

ZIRN
Interdisziplinärer
Forschungsschwerpunkt
Risiko und nachhaltige
Technikentwicklung

Universität Stuttgart
Institut für
Sozialwissenschaften
Abt. für Technik- und
Umweltsoziologie

DIALOGIK
gemeinnützige
Gesellschaft für
Kommunikations- und
Kooperationsforschung

Stuttgarter Beiträge zur Risiko- und Nachhaltigkeitsforschung

Ein alternativer Ansatz zur Kommunikation von Unsicherheit

Michael Ruddat

Nr. 25 / April 2012

Institut für Sozialwissenschaften
Abt. für Technik- und Umweltoziologie
Prof. Dr. Dr.h.c. O. Renn
Universität Stuttgart

***Ein alternativer Ansatz zur
Kommunikation von
Unsicherheit***

Michael Ruddat

Nr. 25 / April 2012

ISSN 1614-3035
ISBN 978-3-938245-24-8

Institut für Sozialwissenschaften
Abt. für Technik und Umweltsoziologie
Universität Stuttgart
Seidenstr. 36, 70174 Stuttgart
Tel: 0711/685-83971, Fax: 0711/685-82487
E-Mail: ortwin.renn@sowi.uni-stuttgart.de
Internet: <http://www.uni-stuttgart.de/soz/tu>

DIALOGIK gemeinnützige GmbH
Lerchenstrasse 22, 70176 Stuttgart
Tel: 0711/3585-216 4, Fax: 0711/3585-216 0
E-Mail: info@dialogik-expert.de
Internet: www.dialogik-expert.de/

ZIRN

Internationales Zentrum für Kultur- und
Technikforschung der Universität Stuttgart
Interdisziplinärer Forschungsschwerpunkt
Risiko und Nachhaltige Technikentwicklung
Tel: 0711/685-83971, Fax: 0711/685-82487
E-Mail: ortwin.renn@sowi.uni-stuttgart.de
Internet: <http://www.zirn-info.de>

Ansprechpartner: Dr. Michael Ruddat
Tel: 0711 / 685-83261
michael.ruddat@sowi.uni-stuttgart.de

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Unsicherheitskommunikation: Stand der Forschung.....	5
2.1	Über das Wesen der Unsicherheit.....	5
2.2	Bilder von Wissenschaft und Unsicherheit.....	7
2.3	Empirische Erkenntnisse zur Kommunikation von Unsicherheiten	12
2.3.1	Unsicherheit, Ehrlichkeit und Kompetenz: Die Studien von Johnson und Slovic.....	12
2.3.2	Die Untersuchung von Morss et. al zum Verständnis von Wettervorhersagen	17
2.3.3	Die Wirkung von absolutem und relativem Risiko bei Stone und Kollegen.....	19
2.3.4	Auswirkung der Risikodarstellung auf das Vorsorgeverhalten bei Slovic et. al.....	20
2.3.5	Die Experimente von Angela Thalmann zum Laienverständnis von Evidenzlabels beim Mobilfunk	20
2.3.6	Wiedemann/Schütz und die Wirkung von Vorsorgemaß- nahmen auf die Risikowahrnehmung des Mobilfunks	22
2.3.7	Ergebnisse aus Fokusgruppen zur Kommunikation von Unsicherheiten im Bereich EMF bei Wiedemann	23
2.3.8	Die Studie von Kuhn zu Umwelteinstellung, Information über Unsicherheit und Risikowahrnehmung.....	26
2.4	Fazit der Forschung zur Unsicherheitskommunikation	27
3	Ein alternatives Konzept zur Kommunikation von Unsicherheiten	31
4	Diskussion und Ausblick	42
5	Literatur.....	45

1 Einleitung

Sicher ist im Leben nur eines: der Tod. Mit dieser Tatsache muss man sich abfinden. Im Prinzip mag so gut wie niemand Unsicherheit. Die Suche nach dem „todsicheren“ System beim Roulette; der Drang, sich gegen alle möglichen (und unmöglichen) Risiken des Lebens versichern zu wollen oder die Institution des Ehevertrags zeugen davon, dass viele Menschen Sicherheit bzw. Absicherung bevorzugen. Im Bereich der Bewertung und Kommunikation von Risiken wirft dieser Hang zur Sicherheit große Probleme auf. Denn eine absolute Sicherheit erzeugende Risikobewertung gibt es genauso wenig wie das viel beschworene Nullrisiko. Unsicherheiten verbleiben zwangsläufig (vgl. Johnson/Slovic 1994, 1998, Kuhn 2000). Die Quellen für fehlende Sicherheit sind vielseitig: Die verwendeten Modelle weisen Lücken auf, die Datenlage ist nicht eindeutig, es existieren Probleme bei der Messung und es bestehen Unsicherheitsspielräume bei den statistischen Verfahren oder bei der inter-individuellen Variabilität.

Unter Wissenschaftlern und (in geringerem Ausmaß) politischen Entscheidungsträgern ist das Konzept des unsicheren Wissens bekannt. Wenn es jedoch darum geht, Unsicherheiten im wissenschaftlichen Wissen an die breite Öffentlichkeit zu vermitteln, treten Verständigungsprobleme auf. Die Frage der betroffenen und interessierten Laien lautet nämlich beispielsweise oft nicht „Ist das Krebs- bzw. Leukämierisiko für Kinder im Alter bis fünf Jahren im Nahbereich von Atomkraftwerken signifikant größer als im Fernbereich?“¹, sondern schlicht: „Gibt es ein Risiko durch Atomkraft-

¹ Eine belastbare Fall-Kontroll-Studie im Auftrag des Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) hat in vierjähriger Forschungsarbeit (2003 – 2007) festgestellt, dass das Risiko für Kinder unter 5 Jahren, an Krebs bzw. Leukämie zu erkranken, signifikant erhöht ist, wenn sich der Wohnort im Nahbereich zu einem Kernkraftwerk (5-km-Umkreis) befindet. Durch die methodisch anspruchsvolle Fall-Kontroll-Studie wurden Ergebnisse aus früheren, öko-

werke?“ bzw. noch einfacher „Sind Atomkraftwerke gefährlich?“. Unsicherheiten haben im deterministischen Denken vieler Menschen keinen Platz (vgl. Thalmann 2004). Außerdem wird vermutet, dass die Einsicht in die Unsicherheit des wissenschaftlichen Wissens zu dem Fehlschluss führt, dass dann auch das Risiko höher sein müsse, als wenn man „sichere“ Wahrscheinlichkeiten angeben könnte. Der Hinweis auf das nicht oder noch nicht Gewusste erhöht den Grad der wahrgenommenen Bedrohung. Hierfür existiert auch empirische Evidenz (vgl. Kuhn 2000, Slovic 1987). Zudem können Unsicherheitsanalysen das Vertrauen in die Risikobewertung oder die Kompetenz des Kommunikators (z. B. einer Behörde) schmälern (vgl. NRC 1994, Johnson/Slovic 1994).

Die einfache Lösung dieses Kommunikationsproblems wäre, die Unsicherheiten bei der Kommunikation schlichtweg zu ignorieren. Dies wäre jedoch weder verantwortungsvoll noch angemessen. Denn das Verschweigen der Ungewissheit verletzt die Regel der Redlichkeit der Wissenschaftskommunikation und kann auch schnell zu nicht-rationalen Handlungsfolgerungen führen. Der National Research Council spricht im Zusammenhang mit der Ignoranz von Unsicherheiten auch von einem „ ‚false sense of certainty‘ “ (NRC 1994: 161, Hervorhebung im Original). Zudem zerstört das Leugnen von Unsicherheit die Glaubwürdigkeit der Informanten. Falls sich herausstellt, dass das Risiko nachweislich höher war als angenommen, gerät das Risikomanagement in Erklärungsnot. Umgekehrt kann die Offenlegung von unvollständigem Wissen als Zeichen von Transparenz interpretiert werden, was zur Wahrnehmung von Ehrlichkeit und einem erhöhten Vertrauen in den Kommunikator führt (vgl. Kuhn 2000). Auch muss die These der Risikoerhöhung nicht immer zu-

logischen Untersuchungen (mit Daten ab 1980) auf ihre Robustheit hin überprüft. Im Hinblick auf das Thema Unsicherheit ist interessant, dass zwar der Zusammenhang bekannt ist, jedoch nicht die Wirkungsweise. Denn um den gefundenen Effekt ausüben zu können, müsste die Strahlenexposition der Bevölkerung durch Kernkraftwerke um den Faktor 1.000 bis 10.000 höher sein (vgl. BfS 2008a).

treffen. Die Vermittlung von fehlendem Wissen kann unter der Prämisse „Was ich nicht weiß, macht mich nicht heiß“ zu einer niedrigeren Risikowahrnehmung führen (vgl. Johnson/Slovic 1994). Wenn Unsicherheiten ignoriert werden, entzieht man Personen außerdem relevante Informationen, die sie für eine eigene, abwägende Risikobewertung benötigen (Stichwort: Risikomündigkeit, vgl. Risikokommission 2003, Ruddat et al. 2007, Ruddat 2009).

Es muss also vielmehr darum gehen, Wege zu finden, wie die Öffentlichkeit für die unvermeidbaren Unsicherheiten im wissenschaftlichen Wissen sensibilisiert werden kann, um sie dann soweit als möglich in die eigene Urteilsfindung einbeziehen zu können (vgl. Jaeger et. al 2000). Hierzu wurden in den vergangenen Jahrzehnten zahlreiche Untersuchungen durchgeführt, die hier nicht in vollem Umfang wiedergegeben werden können. Im Zentrum des vorliegenden Artikels steht vielmehr die Frage, welche Empfehlungen aus den vorliegenden Studien für die Verbesserung der Risikokommunikation abgeleitet werden können. Denn bis heute fehlt ein überzeugendes Konzept für die Kommunikation von Unsicherheiten (vgl. Kuhn 2000, Morss et al. 2008). Im Vordergrund der bisherigen Untersuchungen stehen die Wirkung von Unsicherheiten auf die Risikowahrnehmung und der Einfluss verschiedener Darstellungsformate von Unsicherheit auf Verständlichkeit und Akzeptanzentscheidungen. Jedoch bleiben die Ergebnisse sehr bruchstückhaft und bauen selten aufeinander auf.

Selbstverständlich kann es nicht Gegenstand dieser Arbeit sein, eine „Theorie der Kommunikation von Unsicherheiten“ aufzustellen. Stattdessen ist das Ziel, auf der Basis von zentralen Erkenntnissen vorliegender Arbeiten und eigener theoretischer Überlegungen eine Alternative für die Kommunikation von Unsicherheiten für den speziellen Fall des Expertendilemmas aufzuzeigen. Das Expertendilemma bezeichnet eine Situation, in der zu einem bestimmten Forschungsbereich viele, teils widersprüchliche Studienergebnisse vorliegen. Da die bisherigen Arbeiten sich zumeist auf die Vermittlung von Unsicherheiten in einer einzigen Untersuchung

konzentrierten (etwa statistische Konfidenzintervalle), scheint hier ein Fortschritt in der Forschung möglich. Als konkretes Beispiel für die Kommunikation von Unsicherheiten dient der Mobilfunk.

In Kapitel zwei wird zunächst das Konzept der Parameter- und Modellunsicherheit beschrieben, um eine Basis für die daran anschließenden Überlegungen zu haben. Danach geht es um die spezifische Sichtweise von Laien (als Adressat von Risikokommunikation) auf die beschriebenen Unsicherheiten im wissenschaftlichen Wissen. Hierzu werden zwei verschiedene Bilder von Wissenschaft vorgestellt: das klassisch-moderne Bild und das reflexive Bild. Das Kapitel schließt mit dem aktuellen Stand der Forschung zur Kommunikation von Unsicherheiten. Kapitel drei stellt ein alternatives Konzept der Kommunikation von Unsicherheiten dar. Dieses Konzept basiert auf den theoretischen Überlegungen und empirischen Erkenntnissen des voran gegangenen Kapitels. Im abschließenden vierten Kapitel wird das Konzept kritisch diskutiert und ein Ausblick auf zukünftige Forschung gegeben.

2 Unsicherheitskommunikation: Stand der Forschung

2.1 Über das Wesen der Unsicherheit

Was ist überhaupt Unsicherheit? Unsicherheit kann definiert werden als Mangel an genauem Wissen über die Wirklichkeit. Im Hinblick auf mögliche, zukünftige Ereignisse kann man auch sagen, dass wir nicht präzise wissen, ob, wann und in welchem Ausmaß sie tatsächlich eintreten werden. Unsicherheit ist ein grundsätzlicher Bestandteil des Alltags, aber auch der Wissenschaft (vgl. NRC 1994, Wiedemann 2009a). Im akademischen Forschungsprozess zeigt sich dies in der vorläufigen Geltung wissenschaftlicher Untersuchungsergebnisse. Nach Poppers „Kritischem Rationalismus“ kann eine Theorie an der erfahrbaren Realität niemals verifiziert, sondern stets nur falsifiziert werden (Falsifikationsprinzip). Endgültig wahre Erkenntnisse gibt es demnach im Prinzip nicht. Forschungsergebnisse müssen (prinzipiell) jederzeit von jedem überprüft werden können (vgl. Popper 1968). Der Zweifel und damit die Unsicherheit sind konstitutive Bestandteile der empirischen Wissenschaften.

Unsicherheiten in der Forschung können aber noch weiter unterteilt werden. Eine nach Wiedemann oft genutzte Differenzierung ist die zwischen Parameterunsicherheit und Modellunsicherheit (vgl. Johnson/Slovic 1994, NRC 1994, Wiedemann 2009a). Die *Parameterunsicherheit* kann ihre Ursache in zufälligen oder systematischen Messfehlern, Fehlklassifikationen von Untersuchungseinheiten (z. B. in Bezug auf die Exposition gegenüber einem Schadstoff) oder Stichprobenfehlern (z. B. zu kleine Stichprobe) haben. Die *Modellunsicherheit* kann hingegen aus falsch abgeleiteten Beziehungen zwischen Variablen, der Unterkomplexität von Modellen oder „vergessenen“ Variablen resultieren. Sie steht in Verbindung zu Überlegungen vor

der eigentlichen Erhebungs- und Auswertungsphase. Ein prominentes Beispiel für die Modellunsicherheit ist die Annahme, ob bei einer Dosis-Wirkungs-Beziehung ein Schwellenwert zu Grunde liegt oder nicht.

