

Einfachheit

Manuel Bremer

Abstract. Simplicity is often mentioned as a criterion to accept one theory out of a set of mutual exclusive theories which are able to explain and predict the same data. There are accounts of ontological simplicity, simplicity of the conceptual framework of a theory, and simplicity of the laws of a theory. All these notions are less than explicated. I give an overview on different proposals and confront the notion of simplicity with the *division problem* of Eli Hirsch. Ontological simplicity and simplicity of conceptual framework seem to fail. Simplicity of the laws of a theory as a criterion is also in trouble. Simplicity of laws might be nothing more than a feature of explanatory power. And simplicity of laws is beset with the *division problem* as well. Only a naturalistic theory of simplicity might save the concept. I close by looking at some empirical theories concerning simplicity built into our cognitive architecture.

Einfachheit zählt in der Wissenschaftstheorie zu den wesentlichen Entscheidungskriterien zwischen Theorien, die dieselben Daten erklären und prognostizieren. Sofern solche empirisch äquivalente Theorien vorliegen, werden ontologische Einfachheit, Einfachheit von Begriffssystemen und Einfachheit der Gesetzesaussagen einer Theorie gleichermaßen als Kriterien genannt. Allerdings ist dieser Begriff alles andere als klar. Einfachheit kann in ganz verschiedenen Hinsichten vorliegen: Einfachheit der Ontologie, der Begriffe, der Gesetzesaussagen.

Im folgenden werde ich zum einen einen groben Überblick über verschiedene Auffassungen der Einfachheit geben, zum anderen werde ich anhand des von Hirsch (1993) eingeführten *division problems* die Grenzen der begrifflichen und ontologischen Einfachheitsbegriffe aufweisen, bevor ich auf naturalistische Rechtfertigungen der Einfachheit zu sprechen komme. Einfachheit von Aussagen konfrontiere ich mit dem Begriff der Erklärungsstärke, um so nach dem eigenständigen Gehalt des Einfachheitsbegriffes zu fragen. Ich gehe wie folgt vor:

- I. Einleitung: Einfachheit in der Wissenschaftstheorie
- II. Einfachheit und verschiedene Theoriebegriffe
- III. Ontologische Einfachheit
- IV. Einfachheit von Begriffssystemen
- V. Syntaktische Einfachheit von Aussagen
- VI. Einfachheit von Hypothesen und Gesetzen
- VII. Das Verhältnis von Einfachheit und Erklärungsstärke
- VIII. Anwendungen von Einfachheit in den empirischen Wissenschaften

I. Einleitung: Einfachheit in der Wissenschaftstheorie

Im Alltag gibt es Begriffe des Einfachen, die sich - sieht man von "einfach gefaltetem Papier" einmal ab - auf gute Verstehbarkeit oder Schlichtheit beziehen. Diese Begriffe sind psychologisch orientiert, nämlich darauf, wie gut oder schnell ein Rezipient etwas versteht (Fiedler 1982:7-21).

In der Wissenschaftstheorie soll Einfachheit als strukturelle Eigenschaft von Theorien als ein Entscheidungskriterium bei der Wahl zwischen Theorien dienen. Natürlich kann sich dieses Kriterium nur auf Theorien, die nicht bloß empirisch äquivalent sondern zugleich auch den Daten adäquat sind, beziehen, da ansonsten mittels der Datenadäquatheit entschieden würde. Einfachheit kann also weder Wahrheit noch Empirizität ersetzen. Dies dem Einfachheitsbegriff vorzuwerfen (wie z.T. bei (Bunge 1963)) verfehlt die mit ihm verbundenen Zielsetzungen völlig. Diskutierenswert ist hingegen die Frage, ob Einfachheit *das* Kriterium der Theoriewahl ausmacht (wie Quine 1960:§5; Goodman 1972 und Sober 1973 gelegentlich andeuten) oder ob es einem Prinzip der Erklärungsstärke nachgeordnet ist, welchen Stellenwert er also bei der Theoriewahl besitze. Um diesen Stellenwert der Maxime der Einfachheit zu klären, werden formale Explikationen von Einfachheit gesucht.

Kritiken an der Verwendung des Begriffs der Einfachheit in der Methodologie können sich zum einen darauf beziehen, dass dieser Begriff recht vage ist, und deswegen unbrauchbar, oder darauf, dass selbst ein präziser Begriff von Einfachheit nicht das leistet, was er leisten soll. Bunges bekannte Kritik (Bunge 1961, 1963) gehört eher zur ersten Art. Indem Bunge verschiedene Hinsichten von Einfachheit nebeneinanderstellt, will er zeigen, dass sich kein einheitliches Verwenden des Maßstabs der Einfachheit ergibt. Ein Teil der von Bunge beklagten Undurchsichtigkeit von Einfachheit rührt auch daher, dass Bunge selbst neue Einfachheitsbegriffe (wie "epistemische Einfachheit", "pragmatische Einfachheit") einführt, die sich entweder auf andere Einfachheitsbegriffe zurückführen lassen (wie die syntaktische Einfachheit in Bunges "pragmatischer Einfachheit") oder anderen Anforderungen an Theorien zumindest weitgehend entsprechen (wie "epistemische Einfachheit"). Demgegenüber ließe sich eine Verwendung der Einfachheit in der Methodologie verteidigen, wenn wir zunächst bestimmte Teilaspekte der Einfachheit (wie begriffliche oder ontologische Einfachheit) präzisieren und dann in Beziehung zueinander setzen.

Grundsätzlich kann man unterscheiden zwischen pragmatischen und systematischen Konzeptionen von Einfachheit. Von einem systematischen und nicht-pragmatischen Begriff der Einfachheit muss ein pragmatischer bzw. propädeutischer Begriff der Vereinfachung unterschieden werden. In den

Wissenschaften werden bei der Theoriekonstruktion oft Vereinfachungen vorgenommen. Diese werden entweder propädeutisch begründet als Hinführungen zu adäquateren, aber schwerer verständlichen Modellen oder pragmatisch begründet als Absehen von Faktoren, welche die Komplexität eines Modells unhandhabbar machen würden (vgl. Albert 1987:108ff.). In der Wissenschaftsgeschichte sind wir öfter mit der Situation konfrontiert, dass es zwei Theorien bezüglich eines Gegenstandsbereiches gibt, von denen eine genau genommen (d.h. orientiert an ihrer Erklärungsstärke und Prognosekraft sowie des Umfangs ihres Anwendungsgebietes) weniger adäquat ist als die andere. Ein Beispiel ist Boyles Gesetz idealer Gase in Konkurrenz zu van der Waals Gesetz. Genaugenommen ist Boyles Gesetz weniger adäquat und prognosefähig als van der Waals, da es die Fälle hohen Drucks und niedriger Temperatur nicht berücksichtigt, weil es aber in den meisten Fällen (d.h. unter Abschneiden der Randfälle, wo der Aggregatzustand gewechselt wird) relativ adäquate ist und *einfacher* als van der Waals Gesetz, indem keine für einzelne Gase spezifische Konstanten in die Gleichung aufgenommen werden müssen, wird es weiter *verwendet*. (Analoges gilt für Newtonsche Gravitation, die von relativistischen Effekten absieht.) Die Einfachheit betrifft hier das *Umgehen* mit Theorien relativ zu begrenzten Erklärungsinteressen bzw. relativ zu einem *technischen* Interesse. Das Ziel eines solchen Vorgehens mit pragmatisch einfacheren Theorien bleibt indessen die zunehmende Approximation an eine adäquate und explanativ umfassende Theorie (vgl. auch Moulines 1976). Als Kriterium der Theoriewahl bezüglich empirisch adäquater und explanativ umfassender Theorien kommt daher nur ein systematischer Einfachheitsbegriff in Frage. Bezüglich seiner bzw. bezüglich verschiedener Aspekte des Einfachheitsbegriffes ist dann zu begründen, warum Einfachheit ein Vorzug von Theorien ist.

Bei der Darstellung des Forschungsstandes wird im folgenden zwischen Definitionen der jeweiligen Einfachheitshinsicht und der Rechtfertigung dieser Einfachheitshinsichten unterschieden, da sich hier eine Reihe von Kombinationsmöglichkeiten ergeben. Die Hauptansätze zur Definition bzw. Rechtfertigung einer Einfachheitshinsicht werden jeweils in einem Unterabsatz gekennzeichnet.

II. Einfachheit und verschiedene Theoriebegriffe

Die hier eingenommene Art, sich der Frage der Einfachheit zu nähern, ist an der Auffassung orientiert, dass Theorien Mengen von Aussagen sind, wobei die Aussagen durch ihre logischen Beziehungen systematisiert werden. Diesem sogenannten "statement view" von Theorien steht eine mengentheoretische Explikation der Strukturen von Theorien gegenüber, der sogenannte "non-statement view" beziehungsweise "wissenschaftstheoretische Strukturalismus" (vgl. Balzer/Moulines/Sneed 1987; Sneed 1979; Stegmüller 1986). Kriterien der Einfachheit, die sich auf Aussagen beziehen, gehen also (zunächst) am strukturalistischen Theoriekonzept vorbei. So kommt in den erwähnten Monographien zum wissenschaftstheoretischen Strukturalismus auch keine Behandlung der Einfachheit vor. In zwei Hinsichten scheinen jedoch Elemente des Einfachheitsbegriffs des *statement-view* aufzutreten: Zum einen werden Spezialgesetze der Theorie als Prädikatverschärfungen eingeführt, indem Formulierungen verglichen werden; zum anderen sollen bei Theorerevisionen nicht der Theoriekern, sondern nur speziellere Verbindungen innerhalb der Theorie aufgegeben werden (vgl. Stegmüller 1986:213ff.). Letztere Maxime kommt möglicherweise der Wahl der einfacheren Aussage (s.u.) sehr nahe. Allgemein gesprochen muss folgende Vermutung überprüft werden: Wenn die strukturalistische Formalisierung und die Axiomatisierung mittels formaler Sprachen (der *statement view*) in den Modellen, die sie einer Theorie zuweisen, immer übereinkommen (so Sneed 1979: 10f.), dann müßten systematische Kriterien der Einfachheit, die nicht allein der propädeutischen oder pragmatischen Vereinfachung dienen, sondern z.B. die Ontologie einer Theorie und damit deren Modelle betreffen, sich auf eine zu klärende Weise vom *statement view* auf den *non-statement view* übertragen lassen.

