Induktion

Christoph Lumer

(Erschienen in: Hans Jörg Sandkühler (Hg.): Enzyklopädie Philosophie. Unter Mitwirkung von Dagmar Borchers, Arnim Regenbogen, Volker Schürmann und Pirmin Stekeler-Weithofer. Bd. 2. Hamburg: Meiner 2010. S. 1097-1105.)

Induktion – *1. Zum Begriff.* ‹Induktion› (I.) bedeutet in der gegenwärtigen Philosophie *allgemein* soviel wie: unsicherer, aber (induktiv) gültiger Schluss von i.w.S. empirischen ↑Propositionen (einschließlich theoretischer Propositionen und Wahrscheinlichkeitspropositionen über empirische Propositionen) auf eine andere empirische Proposition. Etwas genauer müssen aber noch drei Unterbedeutungen von ‹I.› unterschieden werden:

1. Induktiver Schluss = Folge von Prämissen und einer Konklusion, zwischen denen eine induktive Schlussbeziehung besteht: ‹Begründung durch I.›

2. Induktives Schließen = Vorgang, bei dem jemand aufgrund seines Glaubens an gewisse Prämissen und seines Glaubens an eine induktive Schlussbeziehung dazu übergeht, an die entsprechende Konklusion zu glauben: ‹er hat das Ergebnis durch I. gewonnen.›

3. I. i.e.S. = Verfahren, Art und Weise des korrekten induktiven Schließens: ‹die Rationalität der I. begründen›, ‹die I. ist ein Schlussverfahren.›

Dass induktive Schlüsse ‹unsicher› sind, bedeutet, dass der Informationsgehalt der Konklusion wenigstens zu einem Teil nicht in dem der Prämissen enthalten ist; die Konklusion ist also nicht aus den Prämissen deduzierbar. Das zentrale Thema der heutigen philosophischen Diskussion über induktive Schlüsse ist, ob, in welcher Weise und warum solche Schlüsse gültig sind.

In der Mathematik hingegen bezeichnet ‹I.› einen verallgemeinernden Schluss, bei dem im ersten Schritt bewiesen wird, dass das erste Element einer Menge eine bestimmte Eigenschaft F hat, und bei dem im zweiten Schritt analytisch bewiesen wird, dass, wenn das Element n die Eigenschaft F hat, auch das Element n+1 die Eigenschaft F hat, woraus dann im dritten Schritt – trivialerweise – logisch gefolgert wird, dass alle Elemente der fraglichen Menge die Eigenschaft F haben. Die mathematisch I. ist, im Gegensatz zur in der Philosophie betrachteten empirischen I., ein analytisches und sicheres Schlussverfahren. Im Verhältnis zur empirischen I. ist sie deshalb trivial und wird im folgenden nicht weiter thematisiert.

2. Arten induktiver Schlüsse

Früher verstand man in der Philosophie unter ‹I.› immer die *generalisierende I.*, d.h., den (*induktiv gültigen*) *Schluss von Propositionen, die ein begrenztes Beobachtungswissen beschreiben, auf eine universelle Allproposition*. Erst die Entdeckung anderer, aber auch in unsicherer Weise von empirischen auf andere empirische Propositionen übergehender Schlüsse und Versuche, Begründungsprobleme gleich mehrerer, auch nicht generalisierender Typen solcher Schlüsse durch einen einheitlichen, umfassenden Ansatz zu lösen (z.B. Carnaps induktive Logik), haben zu dem eingangs skizzierten ausgeweiteten I.begriff geführt. Demnach gibt es also mehrere *Typen induktiver Schlüsse*, für die sich bislang jedoch keine einheitlichen Bezeichnungen eingebürgert

haben. Sie unterscheiden sich nach den Arten ihrer Prämissen und Konklusionen:
(1) *Nomologische Generalisierung*: Prämissen: ‹Bisher wurden mehrere x, die die Eigenschaft F haben, auf die Eigenschaft G hin untersucht› und ‹Alle bisher auf die Eigenschaft G hin untersuchten F sind G›; Konklusion: ‹Alle F sind G.›
(2) *Statistische Generalisierung*: Prämissen: ‹Bisher wurden mehrere x, die die Eigenschaft F haben, auf die Eigenschaft G hin untersucht› und ‹Von den auf die Eigenschaft G hin untersuchten F hatten n% auch die Eigenschaft G›; Konklusion: ‹n% aller F sind G›. Die nomologische Generalisierung ist ein Spezialfall der statistischen Generalisierung.
(3) *Statistische Spezialisierung*: Prämissen: ‹n% aller F sind G› und ‹a ist F›; Konklusion: ‹a ist mit einer Wahrscheinlichkeit von n% G›.
(4) *Statistische Eduktion*: Prämissen: ‹n% aller F sind G› und ‹Die Menge A besteht aus m F›; Konklusion: ‹Die Menge A enthält m·n/100 G›.
(5) *Probabilistische Schlüsse (i.e.S.)* der Wahrscheinlichkeitslogik haben eine Wahrscheinlichkeitsproposition als Konklusion und mindestens eine Wahrscheinlichkeitsproposition als Prämisse, jedoch keine statistischen Propositionen. Einfache probabilistische Schlüsse sind z.B.: ‹Wenn p, dann q; wahrscheinlich p; also: wahrscheinlich q› oder: ‹Unter der Bedingung, dass p, beträgt die Wahrscheinlichkeit von q: n; p; also ist die Wahrscheinlichkeit von q: n› oder: ‹Unter der Bedingung, dass p, beträgt die Wahrscheinlichkeit von q: n; die Wahrscheinlichkeit von p selbst ist m; also ist die Wahrscheinlichkeit von q: n·m›. Letzteren Schluss drückt man auch so aus: ‹Die durch p bedingte Wahrscheinlichkeit von q ist n; die (unbedingte; Ausgangs-) Wahrscheinlichkeit von p ist m; also: die (resultierende) Wahrscheinlichkeit von q ist n·m›. Formal wird dies so geschrieben: $P(q/p)=n$; $P(p)=m$; also: $P(q)=n \cdot m$.

Die beiden Hauptaufgaben der philosophischen Theorie der I. sind: 1. Verfahrensregeln des induktiven Schließens aufzustellen und zu begründen und 2. Kriterien für die Gültigkeit induktiver Schlüsse zu entwickeln und zu begründen. Die Diskussionen der Gültigkeitskriterien der statistischen Spezialisierung, statistischen Eduktion und probabilistischer Schlüsse werden im folgenden ausgeklammert (↑Wahrscheinlichkeit).

