

Wo stehen wir heute mit dem Problem der Induktion?*

Wolfgang Spohn

Etwa vor einem Vierteljahrhundert hat Wolfgang Stegmüller in verschiedenen Schriften, vor allem aber in seinem Aufsatz (1971) und in seinem umfangreichen Werk (1973b), den Versuch unternommen, den Stand der Diskussion zum Induktionsproblem zu bilanzieren und fortzuentwickeln. Sein Resümee scheint mir der richtige Ausgangspunkt meiner heutigen, als wertender Überblick gedachten Zuwendung zum Induktionsproblem zu sein; daher möchte ich als erstes dieses Resümee kurz in Erinnerung rufen.

In seiner allgemeinsten Formulierung stellt sich das Induktionsproblem in der Frage: Gibt es wahrheitskonservierende Erweiterungsschlüsse? Wie Hume schon feststellte und Popper energisch bekräftigte: Nein. An dieser schlichten negativen Antwort führt kein Weg vorbei – was Stegmüller zu der Zuspitzung bringt: Das Induktionsproblem gibt es nicht, in dieser Form. Stattdessen diagnostiziert er ein theoretisches und ein praktisches Nachfolgerproblem, womit er gleichzeitig das antipodische Verhältnis zwischen Karl Popper und Rudolf Carnap in dieser Frage auflösen will. Das theoretische Nachfolgerproblem fragt: Wie lautet die Definition des Begriffs der Bestätigung, Stützung oder Bewährung einer Hypothese? Und wie rechtfertigt man die Adäquatheit dieser Definition? Hingegen lautet das praktische Nachfolgerproblem: Welche Normen gelten für rationales Handeln? Und wie lassen sich diese Normen rechtfertigen? (Vgl. die Einleitung von Stegmüller 1971.)

Mit dieser überraschenden Aufspaltung wollte Stegmüller bewußt provozieren; in der Tat denke ich – wie ich noch erläutern werde –, daß er damit übers Ziel hinausgeschossen ist. Doch muß man sehen, was ihn zu dieser Aufspaltung veranlaßte: die Tatsache nämlich, daß Carnap sein Projekt der induktiven Logik, nachdem er zwanzig Jahre lang daran gearbeitet hatte, auf seine alten Tage hin völlig

* Vortrag auf der Wissenschaftlichen Tagung „Erfahrung und Urteilskraft“ des Engeren Kreises der Allgemeinen Gesellschaft für Philosophie in Deutschland in Halle im September 1997.

uminterpretierte; Carnap erblickte darin zuletzt in der Tat ein Teilprojekt in einer Gesamtheorie des rationalen Entscheidens und Handelns. (Vgl. Carnap 1971 und Stegmüller 1973b, Teil II.) Daß eine solche Gesamtheorie ein drängendes Desiderat ist, ist keine Frage. Ebenso klar ist freilich, daß Carnap entgegen dem langen Anschein mit seiner induktiven Logik dann ein anderes Projekt verfolgte als Popper in seiner Logik der Forschung (1934).

Stegmüllers Nachfolgerprobleme formulierten zwei verschiedene Forschungsprogramme, die damals unausgeschöpft waren und es heute noch sind. In seinem eigenen Denken entwickelten sich die beiden Programme kurz nach dieser Bilanz noch entscheidend auseinander. Mit Sneed (1971) entdeckte er nämlich die methodologische Rationalität hinter den vermeintlich bloß wissenschaftshistorischen Beobachtungen von Kuhn (1962), die dieser selbst ja durchaus nicht nahelegte. Damit entfernte sich Stegmüller noch weiter von Popper, indem er das theoretische Nachfolgerproblem der Theorienbestätigung oder -bewährung auf die Frage nach der Theoriendynamik im allgemeinen und nach der Verdrängung einer Theorie durch eine andere im besonderen verschob.

Das alles war, wie gesagt, vor gut zwanzig Jahren – eine Zeit, die mir, der ich seinerzeit als Student direkt an der Quelle dieser gedanklichen Entwicklungen saß, seltsam lang erscheint. Die fürs weitere wichtigen Stichworte habe ich damit schon bereitgelegt. Doch ist zunächst festzustellen, daß seitdem in der Erkenntnistheorie im allgemeinen und auch zum Induktionsproblem, welches in gewisser Weise fast die halbe Erkenntnistheorie ausmacht, sehr viel passiert ist. Das liegt rein historisch daran, daß unter dem angsteinflößenden und dann doch so weit stabilen atomaren Patt für die Wissenschaften im allgemeinen und die Philosophie im besonderen paradoxerweise wirklich so etwas wie ein Perikleisches Zeitalter angehoben hat, welches nun, so scheint es, merklich siecht. Insbesondere seit der Bildungsrevolution in Westeuropa und in Nordamerika am Ende der 60er und zu Beginn der 70er Jahre ist auch die Philosophie zumindest quantitativ nachgerade explodiert; das darf man, glaube ich, gerade auch aus einer philosophiehistorischen Perspektive heraus nicht übersehen. Natürlich unterliegt diese Quantität, was ihre Qualität betrifft, dem Gesetz vom abnehmenden Grenznutzen. Doch hat es in den vergangenen 20 Jahren in der Erkenntnistheorie auch in inhaltlicher Hinsicht viele substantielle Entwicklungen gegeben. Aus meiner begrenzten Sicht heraus will ich nur einige Punkte nennen, von denen viele, wenn auch nicht alle das Induktionsproblem berühren:

Zuerst zu nennen ist, daß es zwischen den Polen, die sich mit den Schlagwörtern Realismus, Empirismus und Pragmatismus wohl am besten

markieren lassen, gewaltige Verschiebungen und Verästelungen gegeben hat. Das hatte philosophisch vielleicht die größte Bedeutung, weil es diese Pole sind, an denen die Erkenntnistheorie mit der Metaphysik verkoppelt wird. (Am repräsentativsten hierfür ist vielleicht das Werk Hilary Putnams mit all seinen Windungen und Wendungen; vgl. etwa Putnam 1993.)

