastrophenschützer, stehen der Mensch und seine Befähigung, Risiken zu erkennen und zu analysieren, um Maßnahmen zur Risikominderung zu entwickeln und umzusetzen. Anhand eines fiktiven Szenarios, das mit realen Risiken und Gefahren spielt, wird im folgenden Beitrag dargestellt, wie sich aus mittel- und langfristigen Prozessen und gravierenden Einzelereignissen eine folgenschwere Katastrophe mit Kaskadeneffekten entwickeln kann. Einem derartigen Szenario kann nur durch umfassende, frühzeitige Vorsorge erfolgreich vorgebeugt oder begegnet werden.

Genau hier setzt die Arbeit des Bevölkerungsschutzes und damit des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) in enger Zusammenarbeit mit der Wissenschaft an: Valide Forschungsergebnisse bilden die Grundlage für erforderliche politisch-administrative Maßnahmen. Dieser notwendige und fruchtbare Austausch zwischen Wissenschaft und Praxis zeigt sich auch in der Lehre, u. a. bei zum Teil gemeinsam mit Hochschulen konzipierten und durchgeführten bevölkerungsschutzrelevanten Studiengängen und einer zunehmenden Zahl an Kooperationen zwischen dem BBK und anderen Hochschulen in diesem Bereich.

Letztlich gewährleistet nur ein Zusammenwirken aller Akteure im Bevölkerungsschutz ein belastbares Risiko- und Krisenmanagement, dessen Sinn und Zweck, nämlich der Schutz der Bevölkerung, auch dieser mittels entsprechender Risiko- und Krisenkommunikation vermittelt werden muss. Eine Aufgabe, die gerade in Zeiten digitaler Kommunikation und des Web 2.0 mit seinen Phänomenen, die gleichsam Chancen und Risiken in sich bergen, wie *Cybersecurity* oder *Social Media* den Bevölkerungsschutz vor ganz neue Herausforderungen stellt.

### *Abstract*

Whether dealing with civil protection from a scientific point of view or being actively engaged in preventing or relieving disasters, it is the people who are at the heart of the topic. It is the people that have the ability to recognize and analyze risks and to develop and actually take measures to reduce such risks.

Building on a fictive scenario that plays with real risks and hazards, the subsequent contribution illustrates how mid- and long-term processes and severe single events can cumulate into a disaster with substantial consequences and cascading effects. Such a scenario can only be prevented or targeted successfully by an encompassing and early prevention.

This is precisely where working in civil protection and thus the BBK starts: Valid research data build the basis for the required political and administrative measures. This necessary and fruitful exchange between science and practitioners is also reflected in study courses relevant to civil protection that are jointly designed and conducted, as well as an increasing amount of cooperation projects between the BBK and academic institutions in this field.

In the end, it is the joint effort of all actors in civil protection that ensures a reliable risk and crisis management, whose meaning lies in protecting the people. This goal needs to be conveyed accordingly also to the people through risk and crisis communication, a task that confronts civil protection with new challenges in times of digital hazards surrounding cyber security and of digital chances – as well as risks – concerning the use of WEB 2.0 and the phenomenon of social media.

## 1. Der Mensch und seine Katastrophen

Im Mittelpunkt unserer gemeinsamen Bemühungen, egal ob Katastrophenforscher oder Katastrophenschützer, steht der Mensch. Genauer, die Aufgabe, die tatsächlich bedrohlichen Risiken und Gefahren für Mensch und Umwelt zu erkennen, zu analysieren, zu bewerten und Maßnahmen zur Risikominderung wie zur Bewältigung von doch eingetretenen Katastrophen zu entwickeln und umzusetzen. Denn ohne Menschen gäbe es kein Risiko, keine Gefahr, die zu erkennen, zu analysieren und der zu begegnen wäre. Mehr denn je gilt nach unseren heutigen Erkenntnissen, dass die Natur keine Katastrophen kennt, sondern nur der Mensch. Auf ihn wirken sie ein, seine Existenz bedrohen Katastrophen, die er aufgrund seiner Verhaltensweisen, seiner Entscheidungen, seiner Planungen nicht selten selbst verursacht; die aber auch von ihm beobachtet und kommentiert und letztendlich – in welcher Form auch immer – sozialisiert werden. Und weil die Rolle des Menschen in diesem Kontext so zentral ist, möchte ich ein paar Verse des Dichters und Literaten Eugen ROTH (1895–1976) anführen:

„Ein Mensch verspürt, meist unbewusst,  
Geheime Katastrophenlust:  
Mit Gruseln liest er in der Zeitung,  
Dass wo geplatzt die Hauptrohrleitung,  
Ein Riesenwald verbrannt durch Funken,  
Ein Schiff mit Mann und Maus gesunken,  
Ein Flugzeug im Gebirg' zerschellt –  
Kurz, was so vorkommt auf der Welt.  
Der Mensch liest dabei umso gern,  
Je grausiger es ist – doch ferner.  
Und schon ein Unmensch wär er, säh er,  
So schlimme Dinge lieber näher.  
Doch Mensch und Unmensch sind sich gleich:  
„Nur nicht im eigenen Bereich!“  
Da hemmt schon ein verrußter Ofen  
Jedwede Lust an Katastrophen.“ (ROTH 1935)

Was ROTH bereits 1935 in seinen *Ansichten und Einsichten* beschreibt, ist nichts anderes als eine kurze, humoreske Psychoanalyse, wie sie auch heute, allerdings durch neue Informations- und Kommunikationsmedien und neue Risiken und Katastrophenszenarien um das Vielfache verstärkt, gilt. Als Vertreter einer Katastrophenschutzbehörde im weitesten Sinne sind das Verständnis menschlicher Wahrnehmung und Verhaltensweisen von größter Bedeutung für unsere Aktivitäten. Nicht ohne Grund legt meine Behörde daher auf Themen wie die Psychosoziale Notfallversorgung sowie die Risiko- und Krisenkommunikation mit der Bevölkerung großen Wert und beschäftigt sich in entsprechenden Organisationseinheiten mit der Erarbeitung von Lösungsangeboten für die vielfältigen Fragen in diesem Kontext.

## 2. Die Arbeitsfelder des BBK

Das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) versteht sich als „Behörde im Dienste des Menschen“ – so auch der Titel eines unserer Jahresberichte. Dafür haben wir in den vergangenen acht Jahren seit Neugründung des Amtes Strukturen und Aufgabenbereiche aufgebaut, die ich hier nur ganz kurz anreißen möchte, um einen kleinen Einblick in die Arbeit dieser in Deutschland einmaligen Einrichtung zu geben.

2004 in der Folge der Anschläge von 9/11 und der Sommerhochwasser 2002 gegründet, hat das Amt im Wesentlichen vier Hauptgeschäftsfelder entwickelt: Es sind dies die Bereiche des *Risikomanagements*, des *Krisenmanagements*, der Initiierung von *Forschung und technischer Entwicklung* sowie der *Aus-, Fort- und Weiterbildung einschließlich Übungen*. Auf allen Feldern wird praxisorientierte Forschung und Entwicklung initiiert, um einer unserer zentralen Aufgaben, nämlich der Beratung von Bundes- und Länderressorts sowie von Kommunen und Organisationen, die für den Bevölkerungsschutz verantwortlich sind bzw. darin mitwirken, fachkompetent gerecht zu werden.

Neben der Beratung bietet das BBK aber auch ganz konkrete Hilfestellung an, wenn es zu Großschadenslagen und Katastrophen im In- oder Ausland gekommen ist. Mit dem Gemeinsamen Melde- und Lagezentrum von Bund und Ländern, dem GMLZ, und der IT-Anwendung für das Krisenmanagement, dem deutschen Notfallvorsorge- und Informationssystem, kurz deNIS, unterstützt das BBK u. a. das Lage- und Ressourcenmanagement, vor allem dann, wenn es um sehr spezielle oder um Mangelressourcen geht. Dies können z. B. zum Löschen von Waldbränden geeignete Fluggeräte sein, die dann via BBK auch quer durch Europa eingesetzt werden. Mit unserem Team von NOAH – der Koordinierungsstelle Nachsorge, Opfer- und Angehörigen-Hilfe – leisten wir Unterstützung im Bereich der Psychosozialen Notfallversorgung, wenn Bundesbürger im Ausland durch Katastrophen oder andere Ereignisse zu Schaden gekommen sind, wie z. B. auch jüngst bei der Havarie der „Costa Concordia“. Mit knapp 5000 Spezialfahrzeugen ergänzen wir den operativen Katastrophenschutz der Länder, vor allem in den Bereichen des Schutzes vor biologischen, chemischen, nuklearen und radiologischen Gefahren, beim Massenanfall von Verletzten und Erkrankten sowie im Brandschutz. Und *last but not least* bilden wir jährlich etwa 10 000 haupt- und ehrenamtliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aller Verwaltungsstufen von Bund, Ländern und Kommunen sowie der mit dem Katastrophenschutz befassten Organisationen an unserer Akademie für Krisenmanagement, Notfallplanung und Zivilschutz, der AKNZ in Bad Neuenahr-Ahrweiler, im oberen Segment der Fach- und Führungsausbildung aus und fort. Hierzu zählen Angehörige von Feuerwehren, Hilfsorganisationen, Technischem Hilfswerk, aber auch von Bundeswehr und Polizei, um dem gesamtstaatlichen Anspruch der Sicherheitsvorsorge gerecht zu werden. Querschnittlichkeit und Interdisziplinarität sind also ein ganz wesentliches Merkmal der Aufgaben des BBK.

Eine wichtige Basis für unsere Arbeit stellen *Risikoanalysen* dar, die wir im Hauptgeschäftsfeld Risikomanagement ebenso entwickeln, wie spezielle Analysen und Schutzkonzepte für sogenannte Kritische Infrastrukturen, die *Life Lines* unserer Gesellschaft. Und selbstverständlich gehört zum Risiko- wie zum Krisenmanagement die bereits erwähnte *Risiko- und Krisenkommunikation*, deren Erfordernisse wir mit den verschiedenen heute zur Verfügung stehenden Verfahren und Medien bedienen, wobei wir uns ganz aktuell auch den Herausforderungen, die die sogenannten *Social Media* mit sich bringen, stellen. Konkret ist z. B. die Entwicklung einer App für die Bürger mit dem Schwerpunkt der individuellen persönlichen Notfallvorsorge mit Selbstschutz- und Selbsthilfetipps in Arbeit.

Soweit ein *kleiner* Parforce-Ritt durch die Hauptgeschäftsfelder des BBK, an dem uns schwer zu erkennen ist, dass hier wissenschaftliche Erkenntnis und praxisorientierte Dienstleistungen im weiten Umfeld der Risiko- und Krisenvorsorge Hand in Hand gehen müssen. Die enge Kooperation von Wissenschaft, Forschung und Praxis ist deshalb für unsere Behörde unabdingbar.

### 3. Ganzheitlichkeit von Risiken, Risikoforschung und Bevölkerungsschutz

Auch wenn ein Schwerpunkt dieser Tagung bei den Naturgefahren liegt, die uns mit Blick auf den Klimawandel und die Zunahme von Wetterextremen auch langfristig herausfordern werden, ist Bevölkerungsschutz ein *ganzheitliches* Thema und kann, wenn Bevölkerungsschutz tatsächlich nachhaltig sein soll, nur *ganzheitlich* betrachtet werden. Gleiches gilt für die Risiken, mit denen sich die Menschheit heute und morgen auseinanderzusetzen hat. Ich möchte dazu einige gedankliche Fragmente skizzieren, die die Dimensionen heutiger und künftiger Risiken sowie die erforderlichen Strategien in einem modernen Bevölkerungsschutz darstellen sollen. Dabei wird die Notwendigkeit der Zusammenarbeit von Wissenschaft und Praxis gerade unter dem Aspekt des „*horizon scanning*“ deutlich werden, aber auch deren mögliche Grenzen, zumindest aber die Grauzonen der Wissensgenerierung.

Zunächst gehe ich von der gut begründbaren Annahme aus, dass wir in Deutschland im Allgemeinen über ein effektiv aufgestelltes System der Gefahrenabwehr verfügen. Im Bereich des Rettungsdienstes sowie des Brand- und Katastrophenschutzes können wir in der Regel singuläre Schadenslagen bis hin zu Großschadensereignissen oder zeit- und flächenmäßig begrenzten Katastrophen gut bewältigen. Der *World Risk Index* der UN (BIRKMANN et al. 2011), hier in Bonn am Institut für Umwelt und menschliche Sicherheit der Universität der Vereinten Nationen 2011 vorgestellt, bestätigt dies auch recht deutlich.

Mein „*horizon scanning*“ nimmt aber einen anderen Typus von Risiken und möglichen Katastrophen ins Visier, den wir bisher nicht kennen gelernt haben und der uns vor neue Herausforderungen stellen wird. Hierfür benötigen wir neben neuen technischen Ressourcen zur Katastrophenbewältigung vor allem auch analytisches Wissen, Verständnis von Prozessen und komplexen Zusammenhängen sowie eine optimierte Risiko- und Krisenkommunikation, aber auch eine effiziente Risikosteuerung.

#### 3.1 Dimensionen und Herausforderungen heutiger und künftiger Risiken

Gerade die *Komplexität hochtechnologischer Systeme und technischer kritischer Infrastrukturen* in Gesellschaften wie der unseren kann unter besonderen Umständen gravierende nationale Krisen oder Katastrophen begünstigen. Dies kann vor allem dann geschehen, wenn wichtige Fragen und Probleme der strukturellen, organisatorischen, sozialen und technischen Komplexität auf Dauer unbefriedigend und in entscheidenden Bereichen mangelhaft beantwortet werden. Um dies zu verhindern, ist es notwendig, die kognitiven sozialen Fähigkeiten zum Erkennen von krisenhaften Prozessen und Risiken zu entwickeln und auszubauen und für effektive Strategienbildung rechtzeitig einzusetzen. Wissenschaft und Forschung leisten hierzu einen unverzichtbaren originären Beitrag, der mit den Akteuren aus der Praxis regelmäßig und zielorientiert diskutiert und weiterentwickelt werden muss. Ein weiterer Grund für die hier nur kurz umrissene Krisenanfälligkeit ist die zunehmende *Verletzlichkeit* unserer Gesellschaftsstrukturen durch technische, ökonomische, politische und soziale Abhängigkeiten und Interdependenzen. Diese können im Ereignisfall oder in Verbindung mit schleichenden natürlichen, sozialen, technischen u. a. Prozessen zu sogenannten „Kaskaden- oder Domino-Effekten“ führen. Als Beispiel für eine solche technische Abhängigkeit möchte ich hier nur die Durchdringung nahezu sämtlicher Arbeits- und Lebensbereiche mit elektronischen Geräten und den vitalen Bedarf an einer lückenlosen, zuverlässigen Stromversorgung samt IT nennen.

Es ist eher unwahrscheinlich, dass Deutschland alleine durch ein originär singuläres und isoliertes Ereignis – wie z. B. einen Super-GAU in einem Kernkraftwerk oder einen Meteoreinschlag – in eine schwere nationale Katastrophe oder Krise stürzt. Eher ist davon auszugehen, dass das *Nichterkennen bzw. die Fehlbeurteilung* bestimmter Risiken, die *Verkettung* mehrerer daraus erwachsener Ereignisse und die Folgen von *schleichenden natürlichen, technischen, ökonomischen, politischen und sozialen Prozessen in Verbindung mit gravierenden Einzelereignissen* eine „Kritische Masse“ erreichen können, die die Qualitäten einer solchen Katastrophe besitzen, die dann nationalen Krisencharakter annimmt.

Zu den vorgenannten eher *schleichenden Prozessen* mit großem Risikopotential können vor allem folgende Prozesse – ohne systematische bzw. priorisierende Reihung – zählen:

- Der Prozess der *Globalisierung* mit Blick auf eine immer schneller und weiter reichende Mobilität z. B. bei der Verbreitung von Infektionskrankheiten und Flüchtlingsbewegungen; die Risiken einer zunehmend internationalisierten und privatisierten Wirtschaft betreffen den Bereich Kritischer Infrastrukturen sowie der weltweit wachsenden Abhängigkeit von mikroelektronisch basierten Techniken und Dienstleistungen ebenso wie die steigende Nachfrage nach – teilweise zunehmend begrenzt verfügbaren – Rohstoffen;
- oder der *Zerfall von Rechtsordnungen und Rechtsempfinden in instabilen Gesellschaften* und die internationale Verbreitung der Organisierten Kriminalität, häufig gekoppelt mit politischem und religiösem Extremismus;
- und schließlich so langfristige Prozesse wie der *demographische Wandel* oder eben der *Klimawandel*.

Ein potenzielles analytisches Unvermögen, derart komplexe hoch risiko- und krisenhafte Prozesse zu erkennen und mit einem Aufbau bzw. Erhalt von Ressourcen zur Krisenbewältigung gegenzusteuern, kann sich fatal auswirken.

Daneben gibt es *singuläre Risiken und daraus resultierende Ereignisse*, die in Verbindung mit den genannten schleichenden Prozessen eine nationale Katastrophendimension annehmen können. Dazu gehören meiner Meinung nach u. a.:

- Epidemien oder Pandemien;
- schwere, großflächig Infrastruktur zerstörende Extremwetterereignisse wie Stürme (man denke hier in Deutschland nur an „Kyrill“ oder „Lothar“), Extremniederschläge oder Hitze- und Dürreperioden;
- seismische Ereignisse;
- Industrieunfälle;
- Terroranschläge mit erfolgreicher Freisetzung chemischer, biologischer, radiologischer oder nuklearer Stoffe;
- und schließlich lang anhaltende, großflächige Strom- und IT-Ausfälle mit verschiedenen Ursachen wie Cyberattacken, sonstigem menschlichem oder technischem Versagen oder Naturkatastrophen.

Ich glaube, dass das Zusammenspiel der hier nur kurz exemplarisch aufgezählten Entwicklungen und Risiken national wie auch international eine sich gegenseitig verstärkende Wirkung eines Katastrophenkatalysators bewirken könnte.

### 3.2 Szenario einer Katastrophe mit Kaskadeneffekt

Ich möchte diese Aussage verdeutlichen, indem ich ein wenig – quasi auf dem Papier – mit diesen Risiken und Gefahren spiele und versuche, aus den mittel- und längerfristigen Prozessen und den gravierenden Einzelereignissen ein Szenario zu skizzieren, das eine echte Katastrophendimension, quasi eine „Wendung hin zum Niedergang“, erreicht.

Nehmen wir in diesem Zusammenhang (a) einen *Klimawandel* an, der mittel- und langfristig neben Rohstoffknappheiten, wie z. B. Trinkwasser, zu einer deutlichen Zunahme von extremen, vor allem atmosphärischen Naturereignissen, zu Migration und daraus folgenden verschärften internationalen Konflikten führen wird, aber auch die Verbreitung von Krankheiten, einschließlich schwerer *Pandemien*, begünstigen kann. Eine solche gravierende *Pandemie* – z. B. eine Influenza mit aggressiven Virenstämmen – führt bei unvorbereitetem Auftreten in hiesigen Gesellschaften zu einer schwerwiegenden Erkrankung von bis zu 50 % der *Bevölkerung*, gegebenenfalls mehr. Nehmen wir also an, in Europa rollte eine schwere Influenza-Pandemie. Durch eine solche Erkrankungsquote werden bereits heute schon enge *Personalressourcen* von Spezialisten in wichtigen *Versorgungseinrichtungen* hart getroffen, da diese aufgrund zunehmender Ökonomisierungsprozesse bereits im Normalbetrieb ohne oder aber mit nur geringen Redundanzen und Reservekapazitäten arbeiten.

Spielen wir weiter und nehmen (b) in Verbindung mit einem weiteren singulären Extremereignis, möglicherweise in Folge des *Klimawandels*, einen sehr starken, Infrastruktur zerstörenden Wintersturm an. Dieser führt analog dem Echtereignis im Münsterland 2005 zu einem lange anhaltenden und großflächigen, mehrere Bundesländer betreffenden *Stromausfall*, in dessen Folge die gesamte Informations- und Kommunikationstechnik sowie weite Teile der bereits durch die Pandemie schwer eingeschränkten Versorgungsinfrastrukturen zusammenbrechen.

Bringen wir nun (a) und (b) mit (c) der *Bevölkerung* zusammen, die mangels nicht vorhandener privater Notfallvorsorge und nicht vorhandener Selbsthilfekompetenzen von den Ereignissen massiv getroffen wird und die in kurzer Zeit auch aufgrund der noch kaum untersuchten Verletzlichkeiten unserer Logistikketten über keine ausreichenden *Nahrungsmittel- und Energieressourcen* sowie Medikamente und andere wichtige Bedarfsmittel mehr verfügt. Öffentliche Strukturen brechen zusammen und werden nur dort einen einigermaßen funktionierenden Notdienst anbieten können, wo Vorsorge – z. B. der Aufbau einer ausreichenden Notstromversorgung, eine umfassende Pandemieplanung, das Vorhalten von Redundanzen etc. – getroffen wurde. Dies trifft gleichermaßen auf Behörden wie auf private Dienstleister und letztendlich den Bürger zu.

„Gerüchte“ und Halbwahrheiten machen die Runde und können nicht entkräftet werden: Es fehlen die alle Haushalte erreichenden öffentlichen Informationsstränge wie Radionachrichten, „Tagesschau“, „heute“ oder „Landesschau“; die Krise verschärft sich durch Informationsunsicherheit.

Das Gedankenspiel geht weiter. Natürlich blüht (d) durch die Versorgungsengpässe der „Schwarze Markt“; die Organisierte Kriminalität breitet sich aus, z. B. beim Schwarzhandel mit lebenswichtigen Medikamenten sowie anderen wichtigen Gütern. Die *Rechtsordnung* beginnt Risse zu bekommen, da *Sicherheit und Ordnung* nicht mehr überall gewährleistet werden können.

Und – nicht zuletzt – sind (e) die *Personalressourcen der Krisenbewältigungskräfte*, d. h. von Polizei, Feuerwehren, THW, Armee, privaten Hilfsorganisationen, Ärzteschaft und ande-

ren Heil- und Hilfsberufsgruppen, durch dieses Mischszenario selbst massiv eingeschränkt. Die *Material- und Personalressourcen* sind für ein solches Szenario zum Teil nicht ausgelegt, da der Fokus der Ereignisbewältigung im Katastrophenschutz in der Regel auf singulären, lokal begrenzten Kurzzeitereignissen liegt.

Die „Kritische Masse“ und damit eine echte Katastrophen- und Krisendimension werden spätestens beim Zusammentreffen solcher zweier eher als singulär empfundener Ereignisse, die jedoch die Folge von gravierenden schleichenden Prozessen sind, erreicht. Verschärfend kommen weitere schleichende Prozesse und deren Folgen hinzu, wie die defizitäre Selbsthilfefähigkeit der Bevölkerung, die ökonomisch bedingte Mangelsituation in den Infrastrukturunternehmen hinsichtlich Redundanzen und Vorsorgeleistungen sowie die mittlerweile strukturelle Abhängigkeit der Gesellschaft von lebenswichtigen Versorgungseinrichtungen. Und dass dies keine Apokalypse ist, sondern durchaus vorstellbare Realität, wissen wir alle spätestens seit „Fukushima“. Einem solchen Szenario kann nur durch eine umfassende frühzeitige Vorsorgeleistung erfolgreich begegnet werden. Dem Risikomanagement und der Risikosteuerung in Unternehmen, Behörden, anderen Institutionen und der Öffentlichkeit kommt daher lange vor Ereigniseintritt immense Bedeutung zu.

Um mit dem Katastrophenforscher Dr. Wolf DOMBROWSKY zu sprechen, meine ich, dass es bei der künftigen Betrachtung von echten Katastrophen höchste Zeit ist, endgültig Abschied von den „Dampfkesselexplosionen“ und mechanischen Unfallereignissen des Industriealters zu nehmen, denen das real existierende Risiko- und Katastrophenmanagement in seinem Denken bis heute in Teilen verhaftet ist und die es auch zweifelsohne gut beherrscht.

### *3.3 Risikoforschung und Katastrophenmanagement: Notwendigkeiten und Grenzen in der Zusammenarbeit von Wissenschaft und Praxis*

Unsere Chance, mit den neuen Risiken richtig umzugehen, besteht meiner Meinung nach darin, die tatsächliche Komplexität der Welt von Heute und Morgen und die damit verbundenen prozessual schleichenden Risiken, ihre explosionsartigen Manifestationen und existenziellen Gefahren zu erkennen, zu analysieren, zu bewerten und in das öffentliche Bewusstsein zu rücken. Diese Komplexität und ihre Folgen wurden in weiten Teilen von Menschen erzeugt und werden von ihnen beeinflusst; sie sind nicht schicksalhaft: Fehlentwicklungen können korrigiert, verhindert oder gemildert werden. Die richtige Auswahl der richtigen Szenarien, ihre analytische Erklärung und ihr Verständnis tragen so schon die richtigen Lösungsansätze in sich: Es gilt sie bewusst wahrzunehmen, weiterzuentwickeln und die richtigen Schlüsse daraus zu ziehen.

An dieser Stelle nun setzt auch die Arbeit des Bevölkerungsschutzes im Allgemeinen und des BBK im Besondern und in *enger Zusammenarbeit mit der Wissenschaft* an. Egal, ob Hochwasser und Sturmfluten, großflächige Zusammenbrüche des Stromnetzes, terroristische Anschläge oder Massenerkrankungen durch eine Pandemie: Wenn es denn dann wirklich „gekracht hat“ oder „passiert ist“, wollen die betroffenen Menschen schnelle und effektive Hilfe durch ein optimales Zusammenwirken *aller Akteure* im Bevölkerungsschutz.

Konkurrenzgerangel, Koordinierungsmängel und Kommunikationsdefizite zwischen den Akteuren, aber auch in der Öffentlichkeit krass widersprechende Expertenmeinungen gehören zu den „Todsünden“ eines wirkungsvollen Bevölkerungsschutzes. Diese Defizite sind durch ein geübtes Zusammenspiel aller Kräfte und eine gute Risiko- und Krisenkommunikation abzubauen. Zu Letzterer zähle ich auch eine in Teilen noch zu optimierende Kommunikation

zwischen Wissenschaft und Praxis, sprich zwischen Forscher und Katastrophenschützer, da auf diesem Sektor oftmals *ohne genaue Kenntnis voneinander* vorbeigeredet oder aber die Sprache des jeweils anderen Akteurs nicht oder falsch verstanden wird.

Die Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der einzelnen Teilsegmente des Bevölkerungsschutzes, den Rettungsdienst, den Brand- und Katastrophenschutz, die Katastrophenvorsorge und auch im weiteren Sinne die dazugehörige Katastrophenforschung, sind in den letzten Jahren deutlich gestiegen und werden aufgrund der zu erwartenden Situationen auch weiter steigen. Erfolgreich begegnen kann man dem nur mit effektiven, aufeinander abgestimmten Strategien mit kurz-, mittel- und langfristigen Komponenten. Bevölkerungsschutz, d. h. der ursachenunabhängige Schutz der Menschen einer Zivilgesellschaft vor den ihr drohenden Gefahren, ist eine der vornehmsten Aufgaben des Staates. Er ist gleichzeitig eine *ideelle Gemeinschaftsaufgabe*, zu deren Erfolg alle Beteiligten, kommunale und staatliche Behörden, öffentliche und private Hilfeleistungsorganisationen, Wissenschaft und Forschung, aber auch der Bürger im Rahmen seiner persönlichen Notfallvorsorge konstruktiv zusammenwirken müssen. Bund und Länder haben daher nach den Anschlägen vom 11. September 2001 und den katastrophalen Hochwasserlagen vom Sommer 2002 eine „Neue Strategie zum Schutz der Bevölkerung in Deutschland“ verabschiedet, die den gesamtgesellschaftlichen Ansatz eines modernen Bevölkerungsschutzes fortgeschrieben und weiterentwickelt hat. Kernpunkte dieser neuen Strategie sind u. a. die Erarbeitung von elementaren umfassenden Risikoanalysen für den Bevölkerungsschutz, deren Methodik *auf der Grundlage wissenschaftlicher Erkenntnisse* im BBK praxisorientiert weiterentwickelt wurde.

Weiter gehören dazu ein verbessertes Informations- und Kommunikationsmanagement sowie eine verbesserte Koordinierung von Hilfeleistungsressourcen. Mit Schutzkonzepten, einer Vorsorgeplanung sowie der Vorhaltung von modernen technischen Instrumenten, wie dem GMLZ, dem Informationssystem deNIS und dem satellitengestützten Warnsystem, leistet der Bund hier einen großen materiellen Beitrag. Ebenso durch die Bund und Länder umfassende Stabsrahmenübung LÜKEX, die bereits seit Beginn 2005 auf komplexen Szenarien aufsetzt und damit das notwendige „horizon scanning“ an die Basis des Katastrophenschutzes zu bringen versucht.

Und nicht zuletzt setzt das BBK gemeinsam mit der Universität Bonn auch einen akademischen Ansatz in der Lehre um. Berufspraktiker werden durch den Weiterbildungsstudiengang Katastrophenvorsorge- und -management, kurz „KaVoMa“, zum Katastrophenmanager mit Masterabschluss weitergebildet, um mit interdisziplinärem Know-how den Risiken der Zukunft begegnen zu können. Und das ist nur ein anschauliches Beispiel für ein fruchtbares Zusammenwirken von Wissenschaft und Praxis im Bevölkerungsschutz. Mit einer Reihe weiterer Universitäten und Hochschulen in Bremen, Hamburg, Magdeburg, Wuppertal und Köln, die spezielle Studiengänge mit bevölkerungsschutzspezifischer Schwerpunktsetzung anbieten, verbinden uns enge Kooperationen, die wir durch gemeinsame Forschungsvorhaben, Beiträge zu den Studiengängen und einen gegenseitig befruchtenden Austausch zwischen Praxis und Wissenschaft aktiv fördern und ausbauen. Besonders stolz sind wir auf unsere alle zwei Jahre stattfindende „Sommerakademie“ an unserer eigenen Bildungseinrichtung der AKNZ, der Akademie für Krisenmanagement, Notfallplanung und Zivilschutz in Bad Neuenahr-Ahrweiler. In einem zweiwöchigen praxisorientierten Intensivkurs lernen Studierende aus aller Welt die Grundlagen des Bevölkerungsschutzes. Neben der Teilnahme an vielfältigen Fachvorträgen in Deutsch und Englisch schlüpfen sie dabei in verschiedene Rollen, leiten einen Einsatz von Hilfskräften nach einer Naturkatastrophe, organisieren das Leben einer Großstadt

während eines Stromausfalls oder stehen als Bürgermeister einem Kamerateam Rede und Antwort. Auch dies ist ein anschaulicher Beweis dafür, dass Wissenschaft durch die Praxis aus dem oft zitierten „akademischen Glasturm“ in die Realität herunter-, zugleich aber auch die Praxis aus den Niederungen des Einsatzgeschehens durch wissenschaftliche Erkenntnisse heraufgeführt und damit für den Ernstfall optimiert werden kann.

Das BBK versteht sich im Kontext der neuen Strategie als zentraler Dienstleister des Bundes für alle Verwaltungsebenen in Deutschland, aber auch für die Wirtschaft und die Industrie, vor allem die Betreiber Kritischer Infrastrukturen. Diese Befähigung resultiert aus seiner fundierten → Planungs- und Konzeptkompetenz, seiner → Ausbildungs- und Übungskompetenz, seiner → Prognose-, → Informations- und Kommunikationskompetenz sowie aus seiner Kompetenz im Bereich der Initiierung von Forschung und Entwicklung. Die vorhin von mir genannten real existierenden schleichenden und akuten Risikoszenarien werden vor allem bei Überschneidungen das gesamte Katastrophenmanagement vor immense Herausforderungen stellen. Diesen transnational wie transadministrativ ablaufenden Prozessen mit ihren regionalen und lokalen teils völlig unterschiedlichen Auswirkungen kann nur durch gemeinsame Anstrengungen aller Akteure auf allen Ebenen erfolgreich begegnet werden.

### *3.4 Risiko- und Krisenkommunikation*

Kooperationen, zielgerichtete Information und Kommunikation sowie der Aufbau und die Pflege von Netzwerken sind wichtige Elemente für die gemeinsame Fortentwicklung und die Erarbeitung neuer Strategien für das Risiko- und Katastrophenmanagement.

Daher möchte ich zu dem ungemein wichtigen Aspekt der Risiko- und Krisenkommunikation noch einige ausführlichere Bemerkungen machen. Nicht zuletzt aufgrund der Katastrophen, die alleine in den beiden letzten Jahren die Welt heimgesucht haben, ist sich die Fachwelt sehr schnell darüber einig geworden, wie ungemein wichtig es in der heutigen Zeit ist, nicht erst nach dem Eintritt von Katastrophen oder Krisen miteinander zu sprechen. Für erfolgreiches Handeln ist es von größter Bedeutung, bereits im Vorfeld von möglichen Schadensereignissen über Risiken und Risikovermeidung, aber auch über Risikoakzeptanz und Eigenverantwortung aller gesellschaftlichen Akteure transparent zu kommunizieren. Für uns als Vertreter des Staates ist der Grundsatz zu beachten, dass die richtige Kommunikation über Risiken und die Gewährleistung von Transparenz im Kommunikationsprozess die grundlegenden Voraussetzungen sind, um Vertrauen in das staatliche Gemeinwesen und damit auch in die Aktivitäten des Staates zu schaffen und in einer Krise zu erhalten. Vertrauen, ein ganz wichtiges Grundgefühl, ohne das ein Gemeinwesen auf Dauer nicht erfolgreich bestehen kann und das vor allem in Krisenzeiten ein besonders hohes, aber eben sehr verletzlich Gut darstellt, das, ist es erst einmal zerstört oder unzureichend vorhanden, schwer aufzubauen ist.

Vertrauen ist gerade auch in Zeiten notwendig, in denen eine Vielzahl von tatsächlichen oder „gefühlten“ Katastrophen dieses noch junge Jahrtausend auch in Industriestaaten heimgesucht scheint. Diese Ereignisse, ich erinnere nur an Fukushima, EHEC oder die Anschläge von Oslo, die Berichterstattungen über sie und der teils negative Tenor über angeblich unzureichenden Schutz und mangelnde Sicherheit verunsichern die Menschen weltweit, auch hier in Deutschland. Elektronische Massenmedien und die individuelle Rundumverfügbarkeit von Informations- und Kommunikationstechnologien und -kanälen tragen ihr Übriges dazu bei, dass wir heute alle nahezu in Echtzeit Zeugen grausamster Taten und schlimmster Katastrophen werden; dabei werden wir gleichzeitig mit einer Vielzahl von Fragen nach Ursachen und Erklärungs-

mustern konfrontiert. „Kann das auch hier passieren? – Bin auch ich betroffen? – Was kann ich tun? – Was macht der Staat, um mich zu schützen?“ sind Fragen, die wohl jedem Bürger beim Anblick der Schreckensbilder von Fukushima bis Oslo durch den Kopf gegangen sein dürften. Wir, die Behörden, müssen diese Fragen der Bürger, die durch die Medien aufgenommen und hundertfach verstärkt in den öffentlichen Raum transportiert werden, ernst nehmen und im ehrlichen Dialog beantworten. Auch dafür benötigen wir die Wissenschaft und die Erkenntnisse, die uns zielgerichtete Forschung liefern kann. Staat, Bürger, Medien, Wirtschaftsunternehmen, Wissenschaft und Forschung sowie andere Akteure müssen sich hier aufeinander zu bewegen und auch in der Gefahrenvorsorge Formen der Arbeits- und Aufgabenteilung finden. Dem vermeintlichen oder tatsächlichen gesellschaftlichen Trend, Verantwortung an jeweils andere abzugeben und sich auf die Rolle des Zuschauers oder bloßen Kommentators zurückzuziehen, ist entschlossen entgegenzutreten. Im Rahmen eines vertrauensbildenden Prozesses, dessen Basis eine kluge und nach allen Seiten hin offene Kommunikation ist, sind alle relevanten Akteure einzubinden. Risikokommunikation hat heute für uns alle einen wesentlich höheren Stellenwert als in früheren Zeiten. Dies hat etwas mit der sogenannten „Risikogesellschaft“ zu tun, die spätestens durch Ulrich BECK (1986) ihren Eingang in die wissenschaftliche wie in die politische und mediale Welt gefunden hat, die aber auch ein Paradoxon unserer Zeit widerspiegelt. Zwar ist unser Leben in vielen Bereichen des Alltags heute sicherer denn je geworden; ich denke nur an die hohen Sicherheitsstandards in der Arbeitswelt, dem Verkehr, der Lebensmittelversorgung sowie an unsere sehr gute Gesundheitsversorgung. Zugleich stehen aber heute Risiken und Gefahren in der öffentlichen Debatte, auf die der Einzelne keinen oder nur einen sehr begrenzten Einfluss hat: Risiken und Gefahren, die grenzüberschreitend, ja global auftreten, und die im schlimmsten Fall das Leben auf dem gesamten Planeten bedrohen können. In diesem Zusammenhang kommt *vor allem den Vertretern der Wissenschaft* eine sehr verantwortungsvolle Rolle zu, durch exakte, umfassende und für Politiker und Behördenvertreter verständliche und nachvollziehbare Expertise ihren Beitrag für eine erfolgreiche Risikokommunikation in professionellem Zusammenspiel mit den Medien zu leisten.

Über jedes oben genannte Risiko, über jede potenziell auftretende Gefahr kann sich der Bürger heute aus vielfältig vorhandenen und meist sofort verfügbaren Informationsquellen kundig machen. Dies gilt für den Alltag, erst recht aber für den Fall von Schadensereignissen, Katastrophen oder Krisen. Gerade im Katastrophenfall sind wir es in der Informations- und Mediengesellschaft gewohnt, auf zahlreichen Kanälen und Wegen das Geschehnis oftmals in Echtzeit mitzuerleben und in kürzester Zeit einer wahren Informationsflut über vermeintliche, spekulative oder tatsächliche Ursachen, Folgen und Schuldige ausgesetzt zu sein. Insbesondere für jüngere Bevölkerungsgruppen spielen dabei sogenannte „Social Media“, wie beispielsweise Facebook oder Twitter, eine besondere Rolle. Informationen werden einerseits mit einer ungeheuren Geschwindigkeit weitergegeben, andererseits haben staatliche, von Amts wegen ergehende oder verifizierte Informationen große Schwierigkeiten, sich Gehör zu verschaffen. Sowohl die extreme Geschwindigkeit als auch die Vielfalt der im Wettbewerb stehenden Medien und deren Motivationen bieten neben ihren Chancen und ihrer Bedeutung für eine offene pluralistische Gesellschaft auch die Gefahr der Informationsüberflutung, der Individualisierung und Subjektivierung der Berichterstattung. Darüber hinaus besteht die Gefahr der Vernachlässigung der Informationsqualität im Hinblick auf Richtigkeit und Vollständigkeit.

Staatliche bzw. behördliche Informations- und Kommunikationspolitik droht hier schnell abgehängt und umgangen zu werden. Sie muss sich daher auf diese neuen Rahmenbedingungen der Informations- und Nachrichtenvermittlung dringend einstellen. Von besonderer

Brisanz wäre, wenn sich im Krisenfall diametral entgegengesetzte Aussagen von staatlich-öffentlicher und privater Seite über Ursachen, Folgen und Verantwortlichkeiten der Krise gegenüberstünden. Ein solches Ereignis könnte im schlimmsten Fall ein politischer GAU sein, wenn die Bevölkerung den staatlichen Aussagen ungeachtet ihrer Richtigkeit nicht mehr glaubt und damit ein kaum wieder gut zu machender Vertrauensverlust um sich greift. Eine langfristige Zusammenarbeit von Medien, Staat und Bürger sowie Wirtschaft und Wissenschaft kann dafür Sorge tragen, dass dieses Risiko, wenn auch nicht ausgeschlossen, so aber wenigstens reduziert werden kann. Gerade um diese in die Wege zu leiten, kommen wir heute zusammen. Dabei kommt dieser Zusammenarbeit der Akteure nicht erst im Krisen- oder Katastrophenfall eine besondere Bedeutung zu, sondern setzt, wie bereits erwähnt, bereits im Vorfeld, im Alltag, eine zumindest in den Grundzügen gemeinsam abgestimmte, nachhaltige und transparente Risikokommunikationsstrategie voraus.

In einer pluralistischen und offenen Gesellschaft hat der Staat viele Gesprächs- und Ansprechpartner. Innerhalb des föderalen Staates selbst sind dies Bund und Länder einschließlich der Kommunen. Hinzu kommen die Wirtschaft, die Infrastrukturunternehmen, die Medien, die Wissenschaft, die Bürger als Ganzes sowie ihre verschiedenen Interessensgruppen, wie z. B. Bürgerinitiativen. Grundsätzlich muss der Staat alle Akteure, alle Gruppen im Zuge der Entwicklung einer nachhaltigen Risiko- und Krisenkommunikationskultur ansprechen und als Partner zu gewinnen suchen. Die Ansprache dafür ist unterschiedlich und zielgruppenspezifisch; dabei gilt es jedoch auch, eine gemeinsame Verständnisebene zu finden. Diese Ebene heißt *Vertrauen* in gegenseitiges Handeln, um Risiken in Deutschland zu erkennen, zu behandeln, zu minimieren und Krisen sowie Katastrophenlagen optimal zu meistern. All dies sind Schritte zu unserem Ziel, das damit allerdings weder bereits erreicht wird noch gar dauerhaft erreicht bleibt.

Dass eine dauerhafte gute Risikokommunikation eine unabdingbare Voraussetzung für eine erfolgreiche Krisenkommunikation im Ereignisfall ist, ist für die Experten mittlerweile eine grundlegende Erkenntnis. Die Schnittstellen und Schnittmengen zwischen Risiko- und Krisenkommunikation sind groß und fließend. Und daher möchte ich hier eindringlich wiederholen, dass die Krisenkommunikation nur gelingen und zum Bewältigen der Krise konstruktiv beitragen wird, wenn lange vor einem Ereigniseintritt eine gute und auf Vertrauen basierende Risikokommunikationskultur besteht. Für den Staat ergeben sich aus dem von mir bislang Vorgetragenen eine Menge Aufgaben und Verpflichtungen. Doch welche Erwartungen hat der Staat an die anderen Akteure, allen voran an die Bürger, die Medien, die Unternehmen und an die Vertreter der Wissenschaft?

Eine Grundvoraussetzung, um unser gemeinsames Ziel, durch Transparenz und Vertrauen Risiken erfolgreich zu begegnen, zu realisieren, ist die Bereitschaft zum gegenseitigen Zuhören und miteinander sprechen. Nicht übereinander zu reden, sondern miteinander in einen Dialog, in Kommunikation zu treten ist zielführend. Ich plädiere z. B. sehr dafür, dass es uns gelingt, gemeinsam mit zu gewinnenden Medienanstalten und Einrichtungen über die bereits erwähnten Informations- und Kommunikationsleitlinien zu Themen der Risikovermeidung und Krisenbewältigung zu sprechen. Medien sind zentrale Informationsvermittler und tragen heute mehr denn je zur Meinungsbildung und zum Verhalten der Bevölkerung bei. Wenn die Medien hier ihrem Grundauftrag verantwortungsbewusst nachkommen und durch objektive Aufklärung über Risiken und Gefahren und den verantwortungsvollen Umgang mit diesen ihren Beitrag leisten, haben wir mit Blick auf Angstbekämpfung und gewünschte gesellschaftliche Stabilisierungseffekte sehr viel gewonnen.

Ich möchte an dieser Stelle eine persönliche Meinung äußern: Ich würde mich freuen, wenn in der Berichterstattung wieder mehr die gute alte journalistische Gepflogenheit geachtet würde, einerseits sachlich-objektiv über Ereignisse zu berichten und andererseits für den Konsumenten sichtbar getrennt davon durchaus sehr persönlich zu kommentieren. Beides, objektive Berichterstattung und subjektiven Kommentar, zu vermischen, ist gerade in unserem heutigen Kontext kontraproduktiv.

Der Wissenschaft und den Forschern bin ich für ihr sehr großes Engagement und ihren oft jahrzehntelangen Langmut dankbar. Beides hat dazu geführt, dass wir heute viele Risiken erkennen, analysieren und behandeln können und daraus viel gelernt haben, wie wir mit Risiken umzugehen und wie wir Katastrophen und Krisen effektiv zu bewältigen haben. Darüber hinaus haben wir aus der Kommunikationsforschung Vieles gelernt, das uns heute hilft, deutlich effektivere Risiko- und Krisenkommunikationsstrukturen aufzubauen, als dies noch in den 1970er und 1980er Jahren und den damals sehr polarisierenden Kontroversen über Risiken, vor allem im Technikbereich, der Fall war.

Ich möchte an dieser Stelle aber auch einen *kritischen Gedanken* anführen: Gerade bei Ereignissen von großem Medieninteresse würde ich mir mit Blick auf eine transparente Risiko- und Krisenkommunikation wünschen, dass wissenschaftliche Expertenmeinungen in den Medien, nicht zuletzt aufgrund des sich schnell zur Verfügung stellenden, mittlerweile schier unübersehbaren und oftmals sehr wissenschaftlich gebenden Expertenheeres, für den Bürger wie auch für den Politiker verständlicher, nachvollziehbarer und eindeutiger geäußert werden, als es derzeit zum Teil der Fall ist. Manchmal denke ich, dass es gerade für Wissenschaftler sinnvoller und auch ehrbarer sein könnte, nicht sofort und zu jedem Thema mit dem zur Schau gestellten Habitus der Expertise vor die Kameras zu treten, sondern lieber Aussagen zu treffen, die auf profunder Kenntnis der Situation und umfassender Analyse beruhen. Zu einer wirkungsvollen Kommunikation gehört aber auch, dass sich die unterschiedlichen Akteursgruppen, von Nuancen abgesehen, uneingeschränkt verstehen. Verstehen heißt dabei nicht von vorneherein dem Gegenüber auch zuzustimmen. Wissenschaftler und Praktiker sowie Behördenvertreter sprechen oftmals eine unterschiedliche Sprache, die nicht selten genug einen kundigen Übersetzer benötigt, der als Dolmetscher und Mittler fungiert und die Akteure so einander näher bringt. Das BBK verstehe ich aufgrund seiner Interdisziplinarität, seiner fruchtbaren Mischung aus wissenschaftlich gebildeten und praxisorientierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern als solch einen Dolmetscher und Vermittler zwischen den Welten und biete gerade auch den Vertretern der Wissenschaft diese Funktion gerne an.

Es ist eine volkswirtschaftlich alte Weisheit, dass Prävention und Risikominimierung auf Dauer immer kostengünstiger sind, als unvorbereitet mit Schadensbekämpfung und Schadensbewältigung konfrontiert zu werden. Zwar sind wir hier auf einem guten Weg, aber das Ziel bestmöglicher Prävention haben wir noch nicht erreicht.

#### 4. Resümee

Risikoforschung, Risikoanalyse, Risikomanagement und die ihr immanent innewohnende Risikokommunikation sind hervorragende Instrumente, Prävention und Vorsorge auch bei uns weiter voranzubringen. Sie sind in der Lage, durch ein geübtes Zusammenspiel der erforderlichen Akteure und Kräfte einen nachhaltigen Beitrag zu liefern, Schadenslagen, Katastrophen und Krisen zu reduzieren, erfolgreich zu bewältigen und den Wiederaufbau mit gelernter Lektion

und vorausschauend in Angriff zu nehmen. Alle Akteure, die in einen solchen Prozess eingebunden sind und ihren Beitrag zum Gelingen leisten können, werden sich vom jeweils anderen Partner nicht nur ernst genommen fühlen, sondern ihren Vertrauensvorschuss, den sie dem anderen zu geben bereit sind, aufstocken. Diese Form der Vertrauensbildung bildet den nötigen Kitt, der die Gesellschaft grundsätzlich zusammenhält und der sie gerade in Katastrophen- und Krisenzeiten noch enger zusammenschweißt. Neben dem volkswirtschaftlichen Aspekt bietet gute Risikokommunikation damit auch einen die Gesellschaft stabilisierenden Mehrwert, der nicht hoch genug geachtet werden kann. In diesen beiden Tagen werden verschiedenste Aspekte rund um die Risikoforschung und das Risikomanagement beleuchtet werden. Vieles von dem hat mal mehr, mal weniger mit Psychologie, mit Wahrnehmung und mit Kommunikation zu tun. Ich möchte meinen Beitrag ähnlich wie am Anfang mit dem Zitat eines deutschen Dichters schließen, den man zunächst kaum mit unseren Themen in Verbindung bringen würde.

Wilhelm BUSCH (1832–1908) bringt jedoch sowohl die Notwendigkeit des gegenseitigen Vertrauens als auch des miteinander Kooperierens in einem kurzen Vers sehr gut zur Geltung und benennt die Konsequenzen schlechter Risiko- und Krisenkommunikation, wie man sie kürzer und prägnanter kaum besser umschreiben könnte.

„Wer andern gar zu wenig traut,  
hat Angst an allen Ecken;  
wer gar zu viel auf andre baut,  
erwacht mit Schrecken!“ (BUSCH 1909)

Ich wünsche uns allen, dass wir, um eben nicht mit Schrecken vor oder gar in der nächsten Katastrophe zu erwachen, noch mehr aufeinander zugehen, noch mehr voneinander lernen, wir unser gegenseitiges Vertrauen weiter wachsen lassen und wir mit Hilfe einer gut entwickelten Risiko- und Krisenkommunikation sowie einem auf solider wissenschaftlicher Basis entwickelten und von der Praxis vollumfänglich akzeptierten Risiko- und Krisenmanagement gut gerüstet sind, den Risiken der Zukunft erfolgreich zu begegnen.

Und sollte es doch zur Katastrophe kommen, die wir mit Blick auf die Wahrscheinlichkeiten nie gänzlich ausschließen können, sollten wir dank der guten Kooperation zwischen Wissenschaft und Praxis in der Lage sein, das Beste daraus zu machen: sie effektiv bewältigen und nachhaltige Lehren daraus ziehen.

## Literatur

- BECK, U.: Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne. Frankfurt (Main): Suhrkamp 1986  
BIRKMANN, J., WELLE, T., KRAUSE, D., WOLFERTZ, J., SUAREZ, D.-C., and SETIADI, N.: WorldRiskIndex: Concept and results. In: *Alliance Development Works* (Eds.): *The WorldRiskReport 2011*; pp. 13–42. Berlin: Bündnis Entwicklung Hilft 2011  
BUSCH, W.: Schein und Sein. Nachgelassene Gedichte. München: Lothar Joachim Verlag 1909  
ROTH, E.: Ansichten und Einsichten. Stuttgart: Europäischer Buchklub 1967

|                                          |                                  |
|------------------------------------------|----------------------------------|
| Ralph TIESLER                            |                                  |
| Vizepräsident des Bundesamtes für        |                                  |
| Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe |                                  |
| Provinzialstraße 93                      | Tel.: +49 228 995503600          |
| 53127 Bonn                               | Fax: +49 228 995503650           |
| Bundesrepublik Deutschland               | E-Mail: pressestelle@bbk.bund.de |



## **Risikoermittlung und Risikobewertung aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht**

Heinz-Willi BRENIG (Köln)

Mit 10 Abbildungen und 2 Tabellen

### *Zusammenfassung*

Methoden und Vorgehensweisen zur Risikoabschätzung und -bewertung industrieller Anlagen und Prozesse werden seit vielen Jahren mit Erfolg eingesetzt. Bei der Beurteilung konkreter industrieller Vorhaben im Rahmen einer Anlagenzulassung stehen die technischen, organisatorischen und das Sicherheitsmanagement betreffenden Fragen im Vordergrund. In der Raumordnung und Bauleitplanung geht es insbesondere um Schutzabstände zwischen industrieller und wohnlicher Nutzung im Sinne sekundärer Schutzmaßnahmen, ergänzend zu den technischen und sonstigen Maßnahmen der Anlagenauslegung. Bei der Betrachtung unter dem Gesichtspunkt des Katastrophenschutzes nehmen Kriterien für eine eventuelle Evakuierung der Bevölkerung einen breiten Raum ein. Zunehmend werden die etablierten qualitativen/quantitativen Verfahren nicht nur zur Beurteilung von technischen Risiken eingesetzt, sondern z. B. auch zur Analyse und Bewertung der Gefahren für die Bevölkerung durch den Ausfall kritischer Infrastrukturen, zur Bewertung der Auswirkungen des Klimawandels sowie zur Sicherheitsbetrachtung von Großveranstaltungen. Die vorhandenen Methoden müssen daher weiterentwickelt und an die neuen Randbedingungen angepasst werden. Im Mittelpunkt stehen dabei der Umgang mit offenen Systemgrenzen und sich zeitlich verändernden Randbedingungen (dynamische Prozesse) sowie die Weiterentwicklung des Vulnerabilitätsansatzes.

### *Abstract*

Methods and procedures for risk assessment and evaluation of industrial installations and processes have been used with success for many years. In assessing specific industrial projects in the context of approval of installations, relevant technical, organizational and security management questions are in the foreground. In the land use planning and area development process in particular protection distances between industrial and residential areas are postulated as secondary protective measures, in addition to technical and other measures in plant design. From the point of view of civil protection, criteria for a possible evacuation of the population engage a wide area. Established qualitative/quantitative procedures are increasingly used not only for the evaluation of technical risks, but also to analyze and assess the hazards to the population because of failures of critical infrastructures, to evaluate the impact of climate change, as well as to the safety assessment of major events. Therefore the available methods must develop further and adapt to the new conditions. Development and adaption has to be focused on handling open system boundaries and time changing boundary conditions (dynamic processes) as well as the enhancement of the vulnerability approach.

## **1. Einleitung**

Industrie, Handel und der Dienstleistungssektor sind immer höheren Risikopotenzialen ausgesetzt. Risiken belasten die Unternehmensziele, aber auch unmittelbar betroffene Personen, die Umwelt und gesellschaftliche Strukturen. Beim Risikomanagement geht es grundsätzlich darum, das Risiko von Prozessen, Systemen und Anlagen zu minimieren und dadurch die Sicherheit zu verbessern. Ziel des Risikomanagements ist es, das Restrisiko auf ein akzeptables Maß zu beschränken.

Gesetze, Richtlinien und Normen sind das Ergebnis retrospektiver Risikobetrachtungen. Vorschriften und Regelungen basieren auf umfassenden Schadensanalysen sowie darauf aufbauenden Festlegungen und Maßnahmen zur Verhinderung der Wiederholung bekannter Ereignisse.

Die zunehmende Komplexität der Anlagen und Prozesse sowie der notwendige Grad an Sicherheit erfordern eine vorausschauende systematische Gefahrensuche und Gefahrenbeurteilung, die prospektive Risikoanalyse (ESCIS 1996). Risikomanagement ist – sowie es hier betrachtet wird – stets präventiv.

Ein Risikomanager will Schäden gar nicht erst entstehen lassen. Das Risiko-Assessment (Risikoanalyse und Risikobewertung) ist das zentrale Werkzeug des Risikomanagers. Es liefert die notwendigen Grundlagen für die zu treffenden Entscheidungen und die Festlegung von Maßnahmen zur Verhinderung von unerwünschten Ereignissen sowie zur Begrenzung möglicher Auswirkungen.

Der vorliegende Beitrag beschreibt die Grundlagen der Risikoanalytik aus Sicht der Ingenieurwissenschaften.

## 2. Begriffsbestimmungen

Die relevanten Begriffe zum Themenbereich „Risikoermittlung und Risikobewertung“ werden in den einzelnen Fachgebieten zum Teil unterschiedlich verwendet. Zur Vereinheitlichung des Wortgebrauchs und um Missverständnisse vorzubeugen, werden daher zunächst einige Begriffe vorgestellt und erläutert.

### 2.1 Risikomanagement

Der Begriff Risikomanagement wird im alltäglichen Sprachgebrauch vielfältig benutzt:

- Banker managen damit ihr Kreditengagement,
- Versicherungsmakler benutzen es als Reklamefloskel,
- Consultants reduzieren es vielfach auf ihre Kernkompetenzen, z. B. Brandsicherheit.

Mit der ISO 31 000 wurde 2008 erstmals eine Norm veröffentlicht, die die Grundsätze für das Risikomanagement einheitlich beschreibt. Bezüglich einer Definition für den Begriff „Risikomanagement“ verweist diese Norm auf den ISO/IEC Guide 73.

Davon ausgehend hat die Störfallkommission in *SFK* (2004) den Begriff folgendermaßen definiert: „Risikomanagement ist ein Prozess, der die Elemente der Risikoabschätzung und der Risikokommunikation, die in allen Phasen der Prozesse möglich und auch sinnvoll sind, im Hinblick auf die herrschende oder noch herzustellende Risikoakzeptanz miteinander verknüpft.“

Für den Bevölkerungsschutz wurden ausgehend von Schutzziele, die auf den Grundrechten basieren, folgende Definitionen gewählt:

- „Kontinuierlich ablaufendes, systematisches Verfahren zum zielgerichteten Umgang mit Risiken, das die Analyse und Bewertung von Risiken sowie die Planung und Umsetzung von Maßnahmen, insbesondere zur Risikovermeidung, -minimierung und -akzeptanz, beinhaltet.“ (BBK 2011)
- „Nach der Untersuchung der unterschiedlichen Einflussfaktoren auf die Größe des Risikos folgt im Managementprozess die Risikobewertung durch den Vergleich von Schutz-

zielen, also der Beschreibung in welchem Umfang und in welcher Qualität (ausgewählte) Schutzgüter vor möglichen Gefahren zu schützen sind, und dem in der Analyse ermittelten Risiko (= Wahrscheinlichkeit/Häufigkeit des Eintritts eines Schadens bestimmten Ausmaßes).“ (BBK 2009)

## 2.2 Risiko, Risikoarten

In verschiedenen Bereichen des täglichen Lebens, in verschiedenen Branchen, in vielen wissenschaftlichen Bereichen, wird der Risikobegriff heute verwendet und angewandt. Zweifelsfrei beinhaltet der Begriff in seiner Gesamtheit die Elemente: „Schadensart, Ungewissheit des Schadenseintritts – beschrieben durch die Eintrittshäufigkeit eines Schadens – und das mögliche Schadensausmaß“ (KAFKA 1992).

In der Norm ISO/IEC Guide 73 findet sich folgende Definition: „Unter Risiko versteht man die Kombination aus Häufigkeit oder Wahrscheinlichkeit und der Auswirkungen eines zum Schaden führenden Ereignisses.“

Für den Bevölkerungsschutz (BBK 2011) gilt folgende Definition: „Maß für die Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines bestimmten Schadens an einem Schutzgut unter Berücksichtigung des potenziellen Schadensausmaßes.“

Im technischen Bereich wird das Risiko gemäß der nationalen Norm DIN VDE 31 000 Teil 2 wie folgt definiert: „Das Risiko, das mit einem bestimmten technischen Vorgang oder Zustand verbunden ist, wird zusammenfassend durch eine Wahrscheinlichkeitsaussage beschrieben, die die zu erwartende Häufigkeit des Eintritts eines zum Schaden führenden Ereignisses und das beim Ereigniseintritt zu erwartende Schadensausmaß berücksichtigt“ (SFK 2004).

Die Linien gleichen Risikos,  $R = H \cdot S = \text{const}$ , werden in einem Häufigkeits-Schadens-Diagramm (H, S-Diagramm) aufgetragen. Eine konstante Risikozahl ergibt eine Risiko-Isolinie (Risiko-Hyperbel), d. h. eine Linie gleichen Risikos (SFK 2004).

Folgende Risikoarten können nach Andreas FRITZSCHE (1986) unterschieden werden:

- Tatsächliches Risiko: Ermittlung des Risikos auf Basis einer möglichen langen Beobachtungszeit und der Analyse der eingetretenen Schäden.
- Statistisches Risiko: Ermittlung des Risikos aus heute vorliegendem statistischem Material.
- Prognostisches Risiko: Beschreibung von unbekannten oder nur sehr selten eingetretenen Gefahren durch Vergleich mit ähnlichen Szenarien.
- Wahrgenommenes Risiko: Subjektive Risikowahrnehmung durch den Menschen.

## 2.3 Gefahr/Gefährdung/Gefahrenpotenzial

Gefahren sind Zustände oder Ereignisse, die den Eintritt eines unerwünschten Ereignisses (z. B. Personenschaden, Umweltschaden) erwarten lassen. Gefährdung ist das räumliche und zeitliche Zusammentreffen des Menschen bzw. des belasteten Objektes mit dieser Gefahr. Das Gefahrenpotenzial ist eine Bewertungsgröße für Art und Ausmaß der Gefahr.

Wird eine vorliegende Gefährdung durch ein auslösendes Element (Trigger) real, so kommt es zu einem Schaden. Schaden ist dabei als Verletzung von Rechtsgütern aufgrund eines bestimmten technischen Vorganges oder Prozesses zu verstehen. Der Zusammenhang zwischen diesen Begriffen ist in Abbildung 2 dargestellt.

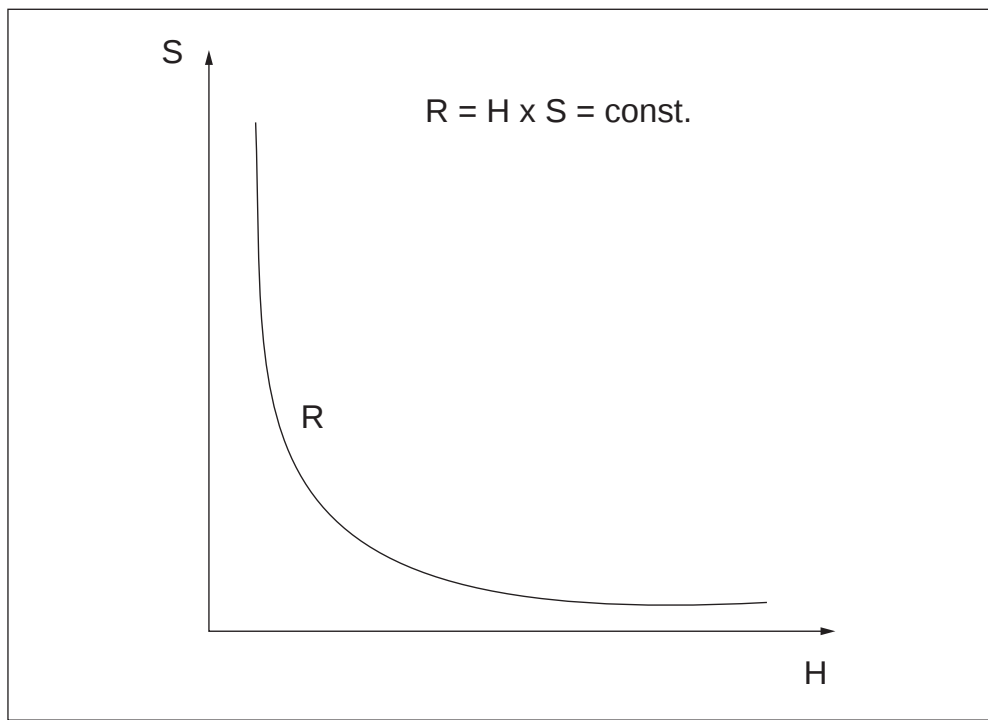


Abb. 1 Häufigkeits-Schadens-Diagramm. Quelle: SFK 2004

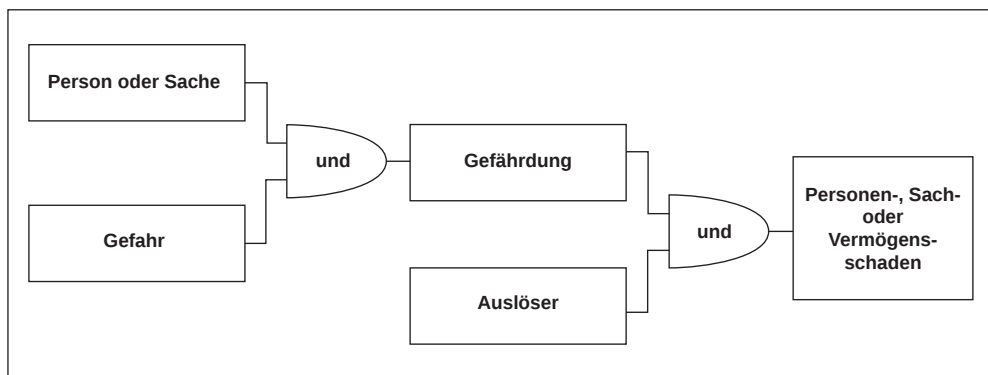


Abb. 2 Zusammenhang zwischen Gefährdung und Schaden. Quelle: Vds 2000

## 2.4 Sicherheit, Gefahr, Restrisiko

Auf internationaler Ebene hat man sich auf wesentliche Begriffe im Gesamtkontext „Risiko“ und deren Verwendung in der Normung geeinigt (SFK 2004). Hierzu gibt Abbildung 3 in Anlehnung an den ISO/IEC Guide 51 die Beziehung einiger zentraler Begriffe untereinander wieder.

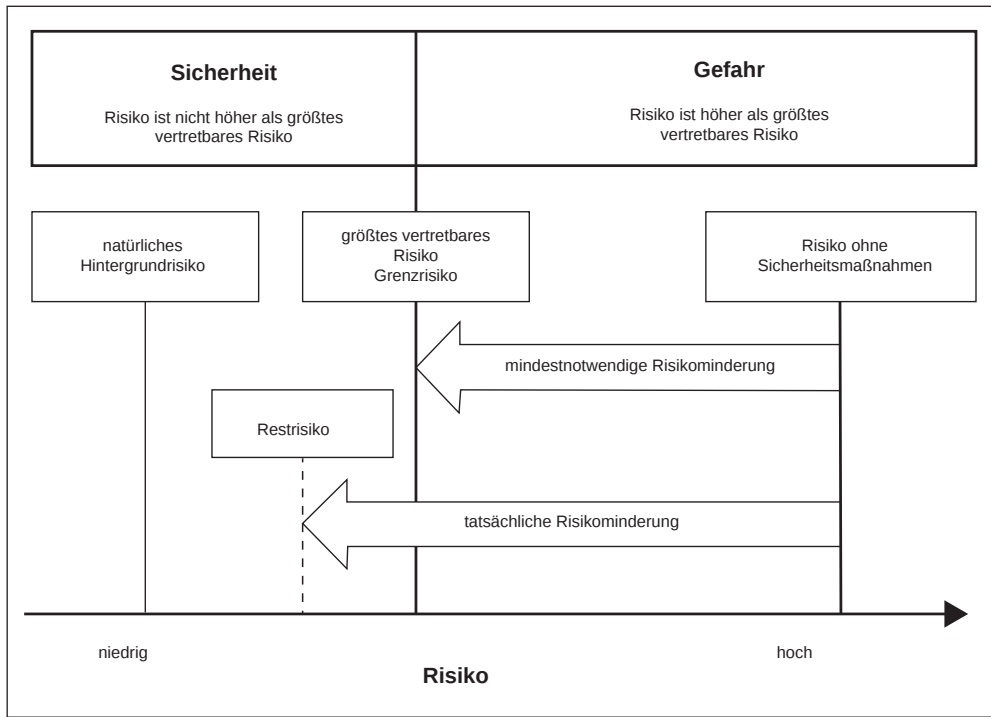


Abb. 3 Risikoansatz zur Beurteilung technischer Risiken in Anlehnung an den ISO/IEC Guide 51. Quelle: SFK 2004

Als Grenzkrisiko wird dabei allgemein das größte noch vertretbare Risiko eines bestimmten technischen Vorganges oder Zustandes bezeichnet. Das Grenzkrisiko wird durch objektive und subjektive Einflüsse bestimmt und lässt sich im Allgemeinen nicht quantitativ erfassen.

## 2.5 Risikobegriff aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht

Der Risikobegriff ist im Bereich der Betriebswirtschaft, des Versicherungswesens und aus technischer Sicht unterschiedlich belegt (FREI 1998):

- *Betriebswirtschaftlich*: Ereignisse, Handlungen oder Unterlassungen, die den Erfolg, das Vermögen und den Gewinn, die zukünftige Entwicklung, den Fortbestand oder die Unabhängigkeit des Betriebes beeinträchtigen bzw. infrage stellen können.
- *Im Versicherungswesen*: Das durch eine Versicherung abgedeckte Objekt (versicherter Sachverhalt, versicherte Person).
- *Im technischen Bereich*: Risiko (R) ist ein – nach Eintrittswahrscheinlichkeit der Ursache (W) multipliziert mit der Tragweite der Auswirkung (A) – bewertetes Schadenspotenzial:  

$$R = W \times A.$$

Risikoanalysen werden heute in vielen Industriebereichen mit hohem Risikopotenzial eingesetzt. Die Bewertung/Beurteilung der Sicherheit von Anlagen und Prozessen ist schon immer eng mit der technologischen Entwicklung verbunden. Der Zusammenhang zwischen zuneh-

mender Komplexität der Anlagen und den sich über die letzten Jahrzehnte entwickelnden Grundlagen der Sicherheitsbetrachtung/Sicherheitsforschung ist in Abbildung 4 dargestellt.

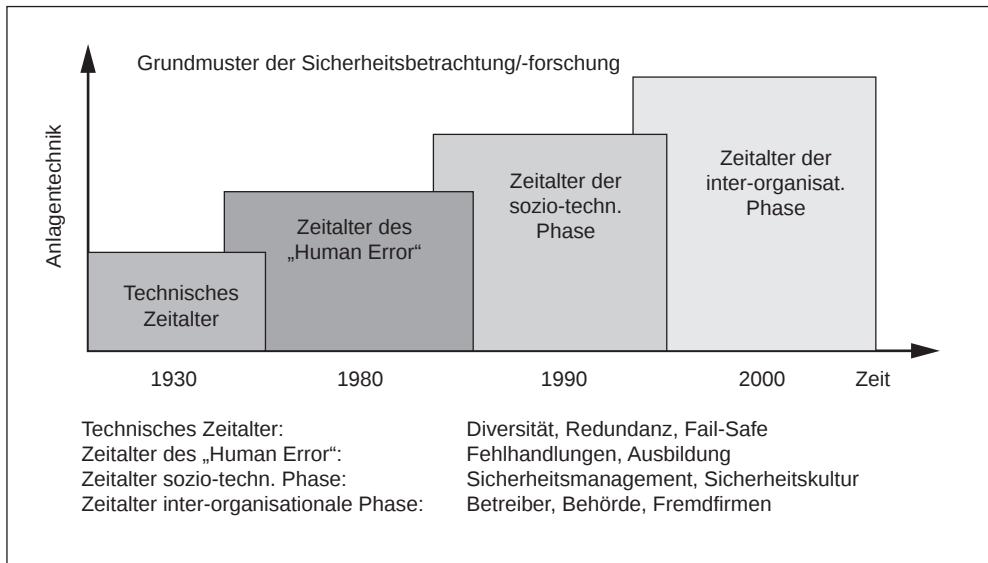


Abb. 4 Grundmuster der Sicherheitsbetrachtung/-forschung im Bereich Anlagensicherheit. Quelle: TU Berlin 2001

Die Sicherheit einer Anlage hängt nicht alleine von den technischen Maßnahmen ab, sondern wird auch durch die jeweilige Sicherheitskultur mitbestimmt. Im Mittelpunkt steht dabei immer der Mensch, d. h. die Mitarbeiter des Unternehmens.

