

J. Mata^{1,2}
A. Dieckmann²
G. Gigerenzer²

Verständliche Risikokommunikation, leicht gemacht – Oder: Wie man verwirrende Wahrscheinlichkeitsangaben vermeidet

*Comprehensible Risk Communication Made Easy – Or: How to Avoid Confusing
Probability Statements*

Zusammenfassung

Verständliche Risikokommunikation ist Voraussetzung dafür, dass Patienten die Bedeutung von medizinischen Testbefunden oder Erfolgchancen von Behandlungsmethoden verstehen und informiert mitbestimmen können, welche Behandlung für sie angemessen ist. In diesem Artikel zeigen wir, dass Risiken oftmals alles andere als verständlich vermittelt werden und wie man Abhilfe schaffen kann. Zuerst erläutern wir den Risikobegriff und gehen auf die Aspekte subjektive Wahrscheinlichkeit, Design und Häufigkeiten ein. Anschließend besprechen wir Probleme von Einzelfall-Wahrscheinlichkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten. Am Beispiel von Mammographie-Screening-Untersuchungen berichten wir von Studien, die gezeigt haben, dass die übliche Darstellung der Erkrankungswahrscheinlichkeit in Prozent oft zu falschen Angaben sowohl bei Ärzten als auch bei Medizinstudenten führt. Die Wahrscheinlichkeit, dass eine Frau mit positivem Mammogramm tatsächlich an Brustkrebs erkrankt ist, wurde meistens sehr stark überschätzt. Wurden diese bedingten Wahrscheinlichkeiten hingegen als natürliche Häufigkeiten präsentiert, wurde das Krankheitsrisiko von den Befragten signifikant häufiger richtig beurteilt. Zuletzt gehen wir auf den Unterschied zwischen relativer und absoluter Risikoreduktion ein. Die Wirksamkeit von Medikamenten bzw. Behandlungsmethoden wird häufig als relative Risikoreduktion kommuniziert, da so oft größere Effekte suggeriert werden. Allerdings bleibt die Bezugsmenge unklar und so auch, wie viele Patienten beispielsweise behandelt werden müssen, um einen zu heilen. Wir berichten von aktuellen Studien zu diesem Thema und wie man den Durchblick bewahren kann.

Abstract

Comprehensive risk communication is a necessary prerequisite for patients to understand the meaning of medical test results or chances of success of different medical treatments. It allows them to make an informed choice about what treatment they find appropriate for themselves. In this article we show that very often risks are not communicated comprehensively. We point out ways to improve communication. First, we explicate the term risk and the aspects subjective probability, design, and frequency. We then discuss problems with single-case probabilities and conditional probabilities. We take the example of mammography screening studies, which showed that the prevalent use of percentages to represent the chance that a woman has breast cancer often led to wrong assumptions. The likelihood that a woman with a positive mammogram actually had breast cancer was overestimated by physicians and students of medicine alike. On the other hand, when the likelihood of breast cancer was communicated in natural frequencies, the risk of illness was estimated significantly more often in a correct or at the very least in a realistic range. Finally, we address the difference between relative and absolute risk reductions. The efficacy of drugs or treatments is often communicated in relative frequencies, which most of the time suggests a larger effect than representation in absolute risk reduction does. However, the reference class is not specified, and it remains unclear, for example, how many patients have to be treated in order to heal or save one. We report on current related studies and make suggestions on how to achieve clarity.

