

DIE "CONJUNCTION FALLACY" - EINE DEKADE SPÄTER

Ralph Hertwig
Department of Psychology, University of Chicago

Stellen Sie sich vor, Sie sind Versuchsperson in einem psychologischen Experiment, und vor Ihnen liegt folgende Textaufgabe:

Linda ist 31 Jahre alt, alleinstehend, aufgeschlossen und sehr intelligent. Sie hat einen Abschluß in Philosophie. Als Studentin befaßte sie sich mit den Problemen von Diskriminierung und sozialer Gerechtigkeit und nahm auch an Anti-Atomkraft Demonstrationen teil.

Welche der folgenden Alternativen ist wahrscheinlicher?

(a) Linda ist eine Bankangestellte.

(b) Linda ist eine Bankangestellte und ist aktiv in der feministischen Bewegung.

Welche Alternative würden Sie wählen? Angenommen Sie wählten, wie die meisten Versuchspersonen in früheren Experimenten, Alternative (b), dann würde Ihnen der Versuchsleiter folgendes erklären: Die Alternative (b) ist die Konjunktion von zwei Ereignissen, nämlich daß Linda eine Bankangestellte und aktive Feministin ist. Nach der Konjunktionsregel kann die Wahrscheinlichkeit der Konjunktion nicht größer sein als die Wahrscheinlichkeit des Einzelereignisses. Deshalb ist Alternative (a) und nicht (b) die korrekte Antwort. In der Wahl der Alternative (b) hingegen manifestiere sich ein Denkfehler, die sogenannte "conjunction fallacy".

Diese Bezeichnung erschien im Titel einer Arbeit von Amos Tversky und Daniel Kahneman (1983). Die Botschaft dieser wie auch anderer Arbeiten im Rahmen ihres Forschungsprogramms "judgment under uncertainty" war eindeutig: "In making predictions and judgments under uncertainty, people do not appear to follow the calculus of chance or the statistical theory of prediction. Instead they rely on a limited number of heuristics which sometimes yield reasonable judgments and sometimes lead to severe and systematic errors" (Kahneman & Tversky, 1973, p.

237). Innerhalb des Kanons von Denkfehlern wurde die "conjunction fallacy" als besonders heikel gewertet, denn "a system of judgments that does not obey the conjunction rule cannot be expected to obey more complicated principles that presuppose this rule, such as Bayesian updating (Tversky & Kahneman, 1983, p. 313).

Die "conjunction fallacy", die eine Flut von Forschungsarbeiten auslöste (einen Überblick gibt z.B. Hertwig, 1994), gehört zu den wenigen Resultaten psychologischer Forschung, die auch außerhalb der Psychologie rezipiert wurden. Einen Beleg hierfür findet man beispielsweise in einer Schrift des vielgelesenen Paläontologen und Evolutionsforschers Stephen J. Gould, der die Schlußfolgerung von der Fehleranfälligkeit unseres statistischen Denkens teilt: "I am particularly fond of this example [Linda] because I know that the [conjunction] is least probable, yet a little homonculus in my head continues to jump up and down, shouting at me - 'but she can't just be a bank teller; read the description'... Why do we consistently make this simple logical error? Tversky and Kahneman argue, correctly I think, that our minds are not built (for whatever reason) to work by the rule of probability" (1992, p. 469).

Ich möchte mich in diesem Überblick zur "conjunction fallacy"-Forschung um eine Antwort auf die folgenden drei Fragen bemühen: (1) Ist die Wahl der Konjunktion ein Verstoß gegen die Wahrscheinlichkeitstheorie? (2) Welche Art von Unsicherheit steckt in der Linda-Aufgabe? und (3) Wie gut sind die psychologischen Modelle, die das Denken in der Linda-Aufgabe beschreiben?

Ist die Wahl der Konjunktion ein Verstoß gegen die Wahrscheinlichkeitstheorie?

