

Chiara Henrich, Sebastian Thon, Jens C. Türp, Gözde Duran

Induktion – Hypothesen – Falsifikation

AUSSAGEN UND HYPOTHESEN

Wer wissenschaftlich tätig ist, führt Studien und Experimente durch und macht dabei Beobachtungen. Auf der Grundlage der gewonnenen Daten werden Behauptungen (Thesen) in Form von sprachlichen *Aussagen* – Beobachtungssätzen – aufgestellt. Bei einer Aussage handelt es sich um eine mündliche oder schriftliche Äußerung, die entweder wahr oder falsch ist.

Aussagen über wissenschaftliche Sachverhalte müssen begründbar sein, d. h., sie müssen empirisch verifiziert bzw. falsifiziert werden können. Denn nach dem US-amerikanischen Wissenschaftstheoretiker Wesley Charles Salmon (1925–2001) gilt der Grundsatz: „Wir werden Behauptungen so lange als unbegründet ansehen, bis Gründe zu ihrer Stützung tatsächlich angegeben worden sind [...]. Die Begründung einer Behauptung besteht in einem Argument. [...] Ein Argument besteht aus mehr als nur einer Aussage: es besteht aus einer Konklusion und den Gründen, die zu ihrer Stützung angegeben werden. [...] Der eigentliche Zweck von Argumenten, seien sie nun induktiv oder deduktiv, besteht darin, wahre Konklusionen unter Zugrundlegung von wahren Prämissen aufzustellen.“⁶

Werden nach wiederholten Einzelbeobachtungen bzw. Experimenten Regelmäßigkeiten im Ablauf bestimmter Phänomene (z. B.

„Wenn wir also, durch Argumente veranlasst, vergangener Erfahrung Vertrauen schenken und sie zum Maßstab unserer künftigen Urteile machen, so können diese Argumente nur wahrscheinliche sein [...], weil alle unsere Erfahrungsschlüsse von der Voraussetzung ausgehen, dass die Zukunft der Vergangenheit entsprechen werde. [...] Gäbe es irgendeinen Verdacht, dass der Lauf der Natur sich ändern und die Vergangenheit keine Regel für die Zukunft geben könnte, dann würde alle Erfahrung nutzlos werden und keine Herleitung oder Schlussfolgerung mehr veranlassen. [...] Mag der Gang der Dinge bislang auch noch so regelmäßig gewesen sein, so kann das allein, ohne ein neues Argument oder eine neue Folgerung, nicht beweisen, dass es auch in Zukunft so bleiben werde.“

David Hume: Eine Untersuchung über den menschlichen Verstand. Abschnitt IV, Skeptische Zweifel an den Tätigkeiten des Verstandes³

Naturerscheinungen) erkannt, so lässt sich eine verallgemeinernde Aussage im Sinne einer Vermutung (Hypothese) formulieren. Aus einer anfänglich unbegründeten Meinung wird so eine empirisch begründbare bzw. begründete Aussage. Der österreich-britische Wissenschaftsphilosoph Karl Popper (1902–1994) formulierte⁴: „Die Tätigkeit des wissenschaftlichen Forschers besteht darin, Sätze oder Systeme von Sätzen aufzustellen und systematisch zu überprüfen; in den empirischen Wissenschaften sind es insbesondere Hypothesen, Theoriensysteme, die aufgestellt und an der Erfahrung durch Beobachtung und Experiment überprüft werden.“⁴ Dabei sollte man immer im Hinterkopf behalten, dass „keine einzige Theorie jemals mit allen bekannten Tatsachen auf ihrem Gebiet übereinstimmt“².

Wissenschaftlich von besonderem Interesse sind vermutete Beziehungen zwischen einer Ursache und einer Wirkung. Bereits vor beinahe 300 Jahren äußerte der schottische Philosoph David Hume (1711–1776): „Alles Tatsachen betreffende Denken scheint auf der Beziehung von *Ursache* und *Wirkung* zu beruhen.“³ Kenntnis eines derartigen Zusammenhangs kann nach Hume niemals durch logisches Schließen, also *a priori*, sondern ausschließlich aus der Erfahrung, also *a posteriori*, gewonnen werden – nachdem man entdeckt hat, „dass bestimmte Gegenstände beständig zusammen auftreten“³. Eine solche Beziehung lässt sich allgemein in Form einer Konditionalaussage formulieren, nach dem Schema: „Wenn *p*, dann *q*“.