Institutsangaben

¹International Max Planck Research School LIFE

²Max-Planck-Institut für Bildungsforschung, Fachbereich Adaptives Verhalten und Kognition

Korrespondenzadresse

Dipl.-Psych. Jutta Mata · Max-Planck-Institut für Bildungsforschung · Lentzeallee 94 · 14195 Berlin ·
E-mail: jmata@mpib-berlin.mpg.de

Bibliografie

Z Allg Med 2005; 81: 537–541 © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York
DOI 10.1055/s-2005-918154
ISSN 0014-336251

Schlüsselwörter

Risiko · Risikokommunikation · natürliche Häufigkeiten · relative Risikoreduktion · absolute Risikoreduktion

Key words

Risk · risk communication · natural frequencies · relative risk reduction · absolute risk reduction

Einleitung¹

Statistik ist mehr als die Berechnung der Wahrscheinlichkeit, die rote Kugel aus der Urne voller Murmeln zu ziehen. Statistisches Denken ist aus der Murmelurne heraus in den Alltag gesprungen. „Wenn wir mündige Bürger in einer modernen technologischen Gesellschaft möchten, dann müssen wir ihnen drei Dinge beibringen: lesen, schreiben und – statistisches Denken“ soll schon H. G. Wells, Science-Fiction-Autor und Wissenschaftler, Anfang des 20. Jahrhunderts prophezeit haben. Jetzt, etwa hundert Jahre später, ist statistisches Denken tatsächlich eine Fähigkeit, die über den Mathematikunterricht hinaus gefragt bleibt. Wir brauchen sie täglich. Dennoch, die Interpretation von Risiken fällt uns schwer, wie folgendes Beispiel illustriert. Bei einer Passantenbefragung beantwortete nur eine Minderheit der 647 Teilnehmer in verschiedenen europäischen Metropolen die Frage richtig, was eine Regenwahrscheinlichkeit von 30% bedeutet; nämlich, dass es an 3 von 10 Tagen wie morgen regnen wird, wenn die heutigen Wetterbedingungen vorliegen [1]. Viele dachten, dass es morgen in 30% der Zeit, andere, dass es in 30% der Region regnen würde. Besonders kreative Teilnehmende waren der Meinung, dass drei von zehn Meteorologen vorhergesagt hätten, dass es morgen regnen würde, oder dass von 100 Wolken am Himmel 30 schwarz seien ([1], S. 626).

Mangelndes Verständnis von Statistik und Wahrscheinlichkeiten ist allerdings nicht nur ein Problem des Denkens und Wissens; Risiken und Wahrscheinlichkeiten werden oft auf unverständliche Weise kommuniziert. Bei den hier beschriebenen statistischen Fehlinterpretationen sind die schlimmsten Konsequenzen nur der überflüssige Regenschirm oder durchnässte Kleidung. In zahlreichen anderen Lebensbereichen sind die Konsequenzen weit reichender. Denken wir zum Beispiel an Risiken und Unsicherheiten bei der Vorhersage politischer Wahlen, beim Aktienkauf, oder bei der Interpretation medizinischer Testbefunde, die als Basis für schwerwiegende Behandlungsentscheidungen herangezogen werden. Im Folgenden werden wir zunächst den Risikobegriff erläutern. Anschließend beschreiben wir drei Wahrscheinlichkeitsformate, die regelmäßig zu Verwirrung führen und dennoch häufig zur Kommunikation von Risiken verwendet werden: Einzelfallwahrscheinlichkeiten, bedingte Wahrscheinlichkeiten und relative Risiken. Anhand von Beispielen aus der Medizin werden wir diese Formate erläutern und leichter verständliche Alternativen vorschlagen, die jede Ärztin in Gesprächen mit ihren Patienten umsetzen kann.

Risiko

Wir folgen Gigerenzers [2] Definition und verstehen Risiko als eine Unsicherheit, die sich auf der Basis von empirischen Fakten in Zahlen ausdrücken lässt. Wir beschreiben hier drei verschiedene Varianten von Risiken: Subjektiver Überzeugungsgrad, Design und Häufigkeiten.

