

Warum müssen Wissenschaftler über Risiko reden? Und welches Risiko gehen sie damit ein?

Essay

Risiko ist ein Begriff, der seit der Mitte der siebziger Jahre die öffentlichen Diskussionen prägt, und zwar lange bevor Anthropologen wie Patrick Lagadec die »civilisation du risque« oder Soziologen wie Ulrich Beck die »Risikogesellschaft« als Thema ihrer Forschung entdeckten. Die offenkundige Attraktivität dieses Begriffes speziell für Leitartikel oder Feuilletonisten mag darin begründet sein, daß er eine Vielfalt von möglichen und sinnvollen Bedeutungen umfaßt. Wie sehr dieses »Risiko« auch das alltägliche Leben prägt, kann man daran sehen, daß schon der alltägliche Umgang mit Arzneimitteln – und zunehmend auch mit Lebensmitteln – den kompetenten Umgang mit dem Risikokonzept voraussetzt; man denke nur an die Floskel »Zu Risiken und Nebenwirkungen fragen Sie bitte Ihren Arzt oder Apotheker«. Schon Knirpse im Grundschulalter »riskieren eine dicke Lippe«, größer geworden versuchen sie, im Bungee-Springen das »flow«-Erlebnis zu haben, das mit dem bewußten Eingehen von Risiken verbunden ist. Wem dieser Umgang mit dem Risiko zu direkt ist, der kann sich am Wohnzimmertisch mittels eines Brettspiels die Risikoerfahrung erwerben.

In allen Spielarten des Begriffs Risiko werden zwei Aspekte, wenn auch mit unterschiedlicher Gewichtung, sichtbar: Die Gefährlichkeit einer Situation, Handlung oder Option und die Bereitschaft, sich ihr zu stellen. Schon in Band 8 des Deutschen Wörterbuchs von Jakob und Wilhelm Grimm (1893) heißt es: »Riskieren, ... seit dem 18. Jahrhundert in die Sprache des gemeinen Lebens übernommen, mehrfach ausgebildet. 1. Gefahr laufen, ... 2. wagen, aufs Spiel setzen.« Es mag ein Zufall sein, daß im Wörterbuch als früheste literarische Quelle ein Schauspiel aus der krisenhaften »Sturm- und Drang«-Periode genannt wird; doch scheint dies passend.

Um zu einer präziseren Bestimmung des Inhalts zu kommen, hilft leider auch die Etymologie nicht weiter, denn diese ist ähnlich unbestimmt wie die Bedeutung dieses Wortes: Zum einen könnte der Bedeutungswandel des griechischen Wortes *rhiza* von Wurzel zu Klippe eine Metapher angelegt haben, insofern Risiko den Gefahren eines klippenreichen Meeres entspricht. Andererseits ist das spanische *arisco* wohl von einem arabischen Wortstamm abgeleitet, der auf Wagnis hindeutet.

Das normale Verfahren der Wissenschaft zur Klärung eines Begriffs angesichts unterschiedlicher

Etymologien besteht darin, seinen Kern zu identifizieren und Nebendeutungen als Anwendungsbeispiele von der Definition abzuspalten. Beim Thema Risiko findet sich dieses Vorgehen interessanterweise zunächst in einem Anwendungsbereich, denn die Versicherungsgesellschaften definieren seit langem Risiko als das Produkt von Schadenshöhe und Wahrscheinlichkeit des Eintretens dieses Schadensfalles. Duncan Luce und Howard Raiffa haben dies zunächst auch zur Grundlage ihrer subjektiven Risikotheorie gemacht, sich dabei aber nicht auf unmittelbar meßbare Schäden, sondern auf Schadensäquivalente und auch nicht auf relative Schadenshäufigkeiten, sondern subjektive Schadenswahrscheinlichkeiten bezogen. Doch bei dieser anscheinend so direkten und unmittelbaren Erweiterung des versicherungstechnischen Risikobegriffs zu einer verbundenen Meßstruktur – eine Gleichung der Form »subjektives Risiko = $g(\text{Schadenshöhe}) \times f(\text{Schadenswahrscheinlichkeit})$ «, wobei g und f monotone Funktionen sind – stellten sich Schwierigkeiten ein, die Raiffa und Luce am Ende bewogen, diese Definition wieder aufzugeben, denn viele Schäden, die sich »objektiv« auf der einheitlichen Skala Geldwert abbilden lassen, sind subjektiv nicht vergleichbar: zehn Schadensfälle zu 50 000 DM entsprechen keineswegs dem katastrophalen einmaligen Verlust von 500 000 DM. Dem Modell der subjektiven Schadenserwartung als einer verbundenen Messung widerspricht auch die gegenseitige Abhängigkeit der beiden Variablen: Eine niedrige subjektive Wahrscheinlichkeit scheint das wahrgenommene Ausmaß des möglichen Schadens zu reduzieren, wie z. B. beim Überholen auf Landstraßen, wo man davon ausgeht, sein Fahrzeug besser im Griff zu haben als die meisten anderen Autofahrer. Andererseits führt das Zusammentreffen von vielen Schadensfällen in einem einzigen Ereignis dazu, daß die Wahrscheinlichkeit überschätzt wird, wie etwa bei der Flugangst, die sich anscheinend rational durch den Bezug auf Katastrophen begründet, aber außer acht läßt, wie selten diese Ereignisse bezogen auf die gesamte Flugleistung sind.

Sind Risiken berechenbar?

Diese Beispiele weisen auf eine weitere Risikovariable hin, die bei der Formel »Risiko = Schaden \times subjektive Wahrscheinlichkeit« nicht berücksichtigt wird, nämlich die Kontrollierbarkeit von Risiken. Was vom Risikonehmer als kontrollierbares und daher wohl auch als freiwillig eingegangenes Risiko wahrgenommen wird, scheint qualitativ

etwas anderes zu sein, als was uns von außen aufgezungen wird und wo wir beim Zustandekommen bzw. Vermeiden der Risiken nicht selbst eingreifen können. Nun könnte man argumentieren, es ließen sich alle diese Probleme dadurch lösen, daß man zum versicherungstechnischen Risikobegriff als der einzig rationalen Betrachtungsweise zurückgeht; doch selbst dort finden sich Widersprüche. Sie zeigen sich schon allein darin, daß es Rückversicherungen gibt, also Versicherungen von Versicherungen gegen Schadensfälle, die die Belastungsfähigkeit einer einzigen Versicherung übertreffen; d. h. auch die Versicherungen unterscheiden »normale« Risiken von Katastrophen und reagieren unterschiedlich darauf. Der Widerspruch zum Prinzip der Maximierung des erwarteten Gewinns und der Minimierung des erwarteten Schadens besteht darin, daß die Prämie für die Rückversicherung höher ist als der erwartete Schaden.