III. Ontologische Einfachheit

IIIa. Definitionen der ontologischen Einfachheit

(a) Rückführung auf Quantifikationsbereiche

Quines (1979) Definition der ontologischen Einfachheit besagt: Eine Theorie nimmt ontologisch dasjenige an, worauf sich die Quantoren beziehen. Ontologische Ökonomie bemißt sich dann an der Anzahl der Arten von Entitäten, über die quantifiziert wird: „To be is to be the value of a bound variable.“

Dagegen läßt sich einwenden: (i) Die Quantoren legen nicht das ganze "ontological commitment" (die ontologische Verpflichtung) fest: Selbst wenn in einem Satz nur über Gegenstände quantifiziert wird, so muss da doch etwas sein, das es macht, dass der generelle Term auf den singulären Term zutrifft. Die Theorie verpflichtet sich auf so etwas wie die entsprechenden Eigenschaften (Searle 1990:163ff.).

(ii) Gezählt werden müssen nicht die Entitäten selbst, da es in vielen Theorien davon unendlich viele gibt, sondern die *Arten* von Entitäten. Doch einige dieser Arten (wie "abstrakter Gegenstand", "Einzelding") mögen sich überschneiden, ohne dass die eine eine Teilmenge der zweiten ist (es gibt abstrakte Gegenstände, die keine Einzeldinge sind - und umgekehrt). Mit der Existenzquantifikation in eine Argumentstelle eines entsprechenden generellen Terms legt sich eine Theorie auf die Existenz von Gegenständen dieser Art fest.

(iii) Noch drastischer ist diese Schwierigkeit, wenn - aus einer rein syntaktischen Perspektive auf die Arten von vorkommenden Variablen - nur die Quantifikations**bereiche** gezählt werden (so dass es in der Prädikatenlogik 1.ter Stufe nur eine Art von Entitäten gibt). Denn dann sind - durch geschickte Einführung von generellen Termen - alle darin ausdrückbare Theorien - ob sie nun von Dämonen, Klassen, möglichen Welten usw. reden - gleich ökonomisch.

(b) *Objektive ontologische Einfachheit*

Von dieser metatheoretischen Betrachtung der ontologischen Verpflichtungen von Theorien gänzlich unterschieden ist eine Untersuchung der Einfachheit von Gegenständen des Objektbereichs. Mittels der Teil-Ganze-Logik (der Mereologie) ließen sich die Objekte des Gegenstandsbereiches in eine "einfacher als"-Ordnung bringen. Eine entsprechende Definition von "einfacher als" könnte lauten (Strawinski 1982):

$$(*) x \text{ einfacher } y \equiv (\exists z)(y \text{ ist konstruiert aus } x \text{ und } z) \wedge x \neq y$$

Hier handelt es sich aber um theoretische Annahmen über die Welt (z.B. betreffs mereologische Atome, aus denen sich alle anderen Gegenstände aufbauen). Als Bestandteil von Welttheorien fallen sie selbst unter die Abwägung von Theorien. Sie reden über die Welt und über Einfachheit nur insofern sie eine Relation zwischen Gegenständen ist, während die wissenschaftstheoretische Verwendung von Einfachheit sich auf Theorien bzw. auf Beziehungen zwischen Theorien bezieht. Deshalb können Theorien der objektiven ontologischen Einfachheit kein metatheoretisches Kriterium der Theoriewahl abgeben.

So bleibt Quines Theorie der ontologischen Verpflichtung, die wesentlich eine Theorie der ontologischen Verpflichtung auf Arten von Gegenständen ist.

IIIb. Rechtfertigungen ontologischer Einfachheit

Rechtfertigung aus dem Erklärungs- bzw. Definitionsbegriff

Occams Rasiermesser (in der Formulierung "Entia non sunt multiplicanda praeter necessitatem.") ist ein Prinzip der Bewertung ontologischer Theorien. Welche Entitäten wir annehmen, kann sich in einem internen Realismus bzw. allgemein in Positionen, in denen eine Sprachuntersuchung (insbesondere eine Semantik) die Grundlagendisziplin abgibt, nur daraus ergeben, was wir zum Zwecke des Verständnisses der Bedeutung von Ausdrücken oder aus Definitions- und Erklärungsinteressen in Theorien im allgemeinen annehmen müssen. So erläutern wir z.B. die Extension eines singulären Terms durch die Annahme eines Referenzgegenstandes. In der klassischen Mengenlehre wird die Existenz der Nullmenge postuliert, um so z.B. die Zahlen definieren zu können - usw. Entspricht eine mutmaßliche Menge von Entitäten einer Art nicht einem solchen Definitions- bzw. Erklärungsinteresse oder läßt sich jenes Ziel auch ohne eine diesbezügliche Existenzannahme erreichen, dann gibt es keinen zureichenden Grund sie anzunehmen. Genauso gut könnte ihr Nichtvorhandensein angenommen werden. Es mag solche (kausalin effektiven) Entitäten *geben*, aber in unseren Theorien haben sie keinen Platz.

Bezüglich der Problematik ontologischer Einfachheit bedarf es jedoch der genaueren Explikation des Quineschen Kriteriums, dass für ontologische Einfachheit die Weise des Quantifizierens ausschlaggebend sei. Dazu ist zu klären (a) Welche ontologischen Verpflichtungen gehen in die Wahrheitsbedingungen von quantifizierten Aussagen und Elementaraussagen ein, auf denen Quines These beruht? (b) Ist eine Weise der Quantifikation (d.h. die Einführung einer bestimmten Art von Variablen) überhaupt eine hinreichende Bedingung für eine entsprechende ontologische Verpflichtung - was Boolos z.B. für den Fall der pluralen Quantifikation (eine Form der monadischen Quantifikation zweiter Stufe) bezweifelt?

Zum anderen ist das Wechselspiel von ontologischer Einfachheit und Einfachheit des Begriffssystems zu erörtern: Da die Reduktion von Prädikatoren eine größere Einfachheit des zugrundeliegenden Begriffssystems ergibt, eine derartige begriffliche Analyse aber unter Umständen neue Entitäten ins Spiel bringt, um einen Zusammenhang zu erklären, kann es sein, dass sich begriffliche Einfachheit auf Kosten ontologischer Einfachheit erreichen läßt.

Umgekehrt läßt sich die ontologische Einfachheit erhöhen, wenn an Stelle von Entitäten neue primitive Prädikatoren eingeführt werden (wie sich an Stelle von Bedeutungen als Entitäten der Grundaussdruck "x ist bedeutungsvoll" einführen ließe). Wie soll hier ein Gleichgewicht hergestellt werden (vgl. Oliver 1996:2ff.)?

IIIc. Das Ungenügen des ontologischen Kriteriums der Einfachheit

Die Schwierigkeit von Quines Kriterium liegen indessen tiefer als dessen Aufrechenbarkeit mit neuen Grundaussdrücken. Dies liegt an seiner Abhängigkeit vom Begriff der Art. Hirsch (1993) hat das Gedankenexperiment fremdartiger Sprachen vorgebracht: Fremdartige Sprachen gliedern die Wirklichkeit in andere Individuen und Arten als unsere bekannten Sprachen dies tun. Aus der Perspektive unserer Sprache tun sie dies auf eine fremdartige (z.B. disjunktive) Weise. So könnten in einer fremdartigen Sprache die beiden Arten Katzhausen und Hausaute vorkommen. Aus der Perspektive unserer Sprache wären sie wie folgt definiert:

$Katzhause(x) := x \text{ ist eine Katze oder } x \text{ ist ein Haus}$

$Hausaute(x) := x \text{ ist ein Haus oder } x \text{ ist ein Auto.}$

Diese Sprache hat *dieselben Ausdrucksmöglichkeiten* wie unsere Sprache, da sich unsere Artausdrücke in dieser Sprache definieren lassen:

$Katze(x) := Katzhause(x) \wedge \neg Hausaute(x)$

$Haus(x) := Katzhause(x) \wedge Hausaute(x)$

$Auto(x) := Hausaute(x) \wedge \neg Katzhause(x)$

Die fremdartige Sprache hat aber *weniger Arten* als unsere Sprache. Sie zu sprechen bzw. einer Theorie zugrunde zu legen bringt also weniger ontologische Verpflichtungen mit sich. Aus Gründen der ontologischen Einfachheit sollten wir also eine derartige Sprache vorziehen! Das klingt absurd.

Eine Lösung könnte darin liegen, mittels einer Theorie der *natürlichen* Arten zu fordern, dass die Grundarten, auf die quantifiziert wird, natürliche Arten sind, so dass die fremdartige Sprache ausscheidet. Dies bedürfte allerdings einer (ontologischen) Theorie der Natürlichkeit von Arten. Das ist kein leichtes Unterfangen (vgl. Hirsch 1993:53-78). Auf eine Ontologie im starken Sinne wird sich ein Wissenschaftstheoretiker in der Tradition des Logischen Positivismus auch nicht ohne weiteres einlassen wollen. Insbesondere könnten – nach Voraussetzung der Aufgabe der Klärung des Begriffs der natürlichen Art – beim Abwägen

zwischen verschiedenen Ontologien, die dies gewährleisten wollen, keine Kriterien der ontologischen Einfachheit als Auswahlkriterien für eine Ontologie verwendet werden!

