

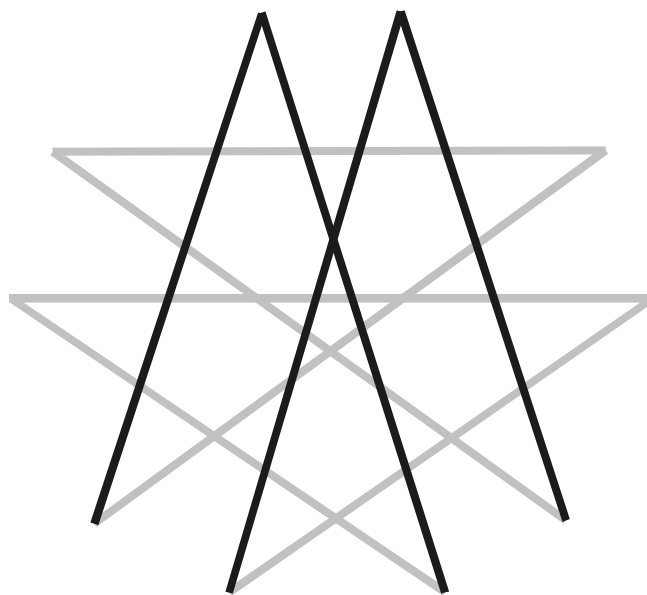
Arbeitsberichte des
**Seminars für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre,
Betriebswirtschaftliche Planung und Logistik**
der Universität zu Köln

Herausgegeben von
Prof. Dr. Werner Delfmann

Markus Reihlen

**Ansätze in der Modelldiskussion
Eine Analyse der Passivistischen Abbildungsthese
und der Aktivistischen Konstruktionsthese**

Arbeitsbericht Nr. 92



Ansätze in der Modelldiskussion: Eine Analyse der Passivistischen Abbildungsthese und der Aktivistischen Konstruktionsthese

*Markus Reihlen
Köln, 1997*

Inhalt

1. Problemstellung	2
2. Der Modellbegriff in abbildungstheoretischer Interpretation	3
2.1 Modellbildung als strukturerhaltender Abbildungsprozeß.....	3
2.2 Kritische Würdigung	5
3. Der Modellbegriff in konstruktionstheoretischer Interpretation	7
3.1 Modellbildung als schöpferischer Prozeß	7
3.2 Der Einsatz von mathematischen Modellen in Problemlösungsprozessen.....	14
4. Zusammenfassung	20
Literaturverzeichnis	21

Zusammenfassung

In der Modelldiskussion haben sich zwei grundlegende Strömungen herausgebildet, die in diesem Beitrag als Passivistische Abbildungsthese und Aktivistische Konstruktionsthese bezeichnet werden. Der vorliegende Beitrag nimmt die Position der Passivistischen Abbildungsthese als Ausgangspunkt der Diskussion, um vor dem Hintergrund ihrer Schwächen Ansatzpunkte für einen Verbesserungsvorschlag zu entwickeln. Dieser Vorschlag baut auf eine konstruktionstheoretische Interpretation des Modellbegriffes auf, deren Konsequenzen für den Modellbildungsprozeß sowie für die Bewertung des Einsatzes von Modellen in unterschiedlichen Problemkontexten herausgearbeitet werden.

1. Problemstellung

In der betriebswirtschaftlichen Literatur existiert keine allgemeine und konsensfähige Definition des Modellbegriffes.¹ Gleichwohl werden modelltheoretischen Aussagen, insbesondere von Vertretern, die in einer empirischen und quantitativ orientierten Forschungstradition stehen, für die Lösung betriebswirtschaftlicher Probleme ein hoher Stellenwert zuerkannt.² Worin sind die Gründe für eine häufig konträr geführte Diskussion um den Modellbegriff zu sehen? Um diese Frage angemessen beantworten zu können, bedarf es einer philosophischen und wissenschaftstheoretischen Grundlegung, die deutlich macht, daß die verschiedenen Vertreter sich implizit auf unterschiedliche Denktraditionen stützen. So fordert Bretzke beispielsweise eine Herausarbeitung der jeweiligen "Hintergrundphilosophie" ..., die in den betreffenden Ausführungen zum Modellbegriff durchschimmert."³

In der Diskussion um den Modellbegriff haben sich zwei grundlegende Ansätze entwickelt, die hier als die Passivistische Abbildungsthese⁴ und die Aktivistische Konstruktionsthese bezeichnet werden. Während Vertreter der Passivistischen Abbildungsthese in der entscheidungslogischen Tradition stehen und weitgehende Einigkeit über die begriffliche Abgrenzung besteht, kann dieses für die Vertreter der Aktivistischen Konstruktionsthese⁵ nicht festgestellt werden, da sie unterschiedliche Aspekte der Modellbildung in den Vordergrund heben. Die gegensätzlichen Positionen machen einen

1 Vgl. etwa Herrmann (1992), S. 102.

2 Vgl. etwa Adam (1996) u. Hanssmann (1995).

3 Bretzke (1980), S. 28.

4 Vgl. etwa Adam (1996), S. 60 ff., Bitz (1977), S. 51 ff., Grochla (1969), Kosiol (1961), ders. (1968), S. 256 ff., Pfohl (1977), S. 26 ff., Schneeweiß (1984) und die bei Herrmann (1992), S. 103 aufgeführte Literatur.

5 Vgl. insbesondere Bretzke (1980). Einen Überblick über die Entwicklungslinien eines "konstruktivistischen" Modellbegriffes liefert Herrmann (1992), S. 102-136.

Diskussionsbedarf deutlich, um die Konfusion über den Stellenwert von Modellen in Problemlösungsprozessen zu lichten und den Weg für einen angemessenen Umgang mit Modellen in der Betriebswirtschaftslehre zu ebnen. Dabei beschränken sich die folgenden Ausführungen auf den Gegenstand mathematischer Modelle, durch die eine Formalisierung und “Kalkülisierung”⁶ von Problemen vorgenommen wird.

Vor diesem Hintergrund verfolgt dieser Artikel das Ziel, die traditionelle Vorstellung der Passivistischen Abbildungstheorie, die Modelle als strukturerhaltende Abbilder realer Systeme versteht, darzustellen und kritisch zu würdigen. Darüber hinaus wird aufbauend auf die Leitgedanken einer konstruktionsorientierten Modellinterpretation ein Vorschlag für den Modellbildungsprozeß sowie den Einsatz mathematischer Modelle in unterschiedlichen Problemkontexten entwickelt.

2. Der Modellbegriff in abbildungstheoretischer Interpretation

2.1 Modellbildung als strukturerhaltender Abbildungsprozeß

Die abbildungstheoretische Interpretation des Modellbegriffes ist in der betriebswirtschaftlichen Literatur bisher immer noch dominierend.⁷ Gerade die traditionelle Entscheidungstheorie und das Operations Research bauen zumeist auf der Vorstellung auf, daß Modelle strukturerhaltende Abbilder der Realität darstellen, wie Kosiol verdeutlicht:

“Ein Modell ist nur dann ein adäquates Abbild des betrachteten Problems und damit wissenschaftlich fruchtbar, wenn trotz aller vorgenommenen Vereinfachungen Strukturgleichheit zwischen der realen Sphäre des Problems und der gedanklichen Sphäre des Modells vorliegt.”⁸

Realität und Modell werden als Systeme begriffen, die durch Elemente und Beziehungen beschrieben werden können. Die Anwendbarkeit eines Modells und die Ergebnisse, die aus seiner Analyse gewonnen werden, hängen davon ab, inwieweit es dem Modellierer gelungen ist, eine hinreichend gute Abbildung der Realität in dem Modell vorzunehmen. Die Rolle des Modellierers wird im wesentlichen darin gesehen, das reale System durch präzise Beobachtung und Messung “objektiv” zu beschreiben, bevor es in ein formales System übersetzt wird. Entsprechend folgt der Prozeß der Modellbildung einer Perzeptionsmetapher. Reale Probleme des Planenden haben eine in

6 Kosiol (1968), S. 256.

7 Vgl. z.B. Adam (1996), S. 60 ff., Bitz (1977), S. 51 ff., Grochla (1969), Kosiol (1961), ders. (1968), S. 256 ff., Pfohl (1977), S. 26 ff., Schneeweiß (1984) und die bei Herrmann (1992), S. 103 aufgeführte Literatur.

8 Kosiol (1968), S. 258.

vortheoretischer Form bestehende Struktur, die es zu entdecken und möglichst in einem Modell abzubilden gilt. Zu diesem Zweck wird das empirische Original in einer ersten Strukturierungsstufe durch schrittweise Abstraktion in ein verbales Modell übertragen, indem alle Elemente und Strukturen des Problems aufgedeckt und als Zeichensystem beschrieben werden. Diese Beschreibung des empirischen Originalsystems kann prinzipiell von jedem kompetenten Modellierer in gleicher Weise erfolgen, wenn man davon ausgeht, daß er oder sie über ein geschultes Wahrnehmungsvermögen verfügt. In einer zweiten Strukturierungsstufe wird das verbale Modell in ein formales Modell übertragen und damit die eigentliche Modellierung vorgenommen. Das formale Modell kann als zweites Zeichensystem aufgefaßt werden, mit dem das erste (verbale Modell) auf seine Ähnlichkeit bzw. Abbildungsgüte verglichen wird. Anschließend wird das Modell durch ein geeignetes mathematisches Verfahren gelöst. Die Modellösung kann schließlich unmittelbar auf die Realität übertragen werden (vgl. Abb. 1).

