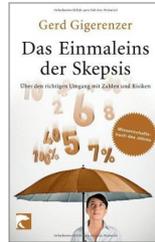


# Von Zahlenblindheit zur vorsorglichen/präventiven Brustamputation\*

Prof. Dr. Gerd Gigerenzer: "Das Einmaleins der Skepsis. Über den richtigen Umgang mit Zahlen und Risiken" II Ungewissheiten in der realen Welt verstehen. 5. Brustkrebs Screening: Von Zahlenblindheit zur Vorsorglichen Brustamputation. Seite 118-123. Berliner Taschenbuch 7. Auflage 2011 (2004). ISBN 978-3-8333-0041-7



Eine Kombination aus mangelndem Zahlenverständnis und Angst kann dazu beitragen, dass sich Frauen auch Therapien unterziehen, die sie ansonsten als unnötige Schwarzseherei oder sogar als gefährlich ablehnen würden.

Der Psychologe Robyn [Mason] Dawes [1936-2010] berichtete von einem dramatischen Fall, bei dem es um einen Chirurgen in Michigan ging, den eine Zeitung als Pionier in der Behandlung von Brustkrebs feierte [54]. Der Chirurg drängte alle Frauen über 30, jährlich ein Mammogramm [Brust-Röntgen] aufnehmen zu lassen. Außerdem empfahl er gesunden Frauen die Amputation der Brüste und deren Ersatz durch Silikonimplantate. Falls Sie seiner Argumentation nicht folgen können, mit der er dieses Vorgehen rechtfertigte, machen sie sich keine Sorgen – aber seien sie wachsam.

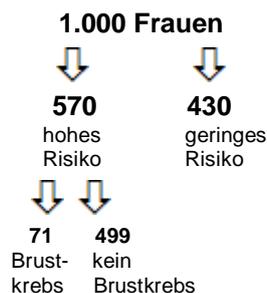
Der Chirurg behauptete, 57 % aller Frauen gehörten zu einer Gruppe, bei der das Risiko hoch sei, dass sich ein Brustkarzinom bildet, und 92 % aller Brustkarzinome würden in dieser Gruppe gefunden. Weiterhin erklärte er, in der Bevölkerung (ob mit hohem oder geringem Risiko) bekomme 1 von 13 Frauen Brustkrebs im Alter zwischen 40 und 59 Jahren. Daraus folgerte er, dass 1 von 2 oder 1 von 3 Frauen in der Risikogruppe im Alter zwischen 40 und 59 Jahren an Brustkrebs erkrankt.

Auf der Basis dieser „Schätzungen“ empfahl der Chirurg, dass Frauen, die zwar keinen Brustkrebs haben, aber zur Risikogruppe – das heißt zur Mehrheit der Frauen – gehören, sich prophylaktisch (vorsorglich) die Brüste amputieren lassen. Diese Maßnahme bewahre sie vor der Krebsgefahr und den damit verbundenen Konsequenzen, einschließlich dem Tod. Innerhalb von zwei Jahren entfernte er die „risikoreichen Brüste“ von neunzig Frauen, die keinen Krebs hatten, und ersetzte sie durch Silikonimplantate.

Diese Frauen ließen sich von dem Arzt überzeugen und glaubten vielleicht, sie opferten ihre Brüste in einem heroischen Tausch gegen die Gewissheit, ihr Leben zu retten und ihre Lieben vor Leid und Verlust zu bewahren.

Keine von ihnen und keiner ihrer Partner scheint die Zahlen und die Argumente des Chirurgen hinterfragt zu haben.

Um zu überprüfen, ob seine Überlegungen vernünftig ist, zeichnen wir ein Baumdiagramm (siehe **Abbildung 5.3**). Stellen Sie sich 1.000 Frauen vor. Laut dem Chirurgen gehören hiervon 57 %, also 570 Frauen, zu Risikogruppe. Weiterhin sollten 77 der 1.000 Frauen (nämlich 1 von 13) an Brustkrebs erkranken; von diesen sollten 92 %, also 71 Frauen, zur Risikogruppe gehören. Somit sollten 71 der 570 Frauen in der Risikogruppe Brustkrebs bekommen. Das aber entspricht ungefähr dem Anteil 1 von 8 – nicht jedoch 1 von 2 oder 1 von 3, wie der Chirurg behauptete.



**Abbildung 5.3:** Ein Chirurg versichert Patientinnen mit „hohem Risiko“, dass jeweils eine von zwei oder drei Brustkrebs bekommen würde. Stellt man seine Aussagen in Form von natürlichen Häufigkeiten [1] dar, so sieht man, dass dies nicht der Fall sein kann (siehe Text).

### Jetzt sehen wir den Fehler in der Argumentation:

Der Chirurg zog aus den von ihm angegebenen Risiken die falschen Schlüsse. Ebenso beunruhigend ist, dass die Zahlen, die er für seine Berechnungen heranzog, unrealistisch hoch sind. Das Risiko ist für Frauen zwischen 40 und 50 deutlich niedriger als 1 von 13.

**Tabelle 5.4** zeigt beispielsweise, dass **36 von je 1.000 Frauen [III]**, also etwa **1 von 27 oder 28** in diesem Alter Brustkrebs [V] bekamen. Mit diesem realistischeren Wert würde man erwarten, dass **nur 1 von 17 Frauen aus der "Risikogruppe" im Alter zwischen 40 und 59 Jahren an Brustkrebs erkrankt [55]**.