Parameter- bzw. Modellunsicherheit spielen in allen vier Schritten der Risikoabschätzung eine Rolle. Bei der *Identifizierung der Gefahr* (Hazard) geht es um die Frage, ob ein Stoff eine potenziell gesundheitsschädliche Wirkung hat. Die hierzu verwendeten Studien können im Hinblick auf Ergebnisse, Design und Qualität stark variieren. Unterschiede können auf zu Grunde liegende Annahmen aber auch die eigentliche Durchführung der Untersuchungen zurück geführt werden. Nicht immer kann man eindeutig beurteilen, welche Studie „Recht hat“ und welche falsch liegt. Unsicherheiten verbleiben fast zwangsläufig. Der zweite Schritt besteht in der Ermittlung der *Dosis-Wirkungs-Beziehung*. Hierbei wird untersucht, bei welcher Menge eines Stoffes die schädigende Wirkung auftritt und ob es einen Schwellenwert gibt. Unsicher sind hier z. B. die Extrapolation der im Experiment genutzten Dosis auf die für den Menschen relevante niedrige Dosis oder die Auswahl eines Modells für die Extrapolation in den Niedrigdosis-Bereich (Existenz eines Schwellenwertes, Einfluss der zeitlichen Exposition etc.). Schritt Nummer drei betrifft die zeitliche Dauer und Stärke, mit der eine bestimmte Population einem schädlichen Stoff ausgesetzt ist, kurz: die *Exposition*. Unsicherheiten können z. B. aus unvollständigen Expositionspfaden oder der Identifikation der Zielpopulation resultieren. Die zusammenfassende Bewertung des Risikos (Welche Gesundheitsschäden sind unter welchen Umständen, wie oft und für wen zu erwarten?) findet in der vierten und abschließenden Phase der *Risikocharakterisierung* statt. Hierin enthalten sind im Prinzip alle Unsicherheiten, welche sich aus den ersten drei Phasen ergeben (vgl. NRC 1994, Wiedemann 2009a).

Diese Charakterisierung von Unsicherheiten macht deutlich, dass es sich um ein hochkomplexes Themenfeld von Wissenschaft und Forschung handelt, welches nur gegenüber ausreichend vor-

gebildeten und motivierten Adressaten ausführlich kommuniziert werden kann. Im Hinblick auf die *breite* Öffentlichkeit, sprich: Laien, dürfte die Vermittlung von Ungewissheit vermutlich nur in eingeschränktem Maße und unter Verwendung spezieller Methoden möglich sein. Es stellt sich hier die Frage, wie Laien Wissenschaft inklusive der Unsicherheiten im wissenschaftlichen Wissen wahrnehmen und welche Erwartungen sie an Wissenschaft und Forschung stellen.

2.2 Bilder von Wissenschaft und Unsicherheit

Stark vereinfacht kann man sagen, dass seit dem 19. Jahrhundert Wissenschaft und Technik eine zunehmend dominierende Rolle für die menschliche Entwicklung spielen. Der wissenschaftlich-technische Fortschritt ermöglichte eine deutliche Steigerung der wirtschaftlichen Produktivität (Massenproduktion durch z. B. Fließbandarbeit), erschloss neue Energiequellen (z. B. fossile Brennstoffe, Kernspaltung, erneuerbare Energien), revolutionierte durch Eisenbahn, Auto und Flugzeug die individuelle Mobilität und verbindet seit gut einem Jahrzent durch neue Kommunikationsmittel wie Handy und Internet Menschen auf dem ganzen Planeten. Wissenschaft (hier v. a. die Ingenieurwissenschaften), Technik und Forschung genießen in vielen Ländern im Hinblick auf die weitere gesellschaftliche Entwicklung einen hohen Stellenwert. Innovationen in Bereichen wie Umwelttechnik oder Energieforschung werden als Voraussetzung für die Schaffung neuer Arbeitsplätze, Sicherung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit und die Realisierung umweltverträglicher Lebensstile angesehen.

Allerdings gehen mit der Einführung immer komplexerer Technologien und Erfindungen auch neue Gefährdungslagen einher. Der Soziologe Ulrich Beck spricht in diesem Zusammenhang von den

„Folgeproblemen der technisch-ökonomischen Entwicklung“ (Beck 1986: 26). Die Modernisierung wird dadurch zweifelhaft, sie wird reflexiv: „[...] Je moderner eine Gesellschaft wird, desto mehr Nebenfolgen erzeugt sie, die, in dem Maße, in dem diese (an)erkannt werden, die Grundlagen industrieller Modernisierung in Frage stellen“ (Beck 1996: 298). Diese neu produzierten Modernisierungsrisiken zeichnen sich durch ihren Bezug zur Industrialisierung, ihren globalen Charakter und die fehlende sinnliche Wahrnehmbarkeit aus. Als Beispiele nennt Beck das Waldsterben, vergiftete Nahrungsmittel und die Atomkraft (vgl. Beck 1986).

Neue Technologien bringen also neue Risiken hervor. Diese können aufgrund der mangelnden Wahrnehmbarkeit nur unter Mithilfe der Wissenschaft erkannt, analysiert und bearbeitet werden. Allerdings fällt es dem Wissenschaftssystem oftmals schwer, belastbare Aussagen zu diesen neuen Risiken zu treffen. Dies hat zumindest drei Gründe (vgl. Beck 1986, 1991). Erstens lassen die inhärenten Unsicherheiten von Risiken lediglich Aussagen im Wahrscheinlichkeitsbereich zu. Sicherheit ist eine Illusion. Zweitens führt die Ausdifferenzierung der Wissenschaften zu unterschiedlichen „Blickwinkeln“ und damit zu teilweise divergierenden Ergebnissen. Umfassende Studien kann es nicht geben. Drittens sind selbst innerhalb einer wissenschaftlichen Disziplin die vorhandenen Methoden und Modelle derart zahlreich und die untersuchten Risiken derart komplex, dass es nicht zu verwundern braucht, wenn sich die Experten scheinbar widersprechen. Dieses Expertendilemma verhindert Eindeutigkeit.

Es wurde immer mehr deutlich, dass es eindeutiges, vollständiges und endgültiges Expertenwissen nicht gibt, ja gar nicht geben kann. Beim Begriff des Restrisikos bringt es Beck auf den Punkt: „ ‚Restrisiko‘ meint: wir wissen es nicht, wir können es nicht wissen“ (Beck 1996: 312, Hervorhebung im Original). Hinzu kommt, dass für eine Risikobeurteilung neben dem durch wissenschaftliche Forschung bereit gestellten (wohlgemerkt unsicheren) Sachwissen stets auch immer Orientierungswissen notwendig ist. Kurz gesagt: Grenzwerte

sagen über die Akzeptanz eines Risikos durch die Öffentlichkeit rein gar nichts aus. Damit bröckelt jedoch der „*Wahrheits- und Aufklärungsanspruch*“ von Wissenschaft, Forschung und Technik (Beck 1986: 254, Hervorhebungen im Original). Die nützlichen Erfindungen der Industrialisierung waren über jeden Zweifel erhaben, bis die Risiken sichtbar wurden. Nun wird das elementare Prinzip wissenschaftlichen Fortschritts – der Zweifel – auf die Wissenschaft selbst angewendet: „Die Entzauberung greift auf den Entzauberer über und verändert damit die Bedingungen der Entzauberung“ (Beck 1986: 256). Der schöne Schein der Sicherheit wissenschaftlicher Erkenntnisse schwindet.

Mit der Zeit wurden die angesprochenen Folgeprobleme u. a. durch eine kritischere Medienberichterstattung über Technik und ihre Risiken auch in der Öffentlichkeit immer mehr wahrgenommen. Ein prominentes Beispiel ist die Frage des Allensbacher Instituts für Demoskopie, ob Technik eher ein Fluch oder eher ein Segen sei. Der Anteil derer, die darauf mit „teils/teils“ antworteten, stieg nahezu kontinuierlich von 19% im Jahre 1966 auf 56% im Jahre 1987 an (vgl. Renn/Zwicky 1997: 16). Damit wird angedeutet, dass dem wissenschaftlich-technischen Fortschritt nicht mehr vorbehaltlos vertraut wird.

Somit stellt sich die Frage, welches Bild Bürgerinnen und Bürger von der Wissenschaft heute haben. Vertrauen sie doch noch weitestgehend der Wissenschaft und ihren Forschungsergebnissen? Oder herrscht vielmehr eine kritische Sicht wissenschaftlicher Ergebnisse vor? Empirische Evidenz hierzu liefern Fokusgruppen, die im Rahmen zweier Forschungsprojekte zu den Themen Klimawandel und Energie in der Deutschschweiz durchgeführt wurden (vgl. Kasimir 2000, Schibli 2000).

Bei den Teilnehmern der Fokusgruppen dominiert das Bild der *klassisch-modernen Wissenschaft*. Forscher sollen demnach die Welt exakt abbilden, Beziehungen zwischen Elementen entdecken, Prognosen zu zukünftigen Entwicklungen aufstellen und Handlungsempfehlungen geben. Am Beispiel des Klimawandels heißt dies,

aufzuzeigen, welche Zusammenhänge zwischen globalen und regionalen Entwicklungen bestehen, welche Folgen des Klimawandels sich daraus ableiten lassen und wie man am besten darauf reagieren kann. Kurz gesagt: „Die erwarteten wissenschaftlichen Informationen sollen konkret, objektiv, exakt, neutral, wahr und schwarz auf weiss darstellbar sein“ (Schibli 2000: 13). Unsicherheiten haben hier natürlich keinen Platz. Fokusgruppenteilnehmer reagieren negativ auf die Präsentation von Ungewissheit im Wissen, z. B. mit Ohnmachtsgefühlen oder Zweifeln an der Wissenschaftlichkeit des Fachwissens. In Anlehnung an das Elaboration Likelihood Modell (ELM) von John Petty und Richard D. Cacioppo (vgl. Petty/Cacioppo 1986) kann vermutet werden, dass sich die Anhänger des klassisch-modernen Wissenschaftsbilds eher auf der peripheren Route der Informationsverarbeitung bewegen². Sie haben weder die Möglichkeit noch die Lust, sich näher mit den Aussagen der Wissenschaftler zu befassen. Ihr Status als Experten verleiht Ihnen bereits Glaubwürdigkeit. Solange eindeutige Ergebnisse präsentiert werden und die Vorhersagen eintreffen, ist die Welt in Ordnung. Unsicherheiten irritieren oder signalisieren gar als „cue“ Zweifel an der Professionalität der Experten.

Ganz anders werden Unsicherheiten im *reflexiven Bild* der Wissenschaft wahrgenommen und bewertet. Verschiedene Ansichten von Forschern werden von einigen Teilnehmern der Fokusgruppen als natürlich und existenziell für die eigene Meinungsbildung angesehen. Dass Forscher auf Grenzen des Wissens und auf plurale Interpretationsmuster hinweisen, wird geradezu als eine Quelle der

² Diese idealtypische Zuordnung wird bewusst als Hypothese formuliert und dient an dieser Stelle lediglich der besseren Strukturierung und Einordnung der Befunde. Keinesfalls soll damit ausgesagt werden, dass alle Angehörigen des klassisch-modernen Wissenschaftsbildes Informationen peripher verarbeiten. Um eine solche Aussage treffen zu können, wäre eine empirische Untersuchung erforderlich. Diese Erläuterungen gelten entsprechend für die folgende Zuordnung zwischen dem reflexiven Bild und der zentralen Route des ELM.

Glaubwürdigkeit betrachtet. Da auch Experten in ihrem Handeln von Werten und Einstellungen geleitet werden, wollen die Anhänger des reflexiven Bildes der Wissenschaft mehr über die persönlichen Hintergründe der Wissenschaftler erfahren. Der „neutrale“ Experte hat ausgedient, der Mensch hinter dem Experten ist von Interesse, mit diesem muss ich einer Meinung sein. Der Kontext der Forschung rückt in den Mittelpunkt der Betrachtung. Nach dem ELM befinden sich die Anhänger des reflexiven Wissenschaftsbildes vermutlich eher auf der zentralen Route der Informationsverarbeitung. Sie sind motiviert und kompetent genug, um sich mit verschiedenen Ansichten auseinander zu setzen. Unsicherheiten gehören zum Forschungsprozess dazu und werden als natürlich wahrgenommen. Allerdings erfolgt nicht nur eine nüchterne Abwägung der Argumente, sondern darüber hinaus gehend auch eine Berücksichtigung des sozialen Kontextes von Forschung.

Insgesamt dominiert wie gesagt laut der Untersuchung das klassisch-moderne Bild der Wissenschaft. Das reflexive Bild entsteht gerade erst. Ein Wandel wird wohl viel Zeit benötigen (vgl. Schibli 2000). Das sind schlechte Aussichten für die Vermittlung von Unsicherheiten im wissenschaftlichen Wissen. Doch was weiß man eigentlich über die Kommunikation von Unsicherheiten? Wie werden sie wahrgenommen? Welche Wirkung entfalten sie? Welche Ratschläge lassen sich hieraus für die Risikokommunikation ziehen?

2.3 Empirische Erkenntnisse zur Kommunikation von Unsicherheiten

2.3.1 Unsicherheit, Ehrlichkeit und Kompetenz: Die Studien von Johnson und Slovic

In einer viel beachteten Studie haben *Branden B. Johnson* und *Paul Slovic* die Auswirkung der Darstellung von Unsicherheiten auf die Risikowahrnehmung von Laien und das Vertrauen in eine Regierungsbehörde untersucht (vgl. Johnson/Slovic 1994). In mehreren *Experimenten* ($n = 272$, $n = 180$, $n = 217$) präsentierten die beiden Forscher Versuchspersonen Szenarien in Form erfundener Zeitungsnachrichten. In diesen Nachrichten ging es z. B. um das Risiko einer Krebserkrankung durch die Verbreitung der imaginären Chemikalie Butydin im Trinkwasser. Als Kommunikator wurde eine Regierungsbehörde genannt.