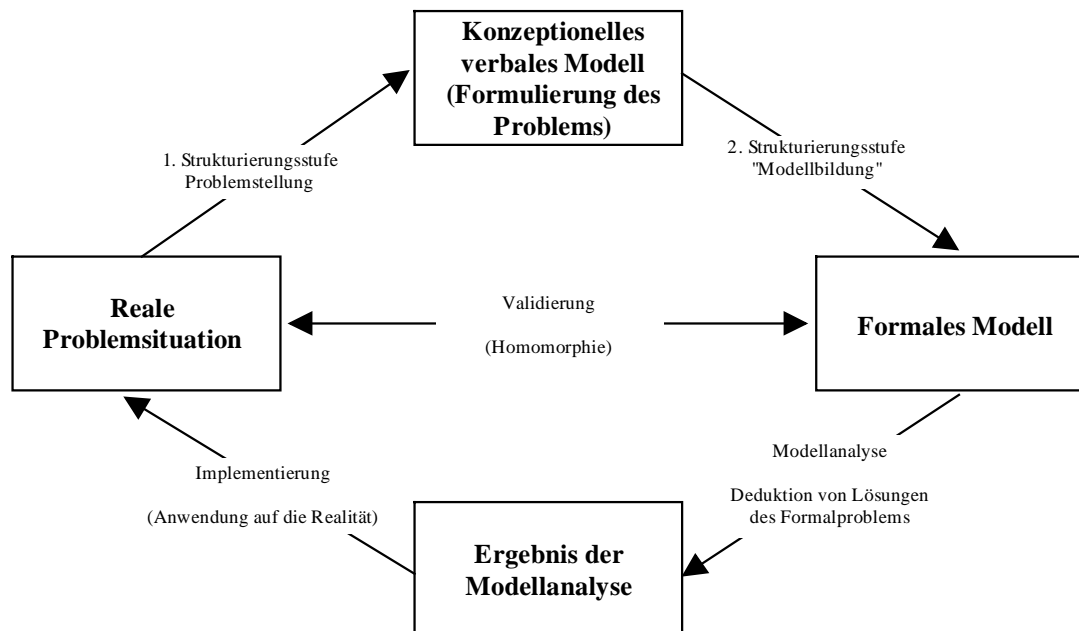


Abbildung 1: Modellbildung nach der Passivistischen Abbildungsthese.

Quelle: Pfohl (1977), S. 27

Die Möglichkeit einer erfolgreichen Implementierung auf die Realität hängt davon ab, inwieweit es dem Modellierer gelungen ist, die Struktur des Originals in dem Modell derart zu repräsentieren, daß eine hohe Ähnlichkeit zwischen beiden besteht. Vor dem Hintergrund einer mengentheoretischen Betrachtung wird die Forderung nach Isomorphie bzw. Homomorphie von realer Problemsituation und Modell erhoben.⁹ Ist das Mo-

⁹ Vgl. z.B. Kosiol (1961), ders. (1968) u. S. 258, Pfohl (1977), S. 26 ff. Ferner vgl. auch Bitz (1977), S. 51 ff. Eine wesentlich differenziertere Argumentation liefert Schneeweiß (1984), der aber auch einen formalen und keinen epistemologischen Ansatz zur Modellbewertung vorschlägt.

dell ein strukturgleiches Abbild der Realität, so wird von einer isomorphen Abbildung gesprochen, d.h. es handelt sich um eine ein-eindeutige Abbildung des realen in das formale System. Werden hingegen nicht alle Strukturen des Originals im Modell repräsentiert, so handelt es sich um eine homomorphe Abbildung; das Modell ist damit strukturrärmer. Definiert man nun Modelle als Abbilder der Realität in dem oben verstandenen Sinne, so wird die Behauptung aufgestellt, daß das Modell empirisch wahr oder "realistisch" ist, je nachdem wie homomorph die Abbildung ist.

2.2 Kritische Würdigung

Der abbildungstheoretische Ansatz geht implizit von der Annahme aus, daß der Planende problemlos die wesentlichen Elemente und Beziehungen des empirischen Originals bzw. des realen Problems passiv wahrnehmen und diese Faktoren aus der Umwelt einfach extrahieren kann. Die Probleme des Planenden bestehen bereits als konkrete reale Systeme, die er bloß entdecken muß. So führt Bretzke dazu pointiert aus:

"Vor dem Hintergrund eines konsequent zu Ende gedachten abbildungstheoretischen Modellbegriffes erscheint die Welt letztlich problemfrei: sie enthält keine Probleme, sondern nur vorläufig unentdeckte Problemlösungen, wobei die Entdeckung selbst sich in einer passiv-rezeptiven Wirklichkeitsrekonstruktion erschöpft und keine konstruktiven Eigenleistungen des jeweiligen 'problem solver' voraussetzt."¹⁰

Die Probleme des Modellierers bestehen jedoch nicht in objektiver Form, so daß ihm eine weitgehend passive Registrierung von Ereignissen zukommen könnte.¹¹ Dem Gedächtnis liegen vielmehr aktive Konstruktionsprozesse realer Phänomene zugrunde, so daß der Mensch nicht einfach die Welt wahrnimmt, sondern sich seine Wirklichkeit konstruiert.¹² Der abbildungstheoretische Ansatz reduziert diese Prozesse jedoch auf reine Wahrnehmungsprozesse, als ob Menschen erfahrungslos, ohne Wertvorstellungen und Überzeugungen existierten und keine kognitiven Eigenleistungen erbringen müßten, um Einsicht in ihre Probleme zu erlangen. Das problemspezifische Hintergrundwissen und die Erfahrung des Planenden beeinflussen die Problemerkennung und -abgrenzung. Erfahrung und Kreativität sind damit notwendige, wenn auch nicht hinreichende Bedingungen für die Konstruktion "guter" Modelle. Jedoch ist das Wissen des Modellierers, selbst wenn er als Experte auf seinem Gebiet gilt, nicht unfehlbar. Mit der bestehenden Erfahrung und dem existierenden Hintergrundwissen kann höchstens eine gute Einschätzung der objektiven Realität gegeben werden, weil kein Mensch über eine

10 Bretzke (1980), S. 32 f.

11 Vgl. auch die Kritik von Schwarz (1985), S. 271 an dem Assoziationismus in der Psychologie.

12 Vgl. Bunge (1983a), S. 194 ff., Giddens (1984), S. 63 f. u. 65 ff., Probst (1987), S. 43 u. Weick (1979).

perfekte Wissensbasis verfügt, sondern sich höchstens mit seinem begrenzten Wissen aufgrund von Kohärenzüberlegungen ein Bild der Realität schafft.¹³ Selbst der Experte befindet sich in einer Situation, in der seine vermutete von garantierter Wahrheit oder seine Wirklichkeit von objektiver Realität durch eine Evidenzlücke getrennt ist.¹⁴ Erkenntnisse über die Realität liegen in seinem Wissen und seiner Erfahrung begründet. Ein Verständnis über Probleme und Möglichkeiten ihrer Modellierung bauen auf diesem Wissen des Planenden auf. Der Modellbegriff muß an ein Verständnis der Realitätskonstruktion anknüpfen, welches das Problem der Subjektivität nicht dadurch zu lösen versucht, daß einfach einem Objektivismus gefolgt wird und dabei eigene Ideen, spekulative Entwürfe, Erfindungsgeist und Kreativität des Planenden bei der Modellbildung per definitionem ausgegrenzt bleiben.

Der Sachverhalt der subjektiven Wirklichkeitskonstruktion wird noch deutlicher, wenn mathematische Modelle in der Planung Anwendung finden. Mit Planung wird als bedeutendes Wesensmerkmal ihr Gestaltungscharakter verbunden. Mit Hilfe planerischen Vorgehens werden Handlungsentwürfe erarbeitet, die Ulrich und Probst auch als "Gestaltungsmodelle" bezeichnen.¹⁵ Gestaltungsmodelle repräsentieren "analog zu den Konstruktionszeichnungen der Techniker, eine noch nicht existierende, erst noch zu schaffende Wirklichkeit ...; ihre Entwicklung stellt daher einen eminent schöpferischen Vorgang dar."¹⁶ Solchen Gestaltungsmodellen fehlt damit der Bezugspunkt zu bereits existierenden empirischen Originalsystemen, denn Pläne sind geistige Konstrukte, die unser zukünftiges Handeln vernünftig anleiten sollen. Damit gibt es auch keine objektiven Beschreibungsmöglichkeiten von Planungskonstellationen, sondern Problemwahrnehmung und Problemanalyse müssen von der subjektiven Perspektive des Planenden ausgehen; eine andere Möglichkeit gibt es nicht.¹⁷

Im Lichte der geführten Diskussion stellt sich weiter die Frage nach der Modellbewertung. Wann handelt es sich um ein zutreffendes und ähnliches Abbild der Realität? Aus abbildungstheoretischer Perspektive wird diese Frage sehr einfach gelöst, indem die Güte eines Modells mit Hilfe von Ähnlichkeitsmaßen wie Homomorphie

13 "Given that 'the real truth' is guaranteed only by ideal coherence - by optimal coherence with a perfected data base that we do not have, rather than by apparent coherence with the suboptimal data base we actually have in hand - we have no categorical assurance of the actual correctness of our coherence-guided inquiries." Rescher (1987), S. 25 f. Zur Kohärenztheorie vgl. insbesondere Rescher (1973).