Diese Überlegung lässt vermuten, dass von den 90 Frauen, denen der Chirurg vorsorglich die Brüste amputierte, 85 keinen Brustkrebs bekommen hätten. (Und von den übrigen 5 Frauen hätte man einige vermutlich schonender behandeln können – zum Beispiel durch Tumorektomie, also Entfernung des betroffenen Gewebes.)

In diesem drastischen Fall wirkten die **ZAHLENBLINDHEIT** des Chirurgen und die seiner Patientinnen zusammen, und die Konsequenzen waren tragisch – für die Patientinnen.

ALTER	ANZAHL lebender FRAUEN zu Beginn des Zeitraums	Fälle von Brustkrebs	Todesfälle durch Brustkrebs	Todesfälle durch kardio-vaskuläre Erkrankungen	Todesfälle durch andere Ursachen
0-9	<b>1.000</b>	0	0	0	7
10-19	993	0	0	0	2
20-29	991	0	0	0	3
30-34	988	1	0	0	2
35-39	986	3	0	0	3
40-44	983	5	1	1	4
45-49	977	8	2	1	6
50-54	968	11	3	2	11
55-59	952	12	3	5	15
60-64	929	12	3	9	25
65-69	892	14	4	16	36
70-74	836	13	5	28	51
75-79	752	11	6	52	70
80-84	624	9	6	89	95
≥ 85	434	5	7	224	203

**Tabelle 5.4:** Das Risiko von Frauen, an Brustkrebs und kardiovaskulären Leiden zu erkranken, und die Bedeutung der Zahl „1 von 10“. Die Werte stammen aus dem Krebsregister von Ontario/Kanada (nach Phillips et al., 1999) [II]

"Die Wahrscheinlichkeit für gute Ideen ist und bleibt leider eine große Unbekannte. Und auch die inhärenten methodischen Probleme randomisierter Studien bleiben weiterhin bestehen. Wir sind der Überzeugung, dass die Statistik [IV], zumindest so, wie sie heute angewandt wird, eine Sackgasse für die Forschung ist."

Aus: Prof. Dr. Hans Peter Beck Bornholdt, Priv.-Doz. Hans Hermann Dubben  
„Der Schein der Weisen – Irrtümer und Fehlurteile im täglichen Denken“  
Seite 255, ROWOHLT 2003

### Worin liegt der tatsächliche Nutzen einer prophylaktischen Brustamputation?

Hierzu wurde vor kurzem eine Studie an 639 Frauen (1999) durchgeführt, in deren Familie schon Brustkrebs vorgekommen war und die sich an der Mayo-Klinik in Minnesota vorsorglich beide Brüste hatten abnehmen lassen [56]. Die Frauen wurden in 2 Gruppen eingeteilt: mit hohem Risiko (z.B. mit Mutationen der Brustkrebs-Gene BRCA1 und BRCA2 oder mit Brustkrebsfällen bei mindestens einer Verwandten 1. Grades) bzw. mit mäßigem Risiko. Ihr mittleres Alter bei der Operation betrug 42 Jahre, und in der Studie wurde durchschnittlich 14 Jahre später festgestellt, wie es ihnen ergangen war.

Das Ergebnis ist in **Tabelle 5.5** dargestellt. Sie zeigt auch **3 Möglichkeiten, das Resultat auszudrücken**. Beispielsweise verminderte in der **Gruppe mit hohem Risiko** die vorsorgliche Brustamputation das Sterberisiko um 80 % oder aber um 4 % - je nachdem, ob die **relative** oder die **absolute Risiko-reduktion** angegeben wird. Gibt man jeweils an, **wie viele Behandlungen notwendig sind [NNT\*], um ein Leben zu retten**, dann wurde in der Gruppe mit hohem Risiko eines von 25 Menschenleben gerettet, während die übrigen 24 von der vorsorglichen Brustamputation keinen Nutzen hatten (weil die meisten Frauen in der Gruppe mit hohem Risiko nicht an Brustkrebs sterben, auch wenn sie sich keine Brust abnehmen ließen, und weil einige Frauen an Brustkrebs starben, obwohl ihnen beide Brüste amputiert wurden).

In der **Gruppe mit mäßigem Risiko** wurde einer von 42 Frauen durch die Operation das Leben gerettet; das bedeutet aber auch, dass sich 41 von 42 Frauen die Brüste abnehmen ließen, ohne einen Nutzen davon zu haben.

Alle Frauen, die eine vorsorgliche Brustamputation erwägen, sollten diese Zahlen kennen, damit sie ihre Entscheidung auf konkreten Informationen gründen können. Zudem sollten sie die wirkliche Bedeutung dieser Zahlen beurteilen können. Sie sollten also den Unterschied zwischen der absoluten und der relativen Risikoreduktion kennen, wie auch die Anzahl der Behandlungen, die notwendig sind, um ein Leben zu retten.

Die relative Risikoreduktion [80 %, 4 von 5 Frauen gerettet!] wirkt wesentlich beeindruckender – [in die Irre führender!], als etwa die absolute Risikoreduktion [4%, 4 von 100 Frauen gerettet!]. Wie diese Studie an 639 Frauen zeigte, kann die vorsorgliche Brustamputation Menschenleben retten.