Zweitens: Das wissenschaftstheoretische Gedankengut hat sich kontinuierlich vermehrt. Dort gibt es viel zu tun; neben der allgemeinen Wissenschaftstheorie gibt es all die mit den verschiedenen Wissenschaften befaßten speziellen Wissenschaftstheorien mit ihren zahlreichen Problemen; das ursprünglich von Patrick Suppes herrührende, von Sneed bereicherte und schließlich von Stegmüller ins Leben gerufene strukturalistische Forschungsprogramm ist dabei prominent, aber nicht vorherrschend. Dieses Gedankengut halte ich im Prinzip für erkenntnistheoretisch relevant, da ich nach wie vor, vielleicht einseitig, dazu neige, die Wissenschaftstheorie als verlängerten Arm der Erkenntnistheorie zu betrachten.

Drittens: Die Philosophie des Geistes hat unter allen philosophischen Disziplinen in den letzten Dekaden den weitaus größten Aufschwung genommen; das zu belegen, ist hier, glaube ich, überflüssig. Unleugbar hat das der zeitgenössischen erkenntnistheoretischen Diskussion entscheidende Impulse gegeben.

Viertens: Die vielleicht massivste Bewegung in der Erkenntnistheorie verbirgt sich hinter dem breiten Schlagwort von der Naturalisierung der Erkenntnistheorie; auch diese Bewegung ist erst in den letzten zwanzig Jahren richtig in Gang gekommen. Im deutschsprachigen Raum kennt man darunter vor allem die auf Konrad Lorenz zurückgehende evolutionäre Erkenntnistheorie (vgl. etwa Vollmer 1975). Die angelsächsische Diskussion scheint mir dagegen weiter, nämlich allgemein kognitionswissenschaftlich motiviert zu sein. Darin fließt vieles zusammen, neben biologischen und speziell evolutionstheoretischen Argumentationen vor allem neurowissenschaftliches, psychologisches und linguistisches Gedankengut und nicht zuletzt die Künstliche Intelligenz. (Einen aktuellen Überblick liefert Kornblith 1994). Natürlich hat kein vernünftiger Philosoph je bestritten, daß die empirische Erforschung unserer kognitiven Fähigkeiten in höchstem Maße aufschlußreich ist. Die Naturalisierer betrachten all das jedoch als ein großangelegtes Programm zur Ersetzung oder Reduktion der philosophischen Erkenntnistheorie und haben damit nicht nur empirische Informationen, sondern auch schwerwiegende Auseinandersetzungen in die Philosophie hineingetragen. Von diesen ist auch das Induktionsproblem affiziert; darauf komme ich noch zurück.

Fünftens haben neben der Naturalisierungsdiskussion noch andere Themen besondere Aktualität gewonnen. Ein Thema, welches ich für besonders spannend halte, ist der, man könnte sagen, Zwilling zum Induktionsproblem; ich meine die Frage nach der Basis der Erkenntnis. Die Frage ist gewiß alt; aber dadurch, daß kohärentistische Lösungen dieser Frage erst jüngst ernstzunehmende, nicht-metaphorische Formulierungen gefunden haben, ist die Debatte zwischen Fundamentalismus und Kohärentismus auch erst jüngst richtig in Fahrt gekommen. (Vgl. BonJour 1985, Bartelborth 1996 oder Spohn 1997/78.)

Sechstens: Teils unabhängig davon, teils im Zusammenhang damit hat sich ebenfalls erst in den letzten zwanzig Jahren eine intensive Diskussion um den sogenannten Schluß auf die beste Erklärung entsponnen, welcher die aktuelle Variante der Peirceschen Abduktion darstellt und im oben hervorgehobenen allgemeinen Sinn von Induktion sicherlich eine wichtige – manche sagen: die wichtigste – induktive Schlußform ist (vgl. etwa Lipton 1991 und Bartelborth 1996, Teil IV).

Siebtens hat es in der formalen Erkenntnistheorie wesentliche Fortschritte gegeben. Carnaps engeres Programm der induktiven Logik kocht auf ziemlich bescheidener Flamme weiter. Doch hat es unter dem Schlagwort Bayesianismus, welches im weiten Sinne einfach die Behandlung erkenntnistheoretischer Fragen auf der Grundlage der mathematischen Wahrscheinlichkeitstheorie meint und dem so auch die induktive Logik zuzurechnen ist, viele fruchtbare Beiträge gegeben; davon legen z.B. Pearl (1988) und Earman (1992) beredtes Zeugnis ab. Die umwälzenderen Entwicklungen hat es freilich jenseits der Wahrscheinlichkeitstheorie gegeben. Unter dem Einfluß der Künstlichen Intelligenz, die intensiv Methoden der Wissensrepräsentation hinterhergeht, hat sich z.B. die sogenannte nicht-monotone Logik entwickelt, die mittlerweile viele Spielarten kennt (s. Gabbay et al. 1994 und 1995); sie läßt sich auch als direkter Beitrag zum Induktionsproblem deuten. Und insbesondere ist so etwas wie eine allgemeine Theorie der Überzeugungsänderung – zu englisch: belief revision – zur Blüte gekommen (s. etwa Gärdenfors 1988, Gärdenfors, Rott 1995 und Rott 1998). Auch das sind alles Entwicklungen der letzten zwanzig Jahre, die mir am Herzen liegen und deren Wichtigkeit ich noch werde betonen können.

Wo ich schon dabei bin, sollte ich meine kleine Tour d'Horizon durch die wichtigen aktuellen Themen mit zwei Hinweisen abschließen, die mit dem Induktionsproblem wenig zu tun haben. So ist bekanntlich die Diskussion darüber, wie der Wissensbegriff überhaupt zu explizieren sei, seit 1963, als das Gettier-

Problem ruckbar wurde, intensiver geführt worden als je zuvor; sie ist mittlerweile ziemlich in den schon erwähnten Themenkreisen aufgegangen (beides spiegelt sich in Bieri 1987). Schließlich ist die Erkenntnistheorie der Mathematik ein kleines, aber sich kontinuierlich fortentwickelndes Gebiet geblieben (s. etwa Kitcher 1984).