In nahezu allen Bereichen der Technik – Anlagensicherheit, Produktsicherheit, Umwelt- und Arbeitsschutz – wird durch zunehmende rechtliche Anforderungen und verändertes Risikobewusstsein der Bevölkerung die Anwendung der Risikoanalytik zur Sicherstellung der Anlagen und Prozesse unabdingbar. Aufgabe des Ingenieurs ist es dabei, neben der Erfüllung der „betrieblichen“ Anforderungen seitens des Auftraggebers auch ein bestimmtes Maß an Sicherheit zu gewährleisten. Um diesem Spannungsfeld Rechnung zu tragen, ist es für den Ingenieur erforderlich, strukturierte Verfahren und Methoden der Risikoanalytik zur Erreichung eines adäquaten Sicherheitsniveaus zu verwenden und mit diesen die Akzeptanz seiner Auftraggeber und der Gesellschaft zu gewinnen.

Die Definition des objektiven, mathematisch gefassten Risikobegriffs (MOCK 2002) basiert auf der logischen ingenieurwissenschaftlichen Erfahrung und Erfassung eines Tatbestandes unter den Kriterien der Nachprüfbarkeit, einer möglichst weitgehenden Unabhängigkeit vom Beobachter, einer bestimmten Methode, z. B. Statistik, und deren Ergebnissen.

Das Risiko sollte, wie von Blaise PASCAL (1623–1662) gefordert, sowohl zur Wahrscheinlichkeit als auch zum Schadensausmaß proportional sein. Dies führt zu der in der Literatur üblichen Definition des Risikos  $R$  als Produkt von Wahrscheinlichkeit  $P$  und Schadensausmaß  $C$ . Dieses Produkt kann als Erwartungswert des Schadens als Folge eines Ereignisses aufgefasst werden und wird daher gelegentlich auch mit Schadenserwartung bezeichnet.

Ausgehend von den etablierten Methoden im Industriebereich finden ingenieurbasierte Verfahren der Risikoanalytik zunehmend auch Anwendung z. B. bei der Beurteilung von Großveranstaltungen, der Erstellung von Feuerwehrbedarfsplänen, der Absicherung von IT-Systemen sowie zum Schutz kritischer Infrastrukturen (KRITIS) im Hinblick auf den Bevölkerungsschutz. Hierzu müssen jedoch die vorhandenen ingenieurmäßigen Verfahren weiterentwickelt und an die spezifischen betrieblichen Anforderungen dieser neuen Bereiche angepasst werden.

### **3. Risikoanalyse und Risikobewertung**

Die klassischen Anwendungsgebiete ingenieurbasierter Verfahren sind die Risikoanalyse im Bereich der Betriebssicherheit von Maschinen und Apparaten, die Gefährdungsbeurteilung im Arbeitsschutz und die Sicherheitsanalyse zur Bewertung der Anlagensicherheit.

Die Maschinenrichtlinie verlangt für jede Maschine eine Risikobeurteilung und gegebenenfalls eine Risikominderung, bis das Restrisiko kleiner als das tolerierbare Risiko ist. Für die Verfahren der Bewertung dieser Risiken von Maschinen sind verschiedene Normen anzuwenden (z. B. DIN EN ISO 14121-1).

Risikoabschätzungen bei Anlagen werden derzeit sowohl in Bezug auf die immissionschutzrechtliche Anlagenzulassung der unter die Störfallverordnung fallenden industriellen Anlagen im Sinne einer Einzelfallbetrachtung als auch grundsätzlich im Zusammenhang mit der Raumordnung und Bauleitplanung sowie des Katastrophenschutzes diskutiert.

Das Arbeitsschutzgesetz und die Betriebssicherheitsverordnung enthalten als grundlegende Forderung die Gefährdungsbeurteilung. Damit können Gefahren erkannt und geeignete Gegenmaßnahmen festgelegt sowie die Arbeitsplätze sicherer gestaltet werden.

Die etablierten Methoden der Risikoanalyse und Bewertung – ISO 31010; *Risk Management – Risk Assessment Techniques* 2009 – gehen davon aus, dass die Gefahren bekannt sind sowie ausreichende statistische Daten und Erfahrungen vorliegen, um diese nach Art und Ausmaß eindeutig zu beschreiben. Das Risiko ist kalkulierbar und kann damit auch gehandhabt werden. Für neue Fragestellungen, z. B. Auswirkungen des Klimawandels und Auswirkung des Ausfalls kritischer Infrastrukturen für die Bevölkerung, reichen diese Methoden in der Regel nicht mehr aus, da Gefahren und Auswirkungen im Vorfeld nicht immer direkt erkenn- und eindeutig bestimmbar sind. Zudem müssen nach MOCK (2002) feste Systemgrenzen überschritten werden sowie die zunehmende Verbindung von „Wissenschaft und Bevölkerung“ und die Globalisierung Berücksichtigung finden. Dies wird vor allem durch die Einführung der neuen Größe „Vulnerabilität“ deutlich. Eine traditionelle Risikoanalyse beschränkt sich auf unfallbedingte Ereignisse innerhalb der physikalischen Systemgrenzen, wobei die untersuchten Bedrohungen oft auf die technischen Gefährdungen beschränkt bleiben. Eine Vulnerabilitätsanalyse arbeitet mit offenen Systemzuständen und untersucht Ereignisse zeitabhängig bis der alte Zustand oder eine stabile Situation erreicht ist.

Die zunehmende Bedeutung der Vulnerabilität für die kritischen Infrastrukturen wird bei Sabine LENZ (2009) deutlich. Danach wird Vulnerabilität „als gefahrenspezifische Anfälligkeit einer kritischen Infrastruktur für Beeinträchtigung oder Ausfall ihrer Funktionsfähigkeit, welche zur Unterbrechung der Versorgung der Bevölkerung mit wichtigen Gütern und Diensten führen kann“, betrachtet.

Nachdem die Risiken identifiziert und nach Art und Ausmaß analysiert wurden, schließt sich die Risikobewertung an. Dazu werden den einzelnen Risiken qualitative/quantitative Schutzziele zugeordnet. Ist das ermittelte Risiko größer als das Schutzziel oder nicht zumutbar, wird diesem durch entsprechende Maßnahmen begegnet. Hierdurch werden inakzeptable Risiken auf ein akzeptables Maß gesenkt.

### 3.1 Risikoanalyse

Die Risikoanalyse ist eine systematische Auswertung verfügbarer Informationen, um Gefährdungen zu identifizieren und Risiken einzuschätzen. Die vollständige Erfassung und sachgerechte Bewertung aller Risiken ist Voraussetzung für eine erfolgreiche Risikopolitik. Die systematische Gefahrensuche ist der anspruchsvollste Schritt der Risikoanalyse. Zur Beantwortung dieser Fragen werden nach Olaf PETERS und Arno MEYNA (1986) verschiedene Methoden der Risikoanalyse verwendet, die sich gegenseitig ergänzen.

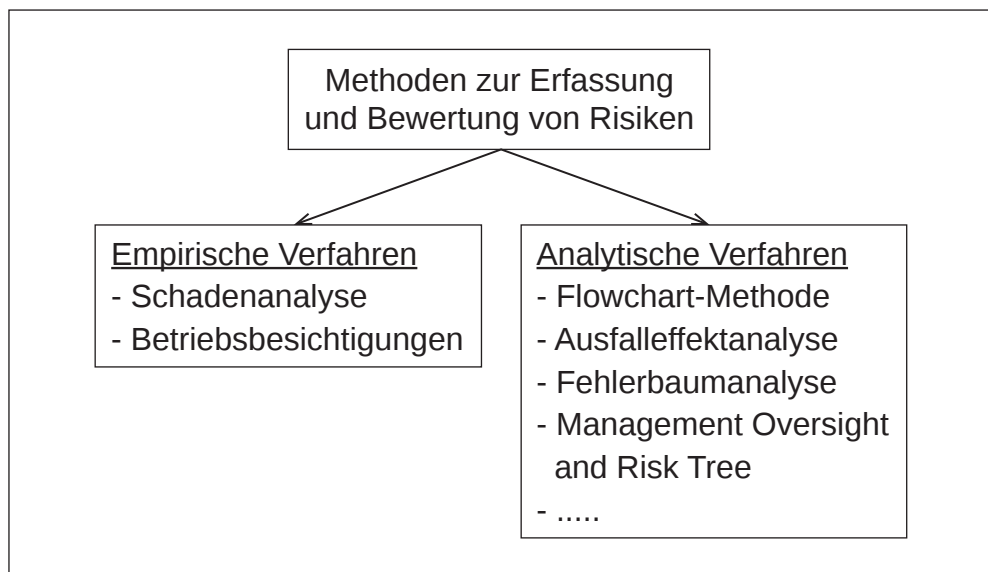


Abb. 5 Methoden der Risikoanalysen. Quelle: PETERS und MEYNA 1986

In der chemischen Industrie werden nach *ESCIC* (1996) hauptsächlich analytische Verfahren eingesetzt (Tab. 1).

Eine andere mögliche Einteilung ist die Unterscheidung in deterministische, risikoqualifizierende und probabilistische Methoden (Tab. 2).

Hinsichtlich des Arbeitsaufwandes und des damit verbundenen Detaillierungsgrades kann grundsätzlich zwischen den qualitativen und quantitativen Verfahren unterschieden werden. Die qualitativen Verfahren sind in der Regel mit weniger Aufwand und vergleichbar schnell durchzuführen. Sie dienen daher häufig einer ersten schnellen Identifikation und groben Bewertung der vorhandenen Gefahren. Sowohl Schadensausmaß als auch Eintrittshäufigkeit werden verbalen Kategorien (Eintritt: „häufig“ bis „sehr unwahrscheinlich“; Schaden: „ka-

Tab. 1 Analytische Methoden der Risikoanalyse in der chemischen Industrie

| Methode                           | Beispiel                                                                                                        |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| intuitiv                          | – Brainstorming                                                                                                 |
| induktiv (Was kann passieren?)    | – Checklisten<br>– Ereignisablaufanalysen<br>– <i>Hazard and Operability Study</i><br>– Bedienungsfehleranalyse |
| deduktiv (Wie kann es passieren?) | – Fehlerbaumtechnik                                                                                             |

Tab. 2 Einteilung der Methoden der Risikoanalyse in deterministische, risikoqualifizierende und probabilistische Methoden

| Methode              | Beispiel                                                      |
|----------------------|---------------------------------------------------------------|
| deterministisch      | – Checklisten<br>– PAAG-Verfahren                             |
| risikoqualifizierend | – <i>Fire&amp;Explosion Index</i><br>– Zurich-Gefahrenanalyse |
| probabilistisch      | – Fehlerbaumanalyse<br>– PSA-Verfahren                        |

tastrophal“ bis „vernachlässigbar“) zugeordnet und die Ergebnisse in Form einer Risikomatrix – siehe *BBK 2010* – dargestellt.

Quantitative Verfahren erfordern in der Regel einen deutlich höheren Arbeitsaufwand; dies betrifft insbesondere die Beschaffung der notwendigen statistischen Daten. Bei der quantitativen Risikoanalyse wird das Risiko als Produkt aus Schadensausmaß und Häufigkeit dargestellt und kann somit als Erwartungswert des Schadens aufgefasst werden. Quantitative Risikoanalysen weisen häufig sowohl Zahlen für das individuelle als auch das kollektive Risiko aus. Das individuelle Risiko gibt dabei die Häufigkeit an, mit der eine einzelne Person aufgrund eines unerwünschten Ereignisses zu Schaden – in der Regel das Todesfallrisiko – kommt. Das kollektive Risiko beschreibt die Häufigkeit, dass mehrere Personen gleichzeitig durch ein Ereignis getötet werden bzw. einen Schaden erleiden (*CPR 18 E 1999*).

Im Folgenden werden ausgewählte Anwendungsbeispiele für Risikoanalysen in der Technik kurz beschrieben und charakteristische Besonderheiten – sofern zum besseren Verständnis erforderlich – dargestellt.

### 3.2 Betriebssicherheit von Maschinen

Der Hersteller einer Maschine ist gemäß EU-Richtlinien für technische Produkte und Anlagen verpflichtet nachzuweisen, dass die Sicherheit seines Produktes dem „Stand der Technik“ entspricht. So heißt es im Anhang 1 „Allgemeine Grundsätze“ der Maschinenrichtlinie<sup>1</sup>: „Der

<sup>1</sup> Richtlinie 2006/42/EG, Maschinenrichtlinie.

Hersteller einer Maschine oder sein Bevollmächtigter hat dafür zu sorgen, dass eine Risiko-beurteilung vorgenommen wird, um die für die Maschine geltenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen zu ermitteln. Die Maschine muss dann unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Risikobeurteilung konstruiert und gebaut werden.“

Gemäß Reinhard PREISS (2009) ist der Begriff des „Standes der Technik“ insbesondere im Zusammenhang mit Sicherheit ein oftmals strapazierter Begriff; er wird in diversen Gesetzen gefordert und definiert, z. B. im Bundesimmissionsschutzgesetz<sup>2</sup> (BImSchG): „Stand der Technik im Sinne dieses Gesetzes ist der Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen, der die praktische Eignung einer Maßnahme zur Begrenzung von Emissionen in Luft, Wasser und Boden, zur Gewährleistung der Anlagensicherheit, zur Gewährleistung einer umweltverträglichen Abfallentsorgung oder sonst zur Vermeidung oder Verminderung von Auswirkungen auf die Umwelt zur Erreichung eines allgemein hohen Schutzniveaus für die Umwelt insgesamt gesichert erscheinen lässt. Bei der Bestimmung des Standes der Technik sind insbesondere die in der Anlage aufgeführten Kriterien zu berücksichtigen.“

Mit der CE-Kennzeichnung erklärt der Hersteller gemäß EU-Verordnung, dass das Produkt den geltenden Anforderungen genügt, die in den Harmonisierungsrechtsvorschriften der Europäischen Union festgelegt sind.

### 3.3 Gefährdungsbeurteilung im Arbeitsschutz

Der Unternehmer/Arbeitgeber ist grundsätzlich dafür verantwortlich, alle erforderlichen Maßnahmen des Arbeitsschutzes zu treffen. Seit Oktober 2002 ist die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)<sup>3</sup> in Kraft. Diese Vorschrift regelt die Bereitstellung und Nutzung von Arbeitsmitteln, den Betrieb von überwachungsbedürftigen Anlagen und den betrieblichen Explosionsschutz. Zentrales Element für die Bewertung der Arbeitssicherheit ist die Gefährdungsbeurteilung. Die Gefährdungsbeurteilung erfolgt im Allgemeinen durch eine subjektive Bewertung der ermittelten Risiken unter Einbeziehung der betrieblichen Erkenntnisse, im Hinblick auf die Festlegung der Rangfolge erforderlicher Maßnahmen (BÜCHNER et al. 2007).

### 3.4 Sicherheitsanalysen in der Anlagensicherheit

Der Sicherheitsbericht ist das zentrale Element der Störfallverordnung<sup>4</sup> (12. BImSchV) und ein wichtiges Dokument im Rahmen der Störfallvorsorge (RICHTER 2007). Gemäß den Anforderungen der Störfallverordnung enthält der Sicherheitsbericht u. a. die Ermittlung und Analyse von zu berücksichtigenden Gefahren und Hinweise zur Verhinderung bzw. Begrenzung der möglichen Auswirkungen derselben. Art der Ereignisse, die Eintrittshäufigkeit und die Randbedingungen für das Wirksamwerden der Gefahrenquellen sowie das Ausmaß und die möglichen Folgen sind abzuschätzen. In Deutschland finden vorrangig deterministische

2 Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge.

3 Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, über Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und über die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes.

4 Zwölfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes.

Verfahren Anwendung. Dabei handelt es sich um qualitative Verfahren, die durch Vorgabe bestimmter fester, deterministischer Randbedingungen für ein fiktives Szenario die Auswirkungen auf die Arbeitnehmer, die Nachbarschaft, die Umwelt sowie Sachwerte untersuchen (KATZER 2001).

Als sicherheitstechnisch akzeptabel (Grenzrisiko) gilt eine Anlage dann, wenn:

- eine umfassende Risikoanalyse durchgeführt wurde,
- das zugängliche Fachwissen angewandt wurde,
- die Sicherheitsmaßnahmen dem Stand der Technik entsprechen.

Das verbleibende Restrisiko resultiert aus:

- bewusst in Kauf genommenen Risiken,
- erkannten, aber falsch beurteilten Risiken,
- nicht erkannten Gefahren,
- nicht erkennbaren/wissbaren Gefahren.

In einigen Nachbarländern, wie den Niederlanden, Belgien oder der Schweiz, werden quantitative Risikoabschätzungen vorgenommen und dienen als wichtiges Beurteilungskriterium für die Genehmigung von Anlagen und die Raumordnungsplanung. Dabei wird z. B. in den Niederlanden auf der Basis des sogenannten *Purple Book* (CPR 18 E 1999) die Anzahl der zu erwartenden Todesfälle (*individual and societal risk*) pro Jahr ermittelt (z. B. 1 Todesfall in 10000 oder 100000 Jahren). Das Individualrisiko wird dabei in sogenannten ISO-Risikolini- en, das kollektive Risiko (Abb. 6) in Form der F-N-Grafik dargestellt.

In der Schweiz werden neben den Auswirkungen auf den Menschen auch die Auswirkungen auf Umwelt (Boden und Gewässer) sowie Sachgüter quantitativ berücksichtigt (SFK 2004).

### *3.5 Risikoanalysen im Bevölkerungsschutz*

Für ein schlagkräftiges Bevölkerungsschutzsystem ist nach Christoph UNGER (2006) „der frühzeitige Aufbau eines geeigneten Risikomanagementsystems, national wie international, von besonderer Bedeutung. Dieses sollte neben der genauen Identifikation und Analyse der Risiken auch die Planung von Maßnahmen zu ihrer Ausschließung oder zumindest Minimierung umfassen.“

Der Leitfaden *Methode für die Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz* (BBK 2010) beschreibt ausführlich die vom Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) entwickelte Methode zur Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz. Nach dem BBK ist es damit möglich, „für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland auf systematische Weise das Schadensausmaß zu ermitteln, das bei Eintritt unterschiedlicher Gefahren zu erwarten ist“, und das „dient dazu, Risiken durch unterschiedliche Gefahren in anschaulicher Weise vergleichbar zu machen. Auf Grundlage dieser Erkenntnisse können zielgerichtet wirksame Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung und ihrer Lebensgrundlagen ergriffen werden“ (BBK 2010).

### *3.6 Sicherheitskonzepte für Großveranstaltungen*

Für Großveranstaltungen (ab 5000 Besucher) und Veranstaltungen mit besonderem Gefahrenpotenzial fordert der Gesetzgeber seit wenigen Jahren die Erstellung eines Sicherheitskonzeptes. Die Grundlage aller sicherheitsrechtlichen Einschätzungen – sowohl aufseiten der

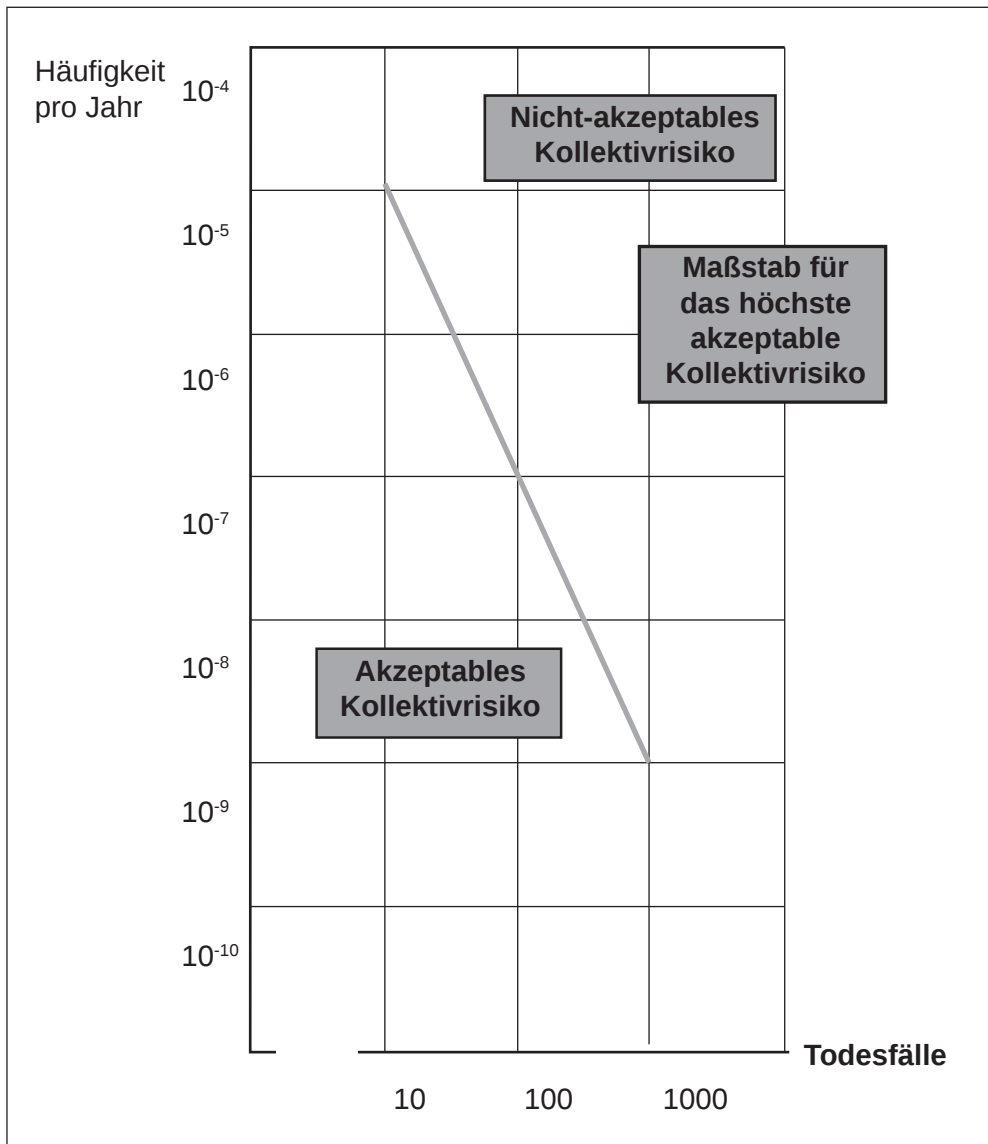


Abb. 6 Grenzwerte für das Kollektivrisiko in den Niederlanden. Quelle: SFK 2004

Behörden als auch der Veranstalter – ist nach der *Landeshauptstadt München* (2011) neben der Beurteilung aufgrund rechtlicher Vorgaben eine umfassende Risikobeurteilung. Die maßgebenden Faktoren sind dabei die zu berücksichtigenden Gefahren und deren Eintrittshäufigkeiten. Bei dieser Betrachtung muss gemäß AGVS 2012 unterschieden werden zwischen:

- vernünftigerweise nicht auszuschließenden und
- vernünftigerweise auszuschließenden Gefahrenquellen.

Vernünftigerweise nicht auszuschließende Gefahrenquellen können zu Ereignissen führen, die zu verhindern sind. Vernünftigerweise auszuschließende Gefahrenquellen können zu Ereignissen führen, deren Eintreten zwar nicht zu verhindern sein muss, gegen deren Auswirkungen jedoch – unabhängig von den Maßnahmen zur Verhinderung – Vorkehrungen zu treffen sind. Das Versagen von Schutzmaßnahmen stellt beispielsweise eine vernünftigerweise auszuschließende Gefahrenquelle dar, die zu einem sogenannten „Dennoch-Ereignis“ im Sinne der Störfallverordnung führen kann.

Risikoanalysen werden in der Regel bereits in der Konzeptphase einer Veranstaltung durchgeführt. Dabei können zunächst detailliert nur solche Gefahren Berücksichtigung finden, die nach Art und Auswirkung eindeutig beschreibbar sind. Werden im Rahmen der konkreten Planungsphase und weiteren Umsetzung weitere Gefahren und Risiken erkennbar, müssen diese nachträglich untersucht und bewertet werden. Es sind jedoch auch Gefahren vorstellbar, die erst mit (durch) den konkreten Ablauf einer Veranstaltung entstehen, und im Vorfeld nicht erkennbar sind bzw. bei deren Eintritt konkrete Gegenmaßnahmen (in der Regel reaktiv) situationsbezogen und spontan getroffen werden müssen. Diese sind insbesondere:

- Ereignisse und Gefahren, die der künstlerischen Freiheit der Akteure geschuldet sind, z. B. spontane oder kurzfristig veränderte Räumlichkeiten oder besondere Aktionen;
- nach Art und Ausmaß unvorhersehbares Verhalten einzelner Besucher/Besuchergruppen, z. B. bewusster Verstoß gegen sicherheitsrelevante Anweisungen der Veranstalter/Sicherheitskräfte;
- sicherheitsrelevante Abweichungen (erst zu Beginn oder während der Veranstaltung erkennbar) von den ursprünglichen Planungsdaten, z. B. veränderte Verkehrslage im Umfeld oder spontane Parallelveranstaltungen, Bindung des eingeplanten Sanitätsdienstes an anderen Einsatzorten.

Durch Schutzmaßnahmen werden die vorhandenen Risiken gemäß dem Schutzziel – „Jeder Besucher muss sich jederzeit frei, ohne Gefahren, äußere Einflüsse und mittels eigener Entscheidung innerhalb des Besucherbereichs bewegen können“ (AGVS 2012) – auf ein insgesamt von allen Seiten akzeptiertes Maß gesenkt.

### *3.7 Risikobewertung*

Nachdem im ersten Schritt des Risikoassessmentprozesses mögliche Gefahren identifiziert, analysiert und Schutzziele festgelegt wurden, erfolgt die Risikobewertung. Die Risikobewertung (BBK 2011) ist ein Verfahren, mit dem:

- festgestellt wird, in welchem Ausmaß das zuvor definierte Schutzziel im Falle eines bestimmten Ereignisses erreicht wird;
- entschieden wird, welches verbleibende Risiko akzeptabel ist; und
- entschieden wird, ob Maßnahmen zur Minimierung ergriffen werden müssen.

„Wie sicher ist sicher genug?“ – die Frage nach dem akzeptablen Risiko stellt sich immer dann, wenn man zur Einsicht gelangt, dass keine absolute Sicherheit existiert. Bei der Nutzung von Technologie kann die Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Schadens nicht vollständig ausgeschlossen werden. Die Risiken werden gemäß ihrer Beurteilung hinsichtlich der Merkmale Häufigkeit und Schadensausmaß üblicherweise wie in Abbildung 7 dargestellt.

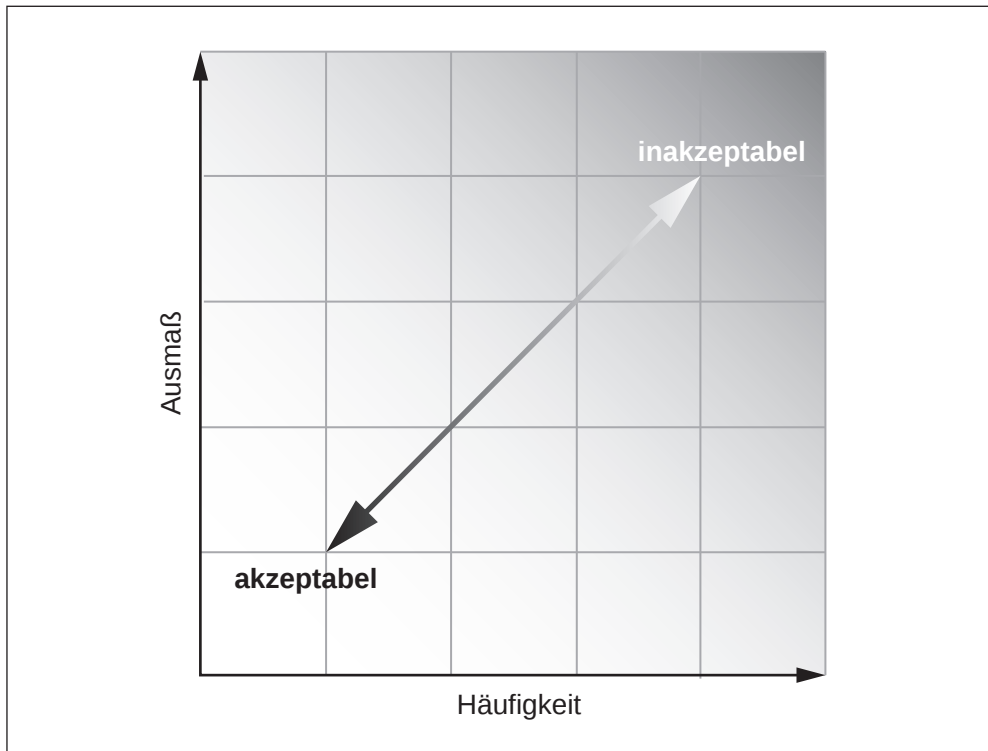


Abb. 7 Risikodarstellung (Häufigkeits-Schadens-Diagramm). Quelle: BREINIG et al. 2014

Dabei werden die einzelnen Risiken den Bereichen inakzeptabel und akzeptabel zugeordnet. Wenn sich keine trennscharfe Abgrenzung zwischen diesen Bereichen bestimmen lässt, kann ein Übergangsbereich definiert werden.

Bei der Beurteilung der Akzeptanz eines Risikos werden neben objektiven Kriterien auch subjektive Faktoren der Risikowahrnehmung, wie Selbstbestimmungsgrad und persönlicher Nutzen, berücksichtigt. Die Bestimmung des akzeptablen Risikos ist ein gesellschaftlicher Prozess, an dem alle betroffenen relevanten Gruppen beteiligt werden müssen. Grundlage dieser Betrachtung ist die Schutzzieldefinition. Ein Schutzziel (Akzeptanzgrenze) ist eine normative Festlegung, welche basierend auf qualitativen und quantitativen Werten allgemein den kritischen vom nicht kritischen Bereich im Rahmen der Risikoermittlung trennt (BREINIG et al. 2014).

Liegen die bewerteten Risiken über der Akzeptanzgrenze, und somit im inakzeptablen Bereich, müssen so lange Maßnahmen zur Risikosenkung ergriffen werden, bis die Vorgaben erfüllt sind. Ziel ist es, alle Risiken dem akzeptablen Bereich zurechnen zu können. Nach FRITZSCHE (1986) kann ein Risiko grundsätzlich als akzeptabel angesehen werden, wenn das zugrunde liegende Ereignis bei der Mehrheit der Betroffenen keine Besorgnis hervorruft. Bei der Bewertung von Risiken kann zwischen qualitativen, semiquantitativen und quantitativen Verfahren unterschieden werden. Im Störfallrecht wird das zulässige Grenzkrisiko – das größte noch vertretbare Risiko eines bestimmten technischen Vorganges oder Zustandes – in Deutschland im Allgemeinen nicht qualitativ festgelegt. Die Anlage muss dem Stand der

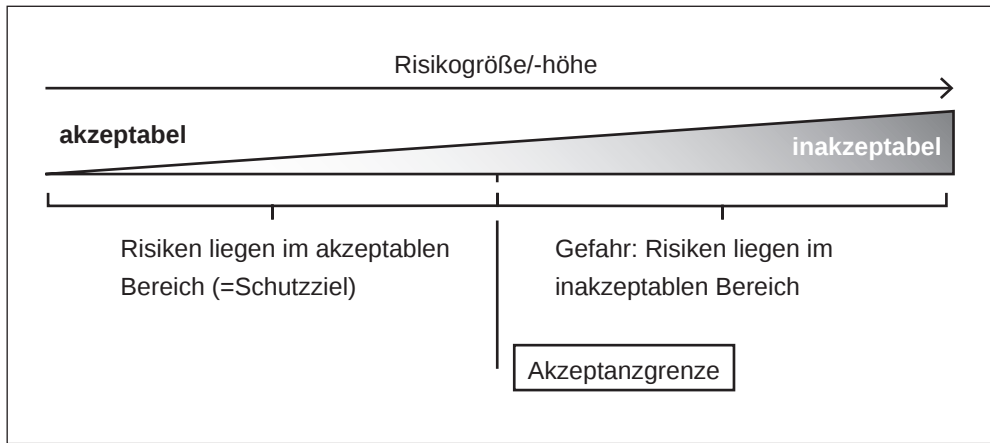


Abb. 8 Klassifizierung von Risiken. Quelle: BRENIG et al. 2014

Technik entsprechen. Die Industriebaurichtlinie<sup>5</sup> (*IndBauR* 2001) dagegen lässt die Anwendung eines probabilistischen Sicherheitskonzeptes zu. Ausgehend von den vorhandenen baulichen, anlagentechnischen und abwehrenden Brandschutzmaßnahmen und einer definierten Brandeintrittshäufigkeit pro Jahr darf durch den Lastfall Brand die Versagenswahrscheinlichkeit des Gebäudes einen festgelegten Grenzwert nicht überschreiten (SCHNEIDER 2000). Für einen eingeschossigen Industriebau beträgt die zulässige Versagenswahrscheinlichkeit durch den Lastfall Brand beispielsweise  $10^{-5}$  Einstürze pro Jahr. Grundansatz für die quantitative Festlegung von Schutzzielen ist die Feststellung, dass das natürliche Sterbefallrisiko durch technische Risiken nicht signifikant erhöht werden darf. In der einschlägigen Literatur (MERZ et al. 1995) finden sich überwiegend Werte in der Größenordnung von  $10^{-4}$  bis  $10^{-6}$  für das individuelle Todesfallrisiko pro Person und Jahr.

Im Gegensatz zu den politischen Vorgaben in Deutschland verfolgen zahlreiche Länder bei der Bewertung von technischen Risiken überwiegend quantitative Ansätze. Beispielfhaft sind hier die entsprechenden Werte des *Major Industrial Accidents Council of Canada* (MIACC), die das Todesfallrisiko durch technische Risiken in Kanada angeben.

Im Rahmen der Störfallvorsorge in der Schweiz hat der Kanton Zürich bei einer Eintrittshäufigkeit von  $10^{-5}$  Ereignissen pro Jahr für Personen, Umwelt- und Sachwerte die folgenden akzeptierten Risikogrenzwerte festgelegt (SFK 2004): Akzeptables Risiko bei einer Eintrittswahrscheinlichkeit von  $10^{-5}$  Ereignissen pro Jahr:

- < 10 Tote;
- < 1 % verunreinigte Gewässeroberfläche Zürichsee;
- < 10 % verunreinigte Gewässeroberfläche Greifensee;
- < 0,5 km<sup>2</sup> verunreinigte Gewässeroberfläche Flüsse;
- < 0,1 km<sup>2</sup> verunreinigten Boden;
- < 50 Mio. SFr. Sachschaden.

<sup>5</sup> Richtlinie über den baulichen Brandschutz im Industriebau – Industriebaurichtlinie 2001.

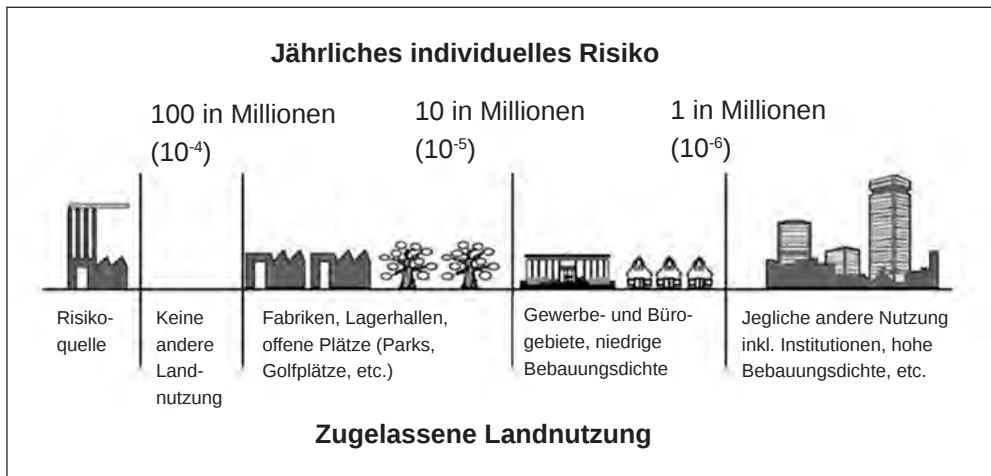


Abb. 9 Bewertung technischer Risiken in Kanada. Quelle: *MIACC* 1994 (ins Deutsche übersetzt)

#### 4. Definition von Schutzziele und Schwellenwerten

Schutzziele trennen das akzeptable vom nicht akzeptablen Risiko. Schwellenwerte bilden die Basis für die Schutzzieldefinitionen. Schwellenwerte beschreiben allgemein Übergänge bzw. Stufen bezüglich des Schadensausmaßes und hängen wesentlich von den Bewältigungskapazitäten zur Begrenzung und Wiederherstellung der Zustände eines Schutzgutes ab.

Gemäß *BBK* 2011 wird unter dem Schutzziel „der angestrebte Zustand eines Schutzgutes, der bei einem Ereignis erhalten bleiben soll“, verstanden. Bezüglich der Definition von Schutzziele unterscheidet Josef HESS (2008) zwischen der Akzeptanz- und der Toleranzgrenze. Das akzeptierte Risiko wird definiert als Risiko, das ein Individuum (oder eine Gruppe) bereit ist, aufgrund eigener Entscheidung und als Resultat ihrer alltäglich, intuitiven Risikobewertung ohne Widerspruch hinzunehmen (informelle Bewertung).

Das tolerierbare Risiko basiert auf Normen oder empirischen Überlegungen (formelle Bewertung). Die Tolerierbarkeit des Risikos wird definiert, indem entweder aufgrund normativer Kriterien ein Risiko als erlaubt oder zulässig bezeichnet wird oder indem ein Risiko festgelegt wird, für das die Aussicht besteht, dass es für Individuen und/oder Gruppen tolerierbar ist.

Die Auswertung der Literatur hinsichtlich der nationalen Schutzziele (*KRITISKapa* 2012) hat ergeben, dass diese sehr heterogen sind und ein eindeutiger Trend nicht erkennbar ist. Die überwiegend quantitativen Schutzziele basieren auf Schwellenwerten, die in Forschungsarbeiten und empirischen Studien, z. B. ORBIT-Studie (*Dr. Porsche AG* 1978) zur Ermittlung der Hilfsfrist im abwehrenden Brandschutz, begründet sind.

Eine Zusammenstellung der unterschiedlichen Vorgehensweisen in Europa im Hinblick auf die Risikobewertung von industriellen Anlagen enthält das im 5. Forschungsrahmenprogramm der EU durchgeführte Vorhaben ARAMIS (*Accidental Risk Assessment Methodology for Industries in the Context of the Seveso-Directive*, ARAMIS 2004).

In der Literatur sind verschiedene Vorgehensweisen und Methoden zur Entwicklung von Schutzziele beschrieben. Laut Colin GREEN (1983) gibt es zwei Hauptansätze zur Bestim-

mung von akzeptablen Risiken: „Der von Starr verbreitete Ansatz der *Revealed Preferences* benützt die Analyse vergangenen Verhaltens gegenüber Risiko zur Begründung zukünftiger Entscheidungen. Der andere Ansatz verwendet psychometrische Methoden, um festzustellen, welche Risiken von der Bevölkerung bewusst als akzeptabel gesehen werden.“

Einen umfassenden Überblick über die verschiedenen Ansätze für sowohl qualitative als auch quantitative Schutzzieلفestlegungen enthält die Dissertation von HESS 2008. Wesentliche Einflussfaktoren zur Festlegung der Schutzziele können der Abbildung 10 entnommen werden.

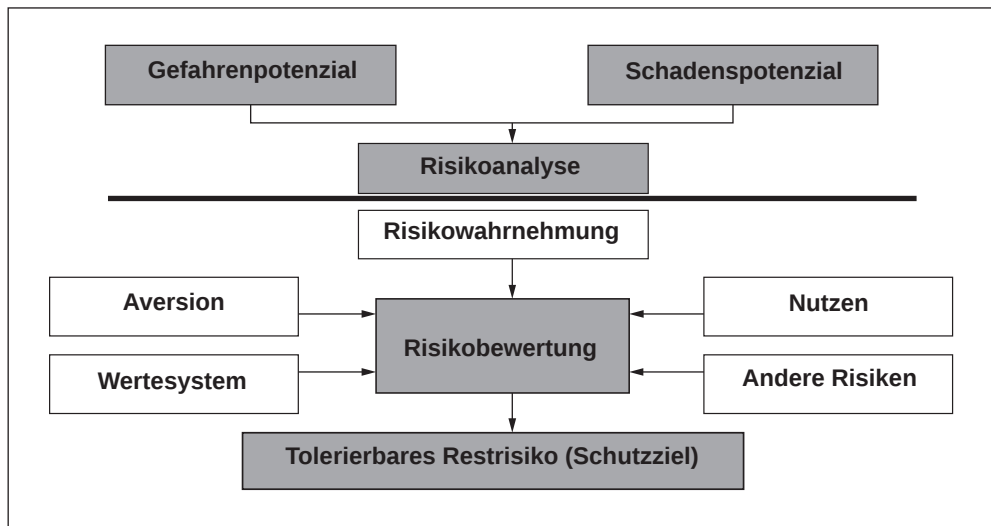


Abb. 10 Schutzziele und ihre Einflussfaktoren. Quelle: Hess 2008

Im Folgenden wird der Einflussfaktor Risikoaversion näher beschrieben. In der Entscheidungstheorie bezeichnet Risikoaversion die Eigenschaft eines Entscheiders, dass dieser bei der Wahl zwischen mehreren Alternativen mit gleichem Erwartungswert (Risikowert) die Alternative mit dem geringsten Risiko bezüglich des Schadensausmaßes bevorzugt. Im Rahmen der Bewertung von Naturrisiken in der Schweiz wird unter dem Begriff Risikoaversion ein empirisch feststellbares und theoretisch begründbares Phänomen verstanden, „mögliche Ereignisse mit großem Schadensausmaß stärker zu gewichten, als es aufgrund des zugehörigen Schadenerwartungswertes angezeigt wäre. So führen Ereignisse mit großem Schadensausmaß zu einer überproportionalen Reaktion der betroffenen Gemeinschaft und stoßen überproportional stark auf Ablehnung. Zum Beispiel wird ein Unfall mit 100 Toten stärker gewichtet als 100 Unfälle mit einem Toten“ (Ernst Basler + Partner AG 2008). Das akzeptable Risiko kann danach als Funktion des effektiven Risikos und einer systematischen Bewertung des Schadensausmaßes verstanden werden, d. h., das Schadensausmaß wird bei der Bewertung überproportional berücksichtigt.  $Rakz = f(\text{Reff}, \text{Bewertung des Schadensausmaßes})$

Besondere Ansätze für Schutzzieldefinitionen sind das MEM-Konzept (Minimale Endogene Mortalität) sowie das ALARA (As Low As Reasonable Achievable)- bzw. ALARP (As Low As Reasonable Practicable)-Prinzip.

Grundlage des MEM-Konzeptes ist die minimale endogene Mortalität. Vor dem Hintergrund der natürlichen Sterberate von Jugendlichen in Europa stellen Albert KUHLMANN und Herbert BRESSER (1981) die These auf, dass dieser Wert durch technische Risiken nicht überschritten werden darf und dass die zulässigen Häufigkeiten für das Individualrisiko um eine Zehnerpotenz kleiner sein müssen. Der ALARA-Ansatz, der ursprünglich aus dem Bereich des Strahlenschutzes kommt, orientiert sich an den gesetzlich definierten Randbedingungen sowie Festlegungen und verlangt, dass die Belastung der Bevölkerung durch technische Risiken möglichst gering ausfällt. Das ALARP-Prinzip geht vom gleichen Grundsatz aus und versucht, das Risiko zusätzlich unter Berücksichtigung von wirtschaftlichen und sozialen Aspekten (Kosten-Nutzen-Analyse für die Gesellschaft) zu minimieren. Das ALARP-Prinzip legt drei Bereiche fest (LIGGESMEYER 2012), in denen das Gesamtrisiko eingeordnet werden kann:

- Das Risiko ist unerheblich und kann ohne weitere Maßnahmen akzeptiert werden.
- Das Risiko ist größer als allgemein akzeptiert, unterschreitet aber die Grenze der oberen Tolerabilität.
- Das Risiko ist unakzeptabel groß.

Im ersten Fall muss das Risiko nicht weiter betrachtet werden. Im Übergangsbereich ist eine Überprüfung erforderlich, ob sich das Risiko nicht verringern lässt; dies erfolgt nach dem Prinzip *reasonably practicable*. Ist das Risiko im ersten Ansatz nicht akzeptabel, müssen in jedem Fall Risikominderungsmaßnahmen ergriffen werden.

## 5. Fazit und Ausblick

Zur Bewertung industrieller Anlagen und Prozesse werden in Deutschland und Europa zunehmend risikobasierte Verfahren eingesetzt. Während dabei in Deutschland vornehmlich qualitative Methoden zum Einsatz kommen, setzen sich im europäischen Ausland die quantitativen Verfahren durch. Zuverlässige und aussagefähige Methoden und Vorgehensweisen liegen für die klassischen technischen Anwendungsbereiche ausreichend vor. Defizite bestehen bezüglich der Verfügbarkeit von stochastischen Eingangsdaten. Die Anwendung probabilistischer Verfahren bedarf in Deutschland noch einer intensiven Diskussion mit allen Betroffenen. Im Mittelpunkt steht dabei der notwendige politische und gesellschaftliche Konsens im Hinblick auf die Festlegung von (quantitativen) Schutzziele. Die Anwendung der klassischen Risikoverfahren für die Beurteilung technischer Risiken, bei denen gemäß den Forderungen von Blaise PASCAL das Risiko proportional der Eintrittshäufigkeit und dem Schadensausmaß ist, setzt ausreichende Informationen über Art und Ablauf der Ereignisse, über die zu berücksichtigenden Gefahren sowie eine ausreichende Vorlaufzeit für die prospektive Risikoanalyse und die Festlegung der zu treffenden Schutzmaßnahmen (präventiv und reaktiv) voraus. Bezogen auf die Erweiterung des Anwendungsbereiches der risikobasierten Methoden sind diese Randbedingungen jedoch nicht immer gegeben. Dies betrifft vor allem die Fälle, in denen:

- die Gefahren und damit verbundenen möglichen Auswirkungen im Vorfeld nicht eindeutig festlegbar sind, z. B. Auswirkungen des Klimawandels;
- Gefahren und Risiken sich zeitabhängig verändern oder sogar erst zeitversetzt eintreten können, z. B. im Rahmen von Großveranstaltungen;
- sicherheitsrelevante Abweichungen von den ursprünglichen Planungsdaten jederzeit denkbar, aber nicht eindeutig bestimmbar sind, z. B. veränderte Verkehrslage im Umfeld

einer Veranstaltung, spontan stattfindende zeitgleiche Parallelveranstaltung oder die Bindung des eingeplanten Sanitätsdienstes an anderen Einsatzorten;

- Menschen eine Doppelfunktion als zu schützendes Objekt sowie gleichzeitig als potenzielle Gefahrenquelle besitzen und das Verhalten der Menschen über einen längeren Zeitraum nur bedingt steuerbar und vorhersehbar ist, z. B. im Bevölkerungsschutz;
- Ereignisse oder Gefahren auftreten, die der künstlerischen Freiheit der Akteure geschuldet sind, z. B. spontane oder kurzfristig veränderte Räumlichkeiten.

Für diese Fälle ist eine Weiterentwicklung der etablierten Methoden und Vorgehensweisen erforderlich. Im Mittelpunkt stehen dabei der Umgang mit offenen Systemgrenzen und zeitlich sich verändernden Randbedingungen (dynamische Prozesse) sowie die Weiterentwicklung des Vulnerabilitätsansatzes. Der klassische Ansatz der Risikoanalyse mit Risiko als Produkt aus Eintrittshäufigkeit und Schadensausmaß stößt auch dann an seine Grenzen, wenn es sich um sehr seltene Ereignisse mit hohem Schadenspotenzial handelt. Dies haben Großschadensereignisse in der jüngsten Vergangenheit deutlich gemacht. Die nur vereinzelt vorliegenden Schadenserfahrungen aus der Vergangenheit lassen nach Auffassung des Verfassers verlässliche und belastbare statistische Aussagen nicht zu und führen hinsichtlich der Akzeptanz solcher Risiken zu erheblichem Diskussionsbedarf mit der betroffenen Bevölkerung. Für den erweiterten Anwendungsbereich sowie für sehr seltene Ereignisse mit hohem Schadenspotenzial sind gefahren- bzw. szenarienbasierte Vorgehen erforderlich, bei denen in erster Linie auf der Basis von vorgegebenen Szenarien mögliche Auswirkungen analysiert und bewertet werden. Die Auswahl und Festlegung von notwendigen und geeigneten Schutzmaßnahmen kann in der Regel nur reaktiv und unspezifisch in enger Zusammenarbeit mit den staatlichen Stellen sowie den Betroffenen erfolgen.

Für diese neuen Ansätze und Methoden sollte nach Ansicht des Verfassers nicht mehr der klassische Risikobegriff nach Blaise PASCAL, sondern der allgemeinere Begriff „systematische Sicherheitsbetrachtungen“ verwendet werden.

## *Literatur*

- AGVS: Sicherheitskonzept für Veranstaltungen (Entwurf). XEmp/FH Köln 2012
- ARAMIS: Accidental Risk Assessment Methodology for Industries in the Context of the Seveso II Directive. EU Vorhaben, EVG1 – CT – 2001 – 00036 (5th Framework Programme) (2004)
- BBK: Bevölkerungsschutz und medizinische Notfallversorgung. Bonn: BBK, DGKM e. V. 2009
- BBK: Methode für die Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz. Bonn: Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe 2010
- BBK: Ausgewählte zentrale Begriffe des Bevölkerungsschutzes (BBK Glossar). Bonn: Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe 2011
- BRENIG, H., LUDÄSCHER, S., und LINK, M.: Sicherheitskultur in den Ingenieurwissenschaften. In: LANGE, H.-J., WENDELKAMM, M., und ENDRESS, C. (Hrsg.): Dimensionen der Sicherheitskultur. (Studien zur Inneren Sicherheit 17) S. 145–161. Wiesbaden: Springer VS 2014
- BÜCHNER, N. R.: Gefährdungsbeurteilung – Praxishilfe. Düsseldorf: Bezirksregierung Düsseldorf; Maschinenbau-berufsgenossenschaft MMBG 2007
- CPR 18 E.: Guidelines for quantitative Risk Assessment. Den Haag: Committee for the Prevention of Disasters 1999
- Dr. Porsche AG: Definitionsstudie, KT 7612. Grundlagenuntersuchung für die Entwicklung verbesserter Feuerwehrfahrzeuge zur Optimierung der Leistungsfähigkeit beim Einsatz. Weissach: Entwicklungszentrum Weissach 1978
- Ernst Basler + Partner AG: Risikoaversion – Entwicklung systematischer Instrumente zur Risiko- bzw. Sicherheitsbeurteilung. Bern: Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS (Schweiz) 2008

- ESCIS*: Einführung in die Risikoanalyse – Systematik und Methoden. Basel: Expertenkommission für Sicherheit in der chemischen Industrie der Schweiz 1996
- FREI: Vortrag Risikoanalyse. DECHEMA Fachtagung. Zürich 1998
- FRTZSCHE, A.: Wie sicher leben wir? Risikobeurteilung und -bewältigung. TÜV Rheinland 1986
- GREEN, C.: Die „Revealed Preferences“-Theorie: Annahmen und Mutmaßungen. In: CONRAD, J. (Hrsg., im Auftrag des Batelle-Institut): Gesellschaft, Technik und Risikopolitik. S. 53–59. Berlin u. a.: Springer 1983
- HESS, J.: Schutzziele im Umgang mit Naturrisiken. Zürich: ETH Zürich (Dissertation Nr. 17956) (2008)
- KAFKA, W.: Gefahr, Gefährdung, Risiko. Garching: Gesellschaft für Reaktorsicherheit 1992
- KATZER, H.: Die quantitative Risikoanalyse zur Bewertung störfallbedingter Gefahren. Essen: Landesumwelt NRW; Jahresbericht 2001
- KRITISKapa*: Risiko Stromausfall: Grundlagenermittlung zur Festlegung von Schutzziele auf Basis von Kapazitäten. Bonn: Beschaffungsamt des Bundesministeriums des Innern; B 1.25 – 0055/10/VV : 1 (2012)
- KULHMANN, A., und BRESSER, H.: Einführung in die Sicherheitswissenschaft. Wiesbaden: Vieweg 1981
- Landeshauptstadt München*: Sicherheitsrechtliche Beurteilung bei Großveranstaltungen. München 2011
- LENZ, S.: Vulnerabilität kritischer Infrastrukturen. Heft 4. Bonn: Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe 2009
- LIGGESMEIER, P.: Safety and Reliability of Embedded Systems. Abgerufen 08 2012 von TU Kaiserslautern, AG Software Engineering, Prof. Dr. Liggesmeier: [gde.informatik.uni-kl.de/teaching/suze/ws2006/material/fohlen/SRES\\_3\\_Risk\\_Acceptance\\_2s.pdf](http://gde.informatik.uni-kl.de/teaching/suze/ws2006/material/fohlen/SRES_3_Risk_Acceptance_2s.pdf) (2012)
- MERZ, A.: Bewertung von technischen Risiken. Zürich: ETH Zürich Hochschulverlag 1995
- MIACC*: Hazard Substances Risk Assessment. Ottawa: Major Industrial Accidents Council of Canada 1994
- MOCK, R.: Risikoanalyse – ein Werkzeug für neue Herausforderungen? Zürich: ETH Zürich 2002
- PETERS, M., and MEYNA, A.: Handbuch der Sicherheitstechnik. Bd. 2. München: Carl Hanser 1986
- PREISS, R.: Methoden der Risikoanalyse in der Technik. Wien: TÜV Austria 2009
- RICHTER, B.: Anlagensicherheit. Essen: Hüthig GmbH 2007
- SCHNEIDER, U.: Grundlagen der Ingenieurmethoden im Brandschutz. Wien: Werner Verlag 2000
- SFK*: Risikomanagement im Rahmen der Störfall-Verordnung (SFK-GS-41). Störfallkommission 2004
- TU Berlin*: Anlagensicherheit. Atomwirtschaft Heft 11 (2001)
- UNGER, C.: 2. Europäischer Katastrophenschutzkongress Bonn 2006
- VdS*: Anlagensicherheit und Risikoanalysen. S+S Report 4 (2000)

Prof. Dr.-Ing. Heinz-Willi BRENIG  
Fachhochschule Köln  
Cologne University of Applied Science  
Institut für Rettungsingenieurwesen und Gefahrenabwehr (IRG)  
Betzdorfer Straße 2  
50679 Köln  
Bundesrepublik Deutschland  
Tel.: +49 221 82752209  
Fax: +49 221 827572209  
E-Mail: [heinz\\_willi.brenig@fh-koeln.de](mailto:heinz_willi.brenig@fh-koeln.de)

## Risk-Governance: Ein neuer Ansatz zur Analyse und zum Management komplexer Risiken<sup>1</sup>

Ortwin RENN und Piet SELLKE (Stuttgart)

Mit 2 Abbildungen und 1 Tabelle

### Zusammenfassung

Schweinegrippe, Terroranschläge, BSE, Gentechnik, Klimawandel und Börsencrash – solche Themen haben eines gemeinsam: Es geht um Risiken. Zunächst stellen diese Risiken Gesellschaften vor Konfliktsituationen. Meistens geht es dabei um drei Konflikttypen:<sup>2</sup> (a) Wie hoch ist das Risiko, und welche Maßnahmen wären erfolgversprechend, um dieses Risiko zu verringern? (epistemischer Konflikt) (b) Welche Verteilungswirkungen gehen von dem Risiko aus? Wer hat den Nutzen, und wer trägt die Risiken? Sind Dritte betroffen (etwa der Steuerzahler, wenn eine Bank sich verkalkuliert hat und sie aus systemischen Gründen nicht Konkurs anmelden darf)? Können diejenigen, die den Nutzen haben, diejenigen, die das Risiko tragen, angemessen kompensieren? Lässt sich das Risiko versichern? (distributiver Konflikt) (c) Ist das Risiko gesellschaftlich akzeptabel? Wie sicher ist sicher genug? Wer darf das bestimmen? Wie können wir hier zu einer kollektiv verbindlichen Entscheidung kommen? (normativer Konflikt)

In pluralistischen Gesellschaften gibt es auf diese Fragen nicht eine, sondern viele Antworten, und alle Antworten beanspruchen für sich richtig und wahr zu sein. Oftmals sind die Konflikte innerhalb einer Gesellschaft allein gar nicht zu lösen. Der Klimawandel macht ebenso wenig wie die Schweinegrippe an nationalen Grenzen halt, ein Börsencrash hat Auswirkungen auf die ganze Welt – und das in kürzester Zeit. Risikokonflikte können daher nicht allein mit technischen Überlegungen gelöst werden, sondern erfordern zum einen interdisziplinäre und normativ überzeugende Lösungen und zum anderen länderübergreifende Ansätze (HORLICK-JONES und SIME 2004).

Um diese Herausforderungen in ihrer Komplexität und Vielschichtigkeit zu bewältigen, braucht es einen umfassenden Ansatz. Dieser muss einen Spagat leisten: einerseits müssen alle notwendigen Wissensgrundlagen und gesellschaftlichen Erfordernisse einbezogen werden, andererseits muss ein solcher Ansatz gleichzeitig praktikabel, politisch umsetzbar und sozial akzeptabel sein.

In den folgenden Abschnitten stellen wir einen Ansatz des *International Risk Governance Council* (IRGC) vor, der einen integrativen Risiko-Governance-Prozess entwickelt hat.<sup>3</sup> Hierbei wird der Umgang mit Risiken gesamtgesellschaftlich betrachtet. Der technischen Analyse wird ebenso Gewicht verliehen wie der Abschätzung der gesellschaftlichen Bedenken und Risikowahrnehmungen. Für eine konstruktive und zielführende Beteiligung der relevanten Akteure werden Verfahren vorgeschlagen, die auf die spezifischen Charakteristika des Risikos und seines Kontextes zugeschnitten sind. Zuvor werden wir aber noch erläutern, was wir unter einem Risiko zu verstehen haben. Daran schließt sich ein kurzer Überblick an, der einerseits die technische Risikoabschätzung vorstellt, andererseits aber sozialwissenschaftliche sowie psychologische und kulturelle Ansätze der Risikowahrnehmungsforschung skizziert.

### Abstract

Swine flu, terrorist attacks, BSE, genetic engineering, climate change, and financial crisis – all these topics have something in common: it is about risks. First of all these risks create conflicts within societies. Most common are three types of conflicts: (a) How likely is the risk and what measures would be promising to decrease the risk? (epistemic conflict) (b) Which distributional effects does the risk trigger? Who has the benefit, who bears the burden of the

1 Die nachgehenden Ausführungen sind in Teilen dem Aufsatz SELLKE und RENN 2011 entnommen.

2 RAYNER und CANTOR 1987, BECK und GRANDE 2004.

3 IRGC 2005, RENN 2008a, RENN et al. 2011, RENN und SELLKE 2011, KLINKE und RENN 2012.

risk? Are third parties affected (e.g. tax payers, if a bank miscalculated but cannot go bankrupt for systemic reasons)? Is it possible for the ones who receive the benefits of the risk to compensate those who bear the burdens? Is the risk insurable? (distributional conflict) (c) Is the risk acceptable to society? How safe is safe enough? Who is supposed to determine that? How can we come to a collectively binding decision? (normative conflict)

Within pluralistic societies there is not one but many answers to these questions, and all of them claim to be true and correct. Often the conflicts are not solvable within one society alone. Climate change does not stop at the national borders, neither does swine flu, and a financial crisis has global effects within almost no delay. Conflicts about risks thus cannot be solved with technical expertise alone, rather they need additionally interdisciplinary and normatively convincing solutions and approaches beyond national borders (HORLICK-JONES und SIME 2004).

To deal with these complex challenges an integrative approach is necessary. This approach has to accomplish a balancing act: on the one hand all necessary knowledge and societal requirements have to be included; on the other hand, an approach like that has to be at the same time feasible, politically implementable and acceptable within society.

In the following chapters we will present an approach by the International Risk Governance Council (IRGC), which has developed an integrative risk governance process. Risks are looked at in this approach from an exhaustive perspective of the whole society. The technical assessment becomes equal weight as the assessment of social concerns and risk perceptions. For a constructive and effective participation of the relevant actors procedures are suggested that are tailored according to the specific characteristics of the risk and its context. First, however, we will explain what we understand as a risk. Following that we will give a short overview on technical approaches to risk assessment as well as approaches from social sciences, psychology and cultural approaches on risk perception.

## 1. Risiko in gesellschaftlicher Perspektive

Risiken beruhen aus sozialwissenschaftlicher Sicht auf dem Spannungsverhältnis zwischen unabwendbarem Schicksal und Eigenverantwortung. Erst wenn die Zukunft als vom Menschen zumindest teilweise beeinflussbar angesehen wird, ist es möglich, Gefahren zu vermeiden oder deren Konsequenzen zu mildern (EWALD 1993). Somit setzt die Beschäftigung mit Risiko ein Mindestmaß an Gestaltbarkeit der Zukunft und damit Vermeidbarkeit von unerwünschten Ereignissen durch vorsorgendes Handeln voraus. Als solches beruht das Risiko-konzept maßgeblich auf der Annahme, dass Risiken mentale Konstrukte, also Produkte des menschlichen Geistes, sind.<sup>4</sup> Risiken entstehen wie andere sinnbezogene Konzepte auch als Bestandteil menschlicher Erfahrung im Alltagshandeln.<sup>5</sup> Demnach gilt: „Risks are created and selected by human actors“ (IRGC 2005). Im Gegensatz zur konstruktivistischen Sichtweise von Risiken als mentale Vorstellung sind die Auswirkungen des Schadensfalls real und intersubjektiv nachprüfbar. Diese Manifestationen von Risiken sind in dem Sinne wirklich, als dass Menschen, Umwelt oder Güter, die Menschen Wert schätzen, zu Schaden kommen. Schadensfälle erlangen aber erst in dem Maße Einfluss auf die soziale Welt, wie über sie kommuniziert wird und sie Eingang in die kognitive Wahrnehmung von Individuen finden.<sup>6</sup>

Die während des Kommunikationsprozesses gestalteten Interpretationen des Schadensfalls wirken dann wieder auf die Erfassung und Bestimmung des Risikos zurück. Risiken beruhen somit zum einen auf der Erfahrung und mentalen Verarbeitung von physischen Schäden, zum anderen werden sie von kognitiven Prozessen gesteuert, die auf der Fähigkeit zum kontingenten Denken und Planen (d. h. in alternativen Zukunftsentwürfen) sowie der Verknüpfung von Erfahrungswissen und Projektion aufbauen.<sup>7</sup>

4 WYNNE 1992, HANNIGAN 1995, S. 92ff.; JASANOFF 1999, S. 139; JASANOFF 2004.

5 Vgl. BERGER und LUCKMANN 2004, S. 36ff.

6 LUHMANN 1986, LUHMANN 1997, S. 205.

7 RENN et al. 2007, S. 20; RENN 2014, S. 148ff.

Die beiden konstitutiven Merkmale von Risiko sind die erwarteten Konsequenzen einer Handlung oder eines Ereignisses und die Unsicherheit ihres Eintreffens. Inwieweit diese Konsequenzen positiv oder negativ beurteilt werden, ist dabei eine Frage der subjektiven Bewertung. Aus diesem Grunde haben eine Reihe von Ökonomen und Soziologen vorgeschlagen, Risiken neutral als Möglichkeit von ungewissen Folgen eines Ereignisses oder einer Handlung zu definieren, ohne Bezug darauf, ob die Konsequenzen positiv oder negativ zu beurteilen sind.<sup>8</sup> Für die folgende Analyse haben wir jedoch einen engeren Risikobegriff gewählt. Das heißt, wir beschränken uns auf ungewisse Konsequenzen von Ereignissen oder Handlungen, die direkt oder indirekt zu Beeinträchtigungen von Sicherheit, Lebens- und Gesundheitsrisiken sowie Beeinträchtigungen der natürlichen Umwelt beitragen. Allerdings können diese Konsequenzen wiederum Auslöser für weitere wirtschaftliche, soziale, politische und psychische Risiken werden, die die OECD als „systemische“ Risiken bezeichnet.<sup>9</sup>

Risiko erweist sich in den verschiedenen Disziplinen als ein ausgesprochen schillernder Begriff (ZINN und TAYLOR-GOOPY 2006). Die Berechnung von Risiken als Funktion von Eintrittswahrscheinlichkeiten bzw. relativen Häufigkeiten und dem dazu korrespondierenden Schadensumfang gehört ohne Zweifel in die Domäne der Naturwissenschaften, Medizin und angewandten Mathematik sowie deren Anwendung in Sicherheitstechnik und Versicherungswesen. Die Reaktionen der Menschen auf riskante Situationen sind wiederum zentraler Untersuchungsgegenstand der Psychologie, Anthropologie und der Sozialwissenschaften. Wie Organisationen, Steuerungssysteme und ganze Gesellschaften Risiken regeln und institutionelle Verfahren der Regulierung ausbilden, wird von den Disziplinen der Politikwissenschaft, der Rechtskunde und der Soziologie näher analysiert. Um zu entscheiden, welche Maßnahmen zur Risikoreduktion angebracht und effizient sind, geben die Wirtschaftswissenschaften Anleitung. Die Umsetzung der Maßnahmen in aktive Sicherheitssysteme setzt wiederum Kenntnisse der Ingenieurwissenschaften, der Ergonomie und der Organisationslehre voraus. Kurzum, es gibt keine Disziplin, die nicht zum Thema Risiko direkt angesprochen wäre. Darüber hinaus ist Risiko sowohl ein spannendes theoretisches Thema, das bis in die Grundlagen der Philosophie und der Anthropologie hineinreicht, wie auch ein zutiefst alltagspraktisches Anliegen, denn der richtige Umgang mit Risiken kann Menschenleben retten, Krankheiten verhindern und unser Leben sicherer machen.

Nicht ohne Grund hat der bekannte Soziologe Ulrich BECK unsere moderne Gesellschaft als „Risikogesellschaft“ bezeichnet (BECK 1986), denn das Thema Risiko hat in der öffentlichen und veröffentlichten Meinung eine erstaunliche Karriere gemacht. Obwohl Gefährdungen der menschlichen Gesundheit und der Umwelt durch natürliche oder technische Ereignisse zu allen Zeiten bestanden haben, ist Risiko erst in jüngster Zeit zu einem Dauerbrenner der aktuellen Debatte um Technik, Lebensstil und Moderne geworden. Mit der Verbesserung der Prognosefähigkeit und der zunehmenden moralischen Selbstverpflichtung der modernen Gesellschaft, Risiken zu begrenzen, wachsen die Ansprüche der Bürger an gesellschaftliche Gruppen und vor allem an politische Entscheidungsträger, die Zukunft aktiv zu gestalten und antizipativ auf mögliche Gefährdungen durch die natürliche und technische Umwelt zu reagieren (STIRLING 2003).

---

8 ROSA 1998, EISENFÜHR und WEBER 2003, S. 207.

9 OECD 2003, RENN und KEIL 2008.

## 2. Die Beurteilung von Risiken

Im Folgenden werden kurz *zum einen* die Grundlage der naturwissenschaftlich-technischen Risikoanalyse beschrieben, *zum anderen* sozialwissenschaftliche und psychologische Ansätze zur Risikowahrnehmung.<sup>10</sup> Aus der Gegenüberstellung dieser Ansätze wird das Konfliktpotential deutlich, das sich ergeben kann, wenn Risiken gesamtgesellschaftlich reguliert werden sollen. Die Perspektive der technischen Risikoexperten ist eine grundlegend andere als die sogenannte Laien-Perspektive.

### 2.1 Naturwissenschaftliche und technische Ansätze

Der Begriff der *technischen Risikoanalyse* bezieht sich auf das Verfahren der Analyse. Potenzielle Schäden an Menschen oder Ökosystemen werden hier antizipiert, und diese Ereignisse werden zeitlich und räumlich in Relation gestellt. Um Wahrscheinlichkeiten zu bestimmen – z. B. die Wahrscheinlichkeit des Schadenseintritts – werden relative Häufigkeiten verwendet. In der Regel wird nach der Formel vorgegangen, die das Risiko als eine Funktion von Schadensausmaß und Eintrittswahrscheinlichkeit bestimmt.<sup>11</sup>

Die technische Risikoanalyse wird in der Forschungsliteratur jedoch hinsichtlich mehrerer Aspekte kritisiert.<sup>12</sup> So wird durch die ausschließliche Verknüpfung von Schadensausmaß und Eintrittswahrscheinlichkeit außer Acht gelassen, dass einzelne (Interessens-) Gruppen Risiken höchst unterschiedlich wahrnehmen. Diese individuelle Risikowahrnehmung hängt beispielsweise von den jeweiligen Werten und Interessen der Akteure ab. Zudem können durchschnittliche Wahrscheinlichkeiten nicht die komplexen Interaktionen zwischen menschlichen Aktivitäten und ihren Konsequenzen festhalten. Darüber hinaus muss festgestellt werden, dass Risiken mit einer hohen Eintrittswahrscheinlichkeit, aber einem geringen Schadensausmaß, sowie Risiken mit einer niedrigen Eintrittswahrscheinlichkeit, aber einem hohen Schadensausmaß in der technischen Analyse die gleiche Bedeutung erhalten. Empirische Ergebnisse zeigen jedoch, dass diese beiden Typen von Risiken gesellschaftlich höchst unterschiedlich bewertet werden (RENN 2008b).

