

TRADITION UND INNOVATION

XIII. Deutscher Kongreß für Philosophie

Bonn 24.-29. September 1984

Herausgegeben von
Wolfgang Kluxen

unter Mitwirkung von
Tilman Borsche
Gabriel Jüssen
Gerhard Krieger
Werner Stegmaier

Sonderdruck

FELIX MEINER VERLAG
HAMBURG

Walter Hoering, Tübingen

Strategien der Induktion

Wenn beim Test von Medikamenten, die für den Menschen bestimmt sind, zunächst Ratten und dann Schweine herangezogen werden, dann beruht dies auf der durch Erfahrung abgestützten Erwartung, daß gewisse Arten von Gesetzen sich von den beiden ersten Bereichen auf den dritten übertragen lassen. Derartige Übertragbarkeitsbehauptungen für Gesetze sind „Gesetze über Gesetze“. Wir nennen sie „Metagesetze“, weil sie am natürlichsten in einer Metasprache der Sprache zu formulieren sind, in der die Gesetze ausgedrückt wurden.

Eine Betrachtung der faktischen Vorgehensweise von Wissenschaftlern bei der Suche nach Naturgesetzen zeigt, daß praktisch überall bei der Suche nach Gesetzen Metagesetze vorausgesetzt und beachtet wurden und werden. Physiker suchten früher nach deterministischen und (ohne daß sie es so nannten) Galilei-invarianten Gesetzen. Heute müssen die Grundgesetze Lorentz-invariant sein. Weitere Symmetrie-Prinzipien werden in der Elementarteilchen-Physik diskutiert bzw. zugrunde gelegt. Chemiker setzen voraus, daß bestimmte Eigenschaften, wie etwa das Reaktionsverhalten mit Chlor, das spezifische Gewicht, die Farbe, Stoffeigenschaften sind, das heißt, daß sie für alle Repräsentanten (Stücke) eines Stoffes in gleicher Weise gelten. Gewisse Übertragbarkeitsgesetze werden auch in der Biologie innerhalb von Arten, Familien und Stämmen vorausgesetzt (siehe unser Eingangsbeispiel) etc.

Für das Verhältnis von Gesetzen und Metagesetzen erhebt sich sofort das Problem der Begründungspriorität. Muß man die Gesetze zur Begründung der Metagesetze oder die Metagesetze zur Begründung der Gesetze heranziehen? Beides scheint nötig, dann aber doch nicht durchgängig möglich zu sein. Eine logische Begründung der Metagesetze erscheint aussichtslos. Gesetze wie Metagesetze sind kontingente Aussagen über diese Welt. Damit ist auch die Frage der Wahrheit einzelner konkreter Metagesetze der Kompetenz des Wissenschaftstheoretikers entzogen.

Was kann er in dieser Situation noch tun? – Nun, er kann etwa versuchen, das oben angerissene Problem der Begründungs-Priorität zu lösen und im Zusammenhang damit klären, welche Vor- oder Nachteile die Verwendung von Metagesetzen mit sich bringt.

Genau dies wollen wir hier versuchen. Zwei grundsätzlich verschiedene Arten der Diskussion bieten sich an: Beschränkung auf (prinzipiell) falsifizierbare Gesetze und Metagesetze. Das wäre bei Metagesetzen unrealistisch (z. B. sind Übertragbarkeitsbehauptungen für Gesetze nicht falsifizierbar). Zum andern die Einführung von Annahmen über die Konsolidierung (Sicherheit) von Gesetzen. Auf diesem Wege zeigt sich, daß man die Frage nach der



Das Spannungsverhältnis von Tradition und Innovation strukturiert ein Gegenstandsbewußtsein, das die Gegenwart als Durchgangsstation eines Prozesses geschichtlicher Vermittlung begreift. Der Bonner Kongreß stellte die Aufgabe, dieser Struktur und ihren Bedeutungswandlungen in den kulturell maßgeblichen Problemfeldern nachzugehen, die zugleich zentrale Themenbereiche philosophischer Reflexion darstellen: Wissenschaft, Moral, Technik, Kunst und Religion. Zuvor war die Philosophie selbst Thema, sofern sie ihren Prozeß zum Gegenstand philosophiegeschichtlicher Forschung macht.

