

Sicherheit für Technik und Gesellschaft - Theorie und Wahrnehmung des Risikos

E. Münch und O. Renn,
 Programmgruppe Kernenergie und Umwelt

Risiko - ein schillernder Begriff! Der Spieler, der auf Gewinn hofft, der Versicherungsmathematiker, der Lebenserwartungen berechnet, der Unternehmer, der seine Marktchancen abschätzt, die Familie, die den künftigen Nutzen eines Konsumgutes bewertet, der Patient, der sich Erfolg oder Mißerfolg einer Operation vor Augen führt, der Techniker, der die Möglichkeiten von Unfällen und Pannen untersucht - sie alle gehen von einem gemeinsamen Begriff aus: dem Begriff des Risikos. Aber meinen sie auch immer dasselbe?

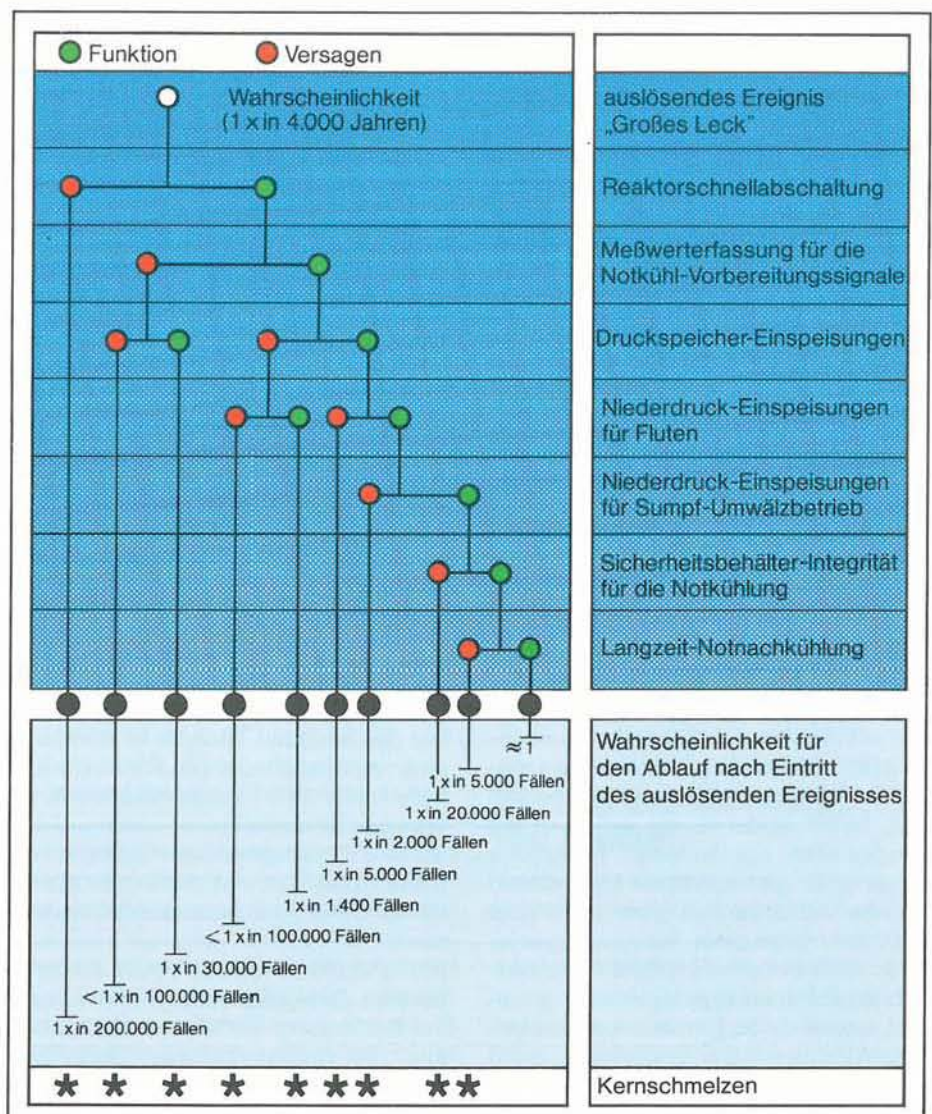
Risiken sind in der Versicherungswirtschaft und in den Naturwissenschaften definiert als erwarteter Schadensumfang pro Zeiteinheit, d. h. Risiken werden durch die Angabe von Erfahrungswerten bestimmt, wie viele Menschen im Durchschnitt einen Schaden pro Jahr oder Jahrzehnt erleiden. In den Geisteswissenschaften versteht man das Risiko als Inbegriff der nicht absehbaren Folgen eines Ereignisses oder einer Handlung oder sogar als die Summe der Bedrohungen unseres Lebens und unserer Umwelt schlechthin. Neben der exakten naturwissenschaftlichen Festlegung und der mehr philosophischen Betrachtungsweise interessiert natürlich auch die intuitive Auffassung von Risiko: Was halten Menschen für risikoreich, wonach beurteilen sie Risiken und wie werden sie mit riskanten Situationen fertig? Das Spannungsfeld zwischen der naturwissenschaftlichen und intuitiven Risikowahrnehmung zu erforschen und aus dieser Gegenüberstellung politische Handlungsempfehlungen für Entscheidungsträger zu entwickeln, ist eine wesentliche Aufgabe interdisziplinärer Forschung.

Bild 1: Ereignisablaufdiagramm für den Störfall "Großes Leck" bei einem Kernkraftwerk. Die Wahrscheinlichkeiten für einen angenommenen Ereignisablauf, multipliziert mit der Häufigkeit des auslösenden Ereignisses ($2,7 \times 10^{-4}$ pro Jahr), ergeben die Häufigkeit der einzelnen Ereignisabläufe. Das Zeichen * gibt an, ob der Ereignisablauf zum Kernschmelzen führt.

Die naturwissenschaftliche Risikoanalyse versucht, mit Methoden der Mathematik in die Palette der vielfältigen Möglichkeiten von Ereignisfolgen eine systematische Regelmäßigkeit einzubringen. Wie aber kann man Ereignisse, die in der Zukunft eintreten können oder auch nicht, in eine Gesetzmäßigkeit bringen? Kann die Wissenschaft eine Antwort darauf geben, ob man im Roulette gewinnt oder verliert? Wenn dem so wäre, wären alle Risikoforscher Millionäre. Leider sind sie es nicht! Denn die Gewinnzahlen im Lotto, die Zahlenfolge beim Roulette, der Ausgang einer Verlosung lassen sich

ebensowenig vorherbestimmen wie das Eintreten eines einzelnen Störfalles in einem Kernkraftwerk. Was die Wissenschaft vermag, ist die Wahrscheinlichkeit anzugeben, mit der jemand im Lotto gewinnt oder mit der sich ein Unfall in einem Kernkraftwerk ereignet.

Der Begriff der Wahrscheinlichkeit ist intuitiv schwer zu verstehen. Ein typisches Beispiel ist der Wurf mit einer Münze. Auch das Wissen, daß Kopf oder Zahl jeweils mit einer Wahrscheinlichkeit von 50 Prozent (1 : 1) auftreten, verbessert die Gewinnchancen nicht im geringsten; es kann durchaus vorkom-



men, daß die Münze zehnmal hintereinander auf den Kopf fällt. Wenn ein Spieler jedoch mit einem Mitspieler viele tausend Würfe hintereinander durchführt, kann man fast sicher sein, daß Spieler und Mitspieler nach dem Spiel ungefähr genausoviel Geld übrig behalten, wie sie ursprünglich eingesetzt haben, d. h. jeder hat so oft verloren wie gewonnen. Dies ist das statistische Gesetz der "großen Zahl". Je mehr Fälle man betrachtet (Anzahl der Münzenwürfe), desto eher wird die berechenbare Wahrscheinlichkeitsverteilung der Ereignisse (50 % Kopf, 50 % Zahl) erreicht.