Zusätzlich wird die technische Risikoanalyse nicht den gesellschaftlichen Dynamiken gerecht, die ein Risiko begleiten. Offensichtlich hängt die Entscheidung, ob ein Risiko akzeptabel oder inakzeptabel ist, im öffentlichen Diskurs von weit mehr Faktoren als den in der technischen Risikoanalyse verwendeten Variablen ab. Dies betrifft nicht nur den gesellschaftlichen Diskurs insgesamt, auch zwischen einzelnen kulturellen Gruppen innerhalb einer Gesellschaft herrscht ein beträchtliches Maß an Divergenz bei der Wahrnehmung und Einschätzung von Risiken (DOUGLAS und WILDAVSKY 1992). Folge dieser Inkompatibilität der technischen Analyse und der öffentlichen Wahrnehmung von Risiken ist unter anderem eine Inkompatibilität der Kommunikation über Risiken, was wiederum zur Verschärfung der Debatte und der damit zusammenhängenden sozialen Konflikte führt (LUHMANN 1990). Diese Kritik bedeutet jedoch nicht, dass die technische Risikoanalyse hinfällig wäre, letztlich gibt es selbstredend objektive Risiken, die eine technische Risikoanalyse zwingend erforder-

---

<sup>10</sup> Vgl. RENN 2008b, AVEN und RENN 2010, S. 21ff.

<sup>11</sup> AVEN und RENN 2010, S. 24.

<sup>12</sup> ROSA et al. 2013, S. 33ff.

lich machen. Die Einfachheit der technischen Risikoanalyse ist somit ihr größter Vorteil und Nachteil zugleich.

Um jedoch zu verstehen, wie und warum Laien Risiken anders einschätzen als Experten, bedarf es anderer Ansätze. Die sozialwissenschaftliche Literatur zur Risikowahrnehmung deckt ein weites Feld von theoretischen Ansätzen ab. Alle folgen jedoch der Grundannahme, dass Risiken ein mentales Konstrukt sind; nur welche Variablen bei der Analyse der Wirkung und Entstehung solcher mentalen Modelle im Fokus der Betrachtung stehen, unterscheidet die Ansätze.

## *2.2 Psychologische und sozialwissenschaftliche Ansätze*

Ein prominenter Ansatz zur Analyse der Mechanismen der Risikowahrnehmung ist das *psychometrische Paradigma*.<sup>13</sup> Kennzeichnend für diesen Ansatz ist der Einbezug von technisch-physischen Aspekten von Risiko sowie auch von sozial-psychologischen Aspekten. Besonders wichtig für die Beurteilung von Risiken sind Eigenschaften von Risiken wie Natürlichkeit, maximales Katastrophenpotenzial oder Plausibilität der Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadens. Dazu kommen Merkmale der riskanten Situation wie Freiwilligkeit, persönliche Kontrolle über das Ausmaß der Risiken oder Gewöhnung an Risiken. Diese Aspekte werden alle unter dem Begriff der qualitativen Risikomerkmale geführt.<sup>14</sup> Sie haben oft größeren Einfluss auf die wahrgenommene Höhe des Risikos als das Produkt von Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensausmaß. Damit erklärt sich auch ein Großteil der Diskrepanz zwischen der Experteneinschätzung eines Risikos und der Laienwahrnehmung.

*Soziologische und politikwissenschaftliche Ansätze* erweitern dieses Konzept durch den Einbezug von institutionellen und organisationsspezifischen Faktoren, welche die Risikowahrnehmung beeinflussen. Das Vertrauen in Institutionen und in politische Eliten, die Wirkungsweisen von Institutionen sowie Governance-Ansätze stehen hier im Vordergrund.<sup>15</sup> Neben den mikrosoziologischen Studien stehen insbesondere die beiden Autoren Ulrich BECK und Niklas LUHMANN (1972–1998) für die makrosoziologische Risikosoziologie.<sup>16</sup>

*Kulturtheoretische Ansätze* hingegen betonen stärker, dass Risiken aufgrund bestimmter kultureller Gemeinsamkeiten ähnlich wahrgenommen werden. Dies bedeutet, dass innerhalb einer Gesellschaft versucht wird, bestimmte kulturelle Subgruppen zu analysieren, die dann jeweils eine ähnliche Risikowahrnehmung aufzeigen (THOMPSON et al. 1990). Während psychometrisch orientierte Studien oftmals mit quantitativen sozialwissenschaftlichen Methoden arbeiten, gehen kulturtheoretische Ansätze meist qualitativ vor.

Risikowahrnehmung ist heute weniger ein Produkt von individueller Erfahrung und persönlicher Evidenz, sondern ein Resultat von *sozialer Kommunikation*. Beispielsweise können Lebensmittelzusätze in unserer Nahrung nicht mit den natürlichen Sinnen erfasst und erfahren werden, sondern die Existenz von Zusätzen in unserer Nahrung muss durch Kommunikation vermittelt werden (RENN 2006). Dabei spielen die Medien als Informationstransmitter eine prominente Rolle. Gleichzeitig werden aber in heutigen Gesellschaften sehr viel mehr Informationen bereitgestellt und übermittelt, als vom Einzelnen verarbeitet werden können.

13 SLOVIC 1992, ROHRMANN und RENN 2000, RENN 2008b.

14 SLOVIC et al. 1981, RENN 2008a, S. 109.

15 CLARKE 1989, SHUBIK 1991, BECK und GRANDE 2004, RENN 2008a.

16 BECK 1986, 1999, LUHMANN 1986, 1990. Zusammenfassung in ROSA et al. 2013, S. 69ff.

Die Herausforderung besteht heute also weniger in der Aufnahme als in der Selektion von Informationen. Dabei kommen uns einige kognitionspsychologische Prozesse zur Hilfe.

Die *Kognitionspsychologie* geht davon aus, dass Individuen Informationen grundsätzlich durch zwei verschiedene Modi wahrnehmen und verarbeiten können.<sup>17</sup> Zunächst muss ein Akteur entscheiden, ob es notwendig ist, jedes Argument der neuen Information zu durchdenken und abzuwägen, oder ob es ausreicht, anhand von einigen Heuristiken den Wert der Information zu beurteilen. Dieser Prozess läuft natürlich unterbewusst; im ersten Fall werden Informationen überlegt prozessiert, im zweiten Fall werden sie spontan prozessiert. Im überlegten Modus wird nun für jedes Argument zunächst festgestellt, ob man es für richtig hält oder nicht. Gleichzeitig wird jedem Argument ein Gewicht zugeschrieben, das sich aus seiner individuell wahrgenommenen Wichtigkeit ergibt. Im Gegensatz zu diesem Prozess spielen im spontanen Modus die eigentlichen Informationen keine große Rolle: Hier sind Hinweisreize ausschlaggebend – beispielsweise die Länge der Botschaft, der Übermittler der Botschaft oder die angenommenen Motive des Übermittlers. Für den Akteur dienen diese Heuristiken als Daumenregeln. Informationen können schnell und effizient verarbeitet werden – wenn auch oftmals mit Verzerrungen und Fehleinschätzungen.

Darüber hinaus werden von Akteuren oft *semantische Bilder* verwendet, um Risiken zu klassifizieren. Dies geschieht ebenfalls aus Effizienzgründen. Semantische Bilder reduzieren die Komplexität des Gegenstandes zu Gunsten einer Einschätzung des Risikos aufgrund einiger herausgehobener Eigenschaften.<sup>18</sup> Folgende semantische Muster sind für die Risikowahrnehmung und -bewertung von besonderer Bedeutung:

- *Risiko als Bedrohung*: Die Vorstellung, das Ereignis könne zu jedem beliebigen Zeitpunkt die entsprechende Bevölkerung treffen, erzeugt das Gefühl von Bedrohung und Machtlosigkeit. Das Ausmaß des wahrgenommenen Risikos ist hier eine Funktion von drei Faktoren: der Zufälligkeit des Ereignisses, des erwarteten maximalen Schadensausmaßes und der Zeitspanne zur Schadensabwehr.
- *Risiko als Schicksalsschlag*: Natürliche Katastrophen werden meist als unabwendbare Ereignisse angesehen, die zwar verheerende Auswirkungen nach sich ziehen, die aber als „Launen der Natur“ oder als „Ratschluss Gottes“ (in vielen Fällen auch als mythologische Strafe Gottes für kollektiv sündiges Verhalten) angesehen werden und damit dem menschlichen Zugriff entzogen sind.
- *Risiko als Herausforderung der eigenen Kräfte*: In diesem Risikoverständnis gehen Menschen Risiken ein, um ihre eigenen Kräfte herauszufordern und den Triumph eines gewonnenen Kampfes gegen Naturkräfte oder andere Risikofaktoren auszukosten. Sich über Natur oder Mitkonkurrenten hinwegzusetzen und durch eigenes Verhalten selbst geschaffene Gefahrenlagen zu meistern, ist der wesentliche Ansporn zum Mitmachen.
- *Risiko als Glücksspiel*: Wird das Zufallsprinzip als Bestandteil des Risikos anerkannt, dann ist die Wahrnehmung von stochastischer Verteilung von Auszahlungen dem technisch-wissenschaftlichen Risikokonzept am nächsten. Nur wird dieses Konzept bei der Wahrnehmung und Bewertung technischer Risiken so gut wie nie angewandt.
- *Risiko als Frühindikator für Gefahren*: Nach diesem Risikoverständnis helfen wissenschaftliche Studien schleichende Gefahren frühzeitig zu entdecken und Kausalbeziehun-

<sup>17</sup> PETTY und CACIOPPO 1986, RENN und LEVINE 1991.

<sup>18</sup> RENN 2008a, S. 110ff.

gen zwischen Aktivitäten bzw. Ereignissen und deren latenten Wirkungen aufzudecken. Beispiele für diese Verwendung des Risikobegriffs findet man bei der kognitiven Bewältigung von geringen Strahlendosen, Lebensmittelsusätzen, chemischen Pflanzenschutzmitteln oder genetischen Manipulationen von Pflanzen und Tieren.

Experten setzen Risiko meist mit durchschnittlicher Verlusterwartung pro Zeiteinheit gleich. Laien nehmen dagegen Risiken als ein komplexes, mehrdimensionales Phänomen wahr, bei dem subjektive Verlusterwartungen (geschweige denn die statistisch gemessene Verlusterwartung) nur eine untergeordnete Rolle spielen, während der Kontext der riskanten Situation, der in den unterschiedlichen semantischen Bedeutungen des Risikobegriffs zum Tragen kommt, maßgeblich die Höhe des wahrgenommenen Risikos beeinflusst.

Neben den Risikomerkmale und semantischen Bildern ist die Risikowahrnehmung entscheidend vom *Vertrauen* der Akteure in Institutionen, denen das Management des betreffenden Risikos obliegt, beeinflusst (LÖFSTEDT 2005). Dabei sind Urteile von Referenzgruppen, die dem einzelnen Akteur eine schnelle Orientierung verschaffen, besonders bedeutend. Auch das Vertrauen in die Performanz der Institutionen des Risikomanagements spielt eine erhebliche Rolle. Eine der zentralen Herausforderungen dabei ist, dass empirisch ein sinkendes Vertrauen in die betreffenden Institutionen feststellbar ist,<sup>19</sup> aber aufgrund der Komplexität vieler Risiken und der damit verbundenen Abhängigkeit der Akteure von diesen Institutionen großes Vertrauen notwendig wäre.

Verdeutlicht man sich die divergierenden Wahrnehmungs- und Erklärungsmuster zwischen technischen Risikoexperten einerseits und Risikolaien andererseits, erscheinen Konflikte über den angemessenen Umgang mit Risiken fast unausweichlich. Tatsächlich gibt es eine Vielzahl von Konfliktbeispielen: die Regulation der Gentechnik, die Schweinegrippe, Atomtechnik, Mobilfunkstrahlung – diese Liste könnte noch lange fortgeführt werden. Wie können nun diese Konflikte gelöst werden? Wie kann den Erfordernissen der technischen Risikoanalyse Rechnung getragen werden, ohne dabei die gesellschaftlichen Erfordernisse aus den Augen zu verlieren? Eine Möglichkeit der Integration von technischer Risikoanalyse und sozialwissenschaftlicher Analyse von Risikowahrnehmungen wird im folgenden Abschnitt vorgestellt.

### **3. Integrativer Risiko-Governance-Ansatz**

Der *International Risk Governance Council* (IRGC)<sup>20</sup> hat 2005 ein Modell entwickelt, das einen integrativen Ansatz bei der Regulierung von Risiken aufzeigen will.<sup>21</sup> Der IRGC-Ansatz beschreitet einen strukturierten Weg, wie die generischen Elemente Risikoabschätzung (*Risk Assessment*), Risikomanagement und Risikokommunikation mit der gleichen Bedeutung behandelt werden können wie die Analyse gesellschaftlicher Bedenken und die Laienrisikowahrnehmung. Die Integration des gesellschaftlichen Kontextes betrifft aber nicht nur unterschiedliche Risikowahrnehmungen in unterschiedlichen Gruppen. Zusätzlich muss der

<sup>19</sup> LIPSET und SCHNEIDER 1983, PETERS 1999.

<sup>20</sup> Der *International Risk Governance Council* mit Sitz in Lausanne ist eine unabhängige Organisation, deren Aufgabe es ist, das Verständnis und das Management von neuen (systemischen) Risiken zu verbessern. Der IRGC wird über Spenden finanziert.

<sup>21</sup> IRGC 2005, RENN und WALKER 2008, ROSA 2008.

gesamtgesellschaftliche politische und regulatorische Rahmen in einen integrativen Prozess der Risiko-Governance einbezogen werden. Diese Integration von technischen und gesellschaftlichen Perspektiven auf das Risiko hat das Potenzial, gesellschaftliche Konflikte durch Transparenz und Offenheit sowie durch eine partizipative Teilhabe der Betroffenen zu bewältigen (VAN ASSELT und RENN 2011).

In der Definition des IRGC umfasst Risiko-Governance die Totalität von Akteuren, Regeln, Konventionen, Prozessen und Mechanismen, die sich mit der Beschaffung, Analyse und Kommunikation von relevantem Wissen über das Risiko beschäftigen sowie mit den risikobezogenen Entscheidungsprozessen.<sup>22</sup> Da der Prozess der Risiko-Governance die auf das Risiko bezogenen Entscheidungen und Handlungen von staatlichen und nicht-staatlichen Akteuren umfasst, eignet sich dieser Prozess insbesondere für Situationen, bei denen keine staatliche oder andere übergeordnete Autorität vorhanden ist. Insgesamt betrachtet, eignet sich ein Risiko-Governance-Ansatz aber vor allem immer dann, wenn die Beschaffenheit der Risikosituation eine Koordination zwischen verschiedenen staatlichen und nicht-staatlichen Akteuren erfordert. Über den Blick auf die involvierten Akteure hinaus, umfasst der Prozess der Risiko-Governance jedoch auch Kontextfaktoren, so wie z. B. den institutionellen und regulativen Rahmen einer Risikosituation oder auch die politische Kultur insgesamt.<sup>23</sup>

Der Risiko-Governance-Prozess wird in dem Framework des IRGC in drei Hauptphasen eingeteilt: *Pre-Assessment*, *Risk Appraisal* und *Risk Management*. Eine weitere Phase, *Risk Evaluation / Risk Characterization*, ist zwischen die Phasen des *Risk Appraisal* sowie des *Risk Managements* gelegt. Dies bringt zum Ausdruck, dass diese Aufgabe je nach konkreter Fragestellung entweder von den Verantwortlichen des *Risk Assessments* oder von den Risikomanagern bearbeitet werden kann. Die fünfte Phase ist die *Risk Communication*. Diese ist jedoch mit allen anderen Phasen direkt verbunden. Die folgende Abbildung veranschaulicht den Prozess.

Der Erfolg oder Misserfolg von *Risk Governance* ist vom vorhandenen Wissen über ein Risiko abhängig. Das Wissen über ein Risiko systematisch zu kategorisieren, ist ein weiterer zentraler Baustein des IRGC-Ansatzes (RENN et al. 2011). Sofern die kausalen Zusammenhänge zwischen Ursache und Wirkung eines Risikos eindeutig und unbestritten sind, spricht man von einem simplen Risiko. Ein Beispiel hierfür ist der Zusammenhang zwischen Zigarettenkonsum und einer erhöhten Krebsgefahr. Oftmals hat man es bei der Risikoabschätzung jedoch auch mit einer sehr komplexen Ursache-Wirkungskette zu tun. Der Zusammenbruch der Finanzmärkte beispielsweise zeigt sich als komplexes Zusammenspiel verschiedener materieller und psychologischer Faktoren. Diese sind aufgrund von intervenierenden Variablen schwer zu modellieren. In der Klassifikation des IRGC werden diese Risiken als ‚komplexe Risiken‘ gekennzeichnet (IRGC 2005). In anderen Fällen, beispielsweise bei den Auswirkungen der Nanotechnologie, zeigt sich zusätzlich das Problem, dass man manche Auswirkungen (noch) nicht kennt, sondern nur ahnen kann – man weiß nicht, was man nicht weiß (RENN und Roco 2006). Nichtwissen bezieht sich jedoch auch auf die Möglichkeit von zufälligen Ereignissen oder Messfehlern im Zusammenhang mit einem bestimmten Risiko (BONSS 1996). Diese Risiken sind nach der IRGC-Klassifikation somit als unsichere Risiken zu bezeichnen (IRGC 2005). Als dritte Kategorie werden Risiken angesprochen, die durch Ambiguität gekennzeichnet sind. Hier treten die im vorigen Kapitel angesprochenen Differenzen zwischen der Laien- und Expertenwahrnehmung von Risiken zu Tage. Unabhängig vom tatsächlichen

<sup>22</sup> Vgl. IRGC 2005.

<sup>23</sup> RENN 2008a, S. 353ff.

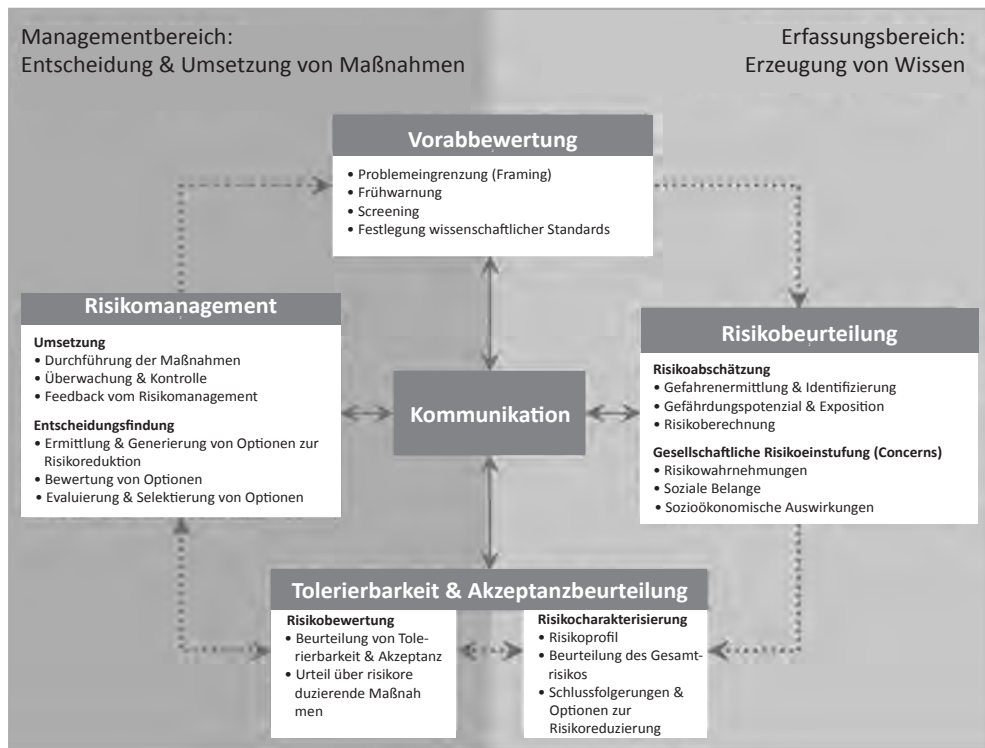


Abb. 1 Der IRGC-Risk-Governance-Prozess im Überblick. Quelle: vgl. IRGC 2005

Risiko kann beispielsweise eine Technologie abgelehnt werden, wenn sie nicht mit ethischen oder weltanschaulichen Überzeugungen übereinstimmt.

Die Betonung des IRGC-Ansatzes liegt jedoch nicht nur in der reinen Klassifikation des Wissens über ein Risiko als komplex, unsicher oder ambig. Vielmehr werden für die jeweilige Risikoklasse dezidierte Wege der Risikoabschätzung, der Risikobewertung und des Risikomanagements vorgeschlagen, um den Erfordernissen des Risikos gerecht zu werden, d.h. den Prozess der Risikoregulierung nicht durch den Einbezug zu vieler Aspekte zu blockieren, aber ebenso wenig den Prozess durch die Nichtbeachtung von Aspekten über Gebühr zu vereinfachen.

## 4. Die Phasen des IRGC-Risiko-Governance-Ansatzes

### 4.1 Die Pre-Assessment-Phase

Wie in Abschnitt 2 bereits dargelegt, sind Risiken zunächst einmal mentale Konstrukte.<sup>24</sup> Risiken repräsentieren jedoch, was Menschen in ihrer Umwelt wahrnehmen und was sie erfahren

<sup>24</sup> OECD 2003, RENN 2008a, S. 2ff.

und wissen. Die Verbindung zwischen dem Risiko als mentalem Konstrukt und der Realität ist der eigentliche Schaden, also die Konsequenz des Risikos – beispielsweise durch zerstörte Gebäude oder zu beklagende Opfer. Die Konzeption von Risiko als mentales Konstrukt bedeutet auch, dass Menschen die Möglichkeit haben, Risiken zu steuern, zu regulieren, sowie ihre Zukunft innerhalb der natürlichen und kulturellen Grenzen zu gestalten (BANSE 1996).

Der Status von Risiko als mentales Konstrukt hat weitreichende Konsequenzen dafür, was als Risiko angesehen wird und was nicht. Was für manche eine Handlung Gottes ist, ist für andere Zufall oder Schicksal, für wieder andere ist es eine Chance. Obwohl moderne Gesellschaften im Laufe der Zeit Erfahrung mit potenziellen Schäden und Auswirkungen gemacht haben, ist es meist ausgeschlossen, jegliche Auswirkungen einer Aktivität oder eines Ereignisses vorherzusehen. Gleichzeitig ist es auch nicht möglich, alle Interventionsmöglichkeiten umzusetzen. Somit müssen Gesellschaften also entscheiden, welche Risiken und Auswirkungen betrachtet werden und welche ignoriert werden.<sup>25</sup>

Diese Auswahl muss darauf basieren, was die Hauptakteure einer Gesellschaft (Regierung, Firmen, Wissenschaft, Öffentlichkeit) als Risiko ansehen und was nicht. Dieser Vorgang wird *Framing* genannt, und das *Framing* ist bereits Teil des *Governance-Prozesses*. Beispielsweise sind Konsumenten vielleicht der Ansicht, dass alle Lebensmittelzusätze ein Risiko darstellen, wohingegen die Industrie sich über Pathogene Sorgen macht, die bei der unsachgemäßen Lagerung oder Zubereitung von Speisen durch den Konsumenten entstehen können. Andere Gruppen wiederum betrachten stärker die Risiken von industriell hergestellter Nahrung im Vergleich zu Bio-Nahrung. Ob es nun eine Verständigung darüber gibt, was ein Risiko ist und was nicht, hängt in großen Teilen von der Legitimität des Selektionsmechanismus ab. Die Akzeptanz von Selektionsregeln basiert meist auf zwei Komponenten: Zum Ersten müssen alle Akteure die zugrunde liegenden Ziele anerkennen (z. B. Vermeidung von Gesundheitsnachteilen). Zum Zweiten müssen sich alle Akteure auf die Implikationen des zum jeweiligen Zeitpunkt bestmöglichen Wissens verständigen, d. h., sie müssen sich einig sein, inwieweit eine mögliche Handlung oder Konsequenz tatsächlich das Ziel der Vermeidung von Gesundheitsnachteilen beeinflusst.

Neben dem *Framing* sind Frühwarnsysteme und -prozesse im *Pre-Assessment* von Bedeutung. Selbst wenn Konsens darüber besteht, dass ein bestimmtes Ereignis ein Risiko darstellt, kann es zu Problemen beim *Monitoring* des Risikos kommen. Die Tsunami-Katastrophe in Südostasien im Dezember 2004 ist ein trauriges Beispiel für die Diskrepanz zwischen der Möglichkeit von Frühwarnungen und der Entscheidung, diese auch zu installieren.

Die Entscheidung über (wissenschaftliche) Konventionen und Verfahrensregeln gehört ebenfalls zur Phase des *Pre-Assessments*. Welche wissenschaftlichen Methoden zur Analyse des technischen Risikos sowie der Risikowahrnehmungen in der Öffentlichkeit verwendet werden müssen, wird vorab festgelegt, denn auch diese Entscheidungen beruhen letztlich auf subjektiven Urteilen oder Konventionen. Werden diese nicht von allen beteiligten Akteuren zu Beginn des Prozesses im Konsens beschlossen, kann Dissens über die Assessment-Ergebnisse im weiteren Verlauf mit Verweis auf die falschen wissenschaftlichen Methoden begründet werden, und somit den gesamten Prozess wieder auf den Anfangspunkt zurückwerfen. Zudem ermöglicht ein Verständnis der angewendeten Methoden und Konventionen auch, zu einem besseren Verständnis der Resultate des *Assessment* zu kommen. Die folgende Tabelle stellt einen Überblick über die vier Komponenten des *Pre-Assessments* dar.<sup>26</sup>

<sup>25</sup> DOUGLAS 1990, BECK 1994.

<sup>26</sup> IRGC 2005, RENN 2008a, S. 51.

Tab. 1 Phasen des *Pre-Assessments*. Quelle: vgl. IRGC 2005

| <i>Pre-assessment</i> -Bestandteile                                                                                     |                                                                                                                                                         | Definition Indikatoren                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| „Framing“                                                                                                               | Unterschiedliche Perspektiven, den Gegenstand des Verfahrens zu konzeptualisieren                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Dissens/Konsens hinsichtlich der Ziele der Selektionsregel</li> <li>– Dissens/Konsens hinsichtlich der Relevanz von Evidenz</li> <li>– Bezugsrahmen (Chance, Risiko, Schicksal)</li> </ul>                                                                                                                          |
| Frühwarnung                                                                                                             | Systematische Suche nach neuen Gefährdungen                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Untypische Ereignisse oder Phänomene</li> <li>– Systematischer Vergleich zwischen modellierten und beobachteten Phänomenen</li> <li>– Neuartige Aktivitäten oder Ereignisse</li> </ul>                                                                                                                              |
| Screening ( <i>risk assessment</i> und <i>concern assessment policy</i> )                                               | Etablierung einer Prozedur für das Screening von Gefahren und Risiken sowie Festlegung von Konventionen für Assessment und Management                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Screening umgesetzt?</li> <li>– Kriterien für das Screening: Gefahrenpotenzial Persistenz Ubiquität, etc.</li> <li>– Kriterien zur Festlegung von Risiko-Assessment Prozeduren für: Bekannte Risiken Neuartige Risiken, etc.</li> <li>– Kriterien zur Messung sozialer Bedenken (<i>social concerns</i>)</li> </ul> |
| Wissenschaftliche Konventionen für Risiko-Assessment und Assessment der gesellschaftlichen Bedenken ( <i>concerns</i> ) | Festlegung der Annahmen und Parameter von wissenschaftlicher Modellbildung und Evaluationsmethoden sowie Prozeduren des Risiko- und Concern Assessments | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Definition von <i>no adverse effect levels</i> (NOAEL)</li> <li>– Validität der Methoden des Risiko-Assessments</li> <li>– Methodologische Regeln für die Erhebung von gesellschaftlichen Bedenken</li> </ul>                                                                                                       |

## 4.2 Die Risk-Appraisal-Phase

Im Konzept des IRGC ist die klassische technische Risikoanalyse – das Risiko-Assessment – mit der Erhebung und Analyse von gesellschaftlichen Bedenken (*Concerns*) sowie den Risikowahrnehmungen in eine Phase zusammengeführt. Ziel ist hier eine Integration von technischem und gesellschaftlichem Wissen über das Risiko. Zunächst wird die technische Risikoabschätzung durchgeführt, d. h., naturwissenschaftliche und technische Experten liefern Analysen, um die möglichen Schäden der Risikoquelle bestmöglich abzuschätzen. Dem

folgt eine Analyse von Ökonomen und Sozialwissenschaftlern, die mögliche Problemfelder von einzelnen Gruppen oder/und der Gesellschaft insgesamt identifizieren und analysieren. Für diese Aufgabe werden u. a. wissenschaftliche Umfragen, Fokusgruppen, ökonometrische Analysen, makro-ökonomische Modellbildung und strukturierte Anhörungen mit *Stakeholdern* verwendet.

Ziel der *Risikoabschätzung* ist es, Wissen zu generieren, das die Verbindung von spezifischen Risikoquellen mit unsicheren, aber möglichen Folgen herstellt.<sup>27</sup> Das Endprodukt der Risikoabschätzung ist somit eine Schätzung des Risikos mit einer Wahrscheinlichkeitsverteilung der möglichen Folgen. Die Risikoabschätzung beginnt zunächst mit einer für das Risiko und die Gefahr unabhängigen *Identifikation* (d. h. Identifikation des Ursache-Wirkungsmechanismus) sowie *Schätzung* (Festlegung der Stärke des Zusammenhangs zwischen Ursache und Wirkung). Die Schätzung des Risikos ist wiederum abhängig von einer *Belastungs- und Verletzlichkeitsanalyse*: Belastung (*Exposure*) bezieht sich dabei auf das Ausmaß des Kontaktes zwischen der Gefahrenquelle und dem ‚Ziel‘, also beispielsweise Menschen, Ökosystemen, Gebäuden etc. Verletzlichkeit bezeichnet das mögliche Ausmaß, in dem das Ziel tatsächlich Schaden nimmt (z. B. Immunsystem der Bevölkerung, strukturelle Schwächen bei Gebäuden).

In den letzten Jahren wurden die Methoden der Risikoabschätzung immer weiter verbessert. Als Basis der Risikoabschätzung fungieren oftmals analytisch-orientierte wahrscheinlichkeitsbasierte Methoden. Mögliche Methoden der probabilistischen Risikoabschätzung für große technologische Systeme sind beispielsweise die Szenariotechnik, Verteilungsmodellierungen basierend auf geographischen Daten (GIS) oder empirische Mensch-Maschine-Schnittstellen-simulationen.<sup>28</sup> Bezogen auf die menschliche Gesundheit werden verbesserte Methoden der Modellierung von individuellen Variationen (HATTIS 2004), von Dosis-Effekt-Beziehungen (OLIN et al. 1995) und Belastungsabschätzungen (US-EPA 2005) angewendet. Die Bearbeitung der erhobenen Daten ist dabei oftmals von Methoden der Inferenzstatistik geleitet. All diese Bausteine wurden zur Generierung von Wissen über Ursache-Wirkungszusammenhänge entwickelt, sowie um die Stärke der Ursachen-Wirkungsbeziehung besser abschätzen zu können und um verbleibende Unsicherheiten oder Ambiguitäten beschreiben zu können. Zudem sollen in quantitativen oder qualitativen Formen weitere auf das Risiko oder den Schaden bezogene Eigenschaften charakterisiert werden, sofern sie für das Risikomanagement notwendig sind.<sup>29</sup> Zusammengefasst wird mit der Risikoabschätzung analysiert, was auf dem Spiel steht, sowie kalkuliert, wie oft im Schnitt mit nicht-erwünschten Folgen zu rechnen ist. Beide Komponenten werden sodann zu einer Dimension aggregiert (KOLLURU 1995).

Dabei ist die Risikoabschätzung jedoch mit drei fundamentalen Schwierigkeiten belastet, die schon mehrfach angesprochen wurden: Komplexität, Unsicherheit und Ambiguität. Diese drei Charakteristika beziehen sich nicht intrinsisch auf das Risiko oder die Gefahr selbst, sondern auf das Wissen, das wir über ein Risiko oder eine Gefahr besitzen. Im Unterschied zu anderen wissenschaftlichen Konstrukten ist es bei der Risikoabschätzung besonders schwierig, die Validität der Ergebnisse zu überprüfen – theoretisch müsste man unendlich lange warten, um zu zeigen, dass die Wahrscheinlichkeiten eines bestimmten Ereignisses korrekt vorhergesagt wurden. Sofern die Frequenz des Schadensereignisses sehr hoch sowie die Ursache-Wirkungskette sehr offensichtlich ist – wie beispielsweise bei Autounfällen – ist die Validierung recht eindeutig

<sup>27</sup> LAVE 1987, GRAHAM und RHOMBERG 1996.

<sup>28</sup> IAEA 1995, STRICOFF 1995.

<sup>29</sup> IAEA 1995, IEC 1993.

und klar. Wenn sich die Risikoabschätzung jedoch auf Risiken bezieht, deren Ursache-Wirkungskette schwierig aufzudecken ist, oder es sich um sehr seltene Effekte oder schwer zu interpretierende Effekte handelt, wird die Validierung der Risikoabschätzung zu einem zentralen Problem. In solchen Fällen ist es notwendig, das vorhandene Wissen über das Risiko gemäß der Kategorien Komplexität, Unsicherheit und/oder Ambiguität zu charakterisieren.<sup>30</sup>

An die Phase der Risikoabschätzung schließt sich die Erhebung und Analyse gesellschaftlicher Bedenken sowie der Risikowahrnehmungen an, das *Concern-Assessment*. Die Prozesse der Risikowahrnehmung wurden bereits ausführlich in Kapitel 2 beschrieben. Für den Prozess der Risiko-Governance ist von Bedeutung, dass menschliches Verhalten nicht von Tatsachen, sondern von Wahrnehmungen geleitet wird. Dies bedeutet, dass die ‚Tatsachen‘, die den Risikomanagern als offensichtlich erscheinen mögen, dies noch lange nicht für die Öffentlichkeit insgesamt oder bestimmte Interessengruppen sind. Dabei kann man die Wahrnehmungsprozesse nicht als irrational beschreiben, vielmehr folgen sie konsistenten Mustern bei der Einschätzung und Bewertung von Risiken.

Die wichtigste Frage im Zusammenhang mit einem Prozess der Risiko-Governance ist, wie mit den divergierenden Risikowahrnehmungen umgegangen werden soll (FISCHHOFF 1985, 1995). Zwei Argumentationen stehen sich dabei gegenüber: Die erste Position geht davon aus, dass ausschließlich wissenschaftliche Konzepte von Risiko intersubjektive Validität und Anwendbarkeit herstellen können. Die zweite Position hingegen postuliert, dass es kein universell anwendbares Qualitätskriterium zur Bewertung der Validität eines Risikokonzeptes gibt, somit ist alles Wissen gleichwertig. Der IRGC-Ansatz lehnt beide Positionen in ihrer Extremform ab. Vielmehr steht er für einen Ansatz ein, bei dem die unterschiedlichen Positionen der Akteure bei der Konzeptualisierung von Risiko in den Risiko-Governance-Prozess mit aufgenommen werden, gleichzeitig aber auch wissenschaftliche Standards im Sinne der Risikoabschätzung eine herausragende Rolle spielen. Dies bedeutet aber auch, dass organisierte und strukturierte Rückmeldungen von der Gesellschaft in den *Policy*-Sektor hinein notwendig sind und einen wichtigen Bestandteil bei der Bewertung von Risiken darstellen (JAEGER et al. 2001). Somit wird – basierend auf den wissenschaftlichen Modellen der Risikoabschätzung und der identifizierten individuellen und gesellschaftlichen Bedenken sowie auf weiteren sozialen und ökonomischen Implikationen des Risikos – ein umfassendes *Risk Appraisal* geleistet.

### *4.3 Die Phasen der Risikocharakterisierung und Risikobewertung*

Ein Urteil über die Tolerabilität oder Akzeptanz aus den vorangegangenen Analysen abzuleiten und auch zu rechtfertigen, gehört zu den kontrovers diskutierten Phasen eines Risiko-Governance-Prozesses (HSE 2001). ‚Tolerierbar‘ bezieht sich dabei auf eine Aktivität, die, angesichts des damit einhergehenden Nutzens, als sinnvoll erscheint – allerdings sind Risikoreduktionsstrategien innerhalb vernünftiger Grenzen notwendig. ‚Akzeptabel‘ hingegen bezieht sich auf Aktivitäten, deren Risiken so gering sind, dass keine zusätzlichen Risikoreduktionsstrategien notwendig sind. Die Grenze zu ziehen zwischen intolerabel und tolerabel sowie zwischen tolerabel und akzeptabel gehört mit zu den schwierigsten Herausforderungen im Risiko-Governance-Prozess. Die *UK Health and Safety Executive* hat dafür einen Leitfaden von Risiko-Risiko-Vergleichen entwickelt (LÖFSTEDT 1997). Manche schweizerischen

---

30 WBGU 2000, KLINKE und RENN 2002, RENN et al. 2011.

Kantone, beispielsweise Basel, experimentierten mit Runden Tischen, um eine Abgrenzung zwischen den Kategorien vornehmen zu können. Teilnehmer der Runden Tische waren dabei Industrievertreter, Verwaltungsvertreter, Umweltgruppenvertreter sowie Nachbarschaftsgruppen (RISKO 2000). Unabhängig von solchen unterstützenden Maßnahmen zur Urteilsbildung über die Tolerabilität oder Akzeptabilität ist für diese Urteilsfindung der Einbezug vieler unterschiedlicher Wissensquellen notwendig. Die Ergebnisse der (technischen) Risikoabschätzung müssen in diesen Prozess ebenso einfließen wie die Ergebnisse der Bedenkenabschätzung (*Concern-Assessment*), die in der Phase zuvor herausgearbeitet wurden.

Die Prozesse der Urteilsbildung über die Tolerabilität oder Akzeptanz eines Risikos können nun in zwei Phasen strukturiert werden: Risikocharakterisierung und Risikobewertung. Der erste Schritt – *Risikocharakterisierung* – bestimmt die evidenzbasierte Komponente der Urteilsfindung hinsichtlich der Tolerabilität oder Akzeptabilität eines Risikos. Der zweite Schritt – die *Risikobewertung* – bestimmt hingegen die wertebasierte Komponente für diese Urteilsfindung. Die Risikocharakterisierung umfasst beispielsweise Aufgaben wie die Beschreibung verbleibender Unsicherheiten (z. B. Risiko-Risiko-Vergleiche, *Trade-offs*, Identifizierung von Divergenzen zwischen der Risikoabschätzung und der Risikowahrnehmung, Ungleichheiten bei der Verteilung von Nutzen und Lasten des Risikos etc.) (STERN und FINEBERG 1996). Der zweite Schritt – Risikobewertung – erweitert die Sichtweise um die dem Risiko vorausgehenden Aspekte; beispielsweise die Wahl zwischen Technologien, gesellschaftliche Bedürfnisse hinsichtlich einer spezifischen Risikoquelle (mögliche Substitution?), Risiko-Nutzen-Vergleiche, politische Prioritäten, Potenzial für Konfliktlösung sowie das Potenzial für gesellschaftliche Mobilisierung. Das Hauptziel dieses Schritts ist es somit, ein Urteil über die Akzeptabilität oder Tolerabilität eines Risikos zu fällen. Dieses soll auf der Begutachtung aller Für- und Wider-Argumente, auf der Abschätzung möglicher Effekte auf die Lebensqualität und insgesamt auf einer ausgewogenen Betrachtung aller konkurrierenden Argumente beruhen.

Die Aufgabe der Urteilsfindung kann mit Hilfe der drei Herausforderungen der Risikoabschätzung – Komplexität, Unsicherheit, Ambiguität – entweder Risikomanagern oder den für die Risikoabschätzung zuständigen Experten zugeschrieben werden. Wenn es sich um ein Risiko handelt, das durch hohe Komplexität, geringe verbleibende Unsicherheiten und durch geringe Ambiguität charakterisiert ist, ist es sinnvoll, dass Experten der Risikoabschätzung den Prozess der Urteilsfindung in diesem Schritt dominieren. Wenn jedoch das Risiko durch hohe verbleibende Unsicherheiten und ein hohes Maß an Ambiguität (z. B. stark divergierende Interpretationen hinsichtlich dessen, was die verbleibende Unsicherheit für die Gesellschaft bedeutet) gekennzeichnet ist, ist es sinnvoll, wenn Risikomanager als Repräsentanten politischer Wertordnungen die Führung in dieser Aufgabe übernehmen.

#### 4.4 Die Phase des Risikomanagements

Das Risikomanagement beginnt mit einer Auswertung aller bisher erarbeiteten Informationen, insbesondere aus der *Appraisal-Phase* (bestehend aus der technischen Risikoabschätzung, der Analyse der gesellschaftlichen/individuellen Risikowahrnehmungen sowie den Befürchtungen und den ökonomischen Auswirkungen). Diese Informationen bilden zusammen mit Tolerabilitäts- und Akzeptanzurteilen der Risikocharakterisierung und Risikobewertung die Basis für die Auswahl, Abschätzung und Bewertung der Managementoptionen. Grundsätzlich steht die Phase des Risikomanagements drei möglichen Situationen gegenüber: eine

intolerable Situation (d. h., entweder muss die Risikoquelle entfernt oder substituiert werden, oder die Vulnerabilitäten müssen reduziert und/oder die Belastungen durch die Risikoquelle müssen eingeschränkt werden), eine tolerierbare Situation (d. h., das Risiko muss reduziert werden oder es ist ein spezifischer Umgang mit dem Risiko notwendig) oder eine akzeptable Situation (d. h., das Risiko ist so gering und vernachlässigbar, dass keine weiteren Schritte zur Reduktion des Risikos unternommen werden müssen). Bezogen auf diese drei möglichen Situationen sehen sich die Risikomanager entweder einem Konsens gegenüber – d. h., alle am Prozess Beteiligten sind sich in der Bewertung des Risikos einig – oder einem Dissens, der möglicherweise noch sehr viel Konfliktpotenzial birgt. Das Ausmaß der Kontroverse ist nun eine der Triebfedern für die Auswahl einer geeigneten Managementstrategie. Dabei können, wie in der Einleitung erwähnt, drei Konflikttypen auftreten:

- man ist sich über die Höhe des Risikos oder die Effektivität einer risikobegrenzenden Maßnahme uneinig;
- man kann sich über eine gerechte Verteilung von Risiko und Nutzen nicht einigen; oder
- man empfindet die Risiko-Nutzen-Bilanz insgesamt für inakzeptabel.

Sofern Risiken als tolerierbar eingestuft werden, oder wenn es einen Konflikt darüber gibt, ob ein Risiko als tolerierbar oder akzeptabel einzustufen ist, muss das Risikomanagement Strategien entwickeln und implementieren, welche die Akzeptanz des Risikos im Laufe der Zeit erhöhen. Sollte dies nicht möglich sein, besteht die Aufgabe des Risikomanagements darin, glaubwürdig darzustellen, dass alle möglichen Anstrengungen unternommen werden, um das Risiko akzeptabler zu machen. Ist der Konflikt nicht lösbar, ist auf die risiko-auslösende Aktivität zu verzichten (oder bei Naturrisiken eine entsprechende Exposition zu vermeiden).

Basierend auf der Unterscheidung von Komplexität, Unsicherheit und Ambiguität ist es möglich, generische *Strategien des Risikomanagements* zu entwickeln. Diese Strategien werden dann zielgerichtet auf eine der Risikoklassen eingesetzt. Insgesamt kann man vier Risikoklassen<sup>31</sup> unterscheiden:

- *Lineare (simple) Risiken*: Diese Risikoklasse erfordert kaum eine Abweichung von traditionellen Entscheidungsprozessen. Statistische Analysen erbringen die erforderlichen Daten, die Ziele der Regulation werden per Gesetz oder Verpflichtung festgelegt, und die Rolle des Risikomanagements ist hauptsächlich sicherzustellen, dass alle Maßnahmen zur Risikoreduktion umgesetzt und durchgesetzt werden. Simple, lineare Risiken bedeuten aber nicht, dass das Risiko an sich marginal ist. Vielmehr ist es so, dass der potenzielle Schaden in dieser Risikoklasse intuitiv einsichtig und offensichtlich ist, dass die Wertebasis unumstritten ist, sowie dass die verbleibenden Unsicherheiten gering sind. Beispiele für diese Risikoklasse sind Autounfälle, bekannte Gesundheitsrisiken, wie z. B. Zigarettenkonsum, oder auch regelmäßige wiederkehrende Naturkatastrophen.
- *Komplexe Risiken*: Die wissenschaftlich-technische Expertise liefert für komplexe Risiken in erster Linie das nötige Wissen. Allerdings sind komplexe Risiken oft mit unterschiedlichen wissenschaftlichen Auffassungen verbunden, insbesondere was z. B. komplexe Dosis-Wirkungsbeziehungen oder die angenommene Wirksamkeit von Maßnahmen angeht, die Vulnerabilitäten verringern sollen. Komplexität bezieht sich demnach einerseits auf die Risikoquelle sowie ihre Kausalzusammenhänge, andererseits auf das vom Risiko betroffene

31 RENN 2008a, S. 178ff.

System und seine Vulnerabilitäten. Insofern ist es wichtig, dass die Strategien des Risikomanagements dem angepasst werden: Einerseits werden Strategien für das Management der Risikoquelle benötigt, andererseits Strategien für das Management des vom Risiko betroffenen Systems (z. B. Ökosysteme, Gebäude, Organismus). Hinsichtlich der Risikoquelle werden für den Umgang mit komplexen Strukturen verbesserte kausale Modelle sowie eine verbesserte Qualitätskontrolle der Daten benötigt. Bei Betrachtung des vom Risiko betroffenen Systems hingegen liegt das Ziel des Managements in einer Erhöhung der Robustheit des Systems, d. h. auf genügend Reserven zurückgreifen zu können, wenn die Gefahrenquelle mehr Schadenpotenzial (*Hazard*) auslöst, als berechnet wurde.

- *Unsichere Risiken*: Das Management von Risiken, die von vielfältigen und hohen Unsicherheiten geprägt sind, sollte mittels des Vorsorgeprinzips erfolgen. Hohe Unsicherheit bedeutet zunächst, dass die tatsächliche Dimension des Risikos (noch) unbekannt ist. Somit sollte eine Strategie angewendet werden, die einen Lernprozess ermöglicht und gleichzeitig mögliche Schäden limitiert. Die Philosophie hinter dieser Form des Managements ist, dass mittels eines *Containments Approach* kleine Schritte der Implementierung vorgenommen werden, diese jedoch jederzeit umkehrbar oder aufzuhalten sind, sollte neues Wissen relevant oder die tatsächlichen Schäden offensichtlich werden. Somit ist die treibende Kraft hinter dem Vorsorgeprinzip die Reversibilität (KLINKE und RENN 2002).
- *Risiken aufgrund von normativer oder interpretativer Ambiguität*: Wenn die Informationen über Risiken von unterschiedlichen Gruppen unterschiedlich interpretiert werden – d. h., wenn es verschiedene Standpunkte hinsichtlich der Relevanz, der Bedeutung und der Implikationen von Erklärungen und Vorhersagen gibt, die als Beurteilungsgrundlage für die Tolerabilität oder Akzeptabilität herangezogen werden – und wenn die Werte und Prioritäten darüber, was schützenswert erscheint, einer intensiven Kontroverse unterliegen, muss das Risikomanagement die Gründe für diese kontroversen Ansichten mit einbeziehen.

Die Betonung und Verwendung des Begriffes ‚Governance‘ – anstatt beispielsweise Regierungen oder Verwaltungen – zeigt die Bedeutung, die dem Einbezug von organisierten und unorganisierten Interessenvertretern und der Öffentlichkeit insgesamt im IRGC-Ansatz für den Umgang mit Risiken beigemessen wird. In der Terminologie des IRGC-Ansatzes wird dabei zwischen organisierten *Stakeholdern* und der betroffenen (nicht-organisierten) Öffentlichkeit unterschieden. *Organisierte Stakeholder* werden dabei vom Effekt des Risikos selbst oder von den Managemententscheidungen zum Umgang mit dem Risiko betroffen sein. Der Einbezug dieser organisierten Interessenvertreter ist jedoch nicht genug: die nicht-organisierte *betroffene* Öffentlichkeit sowie die nicht-organisierte *beobachtende* Öffentlichkeit spielen ebenso eine Rolle wie die Medien, kulturelle Eliten und andere Meinungsführer.

Auch hier dienen die vier erläuterten Risikoklassen wiederum dazu, konkrete Verfahrensweisen für den Einbezug dieser Gruppen in den Risiko-Governance-Prozess zu strukturieren. Die Abbildung 2 verdeutlicht die unterschiedlichen Erfordernisse für den Einbezug von *Stakeholdern* und für die Partizipation. Diese Klassifikation ist jedoch wie alle Klassifikationen ein sehr vereinfachtes Bild der Beteiligung.

#### 4.5 Risikokommunikation

Betrachtet man unsere Ausführungen zur Risikowahrnehmung und zur Einbindung von *Stakeholdern* und der Öffentlichkeit in den Risiko-Governance-Prozess, wird deutlich, dass eine effektive Risikokommunikation für die Abschätzung und das Management von Risiken eine

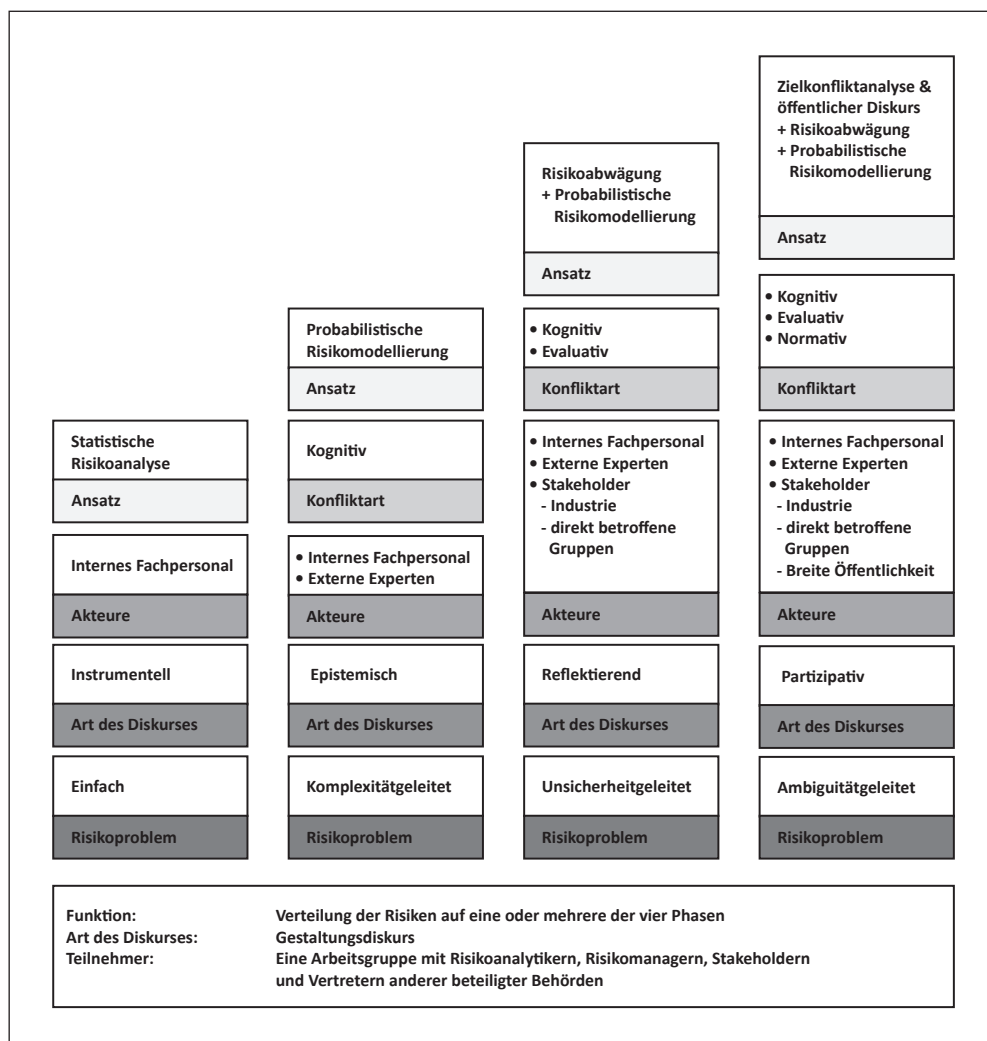


Abb. 2 Das Risikomanagementvorgehen und die *Stakeholder*-Beteiligung. Quelle: IRGC 2005, S. 53

zentrale Rolle spielt. Die genaue Form der Kommunikation muss dabei den Erfordernissen des jeweiligen Risikos gerecht werden, d. h. den Kontext des Risikos mit einbeziehen und den Bedenken der Öffentlichkeit Rechnung tragen. Kommunikation muss somit zwei Bedingungen<sup>32</sup> erfüllen:

- Kommunikation muss für alle, die eine zentrale Rolle in den Phasen des Risiko-Governance-Prozesses spielen, Transparenz über alle Daten, Prozesse und Bewertungen vermitteln. Zudem sollte sie aufzeigen, wo Möglichkeiten der eigenen Beteiligung bestehen und wer für welche Entscheidungen Verantwortung übernimmt.

<sup>32</sup> RENN 2008a, S. 202.

- Kommunikation muss diejenigen, die nicht direkt an einer der Phasen beteiligt sind, informieren und wo immer möglich auch aktiv einbeziehen.

Effektive Kommunikation – bzw. das Fehlen einer effektiven Kommunikation – hat somit gravierende Auswirkungen darauf, wie gut die Akteure mit dem Risiko umgehen können. Mangelndes Wissen und auch mangelnde Beteiligung am Risikomanagement kann dazu führen, dass sich Menschen in Gefahrensituationen nicht situationsgerecht verhalten (beispielsweise bei einer drohenden Flut oder im Fall von kontaminierten Lebensmitteln).

Obwohl Risikokommunikation die Aufgabe der Risikoexperten zur Information der Öffentlichkeit betont, sollte Kommunikation grundlegend als gegenseitiger Lernprozess angesehen werden.<sup>33</sup> Bedenken, Befürchtungen, Wahrnehmungen und Erfahrungswissen der betroffenen Öffentlichkeit sollten die Risikoexperten in ihrer Auswahl von Themen leiten: Es ist nicht die Aufgabe der Risikoexperten zu entscheiden, was die Öffentlichkeit wissen muss; vielmehr ist es ihre Aufgabe, Fragen der Öffentlichkeit aufzugreifen und zu beantworten.

## 5. Zusammenfassung

Eine der zentralen Aufgaben des IRGC ist es, Risikoexperten und Risikomanager dabei zu unterstützen, Risiken umfassend zu identifizieren und einen angemessenen Umgang mit diesen Risiken zu finden. Der IRGC verfolgt das Ziel, Hilfestellungen beim Umgang mit komplexen, unsicheren oder ambigen Risiken zu bieten sowie zu einem besseren Verständnis der vielfältigen Abhängigkeiten und Einflüsse beizutragen – dies insbesondere bei systemischen Risiken. Um dieses Ziel zu erreichen, wurde der integrative Risiko-Governance-Ansatz entwickelt, der wissenschaftliche, ökonomische, technische, soziale und kulturelle Aspekte gleichermaßen einschließt sowie einen effektiven Einbezug von *Stakeholdern* und der Öffentlichkeit vorschlägt. Der Prototyp dieses IRGC-Ansatzes ist in der Abbildung 1 dargestellt. Der vorgestellte Ansatz versucht einerseits, genügend Flexibilität zu wahren, um den unterschiedlichen Erfordernissen verschiedener Kontexte gerecht zu werden (politische Strukturen, unterschiedliche Risiken). Andererseits wird eine klare, konsistente und unzweideutige Orientierung zum Umgang mit sehr unterschiedlichen Risiken gegeben.

In diesem Beitrag haben wir zunächst Aspekte der Risikowahrnehmung und die Unterschiede zur naturwissenschaftlich-technischen Betrachtung von Risiko behandelt. Versucht man, die wichtigsten Ergebnisse aus der Analyse der Erfassung und Konzeption von Risiko in den verschiedenen Disziplinen und Perspektiven zusammenzufassen, so erscheinen die folgenden Schlussfolgerungen<sup>34</sup> gerechtfertigt:

- Die technische Risikoanalyse liefert einen Beitrag, reale negative Konsequenzen von technischen oder sozialen Systemen zu antizipieren und damit der Gesellschaft Möglichkeiten der antizipativen Risikosteuerung bereitzustellen. Die enge Fokussierung auf reale (physisch messbare) Folgen und die Benutzung von relativen Häufigkeiten zur Abschätzung von Wahrscheinlichkeiten sind aber nur in begrenztem Maße geeignet, die sozialen Folgen einer Handlung zu erfassen und die Unsicherheiten in der Wahrscheinlichkeit und den Auswirkungen adäquat zu beschreiben. Zur sozialen Regelung von Risiken sind

33 US-National Research Council 2008, RENN und SCHWEIZER 2009.

34 Vgl. RENN et al. 2007.

wissenschaftlich-technische Analysen notwendige, aber nicht hinreichende Instrumente. Das Gleiche gilt ebenso für sozialwissenschaftliche Analysen.

- Die soziologischen und kulturanthropologischen Ansätze sind bei aller Vielfalt der theoretischen Ausgangspositionen von der sozialen Vermittlung von Risiken durch Kommunikation geprägt. Risiken umfassen nicht nur Folgepotenziale für individuellen Schaden, sondern auch Beeinträchtigungen von sozialen und kulturellen Werten und Beziehungen. Der deskriptive Wert dieser Ansätze besteht darin, soziale Erfahrungen mit Risiko als Untersuchungsgegenstand aufzugreifen und zu erklären. Ihr normativer Beitrag zur Risikoregelung besteht in der Problematisierung der Argumentationszusammenhänge, die Regelungsinstanzen, soziale Gruppen und Individuen nutzen, um ihre Interpretationen von Zumutbarkeit von Risiken in die politische Arena einzubringen. Erst diese Analyse gibt Regelungsinstanzen die Möglichkeit, die sozialen Anforderungen an Risikopolitik zu verstehen und die eigenen Denkansätze zu reflektieren. Schließlich können die Sozialwissenschaften dazu beitragen, Verfahren zu entwerfen und zu erproben, die eine kompetente und faire Austragung der Konflikte ermöglichen.

Die Integration von naturwissenschaftlich-technischen Verfahren und sozialwissenschaftlichen Analysen ist für den IRGC-Ansatz aufgrund der Einsicht zentral, dass ein Risikomanagement nicht effektiv sein kann, sofern die gesellschaftlichen Erfordernisse und Bedürfnisse außer Acht gelassen werden. Diese Einsicht hat die Strukturierung des IRGC-Modells in *Pre-Assessment*, *Appraisal*, *Evaluation* und *Charakterisierung* sowie *Management* angeleitet. In jedem Fall erfordert ein umfassender Risikomanagementprozess eine systematische Zusammenstellung der Resultate der technischen Risikoabschätzung sowie der sozialwissenschaftlichen Analyse von Risikowahrnehmungen und weiterer relevanter Kontextfaktoren.

Das IRGC-Modell hat sich bereits bei einer Reihe von Anwendungen und praktischen Umsetzungen bewährt.<sup>35</sup> Es bietet keine konkreten Rezepte für ein erfolgreiches Risikomanagement, aber es bietet einen umfassenden analytischen Rahmen sowie eine normative Ausrichtung, um einen wichtigen – auch praktischen – Beitrag zu einem gelungenen Risikomanagement vor allem bei komplexen, unsicheren und mehrdeutigen Risiken zu leisten.

## *Literatur*

- AVEN, T., and RENN, O.: *Risk Management and Governance. Concepts, Guidelines and Applications*. Heidelberg: Springer 2010
- BANSE, G.: Herkunft und Anspruch der Risikoforschung. In: BANSE, G. (Hrsg.): *Risikoforschung zwischen Disziplinarität und Interdisziplinarität. Von der Illusion der Sicherheit zum Umgang mit Unsicherheit*. S. 15–27. Berlin: Edition Sigma 1996
- BECK, U.: *Risikogesellschaft: Auf dem Weg in eine andere Moderne*. Frankfurt (Main): Suhrkamp 1986
- BECK, U.: The reinvention of politics: Towards a theory of reflexive modernization. In: BECK, U., GIDDENS, A., and LASH, S. (Eds.): *Reflexive Modernization. Politics, Tradition and Aesthetics in the Modern Social Order*; pp. 1–55. Stanford: Stanford University Press 1994
- BECK, U.: *World Risk Society*. Cambridge: Polity 1999
- BECK, U., und GRANDE, E.: *Das kosmopolitische Europa. Gesellschaft und Politik in der zweiten Moderne*. Frankfurt (Main): Suhrkamp 2004
- BERGER, P. L., und LUCKMANN, T.: *Die gesellschaftliche Konstruktion der Wirklichkeit*. 20. Aufl. Frankfurt (Main): Fischer 2004

---

<sup>35</sup> Zusammenfassend in RENN und WALKER 2008.

- BONSS, W.: Die Rückkehr der Unsicherheit. Zur gesellschaftstheoretischen Bedeutung des Risikobegriffs. In: BANSE, G. (Hrsg.): *Risikoforschung zwischen Disziplinarität und Interdisziplinarität. Von der Illusion der Sicherheit zum Umgang mit Unsicherheit*. S. 166–184. Berlin: Edition Sigma 1996
- CLARKE, L.: *Acceptable Risk: Making Decisions in a Toxic Environment*. Berkeley: University of California Press 1989
- DOUGLAS, M.: Risk as a forensic resource. *Daedalus* 119/4, 1–16 (1990)
- DOUGLAS, M., and WILDAVSKY, A.: *Risk and Culture: An Essay on the Selection of Technical and Environmental Dangers*. Berkeley, CA: University of California Press 1982
- EISENFÜHR, F., und WEBER, M.: *Rationales Entscheiden*. Heidelberg, Berlin: Springer 2003
- EWALD, F.: *Der Vorsorgestaat*. Frankfurt (Main): Suhrkamp 1993
- FISCHHOFF, B.: Managing risk perceptions. *Issues in Science and Technology* 2/1, 83–96 (1985)
- FISCHHOFF, B.: Risk perception and communication unplugged: Twenty years of process. *Risk Analysis* 15/2, 137–145 (1995)
- GRAHAM, J. D., and RHOMBERG, L.: How risks are identified and assessed. In: KUNREUTHER, H., and SLOVIC, P. (Eds.): *Challenges in Risk Assessment and Risk Management*; pp. 14–24. Thousand Oaks: Sage 1996
- HANNIGAN, J. A.: *Environmental Sociology: A Social Constructionist Perspective*. London: Routledge 1995
- HATTIS, D.: The conception of variability in risk analyses: Developments since 1980. In: MCDANIELS, T., and SMALL, M. J. (Eds.): *Risk Analysis and Society. An Interdisciplinary Characterization of the Field*; pp. 15–45. Cambridge: Cambridge University Press 2004
- HSE: *Reducing Risk – Protecting People*. London: Health and Safety Executive 2001
- HORLICK-JONES, T., and SINE, J.: Living on the border: Knowledge, risk and transdisciplinarity. *Futures* 36, 441–456 (2004)
- IAEA: *Guidelines for Integrated Risk Assessment and Management in Large Industrial Areas*. Technical Document: IAEA-TECDOC PGVI-CIJV. Vienna: International Atomic Energy Agency 1995
- IEC: *Guidelines for Risk Analysis of Technological Systems*. Report IEC-CD (Sec) 381 issued by the Technical Committee QMS/23. Brussels: European Community 1993
- IRGC: *Risk Governance: Towards an Integrative Approach*. White Paper No. 1, O. RENN with an Annex by P. GRAHAM. Geneva: IRGC 2005
- JASANOFF, S.: The songlines of risk. *Environmental values*. Special Issue: Risk 8/2, 135–152 (1999)
- JASANOFF, S.: Ordering knowledge, ordering society. In: JASANOFF, S. (Ed.): *States of Knowledge: The Co-Production of Science and Social Order*; pp. 31–54. London: Routledge 2004
- JAEGER, C. C., RENN, O., ROSA, E. A., and WEBLER, T.: *Risk, Uncertainty and Rational Action*. London: Earthscan 2001
- KLINKE, A., and RENN, O.: A new approach to risk evaluation and management: Risk-based, precaution-based and discourse-based management. *Risk Analysis* 22/6, 1071–1094 (2002)
- KLINKE, A., and RENN, O.: Adaptive and integrative governance on risk and uncertainty. *J. Risk Res.* 15/3, 273–292 (2012)
- KOLLURU, R. V.: Risk assessment and management: A unified approach. In: KOLLURU, R. V., BARTELL, S. M., PITBLADO, R. M., and STRICOFF, S. (Eds.): *Risk Assessment and Management Handbook. For Environmental, Health, and Safety Professionals*. Kapitel 1.3–1.41. New York: Mc-Graw-Hill 1995
- LAVE, L. B.: Health and safety risk analyses: Information for better decisions. *Science* 236, 291–295 (1987)
- LIPSET, S. M., and SCHNEIDER, W.: *The Confidence Gap, Business, Labor, and Government in the Public Mind*. New York: The Free Press 1983
- LÖFSTEDT, R. E.: *Risk Evaluation in the United Kingdom: Legal Requirements, Conceptual Foundations, and Practical Experiences with Special Emphasis on Energy Systems*. Working Paper No. 92. Stuttgart: Akademie für Technikfolgenabschätzung 1997
- LÖFSTEDT, R. E.: *Risk Management in Post-Trust Societies*. New York: Pallgrave MacMillan 2005
- LUHMANN, N.: *Ökologische Kommunikation*. Opladen: Westdeutscher Verlag 1986
- LUHMANN, N.: Technology, environment, and social risk: A systems perspective. *Industrial Crisis Quarterly* 4/3, 223–231 (1990)
- LUHMANN, N.: Grenzwerte der ökologischen Politik. Eine Form von Risikomanagement. In: HILLER, P., und KRÜCKEN, G. (Hrsg.): *Risiko und Regulierung. Soziologische Beiträge zu Technikkontrolle und präventiver Umweltpolitik*. S. 195–221. Frankfurt (Main): Suhrkamp 1997
- OECD: *Emerging Systemic Risks*. Final Report to the OECD Futures Project. Paris: OECD 2003
- OLIN, S., FARLAND, W., PARK, C., RHOMBERG, L., SCHEUPLEIN, R., STARR, T., und WILSON, J.: *Low Dose Exploration of Cancer Risks: Issues and Perspectives*. Washington, D. C.: ILSI Press 1995
- PETERS, H. P.: Das Bedürfnis nach Kontrolle der Gentechnik und das Vertrauen in wissenschaftliche Experten. In: HAMPEL, J., und RENN, O. (Hrsg.): *Gentechnik in der Öffentlichkeit. Wahrnehmung und Bewertung einer umstrittenen Technologie*. S. 225–245. Frankfurt (Main): Campus 1999

- PETTY, R. E., and CACIOPPO, J. T.: The elaboration likelihood model of persuasion. *Advances in Experimental Social Psychology* 19, 123–205 (1986)
- RAYNER, S., and CANTOR, R.: How fair is safe enough? The cultural approach to societal technology choice. *Risk Analysis* 7/1, 3–13 (1987)
- RENN, O.: Risk communication – Consumers between information and irritation. *J. Risk Res.* 9/8, 833–850 (2006)
- RENN, O.: *Risk Governance: Coping with Uncertainty in a Complex World*. London: Earthscan 2008a
- RENN, O.: Concepts of risk. *GAIA Ecological Perspectives for Science and Society* Part 1, 17/1, 50–66; Part II: 17/2, 196–204 (2008b)
- RENN, O.: *Das Risikoparadox. Warum wir uns vor dem Falschen fürchten*. München: Fischer 2014
- RENN, O., and KEIL, F.: Was ist das Systemische an systemischen Risiken? *GAIA Ecological Perspectives for Science and Society* 18/2, 97–99 (2009)
- RENN, O., KLINKE, A., and VAN ASSELT, M. B. A.: Coping with complexity, uncertainty and ambiguity in risk governance: A synthesis. *AMBIO* 40/2, 231–246 (2011)
- RENN, O., and LEVINE, D.: Trust and credibility in risk communication. In: KASPERSON, R. E., and STALLEN, P. J. (Eds.): *Communicating Risk to the Public*; pp. 51–81. Dordrecht: Kluwer 1991
- RENN, O., and ROCO, M.: Nanotechnology and the need for risk governance. *J. Nanoparticle Res.* 8/2,3, 23–45 (2006)
- RENN, O., and SCHWEIZER, P.-J.: Inclusive risk governance: Concepts and application to environmental policy making. *Environmental Policy and Governance* 19, 174–185 (2009)
- RENN, O., SCHWEIZER, P.-J., DREYER, M., und KLINKE, A.: *Risiko: Über den gesellschaftlichen Umgang mit Unsicherheit*. München: Oekom Verlag 2007
- RENN, O., and SELLKE, P.: Risk, society and policy making: Risk governance in a complex world. *Int. J. Performance Engineering* 7/4, 349–366 (2011)
- RENN, O., and WALKER, K. (Eds.): *Global Risk Governance. Concept and Practice Using the IRGC Framework*. International Risk Governance Council Bookseries 1. Heidelberg, New York: Springer 2008
- RISKO: Mitteilungen für die Kommission für Risikobewertung des Kantons Basel-Stadt: Seit 10 Jahren beurteilt die RISKO die Tragbarkeit von Risiken. *Bulletin* 3, 2–3 (2000)
- ROHRMANN, B., and RENN, O.: Risk perception research: An introduction. In: RENN, O., and ROHRMANN, B. (Eds.): *Cross-Cultural Risk Perception. A Survey of Empirical Studies*; pp. 11–54. Dordrecht: Kluwer 2000
- ROSA, E. A.: Metatheoretical foundations for post-normal risk. *J. Risk Res.* 1/1, 15–44 (1998)
- ROSA, E. A.: White, black and grey: Critical dialogue with the IRGC's framework for risk governance. In: RENN, O., and WALKER, K. (Eds.): *The IRGC Risk Governance Framework: Concepts and Practice*; pp. 112–165. Heidelberg, New York: Springer 2008
- ROSA, E. A., RENN, O., and MCCRIGHT, A.: *The Risk Society Revisited. Social Theory and Governance*. Chicago: Temple University Press 2013
- SELLKE, P., und RENN, O.: Risiko-Governance in einer komplexen Welt. In: GROSS, M. (Hrsg.): *Handbuch Umweltsoziologie*. S. 503–528. Heidelberg: Springer 2011
- SHUBIK, M.: Risk, society, politicians, scientists, and people. In: SHUBIK, M. (Eds.): *Risk, Organizations, and Society*; pp. 7–30. Dordrecht: Kluwer 1991
- SLOVIC, P.: Perception of risk: Reflections on the psychometric paradigm. In: GOLDING, D., and KRIMSKY, S. (Eds.): *Theories of Risk*; pp. 117–152. London: Praeger 1992
- SLOVIC, P., FISCHHOFF, B., and LICHTENSTEIN, S.: Perceived Risk: Psychological Factors and Social Implications. In: *Royal Society* (Eds.): *Proceedings of the Royal Society. Report A376*; pp. 17–34. London: Royal Society 1981
- STERN, P. C., and FINEBERG, H. V.: *Understanding Risk: Informing Decisions in a Democratic Society*. National Research Council. Committee on Risk Characterization. Washington, D. C.: The National Academies Press 1996
- STIRLING, A.: Risk, uncertainty and precaution: Some instrumental implications from the social sciences. In: BERKHOUT, F., LEACH, M., and SCOONES, I. (Eds.): *Negotiating Environmental Change: New Perspectives from Social Science*; pp. 33–76. London: Edward Elgar 2003
- STRICOFF, S.: Safety risk analysis and process safety management: Principles and practices. In: KOLLURU, R. V., BARTELL, S. M., PIBLADO, R. M., and STRICOFF, S. (Eds.): *Risk Assessment and Management Handbook*. For Environmental, Health, and Safety Professionals; pp. 8.3 – 8.53. New York: Mc-Graw-Hill 1995
- THOMPSON, M., ELLIS, R., and WILDAVSKY, A.: *Cultural Theory*. Boulder: Westview Press 1990
- US-EPA (US Environmental Protection Agency): *Exposure Factors Handbook*. NTIS PB98-124217. Washington: EPA 1997
- US-National Research Council of the National Academies: *Public Participation in Environmental Assessment and Decision Making*. Washington, D. C.: The National Academies Press 2008
- VAN ASSELT, M. B. A., and RENN, O.: Risk governance. *J. Risk Res.* 1/4, 431–449 (2011)

- WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen): *World in Transition: Strategies for Managing Global Environmental Risks*. Berlin: Springer 2000
- WYNNE, B.: Uncertainty and environmental learning: Reconceiving science and policy in the preventive paradigm. *Global Environmental Change* 12/2, 111–127 (1992)
- ZINN, J., and TAYLOR-GOOBY, P.: Risk as an interdisciplinary research area: In: TAYLOR-GOOBY, P., and ZINN, J. (Eds.): *Risk in Social Science*; pp. 20–53. Oxford: Oxford University Press 2006

Prof. Dr. Dr. h.c. Ortwin RENN  
Universität Stuttgart  
Institut für Sozialwissenschaften  
Abteilung für Technik- und Umweltsoziologie  
Seidenstraße 36  
70174 Stuttgart  
Bundesrepublik Deutschland  
Tel.: +49 711 685 83970  
Fax: +49 711 658 82487  
E-Mail: ortwin.renn@sowi.uni-stuttgart.de

M.A. Piet SELLKE  
Universität Stuttgart  
Institut für Sozialwissenschaften  
Abteilung für Technik- und Umweltsoziologie  
Seidenstraße 36  
70174 Stuttgart  
Bundesrepublik Deutschland  
Tel.: +49 176 2284 6463  
E-Mail: piet.sellke@sowi.uni-stuttgart.de

# **Herausforderungen an die Risikoforschung in Zeiten des Globalen Wandels**



# **Risiken und Chancen aus Naturkatastrophen und Klimawandel: Geowissenschaftliche und (versicherungs-)wirtschaftliche Perspektiven**

Gerhard BERZ (München)

Mit 3 Abbildungen und 1 Tabelle

## *Zusammenfassung*

Die Versicherungswirtschaft stellt seit vielen Jahren eine drastische Zunahme der weltweiten Schadenbelastungen aus Naturkatastrophen fest. Die Ursachen sind in erster Linie steigende Bevölkerungs- und Wertkonzentrationen, gerade auch in stark exponierten Regionen, und eine erhöhte technische, wirtschaftliche und soziale Verwundbarkeit. Gleichzeitig gewinnt der voranschreitende Klimawandel immer größeren Einfluss auf die Häufigkeit und Intensität von Wetterextremen. Dadurch nehmen auch die Schadenpotenziale von Wetterkatastrophen stark zu.

