24.01.2008

Induktion

Humes Problem

Wie zu Beginn der Vorlesung bereits ausgeführt, gibt es für Hume nur zwei Arten von Urteilen: solche, die sich mit **Beziehungen von Ideen** befassen und solche, die reine **Faktenurteile** sind. Das lässt die Frage offen, welchen Status die **Gesetzesaussagen der Naturwissenschaften** haben. Solche Beobachtungen von Gesetzmäßigkeiten sind nach Hume bloß **das Produkt von Gewohnheiten**.

Humes Problem lautet: wie können wir glauben, **dass von uns beobachtete Gesetzmäßigkeiten auch in Zukunft gelten werden? Was stützt die Annahme, dass die Sonne auch morgen aufgehen wird?**

Dieses Problem ist **die Kernfrage jeder Auseinandersetzung mit Induktion**.

Beispiel Schwäne: man beobachtet eine große Menge von Schwänen, die alle weiß sind und schließt daraus induktiv, dass alle Schwäne weiß sind. Es gibt aber, wie sich herausstellt, auch schwarze Schwäne…

Daraus folgt unbestrittenermaßen, **dass es eine Induktion in dem klassischen Sinn (induktive Urteile als konklusive Urteile) einfach *nicht geben kann*.**

Eine probabilistisch/frequentistische Lösung des Problems

Eine berühmte (und bis heute in der mathematischen Wahrscheinlichkeitstheorie als Standard geltende) Erklärung des **Wahrscheinlichkeitsbegriffs** ist die sogenannte **frequentistische**: demnach ist Wahrscheinlichkeit erklärt als **relative Häufigkeit**.

Ein Beispiel: befinden sich in einer Population von 10000 Schafen 10 schwarze Schafe, so ist die relative Häufigkeit mit der ich bei der willkürlichen Auswahl eines Schafes ein schwarzes erwische genau 0,1 Prozent, nach der Formel:

$$\frac{\textit{günstige Fälle}}{\textit{mögliche Fälle}} = \frac{10}{10000}$$

Mit anderen Worten: die Wahrscheinlichkeit ein schwarzes Schaf zu erwischen beträgt 0,1%, weil nach dem **Gesetz der großen Zahl** der Prozentsatz von schwarzen Schaf-Erwischungen, wenn die Anzahl der Schaf-Auswahlen gegen Unendlich geht gegen 0,1% gehen wird (in dem Fall, dass die Auswahl tatsächlich zufällig ist und sich nicht irgendwelche schwarzen Schafe dauernd vordrängen).

Hans Reichenbach hat nun vorgeschlagen, dieses Konzept **auf das Induktionsproblem anzuwenden.**

Beispiel: wenn man in einer vorhandenen Population von Schwänen 3% schwarze Schwäne hat, so nimmt man (quasi-)induktiv an, dass in der Totalität aller möglichen Beobachtungen (also wenn die Anzahl der Beobachtungen gegen unendlich geht), der Anteil von Schwänen immer noch bei ca. 3% bleibt – wenn man so will: **man rechnet induktiv hoch, von der bekannten Population auf die Gesamtpopulation**.

Dieses Prinzip der **„induktiven Hochrechnung“** hat unbestreitbarer Weise viele Anwendungsfälle, viele Fälle, wo es in den Wissenschaften konkrete Verwendung findet. Aber ist es auch **verallgemeinerbar**?

Im Fall des obigen Schwan-Beispiels wo die bekannte Population **keine** schwarzen Schwäne enthält erscheint die Sache bereits problematisch: kann man sagen, dass die Anzahl der schwarzen Schwäne **ungefähr gleich null ist, wenn sie in Wahrheit etwa 3 % beträgt**?

Nun: **in gewisser Weise** kann man das sagen, in gewisser Weise kann man es nicht sagen. Reichenbachs Prinzip wird hier infrage gestellt, aber es wird nicht komplett über den Haufen geworfen.

