

Konzeptionelle Nutzung von Controllinginformationen – ein modelltheoretischer Ansatz

Inauguraldissertation zur Erlangung des
Grades des Doktor Rerum Politicarum (Dr. rer. pol.) an der
WHU – Otto Beisheim School of Management

Eingereicht von:
Bernd-O. Heine

Vallendar, 31. Mai 2006

Erstbetreuer: Prof. Dr. Jürgen Weber Zweitbetreuer: Prof. Dr. Detlef Schoder

Inhaltsübersicht

Inhaltsübersicht	iii
Inhaltsverzeichnis	iv
Abbildungsverzeichnis.....	vi
Tabellenverzeichnis	vii
Abkürzungsverzeichnis.....	viii
1. Einleitung	1
2. Integration konzeptioneller Nutzung von Controllinginformationen in das ökonomisch-rationale Grundmodell	20
3. Erarbeitung eines Ansatzes zur modelltheoretischen Präzisierung.....	43
4. Modellkonstruktion und Computersimulationsexperimente.....	104
5. Diskussion der Ergebnisse	183
6. Fazit und Ausblick	198
Literaturverzeichnis	205

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsübersicht	iii
Inhaltsverzeichnis	iv
Abbildungsverzeichnis.....	vi
Tabellenverzeichnis	vii
Abkürzungsverzeichnis.....	viii
1. Einleitung.....	1
1.1 Motivation.....	1
1.2 Forschungshypothese und Problemstellung.....	3
1.3 Forschungsstand.....	8
1.4 Struktur der Argumentation	15
2. Integration konzeptioneller Nutzung von Controllinginformationen in das ökonomisch-rationale Grundmodell	20
2.1 Ökonomisch-rationales Grundmodell der Nutzung von Controllinginformationen	20
2.2 Kerninhalte der konzeptionellen Informationsnutzung	27
2.3 Integratives Modell der Nutzung von Controllinginformationen	37
2.4 Zwischenergebnis	41
3. Erarbeitung eines Ansatzes zur modelltheoretischen Präzisierung.....	43
3.1 Homo-Oeconomicus-Modell als noch unzureichender Ausgangspunkt....	43
3.2 Identifikation eines geeigneten Modellierungsansatzes.....	48
3.3 Hollands Theorie regelbasierter, adaptiver Agenten zur modelltheoretischen Präzisierung des erweiterten Grundmodells.....	72
3.4 Ökonomische Anwendungen der Theorie Hollands	85
3.5 Zwischenergebnis	102
4. Modellkonstruktion und Computersimulationsexperimente.....	104
4.1 Nutzung von Controllinginformationen im konkreten Modell.....	104
4.2 Implementierung in ein computerbasiertes Modell	120
4.3 Hypothesen zur Nutzung von Controllinginformationen im modelltheoretischen Kontext	139
4.4 Computersimulationsexperimente	144
5. Diskussion der Ergebnisse	183
5.1 Inhaltlicher Beitrag zur Controllingforschung	183
5.2 Methodologischer Beitrag.....	190

5.3	Einschränkungen.....	195
6.	Fazit und Ausblick	198
6.1	Zusammenfassung.....	198
6.2	Forschungsimplikationen.....	201
	Literaturverzeichnis	205

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Einordnung der Forschungsfragen und (Zwischen-)Ergebnisse	17
Abbildung 1-2: Übersicht über Forschungsfragen und die Struktur der Arbeit	19
Abbildung 2-1: Schema der Entscheidungsfundierung	25
Abbildung 2-2: Schema der Verhaltenssteuerung	26
Abbildung 2-3: Erweitertes Grundmodell der Nutzung von Controllinginformationen durch Integration der konzeptionellen Nutzung	38
Abbildung 3-1: Integrativer Bezugsrahmen zur Modellierung eines Akteurs	56
Abbildung 3-2: Grundsätze und Vorgehensweise der Methode der abnehmenden Abstraktion	61
Abbildung 3-3: Anwendung des WHU-Ansatzes als integrativer Bezugsrahmen	69
Abbildung 3-4: Struktur eines Learning Classifier Systems	76
Abbildung 3-5: Erfüllung der Vorgaben der MAA durch Hollands Theorie	82
Abbildung 4-1: Struktur des Modells von Marengo (1992)	108
Abbildung 4-2: Erfolgsfeedback im modifizierten Modell	113
Abbildung 4-3: Illustration der entscheidungstheoretischen Formulierung	152
Abbildung 4-4: Struktur des Management-LCS im Modell	153
Abbildung 4-5: Daten des Experiments EH1-1	155
Abbildung 4-6: Daten des Experiments EH1-2	156
Abbildung 4-7: Auszug aus dem LCS zu Beginn von EH1-2	157
Abbildung 4-8: Auszug aus dem LCS zum Ende von EH1-2	157
Abbildung 4-9: Daten des Experiments EH1-3	160
Abbildung 4-10: Ergebnis von Experiment EH2a	164
Abbildung 4-11: Ergebnis von Experiment EH2b	166
Abbildung 4-12: Ergebnis von Experiment EH2c	168
Abbildung 4-13: Ergebnisse der Experimente EH3-1 und EH3-2	172
Abbildung 4-14: Ergebnis der Sensitivitätsanalyse Anzahl Zeitschritte	180

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Grundlegende Quellen zur konzeptionellen Informationsnutzung	35
Tabelle 2-2: Quellen zur konzeptionellen Nutzung von Controllinginformationen.....	36
Tabelle 3-1: Überblick über Anwendungen der Theorie Hollands (1/5)	97
Tabelle 3-2: Überblick über Anwendungen der Theorie Hollands (2/5)	98
Tabelle 3-3: Überblick über Anwendungen der Theorie Hollands (3/5)	99
Tabelle 3-4: Überblick über Anwendungen der Theorie Hollands (4/5)	100
Tabelle 3-5: Überblick über Anwendungen der Theorie Hollands (5/5)	101
Tabelle 4-1: Übersicht Basisparameter mit Standardwerten.....	148
Tabelle 4-2: Übersicht LCS-Parameter mit Standardwerten.....	149
Tabelle 4-3: Übersicht GA-Parameter mit Standardwerten	150
Tabelle 4-4: Parameterwerte für Experiment EH1-1	154
Tabelle 4-5: Parameterwerte für Experiment EH1-2	156
Tabelle 4-6: Parameterwerte für Experiment EH1-3	159
Tabelle 4-7: Parameterwerte für Experiment EH2a.....	163
Tabelle 4-8: Parameterwerte für Experiment EH2b.....	165
Tabelle 4-9: Parameterwerte für Experiment EH2c.....	168
Tabelle 4-10: Parameterwerte für Experiment EH3-1	171
Tabelle 4-11: Parameterwerte für Experiment EH3-2	172
Tabelle 4-12: Parameterwerte Detailanalyse zur Feedbackverzerrung	174
Tabelle 4-13: Ergebnis Detailanalyse Feedbackverzerrung.....	174
Tabelle 4-14: Übersicht über die Festlegung der Werte der experimentübergreifenden Parameter	177
Tabelle 4-15: Ergebnisse der Wiederholungen von EH3-1/2	179
Tabelle 4-16: Parameterwerte Sensitivitätsanalyse Anzahl Zeitschritte	180
Tabelle 4-17: Parameterwerte Sensitivitätsanalyse Umweltdynamik	180
Tabelle 4-18: Ergebnis der Sensitivitätsanalyse Umweltdynamik.....	181
Tabelle 4-19: Parameterwerte Sensitivitätsanalyse Organisationsstruktur	181
Tabelle 4-20: Ergebnis der Sensitivitätsanalyse Organisationsstruktur	181

Abkürzungsverzeichnis

a.	auch
Abb.	Abbildung
ACE	Agent-based Computational Economics
Aufl.	Auflage
BSC	Balanced Scorecard
bzw.	beziehungsweise
cet. par.	ceteris paribus
durchges.	durchgesehen
erg.	ergänzt
erw.	erweitert
et al.	et alii (und andere)
EVA ^{®1}	Economic Value Added
GA	Genetischer Algorithmus
HO	Homo oeconomicus
Hrsg.	Herausgeber
insb.	insbesondere
Inv.	Investitionen
Jg.	Jahrgang
KAS	komplexes, adaptives System („complex adaptive system“)
LCS	„learning classifier system“
MAA	Methode der abnehmenden Abstraktion nach Lindenberg (1991)
MAS	Multi-Agenten System („multi agent system“)
o.	ohne
PA-Theorie	Prinzipal-Agenten-Theorie
S.	Seite
s.	siehe
s. o.	siehe oben
spez.	spezifisch
Std.abw.	Standardabweichung
Tab.	Tabelle
u. a.	unter anderem
überarb.	überarbeitet
verb.	verbessert
vgl.	vergleiche
z. B.	zum Beispiel

¹ Geschützt durch die Firma Stern Stewart & Co., New York.

1. Einleitung

1.1 Motivation

Es ist unter Managern nicht unüblich, sich die Uhr ein paar Minuten vorzustellen, um damit Unpünktlichkeit vorzubeugen.² Diese Maßnahme ist intuitiv plausibel, denn es wird eine Art Zeitpuffer eingerichtet. Betrachtet man eine Uhr jedoch als Messinstrument für die Zeit, erscheint diese Praxis sehr fragwürdig. Entweder weiß der Manager davon, dass seine Uhr eine falsche Zeit anzeigt, und wird folglich die Verzerrung gedanklich wieder korrigieren, oder er weiß es nicht und beraubt sich somit einer genauen Entscheidungsgrundlage für seine Zeitplanung.

Zur Erklärung dieses Phänomens bedarf es einer umfassenderen theoretischen Analyse. Ausgehend von der Funktion der Zeitmessung folgen insbesondere zwei mögliche Erweiterungen der Analyse. Einerseits kann eine nähere Untersuchung der Verwendung der Uhrzeit zur Entscheidungsfindung vorgenommen werden, ohne Messgenauigkeit vorauszusetzen. Andererseits kann untersucht werden, ob andere Zwecke neben der Entscheidungsfindung existieren, die Einbußen in der Informationsgenauigkeit rechtfertigen.

Ersteres wurde insbesondere in der deskriptiven Entscheidungstheorie nach Kahneman/Tversky umfangreich untersucht.³ Dort wurde eine Reihe von spezifischen Abweichungen von rationalem Entscheidungsverhalten identifiziert, so dass Messgenauigkeit in bestimmten Situationen verzichtbar oder sogar nachteilig ist.

Diese Arbeit wendet sich der anderen Entwicklungsmöglichkeit zu: Verbesserungen im Hinblick auf weitere Verwendungszwecke könnten einer Einschränkung der Verwendung von Informationen, hier der Uhrzeit, zu Entscheidungszwecken entgegenstehen. Das Vorstellen der Uhr könnte aus dieser Perspektive beispielsweise den alternativen Zweck haben, die Aufmerksamkeit des Managers regelmäßig auf sein Unpünktlichkeitsproblem zu lenken, unabhängig davon, wie die abgelesene Uhrzeit einzelne Entscheidungen beeinflusst.

Genau bei einer solchen Ausweitung möglicher Zwecke setzt der Artikel von Pfaff/Weber (1998) in Bezug auf Controllinginformationen an. Die Kostenrechnung

² Vgl. Merchant/Shields (1993: 77).

³ Vgl. für einen Überblick Tversky/Kahneman (1986/2002) und McFadden (1999). Für eine Einordnung in die Entscheidungstheorie allgemein vgl. Laux (2005: 1-3, 14-15).

wird von theoretischer Seite vielfach stark kritisiert, was jedoch der großen Bedeutung und der Gestaltung dieses Controllinginstrumentes in der Unternehmenspraxis entgegensteht. Dies sei insbesondere darauf zurückzuführen, dass der Zweck der Kostenrechnung in einer verengten Sichtweise auf die Entscheidungsfundierung reduziert wird.⁴ Sie plädieren daher für eine umfassendere Sicht.⁵ Zur Ergänzung der verengten Sicht wurden in der durch den Artikel ausgelösten regen Diskussion besonders zwei Zwecke betont: Verhaltenssteuerung⁶ und die Schaffung einer Kommunikationsplattform bzw. eines gemeinsamen Verständnisses der Situation.⁷

Die kritisierte verengte Sicht der Theorie auf die Nutzung von Controllinginformationen wird zum Problem, wenn Controllinginstrumente dadurch einseitig im Hinblick auf die Entscheidungsfundierung gestaltet werden. Pfaff/Weber (1998: 159) betonen die dysfunktionalen Wirkungen, die von der einseitigen Sicht auf die Kostenrechnung als Instrument zur Entscheidungsfundierung und darauf basierenden Gestaltungsempfehlungen ausgehen können.⁸ In der Folge könnte beispielsweise eine laufende (Voll-) Kostenrechnung deutlich einfacher gestaltet werden, wenn sie Entscheidungstypen ausklammern kann, für die sie ohnehin nicht besonders gut geeignet ist.⁹

Zudem kann eine umfassendere Sicht zu neuen, erfolgreichen Gestaltungsoptionen führen. Beispielsweise sieht Hiromoto (1988: 22-23) einen Erfolgsfaktor japanischer Unternehmen darin, dass in der Kostenrechnung Gemeinkosten aufgrund eines für Entscheidungen ungeeigneten Schlüssels verteilt, insgesamt aber Leistungssteigerungen durch den so geschaffenen Anreiz erreicht werden. Er erläutert am Beispiel von Hitachi, dass die Allokation der Gemeinkosten auf der Basis der direkt zurechenbaren Personalkosten rein entscheidungsorientiert wenig sinnvoll wäre, weil die Personalkosten nicht die entscheidende Determinante der Gemeinkosten sind. Der daraus resultierende Anreiz zur Reduzierung der Personalkosten durch Automatisierung führt jedoch insgesamt zu Leistungssteigerungen in der Fertigung.

⁴ Vgl. Pfaff/Weber (1998: 151).

⁵ Vgl. Pfaff/Weber (1998: 160-162).

⁶ Vgl. Pfaff/Weber (1998: 160); Wagenhofer (1999: 133); Pfaff et al. (1999: 139-140).

⁷ „Konzeptionelle Nutzung“, vgl. Pfaff/Weber (1998: 160); Pfaff et al. (1999: 140-141); Homburg et al. (2000: 251-252).

⁸ Vgl. auch Weber (1994: 102-103), der Intransparenz, damit einhergehendes Unverständnis der Nutzer und Demotivation (bzw. höchstens Anreizneutralität) als mögliche dysfunktionale Wirkungen aufzeigt.

⁹ Vgl. Pfaff/Weber (1998: 162).

Merchant/Shields (1993) folgern in diesem Zusammenhang allgemein: „[I]mplementing or using a less accurate cost system can be preferable when implementation success is increased by cost systems used to direct employees' attention, to help them learn, and to motivate them“¹⁰. Oder anders formuliert: Die aus der verengten Sicht der Entscheidungsfundierung resultierende Forderung nach größtmöglicher Genauigkeit von Controllinginformationen kann sich dysfunktional auf die Motivation und das Leistungsvermögen der Mitarbeiter auswirken. Insofern kommt der Untersuchung der Auswirkungen einer auf Entscheidungsfundierung verengten Sichtweise eine große Bedeutung für die Gestaltung von Controllinginstrumenten zu.

1.2 Forschungshypothese und Problemstellung

Für eine über die Entscheidungsfundierung hinausgehende Nutzung von Controllinginformationen wurde bereits eine Reihe von Aspekten genannt: Verhaltenssteuerung, Kommunikation, Verständnis, Lernen, Aufmerksamkeit. Angesichts der Vielfalt an denkbaren Erweiterungspfaden und der wissenschaftlich notwendigen Komplexitätsreduktion wird ein inkrementeller Ansatz gewählt: Ausgehend von der Entscheidungsfundierung werden anhand der erwähnten Diskussionsschwerpunkte überschaubare Erweiterungen zu einer umfassenderen Sicht thematisiert, ohne damit einen Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben.

Die Integration des Aspekts der Verhaltenssteuerung ist dazu der erste Schritt, da die Betrachtung lediglich um den Fall der Delegation erweitert werden muss. Die Grundannahmen bleiben damit unverändert erhalten und der Entscheidungsträger kann nach gleichem Muster betrachtet werden.¹¹ Die Information dient dann aus Sicht der Instanz nicht mehr direkt der Entscheidungsfindung, sondern indirekt der Beeinflussung der Entscheidung desjenigen, an den die Entscheidung delegiert wurde.

Darüber hinaus wird im zweiten Schritt auf ein Konzept zurückgegriffen, das einerseits alle übrigen Aspekte (Kommunikation, Verständnis, Lernen und Aufmerksamkeit) abdeckt, andererseits jedoch eine fokussierte Betrachtung ermöglicht: die konzeptionelle Informationsnutzung. Entscheidungsfundierung und Verhaltenssteuerung können als Formen *instrumenteller Nutzung*, d. h. der direkten, dokumentierbaren Verwendung von Controllinginformationen als Mittel zum Treffen einer bestimmten Entscheidung aufgefasst werden. In Abgrenzung dazu thematisiert das Konzept der *konzeptionellen*

¹⁰ Merchant/Shields (1993: 80-81).

¹¹ Vgl. Wagenhofer (1997: 68).

Nutzung indirekte, entscheidungsübergreifende Wirkungen auf das Verständnis der Situation und das Denken der Akteure.¹² Demzufolge kann die konzeptionelle Nutzung von Controllinginformationen das Verständnis eines Akteurs von der Situation ebenso beeinflussen wie die Verteilung der Aufmerksamkeit oder die Fähigkeit zu lernen. Ein gemeinsames Verständnis ist zudem eine wesentliche Grundlage für die Kommunikation zwischen Akteuren. Damit können die im Zusammenhang mit Pfaff/Weber (1998) und Merchant/Shields (1993) betonten Aspekte einer umfassenderen Sicht weitgehend durch die beiden dargestellten Erweiterungen erfasst werden, deren Einordnung in die Literatur zur Nutzung von Controllinginformationen im Rahmen der Darstellung des Forschungsstandes erfolgt.

Mit diesen Erweiterungen können die erwähnten Gefahren einer verengten bzw. die Potenziale einer umfassenderen Sicht auf die Nutzung von Controllinginformationen präzisiert werden. Hiromoto (1988) bezieht sich auf einen Konflikt zwischen Entscheidungsfundierung und Verhaltenssteuerung. Die Verwendung von möglichst genauen, d. h., verursachungsgerechten Allokationsmechanismen für Gemeinkosten hätte negative Anreize auf die Entscheidungen der Kostenstellenleiter zur Folge. Merchant/Shields (1993: 80) erwähnen den Hiromoto-Fall und nennen weitere Beispiele für potenzielle Konflikte zwischen Entscheidungsfundierung und Verhaltenssteuerung. Darüber hinaus zeigen sie aber auch Konflikte zwischen instrumenteller und konzeptioneller Nutzung von Controllinginformationen auf, indem sie auf Unternehmen wie Hewlett-Packard verweisen, die durch die Fokussierung auf eine, relativ zur Komplexität des Produkts, überschaubare Anzahl an Kostentreibern (zulasten der Genauigkeit und ohne direkten Anreizbezug) ihren Mitarbeitern helfen wollen, ihre Aufmerksamkeit auf die wichtigsten Kosteneinflussgrößen zu richten und ein Verständnis über die *grundlegenden* ökonomischen Zusammenhänge im Herstellungsprozess zu gewinnen.¹³ Pfaff/Weber (1998: 155-156, 160) bestätigen diese eher anekdotischen Anhaltspunkte, indem sie sachlich-analytisch¹⁴ herausarbeiten, dass die Vollkostenrechnung trotz Defiziten im Hinblick auf die Entscheidungsfundierung gut geeignet ist, um dezentrale Entscheidungsträger zu koordinieren oder als

¹² Vgl. Homburg et al. (2000: 251).

¹³ Vgl. Merchant/Shields (1993: 79). Dies bestätigt auch die aktuelle empirische Untersuchung von Henri (2006: 77).

¹⁴ Vgl. zur Unterscheidung zwischen sachlich-analytischem und formal-analytischem Vorgehen Grochla (1980: 1808).

Kommunikationsmedium („Kostenrechnung als Sprache“¹⁵) zu fungieren. Letzteres wird beispielsweise deutlich, wenn die Kostenrechnung durch die Berechnung von Stückkosten eine Kommunikationsbasis zwischen eher an Mengengrößen orientierten Technikern und an monetären Größen orientierten Controllern schafft.

Trotz der Plausibilität dieser Argumente ist eine nähere Untersuchung sinnvoll. So kann eine modelltheoretische Analyse in Ergänzung zur sachlich-analytischen Argumentation beispielsweise leichter herausarbeiten, dass den Überlegungen zu Entscheidungsfundierung und Verhaltenssteuerung meist das neoklassisch-ökonomische Modell zu Grunde liegt, wohingegen die konzeptionelle Nutzung von Controllinginformationen auf einer verhaltensorientierten Sicht beruht.¹⁶ Damit sind zentrale Unterschiede in den zu Grunde liegenden Annahmen verbunden. Ökonomisch-rationale Modelle gehen von einem Akteur aus, der sich gemäß der neoklassischen Rationalitätsannahme einer gegebenen Situation nutzenmaximierend anpasst. Verhaltensorientierte Ansätze beziehen dagegen vielfältige Abweichungen davon mit ein, insbesondere im Hinblick auf kognitive Limitationen.¹⁷ Daher sind Aspekte der Entscheidungsfundierung bzw. Verhaltenssteuerung und der konzeptionellen Nutzung von Controllinginformationen zueinander nicht ohne weiteres in Beziehung zu setzen. Pfaff/Weber (1998: 160) betonen dies explizit, indem sie den Sprachaspekt auf einer „ganz andere[n] Argumentationsebene“ ansiedeln. Für den Fall von Hiromoto (1988) ist folglich einschränkend anzumerken, dass eine entscheidungstheoretisch begründete Forderung nach möglichst verursachungsgerechter Zuordnung der Gemeinkosten streng genommen auf einen Fall der Delegation von Entscheidungen gar nicht angewendet werden darf. Dies widerspräche den zu Grunde liegenden Annahmen.¹⁸ Entsprechend kann auch die Präzision der sachlich-analytischen Argumentation noch gesteigert werden. Würde man beispielsweise versuchen, ein Controllinginstrument im Hinblick auf den Sprachaspekt zu gestalten, so wären unterschiedliche Implikationen je nach Nutzergruppe zu vermuten: Techniker

¹⁵ Vgl. auch Hayes (1983: 241, 244-245).

¹⁶ Vgl. Wagenhofer (1997: 63-68).

¹⁷ Vgl. u. a. Simon (1978); McFadden (1999); Wagenhofer (1997: 66).

¹⁸ Eine wichtige Annahme hinter der entscheidungstheoretisch begründeten Forderung nach möglichst verursachungsgerechter Zuordnung der Gemeinkosten ist das Fehlen von Interessenkonflikten – der Entscheidungsträger ist zugleich der Bezugspunkt der Ergebnisbewertung. Im Fall von Hiromoto (1988) ist diese Annahme jedoch nicht gerechtfertigt, da zwischen der Firma und den Produktionsverantwortlichen unterschieden wird und eigenständige Entscheidungen des Produktionsverantwortlichen möglich sind. Streng genommen handelt es sich also um einen Scheinwiderspruch – die Gültigkeit eines entscheidungstheoretischen Postulats kann im Delegationsfall nicht einfach angenommen werden, wie auch Wagenhofer (1996) nachweist.

und Controller müssen miteinander anders kommunizieren als beispielsweise Vorstände und Controller. Auch im Hinblick auf das tatsächliche Kommunikationsmedium sind Unterschiede zu erwarten: Werden Pläne tatsächlich in der Struktur der Kostenrechnung aufgestellt oder wird die Struktur des externen Rechnungswesens verwendet? Bezieht sich der Einfluss der Kostenrechnung auf das Vokabular („Deckungsbeitrag“, „Einzelkosten“ etc.) oder eine Einigung auf Verrechnungsschlüssel? Die Betrachtungen auf dieser Detailebene deuten auf eine fruchtbare Ergänzung der bisherigen anekdotischen und sachlich-analytischen Aussagen durch eine modelltheoretische Analyse hin.

So ist es als komparativer Vorzug eines Modells zu sehen, dass es auf wenige als wesentlich erachtete Aspekte fokussieren und so die spezifischen Zusammenhänge zwischen einzelnen Nutzungsformen im Detail analysieren kann. Zudem vereinfacht es die Konsistenzprüfung und ermöglicht weitergehende Schlüsse über die Intuition hinaus. Innerhalb eines solchen Modells können deduktiv Aussagen abgeleitet werden, deren zu Grunde liegende Annahmen festgelegt sind und damit transparent gemacht werden können.¹⁹

Daraus ergibt sich der Bedarf nach einer modelltheoretischen Untersuchung der genannten Hypothesen über die Wechselwirkungen zwischen Entscheidungsfundierung und Verhaltenssteuerung einerseits und instrumenteller und konzeptioneller Nutzung von Controllinginformationen andererseits.²⁰ Im Falle von Entscheidungsfundierung und Verhaltenssteuerung wurde dies insbesondere von Wagenhofer (1996) geleistet.²¹ Dort wird die Hypothese von Hiromoto (1988) modelltheoretisch allgemein für ein Prinzipal-Agenten-Modell der Delegation von Preis- und Kostenentscheidungen an einen Profit-Center-Verantwortlichen belegt. Es wird gezeigt, dass durch eine ungenaue, d. h. entgegen dem Zweck der Entscheidungsfundierung verzerrte Allokation von Gemeinkosten die Anreize des dezentralen Managers so kalibriert werden können, dass seine Entscheidungen zu besseren Ergebnissen aus der Sicht des Gesamtunternehmens führen.

Für die konzeptionelle Nutzung von Controllinginformationen steht eine solche Präzisierung und modelltheoretische Herausarbeitung der Hypothese jedoch noch aus, so

¹⁹ Vgl. Morgan (1998: 316, 321).

²⁰ Rich/Oh (2000: 203) betonen ebenfalls den Bedarf nach einer integrativen Betrachtung der Informationsnutzungsarten.

²¹ Vgl. zur Herausarbeitung des Spannungsverhältnisses zwischen Entscheidungsfundierung und Verhaltenssteuerung (dort bezeichnet als „Trade-Off-Problem bei einer Koordination aufgrund von Sach- und Verhaltensinterdependenzen“) auch Homburg (2001: 193, 187-192). Meyer (2004b: 292-293, Fn5) teilt ebenfalls diese Trade-Off-Sichtweise.

dass sich daraus die *Forschungshypothese* dieser Arbeit ergibt: Es besteht eine Interdependenz zwischen der Eignung von Controllinginformationen für instrumentelle und konzeptionelle Nutzung. Aspekte der instrumentellen und konzeptionellen Nutzung stehen teilweise in einem Spannungsverhältnis.²² Folglich geht von einer rein auf instrumentelle Informationsnutzung ausgerichteten Gestaltung von Controllinginstrumenten die Gefahr dysfunktionaler Effekte aus.

Ashton (1976: 289-290) führt im Hinblick auf die Gestaltung von Budgetierungssystemen die Unterscheidung zwischen intentionalen und unintentionalen Konsequenzen einerseits sowie funktionalen und dysfunktionalen Konsequenzen andererseits ein. Durch eine zu eingeschränkte Betrachtung der Nutzung von Controllinginformationen bleiben unintentionale Konsequenzen systematisch unerkannt, obwohl sie dysfunktional sein können.²³ Ashton (1976: 291-298) arbeitet dies für dynamische Aspekte der Budgetierung in Bezug auf die Veränderung individueller Einstellungen von Organisationsmitgliedern heraus. Er stützt damit die Forschungshypothese und unterstreicht den aufgezeigten Forschungsbedarf.²⁴ In der Literatur findet sich jedoch, abgesehen von weiteren Andeutungen²⁵, keine systematische Untersuchung dieses Zusammenhangs. Levinthal/Warglien (1999) formulieren die Hypothese als Nebenaspekt in der Diskussion ihrer organisationstheoretischen Studie, führen jedoch keine Untersuchungen zur Bestätigung oder Konkretisierung durch.²⁶

Damit lässt sich die *Problemstellung* dieser Arbeit formulieren: Ausgehend vom ökonomisch-rationalen Grundmodell gilt es, die vermuteten Interdependenzen zwischen instrumenteller und konzeptioneller Nutzung von Controllinginformationen anhand eines spezifischen stilisierten Entscheidungsproblems zu präzisieren und modelltheoretisch zu untersuchen. Damit soll eine integrative Betrachtung ermöglicht und die Gefahr einer einseitigen und potenziell schädlichen Fokussierung der Gestaltung von Controllinginstrumenten offen gelegt werden.

²² Vgl. Pfaff/Weber (1998: 159, 162); Weber (1994: 102-103); Hayes (1983: 247); Rahman/McCosh (1976: 349).

²³ Vgl. Ashton (1976: 290).

²⁴ Vgl. Ashton (1976: 299).

²⁵ Vgl. beispielsweise Weber (2004: 115).

²⁶ „For an omniscient actor, performance can only improve with the accuracy with which the accounting system corresponds to the actual landscape. However, for an actor with more limited vision, the increased accuracy may come at a cost of exacerbating the ruggedness of the landscape to such a degree that local adaptation is made less effective.“ Levinthal/Warglien (1999: 354).

Diese Problemstellung gilt es im nächsten Schritt ins Verhältnis zum größeren Kontext der Forschung zur Nutzung von Controllinginformationen zu setzen, um den theoretischen Bezugspunkt der Arbeit und ihrer Forschungsbeiträge herauszuarbeiten.

1.3 Forschungsstand

Im Kern der Literatur zur Nutzung von Controllinginformationen steht die Identifikation unterschiedlicher Nutzungsformen, die jeweils andere Anforderungen an die Information stellen.²⁷ Zur Strukturierung der Literatur empfiehlt sich daher die Einordnung nach der ihr zu Grunde liegenden Typisierung von Nutzungsformen. Gemäß der grundlegenden Unterscheidung zwischen ökonomisch-rationalen und verhaltensorientierten Ansätzen²⁸ lassen sich zwei eigenständige Strömungen in der Literatur identifizieren, die sich insbesondere in ihren Annahmen über den Nutzer von Controllinginformationen grundlegend unterscheiden.

Die ökonomisch-rationalen Ansätze modellieren den Nutzer von Controllinginformationen als Homo oeconomicus (HO) im Rational-Choice-Ansatz, was dem neoklassischen Grundmodell der Mikroökonomik entspricht.²⁹ Im Zentrum der Betrachtung steht damit die nutzenmaximierende Entscheidung. Die grundlegende Typisierung von Demski/Feltham (1976: 8-10) unterscheidet zwischen der Betrachtung der Nutzung von Controllinginformationen einerseits zur Entscheidungsfundierung und andererseits zur Verhaltenssteuerung:³⁰

²⁷ Vgl. Schäffer/Steiners (2004: 378).

²⁸ Vgl. Wagenhofer (1997: 66-68). Vgl. Merchant et al. (2003) für eine Unterscheidung dieser Ansätze in einem Teilbereich der Management-Accounting-Forschung.

²⁹ Vgl. Wagenhofer (1997: 66). Grundlegend zum Rational-Choice-Ansatz: Hargreaves Heap (1998).

³⁰ Vgl. Ewert/Wagenhofer (2003: 7); Wagenhofer (1997: 63); Horngren (2004: 207). Für eine Einordnung des Ansatzes von Demski/Feltham aus der Perspektive der deutschen Forschung vgl. Ballwieser (1991: 102-103). Demski/Feltham (1976: 8-10) sprechen von „decision-facilitating“ und „decision-influencing“. Ersteres entspricht der Entscheidungsfundierung, letzteres der Verhaltenssteuerung. Der Begriff Verhaltenssteuerung wird im Kontext des ökonomisch-rationalen Ansatzes dem „weicheren“ Begriff der Verhaltensbeeinflussung vorgezogen, weil die Argumentationslogik eher einer kontrollorientierten Steuerung denn einer tendenzorientierten Beeinflussung folgt. Zum „Steuerungsdenken“ des zur Untersuchung der Verhaltenssteuerung dominant verwendeten PA-Modells vgl. Meyer (2004a: 106-109). Die Verhaltenssteuerungsfunktion wird dabei auch teilweise als Motivationsfunktion bezeichnet, was jedoch nicht als Aufweitung in Richtung psychologischer Motivationstheorien zu verstehen ist. Vgl. beispielsweise Ballwieser (1991: 101). Dieser erwähnt auch noch eine dritte Funktion, die Dokumentationsfunktion, die das „Unternehmensgeschehen zum Zwecke der Beweissicherung, der Vertragsanbahnung und -abwicklung sowie der Unterstützung der externen Rechnungslegung“ dokumentiert. Ballwieser (1991: 101). Diese Funktion wird in diese Arbeit nicht einbezogen, weil sie sich auf einen vernachlässigbaren Randbereich bezieht, der zum zentralen Konstrukt der Entscheidung nur über Umwege in Beziehung zu setzen ist.

A management accounting system should have two simultaneous missions for providing information: (a) to help managers make wise economic decisions and (b) to motivate managers and other employees to aim and strive for goals of the organization [...].³¹

Die Betrachtung erfolgt aus der Perspektive desjenigen Akteurs, der die „Informationshoheit“ hat. So dient die Information entweder der Fundierung der selbst zu treffenden Entscheidung oder der Beeinflussung des Entscheidungsverhaltens desjenigen Akteurs, an den sie delegiert wurde.³² Damit erfasst diese Unterscheidung insbesondere alle Arbeiten, die direkt auf der Entscheidungstheorie aufbauen und damit in einem traditionellen Kerngebiet der Betriebswirtschaftslehre angesiedelt sind. In jüngerer Zeit finden aber auch die Probleme im Zusammenhang mit der Delegation von Entscheidungen in Organisationen zunehmend Beachtung³³ und werden vor allem mittels Prinzipal-Agenten-Modellen³⁴ untersucht.³⁵ Alle ökonomisch-rationalen Arbeiten haben dabei gemeinsam, dass die Nutzung von Controllinginformationen nicht selbst Untersuchungsgegenstand ist. Es wird statt dessen theoretisch-deduktiv die Nutzung zu einem bestimmten Zweck bzw. einer bestimmten Entscheidung angenommen, um analysieren zu können, welche Eigenschaften die Informationen haben müssen bzw. welche unterschiedlichen Informationen benötigt werden.³⁶ Vor diesem Hintergrund ist festzustellen, dass die dominante Stellung des ökonomisch-rationalen Ansatzes³⁷ maßgeblich durch die Kohärenz und die modelltheoretische Geschlossenheit der Arbeiten bedingt ist.³⁸ Damit geht jedoch gleichzeitig eine fokussierte und daher eingeschränkte Perspektive auf die Nutzung von Controllinginformationen einher. So entsteht Raum für alternative Erklärungsansätze, wobei Hopwood (1974/1976: 1) in diesem Zusammenhang wegweisend die Notwendigkeit eines verhaltensorientierten Zugangs betont.