Die Präsentation der Texte wurde mittels mehrerer Faktoren variiert, z. B. Höhe des Risikos (1 : 1.000 / 1 : 1.000.000), Vorhandensein eines Abschnitts zur Unsicherheit in Form einer Bandbreite von Risikowerten, Erläuterung der Gründe für Unsicherheit in der Wissenschaft und die Verwendung einer Grafik zur Visualisierung der Unsicherheit. Danach beantworteten die Teilnehmer u. a. Fragen zur Wahrnehmung des Risikos, der Unsicherheit des Risikos sowie des Vertrauens, der Ehrlichkeit und Kompetenz der Behörde. Zusätzlich wurde nach dem zweiten Experiment in zwei *Fokusgruppen* ($n = 7$, $n = 6$) das Verständnis und die Reaktionen von Personen auf die Zeitungsnachrichten untersucht, um die Validität der Experimente zu erhöhen.

Im Ergebnis zeigen die Studien, dass Bürger mit dem Konzept der Unsicherheit im Zusammenhang mit Risikobewertungen und Wissenschaft wenig vertraut sind. Bürger sind unter Umständen in der Lage, Unsicherheiten zu erkennen, und zwar dann, wenn sie einfach und grafisch dargestellt werden. Als nützlich hat sich beispielsweise in den Fokusgruppen eine *Grafik* mit einer Normalverteilungskurve erwiesen, auf der von links nach rechts die Risikowerte 0; 1 : 1.000 und 1 : 100 aufgetragen sind und die durch ihre Form die relativen Häufigkeiten der Risikowerte anzeigt. Die Grafik wirkte auf die Teilnehmer wissenschaftlich und glaubwürdig, allerdings auch etwas komplex. Die Fokusgruppenteilnehmer betonten außerdem die Nützlichkeit von Informationen über die Gründe für Unsicherheit sowie Informationen zur Unvermeidlichkeit von Unsicherheit in der wissenschaftlichen Forschung.

In einem der drei Experimente zeigte sich dann auch, dass bei Zustimmung zu der Aussage, dass Unsicherheit typisch für wissenschaftliches Arbeiten sei, die Risikoinformationen eher als verständlich, verlässlich und wissenschaftlich gültig eingeschätzt werden. Beim Vergleich zwischen Nachrichten mit und ohne Nennung von Unsicherheit ergeben sich ebenfalls signifikante Unterschiede. Bei der Thematisierung von Unsicherheit geben erkennbar mehr Befragte an, dass ein moderater bzw. großer Risikobereich vorhanden, die Risikoinformation unsicher, das Risiko hoch und dass sie selbst besorgt seien. Die Diskussion von Unsicherheit in den Risikobewertungen durch die Behörde lässt sie einerseits als *ehrlich*, andererseits aber auch als eher *inkompetent* erscheinen (vgl. Johnson/Slovic 1994).

Weitere Erkenntnisse zu diesem Thema stammen aus einer quantitativen Befragung von *Johnson* und *Slovic* zur Wahrnehmung und Bewertung von Unsicherheit durch Laien (vgl. Johnson/Slovic 1998). 280 Personen in Eugene, Oregon wurden mit einem *geschlossenen Fragebogen* interviewt. Die Teilnehmer bekamen u. a. einen Text zu lesen, in dem das Risiko durch eine Chemikalie im Trinkwasser beschrieben wird. Eine Studie der Regierung kommt zu dem Ergebnis, dass das Krebs-Risiko durch den lebenslangen Genuss des

verseuchten Trinkwassers schätzungsweise bei 1 : 1.000.000 liegt. Als untere Grenze der Schätzung wird ein Risiko von 0, als obere Grenze 10 : 1.000.000 angegeben. Die Gründe für den Risikobereich liegen in der Tatsache, dass die Werte entweder aus Experimenten von Tierversuchen (Variante 1 des Textes) oder aus Studien mit hohen Dosen bei Menschen stammen (Variante 2 des Textes). In beiden Fällen ergeben sich Unsicherheiten durch die Extrapolation auf Menschen im Niedrigdosisbereich.

Die Daten weisen auf einen leichten Trend zum oberen Ende von Risikobereichen hin: Hohe Risikoeinschätzungen erscheinen als realistischer. Dies gilt umso mehr für den Fall, wenn sich die Experten nicht einig sind. Hier scheint das „better safe than sorry“-Prinzip zu greifen. In diesem Zusammenhang ist auch von Interesse, dass in der qualitativen Vorstudie der quantitativen Befragung (*Fokusgruppen* und *Leitfadeninterviews*) der Grund für verschiedene Expertenmeinungen nicht in der Parameter- oder Modellunsicherheit und damit in der wissenschaftlichen Arbeitsweise per se, sondern vielmehr in unterschiedlichen Interessen (Stichwort: Auftragsforschung) oder der Inkompetenz der Wissenschaftler gesehen wird (vgl. hierzu auch Renn 2001).

Im Unterschied zur Glaubwürdigkeit von hohen Risikoeinschätzungen werden kleine Wahrscheinlichkeiten (z. B. 1 : 10.000.000) oft gar nicht als solche wahrgenommen, sondern von vielen befragten Personen (je nach Item zwischen 56% und 72%) zumeist gleich *Null* gesetzt. Dazu passt der Befund, dass ein Großteil (49%) annimmt, dass nur bei Vorliegen eines hohen Risikos überhaupt kommuniziert wird.

Eine interessante Erkenntnis ist das teilweise *fehlende Bedürfnis nach Sicherheit*. Z. B. wollen 53% der Befragten lieber eine Risikoschätzung hören anstatt ein Gesamturteil, ob eine Situation als sicher oder unsicher eingestuft wird. Auch wird die Unsicherheit durchaus erkannt, wenn sie im Text thematisiert wird: 63% der Befragten lehnten die Aussage ab, dass die Regierung genau über die Risikohöhe Bescheid weiß. Insgesamt zeigt sich eine eher niedrige Risikowahrnehmung in

Reaktion auf den Text. Außerdem wurde noch ein zweiter Text mit einer Folgestudie präsentiert, in dem die Regierung zu einer niedrigeren Risikoeinschätzung gelangt. Dies wird neben den reinen Zahlen auch verbal ausgedrückt. Es zeigt sich, dass die Teilnehmer dann auch durchaus zwischen den Ergebnissen beider Studien differenzieren können. Sie sind der Meinung, dass durch beide Studien eine angemessenere Bewertung des tatsächlichen Risikos möglich ist (*mehr Studien, mehr Sicherheit*).

Im Allgemeinen wird die Präsentation von Unsicherheiten im Rahmen der Risikokommunikation als *ehrlich* und *kompetent* eingestuft. Werden diese Fragen im Kontext der Studientexte gestellt, fällt die Zustimmung insgesamt etwas niedriger aus. Jedoch kann es sein, dass dieses Ergebnis durch den relativ hohen Bildungsstand der Stichprobe aus Eugene beeinflusst wird. Hierzu passt, dass Unsicherheit im Forschungsprozess von einer deutlichen Mehrheit als normal empfunden und akzeptiert wird.

Die Ergebnisse von Johnson und Slovic von 1998 konnten 2003 von Johnson erfolgreich repliziert werden (vgl. Johnson 2003). 213 zufällig ausgewählte Einwohner von New Jersey wurden mittels eines *standardisierten Fragebogens* interviewt. Die Stichprobe war z. B. im Hinblick auf das Bildungsniveau und das Durchschnittsalter insgesamt heterogener zusammengesetzt als das Sample von 1998. Der eventuelle Einfluss von Verzerrungen kann somit aufgedeckt werden. Außerdem wurde zu Kontrollzwecken als Kommunikator des Krebsrisikos durch Butydin diesmal anstelle der Regierung ein Industrieunternehmen gewählt.

43% gaben an, dass die Diskussion von Unsicherheit in Form eines Risikobereichs das Unternehmen als ehrlicher erscheinen lässt. 41% lehnten die Aussage ab, dass es dadurch weniger kompetent wirkt. Diese Resultate ähneln denen von Johnson und Slovic, jedoch sind die Werte etwas niedriger (Johnson und Slovic: Ehrlichkeit: 45%, Kompetenz: 57%). Eine mögliche Erklärung hierfür liegt in der Bewertung des Kommunikators: 71% der Befragten hätten die Risikobewertungen lieber von Experten aus Regierungskreisen gehört. Dies

impliziert ein eher niedriges Vertrauen in die Industrie. Eine Regressionsanalyse zeigt dann auch, dass die negative Einstellung gegenüber der Industrie und die negative Bewertung von Unsicherheit positiv miteinander korrelieren ($p < .001$, $r = .29$). *Je negativer eine Person gegenüber der Industrie eingestellt ist, desto negativer findet sie auch die Angabe eines Risikobereichs.*

Wie von der Regierung bei Johnson und Slovic wird auch von der Industrie im Allgemeinen erwartet, dass sie nur bei Vorliegen eines hohen Risikos überhaupt kommuniziert. Eine interessante Schlussfolgerung lässt sich aus den folgenden beiden Ergebnissen ziehen: Auf die offene Frage nach den Gründen für Unsicherheit in der Risikoabschätzung gaben 44% Unwissen der Experten (verbunden mit vermuteter Inkompetenz), 32% Irreführung durch die Industrie, 15% Daten- und Analyseprobleme (z. B. zu viele Variablen, unterschiedliche Exposition) und 9% Selbstschutz der Experten an. Bei der geschlossenen Abfrage der wahrgenommenen Gründe für Expertendissens (als eine Form von Unsicherheit im wissenschaftlichen Wissen) zeigte sich hingegen, dass die Mehrheit Inkompetenz, unterschiedliche Interessen *und* begrenztes wissenschaftliches Wissen als Ursache für abweichende Meinungen in der Wissenschaft identifizieren. *Dies bedeutet, dass die inhärenten Ursachen für kommunizierte Unsicherheit in Risikobewertungen ganz offenbar bei Laien kognitiv nicht präsent sind.* Spontan wird vermutet, dass Experten gekauft sind oder schlichtweg keine Ahnung haben. Die Arbeitsweise von Wissenschaftlern und die damit verbundene Parameter- und Modellunsicherheit scheinen nur von einer Minderheit der Befragten in Betracht gezogen zu werden – es sei denn, dass ein ausdrücklicher Hinweis darauf vorhanden ist.

Im Gegensatz zur Studie von 1998 besteht bei der Stichprobe in New Jersey eine Präferenz für zusammenfassende Sicherheitsbeurteilungen. Gerade einmal 23% der befragten Personen ziehen Risikoschätzungen vor, 72% wollen hingegen einfach nur wissen, ob eine Situation sicher ist. Es ist nicht auszuschließen, dass sich hier der niedrigere Bildungslevel bemerkbar macht. So zeigt sich beispiels-

weise nach Johnson in mehreren Studien (so auch in der Untersuchung von Johnson und Slovic 1998), dass höher gebildete Personen den unsicheren Status wissenschaftlicher Ergebnisse eher anerkennen.

Bei Johnson und Slovic wurde Unsicherheit stets mittels relativer Häufigkeiten und Risikobereichen dargestellt. Dies ist jedoch nur eine Möglichkeit, Ungewissheit zu vermitteln. Eine Reihe von Untersuchungen hat sich mit der Frage befasst, welche Auswirkungen die spezifische *Art und Weise der Kommunikation von unvollständigem Wissen* auf Rezipienten hat.

2.3.2 Die Untersuchung von Morss et. al zum Verständnis von Wettervorhersagen

Eine weitere Möglichkeit, Unsicherheiten zu kommunizieren, sind Wahrscheinlichkeitsaussagen. Dies geschieht z. B. dann, wenn in Wettervorhersagen gesagt wird, dass die Regenwahrscheinlichkeit für den morgigen Tag bei 30% liegt. *Morss und Kollegen* haben hierzu im Jahr 2006 in einer groß angelegten Internet-Befragung (n = 1.520) die amerikanische Bevölkerung zur Kommunikation von Wettervorhersagen interviewt (vgl. Morss et al. 2008). Eine Frage beschäftigte sich mit dem Verständnis von Vorhersagen. Die Befragten wurden gebeten, anzugeben, was der Satz „Die Wahrscheinlichkeit für Regen beträgt morgen 60%“ für sie bedeute. Zur Auswahl standen mehrere vorgegebene Interpretationsmöglichkeiten, unter anderem die technisch korrekte Variante „Es wird an 60% der Tage regnen, die wie morgen sind“. Lediglich 19% der Befragten gaben diese technisch korrekte Antwort.

Eine andere Frage drehte sich um eine Temperaturhöchstvorhersage von 75 Grad Fahrenheit für den morgigen Tag. Die Befragten wurden gebeten, anzugeben, welche Temperatur sie auf dieser Information basierend erwarten würden. Als Antwortmöglichkeiten waren unter anderem 75 Grad Fahrenheit und mehrere symmetrische Bandbreiten

um 75 Grad Fahrenheit herum vorgegeben. Der interessante Befund war nun, dass ca. 95% der Befragten aus der Vorhersage eines bestimmten Temperaturwertes eine Bandbreite ableiten, die um den prognostizierten Wert liegt. *Letztlich haben sie damit Unsicherheit abgeleitet.* Die Größe der Bandbreite variiert und zeigt damit eine interindividuelle Variabilität an. Diese Varianz steht im Zusammenhang mit dem Vertrauen in die Güte der Vorhersagen. Personen, die eine größere Unsicherheit aus der Vorhersage ableiten, tendieren dazu, weniger Vertrauen in die Vorhersage zu haben. Dass eine Mehrheit der Befragten gar eine *Präferenz für Wettervorhersagen in unsicherer Form* hat, ist ein weiterer erstaunlicher Befund der Studie. An anderer Stelle wird berichtet, dass eine Mehrheit der Befragten Begründungen und Erläuterungen im Zusammenhang mit Vorhersagen des Wetters honoriert.