Ein weiterer Grund, warum die Komplexität des Risikobegriffs wissenschaftlich so wenig handhabbar ist, besteht darin, daß zumindest in der subjektiven Wahrnehmung von Risiken immer die Möglichkeit einer positiven Rückkopplung besteht, d. h. die Wahrnehmung eines Risikos löst Handlungen aus, die insgesamt das Risiko erhöhen; andererseits wird in den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften meist vom Modell der negativen Rückkopplung ausgegangen, nach dem Motto »Gefahr erkannt, Gefahr gebannt«. Daß ein Auftreten von positiver Rückkopplung nicht nur als Alptraum Überängstlicher abgetan werden kann, zeigt die Katastrophe von Tschernobyl. Hier haben erkannte Risiken im normalen Verfahrensablauf dazu geführt, daß Elektrotechniker eine neue Warn- und Regelungstechnik ausprobieren sollten. Dafür mußte die Leistung des Reaktors heruntergefahren werden. Dies aber bewirkte, daß er kritisch wurde und Maßnahmen auslöste, die lokalen Risiken beugen sollten, aber das totale Risiko bis hin zur Katastrophe erhöht haben. Eine Kaskade gefährlicher Situationen und entsprechender risikomindernder Einzelmaßnahmen führte so zu einem globalen Aufschaukeln des Gesamtrisikos.

Risiko und Unsicherheit

Angesichts dieser offenkundigen Schwierigkeiten, sich dem Begriff Risiko mit dem normalen Inventar wissenschaftlichen Denkens zu nähern, könnte man eigentlich in einem Wissenschaftsmagazin den Essay hier resignierend mit der Bemerkung beenden: Wieder einmal sei die Wirklichkeit zu komplex für die Wissenschaft.

Dennoch gibt es gute Gründe für Wissenschaftler, sich mit dieser Thematik zu beschäftigen, auch wenn die nach dem Vorbild klassischer Gesetze der Physik formulierte Gleichung: »Risiko = subjektive Schadenswahrscheinlichkeit x subjektiver Schaden« nicht gilt.

Bei »Risiko« oder »riskieren« reicht der Sprachgebrauch, wie gesagt, von der Redensart »eine dicke Lippe riskieren« bis hin zum »Risiko eines Nuklearkrieges«. Während es im ersten Fall darum geht, daß der erwartete Nutzen für die Äußerung einer ungebührlichen Bemerkung als höher ange-



sehen wird als die möglicherweise darauf folgenden negativen Konsequenzen, verbirgt sich im zweiten Fall hinter dem Begriff Risiko eine ganze Reihe von Einzelproblemen. Da kann es zunächst ebenfalls um eine Schaden-Nutzen-Abwägung durch einen Strategen gehen. Aber selbst in diesem Falle ist es unbekannt – und damit kommt ein Risiko zweiter Stufe dazu –, welche innere Struktur einer nuklearen Auseinandersetzung zugrundeliegt: Ist der beiderseitige Einsatz von Vernichtungswaffen weniger schlimm, als wenn nur eine Seite einen Vernichtungsschlag führt (eine sogenannte »prisoner's dilemma«-Situation), dann erschiene die Option des Waffeneinsatzes als rational vertretbar; führt der beiderseitige Einsatz zur endgültigen Katastrophe (eine sogenannte »chicken«-Situation), dann ist es schon irrational, diese Option überhaupt in Erwägung zu ziehen. Um aber die Fragen nach der grundlegenden Struktur der Risikosituation beantworten zu können, müßten noch weitere zugrundeliegende Risiken analysiert werden, so etwa die langfristigen Auswirkungen von Radioaktivität auf die menschliche Gesundheit, das Wachstum von Pflanzen- und Tierpopulationen sowie die Mutagenität.

Gemeinsames Merkmal all dieser Facetten des Risikobegriffs ist, daß man aufgrund eigener oder fremder Entscheidungen mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit einen Schaden erleiden wird. Dies hat zu der oben erwähnten klassischen Definition des Risikos geführt, nämlich dem erwarteten Schaden. Diese auf den ersten Blick so klare und einleuchtende Definition verschleiert jedoch die Risikoproblematik mehr, als daß sie sie aufklärt, denn diese Definition ist praktisch nie anwendbar. Dennoch bedarf der Begriff des Risikos einer ratio-

Nährwert und Nebenrisiken

nalen Analyse, will man sich in einer Welt verantwortungsvoll verhalten, die durch Komplexität und eine entsprechende Unsicherheit gekennzeichnet ist.

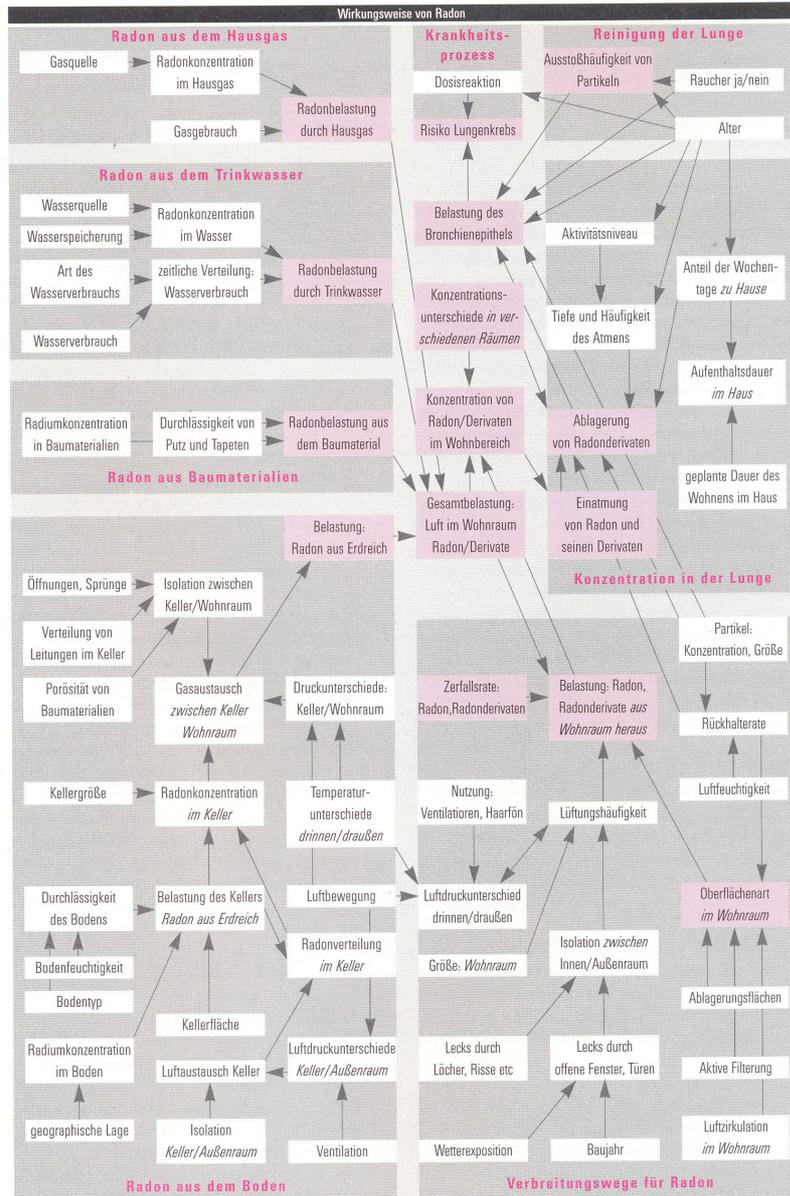
Wie komplex die Gegebenheiten sein können, die von Wissenschaftlern eine Risikoabschätzung erfordern, zeigt **1**, wo in vereinfachter Form das Expertenwissen über die Gefährdungen durch das radioaktive Gas Radon abgebildet ist.