Beim Münzenwurf geht es allerdings um Wahrscheinlichkeiten, die innerhalb einer bestimmten Anzahl von Fällen oder innerhalb eines begrenzten Zeitraumes erfahrungsgemäß immer wieder eintreten, wie z. B. Lottogewinne, Feuersbrünste oder Verkehrsunfälle. Eine ganze Reihe von Ereignissen sind aber so selten, daß man sie durch Experimente oder Erfahrung nicht abschätzen kann. So etwa die Wahrscheinlichkeit, daß die Münze beim Münzenwurf genau auf dem Rand stehen bleibt. Selbst wenn dieser Sonderfall bei einem Spiel mit 50 Durchgängen einmal eintritt, ist eine Regelmäßigkeit daraus nicht ableitbar und ein Rückschluß auf die Wahrscheinlichkeit, wie oft dieses Ereignis pro Wurf zu erwarten ist, nicht möglich. Erst wenn man jahrelang Münzen wirft, und das seltene Ereignis öfter vorkommt, läßt sich die Chance bestimmen, wann im Schnitt mit einer aufrechtstehenden Münze zu rechnen ist.

Die Angabe, ein Ereignis trete einmal pro zehntausend Würfe oder bei kontinuierlich wirkenden Risikoquellen einmal in zehntausend Jahren ein, besagt also nichts anderes, als daß man die Häufigkeiten der seltenen Ereignisse gegenüber den normalen Ereignissen sammelt und daraus einen Mittelwert mit der Angabe eines Vertrauensbereiches bildet. Eine Eintrittswahrscheinlichkeit von 1mal in einer Million Jahren gibt weder einen Hinweis auf den genauen Zeitpunkt des Ereignisses, noch kann man gewiß sein, daß dieses Ereignis wirklich einmal in einer Million Jah-

ren vorkommt. Man weiß nur: Im Mittel gibt es eine einzige Möglichkeit, daß das Ereignis in einem betreffenden Jahr eintritt, aber 999.999 Möglichkeiten, daß es nicht eintritt.

Fehlen ausreichende Erfahrungswerte für das Auftreten von seltenen Ereignissen, dann läßt sich rein statistisch eine Wahrscheinlichkeit nicht angeben. Stattdessen greift man in solchen Fällen zu Simulationsmodellen. Hierbei werden durch experimentelle Untersuchungen, durch Übertragung von Erfahrungswerten aus verwandten Bereichen und durch systemanalytische Modelle die Wahrscheinlichkeiten von seltenen Ereignissen indirekt erschlossen. Solche simulierte Verfahren sind heute besonders wichtig, da die Entwicklung der modernen Technik oft mit einer Vergrößerung der Schadensmöglichkeiten einhergeht, in der Fachsprache der Risikotheorie, das "Gefährdungspotential" zunimmt. Je größer das "Gefährdungspotential", desto weniger ist es akzeptabel, mit Hilfe von "Versuch und Irrtum", also durch Betrieb und Unfall, Erfahrungswerte über die Wahrscheinlichkeit eines Schadens über lange Zeit zu sammeln. Man muß vielmehr in einer vorausschauenden Analyse die Möglichkeiten und Gefahren der betreffenden Risikoquellen abschätzen und sich über die Höhe des Risikos vorab Klarheit verschaffen.

Methoden und Ergebnisse der vorausschauenden Risikoberechnungen

Bei der heutigen Technik ist demnach eine vorausschauende Risikoanalyse notwendig. Wie lassen sich aber im voraus Störfallabläufe untersuchen, deren Eintrittswahrscheinlichkeiten ermitteln und das mit diesen Störfällen verbundene Schadensausmaß bestimmen?

Störfälle entstehen aus einem auszulösenden Ereignis, einer Panne oder Fehlbedienung, die nie auszuschließen sind. Bei großtechnischen Einrichtungen - und insbesondere bei Kernkraftwerken - sind umfangreiche Sicher-

heitssysteme vorhanden, die die Auswirkungen solcher Störfälle begrenzen.

In einem Ereignisablaufdiagramm - so wird es von den Technikern genannt - wird die Kette der einzelnen Ereignisse, von der auslösenden Panne bis hin zu allen denkbaren Störfallverläufen simuliert. Bei jeder Etappe des Störfallverlaufes wird an das jeweilige Sicherheitssystem die Frage gestellt, ob es seine Aufgaben mit Erfolg erfüllt oder ob es versagt. Funktioniert das System, wird der Störfall beherrscht und es treten keine schlimmen Konsequenzen auf. Versagt es aber, kommt es zur nächsten Stufe des Störfallverlaufes und eventuell zu Schadensauswirkungen. Für jede Systemschaltstelle oder Verzweigung in einem derartigen Ereignisablaufdiagramm lassen sich Versagenswahrscheinlichkeiten angeben, die mit Hilfe der sogenannten Fehlerbaumanalyse ermittelt werden. Bei dieser Art der Analyse nimmt man ein Versagen an und ermittelt, welche Ursachen dazu führen könnten. Die Ursachen werden solange nach rückwärts verfolgt, bis man auf Einzelkomponenten stößt, deren Ausfallraten, also die Wahrscheinlichkeit für ihr Versagen, entweder aus Erfahrung bekannt sind oder mit vernünftigem Aufwand experimentell bestimmt werden können. Ungenauigkeiten bei den Berechnungen werden durch erhöhte Sicherheitszuschläge in den Wahrscheinlichkeitsangaben ausgeglichen. Die Multiplikation der Eintrittswahrscheinlichkeit der auslösenden Ereignisse mit den Wahrscheinlichkeiten für das Funktionieren und Nichtfunktionieren der jeweiligen Teilsysteme im Störfallverlauf ergibt die Wahrscheinlichkeit für den betrachteten Störfallablauf. Als Beispiel ist in Bild 1 das Ereignisablaufdiagramm für ein großes Leck im Hauptkühlkreislauf eines Kernkraftwerkes dargestellt, das auch für den Auslegungstörfall GaU ("Größter anzunehmender Unfall") anwendbar ist.

Auf die beschriebene Weise lassen sich also die Wahrscheinlichkeiten für einen vorgegebenen Ereignisablauf ermitteln. Abhängig vom Ablauf des Störfalles ergeben sich mögliche Auswirkungen auf die Umwelt (etwa durch die

Freisetzung radioaktiver Stoffe), die aufgrund bekannter oder berechenbarer Ausbreitungsmodelle und Wetterbedingungen zu konkreten Schadensumfängen führen. Darunter sind kurzfristige Todesfälle, Verletzungen, genetische Schäden, Langzeitwirkungen oder Sachschäden zu verstehen. Multipliziert man die Wahrscheinlichkeiten eines möglichen Störfallablaufes mit dem Ausmaß der Personen- oder Sachschäden, so ergibt sich definitionsgemäß das Risiko, durch einen bestimmten Störfall zu Schaden zu kommen. Unter der Voraussetzung, daß man alle denkbaren Störfallverläufe untersucht, läßt sich aus der Summe der Teilrisiken das Gesamtrisiko bestimmen.

Als Beispiel für eine solche umfassende Risikoanalyse sei die Deutsche Risikostudie für Kernkraftwerke in der Bundesrepublik Deutschland genannt (Bild 2). Das Bild gibt für den Betrieb von 25 Anlagen die zu erwartende Wahrscheinlichkeit pro Jahr für Störfälle wieder, die zu einer bestimmten Anzahl von frühen Todesfällen führen. Die Kurve ist aufgrund der bestehenden Datenunsicherheiten mit relativ großen Fehlerbereichen versehen, in denen mit 90%iger Aussagesicherheit der betreffende Wert gültig ist.