Und selbst wenn eine ontologische Auszeichnung der natürlichen Arten gelänge, wäre damit noch nicht gerechtfertigt, dass unsere Theoriesprachen der natürlichen Ontologie folgen sollen. Dies wäre eine weitere Rechtfertigungsaufgabe.

Ohne eine Klärung des Begriffs der natürlichen Art ist damit das Kriterium der ontologischen Einfachheit zu schwach. Einfachheit als Kriterium der Theoriewahl versagt an dieser Stelle.

IV. Einfachheit von Begriffssystemen

Der Grundgedanke dieser Untersuchungsrichtung besagt: Der Einfachheitsgrad der Begrifflichkeit gibt den Organisationsgrad einer Theorie (ihre Systematizität) und die Strukturierung ihres Anwendungsgebietes wieder (durch die Extensionen der Grundprädikate und entsprechender semantischer Relationen zwischen diesen Extensionen). Dieser Gedanke soll zugleich als Rechtfertigung der diesbezüglichen Definitionsvorschläge dienen, da Systematizität ein wünschenswertes Merkmal von Theorien ist. Denn je mehr inferentielle Verbindungen in einem Begriffssystem (bzw. in einer Theorie) vorliegen, um so besser können wir von einem Begriff (bzw. einem Theorem) aus, weitere Begriffe (bzw. Theorem) erschließen.

Damit wird Einfachheit eine Eigenschaft eines Begriffssystem. Denn bezüglich derselben Menge von Prädikatoren können unterschiedliche von ihnen in verschiedenen Begriffsrahmen als undefinierte Prädikatoren fungieren. Dadurch kann derselbe Ausdruck einmal als einfacher als ein anderer und einmal als komplexer als ein anderer aufgefaßt werden. Das ist allerdings kein Mangel, da es um das einfachere Begriffssystem zu tun ist, nicht um die Einfachheit eines einzelnen Ausdrucks.

IVa. Definitionen begrifflicher Einfachheit

(a) Anzahl der undefinierten Prädikatoren.

Die undefinierten Prädikatoren zu zählen scheint naheliegend, scheitert jedoch umgehend daran, dass alle überhaupt instantiierten elementaren Prädikatoren sich in einen einzigen komplexen Prädikator zusammenfassen lassen. Beispielsweise läßt sich die Menge der Grundprädikatore "P(x)", "Q(y)", "R(z)" auf die Relation "S(x,y,z)" reduzieren, für die dann gilt.

$$S(x,y,z) \equiv P(x) \wedge Q(y) \wedge R(z)$$

wobei sich durch Existenzquantifikationen die Ausgangsprädikatoren zurückgewinnen lassen, z.B. $P(x) \equiv (\exists y)(\exists z)S(x,y,z)$.

(b) Verbesserung von (a) durch einen Kalkül der Einfachheit.

Goodman hat in einer Reihe von Arbeiten (1943, 1949, 1950, 1952, 1966, 1972) deshalb versucht, Vorschlag (a) durch einen Kalkül der Einfachheit zu ersetzen.

Betrachtet werden nicht-logische Definitionsbasen von Theorien, da davon ausgegangen wird, dass die verschiedenen Theorien die elementare Logik, mittels derer weitere Begriffe konstruiert werden, teilen. Bezüglich der Prädikatoren wird betrachtet: die Anzahl der Argumentstellen, die Stufe des Prädikators, sowie Eigenschaften wie Symmetrie, Reflexivität und (eine Form von) Transitivität. Ausgehend von der Festsetzung, dass einstellige Prädikatoren 1.ter Stufe (die als Nicht-Relationen natürlich auch irreflexiv, nicht-symmetrisch und nicht-transitiv sind) einen fixen Wert "1" der Einfachheit erhalten, lassen sich durch Theoreme, die die wechselseitige Definierbarkeit unterschiedlicher Begriffsbasen nachweisen, entweder bestimmten Definitionsbasen bestimmte Werte zuordnen oder es läßt sich zumindest die Einfachheit von Definitionsbasen vergleichen bzw. ordnen. Generell gilt:

Eine Menge von Prädikatoren einer Art, die durch eine andere Menge von Prädikatoren einer zweiten Art ersetzt werden kann, kann nicht komplexer als die ersetzende Menge sein.

IVb. Das Versagen des begrifflichen Einfachheitskriteriums

Gegen Goodmans Theorie lassen sich folgende Einwände vorbringen:

(i) Der Einfachheitsgrad der Begrifflichkeit gibt kein Maß für die Einfachheit der Gesamtheorie. Beispielsweise sagt er nichts über die vorausgesetzte Ontologie (s.o.).

Gegen diesen Einwand läßt sich erwidern, dass durch die Verknüpfungsdichte, die die Einfachheit des Begriffssystems mit sich bringt, zumindest die Gesetzesartigkeit (die Systematizität) der betreffenden Theorie erhöht wird. Insofern ist Gesetzesartigkeit ein komparativer Begriff.

(ii) Der Einfachheitskalkül beruht auf der Voraussetzung des semantischen Fundamentalismus: Zum einen gibt es eine Menge von Ausdrücken, die als Basisvokabular dienen und zum anderen sind die Ausdrücke in diesem Basisvokabular voneinander definitorisch unabhängig. Beide Annahmen sind zweifelhaft.

(iii) Goodmans Kalkül läßt sich nicht auf das Problem der Hypotheseneinfachheit anwenden, da er sich auf den Vergleich von Sprachen oder den Vergleich von Theorien, die

unterschiedliche Definitionsbasen aus den Ausdrücken derselben Sprache bilden, bezieht, sich das Problem des Vergleichs von Hypothesen aber erst bei - über Definitionen hinaus - *formulierten Theorien*, die in der selben Sprache vorliegen, stellt. Die Definierbarkeitsresultate von Goodman zeigen jedoch, dass es zunächst gar nicht klar ist - wie einige Vertreter eines Maßes der Hypothesenwahrscheinlichkeit behaupten -, dass eine Hypothese mit $n+1$ Parametern weniger einfach ist als eine mit n Parametern. Denn die betreffenden Prädikate könnten wechselseitig reduzierbar sein.

(iv) Entscheidender als die vorherigen Einwände ist wieder die Konfrontation mit dem *division problem* von Hirsch. Die Argumentation unter IIIc. zeigt ja gerade dass das *Begriffssystem* der fremdartigen Sprache einfacher ist als das Begriffssystem unserer Sprache. Eine Lösung könnte hier – als zweite Lösungsoption auch für das Problem der ontologischen Einfachheit in IIIc. – der Ausweg in eine *naturalistische* Auffassung sein: Die fremdartige Sprache ist deshalb abzulehnen, weil wir so *gebaut sind* (d.h. unser Sprachvermögen entsprechend strukturiert ist), dass wir Sprachen des fremdartigen Typs nicht sprechen und als fremdartig empfinden müssen. Hirsch wehrt sich gegen diesen naturalistischen Ausweg aus dem *division problem* (vgl. Hirsch 1993:116): Der Naturalist belasse es bei der leeren Auskunft, dass wir eben so seien und bräuchte dafür kein weiteres Argument. Dieser Vorwurf geht indessen am springenden Punkt eines naturalistischen Ansatzes genau vorbei. Der naturalistische Ausweg wird deshalb gewählt, weil *a priori* Argumente zur Lösung des Problems versagt haben. Ihr Versagen ist sogar ein Indiz dafür, dass hier allein ein naturalistischer – an Stelle eines skeptischen – Weges beschritten werden kann. Gibt man eine naturalistische Auffassung heißt dies *im Ansatz*, dass nun Fakten vorgeführt werden bezüglich derer weitere Begründungsfragen fehl am Platze sind. Weitere Anfragen aus dem philosophischen Lehnstuhl verbieten sich zugunsten kognitionswissenschaftlicher Untersuchungen unseres Sprachvermögens.

Eine naturalistische Auffassung, die man schon hat, die also selbst nicht wieder mit begrifflicher oder ontologischer Einfachheit begründet wird, kann daher m.E. das *division problem* abweisen und die Kriterien ontologischer und begrifflicher Einfachheit evtl retten – wenn sie denn die weiteren Kritiken zurückweisen können. Ohne einen solchen Naturalismus müssten wir nach Goodmanns Einfachheitsauffassung die fremdartigen Sprachen bevorzugen. Auch das Kriterium der begrifflichen Einfachheit wäre also als Kriterium der Theoriewahl viel zu schwach.

V. Einfachheit von Aussagen syntaktisch gekennzeichnet

Anschließend an die syntaktische Charakterisierung der Einfachheit von Begriffsbasen, kann man auch versuchen, die syntaktische Komplexität von Aussagen zu bestimmen.

Entsprechende Ansätze beziehen sich z.B. auf die Anzahl und die Reihenfolge der Quantoren einer Aussage in pränexer Normalform (Kleene/Mostowski): Eine Aussage ist einfacher als eine zweite, wenn in ihr weniger "Quantorenwechsel" stattfinden, beispielsweise ist

" $(\forall x)(\exists y)(\forall z)...$ " komplexer als " $(\forall x)(\exists y)(\exists z)...$ ". Aussagen, die mit unterschiedlichen Quantoren beginnen (d.h. entweder mit " \forall " oder mit " \exists ") lassen sich so aber nicht vergleichen.

Weitere Kriterien der Einfachheit sind hier u.a. die Nichtredundanz der Axiomenmenge und die kleinste Anzahl von irreduziblen freien Variablen in den Axiomen (vgl. Krynicky/Sczerba 1990; Pambuccian 1988).