Grundsätzlich lassen sich Aspekte der Entscheidungsfundierung und Verhaltenssteuerung auch in verhaltensorientierten Arbeiten wiederfinden. Aus verhaltensorientierter Perspektive erscheint die Unterscheidung jedoch unvollständig, weil nicht alle empirisch beobachtbaren oder psychologischen bzw. soziologischen Aspekte

³¹ Horngren et al. (2003: 13). Ähnlich auch Horngren (1992: 292-293).

³² Vgl. Wagenhofer (1997: 62).

³³ Vgl. Wagenhofer (1997: 63); Ballwieser (1991: 110).

³⁴ Für eine Übersicht dieses Forschungsbereichs vgl. Lambert (2001).

³⁵ Für aktuelle Übersichten über das Spektrum ökonomisch-rationaler Arbeiten im Bereich Controlling bzw. Accounting vgl. Ewert/Wagenhofer (2003) und Christensen/Demski (2003).

³⁶ Vgl. u. a. Christensen/Demski (2003: 7); Feltham/Demski (1970); Rogerson (1997: 780).

³⁷ Vgl. Scapens/Bromwich (2001: 249).

³⁸ Vgl. Wagenhofer (2004: 17-20).

erfassbar sind.³⁹ Diese Lücke wird von einer Vielzahl alternativer Typisierungen aus verhaltensorientierter Perspektive zu schließen versucht, die die empirisch beobachtbare Vielfalt in der Nutzung von Controllinginformationen abzudecken versuchen.⁴⁰ Mit Schäffer/Steiners (2004: 383, 390) liegt ein aktueller Überblick über die unterschiedlichen Ansätze vor. Dort wird herausgearbeitet, dass alle diese Typisierungen für sich genommen ebenfalls unvollständig sind und vielerlei Überschneidungen aufweisen, die durch unterschiedliche Entstehungsprozesse und Diskussionskontexte erklärt werden können.⁴¹ Die Autoren entwickeln eine eigene Typisierung, die alle anderen Ansätze integrativ erfasst und damit einen guten Überblick über dieses Literaturfeld gibt.⁴²

Diese Typisierung baut auf einer handlungsorientierten Sicht der Nutzung von Controllinginformationen auf.⁴³ Betrachtet werden „Führungshandlungen“ (im Gegensatz zu „Ausführungshandlungen“), durch die der Akteur, vor allem im Rahmen von Organisationen, seinen Nutzen nur mittelbar steigert. Die beiden Arten von Führungshandlungen werden als „Lernen“ und „Durchsetzen“ bezeichnet, je nachdem, ob eine Entscheidung vorbereitet oder eine Aufgabe (die entweder eine Ausführungs- oder wiederum eine Führungshandlung sein kann) an einen Agenten delegiert wird. Jeweils werden „interne Modelle“ der Akteure, zu verstehen als mentale Repräsentationen der Umwelt, als Medium betrachtet. Bei der Entscheidungsvorbereitung wird das interne Modell im Hinblick auf die Entscheidung weiterentwickelt, bei der Delegation das interne Modell des Agenten, damit dieser in die Lage versetzt wird, seine Aufgabe zu erfüllen. Sowohl im Falle des Lernens als auch des Durchsetzens unterscheiden Schäffer/Steiners (2004) auf der zweiten Ebene noch zwischen „ex ante“, „ex post“ und „mittelbar“, jeweils bezogen auf die betrachtete Entscheidung. Am Beispiel des Lernens verdeutlicht: „*Lernen ex ante*“ bezieht sich auf die Vorbereitung der noch zu treffenden Entscheidung („Willensbildung“⁴⁴), „*Lernen ex post*“ dagegen auf die Vorbereitung zukünftiger Entscheidungen anhand der beobachtbaren Konsequenzen bereits getroffener Entscheidungen („Kontrolle“) und „*mittelbares Lernen*“ wiederum auf die indirekte Vorbereitung von Entscheidungen, indem ohne unmittelbaren Entscheidungs-

³⁹ Vgl. Schäffer/Steiners (2004: 378-383) und, am Beispiel der Akzeptanz der Kostenrechnung, Wagenhofer (1997: 72).

⁴⁰ Vgl. Hayes (1983: 241-242, 244).

⁴¹ Vgl. Schäffer/Steiners (2004: 382-383).

⁴² Vgl. Schäffer/Steiners (2004: 384-390).

⁴³ Vergleiche, auch für die folgenden Ausführungen, Schäffer/Steiners (2004: 284) und die dort angegebene Literatur.

⁴⁴ Vgl. auch Weber/Schäffer (1999: 734-736).

bezug bereits Grundlagen gelegt oder Vorentscheidungen getroffen werden. Damit liegt gemäß Schäffer/Steiners (2004: 389) eine „umfassende Typologie“ vor, unter die alle zuvor in der Literatur vorgeschlagenen Typisierungen subsumiert werden können.⁴⁵ Neuere Arbeiten zur Nutzung von Controllinginformationen, die von Schäffer/Steiners (2004) noch nicht berücksichtigt wurden, lassen sich in dieses Schema einordnen, da sie entweder direkt auf eine der anderen Typisierungen zurückgreifen⁴⁶ oder eine Typisierung verwenden, deren Differenzierungskriterium von Schäffer/Steiners (2004) bereits erfasst wird.⁴⁷

Die umfassende Typisierung von Schäffer/Steiners (2004) beruht auf einer sehr allgemeinen und voraussetzungsreichen Konzeptualisierung. So ist beispielsweise das zentrale Konzept des internen Modells als mentale Repräsentation der Umwelt sehr abstrakt und kaum theoretisch fundiert, so dass es viele Freiheitsgrade offen lässt. Dies ist nicht unkritisch zu sehen, weil damit beispielsweise problemorientiertere Ausrichtungen früherer Ansätze unkenntlich gemacht werden. Dennoch bietet die geleistete Integration einen guten Ausgangspunkt für eine Verhältnisbestimmung zur Gesamtheit der verhaltensorientierten Ansätze.

Nachdem nun ein Überblick über das Literaturfeld der Nutzung von Controllinginformationen vorliegt, kann die in dieser Arbeit eingenommene Sicht eingeordnet werden. Konzeptionelle Informationsnutzung geht auf Rich (1975: 242) und Caplan (1975: 47) zurück. Pelz (1978: 349-352) hat diese Nutzungsform in ein umfassenderes Konzept zur Nutzung von Informationen eingebunden und unterscheidet zwischen instrumenteller, konzeptioneller und symbolischer Nutzung. Damit tritt neben die direkte, instrumentelle und indirekte, konzeptionelle noch eine auf Rechtfertigung gerichtete, symbolische Nutzungsform: Eine bereits getroffene Entscheidung wird durch die Verwendung von Informationen nachträglich und abweichend von den tatsächlichen Entscheidungsdeterminanten gerechtfertigt. Diese Typisierung von Nutzungsformen fand große Verbreitung,⁴⁸ wurde in vielfältigen, auch betriebswirtschaftlichen, Zusammenhängen angewendet⁴⁹ und schließlich erfolgreich auf die Nutzung von

⁴⁵ Simon et al. (1954/1978: 2-4); Pelz (1978: 349-352); Burchell et al. (1980: 13-15) und ähnlich Aust (1999: 72-76); Ansari/Euske (1987: 551-553); Menon/Varadarajan (1992: 61-63); Hirst/Baxter (1993: 191-192); Vandenbosch (1999: 80-82).

⁴⁶ Vgl. Van der Veecken/Wouters (2002: 348-350).

⁴⁷ Vgl. Purdy/Gago (2003: 666-671); Kurunmaki et al. (2003: 137).

⁴⁸ Vgl. Menon/Varadarajan (1992: 54).

⁴⁹ Vgl. Beyer/Trice (1982: 600).

Controllinginformationen übertragen.⁵⁰ Es konnte empirisch gezeigt werden, dass der konzeptionellen Nutzung der Kostenrechnung eine sehr wichtige Bedeutung zukommt, was auch als Indiz für die Unvollständigkeit der ökonomisch-rationalen Perspektive gewertet wurde.⁵¹

Das Konzept von Pelz (1978) wurde auch in der Überblicksarbeit von Schäffer/Steiners (2004) berücksichtigt und kann in die dort formulierte, umfassende Typisierung eingeordnet werden: Instrumentelle Informationsnutzung entspricht dem Lernen ex ante (Willensbildung), konzeptionelle Nutzung deckt einen großen Teil des mittelbaren Lernens ab und symbolische Nutzung kann als Durchsetzung ex ante und ex post interpretiert werden.⁵² Lernen ex post (Kontrolle) und mittelbare Durchsetzung finden sich damit im Konzept von Pelz nicht wieder. Im Hinblick auf die Problemstellung ist es jedoch ohnehin angezeigt, nicht die gesamte Vielfalt der in verhaltensorientierten Studien beobachteten Nutzungsformen von Controllinginformationen abzudecken, sondern die zu eingeschränkte Perspektive der Entscheidungsfundierung inkrementell zu ergänzen. Trotz dieser Fokussierung erfasst das Konzept der konzeptionellen Informationsnutzung den Kern der verhaltensorientierten Literatur im Accounting: „[U]nderstanding [...] the factors which shape either the design of information systems or the processes through which they, in turn, influence the consciousness and actions of organizational participants.“⁵³

Entscheidungsfundierung und Verhaltenssteuerung basieren auf einer instrumentellen Nutzung von Controllinginformationen und sind jeweils auf eine noch zu treffende Entscheidung ausgerichtet. Damit wird der Bezug zum dominierenden Forschungsansatz der nationalen und internationalen Controlling- bzw. Management-Accounting-Forschung hergestellt.⁵⁴ Die unter Anschlussfähigkeitsgesichtspunkten sinnvolle Beibehaltung dieser Perspektive schließt den Durchsetzungsaspekt bzw. die symbolische Nutzung aus. Ebenso ist der ex post-Lernaspekt (Kontrolle) verzichtbar, weil dies im Bereich der Verhaltenssteuerung zu antizipieren ist und damit auch aus der ex ante-Perspektive einbezogen werden kann.⁵⁵ Die empirischen Befunde zur Nutzung von Controllinginformationen⁵⁶ zeigen trotz dieser notwendigen Einschränkungen, dass

⁵⁰ Vgl. Karlshaus (2000: 25, 33).

⁵¹ Vgl. Homburg et al. (2000: 252).

⁵² Vgl. Schäffer/Steiners (2004: 389).

⁵³ Hopwood (1978: 10).

⁵⁴ Vgl. Wagenhofer (2004: 20).

⁵⁵ Vgl. Wagenhofer (1997: 73).

⁵⁶ Vgl. Karlshaus (2000: 178-180); Homburg et al. (2000: 252); Sandt (2004: 206).

eine Ergänzung von Entscheidungsfundierung und Verhaltenssteuerung um den Aspekt der konzeptionellen Nutzung einen großen Mehrwert mit sich bringt.

Die Erweiterung der ehemals „ganz auf die Entscheidungsfunktion ausgerichtet[en]“⁵⁷ Sicht der Kostenrechnung um die Verhaltenssteuerung wurde erst in den 90er Jahren intensiv bearbeitet,⁵⁸ obwohl Entscheidungsfundierung und Verhaltenssteuerung, wie ausgeführt, sehr eng beieinander liegen. Die Erweiterung der Betrachtung um den Aspekt der konzeptionellen Nutzung von Controllinginformationen erfordert jedoch eine Überwindung der sehr hohen „disziplinären Schranken“ zwischen ökonomisch-rationalem und verhaltensorientiertem Ansatz.⁵⁹ Daher verwundert es nicht, dass diesem Unterfangen bislang noch keine Aufmerksamkeit gewidmet wurde: „There has been, however, very little research on the learning conceptualizations and use of management accounting“⁶⁰. Betrachtet man nun die beiden Strömungen aus ihrer Eigenlogik heraus, so werden die Gründe für dieses Forschungsdefizit noch deutlicher.

Innerhalb der ökonomisch-rationalen Strömung gibt es seit langem die Forderung zur Abkehr von der neoklassischen Rationalitätsannahme des Homo-oeconomicus-(HO-) Modells durch eine explizite Modellierung der Kognition.⁶¹ Jedoch wurden in dieser Hinsicht bis vor kurzem kaum substantielle Fortschritte erzielt.⁶² Neuere Arbeiten, sowohl in der Mikroökonomik allgemein als auch im Bereich der ökonomisch-rationalen Arbeiten in der Betriebswirtschaftslehre, liefern jedoch Anzeichen für eine verstärkte Berücksichtigung von Kognition und anderen traditionell verhaltensorientiert bearbeiteten Aspekten.⁶³ Diese Arbeit leistet daher einen Beitrag, diese Tendenz auf den Themenbereich der Nutzung von Controllinginformationen auszudehnen (*Forschungsbeitrag 1*). Damit wird gleichzeitig das Konzept der konzeptionellen Informationsnutzung erstmalig modelltheoretisch präzisiert (*Forschungsbeitrag 2*).

Die verhaltensorientierte Literaturströmung ist dagegen stark konzentriert auf die Erweiterung empirischen Wissens.⁶⁴ Im Bereich der Nutzung von Controllinginforma-

⁵⁷ Wagenhofer (1997: 62).

⁵⁸ Vgl. Weber (1994: 99); Wagenhofer (1997: 62).

⁵⁹ Vgl. Merchant et al. (2003).

⁶⁰ Shields (1997: 23).

⁶¹ Vgl. Simon (1959: 279).

⁶² Vgl. Mantzavinos et al. (2004: 81).

⁶³ Vgl. bspw. Bénabou/Tirole (2004) zu Willensstärke bzw. der Fähigkeit zum Erkennen der eigenen Präferenzen, Mayer/Pfeiffer (2004) zum Einbezug sozialer Präferenzen in PA-Modelle, Gifford (2005) zu beschränkter Aufmerksamkeit und Dewatripont/Tirole (2005) zum Einbezug von Kommunikation in ein ökonomisches Modell.

⁶⁴ Vgl. Schoenfeld (1993: 281); Hayes (1983: 244). Für eine Charakterisierung aus ökonomischer Sicht: Radner (2000: 633).

tionen wird daher explizit die Priorität auf die Erweiterung der immer noch als unzureichend empfundenen empirischen Erkenntnisse durch Replikation und Einbezug situativer Faktoren gefordert.⁶⁵ Die Auseinandersetzung mit modelltheoretischen Ansätzen erscheint deshalb aus dieser Perspektive verzichtbar.⁶⁶ Die vorliegende Arbeit unternimmt einen Schritt zur Behebung des Mangels an theoretischer Integration der bereits vorhandenen empirischen Ergebnisse zur konzeptionellen Nutzung (s. o.) mit den überwiegend als grundlegend akzeptierten ökonomisch-rationalen Modellen.⁶⁷

To successfully deal with the challenges and opportunities identified [...] will require researchers to invest in and conduct more integrative research [...]. Thus, more complete models would be developed by relying on multiple theories from a discipline as well as theories from multiple disciplines.⁶⁸

Im Zentrum der Arbeit steht jedoch der inhaltliche Erkenntnisbeitrag zur Nutzung von Controllinginformationen, indem nicht nur eine generische, theoretische Integration geleistet, sondern auch eine konkrete Forschungshypothese aus dem Bereich des Controllings untersucht wird.⁶⁹ Aus methodologischer Perspektive ist damit der wichtige Schritt einer Ausdehnung des Anwendungsbereichs umfassenderer Modelle auf die konkreten Funktionen der Unternehmensführung verbunden.⁷⁰ Die empirischen Erkenntnisse zur konzeptionellen Nutzung von Controllinginformationen haben noch nicht Eingang in modelltheoretische Arbeiten gefunden, was jedoch grundsätzlich gefordert wird.⁷¹ Deshalb fehlt bislang noch ein „Gegenstück“ zur Betrachtung des Spannungsfeldes zwischen Entscheidungsfundierung und Verhaltenssteuerung von Wagenhofer (1996). Diesen Mangel adressiert die vorliegende Arbeit durch die Untersuchung der Forschungshypothese über das Spannungsfeld zwischen instrumenteller (zum Zweck der Entscheidungsfundierung oder Verhaltenssteuerung) und konzeptioneller Nutzung von Controllinginformationen (*Forschungsbeitrag 3*).

⁶⁵ Vgl. Schäffer/Steiners (2004: 401); Pfaff et al. (1999: 143).

⁶⁶ Vgl. Hayes (1983: 241-242, 248).

⁶⁷ Vgl. Scapens/Bromwich (2001: 249, 252-253).

⁶⁸ Shields (1997: 28), ähnlich auch Atkinson et al. (1997: 98). Dieser Punkt wird auch aus methodischer Perspektive geteilt: „[C]omputational work provides a rich modelling of organizational structure and how agents interact while neoclassical work is sophisticated in its modelling of incentives – and a superior theory of organizations is to be had if the two can be integrated.“ Chang/Harrington (2006: 1326-1327).

⁶⁹ S. Abschnitt 1.2 für die Formulierung der Forschungshypothese über das Zusammenspiel von konzeptioneller und instrumenteller Nutzung von Controllinginformationen.

⁷⁰ „An important step is to further pursue the approach of building a landscape from economic primitives by modelling specific functions – pricing, product selection, training practices, marketing, inventory policy etc.“ Chang/Harrington (2006: 1326-1327).

⁷¹ Vgl. Atkinson et al. (1997: 98).

1.4 Struktur der Argumentation

Zur transparenten Dokumentation der Ergebnisse dieser Arbeit folgt sie im Aufbau den Forschungsbeiträgen, die sich aus der gewählten Problemstellung ergeben.⁷²

Die Forschungsbeiträge dieser Arbeit werden in Form von drei (Zwischen-)Ergebnissen erarbeitet und präsentiert:

- (1) Eine umfassendere Sicht der Nutzung von Controllinginformationen, die Entscheidungsfundierung, Verhaltenssteuerung (als Formen instrumenteller Informationsnutzung) und konzeptionelle Informationsnutzung ausgehend vom ökonomisch-rationalen Grundmodell integrativ erfasst.
- (2) Ein Modellierungsansatz, der den integrativen Rahmen modelltheoretisch präzisiert und dadurch die Untersuchung der Forschungshypothese ermöglicht.
- (3) Modellergebnisse, die die Gefahr dysfunktionaler Gestaltungsempfehlungen bei Vernachlässigung der konzeptionellen Informationsnutzung (Forschungshypothese) bestätigen oder widerlegen.

Im Zentrum der Arbeit stehen die Modellergebnisse (3) im Hinblick auf die Forschungshypothese. Diese bauen auf den Zwischenergebnissen (1 & 2) auf. Als gemeinsame Basis haben sie die Modellierung eines Akteurs, der so nahe am HO-Modell des ökonomisch-rationalen Ansatzes bleibt wie möglich, aber so weit davon abweicht, wie es die Modellierung der konzeptionellen Informationsnutzung nötig macht. Nur so kann Anschlussfähigkeit zum ökonomisch-rationalen Ansatz erreicht und gleichzeitig das Phänomen der konzeptionellen Informationsnutzung einbezogen werden. Die Herausforderung liegt darin, dass der ökonomisch-rationale Ansatz über die Nutzenmaximierung und Anreizgestaltung primär Wollensaspekte behandelt,⁷³ wohingegen konzeptionelle Informationsnutzung mit dem Bezug auf das Denken und Verständnis der Akteure kognitive bzw. Könnensaspekte in den Vordergrund stellt. Zur Strukturierung dieser Modellbildungsentscheidung wird daher auf einen Bezugsrahmen zurückgegriffen, der an der Unterscheidung zwischen „Wollen“ und „Können“ eines

⁷² Zur Fokussierung auf die Struktur der Arbeit wird dabei an einigen Stellen von den erarbeiteten Inhalten abstrahiert und stattdessen die Funktion dieses Abschnittes im Gesamtkontext der Arbeit betont. So ist beispielsweise Hollands Theorie regelbasierter, adaptiver Agenten der inhaltlich ausgewählte Modellierungsansatz, für die Herausarbeitung der Struktur der Arbeit ist es jedoch sinnvoll, auf die Komplexität dieser inhaltlichen Information zu verzichten und lediglich auf den „gewählten Modellierungsansatz“ zu verweisen. Dadurch erklären sich etwaige Abweichungen von der Bezeichnung eines Abschnittes im Inhaltsverzeichnis.

⁷³ Vgl. Lazear (1987/1998: 744); Meyer (2005: 22); Chang/Harrington (2006: 1326-1327).

Akteurs ansetzt und deren methodologisch reflektierte Verbindung thematisiert:⁷⁴ Dazu wird unterhalb der alltagsweltlichen Ebene von Wollen/Können eine Ebene an theoretischen Konzepten zur wissenschaftlichen Präzisierung von Aspekten des Könnens und Wollens gebildet, um eine theoriegeleitete Verbindung zu ermöglichen. Zur Unterstützung und Ergänzung der sachlich-analytischen Betrachtung der theoretischen Konzepte wird noch eine Instrumenten- und Methodenebene einbezogen. Diese schafft eine Basis zur Analyse komplexerer Zusammenhänge. In diesen Bezugsrahmen können die Ergebnisse eingeordnet werden, um sie in einen strukturierten Zusammenhang zu stellen.

Ergebnis (1) besteht in der Verbindung der primär auf das Wollen bezogenen Aspekte der instrumentellen Informationsnutzung (Entscheidungsfundierung und Verhaltenssteuerung) und der primär auf das Können bezogenen konzeptionellen Nutzung in einem integrativen Modell. Dieses sachlich-analytische Modell wird im nächsten Schritt durch den erarbeiteten Modellierungsansatz (*Ergebnis 2*) modelltheoretisch präzisiert und damit in die Instrumenten- und Methodenebene überführt. Die Modellergebnisse (*Ergebnis 3*) entstehen schließlich aus einem Vergleich der einseitig auf instrumentelle Informationsnutzung bezogenen Aussagen des ökonomisch-rationalen Ansatzes und des Modells dieser Arbeit, das die konzeptionelle Nutzung einbezieht.

Der Prozess der Erarbeitung von Ergebnissen entspricht einer Beantwortung der korrespondierenden Forschungsfragen, die den Ausgangspunkt für die Darstellung des Argumentationsganges bilden.

- (1) Wie kann das ökonomisch-rationale Grundmodell der Nutzung von Controllinginformationen um die konzeptionelle Nutzung ergänzt werden?
- (2) Wie kann diese umfassendere Sicht modelltheoretisch präzisiert werden?
- (3) Bestätigt sich die Forschungshypothese im präzisierten modelltheoretischen Kontext?

Für eine Einordnung der Ergebnisse und Forschungsfragen in den gewählten Bezugsrahmen s. Abbildung 1-1.

⁷⁴ Vgl. Meyer/Heine (2005: 19-21).

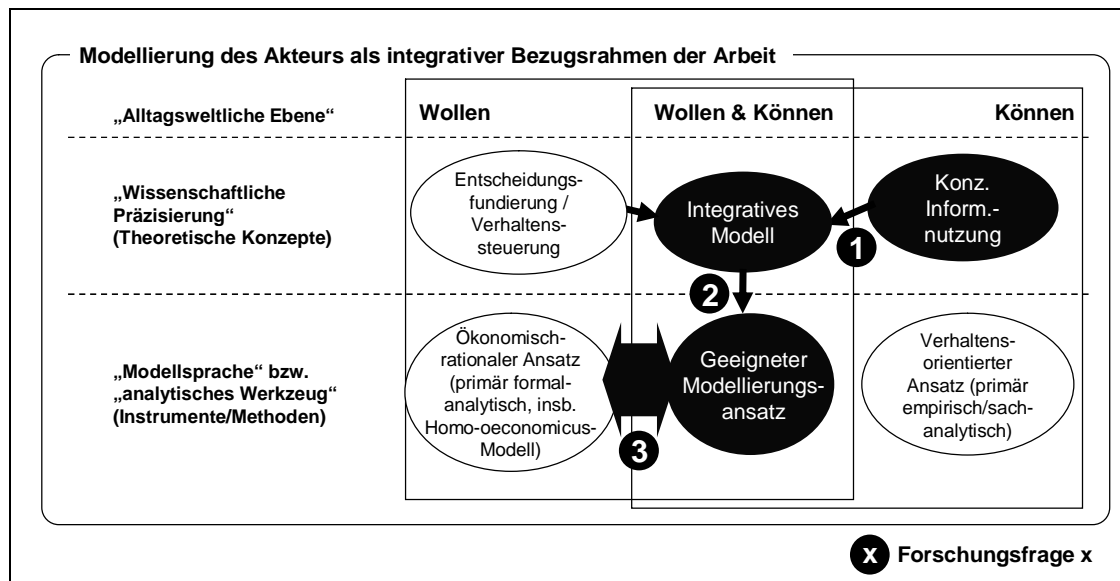


Abbildung 1-1: Einordnung der Forschungsfragen und (Zwischen-)Ergebnisse⁷⁵

Zur Beantwortung der 1. Forschungsfrage in *Kapitel 2* wird zunächst das ökonomisch-rationale Grundmodell beschrieben (K2.1), zu dem Anschlussfähigkeit hergestellt werden soll. Anschließend wird herausgearbeitet, welche Kerneigenschaften die in das Grundmodell zu integrierende konzeptionelle Informationsnutzung besitzt (K2.2). Davon ausgehend kann eine spezifische Definition der konzeptionellen Informationsnutzung erarbeitet werden, die eine Integration in das ökonomisch-rationale Grundmodell ermöglicht (K2.3). Abschließend wird die Bedeutung des erweiterten Grundmodells als Ergebnis im Hinblick auf die erste Forschungsfrage herausgearbeitet und gleichzeitig die Grundlage für die Bearbeitung der nächsten Forschungsfrage zusammenfassend dargestellt (K2.4).

Durch die Integration der konzeptionellen Informationsnutzung werden Anforderungen an eine modelltheoretische Präzisierung gestellt, die von denen der instrumentellen Informationsnutzung potenziell abweichen. Zur Beantwortung von Forschungsfrage 2 in *Kapitel 3* wird daher zunächst gezeigt, wo das HO-Modell des ökonomisch-rationalen Ansatzes hinsichtlich dieser Anforderungen an seine Grenzen stößt (K3.1). Basierend auf einem Ansatz von Heiner zur Ausdifferenzierung des HO-Modells im Bereich der Informationsnutzung und dem bereits vorgestellten Bezugsrahmen zur Modellierung des Akteurs⁷⁶ wird ein geeigneter Modellierungsansatz erarbeitet, der die

⁷⁵ Unter Verwendung des Bezugsrahmens aus Meyer/Heine (2005: 20).

⁷⁶ Siehe Abbildung 1-1.

inhaltlichen und methodologischen Anforderungen aus der Verbindung von Verhaltenssteuerung/Entscheidungsfundierung („Wollen“) und konzeptioneller Informationsnutzung („Können“) erfüllen soll (K3.2). Der ausgewählte Modellierungsansatz Hollands wird anschließend detailliert beschrieben (K3.3). Um vorhandene Erfahrungen mit Hollands Modellierungsansatz nutzbar zu machen und konkrete Anknüpfungspunkte aufzuzeigen, wird eine Übersicht über die vorhandenen ökonomischen Anwendungen gegeben (K3.4). Zum Abschluss des Kapitels wird dargestellt, wie dadurch die zweite Forschungsfrage beantwortet und eine Grundlage für die Bearbeitung der letzten Forschungsfrage geschaffen wurde (K3.5).

Zur Untersuchung der Forschungshypothese über die Gefahr dysfunktionaler Gestaltungsempfehlungen bei Vernachlässigung der konzeptionellen Nutzung von Controllinginformationen in *Kapitel 4* ist ein konkretes Modell notwendig. Daher wird im ersten Schritt der Beantwortung von Forschungsfrage 3 ein strukturell geeignetes vorhandenes Modell ausgewählt und dessen Entscheidungsproblem und Modellstruktur so modifiziert, dass das in Kapitel 2 erarbeitete erweiterte Grundmodell für die Nutzung von Controllinginformationen abgebildet werden kann (K4.1). Zur Untersuchung des Modellverhaltens ist eine Überführung in ein computerbasiertes Modell notwendig, wobei technische Aspekte berücksichtigt werden und eine Validierung des Computerprogramms vorgenommen wird (K4.2). Daraufhin können die Hypothesen abgeleitet werden, die die Eigenschaften instrumenteller Informationsnutzung im Hinblick auf Entscheidungsfundierung und Verhaltenssteuerung und deren Zusammenspiel mit der konzeptionellen Informationsnutzung im Kontext des konkreten Modells darstellen. Darunter fällt auch die Konkretisierung der Forschungshypothese (K4.3). Zur Untersuchung der Hypothesen werden Computersimulationsexperimente durchgeführt (K4.4).

Die Diskussion der Ergebnisse der Simulationsexperimente und der umfassenderen Modellierung der Nutzung von Controllinginformationen allgemein steht im Mittelpunkt von *Kapitel 5*. Dort wird unterschieden zwischen dem inhaltlichen Beitrag zur Controllingforschung (K5.1) auf der einen und dem methodologischen Beitrag auf der anderen Seite (K5.2). In beiden Fällen sind Einschränkungen zu berücksichtigen (K5.3). Kapitel 6 beschließt die Arbeit mit einer Zusammenfassung (K6.1) und den Forschungsimplicationen, die die Nutzung der Ergebnisse dieser Arbeit im größeren Kontext der Controllingforschung herausarbeiten (K6.2). Für eine Übersicht über die vorgestellte Struktur s. Abbildung 1-2.

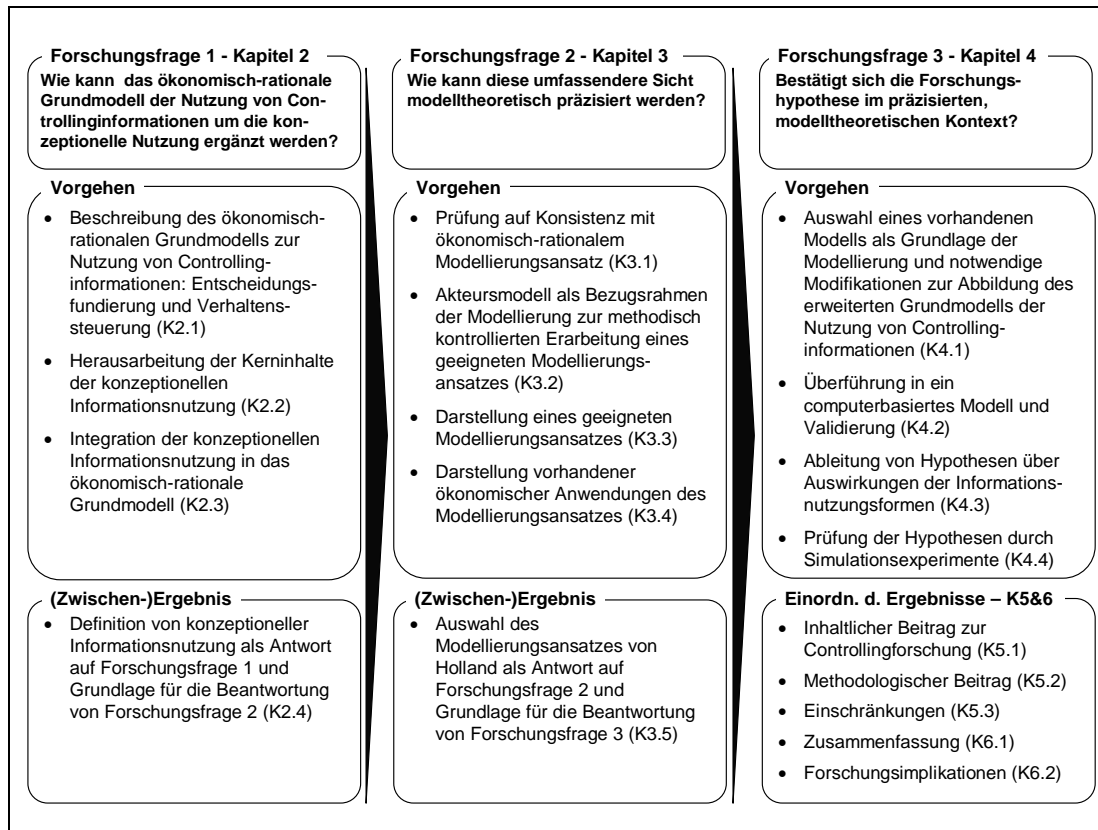


Abbildung 1-2: Übersicht über Forschungsfragen und die Struktur der Arbeit

2. Integration konzeptioneller Nutzung von Controllinginformationen in das ökonomisch-rationale Grundmodell

Die erste Forschungsfrage dieser Arbeit lautet: Wie kann das ökonomisch-rationale Grundmodell um die konzeptionelle Nutzung von Controllinginformationen ergänzt werden? Zur Bearbeitung dieser Forschungsfrage wird zunächst das ökonomisch-rationale Grundmodell der Nutzung von Controllinginformationen als gewählter theoretischer Ausgangspunkt dargestellt (Unterkapitel 2.1). Anschließend werden die Kerninhalte der konzeptionellen Informationsnutzung herausgearbeitet, um die in das Modell zu integrierenden Aspekte zu präzisieren (Unterkapitel 2.2). Anhand dieser Grundlagen wird erarbeitet, wie die Erweiterung dieses Grundmodells um die konzeptionelle Informationsnutzung erreicht werden kann (Unterkapitel 2.3). Das Kapitel schließt mit der zusammenfassenden Beantwortung der Forschungsfrage und der Herausarbeitung des damit erreichten Zwischenergebnisses im Kontext der Problemstellung dieser Arbeit und darüber hinaus (Unterkapitel 2.4).

2.1 Ökonomisch-rationales Grundmodell der Nutzung von Controllinginformationen

Theoretischer Ausgangspunkt dieser Arbeit ist das ökonomisch-rationale Grundmodell der Nutzung von Controllinginformationen. Mit dem Controlling wird ein spezifischer Bereich der Informationsnutzung betrachtet, so dass vor der Darstellung des Grundmodells zunächst das theoretische Verständnis des Controllings näher charakterisiert wird.

Im Hinblick auf die Problemstellung steht die modelltheoretische Integration unterschiedlicher Nutzungsformen von Controllinginformationen im Vordergrund. Daher muss die zu Grunde gelegte Controllingkonzeption hinreichend allgemein sein, um sowohl instrumentelle und konzeptionelle Informationsnutzung als auch die modelltheoretische Formalisierung, ausgehend vom „rational-ökonomischen Modell“⁷⁷, erfassen zu können. Die Controllingkonzeption von Weber/Schäffer (1999: 743), die Controlling als Rationalitätssicherung der Führung definiert, ist dazu besonders gut geeignet. Das Konzept der Sicherstellung von Führungsrationalität ist sehr allgemein, so

⁷⁷ Vgl. Wagenhofer (1997: 63, 66-68). Darunter fällt auch die informationsökonomische Analyse von Controllingproblemen. Vgl. Ewert (2002: 21-22).

dass alle anderen gebräuchlichen Konzeptionen, wie die Informationsversorgungssicht, aber auch die Sicht der erfolgszielbezogenen Führung und die Koordinationssicht, darunter zu subsumieren sind.⁷⁸ Gleichzeitig ist das Konzept der Rationalität aber auch gut formalisierbar, so dass die Anschlussfähigkeit zur neoklassischen Rationalitätsannahme der modelltheoretischen Ansätze leicht herzustellen ist. Damit bezieht sich die Arbeit auf die Begrifflichkeit der deutschen Diskussion. Anschlussfähigkeit an die internationale, besonders anglo-amerikanische Diskussion ist dennoch unverzichtbar, um die internationale Literatur einbinden und die Ergebnisse auch im Kontext der internationalen Diskussion verorten zu können.