Gewiß kann ich zu all diesen Entwicklungen, auch insoweit sie nur das Induktionsproblem betreffen, hier nicht begründet Stellung nehmen. Doch ist die zentrale Aussage, um die es mir hier geht, für diese Entwicklungen zutiefst einschlägig. Sie erscheint vielleicht nicht besonders aufregend. Doch erfährt sie in der Literatur keinen großen Nachdruck, und zwar, so kommt mir vor, nicht deswegen, weil sie ohnehin von jedermann klar akzeptiert wäre. Wie auch immer, inmitten der schwierigen Probleme ist es jedenfalls nützlich, sich die einfachen Sachverhalte klar vor Augen zu führen. Der, den ich hier vor Augen führen will, ist, daß *induktive Schemata ziemlich dasselbe sind wie Revisionsschemata*. Damit meine ich folgendes:

Klar ist zunächst, daß ein erkennendes Subjekt im Laufe seines kognitiven Lebens eine Unmenge an, neutral ausgedrückt, Daten erhält. Worin diese Daten genau bestehen, ob sie externe Sachverhalte über die Außenwelt oder interne Sachverhalte über das Subjekt selbst zum Inhalt haben, ob sie gewiß und infallibel sein müssen oder unsicher und fallibel sein können, all das gehört zum Problem der Basis der Erkenntnis, welches jetzt nicht unser Problem ist. Klar ist ferner, daß die Daten eines Subjekts nach jedem vernünftigen Verständnis so arm sind, daß das Subjekt zum schnellen Untergang verurteilt wäre, wollte es seine Überzeugungen auf seine Daten und ihre deduktiven Folgerungen beschränken; z.B. genügen jedenfalls alle Überzeugungen über die Zukunft nicht dieser Beschränkung. Das Subjekt ist also vital darauf angewiesen, mehr als seine Daten zu glauben.

Wie tut es das? Dadurch, daß es, wie ich es ausdrücke, ein bestimmtes induktives Schema realisiert. Ein *induktives Schema* ist dabei eine Funktion, die jeder beliebigen Folge von Daten eine Menge von Überzeugungen oder, allgemeiner, einen doxastischen Zustand, der über diese Daten hinausgeht, zuordnet. Evident gibt es unzählige induktive Schemata. Doch verwendet jedes erkennende Subjekt nur ein induktives Schema – welches freilich durch sein tatsächliches kognitives Leben, das ja nicht alle möglichen Datenfolgen durchwandert, nicht eindeutig bestimmt ist. Das Induktionsproblem besteht mithin genau in der Frage, ob sich die Verwendung eines bestimmten induktiven Schemas rechtfertigen läßt, und wenn ja, wie.

Doch stellt sich die Frage der Überzeugungsbildung eigentlich nicht so global. Die natürlichere Problemstellung ist eher folgende: Da hat das Subjekt, irgendwoher,

einen mehr oder weniger reichen Schatz an Überzeugungen. Nun bekommt es ein neues Datum – und verändert dadurch im Regelfall seine Überzeugungen. Wie tut es das? Dadurch, daß es, wie ich es ausdrücke, ein bestimmtes Revisionschema, realisiert. Ein *Revisionschema* ist dabei eine Funktion, die jeder beliebigen Menge von Überzeugungen und jedem Datum eine neue Menge von Überzeugungen zuordnet, oder allgemeiner: jedem doxastischen Anfangszustand und jedem Datum einen doxastischen Endzustand. Ein Revisionschema ist also, mit anderen Worten, ein mögliches dynamisches Gesetz für doxastische Zustände – so ähnlich wie Newtons Gravitationsgesetz ein dynamisches Gesetz für die Bewegungszustände schwerer Körper ist. Wieder gibt es unzählige Revisionschemata, und wieder stellt sich die Frage, welches der vielen man verwenden soll.

Diese Frage kommt dem Induktionsproblem gleich, einfach weil es eine fast exakte Entsprechung zwischen Revisionschemata und induktiven Schemata gibt. Denn in der einen Richtung gilt, daß jedes induktive Schema ein Revisionschema erzeugt, indem es jeder Folge von Daten einen ersten doxastischen Zustand und der um ein neues Datum erweiterten Datenfolge einen zweiten doxastischen Zustand zuordnet und damit die Funktion definiert, die dem ersten Zustand und dem neuen Datum den zweiten Zustand zuordnet; diese Funktion ist jedenfalls dann wohldefiniert, sofern das induktive Schema, wenn es zwei verschiedenen Datenfolgen denselben doxastischen Zustand zuordnet, gleichartigen Erweiterungen dieser Datenfolgen ebenfalls denselben doxastischen Zustand zuordnet – was eine plausible Bedingung an induktive Schemata ist. Diese Funktion liefert noch nicht ein volles Revisionschema, da ihr Definitionsbereich nicht alle doxastischen Zustände, sondern nur solche enthält, die das induktive Schema aus Datenmengen erzeugt; doch sieht man daran, daß der Definitionsbereich immerhin alle doxastischen Zustände enthält, auf die es vom Standpunkt des induktiven Schemas aus ankommt – so daß man das, was zu einem vollen Revisionschema fehlt, vernachlässigen darf. Umgekehrt gilt, daß jedes Revisionschema ein induktives Schema erzeugt, sofern man ihm einen apriorischen doxastischen Zustand als Startpunkt beigesellt. Denn damit kann das Revisionschema dann jede beliebige Folge von Daten aufrollen und so eine Funktion festlegen, die jeder Folge von Daten einen doxastischen Zustand zuordnet.

Die Rechtfertigung von Revisionschemata kommt also der induktiver Schemata gleich – bis auf einige doch nicht zu vernachlässigende Facetten. Ein inhaltlicher Unterschied liegt in der gerade gemachten Beobachtung, daß ein Revisionschema nur dann ein induktives Schema erzeugt, wenn man ihm einen

apriorischen doxastischen Zustand beigesellt; zu letzterem ist also auch irgendwie Stellung zu beziehen. Das ist ein reales Problem, welches den Statistikern und Wahrscheinlichkeitstheoretikern von jeher bewußt war; das zeigt sich etwa in dem statistischen Grundlagenstreit zwischen den Bayesianern, die die Bezugnahme auf eine subjektive Apriori-Verteilung für unumgänglich halten, und konkurrierenden Methoden, die diese unwissenschaftliche Subjektivität doch als entbehrlich zu erweisen hoffen. In der Erkenntnistheorie wurde dieses Problem aber nicht immer in hinreichender Schärfe gesehen, vielleicht weil es in der Rede von induktiven Schemata und ähnlichem nicht aufscheint. Indem sie dieses Problem explizit macht, erweist sich also die Rede von Revisionsschemata als vorteilhaft.