Vergleicht man die Risikokurve von Kernkraftwerken mit den ermittelten Risikowerten anderer technischer Einrichtungen, so zeigt sich, daß Kernkraftwerke ein relativ geringes Lebensrisiko für die Bevölkerung verursachen. Derartige sorgfältige und umfangreiche Risiko-Untersuchungen sind bis heute fast nur in der Kerntechnik durchgeführt worden, Risikoabschätzungen für petrochemische Großanlagen, wie z. B. auf Canvey Island (Großbritannien), liefern als Ergebnis weitaus höhere Risikowerte.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse von Risikoanalysen, daß die Gefahren, die mit der Nutzung der Kernenergie verbunden sind, in der gleichen Größenordnung liegen oder erheblich kleiner sind als bei anderen technischen Anlagen, die die Menschen seit langem kennen. Von da aus müßte man vermuten, die Kernenergie sei aufgrund ihres er-

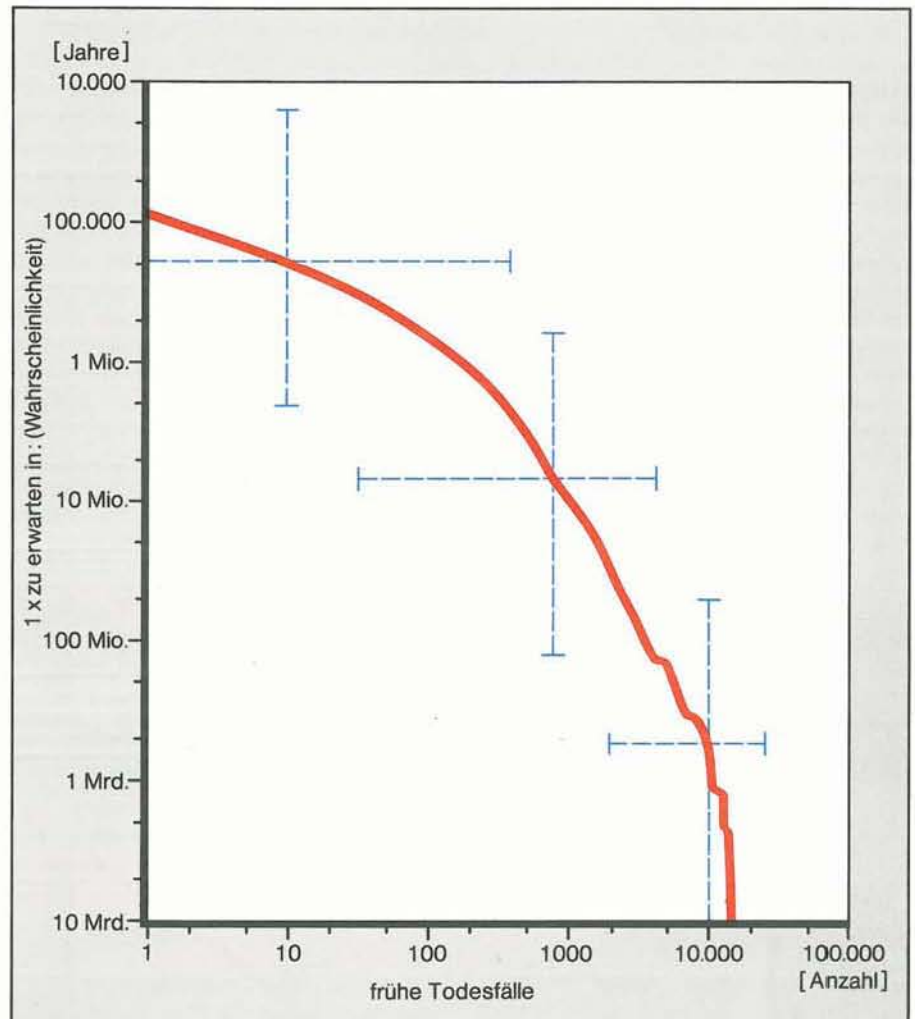


Bild 2: Komplementäre Häufigkeitsverteilung der frühen Todesfälle, ermittelt nach den Erwartungswerten. Die Fehlerbalken geben die 90% Vertrauensbereiche an, d. h. mit 90% Aussagesicherheit liegt der zutreffende Wert innerhalb dieser Bereiche. Die Auftragung gilt für 25 Anlagen in der Bundesrepublik Deutschland.

rechneten Risikos ein durchaus akzeptables Verfahren der Energiegewinnung und als solches auch von der Bevölkerung akzeptierbar. Da dies offenbar nicht so ist, muß der Risikobegriff in der Bevölkerung anders verstanden werden. Das Verständnis der intuitiven Risikowahrnehmung läßt sich nämlich nicht mehr aus den Überlegungen zum technischen Risikobegriff ableiten. Hier helfen psychologische und sozialwissenschaftliche Theorien und Modelle.

Die intuitive Wahrnehmung von Risiken

Wenn also die Bürger das Risiko der Kernenergie anders beurteilen als die Risikotheoretiker, die von der naturwissenschaftlichen Risikodefinition ausgehen, so kann dies drei Ursachen haben:

- Die Menschen kennen die Ergebnisse der Risikoanalyse nicht, sondern neh-

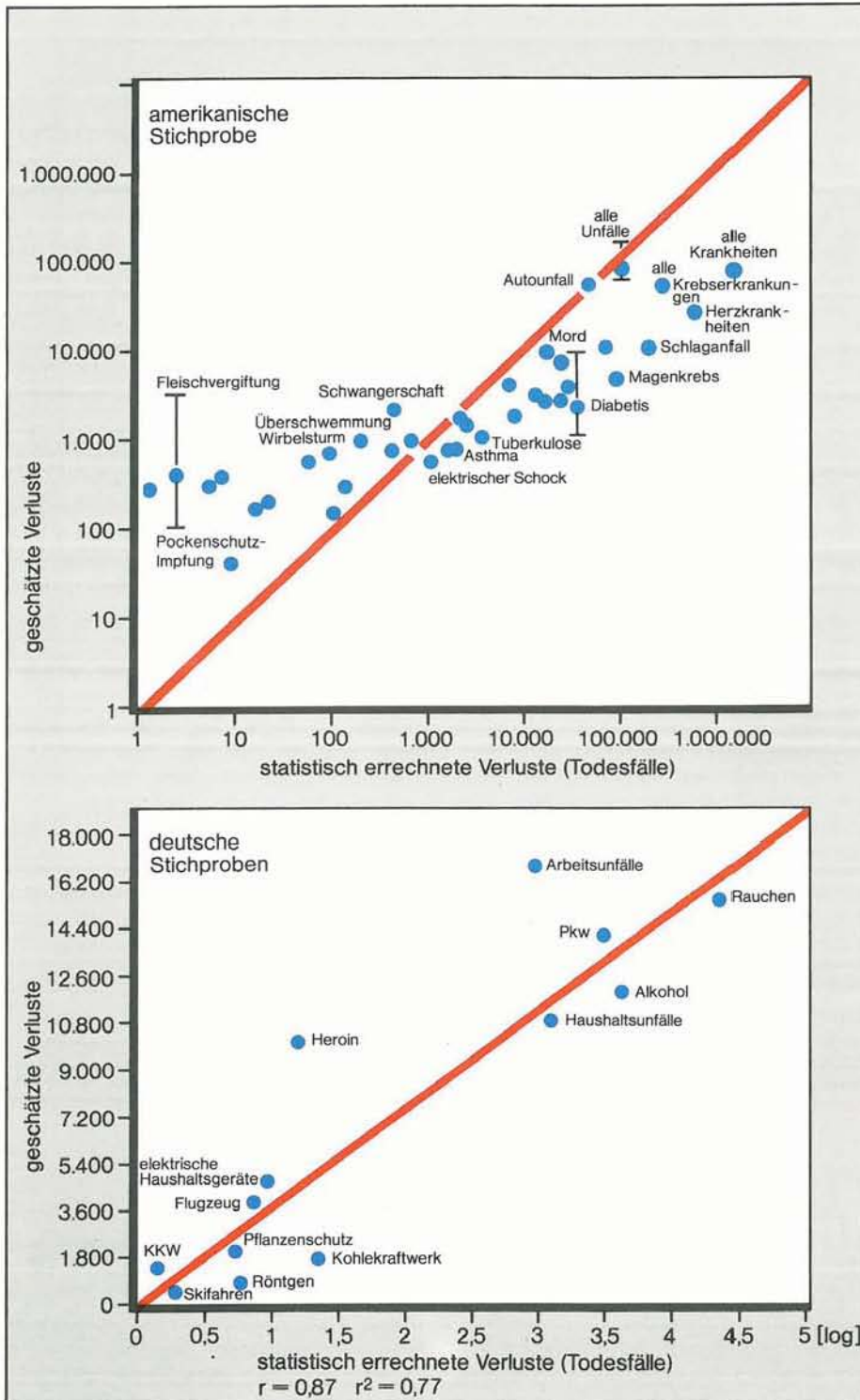


Bild 3: Die Schätzung der Bevölkerung über die Höhe von Verlustraten bei verschiedenen Risikoquellen im Vergleich mit den statistisch errechneten Werten. Die obere Grafik zeigt die Ergebnisse einer amerikanischen, die untere die Resultate einer deutschen Untersuchung. Aus beiden Befragungen läßt sich deutlich der Schluß ziehen, daß intuitive Verlustschätzung (hier erwartete Tote pro Jahr) den wahren statistischen Werten relativ angenähert ist, allerdings sehr verlustreiche Risiken unter- und sehr verlustarme Risiken überschätzt werden.

men selbst intuitive Risikoabschätzungen vor.

- Die Menschen kennen die Ergebnisse der Risikoanalyse, glauben sie aber nicht, sondern vertrauen lieber ihren intuitiven Überzeugungen.

- Die Menschen kennen die Ergebnisse und glauben auch den Experten-Einschätzungen, sie bewerten diese Informationen aber nicht als ausschlaggebende Kriterien für ihre Risikobeurteilung.

Welche der drei Erklärungen ist nun die zutreffende? Eine Antwort auf diese Frage läßt sich mit Hilfe des Bildes 3 geben. In dieser Grafik sind die Ergebnisse einer amerikanischen und deutschen Befragung wiedergegeben. Einer Stichprobe von mehreren hundert Personen wurde die Aufgabe gestellt, die Risiken von verschiedenen Gefahrenquellen, vom Rauchen bis zum Kernkraftwerk, in Verlusten pro Jahr abzuschätzen. Die Schätzwerte sind auf der y-Achse, die echten statistischen Zahlen auf der x-Achse aufgetragen. Wie man auf den ersten Blick erkennt, liegen die Schätzwerte für Verluste und die statistisch ermittelten "wahren Werte" relativ eng beieinander. Sowohl für die USA als auch für die Bundesrepublik Deutschland gilt aber der generelle Trend, daß sehr verlustreiche Risiken etwas unterschätzt und sehr verlustarme Risiken leicht überschätzt werden, Menschen also in der Wahrnehmung der Extremwerte sich stärker am Mittelfeld ausrichten. Dennoch ist die Übereinstimmung zwischen den geschätzten und den echten Werten überraschend gut. Demgemäß kann die These 1, nach der die Menschen in ihrer Schätzung nur fehlgeleitet seien, nicht stimmen. Da bei Befragungen auch die Vertrauenswürdigkeit der wissenschaftlichen Risikoanalysen kaum in Zweifel gezogen wird, kann auch These 2 nicht zutreffen. Es bleibt also nur die dritte Erklärung übrig.

Eingebildete Beschwerden – Wegweiser zur Psychologie der Risikowahrnehmung

Bevor der Frage nach der Art und Qualität der verlustunabhängigen Risikobewertung nachgegangen werden soll, ist ein weiteres Befragungsergebnis zu beschreiben, das wiederum grafisch umgesetzt wurde (Bild 4). In einem Koordinatensystem sind die Mittelwerte der Risikoabschätzung von drei völlig unabhängigen Stichproben aus mehreren Gegenden der Bundesrepublik Deutschland aufgetragen. Obwohl es sich jeweils nur um 100 bzw. 500 Interviewpartnern handelt, man also eine breite Streuung der Ergebnisse erwarten würde, sind die Risikoschätzungen für alle drei Gruppen fast identisch (je näher die Punkte an der Diagonallinie liegen, desto ähnlicher sind die Ergebnisse). Dies ist verblüffend, zumal auch die Streuung innerhalb der einzelnen Gruppen gering ist, also die meisten Menschen bei der Beurteilung von Risiken in fast identischer Weise antworten. Offensichtlich gibt es Bewertungskriterien, die bei den meisten Bürgern zu einer ähnlichen Form der Risikoabschätzung führen. Daß dieses homogene Antwortverhalten nicht auf die wahrgenommene oder echte durchschnittliche Verlustrate zurückgeführt werden kann, wurde bereits ausgeführt. Umso drängender stellt sich daher die Frage, welche Faktoren der intuitiven Risikobewertung eine so ähnliche Sichtweise des Risikos hervorrufen können.

Um einen Einblick in die Wahrnehmungsformen von Risiken zu bekommen, sei ein kleines sozialpsychologisches Experiment beschrieben, das in der Kernforschungsanlage Jülich durchgeführt wurde. Zwei zufällig ausgesuchte Gruppen von Versuchspersonen wurden durch den Versuchsleiter gebeten, an einem pharmazeutischen Erprobungstest teilzunehmen. Angeblich ging es darum, drei verschiedene Kapselumhüllungen auf mögliche unangenehme Nebenwirkungen hin zu testen. Nach den Worten des Versuchsleiters enthielt die erste Kapsel eine radioaktive Ummantelung, die zweite eine bakterielle Umhüllung und

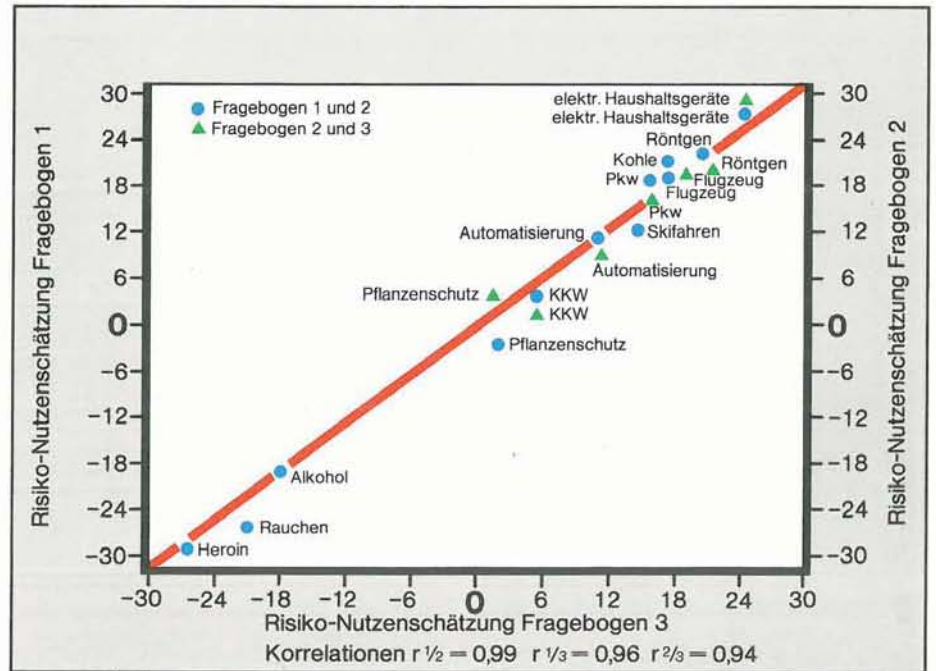
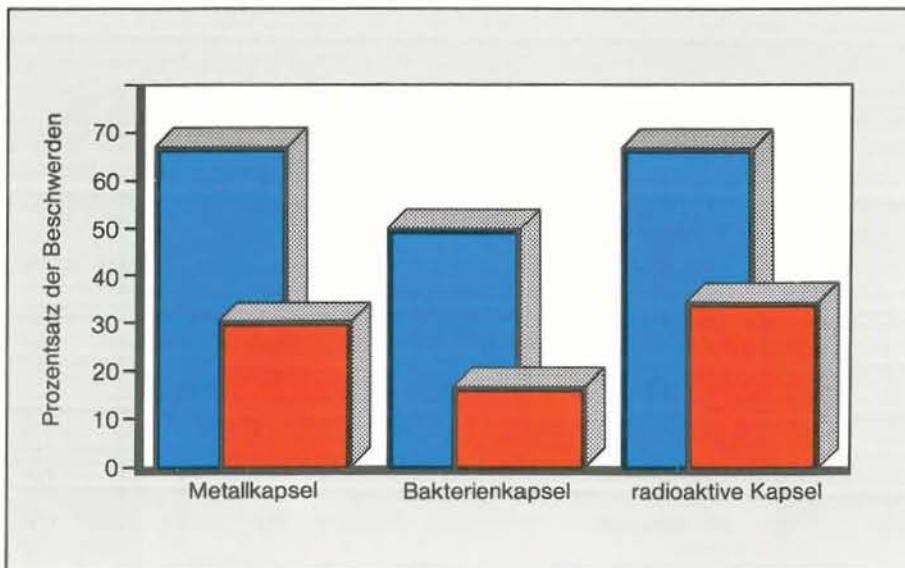