3. Verfahrensregeln des induktiven Schließens

Bei induktiven Schlüssen ist per definitionem der Informationsgehalt der Konklusion z.T. nicht in dem der Prämissen enthalten; kurz: Induktive Schlüsse sind *ampliativ*, gehalterweiternd. ↑Beobachtung und die ↑Deduktion – die den Informationsgehalt der Prämissen höchstens bewahrt, nie aber vergrößert – alleine liefern viel zu wenig Informationen über die Welt, um sich in ihr orientieren und gezielt handeln zu können. Mittels induktiver Schlüsse wird diese Menge der Informationen erheblich vergrößert; man kann mit ihnen Informationen gewinnen gerade über Dinge, die man direkt (bisher nicht, prinzipiell nicht, nicht mehr oder wegen des zu großen Aufwandes) nicht zu untersuchen vermag – z.B. über die Zukunft, speziell für die Folgen seines Handelns. Das ist der Vorteil induktiver Schlüsse und der Grund, warum sie verwendet werden.

Ihr Nachteil ist, dass sie – gerade wegen ihrer Ampliativität – *nicht wahrheitskonservierend* sind: Wenn die Prämissen wahr sind, muss die induktive Konklusion nicht zwingend wahr sein. Induktive Schlussweisen sollten natürlich, wenn schon nicht zwingend, dann wenigstens in dem Sinne *effektiv* sein, dass ihre Konklusion, wenn die Prämissen wahr sind, *akzeptabel* sind, d.h. wahr, wahrscheinlich wahr, wahrheitsähnlich oder so beschaffen, dass es rational ist, so zu handeln, als seien sie mindestens wahrheitsähnlich. Zu ermitteln, welche induktiven Schlussweisen effektiv sind, und diese Effektivität zu begründen, ist die Aufgabe des zweiten Teils der I.theorie. Induktive Schlüsse, die effektiven induktiven Schlussweisen entsprechen, heißen ‹*gültig*›.

Trotz gültigen induktiven Schlusses aus wahren Prämissen kann es also passieren, 1. dass die Konklusion falsch ist und sich später auch als falsch herausstellt und 2. dass bei einer Erweiterung der Prämissenmenge sich eine mit der ersten Konklusion unverträgliche Proposition ableiten lässt, so dass eine dieser Konklusionen falsch sein und zurückgezogen werden muss (fehlende Monotonie).

Die I. ist deshalb nur ein Ersatz für stärkere Erkenntnisverfahren. Und die genannten Tücken machen allgemeine *Verfahrensregeln für die rationale Verwendung induktiver Schlüsse zu Erkenntniszwecken* erforderlich:

(1) Die Grundregel des induktiven Schließens ist: Wenn man die Prämissen eines gültigen induktiven Schlusses begründet für wahr hält, darf man – vorbehaltlich der anderen Verfahrensregeln – rationaliter auch die Konklusion dieses Schlusses für wahr halten.

(2) Induktives Schließen darf zur Glaubensbildung nur behelfsweise verwendet werden, insbes. dann *nicht*, wenn die gewünschte Information aus den bereits vorhandenen sicher begründeten Informationen deduktiv zu gewinnen ist.

(3) In die Prämissenmenge induktiver Schlüsse müssen alle relevanten und begründet für wahr gehaltenen Informationen aufgenommen werden.

(4) Bei allen – nicht nur den induktiv gewonnenen – Überzeugungen sollte man sich neben der Überzeugung selbst den Weg, wie man zu ihr gekommen ist, merken. Die Erinnerung an diesen Erkenntnisweg ist der (*Erkenntnis-*)*Grund* für die Überzeugung; Überzeugungen mit Erkenntnisgrund heißen ‹*begründet*›. (Dass man sich den Erkenntnisweg auch bei nicht induktivem Erkennen merkt, ist erforderlich, allgemein weil man so den Grad der Sicherheit jederzeit wieder unmittelbar überprüfen kann und speziell weil auch bei nicht induktivem Erkennen die Prämissen induktiv gewonnen sein können.)

(5) Widersprechen sich zwei Überzeugungen, so ist die schwächer begründete zurückzunehmen und ebenso jede andere Überzeugung, die mit ihr begründet ist. Die Stärke der Gründe für eine Überzeugung ergibt sich aus der Stärke des bei der Bildung dieser Überzeugung als letztes angewendeten Erkenntnisverfahrens und ggf. aus der Begründungsstärke der dabei verwendeten Prämissen. Alle Typen der I. sind schwächer als Beobachtung und Deduktion.[1]

4. Umformulierung des Schemas für die induktive Generalisierung

Die oben beschriebenen Schemata der induktiven Generalisierung sind zu einfach und deshalb keine aussichtsreichen Kandidaten für eine Begründung der induktiven Generalisierung, sondern müssen vorher modifiziert werden. Ein berühmtes Gegenbeispiel gegen die obigen Schemata der induktiven Generalisierung, mit dem ‹*das neue Rätsel der I.*› [2] inauguriert wurde, ist so konstruiert: F sei die Eigenschaft, ein Smaragd zu sein; G sei die Eigenschaft, glau zu sein: x ist glau, entweder wenn x bisher schon beobachtet worden ist und grün ist, oder wenn x bisher noch nicht beobachtet worden ist und blau ist. Unter Anwendung des Schemas für die nomologische Generalisierung folgt dann, dass, obwohl alle bisher beobachteten Smaragde grün (und damit auch glau sind), alle in Zukunft entdeckten Smaragde glau und damit blau sind. Zu einer damit unverträglichen Schlussfolgerung gelangt man aber, bei gleicher Beobachtungsbasis, wenn G die übliche Eigenschaft ist, grün zu sein: Dann sind nämlich die in Zukunft zu entdeckenden Smaragde auch grün. Das Problem entsteht durch das eigenartige Prädikat ‹glau›, das, wie man sagt, nicht *projizierbar* ist.[3] Allerdings hat es sich als äußerst schwierig herausgestellt, ‹Projizierbarkeit› zu präzisieren. Ein semantischer Lösungsansatz ist, dass es der Idee universeller Gesetze widerspricht, in der Definition der in solchen Gesetzen verwendeten Prädikate Individuenkonstanten für Konkreta, insbesondere spezielle Zeitpunkte, zuzulassen – wie dies beim Prädikat ‹glau› durch das ‹bisher› (= bis zum jetzigen Zeitpunkt) geschehen ist.