Gleichzeitig aber ergab die Studie, dass es keine wirkliche Gewissheit gibt, denn 7 Frauen bekamen trotz der Amputation Brustkrebs, und bei der großen Mehrheit der behandelten Frauen nahm die Lebensqualität ab, ohne dass durch die Operation ihr Leben verlängert wurde.

NUTZEN DER VORSORGLICHEN BRUSTAMPUTATION		
TODESFÄLLE (pro 100 Patientinnen)		
BEHANDLUNG	GRUPPE mit HOHEM RISIKO	GRUPPE mit GERINGEM RISIKO
Vorsorgliche Brustamputation [BA]	1	0
Kontrollgruppe (keine BA)	5	2,4

**DREI MÖGLICHKEITEN, DEN NUTZEN DARZUSTELLEN**

**GRUPPE MIT HOHEM RISIKO**

- Absolute Risikoreduktion:** Die vorsorgliche Brustamputation senkt die Anzahl der Frauen, die an Brustkrebs sterben, von 5 auf 1 pro 100 Patientinnen. Die absolute Risikoreduktion beträgt also 4 von 100, und das entspricht 4%.
- Relative Risikoreduktion:** Die vorsorgliche Brustamputation senkt die Wahrscheinlichkeit eines Todesfalls durch Brustkrebs um 80 % (denn es werden 4 von 5 Frauen gerettet, was 80 % entspricht).
- Anzahl der notwendigen Behandlungen [NNT\*]:** Es müssen 25 Patientinnen einer vorsorglichen Brustamputation unterzogen werden, damit ein Menschenleben gerettet wird.

**GRUPPE MIT GERINGEM RISIKO**

- Absolute Risikoreduktion:** Die vorsorgliche Brustamputation senkt die Anzahl der Frauen, die an Brustkrebs sterben, von 2,4 auf 0 pro 100 Patientinnen. Die absolute Risikoreduktion beträgt also 2,4 von 100, und das entspricht 2,4 %.
- Relative Risikoreduktion:** Die vorsorgliche Brustamputation senkt die Wahrscheinlichkeit eines Todesfalls durch Brustkrebs um 100 %
- Anzahl der notwendigen Behandlungen [NNT\*]:** Es müssen 42 Patientinnen einer vorsorglichen Brustamputation unterzogen werden, damit ein Menschenleben gerettet wird.

\*NNT - Number Needed to Treat ("Anzahl der notwendigen Behandlungen"). Die NNT ist eine statistische Kennzahl, die angibt, wie viele Patienten mit einer bestimmten Krankheit über einen bestimmten Zeitraum (z.B. 1Jahr) behandelt werden müssen, um bei einem Patienten ein Krankheitsereignis/Tod zu verhindern. Daher ist die NNT ein Maß für die Wirksamkeit einer Therapie. Ein Beispiel: Wenn durch 2-jähriges Mammographie-Screening (ab 49.Lj) das Leben 1 von 1.000 teilnehmenden Frauen gerettet wird, so ist NNT gleich 1.000. Anders ausgedrückt: Die übrigen 999 Frauen haben keinen Nutzen im Sinne einer Sterblichkeitsminderung.

**Tabelle 5.5:** Verschiedene Möglichkeiten, denselben Nutzen (die Verminderung der Sterblichkeit durch Brustkrebs) der vorsorglichen Brustamputation zu beschreiben (siehe Text). Alle 3 Darstellungen des Ergebnisses sind korrekt. Aber sie können einen unterschiedlich hohen Nutzen vermuten lassen und die Entscheidung über eine vorsorgliche Brustamputation beeinflussen.

Die absolute Risikoreduktion ist der Anteil der Patientinnen, der ohne vorsorgliche Brustamputation stirbt, abzüglich des Anteils der Patientinnen, der trotz dieser Behandlung stirbt. Die relative Risikoreduktion ist gleich der absoluten Risikoreduktion, dividiert durch den Anteil der Patientinnen, der ohne Behandlung stirbt. Die Anzahl der notwendigen Behandlungen [NNT\*] bei Patientinnen der Gruppe mit hohem Risiko beträgt 25, denn 4 von 100 (bzw. 1 von 25) Patientinnen werden durch die vorsorgliche Brustamputation gerettet.



**Aus:** Prof. Dr. Gerd Gigerenzer (b.1947, deutscher Psychologe, Risikoforscher):  
"Das Einmaleins der Skepsis. Über den richtigen Umgang mit Zahlen und Risiken"  
II Ungewissheiten in der realen Welt verstehen. 5. Brustkrebs Screening.  
Von Zahlenblindheit zur Vorsorglichen Brustamputation. Seite 118-123.  
Berliner Taschenbuch 7. Auflage 2011 (2004). ISBN 978-3-8333-0041-7  
Originalausgabe: „Calculated Risks: How to Know When Numbers Deceive You“  
Simon & Schuster, New York 2002  
Tabelle 5.4 Seite 114  
Tabelle 5.5 Seite 122

**54 Dawes (1986, 2001)**

R. M. Dawes (1986): „Representative thinking in clinical judgment“ Clinical Psychology Review 6, S. 425-441  
R. M. Dawes (1990): „The Potential Nonfalsity of the False Consensus Effect“, in R. M. Hogarth: „Insights in Decision Making: A Tribute to Hillel J. Einhorn“ Chicago: The University of Chicago Press, s. 179-199  
R. M. Dawes (1994): „House of Cards: Psychology and Psychotherapy Built on Myth“ New York: The Free Press  
R. M. Dawes (2001): „Everyday Irrationality: How Pseudoscientists, Lunatics, and the Rest of Us Fail to Be Rational“ Boulder Colorado: Westview Press, 2001.