Subjektive Wahrscheinlichkeiten

Subjektive Wahrscheinlichkeiten basieren manchmal auf einer sehr großzügigen Interpretation empirischer Fakten. Sie können sich sogar auf ein Einzelereignis beziehen – wie bei dem Handballer Roman Pungartnik, der sich zu unglaublichen „120% sicher“ war dass sein Verein, der THW Kiel, Deutscher Meister wird [3]. Diese Annahme basierte auf den Tatsachen, dass die Mannschaft in der vergangenen Saison viele Spiele gewonnen hatte, Tabellenführer war und schon zehn Mal zuvor den Titel geholt hatte. Der THW Kiel hat tatsächlich die deutsche Meisterschaft gewonnen (allerdings kann eine Wahrscheinlichkeit trotzdem – per Definition – nicht größer als 100% sein). Ein anderes Beispiel für das Ausdrücken eines Überzeugungsgrades in Wahrscheinlichkeiten ist die 80%ige Überlebenschance, die Christiaan Barnard Louis Washkansky gab, bevor er ihm als ersten Menschen ein Herz implantierte. Washkansky starb 18 Tage nach der Operation [2].

Design

Hat man genaue Kenntnis über das Design eines Gegenstandes, kann man daraus die Wahrscheinlichkeit für bestimmte Ereignisse bestimmen. Beim Münzwurf liegt die Wahrscheinlichkeit für Kopf oder Zahl bei je 50%, da es nur zwei Münzseiten gibt. Bei einem französischen Rouletterad hingegen beträgt die Wahrscheinlichkeit, dass die Kugel auf der Farbe Rot liegen bleibt, 18/37. Es hat insgesamt 37 Felder, von denen je achtzehn rot bzw. schwarz sind, sowie die grüne Null, die dem Kasino Gewinn sichert.

Häufigkeiten

Bei solch komplexen Systemen wie dem Wetter oder dem menschlichen Körper ist unser Wissen über die genaue Funktionsweise oft zu begrenzt, um daraus quantitative Aussagen über Risiken ableiten zu können. In diesen Fällen können Risikoangaben auf Häufigkeiten basieren. Das bedeutet, dass man eine große Anzahl von Ereignissen beobachtet hat und aufgrund dieser Beobachtung vorhersagt, wie wahrscheinlich ein bestimmtes Resultat ist. So können Meteorologen aufgrund von zahlreichen Wetterbeobachtungsdaten sagen, dass die Regenwahrscheinlichkeit bei einer bestimmten Wetterkonstellation 30% beträgt. Aus Medikamentenversuchen mit zahlreichen Teilnehmern kann man schließen, dass beispielsweise ein Medikament bei 80% der Patienten wirkt.

In diesem Artikel konzentrieren wir uns auf Risiken, die auf der Basis von Häufigkeiten abgeschätzt werden. Oft führen die For-

¹ Dieser Artikel gibt einen Überblick über aktuelle Forschung zum Thema Risikokommunikation im Fachbereich Adaptives Verhalten und Kognition am Max-Planck-Institut für Bildungsforschung in Berlin.

mate, in denen diese Risiken dargestellt werden, allerdings zu Missverständnissen.

Einzelfall-Wahrscheinlichkeiten

Eine Einzelfall-Wahrscheinlichkeit gibt an, wie der Name bereits verrät, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein bestimmtes Ereignis auftreten wird. Die Ärztin, die weiß, dass ein Medikament in wissenschaftlichen Studien bei 80% der Patienten zur Heilung geführt hat, könnte der Patientin, die vor ihr sitzt, eine 80%ige Genesungschance vorhersagen – aber natürlich kennt sie den individuellen Verlauf der Heilung nicht und kann streng genommen für diesen Einzelfall keine Aussage machen. Die Angabe von Einzelfall-Wahrscheinlichkeiten ist verwirrend, weil sie schon per Definition keine Referenzklasse spezifiziert, die angibt, worauf sich die Wahrscheinlichkeit bezieht.