Hieraus lässt sich schlussfolgern, dass Laien sehr wohl ein Verständnis für Unsicherheiten entwickeln können, wenn der entsprechende Gegenstand (hier: Wettervorhersagen) einen alltagsweltlichen Bezug aufweist, sinnlich erfahrbar ist und regelmäßig wissenschaftliches Wissen und Erläuterungen darüber kommuniziert werden. All dies trifft im Fall von Wettervorhersagen prinzipiell zu. Wie das Beispiel der Regenwahrscheinlichkeit zeigt, müssen die Vorhersagen jedoch nicht zwingend genau so wie von Experten intendiert interpretiert werden (vgl. Travis/Riebsame 2001). Der Jargon und die Konzepte sind durch konstante Wiederholung in den Medien zwar zum Teil vertraut, werden aber nur insoweit mit der alltagsweltlichen Erfahrungswelt vermischt, als dass sie für die eigenen Zwecke dienlich sind.

Allerdings ist bei der Verwendung von numerischen Werten, sei es nun als relative Häufigkeiten oder Wahrscheinlichkeiten, Vorsicht geboten. Da Zahlen stets interpretiert werden müssen, kann vermutet werden, dass diese spezielle Form der Präsentation von Informationen über Risiken über die Interpretation einen Einfluss auf die Risikowahrnehmung und das Verhalten von Menschen haben kann. Diese These wird laut *Stone und Kollegen* durch empirische

Hinweise gestützt (vgl. Stone et al. 1994). In eine ähnliche Richtung geht z. B. die Prospect Theory von *Kahnemann und Tversky*, nach der in Entscheidungssituationen unter Unsicherheit je nach Kontext (Formulierung der Optionen als Gewinn bzw. Verlust) andere Alternativen ausgewählt werden. Bei identischen Erwartungswerten werden einmal sichere Gewinne, ein anderes Mal unsichere Verluste präferiert (Framing, vgl. Tversky/Kahnemann 1981). Außerdem weisen empirische Untersuchungen darauf hin, dass viele Menschen generell Probleme mit kleinen Wahrscheinlichkeiten haben, da sie außerhalb der alltäglichen Wahrnehmung liegen (vgl. Hinweise bei Stone et al. 1994 und insbesondere das folgende Beispiel).

2.3.3 Die Wirkung von absolutem und relativem Risiko bei Stone und Kollegen

In zwei Experimenten ($n = 108$, $n = 227$) fanden *Stone und Kollegen* heraus, dass die Wirkung des Darstellungsformats auf das Verhalten nur bei niedrigen Risiken nahe Null auftritt. Konkret wurde untersucht, ob die Versuchspersonen eher bei der Darstellung von absolutem Risiko (Inzidenzraten) oder relativem Risiko (Verhältnis der Inzidenzraten) bereit sind, signifikant mehr Geld für sicherere Produkte auszugeben. Als Produkte wurden Autoreifen und Zahnpasta verwendet, wobei die Wahrscheinlichkeiten eines Schadens bei den Reifen deutlich niedriger als im Fall der Zahnpasta waren.

Die Versuchspersonen waren nur bei der Darstellung des relativen Risikos der Reifensorten dazu bereit, im Schnitt erkennbar mehr Geld auszugeben. Erklärt wird dieses Ergebnis in einem zweiten Experiment mit der *Anpassungshypothese*, nach der sehr kleine Risiken oft mit Null gleich gesetzt werden und sich dadurch keine subjektive Differenz in der Risikoreduktion ergibt. *Das absolute Risiko liegt also für viele Versuchspersonen beide Male nahe Null, nur beim relativen Risiko wird eine markante Änderung wahrgenommen* (vgl. Stone et al. 1994).

2.3.4 Auswirkung der Risikodarstellung auf das Vorsorgeverhalten bei Slovic et. al

In eine vergleichbare Richtung zielt ein Experiment (n = 79) von *Slovic, Fischhoff und Lichtenstein* (vgl. Slovic et al. 1978). Auch hier wird eine Auswirkung der Darstellungsform von Risiken auf das Vorsorgeverhalten vermutet. Am Beispiel der Reduktion des Gesundheitsrisikos durch die Benutzung eines Sicherheitsgurtes zeigen die Forscher, dass die Wahrscheinlichkeit eine zentrale Rolle für die Benutzung des Gurtes spielt.

Die Wahrscheinlichkeit eines Unfalls bei einer Fahrt erscheint oft gering und damit wenig überzeugend: Lediglich 10% der Studienteilnehmer beabsichtigen, einen Sicherheitsgurt zu benutzen. Die Wahrscheinlichkeit eines Unfalls bei 40.000 Fahrten, also bezogen auf 50 Jahre, erscheint hingegen vielen Probanden als hoch und ist damit überzeugender. In diesem Fall beabsichtigen 39%, einen Sicherheitsgurt zu benutzen.

Hierzu passt auch der von Slovic und Kollegen berichtete Befund, dass sich Menschen lieber gegen Risiken mit hoher Wahrscheinlichkeit und niedrigem Schaden versichern als gegen die umgekehrte Kombination (bei gleichen Erwartungswerten). Nur dann sei nämlich der Nutzen erkennbar. Die Größe der Wahrscheinlichkeit macht demnach durchaus einen Unterschied.

2.3.5 Die Experimente von Angela Thalmann zum Laienverständnis von Evidenzlabels beim Mobilfunk

Damit stellt sich automatisch die Frage nach Alternativen für numerische Angaben. Eine Möglichkeit ist die *Verbalisierung der Unsicherheit* in Form von Begriffen wie „Nachweis“ oder „Hinweis“. *Angela Thalmann* untersuchte in mehreren Experimenten (n = 103, n =

163, n = 50) das Laienverständnis von Informationen zu gesundheitlichen Risiken des Mobilfunks in Form von Evidenzlabels (vgl. Thalmann 2004, 2005). Verwendung fanden die Kennzeichnungen von ECOLOG (schwacher Hinweis, Hinweis, starker Hinweis, konsistenter Hinweis, Nachweis) und der Strahlenschutzkommission (SSK; Hinweis, Verdacht, Nachweis). Es zeigt sich, dass im Prinzip keiner der verbalen Ausdrücke so verstanden wird, wie vom Kommunikator beabsichtigt. Außerdem fand die Forscherin heraus, dass die Präsentation in *Tabellenform* verständlicher ist als in *Textform*³.

Aufgrund der Mehrdeutigkeiten und Kontextabhängigkeit von verbalen Beschreibungen der Evidenzstärke sind Thalmann zufolge numerische Risikomaße im Kommunikationsprozess in der Regel vorzuziehen. Dann stellt sich jedoch wie gesehen das Problem des möglichen Einflusses auf Risikowahrnehmung und berichtetes Verhalten. Sind numerische Risikomaße nicht verfügbar, sollte bei der Verwendung von Evidenzlabels zur Charakterisierung von unsicherem wissenschaftlichen Wissen ein eindimensionales Evidenzsystem mit laienverständlichen Definitionen verwendet werden (Bezeichnungen aus einer Wortfamilie mit gebräuchlichen Steigerungen wie z. B. schwacher Hinweis – starker Hinweis – Nachweis)⁴. Alternativ kann die Wissenslage durch Pro- und Kontra-Argumente beschrieben werden.

³ Der Wissenschaftliche Ausschuss der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) empfiehlt übrigens ebenfalls ein Tabellenformat zur Kommunikation von Unsicherheiten (vgl. EFSA 2006).

⁴ An dieser Stelle muss jedoch kritisch angemerkt werden, dass es vermutlich noch besser wäre, ganz in einer Wortfamilie zu bleiben, da die wahrgenommene Kluft zwischen Hinweis und Nachweis größer sein könnte als zwischen schwachem und starkem Hinweis. Zum Beispiel könnte man die Bezeichnungen „kein Nachweis – schwacher Nachweis – moderater Nachweis – starker Nachweis – sicherer Nachweis“ verwenden.

2.3.6 Wiedemann/Schütz und die Wirkung von Vorsorgemaßnahmen auf die Risikowahrnehmung des Mobilfunks

Aufgrund der verbleibenden Unsicherheiten bei Gesundheitsrisiken des Mobilfunks spielt hier der Vorsorgedanke eine große Rolle. *Wiedemann und Schütz* haben in mehreren *Experimenten* mit Probanden in Österreich und der Schweiz (Österreich: $n = 246$, Schweiz: $n = 640$) herausgefunden, dass die bloße Nennung von Vorsorgemaßnahmen (z. B. Schutz von sensiblen Bereichen beim Bau von Sendeanlagen) einen signifikanten Einfluss auf die Risikowahrnehmung ausübt ($p = .001$). Allerdings schätzten die Befragten die Risiken des Mobilfunks nach der Thematisierung der Vorsorgemaßnahme „Schutz von sensiblen Bereichen“ nicht wie erwartet niedriger, sondern ganz im Gegenteil *höher* ein (*Signalwirkung* ähnlich einem cue, vgl. Petty/Cacioppo 1986). Jedoch führte die Thematisierung der Unsicherheit von wissenschaftlichem Wissen zu einer Verbesserung der Einschätzung der Güte dieses Wissens. Ehrlichkeit wird also belohnt ($p = .002$, vgl. Wiedemann et al. 2005, Wiedemann/Schütz 2005).

Der in den letzten beiden Studien genannte Mobilfunk eignet sich übrigens sehr gut als Fallbeispiel für die Kommunikation von Unsicherheiten. Der Mobilfunk ist eine relativ junge Technologie. 15 Jahre Verbreitung und Nutzung stellen nur eine unzureichende Basis für seriöse Langzeituntersuchungen dar⁵. Teilweise tut sich die

⁵ Als Beispiel kann das Deutsche Mobilfunk Forschungsprogramm (DMF) dienen. Im DMF wurden zwischen 2002 und 2008 in 54 Forschungsprojekten aus den Bereichen Biologie, Dosimetrie, Epidemiologie und Risikokommunikation die möglichen gesundheitlichen Risiken sowie Fragen der Risikowahrnehmung und Risikokommunikation untersucht. Die Ergebnisse zu den gesundheitlichen Wirkungen geben insgesamt keinen Anlass, an den bestehenden Grenzwerten zu zweifeln. Neue Hinweise auf nicht-thermische Effekte wurden nicht entdeckt. Offen sind jedoch die Fragen zu möglichen Langzeitrisiken der Handynutzung für Zeiträume von mehr als zehn Jahren

Wissenschaft schwer, belastbare Aussagen zu liefern. Zwar sind sogenannte thermische Effekte gut erforscht und werden durch geltende nationale wie internationale Grenzwerte abgesichert, jedoch herrscht nach wie vor Unklarheit über die Existenz von nicht-thermischen Effekten (vgl. Neitzke 2006, Revermann 2003). Hinzu kommen methodische Probleme wie beispielsweise die sehr komplexen Analysemethoden bei der Untersuchung von gesundheitlichen Wirkungen hochfrequenter Felder, die nur schwer festzustellenden Wirkungen von Expositionen im Niedrigdosisbereich sowie das Fehlen von Kontrollgruppen für epidemiologische Studien (vgl. Glaser 2007, Ruddat et al. 2005, Ruddat 2009). Es gibt heute fast niemanden mehr, der nicht schon Mal ein Handy benutzt hat. Aufgrund der schwierigen Forschungslage verbleiben große Unsicherheiten. Wie werden diese von Laien wahrgenommen und bewertet?

2.3.7 Ergebnisse aus Fokusgruppen zur Kommunikation von Unsicherheiten im Bereich EMF bei Wiedemann

In einem Forschungsprojekt zur Kommunikation von Unsicherheiten im Bereich EMF führte *Wiedemann* insgesamt vier *Fokusgruppen* u. a. mit Bürgern und Betroffenen (Elektrosensible) durch, um Ansätze zur Verbesserung der Kommunikation zu identifizieren (vgl. Wiedemann 2009b). In den Gruppen wurden wie bei Johnson und Slovic Texte präsentiert. Text 1 behandelte die Frage: Gibt es ein Risiko? Im zweiten Artikel ging es um die Höhe des Risikos und der dritte Abschnitt setzte sich schließlich mit der Frage auseinander, inwieweit das Risikomanagement ausreichend sei. Jeder Text wurde jeweils einmal mit und einmal ohne Angabe von Gründen der Un-

sowie einer eventuellen höheren Empfindlichkeit von Kindern im Vergleich zu Erwachsenen (vgl. BfS 2008b, 2008c).

sicherheit präsentiert. Anschließend fand eine Diskussion statt, in der es u. a. um die Verständlichkeit und Darstellung der Unsicherheit ging.

Im Ergebnis zeigt sich in allen vier Fokusgruppen eine problematische Sichtweise der Vereinfachung von Informationen aus wissenschaftlichen Studien. Da nicht ausreichend zwischen Gefahr und Risiko⁶ differenziert wird erscheint die Kommunikation dieses Unterschiedes als notwendig und wichtig. Missverständnisse gibt es nicht nur bei der Unterscheidung von Gefahr und Risiko, sondern zumindest in der Bürgergruppe auch beim Begriff der Langfristigkeit eines Risikos. „Langfristig“ wird als kontinuierlicher Anstieg eines kurzfristig niedrigen Risikos über die Zeit gesehen. Gemeint ist jedoch die Tatsache, dass sich die negativen Wirkungen erst in vielen Jahren oder gar Jahrzehnten bemerkbar machen können. Die in den Texten verwendeten Konzepte (z. B. Wirkungsmechanismus, Grenzwertkonzept) sind in allen Gruppen zum Teil unklar. Der Begriff „wahrscheinlich“ wird nicht verstanden. *Außerdem erschweren wissenschaftliche Begriffe (z. B. Mikrotresla) generell das Verständnis.*

Der Wunsch nach Klarheit und Eindeutigkeit in den Botschaften ist vorhanden. *Texte sollen einfach, konkret und verständlich sein*⁷. Jedoch taucht hier das *Dilemma* auf, dass sowohl Abkürzungen als auch die Erklärungen von Begriffen negativ beurteilt werden. Speziell in der Fokusgruppe mit Bürgerinnen und Bürgern wird die Nennung von vielen Fakten als Problem angesehen. Andererseits trägt nach

⁶ Gefahr kann definiert werden als das Schadenspotenzial einer natürlichen Quelle oder menschlichen Handlung im Hinblick auf den Mensch und/oder die Umwelt. Wenn diese Gefahr auf einen Menschen oder eine andere Zielgröße (etwa ein Ökosystem) bezogen und auch die Exposition in die Überlegung einbezogen wird, handelt es sich um ein Risiko (vgl. IRGC 2005).