Da der Klimawandel auf absehbare Zeit nicht mehr zu stoppen, sondern bestenfalls zu verlangsamen ist, müssen umgehende, nicht zuletzt auch finanzielle Vorsorgemaßnahmen zur Anpassung an die veränderten Klimaverhältnisse und ihre Auswirkungen ergriffen werden. Daraus ergeben sich für die Versicherungswirtschaft erhebliche Herausforderungen, aber auch interessante Geschäfts- und Beteiligungsmöglichkeiten.

## *Abstract*

Over the last few decades, the insurance sector has documented a drastic increase in the scope and frequency of natural disasters. This trend is attributable primarily to the continuing steady growth of the world population and the increasing concentration of people and economic values in urban areas. Another factor is the global migration of populations and industries into areas such as coastal regions that are particularly exposed to natural hazards. Furthermore, societies have become more susceptible to the effects of natural disasters. The natural hazards themselves, on the other hand, are assuming ever more threatening dimensions as global warming continues to intensify many atmospheric extremes.

If the global warming scenarios come true, the present problems will be magnified drastically. Changes in many atmospheric processes will significantly increase the frequency and severity of heat waves, droughts, wild fires, tropical and extra tropical cyclones, tornadoes, hailstorms, floods and storm surges in many parts of the world. These events will inevitably have a profound impact on all types of property insurance as well as on health and life insurance. The insurance sector has, therefore, earlier than other industries, emphasized the urgency of precautionary measures to reduce the risks of global warming and it has started, in co-operation with UNEP, its own activities to contribute to climate protection programmes. It also sees the chances evolving from the increasing demand for financial protection against the consequences of global warming as well as chances for profitable investments in renewable energy technologies.

## **1. Katastrophentrends und ihre Ursachen**

Die Zunahme der Schäden aus Naturkatastrophen, die seit Jahrzehnten weltweit beobachtet und von der Versicherungswirtschaft akribisch dokumentiert wird, zählt zu den ersten und stärksten Indizien für die Auswirkungen der von der Menschheit verursachten globalen Umweltveränderungen. Darüber herrscht breiter Konsens sowohl in Wissenschaft und Wirtschaft

als auch in der Politik, den Medien und nicht zuletzt in der Bevölkerung. Dabei spielt die augenfällige Häufung von Wetterkatastrophen in Form von Stürmen, Überschwemmungen, Unwettern, Hitzewellen und Waldbränden eine wesentliche Rolle. Der Grund: Sie sind fast immer auf außergewöhnliche, oft sogar nie zuvor registrierte Extremwerte meteorologischer Größen wie Temperatur, Niederschlag und Wind zurückzuführen.

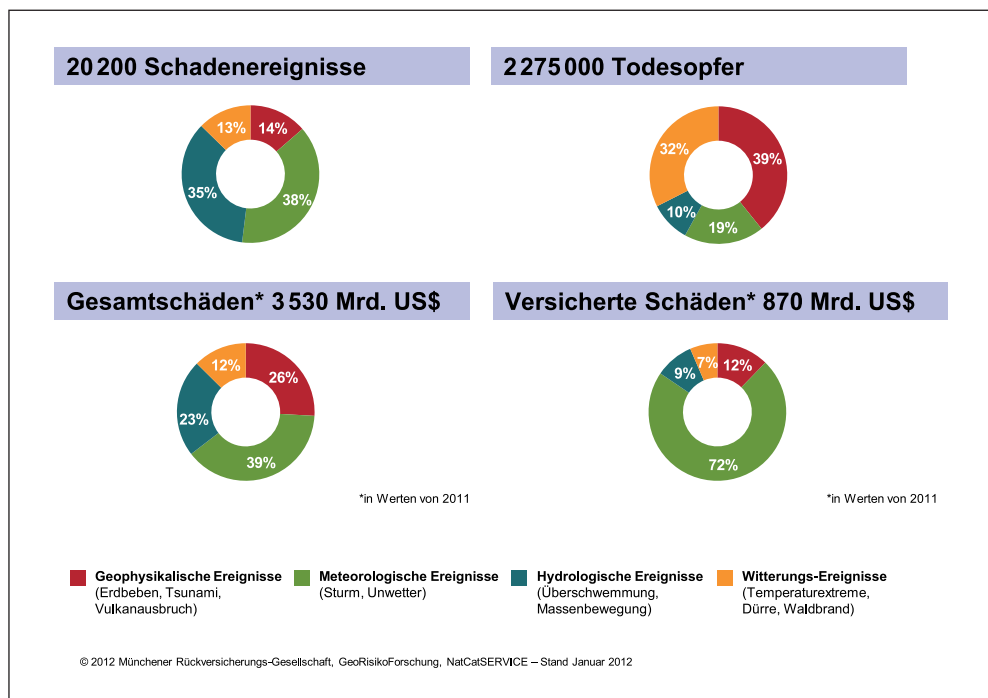


Abb. 1 Naturkatastrophen weltweit 1980–2011. Quelle: *Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft* 2012

Die Anzahl der weltweit dokumentierten Naturkatastrophen wird von Ereignissen dominiert, die ihren Ursprung in der Atmosphäre haben. Diese verursachen auch den Großteil der Todesopfer ebenso wie der volkswirtschaftlichen und versicherten Schäden. In der Summe sind etwa ein Viertel der Schäden versichert, überwiegend allerdings nur in den Industrieländern, während die über 2 Mio. Todesopfer hauptsächlich aus Ländern der Dritten Welt stammen.

Das spiegelt sich besonders deutlich in den Statistiken und Analysen der Naturkatastrophen wider, welche die Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft<sup>1</sup> seit vielen Jahren auf der Basis ihrer detaillierten weltweiten Erhebungen veröffentlicht (*Münchener Rück* 2012). Hier zeigt sich beispielsweise: Von den mehr als 20 000 Naturkatastrophen, die zwischen 1980 und 2011 ausgewertet wurden (siehe Abb. 1), sind nur 14 % durch Erdbeben, Tsunami und Vulkanausbrüche, also Naturereignisse, die ihren Ursprung in der Erdkruste haben, ausgelöst worden. Auf sie hat der Mensch, nach allem was wir wissen (und hoffen können),

<sup>1</sup> Seit 2010 Munich Re.

kaum einen Einfluss. Der ganz große Rest, nämlich etwa 6 von 7 Naturkatastrophen, entstammt der Atmosphäre – und hier besteht aller Grund zu der Befürchtung, dass sich der globale Klimawandel gerade auf die Wetterextreme immer stärker auswirkt.

Extreme Wetterereignisse in allen ihren Ausprägungen treten örtlicher eher selten auf, und wir sind deshalb schlecht darauf eingestellt, weil uns meist die praktische Erfahrung fehlt. Das zeigt sich bei den Schadenwirkungen dieser Extremereignisse, ob bei den Opferzahlen, wo weit über die Hälfte (61 %) der Naturkatastrophen auf Wetterkatastrophen entfallen, oder den volkswirtschaftlichen Schäden (74 %) und ganz besonders den versicherten Schäden (88 %); dort schlägt sich vor allem die weltweit hohe Versicherungsdichte bei Sturmschäden nieder.

Vergleicht man die Zahlen der vergangenen Jahrzehnte (siehe Abb. 2), wird die ganze Dramatik offenbar: Wetterkatastrophen in Form von Stürmen, Unwettern, Überschwemmungen etc. treten heute etwa dreimal so häufig auf wie noch Anfang der 1980er Jahre, während die geologischen Katastrophen wie Erdbeben, Vulkanausbrüche und Tsunami nur leicht zugenommen haben.

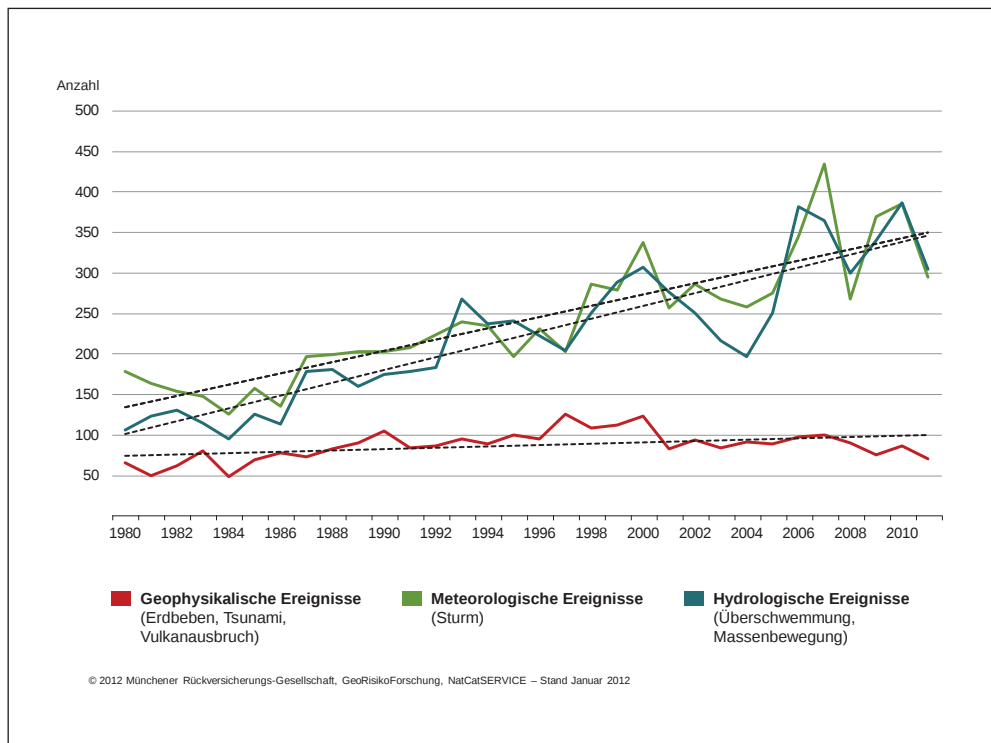


Abb. 2 Naturkatastrophen weltweit 1980–2011. Anzahl der Ereignisse pro Naturgefahr mit Trend. Quelle: Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft 2012

Die generelle Katastrophenzunahme geht zum überwiegenden Teil auf eine Reihe sozioökonomischer Faktoren zurück:

- Die immer noch fast unverminderte globale Bevölkerungszunahme ist der „Motor“ der Entwicklung: Bis Mitte des Jahrhunderts wird die Weltbevölkerung, wenn keine unvorhersehbaren Einschnitte passieren, um bis zu weitere 3 Milliarden Menschen auf über 10 Milliarden anwachsen.
- Verstädterung und steigender Lebensstandard führen in den meisten Regionen der Welt dazu, dass sich immer mehr Menschen und materielle Werte auf engstem Raum konzentrieren, insbesondere in den großen Ballungsräumen, den sogenannten Megacities. Hier entwickeln sich die größten Katastrophen-„Zeitbomben“. Während es im Jahr 1950 auf der Welt etwa 80 Millionenstädte gab und davon die Mehrzahl in den Industrieländern lag, sind es heute über 400 Millionenstädte, von denen rund 300 in der Dritten Welt liegen.
- Viele dieser Großstädte sind aufgrund ihrer geographischen Lage Naturkatastrophen gegenüber stark exponiert. So z. B. an den Küsten und ganz besonders am sogenannten „ring of fire“ rings um den Pazifik, wo sich der größte Teil der weltweiten Erdbeben- und Vulkantätigkeit abspielt und ebenso die mit Abstand meisten tropischen Wirbelstürme auftreten. Aber auch in Deutschland konzentrieren sich Siedlungs- und Industriegebiete in bekannten Überschwemmungszonen entlang der Flüsse und Küsten.
- Moderne Gesellschaften und Technologien sind anfälliger geworden. Das haben „Mega“-Katastrophen wie der Hurrikan „Katrina“ 2005 in New Orleans und das Erdbeben von Japan 2011 deutlich gemacht. Dabei galt Japan bisher als eines der am besten auf Erdbeben und andere Naturkatastrophen vorbereiteten Länder der Welt. Es stellt sich die bange Frage, was passieren wird, wenn sich eines Tages das „große Kanto-Beben“ von 1923 in Tokio, der größten Metropole der Welt, wiederholen wird.
- Steigende Versicherungsdichte ist der Grund dafür, dass die versicherten Schäden mehr als doppelt so schnell wie die volkswirtschaftlichen Schäden gestiegen sind.
- Und schließlich kommt man nicht an den Folgen der globalen Umweltveränderungen vorbei. Überall auf der Erde hinterlässt die Menschheit immer größere Spuren. Ob es die Überfischung der Meere, die Übernutzung der Wasserressourcen, die Zerstörung der Böden, die Abholzung der Urwälder oder die Verringerung der Artenvielfalt ist – wo man auch hinsieht, verändert und zerstört die Menschheit zunehmend die Umwelt. Der menschengemachte Klimawandel hat dabei eine besondere Dimension, weil er sich wirklich global und gleichzeitig auf viele Generationen nach uns auswirkt.

## 2. Klimawandel und Wetterextreme

Die Veränderungen in Exponierung und Vulnerabilität reichen nicht aus, die ganze Zunahme der Katastrophenschäden zu erklären. Das hat die Münchener Rück in ihrem Millenniumsbericht zur Entwicklung der Naturkatastrophen im letzten Jahrtausend nachgewiesen (*Münchener Rück* 1999). Vielmehr weisen immer mehr Indizien darauf hin, dass die globalen Umweltveränderungen, allen voran der Klimawandel, zunehmend die Häufigkeit und Intensität von Wetterkatastrophen beeinflussen. So misst auch der vierte Statusbericht des *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC 2007)* dem Zusammenhang zwischen der globalen Erwärmung und der Häufigkeit atmosphärischer Extremereignisse herausragende Bedeutung bei.

Denn genau hier werden die Folgen des globalen Klimawandels besonders deutlich sichtbar: Schon eine relativ kleine Verschiebung der Mittelwerte kann – bei gleich bleibender Form der Wahrscheinlichkeitsverteilung, z. B. der Normalverteilung in Gestalt der Gaußschen Glockenkurve – dazu führen, dass sich die Überschreitungswahrscheinlichkeiten kritischer Schwellenwerte drastisch erhöhen. Das machte zum ersten Mal die Analyse von Sommertemperaturen in Mittelengland deutlich, die in ihrer Aussagekraft unübertroffen ist (siehe Abb. 3). Hier wurden die Auswirkungen eines moderaten Anstiegs der Mittelwerte um  $1,6^{\circ}\text{C}$  bis Mitte dieses Jahrhunderts untersucht.

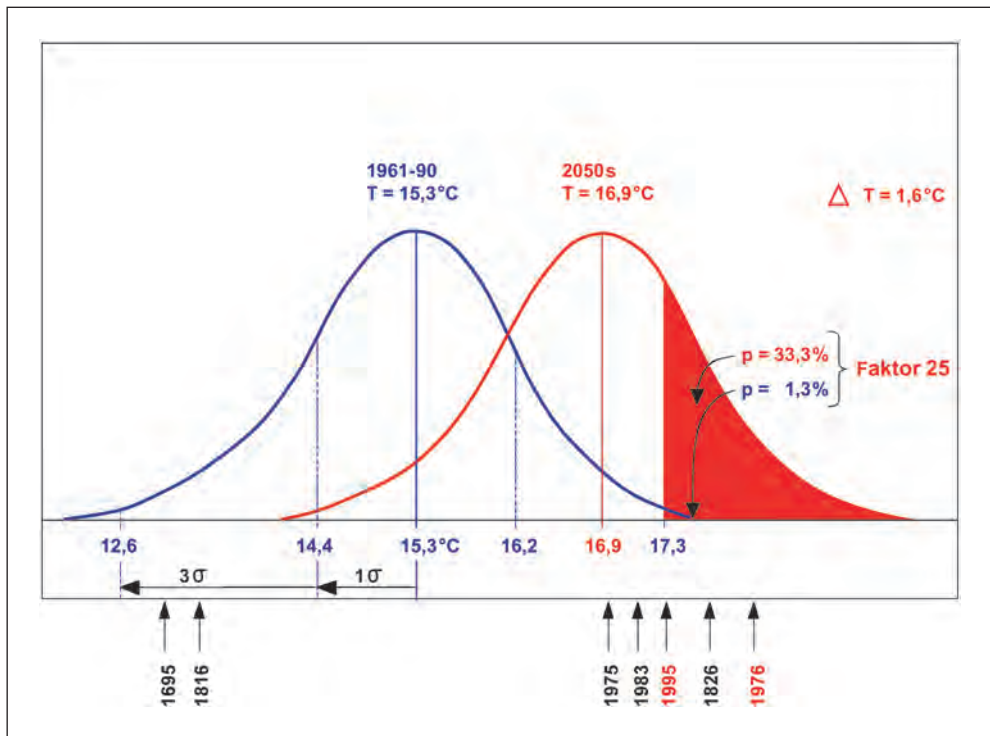


Abb. 3 Mehr Extremwerte im wärmeren Klima. Beispiel: Sommertemperaturen in Mittelengland. Die Abbildung zeigt: Ein hoher Temperaturwert wie der von 1995, der um  $2^{\circ}\text{C}$  über dem „alten“ Mittelwert von 1961–1990 lag und nach der früheren (blauen) Wahrscheinlichkeitsverteilung eine Überschreitungswahrscheinlichkeit von nur 1,3 % p.a. hatte, würde bei einer nur  $1,6^{\circ}\text{C}$  höheren Mitteltemperatur um 2050 etwa 25-mal wahrscheinlicher werden. Aus einem 75-Jahre-Ereignis würde damit ein 3-Jahre-Ereignis, also schon fast ein Normalfall. Quelle: *Climate Change Impacts UK 1996*

Aus Versicherungssicht kann diese Graphik schon beinahe als Katastrophenszenario bezeichnet werden, denn der außergewöhnlich warme und trockene Sommer 1995 ließ die in England weit verbreiteten Lehm Böden großflächig austrocknen und damit schrumpfen. Die Folge: An zahllosen Gebäuden entstanden Setzungsschäden. Der englische Versicherungsmarkt musste dafür mehrere hundert Millionen £ Entschädigungen zahlen; in der Summe über die insgesamt zu warmen 1990er Jahre waren es sogar mehr als 1 Milliarde £.

Selbst eine scheinbar harmlose Verschiebung von saisonalen Mitteltemperaturen kann also enorme wirtschaftliche Konsequenzen haben. Der Hitzesommer 2003 in West-, Mittel- und Südeuropa hat das auf dramatische Weise bestätigt: Die großräumig mehr als 3 °C (teilweise sogar bis zu 6 °C) höheren Mitteltemperaturen verursachten ausgedehnte Waldbrände und Dürreschäden in Land- und Forstwirtschaft, große Einnahmeausfälle in der Flussschifffahrt und krisenhafte Engpässe bei der Elektrizitätsversorgung. Die nach aktueller Schätzung über 70 000 zusätzlichen Todesfälle – eine ungeheure Zahl, die größtenteils der Hitzebelastung alter und kranker Menschen zuzuschreiben ist – machen dieses extreme Witterungsereignis zu einer der größten Naturkatastrophen in Europa seit Jahrhunderten. Vor der Gefahr außerordentlicher Hitzewellen war seit langem gewarnt worden – die Gesetze der Statistik ließen keinen Zweifel daran. Ebenso war vorherzusehen, dass wir in unserem gemäßigten, ausgeglichenen mitteleuropäischen Klima erhebliche Probleme haben würden, uns an eine derartige Ausnahmesituation anzupassen. Aber es wird keine Ausnahme bleiben: Der ausgeprägte Temperaturanstieg des vergangenen Vierteljahrhunderts hat nach klimatologischen Untersuchungen die Wahrscheinlichkeit eines Hitzesommers wie 2003 um das Zwanzigfache nach oben schnellen lassen. Setzt sich der Erwärmungstrend fort, dann könnte ein derartiger Sommer in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts mehr oder weniger zum Normalfall werden. Eisverkäufer, Biergartenwirte, Getränkeindustrie und Klimaanlagehersteller werden das gerne hören. Aber andere Bereiche der Wirtschaft, insbesondere die Land-, Forst- und Energiewirtschaft, müssen sich auf erhebliche Probleme einstellen, für die sie sich schon jetzt geeignete Anpassungs- und Vorsorgestrategien überlegen sollten. Die Hitzewellen 2010 in Russland und 2012 in den USA verdeutlichen die fast schon globalen Dimensionen der davon ausgelösten wirtschaftlichen Konsequenzen.

Noch kritischer als die Verschiebung der Wahrscheinlichkeitsverteilung kann eine Veränderung ihrer Form sein, wenn also z. B. die gesamte Variabilität größer wird. Die Verteilungskurve wird dann breiter und am oberen Ende treten nicht nur viel mehr „normale“, sondern auch extreme Hitzeereignisse auf, wie sie bisher unbekannt sind. Auf der „kalten“ Seite ändert sich hingegen wenig, dort sind also weiterhin Frostereignisse zu erwarten. Hinweise darauf, dass sich die Verteilungskurve verbreitert, gibt es vor allem beim Niederschlag, wo sich saisonale Verschiebungen sowohl zu sehr hohen als auch zu sehr niedrigen Regenmengen abzeichnen. So deuten Klimadaten und -modelle beispielsweise in den gemäßigten Breiten auf einen signifikanten Trend zu wärmeren, feuchteren Wintern und heißeren, trockeneren Sommern hin. Beides kann sich ungünstig auswirken: Der stärkere Niederschlag im Winter, der in niedrigen Lagen zunehmend als Regen fällt, läuft rasch über die Flusssysteme ab und erhöht dadurch die Überschwemmungsgefahr. Das wachsende Niederschlagsdefizit im Sommer kann, wie der schon vorher besprochene Hitzesommer 2003 als „Blick in die Zukunft“ gezeigt hat, große Teile der Bevölkerung und der Wirtschaft stark tangieren, zeitweise sogar praktisch paralysieren.

Gleichzeitig sind heißere Sommer meist auch unwetterträchtiger: Durch die Überhitzung werden konvektive Prozesse in der Atmosphäre verstärkt, und es verschärfen sich die Gegensätze zwischen kontinentalen und maritimen Luftmassen, da letztere der Erwärmung aufgrund der thermischen Trägheit der Ozeane hinterherhinken. Die Kaltfronten, hinter denen die kühlere Meeresluft immer wieder aufs Festland vorstößt und dort die Hitzelagen beendet, beziehen aus diesen Luftmassengegensätzen ihre Intensität und überziehen das Land mit Gewittern, Hagelschlägen, Sturzfluten und Starkwinden. Eine Auswertung von Daten, die ein deutsches Blitzmessnetz über mehrere Jahre registriert hatte, ergab einen deutlichen, expo-

nentiellen Zusammenhang mit den mittleren Sommertemperaturen. Eine drastische Zunahme ist damit bei den Blitz- und Überspannungsschäden zu erwarten, die den Versicherern seit langem Kummer bereiten, weil sie auch aufgrund der teureren und empfindlicheren elektronischen Geräte immer kostspieliger werden.

Die heftigeren Sommergewitter bringen außerdem stärkere Sturzfluten mit sich. Trotz tendenziell geringeren Sommerniederschlägen können dabei lokal und kurzzeitig außerordentlich hohe Regenmengen niedergehen. In Städten und Gemeinden überfordern sie dann häufig die darauf nicht ausgelegten Kanalisationsnetze; in hügeligem oder bergigem Gelände lösen sie plötzliche Überflutungen sowie Muren und Erdrutsche aus. Die zunehmende Niederschlagsvariabilität erhöht also im Sommer sowohl das Trockenheits- als auch das Überschwemmungsrisiko – ein nur auf den ersten Blick paradox erscheinender Trend.

Heiße Sommer und milde Winter führen zu einem immer stärkeren Zurückschmelzen der Alpengletscher mit erheblichen Konsequenzen für die Abflussverhältnisse in den Alpentälern ebenso wie in allen unseren großen Flüssen, die in den Alpen entspringen. Hier haben wir starke saisonale Abflussschwankungen zu erwarten: erhöhte Werte im Winter und Frühjahr, stark verringerte im Sommer und Herbst. Durch den Anstieg der Schnee- und (Perma)Frostgrenze werden zudem vermehrt Erdrutsche, Muren, Felsstürze und Gletschersee-Ausbrüche auftreten.

Im Winter zeichnet sich andererseits eine Verstärkung der Sturmgefahr in West- und Mitteleuropa ab. Steigende Temperaturen verhindern hier im Flachland immer öfter eine großräumige Schneedecke, wie sie früher in den strengeren Wintern regelmäßig auftrat. Über ihr konnte sich vielfach ein stabiles Kältehoch bilden. Das wirkte dann wie eine Barriere gegen die vom Nordatlantik heranziehenden Sturmtiefs und lenkte sie überwiegend in höhere Breiten ab, bevor sie die dicht besiedelten Küstenzonen Westeuropas treffen konnten. Je milder die Winter wurden, desto weiter scheinen sich die kontinentalen Kältehochs nach Osten zurückzuziehen, sodass die Sturmtiefs jetzt häufiger und tiefer aufs Festland vorstoßen können. Das hat in den vergangenen beiden Jahrzehnten vor allem in West- und Mitteleuropa zu einer Reihe gewaltiger Wintersturmkatastrophen geführt (z. B. die Orkane „Daria“, „Vivian“ und „Wiebke“ 1990, „Anatol“, „Lothar“ und „Martin“ 1999 sowie „Kyrill“ 2007). Neben den veränderten Zugbahnen erscheint auch eine verstärkte Sturmaktivität auf den Ozeanen als Folge der steigenden Wassertemperaturen und des erhöhten Energieeintrags in die Atmosphäre plausibel. Die Klima-Modellrechnungen legen inzwischen mehrheitlich nahe, dass sich zumindest die Zahl sehr starker Sturmwirbel über dem Nordostatlantik erhöhen wird und sich die Region mit explosiven Sturmentwicklungen weiter nach Osten verlagert.

Bei den tropischen Wirbelstürmen, den Hurrikanen, Taifunen und Zyklonen, ist die „Beweislage“ bisher umstritten: Eine Gruppe von Wissenschaftlern verweist auf die Wasseroberflächentemperatur von 26–27 °C, die als Voraussetzung dafür gilt, dass sich tropische Wirbelstürme entwickeln können. Erwärmen sich die Ozeane, dann wird diese kritische Oberflächentemperatur über immer größeren Meeresgebieten und immer längeren Zeiträumen überschritten; das deutet auf eine steigende Anzahl von Wirbelstürmen hin.

Eine andere Gruppe stützt sich auf Modellrechnungen und vertritt die Meinung, es sei eher nur mit einem Anstieg der potenziellen Intensität der Sturmwirbel zu rechnen. Sie belegt dies insbesondere mit den Beobachtungen der letzten Jahrzehnte im Nordatlantik, die dort eine deutlich erhöhte Anzahl vor allem der sehr starken Hurrikane zeigen.

Eine dritte Gruppe hält schließlich den Einfluss der Klimaänderung für gering im Vergleich zu den starken natürlichen Schwankungen von Häufigkeit und Intensität, z. B. in Ver-

bindung mit den pazifischen El-Niño-/La-Niña- oder den atlantischen NAO-Episoden.<sup>2</sup> Dabei verweist sie auf die hohe Hurrikanaktivität im Nordatlantik während der 1950er und 1960er Jahre, die nach einer wesentlich ruhigeren Phase in den 1970er und 1980er Jahren erst Mitte der 1990er Jahre wieder erreicht und inzwischen sogar deutlich übertroffen wurde.

Grundsätzlich müssen wir davon ausgehen: Wird durch den Treibhauseffekt mehr Energie in die Atmosphäre und die Ozeane geleitet, dann führt dies langfristig dazu, dass sich die Energieaustausch- und -verteilungsprozesse, wie sie auch die tropischen Wirbelstürme darstellen, intensivieren. Veränderungen der Meeresoberflächentemperaturen und Meeresströmungen sowie der atmosphärischen Zirkulation werden sich zwangsläufig auf die Zugbahnen und Intensitäten der Wirbelstürme auswirken. Als Alarmzeichen kann das erstmalige Auftreten eines tropischen Wirbelsturms über dem Südatlantik vor der brasilianischen Küste im März 2004 angesehen werden. Dort waren die Wassertemperaturen bisher stets zu kalt für eine solche Entwicklung gewesen. Möglicherweise bestätigen sich jetzt die seit langem geäußerten Befürchtungen, dass die dicht bevölkerten Küsten Brasiliens einmal regelmäßig von Hurrikanen bedroht sein könnten. Ähnliche Befürchtungen für die Küsten Westeuropas erscheinen dagegen noch verfrüht, wenngleich in der außergewöhnlich heftigen und lang anhaltenden Hurrikansaison 2005 auch schon ein Hurrikan vor der portugiesischen Küste aufgetaucht ist.

Fasst man die Verbindungen zwischen der globalen Erwärmung und verschiedenen Auswirkungen zusammen, ergibt sich eine lange Liste wissenschaftlich mehr oder weniger gut abgesicherter Veränderungen (siehe Tab. 1), die schon heute in die mittel- und langfristigen Vorsorgeüberlegungen einbezogen werden sollten.

Tab. 1 Klimawandel – globaler Wandel: Wissenschaftliche Absicherung (Quelle: IPCC 2001). Als Folge des globalen Klimawandels sind zahlreiche problematische Auswirkungen zu erwarten, die durch wissenschaftliche Untersuchungen derzeit unterschiedlich gut abgesichert sind.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>sehr gut</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Zunahme der globalen Mitteltemperaturen in der unteren Atmosphäre und in den oberen Ozeanschichten</li> <li>– Abnahme der globalen Mitteltemperaturen in der Stratosphäre</li> <li>– Zeitweise starke Ausdünnung der Ozonschicht in der polaren Stratosphäre (Ozonloch)</li> <li>– Abschmelzen der Inlandgletscher</li> <li>– Beschleunigter Anstieg des Meeresspiegels</li> </ul> |
| <p><b>gut</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Zunahme der milden, schneearmen Winter in Mitteleuropa</li> <li>– Zunahme der winterlichen Niederschläge in Mitteleuropa (Abnahme in Südeuropa)</li> <li>– Abnahme der sommerlichen Niederschläge in Mitteleuropa (starke Abnahme in Südeuropa)</li> </ul>                                                                                                                              |
| <p><b>weniger gut</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Zunahme extremer Winterstürme über dem Nordatlantik und über West- und Mitteleuropa</li> <li>– Zunahme tropischer Wirbelstürme (Häufigkeit, Intensität, Entstehungsgebiete, Zugbahnen, saisonale Dauer)</li> <li>– Zunahme an Gewittern, Starkregen und Hagelschlägen in mittleren Breiten</li> <li>– Ausweitung der Dürre- und Wüstenzonen in subtropischen Breiten</li> </ul> |

<sup>2</sup> NAO: North Atlantic Oscillation.

Daneben existieren aber noch zahlreiche Rückkoppelungsmechanismen in der Atmosphäre, den Ozeanen, der Kryosphäre und den Böden, von denen die Wissenschaft bisher zum Teil noch recht unsichere Vorstellungen hat. Eines der größten Fragezeichen steht hinter den möglichen Reaktionen der Ozeane, die für die weitere Entwicklung der globalen Umweltveränderungen von entscheidender Bedeutung sein können. Große Überraschungen sind deshalb vorprogrammiert. Umso wichtiger erscheint es, dass die Menschheit das „Experiment mit dem Planeten Erde“, das bisher völlig außer Kontrolle abläuft, so rasch wie möglich in den Griff zu bekommen versucht. Andernfalls könnten die unmittelbaren Auswirkungen in Form von Naturkatastrophen und die langfristigen Folgen wie die Verschiebung von Klimazonen und der steigende Meeresspiegel zu einer existenziellen Bedrohung für große Teile der Weltbevölkerung werden.

### 3. Klimaschutz und Anpassungsstrategien aus Versicherungssicht

Diese Konsequenzen des Klimawandels erfordern umgehende Klimaschutz- und Anpassungsstrategien, die auch die Verantwortung der Industrieländer für die entstandene Klimaproblematik gegenüber den Ländern der Dritten Welt deutlich machen. Mit Blick auf die sich zuspitzende Verknappung und Verteuerung fossiler Energieträger liegen dabei alle Energiesparstrategien „auf der sicheren Seite“ und sind gleichzeitig der wichtigste und am schnellsten umzusetzende Beitrag zum Klimaschutz. In einer umfassenden Studie des früheren Chefökonom der Weltbank, Nicholas STERN (2007), wurden die Kosten eines ungebremsen Klimawandels auf 5–20 % der globalen Wirtschaftsleistung pro Jahr geschätzt, während nachhaltige Klimaschutzmaßnahmen nur etwa 1 % pro Jahr kosten würden. Dass sich Klimaschutz „rechnet“, steht aus ökonomischer Sicht also völlig außer Frage.

Die Versicherungswirtschaft hat die Plausibilität und gleichzeitig die Brisanz dieser Veränderungen längst erkannt (*Münchener Rück* 2004). Früher als andere Wirtschaftsbereiche hat sie erstmals schon Anfang der 1970er Jahre auf die Gefahren eines globalen Klimawandels als Folge des ungebremsen Ausstoßes von Treibhausgasen hingewiesen (*Münchener Rück* 1973). Sie hat damit auch hier wieder jene außergewöhnliche Sensibilität für jedwede Änderungen ihres Risikoumfelds unter Beweis gestellt, die wohl ihr wichtigstes Erfolgsrezept ist.

Der Klimawandel stellt für die Versicherungsbranche ein klassisches Änderungsrisiko dar, dessen Auswirkungen durch bewährte Versicherungstechniken abgefedert werden können. Die bisher übliche Prämienkalkulation, die auf den Schadenerfahrungen der Vergangenheit beruht, also *retrospektiv* angelegt ist, muss bei dem beobachteten starken Schadenzunahmetrend zwangsläufig zu Verlusten führen und deshalb von einer nachhaltig konzipierten, *prospektiven* Abschätzung des Prämienbedarfs abgelöst werden.

Eine Sonderrolle kommt der breiten Einführung risikogerechter Selbstbehalte zu. Sie reduzieren nämlich nicht nur die Höhe der auszahlenden Schäden und die Anzahl der administrativ zu bewältigenden Schadenmeldungen ganz erheblich, sie motivieren vor allem auch die Kunden zur Schadenvorsorge. Schadenvorsorge und -minimierung sind unabdingbare Anpassungsstrategien in einem veränderten Klima, und nur sie können den gefährlichen Katastrophentrend abmildern oder vielleicht sogar langfristig stoppen.

Trotz der überwiegend negativen Auswirkungen auf die Versicherungswirtschaft darf nicht übersehen werden, dass die Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Wetterkatastrophen auch neue Marktpotenziale eröffnet. Die Innovationsbereiche in den Versicherungs-

unternehmen können hier attraktive neue Produkte entwickeln. Für Unternehmen, die sich geschickt positionieren (z. B. mit Hilfe von Umfeldanalysen und Alleinstellungsmerkmalen), können die Auswirkungen des Klimawandels interessante Chancen eröffnen; denn die Nachfrage nach Naturgefahrendeckungen wird weiter deutlich steigen.

Da die Länder der Dritten Welt von den Auswirkungen des Klimawandels besonders stark betroffen sind, die Ursachen dafür aber in erster Linie von den Industrieländern zu verantworten sind, wurde bei den Klimaverhandlungen im Dezember 2008 in Posen der Vorschlag einer Klimaversicherung eingebracht, der Ausdruck einer globalen Solidarität bei der Finanzierung der klimabedingten Schäden ist. Der Vorschlag wurde von der *Munich Climate Insurance Initiative* (MCII), in der Versicherungsexperten und Vertreter der Weltbank, von Forschungsinstituten und von Nichtregierungsorganisationen kooperieren, entwickelt und soll nun als wichtiges Anpassungsinstrument in dem Nachfolgeabkommen zum Kyoto-Protokoll verankert werden (HÖPPE und GURENKO 2007).

Die Versicherungswirtschaft hat auch längst erkannt, dass sie selbst einen wesentlichen Beitrag zum Schutz des globalen Klimas leisten kann, und hierzu inzwischen zahlreiche Initiativen (*UNEP Finance Initiatives* 2003) entwickelt, die sie u. a. in Kooperation mit dem Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) und dem Bankensektor vorantreibt. Dabei kann sie besonders wirkungsvolle Motivierungsinstrumente einsetzen, nämlich finanzielle Anreize. Die größte Wirkung geht aber vermutlich von einer Umsteuerung ihrer riesigen Vermögensanlagen aus – weg von umweltschädlichen „Dinosaurier“-Industrien und hin zu nachhaltig umweltfreundlichen Wirtschaftsbereichen. Wie kaum ein anderer Wirtschaftssektor wird sie davon auch selbst profitieren können.

Gerade im Bereich der Erneuerbaren Energien bieten sich heute attraktive Beteiligungsmöglichkeiten, die von Versicherungsunternehmen genutzt werden, um höhere Erträge aus ihren Kapitalanlagen zu erwirtschaften – und dabei auch zusätzlich einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten. Als bekanntestes Beispiel kann hier die *Desertec Industrie Initiative* (DII) genannt werden, die bis zur Mitte des Jahrhunderts einen substanziellen Teil der nordafrikanischen und europäischen Stromversorgung durch diverse alternative Energieerzeugungstechniken in Nordafrika und entlang der angrenzenden Küstengebiete decken will.

#### 4. Resümee

Naturkatastrophen nehmen weiter an Zahl und Ausmaß zu. Es wird nur schwer möglich sein, die sozioökonomischen Trends und die Auswirkungen des globalen Klimawandels in absehbarer Zeit so in den Griff zu bekommen, dass diese Zunahme gestoppt wird. Verstärkte Vorsorgemaßnahmen können allerdings den Zunahmetrend verlangsamen und die Folgen abmildern. Die Versicherungswirtschaft kann hier nicht nur finanziellen Schutz vor den Schadenwirkungen bieten, sondern auch aktiv und effizient zum Katastrophen- und Klimaschutz beitragen. Daraus ergeben sich gleichzeitig Chancen für neue Geschäftsfelder und für Vermögensanlagen im Bereich Erneuerbare Energien.

*Literatur*

- BERZ, G.: Naturkatastrophen und Klimaänderung – Befürchtungen und Handlungsoptionen der Versicherungswirtschaft. In: *Münchener Rück: Wetterkatastrophen und Klimaänderung – Sind wir noch zu retten?* S. 218–223. München: Münchener Rück 2004
- Climate Change Impacts UK. London 1996
- EMANUEL, K. A.: The Maximum Intensity of Hurricanes. *J. Atmos. Sci.* 45, 1143–1155 (1988)
- HÖPPE, P., and GURENKO, E.: Scientific and economic rationales for innovative climate insurance solutions. *Climate Policy* 6/6, 607–620 (2007)
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change): *Climate Change 2001*. Cambridge: Cambridge University Press 2001
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change): *Climate Change 2007 – Summary for Policymakers*. Cambridge: Cambridge University Press 2007
- Münchener Rück: Hochwasser – Überschwemmung*. München: Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft 1973
- Münchener Rück: Topics 2000 – Jahrtausendrückblick Naturkatastrophen*. München: Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft 1999
- Münchener Rück: Wetterkatastrophen und Klimawandel – Sind wir noch zu retten?* Edition Wissen. München: Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft 2004
- Munich Re: Topics Geo – Naturkatastrophen 2011*. München: Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft 2012
- STERN, N.: *Stern Review on the Economics of Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press 2007
- UNEP *Finance Initiatives: Climate Risk to Global Economy*. CEO briefing. Genf: UNEP 2003

Prof. Dr. Gerhard BERZ  
chem. Leiter der GeoRisikoForschung  
Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft  
Honorarprofessor für Meteorologie  
Ludwig-Maximilians-Universität München  
Friedenstraße 23  
82166 Gräfelfing  
Bundesrepublik Deutschland  
Tel.: +49 89 852878  
Fax: +49 89 38915696  
E-Mail: gberz@gmx.de



## ***Risksapes* des Klimawandels in Afrika – neue Perspektiven auf ‚Risiko‘ im Globalen Süden**

Detlef MÜLLER-MAHN (Bonn)

### *Zusammenfassung*

Der Beitrag diskutiert vier Forschungsrichtungen, die sich mit der Konstitution von „Risiko“ im Globalen Süden befassen und vor diesem Hintergrund nach dem Zusammenhang von Entwicklung und Risiko fragen. An erster Stelle zu nennen sind Ansätze der Politischen Ökologie. Sie zeigen anhand von Fallbeispielen, wie Prozesse des globalen Wandels zur Veränderung der Beziehungen zwischen Menschen und ihrer Umwelt beitragen und dadurch neue Risiken insbesondere für vulnerable Gruppen verursachen. Ein zweiter aktueller Diskussionsstrang lässt erkennen, dass „Risiko“ im Nord-Süd-Kontext oftmals unterschiedlich verstanden wird, nämlich einerseits in den wohlhabenden Ländern des Nordens als Folge moderner technologischer Entwicklungen und andererseits mit Blick auf den Süden als Folge erhöhter Vulnerabilität. Der Beitrag kritisiert diese zumeist implizit vorgenommene Unterscheidung von Risiken, weil sie unterschiedliche Formen von *Agency* impliziert. Drittens wird nach dem integrativen Potenzial der Risikoforschung für die Geographie gefragt, das sich insbesondere aus dem engen Zusammenhang von Risiko und Raum ergibt. Viertens wird das Konzept der „*Risksapes*“ vorgestellt, das beschreibt, wie sich Risikoperzeption und Risikohandeln in konkreten „Risiko-Landschaften“ niederschlagen. *Risksapes* adressieren die räumliche Dimension von Risikopraktiken. Abschließend erläutert der Beitrag anhand des Beispiels von Klimawandel und Anpassung in Afrika, wie *Risksapes* konstruiert werden.

### *Abstract*

The article presents four directions of research that are all focusing on “risk” in the Global South. It aims at exploring the relationship between risk and development. First, case studies using Political Ecology approaches are able to explain how global change affects societal relations with nature and thus causes new risks primarily for vulnerable groups. The second direction of risk theory discussed in the article concerns studies that focus on risk in global dimensions or in a North-South context. These studies often distinguish, at least implicitly, between the technology related risks of the Global North, and the vulnerability and poverty related risks of the South. The article criticizes this distinction and argues that this would imply different types of agency in the North and in the South. The third part of the article asks for the integrative potential of risk research for geography, which is primarily due to the close relationship between risk and space. The fourth section presents the concept of risksapes, which describes how the practices of both perceiving and dealing with risk are sedimented in concrete risk-landscapes. Risksapes therefore describe the spatial dimension of risk practices. Finally, the article takes the intricate relationship between climate change, adaptation and space as an example for the construction of risksapes in Africa.

### **1. Risiko aus geographischer Perspektive**

Im Zentrum der geographischen Risikoforschung steht die Frage nach dem Zusammenhang von Risiko und Raum. Die räumliche Dimension von Risiko ist jedoch nicht isoliert zu betrachten, sondern dieser geographische Fokus ist eingebettet in ein breites Spektrum

an Problemstellungen und Perspektiven, an deren Bearbeitung sich verschiedene Disziplinen aus den Sozial-, Wirtschafts- und Kulturwissenschaften auf der einen Seite und aus den Geo- bzw. Naturwissenschaften auf der anderen Seite beteiligen. Die geographische Risikoforschung operiert im Konzert mit diesen verschiedenen Fachrichtungen und deren jeweils eigenen Versuchen, Risiko theoretisch fassbar zu machen und empirisch zu erforschen. Vor diesem Hintergrund ist es sinnvoll, sich vor Augen zu führen, welche spezifischen Beiträge die Geographie innerhalb des weiten und in gewisser Weise auch diffusen Feldes der Risikoforschung mit ihren besonderen Kompetenzen leisten kann, und welche Impulse die Beschäftigung mit dem Forschungsfeld Risiko für die Geographie liefern kann.

Das Thema „Risiko“ ist überaus komplex und vielschichtig, was sich in einer umfangreichen Literatur quer durch die Wissenschaften spiegelt. Manche Probleme sind dabei noch ungelöst. So erscheinen Risiken je nach Perspektive widersprüchlich, ihre Verursachung ist nicht immer eindeutig zu klären, und Versuche zu ihrer Kontrolle können einen Rest an Ungewissheit nicht ausschließen. Gerade aufgrund dieser Ambiguität enthält das Thema Risiko aber auch ein hohes integratives Potenzial, und es vermag Impulse zu setzen, auch und gerade in der Geographie. Es stellt für die Geographie einen besonders interessanten Forschungsgegenstand dar, weil alle Subdisziplinen des Faches mit ihren jeweils eigenen Methoden Beiträge zu seiner Untersuchung leisten können.

Das gilt insbesondere für die geographische Entwicklungsforschung. Diese befasst sich mit einem breiten Spektrum an konkreten Risiken, denen Menschen im Globalen Süden oftmals sehr viel unmittelbarer und schwerwiegender ausgesetzt sind als in wohlhabenderen Gebieten der Welt. Die Suche nach dem Zusammenhang zwischen globalen Entwicklungsprozessen, wirtschaftlichen Disparitäten und der weltweit ungleichen Verteilung von Risiken beschäftigt die Forschung schon länger.<sup>1</sup> Heute gewinnt das Interesse an diesen Zusammenhängen im Zuge von Debatten über die globale ökologische Krise, die Folgen des Klimawandels und das Bemühen um Anpassung an aktuelle und zu erwartende Umweltveränderungen neuerlich an Bedeutung (BOHLE et al. 1996). Vor diesem Hintergrund befassen sich die folgenden Ausführungen mit den Beziehungen zwischen den Konzepten Risiko und Entwicklung, und darüber hinaus mit ihrer Anwendung im Zusammenhang mit Prozessen der Anpassung an den Klimawandel. Dabei geht es darum, wie sich Risikohandeln verschiedener Akteure in räumlicher Differenzierung verstehen lässt.

Eine Schlüsselfrage, die sich durch die Debatten zu Risiko, Entwicklung und Anpassung zieht, richtet sich darauf, inwieweit die beteiligten Akteure über Handlungsmacht bzw. „Agency“ verfügen, d. h. die Fähigkeit und Freiheit zu selbstbestimmtem Entscheiden und Handeln (KRÜGER und MACAMO 2003). Aus einer solchen akteurs- und handlungszentrierten Perspektive beziehen sich die drei genannten Konzepte auf eine gemeinsame Grundlage, weil man die mit den drei Begriffen bezeichneten Sachverhalte als jeweils spezielle Formen eines zielgerichteten gesellschaftlichen Handelns verstehen kann. In Hinsicht auf die Rolle von *Agency* in den genannten drei Konzepten lassen sich diverse Fragen formulieren: Unter welchen Bedingungen wird über die Ziele von Risikomanagement, Entwicklung oder Anpassung entschieden? Wer entscheidet? Was bedeutet Risiko überhaupt im Kontext von Entwicklung und Anpassung? Wie lassen sich die jeweils eigenen Vorstellungen und Handlungsmöglichkeiten der Menschen in der Auseinandersetzung mit Phänomenen des globalen Wandels erfassen?

---

<sup>1</sup> HEWITT 1997, BOHLE 2001, KRÜGER und MACAMO 2003.

Aus einer Risikoperspektive, die den Aspekt der *Agency* und des Handelns besonders berücksichtigen will, lässt sich der Zusammenhang zwischen Entwicklung, Risikokonstitution und Anpassung in vier Felder untergliedern, die nachfolgend in diesem Artikel diskutiert werden sollen. Das erste Feld bezieht sich auf das Verhältnis von Entwicklung und Risiko. Hier ist zu diskutieren, welche Risiken mit Entwicklungsprozessen einhergehen, sei es bewusst oder auch unbewusst. Inwiefern tragen Entwicklungsprozesse zur Konstitution von neuen Risikolagen bei? Führen sie womöglich zur Produktion neuer Risiken, oder zur Veränderung von Risikoverständnissen? Das zweite Feld enthält Fragen zur globalen Differenzierung von Risiko. Zu diskutieren ist hier, welche Unterscheidungen hinsichtlich der globalen Verteilung und Konstitution von Risiko getroffen werden, inwieweit die Kategorie Risiko dabei als Distinktionsmerkmal im Verhältnis von globalem Norden und Süden verwendet wird und inwieweit eine solche Unterscheidung gerechtfertigt erscheint. Im dritten Feld geht es darum, in welcher Weise Risikoperspektiven ein integratives Potenzial zur Verbindung verschiedener Forschungsansätze und Perspektiven innerhalb der Geographie enthalten. Und viertens schließlich soll skizziert werden, inwiefern sich Anpassung an den Klimawandel als Risiko-handeln verstehen lässt.

## **2. Zum Verhältnis von Entwicklung und Risiko**

Bereits 1994 befassten sich Ben WISNER et al. in einem vielbeachteten und zehn Jahre später noch einmal neu aufgelegten Buch mit der Verursachung von Risiko durch Kausalitäten, auf die schon im Untertitel des Buches hingewiesen wird: *At Risk. Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters* (WISNER et al. 2004). Auf Grundlage zahlreicher Fallstudien und umfangreichen empirischen Materials aus Afrika, Asien und Lateinamerika analysieren die Autoren, wie Naturgefahren unter Bedingungen, die durch eine erhöhte Vulnerabilität der betroffenen gesellschaftlichen Gruppen gekennzeichnet sind, zu Katastrophen führen können. Risiko wird hier als eine Funktion von Vulnerabilität verstanden, die wiederum durch Entwicklungsprozesse verändert wird und somit eine Art Bindeglied zwischen den Konzepten Entwicklung und Risiko darstellt.

Dieses Buch ist in Hinsicht auf die in vorliegendem Artikel zu diskutierende Thematik in mehrfacher Weise bemerkenswert. Die vier Autoren dieses „Klassikers“ der Risikoforschung – Ben WISNER, Piers BLAIKIE, Terry CANNON und Ian DAVIS – gehören zu den Pionieren der Politischen Ökologie. Mit ihren aus konkreter empirischer Erfahrung in aller Welt hervorgegangenen Arbeiten haben sie dazu beigetragen, die ursprünglich primär auf „Naturrisiken“ ausgerichtete Forschung des „Natural Hazard Research“ mit den entschieden politischer argumentierenden Ansätzen der Politischen Ökonomie zu verknüpfen (BLAIKIE 1985). In dieser neuen Forschungsrichtung ging es um Zugangs- und Verfügungsrechte zu Land und Wasser, Ressourcenkonflikte in lokal-globalen Verflechtungszusammenhängen, Lokal- versus Expertenwissen, Landnutzungswandel unter Weltmarkteinflüssen und vor allem – als eine Art verbindendes Oberthema – um ungleiche Machtstrukturen und deren Auswirkungen auf kritische ökologische Veränderungen mit schädlichen Auswirkungen für die betroffenen Menschen.

Solche Fragestellungen im Schnittpunkt von Gesellschaftstheorie und Umweltwandel gaben der kritischen Entwicklungsforschung bereits seit den 1970er Jahren wichtige Impulse. Im Zuge der späteren Ausdifferenzierung der Politischen Ökologie veränderte sich jedoch

auch ihr Forschungsfokus. Während anfangs noch primär einzelne Fallstudien in mehr oder weniger überschaubaren räumlichen Kontexten die empirischen Grundlagen bildeten und somit eher die sogenannte lokale Ebene in den Blick genommen wurde, rückten in späteren Arbeiten verstärkt multiskalare Verflechtungen, globale Verursachungszusammenhänge und Fragen der Governance in den Mittelpunkt des Interesses. Mit der Erweiterung der Perspektive unter Berücksichtigung skalenübergreifender Zusammenhänge ließ sich die Forschung nun auch stärker politisch ausrichten, indem die Auswirkungen hegemonialer Beziehungen, ungleicher Machtverteilungen und Abhängigkeiten in lokal-globalen Verflechtungen als wesentliche Ursachen erkannt wurden. Ein zentrales Argument wandte sich dabei gegen neomalthusianische und modernisierungstheoretische Auffassungen, die die Umweltprobleme der „Dritten Welt“ primär als Folge von Bevölkerungswachstum und Rückständigkeit sahen und dementsprechend eine Überwindung dieser Probleme durch eine nachholende Entwicklung nach westlichem Vorbild propagierten. Die im Rahmen polit-ökologischer Forschung diskutierte Frage nach der Verursachung von Entwicklungsproblemen und ihrer Verknüpfung mit ökologischen Problemen ist nach wie vor aktuell, aber sie bleibt umstritten, ebenso wie die Suche nach geeigneten Ansätzen zu ihrer Überwindung.

Noch ein weiterer Aspekt des Buches von WISNER et al. ist bemerkenswert. Wenn man sich die Argumentation von *At Risk ...* näher anschaut, fällt auf, dass die Fallbeispiele zwar überwiegend aus Entwicklungskontexten stammen, aber dass Entwicklungsprozesse und klassische Fragen der Entwicklungsforschung trotzdem nicht im Mittelpunkt des erkenntnisleitenden Interesses stehen. Diese bilden allenfalls so etwas wie Randbedingungen der Untersuchung, ausgedrückt beispielsweise durch Verweise auf die *Millennium Development Goals*, durch das Zitieren von Entwicklungsindizes, oder durch die Einstufung von Armut und Hunger als „Treiber“ und „Druckfaktoren“ in der Verursachung lebensbedrohlicher Risikosituationen. Von zentraler Bedeutung sind vielmehr die ausführlichen Überlegungen zur Problematik der Verwundbarkeit und ihrer Verursachung. Das Konzept der Vulnerabilität nimmt eine zentrale Stellung im Argumentationsgang des in dem Buch entworfenen „Pressure and Release“-Modells ein. Dieses Modell bildet verschiedene sich wechselseitig verstärkende Faktoren ab, die in ihrem Zusammenspiel die Veränderungen der Vulnerabilität bestimmen. Es dient einerseits als Grundlage einer Beschreibung von Verursachungszusammenhängen, und andererseits zugleich als praktische Hilfe bei der Suche nach Lösungsansätzen.

Im Konzept der Vulnerabilität werden zwei Seiten der Risikokonstitution unterschieden, nämlich einmal die Exposition gegenüber Naturgefahren, die die Eintrittswahrscheinlichkeit und die Schadensamplitude möglicher Ereignisse einschließt, und andererseits die Kapazität zur Bewältigung von eingetretenen Ereignissen. Der Fokus des Buches *At Risk ...* richtet sich auf „people at risk“, auf Menschen und gesellschaftliche Gruppen also, die aufgrund ihres Wohnortes einer erhöhten Gefährdung ausgesetzt sind und deren Fähigkeiten und Möglichkeiten zur Bewältigung der Folgen eines Schadensereignisses aufgrund ihrer Lebensbedingungen (Armut) und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen (Unterentwicklung) beschränkt sind. Hier steht die Exposition gegenüber von außen auf die Betroffenen einwirkenden Gefahren am Anfang der empirischen Betrachtung, was bedeutet, dass die Menschen in erster Linie als Opfer betrachtet werden.

Diese Perspektive hat Stärken und Schwächen. Das Konzept der Vulnerabilität hat gegenüber den in den letzten Jahren zunehmend in die Kritik geratenen Entwicklungsansätzen zunächst einmal den entscheidenden Vorteil einer argumentativen Unmissverständlichkeit. Im Vergleich zu den vielfältigen und zum Teil auch widersprüchlichen Definitionen von Entwicklung lässt

sich Verwundbarkeit eindeutig und konkreter fassen. Vulnerabilität ist über Indikatoren messbar, und dementsprechend lassen sich auch Interventionen zur Reduzierung von Vulnerabilität auf quantifizierbarer Basis bewerten und planen (BIRKMANN 2007). Auf der anderen Seite wird eine Schwäche der Vulnerabilitätskonzepte genau in dieser Konkretheit gesehen, weil diese durch eine engere Fokussierung auf einen Erklärungsansatz der „mittleren Reichweite“ erkaufte wird. Das Konzept der Vulnerabilität gehört insofern zu jenen Denkschulen im Bereich der Entwicklungsforschung, die in den 1990er Jahren als Reaktion auf die Abkehr von „Großen Theorien“ nach Ende der Ost-West-Konfrontation eine Konjunktur erlebten.

Eine grundsätzlich andere Perspektive auf die Konstitution von Risiko ergibt sich, wenn nicht primär die Exposition gegenüber bestimmten Gefahren und die Kapazitäten zum Umgang damit in den Blick genommen werden, sondern wenn Risiko unmittelbar auf das Handeln von Menschen bezogen wird, so wie es Niklas LUHMANN (1927–1998) (1991) vorschlägt. Demnach sind es die Menschen selbst, die durch ihr Handeln Risiken eingehen und diese dadurch erst erzeugen. Handeln ist damit gleichbedeutend mit „etwas riskieren“. Die Menschen werden aus dieser Perspektive als aktiv Handelnde gesehen, die in der Lage sind, auf der Grundlage von Wahrnehmung, Wissen und Erfahrungen bewusst mit Risiken umzugehen. Risiken sind nicht externe Gegebenheiten, sondern sie werden auf Grundlage von Entscheidungen und einem bewussten Abwägen zwischen verschiedenen Optionen produziert. In ähnlicher Intention und vor dem Hintergrund konkreter Erfahrungen, insbesondere unter dem Eindruck der Tschernobyl-Katastrophe, argumentieren die Arbeiten zur Risikogesellschaft von Ulrich BECK (1986), die darlegen, dass neue Risiken unvermeidlich zu den Entwicklungen der Moderne dazugehören.

Wenn man die risikosoziologischen Überlegungen von LUHMANN und BECK mit dem auf Vulnerabilität bezogenen Verständnis von Risiko in *At Risk ...* vergleicht, wird die unterschiedliche Gewichtung von *Agency* deutlich. Der Ausdruck „being at risk“ betont die Exposition und damit die passive Seite der Risikokonstitution, während das Luhmannsche Verständnis von Risiko eher auf „risk taking“ abheben würde. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, in welchem Zusammenhang diese unterschiedlichen Risikokonzepte – einerseits als Folge erhöhter Verwundbarkeit und andererseits als Randbedingung von Entscheidungen und Handeln – mit globalen Disparitäten und der Unterteilung der Welt in einen Globalen Norden und einen Globalen Süden stehen.

### **3. ‚Risiko‘ als globales Distinktionsmerkmal?**

Wenn von Risiken für die Menschen in Entwicklungsländern die Rede ist, geht es zumeist um Defizite im Bereich der menschlichen Sicherheit. Dazu gehören die typischen Armutsrisiken wie Mängel der Ernährungssicherung, Probleme der Gesundheitsversorgung oder andere gravierende Beeinträchtigungen der Existenzsicherung, außerdem politische Risiken, die sich aus Problemen fragiler Staatlichkeit, Rechtsunsicherheit und Gewalt ergeben, und schließlich auch Risiken im Bereich der gesellschaftlichen Naturverhältnisse, beispielsweise durch die Degradation der natürlichen Grundlagen der Landnutzung und den globalen Umweltwandel. Wie im vorigen Kapitel dargestellt, stehen diese Risiken in unmittelbarem Zusammenhang mit der besonders intensiven Exposition der Menschen in Entwicklungsländern gegenüber Naturgefahren und komplexen Risikoproblemlagen, deren Auswirkungen im Katastrophenfall durch eine eingeschränkte Bewältigungskapazität noch verschärft werden.

Die Risikodebatten in den wohlhabenden Ländern beziehen sich im Gegensatz dazu häufig auf einen ganz anderen Typus von Risiken, nämlich primär solche, die aus unerwünschten oder unerwarteten Folgen technologischer Entwicklungen resultieren. Beispielfhaft zu nennen sind hier die Auseinandersetzungen um die Nutzung von Atomenergie und die Energiewende, die Folgen von Umweltverschmutzung oder die Auswirkungen der Gentechnik. Alles dies sind Risiken, die seit den 1980er Jahren unter dem Begriff der Risikogesellschaft verhandelt werden (BECK 1986). Vor dem Hintergrund dieser unterschiedlichen Risikoproblemlagen und den darauf bezogenen gesellschaftlichen Debatten stellt sich die Frage, inwiefern Risiko auch in theoretischer Hinsicht als ein globales Distinktionsmerkmal betrachtet werden kann, gewissermaßen als Ausdruck der Differenz entlang des globalen Wohlstandesgefälles.

Die Adressierung eines Phänomens, einer Gruppe oder einer Region als „Risiko“ schafft eine Distanz, die in diskursiven Praktiken problematische Auswirkungen haben kann. Ausgrenzung und Stigmatisierung können durchaus beabsichtigt sein, wenn gesellschaftliche Randgruppen, Aids-Kranke oder Migranten pauschalisierend als „Risikogruppen“ bezeichnet und dann auch so behandelt werden. Ausgrenzungen werden auch räumlich manifest, wenn solche gesellschaftlichen Risikozuschreibungen mit territorialen Bezügen verknüpft werden. Praktiken der Verräumlichung sozialer Probleme unter dem Attribut „Risiko“ werden in Begriffen wie „sozialer Brennpunkt“, „Hotspot“, „Gefahrenzone“, oder „Cordon Sanitaire“ ausgedrückt. Sie werden reflektiert in raumwirksamen Praktiken der territorialen Kontrolle, der Grenzziehung und flächenhaften Überwachung. Dies wird gegenwärtig besonders deutlich in den Auseinandersetzungen um die Zuwanderung nach Deutschland, in denen Migration als Sicherheitsproblem und als ein Risiko für den Schutz des eigenen Territoriums dargestellt wird.<sup>2</sup> In ähnlicher Weise operiert auch die mediale Darstellung von „No-Go-Areas“ in Ostdeutschland mit stigmatisierenden Bildern, die bestimmte „Risikogruppen“ und „Risikoräume“ identifizieren (MOHRING et al. 2010).

Risikozuschreibungen als Distinktionsmerkmale lassen sich in globalen Dimensionen schon allein darin beobachten, dass in der Literatur die Risiken in Nord und Süd in der Regel separat behandelt werden, als „Weltrisiko“ der entwickelten Länder des Nordens und als „Dritte-Welt-Risiko“ in dem großen Rest der Armutsländer im globalen Süden. Beispielfhaft lässt sich dies an den risikosoziologischen Arbeiten Ulrich BECKs zeigen, der bereits im Jahre 1986 unter dem Eindruck der Tschernobyl-Katastrophe den Begriff der „Risikogesellschaft“ in die Diskussion einbrachte. Damit machte er die Erkenntnis zum Allgemeinwissen, dass die auf technologischen Innovationen beruhenden gesellschaftlichen Entwicklungen unvermeidlich mit der Produktion neuer Risiken einhergehen. Das Projekt der Moderne sei, so BECK, nicht ohne den Preis eines erhöhten Risikos zu haben. Die Nutzung von Atomenergie, Gentechnik, neuer Kommunikations- und Informationstechnologien usw. sei stets mit einem nicht genau kalkulierbaren und beherrschbaren Restrisiko verbunden. Kennzeichnend für die „reflexive Moderne“ sei der Umstand, dass sich die Menschen dieses Risikos bewusst sind, und dass die Auseinandersetzungen darüber, welche Risiken eingegangen werden sollen und welche nicht, zu einem wesentlichen Motor gesellschaftlicher Prozesse werden.

Dieser Gedanke der Bedeutung von Risikodiskursen für gesellschaftliche Aushandlungsprozesse wird nach der Jahrtausendwende unter dem Einfluss neuer Risikoerfahrungen in dem Konzept der „Weltrisikogesellschaft“ weiterentwickelt (BECK 2007). Hier stehen jetzt nicht mehr die Risiken konkreter Technikfolgen im Mittelpunkt, sondern neue, diffuse und

---

2 BEST 2010, BELINA und MIGGELBRINK 2013.

nicht mehr räumlich zu verortende Katastrophenrisiken. Beispiele für solche ubiquitären und damit im Prinzip die ganze Welt betreffenden „Weltrisiken“ sind die Folgen des Klimawandels, der globalen Finanzkrise und des Terrorismus. Politisch relevant werden diese Weltrisiken in der Gegenwart nicht in erster Linie durch real eintretende Katastrophen, sondern bereits durch die Antizipation der Katastrophe. Die Angst vor einem *Armageddon* mobilisiert die Massen, macht sie aber zugleich manipulierbar durch diejenigen, die Auswege aus dem globalen Katastrophenszenario anbieten.

Welchen Platz haben in diesem Kontext die Menschen im globalen Süden? Auch wenn der Begriff des Weltrisikos impliziert, dass hier die Welt in ihrer Gesamtheit betroffen ist, fällt doch auf, dass die Debatten der Risikosoziologie vor dem Hintergrund empirischer Erfahrungen in relativ wohlhabenden Ländern argumentieren. Der empirische Hintergrund der Debatten um Risiko- und Weltrisikogesellschaft beschränkt sich weitgehend auf gesellschaftliche Prozesse und deren Steuerungsmöglichkeiten in den Ländern des Nordens.