Der vorliegende Ergebnisband bringt die Hauptvorträge vollständig sowie eine Auswahl aus den Sektionsbeiträgen.

Im Zeichen eines offenen Philosophiebegriffs gibt der Band Raum für profilierte Positionen, die jedoch unter gemeinsamen Standards von Rationalität und Sachbezogenheit der Argumentation stehen. So ergibt sich nicht nur ein Querschnitt durch die Diskussionslage, sondern auch eine Fülle weiterführender Gedanken zu den angesprochenen Fragen.

Begründungsrichtung (von Gesetzen auf Metagesetze – oder umgekehrt) nicht global beantworten kann. Das deckt sich mit der wissenschaftlichen Praxis.

Gewisse (auch indeterministische) Auswahlmechanismen für Sätze, Gesetze, Metagesetze konvergieren, und zwar umso schneller, je „höhere“ Gesetze in der Strategie berücksichtigt werden.

Es scheint, daß diese Resultate ein guter Ausgangspunkt für Verallgemeinerungen in verschiedener Richtung sind. Sie zeigen, wie man nicht falsifizierbare (Meta-)Gesetze behandeln kann; und sie werden unter bestimmten Bedingungen auch auf probabilistische (Meta-)Gesetze übertragbar sein. Dies sei späteren Arbeiten vorbehalten. Vielleicht ist an dieser Stelle auch ein Hinweis auf frühere Arbeiten am Platz, die – noch ohne Beweise – unter anderem Aspekt ähnliche Ideen vertreten und ähnliche Sprachkonstruktionen verwenden (vgl. Literaturverzeichnis).

Zwei konkrete Spiele

Wenn oben die Funktion kontingenter Metagesetze stark betont wurde, so ist dies nur eine Seite unserer Auffassung der Induktion. Die andere ist die Auffassung der Induktion als Spiel. Zur Illustration der Gedankenrichtung seien zunächst zwei Szenen geschildert, die sich bei einer der üblichen Eigenschaftsprüfungen abspielen könnten:

Es unterhalten sich Prüfer P und Prüfling P' bzw. Prüfling P''. *Szene 1:* P legt P' eine Zahlenfolge vor, die man als Folge von Dreiergruppen von Zahlen auffassen kann:

0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 1.

0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0.

1 0 0 2 1 0 0 4 1 0 0.

P: Erraten Sie das nächste Glied der Folge, also die nächste Dreiergruppe von Zahlen. Sie haben fünf Sekunden Zeit.

P': (nach kurzer Überlegung) „018“.

P: Falsch, 012, aber machen wir weiter.

P': (will eigentlich argumentieren, es sei doch ganz klar, daß nach dem Vorangehenden die nächste Zweierpotenz nach 2 und 4, also 8 zu erwarten sei, hält sich aber zurück).

P: Was ist nun das nächste Glied?

P': (will nun P ein bißchen ärgern): Betrachten Sie die kubische Gleichung $x^3 - x^2 = 0$, ordnen Sie dann deren Lösungen der Größe nach, so erhalten Sie das gesuchte Lösungstripel.

P: Falsch! Hätten Sie zwanzig Sekunden Zeit gehabt, hätte ich Ihnen Recht geben müssen, aber was Sie innerhalb der gestatteten Lösungszeit von fünf Sekunden gesagt haben, war nicht die korrekte Lösung.

P' geht verärgert.

Szene 2: P stellt die gleichen Fragen wie vorhin, P'' antwortet jedesmal: „Das kann ich nicht wissen.“ – P ist mit dieser Lösung zufrieden. Diskussion: Was hat P' falsch gemacht?

Klar zutage liegt sein Fehler bei der zweiten Frage. Er hätte sich nicht durch Emotionen dazu verleiten lassen sollen, seine Zeit zu überschreiten. Uns zeigt dies, wie bei Suchspielen für sprachliche Ausdrücke leicht Situationen auftreten können, bei denen die Äquivalenzbedingung verletzt ist. *Logisch äquivalente sprachliche Ausdrücke brauchen im Rahmen des Spieles nicht äquivalent zu sein.* Ökonomische Faktoren (hier die von P' zur Formulierung benötigte Zeit) gehen vor logischer Äquivalenz (der verschiedenen Formulierungen).