Ein viel drastischeres Beispiel zeigt die Probleme deutlicher auf, nämlich **Nelson Goodmans** sogenanntes **new riddle of induction** (Nelson Goodman: *Fact, Fiction, and Forecast*, dtsch: *Tatsache, Fiktion und Voraussage*, 1954, Kapitel III):

Wir definieren zwei Farbprädikate:

> glau := etwas ist entweder grün vor dem 25.1.2008 oder blau ab dem 25.1.2008
> brün := etwas ist entweder blau vor dem 25.1.2008 oder grün ab dem 25.1.2008

Nun nehmen wir irgendwelche grünen Gegenstände her, etwa Smaragde und prüfen die Aussagen:

> (I) Alle Smaragde sind glau.
> (II) Alle Smaragde sind brün.

Nach dem jetzigen Stand unserer empirischen Befunde ist (I) wahr (zu 100 Prozent) und (II) ist zu hundert Prozent falsch. Wenn wir aber ab morgen unsere Beobachtungen fortsetzen werden (für beliebig lange Zeit) und annehmen, dass Smaragde dann immer noch grün sind, dann wird sich herausstellen, dass – **genau umgekehrt** – (I) ab morgen zu hundert Prozent **falsch** ist (**immer falsch**), (II) hingegen zu hundert Prozent (immer) wahr.

Folgerung**: die frequentistische Induktion versagt hier nicht tendenziell oder ein wenig, sie versagt zu hundert Prozent, weil sie diametral falsche Prognosen liefert.**

Was sagt also dieses Goodmansche Rätsel philosophisch aus?

Interpretation: **Wir können aus der bloßen Frequenz niemals auf Gesetzmäßigkeiten schließen, wenn wir nicht gewissermaßen auf einer höheren Ebene eine Gesetzmäßigkeit ANNEHMEN**.

Mit anderen Worten: **ohne normatives Commitment kann Induktion niemals funktionieren.**

Poppers Justamentstandpunkt

Niemand bestreitet, dass Induktion im klassischen Sinn nicht möglich ist. Andererseits ist Induktion aber gewissermaßen **eine wissenschaftliche Tatsache**, das heißt: es ist eine Tatsache, dass viele Hypothesenbildungen in den Naturwissenschaften einfach induktiv funktionieren. Aufgabe der Wissenschaftstheorie wäre es also eigentlich, diese Phänomene zu erklären, bzw. rational zu rekonstruieren.

Einen radikalen Standpunkt nimmt hier jedoch **Karl Popper** ein. Er sagt nicht nur, dass es keine Induktion im klassischen Sinn geben kann, sondern dass es **überhaupt keine Induktion geben kann oder besser gesagt: darf**. Das heißt: Poppers **radikaler Anti-Induktivismus** ist eine Art von **normativem methodologischem Vorschlag**. Wissenschaftler **können** ihre Hypothesen (die sie anschließend deduktiv überprüfen) nicht bloß durch Würfeln finden, **sie müssen sie durch Würfeln finden**: **„wir wissen nicht, sondern wir raten“** (Popper: *Logik der Forschung*).

In seiner (sehr polemischen) Rezension zur Logik der Forschung gibt Hans Reichenbach dazu folgendes Statement ab:

> „Ich kann nun allerdings keinen Vorteil darin erblicken, wenn man die systematischen Versuche, das Verfahren der wissenschaftlichen Hypothesenbildung zu rationalisieren, mit der Behauptung abtut, daß hier ein rationales Verfahren nicht vorliegt. […] Ich gestatte mir einen etwas drastischen Vergleich: die Obstverkäufer auf der Straße haben die Angewohnheit, die guten Äpfel auf die Vorderseite ihres Karrens, also auf die dem Publikum zugewandte Seite zu legen, während die schlechten Äpfel hinten liegen; beim Einfüllen des Obstes in die Tüten pflegen sie dann die Äpfel immer von der hinteren Seite des Haufens zu nehmen. Stellt man einen Obstverkäufer deshalb zur Rede, so wird er energisch bestreiten, daß er ein solches Prinzip bei seinem Obstverkauf benutzt; er wird die Wahl der ausgelieferten Äpfel als unabhängig von solchen Überlegungen bestimmt bezeichnen. Gerade so wenig wie ich diesem Obstverkäufer Glauben schenke, kann ich denjenigen glauben, die behaupten, ohne das Induktionsprinzip ihre Zukunftsaussagen zu bilden. Ich muß nämlich immer wieder konstatieren, daß sie denjenigen Aussagen für die Zukunft glauben, die mit dem Induktionsprinzip in Übereinstimmung sind; daß sie z.B. den Abgang eines Eisenbahnzuges zu derjenigen Zeit erwarten, die das Kursbuch angibt, daß sie auf einen Klingelknopf drücken, wen sie klingeln wollen, usw. Wenn man mir dann antwortet ‚wir wissen nicht, sondern wir raten’, so kann ich nur konstatieren, daß dieses Raten sich in Bahnen bewegt, die mit dem Induktionsprinzip auffallend gut übereinstimmen.“ (Reichenbach 1935, S.281-282)