⁷ Das BfS als ein möglicher Kommunikator von Informationen zu Risiken durch EMF sieht dies übrigens genauso: „Aussagen über wissenschaftliche Erkenntnisse und die Grenzen des Wissens müssen [...] in Sprache und Komplexität so einfach und konkret wie möglich formuliert werden“ (BfS 2008b: 6).

Meinung dieser Gruppe die Zahl der Studien zur Erhöhung der Glaubwürdigkeit bei. Auch das Anführen von Gründen für Unsicherheiten im Wissen wird positiv bewertet. Es gilt also, das richtige Maß zu finden. Die Fokusgruppe der Betroffenen will hingegen erst gar nichts von Unsicherheiten hören. Auf den empirischen Erkenntnissen basierend geben Wiedemann und Kollegen mehrere Empfehlungen zur Verbesserung der Vermittlung von unsicherem Wissen im Bereich EMF. Zum Beispiel sollten die Unterschiede zwischen Gefahr und Risiko oder auch biologischer und adverser Wirkung erklärt werden. Sie regen an, dass geeignete Formate für die Kommunikation des Grades an Sicherheit bzw. Unsicherheit von Evidenz (Stichwort: Vereinfachung von wissenschaftlichen Informationen) entwickelt werden.

Zusätzlich zu den Fokusgruppen wurden noch 20 leitfadengestützte *Experteninterviews* geführt (vgl. Wiedemann 2009c). Die befragten Experten stufte die Kommunikation von Unsicherheiten als eher unüblich ein. Sie vermuteten, dass dies zu einer Verunsicherung der Bürger führen könnte. Sie gingen davon aus, dass Bürger klare und eindeutige Aussagen zu Risiken wünschen, am liebsten in Richtung Sicherheit. Dennoch sollten sowohl Sicherheiten als auch Unsicherheiten kommuniziert werden. Im Allgemeinen bewerten die Experten *Grafiken* als visuelle Präsentation von Lücken im Wissen positiv. Dagegen bewerten sie die Texte als wenig hilfreich, da sie z. B. nicht für Laien geeignet seien.

Im abschließenden Kapitel des Studienberichts heben die Autoren hervor, dass Unsicherheitskommunikation u. a. an der unzureichenden Kodierung auf Seiten des Senders und an der Dekodierung auf Seiten der Empfänger scheitern kann. Bei der Kommunikation von lückenhaftem Wissen differenzieren die Experten nach Wissen, Bildung und Grad der Betroffenheit. Als Bevölkerungsgruppen werden *Unbesorgte*, *Besorgte* und *Unsichere* thematisiert. Unbesorgte haben nach Meinung der Experten im Prinzip keine Erwartungen an die vermittelten Botschaften. Besorgte hingegen suchen nach Bestätigung (Vermeidung kognitiver Dis-

sonanz, vgl. Festinger 1978). Unsichere schließlich wollen schlichtweg Sicherheit.

Diese drei Gruppen wurden bereits in mehreren quantitativen Studien zur Risikokommunikation im Bereich des Mobilfunks verwendet (vgl. Wiedemann/Schütz 2002, Grutsch/Thalmann 2004, Ruddat et. al 2010). Die relativ markanten Profile der Besorgten, Unbesorgten und Unsicheren im Hinblick auf Risikowahrnehmung, Wissen, Vertrauen, Kommunikationsbedürfnisse etc. geben deutliche Hinweise darauf, dass im Rahmen der Kommunikation von Risiken und damit verbunden der Unsicherheiten im wissenschaftlichen Wissen auf bestimmte *Zielgruppen* einzugehen ist⁸. Die Experteninterviews von Wiedemann stützen diese Erkenntnis ebenso wie die weiter oben zitierte Studie von Johnson aus dem Jahr 2003 und eine Untersuchung von Kristine M. Kuhn.

2.3.8 Die Studie von Kuhn zu Umwelteinstellung, Information über Unsicherheit und Risikowahrnehmung

Kuhn hat in *Experimenten* mit 177 Probanden die vermittelnde Wirkung von Einstellungen zur Umwelt auf die Risikowahrnehmung getestet (vgl. Kuhn 2000). Dabei wurde vermutet, dass Informationen über Unsicherheit je nach individueller Umwelteinstellung (unbesorgt vs. besorgt) zu einer niedrigeren bzw. höheren Risikowahrnehmung führen. Informationen zum Risiko wurden in vier Formen präsentiert:

⁸ Die drei Gruppen sind außerdem meines Erachtens allgemein genug konzipiert, um sie auch auf andere Risiken anwenden zu können. Leider waren Unsicherheiten im wissenschaftlichen Wissen kein zentraler Bestandteil der genannten Studien. Somit liegen momentan keine hinreichenden Erkenntnisse vor, um für die drei Zielgruppen praktikable Hinweise zur Vermittlung von Wissenslücken zu geben.

- als bester Schätzwert ohne Angaben zur Unsicherheit,
- als Schätzwert mit Erläuterung der Unsicherheit,
- als numerischer Bereich um einen Schätzwert oder
- als numerischer Bereich um einen Schätzwert mit Nennung von Quellen, die sich in ihrer Bewertung entweder am unteren oder oberen Ende des Bereichs befinden.

Es stellt sich heraus, dass Umwelteinstellungen und Risikowahrnehmung nur beim besten Schätzwert ohne Angaben zur Unsicherheit sowie beim numerischen Bereich um einen Schätzwert mit Nennung von Quellen signifikant korrelieren. *D. h. Informationen zur Unsicherheit entfalten nur dann eine Wirkung, wenn ihre Quelle eindeutig identifiziert werden kann.* Unbesorgte Personen sehen ihre Einstellung durch das untere Ende des Risikobereichs bestätigt und geben entsprechend eine niedrige Risikowahrnehmung an. Besorgte Menschen tendieren zum oberen Ende des Bereichs. Entsprechend der Theorie kognitiver Dissonanz (vgl. Festinger 1978) werden einstellungskonforme Informationen bevorzugt aufgenommen, kognitiv verarbeitet und akzeptiert.

2.4 Fazit der Forschung zur Unsicherheitskommunikation

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Kommunikation von Unsicherheiten ein komplexes Feld ist. Auch wenn Menschen generell eine *Präferenz für deterministische Aussagen* haben (sprich: Sicherheit ja oder nein?), so erwarten vor allem Personen mit höherem Bildungslevel Angaben über Unsicherheiten im wissenschaftlichen Wissen. Das Eingeständnis von unvollständigen oder mehrdeutigen Befunden wird von vielen als *ehrlich* empfunden und eher selten mit mangelhaften Fertigkeiten assoziiert. Jedoch sind die Ergebnisse zur Kompetenz uneinheitlich, was auf eine gewisse

Kontextabhängigkeit (Fragestellung etc.) schließen lässt. Dies zeigt sich auch bei der Angabe von Gründen für Unsicherheiten. Bei offener Abfrage werden überwiegend *Inkompetenz* und *Interessen Dritter* (Auftraggeber einer Studie wie z. B. die Industrie) vermutet. Genuin theoretische oder empirische Ursachen für lückenhafte Forschung werden in den offenen Abfragen relativ selten genannt. Ungeachtet dessen wird die Angabe eben dieser Gründe prinzipiell als notwendig und wünschenswert eingestuft. Wird also erst einmal erläutert, dass Wissen bei komplexen Sachverhalten prinzipiell mit Unsicherheiten und Mehrdeutigkeiten verbunden ist, wird die Wissenschaft nicht zwingend als unfähig oder gekauft wahrgenommen. Jedoch ist die empirische Evidenz bei diesem Befund aufgrund der geschilderten Inkonsistenzen nicht besonders groß.

Die Erwähnung von Risikobereichen scheint die *Risikowahrnehmung* tendenziell zu erhöhen, wobei hier jedoch auch die Einstellung gegenüber dem Kommunikator eine gewisse Rolle spielt (siehe unten). Im Allgemeinen scheinen bei der Angabe von Risikobereichen höhere Risikowerte tendenziell als Orientierungspunkte für einen selbst präferiert zu werden, vor allem im Falle von Expertendissens. Hohe Schätzungen werden auch deshalb als glaubwürdiger eingestuft, weil man davon ausgeht, dass bei sehr niedrigen Risikowerten niemand motiviert sei, Risikokommunikation zu betreiben. Wenn man schon die Öffentlichkeit informiert, dann muss man auch einen handfesten Grund dafür haben. Hierin zeigt sich ein Dilemma der Risikokommunikation: Sobald über ein Risiko gesprochen wird, wird angenommen, es bestehe eine ernsthafte Gefahr für Leib und Leben. Ein Beispiel hierfür ist die Verwendung von Vorsorgemaßnahmen im Bereich EMF des Mobilfunks.

Bei der Kommunikation von Unsicherheiten kommt es sehr darauf an, wer die Kommunikatoren und wer die Adressaten sind. Dazu einige Forschungsergebnisse:

1. Zwischen der Einstellung gegenüber dem Kommunikator und der Akzeptanz von Risikobereichen besteht ein signifikanter Zusammenhang.

2. Menschen mit höherer Bildung sehen Unsicherheiten im Wissen eher als normal an.
3. Wenn die Quellen von Informationen offen gelegt werden, sehen unbesorgte Personen ihre Einstellung durch das untere Ende von Risikobereichen bestätigt und geben entsprechend eine niedrige Risikowahrnehmung an. Besorgte Menschen tendieren zum oberen Ende des Bereichs.

Diese wenigen Erkenntnisse reichen nicht dazu aus, konsistente Zielgruppen beschreiben zu können. Hier besteht also noch Forschungsbedarf.

Bei der Frage nach der Art und Weise der Vermittlung von Unsicherheiten wird oft zwischen Zahlen, Begriffen und Grafiken bzw. Tabellen unterschieden. Bei *Zahlen*, z. B. Wahrscheinlichkeiten, ergibt sich das Problem der Größe. Kleine Wahrscheinlichkeiten werden oft erst gar nicht wahrgenommen (sprich: gleich Null gesetzt), erst ab einem bestimmten Schwellenwert nehmen statistische Wahrscheinlichkeitsaussagen Einfluss auf Risikowahrnehmung und Verhalten⁹. Hinzu kommt, dass die Darstellung von Risiken in absoluter oder relativer Form unterschiedlich auf die Adressaten einwirkt. Zumindest bei Risiken mit sehr kleinem p ist der Einfluss des Darstellungsformats nachweisbar. Doch selbst wenn die Wahrscheinlichkeiten hoch und damit für die Wahrnehmung relevant sind, müssen sie nicht zwangsläufig ihrer technischen Bedeutung entsprechend interpretiert werden. Ein Beispiel hierzu sind Wettervorhersagen: Das Konzept der Regenwahrscheinlichkeit wird von Experten und Laien unterschiedlich interpretiert. Anders sieht es bei Temperaturvorhersagen aus. Diese werden größtenteils so verstanden wie vom

⁹ Dies bedeutet jedoch nicht, dass Risiken mit äußerst geringen Wahrscheinlichkeiten automatisch immer als ungefährlich angesehen werden. Beispielsweise ist die Wahrscheinlichkeit eines Super-GAU in einem Atomkraftwerk sehr gering. Aufgrund der katastrophalen Folgen eines solchen Vorfalles werden AKWs jedoch überwiegend als Risikotechnologie wahrgenommen (vgl. Renn/Zwick 1997, Ruddat 2009).

Absender intendiert und Unsicherheitsbandbreiten werden statistikkonform interpretiert. Laien können demnach unter den entsprechenden Umständen (siehe 2.3.2) sehr wohl ein Verständnis für Unsicherheiten entwickeln.

Abgesehen davon sind auch nicht für alle Risiken numerische Schätzwerte vorhanden. Hier bietet sich die Verwendung von *Unsicherheitsbegriffen* (z. B. Verdacht, Hinweis, Nachweis) an. Diese sind jedoch zumeist unscharf und werden von den Betroffenen ebenfalls als uneindeutig verstanden. Wird Unsicherheit in ganzen Textpassagen erläutert, taucht das Problem auf, dass sowohl Abkürzungen von Begriffen als auch deren Erklärungen negativ beurteilt werden. Zu viele Fakten werden als Problem gesehen. Gleichzeitig trägt die Nennung von mehreren Studien zur Erhöhung der Glaubwürdigkeit und Sicherheit bei. *Damit stellt sich die Frage, wie umfangreiche wissenschaftliche Informationen am besten vereinfacht dargestellt werden können.* Wissenschaftliche Fachtermini erschweren generell das Verständnis und können zu Missverständnissen führen. *Die Texte sollen einfach, konkret und verständlich sein.* Mit *tabellarischen und grafischen Darstellungen* von Risikobereichen werden daher auch fast durchgehend positive Erfahrungen gemacht.

Nach den vorliegenden Erkenntnissen sind die Voraussetzungen für das Verständnis von Unsicherheiten durch Laien eher gering ausgebildet. Weder die zur Verfügung stehenden Methoden noch die Bedürfnisse auf Seiten der Adressaten passen zum reflexiven Bild von Wissenschaft. Nun ist dies noch lange kein Grund aufzugeben. Vielmehr stellt sich die Frage, wie trotz dieser Ausgangslage Unsicherheiten effektiv und effizient gegenüber Laien kommuniziert werden können.

3 Ein alternatives Konzept zur Kommunikation von Unsicherheiten

Die Herausforderung besteht nun darin, ein Konzept für die Kommunikation von Unsicherheiten zu entwickeln, welches ...

- Sicherheit und Unsicherheit beinhaltet,
- Unsicherheit in der Risikoabschätzung veranschaulicht,
- eine möglichst große Anzahl an Studien einbezieht,
- verschiedene Zielgruppen berücksichtigt,
- grafische Elemente als Medium verwendet,
- auf Fachjargon verzichtet und
- wissenschaftlich abgesichert ist.