Bild 4: Die Einschätzung von verschiedenen Risikoquellen nach dem Grade ihres Nutzen-Risiko-Verhältnisses. Drei völlig verschiedenen Personengruppen wurde die Aufgabe gestellt, mit Hilfe einer Skala von -3 bis +3 den Nettonutzen von Risikoquellen abzuschätzen. Als überraschendes Ergebnis dieser Befragungen ergab sich ein fast homogenes Antwortverhalten bei allen drei Personengruppen. Menschen beurteilen demnach Risiken in ähnlicher Weise.

die dritte einen Säuremantel, wobei alle drei Kapseln sich schneller im Magen auflösen als herkömmliche Materialien. Ein gesundheitliches Risiko sei bei allen drei Kapseln nicht gegeben. In Wirklichkeit handelte es sich bei den Kapseln um drei absolut identische handelsübliche Vitamintabletten. Die erste Gruppe durfte aus drei Möglichkeiten eine freie Auswahl treffen, die zweite Gruppe erhielt vom Versuchsleiter jeweils eine Kapsel zugewiesen. Nach der Einnahme der Kapsel mußten die Versuchspersonen einen Fragebogen ausfüllen, in dem sie über eventuelle Beschwerden (Magendrücken, Unwohlsein usw.) Auskunft geben sollten.

Das Ergebnis dieses Versuches ist in Bild 5 dargestellt. Obgleich alle Versuchspersonen eine identische Kapsel geschluckt hatten, gaben die Versuchspersonen der Gruppe 1, die keine

Auswahl hatten treffen dürfen, im Schnitt doppelt so oft an, sie fühlten sich unwohl, als die Personen, die eine Kapsel aussuchen durften. Dieses Ergebnis war völlig unabhängig davon, welche Kapselummantelung im einzelnen gewählt bzw. aufgezwungen wurde. Interessant am Rande ist noch die Tatsache, daß die angeblich radioaktive Kapsel am häufigsten bei beiden Gruppen Beschwerden hervorrief. Daß Freiwilligkeit eine wesentliche Größe in der Risikowahrnehmung darstellt, ist seit langem ein wichtiger Bestandteil der psychologischen Risiko- und Entscheidungstheorie. Allerdings ist erst durch dieses Kapselexperiment ein empirisch eindeutiger Nachweis für diese Beziehung erbracht worden. Der amerikanische Wissenschaftler Ch. Starr hat auf eine ganz andere Weise die Bedeutung dieser Variablen unterstrichen. Bei einem Vergleich statisti-



■ Gruppe II (unfreiwillige Risikoübernahme) ■ Gruppe I (freiwillige Risikoübernahme)

Bild 5: Die Ergebnisse des Kapselexperimentes: Zwei Versuchsgruppen erhielten absolut identische Vitaminkapseln mit angeblich verschiedenen Ummantelungen, bestehend aus Schwermetall, Bakterien oder radioaktiven Substanzen. Die Mitglieder der Gruppe I durften sich eine Kapsel aussuchen, die Mitglieder der zweiten Gruppe wurden vom Versuchsleiter gezwungen, eine der drei angeblich verschiedenen Kapseln zu schlucken. Im Anschluß an das Experiment wurden die Versuchspersonen nach ihren subjektiven Beschwerden, wie Magendrücken, befragt. Dabei zeigte sich deutlich, daß die freiwillige Risikoübernahme zu signifikant niedrigeren Beschwerderaten führte.

scher Verlusten von verschiedenen Risikoquellen zeigte sich das Ergebnis, daß gesellschaftlich akzeptierte Risiken, die freiwillig aufgenommen werden, eine 1000fach höhere Verlustrate aufweisen als Risiken, die als aufgezwungen gelten.

Freiwilligkeit ist nur ein Beispiel für eine ganze Kette von verlustunabhängigen Variablen, die als "qualitative Risiko- bzw. Nutzenmerkmale" bezeichnet werden. Weitere Merkmale dieser Art sind: "persönliche Kontrolle möglich", "extreme Konsequenzen denkbar", "Gefährdung nicht sinnlich wahrnehmbar" und "an Gefahrenquelle gewohnt". Durch Befragungen läßt sich in etwa abschätzen, welchen Stellenwert diese Merkmale auf die Wahrnehmung und Bewertung der Risikoquelle besitzen. Bild 6 gibt Aufschluß darüber, zu welchem Anteil die einzelnen qualitativen Merkmale an der Erklärung der Risikoabschätzung beteiligt sind. Auf der y-Achse ist der jeweilige Korrelations-

koeffizient, also die Stärke des Zusammenhangs dargestellt, auf der x-Achse finden sich die Kästchen mit den einzelnen Merkmalsklassen für neun verschiedene Risikoquellen.

Betrachtet man zuerst nur die primären Erklärungsfaktoren, also die Merkmale, die den größten Einfluß auf die Risikobewertung ausüben, so fällt auf, daß nutzenbezogene Gesichtspunkte weit aus überwiegen. Personen bewerten Risiken zunächst einmal nach den Möglichkeiten und Begleitumständen ihrer Nutzenanwendung, etwa ob sie selbst davon profitieren können, ob der Nutzen allen zugute kommt oder nur einer Minderheit, ob es nicht weitere Alternativen gibt, die mit weniger Risiko den gleichen Nutzen stiften. Bei Kernenergie, Pflanzenschutz und Elektrogeräten stehen dagegen die Risikomerkmale im Vordergrund. Während für die Elektrogeräte die Freiwilligkeit der Benutzung eine positive Gewichtung des

damit verbundenen Risikos mit sich bringt, wirkt sich die Dominanz des Faktors "katastrophale Konsequenzen möglich" bei Kernenergie und "langfristige Schadensmöglichkeiten" beim Pflanzenschutz negativ auf die Risikowahrnehmung aus. Hier zeigt sich deutlich, daß die statistischen Verlusten nicht die ausschlaggebenden Motive für die Skepsis gegenüber Kernenergie und Pflanzenschutz sind.