**55 Stellen wir uns 1.000 Frauen vor. 36 Frauen haben Brustkrebs, und 33 dieser 36 (also 92 %) gehören zur „Risikogruppe“. Somit werden 33 von 570 Frauen der Risikogruppe Brustkrebs bekommen; das entspricht einem Anteil von etwa 1 zu 17. Genauere Informationen zur Altersbezogenen Wahrscheinlichkeit, dass sich Brustkrebs bildet, bietet E. Marshall (1993)**

E. Marshall (1993): „Epidemiology. Search for a killer: focus shifts from fat to hormones“ Science 29 January 1993: Vol. 259 no. 5095 pp. 618-621. DOI: 10.1126/science.8430308

E. Marshall (1996): „Prevention. How much harm? How much benefit? 3. Physical, psychological and social harm“ CMAJ. 1996 July 15; 155(2): 169–176.

**56 Hartmann et al. (1999); Hamm, Lawler und Scheid (1999)**

L. C. Hartmann et al (1999): „Efficacy of Bilateral Prophylactic Mastectomy in BRCA1 and BRCA2 Gene Mutation Carriers“ NEJM 340, S. 77-84

R. M. Hamm, F. Lawler, D. Scheid (1998): „The accuracy of patients' judgments of disease probability and test sensitivity and specificity“ J Fam Pract. 1998 Jul;47(1):44-52.

[Ergänzungen] durch Dr.med. Alois Dengg, A-6290 Mayrhofen im Zillertal, Hollenzen 100. [www.draloisdengg.at](http://www.draloisdengg.at)

## ERGÄNZUNGEN:

\* Bei der vorsorglichen/präventiven Brustamputation entfernen Spezialisten den Brustdrüsenkörper und die Milchgänge der beiden Brüste, in dem Brustkrebs entstehen könnte. Die Brustwarze und die Haut über dem Drüsenkörper können erhalten bleiben.



Quelle: [www.netdoktor.at/krankheit/brustkrebs-7459](http://www.netdoktor.at/krankheit/brustkrebs-7459)

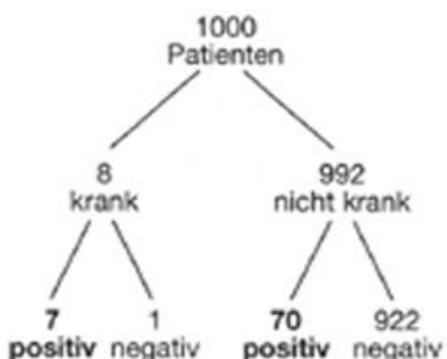
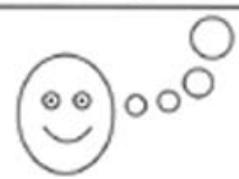
[I] Aus: <http://gaebler.info/lesen/gigerenzer.htm>

Auszug aus: Gerd Gigerenzer: "Das Einmaleins der Skepsis" Über den richtigen Umgang mit Zahlen und Risiken“ Berlin Verlag 2002. Seite 70 - 73

Warum fördert es das Verständnis, wenn man die Informationen nicht als Wahrscheinlichkeiten oder Prozentsätze, sondern als **natürliche Häufigkeiten** angibt?

Das hat zwei Gründe. Zum einen ist die Berechnung einfacher, denn die Darstellung erledigt sie schon teilweise. Der zweite Grund liegt in der Evolution unseres Gehirns und der Entwicklung unseres Denkens: **Unser Verstand ist eben an natürliche Häufigkeiten angepasst.**

**Abbildung**

Natürliche Häufigkeiten	Wahrscheinlichkeiten
 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <math display="block">p(\text{krank} \mid \text{pos}) = \frac{7}{7 + 70}</math> </div> 	 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <math display="block">p(\text{krank} \mid \text{pos}) = \frac{0,008 \times 0,90}{0,008 \times 0,90 + 0,992 \times 0,07}</math> </div> 
<p>Die <b>Verwendung der natürlichen Häufigkeiten</b> erleichtert Berechnungen nach der Bayes'schen Regel. Der fröhlichen Person links wurden die natürlichen Häufigkeiten genannt, und sie konnte sehr leicht die Wahrscheinlichkeit ermitteln, mit der die Krankheit wirklich vorliegt, wenn der Test positiv ausfiel. Sie musste nämlich nur auf zwei Zahlen achten: erstens die Anzahl (<math>a = 7</math>) der Patienten mit positivem Test und der Krankheit und zweitens die Anzahl (<math>b = 70</math>) der Patienten mit positivem Test und ohne Krankheit. Die verwirrte Person rechts erhielt dieselben Informationen jedoch in Form von Wahrscheinlichkeiten und hatte große Mühe.</p>	

Die [Abbildung](#) illustriert den Unterschied zwischen der Angabe von **natürlichen Häufigkeiten** und der von **Wahrscheinlichkeiten**. Links ist ein "Baum" mit den natürlichen Häufigkeiten zu sehen. In dieser Form lernen Menschen statistische Informationen durch direkte Beobachtung. Rechts sind die gleichen Informationen in Form von Wahrscheinlichkeiten angegeben, wie es in den meisten medizinischen Lehrbüchern der Fall ist.