Vor allem die letzten beiden Punkte scheinen auf den ersten Blick einen Widerspruch darzustellen. Wie soll man ohne Fachausdrücke die wissenschaftliche Exaktheit sicherstellen? Die Forderung lautet, hier einen goldenen Mittelweg zu gehen. Auf der einen Seite verstehen Laien wissenschaftlich abgefasste Texte in der Regel nicht, da ihnen die jahrelange, akademische Ausbildung fehlt. Wissenschaftliche Ausdrücke und Konzepte in Texten irritieren den Laien mehr als dass sie bei ihm ein Verständnis für das Phänomen wecken. Damit macht es in der Regel keinen Sinn, solche Begriffe zu verwenden. Auf der anderen Seite gibt es Grenzen der Popularisierung von Wissenschaft. Die Kommunikation der Ergebnisse muss auch weiterhin den wissenschaftlichen Kriterien genügen, um Ungenauigkeit und Beliebigkeit zu vermeiden.

Da viele Menschen deterministische Aussagen bevorzugen, müssen diese auch, soweit wissenschaftlich vertretbar, vermittelt werden. Sie helfen, die möglicherweise als unangenehm empfundenen Unsicher-

heiten besser zu verdauen. Dort, wo Bandbreiten vorliegen, reichen Gesamturteile über Sicherheit im Sinne von sicher versus unsicher nicht aus, hier geht es darum, die Varianz der Schätzwerte nachvollziehbar zu machen.

Da das Vertrauen in den Kommunikator bzw. die Quellen der Studien eine Rolle für die Akzeptanz von Unsicherheit per se spielt, erscheint es ratsam, möglichst viele Studien in die Darstellung einzu-beziehen¹⁰. Beispielsweise müssen sich sowohl Gegner als auch Befürworter der Risikoquelle in den kommunizierten Ergebnissen wiederfinden können. Gleichzeitig darf aber auch nicht die Übersicht verloren gehen. Komplexität muss angemessen reduziert werden. Besonders Metaanalysen bieten sich hierfür an (vgl. Schulz/Ruddat 2008). Da die Bürger als Adressaten in der Regel keine homogene Masse sind, müssen ganz unterschiedliche Zielgruppen angesprochen werden. Damit Laien Informationen leicht aufnehmen und abspeichern können, sind grafische Abbildungen das passende Mittel, weil das menschliche Auge in der Erkennung von Mustern geübt ist. Diese Tatsache macht sich beispielsweise die sozialwissenschaftliche Netzwerkanalyse zu Nutze (vgl. Nooy et al. 2005).

In diesem Kapitel soll es darum gehen, ein solches *Konzept* zu konkretisieren und für kommende Forschung in diesem Bereich fruchtbar zu machen. Ausgangspunkt meiner Überlegungen ist die Frage, wie Unsicherheiten bei der Risikoabschätzung wirksamer vermittelt werden können, wenn viele Studien zu einem Bereich vorliegen, die aber teilweise zu abweichenden Ergebnissen gelangen. Es geht also nicht mehr um eine einzelne Studie (wie in einigen der in

¹⁰ In diesem Punkt unterscheidet sich das vorgestellte Konzept von den im zweiten Kapitel beschriebenen Studien. In den Experimenten wurde oft nur eine einzige Untersuchung mit Angaben zur Unsicherheit der Ergebnisse präsentiert. Jedoch erscheint es ratsam, gerade den (realistischeren) Fall von mehreren Studien mit unterschiedlichen Ergebnissen zu betrachten, da vor allem hierdurch weitere Unsicherheiten entstehen können (Stichwort: Expertendilemma). Das Konzept eignet sich für den Fall einer einzigen Studie in geringerem Maße.

Kapitel 2 zitierten Untersuchungen), sondern um das, was gemeinhin als „*Expertendilemma*“ bezeichnet wird. Studien und Gegenstudien werden in der öffentlichen Diskussion präsentiert und der interessierte Laie weiß am Ende nicht, wem er glauben soll. Verunsicherung ist die Folge, mündige Entscheidungen nur schwer möglich (vgl. Mohr 1996, Ruddat 2009, Zwick/Ruddat 2002). Ein Paradebeispiel für solchen Dissens unter Forschern stellt der Mobilfunk dar (siehe Kapitel 2). Es existieren tausende Studien und zig Metaanalysen zum Thema gesundheitliche Wirkungen von EMF des Mobilfunks. Ein einheitliches und über jeden Zweifel erhabenes Gesamtergebnis lässt sich daraus nicht ableiten, auch wenn Gesundheitsschäden statistisch signifikant nicht nachgewiesen aber eben auch nicht ausgeschlossen werden können.

In einer Publikation von *Neitzke und Kollegen* wird in einer großen Tabelle der Forschungsstand von 2006 im Prinzip übersichtlich präsentiert (vgl. Neitzke et al. 2006). Die Ergebnisse von 20 internationalen Kommissionen zu 14 unterschiedlichen biologischen Effekten (z. B. thermische Wirkung, Krebs, Blut-Hirn-Schranke, Immunsystem) werden mit Symbolen und einer Legende (z. B. Wirkung nachgewiesen, Wirkung nicht zu beurteilen) dargestellt. Wie die Untersuchung von Thalmann zeigt, sind Tabellen als Kommunikationsform auch durchaus hilfreich (vgl. Thalmann 2005). Bei thermischen Effekten herrscht zwischen den verschiedenen Berichten Konsens: Die biologische Wirkung ist ab einer bestimmten Intensität der Strahlung nachgewiesen¹¹. Bei nicht-thermischen

¹¹ Unter thermischen Effekten werden „[...] messbare Erwärmungen des bestrahlten Gewebes (Gehirn, Ohr und seine Nervenstränge, Haut) [...]“ (Neitzke 2006: 67) verstanden. Nach Neitzke sind sich alle wissenschaftlichen Gremien darin einig, dass gesundheitliche Risiken durch thermische Effekte eindeutig belegt sind (ebd.). Beispielsweise wurde laut dem Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) im Tierexperiment nachgewiesen, dass thermische Effekte zur Störung von Stoffwechselforgängen und der Embryonalentwicklung sowie Verhaltensänderungen führten. Außerdem begünstigte lang anhaltende Überwärmung im Augenbereich dem BfS nach die Entstehung von grauem Star und anderen Augenkrankheiten (BfS 2009).

Effekten ist dagegen die Evidenzlage weniger eindeutig. Die größte Unsicherheit herrscht bei neurodegenerativen Erkrankungen, da sie durch keine der Kommissionen bewertet wurden. Bei allen anderen biologischen Effekten variiert die Evidenz teils erheblich. Allerdings enthält die Tabelle 14 Zeilen und 20 Spalten, sodass die Übersicht für Laien zweifellos leidet. Außerdem werden zur Charakterisierung der Evidenzlage verbale Begriffe verwendet, die missverständlich sein können.

Die Frage ist nun, wie diese Tabelle in eine grafische Form gebracht werden könnte, durch die die inhärenten Unsicherheiten veranschaulicht werden können. Zu diesem Zweck wird die Tabelle in eine numerische Matrix transformiert. Für jeden verbalen Evidenzausdruck wird ein Code vergeben (von 0 bis 5, siehe Tabelle 3-1¹²).

¹² An dieser Stelle muss betont werden, dass in Tabelle 3-1 der Fokus nicht auf der Frage „Wie groß ist das Risiko?“ liegt, sondern die verschiedenen verbalen Evidenzausdrücke nach dem Grade der Unsicherheit ordinal geordnet werden. Auch muss darauf hingewiesen werden, dass die Wahl der Skala und die Einteilung natürlich zu einem guten Teil subjektiv erfolgt. Zum Beispiel hätte das Label „sehr niedrig“ präziser „Unsicherheit nicht vorhanden“ heißen müssen, da streng genommen bei einem Nachweis keine Unsicherheit mehr vorliegt. Aus Konsistenzgründen wurde jedoch die Bezeichnung „sehr niedrig“ beibehalten.

Tabelle 3-1: Codierung der verbalen Evidenzausdrücke nach Grad der Unsicherheit

Verbaler Evidenzausdruck	Grad der Unsicherheit	Numerischer Code
Wirkung bei der Bewertung nicht berücksichtigt	sehr hoch	0
Wirkung nicht zu beurteilen / wissenschaftliche Befunde widersprüchlich / nicht überzeugend	hoch	1
Wirkung möglich / Hinweise auf eine Wirkung	mittel-hoch	2
Wirkung unwahrscheinlich / keine Hinweise auf eine Wirkung	mittel-niedrig	3
Wirkung wahrscheinlich / sehr starke Hinweise auf eine Wirkung	niedrig	4
Wirkung nachgewiesen	sehr niedrig	5

Quelle: Verbale Evidenzausdrücke aus Neitzke et. al 2006, sonst eigene Darstellung.

Für jede biologische Wirkung werden die Werte der Kommissionsbewertungen aufsummiert. Thermische Wirkungen erhalten so den Maximalwert von $20 \times 5 = 100$, der die geringste Unsicherheit bzw. höchste Sicherheit impliziert. Neurodegenerative Erkrankungen kommen hingegen auf eine Summe von $20 \times 0 = 0$, was auf die größtmögliche Unsicherheit bzw. niedrigste Sicherheit hindeutet. Zu Vergleichszwecken wird in Tabelle 3-2 die numerische Unsicherheit standardisiert, indem jeder Wert durch die maximal mögliche Punktzahl (100) dividiert wird. Wichtig ist, zu betonen, dass diese mathematischen Transformationen nur eine, wenn auch zweckdienliche Möglichkeit einer Zusammenschau darstellt.

Tabelle 3-2: Numerische Darstellung der Unsicherheit beim Mobilfunk

Biologische Wirkung	Summe der Kommissionsbewertungen	Unsicherheit standardisiert
Thermische Wirkung (Erwärmung)	100	1,0
Zentrales Nervensystem	41	0,4
Krebs, Epidemiologie	31	0,3
Befindlichkeitsstörungen	17	0,2
Blut-Hirn-Schranke	16	0,2
Fortpflanzung	16	0,2
Gentoxizität	15	0,2
Krebs, Experiment	15	0,2
Immunsystem	14	0,1
Zell-Steuerung	12	0,1
Herz-Kreislauf-Erkrankungen	10	0,1
Hormonsystem	10	0,1
Stressproteine	5	0,1
Neurodegenerat. Erkrankungen	0	0,0

Quelle: Neitzke et. al 2006, stark verändert. Für jede biologische Wirkung wurden die Einschätzung der Kommissionen zunächst in numerische Codes transformiert, aufsummiert und anschließend mit Hilfe des Maximalwertes (100) standardisiert. Die standardisierte Unsicherheit reicht von 0 (höchste Unsicherheit bzw. geringste Sicherheit) bis 1 (niedrigste Unsicherheit bzw. höchste Sicherheit). Vertreten sind u. a. Kommissionen aus den USA, Großbritannien, der Schweiz, Frankreich und Deutschland. Die Berichte wurden zwischen 2000 und 2004 erstellt.

Wie kann nun diese numerische Reihenfolge grafisch dargestellt werden? Eine der möglichen Antworten lautet: Mittels einer Korrespondenzanalyse. Die *Korrespondenzanalyse* ist ein multivariates, exploratives und robustes Analyseverfahren der Dimensionsreduktion für multiple Kreuztabellen. Sie bietet die Möglichkeit, große Mengen an statistischen Informationen übersichtlich grafisch darzustellen. Ihre Anforderungen an die Daten sind dabei sehr genügsam. Die Daten müssen im positiven Bereich sein, Nominalskalenniveau aufweisen und in einer Matrix angeordnet sein. Verteilungsannahmen werden keine gemacht (vgl. Blasius 2001, Greenacre 1993, 1994). Da es sich um eine Methode der Dimensionsreduktion handelt, müssen zur grafischen Darstellung in einem zweidimensionalen Koordinatenraum mindestens drei Ausprägungen pro Variable vorhanden sein. Ein Nachteil der Korrespondenzanalyse ist, dass sie keinen Anteil erklärter Varianz als Gütemaß des Modells liefert. Dies ist bei der Visualisierung von Unsicherheiten aber auch nicht erforderlich.

Mit der Korrespondenzanalyse werden relative Profile abgebildet, d. h. es wird untersucht, ob sich für die jeweiligen biologischen Effekte markante Verteilungen im Hinblick auf die Kommissionsberichte ergeben. Je ähnlicher sich zwei Profile sind, desto näher liegen sie beieinander. *Nimmt man das Profil für die thermischen Effekte als Referenzpunkt (keine Unsicherheit), dann kann gesagt werden, dass mit zunehmender Entfernung der anderen Profile zu diesem Referenzpunkt auch deren Grad an Unsicherheit steigt.* Das Profil der neurodegenerativen Erkrankungen müsste demnach am weitesten entfernt sein. Damit wird nicht mehr ausgedrückt, wie viel absolute Unsicherheit in den Studien zu einer bestimmten biologischen Wirkung enthalten ist, sondern wie viel relative Unsicherheit im Vergleich zu allen anderen untersuchten biologischen Effekten vorliegt. Die Konsequenz dieses Kunstgriffes muss man sich stets vor Augen führen, um keinen Fehlinterpretationen zu unterliegen. Je nach Zielgruppe (z. B. Unbesorgte, Besorgte und Unsichere) kann der Detailgrad in der Darstellung variiert werden, z. B. durch die Anzahl der einbezogenen biologischen Wirkungen oder durch ergänzende Angaben zu einzelnen

Studien. Letztlich kann sich jede Zielgruppe in der Grafik durch jeweils individuelle Interpretation wiederfinden. Der große *Vorteil* der grafischen Darstellung durch die Korrespondenzanalyse liegt darin, dass eben fast kein Fachjargon verwendet werden muss und Laien mit der einfachen Regel der geografischen Nähe vermutlich keine Probleme haben werden. Außerdem ist sie eine exakte wissenschaftliche Methode, um eine große Anzahl an Studien zusammen zu fassen.