Ein anderer Unterschied scheint vorderhand ein bloß atmosphärischer zu sein. Die Bemühungen um die Rechtfertigung eines induktiven Schemas standen meist unter dem Eindruck, es müsse möglich sein, ein induktives Schema eindeutig auszuzeichnen – ein Eindruck, der vielleicht auch von der eingebildeten Unabhängigkeit von der Frage nach dem Apriori-Zustand gefördert wurde. Die aktuellere Diskussion um Revisionsschemata war hingegen von vornherein von solch hohen und, wie ich denke, überhöhten Ansprüchen frei; in ihr ging es immer nur darum, was sich an Regeln für die Dynamik doxastischer Zustände formulieren läßt – wobei offen blieb, ob diese Regeln diese Dynamik schon eindeutig fixieren. Diese Aufgabe des Alles-oder-Nichts-Denkens eröffnete zweifelsohne ein reiches Spektrum von Zwischenmöglichkeiten.

Dieser vorderhand bloß atmosphärische, aber letztlich doch ganz wichtige Unterschied ist freilich der Effekt der lange bohrenden Induktionsskepsis, die mit Hume anhub, auch vom Kantischen Programm nicht überwunden werden konnte, sich im Gegenteil mit Goodman (1955) wesentlich verschärfte, auch darin allen Lösungsversuchen widerstand und sich sogar zu anderen Formen des Skeptizismus, etwa einem Bedeutungsskeptizismus (s. Kripke 1982, S. 58ff.), erweiterte. (Zu diesem Effekt trug sicherlich auch die Tatsache bei, daß Carnaps Projekt der induktiven Logik die anfänglichen hochgespannten Ziele nicht wegen skeptizistischer Einwände, sondern aufgrund konstruktiver Probleme nicht einlösen konnte.)

Die positive Wirkung solcher Skepsis war von jeher, daß sie überhöhte Begründungsansprüche als solche entlarvte; die negative Wirkung war, daß dann nichts mehr begründbar und alles beliebig erschien. Beides ist im beschriebenen atmosphärischen Umschwung aufgehoben. In Bezug auf Revisionsschemata wird ja gerade gefragt, was an dynamischen Regeln begründbar ist. Wieviel das am Ende ist,

ist weder in positiver noch in negativer Hinsicht vorentschieden; und der Skeptizist kann nicht mehr mit pauschalen Fragen und Argumenten landen, sondern muß sich mit den spezifischen Begründungen, die gegeben werden, auseinandersetzen.

An diesem wichtigen Umschwung waren aber, wie mir scheint, zwei weitere Unterschiede beteiligt. Zum einen geht es bei den Revisionsschemata um die lokale Frage, wie auf ein neues Datum zu reagieren sei, während es bei den induktiven Schemata um die globale Frage ging, was allen erhaltenen Daten insgesamt zu entnehmen sei – was die entschieden einschüchterndere Frage ist und damit eher ein Alles-oder-Nichts-Denken herausfordert. Zum anderen – das war wohl noch gravierender – stellte sich das Problem hinsichtlich der induktiven Schemata bevorzugt als die Frage nach dem induktiven Schließen, danach, was aus den Daten zu schließen sei; das belegt etwa Stegmüllers oben zitierte paradigmatische allgemeine Formulierung des Induktionsproblems. Durch die scheinbare Verwandtschaft mit dem deduktiven Schließen klingt diese Frage dann so, als müßten die Antworten darauf richtig oder falsch sein. Hingegen fehlt diese unglückliche Konnotation bei der Frage hinsichtlich der Revisionsschemata; da geht es unzweideutig um die Dynamik doxastischer Zustände und nicht um das unzeitlich wirkende Entfalten des Gehalts von Prämissen.

Wegen dieser Unterschiede scheint mir die angemessene moderne Formulierung des Induktionsproblem in der folgenden Frage zu liegen: *Welche Regeln gelten für die Dynamik doxastischer Zustände, und wovon nimmt diese Dynamik ihren Anfang?* Die Rede vom Gelten ist noch undeutlich; darauf werde ich gleich noch eingehen. Doch ist zunächst festzustellen, daß es eine Fehlbezeichnung wäre, diese Frage als Nachfolger des Induktionsproblem zu bezeichnen; wie ich gezeigt habe, ist sie identisch mit dem Induktionsproblem. Die Schriften von Hume, dem wir all das zu verdanken haben, decken sich – wenn man ihn nicht allzu platt als empirischen Assoziationspsychologen liest, sondern wohlwollender rationalitätstheoretisch interpretiert – gut mit dieser Einsicht. Insoweit diese Einsicht verschüttet war, lag es wohl an den genannten Verschiebungen des Problembewußtseins. In Bezug auf die aktuelle einschlägige Diskussionslage scheint mir diese Formulierung aber jedenfalls vollkommen angemessen.

Diese Feststellung deckt sich auch mit Stegmüllers zu Beginn geschilderten Resümee; in der Tat führt sie seine zwei Nachfolgerprobleme wieder zusammen. Denn mit Praxis hat das praktische Nachfolgerproblem eigentlich wenig zu tun. Carnaps Wende lag ja, wie auch Stegmüller deutlich macht, darin, daß er seiner induktiven Logik ausdrücklich diese dynamische anstelle der am Schließen

orientierten Betrachtungsweise unterlegte; daß unsere doxastischen Zustände im Verbund mit unseren Wünschen im Prinzip immer auch praktisch werden, ist natürlich richtig, aber in Bezug auf Carnaps Projekt vorerst nicht erheblich. Und das theoretische Nachfolgerproblem hat Stegmüller selbst, wie erwähnt, von der Frage nach dem Bestätigungsbegriff in die Frage nach der Theoriendynamik transformiert. Insofern fühle ich mich mit meinem Resümee ganz in Einklang mit dem Stegmüllers.

Über die Dynamik doxastischer Zustände läßt sich nun auf vielen Ebenen sehr viel sagen; deswegen ist das so bündig wirkende Induktionsproblem letztlich so unerschöpflich. Am wichtigsten scheint es mir festzustellen, daß man diese Dynamik unter normativer wie unter empirischer Perspektive betrachten kann; meine Rede davon, welche Regeln für diese Dynamik gelten, war ja in dieser Hinsicht absichtlich vage.

Wenden wir uns zunächst der empirischen Perspektive zu. Da spannt sich ein weiter Themenbogen: von der neurophysiologischen Erforschung kognitiver Mechanismen über die kognitionspsychologische Untersuchung von Wahrnehmen, Lernen, Denken, Sprechen und Handeln, theoretische Modelle aus Psychologie, Linguistik und KI, die Entwicklungspsychologie und die Sozialpsychologie kognitiver Funktionen, Überlegungen zur evolutionären Selektion bestimmter kognitiver Mechanismen und so weiter bis hin zu wissenschaftssoziologischen und wissenschaftshistorischen Studien und allgemeinen Betrachtungen zur Ideen- und Geistesgeschichte. Vieles davon ist quälend, vieles davon ist hochinteressant, und alles fügt sich bestens in das Bild einer naturalisierten Erkenntnistheorie. Doch was hat all das mit Philosophie zu tun?