Gelegentlich ist die verwendete Stichprobe nicht repräsentativ, wodurch man mit Hilfe der induktiven Generalisierung zu einer falschen Konklusion gelangt. Um der Widerlegung der generalisierenden I. zu entgehen, könnte man deshalb die Konklusion probabilistisch abschwächen. Nach diesen beiden Änderungen erhält man als *Form der induktiven Generalisierung*:

pb: F und G sind projizierbar.
eb: Bisher wurden mehrere F auf die Eigenschaft G hin untersucht.
e_n*:* Von den auf die Eigenschaft G hin untersuchten F hatten n% die Eigenschaft G.
induktiv——————————————————————————
h_{wn}*:* Sehr wahrscheinlich sind n% aller F auch G.

Die ursprüngliche und die soeben dargestellte Form der induktiven Generalisierung werden auch als ‹*enumerative Generalisierung/I.*› bezeichnet, weil in ihr (implizit) Einzelinstanzen des allgemeinen Gesetzes aufgezählt werden. Gegen die enumerative I. wird heute eingewendet, sie sei zu primitiv; insbes. könnten mit ihr keine theoretischen Gesetze über theoretische Entitäten wie Elektronen, Neutrinos, magnetische Wellen etc. begründet werden, weil wir diese Dinge nicht beobachten könnten. Alternativ wurde deshalb die *hypothetisch-deduktive Methode* vorgeschlagen: Man entwickelt eine generelle ↑Hypothese, aus welcher Beobachtungsaussagen (in der Form von materialen Implikationen (↑Logik)) deduziert werden können; wenn keine bekannte Beobachtung der Hypothese widerspricht und wenn einige der aus ihr deduzierten Beobachtungsaussagen als wahr erkannt wurden, dann ist die generelle Hypothese induktiv bestätigt. Aber auch die hypothetisch-deduktive Methode wird den Anforderungen der Forschung nicht gerecht: 1. Vor allem wenn wir als Datenbasis Beobachtungen anderer einbeziehen – und dies sollten wir, um den Grad der Bestätigung zu erhöhen –, dann haben diese z.T. nur den Charakter von Wahrscheinlichkeitsaussagen; und für die Bestätigung oder Widerlegung von Hypothesen macht es einen Unterschied, wie wahrscheinlich die bestätigenden bzw. widerlegenden Beobachtungen sind. 2. Messergebnisse treffen in der Regel den tatsächlichen Wert nur mehr oder weniger genau; die eigentlichen genauen Messwerte können deshalb in der Regel nicht aus der generellen Hypothese deduziert werden. Wegen dieser und ähnlicher Schwierigkeiten nimmt man an, die induktive Bestätigung von (generellen und anderen) Hypothesen habe die Form eines *Schlusses auf die beste Erklärung*:[4] Welche der konkurrierenden Hypothesen erklärt am besten die vorhandenen, mehr oder weniger wahrscheinlichen Beobachtungen? Die Formel, nach der dies bemessen wird, ist das *Bayessche Theorem*, wobei h die fraglich Hypothese ist, e die empirische Evidenz, P_1 die Ausgangswahrscheinlichkeit und P_2 die resultierende

Wahrscheinlichkeit:

$$P_2(h) = \frac{P_1(e/h)\cdot P_1(h)\cdot P_1(e)}{P_1(e/h)\cdot P_1(h)+P_1(e/\neg h)\cdot P_1(\neg h)}$$

Was bedeutet diese Formel? Wenn e sicher bekannt ist, ist der letzte Faktor im Zähler gleich 1, kann also entfallen. Der Zähler der Formel gibt dann an, wie groß die Ausgangswahrscheinlichkeit von e nach der Hypothese h ist, d.h. auch, wie gut h die Evidenz e erklären kann. Eine analoge Ausgangswahrscheinlichkeit von e gibt es auch nach den mit e konkurrierenden Hypothesen, die hier als ¬h zusammengefasst sind. Diese Ausgangswahrscheinlichkeit von ¬h wird in der rechten Hälfte des Nenners dargestellt. Die Formel insgesamt stellt dann folgenden Kalkül dar: Man weiß inzwischen, dass e wahr ist; es können also nur Hypothesen wahr sein, die e eine Ausgangswahrscheinlichkeit größer als 0 geben. Auf dieser Basis kann nun eine neue, die resultierende Wahrscheinlichkeit errechnet werden. Die Summe aller resultierenden Wahrscheinlichkeiten der verbliebenen möglichen Hypothesen, d.h. von h und ¬h, muss 1 ergeben. Diese resultierende Wahrscheinlichkeit 1 wird dann unter allen verbliebenen Hypothesen restlos in Proportion zu den Ausgangswahrscheinlichkeiten aufgeteilt, die sie e jeweils zugemessen hatten, also danach, wie gut sie e erklären können.

Dieser Ansatz ist sicherlich korrekt und wahrscheinlichkeitstheoretisch gut begründet. Im vorliegenden Zusammenhang einer grundlegenden Begründung der generalisierenden I. ist er jedoch kaum zu gebrauchen, weil auf der rechten Seite der Formel schon eine Ausgangswahrscheinlichkeit der zu begründenden Hypothese (und ihrer Negation) vorausgesetzt wird. Zum einen bleibt offen, wie diese begründet werden soll. Zum anderen kommen manche anderen probabilistischen Methoden zu dem Ergebnis, dass die Ausgangswahrscheinlichkeit von universellen Gesetzeshypothesen h gleich 0 oder infinitesimal ist und dass die Ausgangswahrscheinlichkeit von ¬h gleich 1 oder quasi 1 ist. Zumindest erste universelle Gesetzeshypothesen müssten also doch per enumerativer I. gewonnen werden. Und die grundlegende Begründungsaufgabe besteht darin, die (entwickeltere Form der) enumerativen I. zu begründen.