Nun stellt sich in unserem Beispiel jedoch das Problem, das keine Profile vorliegen. Es sind lediglich einzelne Zahlenwerte vorhanden. Diese müssen in eine Variable mit mindestens drei Ausprägungen transformiert werden, damit eine grafische Darstellung in einem zweidimensionalen Koordinatenraum möglich ist. Dies ist ein kritischer Punkt, da dem Autor keine Methode bekannt ist, wie eine solche Variable mathematisch abgeleitet werden kann. Schließlich sind für einen Zahlenwert wie z. B. 0,2 unendlich viele dreistellige Profile denkbar. Letztlich ist es aber – zumindest für Demonstrationszwecke – ausreichend, dass die Profile ungefähr die Relationen der Zahlenwerte wiedergeben. Deshalb wurden für die Werte 0 und 1 Profile in Form einer Variablen mit drei Ausprägungen (niedrige Unsicherheit, mittlere Unsicherheit, hohe Unsicherheit) konstruiert, die diametral entgegen gesetzt sind. Für jeden Zahlenwert zwischen 0 und 1 (Abstufung in Zehnerschritten) wurden darauf aufbauend Profile entwickelt, die sich immer mehr aneinander annähern. Das Profil von 0,5 weist dann eine ungefähre Gleichverteilung auf allen drei Ausprägungen der Unsicherheitsvariablen auf. Tabelle 3-3 zeigt die biologische Wirkungen und die entsprechend zugeordneten Profile.

Tabelle 3-3: Profile der Unsicherheit beim Mobilfunk

Biologische Wirkung	Unsicherheitsstand.	Niedrige Unsicherheit	Mittlere Unsicherheit	Hohe Unsicherheit
Therm. Wirkung (Erwärmung)	1,0	61	12	11
Zentrales Nervensystem	0,4	30	41	42
Krebs, Epidemiologie	0,3	31	51	50
Befindlichkeitsstörungen	0,2	21	51	50
Blut-Hirnschranke	0,2	21	51	50
Fortpflanzung	0,2	21	51	50
Gentoxizität	0,2	21	51	50
Krebs, Experiment	0,2	21	51	50
Immunsystem	0,1	20	61	62
Zell-Steuerung	0,1	20	61	62
Herz-Kreislauf-Erkrankungen	0,1	20	61	62
Hormonsystem	0,1	20	61	62
Stressproteine	0,1	20	61	62
Neurodegenerat. Erkrankungen	0,0	11	60	61

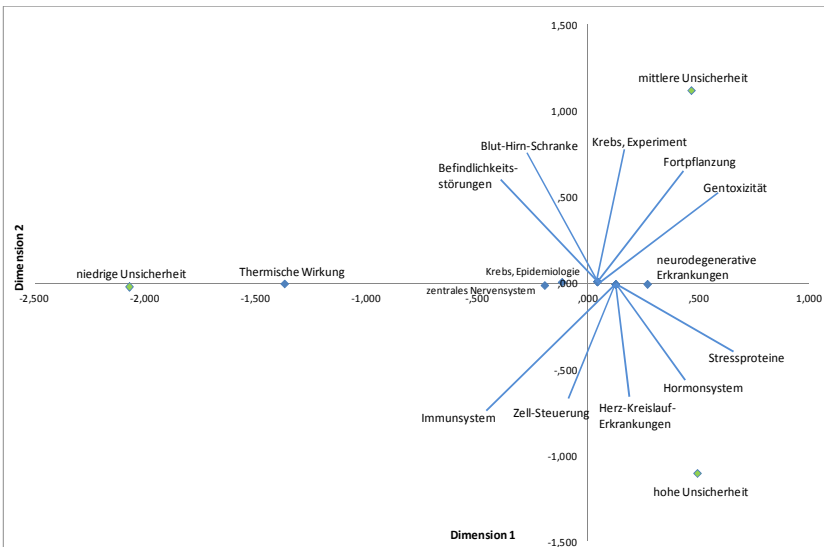
Quelle: Neitzke et. al 2006, stark verändert, Profile ergänzt

Die aufgeführten Profile sind lediglich eine unter unendlich vielen Varianten. Ein subjektiver Einfluss des Forschers bei der Wahl der Zahlen kann an dieser Stelle leider nicht ausbleiben. Dem Postulat nach intersubjektiver Nachvollziehbarkeit tut dies aber keinen Abbruch, da alle Schritte offen gelegt wurden. Selbstverständlich wäre

es aus wissenschaftlicher Sicht angemessener, wenn die Daten gleich in dem für die Korrespondenzanalyse passendem Format vorliegen. Bei zukünftigen Anwendungen wäre hierauf besonders zu achten.

Die Daten in Tabelle 3-3 bilden die Grundlage für die Korrespondenzanalyse. Grafik 3-1 präsentiert das Resultat dieser Analyse.

Grafik 3-1: Grade der Unsicherheit bei biologischen Wirkungen des Mobilfunks



Zeilen- und Spaltenpunkte, Zeilen-Prinzipal-Normalisierung

$\chi^2 = 186,228$, $p = .000$, $df = 26$, Gesamtträgheit = .104

(Anteil der 1. Dimension = .999, Anteil der 2. Dimension = .001)

Eindeutig ist zu erkennen, dass bei den thermischen Effekten im Vergleich zu allen anderen biologischen Wirkungen am wenigsten Unsicherheit vorhanden ist. Das andere Extrem, sozusagen auf der „gegenüberliegenden Seite“, sind neuro-degenerative Erkrankungen mit einer relativ großen Unsicherheit. Die restlichen zwölf biologischen Wirkungen befinden sich tendenziell am unsicheren Pol.

Die nach wie vor großen Wissenslücken bei den gesundheitlichen Wirkungen des Mobilfunks können auf diese Art und Weise grafisch visualisiert werden.

Selbstverständlich ist diese Form noch nicht dazu geeignet, in direkten Kommunikationsprozessen mit Laien verwendet zu werden. Die Grafik stellt vielmehr die Grundlage für eine optisch überarbeitete und vereinfachte Fassung dar. Zum Beispiel müssten einige Begriffe wie „Gentoxizität“ übersetzt, ähnliche biologische Wirkungen übersichtlich gruppiert und die Begriffsbezeichnungen für die analytischen Skalen und Dimensionen entfernt werden. Da die drei Ausprägungen der Unsicherheit im vorliegenden Fall nur aus rein methodischen Gründen gewählt wurden und die Effekte ohnehin nur auf der 1. Dimension streuen, könnten zum besseren Verständnis zwei Pole mit den Beschriftungen „niedrige Unsicherheit“ (bei den thermischen Effekten) und hohe Unsicherheit (bei den neuro-degenerativen Erkrankungen) verortet werden.

Bei den Überarbeitungen ist die Beachtung der Abstände zwischen den biologischen Effekten wichtig, da sie angeben, wie hoch die relative Unsicherheit jeweils ist. Dem Laien kann dann gesagt werden: „Je weiter ein biologischer Effekt von den thermischen Wirkungen entfernt ist, desto weniger wissen wir über ihn.“ Es ist zu vermuten, dass er damit mehr anfangen kann als mit Risikobereichen oder verbalen Evidenzausdrücken.

4 Diskussion und Ausblick

Unsicherheit wurde zu Beginn definiert als Ungenauigkeit im Wissen über die Wirklichkeit. Sie ist dem wissenschaftlichen Forschungsprozess inhärent und kann weiter in Parameter- und Modellunsicherheit unterteilt werden. Man wird in dem hier thematisierten Bereich der Gesundheitsfolgen von Expositionen nie vollständig determinierte Modelle haben. Dies ist kein prinzipielles Hindernis in der Kommunikation, weil auch im Alltag unvollständiges Wissen und unsichere Erwartungen über die Konsequenzen des eigenen Handelns vorherrschen. Trotzdem scheint das klassisch-moderne Bild von Wissenschaft bei den meisten Bürgerinnen und Bürgern weiterhin dominant zu sein. Viele Bürger erwarten von Wissenschaftlern exakte Angaben über das Ausmaß von Risiken und klare Handlungsanweisungen, um sich vor den negativen Konsequenzen zu schützen. Situationen werden gerne als gefährlich oder ungefährlich eingestuft, während die Zwischentöne am liebsten vermieden werden, weil sie keine eindeutigen Schlussfolgerungen zulassen.

Deshalb können Laien mit den komplexen Berechnungen der Experten in der Regel wenig anfangen. Das Konzept der Wahrscheinlichkeiten ist ihnen entweder wenig vertraut oder aber, was empirisch eher gesichert ist, sie wenden es auf den Bereich des gesundheitlichen Risikos nicht an. Dazu kommt, dass kleine Wahrscheinlichkeiten eher ignoriert und große Wahrscheinlichkeiten nicht statistikgerecht interpretiert werden. Fachbegriffe sind nicht bekannt und behindern das Verständnis von Texten.

Einstellungen zur Risikoquelle üben einen nachweisbaren Einfluss auf die Wahrnehmung von Risikobereichen aus, sofern die Quellen der kommunizierten Zahlen bekannt sind. Unbesorgte Personen orientieren sich an niedrigen Risikowerten, besorgte Menschen an hohen Risikowerten. Eine nüchtern-rationale Abwägung scheint in beiden Fällen nicht stattzufinden. Zahlen werden demnach anders interpretiert als von den Kommunikatoren intendiert. Aber auch mit

verbalen Umschreibungen von Unsicherheiten können die meisten Menschen wenig anfangen und verbinden damit höchst unterschiedliche Bedeutungen. Begriffliche Unschärfen und kontextabhängige Interpretationen erschweren die Kommunikation.

Somit scheint der Weg hin zur Verbreitung eines reflexiven Bildes von Wissenschaft, in dem Ergebnisse kritisch hinterfragt und diskutiert werden, dornenreich zu sein. Doch es gibt auch ermutigende Erkenntnisse aus der Forschung. Im Falle der Interpretation von Wettervorhersagen hat sich gezeigt, dass Laien sehr wohl in der Lage sind, Unsicherheiten abzuleiten und zu verstehen. Wenn der Gegenstand der Kommunikation bekannt und alltagsweltlich vertraut ist, ist ein mentaler Zugang möglich. Die Verwendung alternativer Kommunikationsformate, z. B. Tabellen oder Grafiken, verspricht eine bessere Verständigung zwischen Laien und Experten.

In der vorliegenden Arbeit wurde der Versuch unternommen, für den speziellen Fall der Unsicherheit bei abweichenden Studienergebnissen (Expertendilemma) ein grafisches Kommunikationskonzept zu entwickeln. Dieses Konzept fußt auf der Korrespondenzanalyse und ermöglicht über die Distanzregel eine einfache Visualisierung des Grades an Unsicherheit, der bei verschiedenen Untersuchungen zu biologischen Wirkungen vorhanden ist. Der am besten erforschte biologische Effekt wird als Referenzpunkt verwendet. Je weiter die anderen biologischen Wirkungen von ihm entfernt sind, desto mehr Unsicherheiten bestehen im Wissen. Im vorliegenden Beispiel des Mobilfunks war der Referenzpunkt die thermischen Effekte auf die Gesundheit.

Was spricht nun für, was gegen das vorgestellte Konzept zur Kommunikation von Unsicherheiten? Positiv zu beurteilen sind die relativ simple Darstellungsweise, die einfache Interpretation sowie die mögliche Reduktion von Komplexität. Trotz der Einfachheit beruht die Präsentation letztlich auf einer wissenschaftlichen, multivariaten Analysemethode und nicht auf Beliebigkeit. Auf viele Zahlen und ausufernden Text mit vielen Fachbegriffen kann weitestgehend verzichtet werden. Dass dabei viele Studien synoptisch zu-

sammengefasst werden, erhöht die Glaubwürdigkeit. Möglicherweise kann der Effekt des Vertrauens (bias je nach Einstellung des Adressaten) durch Hinweise auf die Bandbreite der zu Grunde gelegten Informationen noch verstärkt werden.

Natürlich ist das hier präsentierte Konzept noch weit davon entfernt, ausgereift zu sein. Da die zur Verfügung stehenden Untersuchungen allenfalls vage Hinweise auf bestimmte Zielgruppen (z. B. Besorgte, Unbesorgte und Unsichere) für die Kommunikation von Unsicherheiten enthalten, sind differenzierte Darstellungsformen, die auf bestimmte Zielgruppen hin zugeschnitten sind, noch nicht möglich. Außerdem kommt auch dieses Konzept nicht ganz ohne Erklärungen aus. Beispielsweise müsste erläutert werden, wie die Distanzen zu verstehen, welche Studien enthalten und warum Parameter- und Modellunsicherheit unvermeidlich sind. Viele biologische Wirkungen sind nicht selbsterklärend (z. B. neuro-degenerative Erkrankungen). Hier können ebenfalls Verständnisprobleme auftreten.

Ein methodisches Problem war im vorliegenden Fall die Erstellung einer Datenmatrix für die Korrespondenzanalyse. Hier wäre es sicherlich von Vorteil, wenn die Daten gleich in einem geeigneten Format vorliegen bzw. nicht ein einzelner Forscher die Profile aus seiner Sicht der Daten erstellt. Zum Beispiel hätten die Profile im Rahmen eines Delphis oder Gruppen-Delphis (vgl. Schulz/Renn 2009) von einer Gruppe renommierter Wissenschaftler aus dem Bereich EMF des Mobilfunks abgeleitet werden können.

Offen ist weiterhin die Frage, welcher Kommunikator sich dieser Methode bedienen sollte. Es macht vielleicht trotz der Vielzahl an Studien und Quellen einen Unterschied, ob eine Institution aus der Wissenschaft, der Wirtschaft, der Politik oder ein NGO die Unsicherheiten vermittelt. Letztlich steht der empirische Test der Verständlichkeit und Anwendbarkeit des Konzepts in der Praxis noch aus. Dies wäre sicherlich ein Ansatzpunkt für weitere Forschung.