Die folgende Gegebenheit illustriert, wie fehlende Angaben zur Referenzklasse zu Missverständnissen führen können [2]: In den USA verschrieb ein Psychiater seinen depressiven Patienten Prozac und wies sie darauf hin, dass durch die Einnahme der Tabletten ein 30 bis 50%iges Risiko bestehe, dass sexuelle Probleme auftreten. Die meisten Patienten sahen etwas beunruhigt aus, stellten aber keine Nachfragen, was den Psychiater stets gewundert hatte. Nachdem er über die Uneindeutigkeit von Einzelfallwahrscheinlichkeiten gehört hatte, formulierte er seinen Hinweis auf mögliche Nebenwirkungen um. Er sagte seinen Patienten nun, dass bei 30 bis 50% der Personen, die Prozac einnehmen, sexuelle Schwierigkeiten auftreten können. Diese Aussage ist mathematisch gleichwertig mit der ersten Formulierung. Aber jetzt begannen die Patienten zu fragen, was man tun könne, wenn man zu den Betroffenen gehöre. Die Referenzklasse gibt eine Antwort auf die Frage „Prozent von WAS?“. Durch die Spezifizierung der Referenzklasse verstanden die Patienten, dass sich der Psychiater auf andere Personen bezog und nicht etwa, wie viele angenommen hatten, dass bei 30% ihrer eigenen sexuellen Aktivitäten etwas schief laufen wird.

Wenn die Referenzklasse nicht mitgeteilt wird, ergänzt sie die ZuhörerIn so, wie es ihr am plausibelsten scheint. Dies wird auch im Eingangsbeispiel deutlich. Die Frage, was eine 30%ige Regenwahrscheinlichkeit bedeutet, lässt die Referenzklasse im Dunkeln und provoziert Antworten wie die der 30 schwarzen unter den 100 Wolken am Himmel. Um also Verwirrung mit Wahrscheinlichkeiten im Einzelfall zu vermeiden, sollte man die Referenzklasse immer angeben. Eine andere Möglichkeit ist, Risiken in Häufigkeiten auszudrücken. Das macht die Angabe der Referenzklasse zwingend. Also, „an drei von zehn Tagen mit der gleichen Wetterkonstellation wie heute wird es regnen“ oder „3 bis 5 von zehn Personen, die Prozac einnehmen, werden sexuelle Probleme haben“.

Bedingte Wahrscheinlichkeiten

Obwohl sie schon Erfahrungen mit diagnostischen Tests gemacht haben, wissen Patienten häufig sehr wenig über die Genauigkeit dieser Tests [4]. Begrenztes Wissen führt oft dazu, dass deren Präzision oder Vorhersagekraft überschätzt wird [5]. Diese Befunde treffen nicht nur auf Patienten zu. Hoffrage und Gigerenzer [6] stellten 24 Ärzten folgende Frage:

„Eine symptomfreie, 40-jährige Frau erhält ein positives Mammogramm: Die Wahrscheinlichkeit ist 1%², dass eine Frau dieses Alters, die an einem Mammographie-Screening teilnimmt, Brustkrebs hat. Wenn eine Frau Brustkrebs hat, wird sie mit einer Wahrscheinlichkeit von 80% ein positives Mammogramm erhalten. Wenn eine Frau keinen Brustkrebs hat, wird sie mit einer Wahrscheinlichkeit von 10% dennoch ein positives Mammogramm erhalten. Was ist die Wahrscheinlichkeit, dass sie tatsächlich Brustkrebs hat?“