Zum Rationalitätssicherungskonzept des Controllings gibt es international keine exakte Entsprechung. Weitet man die Betrachtung auf das Controlling allgemein aus, so ist das Forschungsfeld „management accounting“, der interne, führungsbezogene Teilbereich des „accounting“⁷⁹, als Entsprechung zu betrachten.⁸⁰ Vorherrschend ist die „information content perspective“,⁸¹ die davon ausgeht, dass Accountinginformation als Grundlage von Entscheidungen dient, und auf Horngren (1962) zurückgeht.⁸² Es wird dabei dominant auf ökonomische Modellbildung zurückgegriffen. Davon abweichend hat sich eine Reihe anderer Ansätze in Abgrenzung zu dieser Perspektive gebildet.⁸³ Gemeinsame Ausgangsposition dieser Ansätze ist die Forderung, dass der Bezugspunkt des Accountings nicht mehr ausschließlich auf die Entscheidung gelegt werden sollte, sondern auf die Organisation und das Verhalten ihrer Mitglieder:⁸⁴ „[T]he purposes which accounting serves are organisational rather than technical in nature, and [...] the effectiveness of any accounting procedure depends ultimately upon how it influences the behaviour of people in the enterprise.“⁸⁵ Diese „organizational perspective“ kann daher auch als verhaltensorientiert bezeichnet werden und legt große Aufmerksamkeit auf individuelle Eigenschaften der Akteure.⁸⁶

Das Konzept der konzeptionellen Informationsnutzung lässt sich genau in diesem Bereich verorten, da es präzisiert, wie die Nutzung von Accountinginformationen auf

⁷⁸ Vgl. Weber/Schäffer (1999: 740).

⁷⁹ Vgl. Horngren et al. (2002: 5).

⁸⁰ Vgl. Becker (2003: 87).

⁸¹ Vgl. Macintosh (2002: 1).

⁸² Vgl. Beaver (2002: 631) und, für eine ausführliche Darstellung, Christensen/Demski (2003).

⁸³ Vgl., auch für einen Überblick, Becker (2003: 84, 110-183).

⁸⁴ Vgl. Hayes (1983: 244) mit Bezug auf Waterhouse/Tiessen (1978) und Watson (1975).

⁸⁵ Hopwood (1974/1976: 1).

⁸⁶ Vgl. Hopwood (1978: 10).

die Akteure zurückwirkt. Durch die modelltheoretische Formalisierung der konzeptionellen Nutzung von Controllinginformationen wird eine Brücke zwischen der traditionell ökonomischen „information content perspective“ und der verhaltensorientierten „organizational perspective“ geschlagen. Beide Perspektiven sind darüber hinaus kompatibel mit der Rationalitätssicherungssicht dieser Arbeit. Im Falle der „information content perspective“ wird die Lieferung von Informationen zur Verbesserung von Entscheidungen in den Vordergrund gestellt,⁸⁷ was eine spezifische Form der Sicherstellung von Führungsrationalität darstellt. Dieses enge Verständnis von Unternehmensführung als das Treffen von Entscheidungen wird von der „organizational perspective“ aufgeweitet, so dass auch die Wirkungen des „management accounting“ umfassender betrachtet werden. Aber auch aus dieser Perspektive erfasst Rationalitätssicherung die zentrale Aufgabe des „management accounting“, wenn der Organisationszweck als Bezugspunkt gewählt wird.

Neben dem „management accounting“ gibt es international noch einen weiteren Forschungsbereich, der sich mit ganz ähnlichen Fragestellungen beschäftigt: „management control“, begründet durch Anthony (1965), bezeichnet „the process by which managers influence other members of the organization to implement the organization's strategies“⁸⁸. Accounting ist dabei das wichtigste Instrument der „organizational control“.⁸⁹ Da aber die Perspektive des Managers eingenommen wird,⁹⁰ ist die Management-Control-Forschung nicht auf das Accounting beschränkt. Der Accounting-Fokus geht daher immer mehr zurück.⁹¹ Im Hinblick auf die Problemstellung wird in dieser Arbeit bewusst die Perspektive des Controllings als Informationslieferant eingenommen, was die Management-Perspektive des Management-Control-Ansatzes aus konzeptionellen Erwägungen ausschließt. Dennoch ließe sich grundsätzlich eine Übersetzung vornehmen.

Insgesamt wurde damit aufgezeigt, welche Schnittstellen die hier eingenommene Controllingsicht zu den unterschiedlichen Strängen der internationalen Diskussion aufweist und dass sie grundsätzlich anschlussfähig ist. Im nächsten Schritt gilt es nun, die Implikationen dieser Perspektive zu erörtern.

⁸⁷ Vgl. Horngren et al. (2002: 5).

⁸⁸ Anthony (2003: 6).

⁸⁹ Vgl. Berry et al. (1995a: 94).

⁹⁰ Vgl. Berry et al. (1995b: 3-4).

⁹¹ Vgl. Otley (2003); Otley et al. (1995: S31).

Controllinginformation wird aus Sicht der Rationalitätssicherung nicht direkt definiert, sondern über ihre Verwendung zum Zweck der Rationalitätssicherung. Dies gilt entsprechend der Definition eines Controllinginstrumentes als Führungsinstrument, das zum Zweck des Controllings verwendet wird.⁹² Controllinginstrumente sind zudem für diese Arbeit insofern relevant, als sie Controllinginformationen zur Verfügung stellen. Die Analyse der Nutzung dieser Informationen bringt daher Implikationen für die Gestaltung von Controllinginstrumenten mit sich.⁹³

Damit ist das Begriffsverständnis dieser Arbeit im Hinblick auf das Controlling als spezieller Bereich der Informationsnutzung dargelegt. Das im Folgenden dargestellte ökonomisch-rationale Grundmodell der Nutzung von Controllinginformationen ist demzufolge eine Spezifizierung der ökonomischen Betrachtung von (delegierten) Entscheidungen im Hinblick auf die Verwendung von Controllinginformationen. Insofern handelt es sich beim vorgestellten Grundmodell nicht um eine Spezifizierung des Rationalitätssicherungsansatzes im Sinne einer anderen oder spezifischeren Sicht des Gegenstandsbereichs des Controllings, sondern um einen methodischen Ansatz: die ökonomisch-rationale Analyse der Nutzung von Controllinginformationen.⁹⁴

Wagenhofer (1997: 68-70) stellt ein Schema vor, das als Grundmodell der ökonomisch-rationale Analyse von Controllingproblemen angesehen werden kann. Dieses Schema thematisiert, wie die Kostenrechnung vor dem Hintergrund des ökonomisch-rationale Ansatzes zur Entscheidungsfundierung und Verhaltenssteuerung verwendet werden kann. Dabei steht nicht die Kostenrechnung (als Controllinginstrument) selbst im Mittelpunkt, sondern die entscheidungsrelevante Information, die sie zur Verfügung stellt.⁹⁵ Daher sind Entscheidungsfundierung und Verhaltenssteuerung zugleich *Funktionen* des Controllinginstrumentes Kostenrechnung und *Nutzungsarten* der durch die Kostenrechnung erzeugten Controllinginformationen. Daraus ergibt sich die Relevanz dieses Schemas für die gewählte Problemstellung im Hinblick auf die Nutzung von Controllinginformationen. Darüber hinaus ist die Kostenrechnung eines der

⁹² Vgl. Schäffer/Steiners (2005: 119).

⁹³ Unter Information wird grob eine entscheidungsrelevante Aussage verstanden. Für die spätere spezifische Modellierung von Information im Modell wird ggf. eine Spezifizierung vorgenommen. Vgl. Boisot/Canals (2004: 44); Christensen/Demski (2003: 3, 74-90). Für eine Auseinandersetzung mit dem Informationsbegriff im Kontext eines Simulationsmodells siehe u. a. Langer (2002: 28-44).

⁹⁴ In Anlehnung an Ewert (2002: 21-22), der diese Argumentation für die Verhältnisbestimmung zwischen den „Entwurfskonzeptionen“ des Controllings (z. B. dem Rationalitätssicherungsansatz) und der „informationsökonomischen Analyse von Controllingproblemen“ darlegt. Ähnlich auch Christensen/Demski (2003: 7).

⁹⁵ Vgl. Wagenhofer (1997: 69-70). Eine nähere Darstellung folgt.

wichtigsten Controllinginstrumente. Aus dem gewählten Begriffsverständnis heraus ist jedes Instrument der Unternehmensführung ein Controllinginstrument, das zum Zweck der Rationalitätssicherung genutzt wird.

Das Schema von Wagenhofer (1997) ist ohne weiteres auf die Ebene von Controllinginstrumenten zu verallgemeinern. Ewert/Wagenhofer (2003: 7-9, 19) verwenden es beispielsweise unverändert für alle Instrumente der internen Unternehmensrechnung, was neben der Kostenrechnung auch alle Investitions- und Finanzrechnungen einschließt. Aber auch darüber hinaus ist es unverändert anwendbar, weil es sämtliche entscheidungsrelevanten Informationen berücksichtigt und lediglich einige Informationen herausgreift, deren Beeinflussung gesondert thematisiert wird. Insofern können statt Kostenrechnungsinformationen ebenso Controllinginformationen von „Informationen von anderen Quellen“⁹⁶ abgegrenzt werden, ohne das Schema zu verändern.

Folglich gilt das Schema von Wagenhofer (1997) für die Analyse der Nutzung von Informationen, die von Controllinginstrumenten erzeugt werden, und ist damit vor dem Hintergrund der Problemstellung für diese Arbeit verwendbar. Es ist als *Grundmodell der ökonomisch-rationalen Analyse von Controllinginformationen* anzusehen, weil es die beiden Verwendungszwecke von Controllinginformationen, Entscheidungsfundierung und Verhaltenssteuerung, die der ökonomisch-rationalen Analyse zu Grunde liegen,⁹⁷ allgemeingültig präzisiert. Im Folgenden wird dieses Grundmodell zunächst für die Entscheidungsfundierung und anschließend für die Verhaltenssteuerung dargestellt.

Das Grundmodell der Entscheidungsfundierung⁹⁸ (s. Abbildung 2-1 für eine schematische Darstellung) basiert auf der normativen Entscheidungstheorie:⁹⁹ Eine Entscheidung wird auf der Basis eines Entscheidungsmodells getroffen, das vom Zielsystem des Entscheidungsträgers abhängt. Informationen über Handlungsalternativen, Ergebnisse und Umweltzustände lassen sich mit Hilfe des Entscheidungsmodells in der konkreten Entscheidungssituation verarbeiten, um „Entscheidbarkeit“ herzustellen.¹⁰⁰ Neben anderen Informationsquellen stellen Controllinginstrumente Informationen zur

⁹⁶ Wagenhofer (1997: 69).

⁹⁷ S. Abschnitt 1.3.

⁹⁸ Vgl. Wagenhofer (1997: 69) und formal Christensen/Demski (2003: 94-116).

⁹⁹ Vgl. Feltham/Demski (1970: 623); Laux (2005: 15-20). Laux (2005: 20) unterscheidet zwischen Entscheidungsmodell, Zielfunktion und Entscheidungsfeld, wobei Letzteres noch in Handlungsalternativen, Ergebnisse und Umweltzustände untergliedert wird.

¹⁰⁰ Vgl. Bretzke (1980: 35).

Verfügung, die in der spezifischen Situation entscheidungsrelevant sein können und im Sinne proaktiver Rationalitätssicherung die Entscheidungsgüte verbessern.¹⁰¹ Die Gestaltung der Controllinginstrumente richtet sich nach der Verwendung der Controllinginformationen im Entscheidungsmodell und ist, wie das Entscheidungsmodell selbst, abhängig vom Zielsystem des Entscheidungsträgers.

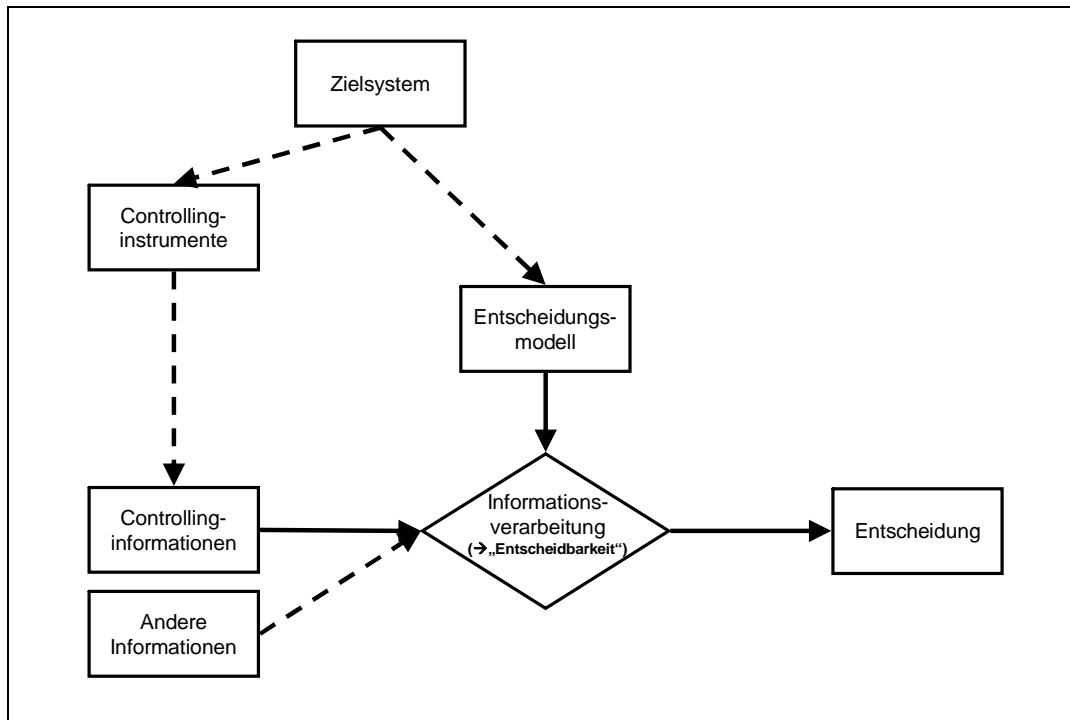


Abbildung 2-1: Schema der Entscheidungsfundierung¹⁰²

Dieses Schema kann für den Fall der Verhaltenssteuerung erweitert werden,¹⁰³ indem zwischen Instanz und Entscheidungsträger unterschieden wird. Die Instanz delegiert eine Entscheidung an den Entscheidungsträger, der diese Entscheidung wie im dargestellten Grundmodell der Entscheidungsfundierung trifft.¹⁰⁴ Der Entscheidungsträger hat jedoch ein eigenes Zielsystem, das von dem der Instanz abweichen kann (Interessenkonflikt), und verfügt zudem potenziell über Informationen, auf die die Instanz kei-

¹⁰¹ Vgl. Schäffer/Weber (2003: 4-5).

¹⁰² Angelehnt an Wagenhofer (1997:69). Modifikationen wurden vorgenommen, um das Schema auf Controllinginstrumente allgemein zu übertragen und herauszuarbeiten, dass Informationen und Entscheidungsmodell zusammen (im Sinne eines Verarbeitungsprozesses, symbolisiert durch die Rautenform und durchgehende Pfeile) die Entscheidung herbeiführen. Die gestrichelten Pfeile symbolisieren eine abstrakte Beeinflussung.

¹⁰³ Vgl. Wagenhofer (1997: 69) und formal Christensen/Demski (2003: 229-252).

¹⁰⁴ vgl. Wagenhofer (1997: 68).

nen Zugriff hat (asymmetrische Information). Um dennoch sicherzustellen, dass der Entscheidungsträger im Sinne des Zielsystems der Instanz entscheidet, kann die Instanz qua hierarchischer Befugnis auf die Entscheidung des Entscheidungsträgers Einfluss nehmen. Eine Möglichkeit bietet die Gestaltung der Controllinginstrumente. So kann die Instanz dafür sorgen, dass dem Entscheidungsträger ausgewählte Informationen zur Verfügung stehen. Außerdem kann mit einem Belohnungssystem, das im Hinblick auf die Auswirkungen der Entscheidung sensitiv ist, das Zielsystem des Entscheidungsträgers beeinflusst werden (s. Abbildung 2-2). In Kombination kann die Instanz einen Einfluss auf den Entscheidungsträger ausüben, um sicherzustellen, dass die Entscheidung in ihrem Sinne getroffen wird. Der Entscheidungsträger passt dann sein Entscheidungsmodell an die Anreize des Beurteilungssystems an. Damit (spätestens) werden die zur Verfügung gestellten Controllinginformationen entscheidungsrelevant und führen potenziell zur von der Instanz gewünschten Entscheidung.¹⁰⁵

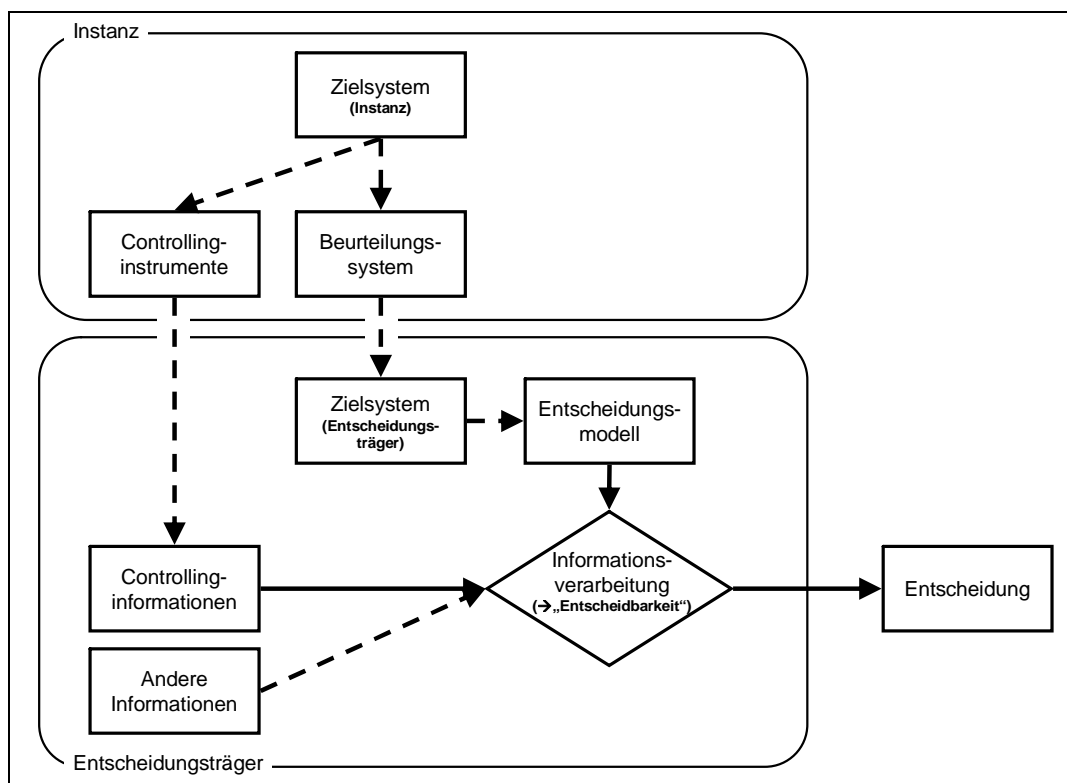


Abbildung 2-2: Schema der Verhaltenssteuerung¹⁰⁶

¹⁰⁵ Vgl. Wagenhofer (1997: 70).

¹⁰⁶ Angelehnt an Wagenhofer (1997: 69). Modifikationen wie bei Abbildung 2-1.

Abbildung 2-1 und Abbildung 2-2 verdeutlichen, dass das Schema der Entscheidungsfundierung im Schema der Verhaltenssteuerung (im Sinne einer Ausdifferenzierung) enthalten ist. Ersteres kann daher als Sonderfall der Verhaltenssteuerung angesehen werden, wenn Instanz und Entscheidungsträger in einer Person zusammenfallen. Neben der schematischen Darstellung der Entscheidungsdeterminanten ist zu berücksichtigen, dass diese im Kontext des ökonomisch-rationalen Modells eines ökonomischen Akteurs (HO-Modell) stehen.¹⁰⁷ Damit gehen konkrete Vorgaben für die Modellierung von Zielsystem, Entscheidungsmodell etc. einher, die bei der Anwendung berücksichtigt werden müssen. Eine nähere Auseinandersetzung mit den Implikationen des HO-Modells ist jedoch beim gegenwärtigen Stand der Argumentation noch nicht erforderlich. Festzuhalten ist an dieser Stelle lediglich, dass das dargestellte Schema der Verhaltenssteuerung in Verbindung mit dem HO-Modell das ökonomisch-rationale Grundmodell der Nutzung von Controllinginformationen bildet und als solches den theoretischen Rahmen für die angestrebte Modellierung der konzeptionellen Nutzung von Controllinginformationen darstellt.

2.2 Kerninhalte der konzeptionellen Informationsnutzung

Das zentrale theoretische Konzept dieser Arbeit ist die konzeptionelle Informationsnutzung. Es wurde durch Studien über die Nutzung von sozialwissenschaftlichen Forschungsergebnissen Mitte der siebziger Jahre eingeführt.¹⁰⁸ Die Forscher hatten den Eindruck, dass sozialwissenschaftliche Forschungsergebnisse auf Politik und Verwaltung kaum Einfluss hatten. Ihre Vermutung war: „[S]ocial scientists and policy makers live in separate worlds with different and often conflicting values, different rewards systems, and different languages“¹⁰⁹. Die folgenden empirischen Untersuchungen führten zu Ergebnissen, die das Verständnis über die Nutzung von Informationen verbreitert hat, insbesondere durch die Unterscheidung von instrumenteller und konzeptioneller Informationsnutzung.¹¹⁰

¹⁰⁷ Vgl. Wagenhofer (1997: 66). Für eine ausführlichere Darstellung der Verwendung des HO-Modells vgl. Christensen/Demski (2003: 94-104) oder Riegler (2000: 30-33). Siehe auch Abschnitt 1.3.

¹⁰⁸ Vgl. Rich (1975); Caplan (1975).

¹⁰⁹ Caplan (1979: 459).

¹¹⁰ Die nachfolgenden Ausführungen zur Einordnung und empirischen Anwendung der Unterscheidung zwischen instrumenteller und konzeptioneller Informationsnutzung orientierten sich teilweise an den Ausführungen in Heine/Meyer (2004: 3-7) im Kontext der Nutzung der wertorientierten Kennzahl EVA.

Instrumentelle Informationsnutzung bezieht sich dabei auf direkte und dokumentierbare Nutzung von Informationen durch eine Person für einen bestimmten Zweck.¹¹¹ Ein einfaches Beispiel ist die Nutzung des Preises als Auswahlkriterium für ansonsten homogene Güter. Diese Form der Informationsnutzung ist in ihrem Zweck-Mittel-Bezug sowohl intuitiv plausibel als auch leicht zu erfassen. Durch die Formulierung als Zweck-Mittel-Zusammenhang ist sie so grundlegend, dass sie in der dem Rationalitätsprinzip (in unterschiedlichen Formen) verpflichteten sozialwissenschaftlichen Forschung¹¹² dominant Verwendung findet.

Das vorgestellte ökonomisch-rationale Grundmodell der Nutzung von Informationen¹¹³ bildet da keine Ausnahme. Der Modellierung von Entscheidungsfundierung und Verhaltenssteuerung liegt die Konzeptualisierung des Informationsnutzers als Entscheidungsträger zu Grunde. Controllinginformationen sind daher ein Mittel zum Zweck besserer Entscheidungen. Im Falle der Entscheidungsfundierung sind schlechte Entscheidungen auf einen Mangel an Informationen zurückzuführen, was durch Controllinginformationen behoben werden kann. Durch das Entscheidungsmodell ist ein direkter, dokumentierbarer Zusammenhang zwischen der Entscheidung (als Zweck) und Controllinginformationen (als Mittel) hergestellt.¹¹⁴ Es handelt sich somit um instrumentelle Informationsnutzung. Ein Beispiel dafür ist eine Preisentscheidung, die durch den Zuschlag einer Marge auf die Selbstkosten („cost-plus-pricing“) erfolgt.¹¹⁵

Im Falle der Verhaltenssteuerung liegt für den Entscheidungsträger die gleiche Konzeptualisierung vor, jedoch handelt dieser im Auftrag der Instanz. Der Entscheidungsträger nutzt die Controllinginformationen auf die gleiche Weise instrumentell wie in Bezug auf die Entscheidungsfundierung beschrieben. Die Instanz nutzt die Controllinginformationen ebenfalls instrumentell, weil ausgehend vom Beurteilungssystem und dem dadurch implizierten Entscheidungsmodell des Entscheidungsträgers ein direkter und dokumentierbarer Zusammenhang zwischen der Controllinginformation und der

¹¹¹ Vgl. Rich (1975: 241); Caplan (1975: 47); Beyer/Trice (1982: 598).

¹¹² Vgl. Popper (1967/2000: 350). Zu Max Webers Zweck-Mittel-Rationalität und deren Bedeutung als Denkform für ökonomische Forschung vgl. Florissen (2005: 35-36). Für einen Überblick über die Verwendung in der Ökonomik vgl. Homann (1980: 19-141).

¹¹³ Siehe Unterkapitel 2.1.

¹¹⁴ Siehe Abbildung 2-1.

¹¹⁵ Vgl. Ewert/Wagenhofer (2003: 161, 188-190).

Entscheidung hergestellt ist, so dass die Instanz diese zum Zweck der Steuerung der Entscheidung des Entscheidungsträgers als Mittel beeinflussen kann.¹¹⁶

Das ökonomisch-rationale Grundmodell basiert somit auf einem instrumentellen Verständnis von Informationsnutzung, das sich durch seinen Zweckbezug sehr gut in das ökonomische Rationalitätsverständnis einfügt. Aus empirischer Perspektive zeigt sich jedoch, dass Information auch unintendiert wirkt, beispielsweise, indem die individuellen Präferenzen, Werte oder kognitiven Fähigkeiten des Entscheidungsträgers beeinflusst werden. Ähnliche Aspekte wurden bereits früh in der Literatur erwähnt,¹¹⁷ Rich (1975) und Caplan (1975) waren jedoch die ersten, die diese empirische Beobachtung zu einer eigenständigen Informationsnutzungsform verdichtet haben: *konzeptionelle Informationsnutzung*, definiert als indirekte, nicht-dokumentierbare Nutzung von Information, die das Denken eines Individuums beeinflusst.¹¹⁸ Rich (1975: 241-242) nennt als Beispiele, dass Information in zeitlicher Verzögerung und unintendiert beeinflussen kann, wie z. B. Ausschreibungen für öffentliche Aufträge verfasst oder mit welchen Methoden Daten analysiert werden.

Diese alternative Form der Informationsnutzung zeigt auf, dass die empirisch beobachtbare Nutzung von Informationen weit mehr Effekte hat, als durch die instrumentelle Nutzungsform erfasst wird. Der Informationsnutzer ist nicht bloß ein „Katalysator“, der die Entscheidungsimplicationen der Information zur Geltung bringt, sondern verändert sich dabei auch selbst. Informationen werden somit nicht nur direkt, neutral und nachvollziehbar verarbeitet, wie beispielsweise bei einem Preisvergleich bei homogenen Gütern. Stattdessen hat der Informationsnutzer Freiheitsgrade, um seine eigenen Erfahrungen und Vorstellungen einzubeziehen, er ist insofern nicht mehr ein neutrales und damit potenziell vernachlässigbares Medium, sondern wirkt unabhängig von der Information selbst aktiv auf das Ergebnis der Nutzung ein. Konzeptionelle Informationsnutzung erfasst die Art des Einflusses von Informationen auf den Informationsnutzer.

Die theoretische Relevanz der Unterscheidung zwischen instrumenteller und konzeptioneller Informationsnutzung wurde bereits in vielen empirischen Studien untersucht. In den Pionierstudien von Rich (1975) und Caplan (1975) wurden Interviews mit Entscheidungsträgern in Politik und Verwaltung geführt.¹¹⁹ In diesen Interviews

¹¹⁶ Siehe Abbildung 2-2. Die Instanz beeinflusst die Controllinginformationen dabei indirekt über die Gestaltung der Controllinginstrumente, die Controllinginformationen zur Verfügung stellen.

¹¹⁷ Vgl. Whyte (1969: 23); Chems (1972).

¹¹⁸ Vgl. Rich (1975: 241-242); Caplan (1975: 47).

¹¹⁹ Rich (1975: 240) interviewte 34 und Caplan (1975: 47) 204 Personen.

identifizierte Caplan (1975: 47) 578 Fälle der Nutzung sozialwissenschaftlicher Informationen, von denen 40 % instrumenteller und 60 % konzeptioneller Natur waren. Er schließt daraus, dass die oftmals einseitige Konzentration auf instrumentelle Nutzung fälschlicherweise suggeriert, dass die betrachtete Information nur geringen Einfluss ausübt. Wird die konzeptionelle Nutzung dagegen einbezogen, dann werden Nutzungs- und damit Einflussbereiche sichtbar, die vorher vernachlässigt wurden.¹²⁰ Beyer/Trice (1982: 600) führen eine ganze Anzahl weiterer Studien auf, die darin übereinstimmen, dass konzeptionelle Nutzung die wichtigste Form der Informationsnutzung darstellt.¹²¹

Angesichts seiner Relevanz und breiten Anwendbarkeit wurde das Konzept anschließend auch in der betriebswirtschaftlichen Forschung aufgegriffen. Menon/Varadarajan (1992) sind dabei ein wichtiger Bezugspunkt im Marketing. Sie schaffen einen Zugang zum Forschungsstand im Bereich der Nutzung von Information und Wissen und stellen fest, dass der undifferenzierte Blick auf die Informationsnutzung ein wesentliches Hindernis für die weitere Forschung darstellt.¹²² Sie zeigen auf, dass die Unterscheidung zwischen instrumenteller, konzeptioneller und symbolischer Nutzung das meistverwendete Konzept ist, bauen darauf ihr eigenes Modell für die Informationsnutzung im Marketingbereich auf und stellen dadurch eine Grundlage für die weitere Forschung zur Informationsnutzung in der Betriebswirtschaftslehre zur Verfügung.¹²³ Karlshaus (2000: 22-36) gibt einen Überblick über die Studien zur Informationsnutzung im Marketingbereich.¹²⁴

Der Bedarf nach einem differenzierteren Blick auf die Nutzung von Informationen wurde auch im Controlling festgestellt: Pfaff/Weber (1998: 160) greifen implizit einen Teilbereich der konzeptionellen Informationsnutzung heraus, wenn sie Kostenrechnung als gemeinsame Sprache beschreiben, die Akteuren aus unterschiedlichen Bereichen (wie bspw. Ingenieure und Betriebswirte) eine effektivere Kommunikation ermöglicht. Aus der Perspektive der konzeptionellen Informationsnutzung sorgt die gemeinsame Nutzung der Kostenrechnungsinformationen dafür, dass ein einheitliches Verständnis der relevanten Sachverhalte ausgebildet wird, das die Grundlage für einen Austausch

¹²⁰ Vgl. Caplan (1979: 468). Darüber hinaus argumentiert Caplan (1979: 463-464), dass insbesondere für wichtige Entscheidungen, die das Land als Ganzes beeinflussen („macro-level decisions“), konzeptionelle Informationsnutzung charakteristisch ist.

¹²¹ Für eine aktuelle Studie im ursprünglichen Kontext vgl. Rich/Oh (2000).

¹²² Vgl. Menon/Varadarajan (1992: 53-54).

¹²³ Vgl. Menon/Varadarajan (1992: 68).

¹²⁴ Aktuelle Studien finden sich bei Toften/Olsen (2003) bzw. Toften/Olsen (2004) und Souchon et al. (2004).

untereinander bildet. So finden Techniker in der Kostenrechnung für sie verständliche Mengeninformatoren, Betriebswirte Kosten- und Erlösinformationen. Der Ausweis von Stückkosten stellt so eine Brücke dar, über die technische Verbesserungen oder Sparziele effektiv kommuniziert werden können.¹²⁵ Diese Sicht kann kondensiert werden zu einer zur Entscheidungsfundierung und Verhaltenssteuerung komplementären Auffassung der Nutzung von Controllinginformationen: Ein wichtiger Aspekt von Controllinginformationen ist ihr Einfluss auf das Denken der Nutzer und damit verbundene Konsequenzen wie die Verbesserung der Kommunikation.¹²⁶

Etwas konkreter gefasst können drei Effekte unterschieden werden:¹²⁷ (1) Information beeinflusst die *Wahrnehmung* von Akteuren. Das Umgehen mit Kostenrechnungsinformationen sensibilisiert die Akteure für Ereignisse und Daten mit Relevanz für Kosten. Sie nehmen die Knappheit und den Preis von Ressourcen stärker wahr als Beamte in der öffentlichen Verwaltung ohne solche Systeme. (2) Die Einführung eines Kostenrechnungssystems (oder einer Balanced Scorecard)¹²⁸ und die dadurch erzeugte Information verbessern das *Verständnis* der Geschäftssituation. So können beispielsweise elementare Zusammenhänge erfahrbar gemacht werden, deren Wahrnehmung ansonsten durch vorhandene Störfaktoren kaum oder nur sehr langsam möglich wäre.¹²⁹ (3) Die Entwicklung einer *gemeinsamen Sprache* als Kommunikationsplattform wurde bereits ausgeführt. Sie steht in engem Zusammenhang zu (2), weil ein gemeinsames Verständnis eine solche Kommunikationsplattform bieten kann, indem Begriffe (z. B. Gemeinkosten) und Konzepte (z. B. Marginalprinzip) als bekannt vorausgesetzt werden können.¹³⁰ Der Informationsaustausch wird dadurch effizienter und es kommt seltener zu Missverständnissen.

Die Bedeutung der konzeptionellen Nutzung von Controllinginformationen wurde in der Koblenzer Studie im Kontext der Nutzung von Kostenrechnungsinformationen im Marketing bereits empirisch erhoben.¹³¹ Die Ergebnisse zeigen, dass die allgemein

¹²⁵ Vgl. Pfaff/Weber (1998: 160); Weber (2004: 114).

¹²⁶ Vgl. auch Hayes (1983: 244-245). Die grundsätzliche Idee wird in anderem Zusammenhang von Williamson (1985/1987: 62) prägnant formuliert: „Familiarity here permits communication economies to be realized: Specialized language develops as experience accumulates and nuances are signaled and received in a sensitive way.“

¹²⁷ Vgl. Weber/Weißenberger (2002: 320-321).

¹²⁸ Vgl. Weber/Schäffer (2000: 173)

¹²⁹ Vgl. auch Merchant/Shields (1993: 79).

¹³⁰ Vgl. Denzau/North (1994: 18) für eine Darstellung des Zusammenhangs zwischen gemeinsamem Verständnis und Kommunikation.