Auch hier wieder ein Blick über den nationalen Zaun in die USA. Vier Risikomerkmale, die in die deutsche Befragung aufgenommen wurden, sind auch in einer amerikanischen Erhebung erfaßt. Die deutschen und amerikanischen Werten sind zum Vergleich in Bild 7 eingezeichnet worden. Wie man deutlich erkennt, ist ähnlich wie bei der intuitiven Risikobewertung eine Gleichartigkeit in dem Antwortverhalten von deutschen und amerikanischen Befragten festzustellen. Bis auf die Einstufungen für PKW-Fahrten und Röntgendiagnostik liegen die Mittelwerte für beide Länder in einem schmalen Band von ± 1 um die Diagonale (hier die Winkelhalbierende = theoretische Gleichverteilung). Diese überraschende Übereinstimmung stärkt die Vermutung, daß qualitative Risikomerkmale als psychische Gewichtungskriterien anzusehen sind, die universelle Geltung beanspruchen.

Daraus ist aber nicht der Schluß zu ziehen, die qualitativen Merkmale seien die ausschlaggebenden Faktoren für die Risikobewertung. Aus der Höhe der Korrelationskoeffizienten (Bild 6), die die Stärke des Zusammenhangs zwischen zwei Variablen wiedergeben, läßt sich herauslesen, daß die Risiko- bzw. Nutzenmerkmale ähnlich wie die Verlusterwartungen nur zu einem Teil die Wahrnehmung des Risiko beeinflussen.

Risikoquellen wichtiger als Risikogröße

Erwartete Verlusten und qualitative Risiko- bzw. Nutzenmerkmale sind zwei wichtige Größenklassen, nach denen Personen Risiken beurteilen. Aber

schon das Experiment mit den Kapsel- umhüllungen machte deutlich, daß nicht nur die abstrakte Risikoangabe (der Versuchsleiter bestätigte ja die Gleichheit des Risikos für alle Kapseln) als Entscheidungskriterium gesehen wird, sondern mehr noch die Vorstellungen und Meinungen, die sich auf die Quelle des Risikos beziehen. So löste die radioaktive Kapsel die meisten negativen Assoziationen aus und bedingte dementsprechend die häufigsten "eingebildeten" Beschwerden. In der Wahrnehmung von Risiken trennen die Menschen das Risiko ausmaß nicht vom Objekt, von dem das Risiko ausgeht. Ob das identische Risiko von einem Kernkraftwerk ausgeht oder von einer Skiabfahrt, ist dem Betrachter nicht gleichgültig: Im Gegenteil, das Risiko wird erst dann in seiner Abschätzung plastisch durchdacht, wenn das Individuum einen Zusammenhang mit seinen Vorstellungen und Meinungen über das Objekt, von dem das Risiko ausgeht, herstellen kann.

Für die empirische Forschung ist es sehr problematisch, die Vorstellungen der Menschen über jede Risikoquelle zu messen und typische Muster der Wahrnehmung ausfindig zu machen. Aufwendige Experimente der "Risk Assessment Group" der Internationalen Atomenergie-Behörde (IAEO) in Wien kommen zu dem Ergebnis, daß Menschen ihre Vorstellungen nach den Kriterien "indirekte Auswirkungen der Risikoquelle" (etwa Gesundheitsschäden), "ökonomischer Nutzen" (etwa Erhöhung des Volkseinkommens), "Umwelt-Risiken" (z. B. Schadstoffbelastung), "psychologische und physikalische Implikationen" (z. B. Beherrschbarkeit der Risiken, Künstlichkeit der Risikoquellen) und "Auswirkung auf den sozialen und technischen Fortschritt" (etwa Sicherung der Versorgung, sozialer Ausgleich) ordnen. Diese fünf Dimensionen der Vorstellungen wurden aufgrund von Befragungsergebnissen zur Abschätzung verschiedener Energiesysteme gewonnen. Da damit nur ein Teil möglicher Risikoquellen erfaßt ist, wurde in einer weiteren Untersuchung der KFA Jülich eine Intensivbefragung mit 12 verschie-

denartigen Risikoquellen durchgeführt, um die wichtigsten Vorstellungen über die Konsequenzen dieser Risikoquellen ausfindig zu machen. Mit Hilfe einer Reihe von statistischen Verfahren wurden die erfragten Vorstellungen auf ihre zentralen Grundmuster zurückgeführt (Faktorenanalyse) und durch Aggregation vergleichbar gemacht. Als Resultat dieser Auswertung ergab sich eine Zuordnung und letztendlich auch eine Bewertung von Risikoquellen nach folgenden fünf Gesichtspunkten:

- Auswirkungen auf die eigene Person und die soziale Umgebung (Gesundheit, Versorgungsniveau, Sicherheit u.a.m.).
- Direkte Betroffenheit (eigener Nutzen, Schaden, Bequemlichkeit, persönliches Wohlbefinden, persönliche Freiheit u.a.m.).

- Auswirkungen auf ökonomische und soziale Wohlfahrt (Arbeitsmarkt, sozialer Ausgleich, allgemeiner Lebensstandard, Lebensqualität u.a.m.).

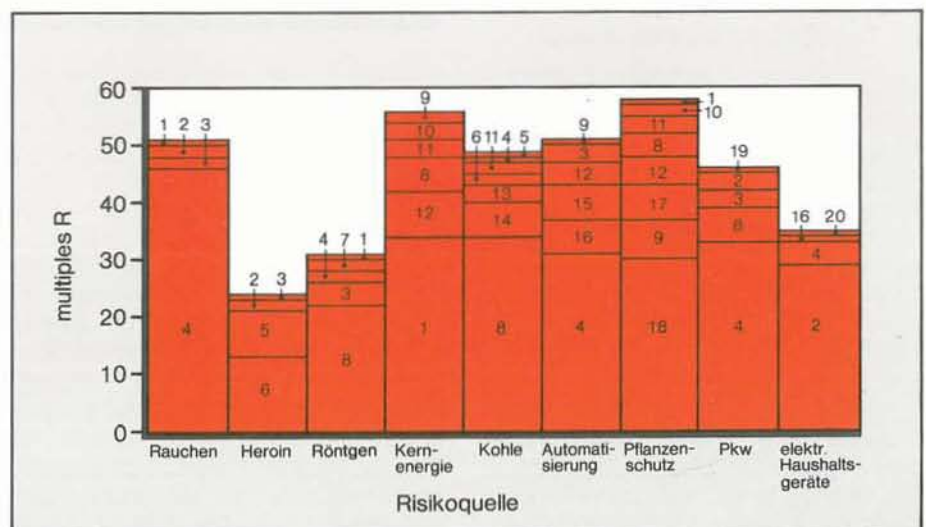
- Soziopolitische und soziale Werte (soziale Gerechtigkeit, demokratische Rechte, Gleichverteilung des Nutzens und Schadens u.a.m.).

- Auswirkungen auf die Bedingungen zur Bewältigung der Zukunft (Erhalt des Leistungsniveaus, Verteidigung des Freiheitsspielraums, Sicherung des Versorgungsniveaus u.a.m.).

Nicht jedes dieser fünf Kriterien kommt bei allen Risikoquellen zum Tragen, ebenso ist die Bedeutung der einzelnen Faktoren recht unterschiedlich. Um sich einen Überblick über die Stärke und Zu-

Bild 6: Der Einfluß von sogenannten "qualitativen Risiko- bzw. Nutzenmerkmalen" auf die Höhe der Risiko-Nutzenschätzung. Die einzelnen Balken geben den multiplen Korrelationskoeffizienten, d. h. die Stärke des Zusammenhangs zwischen den jeweiligen Merkmalen und der Risiko-Nutzenschätzung, wieder. Bei den meisten Risikoquellen spielen nutzenbezogene Merkmale die wichtigste Rolle, bei Kernenergie, Pflanzenschutz und Elektrogeräten jedoch die risikobezogenen Merkmale.