Nur zwei der Befragten nannten die richtige Antwort und gaben an, die Wahrscheinlichkeit, dass eine Frau mit positivem Mammogramm Brustkrebs hat, betrage etwa 8%. Zwei Drittel der Ärzte überschätzten die Genauigkeit der Mammographie stark und gaben Wahrscheinlichkeiten zwischen 50 und 90% an. Warum überschätzen Ärzte (und Patientinnen) die Genauigkeit von diagnostischen Tests, egal ob Mammogramm, Hämokulttest [6] oder genetische Screeningtests [7]? Menschen scheinen die Basisrate zu vernachlässigen (z.B. [8]), in unserem Beispiel also die relativ niedrige Prävalenz von Brustkrebs. Eine falsch-positiv-Rate von 10% bei der Mammographie klingt niedrig im Vergleich zu der relativ hohen Sensitivität von 90%. Allerdings haben die weitaus meisten Frauen keinen Brustkrebs. Wenn von 100 gescreenten Frauen 99 keinen Brustkrebs haben, die falsch-positiv-Rate jedoch 10% beträgt, dann gibt es trotz guter Testsensitivität etwa 10 falsch positive. Dieser Zusammenhang wird deutlicher, wenn man bedingte Wahrscheinlichkeiten als natürliche Häufigkeiten darstellt (aus [6]):

„10 von 1000 40-jährigen Frauen die am Mammographie-Screening teilnehmen, haben Brustkrebs². Von diesen zehn Frauen mit Brustkrebs werden acht ein positives Mammogramm erhalten. Von den übrigen 990 Frauen ohne Brustkrebs, bekommen 99 ebenfalls ein positives Mammogramm. Wie viele der Frauen, deren Mammogramm positiv ausfällt, haben tatsächlich Brustkrebs?“

Die Frage ist nun viel einfacher zu beantworten: 8 von 107, oder etwa 8% der Frauen, die ein positives Mammogramm erhalten, haben tatsächlich Brustkrebs (siehe Abb. 1). 11 von 24 Ärzten nannten nun die korrekte Lösung, und die meisten der Befragten lagen in der richtigen Größenordnung [6]. Zahlreiche andere Studien bestätigen die einfachere Verständlichkeit natürlicher Häufigkeiten gegenüber bedingten Wahrscheinlichkeiten (z.B. [6, 9–11]). 3 Eigenschaften tragen maßgeblich zu dieser besseren Verständlichkeit bei. Erstens, wie schon im vorangehenden Abschnitt erläutert, machen Häufigkeitsangaben die Referenzklasse deutlich. „8 von 10“ kann man nicht sagen, ohne zu ergänzen, wer oder was denn diese 10 sind. Zweitens beinhalten natürliche Häufigkeiten Informationen über die Basisrate. Die Aussage, 10% der gesunden Frauen werden trotzdem ein positives Mammogramm erhalten, deutet einen kleinen Anteil an, verschleiert dabei jedoch, dass es sich um 10% von der großen Zahl der Gesunden handelt. „Von den übrigen 990 Frauen ohne Brustkrebs werden 99 dennoch ein positives Mammogramm erhalten“ bezieht sich genauso wie die Aussage „von den 10 Frauen mit Brustkrebs

² Die Zahlen in diesem Beispiel sind zur besseren Verständlichkeit gerundet.