14 Vgl. Rescher (1982), S. 3 ff., ders. (1987) 25 ff. u. Sikora (1989), Sp.1957 f.

15 Vgl. Ulrich/Probst (1991), S. 271.

16 Ulrich/Probst (1991), S. 271.

17 Vgl. hierzu von der Weth/Strohschneider (1993), S. 17.

oder Isomorphie festgestellt wird.¹⁸ Gemäß dem Homomorphiegrad wird ein Modell als realistisch beurteilt. Dieses Bewertungskriterium ist schlüssig und konsistent innerhalb der abbildungstheoretischen Argumentation, jedoch erscheint die praktische Relevanz eines solchen Gütekriteriums für Modelle fraglich. Schmidt und Schor üben in ihrem Beitrag eine moderate Kritik, indem sie ausführen: “Die Ähnlichkeitsmaße werden der theoretischen Arbeit der Ökonomen nicht gerecht; die zugrunde liegende Vorstellung ist zu eng.”¹⁹ Der Realitätsbegriff, der dem abbildungstheoretischen Ansatz zugrunde liegt, ist heftig umstritten. Ähnlichkeitsmaße wie Homomorphie oder Isomorphie können nur für den Vergleich zwischen formalen, nicht aber zwischen realen und formalen Systemen verwendet werden.²⁰ Die Bewertung der Eignung eines Modells für die Lösung praktischer Probleme, seine “Realitätsnähe”, kann nicht einfach auf die Wahrnehmung einer scheinbar gegenständlichen Struktur der Realität reduziert werden, die sich in einem Homomorphiegrad wiederfindet. Bewertung setzt Erkenntnis und Einsicht in die Problemstellung voraus. Ist dies nicht gegeben, kann von keinem Planenden eine vernünftige Bewertung seiner Probleme und Modellierungen vorgenommen werden. Ein Konzept für die Bewertung von Modellen muß neben formalen, insbesondere erkenntnistheoretische und pragmatische Kriterien integrieren.

3. Der Modellbegriff in konstruktionstheoretischer Interpretation

3.1 Modellbildung als schöpferischer Prozeß

Die konstruktionstheoretische Interpretation des Modellbegriffes hat insbesondere durch die grundlegende Arbeit von Bretzke²¹ Auftrieb in der betriebswirtschaftlichen Diskussion erhalten. Weitere Vorschläge sind von Knapp²² und von der Kommission Wissenschaftstheorie im Verband der Hochschullehrer für Betriebswirtschaftslehre aus dem Jahre 1986²³ sowie in jüngerer Zeit von Herrmann²⁴ vorgelegt worden. Diese Arbeiten bauen implizit oder explizit auf Grundgedanken einer konstruktivistischen Erkenntnislehre auf, die von der Einsicht geprägt ist, wie Watzlawick herausstellt, “daß jede Wirklichkeit im unmittelbarsten Sinne die *Konstruktion* derer ist, die diese Wirklichkeit zu entdecken und erforschen *glauben*. Anders ausgedrückt: Das vermeintlich *Gefundene* ist ein *Erfundenes*, dessen Erfinder sich des Aktes seiner Erfindung nicht bewußt ist, sondern sie als etwas von ihm Unabhängiges zu entdecken

18 Vgl. dazu Bitz (1977), S. 51 ff., Kosiol (1968), S. 257 ff., Meyer (1979), S. 34 ff. u. Schmidt/Schor (1987a), S. 16 ff.

19 Schmidt/Schor (1987a), S. 20.

20 Vgl. Knapp (1978), S. 201 u. Meyer (1979), S. 35.

21 Vgl. Bretzke (1980).

22 Vgl. Knapp (1978).

23 Vgl. den Sammelband von Schmidt/Schor (1987b).

24 Vgl. Herrmann (1992), ders. (1993).

vermeint und zur Grundlage seines 'Wissens' und daher auch seines Handelns macht."²⁵ Unser Wissen über die Wirklichkeit ist nicht als Abbild derselben zu interpretieren, sondern nur als Schlüssel, der uns mögliche Wege eröffnet. Der Konstruktivismus rückt damit die erkenntnistheoretische Frage in den Mittelpunkt der Betrachtung, "wie wir Kenntnis von der Wirklichkeit erlangen und ob diese Kenntnis auch verlässlich und 'wahr' ist".²⁶ Der radikale Konstruktivismus bricht mit der traditionellen Konvention, daß Erkenntnis eine "objektive", ontologische Wirklichkeit betrifft, sondern ausschließlich die Ordnung und Organisation von unserem Erfahrungswissen zum Gegenstand hat. Ob dieses Erfahrungswissen wahr oder falsch ist, kann nicht ohne weiteres bewiesen werden.²⁷

Die Aktivistische Konstruktionsthese gibt damit die Vorstellung auf, reale Probleme in einem Modell allein durch einen Abbildungsvorgang zu repräsentieren. Vielmehr folgt sie in Anlehnung an die konstruktivistische Erkenntnislehre einer Auffassung, die *Modelle als Konstruktionen* der Wirklichkeit begreift. Das Wahrnehmen eines Problems ist schon eine Interpretation desgleichen. Probleme werden von Personen als Probleme erkannt, abgegrenzt und definiert. Die Perspektive, die Überzeugungen, das Hintergrundwissen, die Werthaltung und die Interessenlage des Individuums beeinflussen die Erkennung und Problemdefinition. Modelle sind, wie Bretzke bemerkt, damit in erster Linie Bilder möglicher Weltansichten oder Perspektiven.²⁸ Das Konstruieren eines Modells läßt sich nicht einfach auf das Wahrnehmen eines Problems und seine Abbildung in ein formales Modell reduzieren; Modellbildung ist vielmehr ein kreativer Akt, der Erfindungsgeist, Erfahrung und Kompetenz vom Modellierer fordert, ohne die kein brauchbares Modell für die Lösung praktischer Probleme entwickelt werden kann.

Vor diesem Hintergrund kann folgende Definition eines (mathematischen) Modells nach konstruktionstheoretischer Interpretation formuliert werden:

Modelle sind problematisierte Konstruktionen von Ausschnitten der Realität, wobei das alltagssprachliche Aussagensystem sukzessiv in ein formales Aussagensystem überführt, ein Modellergebnis generiert und

25 Watzlawick (1984), S. 9 f., Hervorhebungen im Original.

26 Glasersfeld (1984), S. 18 u. vgl. auch S. 17.

27 Vgl. Glasersfeld (1984), S. 19 ff., vgl. zum radikalen Konstruktivismus insbesondere Schmidt (1991).

Dem radikalen Konstruktivismus muß jedoch an dieser Stelle entgegengehalten werden, daß er damit die objektivistische Position in eine subjektivistische eintauscht und damit die materielle Grundlage der realen Welt vernachlässigt. Diese Position ist sicher übertrieben, würde sie doch der Einheit, Verbundenheit und Gesetzmäßigkeit unserer materiellen Welt entgegenstehen. Auf eine materialistische Ontologie kann, wie Bunge herausstellt, nicht verzichtet werden. Vgl. Bunge (1983a), S. 97 ff. u. ders. (1979).

28 Vgl. Bretzke (1980), S. 35.

interpretiert wird. Die Interpretation stellt den Zusammenhang zwischen syntaktischer Struktur des formalen Modells und empirischen Originals her.

Die Auffassung von Modellen als Konstruktion von Wirklichkeit hat insbesondere Konsequenzen für den Prozeß der Modellbildung, auf den im folgenden eingegangen wird.