#### **4. Integrative Ansätze der geographischen Risikoforschung**

Wie bereits eingangs festgestellt, wird der Zusammenhang zwischen Risiko und Raum von verschiedenen geographischen Subdisziplinen in den Blick genommen, wenn auch aus jeweils eigenen Perspektiven und mit unterschiedlichen Fragestellungen. Die Verwendung der gleichen Begriffe heißt also keineswegs, dass hier auch das Gleiche beforscht wird. Ausgehend von spezifischen epistemologischen Interessen richtet sich der Fokus der empirischen Untersuchungen auf unterschiedliche Arten von Risiken. Einige davon werden in drei kürzlich erschienenen Sammelbänden vorgestellt, die einen Eindruck von der Breite des Risikospektrums in der aktuellen geographischen Forschung vermitteln.<sup>3</sup> Hier geht es u. a. um Risiken und ihre räumliche Dimension im Kontext von (Bürger)-Kriegen (KORF 2013), Grenzregimen<sup>4</sup> und Terrorismus (SCHETTER 2013), ferner um industrielle Risiken (WEISS 2010), um Pandemien wie die Schweinegrippe und HIV/Aids als Risikofaktoren,<sup>5</sup> außerdem befassen sich mehrere Beiträge mit Risiken, die im Schnittpunkt von Gesellschaft und Umwelt entstehen,<sup>6</sup> und schließlich zeigt auch eine Fallstudie der Stadt Goma im Osten der Demokratischen Republik Kongo, was „Risiko“ für die betroffenen Menschen dort bedeutet, wenn sich multiple Naturgefahren, politische Unsicherheit und Armutsrisiken auf extreme Weise überlagern (DOEVENSPACK 2013). Nur für einen Teil der genannten Beispiele trifft es tatsächlich zu, dass zu ihrer Untersuchung „integrative“ Ansätze erforderlich sind, nämlich für solche, die an der Schnittstelle zwischen Physischer Geographie und Humangeographie verortet sind. Auf diesen Typus von Risiken im Bereich der Gesellschaft-Umwelt-Beziehungen bzw. der gesellschaftlichen Naturverhältnisse beziehen sich auch die Debatten um die sogenannte „Dritte Säule“, die die Geographische Risikoforschung als ein klassisches Schnittstellenthema und damit als einen Ansatzpunkt für die Entwicklung integrativer Ansätze der Geographie betrachten.<sup>7</sup> Beispiele dieser Naturgefahren und ihrer gesellschaftlichen Konsequenzen („So-

3 FELGENTREFF und GLADE 2008, EGNER und POTT 2010, MÜLLER-MAHN 2013.

4 BEST 2010, BELINA und MIGGELBRINK 2013, KREUTZMANN 2013.

5 EVERTS 2013, KRÜGER 2013.

6 BELL et al. 2010, MÜLLER-MAHN 2010, FUCHS und KEILER 2013, POHL et al. 2013.

7 MÜLLER-MAHN und WARDENGA 2005, WEICHHART 2007.

zialkatastrophen“) stehen im Mittelpunkt des dritten hier besonders zu nennenden Sammelbandes (FELGENTREFF und GLADE 2008).

Das integrative Potenzial der Risikothematik für die Geographie schlägt sich nicht nur in Publikationen, sondern auch in anderen gemeinsamen Aktivitäten auf verschiedenen Ebenen nieder. Hervorzuheben sind die inzwischen an mehreren Geographischen Instituten entstandenen Profilschwerpunkte zum Thema „Risiko“, teils auch in Verbindung mit Naturgefahrenforschung und Katastrophenvorsorge, z. B. in Innsbruck, Bern, Wien, Erlangen und Bonn. Ein weiteres Produkt dieser sowohl intra- als auch interdisziplinären Zusammenarbeit sind spezialisierte Studiengänge, vor allem im Bereich der Masterausbildung. So hat das Geographische Institut der Universität Bonn zusammen mit dem *Institute for Environment and Human Security* der *United Nations University* zum Wintersemester 2013/14 einen internationalen Master-Studiengang „*Geography of Environmental Risks and Human Security*“ eingeführt.

Der Umfang aktueller gemeinsamer Forschungsaktivitäten zu Risikogenese und Risikomanagement in Zusammenarbeit von Physischer Geographie und Humangeographie lässt sich schwer abschätzen, weil der Risikobezug nicht immer aus dem Titel hervorgeht. Die große Herausforderung für wissenschaftliche Kooperationen zwischen Natur- und Sozialwissenschaften im Bereich dieser Thematik liegt darin, durch eine Verständigung über gemeinsame Begrifflichkeiten und konzeptuale Grundlagen die Voraussetzung für eine wirklich interdisziplinäre und nicht bloß additive Zusammenarbeit zu schaffen. Die Begriffe Raum und Risiko sind in Physischer Geographie und Humangeographie mit unterschiedlichen Bedeutungen besetzt, die eher für divergierende Forschungsansätze stehen als für gemeinsame theoretische Positionen. Deutlich wird dies in der Unterscheidung von ‚objektiven‘ und ‚subjektiven‘ Risiken, bzw. von ‚realistischen‘ und ‚konstruktivistischen‘ Ansätzen der Risikoforschung.<sup>8</sup> Während es in der Risikoforschung der Physischen Geographie primär um Materialität, Prozessmodellierung und Wahrscheinlichkeitsrechnungen geht, befasst sich die Humangeographie mit ihren aus den Sozial-, Wirtschafts- und Kulturwissenschaften entlehnten Methoden eher mit Wahrnehmungen, Wertungen und gesellschaftlichem Handeln. Dahinter stehen verschiedene Risikokonzepte, die nicht ohne Weiteres kompatibel sind, weil sie sich auf völlig unterschiedliche Sachverhalte beziehen.

Auch in Hinsicht auf die Kategorie Raum werden unterschiedliche Bedeutungen diskutiert. Raum kann als ein Ordnungsprinzip verstanden werden, das die Grundlage für die Differenzierungen der Exposition gegenüber Risiken begründet. Dies findet beispielsweise Ausdruck in der räumlich ungleichen Verteilung verschiedener Risiken, in Zonierungen, Gradienten oder Wechselwirkungen an bestimmten Orten. Raum kann aber auch als das Ergebnis diskursiver Konstruktionen verstanden werden, ausgedrückt zum Beispiel in der räumlichen Zuschreibung von Risiken in Form von „No-Go-Areas“ (MOHRING et al. 2010). Und schließlich kann Raum als das Ergebnis gesellschaftlicher Praktiken verstanden werden, ausgedrückt und empirisch fassbar in Form von Praktiken der Territorialisierung und Abgrenzung, des räumlichen Transfers, der Expansion und der Externalisierung von Risiken.

Die Zusammenhänge und Wechselwirkungen zwischen Raum und Risiko kann man in zwei Richtungen verstehen, weil einerseits Raum und räumliche Strukturen Auswirkungen auf die Verteilung von Risiken haben, andererseits aber auch Risikohandeln Spuren in Form räumlicher Veränderungen hinterlassen kann. Der Zusammenhang von Raum und Risiko ist reflexiv, was sich darin äußert, dass einerseits Raum und räumliche Strukturen das Risiko

---

8 LUPTON 1999, TAYLOR-GOOPY und ZINN 2006, RENN 2008.

bestimmen, dem eine Person an einem bestimmten Ort ausgesetzt ist, während andererseits die Folgen der Exposition, die jeweiligen Formen der Risikowahrnehmung und des Risikohandelns ihrerseits auch Auswirkungen auf den physischen Raum haben und dort ihre Spuren hinterlassen.

Wie lässt sich nun dieses reflexive Verhältnis zwischen Raum und Risiko empirisch fassbar machen? Um das Entweder-Oder der verschiedenen wissenschaftlichen Ansätze der Risikotheorie zu überwinden, sei hier nachfolgend ein Perspektivenwechsel vorgeschlagen und ein pragmatischer Ansatz gewählt, der sich an den Subjekten der Risikokonstitution orientiert. Aus deren akteurszentrierter Perspektive ist eine Kontextualisierung erforderlich, um zu verstehen, was spezifische Risiken für spezifische Akteure bedeuten. Die aus dieser Perspektive relevante Frage lautet: Wie sehen und bewerten Menschen ihre jeweils spezifischen Risikoproblemlagen, woran orientieren sie ihr Handeln, in welcher Weise gehen sie mit Risiken um, unter welchen Bedingungen sind sie bereit, Risiken einzugehen?

## **5. Das Konzept der *Riskscapes***

Der Begriff „Riskcape“ enthält ein Wortspiel, das die Elemente Risiko (*risk*) und Landschaft (*landscape*) miteinander verknüpft. Damit wird ausgedrückt, dass es hier nicht einfach um Landschaften im Sinne von gegenständlichen und räumlich abgrenzbaren geographischen Einheiten geht, sondern um eine Metapher. Die Landschaftsmetapher steht einerseits für einen räumlichen Bezug, andererseits für eine Perspektive, d. h. für einen Blickwinkel und eine – unter Umständen auch selektive – Wahrnehmung in Hinsicht auf diesen räumlichen Bezug. Das Bild einer Landschaft erscheint dem Betrachter unterschiedlich, je nachdem, ob man von der höchsten Bergspitze ins Tal schaut, oder aus der Ferne den Blick auf die Berge richtet.

Der Begriff *Riskcape* übernimmt genau diese Mehrdeutigkeit und Perspektivität des Landschaftsbegriffs. Die „Idee der Landschaft“ (TREPL 2012) hat sowohl eine materielle Seite, bestehend aus einer räumlichen Anordnung von Bergen, Flüssen, Pflanzen, Siedlungen und Spuren menschlicher Nutzung („Kulturlandschaft“), aber auch eine ideelle Seite, die die Art und Weise umfasst, wie Landschaften als Objekt von Wahrnehmungen und ästhetischem Empfinden eine soziokulturelle Bedeutung erlangen, idiosynkratisch charakterisiert („Landschaft des Mittelrheintals“) oder mit Erinnerungen und Gefühlen verknüpft und damit symbolisch aufgeladen werden („Heimat“). Die Konstitution von Landschaften ist also nicht losgelöst von der Perspektive der Betrachter zu verstehen.

Das Konzept der *Riskscapes* greift Überlegungen aus drei theoretischen Grundlagen auf, die den Arbeiten des Sozialanthropologen Arjun APPADURAI, des Sozialtheoretikers Theodore SCHATZKI und der Geographin Valerie NOVEMBER entstammen.<sup>9</sup> Diese drei Quellen seien hier nachfolgend kurz skizziert, um zu erläutern, in welcher Weise sie Eingang in den Entwurf des *Riskcape*-Konzeptes finden. Arjun APPADURAI geht in seiner Arbeit *Disjunction and Difference in the Global Cultural Economy* (APPADURAI 1990, 2006) davon aus, dass die Globalisierung neue deterritorialisierte grenzüberschreitende Bewegungen von Menschen, Dingen und Ideen hervorruft, die sich in kulturellen Strömen partiell überlappen und in einer Rekonfiguration globaler Beziehungsmuster resultieren. Diese von globalen Strömen geschaffenen „Landschaften“ (*-scapes*) bezeichnet APPADURAI als „imaginierte Welten“, in-

---

<sup>9</sup> Vgl. MÜLLER-MAHN und EVERTS 2013.

nerhalb derer sich Menschen mit ihren globalisierten Lebensweisen einrichten. Entsprechend der unterschiedlichen kulturellen Ströme identifiziert er fünf „-scapes“, nämlich *ethnoscapes*, *mediascapes*, *technoscapes*, *financescapes* und *ideoscapes*.

Übertragen auf das Konzept der *Riskscapes* lässt sich argumentieren, dass auch *Riskscapes* als „fluide Landschaften“ oder „imaginierte Welten“ verstanden werden können, die maßgeblich von der Perspektive der Betrachtung abhängen und durch die Wahrnehmung und Einschätzung von Risiko geprägt werden. Wesentlich ist dabei in Anlehnung an APPADURAI, dass mit der Perspektive der Betrachtung nicht primär die individuelle Perspektive einzelner Akteure gemeint ist, sondern eine soziale Perspektive, die von gesellschaftlichen Gruppen getragen wird. Gemeinsamkeiten der sozial-räumlichen Imagination von Risiko erklären, warum die Mitglieder bestimmter Gruppen zu gleichem oder ähnlichem Risikohandeln tendieren, und in welcher Weise diese gemeinsamen Vorstellungen von imaginierten Welten zu den Identitäten der Gruppenmitglieder beitragen, nämlich durch bestimmte Praktiken.

Hier liegt der Anschluss zu der zweiten Theoriegrundlage des *Riskscape*-Konzeptes. *Riskscapes* existieren nicht *a priori*, sondern sie werden durch gesellschaftliches Handeln bzw. Praxis hergestellt. Theodore SCHATZKI (2010) schreibt in einer Untersuchung über *The Timespace of Human Activity*, dass Landschaften als raumzeitliche Phänomene zu verstehen sind, die erst durch gesellschaftliche Praxis geschaffen und fortwährend verändert werden. Ähnlich wie APPADURAI argumentiert er, dass sich unterschiedliche gesellschaftliche Praktiken auf dieselben Raumausschnitte beziehen können, was darin Ausdruck findet, dass am selben Ort unterschiedliche Landschaften existieren können – je nach Perspektive der Akteure. Übertragen auf das Konzept der *Riskscapes* bedeutet dies, dass unterschiedliche *Riskscapes* sogar räumlich überlappend existieren können, je nach Wahrnehmung und Wertung von Risiken durch spezifische Akteure.

Die Frage, welche Konsequenzen das Neben- und Übereinander verschiedener *Riskscapes* am selben Ort haben kann, leitet zur dritten Quelle des Konzeptes über, die sich auf Arbeiten der französischen Geographin und Risikoforscherin Valerie NOVEMBER stützt. In ihren Untersuchungen befasst sich NOVEMBER mit der Existenz multipler Risiken und ihren Wechselwirkungen. Dabei zeigt sie, wie Wahrnehmung und Wertung konkreter raumbezogener Risiken im Handeln der Menschen reflektiert werden und damit wiederum auf die Gestaltung der „Risikolandschaft“ zurückwirken. In diesem Sinne lassen sich *Riskscapes* als subjektbezogene kognitive Karten „riskanter Territorien“ (NOVEMBER et al. 2009, 2010) verstehen, die den Akteuren als Navigationshilfen auf ihrem Weg durch ein „gefährliches Gelände“ dienen. *Riskscapes* werden durch Beobachtung, Kommunikation und Bewertung vor dem Hintergrund vorhandenen Wissens permanent neu bewertet, aktualisiert und verändert. Dadurch, dass sich Gruppen von Menschen über bestimmte Risiken verständigen, ihre *Riskscapes* an diese gemeinsame Einschätzung anpassen und dementsprechend handeln, nehmen sie auch Einfluss auf die in dieser Risikolandschaft aufgehobenen realen Risikofaktoren.

Die von Valerie NOVEMBER zu diesem Thema publizierten Arbeiten analysieren die Wechselwirkungen entlang von zwei Achsen, nämlich erstens zwischen realen Gefahren und den erst durch menschliches Handeln produzierten Risiken, und zweitens zwischen den verschiedenen risikobezogenen gesellschaftlichen Praktiken, die erst in ihrer räumlichen und zeitlichen Koinzidenz neue und unvorhergesehene Risiken erzeugen können. Dieser letztgenannte Punkt ist nun entscheidend für die Betrachtung von *Riskscapes*, die durch die Interaktion von verschiedenen Akteuren entstehen können, und aus denen, wie nachfolgend anhand eines Beispiels diskutiert werden soll, neue Risiken entstehen können.

## **6. Die Erzeugung neuer *Riskscape* durch Klimawandel und Anpassung in Afrika**

Katastrophen und Kriege prägen schon länger das Bild Afrikas in der deutschen Öffentlichkeit. Jetzt kommt noch der Klimawandel hinzu, gewissermaßen als Verstärker der anderen „apokalyptischen Ks“. Damit werden die Menschen in Afrika neuerlich als Opfer globaler Prozesse betrachtet, für die sie selbst keine Verantwortung tragen. In der Tat stammt ja die erhöhte Treibhausgasemission als Ursache der Erderwärmung zum weitaus größten Teil aus den Industrie- und Schwellenländern, aber die schädlichen Auswirkungen treffen ganz besonders die Menschen in Entwicklungsländern.

Aus sozialwissenschaftlicher Sicht sind die Warnungen der Klimaforschung zwar unbedingt ernst zu nehmen, aber zugleich muss betont werden, dass es sich um mehrdimensionale Risikoproblemlagen handelt: *Erstens* kann man den Klimawandel als „realen“ Prozess betrachten, der nach Einschätzung der geowissenschaftlichen Forschung gerade in Afrika zu katastrophalen Auswirkungen führen kann. *Zweitens* ist der Klimawandel aber auch ein gesellschaftlich konstruiertes Problem, das den Gegenstand von Diskursen, politischen Aushandlungsprozessen und internationalen Konferenzen bildet und dessen Konstruktionsprozess von Interessen und Konflikten geleitet wird. Und *drittens* schließlich geht es um eine Dimension, die bisher in der Klimafolgenforschung noch viel zu wenig Beachtung fand, obwohl sie von zentraler Bedeutung für die Suche nach geeigneten Anpassungsstrategien ist, nämlich das Handeln der Menschen selbst.

Der im Jahre 2007 vorgelegte vierte Bericht des *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) fasst die Ergebnisse zahlreicher Studien und Modellrechnungen zusammen. Auf dieser Grundlage kommt er zu einer alarmierenden Einschätzung der zu erwartenden Folgen des Klimawandels auf dem afrikanischen Kontinent. Es wird damit gerechnet, dass bis zum Ende des Jahrhunderts der Anstieg der Jahresmitteltemperaturen in Afrika bei 3 bis 4 Grad Celsius und damit über dem globalen Durchschnitt liegen wird. Große Teile des Kontinents werden demnach durch Veränderungen der Niederschlagsverhältnisse, eine Zunahme von Extremereignissen wie Dürren und Überschwemmungen und den Verlust von landwirtschaftlich nutzbaren Flächen betroffen sein. Schon bis 2020 wird für einige Länder der semiariden Zone ein Rückgang der landwirtschaftlichen Erträge auf die Hälfte der heutigen Menge vorhergesagt, und auf dem gesamten Kontinent ist immer häufiger mit Engpässen der Nahrungsversorgung zu rechnen. Gleichzeitig wird sich die Wasserverknappung weiter verschärfen, und die Verschiebung der Klimazonen wird die Ausbreitung von tropischen Krankheiten wie Malaria und Dengue-Fieber begünstigen.

Die Autoren des IPCC-Berichtes sehen das spezifische Dilemma des afrikanischen Kontinents darin, dass hier die negativen Auswirkungen des Klimawandels auf Gesellschaften treffen, die gegenüber solchen Veränderungen besonders verwundbar sind und die nur über sehr eingeschränkte Möglichkeiten verfügen, sich vor deren Auswirkungen zu schützen. Der Anteil der Menschen, die unmittelbar von der Landwirtschaft abhängig sind, ist in Afrika höher als anderswo. Zugleich wächst hier die Bevölkerung schneller als in anderen Teilen der Welt. Dadurch steigt der Druck auf die schon jetzt stark belasteten Ressourcen, es kommt zur Übernutzung und irreversiblen Schädigung von Ökosystemen, was schließlich zu „schleichenden Katastrophen“ führen kann.

Mit der Erkenntnis, dass sich der Klimawandel nicht mehr verhindern lässt, verändern sich auch die Schwerpunkte der internationalen Klimaverhandlungen. Während im Kyoto-Protokoll von 1997 noch im Mittelpunkt stand, die Treibhausgasemissionen zu reduzieren

und dadurch die Erderwärmung so weit wie möglich unter Kontrolle zu halten („mitigation“), verlagert sich das Interesse jetzt auf Maßnahmen zur Anpassung („adaptation“) an die unvermeidbaren Folgen des Klimawandels. Was auf den ersten Blick wie eine Einsicht in die Macht des Faktischen aussieht, ist jedoch ein ausgesprochen konfliktträchtiges Thema. Letztlich geht es den Geschädigten des Klimawandels darum, die Verursacher für den angerichteten Schaden zur Kasse zu bitten. Die Entwicklungsländer fordern zur Finanzierung ihrer Anpassungsmaßnahmen Transferzahlungen, die weit über das Volumen der bisherigen Entwicklungshilfe hinausgehen. Ob es unter diesen Bedingungen noch gelingen kann, auf den jährlich stattfindenden Weltklimakonferenzen ein neues Rahmenabkommen als Nachfolge für das 2012 ausgelaufene Kyoto-Protokoll auszuhandeln, ist nicht abzusehen. Aus zwei Gründen wollen sich die Länder des Nordens und insbesondere die USA nicht auf die Forderungen der Entwicklungsländer einlassen: *Erstens* ist umstritten, wer diese Gelder überhaupt erhalten soll. Zu den Wortführern der Kompensationsforderung gehören neben der Gruppe der geschlossen auftretenden afrikanischen Staaten nämlich Länder wie China, Indien und Brasilien, die mit ihrer nachholenden Entwicklung inzwischen selbst zu den größten Treibhausgasemittenten gehören. *Zweitens* ist es bisher noch ausgesprochen nebulös, was eigentlich mit „Anpassung“ gemeint ist und was genau mit dem geforderten globalen Umverteilungsprogramm finanziert werden soll. Angesichts der zweifelhaften Erfolge von fünf Jahrzehnten internationaler Entwicklungszusammenarbeit darf man skeptisch sein, ob eine globale „Klimahilfe“ ohne klare Zielvorgaben und Kontrollmechanismen sinnvoll ist.

Aus der Perspektive der Menschen in Afrika findet „Anpassung“ immer schon statt, nicht erst als Reaktion auf den Klimawandel. Wie sonst wäre die Vielfalt der oftmals kleinräumig differenzierten Formen der Landnutzung zu erklären? Dabei haben sich afrikanische Gesellschaften in der Vergangenheit als Meister der Anpassung und der aktiven Gestaltung sozial-ökologischer Systeme erwiesen. In der auf lokale Kontexte fokussierten kultur- und sozialwissenschaftlichen Afrikaforschung stößt deshalb das Konzept der Anpassung, so wie es im IPCC-Bericht und der naturwissenschaftlichen Forschung vertreten wird, auf Kritik: *Erstens* bedarf es zum Verständnis von Anpassung einer Kontextualisierung des Handelns, d. h. also einer Berücksichtigung von ökonomischen oder politischen Rahmenbedingungen, die für viele Menschen in Afrika aktuell wichtiger sind als die schleichenden Veränderungen klimatischer Parameter. *Zweitens* ist zwischen einer Anpassung als Reaktion auf vorausgegangene Veränderungen und einer Anpassung als Antizipation zukünftiger Ereignisse zu unterscheiden. Beim Klimawandel haben wir es mit zukünftig erwarteten Ereignissen zu tun, deren Eintrittswahrscheinlichkeit gerade in Bezug auf den afrikanischen Kontinent noch mit einer erheblichen Ungewissheit behaftet ist. Und *drittens* zeigen zahlreiche Fallstudien über die Wirkung von Entwicklungsprojekten, dass externe Interventionen häufig das genaue Gegenteil der ursprünglich angestrebten Ziele erreichen, wenn sie nicht hinreichend auf die lokalen Bedürfnisse und Bedingungen abgestimmt wurden.

Alle drei Problemdimensionen sind wichtig. Eine besondere Herausforderung der Forschung liegt darin, Zusammenhänge und Wechselwirkungen zwischen diesen Dimensionen aufzuzeigen und dabei vor allem das lokale Handeln stärker zu berücksichtigen. Vor dem Hintergrund entwicklungspolitischer Erfahrungen kann man vor einer allzu naiven Politik zum Klimaschutz und zur Anpassungsförderung in Afrika nur warnen.

## 7. Fazit: *Riskscape* im Globalen Süden als Forschungsperspektive

Das Beispiel des Klimawandels und der gegenwärtigen Verhandlungen darüber, wie Anpassung gefördert und praktiziert werden sollte, zeigt, dass hier unterschiedliche Gruppen von Akteuren mit ihren jeweils eigenen und zum Teil widersprüchlichen Wahrnehmungen, Bewertungen und Perspektiven aufeinandertreffen. Diese unterschiedlichen Perspektiven auf die mit dem Klimawandel einhergehenden Risiken lassen sich als *Riskscape* verstehen.

Aus Sicht der Experten des IPCC ist der Klimawandel ein mit naturwissenschaftlichen Methoden erklärbares Phänomen, dessen zukünftige Auswirkungen auf dem afrikanischen Kontinent auf Grundlage von Modellierungen und Wahrscheinlichkeitsrechnungen vorhergesagt werden können. Diese modellbasierten Vorhersagen bilden den Ausgangspunkt für Empfehlungen für konkrete Anpassungsmaßnahmen und groß angelegte Programme zur Förderung „klimaresilienter Entwicklung“. Alle diese Informationen lassen sich auf räumlicher Grundlage differenzieren und in Karten übertragen, die gewissermaßen ein klimatologisches *Riskscape* abbilden.

Aus Sicht der Lokalbevölkerungen, für die die empfohlenen Anpassungsmaßnahmen der Experten bestimmt sind, sehen die eigenen *Riskscape*s jedoch unter Umständen völlig anders aus. Die Menschen leben mit multiplen Risiken, unter denen die klimatischen Veränderungen selten die höchste Priorität einnehmen. Die alltägliche Sicherung des Lebensunterhalts erscheint den meisten Menschen dringender als die Vorbereitung auf ungewisse Prozesse in der Zukunft.

Dieses Aufeinandertreffen unterschiedlicher Kosmologien, Zukunftsszenarien und Risikoeinschätzungen stellt eine besondere Herausforderung für die Forschung dar. Auf der einen Seite sind die Untersuchungen zum globalen Klimawandel gerade in Hinsicht auf die ärmsten Länder als eine ernste Warnung zu verstehen. Auf der anderen Seite orientiert sich das Anpassungshandeln der Menschen aber nicht an wissenschaftlichen Modellrechnungen, sondern an unmittelbaren Erfahrungen. Vor diesem Hintergrund sollte ein zentrales Anliegen der Risikoforschung darin bestehen, die unterschiedlichen *Riskscape*s verschiedener Akteure herauszuarbeiten, die Wechselwirkungen zwischen ihnen zu erfassen und zu verstehen, wie sie sich gegenseitig beeinflussen und dadurch neue Risiken erzeugen.

## *Literatur*

- APPADURAI, A.: Disjuncture and difference in the global cultural economy. In: DURHAM, M. G., and KELLNER, D. M. (Eds.): Media and Cultural Studies. KeyWorks (rev. edn); pp. 584–603. Malden, MA: Blackwell [1990] 2006
- BECK, U.: Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne. Frankfurt (Main): Suhrkamp 1986
- BECK, U.: Weltrisikogesellschaft: Auf der Suche nach der verlorenen Sicherheit. Frankfurt (Main): Suhrkamp 2007
- BELINA, B., and MIGGELBRINK, J.: Risk as technology of power: FRONTEX as an example of the de-politicization of EU migration regimes. In: MÜLLER-MAHN, D. (Ed.): The Spatial Dimension of Risk. How Geography Shapes the Emergence of Riskscape; pp. 124–136. London: Routledge 2013
- BELL, R., EVERFELDT, K. VON, und GLADE, T.: Blinde Flecken. Grenzen wissenschaftlicher Gefährdungsabschätzung am Beispiel von Hangrutschungen. In: EGNER, H., und POTT, A. (Hrsg.): Geographische Risikoforschung. Zur Konstruktion verräumlichter Risiken und Sicherheiten. Erdkundliches Wissen Bd. 147, S. 117–134. Stuttgart: Franz Steiner 2010
- BEST, U.: Die Sicherheit des Territoriums. Migration in deutschen und europäischen Sicherheitsdiskursen. In: EGNER, H., und POTT, A. (Hrsg.): Geographische Risikoforschung. Zur Konstruktion verräumlichter Risiken und Sicherheiten. Erdkundliches Wissen Bd. 147, S. 197–211. Stuttgart: Franz Steiner 2010
- BIRKMANN, J.: Risk and vulnerability indicators at different scales: Applicability, usefulness and policy implications. Environmental Hazards 7/1, 20–31 (2007)

- BLAIKIE, P.: The Political Economy of Soil Erosion in Developing Countries. London: Longman 1985
- BOHLE, H.-G.: Neue Ansätze der geographischen Risikoforschung. Ein Analyserahmen zur Bestimmung nachhaltiger Lebenssicherung von Armutsgruppen. *Die Erde* 132, 119–140 (2001)
- BOHLE, H.-G., DOWNING, T. E., and WATTS, M. J.: Climate change and food security: Toward a sociology and geography of vulnerability. In: DOWNING, T. E. (Ed.): *Climate Change and Food Security*; pp. 183–206. Berlin: Springer 1996
- DOEVENSPECK, M.: An impossible site? Understanding risk and its geographies in Goma, Democratic Republic of Congo. In: MÜLLER-MAHN, D. (Ed.): *The Spatial Dimension of Risk. How Geography Shapes the Emergence of Risksapes*; pp. 137–153. London: Routledge 2013
- EGNER, H., und POTT, A. (Hrsg.): *Geographische Risikoforschung. Zur Konstruktion verräumlichter Risiken und Sicherheiten. Erdkundliches Wissen Bd. 147*. Stuttgart: Franz Steiner 2010
- EVERTS, J.: Anxiety and risk: pandemics in the twenty-first century. In: MÜLLER-MAHN, D. (Ed.): *The Spatial Dimension of Risk. How Geography Shapes the Emergence of Risksapes*; pp. 82–96. London: Routledge 2013
- FELGENTREFF, C., und GLADE, T. (Hrsg.): *Naturrisiken und Sozialkatastrophen*. Berlin, Heidelberg: Spektrum 2008
- FUCHS, S., and KEILER, M.: Space and time: coupling dimensions in natural hazard risk management? In: MÜLLER-MAHN, D. (Ed.): *The Spatial Dimension of Risk. How Geography Shapes the Emergence of Risksapes*; pp. 189–201. London: Routledge 2013
- HEWITT, K.: *Regions of Risk: A Geographical Introduction to Disasters*. Eastbourne: Longman 1997
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change): *IPCC Fourth Assessment Report. Climate Change 2007: Synthesis Report*. Geneva 2007
- KORF, B.: Die Ordnung der Entwicklung. Zur Ethnographie der Entwicklungspraxis und ihrer ethischen Implikationen. *Geographische Zeitschrift* 92, 208–226 (2004)
- KORF, B.: The certainty of uncertainty: topographies of risk and landscapes of fear in Sri Lanka's civil war. In: MÜLLER-MAHN, D. (Ed.): *The Spatial Dimension of Risk. How Geography Shapes the Emergence of Risksapes*; pp. 68–81. London: Routledge 2013
- KREUTZMANN, H.: Boundary-making as a strategy for risk reduction in conflict-prone spaces. In: MÜLLER-MAHN, D. (Ed.): *The Spatial Dimension of Risk. How Geography Shapes the Emergence of Risksapes*; pp. 154–171. London: Routledge 2013
- KRÜGER, F.: Spaces of risk and cultures of resilience: HIV/AIDS and adherence in Botswana. In: MÜLLER-MAHN, D. (Ed.): *The Spatial Dimension of Risk. How Geography Shapes the Emergence of Risksapes*; pp. 109–123. London: Routledge 2013
- KRÜGER, F., und MACAMO, E.: Existenzsicherung unter Risikobedingungen – Sozialwissenschaftliche Analyseansätze zum Umgang mit Krisen, Konflikten und Katastrophen. *Geographica Helvetica* 58/1, 47–55 (2003)
- LUHMANN, N.: *Soziologie des Risikos*. Berlin, New York: Walter de Gruyter 1991
- LUPTON, D.: *Risk*. London: Routledge 1999
- MOHRING, K., POTT, A., und ROLFES, M.: No-Go-Areas in Ostdeutschland. Zur Konstruktion unsicherer Räume durch die Massenmedien. In: EGNER, H., und POTT, A. (Hrsg.): *Geographische Risikoforschung. Zur Konstruktion verräumlichter Risiken und Sicherheiten. Erdkundliches Wissen Bd. 147, S. 151–167*. Stuttgart: Franz Steiner 2010
- MÜLLER-MAHN, D.: Perspektiven der Geographischen Risikoforschung. *Geographische Rundschau* 10, 4–11 (2007)
- MÜLLER-MAHN, D.: Beobachtungen zum Klimadiskurs: Neues Weltrisiko oder alter Geodeterminismus? In: EGNER, H., und POTT, A. (Hrsg.): *Geographische Risikoforschung. Zur Konstruktion verräumlichter Risiken und Sicherheiten. Erdkundliches Wissen Bd. 147, S. 95–113*. Stuttgart: Franz Steiner 2010
- MÜLLER-MAHN, D. (Ed.): *The Spatial Dimension of Risk. How Geography Shapes the Emergence of Risksapes*. London: Routledge 2013
- MÜLLER-MAHN, D., and EVERTS, J.: Risksapes: the spatial dimensions of risk. In: MÜLLER-MAHN, D. (Ed.): *The Spatial Dimension of Risk. How Geography Shapes the Emergence of Risksapes*; pp. 22–36. London: Routledge 2013
- MÜLLER-MAHN, D., und WARDENGA, U. (Hrsg.): *Möglichkeiten und Grenzen integrativer Forschungsansätze in Physischer Geographie und Humangeographie. Forum ifl Heft 2*. Leipzig: Leibniz-Institut für Länderkunde 2005
- NOVEMBER, V., CAMACHO-HÜBNER, E., and LATOUR, B.: Entering a risky territory: space in the age of digital navigation. *Environment and Planning D: Society and Space* 28, 581–99 (2010)
- NOVEMBER, V., PENELAS, M., and VIOT, P.: When flood risk transforms a territory: the Lully effect. *Geography* 94/3, 189–97 (2009)
- POHL, J., ZEHETMAIR, S., and MAYER, J.: Risk, space and system theory: communication and management of natural hazards. In: MÜLLER-MAHN, D. (Ed.): *The Spatial Dimension of Risk. How Geography Shapes the Emergence of Risksapes*; pp. 52–67. London: Routledge 2013

- RENN, O.: Concepts of risk: An interdisciplinary review. *GAIA* 17/1, 50–66 (2008)
- SCHATZKI, T.: *The Timespace of Human Activity: On Performance, Society, and History as Indeterminate Teleological Events*. Lanham: Lexington Books 2010
- SCHETTER, C.: Ungoverned territories: the construction of spaces of risk in the ‘war on terrorism’. In: MÜLLER-MAHN, D. (Ed.): *The Spatial Dimension of Risk. How Geography Shapes the Emergence of Risksapes*; pp. 97–108. London: Routledge 2013
- TAYLOR-GOODY, P., and ZINN, J. O. (Eds.): *Risk in Social Science*. Oxford: Oxford University Press 2006
- TREPL, L.: *Die Idee der Landschaft. Eine Kulturgeschichte von der Aufklärung bis zur Ökologiebewegung*. Bielefeld: Transcript 2012
- WEICHHART, P.: Risiko – Vorschläge zum Umgang mit einem schillernden Begriff. *Berichte zur Deutschen Landeskunde* 81/3, 201–214 (2007)
- WEISS, G.: Kommunikation und Deutung industrieller Risiken. Das Beispiel der Sulfatzellstoff-Produktion in Deutschland. In: EGNER, H., und POTT, A. (Hrsg.): *Geographische Risikoforschung. Zur Konstruktion verräumlichter Risiken und Sicherheiten. Erdkundliches Wissen Bd. 147*, S. 69–82. Stuttgart: Franz Steiner 2010
- WISNER, B., BLAIKIE, P., CANNON, T., and DAVIS, I.: *At Risk: Natural Hazards, People’s Vulnerability and Disasters*. 2. Ed. London, New York: Routledge 2004

Prof. Dr. Detlef MÜLLER-MAHN  
Universität Bonn  
Geographisches Institut  
Meckenheimer Allee 166  
53115 Bonn  
Bundesrepublik Deutschland  
Tel.: +49 228 737232  
Fax: +49 228 739657  
E-Mail: mueller-mahn@geographie.uni-bonn.de



## **Risiko, Unsicherheit und Unwissenheit in den Geowissenschaften als Herausforderung für die Philosophie**

Rafaela HILLERBRAND (Delft, Niederlande)

Mit 1 Abbildung

### *Zusammenfassung*

Politische Entscheidungen über den Umgang mit modernen Techniken, Umweltschäden und dem Treibhauseffekt oder über die Markteinführung von Impfstoffen oder Medikamenten usw. stützen sich oftmals auf wissenschaftliche Prognosen über erwarteten Nutzen und Schaden. Häufig sind derartige Prognosen mit großen Unsicherheiten behaftet, die sich nur schwer in die Entscheidungsfindung einbauen lassen. Die Reduktion von Unsicherheiten – etwa im Bereich der *Uncertainty Quantification* – nimmt daher in den empirischen Wissenschaften einen großen Stellenwert ein. Paradigmatisch ist dies in der Klimamodellierung der Fall.

Der vorliegende Artikel befasst sich aus philosophischer Perspektive mit den Unsicherheiten, wie sie in Klimamodellen und den darauf aufbauenden *Integrated-Assessment*-Modellen zur Abschätzung des ökonomischen Impakts einer Klimaänderung auftreten, sowie mit den Möglichkeiten, diese Unsicherheiten in Entscheidungsfindungen abzubilden. Das Ideal einer durch wertneutrale empirische Prognosen gestützten politischen Entscheidung wird dadurch in Frage gestellt, dass gezeigt wird, wie nicht-epistemische Werte bereits in der Klimaimpaktmodellierung eine Rolle spielen.

### *Abstract*

Political decisions concerning the use of modern technology, environmental damages such as the greenhouse effect, newly approved applications of immunization or medicaments, etc., are often based on scientific prognoses on expected benefits and the contrary. Such prognoses frequently contain great uncertainties, which are difficult to integrate in the process of decision-making. The reduction of uncertainties – e.g. in the area of the *Uncertainty Quantification* – plays a significant role in the empirical sciences. Paradigmatically this is the case in climate modeling.

This paper is concerned with the uncertainties from a philosophical perspective, which occur in climate models and the resulting *Integrated Assessment* Models. The aim of the above is to assess the economic impacts of climate change as well as to show the uncertainties in decision-making. Thereby, the ideal of a political decision by means of value neutral supported empirical prognoses is disputed in this paper, which points out, how non-epistemical values already play an important role in climate modeling.

## **1. Risiko und Unsicherheit in der Technikbewertung**

Dem Soziologen Niklas LUHMANN (1927–1998) zufolge handelt es sich bei dem Begriff Risiko um einen Neologismus, der erstmals beim Übergang traditioneller zu modernen Gesellschaften auftritt (LUHMANN 1996). Unstrittig ist, dass die Moderne durch den Umgang mit Risiken geprägt ist: Das Berechnen und Vermeiden von Risiken bildet heute einen zentralen Teil unseres Lebens. Wir sind nicht mehr bereit, die Zukunft so hinzunehmen, wie sie uns entgegentritt, vielmehr wollen wir in dem Sinne gestaltend eingreifen, dass Risiken vermie-

den oder zumindest minimiert werden. Dies gilt für Risiken durch Naturkatastrophen ebenso wie für menschengemachte Risiken etwa im Finanzsektor oder bei der Verwendung moderner Techniken und Technologien.

Vordringlich sind Risikovorhersagen überall dort, wo Risiken nicht mehr auf die handelnde Person begrenzt sind, sondern Viele treffen, die an der Entscheidung für oder gegen ein bestimmtes risikobehaftetes Verhalten nicht beteiligt waren. Paradigmatisch ist dies beim Einsatz moderner Techniken der Fall. Stör- und Unfälle, wie diejenigen, die zu den Katastrophen von Bhopal, Tschernobyl oder Fukushima führten, aber auch die störungsfreie Nutzung fossiler Energieträger, die mit der Emission von Treibhausgasen verbunden ist, zeigen deutlich die großen Risiken moderner Technik. Hier hat der Einzelne oftmals kaum Einfluss auf die Entscheidung für oder gegen die Nutzung einer bestimmten Technik, sein individuelles Risikoverhalten – sei es nun risikoavers oder -freudig – kann nicht berücksichtigt werden (HILLERBRAND 2011). Gerade hier sind Prognosen über mögliche Gefahren, aber auch Nutzen besonders wichtig. Sie sollen als Entscheidungsgrundlage für Unternehmen, politische Exekutive und Legislative dienen, wenn es um Fragen der Nutzung moderner Technik geht. So liefern die Klimaprognosen, wie sie das *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) zusammenfasst, beispielsweise die Grundlage für den Umgang mit treibhausgasemittierenden Techniken.

Risikoabschätzungen stellen dabei nur eine populäre Art der Vorhersage von negativen Folgewirkungen moderner Technik dar. Unabhängig vom gewählten Fokus des Prognoseverfahrens gilt, dass sich Gefahren wie Nutzen moderner Technik nur begrenzt prognostizieren lassen. Dies ist ein nicht allein auf Technik beschränktes Problem, dem Mark TWAIN (1835–1910) wie Winston CHURCHILL (1874–1965) in dem bekannten Bonmot Ausdruck verliehen: „Prognosen sind immer unsicher, besonders wenn sie die Zukunft betreffen.“

Schon die direkten gesundheitlichen Schäden bei der Nutzung technischer Produkte sind im Voraus sehr schwer abzuschätzen. Die Debatte etwa um Nutzen und Schaden genetisch modifizierter Pflanzen zeigt dies sehr deutlich (z. B. HILLERBRAND 2008). Der weitaus größte Teil der negativen Folgen moderner Technik trifft die Menschen allerdings nicht mittelbar, sondern vielmehr indirekt über die durch Technik verursachten Umweltschäden, die ihrerseits wieder auf Gesundheit, Ökonomie und weitere Bereiche menschlichen Lebens zurückwirken. Allein aufgrund ihres Gegenstandsbereiches sind derartige Prognosen über den Impact moderner Techniken auf lokale wie globale Ökosysteme sowie die darauf folgenden Auswirkungen für menschliches Wohlbefinden hochgradig unsicher: Technik greift meist vielschichtig in die natürliche Umwelt ein – ein hochgradig komplexes System, d.h. eines mit vielen Freiheitsgraden und nichtlinearen Wechselwirkungen, das es zu modellieren gilt. Die Bereiche der Wissenschaft, die sich mit der Prognose derartiger Systeme auseinandersetzen, bezeichnen Silvio FUNTOWICZ und Jerome RAVETZ (1990, 1991) als postnormale Wissenschaft (*post-normal science*) und betonen so, dass hier Unsicherheiten unvermeidbar sind. Dennoch sind derartige Prognosen nicht unwissenschaftlich: Klimaprognosen können niemals den Exaktheitsansprüchen der Newtonschen Vorhersagen zur Planetenbewegung genügen; Klimaprognosen sind notwendig unsicher – aber deswegen noch lange nicht unwissenschaftlich. Ganz im Gegenteil zeichnet der differenzierte Diskurs um Unsicherheiten hier gute wissenschaftliche Praxis aus (HILLERBRAND und SCHNEIDER 2013). Aufgrund unvermeidlicher Unsicherheiten hat sich die sogenannte *Uncertainty Quantification* als die Wissenschaft, die sich mit der quantitativen Charakterisierung sowie der Reduktion von Unsicherheiten befasst, als rasch wachsendes Forschungsgebiet etabliert.

Bei der Prognose von Umweltschäden sind heute insbesondere die Geowissenschaften gefragt. Mit Blick auf deren historische Genese mag dies zunächst erstaunen: Bis vor kurzem zählten Prognosen nicht zum zentralen Gegenstand der Geowissenschaften. Vorhersagen finden traditionell in Disziplinen wie Physik oder Chemie statt, welche die von ihnen untersuchten Phänomene im Labor rekonstruieren und so ihre Vorhersagen auf Verlässlichkeit überprüfen. Auch die Astronomie liefert Prognosen, etwa über Planetenbewegung oder die Wiederkehr von Kometen – über Phänomene also, die sich bereits ohne menschliches Zutun regelmäßig und in verhältnismäßig kurzen Zeitabständen wiederholen. In den Geowissenschaften geht bzw. ging es dagegen weniger um Prognosen als um Erklärungen, z. B. des Zustandekommens bestehender Gesteinsformationen, Gebirgsschichtungen usw. Wie der Wissenschaftshistoriker Kenneth TAYLOR (2008) betont, war der Fokus auf Erklärungen anstelle von Prognosen sogar notwendig, um die Geologie überhaupt erst als Wissenschaft zu etablieren. Spätestens mit den „Grenzen des Wachstums“ (MEADOWS et al. 1972) und den Prognosen eines nuklearen Winters (z. B. CRUTZEN und BIRKS 1982) haben sich jedoch zeitliche Vorhersagen auch in den Geowissenschaften durchgesetzt. Paradigmatisch hierfür sind die Vorhersagen von Erdbeben und Überflutungen oder auch Klimaprognosen.

In einem Band über Unsicherheiten verdienen letztere besondere Beachtung. Dies ist nicht allein durch die große politische Relevanz einer Klimaänderung in Folge anthropogener Treibhausgasemissionen begründet. Vielmehr hat sich innerhalb der Klimawissenschaften – u. a. aufgrund der Komplexität des Klimasystems und den damit einhergehenden Schwierigkeiten bei dessen Modellierung – ein sehr differenzierter Umgang mit Unsicherheiten entwickelt. Diese Debatte um Unsicherheiten wurde insbesondere durch den dritten IPCC-Bericht aus dem Jahre 2007 vorangetrieben. Dieser vom Umweltprogramm der Vereinten Nationen und der Weltorganisation für Meteorologie ins Leben gerufene zwischenstaatliche Ausschuss für Klimaänderungen griff im Vorfeld zum fünften Report, der 2013 (STOCKER et al. 2013) erschien, den Diskurs um Unsicherheiten wieder auf und initiierte so eine rege wissenschaftliche Auseinandersetzung mit Unsicherheiten in der Klimatologie.

In dem vorliegenden Aufsatz<sup>1</sup> werden zunächst aus philosophisch-epistemischer Perspektive die Unsicherheiten beleuchtet, mit denen gegenwärtige naturwissenschaftliche Klimaprognosen (Abschnitt 2) und wirtschaftswissenschaftliche Klimaimpaktprognosen (Abschnitt 3) zu kämpfen haben. Abschnitt 4 befasst sich damit, wie den Unsicherheiten im (politischen) Entscheidungsprozess Rechnung getragen wird. Abschnitt 5 stellt die Frage, ob die Idee eines durch wissenschaftliche Prognosen gestützten Entscheidungsprozesses in Anbetracht der unsicheren Prognosen überhaupt aufrechterhalten werden kann.

## **2. Szenarioanalyse und Klimamodelle**

Klimamodelle, welche abschätzen, wie stark etwa die Erwärmung im globalen Mittel ausfällt und welche Erhöhung des Meeresspiegels im Mittel zu erwarten ist, sind für die Erarbeitung und politische Umsetzung eventueller Strategien zur Minderung (*Mitigation*) eines Klimawandels und Anpassung (*Adaption*) an den Klimawandel nur mittelbar relevant. Diese globalen Abschätzungen müssen zunächst mit Hilfe regionaler Impaktanalysen auf lokale

---

<sup>1</sup> Teile dieses Beitrages wurden bereits in HILLERBRAND und SCHNEIDER 2013 sowie in HILLERBRAND 2012 veröffentlicht.

Prognosen heruntergebrochen werden. So können beispielsweise Aussagen über die Temperaturerhöhung in verschiedenen Regionen und zu verschiedenen Zeiten getroffen werden, um deren Folgen etwa für Wasserbilanzen, Wetterextreme, den Meeresspiegel und regionale wie globale Ökosysteme abzuschätzen. Erst diese Änderungen haben unmittelbar Auswirkungen auf menschliches Leben – sei es durch den Verlust natürlicher Habitate, Verlust an Menschenleben durch Stürme oder Überflutungen, verändertes lokales Klima – oder mittelbar über Einflüsse auf das Wirtschaftssystem.<sup>2</sup> Globale wie regionale wohlfahrtsökonomische Impaktmodelle schätzen dagegen die Implikationen für verschiedene Bereiche des Wirtschaftssystems für große Zeiträume, im Allgemeinen bis 2100, ab.<sup>3</sup>

Für den Umgang mit treibhausgasemittierenden Techniken sind erst letztere Prognosen relevant (HILLERBRAND und GHIL 2008). Dies ist schematisch in Abbildung 1 verdeutlicht, in der die normative Bewertung am Ende der Kette von empirischen Prognosen steht. Ganz grob spiegeln sich diese verschiedenen Arbeitsebenen – die Erarbeitung von Szenarien, die Klimamodellierung im engeren Sinn sowie die Impaktanalyse – in den IPCC-Arbeitsgruppen wider. Die Unsicherheiten, mit denen die Ergebnisse der regionalen wohlfahrtsökonomischen Analysen beispielsweise behaftet sind, umfassen natürlich auch die Unsicherheiten auf Ebene der globalen Klimamodelle. Wenn deren Prognosen als Input für die wohlfahrtsökonomische Analyse dienen, pflanzt sich, wie in Abbildung 1 skizziert, diese Unsicherheit in allen anschließenden Modellen fort (HILLERBRAND und SCHNEIDER 2013). Man spricht hier auch von „Unsicherheitskaskade“. Dabei gilt es zu beachten, dass die globalen Klimamodelle selber eines Inputs bedürfen, der durch sogenannte „Klimaszenarien“ bereitgestellt wird. Im Folgenden wird auf die Unsicherheiten auf den drei Ebenen – der Energieszenarien, der globalen Klimamodelle sowie der regionalen Impaktanalyse – getrennt eingegangen. Die Unsicherheiten der wohlfahrtsökonomischen Abschätzungen in den Impaktmodellen sind Gegenstand des nächsten Abschnitts.

Klimamodelle bedürfen als Eingangswerte für die Modellrechnungen gewisser empirischer Informationen, wie z. B. die Höhe der anthropogenen Treibhausgasemissionen im 20. Jahrhundert. Sogenannte Szenarien liefern diese Informationen, indem sie den Einfluss der verschiedenen Faktoren (Energieumwandlung, Landwirtschaft, Bebauung etc.) auf die zukünftigen Treibhausgasemissionen abschätzen. Diese werden vom IPCC trefflich charakterisiert als „alternative images of how the future might unfold“ (NAKICENOVIC et al. 2000). In Szenarien werden Annahmen, z. B. über die zukünftigen Entwicklungen der Weltbevölkerung, der Energiepreise, des technologischen Fortschritts, des Grades der Integration in der Weltwirtschaft und des Wirtschaftswachstums im 21. Jahrhundert, parametrisiert (VAN VUUREN et al. 2011). Diese Größen haben Einfluss auf die zeitliche Entwicklung der Treibhausgasemissionen sowie auf weitere klimarelevante Faktoren, wie z. B. die Emission von Aerosolen oder die Änderung der Albedo, des Rückstrahlvermögens der Erdoberfläche. Obgleich die vier Szenarienfamilien des IPCC mit insgesamt fast 40 Einzelszenarien, die IPCC als SRES<sup>4</sup>-Szenarien entworfen hat (NAKICENOVIC et al. 2000), bereits ein weites Spektrum möglicher zukünftiger Entwicklungen abdecken, bleibt es dennoch prinzipiell unsicher, ob die tatsächliche Entwicklung im 21. Jahrhundert innerhalb dieses Szenarienraumes liegt.

<sup>2</sup> Vgl. HILLERBRAND 2006, LUMER 2002.

<sup>3</sup> Zum Beispiel STERN 2007, NORDHAUS 2008.

<sup>4</sup> SRES – Special Report on Emissions Scenarios.

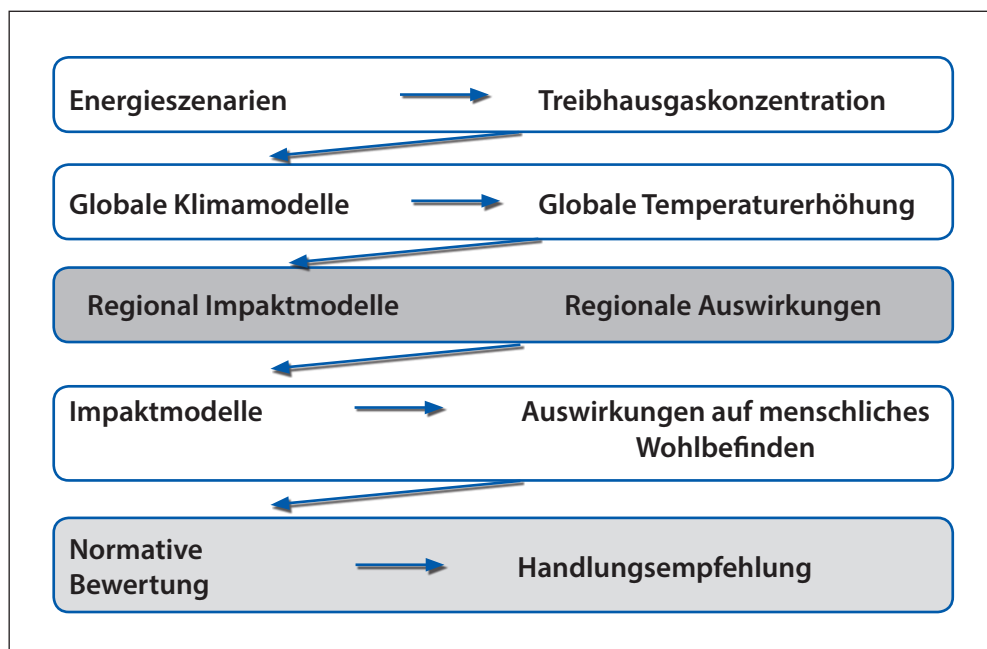


Abb. 1 Stark idealisierte schematische Darstellung der empirischen Prognosen, die in eine normative, d. h. eine ethische, oder politische Bewertung einfließen. Waagerechte Pfeile: „liefert als Output“, geneigte Pfeile: „dient als Input für“. Sowohl die verschiedenen Ebenen der empirischen Modellierung lassen sich nicht derart exakt voneinander trennen, wie es die Abbildung unter Umständen nahelegt. Auch fließen normative Bewertungen bereits auf den Ebenen der empirischen Prognosen ein (vgl. Abschnitt 5). Die Ebene der regionalen Impaktmodelle ist grau hervorgehoben, da Impaktmodelle meist auf globalen Klimamodellen aufbauen (siehe Abschnitt 3). Quelle: Eigene Darstellung

Auf Grundlage derartiger Szenarien werden mit Hilfe numerisch implementierter Klimamodelle Aussagen über das Klima der Zukunft gemacht. Um dem Faktum Genüge zu tun, dass die Rechnungen szenariobasiert sind und als solche als *Ceteris-paribus*-Aussagen zu verstehen sind, gebraucht IPCC den Begriff der ‚Projektion‘ (*projection*) anstelle von ‚Vorhersage‘ (*forecast*) oder ‚Prognose‘ (*prediction*). Projektionen sind für IPCC das Ergebnis von Modellläufen für zukünftiges Klima innerhalb eines computerbasierten Modells. Klimamodelle beschreiben das Klimasystem und die Wechselwirkungen seiner Teilsysteme auf Grundlage physikalischer Prozesse, zum Teil bilden Modelle auch die Atmosphärenchemie oder biogene Prozesse ab. Eine *Klimaprognose* an sich findet in der IPCC-Terminologie aber nicht statt: Die Projektionen hängen zum einen von den Szenarien sowie weiteren Rand- bzw. Anfangsbedingungen ab; zum anderen simuliert ein Klimamodell das Wetter in einer möglichen Ausprägung, das statistisch über einen Zeitraum gemittelt als Klima der Zukunft interpretiert wird. Keinesfalls werden hier atmosphärische Zustände im exakten raumzeitlichen Sinne vorhergesagt. In diesem Artikel wird dennoch der Begriff der Prognose relativ weit gebraucht und auch auf die Ergebnisse von Klima- oder Impaktmodellen angewandt.

Wie bei allen dreidimensionalen physikalisch-deterministischen Modellen in den Geowissenschaften können Klimamodelle die komplexen Beziehungen im Erdsystem nicht vollständig wiedergeben. Dies liegt zum einen an der Komplexität des Klimasystems mit all

seinen Teilkomponenten, die sich in einem dreidimensionalen mathematischen Modell nicht vollständig abbilden lassen, zum anderen an Wissenslücken bezüglich der zugrunde liegenden physikalischen Zusammenhänge.<sup>5</sup> Weitere kontingente Beschränkungen gegenwärtiger Klimamodelle ergeben sich aus der begrenzten Rechenleistung der bei den Simulationen eingesetzten Supercomputer, so dass globale Klimamodelle regionale Strukturen in hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung derzeit nicht abbilden können. Typische räumliche Auflösungen globaler gitternetzbasierter Klimamodelle liegen gegenwärtig bei etwa 200 km. Da für belastbare Aussagen über mindestens fünf Gitterzellen gemittelt werden muss, ergibt sich hieraus eine sogenannte *skillful scale*, d. h. eine interpretierbare räumliche Auflösung, von allenfalls 1000 km.<sup>6</sup>

Um regionale Vorhersagen in höherer räumlicher Auflösung zu bekommen, werden Verfahren des statistischen oder dynamischen *Downscaling* angewendet (IMBERY 2011). Beim statistischen *Downscaling* wird der Zusammenhang zwischen den grobskaligen Variablen des globalen Klimamodells und den räumlich feinaufgelösten Zielvariablen entweder an bestimmten Orten, z. B. Wetterstationen, oder in einer höher auflösenden Simulation berechnet. Dabei kommen statistische Verfahren wie z. B. multiple lineare Korrelation oder neuronale Netze für den Beobachtungszeitraum zum Einsatz. Unter der Annahme, dass die so gefundene *Downscaling*-Funktion sich in Zukunft nicht ändert, wird die Klimaänderung in hoher räumlicher Auflösung aus den Daten der grob aufgelösten globalen Klimaprojektion berechnet. Beim dynamischen *Downscaling* hingegen dienen die Ergebnisse des globalen Klimamodells als Rand- und Anfangsbedingungen für Rechenläufe mit einem hochauflösenden Modell für einen regionalen Ausschnitt der Erde. Solche Modelle basieren zumeist auf numerischen Modellen für die Wettervorhersagen.<sup>7</sup>

Da Klimamodelle, wie eben ausgeführt, aus kontingenten wie aus prinzipiellen Gründen sowohl in der Wahl der Parameter, Rand- und Anfangsbedingungen, teils induziert durch das zugrunde gelegte Szenario teils durch die Modellierung gewissen Unsicherheiten unterliegen, sind auch die Klimaprojektionen notwendig unsicher.<sup>8</sup> Es lassen sich drei Quellen für diese Unsicherheiten unterscheiden: Die natürliche Klimavariabilität bzw. interne Variabilität, die jenseits unseres Wissens über das Klimasystem gewisse Grenzen bei seiner Vorhersagbarkeit vorgibt, sowie die beiden Gründe für Unwissen über das Klimasystem selbst: die Szenarien- bzw. Parameterunsicherheit und die Modell- bzw. Modellkonzeptionalisierungsunsicherheit,<sup>9</sup> denen auf verschiedene Art und Weise in der Klimamodellierung Rechnung getragen wird. Diese Typen der Unsicherheit treten auch bei der Modellierung der gesellschaftlichen, insbesondere ökonomischen Implikationen einer Klimaänderung auf (vgl. Abschnitt 3). Bei regionalen Klimamodellen ergeben sich durch das *Downscaling* weitere Quellen der Unsi-

5 Vgl. BENISTON et al. 2011, HILLERBRAND und GHIL 2008, HILLERBRAND 2012.

6 CHRISTENSEN et al. 2007, BENESTAD et al. 2008.

7 Vgl. PIELKE und WILBY 2012, MARAUN et al. 2010.

8 Es existieren viele alternative, zum Teil feinere Unterscheidungen der Quellen und Arten der Unsicherheit (z. B. REFSGAARD et al. 2006, VAN DER SLUIJS 1997, VAN DER SLUIJS et al. 2003, 2005, WALKER et al. 2003). Auch IPCC definiert fünf prinzipielle Quellen der Unsicherheit: (a) Spezifizierung von alternativen Emissionsszenarien, (b) Unsicherheiten beim Umrechnen von Emissionen in Konzentrationen, (c) Unsicherheiten beim Umrechnen von Konzentrationen in Strahlungsantrieb, (d) Unsicherheiten beim Modellieren der Klimawirkung bei gegebenem Strahlungsantrieb, sowie (e) Unsicherheiten beim Umrechnen von Modellwirkungen in die Impactstudien (MEARNS und HULME 2001, S. 755f.). Während (a) und (e) den Szenario- bzw. Impactmodellunsicherheiten entsprechen, wird hier (b)–(d) als „Modellunsicherheit“ zusammengefasst.

9 HAWKINS und SUTTON 2009, HILLERBRAND 2010. Oftmals auch als ‚strukturelle Modellunsicherheit‘ bezeichnet.

cherheit (HEINRICH und GOBIET 2011). Im Folgenden wird im Detail auf die Unsicherheiten bei globalen Klimamodellen eingegangen.<sup>10</sup>

## *2.1 Natürliche Klimavariabilität*

Unsicherheiten über zukünftige Entwicklungen ergeben sich meist aus der Unkenntnis über die relevanten Kausalmechanismen in dem betreffenden System oder aus dem ungenauen Wissen über Anfangs- und Randbedingungen. Allerdings lassen gewisse Systeme keine deterministisch-exakte Vorhersage zu. Das Klimasystem ist hierfür paradigmatisch. Dabei umfasst das Klimasystem neben Atmosphäre und Pedosphäre (Erdoberfläche) auch Hydrosphäre, Biosphäre sowie Kryosphäre (Eisbedeckung). Vielschichtige Wechselwirkungen in Form von Rückkopplungsmechanismen (*feedbacks*) zwischen diesen Teilsystemen bestimmen das Klima als den mittleren Zustand der Atmosphäre in räumlicher und zeitlicher Differenzierung einschließlich der typischen Jahresgänge und Extreme, wie es sich aufgrund der Strahlungs- und Energiebilanz von Atmosphäre und Erdoberfläche in Wechselwirkung mit den anderen Teilsystemen des Klimasystems ausbildet.

Von einer *Klimaänderung* als der Änderung des Mittelwertes von Klimavariablen, wie z. B. der Temperatur, gilt es zunächst die *Klimavariabilität* zu unterscheiden. Letztere bezeichnet die Schwankung um diesen Mittelwert. Diese natürlichen statistischen Schwankungen im Klimasystem werden von mehreren Faktoren beeinflusst. Dazu zählen u. a. die kurzfristigen Schwankungen der solaren Einstrahlung, Variationen durch nichtlineares Zusammenspiel von Rückkopplungen im Klimasystem, die beispielsweise die natürliche CO<sub>2</sub>-Konzentration beeinflussen, oder Veränderungen der Aerosolkonzentration, etwa in Folge von Vulkanausbrüchen. Obwohl kurzzeitige Wetterereignisse unbeständig und wechselhaft sind, haben sie doch nur einen sehr geringen Einfluss auf klimatische Mittelwerte über lange Perioden: Die kurzzeitige, stochastische und zum Teil chaotische Variabilität ist im langen Mittel nicht mehr sichtbar. Daher hat die natürliche Klimavariabilität für gewöhnlich keinen Einfluss auf die langfristige Klimaentwicklung und spielt für globale Klimaprojektionen bei langen Zeiträumen – IPCC betrachtet Entwicklungen bis 2050 bzw. 2100 – keine Rolle (HEINRICH und GOBIET 2011).

## *2.2 Parameterunsicherheit*

Neben der sogenannten ‚aleatorischen‘ Unsicherheit durch die natürliche Klimavariabilität, d. h. der grundlegenden stochastischen Natur der Prozesse im Klimasystem, treten bei der Klimamodellierung vor allem sogenannte ‚epistemische‘ Unsicherheiten in Folge der Unkenntnis über die zu modellierenden Prozesse auf. Eine erste epistemische Unsicherheit betrifft die Wahl der Szenarien und damit der Eingangsparameter des eigentlichen Klimamodells.

Szenariounsicherheit wird durch Faktoren bestimmt, die von den physikalischen Gesetzen, denen das Klima unterliegt, unabhängig sind. Sie beinhaltet die Unsicherheit über die Höhe zukünftiger menschenverursachter Treibhausgaskonzentrationen. Es ist unmöglich, zukünftige gesellschaftliche Entwicklungen, wie Bevölkerungswachstum sowie wirtschaftliche und technologische Entwicklung, welche die anthropogenen Treibhausgasemissionen determinieren, exakt vorherzusagen (HILLERBRAND 2012). Diese Unsicherheit der Klimaprojekti-

---

<sup>10</sup> Für eine Übersicht über Unsicherheiten, die bei regionalen Modellen hinzukommen, siehe HILLERBRAND und SCHNEIDER 2013.

onen lässt sich daher niemals vollständig eliminieren (COLLINS 2007). Andreas Franz PREIN et al. (2011) schätzen den relativen Beitrag der Emissionsszenarien zur gesamten Unsicherheit der Projektionen für Lufttemperatur und Niederschlag auf nur etwa 6 % bei Vorhersagen bis 2050. Bei Modellierungen bis Ende des 21. Jahrhunderts steigt dieser Anteil laut den Schätzungen PREINS et al. für die Temperatur auf ca. 35 % an, während der Beitrag zur Unsicherheit bzgl. der Niederschlagsprojektion niedrig bleibt (PREIN et al. 2011).

### 2.3 Modellunsicherheit

Unsicherheiten in Klimamodellen können auf unvollständiges Verständnis und die Vereinfachung von Prozessen im Klimasystem zurückgeführt werden (STAINFORTH et al. 2007). In den sogenannten *general circulation models*, wie sie etwa den IPCC-Berichten zugrunde liegen, werden meist nur Atmosphäre und Hydrosphäre dynamisch modelliert, alle anderen Komponenten des Klimasystems gehen lediglich als weitgehend statische Randbedingungen ein. Damit werden die komplexen Rückkopplungsmechanismen zwischen beispielsweise Bio- und Atmosphäre nicht in der Modellierung berücksichtigt. Auch können heutige Modelle Meeresoberflächentemperaturen oder Phänomene wie die pazifische El-Niño-Southern-Oscillation-Schwankung, das sogenannte ENSO-Phänomen, nur sehr ungenau wiedergeben. Als derzeit größte Quelle für Unsicherheiten wird die Unkenntnis über Wolkenbildung sowie deren Rückstreuvermögen angesehen (z. B. BENISTON et al. 2011). Unterschiedliche Klimamodelle liefern bei gleichen Randbedingungen und bei demselben Emissionsszenario unterschiedliche Klimaprojektionen. Die Bandbreite der Ergebnisse spiegelt das Minimum an Modellunsicherheit wider. Die Modellunsicherheit ist der schwerstwiegende Faktor und kann zwischen 45 % und 85 % zur gesamten Unsicherheit in Klimaprojektionen beitragen (PREIN et al. 2011). Clara DESER et al. (2012) schätzen den Beitrag dieser „inneren Variabilität“ zur gesamten Bandbreite der Klimaprojektionen eines Ensembles auf mindestens 50 %.

### 2.4 Umgang mit Modell- und Parameterunsicherheit

Um die Unsicherheiten bei Klimaprojektionen zu minimieren, stützt man die Aussagen auf eine möglichst große Bandbreite an Szenarien (*multi scenario*), auf die mehrmalige Realisierung einer Projektion mit demselben Szenario im selben Klimamodell (*multi run*) sowie auf Modellläufe unterschiedlicher Klimamodelle (*multi model*).

Ersteres Verfahren dient dazu, die Unsicherheiten, die bzgl. der Eingangsdaten für das Klimamodell bestehen, im Modellergebnis mit Hilfe probabilistischer Größen auszudrücken. Um die modellinterne Variabilität, die sich aufgrund geringfügig unterschiedlicher Anfangszustände ergeben kann, zu quantifizieren, werden bei einzelnen Modellläufen die Anfangs- und Randbedingungen systematisch variiert. Dieses Verfahren ist auch in anderen Bereichen der Wissenschaft als *Sensitivitätsanalyse* bekannt. Hierbei bestimmt die Anzahl der variierten Parameter die Spannbreite der Projektion. Der Multimodellansatz hingegen versucht, die Unsicherheit darüber abzubilden, dass nicht klar ist, ob das Klimamodell das zu modellierende Klimasystem überhaupt richtig wiedergibt. Hier werden verschiedene Modelle miteinander kombiniert. Die dabei verwendeten Modelle sollten ein möglichst breites Spektrum an Kombinationsmöglichkeiten abdecken.<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> IMBERY 2011, STAINFORTH et al. 2005.

Eine solche Kombination von Ergebnissen aus mehreren Modellläufen mit mehreren Modellen für mehrere Szenarien wird als ‚Ensemble‘ bezeichnet. Obgleich Klimamodelle viele Informationen liefern und viele Phänomene adäquat wiedergeben können, werden dennoch viele Prozesse im Klimasystem nur sehr ungenau erfasst. Da bei jedem Modellierungsschritt eine gewisse Spannweite an Unsicherheiten auftritt, die sich von Schritt zu Schritt addieren, spricht man von einer ‚Unsicherheitskaskade‘ (*cascade of uncertainty*). Um die Unsicherheiten zu verringern, entwickelte IPCC verschiedene Methoden, wie man diese handhaben kann (MEARNS und HULME 2001), wobei vier Vorgehensweisen besonders hervorzuheben sind:

- (a) Bewertung von Klimamodellreaktionsmustern,
  - (b) Definition des anthropogenen Klimawandelsignals,
  - (c) Risikoanalyse und
  - (d) Erläuterung von Klimaszenarien bzw. -modellen.
- (a) Die Bewertung von Klimamodellreaktionsmustern macht es möglich, verschiedene Strahlungsantriebe und Klimasensitivitäten zu berücksichtigen. Bei diesem Ansatz werden normalisierte räumliche Reaktionsmuster in globalen Klimamodellen bewertet. Dies geschieht anhand einer Skala, welche sich aus einem einfachen Klimamodell eines bestimmten Szenarios ergibt. Diese Modellbewertungsmethode wurde bereits im ersten Sachstandsbericht des IPCC aus dem Jahre 1990 angewandt und beruht auf zwei fundamentalen Annahmen: Das definierte Reaktionsmuster spiegelt das Klimasignal unter anthropogenem Einfluss richtig wider, und diese Reaktionsmuster gelten für eine weite Bandbreite von anthropogenen Einflüssen (MEARNS und HULME 2001).
- (b) Bei der Definition von Klimawandelsignalen geht es um den Anteil, den die beiden Einflussfaktoren anthropogener Klimawandel und natürliche Klimavariation auf die Projektionen haben. Es ist für die Interpretation von großer Bedeutung, einschätzen zu können, wie dieses Verhältnis von Signal (anthropogener Anteil) zu Rauschen (natürliche Variabilität) ist. Zur Vermeidung bzw. Erklärung dieser Unsicherheit können grundsätzlich zwei Strategien angewendet werden: Zum einen kann versucht werden, den Anteil des Signals zu maximieren und gleichzeitig das Rauschen zu minimieren; zum anderen kann versucht werden, separate Berechnungen anzustellen und eine Variante zu erstellen, die nur die Effekte des Rauschens beinhaltet (MEARNS und HULME 2001).
- (c) Bei der Risikoanalyse sollten die Extremwerte der Wahrscheinlichkeitsverteilung die gesamte Bandbreite an Möglichkeiten erfassen, was jedoch bei der Klimawandelforschung schwierig ist. So wurden zum Beispiel beim zweiten Sachstandsbericht des IPCC (1995) bewusst nicht die ganze Bandbreite der Werte für Erderwärmung und Meeresspiegelanstieg abgedeckt und somit nicht alle Möglichkeiten berücksichtigt. Als Konsequenz konnten die Ergebnisse dieses Berichts nicht richtig bewertet werden (MEARNS und HULME 2001).
- (d) Die Möglichkeit des Auftretens einer bestimmten Klimaänderung – einer konkreten Projektion des IPCC – wird in den neueren IPCC-Berichten mit Wahrscheinlichkeitsintervallen quantifiziert. Damit tritt Unsicherheit als quantitativer Term auf: Der Begriff ‚Unsicherheit‘ wird in der Klimatologie oftmals synonym für die Breite der errechneten Verteilungsfunktion der betreffenden Variable (globale Mitteltemperatur, Höhe des Meeresspiegels, Niederschlagsrate etc.) oder, im Fall von *Multi-model*-Ansätzen, für die Einhüllende der entsprechenden Verteilungsfunktionen gebraucht. Damit lassen sich die Unsicherheiten, mit denen die Modellierungen konfrontiert sind, in einer quantitativen

Größe erfassen, nämlich der Breite bzw. der Varianz oder dem zweiten Moment der Verteilungsfunktion.