Es bring also nichts, die Regelmäßigkeiten, derer sich die induktiven Wissenschaften bedienen, einfach in Abrede zu stellen oder zu ignorieren. Was die Wissenschaftstheorie hier leisten muss, ist Modelle zu liefern, die die Methodik, die sich auf diesen Gesetzmäßigkeiten gründet, in einer möglichst adäquaten Weise beschreiben. In dieser Hinsicht sind die Beiträge von Rudolf Carnap exemplarisch:

Carnaps Vorschläge zur Induktion: Wahrscheinlichkeit als Grad der Bestätigung

Nach anfänglicher (in der Zeit des Wiener Kreises) Induktionsskepsis kommt Rudolf Carnap um 1940 herum zu der Überzeugung, dass es ohne Induktion nicht geht. In seiner Autobiographie (Rudolf Carnap: *Mein Weg in die Philosophie*, Reclam) schreibt er dazu:

> „Im Frühjahr 1941 begann ich das gesamte Wahrscheinlichkeitsproblem zu überdenken. Mir schien, daß zumindest in bestimmten Fällen Wahrscheinlichkeit als rein logischer Begriff gedeutet werden sollte. Anstöße in dieser Richtung kamen, glaube ich, einmal von Wittgenstein und Waismann, dann auch von Keynes. Aber ich versuchte einen neuen Ansatz. Ich glaubte, daß der logische Wahrscheinlichkeitsbegriff die exakte quantitative Erklärung des Begriffs liefern sollte, welcher der Methodologie der empirischen Wissenschaften zugrunde liegt, nämlich der Begriff der Bestätigung einer Hypothese im Hinblick auf einen gegebenen Datenbestand. Als technischen Terminus zur Erklärung logischer Wahrscheinlichkeit wählte ich deshalb den Ausdruck ‚Bestätigungsgrad’. […] Ein Grundsatz meiner Theorie war, daß der logische Wahrscheinlichkeitsbegriff die Grundlage aller induktiven Schlüsse ist, also all derer, die keine deduktive Notwendigkeit beanspruchen.“ (S.112-113)

Carnaps Idee lautete, dass es neben dem frequentistischen Wahrscheinlichkeitsbegriff (der sich zur Lösung des Induktionsproblems als ungeeignet erwiesen hat) einen **zweiten Wahrscheinlichkeitbegriff** geben muss, den von ihm sogenannten **logischen WB**:

> „Nehmen wir an, ein Physiker beschreibt die Wahrscheinlichkeit dass die kinetische Energie eines Moleküls in einem gegebenen Körper von Wasserstoff in einem bestimmten Bereich liegt mit 0.03. Das bedeutet, dass 3 Prozent der Wasserstoffmoleküle in diesem Bereich sich in diesem Energiezustand befinden. In diesem Fall bedeutet ‚Wahrscheinlichkeit’ so viel wie ‚relative Frequenz in der gesamten Population’. Wenn ein Wissenschafter auf der anderen Seite sagt, dass eine Hypothese, aufgrund bestimmter Beobachtungen wahrscheinlicher ist als eine andere, dann meint er damit, dass diese Hypothese *stärker gestützt wird, von den gegebenen Daten*. Deshalb meint ‚Wahrscheinlichkeit’ hier ‚Grad der Bestätigung’.“ (Carnap 1947, S.141-142)