In diesem Beeinflussungsdiagramm wird auch die Rolle menschlichen Eingreifens bzw. mensch-

licher Entscheidungen deutlich – so wird z.B. durch eine aus ökologischen Gründen sinnvolle bessere Temperaturisolation die Radonkonzentration in Wohnräumen gesteigert, bei Rauchern erhöht sich die Anfälligkeit für Lungenkrebs, weil dies die Fähigkeit durchzuatmen beeinträchtigt und so die Radonkonzentration in der Lunge dauerhaft hoch bleibt.

Ähnlich wie der Begriff des Risikos ist auch der Begriff »Unsicherheit« in seiner Bedeutung vielschichtig. Unsicherheit kann darauf basieren,

1 Einflusnetz für das Risiko durch Radon. Dieses Netz basiert auf den Einschätzungen sehr vieler Experten, die jedoch einzeln nur sehr viel weniger Beziehungen angeben konnten und die auch häufig noch fehlerhaft.



daß die Information unvollständig ist. So besteht Unsicherheit darüber, wie hoch der Prozentsatz der Rentenempfänger im Jahr 2010 sein wird. Doch diese Unsicherheit enthebt die verantwortlichen Sozialpolitiker nicht davon, jetzt für die Situation im Jahre 2010 vorzusuplanen. Unsicherheit kann auch im Hinblick auf die mangelnde Übereinstimmung verschiedener Informationsquellen bestehen. So mag die Vermögensschätzung eines Prominenten aufgrund seines Lebensstils zu einem ganz anderen Ergebnis führen als aufgrund seiner Steuererklärung.

Eine weitere Quelle der Unsicherheit besteht in der Unbestimmtheit sprachlichen Ausdrucks: Was bitte ist unter »überhöhter Geschwindigkeit« zu verstehen? Auch ein veränderliches Ereignis produziert Unsicherheit, wie z.B. die Aussage »der durchschnittliche Pegelstand der Donau in Schwabelweis liegt bei 3,82 Metern«. Ferner mag sich Unsicherheit auf einen quantitativen Aspekt beziehen: Wie steigt etwa die Wirkung eines Medikaments mit seiner Dosis? In einem anderen Falle liegt sie im qualitativen Bereich, etwa wenn es um die Frage geht, welches Wirkungsmodell für einen gegebenen Sachverhalt adäquat ist. Selbst dann, wenn eine prinzipiell vollständige Information vorliegt, kann Unsicherheit aufgrund von Vereinfachungen wie impliziten oder expliziten Modellannahmen entstehen, die notwendig sind, um die Information zu verarbeiten. So mag eine Verkehrssituation eindeutig durch die StVO geregelt sein und dennoch Unsicherheit auslösen, weil zu viele Regeln und Schilder gleichzeitig beachtet werden müssen.

Für die vollständig determinierten Fälle bietet es sich an zu automatisieren – im einfachen Fall durch Systemtechnik und im komplexeren durch sogenannte wissensbasierte Systeme. Doch auch die Verwendung von Computern reduziert die Unsicherheit nicht auf Null; denn diese rechnen nur auf eine bestimmte Stellenzahl genau, und Rundungsfehler können bei sensiblen Parameterschätzungen zu fatalen Irrtümern führen. Ein Beispiel ist der Flug des Passagierflugzeugs der Korean Airline, das über Sachalin abgeschossen wurde: Eine in Anchorage, Alaska, eingegebene fehlerhafte Koordinate wurde nicht erkannt, weil

alle Bordcomputer nach dem gleichen Programm ihre Plausibilität überprüfen und akzeptierten. Durch Rundungsfehler, genauer gesagt durch Fehler infolge des Abschneidens einer Zahlenfolge, schaukelte sich der Fehler auf und resultierte in dem Irrflug. Fälle wie diese haben zum Prinzip der »diversifizierten Redundanz« geführt, nach dem für die Steuerung komplexer Systeme jeweils mehrere unterschiedliche Überwachungs- und Steuerungssysteme gewählt werden, damit nicht in allen der gleiche Fehler gemacht wird oder ein gleichartiger Funktionsausfall auftritt.

Unsicherheit bezieht sich aber eben nicht nur auf die Welt »da draußen«, sondern genauso gut darauf, was wir tatsächlich wollen, wie unsere Präferenzen aussehen, wie beispielsweise unser subjektiver Nutzen mit objektiven Werten zusammenhängt; dies bestimmt genauso wie die Zustände der externen Welt, welche Entscheidungen am Ende gefällt werden. Schließlich können wir auch über den Grad unserer Sicherheit oder Unsicherheit unsicher sein, d.h. wir wissen nicht, wieviel oder wie wenig wir tatsächlich wissen.