5. Die Gültigkeit der induktiven Generalisierung

Humes Kritik bildet den Ausgangspunkt aller modernen Theorien der generalisierenden I.:[5] Einerseits könnten ↑Naturgesetze nicht durch apriorische Denkakte gewonnen werden, sondern nur empirisch; denn wenn wir einen Gegenstand kennenlernten, wüssten wir nichts über seine Wirkungen. Andererseits weise nichts Sinnliches an der ↑Ursache auf die Wirkung und auf eine notwendige Verknüpfung beider hin, weil die Wirkung von der Ursache völlig verschieden sei. Wolle man von der Wahrheit der bisherigen Verknüpfung von Ursache und Wirkung auf die zukünftige Verknüpfung schließen, so benötige man eine bewiesene Zusatzprämisse, die aber nicht vorliege. Denn diese Zusatzprämisse könne nicht ↑*analytisch* wahr sein, weil es möglich sei, dass sie falsch sei: Man könne sich widerspruchsfrei vorstellen, dass sich die bisherigen Naturgesetze änderten. Die Zusatzprämisse könne aber auch nicht *empirisch* bewiesen werden, weil solch ein Nachweis zirkulär wäre: Jeder Schluss von bisherigen Erfahrungen auf zukünftige setze Ursache-Wirkungs-Relationen voraus, die aber gerade in Frage stünden.[6]

Die Antworten auf diese Kritik kann man in drei Gruppen einteilen: 1. Eine Reihe von Theorien verzichten auf eine (echte) ↑Begründung der generalisierenden I. 2.

Generalistische Theorien versuchen die Gültigkeit aller Arten von induktiven Schlüssen, insbes. also auch der generalisierenden I., mit einem einzigen, umfassenden Ansatz zu begründen. 3. Daneben gibt es *spezifische Theorien der generalisierenden I.*, die nur diese Art der I. zu begründen versuchen.

5.1. Verzicht auf die Begründung der generalisierenden Induktion
(1) *Verzicht auf die Generalisierung:* ↑*Falsifikationismus:* Die radikalste Reaktion auf die Kritik an der generalisierenden I. ist Poppers Vorschlag, diese I. durch eine andere Forschungsprozedur zu ersetzen, und zwar durch den Falsifikationismus (= negative Bewährungstheorie): Universelle Gesetzeshypothesen könne man zwar nicht verifizieren, aber falsifizieren. Für die Akzeptanz von Gesetzeshypothesen reichten i. ihre prinzipielle Falsifizierbarkeit und ii. die Tatsache, dass sie trotz Falsifikationsversuchen bisher nicht falsifiziert worden seien, aus[7]; solche Hypothesen kann man ‹*negativ bewährt*› nennen.

(a) Die ausschließlich negative Bedingung ii ist viel zu weit: Mit unserer Erfahrungsbasis sind immer unendlich viele universelle Hypothesen vereinbar, insbes. auch die wildesten Spekulationen (mangelnde Selektivität des Falsifikationismus). Ohne positive Gründe, nämlich die induktiven Prämissen, *für* eine bestimmte Hypothese kann man zwischen diesen unendlich vielen Alternativen nicht sinnvoll entscheiden. (b) Warum soll man sich auf negativ bewährte Hypothesen bei Handlungsentscheidungen so verlassen, als ob sie wahr wären?

(2) *Überflüssigkeit einer Begründung der Generalisierung:* Die Generalisierung sei nicht begründbar, sie brauche aber auch gar nicht begründet zu werden.
(2.1) ↑*Naturalismus:* Hume hält die Generalisierung für unbegründet. Da sie bisher auch ohne rationale Begründung funktioniert habe, selbst bei Kindern, müsse sie auf einem arationalen Prinzip beruhen, dessen Wirken auch der philosophische ↑Skeptizismus nicht untergraben könne. Dieses Prinzip sei die instinktiv funktionierende Gewohnheit, die uns – nach entsprechenden Erfahrungen von Regelmäßigkeiten – beim Auftreten der Ursache rein assoziativ an das Auftreten der Wirkung glauben lasse, und das zum größten Vorteil der Subjekte.[8] Zeitgenössische naturalistische Theorien[9] erklären dies durch die Evolution. Selbst bei Tieren funktioniere die generalisierende I. – ohne dass sie dafür eine Begründung bräuchten. (a) Selbst wenn die Generalisierung bisher auf einem Prinzip namens ‹Gewohnheit› beruhte, muss dieses Prinzip nicht so stark sein, dass seine Wirkung nicht vom Skeptizismus untergraben werden könnte. Speziell nach der skeptischen Kritik müssten wir das, was wir bisher für eine Schlussfolgerung hielten, eben für eine bloße Assoziation halten und deshalb evtl. als unbegründet verwerfen. Also benötigen wir gerade nach der skeptischen Kritik eine triftige Begründung der Generalisierung.
(2.2) *Semantizismus:* Der Semantizismus vertritt die These, dass die Generalisierung eine sprachliche soziale Institution ist, die einfach *definiert,* was ein Grund und eine Berechtigung dafür ist, die Gesetzeshypothese zu behaupten. Wer nach hinreichenden ↑Evidenzen nicht die Gesetzeshypothese vertrete, sei nicht besonders skrupulös, sondern missbrauche die Sprache. Eine Begründung der Generalisierung erübrige sich damit.[10]
(a) Abgesehen davon, dass auch soziale Institutionen als nützlich und moralisch legitim begründet werden sollten, (b) geht es bei der Begründung der Generalisierung ja nicht darum, ein Spiel zu begründen, nach dem man irgendwann *behaupten* darf, h sei wahr, sondern darum zu begründen, warum es unter bestimmten Bedingungen rational ist zu

glauben, h sei wahr. (c) Unter welchen Bedingungen h wahr ist, wird zwar durch die Verwendungsregeln der Ausdrücke, mittels derer h formuliert ist, und durch den Zustand der Welt festgelegt. Würden die Sprachregeln aber darüber hinaus z.B. festlegen, dass ein I.prinzip wahr ist, obwohl es ja mögliche Welten gibt, in denen es nicht wahr ist, dann würde uns das Sprachsystem vorschreiben, wie die Welt aussieht; es wäre folglich als neutrales Beschreibungsmittel nicht mehr geeignet. Es würde uns insbes. vorschreiben, dass das I.prinzip notwendig gilt, obwohl das Gegenteil durchaus logisch möglich ist.