Eine Funktion, die die Philosophie häufig hat, ist die des Vorreiters: dort, wo die Dinge schwer oder noch gar nicht empirisch aufzuschließen sind, da bereitet die philosophische Spekulation und Imagination einen oft luftigen, aber auch fruchtbaren Nährboden. Das gilt in hohem Maße auch für unser Thema – was vielleicht am schlagendsten von der großen Wirkung bezeugt wird, die Hume und seine Assoziationsgesetze des Denkens auf die sich erst später formierende Psychologie bis weit in dieses Jahrhundert hinein gehabt haben. Teilweise fängt die Philosophie also einfach an, was die empirischen Wissenschaften dann mit ungleich besseren Mitteln und größerem Eifer fortführen.

Trotzdem kommt in all dem so entstandenen Reichtum der Kern des Induktionsproblems gleich in doppelter Weise nicht richtig in den Blick. Erstens

wird dabei die meines Erachtens entscheidende normative Dimension vernachlässigt. Und zweitens stößt man durch die große empirische Vielfalt kaum zu den allgemeinsten dynamischen Regeln und Gesetzen vor; das gelingt besser in der normativen Betrachtungsweise. Diese zwei Punkte will ich im folgenden ausführen.

Was läßt sich also unter normativer Perspektive zur Dynamik doxastischer Zustände oder zur Erkenntnistheorie im allgemeinen sagen? Da ist zunächst festzustellen, daß auch der Naturalisierer der Erkenntnistheorie normative Überlegungen nicht leugnen muß. Charakteristisch ist wohl eher die Einstellung, die der Naturalisierer Quine in einem bekannten Zitat (Hahn, Schilpp 1986, S.664f.) ausdrückt: "... normative Epistemologie ist ein Zweig des Ingenieurswesens. Sie ist die Technologie der Wahrheitssuche oder, erkenntnistheoretisch zurückhaltender ausgedrückt, der Vorhersage. ... es geht hier um Effizienz in Bezug auf ein oberstes Ziel, Wahrheit oder Vorhersage. Das Normative wird hier, wie auch sonst im Ingenieurswesen, deskriptiv, sobald der Zielparameter explizit gemacht wird."

Mir leuchtet das wenig ein. Zwar ist es vielleicht nicht unmöglich, alle epistemologischen Normen auf die Verpflichtung auf die Wahrheitssuche zu reduzieren. Doch denke ich, daß diese Reduzierbarkeit nicht trivial ist, lediglich behauptet wird und durch den gegenwärtigen Stand der normativen Diskussion in der Erkenntnistheorie in der Tat in keiner Weise eingelöst ist. Betrachten wir dazu nur zwei Beispiele:

In (1990) äußert sich Quine zu dem Thema etwas ausführlicher; auf S. 20 führt er etwa das Gebot der Einfachheit an. Doch wieso ist es sozusagen eine bloß technologische Norm, die einfachere Hypothese zu bevorzugen? Popper (1934), Kap. VII, argumentiert hier bekanntlich – und viele folgen ihm –, daß die einfachere Hypothese die leichter widerlegbare sei. Wo kommt jedoch die Annahme her, die leichter widerlegbare Hypothese sei eher wahr? Das ist auf die eine oder andere Weise eine substantielle Annahme, die nicht so einfach zu verteidigen ist und die man mit Poppers Theorie der Wahrheitsnähe (s. Popper 1969) zu verteidigen suchen mag, welche aber ihrerseits als umstritten zu bezeichnen ist.

Oder betrachten wir das ausführliche Argument von Bonjour (1985), Kap. 8, daß ein auch langfristig kohärentes Glaubenssystem, welches sein "Observation Requirement" erfüllt, d.h. seine Beobachtungen oder spontan entstehenden Überzeugungen ernst nimmt, vermutlich wahr ist. Bonjour faßt dies als einen Schluß auf die beste Erklärung auf, welcher einer der prominenten induktiven Argumentationsformen ist. Doch wo kommt diese Schlußform her? Das ist keine Kritik an Bonjour, der selbst nicht der naturalisierten Erkenntnistheorie anhängt. Es

zeigt aber, daß Kohärenz kein Gebot ist, welches der Naturalisierer leicht unter das Gebot der Wahrheitssuche subsumieren könnte, da er dazu so etwas wie den Schluß auf die beste Erklärung zu benötigen scheint, der offenbar selbst auf normativen Überlegungen beruht.

Nein, die normative Diskussion ist hier viel zu bunt und reichhaltig, als daß ein vorgefaßter Reduktionismus hier übers Plakative und Wunschhafte hinaus käme; in der Tat würde er die Diskussion in unguter Weise beschneiden. Ich möchte die große Buntheit der normativen Diskussion nur mit ein paar Strichen andeuten:

Die gesamte mathematische Statistik etwa ist eine durch und durch normative Disziplin. Wenn die Statistiker z.B. Eigenschaften von Schätzfunktionen wie Konsistenz, Erwartungstreue, Effizienz etc. diskutieren, so geht es nicht nur ums mathematisch Mögliche und Beweisbare, sondern auch ums Wünschenswerte. Und wenn sie sich in der Testtheorie in einen Grundlagenstreit darüber verstricken, ob sie sich mit Neyman und Pearson an Umfang und Macht eines Tests orientieren oder das Likelihood-Prinzip zugrunde legen oder gar dem Bayesianismus huldigen sollen, so ist das ein normativer Streit par excellence.

Ferner ist natürlich Carnaps induktive Logik ein normatives Unterfangen; das wurde spätestens in seiner Auseinandersetzung mit dem Subjektivismus von de Finetti (1937) offenkundig, in der es darum ging, ob sich die möglichen Apriori-Verteilungen weiteren normativen Beschränkungen unterwerfen lassen oder nicht.

Auch die von Popper in die Welt gesetzte und immer noch andauernde Diskussion darüber, wie man so etwas wie Wahrheitsnähe am besten verstehen und messen kann (vgl. etwa Kuipers 1987), wird einfach dadurch unmittelbar zu einer normativen Diskussion, daß ihr vorgegeben ist, daß Wahrheitsnähe jedenfalls etwas sei, was wir in unseren epistemischen Aktivitäten zu maximieren hätten.