Derartige Multimodellansätze sind allerdings mit großen konzeptionellen Problemen behaftet. Eric WINSBERG (2012) verweist auf vier grundsätzliche Schwierigkeiten. *Erstens* gibt es keinen Grund anzunehmen, dass alle Modelle gleich gut sind und damit in einem Multimodellansatz gleichberechtigt Berücksichtigung erfahren sollen. Eine Gewichtung der einzelnen Modelle nach ihrer Güte scheint allerdings auch unmöglich, da keine ausgezeichnete Metrik für den Erfolg eines Modells existiert (GLECKLER et al. 2008). Je nach zu modellierendem Phänomen oder Variable schneiden verschiedene Modelle unterschiedlich gut ab. *Zweitens* handelt es sich bei den Modellen keineswegs um zufällige Stichproben aus einem in irgendeiner Weise relevanten Stichprobenraum, der aus Klimamodellen besteht, die voneinander unabhängig sind. Dies ist nicht der Fall, da, *drittens*, verschiedene Klimamodelle die gleiche Entstehungsgeschichte haben und, *viertens*, in der Klimamodellierung ähnlich wie in anderen Bereichen der Wissenschaft die Tendenz besteht, ähnliche Vorhersagen zu treffen.

Zusammenfassend lässt sich sagen: Auch wenn die Multimodellansätze eine vollständige Quantifizierung der Unsicherheiten durch Wahrscheinlichkeitsangaben vorgaukeln, werden hierdurch nicht alle Unsicherheiten adäquat abgebildet, die aus unserer Unkenntnis des Klimasystems erwachsen. Mit Hilfe von Sensitivitätsanalysen lassen sich in gewissen Grenzen die Ungewissheiten über Parameter, Anfangs- und Randbedingungen abbilden. Wie in HILLERBRAND (2009, 2010) gezeigt, kann allerdings die Modellunsicherheit durch ähnliches Vorhergehen im *Multi-model*-Ansatz nicht vollständig quantifiziert werden. Größen wie Mittelwert und Standardabweichung wären nur dann aussagekräftig, wenn die im *Multi-model*-Ansatz verwendeten Modelle einer irgendwie gearteten zufälligen Stichprobe entsprächen. Das ist, wie WINSBERG (2012) betont, allerdings nicht der Fall. Wenn die Kausalmechanismen im zu modellierenden System nicht hinlänglich bekannt sind, kann ferner nicht abgeschätzt werden, wie weit die verwendeten Modelle diese Kausalmechanismen erfassen. Es verbleibt die Möglichkeit, dass keines der in einem *Multi-model*-Ansatz verwendeten Modelle das reale Klimasystem hinreichend gut abbildet. Auch können verschiedene Klimamodelle verschiedene regionale Phänomene unterschiedlich gut simulieren. Um Modellergebnisse sinnvoll interpretieren zu können, ist es deshalb unerlässlich, detaillierte Erläuterungen zur Verfügung zu haben, damit anhand dieser das Modellergebnis bewertet werden kann (MEARNS und HULME 2001).

Derartige Erläuterungen von Klimaszenarien bzw. -modellen sind allerdings nur sehr begrenzt in der Lage, Unsicherheiten außerhalb der *scientific community* der Klimatologie zu kommunizieren. Hier ist die Unterscheidung zwischen quantifizierten und nicht-quantifizierten Unsicherheiten von zentraler Bedeutung. Während erstere einfach kommunizierbar sind, verbleiben letztere der Gruppe vorbehalten, die sich mit Klimamodellen auseinandersetzt. Der Grad an Plausibilität, den Klimatologen ihren Modellergebnissen zuordnen, ist damit nicht mehr einfach außerhalb der engen *scientific community* kommunizierbar. Die Klimatologie wird in dem Sinne zu einem Wittgensteinschen Sprachspiel, dass nur der, der auch die Sprache der Klimatologen spricht, eine umfassende Bewertung der Verlässlichkeit der Projektionen vornehmen und nachvollziehen kann.<sup>12</sup> Auch wenn bei den *Multi-model*-Ansätzen versucht wird, die subjektiven Grade des Glaubens an die Verlässlichkeit einzelner Modelle

---

<sup>12</sup> Vgl. WITTGENSTEIN 2001.

mit Hilfe subjektiver Wahrscheinlichkeiten zu ‚objektivieren‘, so vermag auch dies nur in engen Grenzen dem Problem der Nichtquantifizierbarkeit der erkenntnistheoretischen Unsicherheit genügen (HILLERBRAND 2010).<sup>13</sup>

### 3. Wohlfahrtsökonomische Imapktmodelle

Wie bereits erwähnt, ist eine Änderung der globalen Mitteltemperatur für politische Entscheider nicht *per se* relevant. Im Rahmen einer anthropozentrischen Ethik ist sie zunächst nicht einmal von ethischer Bedeutung – was zählt sind allein die Auswirkungen, die eine Klimaänderung für mögliche betroffene Personen, heute wie in Zukunft, haben kann.<sup>14</sup> Hierüber aber liefern uns globale Klimamodelle keinen Hinweis. Regionale Klimaprognosen nutzen globale Klimaprojektionen als Input, um Informationen über beispielsweise die Auswirkungen einer Klimaänderung auf die Schneebedeckung in gegenwärtigen Wintersportorten zu erhalten.<sup>15</sup> Durch Einbußen in der Tourismusindustrie hat dies direkte ökonomische Implikationen für die Menschen in den betroffenen Regionen.

Ein umfassendes Bild, welches Ausmaß an Klimaschäden auf zukünftige Generationen zukommt, versuchen sogenannte *Integrated-Assessment-Modelle* (IAM) zu zeichnen, welche die Implikationen globaler Klimaprojektionen auf verschiedene Bereiche menschlichen Wohlbefindens abschätzen. Die bekanntesten Modelle sind hier DICE (NORDHAUS 2008) und PAGE2002 (HOPE 2006), die global und bis zum Jahre 2100 gesellschaftlich-soziale Folgen einer Erderwärmung abschätzen. Das Modell PAGE (*Policy Analysis for the Greenhouse Effect*), das dem sogenannten Stern-Report (STERN 2007) zugrunde liegt, ist ein reines Optimierungsmodell, während es sich bei DICE (*Dynamic Integrated Model of Climate and Economy*) um eine dynamische Modellierung handelt. Für eine Übersicht über die vielen Unwägbarkeiten, mit denen die wohlfahrtsökonomische Imapktmodellierung aus ökonomischer Sicht zu kämpfen hat, sei auf Nicholas STERN (2007) verwiesen. Eine detaillierte philosophische Kritik der IAM findet sich bei FRISCH (2013) sowie Georg BETZ (BETZ 2009a, b).

Zu den *Integrated-Assessment-Modellen* ist zunächst zu erwähnen, dass diese, wie in Abbildung 1 angedeutet, strenggenommen auf die Ergebnisse regionaler Klimamodelle zurückgreifen müssen, da Klimaänderungen regional sehr unterschiedlich ausfallen können. Da diese allerdings im nötigen Umfang bzw. vollständig global nicht zur Verfügung stehen und die Struktur der IAM eine Kopplung an regionale Modelle nicht erlaubt, werden meist die Projektionen globaler Klimamodelle als Input genommen. Dabei werden die komplexen probabilistischen Informationen, welche die Multimodell- und Multiszenarioansätze liefern, oftmals auf deren Mittelwert reduziert. Eine globale Mitteltemperatur dient dann als Input für die ökonomischen Berechnungen, und somit werden mögliche extreme Temperaturentwicklungen außer Acht gelassen. Dieser Ansatz wurde an vielen Stellen kritisiert (z. B. FRISCH 2013, WEITZMAN 2009): Gerade weil zu erwarten ist, dass die Verteilung relevanter Größen

13 Siehe WINSBERG 2012 für eine detaillierte Auseinandersetzung, warum eine Bayessche Herangehensweise an das Klimaproblem, d. h. ein probabilistischer Ansatz, der weniger auf relativen Häufigkeiten als auf subjektiven Wahrscheinlichkeiten rekurriert, in der Klimatologie ungangbar zu sein scheint.

14 Nicht-anthropozentrische Positionen werden in diesem Artikel nicht diskutiert, vgl. hierzu Angelika KREBS 1999, HILLERBRAND 2006. Auch eine Verantwortung für zukünftige Generationen wird vorausgesetzt und nur deren Ausmaß diskutiert, siehe hierzu die Auseinandersetzung mit der Diskontierungsrate in Abschnitt 5.

15 Zum Beispiel ROTH et al. 2009, SAUTER et al. 2010.

wie der Temperatur nicht Gauß-verteilt ist und die entsprechenden Verteilungen exponentiell-überstreckte Ausläufer (*fat tails*) zu höheren Temperaturen aufweisen, gehen durch eine alleinige Betrachtung des Mittelwertes viele Informationen der Verteilungsfunktionen der Multimodell- und Multiszenarioansätze verloren. Wie von FRISCH (2013) diskutiert, könnten den Unsicherheiten der Klimamodelle auf Ebene der IAM besser Rechnung getragen werden, wenn entweder alle projezierten Temperaturverläufe oder eine sinnvoll aggregierte Verteilungsfunktion als Input für das ökonomische Modell genommen würden. Obwohl beide Ansätze dem Output der Klimamodelle angemessener sind, kann nicht geleugnet werden, dass sie ihrerseits auch mit großen Problemen behaftet sind.<sup>16</sup>

Neben dieser überaus problematischen Reduktion der Komplexität der Ergebnisse von Klimamodellen insbesondere bzgl. deren Unsicherheiten, die mit Hilfe probabilistischer Verteilungsfunktionen erfasst werden, beruhen die IAM auf vielen stark vereinfachten Annahmen. Viele der Modellannahmen – etwa bzgl. der Elastizität, d. h. der Substituierbarkeit verschiedener Produkte, der Diskontierungsrate, der Annahme einer aggregierten Wohlfahrtsfunktion und der Wahl einer quadratischen Schadensfunktion, die wiedergibt, wie der Konsum sich mit der Klimaänderung ändert – sind empirisch schwer zu belegen, haben allerdings großen Einfluss auf die Ergebnisse der IAM.<sup>17</sup> Die Balance zwischen empirischer Adäquatheit und Einfachheit scheint bei den gängigen IAM derart zu letzterer verzerrt zu sein, dass etwa FRISCH den Modellen bestenfalls den Status von Spielzeugmodellen (*Toy models*) zuerkennt, nicht jedoch von Projektions- oder Prognoseinstrumenten: „[...] we have to rely on data in one domain to make predictions for another domain for which we cannot have any data. [...] That is, we face a problem of induction [...]“<sup>18</sup>

Allgemein ist zu sagen, dass im Bereich der Klimaimpaktforschung ökonomische Modelle in Bereichen angewandt werden, für die sie ursprünglich nicht gedacht waren: Zum einen umfasst die Klimamodellierung große Zeitspannen bis zum Jahre 2100 – Zeitspannen, die üblicherweise in der Ökonomie keine Betrachtung finden. Hier treten Schwierigkeiten bzgl. der Wahl der Diskontierungsrate auf (siehe Abschnitt 5). Zum anderen werden die Hauptschäden einer Klimaänderung außerhalb der klassischen Marktsektoren erwartet, mit denen sich die Wirtschaftswissenschaften gemeinhin befassen.<sup>19</sup> Dies gilt etwa für Umweltschäden, die nicht direkt landwirtschaftliche Nutzflächen betreffen. Die Modellierer eines IAM befinden sich daher weitgehend auf wissenschaftlichem Neuland.

In der Abschätzung der gesellschaftlichen Implikationen summieren sich die Unsicherheiten aus den Energieszenarien sowie der Klima- und Wirtschaftsmodellierung. Der Begriff der ‚Unsicherheitskaskade‘ veranschaulicht dies. Wie ausgeführt, lassen sich die Unsicherheiten selbst auf Ebene der Klimamodelle nicht vollständig quantitativ erfassen. Dennoch liegen auf Ebene der Klimamodelle Informationen über Unsicherheiten vor, die im Allgemeinen in der Form von Wahrscheinlichkeitsverteilungen gefasst sind. Diese gehen beim Übergang auf die gängigen ökonomischen Impaktmodelle jedoch verloren. Damit spiegelt der Output der vorletzten Ebene in Abbildung 1, welche die empirische Entscheidungsgrundlage für die Festlegung von Adaptions- und Mitigationsmaßnahmen liefert, in keiner Weise die Unsicherheit wider, mit der die beteiligten Modelle, Szenarien und Parameter behaftet sind.

16 Siehe FRISCH 2013, WEITZMANN 2009.

17 WEITZMANN 2009, vgl. auch SPASH 2002.

18 FRISCH 2013, S. 124.

19 Vgl. BETZ 2009a, b.

Hinzu kommt ein weiteres Problem, das auch vom IPCC diskutiert wird: die Bewertung von Unsicherheit bei interdisziplinärer Zusammenarbeit. Die naturwissenschaftlich geprägten Arbeitsgruppen I und II des IPCC konnten sich zumindest auf vergleichbare Methodologien und Terminologien verständigen. Trotz aller Defizite, mit denen diese behaftet sind, gibt es seit dem dritten Bericht des IPCC Richtlinien für den sprachlichen Umgang mit Unsicherheiten. Die wirtschafts- und sozialwissenschaftlichen Fragestellungen, mit denen sich beim IPCC die Arbeitsgruppe III befasst, lassen sich nicht stringent in diese Richtlinien einbinden. Rob SWART et al. (2009) schlagen daher vor, besonders bei sozialwissenschaftlichen Fragen qualitative Einschätzungen vorzunehmen, weil quantitative Aussagen unter Umständen Unsicherheiten verschleiern und eine Sicherheit der Modellierung vortäuschen, die eine ungerechtfertigte Aussagekraft suggeriert. Den Ausführungen dieses Artikels zufolge sollten derartige quantitative Analysen die Unsicherheitsbewertung auf Ebene der naturwissenschaftlichen Klimamodellierung ergänzen.

#### **4. Entscheidungsmodelle: Vorsorgeprinzip und Kostennutzenabwägungen**

Kurz- und langfristige Klimavorhersagen sind sowohl für eine erfolgreiche Anpassung an den Klimawandel als auch für ein eventuelles Gegensteuern notwendig. Wie die vorangehenden Ausführungen zeigten, ist eine sichere Planung hier allerdings unmöglich: Auf Ebene der Anpassung sind regionale wie zeitlich hochaufgelöste Klimamodelle von Nöten, welche momentan noch sehr große Unsicherheiten aufweisen (MILLNER 2012). Um die Notwendigkeit von Gegenmaßnahmen zu diskutieren, bedarf es Informationen über den erwarteten Schaden, den eine Klimaänderung mit sich bringt. Auch die ökonomischen Impaktanalysen sind mit großen Unsicherheiten behaftet. Gerne berufen sich Politiker auf diese großen Unsicherheiten bei der Klimaprojektion, um Untätigkeit zu rechtfertigen (WAGNER und ZECKHAUSER 2012).

Es stellt sich in Anbetracht all der Unsicherheiten, mit denen die naturwissenschaftliche Klima- und ökonomische Klimaimpaktforschung auf regionaler wie globaler Ebene konfrontiert ist, die Frage, warum eine politische Entscheidung über eine Regulierung anthropogener Treibhausgasemissionen nicht warten kann, bis bessere Klimamodelle sowie globale und langfristige wirtschaftliche Vorhersagen vorliegen. Der Grund, warum eine Diskussion über den Umgang mit Treibhausgasemissionen nicht aufgeschoben werden darf, liegt in der bereits diskutierten Trägheit des Klimasystems und der Erkenntnis, dass sich die Unsicherheit aufgrund ihres systematischen Charakters durch zukünftigen wissenschaftlichen Fortschritt nur in bescheidenem Maße verringern lässt. Die Trägheit des Klimasystems erfordert zeitnahes Handeln. Wenn erst bestimmte Klimaeffekte aufgetreten sind, ist es für eine systematische Reaktion unter Umständen schon zu spät.

Die besten gegenwärtig verfügbaren Informationen über die Auswirkungen anthropogener Treibhausgasemissionen sind die verfügbaren wissenschaftlichen Vorhersagen *plus* Informationen über deren Verlässlichkeit. Obwohl letztere nicht immer in Zahlen ausgedrückt werden können, gibt es dennoch Informationen über die Qualität unterschiedlicher Klimavorhersagen, die in der praktischen, sei es politischen, rechtlichen oder gesellschaftlichen Entscheidungsfindung Berücksichtigung finden müssen. Hätten wir es nur mit quantifizierten Unsicherheiten zu tun, die aus unzureichendem Wissen über die Eingangsparameter entstehen, dann ließen sich probabilistische Entscheidungskriterien wie das Risikokalkül, wie wir es etwa aus der Debatte um die zivile Nutzung der Kernenergie kennen, direkt anwenden.

Unsicherheiten in Folge eines unzureichenden Verständnisses relevanter Kausalrelationen – die Modellunsicherheiten – stellen den Entscheider indes vor ein schwerwiegendes Problem. Jedoch dürfen auch unquantifizierte Unsicherheiten im Entscheidungsfindungsprozess weder ignoriert werden, noch lassen sie sich durch das Einführen subjektiver Wahrscheinlichkeiten auf quantifizierte Unsicherheiten reduzieren.

#### 4.1 Das Vorsorgeprinzip als Anker in unsicheren Zeiten?

Sind die Handlungsfolgen hochgradig unsicher, wird oftmals das Vorsorgeprinzip bemüht. Der Begriff ‚Vorsorgeprinzip‘ wird mehrdeutig verwendet, daher zunächst eine kurze Erläuterung des Begriffs und seiner Verwendung im ethischen, juristischen und politischen Kontext. Die Rio-Erklärung über Umwelt und Entwicklung formuliert das Vorsorgeprinzip wie folgt: „Drohen schwerwiegende oder bleibende Schäden, so darf ein Mangel an vollständiger wissenschaftlicher Gewissheit kein Grund dafür sein, kostenwirksame Maßnahmen zu Vermeidung von Umweltverschlechterungen aufzuschieben.“<sup>20</sup>

In dieser schwachen Formulierung liefert das Vorsorgeprinzip keine eindeutige Handlungsanweisung, es stellt vielmehr ein Metakriterium dar, das anmahnt, wissenschaftliche Vorhersagen auch dann ernst zu nehmen, wenn sie unsicher sind. Eine starke Formulierung des Vorsorgeprinzips, welche ein echtes Entscheidungskriterium darstellt, ist etwa die folgende: „Drohen Schäden für die Umwelt oder die menschliche Gesundheit, dann *sollten* Vorsorgemaßnahmen getroffen werden, auch dann, wenn einige Ursache- und Wirkungsbeziehungen sich wissenschaftlich nicht begründen lassen.“<sup>21</sup>

Befürworter des Vorsorgeprinzips wie Carolyn RAFFENSPERGER und Joel TICKNER (1999) formulieren das folgende Kernargument in allen Versionen des *Vorsorgeprinzips* folgendermaßen: In seiner einfachsten Formulierung hat das Vorsorgeprinzip einen zweifachen Trigger: Wenn es eine potentielle Gefahr gibt, und wenn Ungewissheit über das Ausmaß ihrer Auswirkungen oder Kausalitäten herrscht, dann sollten vorbeugende Maßnahmen zum Schutz vor Schaden ergriffen werden.<sup>22</sup>

In dieser Arbeit wird das Vorsorgeprinzip als echtes Entscheidungskriterium verstanden, das die starke Formulierung als eine Variante der Minimax-Regel der Entscheidungstheorie interpretiert (GARDINER 2006): Minimiere das schlechteste mögliche Ergebnis. Mit Hilfe bestimmter Annahmen, wie Schaden und Wohlbefinden zu quantifizieren sind, kann dies für den Umgang mit dem Klimawandel als Maximin-Regel formuliert werden: Maximiere das Wohlbefinden in den Szenarien, in denen die beteiligten Menschen am schlechtesten gestellt sind (minimal profitieren), ohne Rücksicht darauf, wie ungewiss diese Szenarien sind.

Auf den ersten Blick erscheint das Vorsorgeprinzip gut geeignet, um die Klimaproblematik ernst zu nehmen: Da wir die Möglichkeit einer schweren Schädigung zukünftiger Generationen durch unsere gegenwärtigen Treibhausgasemissionen nicht ausschließen können, sollten dem Vorsorgeprinzip folgend anthropogene Treibhausgasemissionen maximal reduziert werden. Das Vorsorgeprinzip erscheint dort angemessen, wo das Gefährdungspotenzial hoch ist – und die Lebensbedingungen aller zukünftigen Menschen durch drastische Klimaverän-

20 UNEP 1992; vgl. UNFCCC 1998.

21 *The Wingspread Statement* 1998, eigene Übersetzung. Abgesehen von den zwei hier diskutierten Versionen existieren weitere Formulierungen des Vorsorgeprinzips, siehe SANDIN et al. 2002, O’RIORDAN und JORDAN 1995.

22 RAFFENSPERGER und TICKNER 1999.

derungen tatsächlich bedroht sein könnten. Weiterhin prognostizieren einige wirtschaftliche Impaktmodelle, dass die Reduktion menschenverursachter Treibhausgasemissionen nicht sehr teuer ist.<sup>23</sup> STERN (2007) zufolge bedarf es lediglich eines Prozents des globalen Bruttoinlandsproduktes (BIP), um die größten Gefahren des Klimawandels zu verhindern. Dies erscheint auf den ersten Blick recht günstig. Mit dem gegenwärtigen Wert für das BIP ergeben sich daraus Kosten von mehr als 450 Milliarden US-Dollar pro Jahr. Ein Vergleich mit Schätzungen, wie viel Geld nötig ist, um 80 % der ländlichen Bevölkerung Afrikas bis 2015 mit Wasser und sanitären Einrichtungen zu versorgen – nämlich 1,3 Milliarden US-Dollar pro Jahr (MARTINEZ AUSTRIA und VAN HOFWEGEN 2006), zeigt, dass STERNs Summe nicht so gering ist. Nationen sind offenkundig nur in der Lage, eine endliche Geldmenge, Zeit u. a. für altruistische Zwecke aufzubringen. Das Verhindern schwerwiegender Folgen des Klimawandels ist nur eine von vielen möglichen altruistischen Handlungen.<sup>24</sup> Eine Investition zur Vermeidung von Klimawandelfolgen bedeutet, auf andere Investitionen zu verzichten, die ebenfalls moralisch geboten sind. Wesentlich ist, dass der praktische Diskurs begründet, welche Investitionen prioritär sind. Bereits vor der Debatte diese Priorität festzulegen – z. B. durch die Prämisse, der Klimawandel sei zurzeit das dringlichste Problem der Menschheit –, höhlt den moralischen Diskurs aus. Die Anwendung des Vorsorgeprinzips auf globale Erwärmung als *Einzelproblem* erlaubt es nicht, die berechtigten Forderungen der von nicht-Klima-verursachten Natur- oder Sozialkatastrophen betroffenen Gruppierungen angemessen zu behandeln. Dieser Ansatz ist deshalb nicht geeignet, inter- und intragenerationelle Gerechtigkeitsüberlegungen einzubeziehen, weil er die Frage, warum die Linderung klimawandelbedingten Leids der Linderung anderen Leidens vorzuziehen ist, nicht beantwortet.

Die hier formulierte Kritik ist indes kein Angriff auf das Vorsorgeprinzip *per se*, sondern disqualifiziert lediglich eine seiner gebräuchlichen Verwendungen. Angenommen, es ließe sich zeigen, dass unter Berücksichtigung gewisser ethischer Standards, die hier nicht näher diskutiert werden, das *Worst-case*-Szenario des Klimawandels tatsächlich schlimmer ist als alle anderen Formen heutigen und zukünftigen menschlichen Leids, so müssten wir in Übereinstimmung mit dem Vorsorgeprinzip den Treibhausgasausstoß um jeden Preis eindämmen. Damit wird das sichere Leid der heute lebenden Menschen gegen ein möglicherweise noch schlimmeres, aber ungewisses Leid der zukünftig lebenden Menschen abgewogen. Wenn der Eintritt des *Worst-case*-Szenarios so ungewiss ist, wie es zurzeit im Fall der globalen Erwärmung eingeschätzt wird, und man es mit anderen Szenarien vergleicht, deren Auswirkungen sicher sind, wie z. B. das tatsächliche Leid vieler Menschen in der sogenannten Dritten Welt, ist es nicht rational, alle anderen Szenarien zu ignorieren, und sich auf die Verhinderung des ungewissen, aber schlimmstmöglichen Ergebnisses zu konzentrieren.<sup>25</sup> Wie in den Abschnitten 2 und 3 bereits angemerkt, beinhalten die verfügbaren Informationen über die Auswirkungen des anthropogenen Treibhauseffektes auch Informationen über die ‚Wahrscheinlichkeit‘ des *Worst-case*-Szenarios und anderer Szenarien. Diese Informationen sind weder quantifiziert, noch können sie vollständig quantifiziert werden. Indes existieren Informationen, dass

23 Es sei angemerkt, dass über die Kosten der Treibhausgasverringerung immense Uneinigkeit unter Klimaökonom herrscht, siehe z. B. die Antwort von WEITZMANN 2009 und NORDHAUS 2008 auf STERN 2007.

24 Die Annahme eines klar definierten Entscheidungsträgers, die in der Debatte über den Klimawandel mitschwingt und hier übernommen wird, ist unrealistisch.

25 Diese Argumentation bedarf weiterer Verfeinerung, wenn das *Worst-case*-Ergebnis ein einzelnes Ereignis wie das Ende allen menschlichen Lebens auf der Erde ist (vgl. ORD et al. 2009). Der heutige Stand des empirischen Wissens scheint diese Natur des Klimawandels jedoch auszuschließen.

zukünftiges, durch globale Erwärmung verursachtes Leid ungewiss ist, während heutiges Leid sicher ist. Argumente wären notwendig, um diese Informationen vernachlässigen zu können. Unserem Wissen nach gibt es aber in der Literatur keine solchen Argumente.

Die Probleme des Vorsorgeprinzips als Handlungsprinzip werden in der Literatur ausführlich diskutiert.<sup>26</sup> Diese Arbeit konzentriert sich auf die zentrale Frage, die in jeder intergenerationellen Ethik von Bedeutung ist: Wie können Verpflichtungen gegenüber zukünftigen Generationen mit Verpflichtungen gegenüber heute lebenden Personen abgewogen bzw. vereinbart werden? Selbst dann, wenn man ethische Positionen ablehnt, die primär auf die Handlungsfolgen rekurrieren, so kann man doch das Recht heute Lebender auf sauberes Wasser und ausreichende Nahrung unmöglich leugnen. Mögen auch Argumente dafür sprechen, dass die ungewissen, zukünftigen Verluste schlimmer als das aktuelle Leid sind, so ist eine rein am Vorsorgeprinzip orientierte Reaktion auf die globale Erwärmung ungeeignet, sowohl inter- als auch intragenerationelle Gerechtigkeitsüberlegungen zu integrieren.

#### 4.2 Klimaänderung als Risiko?

Das Vorsorgeprinzip wird oft als der Gegenpol zum Risikokalkül, der Minimierung des erwarteten Schadens oder, positiv formuliert, der Maximierung des erwarteten Nutzens, dargestellt: Anstelle sich auf das *Worst-case*-Szenario zu konzentrieren, zieht eine Risikoanalyse alle möglichen Ergebnisse und die dazugehörigen Nutzenwerte  $u_i$ , gewichtet nach der Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens  $p_i$ , in Betracht. Formal bedeutet dies,  $\sum_i u_i p_i$  zu maximieren, wobei über die möglichen Szenarien summiert wird. Die extremen Szenarien eines unkontrollierbaren Klimawandels sowie sehr geringe Temperaturveränderungen werden so mit einbezogen, ebenso wie Szenarien, in denen die Temperaturveränderung etwa dem erwarteten Durchschnittswert entspricht. Da letztere Szenarien am wahrscheinlichsten sind, würden sie in einer Risikoanalyse größeres Gewicht erhalten. Dass die Anwendung von Risikoanalysen im Falle der Erderwärmung problematisch ist, wurde bereits in Abschnitt 2 konstatiert. Hier soll auf die verschiedenen Modifikationen der klassischen Risikoanalyse eingegangen werden, die zunächst geeignet scheinen, den spezifischen Unsicherheiten in der Klimamodellierung gerecht zu werden.

Den erwarteten Nutzen zu maximieren oder, wie im Risikokalkül negativ formuliert, den erwarteten Schaden zu minimieren, stellt eine Variante der utilitaristischen Maxime des *größten Glücks für die größte Anzahl* für Entscheidungen unter Ungewissheit dar: Es ist nicht der Gesamtnutzen (oder ‚Glück‘), welches maximiert wird, sondern der *erwartete* Nutzen, d. h. die Summe aller, mit der Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens gewichteten Nutzenwerte. Die Verteilung von Nutzenwerten auf mögliche Effekte des Klimawandels führt zu vielen schwierigen Problemen, auf die an dieser Stelle nicht näher eingegangen wird, da diese Probleme nicht einschlägig für die Entscheidungsfindung unter Unsicherheit sind, sondern vielmehr grundlegende Probleme wohlfahrtsbasierter Ethiken darstellen. Es sei lediglich angemerkt, dass insbesondere bei der Bestimmung des Nutzens eines Ereignisses oder bei der Beurteilung der tatsächlichen Höhe des Nutzens Probleme auftreten, die auch den Vorsorgeansatz beeinträchtigen, nämlich das *Worst-case*-Szenario als solches zu bestimmen.<sup>27</sup>

<sup>26</sup> PETERSON 2006, CLARKE 2005, sowie darin zu findende Verweise.

<sup>27</sup> Das Problem des Vorsorgeprinzips ist allerdings einfacher, da es nur ein ordinales Konzept des Wohlbefindens braucht, während das Prinzip des erwarteten Nutzens ein kardinales Wohlfahrtsmaß voraussetzt. Kardinale und

Um das Risikokalkül oder das Erwartungsnutzenprinzip anwenden zu können, müssen alle relevanten Auswirkungen des Treibhausgasausstoßes im Rahmen von Wahrscheinlichkeiten abgeschätzt werden. Da es für die Mehrzahl dieser Auswirkungen keine Angaben zu ihrer relativen Häufigkeit gibt, muss man auf Methoden wie die von Thomas BAYES (1702–1761) zurückgreifen. Im sogenannten Bayesianismus wird die Verlässlichkeit wissenschaftlicher Ergebnisse mit Hilfe subjektiver Wahrscheinlichkeiten quantifiziert. Die Unterscheidung zwischen quantifizierten und unquantifizierten Unsicherheiten wird damit aufgehoben. Zwar bietet BAYES' Ansatz seit den Ursprüngen der mathematischen Wahrscheinlichkeitstheorie im 17. Jahrhundert eine überaus erfolgreiche Methode, mit Unsicherheiten umzugehen, und auch IPCC macht von subjektiven Wahrscheinlichkeiten etwa im Rahmen der *Multi-model*-Ansätze Gebrauch. Im Allgemeinen fordert man aber von Wahrscheinlichkeiten nicht nur, dass sie den mathematischen Axiomen genügen, sondern auch, dass Wahrscheinlichkeiten durch objektive Fakten gestützt werden können – unabhängig davon, ob Wahrscheinlichkeiten tatsächlich als relative Häufigkeiten, Propensitäten oder etwas anderes interpretiert werden. Wie in Abschnitt 2 ausgeführt, gibt es in vielen Fällen der Klimamodellierung keine verlässlichen Schätzungen der Eintrittswahrscheinlichkeiten.<sup>28</sup>

Nichtquantifizierte Ungewissheiten sind von zentraler Bedeutung, wenn wir Fragen des Klimawandels diskutieren. Es ist nicht nur unmöglich, sinnvolle Wahrscheinlichkeiten zu schätzen, sondern durch die großen Zeitskalen, auf denen das Klimasystem auf Veränderungen reagiert, gibt es auch unzureichend Daten, um die Wahrscheinlichkeiten zu aktualisieren, wie es die Bayes-Methode fordert. Somit ist dieses Verfahren im Falle des Klimawandels nicht anwendbar.

Ein anderer Weg, subjektive Wahrscheinlichkeiten zuzuordnen, beruht auf dem Laplace-Prinzip vom unzureichenden Grund. Dies besagt, dass alle möglichen Effekte als gleich wahrscheinlich angenommen werden, solange keine weiteren Informationen zur Verfügung stehen. Dieser Ansatz, der zum Beispiel von John C. HARSANYI (1975, 1982) verwendet wird, geht im Falle des Treibhauseffektes darin fehl, dass er (wie auch das Vorsorgeprinzip) verfügbare empirische Informationen vernachlässigt. Es gibt keine rationale oder gar logische Überlegenheit von HARSANYIS Annahme der Gleichwahrscheinlichkeit (*equiprobability*) gegenüber RAWLS' Fokus auf das schlimmste Ergebnis, da es *per se* keine logische Notwendigkeit gibt, dass Wahrscheinlichkeiten im Falle von Unsicherheit bezüglich des Entscheidungsergebnisses gleichverteilt sein müssen. Gerade für den Klimawandel liegen Informationen über Grade der Möglichkeit bestimmter Folgen vor – wenn auch nicht vollständig quantifiziert. Selbst wenn, wie in diesem Artikel die Frage danach, wie überhaupt den Auswirkungen einer Klimaänderung sinnvoll Nutzenwerte zugeordnet werden können, ausgeklammert wird, so kann damit der Klimawandel nicht nach dem Prinzip erwarteter Nutzenmaximierung behandelt werden. Dies ist umso mehr bedauerlich, da die Maximierung des erwarteten Nutzens einen klaren Vorteil gegenüber dem Vorsorgeprinzip besitzt: Durch Berücksichtigung einer sowohl intertemporalen als auch internationalen Perspektive ist die Methode der Maximierung des erwarteten Nutzen in der Lage, einen Ausgleich zwischen Kosten und Leistungen verschiedener Personen an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten herzustellen.

---

ordinale Maße können nur dann identisch sein, wenn die Wohlfahrtsfunktion bereits gewisse Beschränkungen erfüllt (MORGENSTERN 1976). Wie man tatsächlich sinnvolle Nutzwerte verteilt, wird in der Literatur ausführlich diskutiert. Für die intergenerationelle Ethik ergeben sich gravierende Probleme (siehe LUMER 2002) für eine Diskussion über die Verteilung von Nutzenwerten im Zusammenhang mit dem Klimawandel.

28 Vgl. FRAME et al. 2007.

## 5. Von der Trennung zwischen Entscheidung und der sie stützenden empirischen Fakten

### 5.1 Wertbeladenheit

Die Auseinandersetzung in den vorangegangenen Abschnitten scheint ein eher düsteres Bild vom Umgang mit Unsicherheiten in wissenschaftlichen Prognosen zu zeichnen: Unsicherheiten sind allgegenwärtig, sie lassen sich nicht vollständig quantifizieren (Abschnitt 2), werden nicht adäquat in der Modellierung berücksichtigt (Abschnitt 3), und die gängigen Entscheidungsfindungen wie Risikoanalyse oder Vorsorgeprinzip sind ungeeignet, mit den Unsicherheiten umzugehen (Abschnitt 4). Dabei sei trotz aller Kritik daran erinnert, dass der Umgang mit Unsicherheiten gerade in der Klimatologie sehr hoch entwickelt ist und unsichere Modellvorhersagen keineswegs mit Unwissenschaftlichkeit zu verwechseln sind.

Vielmehr stellt sich die Frage, ob denn das Bild, das wir uns von einem von empirischen Prognosen gestützten Entscheidungsprozess machen, überhaupt richtig ist. Die große Relevanz von Klimaprognosen in der politischen Debatte liegt darin, dass man es hier mit vermeintlich objektiven Prognosen zu tun hat, so wie dies auch Abbildung 1 nahelegt. Dahinter steckt das Ideal einer „Arbeitsteilung“: objektive, wenn auch unsichere Prognosen auf der einen, wertbeladene Urteile auf der anderen Seite. Dabei sollen im Folgenden „Werte“, sofern nicht anders vermerkt, als ethische bzw. moralische Werte verstanden werden.

Die Möglichkeit einer solchen „Arbeitsteilung“ wurde vielfach in Zweifel gezogen. Nicht zuletzt identifiziert Kevin ELLIOT die Unsicherheit wissenschaftlicher Information als eine von mehreren Umständen, bei denen Wertbeladenheit in den Wissenschaften eine Rolle spielt.<sup>29</sup> WINSBERG (2012) argumentiert dafür, dass die Klimamodellierung wertbeladen ist. Die Debatte, an die er anknüpft, hat eine längere Geschichte, die hier kurz in wesentlichen Zügen wiedergegeben werden soll. Richard RUDNER (1921–1979) (1953) und Charles West CHURCHMAN (1913–2004) (1948, 1956) sahen das Ziel der Wissenschaft darin, durch induktive Überprüfung, eine Hypothese  $H$  anzunehmen oder zu widerlegen. Dabei besteht immer ein gewisses „Induktives Risiko“, denn es gibt keine klare Antwort auf die Frage, wieviel empirische Evidenz denn nun ausreicht, um  $H$  anzunehmen oder abzulehnen. Die Antwort auf diese Frage hängt davon ab, welche Bedeutung eine falsche Hypothese – etwa wenn es um die Deklaration eines Impfstoffes als nebenwirkungsfrei geht – haben kann. Hier spielen also Werturteile in den empirischen Wissenschaften eine Rolle.

Richard JEFFREY (1926–2002) wandte sich 1956 gegen diese Argumentation mit der Behauptung, dass Wissenschaft nicht darin bestünde, eine Hypothese  $H$  zu widerlegen oder anzunehmen, sondern vielmehr darin, der Gültigkeit von  $H$  gewisse Wahrscheinlichkeiten  $p(H|E)$  im Lichte der empirischen Evidenzen  $E$  zuzuordnen. Es obliegt dann Anderen als den Wissenschaftlern zu entscheiden, ob für eine bestimmte politische Maßnahme etwa diese Wahrscheinlichkeit hinreichend ist. Für JEFFREY ist damit eine Leistung der probabilistischen Vorhersage gerade die erwähnte Trennung zwischen Werturteilen auf der einen und empirischen deskriptiven Wissenschaften auf der anderen Seite.

Dieses Argument JEFFREYS konnte DOUGLAS (2000) widerlegen. Oftmals existieren verschiedene Tests, um  $H$  Wahrscheinlichkeiten zuzuordnen, der eine ist unter Umständen sensibler und produziert damit mehr falsche positive Testergebnisse, der andere ist spezifischer und produziert damit mehr falsche negative Testergebnisse. Welches Verfahren man nimmt –

<sup>29</sup> ELLIOT 2011, S. 55.

also welche empirische Evidenzen *E* herangezogen werden, ist nun wieder davon abhängig, welche Auswirkungen falsch-negative bzw. falsch-positive Testergebnisse haben. Damit ist JEFFREYS Argument für die Wertfreiheit probabilistischer Prognosen widerlegt.<sup>30</sup>

Alle genannten Bilder sind zu idealisiert, als dass sie mit der Wirklichkeit der Klimatologie zu tun hätten. Dort stehen etwa niemals einzelne Hypothesen zur Diskussion, sondern nur komplexe Verknüpfungen von Hypothesen, die sich nicht einzeln überprüfen lassen. Auch ist bei den komplexen Codes und Modellierungen das Wissen nicht auf einen epistemischen Handlungsträger beschränkt, sondern verteilt sich auf ganze Gruppen von Wissenschaftlern. Die Argumente von RUDNER oder DOUGLAS lassen sich allerdings auch auf diesen komplexeren Fall anwenden.

Für eine ausführlichere Auseinandersetzung mit der Wertbeladenheit in der Klimamodellierung sei auf Eric WINSBERG (2012) und Justin BIDDLE und WINSBERG (2010) sowie Johannes LENHARD und WINSBERG (2010) verwiesen. Im Folgenden wird nur an einigen ausgewählten Beispielen der Einfluss nicht-epistemischer Werte in der Klima- und Klimaimpaktmodellierung illustriert. So wurden etwa bewusst diejenigen Emissionsszenarien nicht untersucht, in denen die reiche Welt noch reicher, die arme noch ärmer wird. Problematischer sind allerdings die unbewussten oder zumindest nicht expliziten Wertannahmen, die in die Modellierung einfließen. Auf Ebene der *Integrated-Assessment*-Modelle ist hier die Annahme einer individuellen Nutzenfunktion zu nennen.<sup>31</sup> Empirisch lässt sich deren Existenz schwer überprüfen und setzt gewisse Vorentscheidungen voraus, die mit ethischen Werten belastet sind. Nicht jede Moraltheorie lässt sich mit einem solchen Ansatz in Einklang bringen. Es ist nicht Gegenstand dieses Artikels zu diskutieren, welche ethische Theorie adäquat ist, es geht lediglich darum, darauf hinzuweisen, dass sich die IAM von vornherein auf eine utilitaristische Ethik festlegen.

Aber selbst wenn man diesen Aspekt unberücksichtigt lässt und annimmt, dass sich menschliches Wohlergehen mit Hilfe von Nutzenfunktionen und monetären Größen sinnvoll abbilden lässt, rekurren IAM auf weitere Annahmen, die empirisch nicht zu belegen sind und grundlegende Wertentscheidungen darstellen. Dies gilt etwa für die positive Diskontierungsrate und damit für die Abwertung von Klimaschäden, die zukünftige Generationen treffen, im Vergleich zu Schäden gleichen Ausmaßes heute. Eine solche Diskontierung wird in der Ökonomie gemeinhin mit dem wachsenden Realzinssatz und der konkaven Wachstumsrate von Volkswirtschaften gerechtfertigt. Dieses Argument etwa verwenden William NORDHAUS (2008), Richard TOL (2002) oder andere zur Rechtfertigung von Diskontierungsraten zwischen 3 und 6%. Allerdings greift dieses Argument nur für sinnvoll monetarisierbare Schäden: Die Hauptschäden einer Klimaänderung werden aber außerhalb der klassischen Marktsektoren erwartet. Es ist nicht offensichtlich, wie sich dieses ökonomische Argument für eine Diskontierungsrate hierauf anwenden lässt. Eine weitere Rechtfertigung einer positiven Diskontierung verweist auf ein psychologisches Faktum, den Gratifizierungsverfall von Gütern im Zuge abnehmender Verfügbarkeit. Selbst wenn ein und derselben Person dasselbe Gut heute mehr wert ist als in 10 Jahren, kann aus dieser Diskontierung von Schaden und Nutzen, falls er ein und dieselbe Person trifft, nichts über die Diskontierung von Schaden und Nutzen gesagt werden, wenn er andere Personen – gar in Zukunft lebende – trifft. STERN (2007) sieht den einzigen legitimen Grund für eine

30 Im Rahmen des Bayesianismus lässt sich DOUGLAS' Vorwurf der Wertbeladenheit empirischer Prognosen dadurch entschärfen, dass die Spezifität und Sensitivität des Tests in die *A-priori*-Wahrscheinlichkeit eingeht. Damit verschwindet zwar auf theoretischer Ebene diese Abhängigkeit, aber dieses Verfahren wird in der Klimatologie nicht angewandt (WINSBERG 2012).

31 Klimamodelle wie das DICE-Modell von NORDHAUS arbeiten mit aggregierten Nutzenfunktionen, die noch voraussetzungsreicher sind.

Diskontierung darin, dass die Menschheit nicht beliebig lang überleben wird. Er kommt mit seinen Annahmen auf deutlich niedrigere Diskontierungsraten als etwa NORDHAUS (2008). Es gibt noch ein weiteres Argument für eine endliche Diskontierungsrate, nämlich das der politischen Durchsetzbarkeit von Klimaschutzmaßnahmen – ein Argument, das auch in einem ethischen Diskurs durchaus Bestand haben kann.

Vorentscheidungen darüber, welche Aspekte im Leben wichtig sind, und damit ein gewisser Paternalismus der jetzt Lebenden gegenüber nachfolgenden Generationen lassen sich bei Impaktmodellen nicht völlig vermeiden. Der Klimatologe Jesse AUSUBEL (1995) illustriert dieses Problem sehr eindringlich an einem ethisch relativ unproblematischen Beispiel: „One hundred years ago icebergs were a major climatic threat impeding travel between North America and Europe. 1,513 lives ended when the British liner Titanic collided with one on 14 April 1912. 50 years later jets overflow liners. Anticipating the solution to the iceberg danger required understanding not only the rates and paths on which icebergs travel but the ways humans travel, too.“<sup>32</sup>

## 5.2 Sicher durch eine unsichere Zukunft

Trotz aller Wertbeladenheit auch auf der Ebene der Klimaszenarien darf allerdings nicht übersehen werden, dass es erst die Impaktmodelle, die letzte Ebene in Abbildung 1, sind, welche politische Entscheider informieren können. Heute werden oftmals ethische oder politische Verpflichtungen bereits auf Ebene der Klimamodelle oder sogar der Szenarien abgeleitet.<sup>33</sup> Dies unterwandert die ethische bzw. politische Debatte, die zweifellos auf den besten verfügbaren wissenschaftlichen Fakten aufbauen muss. Und diese sind notwendig unsicher. Ebenso wie diese Unsicherheit im Entscheidungsprozess zu berücksichtigen ist, gilt es der Wertbeladenheit der empirischen Modellbildung Rechnung zu tragen. Dies kann nur durch eine engere Verzahnung der Disziplinen, insbesondere der empirisch-deskriptiven und der normativen Disziplinen, geschehen.

Auch ist die Situation für politische Entscheider nicht ganz so prekär, wie diese Analyse zunächst vermuten lässt. Zwar erfordern Adaptionsmaßnahmen Klimaprognosen, und damit muss insbesondere der Unsicherheit der wissenschaftlichen Erkenntnis Rechnung getragen werden. Die grundlegende Frage aber, ob der anthropogene Treibhausgasausstoß gedrosselt werden soll, ist völlig unabhängig von den Modellierungen des komplexen Klimasystems zu bewerten. Eine menschenverursachte Klimaänderung *kann* verheerende Folgen für Mensch und Umwelt haben, und diese werden die schwächsten und ärmsten Nationen stärker treffen als die entwickelte Welt. Wie sich dieses Problem zu anderen gegenwärtigen Problemen, wie z. B. dem regionalen Nahrungsmangel, verhält und welche Priorität diesem Problem daher zuzukommen hat, sind genuin politische und gegebenenfalls moralische Fragen – Fragen, auf die in diesem Artikel nicht näher eingegangen wurde.<sup>34</sup> Der Unsicherheit der prognostizierten Klimaschäden muss hier sicherlich Rechnung getragen werden. Allerdings gilt es hier das Alan KAY zugeschriebene Bonmot zu unterstreichen: Die Zukunft kann man am besten voraussagen, wenn man sie selbst gestaltet.<sup>35</sup>

32 AUSUBEL 1995, S. 411.

33 Vgl. HILLERBRAND und GHIL 2008. Dies gilt allerdings nur im Rahmen einer anthropozentrischen Ethik.

34 Siehe hierzu HILLERBRAND 2006.

35 Mündliches Zitat von einem Firmentreffen von PARC, Palo Alto Research Center, im Jahr 1971 <http://www.smalltalk.org/alankay.html>

## *Literatur*

- AUSUBEL, J. H.: Technical progress in climate change. *Energy Policy* 23/4–5, 411–416 (1995)
- BENESTAD, R., HANSEN-BAUR, I., and CHEN, D.: Empirical-statistical Downscaling. Singapore: World Scientific Publishing 2008
- BENISTON, M., KNUTTI, R., and STOCKER, T.: Wie gut sind Klimamodelle? *Climate Press* 30, 1–8 (2011)
- BETZ, G.: Underdetermination, model-ensembles and surprises: On the epistemology of scenario-analysis in climatology. *J. General Philosophy of Science* 40/1, 3–21 (2009a)
- BETZ, G.: What range of future scenarios should climate policy be based on? Modal falsificationism and its limitations. *Philosophia naturalis* 46/1, 133–158 (2009b)
- BIDDLE, J., and WINSBERG, E.: Value judgements and the estimation of uncertainty in climate modeling. In: MAGNUS, P. D., and BUSCH, J. (Eds.): *New Waves in Philosophy of Science*; pp. 172–197. Basingstoke, Hampshire: Palgrave Macmillan 2010
- CHRISTENSEN, J. H., HEWITSON, B., BUSUIOC, A., CHEN, A., GAO, X., HELD, I., JONES, R., KOLLI, R. K., KWON, W. T., LAPRISE, R., MAGAÑA RUEDA, V., MEARN, L., MENÉNDEZ, C. G., RÄISÄNEN, J., RINKE, A., SARR, A., and WHETTON, P.: Regional climate projections. In: SOLOMON, S., QIN, D., MANNING, M., CHEN, Z., MARQUIS, M., AVERYT, K. B., TIGNOR, M., and MILLER, H. L. (Eds.): *Climate Change 2007: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*; pp. 847–940. Cambridge, New York: Cambridge University Press 2007
- CHURCHMAN, C. W.: *Theory of Experimental Inference*. New York: Macmillan 1948
- CHURCHMAN, C. W.: Science and decision making. *Philosophy of Science* 22, 247–249 (1956)
- CLARKE, S.: Future technologies, dystopic futures and the precautionary principle. *Ethics and Information Technology* 7, 121–126 (2005)
- COLLINS, M.: Ensembles and probabilities: A new era in the prediction of climate change. *Philos. Trans. Roy. Soc. A* 365, 1957–1970 (2007)
- CRUTZEN, P. J., and BIRKS, J. W.: The atmosphere after a nuclear war: Twilight at noon. *Ambio* 11/2–3, 114–125 (1982)
- DESER, C., PHILLIPS, A., BOURDETTE, V., and TENG, H.: Uncertainty in climate change projections: the role of internal variability. *Climate Dyn.* 38, 527–546 (2012)
- DOUGLAS, H.: Inductive risk and values in science. *Philosophy of Science* 67, 559–579 (2000)
- ELLIOT, K.: *Is a Little Pollution Good for You? Incorporating Societal Values in Environmental Research*. New York: Oxford University Press 2011
- FRAME, D. J., FAULL, N. E., JOSHI, M. M., and ALLEN, M. R.: Probabilistic climate forecasts and inductive problems. *Philos. Trans. Roy. Soc. A* 365, 1971–1992 (2007)
- FRISCH, M.: Modeling climate policies. A critical look at integrated assessment models. *Philosophy and Technology* 26/2, 117–137 (2013)
- FUNTOWICZ, S. O., and RAVETZ, J. R.: *Uncertainty and Quality in Science for Policy*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers 1990
- FUNTOWICZ, S. O., and RAVETZ, J. R.: A new scientific methodology for global environmental issues. In: COSTANZA, R. (Ed.): *Ecological Economics: The Science and Management of Sustainability*; pp. 137–152. New York: Columbia University Press 1991
- GARDINER, S. M.: A core precautionary principle. *J. Pol. Phil.* 14/1, 33–60 (2006)
- GLECKLER, P. J., TAYLOR, K. E., and DOUTRIAUX, C.: Performance metrics for climate models. *J. Geophys. Res.* 113, D06104 (2008)
- GILBOA, I., and SCHMEIDLER, D.: Maxmin expected utility with non-unique prior. *J. Math. Economics* 18/2, 141–153 (1989)
- HARSANYI, J. C.: Can the maximin principle serve as a basis for morality? A critique of John Rawls' theory. Reprinted. In: RICHARDSON, H. S., and WEITHMAN, P. J. (Eds.): *The Philosophy of John Rawls – A Collection of Essays*; pp. 234–246. London: Taylor & Francis 1999
- HARSANYI, J. C.: Morality and the theory of rational behaviour. In: SEN, A., and WILLIAMS, B. (Eds.): *Utilitarianism and Beyond*; pp. 39–62. Cambridge: Cambridge University Press 1982
- HAWKINS, E., and SUTTON, R.: The potential to narrow uncertainty in regional climate predictions. *Bull. Amer. Meteorol. Soc.* 90/8, 1095–1107 (2009)
- HEINRICH, G., and GOBIET, A.: *Reclip: Century – Regional Climate Scenarios for the Greater Alpine Region*. Graz: Wegener Center for Climate and Global Change 2011
- HILLERBRAND, R.: *Technik, Ökologie und Ethik. Ein normativ-ethischer Grundlagendiskurs über den Umgang mit Wissenschaft, Technik und Umwelt*. Paderborn: Mentis 2006

- HILLERBRAND, R.: Dianoetic virtues in addressing genetic engineering. In: HILLERBRAND, R., and KARLSSON, R. (Eds.): *Beyond the Global Village. Environmental Challenges inspiring Global Citizenship*; pp. 191–201. Oxford: Inter-Disciplinary Press 2008
- HILLERBRAND, R.: Epistemic uncertainties in climate predictions. A challenge for practical decision making. *Inter-generational Justice Review* 3, 94–100 (2009)
- HILLERBRAND, R.: On non-propositional aspects in modeling complex systems. *Analyse & Kritik* 32, 107–120 (2010)
- HILLERBRAND, R.: Von der reinen Technikkommunikation zu partizipativer Technikgestaltung. *Aus Politik und Zeitgeschichte* 61/46–47, 42–48 (2011)
- HILLERBRAND, R.: Climate change as risk? In: ROESER, S., HILLERBRAND, R., SANDIN, P., and PETERSON, M. (Eds.): *Handbook of Risk Theory*; pp. 319–340. Dordrecht: Springer 2012
- HILLERBRAND, R., and GHIL, M.: Anthropogenic climate change. Scientific uncertainties and moral dilemmas. *Physica D* 237, 2132–2138 (2008)
- HILLERBRAND, R., und SCHNEIDER, C.: Unwissenschaftlich weil unsicher? Unsicher weil wissenschaftlich! Szenarien, Modelle und Projektionen in den Klimawissenschaften. In: JESCHKE, S., JAKOBS, E.-M., und DRÖGE, A. (Hrsg.): *Exploring Uncertainty – Ungewissheit und Unsicherheit im interdisziplinären Diskurs*. S. 151–177. Heidelberg: Springer Gabler 2013
- HOPE, C.: The marginal impact of CO<sub>2</sub> from PAGE2002: An integrated assessment model incorporating the IPCC's five reasons for concern. *The Integrated Assessment J. Bridging Sciences and Policy* 6/1, 19–56 (2006)
- IMBERY, F.: Klimaprojektionsensembles und ihre Verwendung im DWD. In: *Klimastatusbericht 2010*. <http://www.dwd.de/> (2011)
- IPPC (Intergovernmental Panel on Climate Change): Report 1990: [https://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/publications\\_ipcc\\_first\\_assessment\\_1990\\_wg1.shtml](https://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_first_assessment_1990_wg1.shtml) (1990)
- IPPC (Intergovernmental Panel on Climate Change): Report 1995: <https://www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-1995/ipcc-2nd-assessment/2nd-assessment-en.pdf> (1995)
- IPPC (Intergovernmental Panel on Climate Change): Report 2007: [http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/syr/en/contents.html](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/contents.html) (2007)
- IPCC: Summary for policymakers. In: *IPCC* (Eds.): *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. Cambridge, New York: Cambridge University Press 2012
- KREBS, A.: *Ethics of Nature. A Map*. Berlin, New York: de Gruyter 1999
- LENHARD, J., and WINSBERG, E.: Holism, entrenchment, and the future of climate model pluralism. *Studies in History and Philosophy of Modern Physics* 41/3, 253–262 (2010)
- LUHMANN, N.: *Die neuzeitlichen Wissenschaften und die Phänomenologie*. Wien: Picus 1996
- LUMER, C.: *The Greenhouse. A Welfare Assessment and Some Morals*. Lanham, New York, Oxford: University Press of America 2002
- MARAUN, D., WETTERHALL, F., IRESON, A. M., CHANDLER, R. E., KENDON, E. J., WIDMANN, M., BRIENEN, S., RUST, H. W., SAUTER, T., THEMESSEL, M., VENEMA, V. K. C., CHUN, K. P., GOODISS, C. M., JONES, R. G., ONOF, C., VRAC, M., and THIELE-EICH, I.: Precipitation downscaling under climate change: Recent developments to bridge the gap between dynamical models and the end user. *Rev. Geophysics* 48, 1–34 (2010)
- MARTINEZ AUSTRIA, P., and van HOFWEGEN, P. (Eds.): *Synthesis of the 4th World Water Forum*. Mexico City: Comisión Nacional de Agua 2006
- MEADOWS, D. H., MEADOWS, D. L., RANDERS, J., and BEHRENS, W. W.: *The Limits to Growth*. New York: Universe Books 1972
- MEARNS, L. O., and HULME, M. (Eds.): Chapter 13. Climate scenario development. In: *IPCC* (Eds.): *Climate Change 2001: The Scientific Basis*; pp. 741–768. Cambridge, New York: Cambridge University Press 2001
- MILLNER, A.: Climate prediction for adaptation: Who needs what? *Climatic Change* 110, 143–167 (2012)
- MORGENSTERN, O.: Some reflections on utility. In: SCHOTTER, A. (Ed.): *Selected Economic Writings of Oskar Morgenstern*; pp. 65–70. New York: New York University Press 1976
- NAKICENOVIC, N., DAVIDSON, O., DAVIS, G., GRÜBLER, A., KRAM, T., LEBRE LA ROVERE, E., METZ, B., MORITA, T., PEPPER, W., PITCHER, H., SANKOVSKI, A., SHUKLA, P., SWART, R., WATSON, R., and DADI, Z.: *IPCC Special Report: Emission Scenarios – Summary for Policymakers*. 2000 <http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/sres-en.pdf>. Zugriff am 20. April 2012
- NORDHAUS, W.: *A Question of Balance. Weighing the Options on Global Warming Policies*. Yale: Yale University Press 2008
- O'RIORDAN, T., and JORDAN, A.: The precautionary principle in contemporary environmental politics. *Environmental Values* 4/3, 191–212 (1995)
- ORD, T., HILLERBRAND, R., and SANDBERG, A.: Probing the improbable. Methodological challenges for risks with low probabilities and high stakes. *J. Risk Research* 13, 191–205 (2009)

- PETERSON, M.: The precautionary principle is incoherent. *Risk Analysis* 26/3, 595–601 (2006)
- PIELKE, R. A., and WILBY, R. L.: Regional climate downscaling: What's the point? *Eos* 93, 52–53 (2012)
- PREIN, A. F., GOBIET, A., and HEIMO, T.: Analysis of uncertainty in large scale climate change projections over Europe. *Meteorol. Z.* 20/4, 383–395 (2011)
- RAFFENSPERGER, C., and TICKNER, J.: Introduction: to foresee and forestall. In: RAFFENSPERGER, C., and TICKNER, J. (Eds.): *Protecting Public Health and the Environment: Implementing the Precautionary Principle*; pp. 1–11. Washington: DC Island Press 1999
- REFSGAARD, J. C., VAN DER SLUIJS, J. P., BROWN, J., and VAN DER KEUR, P.: A framework for dealing with uncertainty due to model structure error. *Advances in Water Resources* 29, 1586–1597 (2006)
- ROTH, R., KRÄMER, A., SCHNEIDER, C., WEITZENKAMP, B., SAUTER, T., SIMMER, C., and WILKER, H.: GIS-Kli-Schee – Anpassung des Wintersporttourismus in den deutschen Mittelgebirgen an Klimawandel und Witterungsvariabilität. In: MAHAMADZADEH, M., BIEBELER, H., und BARDT, H. (Hrsg.): *Klimaschutz und Anpassung an die Klimafolgen*. S. 263–270. Köln: Institut der deutschen Wirtschaft 2009
- RUDNER, R.: The scientist qua scientist makes value judgments. *Philosophy of Science* 20/1, 1–6 (1953)
- SANDIN, P., PETERSON, M., HANSSON, S. O., RUDEN, C., and JUTHE, A.: Five charges against the precautionary principle. *J. Risk Research* 5, 287–299 (2002)
- SAUTER, T., WEITZENKAMP, B., and SCHNEIDER, C.: Spatio-temporal prediction of snow cover in the Black Forest mountain range using remote sensing and a recurrent neural network. *Int. J. Climatology* 30/15, 2330–2341 (2010)
- SPASH, C.: *Greenhouse Economics: Value and Ethics*. London: Routledge 2002
- STAINFORTH, D. A., AINA, T., CHRISTENSEN, C., COLLINS, M., FAULL, N., FRAME, D. J., KETTLERBOROUGH, J. A., KNIGHT, S., MARTIN, A., MURPHY, J. M., PIANI, C., SEXTON, D., SMITH, L. A., SPICER, R. A., THORPE, A. J., and ALLEN, M. R.: Uncertainty in predictions of the climate response to rising levels of greenhouse gases. *Nature* 433, 403–406 (2005)
- STAINFORTH, D. A., ELLEN, M. R., TREDGER, E. R., and SMITH, L. A.: Confidence, uncertainty and decision-support relevance in climate predictions. *Philos. Trans. Roy. Soc. A* 365, 2145–2161 (2007)
- STERN, N.: *The Economics of Climate Change*. The Stern Review. Cambridge: Cambridge University Press 2007
- STOCKER, T. F., QIN, D., PLATTNER, G.-K., TIGNOR, M., ALLEN, S. K., BOSCHUNG, J., NAUELS, A., XIA, Y., BEX, V., and MIDGLEY, P. M. (Eds.): *IPCC Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge (UK) and New York (USA): Cambridge University Press 2013
- SWART, R., BERNSTEIN, L., HA-DUONG, M., and PETERSEN, A.: Agreeing to disagree: uncertainty management in assessing climate change, impacts and responses by the IPCC. *Climatic Change* 29, 1–29 (2009)
- The Wingspread Statement*: The precautionary principle. 586. 1998 <http://www.psrast.orgprecaut.htm>. Zugriff am 19. Februar 1998
- TAYLOR, K.: *The Earth Sciences in the Enlightenment. Studies on the Early Development of Geology*. Farnham: Ashgate Variorum 2008
- TOL, R.: Estimates of the damage costs of climate change. Part 1: Benchmark estimates. *Environmental and Resource Economics* 21/1, 47–73 (2002a)
- UNEP (United Nations Environment Program): *Rio Declaration on Environment and Development* 1992 <http://unep.org/Documents.MultilingualDefault.asp?DocumentID=78&ArticleID=1163>. Zugriff am 20. April 2012
- UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change): *Kyoto Protocol to the United Nations Framework on Climate Change* 1998 <http://unfccc.intresourcedocsconvkpkpeng.pdf>. Zugriff am 20. April 2012
- VAN DER SLUIJS, J. P.: *Anchoring Amid Uncertainty. On the Management if Uncertainty in Risk Assessment of Atmospheric Climate Change*. Ph.D. thesis. Utrecht: Utrecht University 1997
- VAN DER SLUIJS, J. P., CRAYE, M., FUNTOWICZ, S. O., KLOPROGGE, P., RAVETZ, J., and RISBEY, J.: Combining quantitative and qualitative measures of uncertainty in model based environmental assessment: the NUSAP system. *Risk Analysis* 25/2, 481–492 (2005)
- VAN DER SLUIJS, J. P., RISBEY, J. S., KLOPROGGE, P., RAVETZ, J., FUNTOWICZ, S. O., CORRAL QUINTANA, S., et al.: *RIVM/MNP Guidance for Uncertainty Assessment and Communication: Detailed Guidance Report Commissioned by RIVM/MNP – Copernicus Institute, Defrayment of Science, Technology and Society*. Utrecht: Utrecht University 2003
- VAN VUUREN, D. P., EDMONDS, J., KAINUMA, M., RIAHI, K., THOMSON, A., HIBBARD, K., HURTT, G. C., KRAM, T., KREY, V., LAMARQUE, J.-F., MASUI, T., MEINSHAUSEN, M., NAKICENOVIC, N., SMITH, S. J., and ROSE, S. K.: The representative concentration pathways: an overview. *Climatic Change* 109/1,2, 5–31 (2011)
- WAGNER, G., and ZECKHAUSER, R. J.: Climate policy: hard problem, soft thinking. *Climatic Change* 110, 507–521 (2012)

- WALKER, W. E., HARREMOES, P., ROTMANS, J., SLUIJS, J. P., VAN ASSELT, M. B. A., JANSSEN, P. H., and KRAYER VON KRAUSS, M. P.: Defining uncertainty. A conceptual basis for uncertainty management in model-based decision support. *Integrated Assessment* 4, 5–17 (2003)
- WEITZMAN, M. L.: On modeling and interpreting the economics of catastrophic climate change. *Rev. Economics and Statistics* 1/1, 1–19 (2009)
- WINSBERG, E.: Values and uncertainties in the predictions of global climate models. *Kennedy Inst. Ethics J.* 22/2, 111–137 (2012)
- WITTGENSTEIN, L.: *Philosophical Investigations*. Oxford: Blackwell Publishers 2001

Dr. Dr. Rafaela HILLERBRAND, Associate Professor  
TU Delft, TPM-Faculty of Technology,  
Policy & Management, Department of Values,  
Technology & Innovation, Philosophy Section  
Jaffalaan 5  
NL-2628 BX  
Niederlande  
Tel.: +31 152787470  
Fax: +31 152786439  
E-Mail: r.c.hillerbrand@tudelft.nl

## **An den Grenzen des Risikobegriffs: Das Problem des Nichtwissens**

Peter WEHLING (Frankfurt/Main)

### *Zusammenfassung*

Der Beitrag untersucht hauptsächlich am Beispiel gesellschaftlich erzeugter Umweltgefährdungen die Grenzen der Risikobegrifflichkeit und schlägt vor, stattdessen das Konzept und die Phänomene des Nichtwissens in den Mittelpunkt der Aufmerksamkeit zu rücken. Zunächst wird rekapituliert, wie und weshalb der Begriff des Risikos in den 1980er Jahren in den (Sozial-)Wissenschaften, der Politik und der Öffentlichkeit zum vorherrschenden Interpretationsmuster der neuartigen sozial-ökologischen Problemlagen moderner Gesellschaften geworden ist. Gleichwohl zeichnet sich die Begrifflichkeit des Risikos durch einen in mehrfacher Hinsicht selektiven Bezug auf die ökologische Problematik aus. Daher ist als Ergänzung wie als Kritik des Risikobegriffs fast zeitgleich die Kategorie des Nichtwissens in die wissenschaftlichen und politischen Debatten um die Wahrnehmung und Bearbeitung von Umweltgefährdungen eingeführt worden. Dadurch ergibt sich zum einen zwar ein angemesseneres und vielschichtigeres Bild der ökologischen Gefährdungen, zum anderen werden aber auch die enormen Schwierigkeiten ihrer adäquaten politischen und wissenschaftlichen Bearbeitung schärfer sichtbar. Denn wie kann man sich vor potenziellen Gefahren schützen, über die man gar nichts weiß und deren bloße Möglichkeit gesellschaftlich schon hochgradig umstritten ist? Der Beitrag zeigt jedoch, dass es dennoch Erfolg versprechende Möglichkeiten des Umgangs mit Nichtwissen gibt und dass der Perspektivenwechsel von Risiko zu Nichtwissen sogar die Spielräume demokratischen politischen Handelns gegenüber technokratischen Konzepten des Risikomanagements erweitert.

### *Abstract*

Mainly using the example of socially generated environmental problems, the chapter analyses the limits of the concept of risk and argues, instead, for drawing systematic attention to the concept and phenomena of ignorance (or non-knowledge). It is recapitulated, how and why in the 1980s the concept of risk in the (social) sciences, politics and the general public has become the predominant pattern of interpreting the novel social-ecological problems of modern societies. In several respects, however, the concept of risk is characterized by only selectively capturing the modern environmental predicament. Therefore, both as an extension and a criticism of risk, the concept of ignorance has almost simultaneously been introduced into scientific and political debates on how to conceive of and deal with environmental dangers. While this change of perspectives does, on the one hand, contribute to a more complex and appropriate understanding of these dangers, it does, on the other hand, bring to the fore the enormous difficulties of adequately dealing with them in science and politics, since the question arises of how to prevent undesirable outcomes, which are entirely unknown and the mere possibility of which is socially highly contested. Nevertheless, as the chapter illustrates, there are promising opportunities of dealing with the unknown and, in addition, the focus on what is not known even expands the space of democratic political action which, by contrast, frequently is narrowed down by technocratic notions of risk management.