Ähnlich wie sich für das Risiko die Definition des erwarteten Schadens aufdrängt, scheint Unsicherheit mit dem Begriff der Wahrscheinlichkeit zusammenzuhängen. Doch genauso wie diese naheliegende Definition beim Begriff des Risikos versagt, lassen sich auch die verschiedenen Aspekte der Unsicherheit nicht direkt wahrscheinlichkeitstheoretisch formalisieren. Wie dort entläßt uns aber diese Schwierigkeit nicht aus der Verpflichtung, durch genauere Analyse des Begriffs der Unsicherheit dazu beizutragen, zu vertretbaren, d.h. rational begründbaren Entscheidungen unter Unsicherheit zu kommen.

Das Zusammenwirken verschiedener Aspekte sowohl des Risikobegriffs wie auch des Unsicherheitsbegriffs läßt sich am besten am Beispiel der Gefahren der Gefahren durch die Gifte Aflatoxin und Dioxin veranschaulichen [2].

Nach dieser Tabelle lassen sich weder ein numerisches Risiko noch die Wahrscheinlichkeit eines Schadensfalles bestimmen. Dennoch ermöglicht die Information in dieser Tabelle, Handlungsmöglichkeiten in rationaler Weise vorzustrukturieren. Da in der öffentlichen Meinung das sehr viel

Gefährdungsaspekte durch Aflatoxin und Dioxin

Bewertungsaspekte	Aflatoxin B	Dioxin
Akuter Giftgehalt	hoch	hoch
Krebserregende Potenz für den Menschen (Gewicht in kg, multipliziert mit Expositionszeit in Tagen, geteilt durch Giftdosis in mg)	~ 500	unbekannt
Krebserregende Potenz für Ratten (kg x Tag : mg)	~ 5000	~ 5000
Mutagen	ja	ja
Zuverlässigkeit der Information bezüglich menschlicher Kanzerogenität	hoch	niedrig
Art der Wirkung (Auslöser / Verstärker)	Auslöser	Verstärker (?)
Möglichkeit einer Schwellenwert-Reaktion	gering	hoch
Ursprung	natürlich	künstlich
Allgemeine Bekanntheit	wenig bekannt	sehr bekannt
Konzentration in Erdnüssen	20 parts per billion	trifft nicht zu
Konzentration im Boden	trifft nicht zu	1 part per billion

[2] Während Dioxin seit der Katastrophe in Seveso und den Prozessen um »agent orange« in Vietnam bekannt ist, wissen nur wenige von der Gefährdung durch Aflatoxin; wie gefährlich jedoch dieser Stoff ist, zeigt die Nachricht, daß Anfang der achtziger Jahre in der ehemaligen CSSR über 200 Säuglinge infolge Aflatoxin-belasteter Babynahrung gestorben sind.



"BE CAREFUL! ALL YOU CAN TELL ME IS 'BE CAREFUL'?"

Die Mutter der Porzellanliste

höhere und klarere Gefährdungspotential durch Aflatoxin beim Genuß von Erdnüssen weitgehend unberücksichtigt bleibt, weil über dieses Gift sehr viel weniger in Zeitungen publiziert worden ist und es sich zudem um ein natürliches Gift handelt, könnte ein erster Schritt darin bestehen, daß entweder Erdnußprodukte und ähnliche mit Aflatoxin belastete Stoffe mit Warnungen versehen werden oder aber daß darüber öffentlich aufgeklärt wird. Doch selbst wenn die Information über Aflatoxin genauso gut wäre wie die über Dioxin, wird die subjektive Gefährdung durch Dioxin weiterhin überwiegen; denn Dioxin ist man mehr oder minder hilflos ausgesetzt, während man sich freiwillig für oder gegen den Genuß von Erdnüssen entscheiden kann.

Warum der kluge Prognostiker mit vielen Worten nichts sagt – und warum dennoch auf Risikoprognosen nicht verzichtet werden kann

Beim Lesen des Essay-Titels mag die Frage auftauchen, wieso denn überhaupt das Reden über Risiko riskant sein kann; daß dies der Fall ist, läßt sich am besten an Prognosen verdeutlichen.

Ein Beispiel für eine für den Prognostiker risikolose Prognose war die des Delphischen Orakels an Krösus, wonach er ein großes Reich zerstören werde, wenn er den Halys überschreite. Diese Prognose beinhaltet insofern für die Seherin Pythia keinerlei Risiko, da sie zweideutig war und eine der beiden implizierten Aussagen mit Sicherheit eintreffen mußte. Für den Adressaten der Prognose lag dagegen ein Risiko vor, da er irrigerweise davon ausging, daß Mitteilungen immer einen eindeutigen Informationswert haben und damit die Prognose als Mitteilung nicht zweideutig sei. Die korrekte

Konsequenz für Krösus wäre also gewesen, diese Prognose, weil uninformativ, zu vergessen und sich an eine detailliertere Analyse der Stärken und Schwächen seines westanatolischen Reiches im Vergleich zum Perserreich des Dareios zu machen.

Dagegen sind Prognosen mit Informationswert notwendigerweise stets sowohl für den Prognostiker als auch für ihren Adressaten riskant, da sich der Prognostiker auf ein Modell und seine Interpretation festlegt und damit dem Adressaten eine Entscheidungshilfe gibt, indem er einzelne Optionen unterschiedlich gewichtet und im Extremfall möglicherweise sogar ganz ausschließt. Das Risiko für den Adressaten liegt stets darin, daß er ohne eine genaue Kenntnis des für die Prognose zugrunde gelegten Modells noch nicht einmal in der Lage ist, die Güte der Empfehlungen zu beurteilen. Wendet der Prognostiker ein anderes Modell an, dann werden dementsprechend auch die Gewichtungen der Optionen anders gewählt.

Neben diesen Risiken für Prognostiker und Adressaten, die man auch als Formen der Verantwortlichkeit verstehen kann, stehen die allgemeinen Risiken der Kommunikation: Mißverständnisse wegen Mehrdeutigkeit, Übersehen einschränkender Vorbehalte, Fehlinterpretationen von Metaphern und Analogien, das Nichtentdecken von Ironie usw. Diese letztgenannten Aspekte des Risikos, die vor allen Dingen in der Sprachpragmatik und in den Ansätzen zum menschlichen Schlußfolgern untersucht werden, sollen im folgenden im Hintergrund stehen. Vielmehr geht es hier um die Verantwortung dessen, der Aussagen über Risiken macht, und um die Handlungsmöglichkeiten dessen, der sich durch Risikoanalysen in seinem Handeln beeinflussen lassen will.