Überhaupt war die Wissenschaftstheorie in den ersten Jahrzehnten ihrer Existenz überwiegend normativ orientiert. Einfachheit, Allgemeinheit, Systematizität und Konservativität von Theorien und ähnliches mehr dienten dort immer als normative Kriterien. Und wenn dort Theorien der Bewährung, der qualitativen Bestätigung und des quantitativen Bestätigungsgrades diskutiert wurden, so waren das natürlich auch normative Diskussionen. Diese hat Kuhn (1962) mit einer gewissen Berechtigung als weltfremd kritisiert. Doch ließ die Retourkutsche nicht lange auf sich warten; Lakatos (s. seine in Lakatos 1978 verammelten Aufsätze) sowie Sneed (1971) und Stegmüller (1973a) unterwarfen das von Kuhn beschriebene Verhalten der Wissenschaftler bald wieder der normativen Rationalitätsbeurteilung.

Zweifelsohne ließe sich diese Beispielsliste leicht verlängern. So weit habe ich auch nur Themen genannt, auf welches sich Stegmüller in seinem oben geschilderten Resümee zum Induktionsproblem beziehen konnte, auch wenn sie sich seitdem oft wesentlich fortentwickelt haben. Seltsamerweise wurde in dieser älteren Literatur die normative Frage der Induktion nie wirklich in der oben als äquivalent erwiesenen Form gestellt, nämlich als die Frage, wie doxastische Zustände rationalerweise zu ändern seien. In dieser Form wurde die Frage erst in den vergangenen 15 oder 20 Jahren gründlich untersucht. Ich will wenigstens anreißen, was es da mittlerweile alles gibt:

Im Rahmen der probabilistischen Repräsentation doxastischer Zustände gab es auf die Frage nach ihrer rationalen Änderung von jeher eine klassische Antwort: diese Änderung ergibt sich einfach mittels Konditionalisierung bezüglich der gewonnenen Daten. Daß es eine allgemeinere Antwort gibt, führte erst Jeffrey (1965), Kap. 11, mit seiner verallgemeinerten Konditionalisierung vor. Die Frage, wie sich diese Formen der Konditionalisierung rechtfertigen ließen, wurde erst in den 70er Jahren gestellt und gewissen Antworten zugeführt (s. etwa Skyrms 1990, Kap. 5). In dieser Zeit wurde auch das Prinzip von der Minimierung der relativen Entropie, welches in der statistischen Physik schon länger eine Rolle spielte (s. Jaynes 1978), als ein Prinzip für die Änderung subjektiver Wahrscheinlichkeiten entdeckt (s. etwa Hunter 1991). Das von van Fraassen (1984) formulierte und in (1995) verteidigte sogenannte Reflexion Principle erfreut sich wohl noch größerer Allgemeinheit. Und so weiter.

Parallel dazu wurde in dieser Zeit erstmals eine Überzeugungsänderungstheorie für qualitativ beschriebene, d.h. nicht nach Stärkegraden abgestufte Überzeugungen entwickelt. Pionier hierfür war vor allem Peter Gärdenfors mit seiner Theorie der Expansion, Kontraktion und Revision von Glaubenssystemen, welche einen enormen Forschungsboom ausgelöst hat; seine über zehnjährigen Arbeiten dazu hat er in Gärdenfors (1988) zusammengefaßt (s. auch Gärdenfors, Rott 1995 und Rott 1998). Meine Theorie der ordinalen Konditionalfunktionen (s. Spohn 1988; erstmals präsentiert habe ich sie 1984 in meiner unveröffentlichten Habilitationsschrift) – heute heißen sie Rangfunktionen oder qualitative Wahrscheinlichkeiten (vgl. etwa Goldszmidt, Pearl 1996) – ist freilich in gewisser Hinsicht noch befriedigender, da sich mit ihr die Dynamik doxastischer Zustände vollständig beschreiben und das genannte probabilistische Gedankengut nachgerade perfekt qualitativ nachzuvollziehen läßt. Einen großen Einfluß hatte ferner die sogenannte Dempster-Shafer-Theorie der "belief functions" (s.

Shafer 1976 und 1990). Schließlich sind, überwiegend angeregt durch Forschungen in der Künstlichen Intelligenz, die ja auch kaum älter ist, diverse alternative Repräsentationen doxastischer Zustände entwickelt worden, für die sich die Frage nach ihrer rationalen Änderung jeweils etwas anders stellt. Spätestens hier fängt dann der Markt an, auszuufern und unübersichtlich zu werden (vgl. wiederum Gabbay et al. 1994 und 1995).

Um diese und andere Theorien, Regeln und Prinzipien gibt es normative Diskussionen: wie sie sich weiter begründen lassen, wie sie eventuell einander rechtfertigen, ob sie inakzeptable Konsequenzen haben, und so weiter. Was da alles an vielfältigen, spannenden Untersuchungen läuft, das führte hier zu weit ins Detail. Doch sollte aufgrund des zuvor Gesagten klar sein, daß ich in diesen Entwicklungen den entscheidenden Beitrag der letzten zwei Jahrzehnte zum philosophischen Induktionsproblem erblicke und denke, daß es darin direkter und konstruktiver thematisiert ist als je zuvor.

Drei plus vier Bemerkungen möchte ich dazu noch machen:

Erstens will ich noch einmal hervorheben, daß diese Diskussion dadurch, daß sie normative Fragen der Rationalität diskutiert, bei der Philosophie aufgehoben und nicht an einzelne empirische Wissenschaften abgetreten ist. Das Verhältnis solcher normativen Rationalitätsüberlegungen zur empirischen Erkenntnistheorie ist komplex und jetzt nicht zu erörtern. Ich bin aber davon überzeugt, daß die normative Diskussion für die empirische insofern regulativ ist, als wir uns bei all unseren schwerwiegenden Unvollkommenheiten dennoch auch empirisch als halbwegs rational im Sinne der normativen Diskussion verstehen wollen; es ist schlecht vorstellbar, daß die empirische Erkenntnistheorie den Rationalitätsbegriff einfach umgehen kann. (In Spohn 1993 habe ich das sorgfältiger dargelegt.)