Die Formeln in den Denkblasen zeigen die Berechnungen, die erforderlich sind, um die jeweils gestellte Frage zu beantworten.

Beide Gleichungen sind Versionen der Bayes'schen Regel, benannt nach dem anglikanischen Geistlichen Thomas Bayes (1702?-1761), dem ihre Entdeckung zugeschrieben wird. Man sieht, dass sich die Wahrscheinlichkeit einer Erkrankung bei einem positiven Test leichter berechnen lässt, wenn die Information in natürlichen Häufigkeiten gegeben wird:

$$p(\text{krank} \mid \text{pos}) = \frac{a}{a + b}$$

Bayes'sche Regel für natürliche Häufigkeiten

Hier steht "**p**" für "**probability**" (englisch für Wahrscheinlichkeit), und der senkrechte Strich "|" vor "**pos**" steht für "**gegeben**" ein positives Testergebnis, das heißt, "**wenn ein positives Testergebnis vorliegt**".

In linken Abbildung steht **a** für die Zahl der Personen, die positiv getestet wurden und erkrankt sind (7),

und **b** für diejenigen, die positiv getestet wurden und nicht erkrankt sind (70). Nimmt man dagegen die Wahrscheinlichkeiten, wird die Berechnung schwieriger:

$$p(\text{krank} \mid \text{pos}) = \frac{p(\text{krank}) p(\text{pos} \mid \text{krank})}{p(\text{krank}) p(\text{pos} \mid \text{krank}) + p(\text{nicht krank}) p(\text{pos} \mid \text{nicht krank})}$$

Bayes'sche Regel für bedingte Wahrscheinlichkeiten

Diese Gleichung entspricht genau der vorigen, einfacheren Formel mit den natürlichen Häufigkeiten. Beide Brüche zeigen den Anteil richtig-positiver Tests (im Zähler) von allen positiven Tests (im Nenner). Im Unterschied zur ersten Formel ist hier jede natürliche Häufigkeit durch das Produkt zweier Wahrscheinlichkeiten ersetzt, weshalb die Berechnung weitaus komplizierter wird. Diese Wahrscheinlichkeiten sind in der folgenden [Tabelle](#) näher erklärt:

<b>Tabelle</b>		
	Krankheit	
	<i>Ja</i>	<i>Nein</i>
Testergebnis		
<i>Positiv</i>	Sensitivität	Falsch-positiv-Rate
<i>Negativ</i>	Falsch-negativ-Rate	Spezifität

**Ein Test, beispielsweise ein Mammogramm, kann vier Ergebnisse haben:**  
 positiv bei Vorliegen der Krankheit, positiv ohne Krankheit, negativ bei Vorliegen der Krankheit sowie negativ ohne Krankheit. Die Anteile, mit denen diese vier Ergebnisse auftreten, nennt man **Sensitivität** oder **Richtig-positiv-Rate**, **Falsch-positiv-Rate**, **Falsch-negativ-Rate** und **Spezifität** oder **Richtig-negativ-Rate**. Die beiden grau unterlegten Felder repräsentieren die beiden möglichen Fehler. Die Häufigkeit von richtig-positiven Ergebnissen ist **a** und die von falsch-positiven Ergebnissen ist **b** (siehe Text).

**Ein Test kann generell 4 Ergebnisse haben.** Wenn eine Person eine Krankheit hat, kann der Test entweder positiv (**richtig-positiv**) oder auch negativ (**falsch-negativ**) ausfallen. Die Wahrscheinlichkeit  $p(\text{pos} \mid \text{krank})$  ist die **Sensitivität** (Empfindlichkeit) des Tests. Die Sensitivität der Mammographie entspricht dem Anteil der positiven Mammogramme von allen Mammogrammen bei Frauen, die wirklich Brustkrebs haben. Diese **Richtig-positiv-Rate der Mammographie** liegt normalerweise zwischen 80 und 95 Prozent, mit niedrigeren Werten bei jüngeren Frauen. Die **Sensitivität** und die **Falsch-negativ-Rate** summieren sich stets zu 1.

Wenn eine Person dagegen die Krankheit nicht hat, kann der Test entweder positiv (**falsch-positiv**) oder negativ (**richtig-negativ**) ausfallen. Auch die **Falsch-positiv-Rate** und die **Spezifität** (die **Richtig-negativ-Rate**) summieren sich stets zu 1.

Die Wahrscheinlichkeit  $p(\text{pos} \mid \text{nicht krank})$  ist die **Falsch-positiv-Rate** dieses Tests. Im Falle der Mammographie entspricht sie also dem Anteil der positiven Mammogramme von allen Mammogrammen bei Frauen, die in Wahrheit keinen Brustkrebs haben. Sie liegt etwa zwischen 5 und 10 Prozent, mit höheren Werten bei jüngeren Frauen.