INDUKTION UND INDUKTIONSPROBLEM

Den Vorgang, aus vielen beobachteten Einzelfällen eine Verallgemeinerung zu treffen („vom Einzelfall auf das Allgemeine“), bezeichnet man als Induktion. Mit jeder weiteren bestätigenden Beobachtung wird die Hypothese weiter (induktiv) gestützt. Da aber die Zahl der Einzelbeobachtungen naturgemäß beschränkt ist und sich darüber hinaus eine Verallgemeinerung auch auf die nicht beobachteten Fälle in Vergangenheit und Gegenwart bezieht sowie „auf die Zukunft und auf andere Objekte ausgedehnt“³ wird, übersteigt die in der Verallgemeinerung formulierte Aussage die Gesamtzahl der beobachteten Einzelfälle. Deshalb kann man nicht sicher sein, ob es sich bei einer Verallgemeinerung um eine wahre Aussage handelt; es verbleiben Zweifel und damit die

⁴ Dies ist zugleich der einleitende Satz seines legendären Werks „Logik der Forschung“⁴

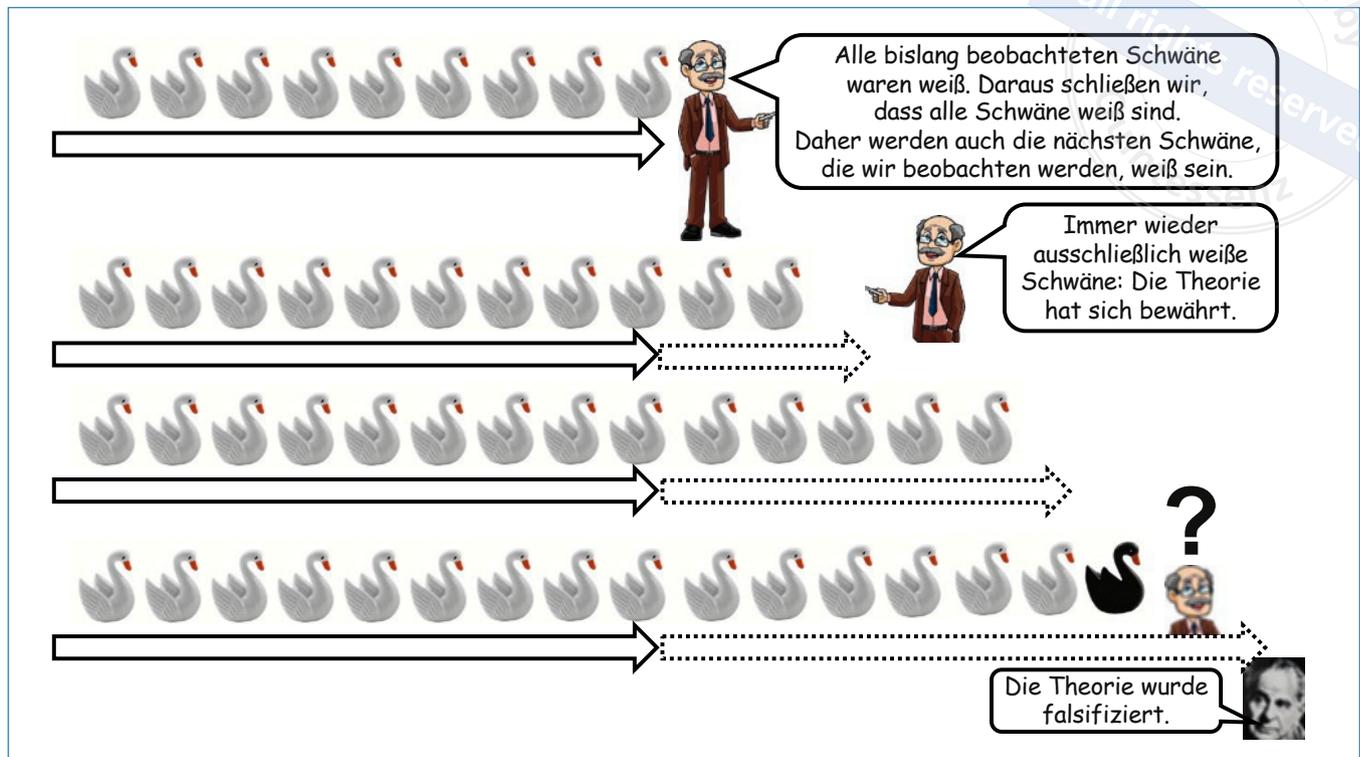


Abb. 1 Das Schwanenbeispiel: Die empirisch begründete Aussage „Alle Schwäne sind weiß“ – begründet durch die Erfahrung, dass man bislang ausschließlich weiße Schwäne gesehen hat – wird mit jedem weiteren beobachteten weißen Schwan bekräftigt bzw. verifiziert. Die Beobachtung eines einzigen nicht weißen Schwans widerlegt die Aussage, dass alle Schwäne weiß seien: Ein bisher gültiger Satz erweist sich im Nu als falsch.