Das Hauptziel eines solchen Vorgehens besteht darin, aus verschiedenen deduktiv äquivalenten Axiomatisierungen einer Logik die einfachste auszuwählen. Von daher ist dieser Ansatz für die Wissenschaftstheorie *nur von sekundären Interesse*, da dort beim Vergleich von Begriffssystemen bzw. Systemen von Gesetzesaussagen die Logik als den Theorien gemeinsam angesehen wird.

VI. Einfachheit von Hypothesen und Gesetzesaussagen

Das Problem der Einfachheit von Theorien stellt sich nicht erst bei deren Bewertung nach Kriterien der ontologischen Einfachheit, sondern betrifft schon die *Formulierung* der theoretischen Aussagen selbst. Die Einfachheit einer Theorie kann auch in der Art und Weise bestehen, wie sie die Ereignisse der Wirklichkeit beschreibt. Konkurrierende Theorien können die entsprechenden Vorgänge durch Gesetzesaussagen bzw. Hypothesen beschreiben, die unterschiedlich komplex sind. Sieht man Theorien T1, T2 als Aussagenmengen an, ließen sie sich über die Einfachheit ihrer fundamentalen Gesetzesaussagen vergleichen, vorausgesetzt wir entwickeln zugleich ein Bewertungsverfahren für die Gesamtbewertung des Falls, dass es verschiedene Teilbereiche gibt, in denen einmal T1 und einmal T2 einfacher ist. So haben sich auch die Forschungen zur Frage der Einfachheit auf diesen Bereich der Einfachheit von Hypothesen und Gesetzesaussagen konzentriert.

[An dieser Stelle muss ich darauf erinnern, dass diese Art, sich der Frage der Einfachheit zu nähern, an der Auffassung orientiert ist, dass Theorien Mengen von Aussagen sind, wobei die Aussagen durch ihre logischen Beziehungen systematisiert werden. Diesem sogenannten "statement view" der Theorien steht ja (vgl. II) eine mengentheoretische Explikation der

Strukturen von Theorien gegenüber (der sogenannte "non-statement view" bzw. "wissenschaftstheoretische Strukturalismus"). Kriterien der Einfachheit, die sich auf Aussagen beziehen, gehen also (zunächst) am strukturalistischen Theoriekonzept vorbei.]

VIa. Definitionen der Einfachheit der Hypothesen/Gesetzesaussagen einer Theorie

(a) Wahl der einfachsten Kurve bezüglich einer Datenmenge im Graphen

Ganz verschiedene Gesetzesaussagen können dieselbe Datenmenge erklären. Beispielsweise könnte man die Ergebnisse "1,2,3" durch eine stetige monotone Funktion oder durch eine nicht-stetige treppenförmige Funktion interpretieren. (Je mehr Zahlenwerte vorliegen, um so komplexer müssen natürlich die Formeln sein, die dieselben Zahlenreihen generieren.) Um aus den unendlich vielen möglichen Funktionen eine vorzuziehen, bedarf es eines weiteren Gesichtspunktes. Diesen liefert der Einfachheitsbegriff, wenn durch ihn z.B. die Funktion bevorzugt wird, die die wenigsten Parameter aufweist (s.u.).

Doch nicht alle unsere Intuitionen bezüglich Einfachheit (z.B. das Ablehnen von ausuferenden mystischen Ontologien zur Erklärung von Naturvorkommnissen) lassen sich durch einen Einfachheitsbegriff, der sich an die Mathematik anlehnt, erfassen (Barker 1961). Außerdem weisen die Rechtfertigungen, auf die sich dieser Einfachheitsbegriff beziehen muss, schwere Mängel auf (vgl. VIb.(a)-(c)).

(b) Einfachheitsgrad = Grad der Falsifizierbarkeit

In der *Logik der Forschung* identifiziert Popper (1994:97-105) Einfachheit mit dem Grad der Falsifizierbarkeit. Daraus folgt zweierlei: (i) die implizierende Aussage ist immer mindestens so einfach wie die implizierte Aussage (da die implizierende Aussage als gehaltsstärker besser zu falsifizieren ist), (ii) Gesetzesaussagen, in deren Antecedenzien weniger Bedingungen vorkommen, sind die einfacheren Gesetzesaussagen. Denn eine Generalisierung mit weniger Antecedenzbedingungen ist besser zu falsifizieren.

$$(1) (\forall x)F(x)$$

ist einfacher zu falsifizieren als

$$(2) (\forall x)(G(x) \supset F(x))$$

da zur Überprüfung von (1) ein beliebiger Gegenstand gewählt werden kann, während bezüglich der Aussage (2) ein G identifiziert werden muss. Die erste Aussage erhöht dabei die Uniformität des Gegenstandsbereiches, da es zum F-sein keine Ausnahmen gibt.

Poppers Kennzeichnung von Einfachheit führt aber zu kontraintuitiven Ergebnissen: Wenn wir aus verschiedenen Hypothesen immer die besser falsifizierbare wählen würden, führte dies zu ungewünschten Konsequenzen: Wir hätten immer Theorien, die Details ausmalen und unbegründete Zusatzannahmen einführen, vorzuziehen, da solche Theorien besser zu falsifizieren sind. Beispielsweise würden wir eine Theorie, die Buchen betrifft zu einer Theorie über Buchen und Eichen verallgemeinern, weil letztere (aufgrund ihres größeren Anwendungsgebietes) besser falsifizierbar wäre. Ein solches Vorgehen ist aber Zeitverschwendung, denn die empirische Adäquatheit der Theorie über Buchen und Eichen mag sich hier allein daraus ergeben, dass wir bis jetzt gar keine Eichen untersucht haben. Das zeigt, nach Goodman (1961): Einfachheit ist *nicht* gleich Falsifizierbarkeit. Poppers Irrtum gründet nach diesen Kritikern darin, die implizierende Aussage immer als einfacher als die implizierte zu betrachten. Die Stärke einer Hypothese als Kriterium der Hypothesenwahl zu nehmen, führt dazu, arbiträre aber leicht zu falsifizierende Hypothesen zu wählen (vgl. auch Barker 1961). Rein automatisch können wir eine Menge von wertlosen, aber nach Popper einfacheren Theorien produzieren: eine solche Theorie umfaßt alle bekannten Daten und behauptet zusätzlich eine beliebige Generalisierung, deren Vorhersagen von zukünftigen Experimenten zu überprüfen wären - damit wäre die Theorie äußerst falsifizierbar, und damit einfach in Poppers Sinn (Post 1961/62). Diese Kritiken knüpfen daran, dass Popper die gewünschten Verallgemeinerungen nicht einschränkt auf solche, die eine bestimmte Frage betreffen, zu deren Beantwortung die Daten überhaupt erst gesammelt wurden. Mit dieser Relativierung geht nun Sobers Ansatz sowohl über Popper als auch die Kritiken hinaus.

(c) *Einfachheit als Informationsgehalt*

Diejenigen Gesetzesaussagen sind nach Sober (1975) am einfachsten, die am wenigsten Zusatzinformation benötigen, um aus ihnen (relevante) Prognosen abzuleiten. Eine Gesetzesaussage ist bezüglich einer Frage "F(a)?" relevant, wenn im Konsequenz der Gesetzesaussage "F()" vorkommt. Gesetzesaussagen unterscheiden sich dann danach, was alles an Bedingungen (d.h. Prämissen einer Ableitung, in der die Gesetzesaussage vorkommt) angenommen werden muss. Ein Beispiel:

$$(1) (\forall x)(G(x) \wedge H(x) \supset F(x))$$

$$(2) (\forall x)(G(x) \supset F(x))$$

Von diesen beiden Generalisierungen ist (2) einfacher als (1), denn die Anwendung von (1) benötigt mehr Zusatzinformation, um eine gestellte Frage zu beantworten.

Bei Gesetzaussagen läuft dies darauf hinaus, dass Allaussagen einfacher als Existenzaussagen sind, und ein Konditional um so einfacher, je weniger unnegierte Konjunkte sein Antecedenz enthält.

Die Identifikation von Einfachheit und Informationsgehalt begründet sich dadurch, dass zum einen die Anwendung einer Gesetzaussage oder einer Regel umso schwieriger wird, je mehr wir zunächst über Randbedingungen wissen müssen, und zum anderen eine Generalisierung wie (2) den Gegenstandsbereich uniformer macht, da alle Gegenstände, sobald auf sie "G()" zutrifft, auch als "F()" beschrieben werden können, während (1) innerhalb des Gegenstandsbereiches (nämlich im Bereich der G-Elemente) eine weitere Unterscheidung einführt.

[Inzwischen lehnt Sober (1990, 1993, 1996) diesen Ansatz ab und behauptet, dass es über den Einfachheitsbegriff aus §VI.a(a) (Sober 1996) keinen allgemeinen Einfachheitsbegriff gibt, der etwa zwischen empirisch äquivalenten Theorien unterscheiden könnte (Sober 1990:77f.). Sober kritisiert seine frühere Meinung aber nicht ausdrücklich. Eine Motivierung seines Meinungswandels ergibt sich vielleicht aus Zweifeln bezüglich der Falsifikation (Sober 1993:46-53) sowie der Interpretation der Anwendung von Einfachheitsüberlegungen in der Biologie (Sober 1990, 1993:104ff.).]

VIb. Rechtfertigungen

(a) Durch Induktion

Das Verwenden einfacher Theorien - angenommen, wir haben uns zuvor für eine Definition diesbezüglich entschieden - hat sich in der Vergangenheit bewährt.