Die beiden falschen unter diesen vier Ergebnissen sind in der [Tabelle](#) grau unterlegt. Die Anteile der beiden Fehler hängen voneinander ab: Wenn man die **Falsch-positiv-Rate** eines Tests verringert, so erhöht man die **Falsch-negativ-Rate** und umgekehrt.

Die vier Wahrscheinlichkeiten in der [Tabelle](#) heißen bedingte Wahrscheinlichkeiten, weil sie die Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses (z. B. eines positiven Mammogramms) für den Fall angeben, dass ein anderes Ereignis eingetreten ist oder eine bestimmte Bedingung erfüllt ist (z. B. das Vorliegen von Brustkrebs). [Bedingte Wahrscheinlichkeit  $p(A/B)$ : Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Ereignis A eintritt, wenn ein Ereignis B eingetreten ist, wird normalerweise als  $p(A/B)$  geschrieben. Ein Beispiel dafür ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein Screening – Mammogramm positiv ausfällt, wenn Brustkrebs vorliegt; die bedingte Wahrscheinlichkeit beträgt 0,9. Wenn eine Frau Brustkrebs hat, dann beträgt die Wahrscheinlichkeit 90%, dass das "Brust-Röntgen" (Mammogramm) positiv ist! (siehe: [www.mammographie-screening.de](http://www.mammographie-screening.de))

Die nicht bedingte Wahrscheinlichkeit  $p(\text{krank})$  ist der Grundanteil der Krebskranken an der betrachteten Bevölkerungsgruppe. Im Unterschied zu Grundanteilen führen bedingte Wahrscheinlichkeiten regelmäßig zur Verwirrung.

Inzwischen verstehen wir sehr genau, warum das so ist. Wenn man eine **natürliche Häufigkeit** in eine bedingte Wahrscheinlichkeit umrechnet, entfernt man dabei die Information über den Grundanteil (man nimmt eine so genannte Normalisierung vor). Der Vorteil dieser Normalisierung besteht darin, dass die resultierenden Werte stets im Bereich zwischen 0 und 1 liegen. Wenn man jedoch aus Wahrscheinlichkeiten Schlüsse zieht (anstatt aus natürlichen Häufigkeiten), dann muss man die Grundanteile wieder hineinbringen, indem man die Wahrscheinlichkeiten der Ereignisse mit den jeweiligen Grundanteilen multipliziert.

**Fassen wir zusammen:** **Natürliche Häufigkeiten** erleichtern es uns, aus numerischen Informationen die richtigen Schlussfolgerungen zu ziehen. Diese Form der Information erledigt dabei schon einen Teil der Arbeit, denn wir müssen nicht erst bedingte Wahrscheinlichkeiten mit dem Grundanteil multiplizieren. Das bedeutet, die Einsicht wird sozusagen von außen mitgeliefert.

[II] KA Phillips, G. Glendon, JA Knight: „Putting the risk of breast cancer in perspective“ N Engl J Med. 1999 Jan 14;340(2):141-4.

[III] Statistik AUSTRIA: Brust (C50) - Krebsinzidenz (Neuerkrankungen pro Jahr), Österreich ab 1983

Brust (C50) - Krebsinzidenz (Neuerkrankungen pro Jahr), Österreich ab 1983

Jahr	absolute Zahlen <sup>1)</sup>			altersstandardisierte Raten <sup>2)</sup>			kumulative Raten <sup>3)</sup>		
	Insgesamt	Männer	Frauen	Insgesamt	Männer	Frauen	Insgesamt	Männer	Frauen
1983	3.380	34	3.346	32,4	0,8	56,4	3,4	0,1	5,8
1984	3.595	28	3.567	34,1	0,6	59,6	3,5	0,1	6,2
1985	3.542	34	3.508	33,5	0,8	58,5	3,4	0,1	6,0
1986	3.474	34	3.440	32,5	0,8	56,7	3,3	0,1	5,8
1987	3.604	31	3.573	33,9	0,7	59,7	3,5	0,1	6,1
1988	4.017	32	3.985	37,4	0,7	65,9	3,8	0,1	6,8
1989	4.074	21	4.053	37,6	0,4	66,7	3,8	0,0	6,8
1990	3.833	36	3.797	35,1	0,8	62,1	3,6	0,1	6,3
1991	3.951	23	3.928	36,3	0,5	65,0	3,7	0,1	6,7
1992	4.151	30	4.121	37,2	0,6	66,4	3,8	0,1	6,8
1993	4.460	43	4.417	40,0	0,9	71,6	4,1	0,1	7,3
1994	4.436	32	4.404	39,4	0,7	70,8	4,0	0,1	7,2
1995	4.436	35	4.401	39,4	0,7	71,4	4,0	0,1	7,4
1996	4.653	29	4.624	40,3	0,6	72,8	4,1	0,1	7,5
1997	4.937	52	4.885	42,7	1,0	77,4	4,3	0,1	8,0
1998	4.789	48	4.741	41,2	0,9	75,1	4,1	0,1	7,7
1999	4.664	38	4.626	40,0	0,7	73,4	4,0	0,1	7,4
2000	4.852	41	4.811	40,6	0,8	74,6	4,1	0,1	7,7
2001	5.025	42	4.983	42,1	0,8	78,0	4,3	0,1	8,1
2002	4.909	48	4.861	40,3	0,8	74,7	4,1	0,1	7,8
2003	4.982	57	4.925	40,2	1,0	74,5	4,2	0,1	7,9
2004	5.023	67	4.956	40,2	1,2	74,7	4,1	0,1	7,8
2005	4.947	51	4.896	38,9	0,9	72,7	4,0	0,1	7,5
2006	4.974	58	4.916	38,9	1,0	72,7	3,9	0,1	7,5
2007	5.466	49	5.417	41,8	0,8	78,4	4,3	0,1	8,1
2008	5.016	42	4.974	38,1	0,7	71,9	4,0	0,1	7,6
2009	5.082	46	5.036	37,5	0,7	70,6	3,9	0,1	7,4
2010	5.105	47	5.058	37,4	0,7	70,6	4,0	0,1	7,6