¹³¹ Vgl. Karlshaus (2000); Homburg et al. (2000). Für einen Überblick über vorherige Studien zur Nutzung von Controllinginformationen vgl. Karlshaus (2000: 40-49) und Schäffer/Steiners (2004: 378-

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

angenommene positive Wirkung der instrumentellen Nutzung von Kostenrechnungsinformationen nicht in allen Fällen bestätigt werden kann – Karlshaus (2000: 178-180) weist sogar einen statistisch negativen Effekt nach. Die konzeptionelle Nutzung von Kostenrechnungsinformationen hingegen trägt signifikant positiv zum Unternehmenserfolg bei und dominiert die instrumentelle Nutzung.¹³² Homburg et al. (2000: 252) schlussfolgern, dass „die nicht eindeutig entscheidungsorientierten Rollen der Kostenrechnung bisher erheblich unterschätzt wurden. Nicht die instrumentelle, entscheidungsnahe Art der Nutzung von Kostenrechnungsinformationen überwiegt. Vielmehr werden mit der Kostenrechnung vor allem Denkprozesse der Manager, ein allgemeines Verständnis für die Situation und den Geschäftsbereich gefördert.“¹³³ Dieser Befund wird in empirischen Untersuchungen zur kommunalen Kostenrechnung und zur Nutzung von Kennzahlensystemen bestätigt.¹³⁴

Insgesamt hat sich die Differenzierung der Informationsnutzung in eine instrumentelle und konzeptionelle Ausprägung sowohl theoretisch als auch empirisch als wertvoll erwiesen, vor allem auch im Controllingbereich. Angesichts der empirischen Herkunft wird die konzeptionelle Nutzung primär vor dem Hintergrund eines verhaltensorientierten oder sogar realweltlichen Verständnisses des Informationsnutzers betrachtet: für Begriffe wie „Denken“, „Verständnis“ etc. existieren keine Formalisierungen, die eine direkte Integration in das ökonomisch-rationale Grundmodell ermöglichen würden.

Aus der in dieser Arbeit angestrebten Integration von konzeptioneller Informationsnutzung und ökonomisch-rationalem Grundmodell ergibt sich die Notwendigkeit, die Essenz der konzeptionellen Nutzung unabhängig vom verhaltensorientierten Ansatz herauszuarbeiten. Dafür wurden die maßgeblichen Quellen zur konzeptionellen Informationsnutzung allgemein sowie im Controllingbereich ausgewertet (s. Tabelle 2-1 und Tabelle 2-2). Es ergibt sich über die Quellen hinweg ein abstrakter Kern, der dann jeweils im Kontext der Problemstellung und Methodik konkretisiert wurde.

383). Darunter finden sich jedoch keine weiteren Studien, die zwischen instrumenteller und konzeptioneller Informationsnutzung unterscheiden.

¹³² Vgl. Karlshaus (2000: 178-180); Homburg et al. (2000: 251).

¹³³ Ähnlich auch Bruns/McKinnon (1993: 107): „[T]he most effective management accounting reports described to us were not oriented toward providing information for day-to-day decisions. Instead, they provided information that allowed managers to confirm that the actions they had taken had had the intended effects, or they provided information about the current status of resources or capacities.“

¹³⁴ Vgl. Hunold (2003: 147) und Sandt (2004: 206).

Die erste von drei wesentlichen Eigenschaften dieses Kerns ist, dass instrumentelle Informationsnutzung als Bezugspunkt dient.¹³⁵ Konzeptionelle Nutzung wird davon im Sinne einer Dichotomie abgegrenzt.¹³⁶ Sogar die Bezeichnung als konzeptionelle Informations*nutzung* ist in Anlehnung an die instrumentelle *Nutzung* zu verstehen. Die Konnotation des Begriffs „Nutzung“ als aktive, intentionale, zweckbezogene Handlung führt angesichts des zweck- bzw. entscheidungsübergreifenden Verständnisses von konzeptioneller Informationsnutzung etwas in die Irre. Da in der Literatur aber durchweg von konzeptioneller Informationsnutzung gesprochen wird, wird auch in dieser Arbeit diese Begrifflichkeit beibehalten.¹³⁷

Zweitens können instrumentelle und konzeptionelle Nutzung anhand des Zweckbezugs unterschieden werden. Der instrumentellen Informationsnutzung wird ein zweckspezifischer und der konzeptionellen ein zweckübergreifender Bezug zugeschrieben. Informationsnutzung, die grundsätzliche Konzepte, allgemeine Prinzipien, die Wissensbasis oder das grundlegende Verständnis („general enlightenment“¹³⁸) betrifft, wird unter konzeptionelle Nutzung subsumiert.¹³⁹ Bezüglich der Nutzung von Controllinginformationen wird die Entscheidung als konkreter Zweck angesehen, so dass instrumentelle Nutzung von Controllinginformationen sich auf spezifische Entscheidungsprobleme bezieht, konzeptionelle Nutzung sich hingegen abseits von konkreten Entscheidungen vollzieht.¹⁴⁰

¹³⁵ Vgl. insbesondere Rich (1991: 333).

¹³⁶ So wird instrumentelle Informationsnutzung durch die Attribute „dokumentierbar“, „spezifisch“, „direkt“ bzw. „unmittelbar“ und „entscheidungsbezogen“ beschrieben. Dichotom dazu wird konzeptionelle Informationsnutzung als „nicht instrumentell“, „nicht dokumentierbar“, „weniger bzw. unspezifisch“, „indirekt“ bzw. „mittelbar“ und „entscheidungsübergreifend“ charakterisiert. Siehe Tabelle 2-1 und Tabelle 2-2. Vgl. zu diesem Punkt auch Schäffer/Steiners (2004: 386, 389).

¹³⁷ Es soll an dieser Stelle für eventuell entstehende Schwierigkeiten, etwa in der Identifikation von konzeptioneller Informationsnutzung in der Empirie, sensibilisiert werden. Dies ist besonders relevant, da sich durch die Konstruktion eines Zweckbezugs ein zuvor als konzeptionell eingestuftes Akt der Nutzung von Information quasi „auflöst“ und damit als instrumentell zu bezeichnen wäre. So kann sich der gleiche Akt der Informationsnutzung vor unterschiedlichen Zwecken mal als konzeptionell, mal als instrumentell herausstellen. Ein Beispiel dafür wäre, dass die Entwicklung einer Heuristik bzw. Daumenregel in seiner entscheidungsübergreifenden Bedeutung als konzeptionelle Informationsnutzung aufgefasst werden kann. Wenn jedoch bewusst abgewogen wird, dass hinsichtlich der Menge von Entscheidungen die Ungenauigkeit einer zu entwickelnden Daumenregel aufgewogen wird durch die Einsparung an Bearbeitungszeit, so wäre von instrumenteller Nutzung zu sprechen. Auf dieses Problem wird im Zuge der Definition konzeptioneller Informationsnutzung im Kontext des ökonomisch-rationalen Grundmodells noch einmal explizit Bezug genommen (s. Unterkapitel 2.3).

¹³⁸ Beyer/Trice (1982: 598).

¹³⁹ Siehe Tabelle 2-1.

¹⁴⁰ Siehe Tabelle 2-2.

Die dritte Gemeinsamkeit besteht darin, dass konzeptionelle Nutzung sich auf kognitive Prozesse beim Informationsnutzer bezieht. Konzeptionelle Informationsnutzung führt demnach zu einer (Weiter-)Entwicklung der Wissensbasis und beeinflusst das Denken bzw. das Verständnis der Situation. Der Entscheidungsträger ist nicht nur passives Medium der Entscheidung, sondern wirkt aktiv auf sie ein. Die Kognition übernimmt dabei eine Art Vermittlungsfunktion, so dass sich die durch konzeptionelle Informationsnutzung verursachten Veränderungen zweckübergreifend auswirken können.

Damit sind die abstrakten Kerninhalte der konzeptionellen Informationsnutzung identifiziert, so dass sie im Folgenden in einen modelltheoretischen Bezugsrahmen in Form des ökonomisch-rationalen Grundmodells überführt werden können.

Tabelle 2-1: Grundlegende Quellen zur konzeptionellen Informationsnutzung

Quelle	Zur instrumentellen Informationsnutzung	Zur konzeptionellen Informationsnutzung
Rich (1975: 241, 242)	„Instrumental refers to the use or impact of information that can be <i>documented</i> “	„Conceptual use refers to influencing a policy-maker’s <i>thinking without putting it to any instrumental use.</i> “
Caplan (1975: 47)	„Instrumental is used to mean the application of more narrowly defined or <i>purpose-specific</i> , usually data-based, information (e. g., program evaluations, the use of psychological tests, statistical data).“	„Conceptual information is used here to mean <i>basic concepts, general principles</i> , or theory related ideas (e. g., dissonance reduction, relative deprivation, cultural assimilation).“
Rich (1977: 200), ebenso Pelz (1978: 349)	„‘Instrumental’ use refers to those cases where respondents cited and could <i>document</i> [...] the specific way in which CNS information was being used for decision-making or problem-solving purposes.“	„‘Conceptual’ use refers to influencing a policymaker’s <i>thinking about an issue without putting information to any specific, documentable use.</i> “
Beyer/Trice (1982: 598)	„Instrumental use involves acting on research results in <i>specific, direct</i> ways.“	„Conceptual use involves using research results for <i>general enlightenment</i> ; results influence actions, but in <i>less specific, more indirect</i> ways than in instrumental use.“
Menon/Varadarajan (1992: 54, 56)	„The <i>direct</i> application of research findings and conclusions to solve a policy problem is referred to as instrumental use [...]. In other words, a problem exists and the solution depends on research providing the information to fill the information gaps.“	„Conceptual use of research results is <i>less direct</i> and more indirect than instrumental use. Thus, much of the use that provides for <i>general enlightenment</i> [...] can be considered as developing the <i>managerial knowledge base.</i> “

Tabelle 2-2: Quellen zur konzeptionellen Nutzung von Controllinginformationen

Quelle	Zur instrumentellen Informationsnutzung	Zur konzeptionellen Informationsnutzung
Karlshaus (2000: 23)	„Im Rahmen der instrumentellen Informationsnutzung werden Informationen <i>unmittelbar</i> auf <i>spezifische Entscheidungsprobleme</i> angewendet.“	„[K]onzeptionelle Informationsnutzung [erfolgt] <i>entscheidungsunabhängig</i> . Sie dient der Erweiterung der Wissensbasis der Informationsnutzer.“
Homburg et al. (2000: 251), sehr ähnlich auch Hunold (2003: 78-79)	„Wie es die Arbeiten zur Entscheidungsorientierung der Kostenrechnung treffend beschreiben, können Kostenrechnungsinformationen zur Fundierung <i>spezieller Entscheidungen</i> benutzt werden. Die Informationen erleichtern vor allem die Bewertung verschiedener Handlungsalternativen, an die sich <i>unmittelbar</i> eine Entscheidung bzw. Handlung anschließt. Diese Art der Nutzung von Kostenrechnungsinformationen sei als instrumentell bezeichnet.“	„Eine zweite Art der Nutzung von Kostenrechnungsinformationen – konzeptionell genannt – beschreibt den Einfluß dieser Informationen auf das <i>allgemeine Verständnis</i> der Manager für die Situation, in der sie sich mit ihrem Geschäft befinden. Die Kostenrechnungsinformationen führen zwar in diesem Fall <i>nicht zu konkreten Entscheidungen</i> , beeinflussen aber <i>Denkprozesse</i> und <i>Haltungen</i> der Manager.“
Sandt (2004: 162, 163)	„Die instrumentelle Nutzung von Informationen bezieht sich auf die entscheidungsorientierte Nutzung. Die Informationen werden <i>unmittelbar</i> zur Lösung eines spezifischen Problems oder zur Unterstützung einer <i>spezifischen Entscheidung</i> eingesetzt.“	„Eine konzeptionelle Nutzung von Informationen dient dazu, die <i>Wissensbasis</i> der Nutzer zu erweitern. Sie ist nicht unmittelbar mit einem spezifischen Problem oder einer Entscheidung verbunden.“
Weber (2004: 114)	„Informationen können <i>direkt</i> zur Willensbildung benutzt werden. In diesem Fall lösen sie <i>unmittelbar</i> Handlungen der Manager aus. Diese entscheidungsorientierte Nutzung von Informationen wird instrumentell genannt.“	„Informationen [können] das <i>allgemeine Verständnis</i> des Geschäfts und der Situation fördern, in der sich der Manager befindet. Die Informationen führen hier allerdings <i>nicht zu konkreten Entscheidungen</i> . Wenn die Informationen in dieser Weise die <i>Denkprozesse</i> und <i>Handlungen</i> der Manager beeinflussen, wird dies konzeptionelle Nutzung genannt.“
Schäffer/Steiners (2004: 380), mit Bezug auf Pelz (1978)	„Instrumentelle Nutzung erfolgt, wenn Informationen <i>unmittelbar</i> zur Entscheidungsfindung verwendet werden.“	„[K]onzeptionelle Nutzung [bezieht] sich auf Veränderungen hinsichtlich des Bewusstseins, des <i>Denkens</i> oder des <i>Verständnisses der Situation</i> .“

2.3 Integratives Modell der Nutzung von Controllinginformationen

Im dargestellten ökonomisch-rationalen Grundmodell fällt die Verwendung von Controllinginformationen als Input in das Entscheidungsmodell unter instrumentelle Nutzung.¹⁴¹ Die Controllinginformationen werden direkt zum Treffen einer Entscheidung verwendet und durch das Entscheidungsmodell ist nachvollziehbar, wie genau die Information zur Erreichung von Entscheidbarkeit in der spezifischen Entscheidungssituation verarbeitet wird. Für den Einbezug der konzeptionellen Nutzung von Controllinginformationen muss allerdings eine entscheidungsübergreifende Wirkung von Information modelliert werden. Im ökonomisch-rationalen Grundmodell wird die Information verarbeitet und beeinflusst damit ausschließlich die Entscheidung. Zielsystem, Controllinginstrument und Entscheidungsmodell sind zwar entscheidungsübergreifend relevant, jedoch sind sie informationsunabhängig modelliert.¹⁴² Das Entscheidungsmodell eignet sich jedoch grundsätzlich als Ansatzpunkt. Betrachtet man eine Menge von Entscheidungen, so werden diese primär nach Typen unterschieden (z. B. Produktionsprogramm- und Preisentscheidungen).¹⁴³ Daher erscheint es plausibel, dass das Zielsystem hinreichend grundsätzlich (z. B. als „Gewinnmaximierung“) und das Controllinginstrument hinreichend vielseitig (z. B. als Kostenrechnung, die sowohl Cash Flows als auch Kosten und Erlöse zur Verfügung stellt) sein können, um typunabhängig zu sein. Das Entscheidungsmodell hingegen muss sich davon notwendig unterscheiden.

Mit der entscheidungsübergreifenden Betrachtung des Entscheidungsmodells entsteht die Notwendigkeit zur wissenschaftlichen Problematisierung der Frage, wie der Entscheidungsträger zu einem geeigneten Entscheidungsmodell kommt.¹⁴⁴ Die

¹⁴¹ Siehe die Erläuterungen dazu in Unterkapitel 2.2.

¹⁴² Siehe Abbildung 2-1 und Abbildung 2-2. Diese Struktur des ökonomisch-rationalen Grundmodells ist natürlich zu einem großen Teil methodisch bedingt und daher in engem Zusammenhang zum HO-Modell des ökonomischen Ansatzes zu sehen. An dieser Stelle wird jedoch zugunsten einer tieferen Auseinandersetzung in Unterkapitel 3.1 auf eine methodologische Analyse verzichtet.

¹⁴³ Vgl. Ewert/Wagenhofer (2003: Teil I).

¹⁴⁴ Im ökonomisch-rationalen Verständnis wird die situationsspezifische Eignung als gegeben vorausgesetzt. Denzau/North (1994: 6-9) zeigen auf, dass diese Annahme zwar in vielen Situationen und insbesondere in Wettbewerbsmärkten angemessen sein kann, dass aber Faktoren wie Informations-, Motivationsmangel und Komplexität leicht dazu führen können, dass die Entscheidungsmodelle weniger zweckadäquat werden: „The rational choice framework assumes that individuals know what is in their self interest and make choices accordingly. Do they? When they go to the supermarket [...], arguably they do: in such settings, they know, almost certainly, whether the choice would be beneficial, ex post. Indeed financial markets in the developed market economies (usually) possess the essential characteristics

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

konzeptionelle Nutzung von Controllinginformationen gibt darauf eine mögliche Antwort: Die Nutzung von Controllinginformationen in konkreten Situationen verändert das entscheidungsübergreifende Entscheidungsmodell. Damit entsteht ein indirekter Einfluss, vermittelt über die Veränderung des Entscheidungsmodells, woraus sich wiederum eine eindeutige Trennung zwischen instrumenteller und konzeptioneller Nutzung von Controllinginformationen ergibt: Instrumentelle Nutzung bezieht sich auf die Verwendung von Informationen innerhalb eines gegebenen Entscheidungsmodells, konzeptionelle Nutzung hingegen auf die Veränderung des Entscheidungsmodells (s. Abbildung 2-3).

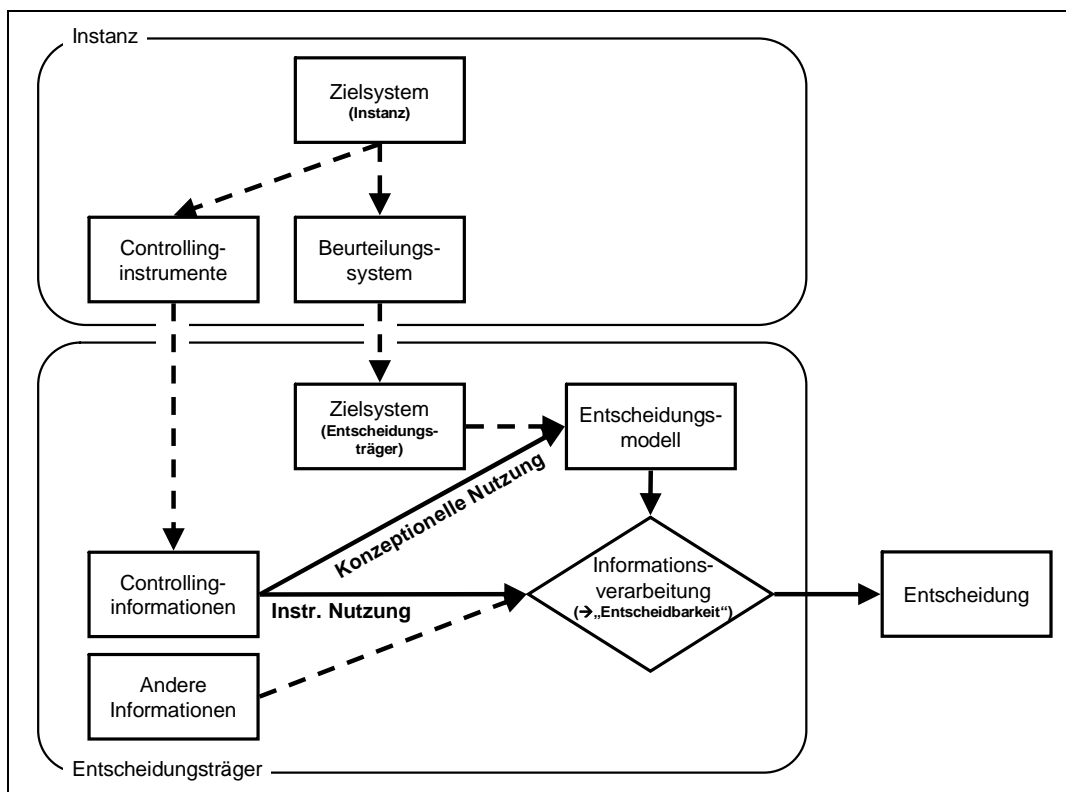


Abbildung 2-3: Erweitertes Grundmodell der Nutzung von Controllinginformationen durch Integration der konzeptionellen Nutzung

consistent with substantive rationality. However, the diverse performance of economies and polities both historically and contemporaneously argues against individuals really knowing their self interest and acting accordingly. Instead people act in part upon the basis of myths, dogmas and 'half-based' theories." Denzau/North (1994: 3).

Daraus ergeben sich folgende *Definitionen* als Grundlage dieser Arbeit: *Instrumentelle Nutzung von Controllinginformationen* ist die Verwendung von Controllinginformationen als Input in ein gegebenes Entscheidungsmodell zum Zweck des Treffens einer Entscheidung. *Konzeptionelle Nutzung von Controllinginformationen* ist eine durch instrumentelle Nutzung ausgelöste Veränderung des Entscheidungsmodells.

Diese Definitionen sind konsistent mit dem zuvor dargestellten Begriffskern der konzeptionellen Informationsnutzung. Die Dichotomieeigenschaft liegt vor, da das Modell nur diese beiden Nutzungsformen von Controllinginformationen vorsieht. Die situationsübergreifende Komponente besteht in der Veränderung des situationsübergreifend verwendeten Entscheidungsmodells als Ergebnis der konzeptionellen Informationsnutzung. Der Kognitionsbezug als dritte und letzte Kerneigenschaft der konzeptionellen Informationsnutzung ist zwar noch nicht explizit modelliert, dies wird jedoch im Zuge der Konkretisierung der Akteursmodellierung nachgeholt. Auf der abstrakten Ebene dieses modelltheoretischen Bezugsrahmens besteht der Anknüpfungspunkt für die spätere Modellierung kognitiver Aspekte darin, dass eine Veränderung des Entscheidungsmodells zugelassen wird. Wie im Folgenden noch zu erläutern, geht damit ein Bruch mit der neoklassischen Rationalitätsannahme des ökonomisch-rationalen Modells einher. Die Endogenisierung der Veränderlichkeit des Entscheidungsmodells erfordert eine explizite Modellierung von Faktoren außerhalb der jeweiligen, spezifischen Situation. Vorerst genügt es festzustellen, dass sich die Kognition des Entscheidungsträgers situationsübergreifend auf das Entscheidungsmodell auswirken kann und damit der kognitive Aspekt der konzeptionellen Informationsnutzung im Rahmen der Modellierung des Entscheidungsträgers berücksichtigt ist.¹⁴⁵

Die grundsätzliche Eignung dieser Definitionen zur Überführung der konzeptionellen Nutzung von Controllinginformationen in einen modelltheoretischen Kontext wird anhand einer Verhältnisbestimmung zur verhaltensorientierten Definition von Homburg et al. (2000) dargelegt. Homburg et al. (2000) bedienen sich zur Definition der instrumentellen Nutzung ebenfalls des Grundmodells der Entscheidungstheorie, so dass hier bereits eine grundlegende Übereinstimmung vorliegt. Die soeben erarbeitete modelltheoretische Fassung geht sogar noch darüber hinaus, indem die Verhaltenssteuerung explizit berücksichtigt wird. Hinsichtlich der konzeptionellen Nutzung besteht Übereinstimmung dahingehend, dass die Modellierung über die

¹⁴⁵ Vgl. Vanberg (2002: 39), der in Abgrenzung zum Rational-Choice-Ansatz ein situationsübergreifendes Entscheidungsmodell thematisiert.

Veränderung des Entscheidungsmodells ebenfalls nicht zu konkreten Entscheidungen führt und im Rahmen der Modellierung des Entscheidungsträgers (s. o.) der Bezug vom Entscheidungsmodell zum Denken des Entscheidungsträgers und seinem Verständnis der Situation hergestellt werden kann.

Die vorliegende Modellierung der konzeptionellen Nutzung von Controllinginformationen ist jedoch in zwei Punkten restriktiver als Homburg et al. (2000):

Zum einen wird die instrumentelle Nutzung als notwendige Voraussetzung für konzeptionelle Nutzung angenommen. Erst wenn Information instrumentell verwendet wird, kann sie auch konzeptionell wirken. Bei Homburg et al. (2000) ist auch der Fall eingeschlossen, dass Controllinginformationen ausschließlich konzeptionell verwendet werden, beispielsweise in Form des „Scanning“ (im Gegensatz zu „focused search“), bei dem Manager Informationen überfliegen ohne einen konkreten Zweck im Auge zu haben.¹⁴⁶ Die vorgenommene Fokussierung von konzeptioneller Informationsnutzung ist jedoch angezeigt, da sowohl instrumentelle als auch konzeptionelle Informationsnutzung analysiert werden sollen. Es kann so eine Integration von konzeptioneller Nutzung erfolgen, ohne die ökonomisch-rationale Modelllogik vollständig aufgeben und damit den in der Problemstellung angestrebten integrativen Ansatz untergraben zu müssen. Außerdem wird sichergestellt, dass es nicht zu einem Konflikt zwischen zwei verschiedenen Formen der Veränderung des Entscheidungsmodells kommt: Auf der einen Seite kann konzeptionelle Informationsnutzung zu einer Veränderung des Entscheidungsmodells führen. Auf der anderen Seite kann das Entscheidungsmodell gestaltet werden, indem eine bewusste Entscheidung über das zu verwendende Entscheidungsmodell getroffen wird. Letzteres hat klar instrumentellen Charakter, weil damit die Entscheidungstheorie auf die „Entscheidungsmodellentscheidung“ anwendbar ist.¹⁴⁷ Dieser Fall muss daher von der konzeptionellen Informationsnutzung abgegrenzt werden. Die gewählten Definitionen sind dazu geeignet: Konzeptionelle Informationsnutzung erfordert als notwendige Bedingung instrumentelle Informationsnutzung auf der Ebene des konkreten Entscheidungsproblems. Die instrumentelle Gestaltung des Entscheidungsmodells erfüllt diese Bedingung nicht, weil sie davon unabhängig und zeitlich vorgelagert erfolgt.

¹⁴⁶ Vgl. Vandenbosch/Huff (1997: 83).

¹⁴⁷ Vgl. Laux (2005: 373-404): „Die Konstruktion von Entscheidungsmodellen als Entscheidungsproblem“.

Zum anderen betrachten Homburg et al. (2000) den Nutzer von Controllinginformationen sehr realitätsnah, entsprechend ihrer empirischen Ausrichtung. Dieser Manager „denkt“, besitzt „Haltungen“ und ein „Verständnis von der Situation, in der sich sein Geschäft befindet“. In der vorliegenden modelltheoretischen Fassung muss sich die Modellierung des Akteurs notwendig auf das Entscheidungsmodell und seine Determinanten beschränken. Damit können kognitive Aspekte zwar berücksichtigt werden (s. o.), jedoch erfordert die modelltheoretisch notwendige Komplexitätsreduktion einen höheren Abstraktionsgrad. Ausgangspunkt der Bestimmung dieser Abstraktion ist die eingeführte Anpassungsfähigkeit des Entscheidungsmodells. Aus dem Homo oeconomicus mit situationsgerechtem Entscheidungsmodell wird ein anpassungsfähiger Akteur, den es im folgenden Kapitel näher zu spezifizieren gilt.

2.4 Zwischenergebnis

Dieses Kapitel widmete sich der Beantwortung der Forschungsfrage #1: Wie kann das ökonomisch-rationale Grundmodell der Nutzung von Controllinginformationen um die konzeptionelle Nutzung ergänzt werden? In diesem Grundmodell wird die Nutzung von Controllinginformationen zum Zweck der Entscheidungsfundierung und der Verhaltenssteuerung modelliert. Jeweils werden Controllinginformationen direkt und nachvollziehbar zum Zweck der Entscheidung genutzt, indem sie durch ein Entscheidungsmodell verarbeitet werden. Die konzeptionelle Informationsnutzung wird jedoch charakterisiert als nicht-instrumentelle Nutzung, die, durch Kognition vermittelt, eine entscheidungsübergreifende Wirkung entfaltet. Zur Ergänzung dieser Nutzungsform wurde das Entscheidungsmodell als Ansatzpunkt identifiziert. Die Einführung einer Auswirkung von Informationsnutzung auf das Entscheidungsmodell erfüllt die durch die abstrakten Kerneigenschaften der konzeptionellen Informationsnutzung vorgegebenen Anforderungen. Eine solche Veränderung ist nicht-instrumentell, da dies keine Verarbeitung durch das Entscheidungsmodell darstellt. Zudem wird ein Entscheidungsmodell für eine Menge von Entscheidungen gleichen Typs verwendet.

Auf dieser Basis stellt die folgende Definition der konzeptionellen Nutzung von Controllinginformationen im Kontext des ökonomisch-rationalen Grundmodells die Antwort auf die eingangs gestellte Forschungsfrage dar: *Konzeptionelle Nutzung von Controllinginformationen* ist eine durch instrumentelle Nutzung ausgelöste Veränderung des Entscheidungsmodells. *Instrumentelle Nutzung* ist die Verwendung von Controllinginformationen als Input in ein gegebenes Entscheidungsmodell zum Zweck des Treffens einer Entscheidung.

Als Zwischenergebnis kann damit festgehalten werden, dass das auf verhaltensorientierten Grundlagen aufbauende Verständnis von konzeptioneller Informationsnutzung in den modelltheoretischen Kontext des ökonomisch-rationalen Grundmodells überführt wurde, so dass eine integrative Betrachtung von Entscheidungsfundierung, Verhaltenssteuerung (als Formen instrumenteller Informationsnutzung) und konzeptioneller Informationsnutzung möglich ist.

Dieses Ergebnis kann auch für sich allein genommen werden. So impliziert es beispielsweise, dass die Referentialisierung von Controllinginstrumenten auf einzelne Entscheidungstypen ihre Grenzen hat. Zwar gelingt damit eine erhebliche Komplexitätsreduktion in der Gestaltung dieser Instrumente, doch die Prägung des Entscheidungsträgers führt zu Nebenwirkungen in Bezug auf andere Entscheidungstypen, die nicht per se vernachlässigt werden dürfen. Dies kann sich positiv äußern, etwa wenn das EVA-Konzept allgemein zum sparsamen Umgang mit Kapital erzieht, kann aber auch dysfunktional sein, beispielsweise, wenn ein kostenbasiertes Instrument zur Preisbildung den Entscheidungsträger davon ablenkt, dass die Marktsituation erheblichen Einfluss auf die erfolgreiche Preisbildung hat. Die konzeptionelle Informationsnutzung lenkt den Blick auf die Nebenwirkungen und kann diese Wirkung nun in einem integrativen Modell der Nutzung von Controllinginformationen entfalten.

Eine nähere Betrachtung solcher Aspekte der Gestaltung von Controllinginstrumenten im Allgemeinen und die Analyse von Interdependenzen zwischen instrumenteller und konzeptioneller Informationsnutzung gemäß der Problemstellung im Besonderen erfordert die Präzisierung des erweiterten Grundmodells durch einen Modellierungsansatz. Dieser legt fest, wie genau Entscheidung, Information, Entscheidungsmodell etc. zu modellieren sind. Das ökonomisch-rationale Grundmodell der Nutzung von Controllinginformationen fußt auf dem HO-Modell des ökonomischen Ansatzes. Die Ergänzung der konzeptionellen Informationsnutzung stellt vor diesem Hintergrund jedoch einen tiefen Eingriff in die Logik dieses Modellierungsansatzes dar, da nun ein entscheidungsübergreifender kognitiver Aspekt hinzutritt, der die alleinige Ausrichtung auf die spezifische Entscheidung auflöst.

3. Erarbeitung eines Ansatzes zur modelltheoretischen Präzisierung

Die zweite Forschungsfrage dieser Arbeit lautet: Wie kann die umfassendere Sicht auf die Nutzung von Controllinginformationen modelltheoretisch präzisiert werden? Aus der Perspektive des methodologischen Individualismus rückt in einer solchen Präzisierung die Modellierung des individuellen Akteurs als Informationsnutzer und Entscheidungsträger in den Fokus der Betrachtung. Zur Beantwortung der Forschungsfrage gilt es, einen *Modellierungsansatz* zu erarbeiten, der den Entscheidungsträger so abbildet, dass die Anpassungsfähigkeit des Entscheidungsmodells durch konzeptionelle Informationsnutzung vor dem Hintergrund kognitiver Prozesse verdeutlicht werden kann. Gemäß der Problemstellung wird das HO-Modell, das der Modellierung des Entscheidungsträgers im ökonomisch-rationalen Grundmodell zu Grunde liegt, als theoretischer Ausgangspunkt gewählt.

Im ersten Schritt wird aufgezeigt, wo genau die Grenzen des HO-Modells in diesem Zusammenhang liegen (Unterkapitel 3.1). Daraus resultiert die Forderung nach einem angepassten Modell eines ökonomischen Akteurs, das die Anforderungen methodologisch reflektierter Modellbildung erfüllt. Zur Identifikation eines solchen Modellierungsansatzes werden zunächst grundlegende Überlegungen über dessen Herleitung angestellt. Sie münden in klare Anforderungen, mit deren Hilfe festgestellt werden kann, dass Hollands Theorie adaptiver Agenten einen geeigneten Modellierungsansatz darstellt (Unterkapitel 3.2). Um eine Anwendung der Theorie Hollands in der Modellkonstruktion zu ermöglichen, wird sie ausführlich dargestellt (Unterkapitel 3.3). Neben den theoretischen Grundlagen werden anschließend die bereits vorliegenden Arbeiten zur ökonomischen Anwendung der Theorie Hollands vorgestellt, um später auf vorhandene Erfahrungen zurückgreifen zu können (Unterkapitel 3.4).

3.1 Homo-Oeconomicus-Modell als noch unzureichender Ausgangspunkt

Das HO-Modell ist der Modellierungsansatz, mit dem das Schema von Entscheidungsfundierung und Verhaltenssteuerung im ökonomisch-rationalen Grundmodell der

Nutzung von Controllinginformationen in ein konkretes Modell überführt wird.¹⁴⁸ Becker (1976/1982) hat federführend aufgezeigt, dass die Ökonomik mit dem HO-Modell¹⁴⁹ einen grundsätzlichen methodischen Ansatz zur Erklärung menschlichen Verhaltens bereitstellt („ökonomischer Ansatz“),¹⁵⁰ der nicht nur auf ökonomische Phänomene beschränkt ist und sich in vielen Bereichen als produktiv herausgestellt hat.¹⁵¹ Zentrales Merkmal ist dabei die Rigidität,¹⁵² mit der Poppers Rationalitätsprinzip¹⁵³ spezifiziert wird („neoklassische Rationalitätsannahme“¹⁵⁴):¹⁵⁵ Der Entscheidungsträger passt sich nutzenmaximierend an die „Logik der Situation“¹⁵⁶ an.¹⁵⁷ Durch Verwendung der methodologisch-individualistischen Erklärungsstrategie¹⁵⁸ werden Phänomene durch Rückführung auf das Verhalten von Individuen erklärt, die jeweils durch die neoklassische Rationalitätsannahme als Homo oeconomicus modelliert sind. Das Individuum ist damit zwar Analyseeinheit, doch aufgrund der starken Rationalitätsannahme kann von individuellen Eigenschaften und entscheidungsübergreifenden, indirekten Aspekten abstrahiert werden. Dies gilt einerseits für die Entscheidungstheorie, bei der das Zielsystem und die Restriktionen der Situation, vermittelt über die neoklassische Rationalitätsannahme, die Entscheidung determinieren, und andererseits für Prinzipal-Agenten-Modelle, in denen diese Grundstruktur durch Herstellung von Anreizkompati-

¹⁴⁸ Das HO-Modell macht insofern Vorgaben, wie Entscheidung, Entscheidungsmodell, Information etc. zu modellieren sind. Vgl. grundsätzlich Christensen/Demski (2003: 7, 74-120) und beispielhaft Riegler (2000: 30-33, 67-136).