Grundsätzlich wird hier in Anlehnung an Bretzke eine Unterscheidung zwischen dem *Situationsbezug* und *Problembezug* von Modellen vorgenommen. Die Situation, in der die Entwicklung eines Modells vorgenommen wird, umfaßt alle wahrnehmbaren und antizipierten Gegebenheiten und Entwicklungstendenzen der "Welt", die vom Planenden als relevant beurteilt werden. Der Situationsbezug eines Modells umfaßt also den spezifischen räumlichen, zeitlichen und sachlichen Rahmen. Der Problembezug eines Modells hingegen bezieht sich auf eine spezifische Domäne, auf eine Referenzgruppe innerhalb dieses situativen Kontextes.²⁹

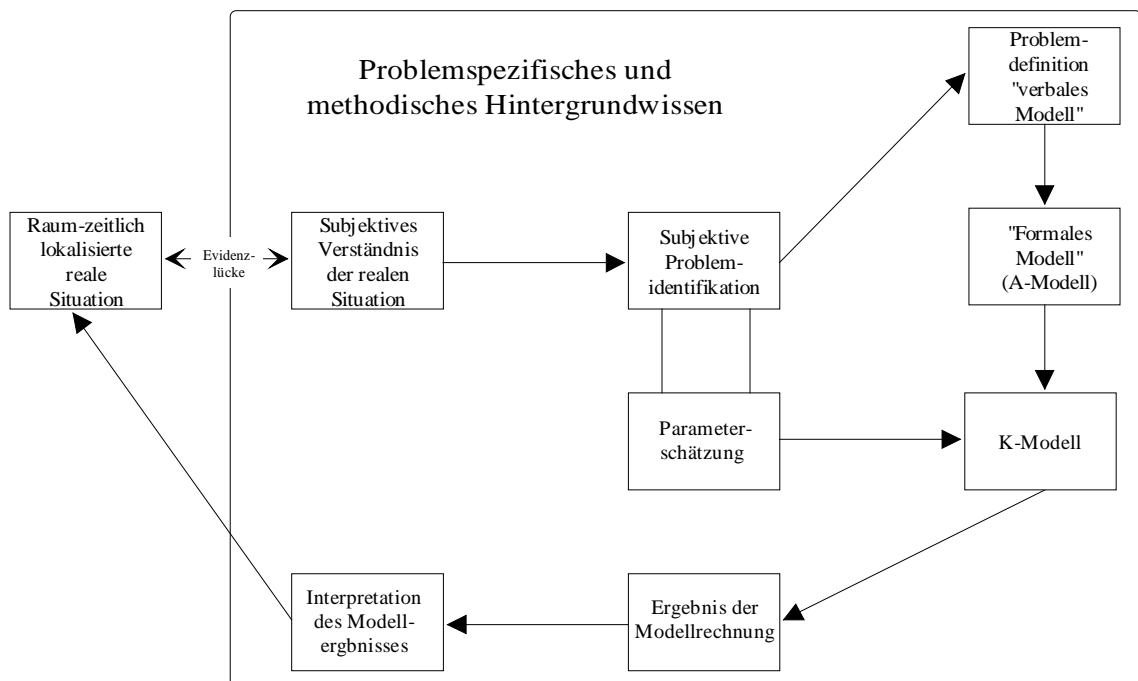


Abbildung 2: Modellbildung nach der Aktivistischen Konstruktionsthese

Die Grundlage für die Konstruktion von mathematischen Verfahren zur Lösung betriebswirtschaftlicher Probleme ist der Prozeß der Modellbildung (vgl. Abb. 2). Das Ziel der Modellbildung besteht darin, einen problemrelevanten Ausschnitt der Realität in einem formalen Modell zu rekonstruieren, um mit Hilfe angewandter mathematischer Verfahren Ergebnisse einer Modellrechnung zu generieren, die entweder als Lösungen

29 Vgl. Bretzke (1980), S. 195.

des Ursprungsproblems interpretiert werden können oder aber Orientierungscharakter für den Problemlöser haben und durch die Analyse eines Teilaspektes Einsichten verschafft.

Die Grundlage für die Bildung eines formalen Modells stellt das Erkennen eines in bestimmter Art und Weise empfundenen Problems dar. Die *Problemerkennung* findet in einer räumlichen, zeitlichen und sachlichen Situation statt. Während die klassische Planungslehre überwiegend von der Annahme ausgeht, daß dem Planenden die Probleme gegeben sind und damit eine Überbetonung der Lösungs- gegenüber der Problemorientierung aufweist, wird gerade in der neueren Literatur die Frage nach der Problemerkennung und -strukturierung thematisiert.³⁰ Der Planende nimmt Probleme nicht einfach wahr, sondern erkennt, diagnostiziert und grenzt Probleme ab, indem er Rückgriff auf seine Erfahrung nimmt.

In einem nächsten Schritt wird die *Problemidentifikation und -strukturierung* vorgenommen, die sich in einem verbalen Modell konkretisiert. Das verbale Modell enthält Objekte und Relationen des empirischen Originals, die vom Problemlöser begründetermaßen als wesentlich erachtet werden und die für ihn erklärbar sind. Wesentliche Beziehungen und Objekte werden für die Modellbildung herangezogen, die aufgrund des problemspezifischen, des technischen und methodischen Hintergrundwissens sowie der Erfahrung des Planenden in dem empirischen Original identifiziert werden können. Die Problemidentifikation und -strukturierung ist nun aber kein vollständig subjektiver Prozeß und entspringt keiner völlig willkürlichen Abgrenzung durch das Individuum, sondern der Planende greift auf sein Hintergrundwissen zurück, das für andere Akteure argumentationszugänglich ist. Argumentation und kritische Diskussion können eine wesentliche Unterstützung auch für die Konstruktion von Modellen liefern. Sie ermöglichen dem Modellierer, sich über seine eigenen Ideen Klarheit zu verschaffen, Fehler in seinem Modell zu erkennen und zu beseitigen und das "Für" und "Wider" bestimmter Aspekte des Problems und seiner modellmäßigen Repräsentation abzuwägen. So kann eine Problemabgrenzung auch von einem kompetenten Expertenteam vorgenommen werden, die sich gemeinsam auf eine bestimmte Problemdefinition einigen. Auf der Grundlage einer Problemidentifikation wird die Formulierung des verbalen Modells vorgenommen, wobei der Planende die Problemstellung auf die wesentlichen faktischen Inhalte reduziert.

Selbst wenn das Problem identifiziert wurde, kann man es noch nicht ohne weiteres als exakt bezeichnen. Dies wäre genau dann gegeben, wenn der Modellierer die Objekte

30 Vgl. dazu *Berens/Delfmann* (1995), S. 14 u. *Pfohl* (1977), S. 13.

des empirischen Originals und ihre Beziehungen³¹ untereinander eindeutig erklären und ihnen eine eindeutige semantische Bedeutung zuordnen kann. Ist dies nicht gegeben, so hat man es mit inexakten Problemen zu tun.³² Gerade inexakte Probleme erfordern vom Modellierer für die Bildung eines formalen Modells eine eindeutige Strukturierung oder *Exaktifizierung* des Problems. Die meisten Konzepte und Begriffe der Alltagssprache sind mehrdeutig interpretierbar. Exaktifizierung eines Problems heißt dann, das vage und mehrdeutige Problemkonzept der Alltagssprache durch ein Konzept zu ersetzen, daß sich durch eine präzise Bedeutung und präzise empirische Referenzobjekte auszeichnet. Bei einem solchen Vorgehen wird in aller Regel etwas gewonnen, nämlich Präzision und Klarheit, während Einfachheit und intuitive Einsicht verloren gehen.³³

Als Verfahren der Exaktifizierung werden in der Literatur insbesondere die Problemzerlegung und die Unterproblembildung angeführt.³⁴ Bei der *Problemzerlegung* wird ein inexaktes Problem in exakte Teilprobleme unter der Annahme dekomponiert, daß keine Interdependenzen zwischen diesen Teilproblemen zu berücksichtigen sind. Werden alle Teilprobleme gelöst, so ist auch das inexakte Ursprungsproblem als gelöst zu betrachten.³⁵ Bei der *Unterproblembildung* hingegen werden die Defekte eines inexakten Problems, die z.B. durch das Fehlen operationaler Ziele oder durch ein offenes Entscheidungsfeld verursacht werden, durch Setzen von Prämissen über Variablen, Wirkungszusammenhänge, Bewertungsaspekte und gegebenenfalls über operationale Ziele "geheilt". Dadurch gelingt es letztlich, das exaktifizierte Unterproblem in einem formalen Modell zu repräsentieren.³⁶

Anschließend wird die *Bildung eines formalen Modells* vorgenommen. Sie verlangt die Anwendung von Mathematik, mit der die Formalisierung des verbalen Modells erfolgt. Die Formalisierung zeichnet sich in dreifacher Hinsicht aus; sie ist bedeutungsunabhängig, explizit und reglementiert. Das formale Modell ist hinsichtlich der Bedeutung von den gesetzten Prämissen und den deduzierten Schlußfolgerungen unabhängig. Es ist explizit dahingehend, als daß nur explizit dargelegte Prämissen und

31 Hier werden kausale von probabilistischen Beziehungen unterschieden.

32 Vgl. hierzu auch *Bunge* (1983a), S. 185, *Knapp* (1978), S. 200 u. *Reihlen* (1997), S. 54 ff. Der Modellierer wird bei der Lösung *inexakter Probleme* vor eine Situation gestellt, die, wie Sikora herstellt, "durch eine Anzahl widersprüchlicher Argumente gekennzeichnet ist, jedes davon mit unvollständiger Evidenz und mit Hypothesen mit nicht spezifizierten ceteris-paribus-Bedingungen." *Sikora* (1989) Sp. 1957.

33 Vgl. zur Exaktifizierung insbesondere *Bunge* (1983a), S. 182 ff.

34 Vgl. den Überblick bei *Berens/Delfmann* (1995), S. 37 ff. u. *Rieper* (1992), S. 68 ff.

35 Vgl. dazu auch die Diskussion zwischen *Herbert A. Simon* und *C. West Churchman* über die Frage, wie komplexe, schlechtstrukturierte Probleme aufzufassen sind. Simon vertritt dabei die These, daß schlechtstrukturierte Probleme grundsätzlich als Hierarchien von wohlstrukturierten Subproblemen zu begreifen sind, während Churchman diese These weitgehend ablehnt. Vgl. dazu den Überblick bei *Ulrich* (1979) u. *Simon* (1973).