1 Katastrophale Konsequenzen, 2 Freiwillige Risikoübernahme, 3 Persönliche Kontrolle möglich, 4 Eigener Nutzen / Schaden, 5 Auswirkungen bekannt, 6 Nutzengleiche Alternativen verfügbar, 7 Alltägliches Risiko, 8 Nutzen für Alle, 9 Sicherheit überwacht, 10 Nicht wahrnehmbares Risiko, 11 Persönliche Kontrolle nicht möglich, 12 Ungewöhnliches Risiko, 13 Risiko aufgezwungen, 14 Kurzfristiger Schaden, 15 Unbekanntes Risiko, 16 Geringe Konsequenzen, 17 Keine nutzengleichen Alternativen, 18 Langfristiger Schaden, 19 Sicherheit überwacht, 20 Wissenschaftlich erforscht.



sammensetzung der fünf Kriterien für verschiedene Risikoquellen zu verschaffen, sind die Summenwerte der einzelnen Faktoren für sechs Risikoquellen in Bild 8 zusammengefaßt worden. Die Balken, die unter die Null-Linie reichen, geben negative Einschätzungen in bezug auf die beachtete Risikoquelle wieder, die Balken über der Null-Linie die entsprechenden positiven Bewertungen.

Ein Vergleich der Balkendiagramme für Kohle- und Kernenergie zeigt augenscheinlich, warum die Kernenergie so viel stärker unter Akzeptanzproblemen leidet als die Kohleenergie. Mit der Nutzung der Kernenergie verbindet die Bevölkerung im Schnitt eine negative Einflußnahme auf die soziale Wohlfahrt und auf die Verwirklichung von sozialen Werten. In geringem Maße werden dagegen direkte und indirekte Vorzüge des Atomstromes für die eigene Lebenshaltung wahrgenommen. Dieses negative Übergewicht kann nur durch den Glauben an die zukünftige Rolle der Kernenergie für die Lösung noch ausstehender Energieprobleme kompensiert werden. Die Hoffnung auf die zukünftige Notwendigkeit der Kernenergie verhindert eine durchgängig ablehnende Haltung zur Kernenergie. Demgegenüber findet man bei der Kohle nur positive Nennungen, unter denen gerade das Kriterium Allgemeinwohl den höchsten Zahlenwert erzielt. Akzeptanzprobleme sind also beim Energieträger Kohle zumindest für das Gros der Bevölkerung nicht zu erwarten.

Besonders ambivalent ist die Einschätzung zu Pflanzenschutzmitteln. Während bei der Kernenergie sehr negative Aspekte mit einigen positiven Aspekten in Konkurrenz treten, streuen die Werte für Pflanzenschutz in geringem Maße um den Nullwert. Diese Vorliebe für die Nullkategorie ist weniger auf eine unentschiedene Bewertung des Risikos durch die Individuen zurückzuführen, als vielmehr auf extreme Unterschiede zwischen den Individuen, die teilweise sehr positive und teilweise sehr negative Abstufungen vornahmen. Die Mittelwerte um Null geben also ein stark polarisiertes Meinungsfeld wie-

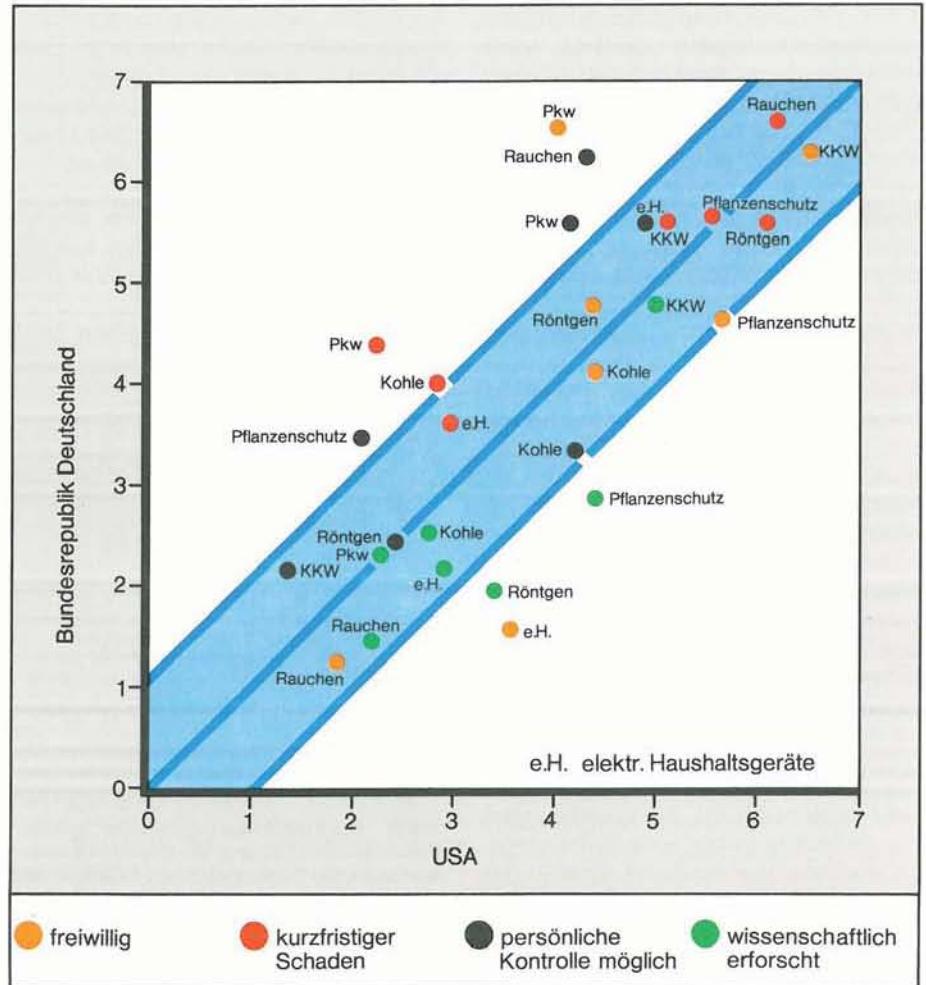


Bild 7: Ein Vergleich der Einschätzungen von qualitativen Risikomerkmale zwischen einer deutschen und einer amerikanischen Untersuchung. Die Befragten sollten auf einer Skala von 0 bis 7 ankreuzen, inwieweit das jeweilige qualitative Merkmal für die untersuchten Risikoquellen typisch ist. Auch bei dieser Aufgabe zeigte sich wiederum eine deutliche Übereinstimmung zwischen den Schätzwerten der deutschen und amerikanischen Stichprobe.

der. Damit zeichnet sich bei den chemischen Eingriffen in die Nahrungskette ein Wahrnehmungsprozeß ab, dessen Erscheinungsbild in etwa die Situation der Kernenergie zu Beginn der öffentlichen Kontroverse im Jahre 1974 widerspiegelt. Für die Verantwortlichen in Politik und Wirtschaft ergibt sich aus diesen Untersuchungen die Chance, vorausschauend eine Eskalation der Aus-

einandersetzung zu vermeiden und frühzeitig das Problem der chemischen Zusätze im Nahrungsmittelkreislauf in den Griff zu bekommen.

Als Kontrast zu den oben beschriebenen Wahrnehmungsprofilen sind in Bild 8 auch die Vorstellungen für Personenkraftwagen, Rauchen und Röntgengeräte eingezeichnet worden.