**Quelle:** STATISTIK AUSTRIA, Österreichisches Krebsregister (Stand 24.09.2012). Erstellt am: 05.10.2012. [www.statistik.at/](http://www.statistik.at/)

1) Maligne invasive Fälle, inkl. DCO-Fälle.

2) Jeweils auf 100.000 Personen / Männer / Frauen, Standardbevölkerung = WHO-Weltbevölkerung, 2001.

3) Erkrankungsrisiko bis zum 75. Lebensjahr in Prozent.

#### **[IV] Mathematik und Medizin – Statistik**

Besonders auf dem Feld der Mathematik wirkt sich in der Medizin Halbwissen fatal aus. Weil wir es zumeist mit komplizierten Zusammenhängen zu tun haben, brauchen wir Spezialisten, die helfen, sich in den Untiefen der Statistik zurechtzufinden.

Spezialisten, die Mathematik studiert haben, oder andere Naturwissenschaftler, die über ein ausgeprägtes mathematisches Wissen verfügen. Diesen Spezialisten kommt eine Schlüsselrolle in der modernen Medizin zu. Sie haben das Wissen, in Studien große Datenmengen solide zu beurteilen und uns Ärzte zu informieren, welche Rückschlüsse über die Wirkung einer Therapie zu ziehen sind und welche nicht.

Wir Ärzte sind Experten, wenn es darum geht, Forschungsergebnisse mit der Wirklichkeit abzugleichen und im konkreten Patientenfall zu beurteilen. Dazu braucht es Erfahrung, eine gute Beobachtungsgabe und die Fähigkeit, den eigenen Weltanschauungen immer wieder zu misstrauen. Ähnlich dem alten Angler in unserem Forellenbeispiel ["guter Fischköder"] sollten wir Empfehlungen, die Experten anderer Fachgebiete aufgrund der Ergebnisse von Studien fachgerecht erstellt haben, in der Wirklichkeit überprüfen. Das können nur Ärzte, die auch jahrelang Patienten behandelt haben.

Ganz bestimmt sind diejenigen Mediziner überfordert, die einen Fulltimejob in der Klinik haben und zwischen 2 anstrengenden Nachtschichten gleichzeitig auch noch Forschung betreiben müssen. Viel solidere Forschung dürften wir erwarten, wenn sie von jemandem gemacht wird, der 1 bis 2 Jahre von der Arbeit in der Klinik freigestellt ist. Das schließt leidenschaftliches Arbeiten nicht aus, jedoch der Einmischung von Chefärzten, die nicht entsprechend ausgebildet sind, aber schnell noch ein passendes Forschungsergebnis für den nächsten Kongress benötigen.

Das gilt auch für mich. Auch ich habe keine naturwissenschaftliche Zusatzausbildung. Aber ich habe mich eingehend mit Biometrie und Ernährungsphysiologie befasst, sodass ich zumindest erkennen kann, ob und wann ich Fachleute aus anderen Gebieten zur Beratung hinzuziehen muss. Und erstaunlicherweise sind schon geringe Kenntnisse ausreichend, um die Schwächen viel zu vieler Studien zu sehen, so banal und leicht zu entlarven sind die Manipulationen. Manchmal wünschte ich mir den systematischen Irrsinn in der modernen wissenschaftlichen Medizin raffinierter, dann hätte man wenigstens eine Erklärung dafür, dass er nicht längst aufgefliegen ist und sanktioniert wird.

Bereits 1919 verfasste übrigens der bekannte Psychiater Eugen Bleuler [2] eine Schrift mit dem Titel *Das autistisch-undisziplinierte Denken in der Medizin und seine Überwindung*. Wahrscheinlich würde sich der Autor kaum wundern, erführe er, dass sein Buch auch heute noch Gültigkeit besitzt.

Es ist wohl kaum übertrieben, zu behaupten, dass die in den Berufsgenen verankerte Überschätzung von Ärzten in Bezug auf ihre naturwissenschaftlichen Fähigkeiten für einen beträchtlichen Teil schlechter Medizin verantwortlich zu machen ist [1]. ...