36 Vgl. in diesem Zusammenhang auch die Defektdiskussion bei *Adam* (1996), S. 10 ff., *Berens/Delfmann* (1995), S. 19 ff. u. *Rieper* (1992), S. 57 ff.

Schlußregeln Anwendung finden, und es unterliegt präzisen mathematischen Regeln, die eine Formalisierung reglementieren.³⁷ Die in der Problemstrukturierung und im verbalen Modell dargelegten Variablen und ihre (kausalen oder probabilistischen) Beziehungen sowie ihre Bewertungsaspekte sind in dem formalen Modell zu explizieren. Dieses formale Modell wird hier als *A-Modell* bezeichnet. A-Modelle sind allgemeine Modelle, deren raum-zeitlicher Geltungsbereich noch unbestimmt ist,³⁸ da der konkrete situative Rahmen sich nur in der Festlegung der Parameter niederschlägt, jedoch keine Parameterschätzung vor dem Hintergrund empirischen Datenmaterials enthält. A-Modelle zeichnen sich folglich durch ihre algebraische Struktur aus. Davon zu unterscheiden sind die *K-Modelle*, die sich auf die Besonderheiten einer raum-zeitlich spezifizierten Handlungssituation beziehen.³⁹ Die im formalen Modell algebraisch festgelegten Parameter werden im K-Modell geschätzt. Anschließend kann das Modell durch ein geeignetes Verfahren gelöst werden oder es wird zur Durchführung von Experimenten genutzt.

Für die mathematische Analyse des Modells lassen sich folgende drei Fälle unterscheiden (vgl. Abb. 3):

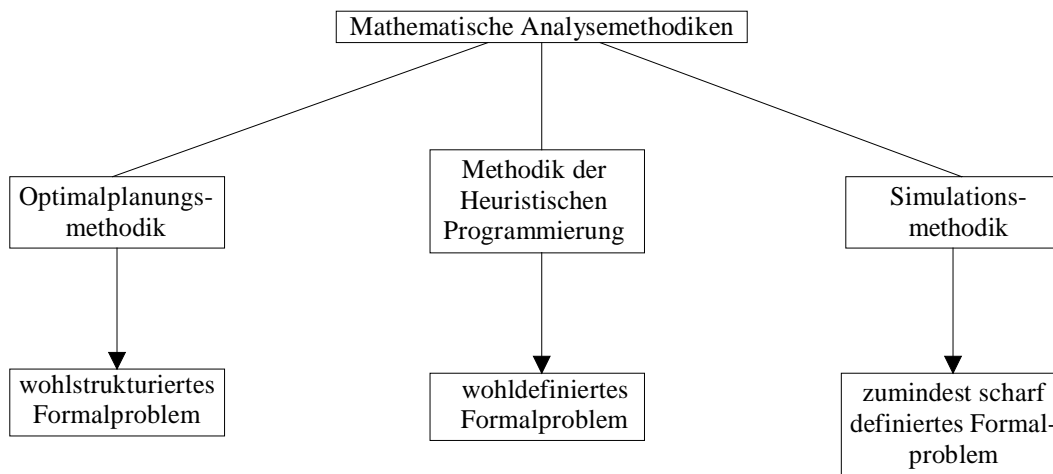


Abbildung 3: Mathematische Analysemethoden im Überblick

Quelle: In Anlehnung an Berens/Delfmann (1995), S. 47

- (1) Das *Problem im Formalmodell* ist *wohlstrukturiert*⁴⁰ und läßt sich mit Verfahren der Optimalplanungsmethodik lösen. Sie garantiert Zulässigkeit und Optimalität

37 Vgl. auch Bunge (1983a), S. 203 f.

38 Bretzke definiert A-Modelle als Modelle mit "übersituativem Geltungsanspruch". Diese Annahme wird jedoch von Lenz kritisiert, da seiner Ansicht nach der Geltungsanspruch des Modells unbestimmt ist. Vgl. dazu Bretzke (1980), S. 203 und Lenz (1987), S. 281.

39 Vgl. Bretzke (1980), S. 194.

40 Ein wohlstrukturiertes Problem ist nach Art und Umfang scharf definiert, so daß alle Variablen, Einflußgrößen und Wirkungszusammenhänge bekannt sind. Es existiert eine eindeutige, operationale Zielfunktion, die es erlaubt, den Grad der Vorziehenswürdigkeit einzelner Handlungs-

der Lösung (falls vorhanden) nach endlich vielen Rechenschritten mit einem wirtschaftlich vertretbaren Rechenaufwand.⁴¹

- (2) Das *Problem im Formalmodell* ist *wohldefiniert*, d.h., es existiert kein effizientes Lösungsverfahren, während alle anderen Kriterien der Wohlstrukturiertheit erfüllt sind. Diese Problemklasse ist die Domäne der Heuristischen Programmierung, die mit Hilfe exakter Heuristiken den Lösungsraum nach bestimmten Regeln eingrenzt und eine Lösung aus dieser Untermenge denkbarer Lösungen ermittelt. Dadurch wird die Zulässigkeit und Optimalität der Lösung nicht sicher gefunden und sie ist auch nicht beweisbar.⁴²
- (3) Das *Problem im Formalmodell* ist *zumindest scharf definiert*. Das Modell wird als Experimentiermodell im Rahmen der Simulationsmethodik eingesetzt. In diesem Fall wird streng genommen keine Lösung des Formalmodells ermittelt, denn die Simulation sucht keinen Lösungsraum ab, sondern der Planende studiert das Verhalten des Modells, indem er einzelne Handlungsalternativen mit bestimmten Parameterkonstellationen untersucht, um daraus Rückschlüsse für die Lösung seines ursprünglichen Problems zu gewinnen.⁴³

Am Rande sei bemerkt, daß die hier gewählte sequentielle Darstellung des Modellbildungsprozesses nicht darüber hinwegtäuschen darf, daß sich Fragen der Methodik nicht erst dann stellen, wenn ein Problem formalisiert wurde und sich der Modellkonstrukteur fragt, wie er dieses Formalproblem am besten lösen kann. Die Bildung eines Modells hängt eng mit der mathematischen Analysemethodik zusammen, die der Planende zumindest latent im Hinterkopf behält, wenn er sich Gedanken über die Strukturierung eines Problems und seiner Formalisierung macht.

Die Lösung des Formalproblems stellt nun nicht unbedingt eine Lösung der ursprünglich gestellten Problemstellung dar, genauso wie die Erkenntnisse aus dem Verhalten eines Simulationsmodells nicht unreflektiert auf das reale Problem übertragen werden können. Es bedarf vielmehr einer Interpretation, die den faktischen Zusammenhang zwischen dem empirischen Originalproblem und der formalisierten Struktur des Modells herstellt. Um die syntaktische Struktur des Modells interpretieren zu können, muß der Modellierer sogenannte *semantische Annahmen* darüber treffen, wie der mathematische Formalismus in Kategorien des empirischen Originals zu deuten ist. Jede semantische Annahmen ist eine Interpretation, die z.B. die Form annimmt:

alternativen eindeutig zu bestimmen. Darüber hinaus kann das Problem mit einem effizienten Analyseverfahren gelöst werden. Vgl. dazu Adam (1996) 7 ff., Berens/Delfmann (1995), S. 17 ff. u. Rieper (1992), S. 57 ff.

41 Vgl. dazu Berens/Delfmann (1995), S. 110 ff. u. Meißner (1978), S. 6 .

42 Vgl. dazu Berens/Delfmann (1995), S. 126 ff. u. Meißner (1978), S. 18.

43 Vgl. dazu Berens/Delfmann (1995), S. 141 ff. u. Mertens (1982).

“Variable x repräsentiert y im empirischen Original”. Solche semantischen Annahmen sind notwendige Bestandteile von Modellen, denn mathematische Konzepte lassen sich in unterschiedlicher Weise deuten; sie sind empirisch unbestimmt (vgl. Abb. 4).⁴⁴

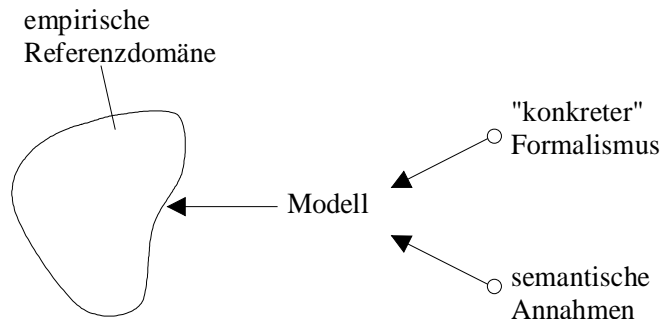


Abbildung 4: Formalismus und semantische Annahmen als Kern eines faktischen Modells

Quelle: In Anlehnung an Bunge (1983a), S. 352

In diesem Interpretationsprozeß, in dem der Modellierer die Bedeutung der Modellergebnisse zu erschließen sucht, stellt sich ebenfalls die Frage, ob denn die gewählte Methodik dem ursprünglichen Problem noch angemessen erscheint oder ob nicht das Problem so lange beschnitten wurde, bis es zwar den Anforderungen der Methodik genügt, jedoch keine brauchbaren Ergebnisse für die Lösung des eigentlichen Problems zu generieren vermag.