¹⁴⁹ Für einen Überblick vgl. Kirchgässner (2000). Grundsätzlich synonym dazu werden in der Literatur auch folgende Begriffe verwendet: „rational choice theory“, „REMM“ bzw. „RREEMM“, „(subjective) expected utility theory“, „chicago man“, „Savage paradigm“. Vgl. zu den jeweiligen Begriffen u. a. Hargreaves Heap (1998); Meckling (1976: 548-549) bzw. Lindenberg (1985: 100); Schoemaker (1982: 530-538); McFadden (1999: 75-76); Radner (2000: 624). Die ersten drei Begriffe lassen dabei offen, ob es sich um ein sachlich- oder formal-analytisches Modell handelt, wohingegen die letzten drei formal-analytisch konnotiert sind und auch als „neoklassische Rationalitätsannahme“ zusammengefasst werden können. Im Kern liegen ihr die Annahmen einer feststehenden Alternativenmenge, (subjektiv) bekannte Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Ergebnisse und der Maximierung des Erwartungswertes der Nutzenfunktion zu Grunde. Vgl. Simon (1987/1994: 266). Die in dieser Arbeit gewählte Bezeichnung HO-Modell betont, dass es sich um ein abstraktes Modell handelt und nicht etwa um eine deskriptive Aussage über menschliches Verhalten. Vgl. Meyer (2005: 12, 25); McFadden (1999: 78-79).

¹⁵⁰ Vgl. Meyer (2005: 7-10).

¹⁵¹ Vgl. Becker (1993); Lazear (2000).

¹⁵² Vgl. Lazear (2000: 102, 141).

¹⁵³ Vgl. Popper (1967/2000).

¹⁵⁴ Siehe Fußnote 149.

¹⁵⁵ Vgl. Meyer (2005: 14-16).

¹⁵⁶ Vgl. Popper (1967/2000: 352-353); Popper (1945/2000: 347).

¹⁵⁷ Vgl. Becker (1976/1982: 4); Meyer (2005: 10-12).

¹⁵⁸ Vgl. allgemein Popper (1945/2000: 348).

bilität (Ebene des Zielsystems bzw. „Wollens“) beibehalten wird. Jeweils wird durch die neoklassische Rationalitätsannahme bereits unterstellt, dass das Entscheidungsmodell immer optimal an das Zielsystem und Restriktionen angepasst ist. Popper (1967/2000: 352-353) spricht in diesem Zusammenhang vom Rationalitätsprinzip als „Nullprinzip“, weil es lediglich besagt, dass „die Handelnden [...] ausagieren, was in der Situation enthalten war“.

Ein Entscheidungsmodell¹⁵⁹ trägt vor diesem Hintergrund die Aufgabe der Situationsanalyse. Trotz unterschiedlicher Situationen, d. h. konkreter Entscheidungsprobleme, kann das Vorgehen zur Situationsanalyse das gleiche sein, so dass auch das gleiche Entscheidungsmodell situationsübergreifend verwendet werden kann.¹⁶⁰ Dies ist im HO-Modell grundsätzlich nicht von Bedeutung, weil annahmegemäß das Entscheidungsmodell immer exakt auf das vorliegende Entscheidungsproblem passt. Mit der Festlegung der zu treffenden Entscheidung ist damit automatisch das Entscheidungsmodell festgelegt: „[T]he rational man of economics is a maximizer, who will settle for nothing less than the best“¹⁶¹ – dem darf das Entscheidungsmodell nicht im Wege stehen und muss insofern immer zur bestmöglichen Entscheidung führen, die in dieser Situation möglich ist.

Damit wird der konzeptionellen Nutzung von Controllinginformationen jedoch bereits durch den Modellierungsansatz die Grundlage entzogen. Die entscheidungsproblemübergreifende Anpassung des Entscheidungsmodells ist definitionsgemäß unerheblich, denn es wird immer das jeweils bestmögliche Entscheidungsmodell verwendet. Nur wenn diese Annahme aufgehoben bzw. gar nicht erst getroffen wird, wie es in der verhaltensorientierten Literatur der Fall ist, entsteht die Notwendigkeit zur wissenschaftlichen Problematisierung der Frage, *wie der Entscheidungsträger zu einem geeigneten Entscheidungsmodell kommt*. An dieser Stelle kann natürlich grundsätzlich ein ökonomisches Entscheidungsproblem zur Wahl des besten Entscheidungsmodells konstruiert werden.¹⁶² Dies wäre somit jedoch nicht als konzeptionelle, sondern als instrumentelle Informationsnutzung aufzufassen.¹⁶³

¹⁵⁹ Siehe Abbildung 2-1 und Abbildung 2-2.

¹⁶⁰ So ist beispielsweise das Vorgehen zum Treffen einer Investitionsentscheidung bei unterschiedlichen Investitionen stets gleich. Es werden immer die zukünftig anfallenden Cash Flows ermittelt, mit dem Kapitalkostensatz diskontiert und der notwendigen Investition gegenübergestellt.

¹⁶¹ Simon (1978: 2); vgl. auch Vanberg (2002: 13).

¹⁶² Siehe Fußnote 147.

¹⁶³ Siehe auch Unterkapitel 2.3.

Der Unterschied liegt in der Vorgehensweise: Die *instrumentelle* Beeinflussung des Entscheidungsmodells geht „top-down“ vor, indem ein direktes Optimierungskalkül über die möglichen Entscheidungsmodelle hergestellt wird, um den Zweck der bestmöglichen Entscheidung in der Gesamtheit der Entscheidungsprobleme zu erfüllen. Dabei wird die betrachtete Menge an Entscheidungsproblemen maximal homogen sein, es sei denn, es wird die zusätzliche Restriktion eingeführt, dass mit der Anzahl unterschiedlicher Entscheidungsmodelle Kosten verbunden sind.¹⁶⁴ Die *konzeptionelle* Beeinflussung des Entscheidungsmodells erfolgt nach der gewählten Definition¹⁶⁵ „bottom-up“. Es kann kein direktes Optimierungskalkül zur Wahl des Entscheidungsmodells aufgestellt werden, weil die Gesamtheit der Entscheidungsprobleme nicht erfasst wird. Es wird lediglich die Abfolge der spezifischen Entscheidungsprobleme (und damit der instrumentellen Informationsnutzung) auf der Mikroebene betrachtet und auf dieser Basis das Entscheidungsmodell sukzessive angepasst.¹⁶⁶

Insgesamt wird deutlich, dass die Integration der konzeptionellen Informationsnutzung durch die „bottom-up“-Einführung eines situationsübergreifenden Einflusses mit der nutzenmaximalen Situationsanpassung als zentralem Merkmal der Logik des HO-Modells bricht.¹⁶⁷ Die bloße Möglichkeit zur konzeptionellen Nutzung von Informationen reicht jedoch nicht aus, um das HO-Modell zu verwerfen, denn wenn der Nutzer ein bestmögliches Entscheidungsmodell verwenden kann, dann besteht keine Notwendigkeit für eine Anpassung durch konzeptionelle Informationsnutzung. Mit der Einführung der konzeptionellen Nutzung geht somit implizit die Annahme begrenzter kognitiver Fähigkeiten einher, die den Nutzer daran hindern, für jeden Fall das bestmögliche Entscheidungsmodell anzuwenden.¹⁶⁸

¹⁶⁴ Gemäß dem dargestellten Ansatz der Situationslogik entspricht diese Restriktion einer Veränderung der Situation, die eine perfekte Anpassung des Entscheidungsmodells an die jeweilige Entscheidungssituation verhindert. Das Prinzip der Situationsanpassung bleibt daher unverändert gültig.

¹⁶⁵ Siehe Unterkapitel 2.3.

¹⁶⁶ Dies kann in bestimmten Fällen zum gleichen Ergebnis führen. Vgl. Radner (2000: 648-653). Das würde dann die Verwendung des HO-Modells gemäß dem „als ob“-Ansatz rechtfertigen. Vgl. Friedman (1953/1989: 40). Jedoch ist dies der Ausnahmefall und ändert nichts an der Unterschiedlichkeit des Vorgehens, von dem insofern nicht ohne weiteres abstrahiert werden darf. Vgl. Tversky/Kahneman (1986/2002: 221-223); Hausman (1994/1995).

¹⁶⁷ Zu einem ähnlichen Ergebnis kommen auch Rich/Oh (2000: 203).

¹⁶⁸ Vgl. Heiner (1983: 561). Grundsätzlich können natürlich auch andere Gründe in Frage kommen, die mit dem HO-Modell vereinbar wären, wie beispielsweise Informationskosten. Vgl. Radner (2000: 633). Jedoch würde damit wieder eine instrumentelle Nutzung angenommen, ähnlich der bereits erläuterten Wirtschaftlichkeitserwägungen bei der Entscheidung über zu verwendende Entscheidungsmodelle. Darüber hinaus zeigt Heiner (1988b: 29, Fn1, 34-35, Fn7) auf, dass mit der Einführung von Informationskosten eine Meta-Ebene des Entscheidungsproblems gebildet würde, die a)

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

Auf diese Grenze des HO-Modells wurde bereits vor längerer Zeit hingewiesen, insbesondere durch Herbert A. Simon.¹⁶⁹ Simon ging es dabei primär um Widersprüche zwischen Aussagen von HO-basierten Modellen und empirischen Beobachtungen, die er insbesondere auf die Vernachlässigung der kognitiven Beschränkungen menschlicher Akteure zurückführte.¹⁷⁰ Simon fordert in diesem Zusammenhang, Theorien ausgehend von „bounded rationality“ zu erarbeiten, indem die Annahme der strikten Erwartungsnutzenmaximierung des ökonomischen Ansatzes aufgehoben wird.¹⁷¹

Die Modellierung eines anpassungsfähigen Entscheidungsmodells durch die Integration konzeptioneller Informationsnutzung ist somit eine Form der „bounded rationality“.¹⁷² Simons Ansatz wurde vielfach gewürdigt und war zweifellos wegweisend für die Auseinandersetzung mit den Grenzen des ökonomischen Ansatzes auf methodologischer Ebene, hat sich jedoch nicht zu einem eigenständigen Paradigma entwickelt.¹⁷³ Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass er offen lässt, wie von der neoklassischen Rationalitätsannahme bei spezifischen Fragestellungen konkret abgewichen werden kann.¹⁷⁴ Simons Ansatz bietet selbst keinen konkreten Modellierungsansatz, sondern ruft lediglich zur Entwicklung eines solchen auf. Für die vorliegende Arbeit erwächst daraus ein methodologischer Beistand, die Modellkonstruktion muss jedoch problemspezifisch anhand zusätzlicher konkreterer Erwägungen erfolgen.

Insgesamt kann damit festgestellt werden, dass das HO-Modell als Modellierungsansatz für das erarbeitete integrative Modell der Nutzung von Controllinginformationen nicht geeignet ist, weil es beschränkte Kognition im Allgemeinen und konzeptionelle Informationsnutzung im Besonderen nicht abzubilden vermag. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit der Suche nach einem Modellierungsansatz, der diese Anforderungen erfüllen kann. Auf diesem Weg bildet das HO-Modell den Ausgangspunkt, da Anschlussfähigkeit zum ökonomisch-rationalen Grundmodell der Nutzung von Con-

die Komplexität des Entscheidungsproblems für den Entscheidungsträger steigert und b) zu einem infiniten Regress führen kann, wenn für das Meta-Entscheidungsproblem wiederum Entscheidungskosten anzunehmen wären, so dass immer weitere Meta-Ebenen hinzutreten würden. Besonders Letzteres legt einen völligen Verzicht auf die Einführung einer Meta-Ebene nahe („Kant’sche Lösung“).

¹⁶⁹ Vgl. Simon (1955: 99); Simon (1987/1994: 266).

¹⁷⁰ Vgl. Simon (1978: 14-15). Vgl. Conlisk (1996) und McFadden (1999) zu experimentellen Widerlegungen von Aussagen auf der Basis des HO-Modells.

¹⁷¹ Vgl. Simon (1987/1994: 266); Vanberg (2002: 30).

¹⁷² Vgl. Vanberg (2002: 29-33).

¹⁷³ Vgl. Foss (2001b); Radner (2000: 623).

¹⁷⁴ Vgl. Foss (2001b); Heiner (1985a: 392); Hahn (1996: 298).

trollinginformationen entsprechend der gewählten Problemstellung so weit wie möglich gewährleistet werden soll.

3.2 Identifikation eines geeigneten Modellierungsansatzes

Die Defizite des HO-Modells hinsichtlich der Integration kognitiver Beschränkungen, ausgehend von Simons Kritik, waren Gegenstand vielfältiger Forschungsbemühungen, jedoch konnte sich bis heute kein eigenständiges Paradigma etablieren.¹⁷⁵ An der Auflösung dieser „offenen Theoriebildungsfrage“¹⁷⁶ wird aktuell noch intensiv gearbeitet,¹⁷⁷ so dass noch nicht auf eine allgemein akzeptierte Grundlage zurückgegriffen werden kann. Jedoch können einzelne Ansätze in Teilbereichen des Einbezugs kognitiver Beschränkungen für die hier verfolgte fokussierte Problemstellung fruchtbar gemacht werden. Deshalb gilt es, einen Modellierungsansatz zu erarbeiten, der neben Entscheidungsfundierung und Verhaltenssteuerung als Formen instrumenteller Informationsnutzung auch konzeptionelle Informationsnutzung abzubilden vermag.

Heiners „reliability theory“

Vor diesem Hintergrund fällt das Augenmerk auf die Arbeiten von Heiner,¹⁷⁸ der als erster Forscher die Informationsnutzung selbst ausgehend vom HO-Modell problematisiert hat:

„Conventional choice theory assumes agents respond to information perfectly in the sense of always making decisions that maximize expected utility based on their observed information. Opposing this view has been the persistent criticism that 'real world' agents have severe limitations in their ability to process information, which thereby prevents them from perfectly using information without error. This criticism is sometimes avoided by assuming decisions are adjusted to incorporate various 'transaction costs' of observing and processing information. Such cost-adjusted decisions can thereby still be regarded as optimal. Thus, the tendency has been to assert two opposite views: one which redefines optimizing so as to guarantee it will be satisfied; and one that regards imperfect decisions as the only plausible case for agents in the real world. As such, neither view allows the possibility of using information itself to be analyzed.“¹⁷⁹

Als Antwort auf diese Problemexposition formuliert Heiner seine „theory of reliability“¹⁸⁰, um herauszuarbeiten, wie die unvollkommene Fähigkeit zur Nutzung von Infor-

¹⁷⁵ Vgl. Foss (2001b); Radner (2000: 623). Eine ausführlichere Darstellung findet sich in Meyer/Heine (2005: 22).

¹⁷⁶ Vgl. Meyer/Heine (2005: 22).

¹⁷⁷ Vgl. u. a. Radner (2000); Tirole (2002); Mantzavinos et al. (2004); Vanberg (2004).

¹⁷⁸ Ausgehend von Heiner (1983).

¹⁷⁹ Heiner (1988b: 29).

¹⁸⁰ Heiner (1988a: 25).

mation neben unvollkommener Information selbst das Verhalten von Akteuren beeinflusst.¹⁸¹ Heiner (1983: 562) rekonstruiert das HO-Modell so, dass es Verhalten erklärt, indem die Entscheidungskompetenz („competence“) eines Akteurs mit der Schwierigkeit („difficulty“) der Identifikation der bestmöglichen Alternative gleichgesetzt wird. Es wird dabei angenommen, dass die Kompetenz des Akteurs und die Schwierigkeit des Entscheidungsproblems nicht auseinanderfallen. Würde man diese Annahme aufheben und damit eine Lücke zwischen den beiden Aspekten zulassen („competence-difficulty gap“ bzw. „C-D gap“)¹⁸², so würde Unsicherheit hinsichtlich des Treffens der bestmöglichen Entscheidung entstehen. Als Folge wären Fehler und Überraschungen zu vermuten, die von ihrer Natur her schwer prognostizierbar und erratisch wären und damit für wissenschaftliche Erklärungen kaum erfassbar. Daher schließt das HO-Modell ein „C-D gap“ aus.

Heiner (1983: 562-567) zeigt jedoch auf, dass das Vorhandensein eines „C-D gaps“ sich genau gegenteilig auswirkt, indem Akteure in Reaktion auf ihre mangelnde Entscheidungskompetenz ihre Entscheidungsflexibilität zugunsten starrer Regeln einschränken.¹⁸³ In der Folge entsteht sogar besser prognostizierbares Verhalten. Auf diese Weise werden aber auch gewinnbringende Abweichungen von der Regel unterlassen. Bei größerer Flexibilität hinsichtlich der Situationsanpassung (wie im HO-Modell) hingegen würden sich die Akteure der Situation immer bestmöglich anpassen, so dass aus leicht unterschiedlichen Situationen jeweils auch unterschiedliches Verhalten resultieren würde.¹⁸⁴ Beispielhaft verweist Heiner (1983: 564) auf das „satisficing“-Konzept (im Gegensatz zur Maximierung/Optimierung)¹⁸⁵ von Simon, das die Nutzung von Information einschränkt und damit Verhaltenskomplexität reduziert.

Heiner (1983: 564-567) konkretisiert diese Argumentation, indem er von einer Situation ausgeht, in der das Verhaltensrepertoire beschränkt und die Aufnahme einer weiteren Handlungsmöglichkeit zu erwägen ist. Damit sind aber neben der Aussicht auf ein besseres Ergebnis (wenn sich die neue Handlungsmöglichkeit als bestmöglich herausstellt) auch zwei Fehlerquellen verbunden. Zum einen kann fälschlicherweise eine andere Handlung ausgewählt werden, wenn die neue Handlung optimal wäre, und zum

¹⁸¹ Vgl. Heiner (1988a: 25). Siehe Heiner (1983) für den primär sachlich-analytischen Ausgangsartikel und Heiner (1985a) für die formal-analytische Verfeinerung/Fortführung.

¹⁸² Vgl. Heiner (1983: 562).

¹⁸³ Denzau/North (1994: 6-7,12) weisen darauf hin, dass neben regelbasiertem Verhalten auch Institutionen die notwendige Komplexitätsreduktion leisten können.

¹⁸⁴ Vgl. Heiner (1983: 563, 585-586).

¹⁸⁵ Vgl. Simon (1985: 295).

anderen kann die neue Handlung fälschlicherweise in einer Situation ausgewählt werden, in der sie gar nicht optimal ist.¹⁸⁶ Die Vermeidung dieser beiden Fehler wird dann zur einer Verlässlichkeit („reliability“) bei der Auswahl der neuen Handlung zusammengefasst. Eine hohe Wahrscheinlichkeit bei der Auswahl der Handlung, wenn sie optimal ist, in Verbindung mit einer niedrigen Wahrscheinlichkeit der Auswahl, wenn sie nicht optimal ist, führt zu einer hohen Verlässlichkeit. Diese konkretisiert damit das C-D-Gap, indem die vom C-D-Gap ausgehende Unsicherheit durch die Gefahr einer fälschlichen Handlungsauswahl formalisiert wird und mit größerer Reliability ein kleineres C-D-Gap einhergeht. Heiner (1983: 566) weist nun nach, dass für die Reliability eine Schwelle existiert („reliability condition“), unterhalb derer es für den Akteur besser ist, die neue Handlungsmöglichkeit zu ignorieren, weil die Nachteile eine fälschlichen Verwendung die Vorteile einer besseren Situationspassung überkompensieren. Mit größer werdendem C-D-Gap und damit größerer Unsicherheit hinsichtlich der Auswahl der bestmöglichen Handlung schränkt der Akteur folglich sein Handlungsrepertoire immer mehr ein und kommt so zu starren Verhaltensregeln. Das HO-Modell ist dann als Spezialfall einzuordnen, bei dem die Reliability unendlich hoch ist, weil die Fehlerwahrscheinlichkeit jeweils 0 beträgt. Dadurch wird die Toleranzschwelle in jedem Fall überschritten und jede Handlung wird ins Verhaltensrepertoire aufgenommen.¹⁸⁷

Heiner (1985a) entwickelt ein formales Modell, um diese Argumentation weiter zu untermauern und zu verfeinern. Sein Modell basiert auf einem dreistufigen Entscheidungsproblem: (1) Ein Umweltzustand („state“) tritt ein, (2) der Akteur erhält eine Nachricht („message“), die eine Information über die bestmögliche Handlung („action“) enthält, und (3) wertet diese Nachricht schließlich für seine Entscheidungsfindung aus. In diesem Modell ist damit eine Unterscheidung zwischen unvollkommener Information und unvollkommener Informations*nutzung* möglich, denn jede Nachricht enthält eine objektivierbare Information für die bestmögliche Handlung, die auch falsch sein kann. Ebenso kann aber der Akteur auch eine richtige Nachricht falsch auswerten und dadurch eine andere Handlung wählen als die bestmögliche. Auf diese Weise können die Auswirkungen fehlerhafter Information und fehlerhafter Informationsnutzung getrennt¹⁸⁸

¹⁸⁶ Diese Fehler sind analog zu den Fehlern bei statistischen Hypothesentests zu verstehen: Man kann eine richtige Nullhypothese fälschlicherweise ablehnen („ α -Fehler“) und eine falsche Nullhypothese fälschlicherweise annehmen („ β -Fehler“). Vgl. Heiner (1983: 565, Fn17).

¹⁸⁷ Vgl. Heiner (1983: 565)

¹⁸⁸ Vgl. Heiner (1988a: 26-30).

und auch in ihrem Zusammenspiel¹⁸⁹ untersucht werden.¹⁹⁰ So kann Heiner (1988b) zeigen, dass es für einen Akteur in diesem Modell rational sein kann, auf kostenlos verfügbare Informationen zu verzichten und (über die fehlerlos zu nutzenden Informationen hinaus) Informationen einzubeziehen, deren Nutzung mit Fehlern verbunden ist.¹⁹¹ Für das Zusammenspiel von Fehlern der Information selbst und solchen bei deren Nutzung kann Heiner (1985a: 394) zeigen, dass Defizite in der Informationsnutzung durch steigende Informationsgüte nicht ausgeglichen werden können. Es kann somit auch rational sein, hochwertige Informationen auszuschließen.¹⁹²

Heiners „reliability theory“ wurde in der Literatur kontrovers diskutiert und mehrfach angewendet. Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die formal-analytische Fassung des Modells teilweise kritisiert¹⁹³ und die Intuition des Modells grundsätzlich unterstützt wurde,¹⁹⁴ vor allem durch eine empirische Studie über das Verhalten auf Finanzmärkten, die Heiners Aussagen explizit bestätigt¹⁹⁵. Heiner selbst hat die Theorie auf vielfältige Bereiche angewandt.¹⁹⁶ Besonders hervorzuheben ist darunter die organisationstheoretische Relevanz seiner Aussagen, die er am Beispiel der Teamtheorie von Marschak/Radner (1972/1978) aufgezeigt hat. So besagt beispielsweise ein Theorem der Teamtheorie, dass sich die Leistungsfähigkeit einer zentralen Organisationsstruktur mit steigender Anzahl an Divisionen asymptotisch der einer dezentralen Organisationsstruktur annähert.¹⁹⁷ Dem liegt jedoch die Annahme zu Grunde, dass alle verfügbaren Informationen von jedem Teammitglied fehlerfrei

¹⁸⁹ Vgl. Heiner (1985a: 393-394).

¹⁹⁰ Heiner leitet dafür Reliabilities für die Information selbst her. Mögliche Fehlerquellen: Für jeden Umweltzustand gibt es annahmegemäß eine optimale Handlung. Eine Nachricht kann nun bei gegebenem Umweltzustand auf eine abweichende Handlung verweisen [Fehler 1] oder die bei gegebenem Umweltzustand optimale Handlung auch in anderen Umweltzuständen, dann fälschlicherweise, beinhalten [Fehler 2]. Hinzu kommt noch eine Reliability für die Nutzung der Informationen. Für den kombinierten Fall formuliert Heiner eine „joint reliability“. Vgl. Heiner (1985a: 393-394); Heiner (1988a: 26-29, 33).

¹⁹¹ Vgl. Heiner (1988b: 44).

¹⁹² Vgl. auch Heiner (1988a: 33).

¹⁹³ Vgl. Bookstaber/Langsam (1985); Garrison (1985); Driver (1992). Vgl. Heiner (1985b) für seine Reaktion auf die Kritik.

¹⁹⁴ Vgl. Wilde et al. (1985).

¹⁹⁵ Vgl. Kaen/Rosenman (1986).

¹⁹⁶ Vgl. u. a. Heiner (1986) zur Ökonomik des Rechts; Heiner (1988a) zur Organisationstheorie; Heiner (1990) zur Institutionenökonomik.

¹⁹⁷ Vgl. Heiner (1988a: 39) mit Bezug auf Arrow/Radner (1979) und Groves/Hart (1982). Zentral/dezentral bezieht sich dabei auf eine bestimmte Spezifikation der Kommunikation in der Organisation: Bei der dezentralen Struktur („complete communication (CC)“) schickt jede Division ihre Informationen an alle anderen Divisionen, wohingegen in der zentralen Struktur („incomplete communication (IC)“) eine Zentrale bilateral mit den einzelnen Divisionen kommuniziert.

genutzt werden. Wird diese Annahme vor dem Hintergrund der Erwägungen Heiners zu unvollkommener Informationsnutzung aufgehoben, so wird mit zunehmender Anzahl von Divisionen und damit steigender Informationsmenge die Anzahl von Fehlern zunehmen. Daraus folgt, dass in diesem Fall die zentrale Struktur angesichts der geringeren Informationsmenge für jede einzelne Division der dezentralen Struktur strikt überlegen sein wird (auch wenn keine Kommunikationskosten auftreten).¹⁹⁸ Dieses Ergebnis der Analyse Heiners steht damit im Einklang mit dem Argument Hayeks, dass die zentrale Errungenschaft des Preissystems die effiziente Versorgung der lokalen Akteure mit Informationen über die relative Knappheit von Gütern ist.¹⁹⁹

Heiners Ansatz geht über die Berücksichtigung kognitiver Beschränkungen in Form einer Modellierung von Informationskosten hinaus. Dies gilt insbesondere im Vergleich zur Informations- und Transaktionskostenökonomik.²⁰⁰ Heiner thematisiert nicht nur Bounded Rationality als „costly rationality“, sondern als „truly bounded rationality“.²⁰¹ Seine formale Fassung erlaubt dabei aber auch die Anschlussfähigkeit an das HO-Modell, indem fehlerlose Informationsverarbeitung als Grenzfall enthalten ist und auch bei Annahme unvollkommener Informationsnutzung die formalen Werkzeuge der Entscheidungstheorie angewendet werden können.²⁰² Die Formalisierung ermöglicht es Heiner darüber hinaus, Ergebnisse von Shannons „Mathematical Theory of Communication“²⁰³ für die Analyse von Problemen der Informationsnutzung fruchtbar zu machen.²⁰⁴

Heiners Theorie empfiehlt sich damit als mögliche Ausdifferenzierung des HO-Modells zur Modellierung des um die konzeptionelle Informationsnutzung erweiterten Grundmodells der Nutzung von Controllinginformationen. Neben der grundsätzlichen Übereinstimmung hinsichtlich der Grenzen des HO-Modells und der expliziten Thematisierung der Informationsnutzung gilt es jedoch zuvor zu klären, inwieweit Heiners Theorie zur Modellierung konzeptioneller Informationsnutzung geeignet ist. Dazu ist

¹⁹⁸ Vgl. Heiner (1988a: 39-40, 42).

¹⁹⁹ Vgl. Heiner (1988a: 40); Hayek (1945/1949: 84-86). Für eine Einordnung dieser Idee vor dem Hintergrund der Modellierung kognitiver Beschränkungen vgl. Meyer/Heine (2005: 16).

²⁰⁰ Vgl. zur Betrachtung von Informations- und Transaktionskostenökonomik vor dem Hintergrund der Modellierung von Kognition Meyer (2005: 16-21).

²⁰¹ Vgl. Radner (2000: 633).

²⁰² Vgl. Heiner (1985a: 392); Heiner (1988a: 28). „Reliability concepts thus enable one to continue using existing decision theory tools to analyze the effects of imperfect decision making [...] in addition to imperfect information [...]. Consequently, these tools need not be given up to study imperfect decisions, nor must one abstract from agents' true decision-making skills in order to use them.“ Heiner (1988a: 28).

²⁰³ Vgl. Shannon (1949/1969).

²⁰⁴ Vgl. Heiner (1985a: 393-394) und im Detail Heiner (1988b: 49-52).

(wie zuvor beim HO-Modell) zu fragen, ob die Essenz der konzeptionellen Informationsnutzung abbildbar ist. Dies betrifft vor allem die entscheidungsübergreifende Wirkung konzeptioneller Informationsnutzung auf das Entscheidungsmodell als Nebenwirkung instrumenteller Nutzung.

In Heiners Theorie wird eine Nachricht instrumentell genutzt, um daraus die bestmögliche Handlung zu ermitteln. Das Entscheidungsmodell tritt bei Heiner damit nur implizit in Erscheinung. Übersetzt man sein Modell in die Logik des erweiterten Grundmodells der Nutzung von Controllinginformationen²⁰⁵, so entspricht die Nutzung von Information der Anwendung eines Entscheidungsmodells. Unvollkommene Informationsnutzung im Heiner'schen Sinne wäre somit auf ein fehlerhaftes Entscheidungsmodell zurückzuführen, das die an sich richtige Information (Nachricht) fehlerhaft verarbeitet und so zu einer suboptimalen Entscheidung führt. Damit zeigt Heiner einen Weg auf, wie die strikte Situationsanpassung des Entscheidungsmodells im HO-Modell gelockert werden kann. Konzeptionelle Informationsnutzung und Heiners Reliability Theory sind insofern konsistent. Konzeptionelle Informationsnutzung geht jedoch noch einen Schritt weiter, indem sie thematisiert, *wie* das Entscheidungsmodell im Zuge der instrumentellen Nutzung angepasst wird. Heiner hingegen geht es nicht um die Anpassung des Entscheidungsmodells (Prozessperspektive), sondern um die Analyse der Konsequenzen eines unvollkommen angepassten Entscheidungsmodells (Ergebnisperspektive). Statt Veränderungen des Entscheidungsmodells (in Heiners Diktion der „reliability of information use“) endogen zu modellieren, greift Heiner auf modellexogene Herleitungen einer Veränderung zurück, beispielsweise durch Verweis auf Ergebnisse der experimentellen Psychologie.²⁰⁶

Heiners Theorie ist daher komplementär zur Perspektive dieser Arbeit, indem sie die Auswirkungen einer Abweichung von der Annahme der vollkommenen Informationsnutzung, d. h. eines optimalen Entscheidungsmodells, im HO-Modell analysiert. Für die Erarbeitung eines Modellierungsansatzes für die endogene Veränderung des Entscheidungsmodells durch konzeptionelle Informationsnutzung macht Heiners Theorie daher keine konkreten Vorgaben. Sie ist dennoch auf dem Weg dahin sehr fruchtbar, weil sie aufzeigt, wie das Verhalten eines Akteurs vom HO-Modell abweicht, wenn ein anpassungsfähiges und damit potenziell suboptimales Entscheidungsmodell zugelassen wird: Starre Regeln zur Einschränkung des Verhaltensrepertoires sind eine sinnvolle Reaktion

²⁰⁵ Siehe Unterkapitel 2.3.

²⁰⁶ Vgl. Heiner (1985a: 394).

auf die sonst zu erwartenden Fehlentscheidungen.²⁰⁷ Deshalb ist die Beschäftigung mit Heiners Theorie ein wichtiger Zwischenschritt, der die Erarbeitung des zu verwendenden Modellierungsansatzes erleichtert und zudem einen theoretisch fundierten Vergleichsmaßstab für das später zu untersuchende Modellverhalten zur Verfügung stellt.

Im Anschluss an die Überlegungen zu Heiners „reliability theory“ gilt es nun, einen Ansatz zur endogenen Modellierung der Anpassung des Entscheidungsmodells zu erarbeiten. Die bisherigen Ausführungen machen deutlich, dass dies eng verbunden ist mit einer näheren Betrachtung der kognitiven Fähigkeiten eines Akteurs. Ausgehend vom HO-Modell tritt neben das Zielsystem („Wollen“) auf diese Weise eine weitere, tiefergreifende akteursindividuelle Komponente: kognitive Limitationen („Können“). Letztere erschweren eine vollständige Anpassung des Entscheidungsmodells an die jeweilige Situation. Der Entscheidungsträger hat in der Folge nicht nur *sein individuelles Zielsystem*, sondern auch *sein individuelles Entscheidungsmodell*. Durch die einseitige Ausrichtung des HO-Modells auf die Wollenskomponente ist hier wenig Unterstützung zu erwarten:²⁰⁸ „These models [in neoclassical economics on organizations] are rich in their modelling of incentives but mired in poverty when it comes to modelling agent heterogeneity, the cognitive limitations of agents [...]“.²⁰⁹ Die verhaltensorientierte Literatur hingegen weist auf eine Vielzahl kognitiver Limitationen hin, meist ausgehend von der Empirie. Exemplarisch ist die deskriptive Entscheidungstheorie, vor allem im Zusammenhang mit den Arbeiten von Kahneman/Tversky, zu nennen.²¹⁰ Ansatzpunkt für die Modellierung eines Entscheidungsträgers mit anpassungsfähigem Entscheidungsmodell ist vor diesem Hintergrund eine Integration der Könnens- und Wollensperspektive.

WHU-Ansatz zur Integration von Könnens- und Wollensaspekten

Aus der Perspektive des Einbezugs kognitiver Beschränkungen (Könnensaspekt) in die primär zielsystem- und anreizorientierte ökonomisch-rationale Modellierung deckt sich die Suche nach einem Modellierungsansatz für diese Arbeit mit den Überlegungen an

²⁰⁷ „Behavior restricted in this fashion [...] constitutes rule-governed behavior.“ Heiner (1988a: 30).

²⁰⁸ Vgl. Radner (1996: 1367), beispielsweise in Form von Kosten der Informationsbeschaffung, vgl. Grossman/Stiglitz (1980), oder asymmetrischer Information, vgl. kritisch Minkler (1993b: 569) und Foss (2001a: 420, En1).

²⁰⁹ Chang/Harrington (2006: 1276-1277). Positiv formuliert: „Incentives are the essence of economics.“ Lazear (1987/1998: 744).