Zweitens möchte ich darauf hinweisen, daß sich die genannte Diskussion auf denkbar hoher Allgemeinheit bewegt. Vielen mag sie deswegen zu luftig sein; z.B. ist es schon schwierig, sie auf historische Beispiele für die Dynamik wissenschaftlicher Theorien anzuwenden. (Einen Versuch dazu macht Rott 1991.) Gleichwohl scheint mir diese Diskussion diese hohe Allgemeinheit zu legitimieren, nämlich schon dadurch, daß sie demonstriert, daß auch in dieser Allgemeinheit eine substantielle Diskussion möglich ist. Und natürlich geht mit dieser hohen Allgemeinheit eine entsprechende philosophische Stärke einher; der Philosoph sollte sich, wenn er es sinnvoll kann, solcher Allgemeinheit anbequemen. Von dieser Warte aus scheint mir auch mein obiger Tadel der empirischen Zugangsweise zur Erkenntnistheorie für ihre unzulängliche Allgemeinheit berechtigt zu sein.

Drittens möchte ich bei dieser Gelegenheit das Lob des Formalen singen. Denn gewiß wäre diese moderne Diskussion zum Induktionsproblem ohne präzise Modellierungen doxastischer Zustände nicht möglich; auf diese haben sich die zu erörternden Regeln der rationalen Änderung zu beziehen; und das zieht dann unvermeidlich einen gehörigen logischen und mathematischen Aufwand nach sich. Ich sehe dazu gar keine Alternative. (Von daher ist es vielleicht kein Zufall, daß die erste DFG-Forschergruppe im Fach Philosophie dem Thema "Logik in der Philosophie" gewidmet ist.)

So weit sagten diese Bemerkungen, daß und wo das Induktionsproblem in der Philosophie aufgehoben bleibt. Die restlichen Bemerkungen sollen daran erinnern, daß die von mir hervorgehobenen Entwicklungen zum Induktionsproblem nicht nur für es selbst wichtig sind, sondern eine viel weitergehende philosophische Tragweite besitzen – was eigentlich selbstverständlich ist, wo das Induktionsproblem anerkanntermaßen im Zentrum der Erkenntnistheorie liegt. Gleichwohl will ich zuletzt vier Punkte explizit nennen:

Erstens ist zu betonen, daß die formalen Theorien der Überzeugungsänderung eine der wenigen Ecken der theoretischen Philosophie sind, die einen relativ kurzen Weg zur Anwendung haben. Denn es ist ein großes Thema in der Künstlichen Intelligenz, wie man den Computern das induktive Denken beibringen kann. Dementsprechend findet das, was diese formalen Theorien dazu zu sagen haben, in der KI unmittelbar Gehör. Das ist schon bemerkenswert.

Zweitens mögen meine Darlegungen den Gedanken nahegelegt haben, daß ich den direktesten Ansatz zur Formulierung einer Dynamik doxastischer Zustände schlicht übergangen habe. Wird diese Dynamik nicht rationalerweise von den Gründen, die wir erhalten, angetrieben? Die Ausführung dieses Ansatzes bleibt jedoch in der Regel arg undeutlich – wenn es nämlich darum geht zu sagen, was denn Gründe sind, falls man sie nicht nur deduktiv, sondern auch induktiv verstehen will. Die genannten formalen Theorien der Überzeugungsänderung haben da einen großen Vorteil: sie können diesen Ansatz verwenden, um damit umgekehrt den Begriff des Grundes oder der Begründung präzise zu explizieren. In der Tat glaube ich, daß diese umgekehrte Strategie erfolgreich ist. Und wenn man sich anschaut, wo überall der Begründungsbegriff in der Erkenntnistheorie zentral wird – in der Auseinandersetzung zwischen Fundamentalismus und Kohärentismus, in der Explikation des Wissensbegriffs, in der Wissenschaftstheorie, und so weiter –, dann wird einsichtig, wie wertvoll eine solche präzise Explikation sein kann.

Das strahlt noch weiter aus. So halte man sich drittens etwa vor Augen, wie

eng Hume den Kausalitätsbegriff mit dem der Assoziation oder Denknötigung verknüpft hat, welcher freilich, wenn man ihn weniger psychologisch und eher rationalitätstheoretisch wendet, im Begründungsbegriff seine Entsprechung hat. Wenn diese Verknüpfung in der einen oder anderen Weise zurecht besteht, dann hat die Explikation des Begründungsbegriffs direkte und weitreichende Folgen für die Kausalitätstheorie (vgl. dazu Spohn 1991).

Schließlich spukt an vielen prominenten Orten in der Sprachphilosophie, in Nachfolge der mittlerweile verworfenen Verifikationstheorie der Bedeutung, so etwas wie eine Begründungstheorie der Bedeutung herum; die Bedeutung eines Satzes ist vielleicht daran zu bemessen, wodurch er sich und was sich mit ihm begründen läßt. Ob mit einer solchen Idee die Bedeutungstheorie zu erschöpfen ist, ist eher zweifelhaft; daß sie eine wichtige Komponente der Bedeutungstheorie bildet, scheint sich aber breiter Zustimmung zu erfreuen. Welche Form diese Komponente dann genau annimmt, ist jedoch wiederum einigermaßen nebulos. Auch hier wäre es sicherlich von Nutzen, dem Begründungsbegriff eine präzise Form zu geben.

Man sieht, weder in Bezug auf das Induktionsproblem selbst noch in Bezug auf seine Weiterungen hat sich die Forschung erschöpft. Im Gegenteil, da gibt es noch viele spezielle und allgemeine, wohl umrissene und tief schürfende Fragen, deren Bearbeitung interessant und wichtig wäre. Daß die nächsten Jahre und Jahrzehnte in diesen Fragen philosophisch substantiell fortschreiten werden, daran habe ich keinen Zweifel, und ich bin wirklich gespannt darauf, wie das Resümee zu diesem Thema in wieder 25 Jahren ausfallen wird.