Im wissenschaftlichen Wettstreit stellt die STATISTIK für die Interpretation und die Darstellung von Studienergebnissen die wichtigste Waffe dar. Immer wenn ein Medikament, eine Therapie oder eine Ernährungsweise empfohlen wird, gilt die Empfehlung als unangreifbar, wenn sie statistisch "bewiesen" wurde. Dabei wendet die wissenschaftliche Medizin seit vielen Jahren die *Methode der statistischen Wahrscheinlichkeitsrechnung* an. Doch Statistik hat Regeln, die zumindest in minimaler Weise eingehalten werden müssen, sonst könnte man ebenso gut würfeln, um etwas zu "beweisen". Wenn ich bei hundert Patienten ein neues Medikament A teste und es bei 60 Patienten besser wirkt als das alte Medikament B, dann scheint bewiesen zu sein, dass A besser wirkt als B. *Ist doch logisch, oder etwa nicht?* Ein anderes Beispiel: Angenommen, man untersucht die Ernährungsgewohnheiten in Hamburg und in Stuttgart und schaut gleichzeitig, welche Krankheiten in diesen Städten auffallen. Dabei wird festgestellt, dass die Hamburger weniger Fußpilz haben und mehr Fisch essen. Also erhalten die fußpilzkranken Stuttgarter die Empfehlung, weniger Spätzle und mehr Fisch zu essen, um sich vor Fußpilz zu schützen. *Klingt ebenfalls logisch, und dennoch "beweist" diese Art von Studienergebnissen erst einmal überhaupt nichts.* Im Falle des Medikaments kann das Ergebnis schlicht und ergreifend ZUFALL sein. Es ist durchaus möglich, dass Medikament A gar nicht besser ist als B und trotzdem zufällig als besser gemessen wurde (Fehler erster Art oder falsch positives Ergebnis). In einem anderen Experiment wird Medikament A Vielleicht als weniger wirksam gemessen, obwohl es in Wirklichkeit besser ist (Fehler zweiter Art oder falsch negatives Ergebnis). Und die Fußpilz-Fisch-Studie sagt nicht mehr aus als die Beobachtung, dass es weniger Störche und weniger Geburten [Korrelation] gibt. Hier würde ja auch niemand auf die Idee kommen, dass Störche und Geburten in einem ursächlichen Zusammenhang [Kausalität] stehen. *Dennoch sind in den letzten 60 Jahren unzählige Therapien und Empfehlungen auf diesem ungenügenden Niveau statistisch "bewiesen" und in Behandlungen umgesetzt worden.* Spätestens seit den Achzigerjahren regen sich selbst in Medizinerkreisen immer mehr kritische Stimmen, dass es so nicht weitergehen kann und man Statistik richtig anwenden muss, um den Zufall weitgehend auszuschließen. Dummerweise sind mit solchen zweifelhaften "Beweisen" aber viele Personen in Amt und Würden gekommen und zahlreiche Medikamente und Produkte entwickelt worden, mit denen heute viel Geld verdient wird. Deshalb tut sich die Medizin schwer, QUALITÄTSKONTROLLEN für die statistische Interpretation von Studien durchzusetzen, denn vieles würde sich schon bald als nutzlos herausstellen. Deshalb gibt es noch immer Publikationen, die Cholesterinsenkung allgemein empfehlen oder die bewiesen haben wollen, dass fettarme Ernährung gesund ist. Es geht nun mal um Karrieren und finanzielle Abhängigkeiten, und da will man sich nicht mit den Platzhirschen und Marktführern anlegen. Für den systematischen Fehler, der dadurch entsteht, dass Veröffentlichungen von Gutachten und Redakteuren der Fachzeitschriften viel positiver bewertet werden und damit leichter gedruckt werden, wenn sie Lehrmeinungen und Trends bestätigen, selbst dann, wenn es angebrachter wäre, kritisch zu sein, gibt es sogar einen Fachbegriff: "Publication Bias". Eine weitere Tatsache ignoriert die moderne Medizin allerdings bis heute: *Statistik, selbst wenn sie korrekt angewandt wird, kann aus sich heraus nichts beweisen.* Sie kann nur Hinweise liefern [3]. ...

Siehe: [www.dr.aloisdengg.at](http://www.dr.aloisdengg.at) -> INFOS -> Statistik Glossar & Allerlei >>>> -> unten: Jerzy Neyman & Egon Pearson etc.

[1] Aus: Gunter Frank (b.1963, deutscher Arzt, Buchautor): „Schlechte Medizin: Ein Wutbuch“ Teil II: Die Ursachen schlechter Medizin. Kapitel: Der Gott in Weiß: Die Hybris der ärztlichen Omnipotenz. Mathematik und Medizin. Seite 165f. KNAUS 2012

[2] Eugen Bleuler (1857-1939 Zürich, Psychiater): „Das autistisch-undisziplinierte Denken in der Medizin und seine Überwindung“ SPRINGER 5. Neudruck der 5. Auflage 1962 (1921, 1. Auflage 1919)

[3] Aus: Gunter Frank: „Lizenz zum Essen: Warum Ihr Gewicht mehr mit Stress zu tun hat als mit dem, was Sie essen“ Ernährung und Verdauung. Schlussgedanken. Wes Brot ich ess... Seite 277f. PIPER 2.Auflage 2008.  
[www.lizenz-zum-essen.de/](http://www.lizenz-zum-essen.de/)

[V] Peter C. Gotzsche, Ole J. Hartling, Margrethe Nielsen, John Brodersen: „Screening für Brustkrebs mit Mammographie“ 2. Ausgabe 2012 (2008) [www.cochrane.dk/screening/mammografi-de.pdf](http://www.cochrane.dk/screening/mammografi-de.pdf)