Möglichkeit des Irrtums, vgl. Zitat S. 4. Diesen kritischen Aspekt bei induktiv begründeten Aussagen bezeichnet man als „Induktionsproblem“ (oder „Humesches Problem“)⁷.

FALSIFIKATION UND MODUS TOLLENDO TOLLENS

Dass eine endgültige Verifikation einer verallgemeinernden Aussage niemals gelingen kann, ist unbefriedigend. Immer möglich ist demgegenüber die Widerlegung einer Aussage (Abb. 1). Daher schlug Karl Popper einen gegensätzlichen Ansatz vor: Anstatt immer weitere Verifikationen zu liefern, um eine Hypothese zu bestätigen, sollten Experimente daraufhin angelegt werden, die Hypothese zu widerlegen, d. h. zu falsifizieren. Dies geschieht derart, dass aus der Hypothese logische Konsequenzen im Sinne überprüfbarer Voraussagen abgeleitet werden und dann deduktiv, also „vom Allgemeinen zum Einzelfall“, überprüft wird, ob die Beobachtungen mit dem durch die Hypothese Vorhergesagten übereinstimmen. Das bewusste und gezielte Streben nach Widerlegung (Falsifikation) – und nicht nach Bestätigung (Verifikation) – ist nach Popper die Methode, die Erkenntnisfortschritt bringt:

- Gelingt eine Falsifikation nicht, so hat sich die bestehende Hypothese bewährt. Popper schreibt: „Fällt die Entscheidung positiv aus,

werden die singulären Folgerungen anerkannt, *verifiziert*, so hat das System die Prüfung vorläufig bestanden; wir haben keinen Anlaß, es zu verwerfen.“⁴

- Gelingt die Falsifikation hingegen, so ist die Hypothese widerlegt. Schon der französische Physiker und Wissenschaftstheoretiker Pierre Duhem (1861–1916) forderte: „[J]ede Theorie, die zu einer Folgerung führt, die in deutlichem Widerspruch mit einem beobachteten Gesetze steht, muß schonungslos verworfen werden.“¹ Popper wies auf einen weiteren Aspekt hin: „Fällt eine Entscheidung negativ aus, werden Folgerungen *falsifiziert*, so trifft ihre Falsifikation auch das System, aus dem sie deduziert wurden.“⁴

Im Falle einer Falsifikation wäre eine Hypothese demnach zu verwerfen. Vom Prinzip her entspricht dieses Vorgehen der logischen Schlussregel (Syllogismus) des Modus tollendo tollens:

Prämisse 1: Wenn a, dann b
 Prämisse 2: Nicht-b
 Konklusion: Nicht-a

„Übersetzt“ auf das konkrete Beispiel lautet der Syllogismus wie folgt:

Prämisse 1: Wenn Hypothese H korrekt ist,
dann wird Beobachtung B gemacht.
Prämisse 2: Beobachtung B wird nicht gemacht.

Konklusion: Hypothese H ist nicht korrekt.

DUHEM-QUINE-THESE UND FEYERABENDS KOMMENTAR

Im Gegensatz zur Logik fällt das Urteil nach Widerlegung einer Hypothese in der realen Welt weniger strikt aus. Der Grund dafür liegt darin, dass – unabhängig von der wichtigen Frage nach der Korrektheit der jeweiligen Beobachtungs- bzw. Versuchsbedingungen – Hypothesen nie für sich isoliert stehen und daher durch Einzelbeobachtungen bzw. Einzelexperimente nicht zweifelsfrei überprüft werden können. Vielmehr sind immer unausgesprochene Hintergrundannahmen** vorhanden, die miteinander in Zusammenhang stehen und aus diesem Grund stets mitgetestet werden. Pierre Duhem wies darauf hin, dass ein Forscher „niemals eine isolierte Hypothese, sondern immer nur eine ganze Gruppe von Hypothesen der Kontrolle des Experimentes unterwerfen kann. Wenn das Experiment mit seinen Voraussagen in Widerspruch steht, lehrt es ihn, daß [sic] wenigstens eine der Hypothesen, die diese Gruppe bilden, unzulässig ist und modifiziert werden muß.“⁴¹

Somit müsste obiger Syllogismus genauer formuliert werden:

Prämisse 1: Wenn Hypothese H korrekt ist,
dann wird Beobachtung B gemacht.
Prämisse 2: Beobachtung B wird nicht gemacht.

Konklusion: Mindestens eine der mit Hypothese H in Zusammenhang stehenden Annahmen ist falsch, und folglich kann Hypothese H nicht sofort verworfen werden.