### **1. Einleitung: Die Allgegenwart des Risikos**

Risiken scheinen heutzutage überall zu lauern, von der Vielzahl gesundheitlicher Risiken, mit denen wir alle verantwortungsbewusst umgehen sollen, bis hin zu den dramatischen Risiken

auf den entfesselten Finanzmärkten, von denen ganze Staaten in ihrer Existenz bedroht werden. Auch über Großtechnologien wie die Kernenergie sprechen wir in Kategorien von Risiko und (vermeintlich unvermeidbarem) Restrisiko, und so ist es nicht weiter überraschend, dass auch die möglichen Schäden und Gefahren, die von den industrialisierten und technisierten Gesellschaften in ihrer natürlichen Umwelt ausgelöst werden (Klimaveränderung, Bodenerosion, Wasserverschmutzung usw.), in erster Linie als ökologische *Risiken* wahrgenommen und behandelt werden. Diese Allgegenwart der Risiken ist jedoch nicht allein ein Zeichen dafür, dass wir unser Handeln inzwischen immer stärker unter dem Aspekt seiner möglichen negativen Folgen wahrnehmen. Darüber hinaus ist der Umstand, dass wir überall auf „Risiken“ zu stoßen scheinen, vor allem ein Indiz dafür, dass die Begrifflichkeit des Risikos, der Risikokommunikation und des Risikomanagements, sich in den letzten rund 30 Jahren als vorherrschender konzeptioneller Rahmen für die Deutung, Bewertung und Bearbeitung der (negativen) Konsequenzen individuellen oder kollektiven Handelns durchgesetzt hat. Diese Dominanz des Risikokonzepts ist jedoch alles andere als selbstverständlich oder „in der Natur der Sache“ liegend.

Es ist daher nicht ganz überraschend, dass das Denken in Kategorien des Risikos unter verschiedenen Aspekten immer wieder in Frage gestellt und als einseitig kritisiert worden ist. So wird seit einigen Jahren im Bereich der sozialwissenschaftlichen Gesundheitsforschung darauf hingewiesen, dass Menschen in ihrem Alltag sehr viel weniger mit ihren wissenschaftlich errechneten gesundheitsbezogenen „Risiken“ und deren „Management“ beschäftigt sind, als viele theoretische Zugänge uns glauben machen wollen. Sowohl der empirisch-heuristische als auch der theoretische Nutzen des Risikobegriffs für die Gesundheitsforschung werden daher grundsätzlich bezweifelt (GREEN 2009). Darüber hinaus werden gerade im Blick auf Medizin und Gesundheit einige fragwürdige soziale Implikationen des ubiquitären Risikodiskurses zum Gegenstand kritischer Analyse, vor allem die diesen Diskurs durchziehende Aufforderung und moralische Erwartung an alle Individuen, mit ihren jeweiligen gesundheitlichen und genetischen Risiken rational, verantwortlich und präventiv umzugehen.<sup>1</sup> In einem anderen Kontext, dem der gesellschaftlich nicht ganz unumstrittenen Nanotechnologie-Entwicklung, stellen Umwelt- und Verbraucherorganisationen den Bezugsrahmen und das Bewertungsschema von „Chancen versus Risiken“ grundlegend in Frage, mit dem die Vor- und Nachteile der Nanotechnologie gesellschaftlich und politisch beurteilt werden.<sup>2</sup> Sie argumentieren, dass die vermeintlich enormen wirtschaftlichen Chancen dabei stillschweigend als gegeben vorausgesetzt werden, während die Hinweise auf ökologische oder gesundheitliche Gefährdungen weitgehend marginalisiert werden. Im Ergebnis diene die ritualisierte Abwägung von „Chancen“ und „Risiken“ weniger einer kritischen und „ergebnisoffenen“ gesellschaftlichen Auseinandersetzung mit dem möglichen Nutzen und den Gefahrenpotenzialen neuer Technologien. Sie verwandele sich vielmehr selbst in eine Art „Technologie“ zur Legitimierung und Durchsetzung von wissenschaftlich-technischen Innovationen, über deren mögliche Folgen wir wenig wissen.

Noch etwas grundsätzlicher setzt eine Kritik an, die schon in den 1980er Jahren fast parallel zum Aufstieg des Risikobegriffs auf den Plan trat und vor allem auf die immanenten Grenzen und Einseitigkeiten des Denkens in Kategorien des Risikos aufmerksam machte. Sie konnte zeigen, dass Risikokalkulationen *erstens* nur einen begrenzten Ausschnitt der mögli-

1 Vgl. LENGWILER und MADARASZ 2010, METZL und KIRKLAND 2010, PAUL und SCHMIDT-SEMISCH 2010.

2 Vgl. MILLER und SCRINIS 2010.

chen Folgen unseres Handelns erfassen und *zweitens* nur *wegen* dieser Begrenzung versprechen können, „Risiken“ könnten durch entsprechende Sicherheitsmaßnahmen und Managementstrategien kontrolliert und beherrschbar gemacht werden. Vor allem an diesen Strang der Debatte anknüpfend, möchte ich im folgenden Beitrag verdeutlichen, dass die analytische Perspektive des Risikos keineswegs eine neutrale Beschreibung objektiv gegebener Realitäten beinhaltet, sondern den Zusammenhang von sozialen Aktivitäten und ihren möglichen (negativen) Konsequenzen in einer spezifischen, selektiven und fragwürdigen Weise konstruiert. Herausarbeiten möchte ich hierbei besonders, wie sehr durch die Fixierung auf Risiken das Ausmaß unterschätzt und verkannt wird, in dem uns die (ökologischen, gesundheitlichen, wirtschaftlichen usw.) Folgen unseres Handelns *unbekannt* bleiben, so dass sie kaum kalkulierbar und beherrschbar sind. Als Ergänzung und Alternative bietet es sich daher an, gerade die ökologischen Gefährdungen moderner Gesellschaften (auf die ich mich im Folgenden überwiegend beziehen werde) eher unter der Perspektive des Nichtwissens und des Umgangs mit Nichtwissen zu analysieren als durch die verengte „Brille“ des Risikos.<sup>3</sup>

Im Folgenden möchte ich zunächst exemplarisch rekapitulieren, wie der Begriff des Risikos sich in den 1980er Jahren im Kontext einer spezifischen Wahrnehmung der neuartigen Umweltproblematik in den (Sozial-)Wissenschaften, der Politik und der Öffentlichkeit etabliert hat und dabei zum vorherrschenden Interpretationsmuster von ökologischen Problemlagen geworden ist (Kapitel 2). Im Kontrast dazu wird im 3. Kapitel gezeigt, dass die Begrifflichkeit des Risikos durch einen in mehrfacher Hinsicht selektiven Bezug auf die Umweltproblematik charakterisiert ist. Anschließend werde ich darstellen, wie vor dem Hintergrund dieser problematischen Verengungen fast zeitgleich die Kategorie des Nichtwissens als Ergänzung wie als Kritik des Risikobegriffs in die wissenschaftlichen (und später auch gesellschaftlichen) Debatten um die Wahrnehmung und Bearbeitung von Umweltgefährdungen eingeführt worden ist (Kapitel 4). Daraus ergibt sich ein treffenderes und vielschichtigeres Bild der ökologischen Gefährdungen heutiger Gesellschaften, doch zugleich werden auch die enormen Schwierigkeiten ihrer adäquaten Bearbeitung in Politik und Wissenschaft schärfer sichtbar: Wie kann man sich vor potenziellen, noch unbekannten Gefahren schützen, über die man nichts weiß und deren bloße *Möglichkeit* gesellschaftlich schon hochgradig umstritten ist, weil sie empirisch weder bewiesen noch widerlegt werden kann? Dennoch muss der Umgang mit Nichtwissen kein vollkommen unlösbares Problem darstellen; der Beitrag schließt vor diesem Hintergrund mit einigen weiterführenden Überlegungen, wie auf ökologisches Nichtwissen politisch und wissenschaftlich angemessen reagiert werden kann (Kapitel 5).

## **2. Die Karriere des Risikobegriffs am Beginn der Umweltdebatte<sup>4</sup>**

Seit den 1960er und 1970er Jahren sind in den industrialisierten Ländern sogenannte Umweltprobleme, d. h. als neuartig wahrgenommene Problemlagen im Verhältnis von Gesellschaft, Technik und Natur, allmählich in den Vordergrund der politischen, öffentlichen und wissenschaftlichen Aufmerksamkeit gerückt. Wichtige Anstöße hierfür gaben zum einen wissen-

3 Das bisher vor allem in den Sozialwissenschaften und der Wissenschaftsforschung verbreitete Interesse am Nichtwissen als Erweiterung und Alternative zum Risiko wird in jüngster Zeit auch in der naturwissenschaftlichen Umweltforschung verstärkt aufgegriffen. Vgl. z. B. IBISCH et al. 2012 sowie VON DETTEN et al. 2013.

4 Die folgenden Überlegungen bauen in Teilen auf der Argumentation in WEHLING 2011 auf; vgl. zum Spannungsverhältnis von Risiko und Nichtwissen auch BÖSCHEN und WEHLING 2012.

schaftliche Arbeiten wie die von Rachel CARSON (1907–1964) schon 1962 in ihrem Buch *Silent Spring* vorgetragene Kritik am Einsatz von Chemikalien in der Landwirtschaft (CARSON 2007) oder der Bericht über die *Grenzen des Wachstums* (MEADOWS et al. 1972) aus dem Jahr 1972, der damals großes Aufsehen erregte und verdeutlichte, in welchem Maße gerade das industrielle, wachstumsorientierte Wirtschaftsmodell weiterhin an endliche natürliche Ressourcen gebunden ist. Zum anderen schärfte eine Kette von dramatischen Unfällen, wie vor allem die Chemie-Katastrophen von Seveso (1976) und Bhopal (1984) sowie die Kernreaktorunfälle in Three Mile Island/Harrisburg (1979) und Tschernobyl (1986) das gesellschaftliche Bewusstsein für die enormen Gefahren industrieller Großtechnologien. Sozialwissenschaftlich interpretiert wurden diese Ereignisse in Begriffen wie „Umweltgefährdungen“, „ökologische Probleme“ oder auch „Krisen der gesellschaftlichen Naturverhältnisse“; vor allem aber wurden sie als ökologische oder technologische „Risiken“ wahrgenommen und gedeutet.<sup>5</sup>

Ich möchte die Etablierung und Verbreitung der Risikobegrifflichkeit exemplarisch und in aller Kürze an der deutschsprachigen Soziologie illustrieren, denn hier erwies sich die Deutung der neuen ökologischen Problematik in Kategorien des Risikos als sehr einfluss- und erfolgreich.<sup>6</sup> Dies war, anders als man im Rückblick vermuten könnte, nicht allein der großen Wirkung geschuldet, die Ulrich BECKs *Risikogesellschaft* (1986) auf die öffentliche und soziologische Diskussion ausübte. Vielmehr verdankte das fast zeitgleich mit dem Tschernobyl-Unfall veröffentlichte Buch seinen Erfolg seinerseits auch dem Umstand, dass das Bewusstsein, im Alltag vielfältigen technisch erzeugten Gefährdungen ausgesetzt zu sein, in jener Zeit gesellschaftlich verbreitet war und auch sozialwissenschaftlich thematisiert wurde. So hatte der französische Politikwissenschaftler Patrick LAGADEC schon 1981 sein Buch *La civilisation du risque: catastrophes technologiques et responsabilite sociale* herausgebracht, das 1987 unter dem Titel *Das große Risiko: technische Katastrophen und gesellschaftliche Verantwortung* (LAGADEC 1987) in deutscher Übersetzung erschien. Nur wenig später versuchte der amerikanische Organisationssoziologe Charles PERROW in der 1984 erschienenen Studie *Normal Accidents. Living with High-Risk Technologies* u. a. am Beispiel des Beinahe-GAU im Kernkraftwerk Three Mile Island die These zu begründen, Unfälle in großtechnischen Systemen seien „normal“, wenn nicht sogar unvermeidlich.<sup>7</sup>

Was waren die Gründe dafür, dass der Risikobegriff so erfolgreich und anschlussfähig sowohl in der öffentlichen Wahrnehmung als auch in der sozialwissenschaftlichen Diskussion war? Einen wichtigen Hinweis geben die Titel und Untertitel der erwähnten Bücher von LAGADEC und PERROW: Das Denken in Kategorien des Risikos gewann einen Großteil seiner Überzeugungskraft aus der großflächigen Nutzung offenkundig störungsanfälliger und gesellschaftlich umstrittener Technologien, allen voran der Kernenergie und der industriellen Chemie, später auch der Gentechnik. Die „Entdeckung des technischen Großrisikos“, von der LAGADEC<sup>8</sup> gesprochen hatte, also von Störfällen mit möglicherweise schwerwiegenden Folgen für Gesellschaft und Umwelt, war einer der Faktoren, die wesentlich zur Sugges-

5 Vgl. hierzu, um nur zwei der weltweit einflussreichsten sozialwissenschaftlichen Deutungen zu erwähnen, DOUGLAS und WILDAVSKY 1982 sowie BECK 1986.

6 Vgl. neben der bereits erwähnten „Risikogesellschaft“ von BECK 1986 u. a. LUHMANN 1991, KROHN und KRÜCKEN 1993, BONSS 1995 sowie RENN et al. 2007. Zur teilweise kontrastierenden Rezeption des Risikobegriffs in Frankreich vgl. RUDOLF 2007 sowie ZWIERLEIN 2013.

7 PERROWS Buch erschien ebenfalls 1987 in deutscher Übersetzung unter dem Titel *Normale Katastrophen. Die unvermeidbaren Risiken der Großtechnik*.

8 LAGADEC 1987, S. 76ff.

tivkraft des Risikobegriffs beitragen. Ereignisse wie die Unglücksfälle in Seveso, Bhopal oder Tschernobyl „unterfütterten“ die Diagnose einer „civilisation du risque“ (LAGADEC); solche „normal accidents“ (PERROW) erschienen als das „Risiko“, das die Gesellschaft für den Einsatz dieser Technologien eingehen musste oder das ihr von denjenigen, die von der Nutzung der „Hochrisiko-Technologien“ profitierten, faktisch aufgebürdet wurde. Die politisch brisante Frage, die seinerzeit massive soziale Protestbewegungen vor allem gegen die Nutzung der Kernenergie mobilisierte, bestand darin, ob solche Risiken mit potenziellen Folgeschäden von bis dahin ungekannten Ausmaßen gesellschaftlich vertretbar und akzeptabel waren. Allerdings blieb der Blick auf Umweltgefährdungen, wie er sich im Horizont der sozialen Konflikte um die Atomenergie und andere Großtechniken herausgebildet hatte, stark zeit- und kontextgebunden. Eine ganze Reihe anderer, nicht minder gravierender gesellschaftlich erzeugter Umweltbelastungen, allen voran der mögliche Klimawandel, aber auch globale Bodenerosion, Wasserknappheit, der Rückgang der Biodiversität sowie der Verlust der Regenwälder, lässt sich kaum sinnvoll nach der Logik des „technischen Großrisikos“ und dem Modell des einmaligen, katastrophalen Störfalls begreifen.

Ein weiterer Grund für die Plausibilität und Überzeugungskraft der Risikobegrifflichkeit ist darin zu sehen, dass diese Ende der 1970er Jahre in einer Reihe von Disziplinen und Wissenschaftsbereichen bereits eingeführt war, darunter die Wirtschaftswissenschaften, die Ingenieurwissenschaften, die Psychologie oder die Versicherungsmathematik. Somit konnte in der entstehenden Umweltdebatte einerseits an eine schon geläufige Terminologie angeschlossen werden. Andererseits wurde der Risikobegriff in den genannten wissenschaftlichen Disziplinen und Forschungsgebieten letztlich objektivistisch und rationalistisch verstanden, nämlich als ein zukünftig mögliches Schadensereignis, das objektiv bestimmbar und rational kalkulierbar sei: In den Wirtschaftswissenschaften etwa wurde „Risiko“ in Anlehnung an Frank KNIGHT (1885–1972) als eine nach statistischen Wahrscheinlichkeiten abschätzbare (negative) Folge ökonomischer Entscheidungen begriffen (KNIGHT 1964). Aus der Versicherungsmathematik sowie aus technischen Risikoberechnungen stammt die bekannte Formel „Risiko = Schadenshöhe × Eintrittswahrscheinlichkeit“, die es zu ermöglichen schien, Risiken zu quantifizieren und zu vergleichen. Die Psychologie schließlich untersuchte zwar die sehr uneinheitlichen, divergierenden Risikowahrnehmungen sozialer Akteure, charakterisierte diese jedoch über lange Zeit hinweg als defizitär und irrational gegenüber der „korrekten“ wissenschaftlichen Risikobestimmung. In diesen disziplinären Zugängen erschien Risiko als ein zukünftig mögliches, in seinem Ausmaß und seiner Eintrittswahrscheinlichkeit jedoch prinzipiell antizipierbares und deshalb rational kalkulierbares und beherrschbares Schadensereignis. Auf der Grundlage der Risikoabschätzung konnte versucht werden, das Eintreten der antizipierten Schäden durch gezielte Sicherheitsvorkehrungen zu verhindern oder zumindest deren Auswirkungen abzuschwächen und durch Versicherungssysteme monetär zu kompensieren. Das Denken in Kategorien des Risikos wurde in vielen Handlungsbereichen schließlich als so selbstverständlich wahrgenommen, dass der britische Wissenschaftsforscher Brian WYNNE zu Recht von einer „kulturellen Verdinglichung des Risikos“ („cultural reification of risk“) sprechen konnte.<sup>9</sup> Mit diesem Begriff fasst WYNNE zwei Aspekte zusammen: *erstens* die stillschweigende Annahme, ökologische und andere Gefährdungen würden nicht lediglich als Risiken definiert und konstruiert, sondern seien *tatsächlich* „Risiken“, also antizipierbare, kalkulierbare und beherrschbare Handlungsfolgen; *zweitens* eine „expertokra-

9 WYNNE 2002, S. 468.

tische“ Auffassung, der zufolge professionelle, wissenschaftliche Risikoanalyse „identifies and domesticates all significant future consequences of the relevant actions“.<sup>10</sup> Unvorhergesehene Handlungsfolgen „beyond the reach of existing scientific knowledge“ werden, so WYNNE, auf diese Weise ausgeblendet und marginalisiert.<sup>11</sup>

Von solchen „verdinglichten“ Risikokonzepten grenzte sich die soziologische Beschäftigung mit der Thematik zu Recht ab. Soziologische Kritik hob hervor, dass Risiken keine objektiven Realitäten sind, sondern dass zukünftige Handlungsfolgen *als* (vermeintlich) berechenbare und beherrschbare Risiken sozial definiert oder „konstruiert“ werden. Die Soziologie wies überdies darauf hin, dass die Risikokalkulationen professioneller Experten keineswegs *per se* rational und sachadäquat waren, sondern auf teilweise höchst fragwürdigen Prämissen und Annahmen beruhten. Die Kernenergie-Debatte der 1970er und 1980er Jahre bot hierfür hinreichendes Anschauungsmaterial.<sup>12</sup> Daher könne man umgekehrt die Risikowahrnehmungen von „Laien“ nicht ohne weiteres als irrational und „hysterisch“ abtun; sie seien vielmehr durch spezifische alltagsweltliche Rationalitäten und Erfahrungen geprägt und müssten in ihrer Eigenständigkeit anerkannt werden. Aus solchen kritischen Einwänden gegen objektivistische Auffassungen gingen unterschiedliche soziologische Risikokonzeptionen hervor;<sup>13</sup> im Folgenden werde ich mich auf die theoretischen Entwürfe von Ulrich BECK und Niklas LUHMANN (1927–1998) konzentrieren, nicht nur weil sie über die deutschsprachige Soziologie hinaus sehr einflussreich waren und sind, sondern auch, weil sie die Risikobegrifflichkeit gewissermaßen an ihre Grenzen treiben und damit schon den Perspektivenwechsel zum Nichtwissen einleiten und vorbereiten.

Nach BECK entspringen die ökologischen Risiken moderner Gesellschaften vor allem aus den nicht-intendierten und unvorhergesehenen Nebenfolgen rationalen wissenschaftlich-technischen Handelns. Ihre Besonderheit und Dramatik im Vergleich zu den Gefahrenlagen früherer gesellschaftlicher Epochen gewinnen sie aus ihrem globalen Ausmaß sowie ihrer tendenziellen Unvorhersehbarkeit, Unkontrollierbarkeit und Irreversibilität.<sup>14</sup> Zudem entziehen sich gerade moderne industrielle Risiken häufig der unmittelbaren Sinneswahrnehmung; sie sind „prinzipiell argumentativ vermittelt“ und somit „im besonderen Maße *offen für soziale Definitionsprozesse*“,<sup>15</sup> für Dramatisierung und Überzeichnung ebenso wie für Verharmlosung und Beschwichtigung. Aus der Perspektive von LUHMANNs Theorie sozialer Systeme stellen Risiken primär eine Form der Beobachtung von Entscheidungen, genauer gesagt, der Zurechnung von zukünftig möglichen negativen Effekten auf Entscheidungen dar.<sup>16</sup> Besondere Bedeutung gewinnt für LUHMANN die Unterscheidung von Risiko und Gefahr (anstelle

10 Ebenda, S. 469.

11 Angesichts der fortbestehenden Dominanz expertenbasierter Risikoberechnungen haben solche kritischen Einwände nichts von ihrer Aktualität eingebüßt. Vgl. z. B. IBISCH und HOBSON 2012, S. 36: „Impact assessment and risk analysis cannot hope to capture all eventualities and there is plenty of evidence in technology where unforeseen problems have slipped through the system. These unexpected occurrences constitute blindspot non-knowledge.“

12 Vgl. RADKAU und HAHN 2013, S. 227ff.

13 Vgl. ZINN 2008.

14 RADKAU und HAHN (2013, S. 247) drücken diesen Sachverhalt in ihrem Rückblick auf die Geschichte der deutschen Atomwirtschaft etwas „technischer“ aus: „Der klassische Gültigkeitsbereich der Wahrscheinlichkeitsrechnung waren Vorgänge geringer Komplexität, über die es massenhafte Erfahrungen und gleichartige Daten gibt; bei der Kerntechnik trifft in jeder Hinsicht das Gegenteil zu. Die Wahrscheinlichkeitsrechnung wurde hier aus dem Zwang heraus eingeführt, dass man sich empirisches Lernen durch ‚Trial and Error‘ nicht leisten konnte, nicht etwa auf Grund einer Entdeckung, dass die Kerntechnik ein geeignetes Feld für solche Kalkulationen sei.“

15 BECK 1986, S. 35 und S. 30; Hervorhebung im Original.

16 Vgl. LUHMANN 1990, S. 149.

der geläufigeren Differenz von Risiko und technisch hergestellter Sicherheit) sowie die daran angelehnte Gegenüberstellung von „Entscheidern“ und „Betroffenen“.<sup>17</sup> Was für die Ersteren ein kalkuliertes und gegen zu erwartende Vorteile abzuwägendes „Risiko“ eigenen Entscheidens ist, erscheint für Letztere als eine „von außen“, durch Entscheidungen anderer zugemutete „Gefahr“, auf deren Eintreten man keinerlei Einfluss hat. Überdies kommen den Betroffenen zumeist noch nicht einmal die durch riskante Entscheidungen erzielten Vorteile zugute.

Wenngleich BECK und LUHMANN wesentlich zur Verbreitung des Risikokonzepts in den Sozialwissenschaften wie auch in der interessierten Öffentlichkeit beigetragen haben, haben sie gleichzeitig dessen Begrenztheit bei der Analyse gegenwärtiger Umweltgefährdungen durchaus klar gesehen. So hat BECK immer wieder hervorgehoben, dass die „ökologischen, atomaren, chemischen und genetischen Großgefahren“ der hochtechnisierten Moderne sich in mehrfacher Hinsicht scharf von den räumlich, zeitlich und sozial eingrenzbaren, kausal zurechenbaren und kompensierbaren Risiken primärer Industrialisierung unterscheiden. Entsprechend versage jede Risikoberechnung angesichts der „Wiederkehr nicht kalkulierbarer Unsicherheiten in Gestalt spätindustrieller Großgefahren“.<sup>18</sup> Mit etwas anderer Akzentsetzung hat auch LUHMANN sehr deutlich auf die „Grenzen der Risikosemantik“ hingewiesen: „In ökologischen Kontexten finden wir uns heute vor einer Komplexität, die sich einer Zurechnung auf Entscheidungen entzieht.“<sup>19</sup> Die „äußerst komplexen Kausalverkettungen zahlreicher Faktoren und die Langfristigkeit der Trends“ ließen eine solche Zurechnung gar nicht zu. Dennoch gehe, so LUHMANN,<sup>20</sup> die „Faszination durch das Technik/Entscheidung/Risiko-Syndrom [...] so weit, daß wir auch diese Situation noch in dieser Semantik zu erfassen versuchen“ – ein deutlicher Hinweis auf die von WYNNE diagnostizierte „Verdinglichung“ des Risikobegriffs. Es ist vor diesem Hintergrund nicht verwunderlich, dass sowohl BECK als auch LUHMANN sich in den 1990er Jahren der ökologischen Problematik mehr und mehr unter dem Aspekt und der Perspektive des Nichtwissens genähert haben<sup>21</sup> – ohne allerdings die Risikoterminologie aufzugeben. Dies ist zwar insofern durchaus gerechtfertigt, als der gesellschaftliche Umgang mit Umweltgefährdungen und anderen Problemfeldern nach wie vor durch Begriffe und Konzepte wie Risikoabschätzung, Risikomanagement oder Risikokommunikation angeleitet und organisiert wird. Dennoch erzeugt die parallele Verwendung beider Terminologien gelegentlich den Eindruck, „Risiko“ und „Nichtwissen“ seien mehr oder weniger synonym und austauschbar zu benutzende Begriffe, wodurch die dahinter liegenden konzeptionellen Differenzen verwischt zu werden drohen. Deutlich werden diese erst dann, wenn die inhärenten Selektivitäten des Risikobegriffs systematisch in den Blick genommen werden.

### **3. Grenzen und Selektivitäten des Risikobegriffs**

Die erwähnten soziologischen Differenzierungen verweisen zu Recht auf die Definitionsabhängigkeit von Risiken, auf die gesellschaftlich bedingte Vielfalt und Eigenständigkeit der Risikowahrnehmungen sowie auf die darin angelegten sozialen und politischen Konflikte. Wenngleich damit die Einseitigkeit objektivistischer Risikokalkulationen weitgehend

17 LUHMANN 1991, S. 111ff.

18 BECK 1988, S. 120f.

19 LUHMANN 1992a, S. 146.

20 Ebenda, S. 146f.

21 BECK 1996, LUHMANN 1992b.

überwunden wird, bleibt die grundlegende Selektivität der Risikobegrifflichkeit von diesen Einwänden zunächst unberührt. Vor allem drei Implikationen des Risikobegriffs erweisen sich als fragwürdig und verengen den theoretischen Zugang zu gesellschaftlich erzeugten Umweltgefährdungen (und deren Rückwirkungen auf die Gesellschaft) in problematischer Weise:

- die unausgesprochene Prämisse, dass Risiken prinzipiell bekannt und antizipierbar sind;
- die Annahme der mehr oder weniger eindeutigen Zurechenbarkeit von Risiken auf (einzelne) Handlungen oder Entscheidungen;
- die Fixierung der Risikosemantik auf *zukünftige* Schadensereignisse und die Unterschätzung der Schwierigkeiten, selbst bereits eingetretene ökologische Schäden überhaupt zu erkennen.

(a) In der Semantik des Risikos ist implizit angelegt oder sogar explizit formuliert, dass die negativen Handlungs- und Entscheidungsfolgen, mit denen man zu rechnen hat, prinzipiell bekannt sind, auch wenn sie selbstverständlich nicht in allen denkbaren Details vorhergesehen werden können. Risiken sind mögliche Handlungsfolgen in der Zukunft, die gegenwärtig schon antizipiert und auf eine gegenwärtige Entscheidung zugerechnet werden – so dass bei einer anderen Entscheidung auch andere „Risiken“ zu erwarten sind. Anders gesagt: den Begriff „Risiko“ zu verwenden, setzt stillschweigend voraus, dass das Spektrum möglicher Schadensereignisse vorhersehbar ist, wenngleich man selbstverständlich nicht weiß, ob, wann und in welchem Ausmaß sie tatsächlich eintreten werden, und obwohl heutzutage auch nicht immer die Kenntnis statistisch gesicherter Eintrittswahrscheinlichkeiten vorausgesetzt wird. An der Annahme eines prinzipiell bekannten Spektrums von Risiken setzen die Sicherheitsversprechen der Risikoforschung und des Risikomanagements an, denn sie zielen darauf, Schutzvorkehrungen und Präventionsmaßnahmen gegen die vorhersehbaren Gefährdungen zu treffen und deren Eintreten zu verhindern. „Sicherheit“ erwächst daraus jedoch nur unter der zweifelhaften Prämisse, dass tatsächlich alle relevanten Schadensmöglichkeiten in den Blick der Risikoforschung geraten sind. Natürlich wird häufig auch von den „unbekannten Risiken“ etwa einer bestimmten Technologie gesprochen. Doch damit geht man schon über den Horizont des Denkens in Risikobegriffen hinaus und wechselt zu einer Soziologie des Nichtwissens, denn es stellen sich Fragen wie die folgenden: Für wen sind diese Risiken unbekannt, weshalb sind sie unbekannt, was wissen oder vermuten wir dennoch über sie, und wie können sie zum Gegenstand gesellschaftlicher Wahrnehmung und Gestaltung werden? Ähnliches gilt für den schillernden Begriff des „Restrisikos“; auch dieser in den Debatten um die Kernenergie lange Zeit höchst umstrittene Begriff verweist *de facto* darauf, dass wir jenseits aller Risikokalkulationen und Sicherheitsmaßnahmen noch mit unvorhergesehenen und/oder unkontrollierbaren Ereignissen rechnen müssen. Mit dem Konzept des Restrisikos wird häufig die Unterstellung verbunden, es gebe eben keine hundertprozentige Sicherheit, und mit einem gewissen „Rest“ an Unsicherheit müsse man einfach leben. Doch abgesehen davon, dass diese Schlussfolgerung zumindest bei Technologien oder Umwelteingriffen mit einem sehr hohen Schadenspotential äußerst fragwürdig ist, führt auch die Rede vom Restrisiko in die Fragestellungen und Paradoxien des Umgangs mit Nichtwissen: Kann man trotzdem etwas über das „Restrisiko“ in Erfahrung bringen – und wie soll und kann man angemessen auf unbekannte, nichtvorhersehbare Gefährdungen reagieren?

- (b) Die im Risikokonzept unterstellte Zurechenbarkeit von potenziellen Schadensereignissen auf einzelne, isolierbare Entscheidungen erweist sich gerade bei ökologischen Gefährdungen als wenig plausibel. Wie erwähnt, sind viele der gegenwärtig bedrohlichsten Umweltprobleme (allen voran Klimaveränderung, Wasserknappheit und Bodenerosion) kaum sinnvoll als Konsequenz bestimmter Einzelentscheidungen zu begreifen bzw. auf solche Entscheidungen als deren Folge zuzurechnen. Sie stellen vielmehr das Ergebnis komplexer, fortlaufender Wechselwirkungen zwischen eingespielten, kollektiven sozialen Praktiken und teilweise unvorhersehbaren ökologischen Dynamiken dar. Dabei zeigt gerade das Beispiel des Klimawandels, wie schwierig es ist, klare und eindeutige Kausalbeziehungen zwischen bestimmten sozialen Aktivitäten und ökologischen Wirkungen zu etablieren, denn noch immer ist nicht unumstritten, *welchen Anteil* die Nutzung fossiler Energiequellen am Anstieg der Durchschnittstemperaturen hat. Außerdem ist der Beitrag jeder und jedes einzelnen Handelnden zu den globalen Umweltgefährdungen in der Regel so verschwindend gering, dass es gänzlich irreführend wäre, davon zu sprechen, die individuelle Entscheidung, mit dem Auto zur Arbeit zu fahren oder mit dem Flugzeug in den Urlaub zu reisen, gehe mit dem „Risiko“ einer Klimaveränderung einher. Ebenso wenig wird dieses Risiko geringer, wenn eine einzelne Person auf Flugreisen oder Autofahrten verzichtet.<sup>22</sup> Man könnte einwenden, dass die Möglichkeit einer Klimaveränderung das Risiko (kollektiver) *politischer* Entscheidungen für oder gegen bestimmte Formen der Energieversorgung darstellt. Dieses Argument ist nicht ganz falsch, überschätzt aber schon die Genauigkeit unseres Wissens über die entsprechenden Wirkungszusammenhänge: Trägt die Nutzung von „Biosprit“ in der Gesamtbilanz eher zur Beschleunigung oder zur Verlangsamung des Klimawandels bei? Überschätzt wird auch das Ausmaß, in dem politische Entscheidungen und Rahmenseetzungen das alltägliche Verhalten einer Vielzahl sozialer Akteure beeinflussen oder gar determinieren können. Überzeugender, als solche argumentativen Hilfskonstruktionen aufzubauen, wäre es, anzuerkennen, dass sich Umweltprobleme wie Klimawandel, Wasserknappheit oder Verlust der Biodiversität, den Prämissen und der Logik des Risikokonzepts entziehen und andere Formen der wissenschaftlichen und politischen Bearbeitung erfordern.
- (c) Risiken sind antizipierte mögliche Schadensereignisse in der Zukunft. Aus dieser Orientierung an zukünftigen Geschehnissen ergibt sich ein dritter Grund, weshalb „Risiko“ einen zu einseitigen konzeptionellen Bezugsrahmen für die Analyse gesellschaftlich erzeugter Umweltgefährdungen abgibt. Die Risikoterminologie hält nur die Zukunft für unbekannt und setzt die Erkenntnis der Vergangenheit demgegenüber stillschweigend als unproblematisch voraus, weil man das, was sich bereits ereignet hat, ja „sehen“ könne. Auf diese Weise verkennt der Risikodiskurs den Umstand, dass die Entdeckung schon eingetretener Umweltschäden alles andere als trivial ist. Besonders eindrucksvoll wird dies durch das Beispiel der Ozonschädigung durch Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe (FCKW)

<sup>22</sup> Damit möchte ich keineswegs behaupten, individuelle Verhaltensänderungen seien sinnlos; sie sind, ganz im Gegenteil, von erheblicher politischer und kultureller Bedeutung. Entscheidend ist jedoch, sie als Teil oder sogar Motor eines sozialen Lern- und Transformationsprozesses zu begreifen, statt sie als Form des Risikomanagements zu missverstehen. Die Überbetonung utilitaristischer Kalküle, worin das eigene Handeln permanent auf „Chancen“ und „Risiken“ hin überprüft wird, kann sogar kontraproduktive Einstellungen und Verhaltensweisen begünstigen, wie das sogenannte „Trittbrett-Fahren“. Denn unter einer solchen Perspektive scheint es für jeden Einzelnen (vordergründig) auf jeden Fall lukrativer zu sein, das eigene Verhalten nicht zu ändern und darauf zu setzen, dass stattdessen andere umweltbewusst handeln.

belegt: Das sogenannte „Ozonloch“ wurde beim Einstieg in die industrielle Herstellung und Nutzung der FCKW um 1930 gerade *nicht* als mögliches Risiko antizipiert; es blieb lange Zeit unerkannt und wurde erst gegen Mitte der 1970er Jahre zunächst hypothetisch als mögliche Folge diskutiert und nochmals weitere rund zehn Jahre später auch durch Messungen bestätigt.<sup>23</sup> Risikodebatten konzentrieren sich demgegenüber auf die Vorhersage möglicher Entscheidungsfolgen in der Zukunft, widmen jedoch der Erkenntnis dieser Folgen, falls sie denn eintreten oder eingetreten sind, nur wenig Aufmerksamkeit. Auch hier zeigt sich die Nähe des Risikobegriffs zum Störfall in großtechnischen Anlagen. Dieser wird als unmittelbar sichtbar und erfahrbare unterstellt; doch was für die Explosion in einer großen chemischen Produktionsanlage zutreffen mag, gilt kaum für die „schleichende“ Ausbreitung von chemischen Substanzen, Nanopartikeln oder gentechnisch modifizierten Pflanzen sowie für deren schwer beobachtbare, unter Umständen räumlich weit verteilte und zeitlich verzögerte Auswirkungen. Selbst die retrospektive Erkenntnis solcher Wirkungen ist höchst voraussetzungsreich, und die damit einhergehenden Schwierigkeiten sind in der Begrifflichkeit des Risikos nicht sinnvoll zu erfassen.

#### 4. Der Perspektivenwechsel zum Nichtwissen

Die Einseitigkeiten des Risikokonzepts sind in den durch die Umweltthematik ausgelösten wissenschaftlichen und politischen Diskussionen allerdings nicht lange verborgen geblieben. Eine der wichtigsten und konzeptionell folgenreichsten Reaktionen bestand in der systematischen Ausweitung der analytischen Perspektive auf den Begriff und die Phänomene des Nichtwissens, zunächst in Philosophie, Wirtschaftswissenschaften und Wissenschaftsforschung, bald auch in der Soziologie. Seit den frühen 1980er Jahren, und somit fast zeitgleich zum Aufstieg des Risikobegriffs, wurde der Relevanz des Nichtwissens in der umwelt- und technologiepolitischen Debatte zunehmend Rechnung getragen.<sup>24</sup> Nichtwissen fungierte dabei sowohl als Erweiterung wie auch als Alternative und Gegenbegriff zum wirtschaftswissenschaftlich geprägten Begriffspaar „Risiko“ (*risk*) und „Ungewissheit“ (*uncertainty*). Der britische Technikphilosoph David COLLINGRIDGE identifizierte 1980 in seinem einflussreichen Buch *The Social Control of Technology* eine ganze Klasse von neuartigen Entscheidungsproblemen, bei denen nicht alle Entscheidungsfolgen im Voraus bestimmt werden können.<sup>25</sup> Als Konsequenz schlug er vor, das geläufige Spektrum von Entscheidungen unter Gewissheit, Risiko und Ungewissheit durch die Perspektive des „decision-making under ignorance“ zu ergänzen. Die Ökonomen Malte FABER und John PROOPS grenzten den Begriff des Nichtwissens in ähnlicher Weise wie COLLINGRIDGE von Risiko und Ungewissheit ab; sie nahmen jedoch eine wichtige Erweiterung der Perspektive vor, indem sie Situationen des Nichtwissens als Handlungskonstellationen charakterisierten, „where possible outcomes may not all be recognised prior to their occurrence, or where even the *area of possible outcomes* may not be known in advance“.<sup>26</sup> Der letztgenannte Aspekt verdient besondere Beachtung, denn in Situationen des Nichtwissens ist nicht nur diese oder jene mögliche Handlungsfolge

23 Vgl. BÖSCHEN 2000, FARMAN 2001.

24 Vgl. COLLINGRIDGE 1980, RAVETZ 1986, 1987, SMITHSON 1989, FABER et al. 1990, LUHMANN 1992b, WYNNE 1992, FABER und PROOPS 1993.

25 COLLINGRIDGE 1980, S. 25.

26 FABER und PROOPS 1993, S. 114 – Hervorhebung hinzugefügt.

vorab unbekannt, man hat es nicht lediglich mit kleinen Wissenslücken und „unvollständiger Information“ zu tun. Vielmehr bleiben gerade in ökologischen Kontexten häufig auch der räumliche und zeitliche Horizont sowie die Umweltbereiche und -medien unklar, in denen negative Konsequenzen auftreten können. Auch hierfür bietet die FCKW-Problematik ein eindringliches Beispiel. Denn vor dem Einsatz dieser Substanzen wurden durchaus Risikoanalysen, etwa im Hinblick auf Toxizität oder Entflammbarkeit, unternommen. Aber keiner der beteiligten Forscher war auch nur „auf die Idee gekommen“, die FCKW könnten räumlich und zeitlich extrem verschobene, fatale Wirkungen in der oberen Erdatmosphäre auslösen. Ganz offensichtlich erschwert eine solche Situation sowohl die gezielte Beobachtung von Handlungsfolgen (wo, wann, wie lange und mit welchen Methoden und Instrumenten soll man beobachten?) als auch die kausale Zurechnung bereits eingetretener Effekte. Überdies wird das häufig mit Risikokalkulationen einhergehende Vertrauen nachhaltig in Frage gestellt, schädliche Effekte würden sich schon rechtzeitig genug manifestieren, dass noch korrigierend eingegriffen werden könnte.<sup>27</sup>

Wichtig für die weitere Vertiefung des Perspektivenwechsels vom Risiko zum Nichtwissen waren drei analytische Differenzierungen und theoretische Weiterentwicklungen seit den 1980er Jahren: *Erstens* ist vor allem von Brian WYNNE die Vorstellung kritisiert worden, zwischen Risiko, Ungewissheit und Nichtwissen bestehe eine Art Kontinuum, so dass man von Risiken noch einiges wisse, bei Ungewissheit nur noch wenig und unter Bedingungen des Nichtwissen gar nichts mehr. Wie WYNNE demgegenüber hervorhob, besteht zwischen Risiko und Ungewissheit einerseits, Nichtwissen andererseits nicht lediglich eine quantitative, sondern vor allem eine *qualitative* Differenz: Nichtwissen ist in Form von Vernachlässigtem und Übersehenem, von verengten Aufmerksamkeitshorizonten, von Wissenslücken und blinden Flecken gleichsam „eingebettet“ in die Definition von Risiken und Ungewissheiten; es könne daher nicht einfach als „an extension in scale on the same dimension“ begriffen werden.<sup>28</sup> Gut illustrieren lässt sich dies am Beispiel der Risikoabschätzungen neuer Technologien oder Produkte. Diese orientieren sich häufig am Vergleich mit den bereits bekannten Nachteilen (oder „Risiken“) der Vorgängertechnologien und -produkte, sie versuchen, diese Nachteile zu beseitigen, und neigen genau deshalb dazu, die möglichen neuen Gefährdungspotenziale zu unterschätzen und zu übersehen, die sie selbst hervorbringen. So wurde das Schlafmittel Contergan in den 1950er Jahren als besonders sicher vermarktet, weil es anders als die bis dahin gebräuchlichen Mittel nicht zum Suizid verwendet werden konnte. Risikoforschung, die sich zu stark auf die Fehlerquellen eines Vorgängerprodukts konzentriert, kann offenbar selbst unbeabsichtigt zur Erzeugung von blinden Flecken und Nichtwissen beitragen.

In diesem Zusammenhang hat der britische Wissenschaftsforscher Jerome RAVETZ eine *zweite* entscheidende Einsicht beigesteuert. Er argumentierte, dass Nichtwissen gerade im Kontext der Ökologieproblematik nicht einfach den vorgefundenen *Ausgangspunkt* wissenschaftlicher Erkenntnis darstellt, sondern auch als deren *Folge* begriffen werden muss. RAVETZ prägte hierfür den treffenden Begriff „science-based ignorance“ und charakterisierte dieses Nichtwissen als „an absence of necessary knowledge concerning systems and cycles that exist out there in the natural world, but which exist only because of human activities. Were it not for our intervention, those things and events would not exist, and so our lamentable and dangerous ig-

<sup>27</sup> Vgl. dazu auch unten Kapitel 5.

<sup>28</sup> WYNNE 1992, S. 115.

norance of them is man-made as much as the systems themselves.“<sup>29</sup> Wissenschaft und Technologie können zwar in immer komplexerer und folgenreicherer Weise in die Welt eingreifen, aber sie sind dennoch oder gerade deshalb keineswegs in der Lage, die Effekte dieser Interventionen auch nur annähernd vollständig zu antizipieren oder wenigstens rechtzeitig zu entdecken. Dies hat eine dramatische, nur auf den ersten Blick paradox erscheinende Konsequenz: Nichtwissen wird durch mehr wissenschaftliches Wissen nicht einfach immer weiter zurückgedrängt (oder gar ganz zum Verschwinden gebracht), sondern häufig noch gesteigert und vergrößert. Auch darauf hat RAVETZ bereits in den 1980er Jahren als einer der ersten Autoren in aller Deutlichkeit hingewiesen: „Now we face the paradox that while our knowledge continues to increase exponentially, our relevant ignorance does so, even more rapidly. And this is ignorance generated by science!“<sup>30</sup> Gut zehn Jahre später hat Niklas LUHMANN diesen Zusammenhang in ganz ähnlicher Weise formuliert. Nach LUHMANN<sup>31</sup> nimmt „vor allem auf Grund der wissenschaftlichen Forschung und allgemein mit zunehmender Komplexität des Wissens [...] das Nichtwissen überproportional zu“. Nichtwissen ist somit nicht einfach das bloße Gegenteil von Wissen, sondern steht mit diesem in vielfältigen Wechselbeziehungen.

Hieran knüpfte eine *dritte* weiterführende Einsicht an, nämlich die Erkenntnis, dass Nichtwissen kein homogenes und amorphes Phänomen im Sinne einer völligen Abwesenheit jeglichen Wissens ist. Nichtwissen tritt vielmehr in unterschiedlichen Varianten und Abstufungen auf und kann dementsprechend in sich differenziert werden (SMITHSON 1985). Schon recht bald ist daher eine ganze Reihe von Typologien und Klassifikationen unterschiedlicher Formen und Varianten des Nichtwissens entwickelt worden,<sup>32</sup> deren Systematik jedoch oft unklar blieb oder auf eine Kontrastierung vermeintlich eindeutiger Idealtypen (gewusstes versus nicht-gewusstes Nichtwissen) hinauslief. Produktiver als solche abstrakten Gegenüberstellungen ist es, zu untersuchen, wie Nichtwissen in den drei entscheidenden Dimensionen *Wissen* des Nichtwissens, *Intentionalität* des Nichtwissens und *zeitliche Stabilität* oder *Temporalität* des Nichtwissens jeweils gesellschaftlich wahrgenommen und unterschieden wird.<sup>33</sup> Diese Orientierung an Unterscheidungsdimensionen hat den Vorteil, nicht nur vermeintlich klar abgegrenzte Idealtypen, sondern auch verschiedene Zwischenformen und Abstufungen zu erfassen und auf diese Weise den „fließenden“, unscharfen und häufig gesellschaftlich umstrittenen Wahrnehmungen und Definitionen des Nicht-Gewussten Rechnung zu tragen.

- In der ersten dieser drei Dimensionen wird Nichtwissen danach unterschieden, was und wie viel wir über unser Nichtwissen wissen: Man kann sehr genau wissen und eingrenzen, was man nicht weiß (z. B. die exakte Uhrzeit eines Treffens mit Freunden) – und man kann „völlig ahnungslos“ hinsichtlich der eigenen Wissenslücken und „blinden Flecken“ sein. Zwischen diesen beiden Idealtypen eröffnet sich ein weites Spektrum von Zwischen- und Übergangsformen wie nur teilweise erkannte Wissenslücken oder bloß geahntes Nichtwissen.

29 RAVETZ 1990, S. 217.

30 RAVETZ 1986, S. 423.

31 LUHMANN 1997, S. 1106.

32 Vgl. z. B. SMITHSON 1989, FABER et al. 1990, KERWIN 1993; neuere Typologien und Differenzierungen werden unter anderem von GROSS 2010 sowie IBISCH und HOBSON 2012 vorgeschlagen.

33 Vgl. hierzu ausführlicher WEHLING 2006, S. 116ff. Diese drei Dimensionen verweisen auf die wichtigsten, gesellschaftlich relevantesten Dimensionen, innerhalb derer das Nicht-Gewusste jeweils unterschiedlich charakterisiert und bewertet wird. IBISCH und HOBSON 2012 unterscheiden sogar neun Dimensionen des Nichtwissens, darunter „knowability“, „temporality“, „recognition“ und „intentionality“, die jedoch teilweise recht heterogen und unsystematisch erscheinen.

- In der Dimension der Intentionalität wird Nichtwissen danach differenziert, ob und in welchem Grad es auf das Handeln oder Unterlassen sozialer Akteure zugerechnet werden kann: Waren die fatalen Nebenwirkungen von Contergan „beim besten Willen“ nicht vorhersehbar und insofern unvermeidbar oder hätte man sie mit intensiverer Forschung nicht doch antizipieren können oder sogar müssen?<sup>34</sup> Idealtypisch lassen sich in dieser Unterscheidungsdimension gänzlich unbeabsichtigtes, nicht-vermeidbares Nichtwissen einerseits, der vollkommen bewusste Verzicht auf bestimmte Erkenntnisse andererseits kontrastieren. Doch Intentionalität ist hierbei nicht auf eine ausdrückliche Absicht eingeschränkt, dieses zu tun oder jenes zu unterlassen, sondern erfasst weitergehend die (jeweils zu begründende) Zurechenbarkeit von mangelndem Wissen auf das Handeln oder Nicht-Handeln von Akteuren, unabhängig davon, ob diesen die daraus resultierenden Konsequenzen bewusst sind oder gar von ihnen gewünscht werden. Berücksichtigt werden somit auch Desinteresse, mangelnde Aufmerksamkeit, unzureichende Routinen oder vorschnell abgebrochene Erkenntnisbemühungen als Gründe für Nichtwissen. Dies lässt vermuten, dass die Frage, ob und inwieweit sozialen Akteuren die Verantwortung für bestimmte Wissenslücken und deren Folgen berechtigterweise zugewiesen werden kann, immer wieder Anlass zu Kontroversen und Konflikten geben wird.<sup>35</sup>
- In der dritten Dimension der zeitlichen Stabilität schließlich wird Nichtwissen danach unterschieden, ob und in welchen Zeiträumen es (mutmaßlich) in Wissen verwandelt werden kann. Auch hier existiert zwischen den beiden Idealtypen, einem nur vorläufigen, vorübergehenden „Noch-Nicht-Wissen“ sowie einem prinzipiell unüberwindlichen „Nicht-Wissen-Können“, eine Vielzahl von Zwischenformen und Abstufungen, z. B. lange anhaltendes, aber nicht grundsätzlich unauflösbares Nichtwissen. Moderne Gesellschaften gehen in der Regel von der Überwindbarkeit jeglichen Nichtwissens durch gezielte, methodisch kontrollierte Forschung aus, so dass Behauptungen einer grundsätzlichen „Nicht-Wissbarkeit“ zunächst befremdlich wirken und häufig als Irrationalität oder religiöser Traditionalismus abgestempelt werden. Es lassen sich jedoch ohne große Mühe Beispiele des Nicht-Wissen-Könnens nennen, etwa die faktische Unmöglichkeit, sämtliche denkbaren Wirkungen und Wechselwirkungen der bisher rund 100 000 industriell hergestellten und genutzten chemischen Substanzen zu untersuchen (SCHERINGER et al. 1998). Auch die Frage, welche Schadstoffe sich in industriellen Brachflächen befinden mögen, enthält ein Element des Nicht-Wissen-Könnens, wenn entsprechende Dokumente nicht mehr existieren. Immerhin besteht in diesem Fall noch die Möglichkeit, mit der Bodensanierung zu beginnen und zu sehen, was man dabei findet.<sup>36</sup> Dagegen stößt das Bemühen um Wissen über vergangene Ereignisse, die mangels noch lebender Zeitzeugen, verlässlicher Dokumente oder materieller „Spuren“ des Geschehens gar nicht mehr rekonstruiert werden können, an unüberwindbare Grenzen und gerät in einen Bereich des Nicht-Wissbaren.

Offensichtlich können diese kontrastierenden Deutungen des Nichtwissens in sehr kontroverser Weise auf konkrete Phänomene und Problemlagen bezogen werden: Hat man es bei der Erdgasförderung mittels „Fracking“ oder bei der Abscheidung und Tiefenverpressung von Kohlendioxid aus Kraftwerksabgasen (der sogenannten CCS-Technologie) „nur“ mit begrenzten, bereits erkannten und durch weitere Forschung rasch zu schließenden Wissens-

<sup>34</sup> Vgl. KIRK 1999.

<sup>35</sup> Vgl. dazu HEIDBRINK 2013.

<sup>36</sup> Vgl. BLEICHER und GROSS 2011, BLEICHER 2012.

lücken zu tun? Oder muss man mit nicht-gewusstem Nichtwissen rechnen, in der englischsprachigen Diskussion als „unknown unknowns“ bezeichnet, d. h. mit (schädlichen) Konsequenzen, deren Möglichkeit wir heute noch nicht einmal ahnen – so wie die Möglichkeit der Ozonschädigung durch aufsteigende FCKW über Jahrzehnte hinweg gänzlich außerhalb des Vorstellungshorizonts der Wissenschaft gelegen hatte? Und, um ein anderes aktuelles Beispiel zu nennen, werden wir die Gefährdungspotenziale in die Umwelt freigesetzter Nanopartikel schon bald umfassend und zuverlässig abschätzen können – oder hat man es angesichts der völlig neuartigen Eigenschaften von nanoskaligen Materialien und der unendlichen Vielzahl möglicher Wirkungszusammenhänge in Wasser, Boden, Luft, Pflanzen, tierischen oder menschlichen Organismen mit einem Fall unüberwindlichen oder zumindest äußerst schwer auflösbaren Nicht-Wissen-Könnens zu tun?<sup>37</sup>

In einer wachsenden Zahl von Handlungskontexten münden gesellschaftliche Auseinandersetzungen und Konflikte, die sich an diesen Themen und Problemen entzünden, mittlerweile in eine vielschichtige *Politisierung des Nichtwissens* (WEHLING 2007). Dabei verdienen vor allem drei Aspekte besondere Aufmerksamkeit: *Erstens* wird Nichtwissen, nicht zuletzt das Nichtwissen der Wissenschaft, zu einem Thema von politischem Interesse, und zwar sowohl in öffentlichen Debatten und Konflikten (um Gentechnik, Nanotechnologie usw.) als auch innerhalb der institutionell betriebenen Forschungs-, Technologie- und Risikopolitik. Die Hintergründe und Ursachen von Nichtwissen, sein potenzielles Ausmaß, seine Folgen und die Möglichkeiten, mit der Problematik angemessen umzugehen, werden zum Gegenstand politischer Auseinandersetzungen und institutioneller Regulierungen. Hierbei entfalten *zweitens* Prozesse der Selbst- und Fremdzuschreibung von Nichtwissen eine besondere Konfliktdynamik.<sup>38</sup> Grundsätzlich stellt die Behauptung, etwas werde von einem bestimmten Akteur (einer Person, Gruppe, Organisation, staatlichen Institution oder *scientific community*) nicht gewusst, eine *Zuschreibung* dar. Dies gilt auch und sogar besonders dann, wenn es sich um „eigenes“ Nichtwissen handelt. Die Selbstzuschreibung von Nichtwissen kann in vielen Situationen äußerst vorteilhaft sein, etwa wenn sie davor schützt, für Fehler und Verfehlungen moralisch, politisch oder rechtlich verantwortlich gemacht zu werden, da man ja nichts davon gewusst habe. Daher tut man gut daran, derartige Selbstzuschreibungen von Unwissenheit und Wissenslücken nicht in allen Fällen für bare Münze zu nehmen. Häufig folgt die Thematisierung von Nichtwissen aber auch einer Logik der Fremdzuschreibung, so wenn man anderen unterstellt, ihr vermeintliches Wissen sei gar keines, sie befänden sich im Irrtum oder seien schlicht uninformiert (beispielsweise als „Laien“ in wissenschaftlichen Fragen) und könnten deshalb nicht mitreden. Umgekehrt wird behauptet, die Protagonisten neuer Technologien seien gar nicht in der Lage, die Konsequenzen ihres Handelns auch nur annähernd zu überschauen, und wüssten also gar nicht, was sie tun. *Drittens* schließlich haben sich in zahllosen öffentlichen Auseinandersetzungen die Wahrnehmungen und Bewertungen des Nichtwissens entlang der oben dargestellten Unterscheidungsdimensionen pluralisiert und gesellschaftlich polarisiert. Es wird immer wieder zum ausdrücklichen Thema politischer Konflikte, wie das Nicht-Gewusste aufgefasst, bewertet und bearbeitet werden soll: ob als eng begrenzte, temporäre und letztlich irrelevante Wissenslücken oder als unvorhersehbare und gefahrenträchtige *unknown unknowns*; ob als unvermeidbares Nichtwissen oder als sozial zurechenbare Folge nachlässiger Erkenntnisbemühungen.

37 Vgl. WICKSON 2012.

38 Vgl. GILL 2004.

Ihre politische Brisanz gewinnt die Pluralisierung von Nichtwissens-Wahrnehmungen und -Bewertungen auch daraus, dass die Wissenschaften nicht (mehr) in der Lage sind, solche Deutungskonflikte mit der Autorität überlegenen Wissens zu beenden. Kontroversen im Medium des Nichtwissens lassen sich *per definitionem* nicht durch den Verweis auf empirische Fakten beenden; diese belegen allenfalls, was wir wissen, aber nicht, was und wie viel wir jenseits unseres scheinbar gesicherten Wissens nicht wissen und welche unvorhergesehenen Gefahren dabei lauern könnten. Selbst da, wo empirische Untersuchungen beispielsweise über die möglichen schädlichen Folgen von Nanopartikeln vorgenommen werden, bleibt es letztlich interpretationsabhängig, ob wir uns in einer Situation verlässlichen Wissens oder unerkannten Nichtwissens befinden: Wenn keine konkreten Hinweise auf ökologische oder gesundheitliche Gefährdungen gefunden worden sind, wissen wir dann, dass die Partikel keine unerwünschten Wirkungen haben? Oder bedeutet das Fehlen empirischer Indizien lediglich, dass wir „ahnungslos“ sind, wann, wo und in welcher Form sich negative Konsequenzen zeigen werden? Oder sind sie an unerwarteter Stelle sogar schon eingetreten, konnten aber nur noch nicht entdeckt oder kausal zugerechnet werden? Der kanadische Philosoph Douglas WALTON hat die letztlich unauflösbare Ambiguität solcher Situationen „negativer Evidenz“ sehr treffend beschrieben: „The more thorough the search has been, the more we can say that the outcome is no longer just ignorance, but positive knowledge that the thing does not exist. But in many cases, in the middle regions, it could be hard to say whether what we have is ignorance or (positive) knowledge.“<sup>39</sup> Gerade für ökologische Kontexte dürfte unstrittig sein, dass man sich aufgrund der Komplexität der Zusammenhänge fast ausnahmslos in solchen „mittleren Regionen“ zwischen Wissen und Nichtwissen bewegt. Überdies ist häufig schon die Frage, ob die Suche nach unerwünschten Wirkungen (etwa von freigesetzten gentechnisch modifizierten Organismen) sorgsam genug war, hochgradig politisiert und wird gesellschaftlich völlig unterschiedlich beantwortet.

Wie diese Überlegungen verdeutlichen, spricht vieles dafür, über den selektiven und begrenzten Wahrnehmungshorizont des „Risikos“ hinauszugehen und stattdessen die Problematik des Nichtwissens in den Mittelpunkt der Aufmerksamkeit zu rücken. Damit stellt sich die Frage nach dem politischen und wissenschaftlichen Umgang mit den möglichen (ökologischen) Folgen unseres Handelns in neuer und „radikalerer“ Weise. Bevor ich im Schlusskapitel näher darauf eingehe, welche Schwierigkeiten, aber auch welche neuen Handlungsmöglichkeiten sich hieraus ergeben, möchte ich nochmals die vier wichtigsten Gründe für den skizzierten Perspektivenwechsel vom Risiko zum Nichtwissen zusammenfassen:

- Durch die systematische Einbeziehung des Nichtwissens als Bedingung des Handelns und Entscheidens wird der Möglichkeit (oder Wahrscheinlichkeit) gänzlich unvorhergesehener und sogar nach ihrem Eintreten unerkannt bleibender Umwelteffekte ausdrücklich Rechnung getragen. „Prominentestes“ Beispiel ist die erwähnte Schädigung der Ozonschicht durch FCKW, die in keiner Risikokalkulation antizipiert worden war und selbst während der massenhaften industriellen Nutzung dieser Substanzen noch mehrere Jahrzehnte lang unentdeckt blieb.<sup>40</sup>
- Der Blick auf das Nichtwissen durchbricht die Verengung der Risikosemantik auf die Antizipation *zukünftiger* Handlungsfolgen und bezieht ausdrücklich die Probleme bei der

<sup>39</sup> WALTON 1996, S. 140.

<sup>40</sup> Vgl. für weitere einschlägige Beispiele (u. a. Asbest, Benzol, BSE) die aufschlussreiche Zusammenstellung in EEA 2001.

Entdeckung, Rekonstruktion und kausalen Zurechnung bereits eingetretener (Schadens-) Ereignisse ein. Paradigmatisch hierfür ist neben dem FCKW-Fall die ebenfalls bereits angesprochene Schwierigkeit, in Erfahrung zu bringen, welcher „Cocktail“ unterschiedlicher Schadstoffe sich in kontaminierten Industriebrachen befindet.

- Weit klarer als die Risikobegrifflichkeit trägt die Beschäftigung mit Nichtwissen der Tatsache Rechnung, dass sowohl die Produktion von Wissen als auch die Erzeugung, Entdeckung, Bewertung und Kommunikation von Nichtwissen in materiale Praxiszusammenhänge eingebettet sind.<sup>41</sup> Wissensgewinn und seine Kehrseite, die Erzeugung von *Science-based Ignorance*, sind nicht lediglich sprachlich-kommunikative Phänomene, wie es die Zurechnung mutmaßlicher Schäden auf einzelne Entscheidungen ist. Wissen und Nichtwissen sind vielmehr Effekt und Resultat der Nutzung von Beobachtungsapparaturen und Messgeräten (die bestimmte Phänomene erfassen und andere nicht) sowie der Herstellung und Freisetzung materialer Artefakte wie synthetische Chemikalien, genmodifizierte Pflanzen oder Nanopartikel. Erst wenn diese materiale Dimension des Geschehens systematische Beachtung findet, wird die Bedeutung der von LUHMANN<sup>42</sup> angeführten „äußerst komplexen Kausalverkettungen zahlreicher Faktoren“ überhaupt verständlich, und erst dann treten die „Grenzen der Risikosemantik“<sup>43</sup> klar hervor.
- Erst das Ablegen der „Risiko-Brille“ sensibilisiert für die seit David COLLINGRIDGE (1980) diskutierten Probleme und Paradoxien des (rationalen) Entscheidens und Lernens unter Nichtwissens-Bedingungen. In den letzten Jahren ist eine ganze Reihe von anregenden Konzepten und Modellen zum Umgang mit ökologischem Nichtwissen entwickelt worden,<sup>44</sup> die weit über die abstrakte und schematische Frage hinausgehen, ob man ein bestimmtes, antizipiertes Risiko nun eingehen möchte oder nicht. Diese Modelle betonen, dass sowohl der Erwerb von Wissen über die möglichen Handlungskonsequenzen als auch die Präzisierung des damit einhergehenden Nichtwissens erst im Prozess des Handelns selbst erfolgen. Wissensgewinn ebenso wie die Erzeugung von (gewusstem oder ungewusstem) Nichtwissen sind, mit anderen Worten, selbst ein Bestandteil des Handlungszusammenhangs. Auch hier greift die Semantik des Risikos zu kurz, insofern sie unterstellt, gleichsam „vor Beginn“ einer Handlung könne und werde auf der Grundlage hinreichenden Wissens eine Abwägung zwischen „Chancen“ und „Risiken“ getroffen – und dann diese Handlung entweder „in Gang gesetzt“ oder nicht.

## 5. Der Umgang mit Nichtwissen – kein unlösbares Problem

Solange man es mit Risiken zu tun hat (oder zu tun zu haben glaubt), scheinen klare Handlungsperspektiven und -abläufe vorgegeben zu sein, die sich mit Begriffen wie Risikoabschätzung, Risikobewertung, Risikokommunikation und Risikomanagement beschreiben lassen. Dagegen scheint die Frage nach dem angemessenen, rationalen und legitimen Umgang mit Nichtwissen sehr schnell in Paradoxien und schwer auflösbare Dilemmata zu führen. Zum einen müssen Entscheidungen auch und gerade unter Nichtwissens-Bedingungen sachlich

41 Vgl. WEHLING 2006, S. 227ff.

42 LUHMANN 1992a, S. 146.

43 Ebenda.

44 Vgl. für einen ausführlichen Überblick WEHLING 2006, S. 278ff., sowie unten Kapitel 5.

begründet getroffen werden – und dies, obwohl die Entscheidungskonsequenzen unvorhersehbar (oder allenfalls partiell antizipierbar sind) und somit schädliche Folgen verhindert werden sollen, die man (noch) gar nicht kennt.<sup>45</sup> Zum anderen müssen solche Entscheidungen gleichzeitig den pluralen und konkurrierenden Wahrnehmungen und Bewertungen des Nicht-Gewussten Rechnung tragen, ohne dass noch auf eine wissenschaftlich autorisierte, all-gemeingültige Deutung zurückgegriffen werden könnte. Wissenschaftlich oder politisch vorgegebene Bewertungen des Nichtwissens, wonach man es bei einer bestimmten Technologie lediglich mit vorläufigen und handhabbaren Informationslücken zu tun habe, aber nicht mit unkontrollierbaren Konsequenzen rechnen müsse, werden schon seit Längerem nicht mehr von allen sozialen Akteuren geteilt und akzeptiert.

Auf den ersten Blick scheint es ein aussichtsloses Unterfangen zu sein, der doppelten Erwartung gerecht werden zu wollen, unter den Bedingungen politisierten Nichtwissens sachlich begründete und sozial als legitim anerkannte Entscheidungen zu treffen. In der Tat kann es dafür keine eindeutige Lösung und generalisierbare Strategie geben; dennoch muss die Problematik des Umgangs mit Nichtwissen nicht gänzlich unlösbar sein, sondern kann sogar einige neue, überraschende Handlungsperspektiven eröffnen. Forderungen nach dem Aufbau von „non-knowledge literacy“,<sup>46</sup> d. h. der Kenntnis von den wichtigsten Varianten und Dimensionen des Nichtwissens sowie der Fähigkeit, mit Nichtwissen begründet umzugehen, sind in diesem Zusammenhang zweifellos wichtig und hilfreich, bleiben aber zu allgemein und unspezifisch.

Wie also kann unter Bedingungen des gesellschaftlich kontrovers bewerteten Nichtwissens rational und begründet gehandelt und entschieden werden? Zur Beantwortung dieser Frage hat David COLLINGRIDGE bereits 1980 wichtige Impulse gegeben; ihm zufolge sind Entscheidungen unter Nichtwissen (nur) dann rational, wenn sie ohne große Schwierigkeiten „falsifizierbar“ sind, d. h. wenn sie schnell und ohne große Probleme als falsch erkannt und entsprechend korrigiert werden können.<sup>47</sup> In Anlehnung an den wissenschaftstheoretischen Falsifikationismus Karl POPPERS (1902–1994) betonte COLLINGRIDGE, ein wichtiger Bestandteil rationalen Entscheidens müsse darin bestehen, *aktiv* nach Hinweisen zu suchen, wodurch die getroffene Entscheidung „falsifiziert“ werde.<sup>48</sup> Entscheidungen unter Nichtwissen können daher keine einmaligen, punktuellen Ereignisse sein, wie die Risikosemantik implizit unterstellt, sondern müssen ein gezieltes Monitoring der Entscheidungsfolgen unter dem Aspekt einschließen, inwieweit sich neue, zuvor unbekannte Einsichten ergeben, die geeignet sind, die zunächst getroffene Entscheidung als „falsch“ herauszustellen. Diese Überlegungen haben bis heute nichts von ihrer Aktualität eingebüßt, denn in vielen umwelt- und technologiepolitischen Handlungsfeldern herrscht nach wie vor eine Haltung eines letztlich passiven Abwartens vor, ob sich negative Konsequenzen gleichsam „von selbst“ zeigen – und solange dies nicht der Fall ist, gilt der Einsatz einer neuen Technologie als vertretbar.<sup>49</sup> Zumindest bleibt bei wissenschaftlich-technischen Innovationen der Anteil der Risiko- und

45 Den paradoxen Charakter dieser Erwartung lässt der Bericht *Late Lessons from Early Warnings* der Europäischen Umweltagentur EEA sehr deutlich werden: „How can strategies be devised to prevent outcomes, which, by definition, are not known?“ (EEA-Editorial Team 2001, S. 170.)

46 IBISCH und HOBSON 2012, S. 46ff.

47 COLLINGRIDGE 1980, S. 31.

48 Ebenda, S. 30.

49 Vgl. EEA-Editorial Team 2001, S. 171ff.

Folgenforschung zumeist weit hinter den Aufwendungen für die Technologie-Entwicklung zurück, aktuell etwa bei der Nanotechnologie (SRU 2011).

Ungeachtet vieler weiterführender Aspekte weist COLLINGRIDGES Argumentation eine grundlegende Schwäche auf: Sie unterschätzt die Schwierigkeiten, die es bereitet, falsifizierende Erkenntnisse rechtzeitig zu gewinnen und kausal zuzurechnen, wenn, wie FABER und PROOPS (1993) hervorgehoben haben, noch nicht einmal bekannt ist, wann, wo und in welcher Form sich die Entscheidungsfolgen manifestieren können. Für die soziale Legitimität von Entscheidungen unter Nichtwissen rückt somit die Frage in den Vordergrund, inwieweit man schon *im Voraus* sicher sein kann, dass die beiden von COLLINGRIDGE genannten Bedingungen für Rationalität im je konkreten Fall erfüllt sein werden, nämlich die rasche Erkennbarkeit unerwünschter Entscheidungsfolgen sowie die Möglichkeit einzugreifen, noch *bevor* schwere, irreversible Schäden eingetreten sind. Offensichtlich kann es hierfür keine generelle Gewähr geben, und gerade bei umstrittenen Technologien (Gentechnik, Nanotechnologie, CCS usw.) ist nicht mit einem gesellschaftlichen Konsens über die Frage zu rechnen, inwieweit eine schnelle und rechtzeitige Folgekorrektur möglich wäre.