Literaturverzeichnis

- Bartelborth, T. (1996), *Begründungsstrategien. Ein Weg durch die analytische Erkenntnistheorie*, Berlin.
- Bieri, P. (Hg.) (1987), *Analytische Theorie der Erkenntnis*, Frankfurt a.M.
- BonJour, L. (1985), *The Structure of Empirical Knowledge*, Cambridge, Mass.
- Carnap, R. (1971), "Inductive Logic and Rational Decisions" und "A Basic System of Inductive Logic, Part I", in: R. Carnap, R.C. Jeffrey (Hg.), *Studies in Inductive Logic and Probability*, vol. I, Berkeley u.a., S. 5-31 + 33-165.
- Earman, J. (1992), *Bayes or Bust? A Critical Examination of Bayesian Confirmation Theory*, Cambridge, Mass.
- de Finetti, B. (1937), "La Prévision: Ses Lois Logiques, Ses Sources Subjectives", *Annales de l'Institut Henri Poincaré* Bd. 7, engl. Übers.: "Foresight: Its Logical Laws, Its Subjective Sources", in: H.E. Kyburg jr., H.E. Smokler (Hg.), *Studies in Subjective Probability*, New York 1964, S. 93-158.

- van Fraassen, B.C. (1984), "Belief and the Will", *Journal of Philosophy* 81, 235-256.
- van Fraassen, B.C. (1995), "Belief and the Problem of Ulysses and the Sirens", *Philosophical Studies* 77, 7-37.
- Gabbay, D.M., C.J. Hogger, J.A. Robinson (Hg.) (1994), *Handbook of Logic in Artificial Intelligence and Logic Programming, vol. 3, Nonmonotonic Reasoning and Uncertainty Reasoning*, Oxford.
- Gabbay, D.M., C.J. Hogger, J.A. Robinson (Hg.) (1995), *Handbook of Logic in Artificial Intelligence and Logic Programming, vol. 4, Epistemic and Temporal Reasoning*, Oxford.
- Gärdenfors, P. (1988), *Knowledge in Flux. Modeling the Dynamics of Epistemic States*, Cambridge, Mass.
- Gärdenfors, P., H. Rott (1995), "Belief Revision", in Gabbay et al. (1995), S. 36-132.
- Goldszmidt, M., J. Pearl (1996), "Qualitative Probabilities for Default Reasoning, Belief Revision, and Causal Modeling", *Artificial Intelligence* 84, 57-112.
- Goodman, N. (1955), *Fact, Fiction, and Forecast*, Cambridge, Mass., 3. Aufl. 1973.
- Hahn, L.E., P.A. Schilpp (Hg.) (1986), *The Philosophy of W. V. Quine*, La Salle, Ill.
- Hunter, D. (1991), "Maximum Entropy Updating and Conditionalization", in: Spohn et al. (1991), S. 45-57.
- Jaynes, E. (1978), "Where Do We Stand on Maximum Entropy?", in: R.D. Levine, M. Tribus (Hg.), *The Maximum Entropy Formalism*, Cambridge, Mass.
- Jeffrey, R.C. (1965), *The Logic of Decision*, Chicago, 2. Aufl. 1983.
- Kitcher, P. (1984), *The Nature of Mathematical Knowledge*, New York.
- Kornblith, H. (Hg.) (1994), *Naturalizing Epistemology*, 2. Aufl., Cambridge, Mass.
- Kripke, S. (1982), *Wittgenstein on Rules and Private Language*, London.
- Kuhn, T.S. (1962), *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago.
- Kuipers, T.A.F. (Hg.) (1987), *What is Closer-to-the-Truth? A Parade of Approaches to Truthlikeness*, Amsterdam.
- Lakatos, I. (1978), *The Methodology of Scientific Research Programmes. Philosophical Papers, Vol. I*, hg. von J. Worrall und G. Currie, Cambridge.
- Lipton, P. (1991), *Inference to the Best Explanation*, London.
- Pearl, J. (1988), *Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems: Networks of Plausible Inference*, San Mateo, Calif.
- Popper, K.R. (1934), *Logik der Forschung*, 3. erw. Aufl.: Tübingen 1969.
- Popper, K.R. (1969), *Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge*, 3. Aufl., London.
- Putnam, H. (1993), *Von einem realistischen Standpunkt. Schriften zu Sprache und Wirklichkeit*, Hamburg.
- Quine, W.V. (1990), *Pursuit of Truth*, Cambridge, Mass.
- Rott, H. (1991), *Reduktion und Revision. Aspekte des nichtmonotonen Theorienwandels*, Frankfurt a.M.
- Rott, H. (1998), *Making Up One's Mind: Foundations, Coherence, Nonmonotonicity*, Oxford.
- Shafer, G. (1976), *A Mathematical Theory of Evidence*, Princeton.
- Shafer, G. (1990), "Perspectives on the Theory and Practice of Belief Functions", *Journal of Approximate Reasoning* 4, 323-362.
- Skyrms, B. (1990), *The Dynamics of Rational Deliberation*, Cambridge, Mass.
- Sneed, J.D. (1971), *The Logical Structure of Mathematical Physics*, Dordrecht.
- Spohn, W. (1988), "Ordinal Conditional Functions. A Dynamic Theory of Epistemic States", in: W.L. Harper, B. Skyrms (Hg.), *Causation in Decision, Belief Change, and Statistics, vol. II*, Dordrecht, S. 105-134.

- Spohn, W. (1991) "A Reason for Explanation: Explanations Provide Stable Reasons", in: Spohn et al. (1991), S.165-196.
- Spohn, W. (1993), "Wie kann die Theorie der Rationalität normativ und empirisch zugleich sein?", in: L. Eckensberger, U. Gähde (Hg.), *Ethik und Empirie. Zum Zusammenspiel von begrifflicher Analyse und erfahrungswissenschaftlicher Forschung in der Ethik*, Frankfurt a.M., S. 151-196.
- Spohn, W. (1997/98), "How to Understand the Foundations of Empirical Belief in a Coherentist Way", *Proceedings of the Aristotelian Society, New Series* 98, 23-40.
- Spohn W., B.C. van Fraassen, B. Skyrms (Hg.) (1991), *Existence and Explanation*, Dordrecht.
- Stegmüller, W. (1971), "Das Problem der Induktion: Humes Herausforderung und moderne Antworten", in H. Lenk (Hg.), *Neue Aspekte der Wissenschaftstheorie*, Braunschweig, S. 13-74; nachgedruckt als Buch: Darmstadt 1975.
- Stegmüller, W. (1973a), *Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie, Band II, Theorie und Erfahrung, 2. Halbband, Theorienstrukturen und Theoriendynamik*, Berlin u.a.
- Stegmüller, W. (1973b), *Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie, Band IV, Personelle und Statistische Wahrscheinlichkeit*, Berlin u.a.
- Vollmer, G. (1975), *Evolutionäre Erkenntnistheorie*, Stuttgart.