Wesentlicher aber ist eine gewisse fundamentale Unbestimmtheit, die der geschilderten Testsituation anhaftet. Geben wir zu, daß der Test den Prüflingen gegenüber unfair war. Sie wußten zu wenig über das Spiel, an dem sie teilnehmen sollten. Beachten wir aber, daß dieser Informationsmangel von einer Art ist, die charakteristisch ist für viele Spiele, die wir im Alltagsleben und in der Wissenschaft spielen müssen. Die Prüflinge wußten nicht, was als Antwort zugelassen war: sie kannten nicht die Menge der möglichen Strategien. Sie kannten auch nicht die Bewertung der Strategien (der möglichen Antworten).

So kam es, daß P' und P'' zu verschiedenen Annahmen über das zu spielende Spiel gelangten; sie wählten sich in verschiedenen Spielen und hieraus resultierten ihre grundverschiedenen Strategien.

Die Reaktion von P' auf die erste Frage war vernünftig bei Spielen, bei denen man weiß, daß es eine richtige Antwort gibt und bei denen die richtige Antwort hoch, eine falsche (oder unbestimmte) Antwort mit Null bewertet wird, etwa:

Ergebnis	Wert
Antwort richtig	200
Antwort falsch	0
Antwort unbestimmt (= ich weiß nicht)	0

Hier hat man nämlich durch Wahl einer beliebigen unter den nicht unbestimmten Antworten zumindest die Chance auf einen Gewinn, eine Chance, die sich noch erhöht, wenn man das Spiel wiederholen oder die gewinnende Strategie noch enger bestimmen kann – etwa durch die Regel, die bei Aufstellung und Auswertung derartiger Tests meist zugrunde gelegt wird, daß die einfachste Lösung die richtigste ist. Derartige empirische Auswahlregeln werden wir auch bei unserer Behandlung des Induktionsproblems wiederfinden: Metagesetze. Ihre Beachtung garantiert allerdings weder Eindeutigkeit noch Erfolg. Genauso ist die Lage hier. Zwischen den folgenden beiden Sätzen S und S' liefert das Einfachheitskriterium keine Entscheidung. S = „in Ab-

0
schnitten der Gestalt 0 der betrachteten Folge treten für x der Reihe nach
x

die Potenzen von 2 auf.“ $S' =$ „in Abschnitten der Gestalt 0 der betrachteten x

Folge treten für x immer abwechselnd 2 und 4 auf“. Sollte P' so vorgegangen sein, daß er sowohl S als auch S' erwogen und dann eine zufällige Auswahl getroffen hat, so war sein Vorgehen trotz des Mißerfolges nicht unvernünftig.

Das Verhalten von P'' ist vernünftig, ja sogar sicher optimal, bei Spielen, bei denen falsche Antworten einen negativen Wert, wahre und unbestimmte Antworten den Wert 0 haben.

Ergebnis	Wert
Antwort richtig	0
Antwort falsch	-200
Antwort unbestimmt	0

Versuchen wir diese beiden Szenen auf Theorien der Induktion zu beziehen! Die letzte Bewertung paßt zu einer Auffassung der Induktion, die so hohe Anforderungen an deren Zuverlässigkeit stellt, daß bereits ein Fehler zum Spielabbruch und Verlust führt. Unter dieser Voraussetzung ist Lernen nicht möglich; eine Strategie hierfür erst recht nicht.

Hingegen scheint uns, daß die tatsächlichen Spiele des Suchens und Findens von Naturgesetzen besser als Spiele vom ersten Typ zu verstehen sind, bei dem tatsächlich etwas zu gewinnen ist, mit der Variante allerdings, daß man wiederholt raten darf und lernen kann. — Nur auf der Grundlage einer Gewinnmöglichkeit ist es übrigens zu verstehen, daß sich überhaupt Mitspieler finden.

Aus diesen Betrachtungen ziehen wir folgende Schlüsse:

Ein Induktionsspiel muß mehrere Züge zulassen — will man einen willkürlichen Abbruch vermeiden, sogar unendlich viele —; die Bewertung muß einen Gewinn zulassen; das Äquivalenzprinzip gilt nicht.