Modelle lassen sich obigen Ausführungen zufolge als Tripel der Form⁴⁵

$$M = \langle \text{Problem}, \text{Formalisierung}, \text{Interpretation} \rangle$$

darstellen. Sie bestehen aus einem Problem, das die Referenzdomäne für die syntaktische Struktur des formalen Modells darstellt, einer Formalisierung und einer Interpretation der mathematischen Kalküle und Berechnungen.

3.2 Der Einsatz von mathematischen Modellen in Problemlösungsprozessen

Vor dem Hintergrund der konstruktionstheoretischen Interpretation des Modellbegriffes stellt sich die Frage, was mathematische Modelle zur Lösung von praktischen Problemen leisten können. Wie kann der Einsatz mathematischer Modelle *rationaler* Entscheidungsfindung unterstützen? Vertreter einer klassischen

44 Vgl. Bunge (1983a), S. 350 ff.

45 Vgl. Bunge (1985), S. 80 ff.

Rationalitätsvorstellung, die nur solche Entscheidungsprozesse als rational erachten, die auf eindeutig definierten Zielen und exaktifizierten Problemen basieren sowie Ergebnis eines logisch-deduktiven Begründungsprozesses sind, beanspruchen für sich einen universellen Rationalitätsanspruch. Rationale Entscheidungsfindung in diesem Sinne ist stets modellgestützt.⁴⁶ Die moderne Rationalitätsdiskussion hat jedoch deutlich gemacht, daß eine solche Perspektive zu eng ist, grenzt sie doch das inexakte, interpretations- und bewertungsbedürftige Wissen und die begründungsbedürftigen Prozeduren und Normen aus ihrer Betrachtung aus. Aus diesem Grund wird sich hier einem praktischen Rationalitätsverständnis angeschlossen, das Entscheidungsfindung an Begründung und Argumentation bindet.⁴⁷

Die Unterstützung rationaler Entscheidungsfindung mit Hilfe von Modellen hängt davon ab, inwieweit Modell und Realproblem einander ähnlich sind. Wie der Konstruktivismus verdeutlicht hat, kann diese Ähnlichkeit nicht durch einen objektivistischen Vergleichsindikator beurteilt werden, wie ihn der Homomorphismus nahelegt, sondern muß von dem subjektiven Verständnis des Modellierers ausgehen, denn über ein anderes verfügt er oder sie nicht. Die Ähnlichkeit zwischen Modell und Realproblem hängt davon ab, inwieweit der Modellierer die Hypothesen des Modells durch Erfahrung und empirische Analysen verifizieren bzw. falsifizieren kann. Dabei findet diese Beurteilung ihren Ausgangspunkt bei einer entsprechenden Auffassung des Modellierers über die Eigenart und Abgrenzung des zu lösenden Problems. Je nachdem, welcher Erkenntniswert dem Modell vom Planenden im Hinblick auf seine Problemlösungsunterstützung zugeordnet wird, kann zwischen einer exakten, empirischen und heuristischen Deutung von Modellen unterschieden werden.⁴⁸

Exakte Deutung des Modells

Der Planende sieht sich einem realen Problem gegenüber, das er eindeutig interpretiert und das er vollständig beschreiben und erklären kann. Das Problem ist für ihn folglich ein exaktes Problem, so daß er die Handlungsalternativen, Wirkungszusammenhänge, Bewertungsaspekte und relevanten Ziele erschöpfend formulieren kann.⁴⁹ Geht man davon aus, daß dieses exakte Problem vollständig in der syntaktischen Struktur des Modells repräsentiert wurde, dann entspricht das Formaldem Realproblem. Ist dieses Formalproblem ferner durch ein effizientes Verfahren lösbar, dann kann die Lösung des Modells unmittelbar auf das Realproblem übertragen

46 Vgl. hierzu insbesondere das entscheidungstheoretische Rationalitätskonzept, wie es ausführlich bei Schaffitzel (1982) diskutiert wird.

47 Vgl. dazu insbesondere Alexy (1983), Lumer (1990), Reihlen (1997), S. 204 ff., Rescher (1993), Sikora (1990), Toulmin (1975) u. v. Werder (1994).

48 Die hier vorgenommene Unterscheidung baut auf die Überlegungen von Knapp (1978) auf.

49 Es muß nicht notwendigerweise ein effizientes Lösungsverfahren vorliegen.

werden. Diese ohne Zweifel sehr günstige Erkenntnissituation legt es nahe, das Modell als Entscheidungsmodell einzusetzen.

Empirische Deutung des Modells

Das reale Problem des Planenden ist inexakt. Damit sind seine faktischen Informationen über das Problem und seine Lösungsmöglichkeiten unvollständig und teilweise widersprüchlich. Auch auf die Frage, welche angemessenen Ziele zu verfolgen sind, kann zu Beginn des Problemlösungsprozesses keine wohlbegründete Antwort gegeben werden. Das Wissen des Planenden über ein inexaktes Problem ist beschränkt, widersprüchlich und lückenhaft. Möchte man mathematische Modelle in einem solchen Kontext einsetzen, dann wird eine Exaktifizierung des mehrdeutigen Problems notwendig. Damit wird aber nicht das Gesamtproblem im Modell repräsentiert, sondern nur ein mehr oder weniger zentraler Teilaspekt, der durch mathematische Analyseverfahren untersucht wird. Welchen Stellenwert aber hat dann ein Modell zur Lösung inexakter Probleme? Wie kann festgestellt werden, ob die Ergebnisse des Modells auch definitive Aussagen über die Wirklichkeit machen und nicht bloße Spekulationen mit zweifelhaftem Erkenntniswert sind? Es geht damit um die Frage des empirischen Gehalts von mathematischen Modellen; denn nur wenn die Annahmen des Modells empirisch wahr sind, erlaubt es auch zutreffende Aussagen über die Wirklichkeit, die es zu repräsentieren vorgibt. Die im Modell zugrunde gelegten Variablen, Parameter, Wirkungszusammenhänge und gegebenenfalls Bewertungs- und Zielgrößen haben damit in erster Linie einen hypothetischen Charakter.

Ein Modell kann empirisch gedeutet werden, wenn

- es mit seinen Hypothesen empirisch überprüfbar ist⁵⁰, und
- die Interpretation der Kalküle und Zahlen des mathematischen Modells sowie seiner Ergebnisse empirisch validiert wurden.⁵¹

An eine solche empirische Validierung müssen folgende Anforderungen gestellt werden:⁵²

1. *Validierung des Modells:* Die untersuchten Handlungsalternativen und Parameter sowie die unterstellten Wirkungszusammenhänge müssen vor ihrer Anwendung *hinreichend empirisch fundiert* sein. So ist danach zu fragen, ob die

50 Die Falsifizierbarkeit als Kriterium für Modelle kann in Anlehnung an den Falsifikationismus erhoben werden. Vgl. dazu *Popper* (1969), S. 14 ff. u. 198 ff.

51 Vgl. dazu auch *Knapp* (1978), S. 209.

52 Vgl. in diesem Zusammenhang auch *Bunge* (1983b), S. 132 ff. u. *Meyer* (1979), S. 36 ff.

- unterstellten Handlungsalternativen den Entscheidungsträgern auch tatsächlich zur Verfügung stehen. Werden durch die Parameter des Modells die realen Bedingungen der Problemumwelt wiedergegeben und repräsentieren die unterstellten Wirkungszusammenhänge die realen Gegebenheiten?
2. *Validierung der verwendeten Daten:* Auch die Daten, die als Grundlage für die Schätzung von Parametern im Modell verwendet werden, sind nicht ohne weitere Prüfung als gegeben zu akzeptieren. Denn auch bei der Datenerhebung können sich Fehler eingeschlichen haben, so daß die Gültigkeit der Datenbasis ebenfalls zu prüfen ist, bevor sie für die Parameterschätzung genutzt werden darf.
 3. *Stabilität der Rahmenbedingungen:* Nur wenn die relevanten Variablen, Parameter und Wirkungszusammenhänge bekannt sind und stabil über den Betrachtungszeitraum bleiben, erlaubt das Modell verlässliche Informationen mit empirischem Gehalt. Nur so erweist sich z.B. ein Prognosemodell als gültig, das auf historisches Datenmaterial zurückgreift.
 4. *Eindeutigkeit der semantischen Annahmen:* Die semantischen Annahmen müssen über den Betrachtungszeitraum eindeutig bleiben, so daß die Anwendung des Modells in einer bestimmten, genau spezifizierten Situation auch zu eindeutigen Ergebnissen führt. Zum Beispiel ist für die Prognose der Absatzentwicklung in einem Markt eine eindeutige Definition der betrachteten Produkte und eine Abgrenzung des betrachteten Marktes notwendig.⁵³

Sind die obigen Bedingungen erfüllt, dann können die Zahlen und Kalküle des Modells empirisch gedeutet werden, d.h., sie machen definitive Aussagen über die Wirklichkeit. Wie sind diese Aussagen im Hinblick auf eine Lösungsfindung zu beurteilen? Das Modell könnte dann als Entscheidungsmodell (sofern es so konzipiert wurde) eingesetzt werden, wenn der Entscheidungsträger begründetermaßen davon ausgehen kann, daß das Modell zumindest eine gute Approximation des tatsächlichen Entscheidungsproblems darstellt. Ist dies nicht gegeben, dann erfüllt das Modell zumindest eine Unterstützungsfunktion, indem es empirische Informationen über einen Teilaspekt des Problems liefert und damit die Entscheidungsgrundlage des Problemlösers erweitert.