Hat jemand, der die Alternative "Bankangestellte und aktiv in der feministischen Bewegung" wählt, ein Gesetz der Wahrscheinlichkeitstheorie verletzt? Die Antwort von Tversky und Kahneman (1983) ist eindeutig: Ja, diese Wahl verletzt das "simplest and most fundamental qualitative law of probability" (p. 294). Diese Bewertung ist aber nur dann richtig, wenn man eine subjektivistische Interpretation des Konzepts Wahrscheinlichkeit teilt, wie sie z.B. von Bruno de Finetti (1931/1989) vorgeschlagen wurde. In seinem Verständnis ist es sinnvoll, Menschen nach der Wahrscheinlichkeit eines einzelnen Ereignisses (daß Linda eine Bankangestellte ist) zu fragen. In einer frequentistischen Interpretation allerdings, und dies ist das Argument von Gerd Gigerenzer (1991, 1993), ist die Frage nach der Wahrscheinlichkeit eines singulären Ereignisses bedeutungslos. Eine Wahrscheinlichkeit (wie z.B. die "der Geburt von Drillingen") ist in dieser Interpretation nur definiert im Hinblick auf eine Referenzklasse (wie z.B. "alle 35-jährigen Erstgebärenden"). Einer der Väter der frequentistischen Interpretation von Wahrscheinlichkeit, Richard von Mises, formulierte seinen Standpunkt unmißverständlich: "Our probability theory has nothing to do with questions such as: 'Is there a probability of Germany being at some time in the future involved in a war with Liberia?'" (1928/1957).

Ist die Wahl der Konjunktion nun ein Verstoß gegen die Wahrscheinlichkeitstheorie? Nimmt man in dieser Frage einen subjektivistischen, z.B. einen bayesianischen Standpunkt ein, dann handelt es sich um einen Fehler. Nimmt man hingegen einen frequentistischen Standpunkt ein, dann ist die "conjunction fallacy" kein Fehler im statistischen Denken. Über diesen Disput, welches die richtige normative Meßlatte ist, sollte allerdings nicht vergessen werden, daß die psychologisch interessante Frage ist, "wie" Menschen zu den Urteilen gelangen und nicht, ob diese "richtig" oder "falsch" sind.

Welche Art von Unsicherheit steckt in der Linda-Aufgabe?

Das Programm von Tversky und Kahneman (1974) handelt vom Denken und Urteilen unter Unsicherheit. Welche Art von Unsicherheit ist damit gemeint?

In der Linda-Aufgabe scheint die Antwort klar zu sein. Die Unsicherheit liegt in der gegebenen Information. Eine Information wie z.B. "Linda hat einen Abschluß in Philosophie" scheint zwar für feministisches Engagement und gegen Arbeit in einer Bank zu sprechen, dennoch reicht die Information nicht hin, um ein sicheres Urteil zu fällen. Das unsichere Urteil soll bestimmten Regeln genügen. Tut es das nicht, so die Logik von Kahneman und Tversky (1982), dann manifestiert sich in dem Urteil ein Denkfehler: "The presence of an error of judgment is demonstrated by comparing people's responses... with an accepted rule of arithmetic, logic or statistics" (p. 493).

Neben der Unsicherheit in der Information versteckt sich in der "judgment under uncertainty"-Forschung noch eine andere Art von Unsicherheit, die von Tversky und Kahneman sicherlich nicht intendiert war: Die Urteile werden mit Hilfe reichlich artifizieller Textaufgaben erfragt. Texte aber enthalten Unsicherheit über die Bedeutung des Gesagten, und das Verstehen des Textes erfordert Inferenzen über dessen Bedeutung. Dieser Aspekt von Unsicherheit, nämlich die Ambiguität des Textes, bleibt im "judgment under uncertainty" Programm weitgehend unbeachtet.

Lassen Sie mich an einem Beispiel illustrieren, was ich mit "Unsicherheit" über die Bedeutung von Text meine. Die Linda-Aufgabe enthält eine ganze Reihe von mehrdeutigen Begriffen (Hertwig, 1994). Um ein Urteil abzugeben, muß der Leser beispielsweise die Bedeutung des Begriffs "wahrscheinlich" und des "und"-Junktors erschließen. Was bedeutet "wahrscheinlich"? Zieht man das Oxford English Dictionary zu Rate (die Aufgabe wurde in der Regel amerikanischen Studenten vorgelegt), so erfährt man nicht nur eine Bedeutung, sondern wird über eine ganze Reihe von möglichen Bedeutungen informiert: "Wahrscheinlich" (probable) kann "häufig" (frequent), "typisch" (typical) und anderes mehr bedeuten.

Wichtig ist, daß keineswegs alle Bedeutungen der Konjunktionsregel gehorchen. Daher ist es fragwürdig, Leser, die "wahrscheinlich" im Sinne von "typisch" verstehen, der Verletzung dieser Regel zu bezichtigen. Obgleich er ganz simpel anmutet, ist auch der "und"-Junktor ein Chamäleon. In einer Serie von Experimenten konnte Samuel Fillenbaum (z.B. 1971) zeigen, daß die Bedeutung von "und" (and) kontextabhängig ist. Beispielsweise steht in dem Satz "Bayern München führte zur Pause 2: 0 und verlor das Spiel" das "und" für die Verletzung einer Erwartung und wird möglicherweise als "aber" verstanden. Genau diese Bedeutung von "und" könnte auch in der Linda-Aufgabe angeregt werden, da in ihr die Widersprüchlichkeit der Einzelereignisse zum Ausdruck käme: Linda arbeitet in der Bank, ist "aber" in der feministischen Bewegung aktiv.