Im folgenden schildern wir einige Lern- und Ratespiele, denen wir trotz ihrer Abstraktheit und Einfachheit Modellcharakter beimessen, für Gesetzesfindungsprozesse, wie sie in den Wissenschaften tatsächlich stattfinden. Zunächst jedoch folgen terminologische Vorbemerkungen und ein Abschnitt über „Gesetzlosigkeit“.

Terminologische Vorbemerkungen

Wir diskutieren in einem formalsprachlichen Rahmen. Wir setzen eine interpretierte prädikatenlogische Sprache S_0 mit endlich vielen Grundprädikaten und abzählbar vielen Individuenkonstanten voraus und eine endliche Folge von Meta- und Meta-Meta- . . . Sprachen S_1, S_2, \dots , wobei die Metasprachen jeweils ein Wahrheitsprädikat in Bezug auf die vorangehende Sprache enthalten, und syntaktische Prädikate (evtl. bezogen auf eine Gödel-Numerierung).

Unter den gemachten Voraussetzungen hat jeder Satz dieses Aufbaus einen Wahrheitswert. (Für eine genauere Schilderung des Aufbaus vergl. Hoe 1980). Gesetze sollen kontingente Sätze unseres Sprachaufbaues sein, die mindestens einen Allquantor wesentlich enthalten. Kontingente Sätze werden für einige Bewertungen der Atomsätze der Grundsprache S_0 wahr, für andere falsch. Alle anderen nennen wir logisch wahr oder falsch. Unter den logisch determinierten Sätzen befinden sich auch solche, deren Wahr- oder Falschheit auf Eigenschaften des syntaktischen Apparats zurückzuführen ist, wie z. B. bei Verwendung von Gödel-Nummern die arithmetischen Wahrheiten. Wir setzen bei unseren Diskussionen das Vorliegen einer vollständigen festen Bewertung M (der Atomsätze der Grundsprache und damit auch aller anderen Sätze unseres Aufbaus) voraus. Ein Satz einer Sprachschicht enthält Allquantoren wesentlich, wenn er keinem Satz der gleichen Sprachschicht in pränexer Normalform (alle Quantoren am Anfang, keine Negationen davor oder dazwischen) ohne Allquantor logisch äquivalent ist. Ein Satz ist ein reiner Allsatz, wenn er Allquantoren, aber keine Existenzquantoren wesentlich enthält. Falsifizierbar sind Sätze des Aufbaus, deren Falschheit aus einer Annahme über die Wahrheitsbelegung endlich vieler Atomsätze der Grundsprache S_0 logisch folgt.

Ein Begriff der Spieltheorie ist für uns nützlich, der Begriff der Strategie. Eine (vollständige) Strategie sagt uns (in jedem Zeitpunkt des Spiels eindeutig), was wir zu tun haben.

„Induktion“ und „Induktions-Strategie“ verwenden wir in dem weiten Sinn von Gesetzesfindung(s-Strategie), also auch für eliminative Vorgehensweisen à la Popper.

„Gesetzlosigkeit“

Wenn man nach Gesetzen sucht, ist es interessant zu wissen, ob man überhaupt Gesetze finden kann.

Wir behaupten, daß es keine Welt ohne Gesetze gibt — logische Gesetze natürlich nicht mitgezählt. Wir wollen zeigen, daß es sogar stets Gesetze der reinen Allform geben muß. Bezüglich der (kontingenten) reinen Allsätze von S_0 sind wir mit folgender Dichotomie konfrontiert: Entweder gibt es unter ihnen (bei der zugrundegelegten Bewertung der Atomsätze) einen wahren Satz, dann haben wir schon das gesuchte Gesetz gefunden; oder aber alle derartigen All-Sätze sind falsch. Dann ist der All-Satz der Metasprache S_1 wahr, der dieses ausdrückt. Er hat die Gestalt

$$\bigwedge x (Ax \rightarrow \neg Wx),$$

wo Ax ein entscheidbares syntaktisches Prädikat ist, das genau für die Namen in S_1 (etwa Gödel-Nummern) von kontingenten reinen Allsätzen von S_0 gilt, und Wx die Wahrheit in M des Satzes mit Namen x in S_1 ausdrückt. (Das Prä-

dikat Ax ist entscheidbar, weil die auf reine Allsätze beschränkte Prädikatenlogik entscheidbar ist.)