5.2. Generalistische Theorien induktiver Schlüsse

(1) *Induktive Logik:* Die induktive Logik geht auf Carnap zurück[11] und hat sich inzwischen zu einem ausgedehnten Forschungsgebiet innerhalb der Logik entwickelt.[12] Die Grundidee ist, induktive Schlüsse als partielle logische Implikationen und den Grad dieser Implikation als *bedingte logische Wahrscheinlichkeit* aufzufassen – diese ist streng von der *subjektiven* (Glaubensstärke) und *objektiven Wahrscheinlichkeit* (basierend auf der relativen Häufigkeit) zu unterscheiden. Der Grundbegriff der induktiven Logik, ‹*Die durch eine Proposition e* (die z.B. der Inhalt des Erfahrungswissens sein kann) *bedingte logische Wahrscheinlichkeit der Proposition h* (z.B. eine Hypothese) *beträgt r*› – c(h/e)=r – besagt also, dass h von e im Maße r logisch impliziert wird. Die c-Werte werden im Prinzip so bestimmt: Es werden vollständige *Zustands-* oder *Weltbeschreibungen D* definiert, die aus (nahezu unendlich) langen Konjunktionen positiver oder negierter elementarer Propositionen über alle Gegenstände der Welt bestehen. Durch entsprechende Kombinatorik, ob vor die Elementarpropositionen jeweils der Negator gesetzt wird oder nicht, kann man dann sämtliche möglichen Zustandsbeschreibungen gewinnen. Sei T eine Tautologie, dann ist der durch T bedingte c-Wert jeder einzelnen Zustandsbeschreibung D größer oder gleich 0 (c(D/T)≥0); da T ja keine Informationen enthält, wird dieser c-Wert auch die ‹*Aprioriwahrscheinlichkeit von D*› genannt. Die Summe der Aprioriwahrscheinlichkeiten aller Zustandsbeschreibungen ist 1. Die *Aprioriwahrscheinlichkeit irgendeiner Proposition h* (c(h/T)) ist gleich der Summe aller Aprioriwahrscheinlichkeiten derjenigen Zustandsbeschreibungen D, die h logisch implizieren. Und die *durch e bedingte logische Wahrscheinlichkeit von h* ist gleich dem Verhältnis der Aprioriwahrscheinlichkeit von h&e zu der Aprioriwahrscheinlichkeit von e:

$$c(h/e) = \frac{c(h\&e/T)}{c(e/T)} \quad .$$

Offen bleibt bei diesen Definitionen noch die Bestimmung der Aprioriwahrscheinlichkeiten für die Zustandsbeschreibungen D. Selbst wenn man an diese *c-Funktionen* noch schärfere, wahrscheinlichkeitstheoretisch begründete Forderungen stellt (wie Regularität und strenge ↑Kohärenz), bleiben immer noch unendlich viele c-Funktionen übrig, die alle bisher genannten Bedingungen erfüllen. Carnap sprach deshalb vom ‹Kontinuum der induktiven Methoden› und überließ die Auswahl einer spezifischen c-Funktion dem Belieben der Individuen.

(a) Diese Beliebigkeit ist auch einer der Kritikpunkte an der induktiven Logik: Diese vermag hier keine rational begründeten Hinweise mehr zu liefern. (b) Die ‹natürlichste› c-Funktion ist, allen möglichen Zustandsbeschreibungen D die gleiche

Aprioriwahrscheinlichkeit zuzuschreiben (*Laplaceverteilung*). Wenn die möglichen Zustandsbeschreibungen durch entsprechende Kombinatorik gebildet werden, dann gilt bei Laplacewahrscheinlichkeiten aber c(h/x)=const für alle Propositionen x, die von h logisch unabhängig sind. Wenn h z.B. eine konsistente empirische Aussage über die Zukunft ist, dann kann x insbes. einmal unser gesamtes empirisches Wissen e über die Vergangenheit sein, das andere Mal eine Tautologie, und die empirisch bedingte logische Wahrscheinlichkeit von h ist dann genauso hoch wie die Aprioriwahrscheinlichkeit von h (c(h/e)=const=c(h/T)). Anders ausgedrückt: Mittels I. könnten wir nichts aus der Erfahrung lernen. (c) Ist h eine Allaussage über einen unendlichen Gegenstandsbereich, also z.B. eine Gesetzeshypothese, und e ein endliches empirisches Datum, dann gilt c(h/e)=0 (Nullwahrscheinlichkeit von Gesetzen). (d) Diese Schwierigkeiten müssen auf jeden Fall auftreten, wenn Urteile des Typs c(h/e)=r – gemäß den Intentionen der induktiven Logik – analytisch sein sollen: Ein analytisches Urteil zusammen mit einem empirischen über die Vergangenheit (e) können keine wie immer gearteten Informationen über die Zukunft (h) liefern (oder allgemeiner: über von e logisch unabhängige h). Liefern sie solche Informationen, kann c(h/e)=r nicht analytisch sein. (e) Bei allen wahrscheinlichkeitstheoretischen Lösungsansätzen des I.problems gibt es keinen zwingenden Zusammenhang zwischen dem, was wahrscheinlich ist, und dem, was tatsächlich der Fall ist. Deshalb kann man immer fragen: Warum soll man in dem Sinne rational sein, dass man das Wahrscheinliche für wahr hält? Deshalb müssen alle rein theoretischen Lösungsansätze des I.problems scheitern.[13]

(2) *Theorie der personellen Wahrscheinlichkeit:* Die Probleme (d) und (e) haben den späten Carnap (in bisher unveröffentlichten Manuskripten) und Stegmüller[14] dazu bewogen, die Urteile c(h/e)=r nicht mehr als analytische, sondern als Urteile über *personelle Wahrscheinlichkeiten* aufzufassen, d.h. als Urteile darüber, in welchem Grade man bei einem Wissen über e rationaliter an h glauben sollte. Bei dieser Uminterpretation bleiben jedoch die Probleme (a) bis (c) der induktiven Logik bestehen.

(3) *Theorie der Prämissenergänzung:* Die Idee der Theorie der Prämissenergänzung ist, induktive Schlüsse als unvollständige deduktive Schlüsse aufzufassen, bei denen eine Prämisse fehlt. Aus der Menge der für eine deduktive Vervollständigung hinreichenden, aber nicht bewiesenen, möglichen Zusatzprämissen soll dann die plausibelste ausgesucht werden.[15] (a) Wenn man – lt. Voraussetzung – über keine hinreichenden bewiesenen Zusatzprämissen verfügt, hilft dieser Ansatz überhaupt nicht weiter: Wenn die Zusatzprämisse ohnehin auf ihre Plausibilität hin beurteilt werden muss (z.B. dergestalt, dass man überprüft, ob sie zu den induktiven Prämissen ‹passt› oder ob sie induktiv aus ihnen folgt), warum sollte man diese Plausibilitätsbeurteilung nicht gleich für die induktive Konklusion vornehmen? (b) Vielmehr wird durch die Einführung der Zusatzprämisse das Begründungsproblem u. U. nur verschärft, nämlich wenn durch sie der Gehalt des zu Begründenden noch vergrößert wird.