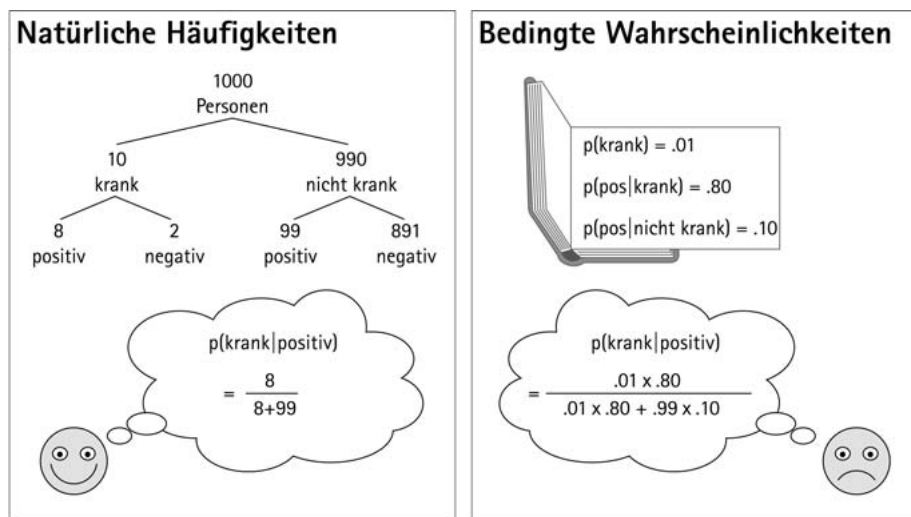


Abb. 1 Vergleich natürlicher Häufigkeiten mit bedingten Wahrscheinlichkeiten.

werden 8 ein positives Mammogramm erhalten“ auf die Ausgangsmenge von 1000 Frauen. So wird ersichtlich, dass relativ viele Frauen von falsch positiven Untersuchungsergebnissen betroffen sind. Und drittens machen natürliche Häufigkeiten die Berechnung bedingter Wahrscheinlichkeiten leichter. Dies geschieht einerseits durch die Verwendung ganzer Zahlen im Gegensatz zu Prozenten, die immer Fraktionen darstellen, andererseits durch weniger Rechenschritte (siehe Formeln in Abb. 1).

Die Darstellung natürlicher Häufigkeiten erleichtert Ärzten [6] und Medizinstudenten [9, 11] statistisches Denken. Statistisches Verständnis ist nicht nur Voraussetzung dafür, die Effizienz einer Testmethode beurteilen zu können und somit Grundlage für die ärztliche Patientenberatung, sondern erlaubt auch die aktive Mitwirkung der Patienten bei der Entscheidung, welche Behandlung sie für sich sinnvoll finden.

Relative Risiken

Frauen, die überlegen, am Mammographie-Screening teilzunehmen, lesen häufig in Informationsbroschüren [12, 13], dass sie durch regelmäßige Teilnahme ab dem 40. Lebensjahr ihr Risiko an Brustkrebs zu sterben um 25% reduzieren können. Diese 25% stellen eine relative Risikoreduktion dar. Das ist die relative Verringerung der Anzahl an Brustkrebstodesfällen bei Teilnehmerinnen am Mammographie-Screening, im Vergleich zu der Anzahl an Brustkrebstodesfällen bei Frauen, die nicht teilnehmen. Diese Prozentzahl macht jedoch keine Angabe über die zu Grunde liegenden Häufigkeiten. Wenn man sich die konkreten Häufigkeiten ansieht, wird deutlich, dass die Prozentzahl folgenden Zusammenhang ausdrückt: Von 1000 Frauen, die 10 Jahre lang regelmäßig am Screening teilnehmen, sterben drei an Brustkrebs; von 1000 Frauen die an keinem Screening teilnehmen, erliegen vier den Folgen des Mammakarzinoms (nach [2, 14, 15]). Der Unterschied zwischen vier und drei ist 25% – nach relativer Risikoreduktion.

Eine andere Darstellungsmöglichkeit dieses Zusammenhangs ist die absolute Risikoreduktion. Sie bezieht die konkreten Häufigkeiten mit ein, d. h. der Anteil der Frauen, die am Mammographie-Screening nicht teilnehmen und an Brustkrebs sterben minus die Frauen, die am Screening teilnehmen und dennoch an Brustkrebs sterben, bezogen auf die Anzahl aller teilnehmenden

Frauen. Die absolute Risikoreduktion kann als Häufigkeit angegeben werden „eine von 1000 Frauen wird gerettet“ oder also Wahrscheinlichkeit „die Risikoreduktion beträgt 0,1%“ (nach [2, 14, 15], Tab. 1).