²¹⁰ Für einen Überblick der herausgearbeiteten kognitiven „Anomalien“ vgl. McFadden (1999).

der WHU²¹¹ zur Integration von Könnens- und Wollensaspekten in der Modellierung eines ökonomischen Akteurs:²¹²

„Die Integration der kognitiven Dimension stellt [...] eine noch offene Forschungs- und Theoriebildungsfrage dar. [Absatz] Die theoriegeschichtliche Betrachtung legt nahe, dass Antworten auf diese Theoriebildungsfrage nicht gegen den ökonomischen Ansatz angelegt sein sollten, sondern darauf aufbauend eine methodologisch versierte Ausdifferenzierung darstellen sollten: es bedarf einer allgemeinen Erklärungsstrategie, aus der heraus methodisch reflektiert abzuleiten ist, welches Modell des Menschen für welche Fragestellung zielführend ist. In diesem Sinne stellt das Akteursmodell einen integrativen Bezugsrahmen zur Verfügung, der sowohl die durch das PA-Modell ins Zentrum gerückte Anreizkomponente, als auch die in der Tradition von Hayeks Subjektivismus stehende kognitive Dimension erfasst. Damit können aus der Perspektive der Interaktionen von Akteuren heraus sowohl Grenzen im Wollen als auch im Können der theoretischen Analyse zugänglich gemacht werden, indem die vielfältigen Ansätze in den jeweiligen Bereichen integriert und langfristig konsolidiert werden.“²¹³

In diesem Kontext wurde für die Modellierung von Könnens- und Wollensaspekten ein Bezugsrahmen entwickelt (s. Abbildung 3-1). Ausgehend von dem noch *alltagsweltlich* geprägten Verständnis, dass Akteure in ihrem Wollen und in ihrem Können begrenzt sind, wird zunächst eine *wissenschaftliche Präzisierung* verlangt. So werden beispielsweise PA-Modelle in ihrer Betonung von Anreizaspekten als theoretisches Konzept zur Präzisierung des Wollens eines Akteurs angeführt.²¹⁴ Analog kann die deskriptive Entscheidungstheorie nach Kahneman/Tversky²¹⁵ als theoretischer Zugriff auf Könnensaspekte angesehen werden. Ebenso fällt Simons Bounded Rationality in diesen Bereich.²¹⁶ Kernaussage des Bezugsrahmens ist es daher, die Forderung nach einer theoretischen Spezifikation der zu betrachtenden Aspekte des Könnens und Wollens. Darauf aufbauend kann dann eine theoretische Integration vorgenommen werden,²¹⁷ um

²¹¹ WHU – Otto Beisheim School of Management, Vallendar, Lehrstuhl für Controlling und Telekommunikation, Prof. Dr. Jürgen Weber. Die Arbeiten an der WHU in dieser Richtung haben bereits Mitte der 90er Jahre begonnen und in der Zwischenzeit bereits eine ganze Reihe von Veröffentlichungen hervorgebracht, die sich sowohl mit der Modellierung selbst („Akteursmodell“), theoretischen Grundlagen und Anwendungen beschäftigt haben. Für einen Überblick siehe Heine et al. (2006: 67-71). In einer Reihe von aktuellen Forschungspapieren wurden diese Arbeiten konsolidiert und der aktuelle Stand der Überlegungen dargestellt: Vgl. Meyer/Heine (2005) für eine Einordnung in die betriebswirtschaftliche Forschung, Meyer (2005) für die Verhältnisbestimmung zum ökonomischen Ansatz und Heine et al. (2006) für den aktuellen Stand der Überlegungen. Vgl. Heine et al. (2006: 62-66) für eine Verhältnisbestimmung zwischen aktuellem Stand und den älteren Arbeiten.

²¹² Diese Arbeit ist auch im Kontext dieser Überlegungen entstanden. Siehe dazu die Anmerkungen zur Entstehung dieser Arbeit im Vorwort.

²¹³ Meyer/Heine (2005: 22-23).

²¹⁴ Vgl. Meyer/Heine (2005: 20).

²¹⁵ Vgl. Laux (2005: 14-15) und für einen Überblick McFadden (1999).

²¹⁶ Vgl. Meyer/Heine (2005: 20). Siehe dazu auch Unterkapitel 3.1.

²¹⁷ Für die methodologischen Feinheiten einer theoretischen Integration vgl. Suchanek (1994).

Könnens- und Wollensaspekte gleichzeitig und in ihrem Zusammenspiel analysieren zu können.

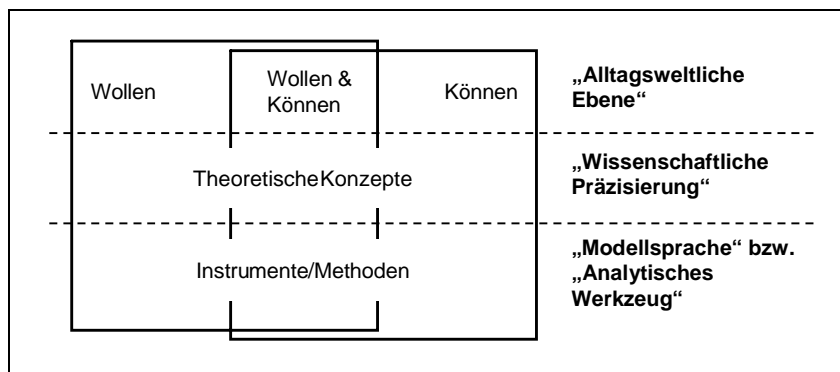


Abbildung 3-1: Integrativer Bezugsrahmen zur Modellierung eines Akteurs²¹⁸

Eine solche Integration hängt allerdings nicht allein von den Inhalten der Theorien ab, wie z. B. Problemstellung, betrachtete Könnens- bzw. Wollensaspekte, Abstraktionsebene, Prämissen, sondern auch von den *analytischen Werkzeugen*, die zur Ableitung von Aussagen verwendet werden. Ein gutes Beispiel hierfür ist die Transaktionskostenökonomik, die auf der Ebene der Akteure sowohl Begrenzungen im Wollen als auch im Können annimmt. Die Übersetzung wesentlicher Gedanken der Transaktionskostenökonomik nach Williamson mittels des formal-analytischen Instrumentariums des ökonomischen Mainstreams durch Grossman/Hart zeigt auf, dass es unter Verwendung eines anderen analytischen Werkzeugs zu Divergenzen kommen kann, sowohl in der Mikrofundierung als auch in der Darstellung des Interaktionsproblems.²¹⁹ Angesichts dessen sind die Instrumente und Methoden, die im Zusammenhang mit den betrachteten Theorien verwendet werden, ebenfalls zu berücksichtigen. So bedient sich die normative PA-Theorie primär formal-analytischer Modelle (deduktive Methode), wohingegen die deskriptive Entscheidungstheorie primär sachlich-analytische Überlegungen empirisch fundiert (induktive Methode).²²⁰ Spieltheorie auf der einen und Experimente auf

²¹⁸ In Anlehnung an Meyer/Heine (2005: 20). Im Vergleich zur ursprünglichen Abbildung wird durch Entfernung von Beispielen und Veranschaulichungen eine Fokussierung vorgenommen.

²¹⁹ Vgl. Meyer (2004a: 177). Es kommt zu einer „höchst unzureichenden Verkürzung“, weil Grossman/Hart „in ihrer Sichtweise des Problems der [formalen, d. Verf.] Mechanismus-Design-Literatur verhaftet sind“. Meyer (2004a: 181, BOH).

²²⁰ Vgl. Wagenhofer (1997: 67). Vgl. McFadden (1999) für eine Übersicht der herausgearbeiteten Anomalien menschlichen Entscheidungsverhaltens. Eine Ausnahme im Bereich der deskriptiven Entscheidungstheorie bildet sicherlich die „prospect theory“ von Kahneman/Tversky (1979), die eine Formalisierung wichtiger vom HO-Modell abweichender Aspekte menschlichen Entscheidungsverhaltens

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

der anderen Seite sind insofern Beispiele für die unterschiedlichen Methoden und Instrumente, die die Inhalte der Theorien mit beeinflussen. Dies ist sowohl für die Wahrnehmung als auch für die Bearbeitung ökonomischer Probleme von kaum zu unterschätzender Bedeutung.²²¹

Für die Modellierung eines Akteurs ist beim WHU-Ansatz die Ebene der analytischen Werkzeuge somit von großer Bedeutung, weil die theoretische Integration auch auf dieser Ebene nachvollzogen und fortgeführt werden muss, wenn aus der Verbindung von Können und Wollen eigenständige Aussagen abgeleitet werden sollen. Wie das Beispiel der Formalisierung der Gedanken Williamsons durch Grossman/Hart verdeutlicht, liegt in diesem Bereich eine weitere Herausforderung für die Modellierung eines Akteurs, der im Wollen und im Können begrenzt ist. Es kommt dabei besonders darauf an, nicht vorschnell auf eine Minimallösung zurückzugreifen, indem man auf alle nicht direkt übersetzbaren Aspekte verzichtet und sich auf die Kernaussagen und eine sachlich-analytische Logik beschränkt. Eine nähere Auseinandersetzung mit den verfügbaren Methoden kann eine weitgehende Übersetzung ermöglichen oder eine neue Methode zu Tage fördern, die zu den bislang unvereinbaren Methoden direkt anschlussfähig ist und damit einen gemeinsamen Nenner darstellt. Letzteres schreibt Ostrom (1988: 384) beispielsweise der Computersimulation als drittem „symbol system“ zu (neben Sprache als erstem und Mathematik als zweitem).

Dieser Bezugsrahmen zur methodisch kontrollierten Integration von Könnens- und Wollensaspekten leistet damit wesentliche Vorarbeiten zur Erarbeitung eines geeigneten Modellierungsansatzes für diese Arbeit. Aber auch die darauf aufbauenden Überlegungen sind für diese Arbeit nutzbar, weil die verfolgte Zielsetzung mit der dieser Arbeit übereinstimmt: Die Modellierung eines Akteurs ist direkt verbunden mit der methodologisch individualistischen Erklärungsstrategie.²²² Es wird ebenfalls, wenn auch ausgehend von primär methodologischen Erwägungen, eine Modellierung angestrebt, die vom HO-Modell ausgeht.²²³

unter Risiko anstrebt. Vgl. auch Tversky/Kahneman (1992: 297-298, 317). Die Verbreitung dieser formalen Alternative zum HO-Modell ist jedoch noch gering. Vgl. Tirole (2002: 652); McFadden (1999: 99-100).

²²¹ Vgl. Krugman (1998: 145).

²²² Die Forschungsanweisung des methodologischen Individualismus bedingt eine Erklärung beobachteter sozialer Phänomene, ausgehend vom Individuum. Vgl. Heine et al. (2006: 4-6). Ausführlich zum methodologischen Individualismus: Meyer (2005: 2-7) und Kincaid (1998). Grundsätzlich, insbesondere im Kontrast zum methodologischen Kollektivismus: Popper (1945/2000: 348).

²²³ Vgl. Heine et al. (2006: 6-8).

Die vom WHU-Ansatz beabsichtigte Ausdifferenzierung des HO-Modells führt zurück zu methodologischen Überlegungen hinsichtlich der dort zu Grunde liegenden Erklärungsstrategie und der Möglichkeiten des Einbezugs von Kognition. Auch in diesem Bereich wurden bereits beträchtliche Vorarbeiten geleistet, auf die in dieser Arbeit zurückgegriffen werden kann.²²⁴ Durch die Analyse der Stärken der Erklärungsstrategie des HO-Modells wurden „methodische Orientierungspunkte“ herausgearbeitet.²²⁵ (1) Durch strikte *Problembezogenheit* der Modellierung wird eine „pragmatische Reduktion“²²⁶ erreicht, so dass die wesentlichen Merkmale und Zusammenhänge des Problems klar herausgearbeitet werden können.²²⁷ (2) Das HO-Modell rekonstruiert Verhalten als Situationsanpassung. Durch diese *Methode der Situationsanalyse* kann aus einem Situationsmodell nachvollziehbar auf das Verhalten der Akteure geschlossen werden.²²⁸ Die damit verbundene Verringerung der Freiheitsgrade des Wissenschaftlers erlaubt rigide und damit untereinander konsistente und komplementäre Erklärungsansätze.²²⁹ Ein Abweichen von dieser Methode sollte daher nur dann erfolgen, wenn es vor dem Hintergrund der Problemstellung notwendig ist – und nicht aufgrund der bloßen Feststellung, dass Unterschiede zur Realität bestehen.²³⁰ (3) Die beabsichtigte Integration von Kognition erlaubt und erfordert den Einbezug von Theorien außerhalb von Ökonomik bzw. BWL, die sich tiefergehend mit Kognition auseinandergesetzt haben.²³¹ Die komplexe Binnenlogik des HO-Modells²³² muss jedoch bei der Anreicherung mit den Erkenntnissen anderer Wissenschaften gewahrt bleiben,²³³ ansonsten droht ein Abgleiten in „gehaltlose Tautologien“²³⁴ oder Ad-hoc-Erklärungen²³⁵. Interdisziplinarität erfordert daher eine methodisch reflektierte *theoretische Integration*.

²²⁴ Vgl. Meyer (2005). Ergebnisse des damit verbundenen Diskussionsprozesses sind an vielen Stellen in diese Arbeit eingeflossen.

²²⁵ Vgl. Meyer (2005: 25-26). Die dort genannten Punkte werden im Folgenden bereits mit weitergehenden Überlegungen angereichert.

²²⁶ Vgl. ausführlich Suchanek (1994: 33-84).

²²⁷ Vgl. Meyer (2005: 25). Ähnlich auch das Verständnis von Theorie als „parsimonious compression“. Vgl. Christensen/Demski (2003: 6); Tirole (2002: 633-634, 642).

²²⁸ Vgl. Meyer (2005: 14).

²²⁹ Vgl. dazu auch Becker (1976/1982: 4-8); Lazear (2000: 102, 140-142).

²³⁰ Vgl. Meyer (2005: 25).

²³¹ Zur Notwendigkeit des Einbezugs anderer Disziplinen wie beispielsweise der (Sozial-)Psychologie vgl. u. a. Tirole (2002: 652); Mantzavinos et al. (2004: 81); McFadden (1999: 99); Simon (1987/1994: 266-267); Simon (1959: 253-257); Heine et al. (2006: 8-14).

²³² Vgl. dazu auch die Ausführungen in Unterkapitel 3.1 und Meyer (2005: 7-16).

²³³ Vgl. Meyer (2005: 25).

²³⁴ Vgl. Becker (1976/1982: 6, 8).

²³⁵ Vgl. Osterloh/Grand (1995: 7), die Ad-hoc-Erklärungen als „unsystematische Generalisierungen von Erfahrungen“ beschreiben und ihnen „keinen systematischen Beitrag zur Theoriebildung“ attestieren.

(4) Angesichts dieser anspruchsvollen Aufgabe sollten die Grenzen ökonomischer Analysen grundsätzlich respektiert werden.²³⁶ Der ökonomische Ansatz bietet „nicht in gleicher Weise Einsichten in und Erklärungen für alle Arten menschlichen Verhaltens“ und wenn man ihn mit allen Phänomenen in Übereinstimmung zu bringen versucht, so nimmt man ihm weitgehend seine „Voraussagekraft“.²³⁷ Sorgfalt in der Herausarbeitung der betroffenen Grenze und *Kleinschrittigkeit* in der Ausdifferenzierung sind daher geboten.

Vor diesem Hintergrund stellt die verfolgte Ausdifferenzierung des HO-Modells zur Verknüpfung von Könnens- und Wollensaspekten eine anspruchsvolle Aufgabe dar, die mit Bezug auf die jeweils zu untersuchende Fragestellung erfolgen muss und von Fall zu Fall variieren kann.²³⁸ Daher verzichtet der WHU-Ansatz auf die Erarbeitung eines konkreten Modells. In früheren Arbeiten wurde noch der Ansatz verfolgt, ein allgemeingültiges „Grundmodell eines ökonomischen Akteurs“ zu entwerfen.²³⁹ Inzwischen ist man davon zugunsten von mehr Freiheitsgraden zur *problemspezifischen Modellierung*, insbesondere hinsichtlich des Einbezugs relevanter Theorien und der sparsamen Ausdifferenzierung des HO-Modells, abgekommen.²⁴⁰ Entsprechend bilden methodische Überlegungen für die Ausdifferenzierung des HO-Modells unter Einbezug relevanter Theorien den Kern des WHU-Ansatzes in seiner aktuellen Form. Der WHU-Ansatz ist insofern als eine „Anleitung zur problemspezifischen Ausdifferenzierung des Homo oeconomicus“ zu verstehen.²⁴¹ Aus unterschiedlichen Methoden für methodisch kontrollierte interdisziplinäre Forschung wurde die Methode der abnehmenden Abstraktion (MAA) von Lindenberg (1991) hinsichtlich der methodischen Orientierungspunkte am zweckmäßigsten eingestuft.²⁴² Lindenberg legt die Spezifizierung der *Situationsanalyse* des HO-Modells explizit zu Grunde, beugt der Gefahr des Eklekti-

²³⁶ Vgl. Meyer (2005: 25-26).

²³⁷ Becker (1976/1982: 8).

²³⁸ Vgl. Heine et al. (2006: 57).

²³⁹ Vgl. insbesondere Bach et al. (1998/2001). Daher wurde der Ansatz unter dem Begriff „Akteursmodell“ diskutiert.

²⁴⁰ Vgl. Heine et al. (2006: 57, 62-66).

²⁴¹ Dies wird besonders im Untertitel von Heine et al. (2006) deutlich.

²⁴² Vgl. Heine et al. (2006: 9-13).

zismus²⁴³ durch konkrete Vorgaben für eine Ausdifferenzierung des HO-Modells vor und gewährleistet so eine *kleinschrittige* und systematische *theoretische Integration*.²⁴⁴

Lindenbergs Methode der abnehmenden Abstraktion²⁴⁵

Lindenbergs Ausgangspunkt ist das Spannungsverhältnis zwischen großer analytischer Kraft und deskriptiver Exaktheit („descriptive accuracy“ bzw. „Realitätsnähe“).²⁴⁶ Modelltheoretische Ansätze verbinden typischerweise große analytische Kraft mit hohem Abstraktionsgrad (zulasten der deskriptiven Exaktheit) und empirische Ansätze erreichen ihre deskriptive Exaktheit zumeist auf Kosten der analytischen Kraft (aufgrund größerer Komplexität und geringerer Allgemeinheit).²⁴⁷ Die Methode der abnehmenden Abstraktion (MAA)²⁴⁸ ermöglicht eine systematische Synthese: Ausgehend von einer abstrakten, modelltheoretischen Kerntheorie wird schrittweise eine Ausdifferenzierung hin zu realitätsnäheren Annahmen durchgeführt, so dass sich eine Kaskade von immer leichter auf die Realität zu übertragenden Modellen ergibt (*Grundsatz I* in Abbildung 3-2).²⁴⁹

Grundlage für dieses Vorgehen ist eine Aufgabenteilung zwischen der Kerntheorie, die unverändert abstrakt bleibt und damit ihre analytische Kraft behält, und Brückenannahmen, die festlegen, welche Implikationen die Kerntheorie für das betrachtete, spezifische Phänomen hat: „A core theory consists of a number of guiding ideas that can be made more specific by auxiliary assumptions that bridge the gap between the core and a more or less simplified reality. These auxiliary assumptions therefore are called bridge assumptions.“²⁵⁰ Damit beabsichtigt Lindenberg eine scharfe Abgrenzung von sogenannten „Bastardtheorien“, bei denen der theoretische Kern und dessen Über-

²⁴³ Eklektizismus bezeichnet den negativen Extrempunkt interdisziplinärer Forschung und wird gemäß Osterloh/Grand (1995: 12, BOH) als „beliebige[s], unzusammenhängende[s] Nebeneinander von Modellen und Konzeptionen ohne Berücksichtigung der unterschiedlichen Herkunft der Aussagen“ verstanden.

²⁴⁴ Vgl. Heine et al. (2006: 12-13).

²⁴⁵ Die Darstellung der Methode der abnehmenden Abstraktion basiert teilweise auf einem Abschnitt der Entwurfsversion von Heine et al. (2006), die von Anne Paefgen und Roman Müller (unter Einbeziehung des Feedbacks aus umfangreichen Diskussionen in der „Akteursmodellgruppe“ des Lehrstuhls) verfasst wurde.

²⁴⁶ Vgl. Lindenberg (1992: 3-4).

²⁴⁷ Vgl. Lindenberg (1992: 3-4).

²⁴⁸ Lindenberg knüpft mit seine Methode an frühere nachteilsbehaftete Vorschläge zur Verringerung der Realitätsferne ökonomischer Theorien an, so dass seine Methode streng genommen als „moderne Methode der abnehmenden Abstraktion“ zu bezeichnen wäre. Vgl. Lindenberg (1991: 41-49).

²⁴⁹ Vgl. Lindenberg (1992: 4-6).

²⁵⁰ Lindenberg (1992: 6).

tragung auf den Untersuchungsgegenstand untrennbar verbunden sind, so dass deren Spezifizierungen die analytische Kraft schmälern.²⁵¹ Bastardtheorien gilt es daher zu vermeiden – zugunsten einer Separierung transparenter, deskriptiver Brückenannahmen in Verbindung mit einer analytisch kraftvollen Kerntheorie.²⁵²

<p>Übergreifende Grundsätze der Modellbildung</p> <ul style="list-style-type: none"> Ⓘ Kaskadenförmige Modellbildung durch schrittweise Ausdifferenzierung der Kerntheorie mittels separierbarer Annahmen Ⓜ Makro- bzw. Interaktionsphänomene sind das Betrachtungsobjekt Ⓜ Mikrofundierung gemäß der Forschungsanweisung des methodologischen Individualismus Ⓜ Sparsamkeit in der Modellbildung ausgehend von der Problemstellung: so einfach wie möglich und so komplex wie nötig Ⓜ Minimierung der Unsicherheit über zusätzlich zu treffende Annahmen auf dem Weg zu konkreten Aussagen Ⓜ Integration interdisziplinärer (insb. nicht ökonomischer) Erkenntnisse über austauschbare Brückenannahmen
<p>1 Festlegung der Kerntheorie: grundlegende Handlungstheorie</p> <ul style="list-style-type: none"> 1a Verfügbarkeit einfacher Brückenannahmen als Ausgangspunkt 1b Einfache Ableitung von Makro- bzw. Interaktionsimplikationen 1c Geringer Informationsbedarf zur Ableitung von Handlungsimplikationen
<p>2 Anpassung der Brückenannahmen: Übertragung der Kerntheorie auf das zu untersuchende Phänomen</p> <ul style="list-style-type: none"> 2a Transparenter Ausweis der Brückenannahmen und Nachweis der Separierbarkeit von der Kerntheorie 2b Einrichten einer Abfolge von zunächst geringerer, dann zunehmender Komplexität nach Maßgabe der Grundsätze IV und V 2c Primär Anpassung von situationsbezogenen Brückenannahmen, kognitive Brückenannahmen nur, wenn unbedingt notwendig
<p>3 Festlegung von Akteurs- und Transformationsannahmen: Art und Anzahl der Akteure und deren Zusammenspiel</p> <ul style="list-style-type: none"> 3a So wenig Akteure wie möglich, jedoch minimal zwei, damit eine Makro- bzw. Interaktionsebene konstituiert wird 3b Einfache Aggregation, wenn möglich; Einführung strategischer Interdependenz nur, wenn von Problemstellung verlangt
<p>4 Fertigstellung des Modells</p> <ul style="list-style-type: none"> 4a Keine weitere Ausdifferenzierung des Modells, sobald die Nachteile zusätzlicher Komplexität überwiegen 4b Nachträglicher Versuch, qualitative Modellergebnisse mit vereinfachtem Modell zu erreichen

Abbildung 3-2: Grundsätze und Vorgehensweise der Methode der abnehmenden Abstraktion²⁵³

²⁵¹ Vgl. Lindenberg (1992: 6). Als Beispiel nennt er eine komplexere Form der Maximierungsannahme durch Formulierung von Bedingungen, in denen sie (nicht) auftritt, denn damit geht eine Abkehr von der Kerntheorie des HO-Modells einher.

²⁵² Vgl. Lindenberg (1992: 6). Lindenberg spricht hier von einer „fast leeren“ Kerntheorie und bezieht sich damit auf Poppers Formulierung zum Rationalitätsprinzip als „Nullprinzip“, wodurch eine große analytische Kraft entsteht. Siehe dazu den Hinweis in Unterkapitel 3.1 auf Seite 45.

²⁵³ Diese Abbildung fasst Lindenberg (1991) und Lindenberg (1992) übersichtlich zusammen. Sie basiert auf einer ähnlichen Abbildung in einer Entwurfsversion von Heine et al. (2006), die maßgeblich auf Anne Paefgen und Roman Müller zurückgeht. Im Vergleich zu dieser Abbildung wurden einige Punkte hinzugefügt, andere umsortiert. Es wurden die Logik der Grundsätze und die Vollständigkeit des Anwendungsprozesses der MAA stärker herausgearbeitet.

An eine Modellierung, die von dieser Unterscheidung zwischen Kerntheorie und Brückenannahmen ausgeht, sind bestimmte Anforderungen zu stellen. In einem ersten Schritt ist sicherzustellen, dass eine Übereinstimmung zwischen der Art des Untersuchungsobjekts und der Art der Kerntheorie besteht. Eine Eingrenzung des Untersuchungsobjekts nimmt Lindenberg dahingehend vor, dass in Soziologie und Ökonomik bzw. BWL die Modellierung des Individuums typischerweise ein Mittel zum Zweck ist, um Aggregat- bzw. Interaktionsphänomene²⁵⁴ zu erklären (gemäß der Forschungsanweisung des methodologischen Individualismus²⁵⁵). Im Gegensatz dazu kann auch die Erklärung des Verhaltens von Individuen per se der Zweck sein, wie es beispielsweise für die Psychologie gilt. Im ersten Fall liegt der Forschungszweck auf der Makro- bzw. Interaktionsebene, im letzteren auf der Mikroebene. Entsprechend kann die Modellierung individuellen Verhaltens eine Mikrofundierung (im Kontext einer methodologisch individualistischen Interaktionsanalyse) oder eine Mikrotheorie (im Kontext einer Analyse individuellen Verhaltens an sich) darstellen.²⁵⁶ Diese Unterscheidung ist von großer Bedeutung, denn „[d]ie Ansprüche, die an die Mikrofundierung einer Makrotheorie zu stellen sind, sind anders und vor allem geringer als die Ansprüche, die man an eine für sich allein betrachtete Mikrotheorie stellen muss.“²⁵⁷ Folglich können sich soziologische und ökonomische bzw. betriebswirtschaftliche Modelle die niedrigeren Ansprüche an eine Kerntheorie als Mikrofundierung zunutze

²⁵⁴ Vgl. Lindenberg (1992: 7). So analysieren beispielsweise mikroökonomische Preistheorien das Aggregat von Angebots-, Preis- und Nachfrageentscheidungen der Unternehmungen und Konsumenten auf Marktebene. Im betriebswirtschaftlichen Kontext spielen weniger Makro- als vielmehr Interaktionsphänomene eine Rolle, wenn es um das Verhalten von Individuen im Kontext des Betriebs als Organisation geht, beispielsweise im Hinblick auf die Auswirkungen von Controllinginformationen. Begrifflich sind Interaktionen insofern separat gefasst, dass sie sich oft im Gegensatz zu Makrophänomenen nicht durch bloße Aggregation von Individualverhalten analysieren lassen, sondern eine Interdependenz im Verhalten der Interaktionsteilnehmer zu berücksichtigen ist. Sowohl für Makro- als auch Interaktionsanalysen gilt jedoch, dass das Verhalten des Individuums („handlungstheoretische Ebene“) nur als Mittel zum Zweck der Analyse von Makrophänomenen oder Interaktionsergebnissen (Makro- oder Interaktionsebene) betrachtet wird. Vgl. dazu ausführlich Meyer (2005: 6-7); Heine et al. (2006: 4-6); Gerecke (1998: 158-166); Homann/Suchanek (2000: 47-51, 58-59, 90-91).

²⁵⁵ Siehe Fußnote 222.

²⁵⁶ Die hier verwendete Begrifflichkeit von Mikrofundierung und -theorie basiert auf Zintl (1989: 56-59) und wurde aufgrund der besseren Verständlichkeit und der internationalen Anschlussfähigkeit gewählt. Vgl. Janssen (1998). Lindenberg (1992: 7-8) verwendet synonym „individual₁ theory“ (für Mikrotheorie) und „individual₂ theory“ (für Mikrofundierung). Für ausführlichere Darstellungen der Rolle der Mikrofundierung im Kontext methodologisch individualistischer Forschung der Ökonomik vgl. Meyer (2005: 5-7); Heine et al. (2006: 4-6); Gerecke (1998: 158-166).

²⁵⁷ Zintl (1989: 57). Eine Mikrotheorie kann dabei grundsätzlich auch zur Mikrofundierung verwendet werden, allerdings wäre darauf zu achten, dass damit nicht unnötige oder sogar schädliche Komplexität geschaffen wird, weil aus der Perspektive des zu erklärenden Makro- bzw. Interaktionsphänomens auch weniger Einzelheiten ausreichen würden.

machen. Daraus ergeben sich zwei weitere Grundsätze für die Anwendung der MAA: Makro- bzw. Interaktionsphänomene müssen das Betrachtungsobjekt darstellen (*Grundsatz II*) und die Analyse muss individuelles Verhalten als Mikrofundierung einbeziehen (*Grundsatz III*).²⁵⁸

Damit hat Lindenberg einen Rahmen abgesteckt, in dem die Anwendung der MAA zu erfolgen hat. Für das Ausfüllen dieses Rahmens hat er weitere Grundsätze hervorgehoben, die übergreifend berücksichtigt werden sollen. Dazu gehört die Einhaltung des Sparsamkeitsprinzips: Ein Modell sollte so einfach wie möglich und so komplex wie nötig sein (*Grundsatz IV*).²⁵⁹ Damit erkennt Lindenberg die Aufgabe einer Theorie an, die Aufmerksamkeit auf die wesentlichen Merkmale und Zusammenhänge der komplexen Realität zu richten („pragmatische Reduktion“²⁶⁰). Dieser Grundsatz ist im Zusammenhang mit der Ausdifferenzierung einer Kerntheorie zugunsten größerer deskriptiver Exaktheit besonders wichtig, weil dabei die Komplexität der Modellierung den zentralen limitierenden Faktor darstellt.²⁶¹

Im Zuge einer Ausdifferenzierung ist noch ein weiterer Aspekt von großer Bedeutung: Die Auflösung oder Veränderung von Annahmen an einer Stelle des Modells kann auf viele andere Zusammenhänge eines Modells ausstrahlen. So formulieren Holland/Miller (1991: 367) prägnant: „Usually, there is only one way to be fully rational, but there are many ways to be less rational.“ In diesem Zusammenhang folgt daraus, dass eine Einschränkung der Rationalitätsannahme viele mögliche Konsequenzen haben kann, die durch zusätzliche Annahmen an anderer Stelle wieder eingengt werden müssen, insbesondere, wenn konkrete Aussagen abgeleitet werden sollen. Erfolgt diese Einengung dann ohne theoretische Fundierung oder Einbettung in die Binnenlogik des jeweiligen Modells, so nimmt die Erklärungskraft schweren Schaden. Daher formuliert Lindenberg den Grundsatz „Choose among the many possible assumptions the one that leaves least uncertainty about the further development of assumptions.“²⁶² (*Grundsatz V*).²⁶³ Die Binnenlogik eines Modells wird hauptsächlich von der Kerntheorie bestimmt. Sollen nun Erkenntnisse anderer Disziplinen einfließen, um tiefere Erkenntnisse über das Verhalten von Individuen einzubeziehen und damit die

²⁵⁸ Vgl. Lindenberg (1992: 7).

²⁵⁹ Vgl. Lindenberg (1992: 6); Lindenberg (1991: 67).

²⁶⁰ Vgl. die Ausführungen zu den methodischen Orientierungspunkten des WHU-Ansatzes. Für eine kritische Auseinandersetzung mit diesem Ansatz vgl. Moss/Edmonds (2005).

²⁶¹ Vgl. Lindenberg (1992: 17).

²⁶² Lindenberg (1992: 17).

²⁶³ Vgl. Lindenberg (1992: 17); Lindenberg (1991: 67).

deskriptive Exaktheit zu erhöhen (beispielsweise psychologische Erkenntnisse zum Entscheidungsverhalten), so besteht die Gefahr, dass die Logik der Kerntheorie mit der Logik hinter den einzubeziehenden Erkenntnissen unvereinbar ist. Diesem Grundproblem interdisziplinärer Forschung²⁶⁴ kann bei Anwendung der MAA vorgebeugt werden, indem interdisziplinäre Erkenntnisse ausschließlich in die Brückenannahmen einfließen (*Grundsatz VI*). Dadurch wird sichergestellt, dass die Erkenntnisse anderer Disziplinen explizit zur Logik der verwendeten Kerntheorie ins Verhältnis gesetzt werden.

Die vorgestellten Grundsätze I-VI bilden für Lindenberg das Rückgrat der Anwendung der MAA, sie sind in jedem Schritt der Modellbildung zu berücksichtigen.²⁶⁵ Darüber hinaus formuliert Lindenberg auch noch Vorgaben für die einzelnen Schritte, in die das Vorgehen der MAA untergliedert werden kann: (1)²⁶⁶ Die Festlegung der Kerntheorie, (2) die Anpassung der Brückenannahmen, (3) die Festlegung von Akteurs- und Transformationsannahmen und die (4) Fertigstellung des Modells.

Die Festlegung der Kerntheorie (1) folgt insbesondere den Implikationen der Grundsätze I-III. Lindenberg (1992: 7-8) konkretisiert diese zu drei Anforderungen: (1a) Einfache Brückenannahmen im Ausgangszustand, die später komplexer gestaltet werden können.²⁶⁷ (1b) Geringer Abstand zur Makro- bzw. Interaktionsebene, so dass individuelles Verhalten leicht aggregiert bzw. im Interaktionskontext analysiert werden kann.²⁶⁸ (1c) Geringer Informationsbedarf hinsichtlich der Akteure, um die Vorteile einer Mikrofundierung im Gegensatz zur Mikrotheorie zu nutzen.²⁶⁹ Lindenberg hat seine MAA so abstrakt angelegt, dass sie für verschiedene Kerntheorien anwendbar wäre, verwendet jedoch explizit das HO-Modell (bzw. dazu synonym das RREEMM-Modell)²⁷⁰ im Hinblick auf die dargestellten Anforderungen wegen seiner guten Eignung: „A core theory that satisfies these three requirements [...] more than others is a model of man that seems to emerge more and more as a common core of the social sciences [...]: RREEMM“²⁷¹ In der weiteren Darstellung wird daher die Auswahl des HO-Modells als Kerntheorie vorausgesetzt.

²⁶⁴ Vgl. Heine et al. (2006: 9-10); Merchant et al. (2003: 279-280); Homann/Suchanek (2000: 437-450).

²⁶⁵ Vgl. Lindenberg (1992: 15).

²⁶⁶ Die angegebenen Nummern verweisen ebenfalls auf die Abbildung 3-2.

²⁶⁷ Gemäß Grundsatz I.

²⁶⁸ Gemäß Grundsatz II.

²⁶⁹ Gemäß Grundsatz III.

²⁷⁰ Siehe dazu Fußnote 149.