5 Literatur

- Beck, U. (1986): *Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne*. Suhrkamp, Frankfurt am Main
- Beck, U. (1991): *Der anthropologische Schock – Tschernobyl und die Konturen der Risikogesellschaft*. In: Beck, Ulrich: *Politik in der Risikogesellschaft – Essays und Analysen*. Suhrkamp, Frankfurt am Main, S. 67 – 81
- Beck, U. (1996): *Wissen oder Nicht-Wissen? Zwei Perspektiven „reflexiver Modernisierung“*. In: Beck, Ulrich / Giddens, Andrew / Lash, Scott (Hrsg.): *Reflexive Modernisierung*, Frankfurt am Main, S. 289 – 315
- Blasius, J. (2001): *Korrespondenzanalyse*. München: Oldenbourg
- Bundesamt für Strahlenschutz (BfS, 2008a): *Hintergrundinformation zur KiKK-Studie*. Internetpublikation: http://www.bfs.de/de/kerntechnik/kinderkrebs/hintergrund_kikk.pdf, zugegriffen am 05.05.2008
- Bundesamt für Strahlenschutz (BfS, 2008b): *Ergebnisse des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms (DMF) – Bewertung der gesundheitlichen Risiken des Mobilfunks*. Fachbereich Strahlenschutz und Gesundheit, BfS-SG-08/08, Salzgitter. Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven
- Bundesamt für Strahlenschutz (BfS, 2008c): *Zum Schutz der Menschen – Deutsches Mobilfunk Forschungsprogramm*. Salzgitter

- Bundesamt für Strahlenschutz (2009): *Biologische Wirkungen infolge von Energieabsorption und Erwärmung*. Internetpublikation:
http://www.bfs.de/de/elektro/hff/wirkungen/Energieabsorption_und_Erwaermung.html/printversion, zugegriffen am 17.01.2011
- European Food Safety Authority (EFSA, 2006): *Leitpapier des Wissenschaftlichen Ausschusses auf Ersuchen der EFSA über Unsicherheiten bei der Bewertung der ernährungsbedingten Exposition*. Frage Nr. EFSA-Q-2004-019, Internetpublikation:
http://www.efsa.europa.eu/de/scdocs/doc/sc_sum_uncertaintyDE.pdf, abgerufen am 07.01.2010
- Festinger, L. (1978): *Theorie der kognitiven Dissonanz*. Huber, Bern
- Glaser, R. (2007): *15 Jahre Forschung über biomedizinische Wirkungen hochfrequenter Felder des Mobilfunks – Eine Erfolgsstory oder eine endlose Geschichte?* In: Newsletter der Forschungsgemeinschaft Funk (FGF), 3/2007, S. 20 – 27
- Greenacre, M. J. (1993): *Correspondence Analysis in Practice*. Academic Press, London
- Greenacre, M. J. (1994): *Correspondence Analysis and its Interpretation*. In: Greenacre, Michael / Blasius, Jörg (Hrsg.): *Correspondence Analysis in the Social Sciences*. Academic Press, London, S. 3 – 22

- Grutsch, M. A. / Thalmann, A. T. (2004): *Vor was zittern die Polen? – Eine Risikowahrnehmungsstudie in Polen unter besonderer Berücksichtigung des Mobilfunks*. Arbeiten zur Risikokommunikation der Programmgruppe Mensch, Umwelt, Technik (MUT), Forschungszentrum Jülich, Heft 87, Internetpublikation: http://www.fz-juelich.de/mut/hefte/heft_87.pdf, zugegriffen am: 06.10.2004
- International Risk Governance Council (IRGC, 2005): *White Paper on Risk Governance -Towards an Integrative Approach*, IRGC, Genf
- Jaeger, C. / Pahl-Wostl, C. / Davies, H. W. (2000): *Das Projekt CLEAR*. In: EAWAG news 50d (Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz, eine Forschungsanstalt des ETH-Bereiches, Dübendorf), Informationsbulletin der EAWAG (Hrsg.), S. 3 – 4
- Johnson, B. B. (2003): *Further Notes on Public Response to Uncertainty in Risks and Science*. In: *Risk Analysis*, Vol. 23, No. 4, S. 781 – 789
- Johnson, B. B. / Slovic, Paul (1994): *Explaining Uncertainty in Health Risk Assessment: Effects on Risk Perception and Trust*. Phase 1 Final Progress Report prepared for U.S. Environmental Protection Agency as part of cooperative agreement no. CR820522. Eugene, Oregon
- Johnson, B. B. / Slovic, Paul (1998): *Lay Views on Uncertainty in Environmental Health Risk Assessment*. In: *Journal of Risk Research*, No. 4, S. 261 – 279

- Kasemir, B. (2000): *Beteiligung der Öffentlichkeit an Entscheidungen im Umweltbereich*. In: EAWAG news 50d (Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz, eine Forschungsanstalt des ETH-Bereiches, Dübendorf), Informationsbulletin der EAWAG (Hrsg.), S. 5 – 7
- Kuhn, K. M. (2000): *Message Format and Audience Values: Interactive Effects of Uncertainty Information and Environmental Attitudes on Perceived Risk*. In: Journal of Environmental Psychology, Vol. 20, S. 41 – 51
- Mohr, H. (1996): *Das Expertendilemma*. In: Nennen, Heinz-Ulrich / Garbe, Detlef (Hrsg.): *Das Expertendilemma : Zur Rolle wissenschaftlicher Gutachter in der öffentlichen Meinungsbildung*, Berlin, Springer, S. 3 – 24
- Morss, R. E. / Demuth, J. L. / Lazo, J. K. (2008): *Communicating Uncertainty in Weather Forecasts: A Survey of the U.S. Public*. In: Weather and Forecasting, Vol. 23, S. 974 – 991
- National Research Council (NRC, 1994): *Science and Judgment in Risk Assessment*. Washington DC, National Academy Press
- Neitzke, H.-P. (2006): *Risiken durch elektromagnetische Felder*. In: Fachtagung der E+S Rück. Emerging Risks – Schadenspotentiale der Zukunft. Schriftenreihe zu aktuellen Themen der Schadenversicherung, Ausgabe Nr. 10, e+s rück, S. 46 – 77

- Neitzke, H.-P. / Osterhoff, J. / Voigt, H. (2006): *EMF-Handbuch: Elektromagnetische Felder: Quellen, Risiken, Schutz*. ECOLOG Institut für sozial- ökologische Forschung und Bildung gGmbH, Hannover, Internetpublikation: http://www.ecolog-institut.de/fileadmin/user_upload/Publikationen/Handbuch/00_EMF-Handbuch%20Komplett.pdf, zugegriffen am 29.01.2008
- Nooy, W. de / Mrvar, A. / Batagelj, V. (2005): *Exploratory Social Network Analysis with Pajek*. New York: Cambridge University Press
- Petty, R. E. / Cacioppo, J. T. (1986): *The Elaboration Likelihood Model of Persuasion*. In: *Advances in Experimental Social Psychology*, Vol. 19, S. 123 – 205
- Popper, K. (1968): *The Logic of Scientific Discovery*. 5., überarbeitete Auflage. London: Hutchinson
- Renn, O. / Zwick, M. M. (1997): *Risiko- und Technikakzeptanz*. In: Deutscher Bundestag, Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ (Hrsg.): *Konzept Nachhaltigkeit*, Berlin: Springer
- Renn, O. (2001): *The Role of Social Science in Environmental Policy Making: Experiences and Outlook*. *Science and Public Policy*, Vol. 28, No. 6 (2001), S. 427 – 437

Revermann, Ch. (2003): *Risiko Mobilfunk Wissenschaftlicher Diskurs, öffentliche Debatte und politische Rahmenbedingungen*. Berlin: edition sigma. Internetpublikation (Online-Zusammenfassung), abrufbar unter: http://www.itas.fzk.de/deu/lit/2003/reve03a_zusammenfassung.html, zugegriffen am 24.01.2008

Risikokommission (2003): *Abschlussbericht der Risikokommission „Neuordnung der Verfahren und Strukturen zur Risikobewertung und Standardsetzung im gesundheitlichen Umweltschutz der Bundesrepublik Deutschland“*. Im Rahmen des Aktionsprogramms „Umwelt und Gesundheit“ im Auftrag des Bundesministeriums für Gesundheit und Soziale Sicherung und des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU). Bundesamt für Strahlenschutz, Limbach Verlag, Salzgitter

Ruddat, M. (2009): *Kognitive Kompetenz zur Risikobewertung als Vorbedingung der Risikomündigkeit und ihre Bedeutung für die Risikokommunikation*. Dissertation an der Fakultät Wirtschafts- und Sozialwissenschaften der Universität Stuttgart

Ruddat, M. / Sautter, A. / Renn, O. / Pfenning, U. / Ulmer, F. (2005): *Abschlussbericht zum Forschungsprojekt „Untersuchung der Kenntnis und Wirkung von Informationsmaßnahmen im Bereich Mobilfunk und Ermittlung weiterer Ansatzpunkte zur Verbesserung der Information verschiedener Bevölkerungsgruppen“*. Stuttgart. Internetpublikation: http://www.emf-forschungsprogramm.de/forschung/risikokommunikation/risikokommunikation_abges/risiko_035_AB.pdf, zugegriffen am 31.03.2008

- Ruddat, M. / Sautter, A. / Renn, O. (2007): *Operationalisierung des Leitbildes ‚Risikomündigkeit‘ unter Berücksichtigung von Lebensstil und Wertorientierung als Grundlage für die Risikokommunikation im Strahlenschutz*. Abschlussbericht, erschienen in der Schriftenreihe Reaktorsicherheit und Strahlenschutz des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU, Hrsg.), Reihe Umweltpolitik, BMU 2007-704, Internetpublikation: http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/schriftenreihe_rs704.pdf, zugegriffen am 03.04.2008
- Ruddat, M. / Sautter, A. / Renn, O. / Pfenning, U. / Ulmer, F. (2010): *Communication about a communication technology*. In: *Journal of Risk Research*, Vol. 13: No. 3, S. 261 – 278
- Schibli, D. (2000): *Bilder der Wissenschaft – Wissenschaft aus Sicht der Bürgerinnen und Bürger*. In: EAWAG news 50d (Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz, eine Forschungsanstalt des ETH-Bereiches, Dübendorf), Informationsbulletin der EAWAG (Hrsg.), S. 13 – 15
- Schulz, M. / Renn, O. (Hrsg., 2009): *Fragebogenkonstruktion im Gruppendelphi*. Wiesbaden: VS-Verlag
- Schulz, M. / Ruddat, M. (2008): *Unvereinbare Gegensätze? Eine Diskussion zur Integration quantitativ-qualitativer Ergebnisse*. In: *Soziale Welt*, Vol. 59, S. 107 – 122
- Slovic, P. (1987): *Perception of Risk*. In: *Science, New Series*, Vol. 236, No. 4799, S. 280 – 285

- Slovic, P. / Fischhoff, B. / Lichtenstein, S. (1978): *Accident Probabilities and Seat Belt Usage: A Psychological Perspective*. In: *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 10, S. 281 – 285
- Stone, E. R. / Yates, J. F. / Parker, A. M. (1994): *Risk Communication: Absolute versus Relative Expressions of Low-Probability Risks*. In: *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, Vol. 60, S. 387 – 408
- Thalmann, A. (2004): *Verständlichkeit von EMF-Broschüren – Wie Informationen von Laien verstanden und bewertet werden...* In: *Newsletter der Forschungsgemeinschaft Funk (FGF)*, 1/2004, S. 48 – 51
- Thalmann, A. (2005): *Risiko Elektromog – Wie ist das Wissen in der Grauzone zu kommunizieren?* In: *Psychologie Forschung aktuell*, Band 19, Weinheim: Beltz
- Travis, R. W. / Riebsame, W. E. (2001): *Communicating Environmental Uncertainty: The Nature of Weather Forecasts*. In: *Journal of Geography*, S. 168 – 172
- Tversky, A. / Kahnemann, D. (1981): *The Framing of Decisions and the Psychology of Choice*. In: *Science, New Series*, Vol. 211, No. 4481, S. 453 – 458

- Wiedemann, P. M. (2009a): *Laiengerechte Kommunikation wissenschaftlicher Unsicherheiten im Bereich EMF. 1. Zwischenbericht zum Forschungsvorhaben StSch 30016 für das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)*. Arbeitsgemeinschaft IKU GmbH und PD Dr. Peter M. Wiedemann, Dortmund, Internetpublikation: http://www.emf-forschungsprogramm.de/akt_emf_forschung.html/risiko_HF_002.html/risiko_HF_002_ZwB_01.pdf, zugegriffen am 07.01.2010
- Wiedemann, P. M. (2009b): *Laiengerechte Kommunikation wissenschaftlicher Unsicherheiten im Bereich EMF. 2. Zwischenbericht zum Forschungsvorhaben StSch 30016 für das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)*. Arbeitsgemeinschaft IKU GmbH und PD Dr. Peter M. Wiedemann, Dortmund, Internetpublikation: http://www.emf-forschungsprogramm.de/akt_emf_forschung.html/risiko_HF_002.html/risiko_HF_002_ZwB_02.pdf, zugegriffen am 07.01.2010
- Wiedemann, P. M. (2009c): *Laiengerechte Kommunikation wissenschaftlicher Unsicherheiten im Bereich EMF. 3. Zwischenbericht zum Forschungsvorhaben StSch 30016 für das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)*. Arbeitsgemeinschaft IKU GmbH und PD Dr. Peter M. Wiedemann, Dortmund, Internetpublikation: http://www.emf-forschungsprogramm.de/akt_emf_forschung.html/risiko_HF_002.html/risiko_HF_002_ZwB_03.pdf, zugegriffen am 07.01.2010

Wiedemann, P. M. / Grutsch, M. A. / Thalmann, A. T. / Schütz, H. (2005): *Die Wirkung von Vorsorgemaßnahmen auf die Risikowahrnehmung*. Arbeiten zur Risiko- Kommunikation des Forschungszentrums Jülich, Programmgruppe Mensch, Umwelt, Technik (MUT), Heft 91

Wiedemann, P. M. / Schütz, H. (2002): *Wer fürchtet den Mobilfunk? Gruppenspezifische Differenzen bei der Risikowahrnehmung*. Arbeiten zur Risiko-Kommunikation des Forschungszentrums Jülich, Programmgruppe Mensch, Umwelt, Technik (MUT), Heft 84

Wiedemann, P. M. / Schütz, H. (2005): *The Precautionary Principle and Risk Perception: Experimental Studies in the EMF Area*. In: Environmental Health Perspectives, Vol. 113, No. 4, S. 402 – 405

Zwick, M. M. / Ruddat, M. (2002): *Wie akzeptabel ist der Mobilfunk?* Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden Württemberg, Stuttgart