Heuristische Deutung des Modells

Das Modell und die Ergebnisse aus der Modellrechnung erfüllen nicht die oben formulierten strengen Bedingungen der empirischen Validierung, da das Modell und die

Eindeutigkeit der semantischen Annahmen nicht gegeben sind. Ist das Modell trotzdem für Planungszwecke geeignet oder muß es aufgrund seiner leichten Falsifizierung verworfen werden? Modelle können auch eine Orientierungsfunktion erfüllen, indem sie dem Problemlöser Informationen über folgende Fragen bereitstellen:

- What-If-Fragen (Fragen in Form von Wirkungsprognosen),
- How-To-Achieve-Fragen (verlangen Antworten in Form von Maßnahmen zur Erreichung fixierter Ziele).

Heuristisch gedeutete Modelle stellen eine Orientierungshilfe für den Planenden dar. Sie können ein denkbarer Plan für die Zukunft sein oder Einsichten in bisher unzureichend erforschte Wirkungszusammenhänge oder mögliche, anzustrebende Ziele liefern. Orientierungsmodelle sind nicht der Ausfluß schlechter Modellierung, sondern die Rahmenbedingungen sind häufig unsicher, dynamisch und komplex, so daß die Bedingungen der empirischen Validierung nicht erfüllt sein können. Infolgedessen wäre es von einem Planenden unangemessen, in einem instabilen Kontext ein Modell als Entscheidungsmodell einzusetzen. Rationale Entscheidungsfindung in einem solchen Kontext ist nicht deduktiv - mit Hilfe von Formalisierung und Kalkülisierung eines Problems -, sondern dialektisch und argumentativ geprägt.⁵⁴ Modelle liefern aber gerade auch in einem solchen Entscheidungsprozeß wichtige Einsichten, wie Wack am Beispiel der Szenariotechnik verdeutlicht:

“Scenarios must help decision makers develop their own feel for the nature of the system, the forces at work within it, the uncertainties that underlie the alternative scenarios, and the concepts useful for interpreting key data.”⁵⁵

Modelle unterstützen damit nicht nur die Entscheidungsfindung i.e.S., sondern dienen auch als Lerninstrumente, mit deren Hilfe neues Wissen für die Formulierung und Lösung von Problemen erworben wird. So läßt sich beispielsweise die Modellkonstruktion in einem innovativen Problemlösungsprozeß auch nach dialektischen Prinzipien durchführen. Nicht ein einzelnes, für richtig oder wahr befundenes Problem soll mathematisch repräsentiert werden, um es zu analysieren und für Prognosen zu nutzen, denn darüber besteht unter den Planenden zu Beginn des Prozesses Uneinigkeit. Vielmehr ist es das Ziel der dialektischen Modellierung, mit Hilfe der Mathematik denkbare, sich gegenseitig ausschließende Wirklichkeiten darzustellen und zu untersuchen. Auf der Grundlage inkonsistenter und lückenhafter Informationen über das Realproblem entwickelt der Modellierer zwei widersprüchliche

54 Vgl. dazu ausführlich Reihlen (1997), S. 204 ff. u. 234 ff.

55 Wack (1985), S. 140.

Modelle, die für eine vertiefende Untersuchung des Problems eingesetzt werden. Die Simulation unterschiedlicher Wirklichkeitsbilder verschafft dem Problemlöser tiefe Einsichten in wirksame Unsicherheitsfaktoren, die Interpretation empirischer Daten und bestehende Wirkungszusammenhänge. Die Ergebnisse der Modellsimulation und -analyse dienen der anschließenden Verfeinerung und Modifikation des ursprünglichen Modellentwurfs. Dialektische Modellierung bleibt nicht bei der Entwicklung unterschiedlicher Wirklichkeitsbilder stehen, sondern versucht in einem fortwährenden Lernprozeß, die modellmäßig repräsentierten Konzepte des Modellierers zu verbessern.

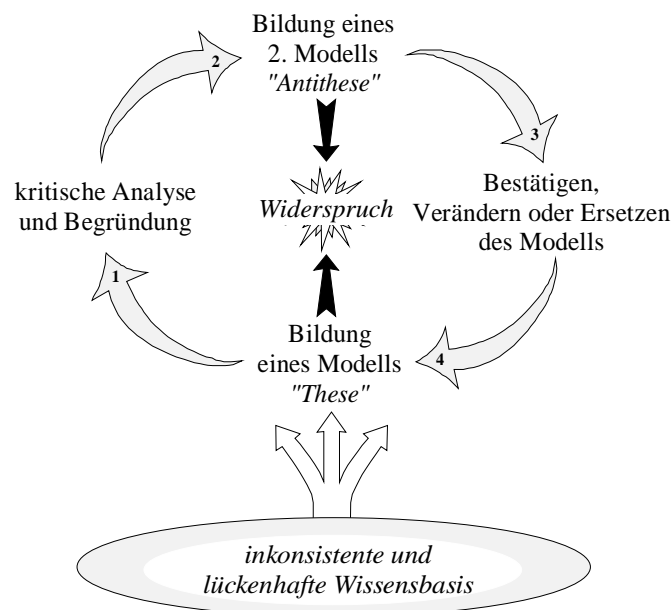


Abbildung 4: Dialektische Modellierung

Quelle: Reihlen (1997), S. 247

Die dialektische Modellierung ist für den Problemlöser ein interaktives Lerninstrument zur Erkundung neuer Erkenntnisfelder. Das Potential quantitativer Modelle zur Handhabung inexakter Probleme ist nicht zu unterschätzen. Sie können Kreativität, Problembewußtsein und Interpretationsfähigkeit schärfen und Einsichten in bisher unzureichend verstandene Zusammenhänge verschaffen.⁵⁶ Solche heuristisch gedeuteten Modelle erfüllen eine wichtige Orientierungsfunktion für den Problemlöser. Sie liefern nicht unbedingt Lösungen für ein inexaktes Problem. Vielmehr ist ihr Beitrag im Problemlösungsprozeß in der Bereitstellung von quantitativen Argumenten zu sehen, die neben anderen Argumenten die Entscheidungsgrundlage in unübersichtlichen Entscheidungssituationen bilden.

56 Vgl. dazu auch Schoemaker (1993).

4. Zusammenfassung

Es war das Anliegen dieses Textes, die Konfusion in der Modelldiskussion zu lichten und den Weg für einen angemessenen Umgang mit mathematischen Modellen für die Handhabung praktischer Probleme zu bereiten. Dabei wurde in diesem Beitrag eine eher philosophische Perspektive eingenommen, die es erlaubt, grundlagentheoretische Fragen der Modelldiskussion aufzuwerfen. Vor dem Hintergrund einer konstruktionstheoretischen Interpretation des Modellbegriffes wurden Vorschläge für die Konzeption des Modellbildungsprozesses und die Bewertung des Einsatzes von Modellen in unterschiedlichen Problemkontexten unterbreitet. Als eine Erkenntnis kann festgehalten werden, daß mathematische Modelle zwar nicht der Weisheit letzter Schluß bei der Lösung praktischer, betriebswirtschaftlicher Probleme sind, denn ihr Anwendungsbereich ist begrenzt. Auf der anderen Seite wurde aber deutlich, daß eine Vorverurteilung quantitativer Analyse als entscheidungsirrelevant und kreativitätshemmend vollkommen unangemessen und unbegründet ist. Modelle beleuchten häufig einen bestimmten Ausschnitt eines Gesamtproblems und können durch eine detaillierte Analyse wichtige Einsichten vermitteln, die aber stets in einen weiteren Bezugsrahmen gestellt werden sollten, der vielfältige Problemdimensionen in Betracht zieht.⁵⁷ Nur so wird der Schwierigkeit wirklich komplexer Probleme Rechnung getragen. Mathematische Modelle leisten hier ihren Beitrag.