²⁷¹ Lindenberg (1992: 8). RREEMM ist das Akronym für Restricted, Resourceful, Expecting, Evaluating, Maximizing Man. Die verwendeten Buchstaben sollen dabei eine Struktur für die sachlich-
(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

Die einfachen Brückenannahmen des HO-Modells beschreibt Lindenberg ausgehend von der Strukturierung durch das Akronym RREEMM folgendermaßen: „[Z]um ersten R wird die Annahme gemacht, daß der Mensch auch immer die objektiv besten Alternativen findet, weil es keine Informationskosten gibt. Das zweite R wird durch eine Einkommensrestriktion festgelegt. Das erste E wird durch eine einfache Nutzenfunktion bestimmt. Das zweite E wird schon durch die erste Annahme entproblematisiert. Für das erste M wird schließlich angenommen, daß der Mensch so maximiert, als fände er das mathematisch feststellbare Maximum, bei dem die marginalen Kosten gleich dem marginalen Nutzen sind.“²⁷² Von diesem Ausgangszustand aus können die Brückenannahmen nun verändert werden (2). Dazu kann weiterhin Lindenbergs RREEMM-Strukturierung verwendet werden²⁷³, ebenso wie andere Herangehensweisen, die separate Brückenannahmen transparent zur Kerntheorie ins Verhältnis setzen (2a). Wichtig ist, dass gemäß dem Sparsamkeitsgrundsatz (IV) zusätzliche Komplexität nur sehr vorsichtig eingeführt und durch möglichst kleinschrittiges Vorgehen der Zusammenhang zur Kerntheorie offengelegt wird (2b).²⁷⁴ Dabei ist insbesondere immer zu prüfen, inwieweit eine Veränderung der Brückenannahmen Freiheitsgrade in der Modellierung schafft, die später zusätzliche Annahmen notwendig machen. Gemäß Grundsatz (V) ist diese Unsicherheit so niedrig wie möglich zu halten. Bei Brückenannahmen bezüglich der Modellierung der Situation („strukturelle Brückenannahmen“) ist diese Unsicherheit verhältnismäßig überschaubar, weil durch die Methode der Situationsanalyse in Verbindung mit dem Rationalitätsprinzip weitgehend festgelegt ist, wie sich ein Akteur an die Situation anpasst, ohne dass zusätzliche Annahmen erforderlich sind.²⁷⁵ Bei kognitiven Brückenannahmen hingegen wird im Sinne des obigen Holland/Miller-Zitats die Methode der Situationsanalyse potenziell eingeschränkt, so dass später weitere Annah-

analytische Verwendung bereitstellen, so dass auch die Soziologie darauf zurückgreifen kann. Vgl. Lindenberg (1985: 100); Lindenberg (1990: 739-740); Lindenberg (1992: 9); Heine et al. (2006: 24-34). Zur verstärkten Betonung der guten Eignung des HO-Modells fährt Lindenberg unter Bezug auf die Methode der Situationsanalyse fort: „Not every core theory allows this stepwise development as well as any other. [...] By contrast, RREEMM offers an immediate guide to bridge assumptions: an analysis of the action situation (the ‘logic of the situation’, as Popper would say).“ Lindenberg (1992: 9). Lindenbergs RREEMM-Modell geht auf das REMM-Modell (Resourceful, Evaluative, Maximizing Man) von Meckling (1976: 548-549) zurück, der damit das HO-Modell als „a more or less unified view of man as a basic structural unit in [economic] theory“ anschaulich beschreibt. Meckling (1976: 548,BOH).

²⁷² Lindenberg (1991: 55-56).

²⁷³ Vgl. Heine et al. (2006: 24-34). Die dortige Abbildung 7 veranschaulicht das Vorgehen bei einer sachlich-analytischen Ausdifferenzierung. Darüber hinaus finden sich bei Lindenberg (1992: 9-15) zwei konkrete Beispiele zur Ausdifferenzierung der Brückenannahmen.

²⁷⁴ Vgl. Lindenberg (1992: 8-9); Lindenberg (1991: 67).

²⁷⁵ Vgl. Lindenberg (1992: 9). Vgl. auch Popper (1967/2000: 352-353).

men notwendig werden können, um zu konkreten Verhaltensimplikationen zu kommen. Daher fordert Lindenberg, primär strukturelle Brückenannahmen auszudifferenzieren und kognitive Brückenannahmen erst später und nach sorgfältiger Überprüfung der Notwendigkeit und Implikationen für die Modellkomplexität (2c) hinzuzunehmen.²⁷⁶

Im Bereich der Brückenannahmen wird, wie bereits durch Grundsatz VI zum Ausdruck gebracht, der Großteil der Ausdifferenzierung des HO-Modells zur Integration der kognitiven Dimension geleistet. Damit ist das Modell jedoch noch nicht vollständig. Erst durch die zusätzliche Festlegung von Akteurs- und Transformationsannahmen (3) können konkrete Aussagen abgeleitet werden. Die Akteursannahmen legen fest, welche Art von Akteuren betrachtet wird und wie viele. Da gemäß Grundsatz II die Makro- bzw. Interaktionsanalyse im Vordergrund steht, beträgt die minimale Anzahl von Akteuren zwei, darüber hinaus sollte jedoch aus Komplexitätsgründen²⁷⁷ nach Möglichkeit auf eine weitere Erhöhung verzichtet werden (3a).²⁷⁸ Die Art der Akteure ist problemstellungsspezifisch festzulegen. Je homogener die Akteure dabei sind, desto sparsamer können sie modelliert werden.²⁷⁹ Dabei besteht ein enger Zusammenhang zu den Transformationsannahmen, die festlegen, wie das Verhalten der individuellen Akteure auf der Makro- bzw. Interaktionsebene zusammenspielt. Der einfachste und gemäß des Sparsamkeitsgrundsatzes IV wünschenswerte Fall ist eine einfache Aggregation, wenn das Verhalten individueller Akteure voneinander unabhängig ist, so dass jeder Akteur eine gegebene Situation vorfindet. Im Gegensatz dazu kann sich die Situation eines Akteurs auch in Abhängigkeit vom Verhalten der anderen Akteure verändern. Da dies wechselseitig gilt, entstehen dadurch deutlich komplexere Zusammenhänge, die als „strategische Interdependenz“ bezeichnet werden.²⁸⁰ In bestimmten Fällen ist es aber angemessen, zur Vereinfachung von wechselseitiger Abhängigkeit der Akteure zu abstrahieren und eine Anpassung jedes einzelnen Akteurs an vorgegebene, strukturelle Gegebenheiten anzunehmen („strukturelle Interdependenz“).²⁸¹ Daher sollte nach Mög-

²⁷⁶ Vgl. Lindenberg (1992: 9). Strukturelle Brückenannahmen sind zudem leichter zu beobachten und empirisch zu überprüfen. Vgl. Popper (1967/2000: 353). Darüber hinaus konstatiert Lindenberg, dass kognitive Brückenannahmen die Modellierung einer Mikrotheorie ähnlicher machen, so dass damit die Vorzüge der Mikrofundierung im Hinblick auf eine Übertragung auf die Makroebene teilweise eingeschränkt werde. Vgl. Lindenberg (1992: 9).

²⁷⁷ Gemäß Grundsatz IV.

²⁷⁸ Vgl. Lindenberg (1992: 15-16).

²⁷⁹ Vgl. Lindenberg (1992: 16).

²⁸⁰ Vgl. Gerecke (1998: 160-161); Homann/Suchanek (2000: 91-95). Der Analyse solcher Interaktionszusammenhänge widmet sich insbesondere die Spieltheorie. Vgl. Shy (1995/2000: 11).

²⁸¹ Vgl. Gerecke (1998: 160-161). Ein typisches Beispiel dafür ist der Fall des perfekten Wettbewerbsmarktes, auf dem sich die Anbieter an den Preis als strukturelle Gegebenheit anpassen, so

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

lichkeit auf die Einführung einer strategischen Interdependenz verzichtet werden (3b).²⁸²

Damit sind alle wesentlichen Festlegungen in der Anwendung der MAA erfolgt, so dass das Modell als fertiggestellt gelten kann (4). Durch die Zusammenhänge der Modellierungsschritte untereinander ist jedoch von einer iterativen Vorgehensweise auszugehen. Angesichts der großen Bedeutung der Modellkomplexität als limitierendem Faktor empfiehlt Lindenberg den Abbruch dieses Iterationsprozesses, wenn der zusätzlichen Komplexität durch fortgesetzte Ausdifferenzierung keine angemessenen Fortschritte in den erreichbaren Aussagen mehr gegenüberstehen (4a).²⁸³ An diesem Punkt sollte als letzter Schritt die Perspektive von der Verbesserung der Modellaussagen auf die Reduktion der Komplexität (bei gleichen Aussagen) wechseln, um während der Modellentwicklung entstandene, jedoch inzwischen nicht mehr benötigte Details zu bereinigen (4b).²⁸⁴

Das so erarbeitete Modell stellt den Endpunkt der Anwendung der MAA dar.²⁸⁵ Gleichzeitig bildet diese auch den letzten Schritt im WHU-Ansatz zur Modellierung ökonomischer Akteure mit begrenzten kognitiven Fähigkeiten. Dieser Ansatz erstreckt sich damit über den Bezugsrahmen zur Integration von Könnens- und Wollensaspekten²⁸⁶, die Herausarbeitung von methodischen Orientierungspunkten für eine Ausfüllung dieses Bezugsrahmens und schließlich die darauf aufbauende, begründete Auswahl der MAA als Modellierungsleitfaden. Wie eingangs erwähnt, stimmt die Ausrichtung dieser Arbeit mit dem WHU-Ansatz überein: Auch in dieser Arbeit ist der Einbezug kognitiver Beschränkungen notwendig, weil sie der konzeptionellen Informationsnutzung zu Grunde liegen, ebenso wie eine Orientierung am HO-Modell. Im nächsten Schritt wird nun die Vorgehensweise des WHU-Ansatzes in Bezug auf die konkrete Problemstellung dieser Arbeit nachvollzogen, um die Erarbeitung eines geeigneten Modellierungsansatzes zu erreichen.

dass vom Einfluss der Entscheidung eines Anbieters auf andere Anbieter abstrahiert wird. Vgl. Shy (1995/2000: 63-64). Der *Interaktionsbegriff* deutet damit zwar auf bestehende Interdependenzen zwischen Akteuren hin, setzt jedoch nicht notwendig strategische Interdependenz voraus.

²⁸² Vgl. Lindenberg (1992: 16).

²⁸³ Vgl. Lindenberg (1992: 17); Lindenberg (1991: 67). Dieses Kriterium ist eher pragmatischer Natur, eine weitergehende Festlegung ist jedoch angesichts des Einflusses der jeweiligen Problemstellung nicht zu treffen. Vgl. Lindenberg (1992: 17).

²⁸⁴ Vgl. Lindenberg (1992: 19); Lindenberg (1991: 67); Varian (1998: 259-260).

²⁸⁵ Die Abbildung 3-2 gibt einen vollständigen Überblick.

²⁸⁶ Im Hinblick auf den Einbezug der kognitiven Dimension. Siehe Abbildung 3-1.

Anwendung des WHU-Ansatzes

Aus der Perspektive des WHU-Ansatzes steht die Integration von Könnens- und Wollensaspekten auf methodisch kontrollierte Art und Weise im Vordergrund. Der Bezugsrahmen aus Abbildung 3-1 erlaubt die Einordnung der für diese Arbeit relevanten theoretischen Ansätze und verdeutlicht damit die Ausgangssituation für die Erarbeitung eines Modellierungsansatzes.

Auf der Ebene der theoretischen Konzepte behandelt diese Arbeit das ökonomisch-rationale Grundmodell von Entscheidungsfundierung und Verhaltenssteuerung, dessen Kerntheorie das HO-Modell ist. Für die Verhaltenssteuerung ist die Einordnung eindeutig: es wird problematisiert, wie die Instanz Beurteilungssystem und Controllinginformationen so beeinflussen kann, dass der Entscheidungsträger durch die entstehenden Anreize in ihrem Interesse handelt bzw. handeln *will* (Wollensebene). Bei der Entscheidungsfundierung ist der Fall nicht ganz so klar, denn dort gibt es keinen Interessenkonflikt. Der Entscheidungsträger sucht stattdessen bei gegebenen Restriktionen vor dem Hintergrund seines Zielsystems nach der bestmöglichen Entscheidung. Ergo sind sowohl Könnens- (in Form von Restriktionen) als auch Wollensaspekte (durch das Zielsystem) behandelt. Zwei Gründe sprechen jedoch für eine Einordnung auf der Seite des „Wollens“. Zum einen stellt die Entscheidungsfundierung eine ausschlaggebende Grundlage für die Verhaltenssteuerung dar und zum anderen legt die angewendete Methode der Situationsanalyse den Schwerpunkt auf aktorsunabhängige Restriktionen, an die sich der Akteur dann rational, d. h. nutzenmaximierend, anpasst. Dadurch besteht zumindest keine besondere Betonung der Könnens- gegenüber den Wollensaspekten. Weitergehend kann argumentiert werden, der Schwerpunkt liege eher auf der Auswahlentscheidung, die vom Zielsystem als Wollensaspekt dominiert wird. Insgesamt wird daher eine gemeinsame Einordnung von Verhaltenssteuerung und Entscheidungsfundierung auf der Seite des „Wollens“ vorgenommen (s. für einen Überblick Abbildung 3-3). Die konzeptionelle Informationsnutzung ist hingegen eindeutig auf der Seite des „Könnens“ zu verorten, da es sich um eine Antwort auf kognitive Begrenzungen des individuellen Akteurs handelt und aufgrund der Definition als Nebenwirkung der instrumentellen Informationsnutzung keine bewusst zweckorientierte Beeinflussung vorliegt. Damit wurde noch einmal im Detail aufgezeigt, wie genau der WHU-Ansatz für diese Arbeit als Grundlage Verwendung findet.

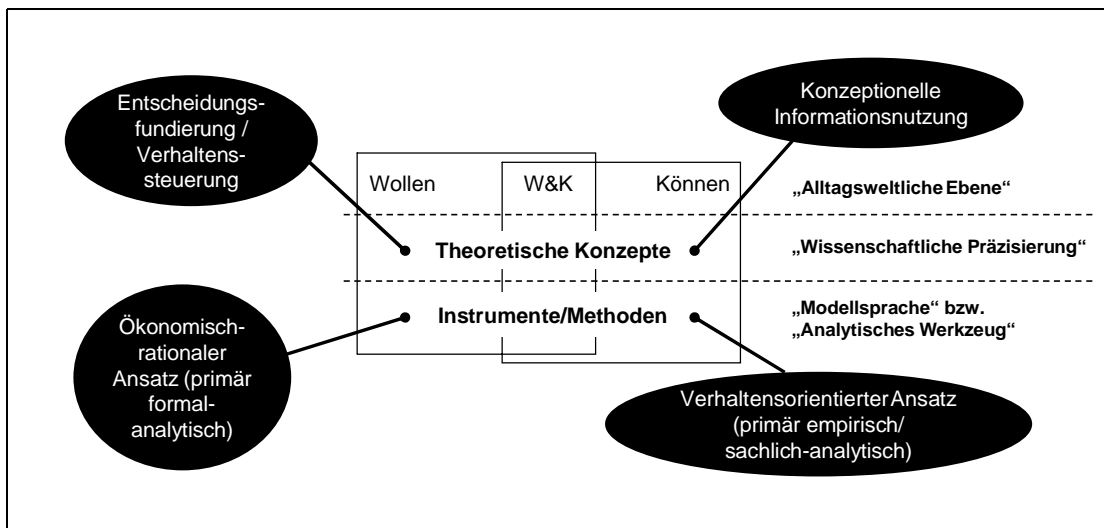


Abbildung 3-3: Anwendung des WHU-Ansatzes als integrativer Bezugsrahmen²⁸⁷

Auf der Ebene der analytischen Werkzeuge, mit denen die Implikationen der theoretischen Konzepte ermittelt werden, können Entscheidungsfundierung und Verhaltenssteuerung primär formal-analytischen Methoden zugeordnet werden,²⁸⁸ wohingegen konzeptionelle Informationsnutzung primär empirisch auf der Basis sachlich-analytischer Überlegungen vor dem Hintergrund eines verhaltensorientierten Ansatzes behandelt wurde (s. Abbildung 3-3).²⁸⁹

Aus dieser Einordnung geht bereits hervor, dass neben der theoretischen Integration auch auf der methodischen Ebene eine Herausforderung zu bewältigen ist, weil es tiefe Gräben zu überbrücken gilt: zum einen die Kluft zwischen ökonomisch-rationalem und verhaltensorientiertem Ansatz, zum anderen zwischen formal-analytischer und sachlich-analytischer „Modellsprache“. Ein erster Schritt dazu wurde bereits durch die Einordnung der konzeptionellen Informationsnutzung in das Schema des ökonomisch-rationalen Grundmodells unternommen.²⁹⁰ Der nächste Schritt muss nun durch die Erarbeitung eines Modellierungsansatzes geleistet werden, der das HO-Modell so ausdifferenziert, dass die konzeptionelle Informationsnutzung darin zu integrieren ist. Dies erfolgt anhand der Methode der abnehmenden Abstraktion (MAA).

²⁸⁷ Basierend auf Abbildung 3-1.

²⁸⁸ Vgl. die Darstellung in den Unterkapiteln 1.3 und 2.1. Vgl. auch Wagenhofer (1997: 67). Die positive Agency-Theorie nach Jensen/Meckling (1976) und das RREEMM-Modell von Lindenberg (1985) machen jedoch deutlich, dass auch ein sachlich-analytisches Vorgehen möglich ist.

²⁸⁹ Vgl. die Darstellung in den Unterkapiteln 1.3 und 2.2.

²⁹⁰ Siehe Unterkapitel 2.3.

In einem ersten größeren Zugriff impliziert die MAA, nach einer Darstellung konzeptioneller Informationsnutzung zu suchen, die über transparente Brückenannahmen mit dem HO-Modell als Kerntheorie zu verbinden ist (Grundsatz I der MAA in Abbildung 3-2). Dabei handelt es sich um ein Interaktionsphänomen (Makro-Ebene), da die Auswirkungen der konzeptionellen Informationsnutzung auf die Unternehmung von Interesse sind (Grundsatz II), und das ausdifferenzierte HO-Modell übernimmt dabei die Funktion der Mikrofundierung (Grundsatz III). In diesem Zusammenhang kann auf Heiners Erkenntnisse zurückgegriffen werden: Durch seine Analyse der Konsequenzen unvollkommener und damit auch konzeptioneller Informationsnutzung²⁹¹, ausgehend vom HO-Modell, wurde dort die Rationalität regelbasierten Verhaltens herausgearbeitet.²⁹² In diesen Kontext fügt sich der aktuelle Vorschlag von Vanberg (2004: 12-16) harmonisch ein, Hollands Theorie regelbasierter, adaptiver Agenten („Holland’s theory of rule-based adaptive agents“)²⁹³ als Mikrofundierung zu verwenden und damit die bei Heiner noch ausgesparte endogene Modellierung der Anpassung eines Entscheidungsmodells zu erreichen.²⁹⁴

Hollands Theorie basiert auf dem „paradigm of program-based behavior“ des Biologen Mayr²⁹⁵ und kann als eine Ausdifferenzierung des HO-Modells interpretiert werden,²⁹⁶ die Lindenberg’s Kriterien erfüllt und geeignet ist, konzeptionelle Informationsnutzung in Form der Anpassung des Entscheidungsmodells durch Erfahrung abzubilden:²⁹⁷

„[T]he paradigm of program-based behavior seeks to explain the adaptedness of single human actions indirectly, as a consequence of – and contingent on – the adaptedness of the programs that guide humans in their situational choices. And it explains, in turn, the adaptedness of programs as a product of evolution and learning. One of its important implications is that it allows for the possibility that specific actions may not be ‘rational’ in terms of the incentive structure of the particular situation in

²⁹¹ Siehe Seite 53 im Abschnitt Heiners „reliability theory“.

²⁹² Vgl. Heiner (1988a: 30).

²⁹³ Vanberg (2004: 12). Vgl. Holland/Miller (1991) und ausführlich Holland et al. (1986/1987).

²⁹⁴ Siehe Seite 54 im Abschnitt Heiners „reliability theory“.

²⁹⁵ Vgl. Vanberg (2004: 12), ausführlich Vanberg (2002) und grundlegend Mayr (1988: 38-66) sowie Mayr (1992).

²⁹⁶ Vanberg (2004: 1) stellt Hollands Theorie als Alternative zum HO-Modell dar. Dies ist vor dem Hintergrund seiner Problemstellung, der methodologischen Suche nach Alternativen zum Paradigma des HO-Modells, auch zweckmäßig, jedoch stellt sich bei näherer Betrachtung heraus, dass sich das HO-Modell und Hollands Theorie nicht fundamental widersprechen, wie im weiteren Verlauf der Argumentation aufgezeigt wird.

²⁹⁷ Ähnlich argumentieren auch Vriend (1996: 281) und Vriend (1994: 42-45).

which they are exhibited, even though the programs that guide them may be well adapted to the general features of the problem-environment in which the agent normally operates.”²⁹⁸

Übertragen auf das Schema des erweiterten Grundmodells der Nutzung von Controllinginformationen²⁹⁹ entsprechen Mayrs „programs“ den Entscheidungsmodellen in der jeweiligen Entscheidungssituation. Wenn durch die Annahme kognitiver Limitationen das Entscheidungsmodell nicht mehr vollständig auf die Entscheidungssituation abgestimmt werden kann, dann erlaubt konzeptionelle Informationsnutzung die Anpassung des Entscheidungsmodells über Entscheidungssituationen hinweg. Hollands Theorie regelbasierter, adaptiver Agenten erlaubt eine modellhafte Darstellung von Mayrs „programs“ und stellt dar, wie solche Programme das Verhalten des Agenten beeinflussen und wie sich die Programme in Folge von Lernprozessen verändern.³⁰⁰ Dadurch lässt sich Anschlussfähigkeit zum ökonomisch-rationalen Modell herstellen: „In rational choice accounts the instrumental adaptedness that we find in purposeful human action is simply attributed to an unexamined capacity ‘rationality’. By contrast, the paradigm of program-based behaviour seeks to provide an explanation for this very capacity by attributing it to the adaptedness of the programs or rules of action that guide human behaviour.”³⁰¹ Das Paradigma programm-basierten Verhaltens stellt einen ähnlich allgemeinen Rahmen wie das HO-Modell zur Verfügung,³⁰² so dass auch die Anforderungen nach Systematik und theoretischer Geschlossenheit erfüllt werden.³⁰³ Darüber hinaus ist es vollständig konsistent mit Simons „bounded rationality“.³⁰⁴

Für einen zweiten, detaillierteren Zugriff wird nun Hollands Theorie regelbasierter, adaptiver Agenten ausführlich vorgestellt und herausgearbeitet, dass sie als Modellierungsansatz die Anforderungen der MAA erfüllt.

²⁹⁸ Vanberg (2004: 11-12). Ähnlich ist die Unterscheidung von Aumann (1997: 7-8) zu „Rule Rationality vs. Act Rationality“, die im Einklang steht mit der Essenz der konzeptionellen Informationsnutzung: „[R]ather than consciously maximizing in each decision situation, players use rules of thumb that work well ‘on the whole’.”

²⁹⁹ Siehe Abbildung 2-3.

³⁰⁰ Vgl. Vanberg (2004: 12-13).

³⁰¹ Vanberg (2004: 11).

³⁰² Vanberg (2004: 11). Vriend (1994: 44) untermauert dies, indem er betont, dass Hollands Theorie konsistent ist mit dem für das HO-Modell zentralen Grundsatz der Situationsanpassung.

³⁰³ Vgl. Vanberg (2002: 38-41).

³⁰⁴ Vgl. Vanberg (2002: 30); Hahn (1996: 298, 300). Zur Vereinbarkeit von Bounded Rationality und genetischen Algorithmen als Kernbestandteil eines LCS vgl. Clemens/Riechmann (1996: 2).

3.3 Hollands Theorie regelbasierter, adaptiver Agenten zur modelltheoretischen Präzisierung des erweiterten Grundmodells

Hollands Theorie geht zurück auf seine Ausführungen in Holland (1976)³⁰⁵ und ist geeignet, die Fragen zu adressieren, die sich aus der Modellierung der konzeptionellen Informationsnutzung ergeben: „How does an organism use its experiences to modify its behavior in beneficial ways“?³⁰⁶ Oder anders formuliert: Wie kann modelliert werden, dass ein Agent mit kognitiven Limitationen sein Entscheidungsmodell anpasst, um seine Entscheidungen zu verbessern?³⁰⁷ Holland sieht die Lösung in einem induktiven Verfahren. Wenn kognitive Limitationen die deduktive Ableitung der Entscheidung verhindern („Top-Down-Vorgehen“), so kann aus spezifischen Erfahrungen durch Induktion ein allgemeines Entscheidungsmodell gebildet werden („Bottom-Up-Vorgehen“).³⁰⁸ Als Beispiel führt er Schach an, bei dem trotz einfacher Regeln noch keine optimale Strategie deduziert werden konnte, dafür aber Erfahrungsregeln gebildet wurden, die auch in neuen Situationen verhältnismäßig gute Ergebnisse liefern.³⁰⁹ Der Zusammenhang zur konzeptionellen Informationsnutzung wird dabei in folgender Darstellung dieses Ausgangspunktes besonders deutlich:

„Our approach assumes that the central problem of induction is to specify processing constraints that will ensure that the inferences drawn by a cognitive system will tend to be plausible and relevant to the system's goals. Which inductions should be characterized as plausible can be determined only with reference to the current knowledge of the system. Induction is thus highly context dependent, being guided by prior knowledge activated in particular situations that confront the system as it seeks to achieve its goals. *The study of induction, then, is the study of how knowledge is modified through its use.*“³¹⁰

Hollands Theorie thematisiert damit die Essenz der gewählten Definition der konzeptionellen Informationsnutzung im erweiterten Grundmodell³¹¹: Als Nebenwirkung der zweckbezogenen, instrumentellen Nutzung von Controllinginformationen kann sich eine Veränderung des Entscheidungsmodells einstellen.³¹² Hollands Theorie widmet sich der Modellierung eines solchen induktiven Prozesses, der das Wissen eines adapti-

³⁰⁵ Vertiefende Ausführungen zur Entwicklung der Theorie Hollands und ihrer technischen Grundlage, der Learning Classifier Systeme (LCS), finden sich in Wilson/Goldberg (1989), Clemens/Riechmann (1996: 1), Lanzi/Riolo (2000), Holmes et al. (2002) und Bull/Kovacs (2005).

³⁰⁶ Holland (1992a: 1).

³⁰⁷ Vgl. Vanberg (2004: 12-13).

³⁰⁸ Vgl. Holland (1996: 281).

³⁰⁹ Vgl. Holland (1996: 281).

³¹⁰ Vgl. Holland et al. (1986/1987: 5). Hervorhebungen im Original.

³¹¹ Siehe Abbildung 2-3.

³¹² Siehe die Definition in Unterkapitel 2.3 auf Seite 39.

ven Agenten verändert.³¹³ Im Folgenden wird zunächst ein Überblick über Hollands Theorie gegeben, bevor dann eine Übersetzung in den Kontext dieser Arbeit vorgenommen wird.

Im Zentrum der Theorie Hollands steht die Modellierung eines adaptiven Agenten durch die computergestützte Implementierung von zwei Systemen in einem Learning Classifier System (LCS):³¹⁴ das *Handlungssystem* („performance system“), das die Handlungsmöglichkeiten des Agenten zu einem bestimmten Zeitpunkt festlegt, und das *Lernsystem* („learning mill“), das einen induktiven Prozess abbildet, der das Handlungssystem im Zuge des Ansammelns von Erfahrung verändert.³¹⁵

Das *Handlungssystem* legt fest, wie der Agent mit seiner Umwelt interagiert. Der Umweltzustand wird über abstrakte Detektoren („detectors“) wahrgenommen und die Handlungen des Agenten werden über abstrakte Effektoren („effectors“) ausgeführt.³¹⁶ Die über die Detektoren aufgenommene Information erreicht das Handlungssystem in Form von Nachrichten („messages“). Darüber hinaus erhält der Agent in bestimmten Situationen eine Auszahlung („payoff“) von der Umwelt, die Auskunft über den Erfolg der Handlungen gibt. Im Detail besteht das Handlungssystem aus einer Menge von Regeln mit Bedingungs- und Aktionsteil („condition/action rules“), wobei sich der Bedingungssteil auf eine Nachricht von einem Detektor oder einer anderen Regel bezieht, bei deren Auftreten eine durch den Aktionsteil festgelegte Nachricht veröffentlicht wird, die sich wiederum sowohl auf eine Effektorhandlung als auch auf andere Regeln beziehen kann. Auf diese Weise können sich Regelketten bilden, die schließlich in eine Effektorhandlung münden und auf diese Weise Feedback in Form einer Auszahlung hervorrufen. Dabei werden die Detektoren, Effektoren und Nachrichten bewusst modular modelliert, so dass sich über die Kombination von Elementen eine große Anzahl an verschiedenen Zuständen und Handlungen darstellen lässt. Darüber hinaus sind auch nur teilweise spezifizierte Bedingungs- und Aktionsteile zugelassen, so dass sie auf mehrere verschiedene Nachrichten passen können und damit ein Transfer zu bisher unbekanntem Situationen ermöglicht wird.³¹⁷ Regeln stellen insofern Hypothesen dar, und in einer bestimmten Situation können auch mehrere Regeln passen. Mit Erfahrung können Regeln bestätigt oder widerlegt werden, was sich im Stärkewert

³¹³ Vgl. Holland (1996: 281-282); Vanberg (2004: 14).

³¹⁴ Vgl. Holland (1996: 282-287).

³¹⁵ Vgl. Holland (1996: 282).

³¹⁶ Vgl. Holland (1996: 283).

³¹⁷ Vgl. Holland (1996: 284).

(„strength“) einer Regel niederschlägt, der jeweils erhöht oder vermindert wird. Damit steht ein Auswahlkriterium zur Verfügung, mit dessen Hilfe bei mehreren auf eine Situation passenden Regeln eine möglichst erfolgversprechende ausgewählt werden kann: Je größer die Stärke einer Regel ist und je spezifischer die Regel ist („specificity“ – im Gegensatz zu allgemeinen Regeln, die auf eine Vielzahl von Situationen passen), desto eher setzt sie sich gegenüber anderen in Frage kommenden Regeln durch. Damit werden die Handlungen eines Agenten durch die Auswahl einer Regel(kette) modelliert, die auf den Umweltzustand passen.³¹⁸

Das *Lernsystem* verändert das regelbasierte Handlungssystem des Agenten aufgrund angesammelter Erfahrungen. Es teilt sich auf in die Erfolgzurechnung („credit assignment“) und die Entdeckung neuer Regeln („rule discovery“).³¹⁹ Die Erfolgzurechnung legt fest, wie die Stärke der Regeln verändert wird, wenn der Agent Feedback der Umwelt in Form einer Auszahlung erhält. Dies wird dadurch erschwert, dass ganze Regelketten zu der schließlich ausgeführten Handlung beigetragen haben können. Dazu hat Holland einen Algorithmus entwickelt, der Regeln auch dafür belohnt, dass eine andere Regel ihre Nachricht verwendet, um eine neue Nachricht oder eine Effektorhandlung auszulösen.³²⁰ Wäre das Lernsystem auf die Erfolgzurechnung fokussiert, dann wäre das Verhalten des Agenten auf die ursprünglich vorhandenen Regeln beschränkt. Damit müsste das Regelsystem von Beginn an alle Handlungsmöglichkeiten beinhalten oder der Agent wäre bei Umweltzuständen, die nicht von seiner Regelmenge abgedeckt werden, reaktionsunfähig. Gerade der Umgang mit neuen Situationen ist aber ein wesentlicher Aspekt von Anpassungsfähigkeit.³²¹ Eine entsprechende Erweiterung wird durch einen Mechanismus zur Entdeckung neuer Regeln erreicht.³²² Die Herausforderung in der Modellierung liegt darin, dass die Entdeckung neuer Regeln kein einfacher Zufallsprozess, sondern ebenfalls durch die Erfahrung beeinflusst sein sollte. Anderenfalls wäre der durch Induktion implizierte Zusammenhang zwischen Erfahrung und Verhalten nicht gewährleistet. Holland erreicht eine erfahrungsbasierte Entdeckung neuer Regeln, indem vorhandene Regeln ihren Ausgangspunkt darstellen. Durch die modulare Modellierung von Umweltzuständen, Effektorhandlungen und

³¹⁸ Die technische Umsetzung wird im weiteren Verlauf dieses Unterkapitels erläutert. Eine ausführlichere Darstellung findet sich bei Holland et al. (1986/1987: 27-101).

³¹⁹ Vgl. Holland (1996: 285-286).

³²⁰ Vgl. Holland (1996: 285-286). Die technischen Details dieses sog. „bucket brigade algorithm“ werden im weiteren Verlauf dieses Unterkapitels erläutert.

³²¹ Vgl. Holland (1992b: 23).

³²² Vgl. Holland (1996: 286).

Nachrichten stellt jede Regel eine mögliche Kombination der verfügbaren Elemente dar, die sich mehr oder weniger bewährt hat. Ist eine Regel erfolgreich, so könnte dies daran liegen, dass sich darin eine robuste Kombination einiger Elemente befindet, die auch in anderen Situationen so oder leicht abgewandelt zu guten Ergebnissen führt („building-block“).³²³ Im Lernsystem werden daher erfolgreiche Regeln bevorzugt als Muster herangezogen („selection“), die durch einen von der menschlichen Vererbung inspirierten Algorithmus („genetic algorithm“)³²⁴ partiell verändert („mutation“) oder miteinander kombiniert werden („crossover“).³²⁵ Auf diese Weise werden erfolgreiche Kombinationen von Elementen für die Entdeckung neuer Regeln fruchtbar gemacht, die sich in der Regelmenge anreichern.³²⁶ Mit der Erfolgszurechnung auf die beteiligten Regeln und der Entdeckung neuer Regeln mit einem genetischen Algorithmus (GA) hat Holland die Anpassungsfähigkeit des Agenten konkret modelliert.³²⁷

Damit wurde ein grober Überblick über die Modellierung der regelbasierten, adaptiven Agenten Hollands gegeben. Die technische Umsetzung eines solchen Agenten wird „Learning Classifier System“ (LCS) genannt.³²⁸ Im Folgenden werden nun die einzelnen Bestandteile eines LCS erläutert, wie Holland sie eingeführt hat (für einen Überblick siehe Abbildung 3-4). Das *Handlungssystem* besteht aus der Regelliste und der Nachrichtenliste, die zusammen das LCS bilden.³²⁹ Informationen über die Umwelt erreichen das LCS über die Eingangsschnittstelle („input interface“) in Form von Nachrichten, die auf die Nachrichtenliste („message list“) gesetzt werden. Eine Nachricht besteht aus einer Folge von Symbolen aus der Menge {0, 1} mit einer bestimmten Länge. Jede Stelle steht dabei für einen bestimmten Aspekt der Umwelt, der vorhanden (1) oder nicht vorhanden (0) ist.³³⁰ Veränderungen in der Nachrichtenliste führen zu einer Abfrage, ob Regeln vorhanden sind, deren Bedingungsteil auf eine vorhandene Nachricht passt. Dabei kann der Bedingungsteil einer Regel neben den Symbolen „0“

³²³ Vgl. Holland (1996: 284,286).

³²⁴ Die von Holland begründeten genetischen Algorithmen haben sich zu einem Standardoptimierungsverfahren entwickelt. Vgl. Holland/Miller (1991: 367), grundsätzlich Goldberg (1989), Mitchell (1996/1997), für Anwendungen im Bereich der Betriebswirtschaftslehre Krapp (2004); Nissen (1994); Nissen (1997) und in der Ökonomik Riechmann (1999), Riechmann (2001).