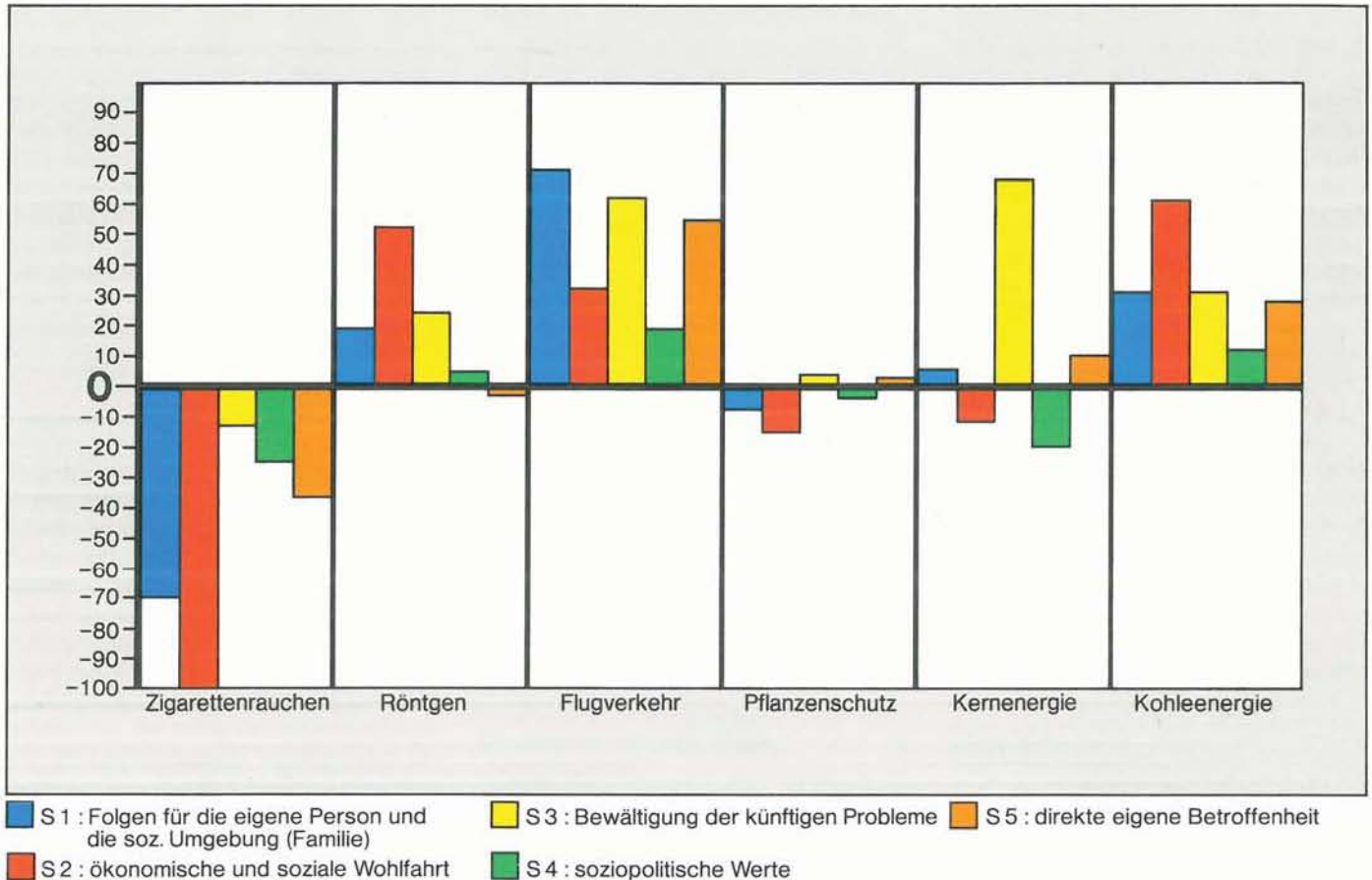


Bild 8: Die Bedeutung von Vorstellungen und Assoziationen über die Risikoquelle für die Beurteilung des gesamten Risikos. Die Balken zeigen für jede Risikoquelle an, in welchem Maße die fünf Faktoren, die summarisch das Spektrum des Vorstellungssystems abdecken, als wesentliche Beurteilungskriterien für die intuitive Risikowahrnehmung zugrunde gelegt werden. Aus dem Bild läßt sich die ambivalente Einschätzung für Kernenergie und Pflanzenschutz besonders plastisch ablesen.

Rationale versus irrationale Risikowahrnehmung - ein falscher Ausgangspunkt

Wenn man noch einmal die Determinanten der intuitiven Risikowahrnehmung überblickt, so zeichnen sich drei Ebenen von Einflußgrößen ab, die im wesentlichen die Bewertung von Risiken durch die Bevölkerung widerspiegeln. Diese sind:

- die wahrgenommenen Verlusterwartungen,
- die qualitativen Risiko- und Nutzenmerkmale,
- die Vorstellungen und Meinungen in bezug auf die Risikoquelle.

Hinzuzufügen wären noch bestimmte Persönlichkeitsmerkmale, wie Risikobereitschaft und auch verwandte Einstellungsmuster, etwa zum Technischen Fortschritt schlechthin, die in diesem Rahmen nicht weiter thematisiert werden sollen. Erst im Zusammenspiel dieser Einflußgrößen ergibt sich die Höhe der intuitiven Risikobewertung, die zwischen den Individuen und innerhalb der verschiedenen Volksschichten zu relativ ähnlichen Ergebnissen führen. Bei der Abwägung von Risiken nehmen Personen in der Regel die statistisch ermittelten Verlustwahrscheinlichkeiten durchaus zutreffend wahr, wenn ihnen auch die unmittelbare

re Einsicht in die Aussagekraft von synthetischen Wahrscheinlichkeitsmodellen fehlt. Die statistisch ermittelten Risikoausmaße sind aber nicht das alleinige Kriterium für die Beurteilung des Risikos. An diesem Punkte also unterscheiden sich die naturwissenschaftliche Risikodefinition und ihre intuitive Umsetzung. Während die Experten aus wohlüberlegten Gründen ihre Risikoberechnung auf die Aspekte der Verlusterwartung pro Zeit beschränken, verarbeiten Laien diese Information zusammen mit Überlegungen zu risikospezifischen Begleitumständen (etwa Freiwilligkeit) und mit Vorstellungen über die entsprechende Risikoquelle.

Somit ist die Laienwahrnehmung umfassender, dafür aber weniger präzise.

Was kann man aus dieser Gegenüberstellung lernen? Der künstlich aufgebaute Gegensatz zwischen einer rationalen Expertenabschätzung und einer angeblich irrationalen Laienabschätzung hat in der heutigen Diskussion um Risiken nicht nur die wahren Verhältnisse verschleiert, sondern gleichzeitig auch den Dialog zwischen den Fronten erheblich erschwert. Die technische Berechnung von Risikoausmaßen ist zweifelsohne als ein wichtiger Bestandteil jeder Entscheidung über Risikoquellen anzusehen und gleichzeitig ein ideales Werkzeug, um die Sicherheit der Bevölkerung stetig zu verbessern. Dies ist aber in der Bevölkerung gar-

nicht umstritten! Solche Berechnungen allerdings zum alleinigen Kriterium der "Akzeptierbarkeit" bzw. der "Wünschbarkeit" von Technologien oder anderen zivilisatorischen Risikoquellen zu machen, widerspricht der intuitiven Auffassung von Risikoakzeptanz und ist auch unter politisch sozialen Gesichtspunkten unvernünftig. Vielmehr müssen gerade die Begleitumstände analysiert und die Folgen für Mensch und Gesellschaft abgeschätzt werden, um die Befürchtungen und Vorstellungen der Menschen über die Auswirkungen der beobachteten Quellen mit der realen Situation zu vergleichen, eventuelle Fehlentwicklungen zu korrigieren oder vorausschauend abzuwenden und schließlich nachvollziehbare Entscheidungen, die alle Ebenen der intuitiven

Wahrnehmung reflektieren, zu treffen. Erst wenn man lernt, die Struktur und Ausprägung der allgemeinen Sichtweise von Risiken ernst zu nehmen, und die in die intuitive Wahrnehmung einfließenden Faktoren gezielt zu behandeln und anzugehen, wird es möglich sein, einen fruchtbaren Dialog zwischen Wissenschaftlern, Entscheidungsträgern und Bürgern zu initiieren. Wenn man dies nicht schafft und aneinander vorbeiredet, ist die nächste Akzeptanzkrise nicht mehr weit entfernt. Naturwissenschaftler, Sozialwissenschaftler und Politiker sind aufgerufen, gemeinsam die Risiken der modernen Zivilisation zu analysieren und in all ihren Schattierungen auszuloten, damit Mensch, Technik und Natur weiter im Einklang miteinander leben können.