Die bisher untersuchten – generalistischen – Theorien induktiver Schlüsse gehen davon aus, dass alle Typen induktiver Schlüsse auf die gleiche Weise begründet werden können. Vielleicht ist diese Prämisse falsch, so dass sich das Scheitern dieser Theorien schon von daher erklären würde. Die folgenden, spezifischen Theorien einzelner Typen induktiver Schlüsse machen jedenfalls diese starke Annahme nicht.

5.3. Spezifische Begründungsversuche der generalisierenden Induktion

Begründungen der Generalisierung: Die Zahl der Versuche, die Generalisierung zu begründen, ist Legion. Hier kann nur auf die wichtigsten eingegangen werden.[16]

(1) *Induktivismus:* Mill sieht die Gültigkeit der Generalisierung darin begründet, dass sie ein elliptischer deduktiver Schluss sei. Die zentrale fehlende Prämisse sei das Uniformitätsprinzip, «daß das, was einmal geschieht, bei einem genügenden Grade von Aehnlichkeit in den Verhältnissen [...] so oft geschehen wird, als dieselben Verhältnisse wiederkehren»[17], das Mill für induktiv begründet hält.[18] (a) Eine induktive Begründung des Uniformitätsprinzips setzt die Effektivität der induktiven Generalisierung jedoch schon voraus. Mills Vorgehen ist also zirkulär. (b) Damit der elliptische Schluss deduktiv gültig wird, fehlt noch eine weitere Prämisse: ‹Die Verhältnisse sind dann genügend ähnlich zu den Verhältnissen, die bei den auf G hin beobachteten F vorgelegen haben, wenn sie darin bestehen, dass ein x F ist.› Wie diese Prämisse im Einzelfall begründet werden soll, bleibt völlig offen.

Aktuellere Versuche, die Effektivität der generalisierenden I. induktiv zu begründen, stammen von Black und Braithwaite.[19] Blacks Begründung ist ebenfalls zirkulär. Und Braithwaites Begründung basiert darauf, dass er die Bedingungen für die Begründetheit illegitimerweise abschwächt.

(2) *Probabilismus*:[20] Eine einfache probabilistische Begründung der generalisierenden I. funktioniert so: Man kann zeigen, dass, wenn in das obige Schema der generalisierenden I. mit der Prämisse e_{100} ziemlich triviale Zusatzprämissen eingefügt werden, dass dann aus den Prämissen zwar nicht h_{w100} (= sehr wahrscheinlich sind 100% aller F G) folgt, aber immerhin noch: h_{b100} := ‹Die resultierende Wahrscheinlichkeit davon, dass alle F G sind, ist höher als die Ausgangswahrscheinlichkeit›. Auf diese Weise könne durch die I. die Wahrscheinlichkeit der generellen Hypothese h_{100} (alle F sind G) erhöht werden. (a) Der Trick dieser Argumentation besteht aber einfach darin, dass h_{100} e_{100} logisch impliziert; und die a priori beweisbare Erhöhung der Wahrscheinlichkeit von h_{100} ergibt sich nur aus diesem schon überprüften Teil (e_{100}) von h_{100}. Man kann so nicht beweisen, dass sich die Wahrscheinlichkeit von r_{100} := ‹Alle bisher noch nicht auf G hin untersuchten F sind G› erhöht. (b) Probabilistische Begründungen der Effektivität der generalisierenden I. sind immer darauf angewiesen, dass die durch vorhandene Beobachtungen (e_n) bedingte Wahrscheinlichkeit von nicht beobachteten positiven Instanzen (r_n selbst oder ein Ausschnitt von r_n) einer generellen Hypothese (h_n) größer sind als ihre Aprioriwahrscheinlichkeiten ($P_1(r_n/e_n) > P_1(r_n)$). Nach der Definition der bedingten Wahrscheinlichkeit ($P(r_n/e_n) := P(r_n\&e_n)/P(e_n)$) ist dies äquivalent zu $P_1(r_n\&e_n)/P_1(\neg r_n\&e_n) > P_1(r_n\&\neg e_n)/P_1(\neg r_n\&\neg e_n)$, dass also schon die Aprioriwahrscheinlichkeiten von r_n in Verbindung mit e_n höher sind als in Verbindung mit $\neg e_n$ – und dies obwohl r_n und e_n logisch voneinander unabhängig sind. Dies bedeutet aber, dass schon die Aprioriwahrscheinlichkeit gewissermaßen voreingenommen ist für die Kombination $r_n\&e_n$, also h_n, dass also die Aprioriwahrscheinlichkeiten für die möglichen Welten keine Laplaceverteilung darstellen. Es ist aber unklar, wie eine solche schiefe Wahrscheinlichkeitsverteilung anders als induktiv begründet werden könnte. D.h., probabilistische Begründungen der Effektivität der I. müssen zirkulär sein. Bei einer Laplaceverteilung der Aprioriwahrscheinlichkeiten – und dies ist vermutlich die einzig rationale Verteilung – ergibt sich hingegen (wie schon oben gezeigt), dass die durch die vorhandenen Beobachtungen bedingten Wahrscheinlichkeiten der noch nicht beobachteten positiven

Instanzen ($P_1(r_n/e_n)$) nicht höher sind als ihre Aprioriwahrscheinlichkeit ($P_1(r_n)$).

Dieses Resultat ist insofern katastrophal, als es *alle* Versuche, die probabilistische Effektivitätsthese ex ante zu begründen, zum Scheitern verurteilt und anscheinend sogar die Begründungen *komparativer Effektivitätsthesen*, dass die Generalisierung wahrscheinlicher (in mehr möglichen Welten) effektiv ist als andere Prognosemethoden. Denn man kann jenes Ergebnis auch so formulieren: Wenn wir, statt nur apriorisches Wissen zu verwenden, unser empirisches Wissen in die Wahrscheinlichkeitsberechnung einbringen, wird der Anteil der möglichen Welten, in denen die Prognose wahr ist, dadurch nicht größer, sondern bleibt gleich. Also gilt: Die rationaliter zu erwartende prognostische Effektivität der induktiven Generalisierung, d.h. die Laplacewahrscheinlichkeit, dass die mittels Generalisierung und anschließender Deduktion gewonnenen Prognosen wahr sind, ist unabhängig vom induktiven Verfahren, vor allem unabhängig von den induktiven Prämissen. Demnach könnten wir rationaliter nur erwarten, dass es prognostisch effektiver ist, unter den alternativen Prognosen auf rein *analytischem* Wege jeweils diejenige mit der größten *Aprioriwahrscheinlichkeit* zu wählen, anstatt induktiv vorzugehen. Wir müssten also die Generalisierung als Hilfsmittel zur Prognose aufgeben.