Damit haben wir in der Metasprache einen kontingenten, wahren Satz der gesuchten Form gefunden.

– Diese „Meta“-Form eines Gesetzes tritt tatsächlich in der Physik auf; z. B., wenn man sagt, daß die Erfahrungsdaten der Quantenphysik durch kein deterministisches Gesetz beschrieben werden können, oder wenn man behauptet, daß es kein Perpetuum Mobile geben könne. –

Abstrakte Lern- und Ratespiele mit Konvergenz-Verhalten

Nach Popper werden wir die Gesetze, die wir zu irgendeiner Zeit als gültig annehmen, unter jenen zu suchen haben, die wir trotz „ehrlicher Anstrengungen“ bis dato nicht zu falsifizieren imstande waren.

Das Verfahren erhält seine Berechtigung daraus, daß, falls unsere Test-Möglichkeiten nicht eingeschränkt sind, im Limes $T \rightarrow \infty$ nur die wahren Gesetze übrigbleiben; falls die Test-Möglichkeiten auf eine bestimmte Test-Welt eingeschränkt sind, bleiben die in ihr gültigen Gesetze übrig.

Dieses Verfahren wollen wir in den Rahmen unseres oben beschriebenen Sprachaufbaus übertragen, verallgemeinern und durch einen abstrakten Rechner simulieren lassen. Hierfür sind Veränderungen nötig, denn es setzt voraus, daß wir eine unendliche Liste von Sätzen zur Verfügung haben, aus denen wir wieder Sätze wegstreichen können, und außerdem, daß wir unendlich viele Sätze zugleich streichen können, nämlich alle jene, die aus den widerlegten Sätzen folgen. – Wir können uns dadurch helfen, daß wir die nötigen Listen und Ableitungen abschnittsweise bzw. nach Größe geordnet generieren und in eine stets endlich bleibende Liste eintragen (die wir E nennen). Diese Generierung ist nicht nötig in den Fällen, wo ein Entscheidungsverfahren existiert und eingesetzt werden kann, wie etwa bei den reinen Allsätzen der Prädikatenlogik.

Der Rahmen der Spiele, die wir im folgenden behandeln wollen, ist durch eine feste prädikatenlogische Sprache S_0 mit einer festen Bewertung M ihrer Formeln abgesteckt. Zu dieser Sprache gebe es Metasprachen S_1 und S_2 , wie oben beschrieben. Die Zeit nehmen wir als diskret an. Jeweils zu den Zeitpunkten $t = 0, 2, 3, \dots$ liefert eine Black Box einen Atomsatz mit der durch M festgelegten Bewertung derart, daß mit der Zeit alle Atomsätze durchlaufen werden. Zu den gleichen Zeitpunkten erhält der Spieler einen Atom- oder Molekularsatz (Satz ohne Quantoren) vorgelegt, dessen Wahrheitswert er erraten soll. Der Spieler trifft seine Wahl und erhält einen Punkt, falls er recht hat. Die Zahl der bis t errungenen Punkte ist der Wert des Spiels für den Spieler bei dem bisher erfolgten Spielverlauf. Jeder vollständige, d. h. für alle t durchgespielte Spielverlauf legt eine Wertfolge fest. Wertfolgen vergleichen wir nach dem Kriterium der „eventual dominance“ (= Übertref-

fen für alle t nach einem bestimmten Zeitpunkt) und schreiben gegebenenfalls etwa $W < W'$.

Wir stellen uns die Aufgabe, verschiedene Vorhersageverfahren oder Rate-Strategien zu vergleichen.

1. Zufallsstrategie 0,5

Unabhängig von den Ergebnissen bisheriger Rate-Experimente setzt der Spieler hier, gemäß den Ergebnissen eines Zufallsexperimentes, mit der Wahrscheinlichkeit 0,5 auf die Wahrheit des fraglichen Satzes. Diese Strategie wird im Mittel unabhängig von der tatsächlichen Häufigkeit der wahren Sätze eine Erfolgsquote von 0,5 liefern.

Dies ist auch die Strategie, welche die klassische Spieltheorie für den Fall des Fehlens weiterer Information über die Strategie des Gegners vorschreibt.

2. Folgestrategie

Man setze auf den bisher am häufigsten aufgetretenen Wahrheitswert, im Gleichverteilungsfall treffe man eine Zufallsentscheidung mit gleicher Wahrscheinlichkeit für wahr und falsch.