Dieser **logische Wahrscheinlichkeitsbegriff** muss demnach so definiert sein: für eine bestimmte **Hypothese h** und eine gegebene **Evidenz e** wird eine Wahrscheinlichkeit **P(h|e)** definiert, als **der Grad, in dem die Hypothese h durch die Evidenz e bestätigt ist**. Für diesen Wahrscheinlichkeitbegriff müssen dann, so Carnap, die üblichen Axiome der Wahrscheinlichkeitstheorie gelten (wie sie auch im Frequentismus angenommen werden), sowie insbesondere das Baissesche Theorem

$$P(h|e) = \frac{P(e|h)P(h)}{P(e)}$$

Das fundamentale **Problem** bei diesem Wahrscheinlichkeitsbegriff ist aber, dass es definitiv **keine eindeutige formale Interpretation für P(h|e) gibt**, vielmehr gibt es unendlich viele Möglichkeiten, dieses Konzept zu definieren, die zu teilweise extrem unterschiedlichen Resulaten führen.

Beispielsweise gibt es in dem Fall der Schwanpopulation aus 100 % weißen Schwänen eine Instanz eines logischen Wahrscheinlichkeitsbegriffes, der P(h|e) den Wert 1 zuordnet, eine andere, die ihm den Wert 0 zuweist!

Natürlich **kann Carnap durch seinen Ansatz prinzipiell selbst so verwickelte Rätsel wie das Goodmansche lösen**. Andererseits aber bleibt feststehend, dass der Wahrscheinlichkeitsbegriff, wie er konkret in einer Situation verwendet wird (also die konkrete formale Definition in Carnaps Spektrum von Möglichkeiten), **eine subjektive, also normative Entscheidung darstellt**.

Carnaps eigener Ansatz ist letztlich eher im Sand verlaufen, obwohl er die letzten drei Jahrzehnte seines Lebens fast ausschließlich dieser Theorie gewidmet hat. Gründe mögen sein, dass die Theorie formal extrem kompliziert ist, und dass es eben keine eindeutige Lösung gibt.

Dennoch gibt es eine Reihe von theoretischen Ansätzen, die **an Carnap anschließen:**

1) Entscheidungstheorie: Carnap selbst hat in seinem Spätwerk seine Theorie in dieser Richtung modifiziert – wie kann man, gegeben eine bestimmte deterministisch beschriebene Situation und eine bestimmte eindeutige Fragestellung mit einem eindeutigen Vorrat von Antwortoptionen, die Entscheidung eines Agenten rational begründen? Hier tritt man in das riesige (und von der Biologie bis zu den Wirtschaftswissenschaften enorm bedeutsame) Feld der **Entscheidungstheorie** und der **Spieltheorie** ein.

2) **Glaubens-Revisions-Theorien, Rangfunktionen:** eine Spielart der Entscheidungstheorie ist, diese konkret auf wissenschaftliche Annahmen zu beziehen. Wie kann man, gegeben einen Satz von wissenschaftlichen Annahmen, die Art und Weise beschreiben, wie diese Annahmen, bei Auftauchen eines neuen empirischen Befundes, der mit diesen Annahmen inkompatibel ist, revidiert werden.

3) Nichtmonotone Logik: das logische Schließen unter empirisch realen Bedingungen erfolgt stets auf der Grundlage von einem begrenzten Vorrat an Informationen. „Logische“ Schlüsse gelten daher nur mit Einschränkungen.

4) Bayesianismus: vielfach wird heute versucht, das Induktionsproblem anhand eines **subjektiven Wahrscheinlichkeitsbegriffs** zu lösen, der den Vorteil hat, eindeutig definiert zu sein. P(h|e) wird hier so interpretiert, dass e nicht eine objektive vorhandene Evidenz repräsentiert, sondern bloß die Summe aller subjektiven Annahmen oder Überzeugungen einer Person oder Gruppe von Wissenschaftlern. P(h|e) sagt also lediglich aus, inwieweit dieses **subjektive** e eine bestimmte Hypothese h stützt.

Natürlich muss man letztlich aber auch die Frage stellen, ob es nicht einen anderen Zugang zu Gesetzmäßigkeiten gibt, als den direkt-induktiven. Stichwörter: Kants Vorstellung, dass Gesetzesaussagen synthetische Urteile a priori sind; die Idee, dass Gesetzesaussagen die Form von Kausalurteilen haben, dass es also irgendein verbindendes Prinzip gibt, das die Form von Gesetzesaussagen liefert (siehe nächste Woche).