Manchmal wird die Wirksamkeit einer Untersuchungsmethode auch als Anzahl notwendiger Behandlungen oder „numbers needed to treat“ angeführt. Diese Angabe bezieht sich auf die Anzahl der Patientinnen, die mit dieser Methode untersucht oder behandelt werden müssen, um ein Menschenleben zu retten. Sie leitet sich aus der absoluten Risikoreduktion ab und beträgt in unserem Mammographie-Beispiel 1000: 1000 Frauen müssen 10 Jahre regelmäßig am Screening teilnehmen, damit eine von ihnen vor dem Tod durch Brustkrebs gerettet wird.

Die Darstellung von Wirksamkeit in relativem Risikoformat ist beeindruckender – weil die Zahlen größer aussehen. Das zeigt auch eine britische Studie, bei der Gesundheitsbehörden sich eher bereit erklärten, Finanzierung für Gesundheitsprogramme zur Verfügung zu stellen, deren Nutzen als relative Risikoreduktion angegeben war, im Vergleich zu identischen Programmen, bei denen die absolute Risikoreduktion kommuniziert wurde [16]. Beim Verfassen von Informationsbroschüren, zum Beispiel zu Mammographie-Screening, wird von vielen Gesundheitsorganisationen die Angabe der relativen Risikoreduktion bevorzugt [12, 13], und – das ist nicht überraschend – auch Patientinnen sind eher bereit, an einer Behandlung teilzunehmen, wenn sie über die Vorteile in Form von relativen Risiken informiert wurden [2, 17]. Diese Befunde legen die Annahme nah, dass die Frauen den Nutzen des Mammographie-Screenings überschätzen, was in Befragungen bestätigt werden konnte [5, 18]. Wieder könnte es sich, wie oben schon gezeigt, um ein Missverständnis

Tab. 1 Überblick über den Nutzen von Mammographie-Screening [15]

Teilnahme am Mammographie-Screening?	Brustkrebs-Todesfälle innerhalb von 10 Jahren pro 1000 Frauen über 40
ja	3
nein	4

der Referenzklasse handeln: Patientinnen könnten annehmen, die 25% beziehen sich auf alle gescreenten Frauen, während die Prozentangabe tatsächlich auf die Anzahl der Todesfälle Bezug nimmt.

Ausblick

Statistisches Denken und Verstehen ist zu einer Grundvoraussetzung des mündigen Patienten, ja des mündigen Bürgers geworden. Risikoangaben begegnen uns zu jeder Zeit und in allen Lebenslagen. Wenn sie nicht klar und verständlich dargestellt sind, d. h. mit eindeutiger Bezugsmenge, kommt es häufig zu Missverständnissen. Das ist die Crux der in diesem Artikel beschriebenen Beispiele: Ob Einzelfallwahrscheinlichkeiten, bedingte Wahrscheinlichkeiten oder relative Risiken, alle diese Formate sind verwirrend, wenn die Referenzklasse nicht spezifiziert ist. Der Nebel der Verwirrung kann allerdings leicht gelichtet werden, wenn Wahrscheinlichkeiten in natürlichen Häufigkeiten kommuniziert werden, wie wir oben gezeigt haben. Eine kurze Faustregel, die hilft, unklaren Wahrscheinlichkeitsformaten auf die Spur zu kommen und sich vor möglicher Manipulation (durch die Darstellung von Risikoreduktion in relativen Zahlen im Gegensatz zu absoluter Risikoreduktion) zu schützen, ist zu fragen: „Prozent von WAS?“. Das „Was“ beantwortet die Frage nach der Referenzklasse und somit, worauf sich eine Angabe bezieht.

Damit verständliche Risikokommunikation mehr noch als bisher in die Praxis getragen wird, ist es notwendig, dass dieses Wissen in der medizinischen Ausbildung und Weiterbildung endlich die Aufmerksamkeit bekommt, die es verdient. Verständliche Informationen sind keine Garantie für eine erfolgreiche Kommunikation zwischen Arzt und Patient, aber eine Grundvoraussetzung um Patienten eine informierte Entscheidung über medizinische Maßnahmen zu ermöglichen.