Diese Strategie bringt gegenüber der Strategie 1 zu einem bestimmten Zeitpunkt t immer dann einen Vorteil, wenn die relative Häufigkeit der überprüften und als wahr festgestellten Sätze von 0,5 abweicht. Der Vorteil ist um so höher, je größer die Abweichung ist.

3. Folgestrategie mit anfangs n festen Gesetzen

Jedes der Gesetze sei ein reiner Allsatz in S . Der Spieler weiß nicht, ob sie wahr sind – ergibt sich ein Widerspruch, so verwendet man das Gesetz nicht mehr, das diesen hervorruft. Sind mehrere der Gesetze an der Entstehung des Widerspruchs zu den zugänglich werdenden Daten (Atomsätze) beteiligt, nimmt man nur Notiz, ändert aber an den Gesetzen so lange nichts, als der „Übeltäter“ nicht lokalisierbar ist.

Strategie: Es ist jeweils der Satz als wahr vorauszusagen, der aus den noch vorhandenen Gesetzen zusammen mit den bisher erhaltenen Molekularsätzen folgt. Im Falle, daß sowohl A wie auch $\neg A$ folgt und ebenso im Falle, daß keine relevante Vorhersage ableitbar ist, verwende man Strategie 2.

Vergleichen wir den Fall der Anwendung dieser Strategie mit der Verwendung der reinen Strategie 2. Um den Vergleich zu erleichtern, setzen wir parallele Spielverläufe voraus: Strategie 2 habe zum Spielverlauf V geführt. Wenn wir bei Anwendung der Strategie 3 auf Strategie 2 zurückgreifen müssen, dann wählen wir jenen Satz, der an der entsprechenden Stelle gemäß V gewählt wurde.

Bei der vorausgesetzten parallelen Spielführung kann man mit Strategie 3 (den Spielverlauf nennen wir V') gegenüber Strategie 2 höchstens n Punkte in Rückstand geraten – genau dann nämlich, wenn alle Gesetze in M falsch sind, man für jedes Gesetz auf eine falsifizierende Gegeninstanz trifft und V in die-

sen Fällen von V' abweicht. Hat man aber mindestens ein M -wahres unter den Gesetzen, so erhält man $W < W'$, wobei W und W' die den parallel geführten Spielverläufen V und V' entsprechenden Wertverläufe sind, falls V unendlich oft von V' abweicht – und das ist sehr wahrscheinlich.

4. Folgestrategie mit einer wachsenden Menge zufällig ausgewählter Gesetze

Betrachten wir hier zunächst den einfachsten Fall, den einstufigen, und beschränken wir uns auf die falsifizierbaren Gesetze, d. h. die Menge der M -wahren aber nicht logisch wahren reinen Allsätze von S_0 als Kandidaten für die zufällige Auswahl. Diese stellen wir uns einzeln, zu bestimmten, aber durchaus nicht notwendig zu allen Zeitpunkten durch ein Orakel geliefert vor. Wir tragen sie in unsere Sammelliste E ein, falls sie nicht bereits eingetragenen Molekularsätzen widersprechen. Sobald ein derartiger Widerspruch auftritt, werden sie wieder aus E gestrichen. – Strategie: wie im letzten Spiel.

Zweierlei ist klar: Die feste Grenze für das Zurückfallen des Ergebnisses hinter das von Spiel 2, die wir für Spiel 3 erhielten, gibt es hier nicht. Zum zweiten: Irgendwann wird jedes falsche Gesetz (aus E) eliminiert.

Man muß mit der Möglichkeit rechnen, daß sich in E mit der Zeit sehr viel mehr falsche als wahre Gesetze ansammeln, so daß wir mit einer nicht weiter eingeschränkten Strategie im Spiel 4 viel schlechtere Resultate erhalten können als mit einer gleichlautenden Strategie in einem Spiel der Art 3, in dem keine neuen Gesetze hinzukommen.

Diesem Effekt könnte man dadurch gegensteuern, daß man die vom Orakel gelieferten Gesetze nicht gleich, sondern mit einer gewissen, vielleicht im Lauf der Zeit noch wachsenden Verzögerung in E einträgt oder aktiviert, so daß viele falsche Gesetze gar nicht zur Wirkung kommen, weil die widerlegenden Instanzen schon zur Hand sind, wenn man ihre Aktivierung ins Auge faßt.