In diesem Zusammenhang ist übrigens noch ein ganz anderer Fall des Risikos einer Prognose, das sich empirisch nicht bewerten läßt, von Bedeutung: Nicht weil sein Ergebnis eintreffen muß, sondern weil durch die Prognose das Eintreffen eines befürchteten Ereignisses verhindert wird – eine Prophezeiung, die sich selbst aufhebt. Wir kennen aus dem Alltag viele solcher Beispiele. Man kann sogar sagen, daß die erfolgreiche, d. h. fehlerfreie Bewältigung des Alltags zum großen Teil darauf beruht, daß wir in vielen Fällen fatale Konsequenzen irgendwelcher Verhaltensalternativen sofort erkennen und deshalb auf diese verzichten. (Später werden wir allerdings noch sehen, daß die Einsicht in die fatalen Konsequenzen das Verhalten nicht immer erfolgreich reguliert). Das Vermeiden einer Gefahr ist hier leicht möglich, und es erscheint irrational, wenn dennoch dagegen verstoßen wird.

Schwieriger wird es allerdings dann, wenn sowohl für das Handeln wie auch für das Nicht-handeln Risikoprognosen gestellt werden, die spezifische Gefahren vorhersagen. Hier werden die ethischen Implikationen einer Entscheidung aufgrund einer Risikoprognose nicht trivial. Dazu ein Beispiel.

In den siebziger Jahren wurden in Schweden meteorologische Untersuchungen mit Raketen durchgeführt, deren Nachfolgeuntersuchungen noch heute von Kiruna aus stattfinden. Ziel dieser Untersuchungen war die genauere Erforschung

der oberen Atmosphäre und der Stratosphäre, um exaktere meteorologische Prognosen machen zu können. Dies ist eine Aufgabe von großer praktischer Bedeutung, denn durch rechtzeitige Sturm- oder Hagelwarnungen können z. B. Ernteaussfälle in Milliardenhöhe vermieden werden. Dem praktischen Nutzen dieser Untersuchungen für die schwedische Volkswirtschaft stand jedoch das Risiko der Gefährdung von Menschen durch herabfallende Raketenteile gegenüber. Um das Risiko zu minimieren, wählte man für die Untersuchungen das sehr dünn besiedelte Lappland. Dennoch bestand auch dort die Gefahr, daß die Hirten der Rentierherden durch herabfallende Raketenteile verletzt oder gar getötet würden. Man entschloß sich daher, die Bevölkerung aus dem Gefahrenbereich mit Hubschraubern zu evakuieren. Doch nun kommt das Dilemma: Das Risiko, bei einem Hubschrauberunfall ums Leben zu kommen, ist weit höher als das Risiko, durch ein Raketenteil getroffen zu werden. Es stellt sich also die Frage, ob die Evakuierung eine verantwortbare Entscheidung war. Wenn man von der Perspektive des Straf- oder Zivilrechts ausgeht, dann scheint die Entscheidung zweifellos richtig zu sein. Denn das Abschließen von Raketen mit der entsprechenden Gefährdung der Bevölkerung wäre als fahrlässige Tötung oder zumindest Körperverletzung zu werten, während ein Absturz bei einer Evakuierungsmaßnahme als höhere Gewalt anzusehen und damit nicht vom Entscheidungsträger zu verantworten wäre. Geht man jedoch über die rechtliche Perspektive hinaus, dann muß man sich fragen, ob es denn nicht in der Verantwortung des Entscheidungsträgers gelegen hätte, das Risiko einer geringen Gefährdung der Bewohner Lapplands durch herabstürzende Raketenteile und die damit einhergehenden strafrechtlichen Konsequenzen auf sich zu nehmen, wenn er dadurch die weitaus gefährlichere, aber strafrechtlich verantwortbare Hubschrauber-evakuierung vermieden hätte.

Verantwortung gibt es hier demnach auf drei Ebenen: Auf der untersten Ebene steht die pragmatische Entscheidung, angesichts des großen gesamtwirtschaftlichen Nutzens dieser meteorologischen Untersuchungen sei die lokale und zudem geringe Gefährdung der Bewohner Lapplands hinzunehmen. Auf der nächsten Stufe steht die Verantwortung des Entscheidungsträgers aus strafrechtlicher und Haftungssicht. Auf der dritten Stufe steht eine Entscheidung, die inhaltlich von der Entscheidung auf der ersten Stufe nicht zu unterscheiden ist, die aber ethisch dadurch abweicht, daß hier eine Entscheidung für eine Maximierung des Nutzens möglichst vieler Menschen und der Gefährdung möglichst weniger Menschen gefällt worden ist trotz des Wissens, daß bei irgendwelchen negativen Konsequenzen der Entscheidungsträger strafrechtlich zur Verantwortung gezogen werden kann und bereit sein muß, eine Verurteilung auf sich zu nehmen.

Die Dilemmata, die bei Entscheidungen unter Risiko auftreten, verschwinden häufig hinter der Ungenauigkeit, mit der über Risiken geredet wird. Ursache dafür ist die Tatsache, daß es über die meisten und vielleicht gerade die wichtigsten Risi-



"WHO GETS PRECEDENT—OUR LEGAL DEPARTMENT OR OUR ETHICS COMMITTEE?"

ken keine genauen quantitativen Angaben gibt, man sich also auf Schätzungen verlassen muß.

Erst die Prämie, dann die Moral

Über die Schwierigkeiten, Risiken abzuschätzen

Wie sehr die Wahrnehmung und damit die subjektive Bewertung eines Risikos von seiner Formulierung abhängt, kann man am besten dann sehen, wenn man mit anderslautend formulierten, aber äquivalenten Fragen die subjektive Risikoempfindung zu objektiv bestimmbareren Risiken erhebt. Beispielsweise kann man auf verschiedene Weise danach fragen, wie gefährlich unterschiedliche Krankheiten erlebt werden:

1. Bitte schätzen Sie ein, wieviel Prozent aller von Krankheit X befallenen Menschen sterben werden.
2. Wenn 10 000 Menschen von Krankheit X befallen sind, wieviele davon werden sterben?
3. Wie ist bei Krankheit X das Verhältnis von Überlebenden zu Sterbenden?
4. Wenn aufgrund von Krankheit X 100 Menschen sterben, wie viele der Patienten mit der gleichen Krankheit werden überleben?

Man kann leicht überprüfen, daß sich die Antworten zu diesen Fragen eigentlich perfekt entsprechen müßten. Rechnet man jedoch die Ergebnisse so um, daß ein direkter Vergleich möglich ist, nämlich auf Todesfälle pro 100 000, dann sieht man in der folgenden Tabelle sofort, daß nicht nur in einigen Fällen das Risiko gravierend über- und in anderen ähnlich gravierend unterschätzt wird, sondern man stellt auch fest, daß anders formulierte Fragen zum gleichen Risiko zu völlig anderen Ergebnissen führen [1].