Aber: Die wissenschaftshistorischen Beispiele, die den Erfolg von Einfachheit belegen, bilden auch nur eine Datenmenge. Bezüglich dieser eine Gesetzaussage zu entwickeln entspricht dem Problem der besten Kurve, setzt also selbst Einfachheitsüberlegungen voraus (Barker 1961). Gegen diesen Zirkel einwand ließe sich nur eine quasi-transzendente Erwiderung geben: Tatsächlich setzt eine solche Metarechtfertigung die zu rechtfertigende methodische Maxime voraus. Genau das ist aber bei irreduziblen methodischen Maximen zu erwarten. Ebenso, wie wir nicht neben die Logik treten können, um die Logik zu begründen, kann es irreduzible methodische Maximen geben, die wir nicht begründen können, ohne sie selbst bei dieser Metaüberlegung selbst vorauszusetzen. Die Voraussetzung liegt dabei im Gebrauch des zu Begründenden auf einer Metaebene (relativ zur Thematisierung des zu Begründenden auf einer Objektebene). Deswegen handelt es sich nicht um einen vitiösen Zirkel, der darin be-

stünde, dass zu Begründende auf derselben Ebene der Begründung selbst wieder voraussetzen. (Ein anderes Beispiel für einen solchen nicht-vitiösen Zirkel wäre die Einführung der mengentheoretischen Symbolismen wie " \subseteq " (=Objektebene) durch prädikatenlogische Definitionen (=Metaebene), wobei die Interpretationen der Prädikatenlogik selbst wieder von der Mengentheorie Gebrauch machen (=Meta-Metaebene).)

(b) Durch Wahrscheinlichkeitstheorie

Die Verwendung einer Einfachheitsregel macht es nach Kemeny (1953) wahrscheinlicher, die wahre Hypothese zu bilden. Zunächst mag die wahre Hypothese zwar nicht die einfachste sein, aber mit der Anzahl der Tests verringert sich die Anzahl der mit den Daten kompatiblen Hypothesen immer mehr, so dass die wahre Hypothese schließlich die einfachste der übriggebliebenen Hypothesen wird.

Aber: Mag die Anzahl der benötigten Tests nicht für uns zu hoch sein? Ein Problem, das Kemeny nur umgeht, indem er annimmt, die Gesetze der Natur seien hinreichend einfach!

Und bezüglich der gesuchten Funktionen muss er deren Stetigkeit unterstellen. Es wird also nicht bloß aus pragmatischen Gründen (d.h. um mit diesem Modell der Einfachheit eher dem faktischen Vorgehen der Forscher zu entsprechen) ein Einfachheitsprinzip bezüglich der Natur eingeschmuggelt.

Bezüglich der zu interpretierenden Meßergebnisse wird unterstellt, dass sie nicht systematisch mit Fehlern behaftet sind. Das ist wiederum ein Problem betreffs solcher Theorien, in denen reelle Zahlen als Größen vorkommen. Werden diese nämlich zugelassen, so sind bezüglich einer beliebigen Anzahl von Beobachtungen immer noch unendlich viele Funktionen reeller Zahlen mit den Meßergebnissen kompatibel (Ackermann 1961).

(c) Einfachheit erhöht die Falsifizierbarkeit

Der Einfachheitsgrad einer Theorie ist nach Popper (s.o.) mit ihrem Falsifizierbarkeitsgrad zu identifizieren. Das Streben der Wissenschaft nach Falsifizierbarkeit erklärt das Streben nach Einfachheit.

Obwohl sich nach obiger Kritik der Grad der Einfachheit nicht durch den Falsifizierbarkeitsgrad *definieren* läßt, könnten doch die einfacheren Theorien diejenigen sein, die sich besser falsifizieren lassen als diejenige, die nach den Kriterien von Sober komplexer sind, etwa weil sie aufgrund ihrer größeren Allgemeinheit (festgestellt an der geringeren Anzahl unnegierter Konjunkte in ihrem Antecedenz) mehr Gegenbeispiele zulassen (s.o.). Allerdings muss

festgestellt werden: Die Theorie wird von Popper durch eine geometrische Analogie motiviert, indem er zu beweisen sucht, dass die "geometrische Dimension" einer Klasse von Figuren (die in Beziehung zu ihrer Einfachheit steht) gleich ihrer "theoretischen Dimension" ist (die in Beziehung zur Falsifizierbarkeit einer Behauptung der Zugehörigkeit irgendeiner Figur zu dieser Klasse steht). Nun hat Turney (1991) bewiesen, dass dieses Theorem falsch ist. Beispielsweise hat die Klasse der Kreise eine "geometrische Dimension" $n=3$ und eine "theoretische Dimension" $m=2$. Stimmt Poppers Gleichsetzung aber schon für so einfache Beispiele nicht, dann gilt sie auch nicht im allgemeinen. Außerdem hat das von Popper dabei verwendeten Verfahren, die Menge der benötigten Überprüfungsdaten als Maß der Falsifizierbarkeit zu benutzen, den Nachteil, dass eine Aussage mit *Ad-hoc*-Parametern wie "+2" in " $2 + 2/3x = y$ " sich als genau so einfach herausstellt wie eine Aussage ohne diese Parameter (" $2/3x = y$ "), denn beide Gleichungen lassen sich durch ein Gegenbeispiel widerlegen (Post 1961/62).

(d) Einfachheit erhöht die Verifizierbarkeit

Je einfacher eine These ist, um so mehr Umstände können für sie sprechen: "[T]he simpler hypothesis, the one with fewer parameters, is initially the more probable simply because a wider range of possible subsequent findings is classified as favorable to it." (Quine 1963:106) Eine Maxime der Sparsamkeit kann zugleich über das Verifikationsprinzip gerechtfertigt werden. Angenommen nämlich wir erweitern bezüglich jeder auftretenden Anomalie in den Daten unsere Theorie um eine diesbezügliche *Ad-hoc*-Annahme, die bis jetzt unbeobachtete intervenierende Variablen postuliert, die bis jetzt eben unbeobachteten Gesetzen folgen, dann bringt dieses Aufblähen unserer Theorie zugleich ihre Nichtverifizierbarkeit mit sich, indem jede neue *Ad-hoc*-Annahme die Verifikation durch den Verweis auf die nun nachzuweisenden neuen Gesetzesaussagen weiter vertagt (vgl. Feuer 1957). Einfache Theorien dagegen, die sich auf einen Korpus von Gesetzesaussagen festlegen, lassen sich verifizieren oder falsifizieren. Aufgrund der engen Verwandtschaft von Falsifizierbarkeit und Verifizierbarkeit ergeben sich bei diesem Rechtfertigungsprogramm allerdings ganz analoge Probleme: Einfachheit ließe sich dann durch die Maxime, die Verifizierbarkeit zu gewährleisten und zu erhöhen, rechtfertigen, wenn sich Verifizierbarkeit am besten durch einfache Aussagen erreichen ließe. Das ist jedoch nicht der Fall. Sicherheit (der Verifikation bzw. Bestätigung) zum Kriterium der Hypothesenwahl zu machen, würde nicht zu einfachen Hypothesen im gewünschten Sinn, sondern zu *Ad-hoc*-Modifikationen der Beschreibungen vorliegender Daten führen, da solche

Modifikation die Bestätigung der modifizierten Beschreibungen garantieren (Goodman 1961). Das Verfolgen einer Maxime der Einfachheit läßt sich also nicht durch die übergeordnete Maxime, die Verifizierbarkeit von Behauptungen zu gewährleisten und zu erhöhen, rechtfertigen.

(e) Einfachheit als methodische Maxime korrespondiert der Einfachheit der Natur

Hinter einer methodischen Maxime der Einfachheit könnte sich ein ontologisches Fundamentalexiom verbergen: *Natura nihil fit frustra*.

Doch wie kann diese Auffassung über die Natur gerechtfertigt werden, wenn nicht ausgehend vom Erfolg einfacher Theorien? Das Argument verweist also auf solche Rechtfertigungen zurück (vgl. (a)-(d)).

(f) Einfachheit reduziert ceteris paribus Klauseln

Theorien, die komplexe Phänomene behandeln, formulieren oft Gesetzesaussagen mit *ceteris paribus* Klauseln. Versagen diese Gesetzesaussagen, kann eine der Ausnahmen vorliegen. Soll die *ceteris paribus* Klausel aber nicht leer sein, muss sich irgendwie erklären lassen, wieso die Ausnahme das Auftreten der gewöhnlichen Konsequenz verhindert. Eine solche Erklärung der Ausnahme findet in der Regel in einer Theorie niedriger Stufe statt, da man ansonsten die betreffenden Gesetzesbedingungen in die Gesetzesaussage, die von der Ausnahme verletzt wird, hätte aufnehmen können. Damit tritt im Falle der Reduktion von Theorien als einer Art von Vereinfachung, da nun der Gegenstandsbereich von weniger Theorien beschrieben wird, eine Erhöhung der Gesetzesartigkeit (nämlich ein Verzicht auf Ausnahmen) auf. Mit dem steigenden Grad der Einfachheit (d.h. je tieferen Reduktion) sinkt der Grad der "Defeasibility" der Gesetze (d.h. das Ausmaß, in dem sie Ausnahmen zulassen): "..., the theoretical level-shift may provide us with a 'filter' for eliminating aberrant initial states from the higher-level law." (Fales 1978:286). "These rather general results suggest that the notion of theoretical simplicity may be at least in part accounted for in terms of the extent to which laws are defeasible." (Fales 1978:288).

Fales zeigt damit zunächst die *explanativen* Vorzüge von Reduktionen. Manche Theorien mit *ceteris paribus* Klauseln interessieren uns hingegen anscheinend deshalb, weil wir sie für "einfacher" bezüglich eines bestimmten Gegenstandsbereiches halten. So rechtfertigen Funktionalisten psychologische Generalisierungen als einer bestimmten Beschreibungsebene angemessen und diesbezüglich "einfacher" als eine Disjunktion von Gesetzesaussagen niedrigerer

Ebenen (vgl. Fodor 1974). Allerdings könnte diese Verwendung des Einfachheitsbegriff rein pragmatisch verstanden werden, in dem Sinne, dass die funktionale Beschreibungsweise von uns schneller angewendet werden kann, wenn wir z.B. Verhalten erklären.