Andererseits ist ein in E eingetragenes richtiges Gesetz eine Quelle von (im allgemeinen) unendlich vielen richtigen Vorhersagen. Daher sollte man andererseits E auch wieder nicht zu langsam auffüllen.

Mut wie Feigheit bergen Gefahren. Was man an dieser Stelle brauchte, sind Kriterien für die Konsolidierung von Gesetzen – die etwa als Meta-Gesetze formuliert sein könnten. Wieviel (oder welche) Tests braucht man, um ein (unwiderlegtes) Gesetz akzeptabel für wichtige Vorhersagen zu machen?

In der wissenschaftlichen Praxis kennt man solche Kriterien. Logisch betrachtet kann man Metagesetze über Symmetrien und Übertragbarkeit von Gesetzen von einem Gebiet auf ein anderes nur dann bestätigen oder widerlegen, wenn man von der Wahrheit bestimmter Gesetze ausgeht. An dieser Stelle ist die Beschränkung auf falsifizierbare Metagesetze nicht mehr sinnvoll.

5. Strategie mit m wahren Metagesetzen

Sicher kann man etwas Besseres tun, als Gesetze durch eine reine Zufallsstrategie einsetzen zu lassen. Man kann etwa nach Metagesetzen suchen, welche die wilde Zufallsauswahl einschränken. Ein solches Metagesetz würde besagen, daß bestimmte Klassen von potentiellen Gesetzen in M keine wahren Gesetze sind. Für solche Metagesetze kann man zwar gegebenenfalls bestätigende, positive Instanzen finden; sie sind aber durch Molekularsätze nicht zu falsifizieren, höchstens durch Gesetze. Hierzu brauchte man Konsolidierungsannahmen (über die Endgültigkeit der Bewertung der fraglichen Gesetze). Gleichwohl sind derartige Metagesetze sehr nützlich. Eine Strategie für das Spiel 5, die solche Metagesetze zur Einschränkung der für 4 angenommenen Strategie benützt, kann unter Umständen unendlich oft bessere Vorhersagen machen als diese, dann nämlich, wenn die Metagesetze unendlich viele falsche Gesetze eliminieren.

Fassen wir zusammen: Die Einführung von Gesetzen und Metagesetzen erhöht die Chancen für bessere Vorhersageresultate, kann diese aber nicht garantieren. Man könnte glauben, daß der Umstand, daß bei von uns betrachteten Strategien falsche Gesetze höchstens einmal „Unheil“ anrichten können, eine schärfere Aussage ermöglichen müßte. Hierzu müßte man aber quantitative statistische Annahmen über M und die Strategien zugrunde legen. Das haben wir hier vermeiden wollen.

Halten wir aber fest, daß die geschilderten Lernverfahren im Laufe der Zeit unter bestimmten Voraussetzungen doch zu einer Elimination der fälschlich akzeptierten Gesetze führen, so daß dann die Bedingungen für die Anwendung unserer Resultate gegeben sind. Man kann eben nur nicht definitiv feststellen, wann dies der Fall ist.

Wir haben im Vorangehenden unsere Spiele umgangssprachlich beschrieben und diskutiert. Eine formalsprachliche, quantitative Beschreibung hätte sicher exakter (wenn auch unverständlicher) sein können und auch die Möglichkeit geboten, quantitative Aussagen über Wahrscheinlichkeiten und Erwartungswerte zu machen.

Thesen

Zur abschließenden Übersicht stellen wir unsere Grundannahmen (T_1 , T_3 , T_6), Ergebnisse (T_2 , T_4 , T_5) und eine nicht detailliert begründete Behauptung (T_7) in Thesenform zusammen.

T_1 . Wir wollen die Gesetze *dieser* Welt finden; nicht die Gesetze aller möglichen Welten. Deshalb sind logische Theorien der Induktion und der Bestätigung verfehlt.

T_2 . Gesetzlosigkeit ist auch ein Gesetz. Daher gibt es keine Welt ohne Gesetze.