Überprüft man die Ergebnisse genauer, dann stellt man fest, daß es keine »beste« Frage gibt.

Überall tauchen Unter- bzw. Überschätzungen auf, und nirgendwo gibt es eine perfekte Korrelation zwischen dem tatsächlichen und dem geschätzten Risiko. Auf der anderen Seite ist diese Widersprüchlichkeit jedoch nicht primär Ausdruck dessen, wie sehr man Versuchspersonen durch überfordernde Fragen verwirren kann, denn die Antworten sind in hohem Maße systematisch, d. h. in verlässlicher Weise werden die Risiken bestimmter Krankheiten bei einigen Frageformen über- und bei anderen unterschätzt. Die Ergebnisse weisen vor allen Dingen darauf hin, daß hinsichtlich des Risikos von Krankheiten nicht nur weitgehende Unwissenheit vorliegt, sondern daß diese partielle Unwissenheit je nach Art der Fragestellung unterschiedlich akzentuiert wird, weil offensichtlich durch die unterschiedlichen Frageformen verschiedene Vorstellungen aktiviert werden.

Für den praktischen Umgang mit Risikoentscheidungen, so etwa die gesamten Technologiefolgenabschätzungen, hat dies eine eminente

Bedeutung. Denn einerseits sind risikoreiche Entscheidungen häufig nur bei Akzeptanz durch die Betroffenen möglich, d. h. also bei der Berücksichtigung ihres subjektiven Risikos. Andererseits ist dieses subjektive Risiko offenkundig nicht eindimensional, so daß also bei einer sozial verträglichen Risikoentscheidung erst die entscheidenden Dimensionen des subjektiven Risikoempfindens identifiziert und dann in der Risikokommunikation berücksichtigt werden müssen.

Wie die Risikowahrnehmung vom objektiven Risiko abweicht

Die Ergebnisse in Tabelle 3 machen deutlich, daß je nach Art der Frage offenkundig unterschiedliche Vorstellungen angestoßen werden, von denen es am Ende abhängt, wie ein Risiko wahrgenommen wird. Die Liste 4 trägt zusammen, welche Eigenschaften von Ereignissen bisher identifiziert worden sind, die zu Überschätzungen bzw. Unterschätzungen des Risikos führen.

3 Wie sehr etwas als subjektiv riskant wahrgenommen wird, hängt auch von der Befragungsart ab. Je nach dem, ob man nach Quoten oder Absolutzahlen, nach Überlebenden oder Opfern fragt, ändert sich die Einschätzung des subjektiven Risikos, und stets weicht es vom objektiven Risiko ab.

Risikoart	Geschätzte Letalitätätsquote	Geschätzte Anzahl von Todesfällen	Geschätzte Überlebensquote	Geschätzte Anzahl von Überlebenden	Tatsächliche Letalitätätsquote
Grippe	400	5	30	500	1
Mumps	40	110	20	5	12
Asthma	160	10	10	600	33
Geschlechtskrankheiten	90	60	10	110	50
Bronchitis	160	20	40	2 100	85
Schwangerschaft	70	20	10	800	250
Diabetes	490	100	50	5 700	800
Tuberkulose	850	1 800	190	8 500	1 535
Autounfall	6 200	3 300	30	6 800	2 500
Schlaganfall	11 000	4 600	180	25 000	11 765
Herzinfarkt	13 000	3 700	130	27 000	16 250
Krebs	11 000	10 000	160	22 000	37 500

4 Die Bedrohlichkeit eines Ereignisses hängt von mehr Aspekten ab, als nur der Wahrscheinlichkeit des Eintretens eines Schadenfalles. Und diese Aspekte bestimmen auch, ob und mit welchem Tenor in den Medien berichtet wird.

Komponenten des Begriffes Risiko	Bedingungen, die zu einer besonderen Beunruhigung der Öffentlichkeit führen (Überschätzung des Risikos)
Katastrophenpotential	Todesfälle und Verletzungen treten zeitlich und räumlich gehäuft auf
Vertrautheit Verständnis	Die verwendete Technologie ist neuartig oder sehr selten Die Mechanismen bzw. der zugrundeliegende Prozeß des Geschehens sind für die Öffentlichkeit nicht durchschaubar
Persönliche Kontrollierbarkeit Freiwilligkeit	nicht gegeben (= außengesteuert) gezwungen oder unfreiwillig
Auswirkungen auf Kinder Zeitliche Charakteristik der Wirkung	spezifisches Risiko unmittelbar
Auswirkungen auf zukünftige Generationen Identität der Opfer	gegeben als Personen (d.h. nicht als Zahlen) wahrgenommene Opfer
Auslösung von Furcht Vertrauen in Institutionen	gegeben als Personen (d.h. nicht als Zahlen) wahrgenommene Opfer
Medieninteresse Vorfälle in der Vergangenheit	Mißtrauen gegen die Entscheidungsträger bzw. Institutionen starke Beachtung durch die Medien
Empfundene Gerechtigkeit der Belastung	hin und wieder größere und häufig kleinere Störfälle ungleichmäßige und daher als ungerecht empfundene Verteilung von Risiken und Nutzen
Nutzen Behebbarkeit der Auswirkungen	unklar, worin der Nutzen besteht und für wen die Auswirkungen sind permanent und nicht revidierbar
Wahrgenommener Ausgangspunkt des Risikos	Fehler, die auf menschlichen Entscheidungen, Handlungen oder Unterlassungen beruhen

Diese verschiedenen Komponenten des Begriffes »Risiko« haben zur Folge, daß »objektive« Risiken häufig nicht dazu taugen, die erwünschten Veränderungen des Verhaltens tatsächlich zu bewirken. Beim Autofahren oder Zigarettenrauchen etwa wirken fast alle Komponenten auf die Senkung der subjektiven Risikowahrnehmung hin (geringes Katastrophenpotential, hohe Vertrautheit, persönlich kontrollierbar etc.). Dagegen spricht im Falle von Atomkraftwerken das selbst von Atomkraftgegnern (Union of Concerned Scientists) eingestandene vergleichsweise geringe objektive statistische Risiko ausschließlich die Komponenten an, die das wahrgenommene Risiko massiv erhöhen.

Kann man vom Handeln unter Risiko auf die zugrundeliegenden Werte schließen?