Fales stellt sich nicht die Frage, ob es bezüglich der Gesetze niedrigster Stufe nicht Theorien gleicher Erklärungsstärke geben könnte. Dann würde er einen anderen Begriff der Einfachheitsbeurteilung benötigen.

Am Ende dieser längeren Liste von Rechtfertigungsversuchen und deren Kritiken mag sich ein Bedenken grundsätzlicher Art erheben, nämlich: Das Scheitern der Rechtfertigungsversuche von Einfachheit über deren Rückführung auf andere Prinzipien zeige, dass Einfachheit ein eigenständiges Prinzip der Wissenschaften ist (vgl. Barker 1961). Dieser resignative Schluß mag aber - gerade in Bezug auf die Frage der Erklärungsstärke (VII.) - voreilig sein. Zunächst scheint es schwierig zu sein – will man nicht den Ausweg über „transzendente Argumente“ wählen, deren Status allerdings auch alles andere als unumstritten ist –, das Verfolgen von Einfachheit der Aussagen einer Theorie zu rechtfertigen.

VIc. Die Wiederkehr des alten Problems: Aussageneinfachheit und natürliche Arten

Es droht bezüglich des Kriteriums der Hypothesen- bzw. Aussageneinfachheit aber noch Schlimmeres. Man kann nun darauf hinweisen, dass es sich bei Sober im Ergebnis um die Kriterien handelt, die auch bei Popper auftreten. Insofern handelt es sich um eine Weiterentwicklung von Poppers Ansatz. Die Bemessung der Einfachheit wird hier relativ zur gestellten Frage. Es zeigt sich dann, dass alles davon abhängt, wie der generelle Term, der in der Frage auftritt, zu bestimmen ist bezüglich seiner Komplexität oder seiner Projizierbarkeit (im Goodmanschen Sinne). Je nachdem, wie das Begriffs- und Definitionsgerüst der Theorie aussieht werden auch die entsprechenden Beurteilungen der Einfachheit der Gesetzaussagen und Hypothesen ausfallen. Damit stellt sich wieder das *division problem* in voller Schärfe: Die Theorie bedarf der Ergänzung durch eine Theorie der natürlichen Prädikate bzw. der natürlichen Arten, wie Sober selbst zugesteht (vgl. z.B. Sober 1993:145ff.) – Damit liegt wieder dasselbe Problem vor wie bei den Kriterien der ontologischen Einfachheit und der begrifflichen Einfachheit: Alles hängt an einer Theorie der natürlichen Arten, wobei Theorien natürlicher Arten nun also *überhaupt* nicht gemäß einem Kriterium der Einfachheit beurteilbar wären, insofern alle Kriterien der Einfachheit erst zum Zuge kommen, wenn eine Theorie der natürlichen Arten vorliegt. Ein Ausweg wäre wieder eine vorgängige naturalistische Position

dahingehend, dass wir so gebaut sind, dass wir Ausdrücke, die sich auf natürliche Arten beziehen, bevorzugen (müssen).

VII. Einfachheit und Erklärungsstärke

Einfachheit ist – soviel wird allgemein zugestanden - nur ein Kriterium der Theorienwahl unter anderen. Aber ist Einfachheit überhaupt ein eigenständiges Kriterium? Die Hauptaufgabe von Theorien ist die Beschreibung und Erklärung der Wirklichkeit. Dann könnte sich folgende Hierarchie von Bewertungskriterien ergeben: Eine Theorie T1 ist erklärungsstärker als eine Theorie T2, wenn T1 mehr Klassen von Ereignissen (bzw. diesbezügliche Daten) erklärt als T2 und die von T1 erklärten Klassen von Ereignissen als mindestens gleich relevant angesehen werden, also T1 nicht auf eine zu erklärende Klasse von Ereignissen verzichtet, die T2 erklären konnte. Nur bei einem Erklärungsgleichgewicht entscheidet die Einfachheit im Sinne der geringeren Anzahl von Hilfshypothesen (d.h. solchen Hypothesen, die nur begrenzte Anwendungen besitzen, um allgemeinere Regeln in diesen besonderen Anwendungen zu stützen) (vgl. Thagard 1978). Es ließe sich folgende Präzedenzordnung formulieren: Einfachheit der Hypothesen/Theorien kommt erst beim Abwägen zwischen gleich erklärungsstarken Theorien ins Spiel, danach kommt ontologische Einfachheit (vgl. z.B. Shrader-Frechette 1990; Thagard 1978:88f.). (Außerdem darf es sich bei den empirisch-äquivalenten Theorien, unter denen eine auszuwählen ist, nicht um Namensvarianten ein und derselben Theorie handeln, da dann semantische Überlegungen ausreichen, um eine Variante zu verwerfen (vgl. Horwich 1982).)

Einfachheit ließe sich selbst - anders als bei Thagard - evtl. jedoch über den Begriff der Erklärungsstärke rechtfertigen oder reduzieren: Schlüsse auf die beste Erklärung verfahren kontrastiv bezüglich vermeintlicher Ursachen: Warum geschah e und nicht f? Dabei wird auf einen Unterschied zwischen der Geschichte von e und nicht-f und der (möglichen) Geschichte von nicht-e und f zurückgegangen, der in einer bestimmten Beschreibung als Ursache das Zustandekommen von e und das Nichtzustandekommen von f erklärt (vgl. Lipton 1993). Die Einfachheit einer solchen Erklärung hat - in unserem Vorverständnis von Einfachheit - damit zu tun, genau diesen Punkt zu identifizieren. Eine Erklärung, die auf weiteres verweist, ist nicht einfach genug. Aber sie ist insbesondere weniger erklärungsstark. Was leistet die Uniformität, die einfachere Gesetzaussagen mit sich bringen? Die besten Aussichten, die einfacheren Gesetzaussagen als vorzuziehenswert zu begründen, ergeben sich hier wiederum aus einer Verknüpfung mit dem Prinzip der Erklärungsstärke: Gesetzaussagen mit weniger Antecedenzbedingungen treffen auf einen größeren Gegenstandsbereich zu: *erklären also mehr*. Was Sober also

eigentlich klärt ist der Begriff der größeren uniformen Erklärungsstärke. Sein Einfachheitsbegriff läßt sich nicht als eigenständiges Kriterium davon abgrenzen. Versagt man sich also den Naturalismus geht Einfachheit als Kriterium der Theoriewahl insgesamt verloren. Das Auswahlkriterium zwischen datenadäquaten Theorien ist dann die größere Erklärungsstärke. (Insofern Konsistenz als Forderung an Theorien schon von der Datenadäquatheit enthalten wird – inkonsistente Theorien sind nicht datenadäquat, da nicht alle Daten zugleich mit ihrem Gegenteil vorliegen können –, reduziert sich so der Begriff der „Kohärenz“ auf den der Erklärungsstärke.)

VIII. Anwendungen von Einfachheit in den empirischen Wissenschaften

Eine wissenschaftstheoretische Reflexion auf ein Grundprinzip der Theoriewahl muss nicht aus der Wissenschaftsgeschichte aufgelesen werden, doch sollten sich mittels seiner Vorgänge der Theoriewahl bzw. Theorieentwicklung in den Wissenschaften erläutern oder gar bewerten lassen.

Die Stellungnahmen zur Verwendung des Einfachheitsbegriffs in einer solchen Rationalisierung einzelner wissenschaftlicher Theorien schwanken zwischen Ablehnung (Resnik (1990) betreffs der evolutionären Biologie) und Zustimmung (Brice (1990) betreffs der Geologie). Stegmüller (1970) und Schaffner (1970) versuchen betreffs der Physik, den Übergang zur Relativitätstheorie als einen Übergang zu einer einfacheren Theorie zu rekonstruieren.

Es seien hier zwei Wissenschaften genauer betrachtet:

(a) die Sprachwissenschaft bezüglich der Frage nach den einfachsten Sprachprinzipien, die immerhin von Transformationsgrammatikern als die Prinzipien des Mentalen betrachtet werden.

(b) die Psychologie bzw. Kognitionswissenschaften, insofern sie sich mit Prinzipien der Informationsökonomie befassen.

Punkt (a) dient der Illustration der Verwendung von etwas, das so aussieht wie Sobers Kriterien der Einfachheit in einer empirischen Wissenschaft. Fällt Sobers Begriff der Einfachheit mit dem der Erklärungsstärke zusammen, wird hier die Wahl erklärungsstärkerer Prinzipien illustriert.

Punkt (b) noch stärker als Punkt (a) weist auf Möglichkeiten naturalisierter Theorien der Einfachheit hin. Es handelt sich um Theorien bezüglich in uns eingebauter Einfachheitsprinzipien.