57 Vgl. dazu auch *Szyperski/Sikora* (o.J.), S. 760.

Literaturverzeichnis

- Adam, D.* (1996), Planung und Entscheidung: Modelle - Ziele - Methoden, 4. Aufl., Wiesbaden.
- Alexy, R.* (1983), Theorie der juristischen Argumentation. Die Theorie des rationalen Diskurses als Theorie der juristischen Begründung, Frankfurt/M.
- Berens, W. /Delfmann, W.* (1995), Quantitative Planung. Konzeption, Methoden und Anwendungen, 2. Aufl., Stuttgart.
- Bitz, M.* (1977), Die Strukturierung ökonomischer Entscheidungsmodelle, Wiesbaden.
- Bretzke, W.-R.* (1980), Der Problembezug von Entscheidungsmodellen, Tübingen.
- Bunge, M.* (1979), Treatise on Basic Philosophy, Vol. 4, Ontology II: A World of Systems, Dordrecht u.a.
- Bunge, M.* (1983a), Treatise on Basic Philosophy, Vol. 5, Epistemology & Methodology I: Exploring the World, Dordrecht u.a.
- Bunge, M.* (1983b), Treatise on Basic Philosophy, Vol. 6, Epistemology & Methodology II: Understanding the World", Dordrecht u.a.
- Bunge, M.* (1985), Treatise on Basic Philosophy, Vol. 7, Epistemology & Methodology III: Philosophy of Science & Technology, Part I: Formal and Physical Science", Dordrecht u.a.
- Giddens, A.* (1984), Interpretative Soziologie. Eine kritische Einführung, Frankfurt/M. - New York.
- Glaserfeld, E. von* (1984), Einführung in den radikalen Konstruktivismus. In: Die erfundene Wirklichkeit. Wie wissen wir, was wir zu wissen glauben? Beiträge zum Konstruktivismus, hrsg. v. *Watzlawick, P.*, 2. Aufl., München - Zürich, S. 16-39.
- Grochla, E.* (1969), Modelle als Instrumente der Unternehmensführung. In: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung (ZfbF), 21. Jg., S. 382-397.
- Hanssmann, F.* (1995), Quantitative Betriebswirtschaftslehre. Lehrbuch der modellgestützten Unternehmensplanung, 4. Aufl., München - Wien.
- Herrmann, H.-J.* (1993), Modellgestützte Handlungsvorbereitung in Unternehmen. In: Zeitschrift für Betriebswirtschaft (ZfB), 63. Jg., H. 7, S. 663-690.
- Herrmann, H.-J.* (1992), Modellgestützte Planung in Unternehmen: Entwicklung eines Rahmenkonzeptes, Diss., Wiesbaden.
- Knapp, H.-G.* (1978), Zur Semantik quantitativer Modelle. In: Quantitative Ansätze in der Betriebswirtschaftslehre, hrsg. v. *Müller-Merbach, H.*, München, S. 199-213.
- Kosiol, E.* (1961), Modellanalyse als Grundlage unternehmerischer Entscheidungen. In: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung (ZfbF), 13. Jg., S. 318-334.
- Kosiol, E.* (1968), Einführung in die Betriebswirtschaftslehre. Die Unternehmung als wirtschaftliches Aktionszentrum, Wiesbaden.
- Lenz, H.* (1987), Entscheidungsmodell und Entscheidungsrealität - Metatheoretische Überlegungen zum logischen Status von Entscheidungsmodellen und dem

- Problem der Anwendung auf die Realität. In: Modelle in der Betriebswirtschaftslehre, hrsg. v. Schmidt, R. H./Schor, G., Wiesbaden, S. 273-307.
- Lumer, Ch. (1990), Praktische Argumentationstheorie. Theoretische Grundlagen, praktische Begründung und Regeln wichtiger Argumentationsarten, Diss., Braunschweig - Wiesbaden.
- Meißner, J.-D. (1978), Heuristische Programmierung, Wiesbaden.
- Meyer, H. (1979), Entscheidungsmodelle und Entscheidungsrealität: Ein empirisches Prüfkonzept und seine Anwendung im Fall industrieller Materialdispositionen, Tübingen.
- Pfohl, H.-Ch. (1977), Problemorientierte Entscheidungsfindung in Organisationen, Berlin - New York.
- Popper, K. R. (1969), Logik der Forschung, 3., vermehrte Aufl., Tübingen.
- Probst, G. J. B. (1987), Selbst-Organisation. Ordnungsprozesse in sozialen Systemen aus ganzheitlicher Sicht, Berlin - Hamburg.
- Reihlen, M. (1992), Möglichkeiten und Grenzen mathematischer Modelle für die Lösung betriebswirtschaftlicher Probleme: Die Passivistische Abbildungsthese und die Aktivistische Konstruktionsthese in der Modelldiskussion, Arbeitspapier des Seminars für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Betriebswirtschaftliche Planung und Logistik der Universität zu Köln.
- Reihlen, M. (1997), Entwicklungsfähige Planungssysteme. Grundlagen, Konzepte und Anwendungen zur Bewältigung von Innovationsproblemen, Diss., Wiesbaden.
- Rescher, N. (1973), The Coherence Theory of Truth, Oxford.
- Rescher, N. (1982), Empirical Inquiry, London.
- Rescher, N. (1987), Forbidden Knowledge and other Essays on the Philosophy of Cognition, Dordrecht.
- Rescher, N. (1993), Rationalität. Eine philosophische Untersuchung über das Wesen und die Begründung der Vernunft, Würzburg.
- Rieper, B. (1992), Betriebswirtschaftliche Entscheidungsmodelle, Herne - Berlin.
- Schaffitzel, W. (1982), Das entscheidungstheoretische Rationalitätskonzept in der Betriebswirtschaftslehre: Anspruch und Wirklichkeit, Diss., München.
- Schmidt, R. H./Schor, G. (1987a), Modelle und Erklärung in den Wirtschaftswissenschaften. In: Modelle in der Betriebswirtschaftslehre, hrsg. v. Schmidt, R. H./Schor, G., Wiesbaden, S. 9-36.
- Schmidt, R. H./Schor, G. (Hrsg.) (1987b), Modelle in der Betriebswirtschaftslehre, Wiesbaden.
- Schmidt, S. J. (1991), Der radikale Konstruktivismus: Ein neues Paradigma im interdisziplinären Diskurs. In: Diskurs des radikalen Konstruktivismus, hrsg. v. Schmidt, S. J., 4. Aufl., Frankfurt/M., S. 11-88.

- Schneeweiß, Ch.* (1984), Elemente einer Theorie betriebswirtschaftlicher Modellbildung. In: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung (ZfbF), 54. Jg., H. 5, S. 480-504.
- Schoemaker, P. J. H.* (1993), Multiple Scenario Development: Its Conceptual and Behavioral Foundation. In: Strategic Management Journal, Vol. 14, 1993, S. 193-213.
- Schwarz, N.* (1985), Theorien konzeptgesteuerter Informationsverarbeitung. In: Theorien der Sozialpsychologie, hrsg. v. *Frey, D./Irle, M.*, Bern u.a., S. 269-291.
- Sikora, K.* (1989), Systemgrenzen und Planung. In: Handwörterbuch der Planung, Band 9, hrsg. v. *Szyperski, N.*, Stuttgart, Sp. 1953-1970.
- Sikora, K.* (1990), Das Rationalitätsverständnis der Organisationswissenschaft als retardierendes Moment der praktischen Organisationsentwicklung?. In: Fachdidaktik und Organisationsentwicklung, hrsg. v. *Twardy, M.*, Beiträge zum 3. Symposium Fachdidaktik Wirtschaftswissenschaften vom 25. bis 27. Mai 1988 der Universität zu Köln, Köln, S. 73-97.
- Simon, H. A.* (1973), The Structure of Ill-Structured Problems. In: Artificial Intelligence, Vol. 4, S. 181-201.
- Szyperski, N./Sikora, K.* (o.J.), Zur Bedeutung betriebswirtschaftlicher Planungsmodelle beim Aufbau interdimensionaler Bezugsrahmen für die Unternehmensplanung. In: Schriftenreihe Betriebswirtschaftliche Beiträge zur Organisation und Automation, hrsg. v. *Grochla, E./Szyperski, N.*, Sonderdruck aus Band 22, Wiesbaden.
- Toulmin, S.* (1975), Der Gebrauch von Argumenten, 4. Aufl., Kronberg/Ts.
- Ulrich, H./Probst, G. J. B.* (1991), Anleitung zum ganzheitlichen Denken und Handeln: ein Brevier für Führungskräfte, 3. Aufl., Bern - Stuttgart.
- Ulrich, W.* (1979), Zur Metaphysik der Planung. In: Die Unternehmung, 33. Jg., H. 3, S. 201-211.
- Wack, P.* (1985), Scenarios: Shooting the Rapids. In: Harvard Business Review, Vol. 63, No. 6, November-December, S. 139-150.
- Watzlawick, P.* (Hrsg.) (1984), Die erfundene Wirklichkeit, 2. Aufl., München - Zürich.
- Weick, K. E.* (1979), Cognitive Processes in Organizations. In: Research in Organizational Behavior, Vol. 1, S. 41-74.
- Werder, A. von* (1994), Unternehmungsführung und Argumentationsrationalität. Grundlagen einer Theorie der abgestuften Entscheidungsvorbereitung, Habil., Stuttgart.
- Weth, R. von der/Strohschneider, S.* (1993), Planungsprozesse aus psychologischer Sicht. In: Ja, mach nur einen Plan. Pannen und Fehlschläge - Ursachen, Beispiele, Lösungen, hrsg. v. *Strohschneider, S./Weth, R. von der*, Bern u.a., S. 12-35.