Wie kann man die Mehrdeutigkeit des Textes in der Linda-Aufgabe reduzieren und das erwünschte Verständnis beim Leser sicherstellen? Wir haben zwei Wege eingeschlagen, die das Verstehen der Aufgabe erleichtern sollten. Erstens haben wir die Aufgabe in einem anderen Format präsentiert, d.h. wir haben anstelle von Wahrscheinlichkeiten nach Häufigkeiten gefragt. Unsere Versuchspersonen lasen:

Für eine Meinungsumfrage wurden 200 Frauen befragt. Die Frauen haben die folgenden Merkmale gemeinsam: Sie sind im Schnitt 30 Jahre alt, alleinstehend und sehr intelligent...

(a) Wieviele von den 200 Frauen sind Bankangestellte?
__ von 200

(b) Wieviele von den 200 Frauen sind Bankangestellte und sind aktiv in der feministischen Bewegung?
__ von 200

Die Präsentation der Information in Häufigkeiten anstelle von Wahrscheinlichkeiten brachte die vermeintlich stabile "conjunction fallacy" weitgehend zum Verschwinden. Lediglich 13% der Versuchspersonen verletzen die Konjunktionsregel in ihren Urteilen (im Gegensatz zu 88% im Wahrscheinlichkeitsformat, siehe hierzu auch Klaus Fiedler, 1988). In einer Serie von weiteren Experimenten wurde dann geklärt, welche Aspekte des Häufigkeitsformats für eine Desambiguierung des Textes (im Vergleich zum Wahrscheinlichkeitsformat) verantwortlich sind (Hertwig, 1994). Die Ersetzung des Wahrscheinlichkeitsformats durch das Häufigkeitsformat verändert übrigens nicht nur das Denken und Urteilen in der Konjunktionsaufgabe, sondern bringt auch andere scheinbar stabile kognitive Täuschungen zum Verschwinden (Überblick z.B. in Gigerenzer, 1993).

Zweitens haben wir uns, im Gegensatz zu den klassischen "conjunction fallacy" Studien darum bemüht, Verletzungen von Konversationsregeln (Grice, 1975) zu vermeiden. Konversationsregeln haben folgende Funktion: Die Bedeutung einer Äußerung muß erschlossen werden. Diese Inferenz wird dadurch erleichtert oder gar erst ermöglicht, daß der Hörer annimmt, der Sprecher habe sich in seiner Äußerung an bestimmte Regeln gehalten. Beispielsweise an die Regel, daß die Äußerung im Hinblick auf den Zweck des Gesprächs relevant sein soll. Verschiedene Autoren (z.B. Politzer & Noveck, 1991) haben die "conjunction fallacy"-Studien kritisiert, weil sie ihrer Meinung nach die Versuchspersonen systematisch in die Irre führten, indem sie die Konversationsregeln verletzen, die Verletzung aber nicht transparent machten. So werden zum Beispiel den Versuchspersonen Informationen über die Persönlichkeit von Linda mitgeteilt, die für das Urteil darüber, ob die Konjunktion oder das Einzelereignis wahrscheinlicher ist, keine Relevanz besitzen. Wir haben die Linda-Aufgabe so erweitert, daß die Informationen über Linda relevant wurden. Damit wollten wir sicherstellen, daß Inferenzen über die Bedeutung des Textes, werden sie unter der Annahme der Gültigkeit von Konversationsregeln getroffen, nicht in die Irre führten. Tatsächlich konnte auch dadurch die Häufigkeit von Verletzungen der Konjunktionsregel deutlich verringert werden (Hertwig, 1994).

Ich habe argumentiert, daß das "judgment under uncertainty" Programm einen wichtigen Aspekt von Unsicherheit, nämlich die Mehrdeutigkeit von Texten, außer acht läßt. Vermeidet man Mehrdeutigkeiten und/oder Verletzungen von Konversationsregeln, so urteilt die große Mehrheit der Versuchspersonen in Übereinstimmung mit der Konjunktionsregel.

Wie gut sind die psychologischen Modelle, die das Denken in der Linda-Aufgabe beschreiben?