Wenn es nicht möglich ist, Risiken mit unterschiedlicher Charakteristik zu vergleichen, dann könnte man – wie in der experimentellen Entscheidungsforschung – versuchen, diese Schwierigkeit dadurch zu umgehen, daß man direkt das konkrete Entscheidungsverhalten analysiert, wie es sich unter bestimmten objektiv feststellbaren Gegebenheiten zeigt. Diese Möglichkeit besteht auch bei der Analyse von Risiken. Man muß nur einfach eine etwas andere Perspektive einnehmen; dann sollte man vom beobachtbaren Verhalten angesichts von Risiken auf die zugrundeliegende Werteskala schließen können: Wenn man den Nutzen von Rückhaltesystemen (gemessen am monetären Wert geretteter Menschenleben) in Pkws betrachtet, dann sind Airbags angesichts ihrer höheren Kosten so lange nicht »besser« als Gurte, als man das Menschenleben mit weniger als 1 Million DM ansetzt. Also kann man davon ausgehen, daß die Politiker und Verbände, die gegen eine Verpflichtung zur Ausstattung von Pkws mit Airbags sind, implizit den Wert eines Menschenlebens unter 1 Million DM ansetzen.

Doch ist diese Interpretation nicht so eindeutig, wie sie zunächst einmal erscheint. Denn wenn es sich um andere Gefährdungen handelt als um Verkehrsunfälle, die ja aufgrund der Eigenschaften des subjektiven Risikos in ihrer Gefährlichkeit unterschätzt werden, ändert sich womöglich sogar bei den gleichen Politikern oder Verbänden drastisch der angenommene Wert für das menschliche Leben, der aus ihrem Verhalten erschießbar ist. So liegt er, rückgeschlossen von den gesetzlich vorgeschriebenen Maßnahmen, im Fall von Asbest bei rund 3 Milliarden und bei Formaldehyd sogar bei 108 Milliarden DM, wenn man die Kosten hochrechnet, die aufgrund der Vorschriften der »Environmental Protection Agency« (EPA) entstehen.

Auch dieses abschließende Beispiel zeigt, wie wenig eindeutig und damit wissenschaftlich zugänglich der Begriff Risiko ist. Dennoch lassen detaillierte Risikobetrachtungen nicht nur im nachhinein verstehen, warum bestimmte Risiken gewählt und andere gefürchtet werden, – sie helfen, zu sozial verträglichen oder zumindest als gerecht empfundenen Lösungen zu kommen, wenn über Risiken in einer Gesellschaft entschieden werden



muß, deren Fortbestehen ohne das Eingehen dieser Risiken gar nicht denkbar ist.

Höhere Gewalt
vs. menschliches Versagen

Die Schwierigkeiten mit dem Risiko – mehr als nur postmodernistische Katerstimmung

Wenn Patrick Lagadec von »La civilisation du risque« und der Soziologe Ulrich Beck von der »Risikogesellschaft« sprechen, dann greifen sie ein Thema auf, das Jean Jacques Rousseau in einem Brief vom 18. August 1756 im Hinblick auf die Erdbebenkatastrophe von Lissabon formuliert hat. Rousseau macht für die Katastrophe den »freien, vervollkommenen, folglich verderbten Menschen« verantwortlich, denn es sei ja nicht die Natur, die »20 000 sechs- oder siebenstöckige Häuser an einem Ort zusammengeballt hat«, sondern der Mensch; wären nämlich die Gebäude überwiegend ebenerdig gewesen und weiter verteilt, dann hätte man die Bewohner dieser Gegend »am nächsten Tag 20 Meilen weiter angetroffen, so fröhlich, als wäre nichts gewesen«. Insofern sind die Schwierigkeiten bei der Bestimmung der Ursachen des Risikos nicht neu, denn es ist nicht einfach zu bestimmen, ob es sich um ein natürliches und insofern unvermeidbares oder um ein vom Menschen verursachtes Risiko handelt.

Doch auch die weitergehende Analyse der subjektiven Prozesse bei der Risikowahrnehmung findet schon in der klassischen Literatur ihre Vorläufer: In »De natura deorum« weist Cicero darauf hin, »daß alles Wahre auch mit gewissen falschen Vorstellungen verbunden ist; beides ähnelt sich so, daß ein sicheres Kriterium für das Urteil und die Zustimmung darin fehlt.« (Buch I, 12: *omnibus veris falsa quaedam adiuncta esse dicamus tanta similitudine, ut in iis nulla insit certa iudicandi et*



Fragen Sie nie zwei Experten

adscientiendi nota). Aber angesichts dieser Schwierigkeit fährt er fort: »Daraus ergibt sich auch der Grundsatz, vieles sei als glaubwürdig – heute würden wir sagen: wahrscheinlich – anzuerkennen, von dem eine genaue Erkenntnis zwar versagt bliebe, das aber trotzdem das Leben des Weisen leiten könne, weil es eine recht deutliche Vorstellung zeige.« (Buch I, 12: *Ex quo existit et illud, multa esse probabilia, quae quamquam non perciperentur, tamen, quia visum quendam haberent insignem et inlustrem, his sapientis vita regetur*).

Heute ist das Katastrophenpotential durch dichte Bevölkerung und Industrialisierung zweifellos unvergleichlich größer als zur Zeit Ciceros. Erdbebenkatastrophen wie in San Francisco oder Tokio und industrielle Desaster wie in Tschernobyl oder Bopal illustrieren dies nachdrücklich; doch weniger als hundert Jahre nach diesem Traktat Ciceros ließen die Bewohner Pompejis nach einem warnenden Erdbeben ihre Stadt an der gleichen Stelle, zogen demnach keine Konsequenzen aus der »glaubhaften« Bedrohung und verhielten sich demnach nicht wie Ciceros Weiser.