VIIIa. Sprachwissenschaft

Bezüglich der verschiedenen Komponenten einer Grammatik werden (nach Chomsky/Halle (1968) für die Phonologie) Regelvorschläge formuliert. Unter diesen gibt es Formulierungen, die bezüglich der Sprachdaten gleich gut sind, d.h. dieselben Zeichen erzeugen können. Unter diesen Regeln bzw. Grammatiken ist die einfachste auszuwählen, da die Sprache in endlicher Zeit von einem Lernenden (meistens einem Kind) gelernt werden muss. Man kann sich also als Abfolge in der linguistischen Theoriebildung vorstellen, dass zunächst beliebige Grammatiken zur Verfügung gestellt werden, unter denen dann die einfachste gewählt wird. Soll es sich aber um die Grammatikkonstruktion eines lernenden Kindes handeln, dann muss Einfachheit auch eine Maxime der Grammatikformulierung sein. Einfachheit als Prinzip ist daher als Bestandteil der Sprachlernkompetenz Bestandteil des *Gegenstandsbereiches* der Linguistik - und nicht bloß ein Prinzip, das in Theorien *über* den Gegenstandsbereich auftritt (wie in der Physik). Einfachheit ist deshalb (sofern der Anspruch der psychologischen Realität der zu entwickelnden Grammatik erhoben wird) Bestandteil der kognitiven Bewertungsprozedur zwischen einzelnen Grammatiken. Und eine Klärung dieses Einfachheitsbegriffes könnte etwas über unsere kognitiven Prozeduren im allgemeinen sagen (für die Morphologie vgl. Bochner 1993).

In der Syntax spricht Chomsky ebenfalls die Bewertungsprozeduren an. Chomsky behauptet (1972:56), dass in einer solchen Bewertungsprozedur verwendete Einfachheitsbegriff sei ein *empirischer* und sprachtheoriebezogener Begriff. Diese These basiert jedoch nur auf dem schwachen Argument, dass Einfachheit als Bestandteil einer Theorie, deren Resultat eine empirische Erklärung einer vorfindlichen Spracherzeugung bezüglich einer Sprache sei (d.h. eine deskriptiv adäquate Grammatik), deshalb selbst ein "empirischer Begriff" sein muss (Chomsky 1972: 56f.). Damit wäre Einfachheit von methodischen Begriffen wie "Folgerung", "Erklärung" usw. gerade unterschieden. Dieses Argument ist nicht zwingend: auch ein *a priori* Begriff der Einfachheit könnte dazu dienen, zwischen verschiedenen möglichen Grammatiken eine als die einfachste auszusondern. Unterschieden diese sich in ihren Prognosen, wären sie von vornherein nicht empirisch äquivalent (s.o.). Oder soll der Einfachheitsbegriff "empirisch" sein, insofern Chomsky *darüber hinaus* die Annahme macht, dass nicht nur die resultierende Grammatik, sondern auch die Bewertungsprozedur, die zu ihrer Auswahl führt, *psychisch real ist* (d.h. dass sie genau so wie vom Linguisten erklärt auch bei den Sprechern selbst mental vorliegt)(vgl. Chomsky 1972:66). Doch dann wäre das

Einfachheitskriterium genau so angeboren (also a priori) wie die anderen Regeln der Universalgrammatik. Empirisch wäre höchstens Chomskys Methode der Rekonstruktion. Deshalb ist Sobers Kommentar zu Chomsky/Halle nicht unplausibel: Sober (1975:Kap.3) behauptet, seine Charakterisierung von Einfachheit sei das angemessene formale Modell, um auch die Vorgehensweise von Chomsky/Halle zu erfassen, wodurch dessen Modell selbst bestätigt werde. Insofern allerdings Einfachheit im Sinne der Theorie von Chomsky und Halle angeboren ist, könnte hier die Basis liegen zur Untermauerung der naturalistischen Antwort auf das *division problem* (vgl. IVc.).

In der Semantik argumentiert Laurence (1996) über den Begriff der Einfachheit dafür, diese analog zur naturalisierten Syntax und Morphologie zu behandeln (d.h. eine konventionalistische bzw. intentionalistische Grundlegung der Semantik zu vermeiden), da so die Einheitlichkeit der Linguistik gewährleistet sei und damit einheitliche Prinzipien die verschiedenen modularen Sprachvermögen erklären würden. Eine entsprechende Einbeziehung der Semantik brächte die Chance, fremdartige Sprachen als zu komplex abzulehnen.

VIIIb. Kognitionswissenschaften

(a) Einfachheit und Informationsökonomie

Einfachheit ist, in Churchlands (1990) an der Neurophysiologie orientierten Epistemologie, eine "epistemische Tugend": Bei der Stabilisierung neurologischer Netze, die Informationen codieren und Prozeduren stabilisieren, kommt es auf das richtige Maß der beteiligten Einheiten (d.h. ihre Anzahl und ihre Verbindungsdichte) an. Ist Unterkomplexität vermieden worden, indem sich überhaupt eine Codierung etablieren und evolutionär bewähren kann, so ist Einfachheit eine Tugend, da ansonsten irrelevante Komplexität (in *Ad-hoc*-Annahmen) codiert wird.

Die einfachste Repräsentation zu wählen erlaubt es uns auch, Speicherplatz im Gedächtnis zu sparen und die Zugriffsgeschwindigkeit zu erhöhen:

In sum, we opt for simplicity (and systematicity in general) in inquiry not because it is truth-indicative, but because it is teleologically cost-effective for the more efficient realization of the goals of inquiry.(Rescher 1990a:5).

(b) Einfachheit von Wahrnehmungen bzw. wahrgenommenen Gestalten

In der Wahrnehmungspsychologie definiert man ein Sinnessystem mittels der Ausprägungsgrade von Eigenschaften einer Sinnesmodalität und diesbezüglicher Transformationsregeln (z.B. zwischen Reiz und Empfindung)(vgl. Hajos 1980:35). Die gesuchten Transformati-

onsregeln kann man analog zu Hypothesen, die Daten interpretieren, auffassen. Sober (1975: 127-60) wendet dementsprechend sein Einfachheitskriterium auch auf die Wahrnehmungspsychologie an. Gehen wir davon aus, dass wir in der Wahrnehmung Deutungen der eingehenden Sinnesinformationen vornehmen, so können wir diese Deutungsprozesse analog zum Prozeß der Hypothesenbildung und -bewertung verstehen. Sober nimmt dafür an, dass wir eine Korrespondenz zwischen Wahrnehmungen und Wahrnehmungsberichten etablieren können. Ein Satz erfaßt genau dann den Inhalt einer Wahrnehmung "if the sentence is true of all and only the scenes that the picture represents" (1973: 130). Dadurch wird das Kriterium für Hypotheseneinfachheit anwendbar: das Wahrnehmungsurteil muss sich zu den eingehenden Sinnesinformationen verhalten wie eine Hypothese zu Daten. Entsprechend wäre der dem Wahrnehmungsurteil korrespondierende Satz eine Hypothese, auf die dann das Einfachheitskriterium angewendet werden kann. Relativ zu dieser Korrelierung erweist sich eine Wahrnehmung dann als einfacher als eine andere, wenn der sie ausdrückende Satz einfacher ist als der Satz, der die zweite Wahrnehmung ausdrückt.

In der Gestaltpsychologie spielt die "Prägnanz" einer Gestalt eine wichtige Rolle. Damit sind bestimmte Hinsichten gemeint, in denen wir Gestalten als Ordnung in einer Wahrnehmungsdimension wahrnehmen; zu diesen Hinsichten gehört (neben "Gesetzesartigkeit" oder "Originalität") Einfachheit. Hiermit ist die Überschaubarkeit der Gestalt (relativ zu anderen Gestaltungen und dem Hintergrund) gemeint (vgl. Ehrenfels 1890, 1937, 1988; Kaniza/Luccio 1986; Smith 1988). Das entsprechende "Minimalitätsprinzip" (bzw. "Prinzip der Einfachheit") besagt: "Unser Nervensystem organisiert die wahrgenommene Welt stets in der Weise, dass Veränderungen und Unterschiede *minimal* gehalten werden." (Hochberg 1977:117).

Attneave (1954) geht davon aus, dass es sich bei der Gestaltwahrnehmung um einen informationsverarbeitenden Prozeß handelt. Einfachheit ist dann in diesen Prozess eingebaut. Unter dieser Voraussetzung läßt sich anhand der Redundanz der Information von Figuren das Empfinden figürlicher Einfachheit messen (Hochberg/McAllister 1953). Auf diesen Ansatz beruft sich auch Sober, da er Einfachheit ja über den Informationsgehalt definiert. Dem Vergleich der Einfachheit von Gestalten würde bei Sober der Vergleich der sie ausdrückenden Sätze entsprechen. [Ob sich Gestalten propositional auffassen lassen, wie dies Sober behauptet, ist in den Kognitionswissenschaften allerdings ebenso umstritten (vgl. Kosslyn/Pomerantz 1977 vs. Pylyshyn 1989: 193-256) wie die Anwendung der Informationstheorie auf die Frage der Prägnanz von Gestalten (vgl. Green/Curtis 1966).]

Fazit

Entweder kann man Einfachheit a priori („aus dem Lehnstuhl heraus“) versuchen zu begründen oder man versucht, den Begriff der Einfachheit zu naturalisieren. Die apriorischen Begründungsversuche drohen am *division problem* zu scheitern, besitzt man nicht einen robusten Begriff der natürlichen Art, dessen ontologische Grundlegung sich als schwierig erweisen wird. Insbesondere wäre die hier benötigte Ontologie nicht nach Kriterien der Einfachheit auswählbar. Die naturalistische Wendung verlagert den Einfachheitsbegriff aus Überlegungen der Theoriwahl in den Bereich der *Theoriegenerierung*, insofern in unsere kognitive Struktur eingebaute Einfachheitsprinzipien bestimmte („fremdartige“) Weisen der Theorieformulierung verhindern. Diese Forschungen stehen jedoch erst am Anfang.