Interessenkonflikte: keine angegeben.

Literatur

- ¹ Gigerenzer G, Hertwig R, den Broek E van, et al. "A 30% chance of rain tomorrow": How does the public understand probabilistic weather forecasts? *Risk Anal* 2005; 25: 623–629
- ² Gigerenzer G. *Reckoning With Risk: Learning To Live With Uncertainty*. Penguin Books, London UK 2002
- ³ Taz: 120 Prozent sicher. Dem THW Kiel fehlt nur noch ein Punkt zum Gewinn seiner elften deutschen Handball-Meisterschaft. In: Nr. 7671 vom 24.5.2005; 19
- ⁴ Hamm RM, Smith SL. The accuracy of patients' judgments of disease probability and test sensitivity. *J Fam Pract* 1998; 47: 44–52
- ⁵ Black WC, Nease Jr RF, Tosteson AN. Perceptions of breast cancer risk and screening effectiveness in women younger than 50 years of age. *J Natl Cancer Inst* 1995; 87: 720–731
- ⁶ Hoffrage U, Gigerenzer G. Using natural frequencies to improve diagnostic inferences. *Acad Med* 1998; 73: 538–540
- ⁷ Davison C, Macintyre S, Smith GD. The potential social impact of predictive genetic testing for susceptibility to common chronic diseases: A review and proposed research agenda. *Sociol Health Illn* 1994; 16: 340–371
- ⁸ Bar-Hillel M. The base-rate fallacy in probability judgments. *Acta Psychol* 1980; 44: 211–233
- ⁹ Kurzenhäuser S, Hoffrage U. Teaching Bayesian reasoning: An evaluation of a classroom tutorial for medical students. *Med Teach* 2002; 24: 531–536
- ¹⁰ Lindsey S, Hertwig R, Gigerenzer G. Communicating statistical evidence. *Jurimetrics* 2003; 43: 147–163
- ¹¹ Sedlmeier P, Gigerenzer G. Teaching bayesian reasoning in less than two hours. *J Exp Psychol Gen* 2001; 130: 380–400
- ¹² Kurzenhäuser S. Welche Informationen vermitteln deutsche Gesundheitsbroschüren über die Screening-Mammographie? *Z ärztl Fortb Qual* 2003; 97: 53–57
- ¹³ Slaytor E, Ward J. How risks of breast cancer and benefits of screening are communicated to women: Analyses of 58 pamphlets. *Brit Med J* 1998; 317: 263–265
- ¹⁴ Mühlhauser I, Höldke B. Übersicht: Mammographie-Screening – Darstellung der wissenschaftlichen Evidenz-Grundlage zur Kommunikation mit der Frau. Sonderbeilage *arznei telegramm* 1999; 10: 101–108
- ¹⁵ Nyström L, Larsson L-G, Wall S, et al. An overview of the Swedish randomised mammography trials: Total mortality pattern and the representativity of the study cohorts. *J Med Screen* 1996; 3: 85–87
- ¹⁶ Fahey T, Griffiths S, Peters TJ. Evidence based purchasing: understanding results of clinical trials and systematic reviews. *Brit Med J* 1995; 311: 1056–1060
- ¹⁷ Sarfati D, Howden-Chapman P, Woodward A, et al. Does the frame affect the picture? A study into how attitudes to screening for cancer are affected by the way benefits are expressed. *J Med Screen* 1998; 5: 137–140
- ¹⁸ Domenighetti G, D'Avanzo B, Egger M, et al. Women's perception of the benefits of mammography screening: Population-based survey in four countries. *Int J Epidemiol* 2003; 32: 816–821

Zur Person



Dipl.-Psych. Jutta Mata ist Stipendiatin der International Max Planck Research School LIFE und arbeitet am Max-Planck-Institut für Bildungsforschung in Berlin. Ihre Forschung umfasst Fragen der Gesundheitsinformation und Entscheidungen.