Das Modell der „Realexperimente“<sup>50</sup> geht in seinen Grundannahmen und Zielsetzungen einen wesentlichen Schritt über COLLINGRIDGES Falsifikationismus hinaus: Angestrebt wird weniger die „Widerlegung“ einer einmal gefällten Entscheidung durch neu zutage getretene Fakten, um sodann eine „richtigere“ Entscheidung treffen zu können. Das Ziel besteht vielmehr darin, gesellschaftliche, technische und ökologische Gestaltungsprozesse als „rekursive“ Lernprozesse anzulegen, d. h. als experimentelle Lernprozesse, die ihre eigenen Folgen systematisch beobachten und sich dadurch immer wieder korrigieren. Auf diese Weise soll eine sowohl epistemisch als auch sozial Erfolg versprechende Strategie des Umgangs mit Nichtwissen entwickelt werden. Den Ausgangspunkt bildet die Annahme, dass nicht allein das erforderliche Wissen, sondern vor allem auch das relevante Nichtwissen im Verlauf experimenteller Gestaltungsprozesse erst erarbeitet werden muss. Man weiß, mit anderen Worten, zu Beginn eines Realexperiments noch gar nicht, was man nicht weiß. Der Begriff der „Überraschung“ nimmt hierbei eine Schlüsselrolle ein, denn es sind Überraschungen, also unerwartet eintretende Ereignisse, die erkennen lassen, was man bisher nicht gewusst und noch nicht einmal geahnt hatte. Anfängliches unerkanntes Nichtwissen wird zunächst in gewusstes Nichtwissen verwandelt und sodann im Idealfall in erweitertes Wissen und vorläufige Problemlösungen überführt – wobei jedoch wiederum neues (unerkanntes) Nichtwissen erzeugt wird, welches das Potenzial für neue Überraschungen birgt. In gleichsam „überraschungssensiblen“ Handlungskontexten können unerwartete Ereignisse mithin für kontinuierliche Lernprozesse und die beständige Überprüfung, Revision und Erweiterung der bisherigen Wissensbasis genutzt werden. Solche Lernprozesse haben neben der kognitiven auch eine soziale und politische Dimension: Durch das Auftreten unvorhergesehener Ereignisse wird eine erneute Verständigung unter den beteiligten Akteuren erforderlich, ob sie auch unter den veränderten Bedingungen zu einer Fortführung des begonnenen experimentellen Prozesses bereit sind. So soll nicht nur die epistemische, sondern auch die soziale Rationalität eines Realexperiments gesichert werden.

Allerdings ist auch diese sehr reflektierte Form des Umgangs mit Nichtwissen nicht frei von politisch-normativen und epistemologischen Problemen: Denn Lernen aus (negativen) Überraschungen kann nur dann als legitim und akzeptabel angesehen werden, wenn die Fol-

---

<sup>50</sup> KROHN 1997, GROSS et al. 2005, GROSS 2010, 2013.

gen dieser Überraschungen gesellschaftlich tolerierbar und kontrollierbar sind. Doch gerade dies kann man bei großräumigen Realexperimenten (Kernenergie, landwirtschaftliche Gentechnik, Nanotechnologie, „Climate Engineering“) im Voraus weder wissen noch garantieren. Die Erkenntnis, dass selbst japanische Atomkraftwerke nicht hinreichend gegen ein schweres Erdbeben und einen Tsunami gesichert sind, könnte man durchaus als eine realexperimentelle „Überraschung“ begreifen, die für Lernprozesse genutzt werden kann. Die gravierenden Folgen in der Region um Fukushima und darüber hinaus stellen jedoch einen (zu) hohen Preis für gesellschaftliches Lernen dar. Hinzu kommt unter epistemologischen Aspekten: wenn sogar die räumliche und zeitliche „Streuung“ möglicher negativer Folgen unbekannt ist, erweist es sich unter Umständen als schwierig, sich überhaupt überraschen zu lassen. Überrascht zu werden setzt nicht nur voraus, bestimmte Erwartungen bilden zu können, die dann enttäuscht, durchbrochen oder übertroffen werden; es erfordert außerdem, bestimmte Ereignisse überhaupt registrieren und sie überdies *als* Bruch mit den etablierten Erwartungen interpretieren zu können. Wenn wir aber gar nicht wissen, welche Ereignisse im Laufe eines Realexperiments wann und wo eintreten könnten, kann kein verlässlicher Erwartungshorizont gebildet werden, innerhalb dessen Überraschungen als solche wahrgenommen werden können. Manche Ereignisse werden dann entweder *gar nicht* registriert (wie die Ozonschädigung durch FCKW), weil ein bestimmter Realitätsausschnitt nicht beobachtet wird (oder mangels geeigneter Messtechnik nicht beobachtet werden kann); oder sie werden zwar registriert, aber nicht als Überraschungen wahrgenommen, weil sie mit dem laufenden Experiment nicht in einen kausalen Zusammenhang gebracht werden.<sup>51</sup> Es gibt, kurz gesagt, nicht nur keine Gewähr dafür, dass die Überraschungen mild ausfallen; darüber hinaus ist noch nicht einmal gesichert, dass sie überhaupt rechtzeitig als solche registriert werden können, was die Chancen, korrigierend einzugreifen, nicht gerade verbessert.

In den Vordergrund rückt somit die Frage nach der gesellschaftlichen Legitimität von großformatigen Realexperimenten, bei denen vorab keine „Garantie“ gegeben werden kann, dass ihre Konsequenzen tolerierbar, kontrollierbar und revidierbar sein werden. Vor dem Einstieg in großtechnische Experimente mit Umwelt und Gesellschaft muss daher eine offene politische (und wissenschaftliche) Auseinandersetzung darüber stehen, inwieweit die kognitiven und normativen Bedingungen für Lernen aus Überraschungen gegeben sind oder, z. B. durch den Aufbau eines engmaschigen Beobachtungsnetzes, geschaffen werden können.<sup>52</sup> Eine entscheidende Voraussetzung für einen solchen offenen Diskussionsprozess be-

51 Das galt beispielsweise für die schweren Nebenwirkungen des synthetischen Hormons DES, die sich erst mit langer zeitlicher Verzögerung manifestierten. Wenn Frauen während der Schwangerschaft dieses Mittel zur Verhinderung einer Fehlgeburt eingenommen hatten, besaßen ihre Töchter eine erhöhte Wahrscheinlichkeit, als junge Frauen an einem seltenen Vaginalkarzinom zu erkranken. Nur durch einen glücklichen Zufall ist es überhaupt gelungen, diese Erkrankungen mit der Einnahme eines Medikaments durch die Mutter 20 Jahre zuvor in Verbindung zu bringen (vgl. WEHLING 2006, S. 273ff.).

52 Insofern stellt auch das in der Europäischen Union obligatorische 10-jährige „Nachzulassungs-Monitoring“ für genmodifizierte Pflanzen eine Strategie des Umgangs mit Nichtwissen und zugleich eine Reaktion auf die Grenzen antizipierender Risikoforschung dar (vgl. BÖSCHEN et al. 2008). Denn die Etablierung des Monitorings erkennt *de facto* an, dass nicht alle möglichen Schadenswirkungen schon vor der Freisetzung der Pflanzen erfasst, sondern erst im (mehr oder weniger kontrollierten) „Realexperiment“ entdeckt werden können. Die grundsätzlichen epistemischen und normativen Fragen bleiben gleichwohl auch hier offen: Ist die Beobachtung in der Lage, mögliche Negativeffekte, von denen wir nicht wissen, ob, wann, wo und in welcher Form sie eintreten werden, nicht nur überhaupt zu registrieren, sondern sie auch als Folgewirkung der Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen wahrzunehmen? Und können gravierende Effekte durch das Monitoring so frühzeitig erkannt werden, dass irreversible Schäden verhindert werden können?

stünde darin, die unterschiedlichen Wahrnehmungen und -bewertungen des Nichtwissens grundsätzlich als gleichermaßen legitim und begründet anzuerkennen. Auf Grundlage dieser prinzipiellen Gleichrangigkeit ist dann im jeweiligen Einzelfall eine argumentative Auseinandersetzung darüber zu führen, ob man von nur vorübergehendem oder von dauerhaftem Nichtwissen, von eingrenzbaaren Wissenslücken oder von tiefer Ahnungslosigkeit über die möglichen Effekte ausgehen sollte. Offenheit des Entscheidungsprozesses würde überdies zwingend mit einschließen, ein Realexperiment abubrechen oder gar nicht erst zu beginnen, wenn das Ausmaß des damit verbundenen Nichtwissens als zu groß angesehen wird, während die Chancen, negative Folgen frühzeitig zu entdecken, gering erscheinen. Nicht mehr das Wissen um konkrete, mehr oder weniger präzise abschätzbare Risiken bildet dann die Entscheidungsgrundlage, sondern „nur“ das mutmaßliche Gefährdungspotenzial des unerkannten und unhintergehbaren Nichtwissens.

Die Besonderheit des vor etwa 15 Jahren von Martin SCHERINGER und anderen entwickelten sogenannten Reichweiten- oder Gefährdungskonzepts in der Chemikalienbewertung und -politik besteht genau darin, dass es diese weitreichende, fast „revolutionär“ anmutende Konsequenz aus der Problematik des Nichtwissens zieht.<sup>53</sup> Die Gefährdungsbewertung wird von konkretem Risikowissen auf die Art und das Ausmaß des involvierten Nichtwissens umgestellt. Den Hintergrund hierfür bildet der Umstand, dass es faktisch unmöglich ist, die potenziellen Schadenswirkungen (oder „Risiken“) aller rund 100 000 gegenwärtig in der Umwelt befindlichen Chemikalien unter höchst unterschiedlichen und variablen Umweltbedingungen detailliert zu erforschen, zu antizipieren und zur Grundlage politischer Regulierung zu machen. In dieser Situation schlägt das Gefährdungskonzept vor, die Unhintergebarkeit des nicht-gewussten Nichtwissens ausdrücklich anzuerkennen und die Chemikalienbewertung nicht länger auf die Fiktion zu stützen, es sei möglich, für jede einzelne Substanz umfassendes, wirkungsbezogenes Risikowissen zu gewinnen. Das Ziel müsse vielmehr darin bestehen, „to explicitly include into the procedure of chemicals assessment the fact that knowledge of the possible consequences of environmental interventions is always incomplete“.<sup>54</sup> Unter dieser Perspektive besitzen chemische Substanzen, die (wie beispielsweise FCKW) lange Zeit in der Umwelt verbleiben und sich darin weiträumig verteilen, ein unvertretbar hohes, wenngleich im Detail *unbekannt bleibendes* Gefährdungspotenzial. Denn es müsse mit einer Vielzahl unvorhersehbarer und möglicherweise auch retrospektiv schwer erkennbarer Schädenseffekte gerechnet werden. Gefordert wird, solche Stoffe deshalb grundsätzlich nicht in die Umwelt freizusetzen – selbst wenn *keine* konkreten Risikohypothesen über Schädigungen der natürlichen Umwelt oder der menschlichen Gesundheit vorliegen.

Die vorangegangenen Überlegungen illustrieren, wie stark und wie grundlegend die (fiktiven) Gewissheiten von Risikoforschung und Risikomanagement durch den systematischen Wechsel zur Perspektive des Nichtwissens in Frage gestellt werden. Explizit anerkannt wird in den verschiedenen Konzepten und Modellen des Umgangs mit Nichtwissen der Umstand, dass „Risiken“ (verstanden als antizipierbare, kalkulierbare Entscheidungsfolgen) immer einen womöglich nur recht kleinen Ausschnitt aus allen potenziellen Handlungseffekten darstellen und dass sich „jenseits“ der Risiken, aber gleichsam auch „im Inneren“ jeglicher Risikoberechnung, weite Bereiche des Unbekannten, Unerwarteten und möglicherweise Unvorhersehbaren auftun. Analysieren wir die ökologischen Konsequenzen unseres Handelns

<sup>53</sup> Vgl. SCHERINGER et al. 1998.

<sup>54</sup> SCHERINGER 2002, S. 212.

unter dem Aspekt des Nichtwissens, scheint daher zunächst keinerlei Raum mehr für Rationalität und zielgerichtete Gestaltung zu bestehen. Doch es sollte auch deutlich geworden sein, dass selbst unter Bedingungen des Nichtwissens durchaus noch begründete und gesellschaftlich legitime Handlungsmöglichkeiten bestehen. Und während Risikoabschätzung und -management häufig noch immer als eine Angelegenheit professioneller Experten betrachtet werden, vergrößert der Blick auf das Nichtwissen tendenziell sogar die Spielräume demokratischen Entscheidens,<sup>55</sup> da angesichts von Nichtwissen auch die Wissenschaft keine autoritativen Situationsdefinitionen und *per se* überlegenen Problemlösungen mehr anzubieten hat. Insofern korrespondiert mit dem Übergang vom Risiko zum Nichtwissen auch ein Perspektivenwechsel von der wissenschaftsbasierten „Prävention“ zur politisch zu gestaltenden „Vorbeugung“ oder Vorsorge, wie ihn der französische Soziologe François EWALD beschrieben hat: „Prävention ist ein rationales Verhalten angesichts eines Übels, das sich wissenschaftlich objektivieren und einschätzen läßt. [...] Prävention ist Sache von Experten, die sich auf ihre Kenntnisse verlassen. Die Vorbeugung, die heute auf den Plan tritt, hat eine andere Art Ungewißheit im Auge: die Ungewißheit wissenschaftlicher Kenntnisse selbst.“<sup>56</sup>

## *Literatur*

- BECK, U.: Risikogesellschaft. Frankfurt (Main): Suhrkamp 1986  
BECK, U.: Gegengifte. Frankfurt (Main): Suhrkamp 1988  
BECK, U.: Wissen oder Nicht-Wissen? Zwei Perspektiven „reflexiver Modernisierung“. In: BECK, U., GIDDENS, A., und LASH, S. (Hrsg.): Reflexive Modernisierung. Eine Kontroverse. S. 289–315. Frankfurt (Main): Suhrkamp 1996  
BLEICHER, A.: Entscheiden trotz Nichtwissen – Das Beispiel der Sanierung kontaminierter Flächen. Soziale Welt 63, 97–115 (2012)  
BLEICHER, A., und GROSS, M.: Umweltmanagement und experimentelle Praktiken. In: GROSS, M. (Hrsg.): Handbuch Umweltsoziologie. S. 549–562. Wiesbaden: VS 2011  
BONSS, W.: Vom Risiko. Unsicherheit und Ungewissheit in der Moderne. Hamburg: Hamburger Edition 1995  
BÖSCHEN, S.: Risikogenese. Prozesse wissenschaftlicher Gefahrenwahrnehmung: FCKW, DDT, Dioxin und Ökologische Chemie. Opladen: Leske & Budrich 2000  
BÖSCHEN, S., KASTENHOFER, K., RUST, I., SOENTGEN, J., und WEHLING, P.: Entscheidungen unter Bedingungen pluraler Nichtwissenskulturen. In: MAYNTZ, R., NEIDHARDT, F., WEINGART, P., und WENGENROTH, U. (Hrsg.): Wissensproduktion und Wissenstransfer. Wissen im Spannungsfeld von Wissenschaft, Politik und Öffentlichkeit. S. 197–220. Bielefeld: Transcript 2008  
BÖSCHEN, S., und WEHLING, P.: Neue Wissensarten: Risiko und Nichtwissen. In: MAASEN, S., KAISER, M., REINHART, M., und SUTTER, B. (Hrsg.): Handbuch Wissenschaftssoziologie. S. 317–327. Wiesbaden: Springer VS 2012  
CARSON, R.: Der stumme Frühling. München: Beck 2007  
COLLINGRIDGE, D.: The Social Control of Technology. New York: St. Martin's Press 1980  
DETTEN, R. VON, FABER, F., und BEMMANN, M. (Hrsg.): Unberechenbare Umwelt: Zum Umgang mit Unsicherheit und Nicht-Wissen. Wiesbaden: Springer VS 2013  
DOUGLAS, M., und WILDAVSKY, A.: Risk and Culture. An Essay on the Selection of Technical and Environmental Dangers. Berkeley: University of California Press 1982  
EEA (European Environment Agency) (Ed.): Late Lessons from Early Warnings: the Precautionary Principle 1896–2000. (Environmental Issue Report No. 22). Copenhagen: European Environment Agency 2001

---

55 Dass unhintergehbare ökologisches Nichtwissen darüber hinaus auch als eine normative Ressource für die Umweltethik dienen kann, verdeutlicht HETZEL 2012.

56 EWALD 1998, S. 20.

- EEA–Editorial Team: Twelve late lessons. In: EEA (Ed.): Late Lessons from Early Warnings: The Precautionary Principle 1896–2000. (Environmental Issue Report No. 22); pp. 168–191. Copenhagen: European Environment Agency 2001
- EWALD, F.: Die Rückkehr des *genius malignus*: Entwurf zu einer Philosophie der Vorbeugung. Soziale Welt 49, 5–24 (1998)
- FABER, M., MANSTETTEN, R., and PROOPS, J.: Humankind and the World: An Anatomy of Surprise and Ignorance. Diskussionsschriften 159. Heidelberg: Alfred-Weber-Institut, Universität Heidelberg 1990
- FABER, M., and PROOPS, J.: Evolution, Time, Production and the Environment. Berlin, Heidelberg: Springer 1993
- FARMAN, J.: Halocarbons, the ozone layer and the precautionary principle. In: EEA (Ed.): Late Lessons from Early Warnings: the Precautionary Principle 1896–2000. (Environmental Issue Report No. 22); pp. 76–83. Copenhagen: European Environment Agency 2001
- GILL, B.: Nichtwissen in der postsäkularen Wissensgesellschaft – der Zuwachs an selbst- und fremddefiniertem Nichtwissen. In: BÖSCHEN, S., SCHNEIDER, M., und LERF, A. (Hrsg.): Handeln trotz Nichtwissen. S. 19–36. Frankfurt (Main): Campus 2004
- GREEN, J.: Is it time for the sociology of health to abandon ‘risk’? Health, Risk and Society 11, 493–508 (2009)
- GROSS, M.: Ignorance and Surprise: Science, Society and Ecological Design. Cambridge, MA: MIT Press 2010
- GROSS, M.: Keine Angst vor dem Unberechenbaren: Realexperimente jenseits von Anpassung und Resilienz. In: DETTEN, R. VON, FABER, F., und BEMMANN, M. (Hrsg.): Unberechenbare Umwelt: Zum Umgang mit Unsicherheit und Nicht-Wissen. S. 193–217. Wiesbaden: Springer VS 2013
- GROSS, M., HOFFMANN-RIEM, H., und KROHN, W.: Realexperimente: Ökologische Gestaltungsprozesse in der Wissensgesellschaft. Bielefeld: Transcript 2005
- HEIDBRINK, L.: Nichtwissen und Verantwortung: Zum Umgang mit nichtintendierten Handlungsfolgen. In: PETER, C., und FUNCKE, D. (Hrsg.): Wissen an der Grenze. Zum Umgang mit Ungewissheit und Unsicherheit in der modernen Medizin. S. 111–139. Frankfurt (Main): Campus 2013
- HETZEL, A.: Orientierungen aus ökologischem Nichtwissen: Die Biodiversitätskrise als Herausforderung für die Umwelthethik. In: JANICH, N., NORDMANN, A., und SCHEBEK, L. (Hrsg.): Nichtwissenskommunikation in den Wissenschaften. Interdisziplinäre Zugänge. S. 317–336. Frankfurt (Main): Peter Lang 2012
- IBISCH, P., GEIGER, L., and CYBULLA, F., (Eds.): Global Change Management: Knowledge Gaps, Blindspots and Unknowables. Baden-Baden: Nomos 2012
- IBISCH, P., and HOBSON, P.: Blindspots and sustainability under global change: Non-knowledge illiteracy as a key challenge to a knowledge society. In: IBISCH, P., GEIGER, L., and CYBULLA, F. (Eds.): Global Change Management: Knowledge Gaps, Blindspots and Unknowables; pp. 15–54. Baden-Baden: Nomos 2012
- KERWIN, A.: None too solid: Medical ignorance. Knowledge: Creation, Diffusion, Utilization 15, 166–185 (1993)
- KIRK, B.: Der Contergan-Fall: eine unvermeidbare Arzneimittelkatastrophe? Stuttgart: Wiss. Verlagsgesellschaft 1999
- KNIGHT, F.: Risk, Uncertainty and Profit. New York: Augustus Keller 1964 (Orig.: 1921)
- KROHN, W.: Rekursive Lernprozesse: Experimentelle Praktiken in der Gesellschaft. Das Beispiel der Abfallwirtschaft. In: RAMMERT, W., und BECHMANN, G. (Hrsg.): Technik und Gesellschaft. Jahrbuch 9, S. 65–89. Frankfurt (Main), New York: Campus 1997
- KROHN, W., and KRÜCKEN, G.: Risiko als Konstruktion und Wirklichkeit. In: KROHN, W., und KRÜCKEN, G. (Hrsg.): Riskante Technologien: Reflexion und Regulation. S. 9–44. Frankfurt (Main): Suhrkamp 1993
- LAGADEC, P.: La civilisation du risque: catastrophes technologiques et responsabilité sociale. Paris: Seuil 1981
- LAGADEC, P.: Das große Risiko: technische Katastrophen und gesellschaftliche Verantwortung. Nördlingen: Greno 1987
- LENGWILER, M., und MADARASZ, J. (Hrsg.): Das präventive Selbst. Eine Kulturgeschichte moderner Gesundheitspolitik. Bielefeld: Transcript 2010
- LUHMANN, N.: Risiko und Gefahr. In: LUHMANN, N.: Soziologische Aufklärung 5. Konstruktivistische Perspektiven. S. 131–169. Opladen: Westdeutscher Verlag 1990
- LUHMANN, N.: Soziologie des Risikos. Berlin, New York: de Gruyter 1991
- LUHMANN, N.: Die Beschreibung der Zukunft. In: LUHMANN, N.: Beobachtungen der Moderne. S. 129–147. Opladen: Westdeutscher Verlag 1992a
- LUHMANN, N.: Ökologie des Nichtwissens. In: LUHMANN, N.: Beobachtungen der Moderne. S. 149–220. Opladen: Westdeutscher Verlag 1992b
- LUHMANN, N.: Die Gesellschaft der Gesellschaft. 2 Bde. Frankfurt (Main): Suhrkamp 1997
- MEADOWS, D., MEADOWS, D., and RANDERS, J.: Die Grenzen des Wachstums. Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit. Stuttgart: DVA 1972

- METZL, J., und KIRKLAND, A. (Eds.): *Against Health: How Health Became the New Morality*. New York: New York University Press 2010
- MILLER, G., and SCRINIS, G.: The role of NGOs in governing nanotechnologies: Challenging the 'benefits versus risks' framing of nanotech innovation. In: HODGE, G., BOWMAN, D., and MAYNARD, A. (Eds.): *International Handbook on Regulating Nanotechnologies*; pp. 409–445. Cheltenham: Edward Elgar 2010
- PAUL, B., und SCHMIDT-SEMISCH, H. (Hrsg.): *Risiko Gesundheit. Über Risiken und Nebenwirkungen der Gesundheitsgesellschaft*. Wiesbaden: VS 2010
- PERROW, C.: *Normal Accidents. Living with High-Risk Technologies*. New York: Basic Books 1984
- PERROW, C.: *Normale Katastrophen. Die unvermeidbaren Risiken der Großtechnik*. Frankfurt (Main), New York: Campus 1987
- RADKAU, J., und HAHN, L.: *Aufstieg und Fall der deutschen Atomwirtschaft*. München: Oekom 2013
- RAVETZ, J.: Usable knowledge, usable ignorance. In: CLARK, W. C., und MUNN, R. E. (Eds.): *Sustainable Development of the Biosphere*; pp. 415–432. Cambridge: Cambridge Univ. Press 1986
- RAVETZ, J.: Uncertainty, ignorance and policy. In: BROOKS, H., and COOPER, C. (Eds.): *Science for Public Policy*; pp. 77–89. Oxford: Pergamon Press 1987
- RAVETZ, J.: *The Merger of Knowledge of Power. Essays in Critical Science*. London, New York: Mansell 1990
- RENN, O., SCHWEIZER, P.-J., DREYER, M., und KLINKE, A.: *Risiko. Über den gesellschaftlichen Umgang mit Unsicherheit*. München: Oekom 2007
- RUDOLF, F.: Von einer Krisen- zur Risikosoziologie in Frankreich: Ein Beitrag zur Katastrophenforschung. *Historical Social Research* 32/3, 115–130 (2007)
- SCHERINGER, M.: *Persistence and Spatial Range of Environmental Chemicals*. Weinheim: Wiley-VCH 2002
- SCHERINGER, M., MATHES, K., WEIDEMANN, G., und WINTER, G.: Für einen Paradigmenwechsel bei der Bewertung ökologischer Risiken durch Chemikalien im Rahmen der staatlichen Chemikalienregulierung. *Z. angewandte Umweltforschung* 11, 227–233 (1998)
- SMITHSON, M.: Toward a social theory of ignorance. *J. Theory of Social Behaviour* 15, 151–172 (1985)
- SMITHSON, M.: *Ignorance and Uncertainty. Emerging Paradigms*. New York, Berlin: Springer 1989
- SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen): *Sondergutachten „Vorsorgestrategien für Nanomaterialien“*. 2 Bde., Berlin: SRU Hausdruck 2011
- WALTON, D.: *Arguments from Ignorance*. University Park, PA.: Pennsylvania State University Press 1996
- WEHLING, P.: *Im Schatten des Wissens? Perspektiven der Soziologie des Nichtwissens*. Konstanz: UVK 2006
- WEHLING, P.: Die Politisierung des Nichtwissens – Vorläufer einer reflexiven Wissensgesellschaft? In: AMMON, S., HEINEKE, C., SELBMANN, K., und HINTZ, A. (Hrsg.): *Wissen in Bewegung. Vielfalt und Hegemonie in der Wissensgesellschaft*. S. 221–240. Bielefeld: Transcript 2007
- WEHLING, P.: Vom Risikokalkül zur Governance des Nichtwissens: Öffentliche Wahrnehmung und soziologische Deutung von Umweltgefährdungen. In: GROSS, M. (Hrsg.): *Handbuch Umweltsoziologie*. S. 529–548. Wiesbaden: VS 2011
- WICKSON, F.: Nanotechnology and risk. In: MACLURCAN, D., and RADYWYL, N. (Eds.): *Nanotechnology and Global Sustainability*; pp. 217–240. Boca Raton: CRC Press 2012
- WYNNE, B.: Uncertainty and environmental learning. *Reconceiving science and policy in the preventive paradigm*. *Global Environmental Change* 2, 111–127 (1992)
- WYNNE, B.: Risk and environment as legitimacy discourses of technology: Reflexivity inside out? *Current Sociology* 50, 459–477 (2002)
- ZINN, J. (Ed.): *Social Theories of Risk and Uncertainty. An Introduction*. Weinheim: Wiley-VCH 2008
- ZWIERLEIN, C.: Umwelt-Berechner: ‚Versicherung‘ in Geschichte und Soziologie. In: DETTEN, R. VON, FABER, F., und BEMMANN, M. (Hrsg.): *Unberechenbare Umwelt: Zum Umgang mit Unsicherheit und Nicht-Wissen*. S. 55–71. Wiesbaden: Springer VS 2013

PD Dr. Peter WEHLING  
Fachbereich Gesellschaftswissenschaften  
Institut für Soziologie  
Goethe-Universität  
Grüneburgplatz 1  
60323 Frankfurt am Main  
Bundesrepublik Deutschland  
Tel.: +49 69 79836660  
E-Mail: Wehling@em.uni-frankfurt.de



## Risikoforschung als Grenzwissenschaft

Hans-Georg BOHLE ML (†) und Jürgen POHL (†)

### 1. Grenzen in der Risikoforschung

Mit der Themenstellung des Symposiums „Risiko. Erkundungen an den Grenzen des Wissens“ werden Grenzen bereits als ein Leitmotiv gesetzt. Risikoforschung ist, so eines der wichtigsten Ergebnisse der Tagung, in vielfacher Weise eine „Grenzwissenschaft“. Seien es disziplinäre, erkenntnistheoretische, politische, räumliche, normative oder Wissensgrenzen – die Risikoforschung bewegt sich permanent in solchen Grenzsituationen, sie steckt Grenzverläufe ab, trägt Grenzkonflikte aus, überschreitet Grenzen oder weicht Grenzen auf. Grenzen werden in diesem Sinne nicht in erster Linie als etwas Starres, Trennendes, Abschottendes gesehen, sondern als etwas Bewegliches, Offenes, vielleicht sogar Verbindendes. Grenzen werden, speziell wenn es um Wissen geht, auch im Sinne von „frontiers“ verstanden, also als Pioniergrenzen, die sich in bisher wenig besiedeltes, oft unbekanntes Terrain vorschieben, das dann „kolonisiert“ wird.

Das Symposium hat eine Reihe neuer Perspektiven über „Risikoforschung als Grenzwissenschaft“ erbracht und dabei Erkenntnisse hervorgebracht, denen sich die Risikoforschung stellen muss, wenn sie zu einem zukunftsorientierten, nachhaltigen, politisch akzeptablen und nicht zuletzt demokratischen Umgang mit Risiken beitragen will. Solche Einsichten und Herausforderungen sollen in dieser Schlussbetrachtung umrissen werden.

### 2. Perspektiven einer grenzüberschreitenden Risikoforschung

In der Risikoforschung, so ein Fazit des Symposiums, werden zunehmend wissenschaftliche Grenzen im Sinne von Trennung und Partikularisierung erweitert und überschritten. Der wissenschaftliche Fortschritt der Risikoforschung, darüber waren sich die Teilnehmer einig, wird es erfordern, dass solche Grenzen sich immer weiter öffnen, dass sich alte Grenzen auflösen, und dass bisher getrennte Wissensbereiche verknüpft werden. Dies betrifft, so die Vorträge und die Diskussionen der Tagung, insbesondere die zeitliche Dimension, Skalenfragen und politische Perspektiven der Risikoforschung.

#### 2.1 *Die Zeitdimension in der Risikoforschung:*

##### *Verknüpfung von Gegenwart und Zukunft*

Die Kategorie von Risiko verbindet die Gegenwart mit der Zukunft (MÜLLER-MAHN 2013). Bei Risikokalkülen, die zukünftige Ereignisse betreffen, handelt es sich nicht um empirisch nach-

prüfbare Tatsachen, sondern um eine Art von Wetten: „Denn wo sich die Zukunftsforschung nicht auf gegenwärtig verfügbare Daten stützen kann, wuchert die Ungewissheit.“<sup>1</sup> Elena ESPOSITO (2008) spricht in diesem Sinne sogar von einer „Fiktion der wahrscheinlichen Realität“.

Da die Zukunft prinzipiell immer unsicher und offen ist, weil aber mit einer heutigen Risikoentscheidung alternative Entwicklungspfade in der Regel geschlossen werden, bindet das aktuelle Risikomanagement in gewisser Weise die Zukunft (MÜLLER-MAHN, in diesem Band). Gleichzeitig hat sich die Qualität von Risiken in den vergangenen Jahrzehnten grundsätzlich verändert: Die mechanischen Unfallereignisse des Industriezeitalters werden zunehmend von komplexen, systemischen Risiken überlagert, deren Ursachen und Wirkungen mit großen Unsicherheiten und Ambiguitäten verbunden sind.<sup>2</sup> Zukunftskalküle sind daher äußerst schwierig (RENN und SELKE, in diesem Band).

Auch die ethischen Fragen, die Rafaela HILLERBRAND in ihrem Beitrag aufwirft, verknüpfen Gegenwart und Zukunft in höchst problematischer Weise. Maßnahmen der Risikovor-sorge, z. B. im Bereich des Klimawandels, müssen abwägen, wie das sichere Leid der heute lebenden Menschen gegen ein möglicherweise noch viel schlimmeres, aber ungewisses Leid der zukünftigen Menschheit zu gewichten ist. Ein auf komplexe, systemische Risiken bezogenes Risikomanagement hat somit direkte Auswirkungen auf Generationenverträge, die eine Grundlage der modernen Gesellschaften bilden.

## 2.2 Die Raumdimension in der Risikoforschung:

### *Auflösung der Dichotomie Global – Lokal und Nord – Süd*

Im Gegensatz zu der zentralen Skala „Zeit“ ist die Skala „Raum“ in der Risikoforschung bislang weitestgehend ausgeklammert worden. Diese Trennung zwischen dem Zeitlichen und dem Räumlichen muss überwunden werden: „Space provides the arena for the overlapping of multiple risks in particular places and regions.“<sup>3</sup> Hierauf weist der Geograph Detlef MÜLLER-MAHN auch in seinem Beitrag in diesem Band hin, in dem er den Ansatz der „Riskscapes“ in die Diskussion einbringt. Damit wird versucht, unterschiedliche Risikoperzeptionen und darauf gründendes Risikohandeln als eine Art „Risikolandschaft“ sichtbar zu machen. *Riskscapes* sind MÜLLER-MAHN zufolge so etwas wie kognitive Karten eines durch räumlich differenzierte Risiken gestalteten Terrains, anhand deren gesellschaftliche Akteure navigieren, um einen möglichst sicheren Weg durch dieses unübersichtliche Gelände zu finden.

Die räumlichen Dimensionen von Risiko kommen vor allem bei der Unterscheidung zwischen lokalen und globalen Risiken zum Tragen. Zwar geht der Trend hin zu einer Globalisierung von Risiken („Weltrisikogesellschaft“, BECK 2003). Globale, systemische Risiken haben aber spezifische, oft lokale Auswirkungen (z. B. beim Klimawandel), während lokale Katastrophen auch globale Dimensionen annehmen können (z. B. die Nuklearkatastrophe von Fukushima). Da sich die Kategorien des Lokalen und des Globalen auch beim Risiko immer weiter auflösen, ist die herkömmliche Dichotomie Global – Lokal grundsätzlich zu überdenken. Gleiches gilt – und auch darauf weist MÜLLER-MAHN hin – für die alte Dichotomie Nord – Süd bzw. „reiche“ Länder *versus* „arme“ Länder. Die Annahme, die Länder des Nordens seien primär den Risiken der Moderne ausgesetzt (Atomenergie, Finanzkrise,

1 ENZENSBERGER 2009, S. 29.

2 RENN et al. 2007, S. 176–181.

3 MÜLLER-MAHN 2013, S. XVII.

Terrorismus), während die Menschen im Süden in erster Linie von Armutsrissen betroffen wären (Hunger, Krankheit, Verelendung), muss angesichts der zunehmenden Durchdringung von Nord und Süd kritisch überdacht werden: „The production of risk in a global-local continuum can only be understood by taking into account different spatial levels, geographical settings and scalar effects.“<sup>4</sup>

### *2.3 Machtfragen in der Risikoforschung: Politisierung von Risiko*

Risiken, so Ortwin RENN und Piet SELLKE in ihrem Beitrag, stellen Gesellschaften vor schwierige Konfliktsituationen. Seien es epistemische Konflikte (welche Risiken sind wie bedeutsam?), distributive Konflikte (welche Verteilungswirkungen gehen von Risiken aus?) oder normative Konflikte (wie akzeptabel ist ein Risiko? Wie sicher ist sicher genug?) – der Umgang mit Risiken ist konfliktuell, kontrovers und gesellschaftlich umstritten. Peter WEHLING spricht daher in seinem Beitrag von einer „Politisierung des Nichtwissens“.<sup>5</sup> Erhebliches Konfliktpotenzial bietet auch die Unterscheidung zwischen Risikoentscheidern und Risikobetroffenen, und speziell die Praxis des Risikotransfers, bei dem machtvollen gesellschaftlichen Akteure das von ihnen verantwortete Risiko auf weniger machtvollen Akteure abwälzen. Wieder sind der globale Klimawandel, globale Finanzkrisen und der globale Terrorismus aktuelle Beispiele, z. B. auch was das oben angeführte Verhältnis zwischen Nord und Süd betrifft. Die Risikoforschung und das gesamte Wissenschaftssystem sind jedoch – so WEHLING – nicht mehr in der Lage, politische Deutungskonflikte mit der Autorität überlegenen Wissens zu beenden.

## **3. Herausforderungen an eine grenzüffnende Risikoforschung**

Grenzen zu überschreiten, Trennendes zu überwinden und alte Grenzen aufzuweichen – ist, so die Tagung, eine der zentralen Herausforderungen für die Risikoforschung. Das betrifft disziplinäre wissenschaftliche Grenzen ebenso wie erkenntnistheoretische Grenzen, ganz besonders aber Grenzen des Wissens – das Leitthema des Symposiums.

### *3.1 Disziplinäre Grenzen der Risikoforschung öffnen: Disziplinarität, Interdisziplinarität und Transdisziplinarität*

Der Ingenieurwissenschaftler Heinz-Willi BRENIG plädiert in seinem Beitrag dafür, die technische Risikoforschung, die in der Regel mit geschlossenen Systemgrenzen arbeitet, zu öffnen und mit zunehmend offenen Systemvorstellungen und Vulnerabilitätsanalysen<sup>6</sup> zu arbeiten. Nur eine gesellschaftspolitische Orientierung der Risikoforschung, die sich auf verändernde gesellschaftliche Rahmenbedingungen bezieht, kann BRENIG zufolge technische Schutzziele gesellschaftlich akzeptabel machen und Mehrheitsakzeptanz erreichen. Daher müssen subjektive Faktoren wie der jeweilige persönliche Nutzen von Risikoentscheidungen oder der

---

4 MÜLLER-MAHN 2013, S. XVII.

5 Vgl. auch WEHLING 2007.

6 Vgl. BOHLE und GLADE 2008.

Selbstbestimmungsgrad der Individuen bei Risikoentscheidungen auch in der ingenieurwissenschaftlichen Risikoforschung verankert werden.

Für disziplinäre Öffnungen werben auch RENN und SELLKE in ihrem Beitrag, und zwar aus sozialwissenschaftlicher Sicht. Speziell für die Analyse von Risikowahrnehmung und Risikokommunikation fordern sie, auch psychologische und kulturwissenschaftliche Ansätze einzubeziehen. Interdisziplinarität wird aber, so Jürgen MITTELSTRASS, durch die „neue Unübersichtlichkeit des Wissenschaftssystems“<sup>7</sup> immer schwieriger, speziell durch disziplinäre Partikularisierung und Spezialisierung, wodurch die Grenzen der Disziplinen zu weitgehend geschlossenen Erkenntnisgrenzen werden. Eine allein disziplinäre Definition von Problemlagen und Problemlösungen ist aber speziell in der Risikoforschung – und darüber waren sich die Tagungsteilnehmer einig – nicht möglich. Insofern muss Interdisziplinarität (bis hin zur Transdisziplinarität im Sinne von MITTELSTRASS)<sup>8</sup> das Erkenntnisinteresse zu Risiko über Fächer und Disziplinen hinweg erweitern und dabei fachliche wie disziplinäre Engführungen aufweichen.

### *3.2 Erkenntnistheoretische Grenzen der Risikoforschung überwinden:*

#### *Spannungsfeld zwischen Objektivismus und Konstruktivismus*

Eng verbunden mit der Forderung nach einer disziplinären Öffnung der Risikoforschung ist die in der Tagung immer wieder hervorgehobene Notwendigkeit, auch die erkenntnistheoretischen Grenzen der Risikoforschung zu überwinden. Denn es sind vor allem unterschiedliche erkenntnistheoretische Zugänge, die die verschiedenen Disziplinen der Risikoforschung einengen und von anderen Fächern abgrenzen.

Zwei erkenntnistheoretische Grundprinzipien stehen sich in der Risikoforschung diametral entgegen: objektivistische und konstruktivistische Ansätze.<sup>9</sup> Objektivistische Ansätze, so MÜLLER-MAHN (2007), betrachten Risiken als Aspekt der Realität, als objektive Sachverhalte, die im Prinzip berechenbar und damit kontrollierbar sind. Solche erkenntnistheoretischen Zugänge kennzeichnen die natur-, ingenieurs- und geowissenschaftliche Risikoforschung. Konstruktivistische Ansätze richten ihr Forschungsinteresse dagegen auf Akteure, die die Chancen und Risiken von Entscheidungen abwägen, sich bewusst Gefahren aussetzen und auch negative Folgen in Kauf nehmen, um bestimmte Ziele zu erreichen. Auch Naturgefahren erscheinen somit als sozial konstruiert; Risikoentscheidungen stützen sich auf die Kenntnisse, Erfahrungen, Wertmaßstäbe, Bedürfnisse und gesellschaftlichen Lernprozesse, die der gesellschaftliche Umgang mit solchen Gefahren hervorgebracht hat (WEICHSELGARTNER 2002).

In der Tagung wurde versucht, diese Grenzen zwischen objektivistischen und konstruktivistischen Zugängen in der Risikoforschung zu öffnen und die erkenntnistheoretische Dichotomie der Risikoforschung<sup>10</sup> zu überwinden. Vor allem RENN und SELLKE weisen in ihrem Beitrag darauf hin, dass die vielfältigen Dimensionen von Risiko als Bedrohung, Schicksalsschlag, Glücksspiel, Herausforderung der eigenen Kräfte oder als Frühindikator für Gefahren keine eindeutige erkenntnistheoretische Festlegung möglich oder sinnvoll machen. Als einen praktikablen Weg zur Überwindung des Gegensatzes zwischen objektivistischen und kon-

7 MITTELSTRASS 2007, S. 2.

8 MITTELSTRASS 2007, S. 3.

9 MÜLLER-MAHN 2007, S. 5.

10 MÜLLER-MAHN 2007, S. 10.

struktivistischen Ansätzen bieten RENN und SELLKE den „*Risk-Governance-Ansatz*“ an, der die Dimensionen von Risikoeinschätzung, Risikowahrnehmung, Risikoakzeptanz und Risikomanagement systematisch verknüpft, der die Risikokommunikation in das Zentrum der Analyse setzt und der ohne erkenntnistheoretische Verknüpfungen und Grenzüberschreitungen interdisziplinärer Zugänge nicht denkbar ist.

### 3.3 Grenzen des Wissens ausloten und erweitern:

#### *Zwischen Wissen, Unsicherheit und Nichtwissen*

Objektivistische Ansätze der Risikoforschung gehen davon aus, dass die Forschung Wissen über Risiko prinzipiell bereitstellen kann und dass Wissenslücken lediglich „Noch-Nicht-Wissen“ markieren, welches durch mehr Forschung überwunden werden kann. Erst auf dieser Grundlage werden Risiken handhabbar, kalkulierbar und letztlich kontrollierbar. Die zunehmende Bedeutung globaler, systemischer Risiken stellt diese Annahmen allerdings grundsätzlich in Frage. Wie HILLERBRAND am Beispiel des globalen Klimawandels herausarbeitet, ergeben sich für die aus Klimamodellen gewonnenen Prognosen und damit für die Grundlagen politischer Entscheidungen ganze „Unsicherheitskaskaden“. Dies beginnt schon bei den Prognosen über zukünftige Emissionsmengen, die sich auf Szenarien stützen, welche lediglich plausible Annahmen über mögliche Zukünfte sind. Unsicherheitskaskaden setzen sich fort bei den globalen Klimamodellen, die HILLERBRAND zufolge nicht ohne normative Setzungen auskommen, und sie werden durch die regionalen Impactmodelle und speziell durch Einschätzungen über die Folgen des Klimawandels für das menschliche Wohlbefinden und durch die Handlungsempfehlungen für Entscheidungsträger noch erweitert. So summieren sich Unsicherheiten in den wissenschaftlichen Aussagen auf eine Weise, dass Wahrscheinlichkeitsangaben z. B. in der Klimaforschung letztlich „vorgegaukelt“ (HILLERBRAND) werden: „Unsicherheiten sind allgegenwärtig, sie lassen sich nicht vollständig quantifizieren, werden nicht adäquat in der Modellierung berücksichtigt und die gängigen Entscheidungsfindungen wie Vorsorgeprinzip oder Risikomanagement sind ungeeignet, mit den Unsicherheiten umzugehen.“<sup>11</sup>

Noch einen Schritt weiter geht WEHLING in seinem Beitrag über Nichtwissen. Seine Ausführungen beginnt er mit einer provokativen Frage: „Denn wie kann man sich vor potenziellen Gefahren schützen, über die man gar nichts weiß und deren bloße Möglichkeit gesellschaftlich schon hochgradig umstritten ist?“ Mit einer Reihe von Thesen stützt WEHLING seine Forderung, einen Perspektivwechsel weg von der Analyse des Risikos hin zur Akzeptanz von Nichtwissen zu vollziehen. So geht er zum Beispiel davon aus, dass Nichtwissen nicht als „Wissenslücke“, sondern als systematische Folge von wissenschaftlichen Erkenntnisprozessen zu begreifen ist, bei denen Aufmerksamkeitshorizonte verengt, Wissenslücken generiert und Risiken nicht einmal geahnt werden. Als Beispiel führt WEHLING das Desaster um das Medikament Contergan an, als die Forschung sich ganz darauf konzentrierte, die Defizite der Vorgängerprodukte zu überwinden. Nichtwissen über potenzielle katastrophale Folgen des Medikaments sind insofern als Folge fehlgeleiteter wissenschaftlicher Erkenntnis zu begreifen, als „science-based ignorance“.<sup>12</sup> Daraus ergibt sich für WEHLING, dass Nichtwissen durch mehr Wissen nicht einfach zurück gedrängt wird, sondern sich häufig noch vergrößert.

<sup>11</sup> HILLERBRAND, in diesem Band.

<sup>12</sup> RAVETZ 1990, S. 217.

bert. Eine zweite Annahme WEHLINGS über Nichtwissen ist die Einsicht, dass Nichtwissen kein homogenes Phänomen im Sinne völliger Abwesenheit jeglichen Wissens ist, sondern dass die Grenzen zwischen „gewusstem Nicht-Wissen“, „nicht-gewusstem Nichtwissen“ und „Nicht-Wissen-Können“ fließend, unscharf und gesellschaftlich umstritten sind. Speziell die „unknown unknowns“ (TALEB 2007) stellen Risikoforscher vor schwer auflösbare Probleme, wenn etwa Risiken, die von neuen Technologien ausgehen, nicht einmal geahnt werden. Das betrifft z. B. die Gentechnik, die Nanopartikeltechnologie oder Ansätze eines *Geo-Engineering* zur Minderung des globalen Klimawandels. Die möglichen furchtbaren Auswirkungen solcher Risikoentscheidungen führen zu erheblichen Konfliktodynamiken beim Risikomanagement unter den Bedingungen von Nichtwissen.

„Jenseits“ der Risiken, so WEHLING, aber gleichsam „im Inneren“ jeglicher Risikoberechnung, tun sich weite Bereiche des Unbekannten, Unerwarteten und möglicherweise Unvorhersehbaren auf. Ziel jeglichen Umgangs mit Nichtwissen müsse es daher sein, eine reflexive Risikoforschung zu etablieren, die unter den Bedingungen politisierten Nichtwissens sachlich begründete und sozial legitimierte Entscheidungen treffen kann. Auf diese Aspekte wird im Folgenden eingegangen, wenn es um mögliche praktische Wege hin zu einem zukunftsfähigen Risikomanagement geht.

#### **4. Auf dem Weg zu einem grenzüberschreitenden zukunftsfähigen Risikomanagement**

Die Tagungsteilnehmer waren sich einig, dass ein zukunftsfähiges Risikomanagement praxisorientiert sein und sich gleichzeitig auf reflexive Wissenskulturen stützen müsse. Nur so sei letztlich eine demokratische Verankerung der Risikoforschung möglich. Daraus ergeben sich eine Reihe von Forderungen an die Risikoforscher.

##### *4.1 Praxis-gerichtete Wege des Risikomanagements eröffnen*

„Wissenschaft trifft Praxis“ – so lautet das Leitthema des Beitrages von Ralph TIESLER, in dem es vor allem um die Integration wissenschaftlicher Erkenntnis und praxisorientierter Dienstleistung beim Bevölkerungsschutz geht. Als Hemmnisse dafür identifiziert TIESLER neben Konkurrenzgerangel der Behörden, Koordinationsmängeln und Kommunikationsdefiziten vor allem mangelndes Vertrauen der Bevölkerung in die Problemlösungskompetenz der Entscheidungsträger. Eine auf Vertrauen und Transparenz aufbauende Risikokultur, die speziell auf einer engen Zusammenarbeit zwischen Staat, Bürgern und Medien basiert, sieht TIESLER als Schlüssel für eine zukunftsfähige Integration wissenschaftlicher Erkenntnis und praktischer Katastrophenvorsorge.

Der Beitrag von Gerhard BERZ in diesem Band konzentriert sich dagegen auf die Privatwirtschaft, speziell die Versicherungsbranche. Wenn Naturrisiken in Zeiten des globalen Klimawandels versichert werden sollen, so birgt das auf der einen Seite erhebliche Unsicherheiten und Herausforderungen für die Versicherungswirtschaft. Auf der anderen Seite ergeben sich laut BERZ aber auch ganz neue Geschäfts- und Beteiligungsmöglichkeiten, die von neuen Marktpotenzialen bis hin zur Umsteuerung der riesigen Vermögensanlagen der Versicherungskonzerne auf umweltfreundliche Wirtschaftszweige reichen können. Die praktische Steuerung von Risiko ist, so ein Ergebnis der Tagung, nur durch die Aufweichung der Grenzen zwischen Wissenschaft, Politik, Privatwirtschaft und Zivilgesellschaft möglich.

#### 4.2 Reflexive Wissenskulturen in die Risikoforschung einbauen

Ausgehend von den Herausforderungen des Nichtwissens für die Risikoforschung plädiert WEHLING in seinem Beitrag für eine reflexive Wissenspolitik, die die Grundlagen moderner Wissensordnungen zum Thema öffentlicher Auseinandersetzungen macht. Konkrete Voraussetzungen für ein reflexives Risikomanagement sind WEHLING zufolge Forschungsaktivitäten, bei denen aktiv nach Hinweisen gesucht wird, wodurch die getroffenen Risikoentscheidungen „falsifiziert“ werden können. Es geht also um ein gezieltes Monitoring der Entscheidungsfolgen in Hinsicht darauf, inwieweit sich neue, zuvor nicht verfügbare Erkenntnisse zeigen, die geeignet sind, die zunächst getroffenen Entscheidungen als „falsch“ herauszustellen. Voraussetzung dafür ist allerdings die Möglichkeit, einzugreifen, noch bevor schwere, irreversible Schäden eingetreten sind. Das oben angeführte *Geo-Engineering* eignet sich demzufolge nicht für solche „Realexperimente“. Risikomanagement ist also als ein „rekursiver“ Lernprozess anzusehen, der Entscheidungsfolgen systematisch beobachtet und immer wieder korrigieren kann. Überraschungen nehmen dabei eine Schlüsselrolle ein, denn es sind Überraschungen, also Brüche mit etablierten Erwartungen, die erkennen lassen, was die Risikoforschung nicht gewusst oder nicht einmal geahnt hatte.

#### 4.3 Grenzen des Wissens demokratisch gestalten

Auf dem Symposium wurde lediglich andiskutiert, inwieweit die „Grenzen der Risikosemantik“<sup>13</sup> und der problematische Umgang mit dem Phänomen des Nichtwissens zukunftsorientierte, politisch akzeptable, sozial verantwortliche und demokratisch verankerte Formen der Risikoforschung und des Risikomanagements möglich machen könnten. TIESLER, RENN und SELLKE sowie WEHLING stellen in ihren Beiträgen die These auf, dass es durchaus erfolgversprechende Möglichkeiten des Umgangs mit Konflikten um Risiko und Nichtwissen gibt, die möglicherweise sogar die Spielräume demokratisch legitimierten Handelns gegenüber technokratischen Konzepten des Risikomanagements erweitern könnten. Kern einer demokratisch gestalteten Risikokultur, so WEHLING, ist der Perspektivwechsel einer wissenschaftsbasierten Prävention hin zu einer politisch gestalteten Vorbeugung oder Vorsorge.

Für die Risikoforschung bedeutet dies, dass „Unterlassungssünden“ (WEHLING) der Risikoforschung Schritt für Schritt eliminiert werden müssen, wie z. B. das Desinteresse an moralischen und ethischen Fragen beim Umgang mit Risiko, die mangelnde Aufmerksamkeit für unerwartete Nebenfolgen und Überraschungen, die unzureichenden Routinen bei praxisorientierter Transdisziplinarität<sup>14</sup> oder vorzeitig abgebrochene Erkenntnisbemühungen.

### 5. Risiko. Erkundungen an den Grenzen des Wissens

Das Symposium hat dazu beigetragen, die Möglichkeiten, Chancen und Potenziale, aber auch die Hemmnisse und Grenzen in der Risikoforschung als Grundlage für den gesellschaftlichen Umgang mit Risiken herauszuarbeiten. Nur eine integrative, interdisziplinäre und im besten Sinne „grenzüberschreitende“ Verknüpfung der wissenschaftlichen Ansätze der Ri-

<sup>13</sup> LUHMANN 1992, S. 146.

<sup>14</sup> Vgl. JAHN 2008.

sikoanalyse – sei sie naturwissenschaftlicher, ingenieurwissenschaftlicher, sozialwissenschaftlicher, psychologischer, kulturwissenschaftlicher oder philosophischer Art – kann dazu beitragen, zumindest ansatzweise „sicher durch eine unsichere Zukunft“ (HILLERBRAND) zu führen. Gerade für die Risikoforschung aber gilt, was ENZENSBERGER provokativ so auf den Punkt gebracht hat: „Unser Denken ist, gemessen an dem, was uns umgibt, prinzipiell unterkomplex.“<sup>15</sup> Wenn das zutrifft, dann sind die Grenzen unseres Wissens, speziell in der Risikoforschung, eng gesteckt. Das Symposium hat aber dazu beigetragen, diese Grenzen zumindest zu erkunden, sie ein wenig zu öffnen, und sie bestenfalls auch zu erweitern.

## Literatur

- BECK, U.: Weltrisikogesellschaft. Auf der Suche nach der verlorenen Sicherheit. Frankfurt (Main): Suhrkamp 2003
- BOHLE, H.-G., und GLADE, T.: Vulnerabilitätskonzepte in Sozial- und Naturwissenschaften. In: FELGENTREFF, C., und GLADE, T. (Hrsg.): Naturrisiken und Sozialkatastrophen. S. 99–119. Berlin, Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag 2008
- ENZENSBERGER, H. M.: Fortuna und Kalkül. Zwei mathematische Belustigungen. Frankfurt (Main): Suhrkamp 2009
- ESPOSITO, E.: Die Fiktion der wahrscheinlichen Realität. Frankfurt (Main): Suhrkamp 2008
- JAHN, T.: Transdisziplinarität in der Forschungspraxis. In: BERGMANN, M., und SCHRAMM, E. (Hrsg.): Transdisziplinäre Forschung. Integrative Forschungsprozesse verstehen und bewerten. S. 21–37. Frankfurt (Main), New York: Campus 2008
- LUHMANN, N.: Die Beschreibung der Zukunft. In: LUHMANN, N.: Beobachtungen der Moderne. S. 129–147. Opladen: Westdeutscher Verlag 1992
- MITTELSTRASS, J.: Methodische Transdisziplinarität. Lifis online. [www.leibniz-institut.de](http://www.leibniz-institut.de) (Zugriff am 5. 11. 2007)
- MÜLLER-MAHN, D.: Perspektiven der geographischen Risikoforschung. *Geographische Rundschau* 59/10, 4–11 (2007)
- MÜLLER-MAHN, D. (Ed.): *The Spatial Dimension of Risk. How Geography Shapes the Emergence of Riskscapes*. London, New York: Routledge 2013
- RAVETZ, J.: *The Merger of Knowledge of Power. Essays in Critical Science*. London, New York: Mansell 1990
- RENN, O., SCHWEIZER, P.-J., DREYER, M., und KLINKE, A.: *Risiko: Über den gesellschaftlichen Umgang mit Unsicherheit*. München: Oekom Verlag 2007
- TALEB, N. N.: *The Black Swan: The Impact of the Highly Improbable*. New York: Random House and Penguin 2007
- WEHLING, P.: Die Politisierung des Nichtwissens – Vorläufer einer reflexiven Wissensgesellschaft? In: AMMON, S., HEINEKE, C., SELBMANN, K., und HINTZ, A. (Hrsg.): *Wissen in Bewegung. Vielfalt und Hegemonie in der Wissensgesellschaft*. S. 221–240. Bielefeld: Transcript 2007
- WEICHSELGARTNER, J.: *Naturgefahren als soziale Konstruktion. Eine geographische Beobachtung der gesellschaftlichen Auseinandersetzung mit Naturrisiken*. Aachen: Shaker-Verlag 2002

---

<sup>15</sup> ENZENSBERGER 2009, S. 57.

**Nachrufe**



## Nachruf

### **Prof. em. Dr. Hans-Georg Bohle**

(\*3. März 1948 – †20. September 2014)

Am 20. September 2014 verstarb auf der Insel Murter in Kroatien Prof. em. Dr. Hans-Georg BOHLE im Alter von 66 Jahren. Mit ihm verliert die deutsche Geographie einen bedeutenden Vertreter der Südasienforschung und der Geographischen Entwicklungsforschung. Sein Wirken fand nicht nur in Deutschland, sondern auch international hohe Anerkennung.

Hans-Georg BOHLE wurde am 3. März 1948 in Hildesheim geboren. Seine akademische Ausbildung erfuhr er an der Universität Göttingen, wo er von 1968 bis 1974 die Fächer Anglistik und Geographie studierte. Sein Interesse an Indien wurde durch die Vorlesungen bei Hans-Jürgen NITZ geweckt. Anregungen zur Beschäftigung mit Dritte-Welt-Fragen und Problemen der Unterentwicklung kamen von Fred SCHOLZ. Als Ergebnis ausgedehnter Forschungsaufenthalte in Indien in den 1970er Jahren entstand die Dissertation mit dem Titel „Bewässerung und Gesellschaft im Cauvery-Delta/(Südindien)“, mit der BOHLE 1979 promoviert wurde. Am Beispiel des Dorfes Sirangarajapuram (Tamil Nadu) zeigte er die Folgen der „Grünen Revolution“ für Umwelt und Gesellschaft im südindischen Cauvery-Delta meisterhaft auf.

Im Jahr 1985 erfolgte an der Universität Göttingen die Habilitation zum Thema „Südindische Wochenmarktsysteme: Theoriegeleitete Fallstudien zur Geschichte polarisierter Wirtschaftskreisläufe im ländlichen Raum der Dritten Welt“. Nach einer einjährigen Tätigkeit als Privatdozent an der Göttinger Universität erfolgte 1986 der Ruf auf eine C2-Professur am Institut für Kulturgeographie der Universität Freiburg, wo Hans-Georg BOHLE 1989 Nachfolger von Walther MANSHARD auf dem Lehrstuhl Wirtschaftsgeographie der Entwicklungsländer wurde. In der Freiburger Zeit (1989–1995) baute BOHLE die von MANSHARD propagierte Entwicklungsländergeographie zur sozialwissenschaftlichen Geographischen Entwicklungsforschung aus. Forschungsschwerpunkte wurden die Hungerkrisen- und Verwundbarkeitsforschung, für die er zusammen mit Michael WATTS während eines Gastaufenthaltes an der *University of Berkeley* (Kalifornien, USA) im Jahr 1991 wichtige Bausteine lieferte. Das internationale Profil von Hans-Georg BOHLE wird auch durch seine Tätigkeit als *Chairman* der *International Geographical Union (IGU) Commission on Vulnerable Food Systems* belegt (1989 bis 1996).

Von 1995 bis 2004 war Hans-Georg BOHLE als Geographie-Direktor am Südasien-Institut der Universität Heidelberg tätig, wo er den Grundstein für die moderne Geographische Risikoforschung legte. Gemeinsam mit einem großen Team von Doktoranden forschte er in dieser Zeit in erster Linie in Indien, Nepal und Sri Lanka.

Die Jahre als Lehrstuhlinhaber für geographische Entwicklungsforschung an der Universität Bonn (2004–2013) bildeten den Höhepunkt im Forscherleben von BOHLE. Er trieb die

Internationalisierung von Forschung und Lehre am Geographischen Institut wesentlich voran. Unter anderem initiierte er eine jährliche Vortragsreihe (*International Lecture on Development Geography*), zu der er international renommierte Geographen wie Doreen MASSEY, Michael WATTS, Karen O'BRIEN, Leo DE HAAN und Terry CANNON einlud. Am Standort Bonn ergab sich darüber hinaus eine fruchtbare Zusammenarbeit mit der UN-Universität (*Institute for Environment and Human Security*, UNU-EHS), dem Zentrum für Entwicklungsforschung (ZEF) und zahlreichen Entwicklungsorganisationen. Mit einem hochkarätigen Team von Doktoranden und Habilitanden und eigenen empirischen Fallstudien in Indien, Sri Lanka und Bangladesch wurde die mehrdimensionale Geographische Entwicklungs- und Risikoforschung weiterentwickelt. Ausgehend von der Verwundbarkeits- und Resilienzforschung spannte sich der Bogen über verfassungsrechtliche Ansätze, der Politischen Ökologie bis zur Hazard-Forschung und der globalen Umweltforschung. Als aktives Mitglied des *International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change* (IHDP) hat er auch die Arbeit der Projekte *Global Environmental Change and Human Security* (GECHS) und *Global Environmental Change and Food Systems* (GECAPS) wesentlich mitgestaltet. Von 1976 bis zu seinem viel zu frühen Tod hinterließ Hans-Georg BOHLE der internationalen *Scientific Community* 210 Veröffentlichungen, darunter 25 Buchpublikationen.

Hans-Georg BOHLE war ein begeisterter und äußerst beliebter akademischer Lehrer, der über 60 Promotions- und vier Habilitationsprojekte mit entwicklungsrelevanten Themen in Südasien, Afrika und Lateinamerika betreute. Seine anschaulichen Erklärungen, seine kritische Sicht auf die Welt und seine Fähigkeit, den Dialog untereinander zu fördern, haben seine Studenten, Doktoranden und Habilitanden bereichert, geprägt und angespornt.

Er war gewähltes Mitglied der *Academia Europaea* in London und Mitglied der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina in Halle (Saale). Darüber hinaus war er Mitglied und Ratgeber im Stiftungsrat der *Münchener Rück Stiftung*. Im Jahr 2007 erhielt er von der Gesellschaft für Erd- und Völkerkunde zu Stuttgart die Graf-von-Linden-Medaille für seine Verdienste für die Humangeographie.

Bei zahlreichen Entwicklungsorganisationen war seine Fachberatung ebenso stark gefragt wie seine Qualitäten als Mitherausgeber von wissenschaftlichen Zeitschriften, z. B. *Die Erde* (Berlin) und *Internationales Asienforum* (Freiburg). Seine ruhige Art verbunden mit einem messerscharfen Intellekt, einer großen Persönlichkeit und einem instinktivem Gespür für wissenschaftliche Qualität qualifizierten ihn für herausragende Aufgaben weit über den universitären Bereich hinaus.

Nach seiner Pensionierung im Juli 2013 war er nicht im ‚Ruhestand‘, sondern genoss sein Leben zu Hause in Freiburg und auf zahlreichen Reisen durch Europa und Asien.

Prof. Dr. Thomas KRINGS  
Lehrstuhl für Kulturgeographie  
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

## Nachruf

### Prof. Dr. Jürgen Pohl

(\*8. Oktober 1954 – †11. Juni 2014)

Am 11. Juni 2014 starb Jürgen POHL nach langer, mit bewundernswerter Haltung ertragener Krankheit.<sup>1</sup> Das gemeinsam mit Hans-Georg BOHLE herausgegebene Buch zur Risikoforschung in der Reihe der *Nova Acta Leopoldina* ist Ausdruck seines bis zum Schluss ungebrochenen Engagements für die Wissenschaft, für sein Institut und für seine Studierenden sowie Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Die Arbeit an diesem Buch hat ihn in seinen letzten Lebensmonaten Kraft gekostet, aber sie war ihm wichtig, und er hat sie gerne getan.

Jürgen POHL war Geograph mit Leib und Seele. „Man hört auch im Urlaub nicht auf, Sozialwissenschaftler zu sein“, wie er es ausdrückte. Die Lust zum eigenständigen Denken zeichnete ihn schon in den ersten Etappen seines wissenschaftlichen Werdegangs aus. Das Studium der Fächer Geographie, VWL, Städtebau und Landesplanung in München und die anschließende Promotionsphase bis 1986 waren geprägt von der Auseinandersetzung mit der „Münchner Schule“. In Abgrenzung gegenüber dieser Schule und vor allem gegenüber der quantitativen Geographie nahm er mit seinem Plädoyer für die „Geographie als hermeneutische Wissenschaft“ – so der Titel der 1986 veröffentlichten Dissertation – eine klare Gegenposition ein. Das war damals unorthodox, wenn nicht sogar mutig. Zugleich enthielt die Dissertation ein klares Bekenntnis zur Disziplin der Geographie und ihrer Einheit. „Die Einheit, die selbstverständlich niemals total sein kann, ist notwendig, wenn der einzelne Wissenschaftler nicht bloß eine private Geographie betreiben, sondern Wirkung zeigen will. Selbst wenn er zur Geographie erklärt, was er tut, so braucht er doch die Geographie der anderen, sonst gewänne er keinen Gegenstand und keine Begriffe. Ein ‚privates Sprachspiel‘ (WITTGENSTEIN) gibt es nicht.“<sup>2</sup>

In seiner weiteren wissenschaftlichen Arbeit hat sich Jürgen POHL maßgeblich für eine individualtheoretische Wende in der Humangeographie eingesetzt. In seiner Habilitationsschrift befasste er sich mit „Regionalbewusstsein als Thema der Sozialgeographie“ auf Grundlage empirischer Untersuchungen im norditalienischen Friaul. Die Arbeit verfolgte eine idiographisch-historische Perspektive, inspiriert durch die Renaissance des Historismus, und leitete daraus eine Chance für regionalistische Ansätze in der Geographie ab. „Die Aufgabe der Sozialgeographie kann darin liegen, das Verhältnis von fortschreitender Universalisierung ei-

---

1 Teile dieses Nachrufs sind bereits in der Geographischen Zeitschrift (Bd. 102, Heft 2, S. 65–67) im Jahr 2014 erschienen.

2 POHL 1986, S. 30.

nerseits und Streben nach Wahrung der Herkunftsidentität andererseits, von Weltgesellschaft hier und segmentären Kulturen da zu thematisieren.“<sup>3</sup> Für diese Arbeiten erhielt er 1993 den Hans-Bobek-Preis der Österreichischen Geographischen Gesellschaft.

Durch das Forschungsprojekt in Friaul, und inspiriert sicher auch durch die enge Zusammenarbeit mit seinem Mentor Robert GEIPEL, entwickelte er ein Interesse an Problemen der *Natural Hazard Research* – das Untersuchungsgebiet war wenige Jahre zuvor durch ein schweres Erdbeben zerstört worden – und an Ansätzen der Umweltwahrnehmung. So beschäftigte er sich in verschiedenen Arbeiten mit den Themen Wiederaufbau nach einem Erdbeben und Wahrnehmung des Wiederkehrrisikos eines Erdbebens durch die Bevölkerung. Dieses fachliche Interesse bestimmte einen wesentlichen Teil seiner nachfolgenden wissenschaftlichen Arbeiten, die im weiteren Sinne unter dem Begriff Risikoforschung zusammengefasst werden können. Umweltwahrnehmung und Risiko standen im Mittelpunkt seiner Arbeit, wobei ihm neben methodologischen und theoretischen Interessen immer auch der Praxisbezug ein wichtiges Anliegen war, zum Beispiel in Hinsicht auf Risikomanagement und Raumplanung.

Seit 1996 lehrte Jürgen POHL als Professor für Sozialgeographie am Geographischen Institut der Universität Bonn, wo er sich für eine interdisziplinäre Risikoforschung einsetzte, u. a. seit 1999 im Rahmen des „Zentrums für Naturrisiken und Entwicklung Bonn“ (ZENEb). In den letzten Jahren beteiligte er sich maßgeblich daran, „Risiko“ zu einem profilbildenden Schwerpunkt des Geographischen Instituts der Universität Bonn zu machen. Zusätzlich zur Risikoforschung befasste er sich in zahlreichen Publikationen mit Netzwerkforschung und *Industrial Districts*, Themen der angewandten Sozialgeographie sowie weiteren Fragen der Theorie und Methodik der Geographie.

Innerhalb der deutschsprachigen Geographie setzte sich Jürgen POHL konsequent für eine integrative Perspektive auf das Themenfeld „Risiko“ ein. Er war deshalb stets an einer Zusammenarbeit von Physischer Geographie und Humangeographie interessiert. In solchen integrativen Herangehensweisen sah er nicht nur eine Notwendigkeit bei der Suche nach Lösungen für komplexe Problemlagen im Schnittpunkt von Natur und Gesellschaft, sondern auch eine besondere Chance für die Geographie als wissenschaftliche Disziplin. Er leitete den Arbeitskreis „Risikomanagement als Handlungsfeld in der Raumplanung“ der Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL), deren Mitglied er seit 2010 war. Außerdem gehörte er zu den Gründern des Arbeitskreises „Naturrisiken und Naturgefahren“ der Deutschen Gesellschaft für Geographie (DGfG). Bereits seit 1997 gehörte er als Ordentliches Mitglied der Deutschen Akademie für Landeskunde an, und er wirkte über viele Jahre mit großem Einsatz als Mitherausgeber der *Geographischen Zeitschrift* und der *Forschungen zur Deutschen Landeskunde*.

Jürgen POHL war eher ein Mann der leiseren Töne, dem man seine bayerische Herkunft auch nach vielen Jahren im Rheinland noch anmerkte. Auf Tagungen saß er selten in der ersten Reihe, sondern stellte gerne aus der Tiefe des Raumes heraus seine Fragen, die manchmal zunächst freundlich-harmlos wirkten und erst bei genauerem Hinhören ihre Sprengkraft entfalteten. In seiner ironisch-verschmitzten Art beobachtete und kommentierte er die Welt und zeigte dabei doch auch immer eine tiefe Anteilnahme und einen ausgeprägten Gerechtigkeits-sinn. Bei seiner Arbeit als Professor war er sich stets seiner Verantwortung für die Menschen bewusst, die auf ihn angewiesen waren. Dementsprechend kümmerte er sich ausgesprochen fürsorglich um seine Studierenden, und um seine Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.

---

3 POHL 1993, S. 46.

Die deutschsprachige Geographie hat mit Jürgen POHL einen inspirierenden Wissenschaftler, einen engagierten Hochschullehrer und einen sympathischen und aufrechten Menschen verloren.

*Literatur*

POHL, J.: Geographie als hermeneutische Wissenschaft. Ein Rekonstruktionsversuch. Münchner Geographische Hefte Nr. 52. Kallmünz: Laßleben 1986

POHL, J.: Regionalbewusstsein als Thema der Sozialgeographie. Theoretische Überlegungen und empirische Untersuchungen am Beispiel Friaul. Münchner Geographische Hefte Nr. 70. Kallmünz: Laßleben 1993

Prof. Dr. Detlef MÜLLER-MAHN  
Dipl.-Geogr. Florian NEISSER  
Geographisches Institut der Universität Bonn