Literatur

- Ackermann, Robert. (1961). "Inductive Simplicity", *Philosophy of Science*, 28, S.152-60.
- Albert, Hans. (1987). *Kritik der reinen Erkenntnislehre*. Tübingen
- Anscombe, Elisabeth. (1986). *Absicht*. Freiburg/München.
- Attneave, Fred. (1954). "Some Informational Aspects of Visual Perception", *Psychological Review*, 61.
- Balzer, Wolfgang/Moulines, Ulises/Sneed, Joseph. (1987). *An Architectonic for Science*. The Structuralist Program. Dordrecht u.a.
- Barker, Stephen. (1961). "On Simplicity in Empirical Hypotheses", *Philosophy of Science*, 28, S.162-71.
- Bochner, Harry. (1993). *Simplicity in Generative Morphology*. Berlin/New York.
- Boyd, Richard. (1992). "Observations, Explanatory Power, and Simplicity: Toward a Non-Humean Account", in: ders./Gasper, P./Trout, J. (Hg.). *The Philosophy of Science*. Cambridge/MA u.a., 3.Aufl., S.349-78
- Brice, William. (1990). "The Role of Simplicity in Geology", in: Rescher 1990, S.85-95.
- Bunge, Mario. (1961). "The weight of Simplicity in the Construction and Assaying of Scientific Theories", *Philosophy of Science*, 28, S.120-49.
- (1963). *The Myth of Simplicity*. Englewood Cliffs.
- Carnap, Rudolf/Bar-Hillel, Yesoshua. (1964). „An outline of a theory of semantic information“, in: Bar-Hillel, Yesoshua. *Language and Information*. Reading/MA. u.a. 1964, S.221-274
- Chomsky, Noam. (1972). *Aspekte der Syntax-Theorie*. Frankfurt a.M., 2.Aufl.
- Chomsky, Noam/Halle, Morris. (1968). *The Sound Pattern of English*. New York u.a.
- Churchland, Paul. (1970). "The Logical Character of Action-Explanations", *Philosophical Review*, 79, S.214-36.
- (1990). "Simplicity as an Epistemic Virtue: The View from the Neuronal Level", in: Rescher 1990, S.35-46.
- Duran, Jane. (1990). "The Aesthetics of Theory Testing: Economy and Simplicity", in: (Rescher 1990), S.73-78.
- Ehrenfels, Christian von. (1890). "Über 'Gestaltqualitäten'", *Vierteljahrszeitschrift für wissenschaftliche Philosophie*, 14, S.249-92.
- (1937). "On Gestalt Qualities", *Psychological Review*, S.521-24.
- (1988). "Gestalt Level and Gestalt Purity", in: Smith, Barry. (Hg.). *Foundations of Gestalt Theory*. Wien/München, S.118ff.
- Fales, Evan. (1978). "Theoretical Simplicity and Defeasibility", *Philosophy of Science*, 45, S.273-288.
- Feuer, Lewis. (1957). "The Principle of Simplicity", *Philosophy of Science*, 24, S.109-22.
- Fiedler, Jürgen. (1982). *Einfachheit*. Untersuchungen zu einem elementaren Kalkül. Diss. FU Berlin.
- Friedman, Kenneth. (1972). "Empirical Simplicity as Testability", *British Journal for the Philosophy of Science*, 23, S.25-33.
- Goodman, Nelson. (1943). "On the Simplicity of Ideas", *Journal of Symbolic Logic*, 8, S.107-21.
- (1949). "The Logical Simplicity of Predicates", *Journal of Symbolic Logic*, 14, S.32-41.

- (1950). "An Improvement in the Theory of Simplicity", *Journal of Symbolic Logic*, 14, S.228f.
 - (1952). "New Notes on Simplicity", *Journal of Symbolic Logic*, 17, S.189ff.
 - (1961). "Safety, Strength, Simplicity", *Philosophy of Science*, 28, S.150f.
 - (1966). *The Structure of Appearance*. Indianapolis u.a. 2.Aufl.
 - (1972). *Problems and Projects*. Indianapolis/N.Y.
- Goyvaerts, Didier/Pullum, Geoffrey. (1973). (Hg.). *Essays on The Sound Pattern of English*. Gent.
- Green, R./Curtis, M. (1966). "Information Theory and Perception: The Metaphor that Failed", *Acta Psychologica*, 25.
- Hillman, Donald. (1962). "The Measurement of Simplicity", *Philosophy of Science*, 29, S.225-52.
- Hintikka, Jaakko. (1970). "On Semantic Information", in: ders./Suppes, P. (Hg.). *Information and Inference*. Dordrecht, S.3-27.
- Hochberg, Julian. (1977). *Wahrnehmung*. Bd.2 von: Graumann, C. (Hg.). *Einführung in die Psychologie*. 7 Bde., Wiesbaden u.a.
- Hochberg, Julian/McAlister, E. (1953). "A Quantitative Approach to Figural 'Goodness'", *Journal of Experimental Psychology*, 46.
- Horwich, Paul. (1982). "How to Choose between Empirically Indistinguishable Theories", *The Journal of Philosophy*, 79, S.61-77.
- Kaniza, Gaetano/Luccio, Riccardo. (1986). "Die Doppeldeutigkeit der Prägnanz", *Gestalt Theory*, 8, S.99-135.
- Kemeny, John. (1953). "The Use of Simplicity in Induction", *The Philosophical Review*, 62, S.391-408.
- Kosslyn, Stephen/Pomerantz, James. (1977). "Imagery, Propositions, and the Form of Internal Representations", *Cognitive Psychology*, 9, S.52-76.
- Krynicky, Michal/Sczerba, Leslaw. (1990). "On Simplicity of Formulas", *Studia Logica*.
- Laurence, Stephen. (1996). "A Chomskian Alternative to Convention-Based Semantics", *Mind*, 105, S.269-302.
- Lipton, Peter. (1993). *Inference to the Best Explanation*. London/New York.
- Majer, Ulrich. (1990). "Simplicity and Distinctness", in: (Rescher 1990), S.57-71.
- Moulines, Carlos. (1976). "Approximate Application of Empirical Theories: A General Explication", *Erkenntnis*, 10, S.201-27.
- Oliver, Alex. (1996). "The Metaphysics of Properties", *Mind*, 105.
- Pambuccian, Victor. (1988). "Simplicity", *Notre Dame Journal of Formal Logic*, 29, S.396-411.
- Popper, Karl. (1994). *Logik der Forschung*. Tübingen, 10.Aufl.
- Post, H.R. (1961/62). "A Criticism of Popper's Theory of Simplicity", *British Journal for the Philosophy of Science*, 12.
- Putnam, Hilary. (1974). "The 'Corroboration' of Theories", in: Schilpp, P.A. (Hg.). *The Philosophy of Karl Popper*. LaSalle, S.221-40.
- Pylyshyn, Zenon. (1989). *Computation and Cognition*. Toward a Foundation for Cognitive Science. Cambridge/MA u.a., 5.Aufl.
- Quine, Willard Van Orman. (1951). "Two Dogmas of Empiricism", *Philosophical Review*.
- (1960). *Word and Object*. Cambridge/MA.
 - (1963). "On Simple Theories of a Complex World", *Synthese*, 15, S.103-106.
 - (1979). "Was es gibt", in: ders. *Von einem logischen Standpunkt*. Frankfurt a.M., S.9-26.
- Reichenbach, Hans (1947). *Elements of Symbolic Logic*.
- Rescher, Nicholas. (1973). *The Coherence Theory of Truth*. Washington.

- (1990). (Hg.) *Aesthetic Factors in Natural Science*. Lanham u.a., 1990.
- (1990a). "Aesthetic Factors in Natural Science", in: (Rescher 1990), S.1-10.
- Resnik, David. (1990). "Simplicity in Evolutionary Explanations", in: Rescher 1990, S.79-84.
- Rudner, Richard. (1961). "An Introduction to Simplicity", *Philosophy of Science*, 28, S.109-19.
- Schaffner, Kenneth. (1970). "Outlines of a Logic of Comparative Theory Evaluation with Special Attention to the Pre- and Postrelativistic Electrodynamics", *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, V, S.331-354.
- Schlesinger, George. (1975). "Confirmation and Parsimony", *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, VI, S.324-42.
- Searle, John. (1990). *Sprechakte*. Ein sprachphilosophischer Essay, Frankfurt a.M., 4.Aufl.
- Shrader-Frechette, Kristin. (1990). "Three Arguments Against Simplicity", in: Rescher 1990, S.11-26.
- Smith, Barry. (1988). "Gestalt Theory: An Essay in Philosophy", in: ders. (Hg.). *Foundations of Gestalt Theory*. Wien/München, S.11-81.
- Sneed, Joseph. (1979). *The Logical Structure of Mathematical Physics*. Dordrecht, 2.Aufl.
- Sober, Elliot. (1975). *Simplicity*. Oxford.
- (1990). "Let's Razor Ockham's Razor", in: Knowles, Dudley (Hg.). *Explanation and its Limits*. Cambridge u.a., S.73-93.
- (1993). *Philosophy of Biology*. Oxford.
- (1996). "Parsimony and Predictive Equivalence", *Erkenntnis*, 44, S.167-97.
- Stegmüller, Wolfgang. (1986). *Die Entwicklung des neuen Strukturalismus*. Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie, Bd.II, Dritter Teilband. Berlin u.a.
- (1987). *Hauptströmungen der Gegenwartsphilosophie*. Eine kritische Einführung, Bd.II, Stuttgart, 8.Aufl.
- Strawinski, Witold. (1982). "A Formal Definition of the Concept of Simplicity", in: Krajewski, Wladyslaw (Hg.). *Polish Essays in the Philosophy of the Natural Sciences*. Dordrecht, S.187-95.
- Teller, Paul. (1975). "Comments on [Schlesinger 1975]", *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, VI, S.343-46.
- Thagard, Paul. (1978). "The Best Explanation: Criteria for Theory Choice", *The Journal of Philosophy*, 75, S.76-92.
- Turner, Peter. (1991). "A Note on Popper's Equation of Simplicity with Falsifiability", *British Journal for the Philosophy of Science*, 42, S.105-109.