Der US-amerikanische Wissenschaftsphilosoph Willard Van Orman Quine (1908–2000) führte erweiternd aus: „Das Dogma des Reduktionismus lebt in der Annahme fort, dass jede einzelne Aussage, isoliert von ihresgleichen betrachtet, überhaupt einer Bestätigung oder Entkräftung zugänglich ist. Mein Gegenvorschlag besagt [...], dass unsere Aussagen über die Außenwelt nicht einzeln, sondern kollektiv vor dem Tribunal der Sinneserfahrungen stehen.“⁴⁵ Die Prüfung einer einzelnen Hypothese ist nach diesem Grundsatz unmöglich. Quines Ansatz ermöglicht dagegen etwas anderes: „Jede Aussage kann, komme, was

** Wiltsche⁸ beispielsweise unterscheidet neben dem eigentlichen Theoriekern theoretische Spezialannahmen, Zusatztheorien, konkrete Startbedingungen und allgemeine Grenzbedingungen.

wolle, als wahr beibehalten werden, wenn wir nur an anderer Stelle das System drastisch genug anpassen.“⁴⁵

Die nach beiden Wissenschaftlern benannte „Duhem-Quine-These“ sagt entsprechend aus, dass mittels empirischer Beobachtungen und Experimente eine eindeutige Entscheidung über die Falsifizierung oder (vorläufige) Bestätigung isolierter Hypothesen nicht möglich ist, weil immer ganze Gruppen von Gesetzen, Theorien und Hypothesen von der Beobachtung bzw. dem Experiment betroffen sind (sog. „wissenschaftstheoretischer Holismus“).

Schließlich weist Paul Feyerabend (1924–1994) auf einen weiteren, zwar trivial anmutenden, in der Praxis aber nicht unbedeutenden Faktor hin: „Die Betrachtung aller dieser Umstände, der Beobachtungsbegriffe, des Wahrnehmungskerns, der Hilfswissenschaften und der Hintergrundspekulation, deutet darauf hin, daß eine Theorie möglicherweise nicht deshalb mit den Daten unvereinbar ist, weil sie nicht richtig wäre, sondern weil die Daten verseucht sind. Die Theorie ist bedroht, weil die Daten entweder unanalytierte Wahrnehmungen enthalten, die äußeren Vorgängen nur teilweise entsprechen, oder weil sie in alte Auffassungen eingekleidet sind oder weil sie mittels rückständiger Hilfswissenschaften beurteilt werden.“⁴²

Popper hatte recht: Unser Wissen ist Vermutungswissen.⁴

„Die meisten [...] Wissenschaftler halten ja an widerlegten Theorien nicht darum fest, weil sie Grenzen des naiven Falsifikationismus erkannt hätten, sondern weil sie nicht bemerkt haben, daß die Theorien widerlegt sind.“

Der österreichische Wissenschaftsphilosoph Paul Feyerabend in „Wider den Methodenzwang“⁴²

LITERATUR

1. Duhem P: Ziel und Struktur der physikalischen Theorien. Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1908: 248, 295–296
2. Feyerabend P: Wider den Methodenzwang. [1983]. 13. Aufl. Suhrkamp, Frankfurt am Main 2013: 71, 86–87, 271
3. Hume D: Eine Untersuchung über den menschlichen Verstand. [1748/1777]. Reclam, Ditzingen 2016: 81, 83, 99, 103, 109
4. Popper K: Logik der Forschung. [1935/1994]. Mohr Siebeck, Tübingen 2005: 1, 9
5. Quine WVO: Zwei Dogmen des Empirismus. [1951/1980]. In: Quine WVO: Von einem logischen Standpunkt aus. Drei ausgewählte Aufsätze. Reclam, Stuttgart 2011, 57–127; hier: 113, 119
6. Salmon WC: Logik. [1981]. Reclam, Stuttgart 1983: 8, 25, 163
7. Schurz G. Das Problem der Induktion. In: Keuth H (Hrsg): Logik der Forschung. Akademie Verlag, Berlin 2013: 25–40
8. Wiltsche HA: Einführung in die Wissenschaftstheorie. Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen 2013: 42–43



Chiara Henrich
Steinbart-Gymnasium, Duisburg



Prof. Dr. Jens Christoph Türp
Universitäres Zentrum für
Zahnmedizin Basel (UZB), Basel



Sebastian Thon
Steinbart-Gymnasium, Duisburg



Gözde Duran
Steinbart-Gymnasium, Duisburg



Kontakt: Prof. Dr. Jens C. Türp, Universitäres Zentrum für Zahnmedizin Basel (UZB), Klinik für Oral Health & Medicine, Mattenstrasse 40, CH-4058 Basel, Schweiz, E-Mail: jens.tuerp@unibas.ch

Abb. 1: J. C. Türp
Die Rechte der Porträtfotos liegen jeweils bei den dargestellten Personen.