Eine falsche Konsequenz wäre es aber m. E., jetzt in postmodernistischer Weinerlichkeit angesichts des Risikos das Ende der Rationalität zu beschwören. Denn Rationalität besteht ja eben genau darin, so viel zu wissen wie möglich und dieses Wissen so exakt wie möglich durchzuarbeiten, d. h. in Modellen zu analysieren, so daß entscheidungsleitende Prognosen möglich sind. Allerdings muß von der Vorstellung Abschied genommen werden, daß es in komplexen Zusammenhängen immer nur eine (die »wahre«) Lösung gibt; aber selbst dies ist kein postmodernistisches Problem, sondern findet sich schon bei Cicero:

»Denn es gibt kein Problem, bei dem die Ansichten nicht nur der Laien, sondern auch der Fachleute so sehr voneinander abweichen; sind deren Ansichten aber so verschieden oder widersprechend, dann besteht ... tatsächlich die Möglichkeit, daß keine davon die Wahrheit trifft« (Cicero, »De natura deorum« I, 5: *Res enim nulla est, de qua tantopere non solum indocti, sed etiam docti dissentiant; quorum opiniones cum tam variae sint tamque inter se dissidentes, alterum fieri profecto potest, ut earum nulla*). Was Cicero allerdings von uns unterscheidet, war sein Optimismus, es sei »andererseits bestimmt unmöglich, daß mehr als eine [Möglichkeit] die wahre sein kann.« (I, 5: *alterum certe non potest, ut plus una vera sit*). Eine solche Situation provoziert natürlich eine generelle Skepsis gegenüber Experten; auch dafür gibt es viele Beispiele.

Wenn 1844 Auguste Comte apodiktisch feststellte, es sei prinzipiell unmöglich, die chemische Zusammensetzung anderer Sterne aufzuklären, dann wurde er schon 1859 durch die Entdeckung der Spektroskopie eines Besseren belehrt – ohne es allerdings jemals explizit einzugestehen. Dramatischer noch ist der Fall des Mathematikers und Astronomen Simon Newcomb von der Johns Hopkins University, der noch 1906 bewies, daß ein motorisierter Flug mit einem Gefährt schwerer als Luft unmöglich sei – drei Jahre nach dem Flug der Brüder Wright (17. Dezember 1903). Solche Mißerfolge von Grundlagenwissenschaftlern bei der Einschätzung technischer Möglichkeiten brachten den Science-Fiction-Autor Arthur C. Clarke dazu, das folgende »Gesetz« zu formulieren: »Wenn ein berühmter, aber älter gewordener Wissenschaftler konstatiert, daß irgend etwas möglich

ist, hat er wahrscheinlich recht. Wenn er dagegen konstatiert, daß etwas unmöglich ist, dann hat er wahrscheinlich unrecht».

Clarke und andere Technologie-Enthusiasten übersehen aber, daß dieses »Gesetz« in zwei Richtungen gilt: Es werden positive Möglichkeiten zu skeptisch, aber auch die Risiken zu gering eingeschätzt. Das Gesetz spiegelt also nur wider, daß Prognosen über komplexe Gegebenheiten schnell an die Grenzen dessen stoßen, was man intellektuell verarbeiten kann.

Und was bedeutet dies alles für den an Anwendungsproblemen interessierten Wissenschaftler?

Mit wenigen Ausnahmen besteht der Erfolg des Wissenschaftlers nicht in der Wirkung auf einen konkreten Fall, sondern in der Veränderung einer statistischen Größe: die Reduktion einer Gefährdung um x Prozent, die Verlängerung der durchschnittlichen Lebensdauer oder Reduktion der Unsicherheit einer Voraussage. Eine Ausnahme bildet beispielsweise der Chirurg nach der Einführung einer neuartigen Operationstechnik. Das Wirkgefüge ist in den meisten Situationen multi-kausal, und die Hoffnung des Wissenschaftlers zielt darauf ab, durch eine lokale Verbesserung das gesamte System zu verbessern. Entsprechendes gilt für die Risiken, die diesen positiven Wirkungen gegenüberstehen. Während aber die nur statistische Verbesserung nie das emotionale Gewicht wie etwa die Heilung eines einzelnen Menschen hat, ermöglicht der statistische Charakter eines Risikos andererseits die distanzierte Abwägung von Vor- und Nachteilen, die man gemeinhin als rational bezeichnet und die den fachlichen Austausch unter Wissenschaftlern kennzeichnet.

Hier liegt aber auch die Ursache der teilweise fatalen Kommunikationslücke zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit: Während wissenschaftliche Gutachten von wahrscheinlichen Veränderungen in der Schaden-Nutzen-Bilanz sprechen, reagiert die Öffentlichkeit auf den konkreten Einzelfall, der vorstellbar und deswegen in seinen Implikationen nachvollziehbar wird. So wird die Höchstgeschwindigkeit auf einer bestimmten Straße nicht deshalb von 140 km/h auf 100 km/h

gesenkt, weil damit die kinetische Energie und so das statistische Gefährdungspotential halbiert werden, sondern weil ein konkreter, als tragisch empfundener Unfall geschehen ist. Spricht ein Gutachten vom annehmbaren Risiko einer neuen Technologie, weil es unterhalb der schon existierenden und akzeptierten Risiken liegt, dann kann daraus in der politischen Öffentlichkeit ein Szenario von vorstellbaren Ereignissen werden, die in einer Katastrophe münden. Beide Darstellungen lassen sich argumentativ vertreten: sowohl die Aufmultiplikation von Einzelwahrscheinlichkeiten, die belegt, daß durch die neue Technologie die durchschnittliche Gefährdung nicht ansteigt (das Probabilitätsdenken), als auch der von Wahrscheinlichkeiten absehende Nachweis, daß durch diese Technologie eine Katastrophe eintreten kann, die ohne sie unmöglich wäre (das Possibilitätsdenken).

Vielleicht hilft es bei der Überbrückung dieser beiden sich widersprechenden Rationalitätsauffassungen, wenn sich der Wissenschaftler einstellt, daß auch für ihn die konkrete Wirkung im abgrenzbaren Einzelfall kognitiv einfacher nachvollziehbar ist und sich vor allem direkter emotional bewerten läßt als die statistische Bilanzierung. Dennoch darf er sich nicht von der Aufgabe abbringen lassen, in Forschung und Entwicklung Leistungen zu erbringen, auch wenn deren Wirkungen indirekt sind und sich im besten Fall statistisch abschätzen lassen. Aber der Öffentlichkeit einen nachvollziehbaren Eindruck von diesem Charakter von Wissenschaft zu vermitteln, würde eine Revolution in den Zielen der Wissenschaftserziehung voraussetzen; nicht mehr die Vermittlung von Gesetzen und Fakten, sondern der Nachvollzug wissenschaftlichen Handelns. Solange nicht jeweils die alternativen Rationalitätsauffassungen von beiden Seiten mitgedacht werden (können), ist die Entwicklung von Diskursformen notwendig, in die beide Auffassungen eingebracht werden können, so daß zwischen dem Probabilitätsdenken der Wissenschaft und den Possibilitätsbefürchtungen der Öffentlichkeit vermittelt werden kann.

Zu Autor und Thema ▶ Seite 76