Dieser völlig inakzeptablen Konsequenz kann man nur dadurch entgehen, dass man zeigt, dass die bisher skizzierte Form rational zu erwartender prognostischer Effektivität der Generalisierung nicht die praktisch relevante Art der Effektivität ist. Der unten skizzierte handlungstheoretische Begründungsansatz versucht deshalb zu zeigen, dass prognostischer Erfolg oder auch Misserfolg der Generalisierung in einem großen Teil der rationaliter als möglich zu erwartenden Welten praktisch irrelevant ist, dass diese Welten bei der Effektivitätsberechnung also gar nicht berücksichtigt zu werden brauchen.

(3) ↑*Pragmatismus/Longrunism:* Ziel der statistischen Generalisierung ist es nach Reichenbach, den Grenzwert der Häufigkeit des Eintreffens eines bestimmten Ereignisses zu finden.[21] Sei h^n die relative Häufigkeit der Gegenstände mit der Eigenschaft G unter den bisher n beobachteten Gegenständen mit der Eigenschaft F, so werde also gesucht:

$$\lim_{n\to\infty} h^n.$$

Das Verfahren der Generalisierung bestehe darin, die bisherige relative Häufigkeit als Näherung für den Grenzwert anzunehmen.[22] Wenn es überhaupt einen solchen Grenzwert der relativen Häufigkeit gebe, dann werde die Generalisierung irgendwann auch zu ihm führen. Es möge zwar Methoden geben, die (in bestimmten möglichen Welten) schneller zum Grenzwert der Häufigkeit führten. Dass diese Methoden aber überhaupt zum Grenzwert führten, könne wiederum nur die Generalisierung zeigen, da sie als einziges Verfahren langfristig sicher sei, wenn es denn einen Grenzwert gebe.[23] Salopp gesagt: Wenn also die Generalisierung nicht effektiv ist, ist das kein Fehler der Generalisierung, sondern der Welt; und andere Methoden können in solchen Welten auch nichts ausrichten.

(a) Reichenbachs Zielvorgabe für die Generalisierung ist viel zu schwach. Wir suchen per Generalisierung nicht Grenzwerte der Häufigkeit, sondern *Gesetze*, weil dieser Grenzwert für Prognosen über Handlungsfolgen wertlos ist: Selbst wenn wir den richtigen Grenzwert kennen, lässt sich damit für die jeweils nächsten Fälle jede beliebige Prognose vereinbaren. (b) Die (bedingte) sichere Effektivität der Generalisierung bei der

Grenzwertermittlung gilt nur langfristig; Reichenbachs Effektivitätsnachweis ist deshalb sozusagen für ein zeitloses Individuum relevant, aber nicht für uns sterbliche Menschen. Wir wissen nie, ob die aktuelle Schätzung schon genügend nahe am tatsächlichen Grenzwert ist.

(4) *Handlungstheoretische Begründung*[24]: Als These der Begründung kommt allenfalls ein schwaches, komparatives Effektivitätsurteil in Frage, das sich zudem nicht auf alle möglichen Welten beziehen darf (gegen aprioristische Prognosemethoden), sondern unter diesen nur auf die praktisch relevanten, etwa so: ‹Die Generalisierung ist in mehr relevanten möglichen Welten prognostisch effektiv als andere Prognoseverfahren› (bedingte komparative Effektivitätsthese). Welche dieser Welten überhaupt relevant sind, wird dabei handlungstheoretisch bestimmt: Die möglichen Welten, die mit unserem empirischen Wissen vereinbar sind, kann man unterteilen in 1. einen Teil, in dem die bisher faktisch geltenden empirischen Regelmäßigkeiten (diese sind nicht immer identisch mit den bisher *beschriebenen* Regelmäßigkeiten) mittelfristig konstant sind, und 2. den anderen Teil, in dem sie nicht konstant sind; an ihre Stelle treten andere oder gar keine Regelmäßigkeiten. Die zweite Gruppe ist wesentlich größer als die erste; aber sie ist genau die Menge der *irrelevanten Welten*: In diesen Welten ist es praktisch, für unser Handeln gleichgültig, ob unsere Prognosen wahr oder falsch sind. Denn Prognosen im Rahmen von Handlungsentscheidungen dienen dazu, zu ermitteln, welche *Wirkungen* die verschiedenen (Entscheidungen und die sich daran anschließenden) Taten *verursachen* werden, um dann die ↑Handlung mit den besseren Wirkungen wählen zu können. Findet die Entscheidung nun aber in einer Welt mit in dieser Hinsicht nicht konstanten Regelmäßigkeiten statt, kann man im üblichen Sinne nicht mehr davon sprechen, dass die Entscheidung die Tat, und die Tat irgendeine Wirkung *verursacht*; denn ↑Kausalität setzt entsprechende Regelmäßigkeit voraus. Selbst *erfolgreiche* Prognosen sind in solchen Welten praktisch irrelevant, weil man zwar im nachhinein feststellen kann, dass die Prognose richtig war, aber weder vorher noch nachher wissen kann, ob und wie die Welt nach einer anderen Handlung anders ausgesehen hätte. In diesen Welten gibt es nur den faktischen Verlauf; und Propositionen der Art, dass eine andere Handlung (gemessen an ihren Konsequenzen) besser (gewesen) wäre, sind dort nicht nur für uns nicht überprüfbar, sondern einfach sinnlos; denn auch die Wahrheitsfähigkeit der in dem Werturteil präsupponierten hypothetischen Konditionalpropositionen setzt die Geltung von entsprechenden Gesetzmäßigkeiten voraus. D.h., es gibt in diesen Welten keine Gesetze, also keine Wirkungen, insbes. keine Handlungsfolgen, also keine besseren oder schlechteren Handlungen; es wäre dort gleichgültig, was wir täten. Praktisch relevant sind also nicht beliebige Prognosen, sondern (hauptsächlich) *bedingte hypothetische Prognosen* – wenn ich dies täte, würde jenes passieren –; und solche Prognosen sind nur sinnvoll in Welten mit wenigstens mittelfristig konstanten Regelmäßigkeiten.