Die Modelle, die in den 80er Jahren aus der Forschung zur "conjunction fallacy" hervorgingen, lassen sich zwei Klassen zuordnen, der Klasse der Ähnlichkeits- und algebraische Modelle.

Die "Ähnlichkeitsmodelle" teilen die Annahme, dem Wahrscheinlichkeitsurteil liege ein Ähnlichkeitsurteil zugrunde. So wird die Wahrscheinlichkeit der Alternativen in der Linda-Aufgabe beurteilt, indem die Ähnlichkeit zwischen dem Persönlichkeitsprofil von Linda und dem der typischen Bankangestellten bzw. feministischen Bankangestellten "berechnet" wird. Da Lindas Ähnlichkeit mit letzterer größer ist, wird die Konjunktion als wahrscheinlicher eingeschätzt. Diese Überlegung ist der Kern der Repräsentativitäts-Heuristik, die Tversky und Kahneman (1983) als Erklärung für die "conjunction fallacy" vorschlugen. Allerdings blieb in ihr der zentrale Prozeß, nämlich die "Berechnung" der Ähnlichkeit, völlig unspezifiziert.

Um die Spezifikation genau dieses Prozesses bemühten sich dann Smith und Osherson (1989). In ihrem Modell nehmen sie an, daß in die Berechnung der Ähnlichkeit alle Attribute, die Linda

und die typische (feministische) Bankangestellte gemeinsam haben und alle Attribute, in denen sie sich unterscheiden, Eingang finden (in ihrem Modell verwenden sie eine Version von Tverskys, 1977, Kontrastregel). Die Achillesferse ihres Modells, das ursprünglich einen Mechanismus für die Bildung konzeptueller Kombinationen (z.B. roter Apfel) anbot, ist die Annahme der Unabhängigkeit der Attribute: Das Modell sieht vor, daß das Adjektiv "feministisch" das Substantiv "Bankangestellte" auf der Dimension modifiziert, die durch das Adjektiv beschrieben ist. Folgt man Smith und Osherson (1989), dann wird in der Linda-Aufgabe vor allem die Dimension der politischen Überzeugung modifiziert: Das Attribut "feministisch" ändert die politische Überzeugung einer Bankangestellten von "konservativ" zu "liberal" oder "progressiv". Nun mag sich die typische Bankangestellte von der typisch feministischen Bankangestellten aber nicht nur in der politischen Überzeugung, sondern auch in anderen Attributen (z.B. Kleidung, Familienstand) unterscheiden, d.h. diese Attribute sind im Unterschied zur Modellannahme nicht unabhängig von der Dimension der politischen Überzeugung. Und in der Tat ist die Annahme der Unabhängigkeit der Attribute empirisch bereits widerlegt (Medin & Shoben, 1988).

Die "algebraischen Modelle" teilen die Annahme, daß das Wahrscheinlichkeitsurteil über eine Konjunktion beschreibbar ist durch: (1) die gewichteten oder ungewichteten Urteile über die Einzelereignisse ($p(A)$, $p(B)$ oder auch $p(B/A)$), und (2) einfachen algebraischen Regeln, nach denen die Wahrscheinlichkeitsurteile über die Einzelereignisse verknüpft werden. Solche Modelle wurden beispielsweise von Einhorn (1985), Yates und Carlson (1986) und Birnbaum, Anderson und Hynan (1990) vorgeschlagen. Das grundlegende Defizit der algebraischen Modelle besteht darin, daß sie den Inhalt der Probleme wie auch das Wissen der Versuchspersonen weitgehend unberücksichtigt lassen.

Die Probleme der Ähnlichkeits- und der algebraischen Modelle waren die Motivation für ein Alternativmodell (Hertwig, 1994), das vor allem zwei Dinge leisten sollte. Im Unterschied zu den traditionellen Modellen arbeitet dieser Algorithmus mit dem individuellen Wissen, das Versuchspersonen tatsächlich über den in der Konjunktionaufgabe angesprochenen Gegenstandsbereich haben. Dadurch wurde es möglich, für jede Person vorherzusagen, ob sie die Konjunktionsregel in ihrem Urteil verletzen wird. Weiterhin sollte dieser Algorithmus nicht (wie es z.B. in dem Ähnlichkeitsmodell von Smith und Osherson der Fall ist) eine große Menge von Informationen integrieren, sondern das Urteil auf der Grundlage des aussagekräftigsten Wissensaspekts treffen. Dieser Algorithmus ist damit kein optimaler, aber ein hinreichend guter Algorithmus (im Sinne von "satisficing", siehe Simon, 1956). Mittlerweile wurde dieser Algorithmus in einem Experiment getestet und erwies sich in der Vorhersage der Urteile in der Linda-Aufgabe als ebenbürtig mit komplexeren Algorithmen, die viele Informationen zu einem Urteil integrieren (Hertwig, 1994).