T_3 . Die Frage nach der Gültigkeit des Induktionsprinzips ist falsch ge-

stellt. In jeder Welt wird es, wie T2 zeigt, Fälle geben, in denen es erfolgreich angewendet werden kann, aber auch solche, bei denen es in die Irre führt.

Die einzig interessante Frage ist die nach dem Bereich seiner erfolgreichen Anwendbarkeit.

T4. Bei der Suche nach Anwendungsbereichen von Induktionsregeln und nach Gesetzen helfen uns Annahmen über die Form möglicher Gesetze – konkret Hypothesen über Unabhängigkeit von Ereignissen und Eigenschaften, über Ähnlichkeiten und Symmetrien.

Diese Annahmen sind spezifisch für bestimmte Wissenschaften und Bereiche in ihnen, sie sind hypothetisch und kontingent.

Sie lassen sich oft am natürlichsten in einer Metasprache der Sprache, in der die normalen Gesetze formuliert sind, ausdrücken, so daß es naheliegt, sie als „Metagesetze“ zu bezeichnen.

T5. Gesetzesfindungs-Strategien, die Metagesetze verwenden, sind besser als andere Strategien.

T6. Für die Auswahl von Gesetzen (Metagesetzen) reicht das Kriterium der Konsistenz mit den Erfahrungsdaten (Gesetzen erster Ordnung) oft nicht aus. Hier werden Ökonomiekriterien herangezogen, die quer durch die logischen Äquivalenzklassen von Gesetzes-Formulierungen hindurchschneiden.

Verschiedene Formulierungen eines Gesetzes (deren Äquivalenz nicht bekannt ist) werden durch äquivalente Erfahrungsdaten nicht in gleicher Weise für bestätigt gehalten.

T7. Das Spiel eines Einzelnen gegen die Natur um den auf lange Sicht höchsten Wertverlauf kann auch als ein Meta-Spiel gegen andere Individuen aufgefaßt werden, die zur gleichen Zeit gegen die Natur spielen, wobei das Metaspiel der gewinnt, der gegen die Natur das beste Resultat erzielt.

Wir erhalten so einen Hinweis auf eine mögliche Konkurrenz-Auffassung der Induktion, die freilich noch der Ausarbeitung bedarf.

Der Vorteil einer solchen Auffassung liegt darin, daß, in höherem Maße noch als bei der hier skizzierten spieltheoretischen Auffassung, riskante Strategien zwingend motiviert werden können – insbesondere bei risikofreudiger Konkurrenz –, während fast alle bisherigen Induktions-Theorien nur konservative Strategien zu begründen vermochten (Carnap I u. II, Hempels Bestätigungstheorie, Goodmans entrenchment). Poppers Empfehlung „kühner Hypothesen“ schießt wohl auf der anderen Seite am Ziel vorbei, in ihrer, wenn man sie beim Wort nimmt, grandiosen Verachtung ökonomischer Einschränkungen, die nur noch von Feyerabend übertroffen wird.

Literatur

- R. Carnap, Logical foundations of probability, Chicago 1962
 M. Hanen, An examination of adequacy conditions for confirmation. Diss., Brandeis Univ. 1970
 C. G. Hempel, A purely syntactical definition of induction, JSL 8, 1943
 —, Studies in the logic confirmation, Mind 54, 1945, S. 1 u. 97
 P. Feyerabend, Wider den Methodenzwang. Skizze einer anarchistischen Erkenntnistheorie, Frankfurt 1975
 N. Goodman, Fact, fiction and forecast, New York 1956
 W. Hoering, „Paradigma-wechsel“ und „normale Wissenschaft“ durch die Brille eines Wissenschaftstheoretikers betrachtet, in: Leibniz-Studien, Sonderheft 6, 1977
 —, On Judging rationality, Studies in the History and Philosophy of Science, 11, 1980, S. 123
 K. Popper, Conjectural knowledge: my solution of the problem of induction, Rev. int. d. phil. 95/96, 1971, S. 167
 —, Logik der Forschung, Tübingen 1970
 W. Salmon, The justification of inductive rules of inference, in: I. Lakatos (Hrsg): The problem of inductive logic
 W. Stegmüller, Das Problem der Induktion: Humes Herausforderung und moderne Antworten, in: H. Lenk (Hrsg): Neue Aspekte der Wissenschaftstheorie