Innerhalb der Menge der relevanten Welten ist die generalisierende I. nicht immer effektiv – zufällige oder systematische Beobachtungsfehler können auftreten, notwendige Randbedingungen werden nicht entdeckt, die Regelmäßigkeiten sind überkomplex etc. Unter Einbeziehung des empirischen Wissens über den bisherigen Erfolg der generalisierenden I., die wenigstens Wahrheitsähnlichkeiten lieferte, können viele dieser möglichen Welten aber empirisch ausgeschlossen werden. Eine vorsichtige Schätzung zeigt dann, dass die generalisierende I. in den verbleibenden Welten relativ häufig erfolgreich ist (wenigstens wahrheitsähnliche Prognosen liefert) und sehr viel häufiger erfolgreich ist als ihre bisher bekannten Alternativen. Nach den üblichen Rationalitätskriterien ist es deshalb rational, sich bei der Handlungsplanung auf die induktive Generalisierung zu verlassen.

Black, M., 1954, *Problems of Analysis*, Ithaca. – Black, M., 1972, Induction. In: P. Edwards (Hg.), *The Encycl. of Philos.* (1967), Bd. 4, NY/London. – Braithwaite, R.B., 1968, *Scientific Explanation*, Cambridge. – Carnap, R., 1950, *Logical Foundations of Probability*, Chicago. – Carnap, R., 1952, *The Continuum of Inductive Methods*, Chicago. – Carnap, R., 1962, The Aim of Inductive Logic. In: E. Nagel/P. Suppes/A. Tarski (Hg.), *Logic, Methodology and Philosophy of Science*. – Carnap, R./R.C. Jeffrey (Hg.), 1971, *Studies in Inductive Logic and Probability*, Berkeley. – Cohen, L.J., 1989, *An Introduction to the Philosophy of Induction and Probability*, Oxford. – Essler, W.K., 1973a, *Induktive Logik*, Freiburg/München. – Essler, W.K., 1973b, *Wissenschaftstheorie, Bd. III: Wahrscheinlichkeit und I.*, Freiburg/München. – Essler, W.K., 1980, I. In: J. Speck (Hg.), *Hb. wissenschaftstheor. Begriffe, Bd. 2*, Göttingen. – Fraassen, B.C.v., 1989, *Laws and Symmetry*, Oxford. – Goodman, N., 1988, *Tatsache, Fiktion, Voraussage*, Fft./M. – Hintikka, J./P. Suppes (Hg.), 1966, *Aspects of Inductive Logic*, Amsterdam. – Hume, D., 1976, *Eine Untersuchung über den menschlichen Verstand*, Stuttgart. – Hume, D., 1978, *Ein Traktat über die menschliche Natur*, Hamburg. – Kaplan, M., 1996, *Decision Theory as Philosophy*, NY. – Kaplan, M., 1998, Induction, epistemic issues in. In: E. Craig (Hg.), REPh, Vol. 4. – Kitcher, P., 1992, The Naturalists Return. In: *The Philos. Rev.* 101. – Kutschera, F. v., 1972, *Wissenschaftstheorie, Bd. I: Grundzüge d. allgem. Methodologie d. empirischen Wissenschaften*, München. – Lakatos, I. (Hg.), 1968, *The Problem of Inductive Logic*, Amsterdam. – Levi, I., 1991, *The Fixation of Belief and its Undoing*, Cambridge. – Lumer, Ch., 1990a, *Praktische Argumentationstheorie*, Braunschweig. – Lumer, Ch., 1990b, Induktion. In: EE, Bd. 2, Hamburg. – Lumer, Ch., 1995, Practical Arguments for Theoretical Theses. In: *Argumentation* 11 (1997). – Maher, P., 1993, *Betting on Theories*, Cambridge. – Mill, J.S., 1968, *System der deduktiven und induktiven Logik, Bd. 1 u. 2*. In: J.S. Mill, GW, Bd. 2 u. 3, ND d. Ausg. Leipzig 1884, Aalen. – Pearl, J., 2000, *Causality. Models, Reasoning, and Inference*, Cambridge. – Popper, K.R., ^{4}1971, *Logik der Forschung*, Tübingen. – Reichenbach, H., 1983, *Erfahrung und Prognose*. In: Ders., GW in 9 Bde., hg. v. A. Kamlah/M. Reichenbach, Bd. 4, Braunschweig/Wiesbaden. – Rescher, N., 1987, *Induktion*, übers. v. G. Schäffner, München/Wien. – Skyrms, B., ^{3}1986, *Choice and Chance*, Belmont. – Stegmüller, W., 1973, *Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie, Bd. IV: Personelle u. Statistische Wahrscheinlichkeit, 2 Hbbde.*, Berlin/Heidelberg. – Stegmüller, W., 1986, *Das Problem der Induktion*, Darmstadt. – Strawson, P.F., 1952, The ‹Justification› of Induction. In: Ders., *Introduction to Logical Theory*, London. – Swinburn, R. (Hg.), 1974, *The Justification of Induction*, Oxford.

Christoph Lumer

[1] Begründung des erkenntnistheoretischen Ansatzes für den Umgang mit induktiven Schlüssen: Lumer 1990a, 30-43.

2 Goodman 1988, S. 81–109.
3 Ebd., S. 110–156.
4 Fraassen 1989, Kap. 6–7; Levi 1991; Maher 1993.
5 Hume 1976, Abschn. IV; 1978, Buch 1, T. 3, Abschn. 6.
6 Hume 1976, S. 53f.
7 Popper 1971, S. 8; 15f.; 53f.
8 Hume 1976, S. 60–77.
9 Z.B. Kitcher 1992.
10 Black 1972, S. 177f.; s.a. Strawson 1952, Kap. 9; etwas andere Version des Semantizismus: Goodman 1988, S. 84–89.
11 Carnap 1950; Carnap 1952; Carnap 1962.
12 Carnap/Jeffrey 1971; Essler 1973a; Essler 1973b; Hintikka/Suppes 1966; Kutschera 1972; Lakatos 1968. Einführung: Stegmüller 1986; Essler 1980; Skyrms 1986.
13 Kritik der Carnapschen induktiven Logik: Stegmüller 1986, S. 42–50.
14 Stegmüller 1973; Stegmüller 1986. Alternativer probabilistischer Ansatz: Kaplan 1996, Kap. 1–2.
15 Rescher 1987, S. 23–31.
16 Ausführlichere Überblicke z.B.: Black 1972; Kaplan 1998; Lumer 1990b; Skyrms 1986, Kap. 2.
17 Mill 1968, 2, S. 359.
18 Ebd., S. 360f.
19 Black 1954; Braithwaite 1968.
20 Z.B. Kaplan 1996, Kap. 1–2.
21 Reichenbach 1983, S. 218.
22 Ebd., S. 212.
23 Ebd., S. 221.
24 Lumer 1990b, S. 672–674; Lumer 1995.