Zusammenfassung

Ich habe auf die drei Fragen dieses Überblicks die folgenden Antworten gegeben: (1) In einer frequentistischen Interpretation von Wahrscheinlichkeit ist die "conjunction fallacy" kein Fehler. (2) Das "judgment under uncertainty" Programm vernachlässigt einen wichtigen Aspekt von Unsicherheit: Texte können mehrere Bedeutungen haben. Berücksichtigt man diesen Aspekt von Unsicherheit in der Konjunktionaufgabe, dann können Verletzungen der Konjunktionsregel weitgehend zum Verschwinden gebracht werden. (3) Die traditionellen Ähnlichkeits- und algebraischen Modellen haben Schwächen. Ein alternativer Algorithmus, der versucht, einige dieser

Schwächen zu vermeiden, kann Urteile in der Linda-Aufgabe so gut vorhersagen wie komplexere Algorithmen.

- Birnbaum, M. H., Anderson, C. J. & Hynan, L. G. (1990). Theories of bias in probability judgment. In J. P. Caverni, J. M. Fabre & M. Gonzalez (Eds.), *Cognitive Biases* (pp. 477-498). North-Holland: Elsevier Science Publishers.
- Einhorn, H. J. (1985). *A model of the conjunction fallacy*. Chicago: University of Chicago, Center for Decision Research.
- Fiedler, K. (1988). The dependence of the conjunction fallacy on subtle linguistic factors. *Psychological Research*, 50, 123-129.
- Fillenbaum, S. (1971). On coping with ordered and unordered conjunctive sentences. *Journal of Experimental Psychology*, 87, 93-98.
- Finetti, B. de (1989). Probabilism. *Erkenntnis*, 31, 169-223 (Originalarbeit wurde 1931 publiziert).
- Gigerenzer (1991). How to make cognitive illusions disappear: Beyond "heuristics and biases". *European Review of Social Psychology*, 2, 83-115.
- Gigerenzer (1993). The bounded rationality of probabilistic mental models. In K. I. Manktelow & D. E. Over (Eds.), *Rationality* (pp. 284-313). London: Routledge.
- Gould, S. J. (1992). *Bully for brontosaurus. Further reflections in natural history*. Harmondsworth: Penguin.
- Grice, H. P. (1975). Logic and conversation. In P. Cole & J. L. Morgan (Eds.), *Syntax and semantics: 3. Speech acts* (pp. 41-58). New York: Academic Press.
- Hertwig, R. (1994). *Why Dr. Gould's homonculus doesn't think like Dr. Gould: The conjunction "fallacy" reconsidered*. Dissertation, eingereicht an der Universität Konstanz.
- Kahneman, D. & Tversky, A. (1973). On the psychology of prediction. *Psychological Review*, 80, 237-251.
- Kahneman, D. & Tversky, A. (1982). On the study of statistical intuitions. In D. Kahneman, P. Slovic & A. Tversky (Eds.), *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases* (pp. 493-508). Cambridge: Cambridge University Press.
- Medin, D. L. & Shoben, E. J. (1988). Context and structure in conceptual combination. *Cognitive Psychology*, 20, 158-190.
- Mises, R. von (1957). *Probability, statistics, and truth*. London: Allen and Unwin (Originalarbeit wurde 1928 publiziert).
- Politzer, G. & Noveck, I. A. (1991). Are conjunction rule violations the results of conversational rule violations. *Journal of Psycholinguistic Research*, 20, 83-103.
- Simon, H. A. (1956). Rational choice and the structure of the environment. *Psychological Review*, 63, 129-138.
- Smith, E. E. & Osherson, D. N. (1989). Similarity and decision making. In S. Vosniadou & A. Ortony (Eds.), *Similarity and analogical reasoning* (pp. 60-75). Cambridge: Cambridge University Press.
- Tversky, A. (1977). Features of similarity. *Psychological Review*, 84, 327-352.
- Tversky, A. & Kahneman, D. (1974). Judgment under uncertainty: Heuristics and biases. *Science*, 185, 1124-1131.
- Tversky, A. & Kahneman, D. (1983). Extensional versus intuitive reasoning: The conjunction fallacy in probability judgment. *Psychological Review*, 90, 293-315.
- Yates, J. F. & Carlson, B. W. (1986). Conjunction errors: Evidence for multiple judgment procedures, including "signed summation". *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 37, 230-253.