³²⁵ Vgl. Holland (1996: 287-288). Die technischen Details werden im weiteren Verlauf dieses Unterkapitels erläutert.

³²⁶ Vgl. Holland (1996: 288-290). Dort wird diese Eigenschaft des genetischen Algorithmus auch formal nachgewiesen.

³²⁷ Für eine ausführliche Darstellung vgl. Holland et al. (1986/1987: 102-150).

³²⁸ Vgl. Vanberg (2004: 13) und grundlegend Holland (1986); Holland et al. (1986/1987).

³²⁹ Vgl. Holland (1986: 600-601).

³³⁰ Vgl. Holland (1986: 601).

und „1“ auch das „#“-Symbol („wildcard“) beinhalten, so dass er auf mehr als eine Nachricht passt.³³¹ Der Bedingungsteil einer Regel kann auch aus mehreren Einheiten bestehen, beispielsweise, um Nachrichten von der Umwelt („input messages“) und Nachrichten von anderen Regeln getrennt zu erfassen. Wenn eine Nachricht mit einem Bedingungsteil einer Regel übereinstimmt, so wird die Nachricht des Aktionsteils der Regel auf die Nachrichtenliste gesetzt.³³² Einige Regeln sprechen darüber hinaus mit ihrer Nachricht auch die Ausgangsschnittstelle („output interface“) an, die dann die Umwelt des LCS beeinflusst. Im Aktionsteil der Regel kann ebenfalls das #-Symbol erscheinen, jedoch in anderer Funktion: Jede #-Stelle des Aktionsteils wird mit dem Symbol belegt, dass an dieser Stelle in der Nachricht steht, auf die die Regel reagiert. So kann die Regel ihre Aktion kontextspezifisch anpassen.

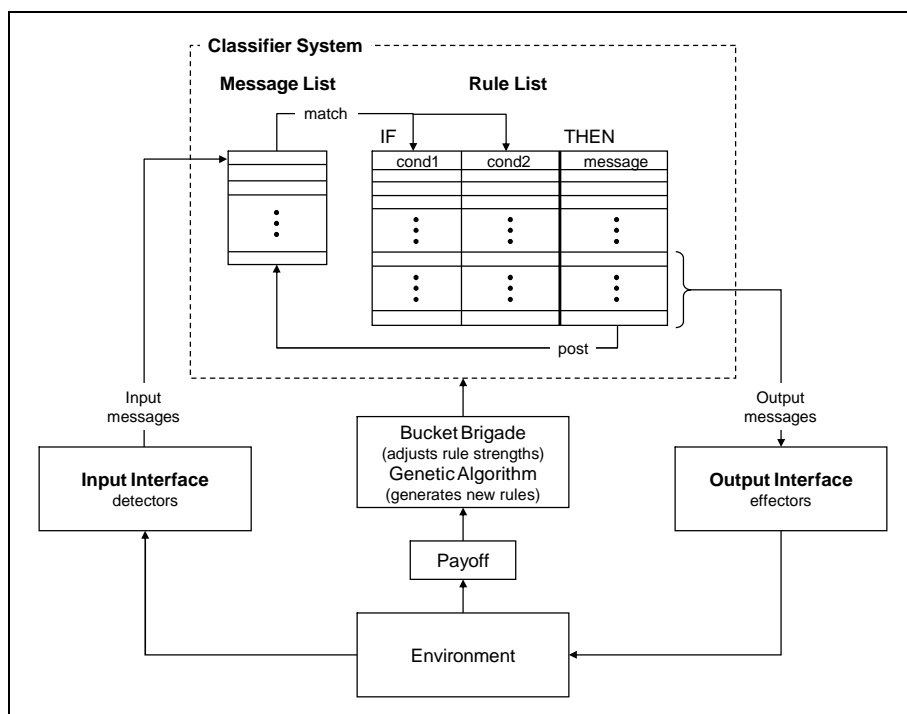


Abbildung 3-4: Struktur eines Learning Classifier Systems³³³

Das Handlungssystem eines LCS besteht aus folgenden Schritten:³³⁴ (1) Aktualisieren der Nachrichtenliste um Nachrichten der Eingangsschnittstelle, (2) Vergleich der Nach-

³³¹ Vgl. Holland (1986: 602).

³³² Vgl. Holland (1986: 603).

³³³ Abbildung übernommen aus Holland (1992a: 173).

³³⁴ Vgl. Holland (1986: 604).

richten mit den Bedingungssteilen der Regeln, (3) Nachrichten aus den Aktionsteilen passender Regeln auf eine neue Nachrichtenliste, (4) Austausch der alten gegen die neue Nachrichtenliste, (5) Abfrage der Nachrichtenliste auf Nachrichten für die Ausgangsschnittstelle, (6) weiter bei Schritt 1.

Damit das LCS sich nun an die Umwelt anpassen kann, muss das Lernsystem implementiert werden. Dieses besteht aus dem „bucket brigade algorithm“ für die Erfolgszurechnung und einem genetischen Algorithmus (GA) für die Entdeckung neuer Regeln. Wie bereits erläutert, basiert die Anpassungsfähigkeit auf der Interpretation der Regeln als Hypothesen, die nach ihrer Nützlichkeit bewertet werden. Schlechte Hypothesen werden mit der Zeit aussortiert zugunsten von neuen Hypothesen, die aus veränderten Teilen bewährter Hypothesen bestehen. Im beschriebenen Handlungssystem gibt es noch keine Konkurrenz unter den vorhandenen Regeln. Jede Regel kann in jedem Durchlauf auf Nachrichten reagieren und ihrerseits Nachrichten auf die Nachrichtenliste setzen. Diese Parallelität hat Vorteile, weil dadurch viele unterschiedliche Facetten der aktuellen Situation berücksichtigt werden können.³³⁵ Jedoch fällt dann die Bewertung der Regeln schwer. Daher wird für die Erfolgszurechnung des Lernsystems diese Parallelität zugunsten von Konkurrenz aufgehoben.³³⁶ Jede Regel, deren Bedingungssteil mit einer Nachricht übereinstimmt, muss sich nun gegenüber den anderen Regeln, die ebenfalls passen, durchsetzen. Dazu muss sie ein Gebot („bid“) abgeben. Der Zuschlag wird dann nach der Höhe des Gebots vergeben.³³⁷ Das Gebot einer jeden Regel richtet sich nach ihrer Stärke und nach ihrer Spezifität („specificity“, Anteil von nicht-#-Symbolen):³³⁸ (1) Je stärker die Regel ist, desto höher das Gebot, damit sich bewährte Regeln durchsetzen können. (2) Je größer die Spezifität, desto höher das Gebot. Damit sind spezifischere Regeln, die sehr genau auf die vorliegende Situation passen, gegenüber allgemeineren Regeln im Vorteil, weil sie potenziell auf Besonderheiten der vorliegenden Situation besonders gut angepasst sein könnten. Die Spezifität kann jederzeit aus dem Bedingungssteil der Regel errechnet werden, die Stärke ist hingegen ein eigenständiger Wert, der sich über die Zeit verändert. Daher spricht man von „*classifier*“, wenn man nicht nur eine Regel mit Bedingungs- und Aktionsteil

³³⁵ Vgl. Holland (1992b: 22).

³³⁶ Vgl. Holland (1986: 611-612).

³³⁷ Dabei sind unterschiedliche Verfahren denkbar, z. B., dass das höchste Gebot gewinnt oder dass eine Zufallsauswahl proportional zum Verhältnis des Gebots zur Summe aller Gebote erfolgt. Letzteres hat den Vorteil, dass mehr Regeln ausprobiert werden und so die Chance besteht, auch ein lokales Maximum noch zu überwinden.

³³⁸ Vgl. Holland (1986: 612).

meint, sondern den Stärkewert einschließen möchte. Die Stärke des den Zuschlag erhaltenden Classifier wird um sein Gebot reduziert. Im Gegenzug wird die Stärke der Classifier, die die aktive Nachricht gesendet haben, um den gleichen Wert erhöht. Der erfolgreiche Classifier setzt eine Nachricht entsprechend seines Aktionsteils auf die Nachrichtenliste. Falls es daraufhin zu einer Effektorhandlung kommt, weil die Ausgangsschnittstelle auf diese Nachricht reagiert, so wird die Stärke dieses Classifier um den erzielten Payoff erhöht.

Der „bucket brigade algorithmus“ erzielt auf diese Art und Weise eine Art Preissystem in einem Kunden-Lieferanten-Verhältnis. Es bekommt der Kunden-Classifier den Zuschlag, der die höchste Zahlungsbereitschaft hat, die wiederum auf Erfolg in der Vergangenheit (Stärke) und guten Situationsbezug (Spezifität) hindeutet. Diejenigen Classifier, die schließlich auch einen großen Payoff erzielen, werden dadurch stärker, was sich auch in höherer Zahlungsbereitschaft niederschlägt, wovon dann auch die Lieferanten-Classifier profitieren. Wird hingegen nur ein geringer oder sogar ein negativer Payoff erzielt, so sinkt die Stärke und damit die Zahlungsbereitschaft, so dass sich beim nächsten Mal eher ein Konkurrent durchsetzt. Damit gelingt es, die Nützlichkeit von Regeln durch den Stärkewert transparent zu machen, auch wenn komplexe Regelketten an der Vorbereitung der schließlich zu einem Payoff führenden Handlung beteiligt waren („stage setting“).³³⁹

Diese Regelbewertung wird im Lernsystem durch die Entdeckung neuer Regeln mit einem genetischen Algorithmus (GA) ergänzt, damit auch eine Anpassung an unbekannte Situationen erfolgen kann.³⁴⁰ Der Stärkewert bietet nicht nur die Möglichkeit, ganze Regeln als erfolgreich oder nicht erfolgreich einzustufen. Eine hohe Stärke könnte auch darauf hinweisen, dass die Regel einen robusten Teilabschnitt beinhaltet („building block“), der auch in anderen Situationen erfolgreich anwendbar ist.³⁴¹ Damit besteht die Möglichkeit, einen Entdeckungsprozess für neue Regeln zu spezifizieren, der die Erfahrung berücksichtigt, indem er solche Regeln als Ausgangspunkt nimmt, die sich bereits bewährt haben. So wird erreicht, dass sich erfolgreiche „building blocks“ im Regelset anreichern, was auch mit mathematischen Methoden bewiesen wurde.³⁴² Die Vorgehensweise des GA besteht dabei aus drei

³³⁹ Vgl. Holland (1996: 285).

³⁴⁰ Vgl. Holland (1986: 613)

³⁴¹ Vgl. Holland (1992b: 23-24).

³⁴² Vgl. Holland (1986: 613); Holland (1996: 287-290).

Schritten:³⁴³ (1) Auswahl eines Paares von Classifiern (je stärker der Classifier, desto wahrscheinlicher die Auswahl), (2) Anwendung von genetischen Operatoren („genetic operators“) zur Bildung von Nachkommen („offspring“) und (3) Ersetzen des schwächsten Classifiers durch den Nachkommen³⁴⁴.

Der wichtigste genetische Operator ist „crossover“. Bei „crossover“ werden die Regelteile der Classifierpaare an einer zufällig ausgewählten Stelle miteinander vertauscht, so dass der Nachkomme einen Teil seiner Regel von dem einen, den Rest von dem anderen Elternclassifier erhält.³⁴⁵ Technische Voraussetzung der Anwendung der genetischen Operatoren ist die Darstellung der Bedingungs- und Aktionsteile durch Symbolfolgen („strings“) gleicher Länge aus einer gleichen Symbolmenge, bevorzugt {0, 1} bzw. {0, 1, #}, damit Teilbereiche vertauscht und Stellen invertiert werden können. Wegen der Anreicherung erfolgreicher Teilbereiche, der „building blocks“, sollte die Notation (insbesondere die Zuordnung der Stellen zu den Aspekten der Situation bzw. Handlung) so aufgebaut sein, dass Teilbereiche in einem gewissen, potenziell schematischen Zusammenhang stehen.³⁴⁶

Mit dieser Spezifikation eines LCS zur computerbasierten Abbildung eines regelbasierten, adaptiven Agenten hat Holland aus *technischer Perspektive* einen Ansatz für maschinelles Lernen und künstliche Intelligenz und aus *sozialwissenschaftlichen Perspektive* eine Mikrofundierung für die Untersuchung komplexer, adaptiver Systeme mittels Computersimulation entwickelt.

Im *technischen* Bereich wurde eine Vielzahl von Arbeiten zum Lernverhalten und zur Spezifikation von LCS verfasst.³⁴⁷ Eine der wichtigsten Weiterentwicklungen war der Entwurf eines vereinfachten und dennoch leistungsfähigen LCS mit dem Namen „ZCS“ („zeroth level classifier system“) durch Wilson (1994).³⁴⁸

³⁴³ Vgl. Holland (1986: 613).

³⁴⁴ Der Nachkomme erhält eine Stärke unterhalb derer der Eltern, die genaue Festlegung lässt Holland offen. Vgl. Holland (1986: 620).

³⁴⁵ Vgl. Holland (1986: 617-618). Daneben gibt es noch „mutation“ (jede Stelle wird mit geringer Wahrscheinlichkeit invertiert) und „inversion“ (ein zufällig gewählter Abschnitt wird vollständig invertiert). Vgl. Holland (1986: 619); Holland (1992a: 106-111).

³⁴⁶ Vgl. Holland (1986: 613-615). Weiterführend zur Notation bzw. Codierung bei genetischen Algorithmen vgl. Krapp (2004: 168); Nissen (1994: 30-37).

³⁴⁷ Vgl. für einen Überblick Wilson/Goldberg (1989) und aktuell Kovacs (2003), Bull/Kovacs (2005). Vgl. weiterführend auch Lanzi et al. (2000); Lanzi et al. (2003).

³⁴⁸ Vgl. auch Bull/Hurst (2002). Darüber hinaus ist inzwischen noch eine ganze Reihe anderer Variationen von LCS entstanden, etwa XCS oder Anticipatory LCS. Vgl. für einen Überblick Holmes et al. (2002: 26) und vertiefend Guessoum et al. (2004), Butz (2002).

Im Bereich der *sozialwissenschaftlichen* Anwendungen steht die Interaktion der Akteure im Vordergrund. Mehrere, miteinander interagierende regelbasierte, adaptive Agenten bilden ein komplexes adaptives System (KAS, „complex adaptive System“):³⁴⁹ ein System, das aus einer Vielzahl einzelner Elemente besteht, die untereinander interagieren und sich an neue Umweltbedingungen anpassen können, ohne dass eine zentrale Kontrollinstanz besteht.³⁵⁰ In vielen Bereichen stellen solche Systeme die Forschung vor Herausforderungen, weil sie nur schwer zu verstehen und zu kontrollieren sind: Ihr Aggregatverhalten wird durch komplexe Interaktionen ihrer Elemente beeinflusst, ihre Anpassungsfähigkeit führt zu ständig wechselnden, jeweils für sich erklärungsbedürftigen Verhaltensmustern und ihre Entwicklung weist Pfadabhängigkeiten auf.³⁵¹ Beispiele sind das menschliche Immunsystem, die Entwicklung einer Stadt oder das Internet.³⁵² Auch zahlreiche ökonomische Systeme, wie etwa ein Marktsystem, können als KAS bezeichnet werden, da sie aus vielen interagierenden Agenten bestehen, die sich an Situationsveränderungen anpassen und so ein dynamisches Aggregatverhalten entstehen lassen.³⁵³ Das Aggregatverhalten kann dabei nicht einfach aus einer Betrachtung einzelner Agenten ermittelt werden, sondern deren Interaktion führt zu eigenständigen Effekten. So ist das Ganze mehr als die Summe seiner Teile („Emergenz“).³⁵⁴ Der Betrachtung ökonomischer Systeme aus der KAS-Perspektive haben sich bereits einige Forschungsarbeiten gewidmet, die im Umfeld des Santa-Fe-Institutes entstanden sind (wie auch Hollands Arbeiten).³⁵⁵ Dabei wurden die Grenzen der ökonomischen Standardmethoden erreicht: Gleichgewichtsanalysen, basierend auf linearen Zusammenhängen und der Suche nach Gleichgewichtspunkten, sind wenig hilfreich, weil sich KAS üblicherweise weit weg von einem Gleichgewichtszustand befinden und sich kontinuierlich weiterentwickeln und verbessern.³⁵⁶ Hollands Theorie erlaubt dabei durch die computerbasierte Darstellung der Agenten eine rigide, formale Modellierung, vergleichbar mit den mathematischen Modellen der

³⁴⁹ Vgl. Vanberg (2004: 16).

³⁵⁰ Vgl. Holland (1992b: 17-21). „A complex adaptive system [...] is a complex system containing adaptive agents, networked so that the environment of each adaptive agent includes other agents in the system.“ Holland/Miller (1991: 365).

³⁵¹ Vgl. Holland (1992b: 18, 20, 24).

³⁵² Vgl. Holland (1995: 4).

³⁵³ Vgl. Holland/Miller (1991: 365).

³⁵⁴ Vgl. Holland (1992b: 19-20); Holland/Miller (1991: 366).

³⁵⁵ Vgl. u. a. Anderson et al. (1988/1996); Arthur/Durlauf et al. (1997). Einen Überblick zur interdisziplinären Forschung am Santa-Fe-Institut gibt das (populärwissenschaftliche) Buch von Waldrop (1992/1993). Für den Einfluss auf Bereiche der Ökonomik bzw. BWL vgl. bspw. Anderson (1999).

³⁵⁶ Vgl. Holland (1992b: 20,29).

Ökonomik.³⁵⁷ Es steht jedoch der Entwicklungsprozess im Vordergrund: „It is the process of becoming, rather than the never-reached end points, that we must study if we are to gain insight.“³⁵⁸

Vor diesem Hintergrund wird deutlich, dass Hollands Theorie regelbasierter, adaptiver Agenten eine andere Perspektive als das HO-Modell auf ökonomische Phänomene einnimmt, die gut zur konzeptionellen Informationsnutzung passt: Nicht mehr das bestmögliche Entscheidungsmodell als Endergebnis steht im Vordergrund, sondern der Prozess der Anpassung des Entscheidungsmodells.³⁵⁹ Dies bedeutet jedoch nicht, dass damit notwendigerweise eine Frontstellung zum HO-Modell verbunden ist. Zudem wurden die genetischen Algorithmen,³⁶⁰ als Kernbestandteil des LCS, auch für sich genommen bereits positiv auf ihre Eignung zur Modellierung menschlichen Verhaltens geprüft, sowohl auf sach-analytischer³⁶¹ als auch auf empirischer Basis.³⁶² Im Folgenden wird aufgezeigt, dass Hollands Theorie anhand der MAA als Ausdifferenzierung des HO-Modells zu interpretieren ist (s. Abbildung 3-5 für einen Überblick).

Bereits Popper hat darauf hingewiesen, dass die besondere Schwierigkeit der Prognose sozialer Phänomene auf komplexe Interaktionen der Individuen zurückzuführen und daher eine methodologisch individualistische Erklärungsstrategie notwendig ist.³⁶³ Auch bei KAS wird somit eine mikrofundierte Makroanalyse angewendet,³⁶⁴ die die Komplexität aus der Unterschiedlichkeit der Agenten, bedingt durch ihre individuelle Anpassungsfähigkeit, zu berücksichtigen vermag.³⁶⁵ Hollands Theorie regelbasierter,

³⁵⁷ Vgl. Holland/Miller (1991: 366)

³⁵⁸ Holland (1992b: 20). Vgl. auch Vanberg (2004: 16); Holland/Miller (1991: 366).

³⁵⁹ Genetische Algorithmen als Kernbestandteil eines LCS können als spezifische Form eines evolutionären Spiels aufgefasst werden und sind als solches anschlussfähig zur evolutionären Spieltheorie. Vgl. Riechmann (1998: 13).

³⁶⁰ Vgl. Krapp (2004: 166-175). Genetische Algorithmen (GA) werden zusammen mit evolutionären Strategien und evolutionärer Programmierung zu evolutionären Algorithmen bzw. „evolutionary computation“ zusammengefasst, denen eine Orientierung an der Evolution in der Natur in Form von Computeralgorithmen gemeinsam ist, wobei GA der in der Ökonomik populärste Bestandteil sind. Vgl. Chen/Wang (2004b: 33-39). Für einen ausführlichen Überblick und eine Einordnung evolutionärer Algorithmen vgl. Nissen (1997: 1-32).

³⁶¹ Vgl. Chattoe (1998: 3.10, 5.13); Chattoe (1994: 48, 57-59).

³⁶² Vgl. Casari (2004: 271-272); Izumi et al. (2005: 62).

³⁶³ Vgl. Popper (1945/2000: 343, 345, 348).

³⁶⁴ „Generally, it is this aggregate behavior that we would like to understand and modify. To do so, we must understand how the aggregate behavior emerges from the interactions of the parts.“ Holland (1992b: 20).

³⁶⁵ Vgl. Vanberg (2004: 16).

adaptiver Agenten stellt eine solche Mikrofundierung (Grundsatz III³⁶⁶) zur Verfügung,³⁶⁷ die (wie bereits ausgeführt) für die Analyse von Auswirkungen der Informationsnutzung auf die Interaktionen in der Unternehmung herangezogen werden kann (II).

Vorgaben der Methode der abnehmenden Abstraktion	Erfüllung durch Hollands Theorie regelbasierter, adaptiver Agenten als Modellierungsansatz
Übergreifende Grundsätze der Modellbildung (I) Trennung von Kerntheorie und Brückenannahmen (II) Betrachtungsobjekt Makro- bzw. Interaktionsphänomene (III) Mikrofundierung (IV) Sparsamkeit in der Modellbildung (V) Minimierung der Unsicherheit bzgl. Zusatzannahmen (VI) Interdisziplinarität über austauschbare Brückenannahmen	Austausch der Brückenannahme der „instr. adaptedness“ des Entscheidungsmodells durch endogene Anpassung Betrachtung von Interaktionen in der Unternehmung Mikrofundierung durch Modellierung einzelner Agenten Sparsamkeit in der Modellbildung Hollands Theorie ist etabliert und bereits vielfach angewendet Einbezug kogn. Limitationen durch kogn. Brückenannahmen
1 Festlegung der Kerntheorie (1a) Einfache Brückenannahmen als Ausgangspunkt (1b) Einfache Ableitung von Makro- bzw. Interaktionsimplik. (1c) Geringer Informationsbedarf	HO-Modell ist lt. Lindenberg (1992:7-9) als Kerntheorie geeignet
2 Anpassung der Brückenannahmen (2a) Transparenter Ausweis der separaten Brückenannahmen (2b) Abfolge mit zunehmender Komplexität (2c) Kognitive Brückenannahmen nur, wenn notwendig	Endogene Anpassung statt „instrumental-adaptedness“ Kleinschrittiger Übergang möglich Notwendigkeit kogn. Brückenann. durch Problemstellung
3 Festlegung von Akteurs- und Transformationsannahmen (3a) So wenig Akteure wie möglich, jedoch minimal zwei (3b) Einführung strategischer Interdependenz nur, wenn nötig	Erst in der konkreten Modellbildung relevant
4 Fertigstellung des Modells (4a) Ende, wenn Nachteile zusätzlicher Komplexität überwiegen (4b) Nachträglicher Versuch der Vereinfachung	Erst in der konkreten Modellbildung relevant

Abbildung 3-5: Erfüllung der Vorgaben der MAA durch Hollands Theorie

Die Grundvoraussetzung für die Nutzung der Theorie Hollands als Modellierungsansatz im Kontext der MAA ist die Ausdifferenzierung der Kerntheorie des HO-Modells über separierbare Brückenannahmen:³⁶⁸ Statt die bestmögliche Anpassung des Entscheidungsmodells an die Entscheidungssituation („instrumental adaptedness“³⁶⁹) einfach vorauszusetzen, wird der Prozess dorthin im Einklang mit dem Grundsatz der

³⁶⁶ Diese und die folgenden Ziffern in Klammern beziehen sich auf Abbildung 3-2 zum systematischen Nachvollziehen, dass die Anforderungen der MAA im Falle der Theorie Hollands erfüllt sind. Einen Überblick gibt Abbildung 3-5.

³⁶⁷ Vgl. Holland (1992b: 21-24).

³⁶⁸ Siehe Unterkapitel 3.2 auf Seite 71.

³⁶⁹ Vanberg (2004: 11).

Situationsanpassung endogen modelliert (I).³⁷⁰ In Lindenberg's Diktion lässt sich diese Ausdifferenzierung detaillierter nachvollziehen: Das HO-Modell als Kerntheorie (1a-1c)³⁷¹ sieht die Nutzenmaximierung auf der Basis eines Entscheidungsmodells vor. Die Annahme der „instrumental adaptedness“ ist dabei als Brückenannahme zu betrachten, weil auf diese Weise eine Verbindung zwischen der Realität und deren Abbildung im ökonomischen Modell hergestellt wird (2a):³⁷² Der Wissenschaftler sorgt für diese Entsprechung, indem er die wesentlichen Aspekte der Entscheidungssituation identifiziert und innerhalb des HO-Modells abbildet. Diese Brückenannahme wird von Hollands Theorie aufgehoben und durch die Annahme einer endogenen Anpassung des Regelsystems des Agenten ersetzt.³⁷³ Aufgrund von Freiheitsgraden in der Ausgestaltung dieser Anpassung kann der Übergang von „instrumental-adaptedness“ zu vollständig endogener Anpassungsfähigkeit sehr kleinschrittig nachvollzogen werden (2b).³⁷⁴ Dies ist als kognitive Brückenannahme einzustufen. Sie ist im Hinblick auf die Problemstellung der Modellierung von konzeptioneller Informationsnutzung³⁷⁵ auf der Ebene des individuel-

³⁷⁰ Vgl. Vanberg (2004: 11-13); Vriend (1994: 44).

³⁷¹ Lindenberg (1992: 7-9) legt die Eignung des HO-Modells selbst dar. Siehe auch Abschnitt „Lindenberg's Methode der abnehmenden Abstraktion“ in Unterkapitel 3.2.

³⁷² Vgl. Lindenberg (1992: 6). Lindenberg schlägt zur Strukturierung der Brückenannahmen die RREEM-Formulierung des HO-Modells vor. Vgl. Lindenberg (1992: 9), s. a. Fußnote 271. Diese Strukturierung ist jedoch im vorliegenden Fall nicht produktiv, weil Vanbergs „instrumental adaptedness“ alle durch die Buchstaben RREEM bezeichneten Bereiche umfasst: Die bestmögliche Anpassung impliziert spezifische Brückenannahmen, so dass im Resourceful-Bereich alle relevanten Informationen über die Entscheidungssituation vorliegen, im Expecting-Bereich ein adäquates Verfahren zur Wahrscheinlichkeitsabschätzung verwendet wird, im Evaluating-Bereich die relevanten Ergebnisgrößen einbezogen werden etc. Daher ist im vorliegenden Zusammenhang eine weitere Differenzierung nicht zweckmäßig.

³⁷³ Dieses Vorgehen ist analog zu der von Lindenberg (1992: 11-15) selbst vorgestellten Modellierung eines Framing. Dort wird das Entscheidungsmodell eines Akteurs ebenfalls abweichend von der bestmöglichen Situationsanpassung aufgrund bestimmter „frames“ verändert. Im Gegensatz zu Lindenberg's Framing-Ansatz wird in Hollands Theorie jedoch nicht exogen eine Abweichung von der bestmöglichen Situationsanpassung definiert, sondern der Prozess der Anpassung des Entscheidungsmodells endogen modelliert.

³⁷⁴ Ganz im Sinne der Methode der abnehmenden Abstraktion kann ein ökonomisch-rationales Entscheidungsmodell auch in Form eines LCS dargestellt werden, wenn das Regelsystem alle möglichen Eingangssignale erfasst und die Regeln im Dann-Teil die neoklassisch-rationale Entscheidung enthalten. Die Reduzierung der Regelmenge auf eine Anzahl unterhalb der möglichen Eingangssignale ist dann beispielsweise leicht als Ausdifferenzierungen des ökonomisch-rationalen Modells im Hinblick auf kognitive Limitationen erkennbar. Eine nähere Darstellung des kleinschrittigen Übergangs vom HO-Modell zu einem anpassungsfähigen Entscheidungsmodell erfolgt später im Zuge der konkreten Modellanalyse (siehe Unterkapitel 3.2).

³⁷⁵ Die Modellierung des Lernens ist zu unterscheiden von der Modellierung *der Ergebnisse* von Lernprozessen, welche auch mit strukturellen Brückenannahmen realisierbar ist, beispielsweise der Beobachtbarkeit erfolgreicher Strategien in der Population. Vgl. Fudenberg/Levine (1999: 1-8); Kirman/Vriend (2001: 470).

len Akteurs notwendig, da die Beschränkung auf strukturelle Brückenannahmen die Determinanten der Informationsnutzung ausschließlich außerhalb des Akteurs ansiedeln würde und damit den für das Phänomen der konzeptionellen Informationsnutzung zentralen Bereich der individuellen kognitiven Limitationen ausschliesse (2c).³⁷⁶ Über diese Veränderung der Brückenannahmen werden kognitive Aspekte, die der Ökonomik bisher noch eher fremd sind³⁷⁷ und ansonsten eher mikrotheoretisch in der Psychologie thematisiert werden, auf vereinfachte, modelltheoretische Art und Weise einbezogen (VI).³⁷⁸ So wird auch dem Sparsamkeitsgrundsatz Genüge getan (IV), der jedoch auch und besonders im Zuge der konkreten Modellbildung weiterhin berücksichtigt werden muss. In diesem Prozess ist auch darauf zu achten, dass keine bedeutsamen Zusatzannahmen mehr getroffen werden müssen. Aufgrund der vielen theoretischen Arbeiten zu Hollands Theorie und bereits vorhandener Anwendungen³⁷⁹ ist die Unsicherheit diesbezüglich jedoch sehr gering (V). Akteurs- und Transformationsannahmen sind auf der Ebene der Auswahl eines Modellierungsansatzes noch nicht relevant und werden erst später in der konkreten Modellbildung berücksichtigt (3). Gleiches gilt für die Vorgaben hinsichtlich der Fertigstellung des Modells (4).

Damit kann Hollands Theorie regelbasierter, adaptiver Agenten als Modellierungsansatz für diese Arbeit Verwendung finden. Ein LCS repräsentiert demzufolge ein Entscheidungsmodell, das Informationen über die Situation verarbeitet. Ein entsprechendes Eingangssignal wird über die Auswahl einer passenden Regel aus einer gegebenen Regelmenge verarbeitet, so dass eine Entscheidung ermittelt wird. Dies entspricht der instrumentellen Informationsnutzung. Die Regelmenge kann sich im Zuge der instrumentellen Nutzung aber auch verändern, denn auf der Basis des Erfolgs der Anwendung einzelner Regeln wird ihre Stärke erhöht oder vermindert, was im weiteren Verlauf zu ihrer Elimination, Vervielfältigung oder Veränderung führen kann. Diese Anpassung des LCS entspricht der konzeptionellen Informationsnutzung. Bevor jedoch ein konkretes Modell konstruiert wird, gilt es zunächst einen Überblick über bereits vorhandene Arbeiten auf der Grundlage der Theorie Hollands im ökonomischen bzw. betriebswirtschaftlichen Kontext zu gewinnen, mit dem Ziel, auf vorhandenen Erfahrungen aufzubauen.

³⁷⁶ Vgl. Unterkapitel 3.1 und ähnlich Riechmann (2001: 8).

³⁷⁷ Vgl. Meyer (2005: 25).

³⁷⁸ Vgl. Holland et al. (1986/1987: 1-3, 29-67).

³⁷⁹ Vgl. bspw. Holland (1992b: 27).

3.4 Ökonomische Anwendungen der Theorie Hollands

Hollands Theorie regelbasierter, adaptiver Agenten bzw. deren technische Basis der Learning Classifier Systeme (LCS) hat in der Ökonomik bereits vielfach Verwendung gefunden. Diese Arbeiten sind über ein breites Spektrum an Forschungsbereichen verstreut und stehen teilweise auch in einem engen Zusammenhang zur Soziologie oder zu den technischen Grundlagen aus der Informatik. Daher wird im Folgenden ein Überblick über Forschungsbereiche gegeben, in denen Arbeiten auf der Grundlage der Theorie Hollands zu finden sind. Anschließend werden Kriterien aufgestellt, um unter den Arbeiten die hier relevanten identifizieren zu können. Diese werden detaillierter vorgestellt, so dass ein Überblick über unterschiedliche Anwendungen der Theorie Hollands entsteht, auf den dann im Zuge der konkreten Modellkonstruktion zurückgegriffen werden kann.

LCS haben ihre Wurzeln in der Informatik³⁸⁰ und wurden aufgrund ihrer Verwendung für maschinelles Lernen im Bereich der Künstlichen Intelligenz umfangreich diskutiert und weiterentwickelt.³⁸¹ Diese Arbeiten stellen eine technische Grundlage für Hollands Theorie regelbasierter, adaptiver Agenten zur Verfügung, die LCS in den Kontext der Modellierung komplexer, adaptiver Systeme (KAS) stellt.³⁸² Die wissenschaftliche Untersuchung von Gemeinsamkeiten der vielfältigen KAS³⁸³ und deren Modellierung bildet einen eigenständigen Forschungsbereich (Komplexitätsforschung, „science of complexity“),³⁸⁴ in dem vielfach auf Hollands Theorie zurückgegriffen wird. Darunter gibt es auch einen Forschungsstrang, der Ökonomien als KAS betrachtet und einige ökonomische Anwendungen der Theorie Hollands hervorgebracht hat.³⁸⁵

³⁸⁰ Vgl. Holland (1980) und Holland (1986).

³⁸¹ Vgl. u. a. Wilson/Goldberg (1989); Lanzi/Riolo (2000) und Bull/Kovacs (2005). LCS können damit auch die Grundlage für die Programmierung von Agenten in Multi-Agenten-Systemen (MAS) bilden, insbesondere im Kontext der Verteilten Künstlichen Intelligenz. Vgl. dazu Sen/Weiss (1999/2000: 267-268), allgemein zu MAS Wooldridge (2002) und zu MAS als technischer Grundlage für agentenbasierte Simulation als sozialwissenschaftliche Forschungsmethode Sichman et al. (1998).

³⁸² Vgl. Holland/Miller (1991: 265-269).

³⁸³ Holland (1995: 9) zählt beispielhaft das zentrale Nervensystem, das Immunsystem, Unternehmen, Spezien und das Ökosystem auf.

³⁸⁴ Keimzelle dieses Forschungsbereichs ist das Santa-Fe-Institut, das sich der interdisziplinären Erforschung von Komplexität widmet. Vgl. für eine Einführung in die Arbeit des Santa-Fe-Instituts Waldrop (1992/1993) und für eine Sammlung interdisziplinärer Forschungsarbeiten Langton (1995/1998).

³⁸⁵ Vgl. Anderson et al. (1988/1996) und Arthur/Durlauf et al. (1997). Charakteristisch für diese Forschungsrichtung ist das Projekt des „Santa Fe Artificial Stock Market“, vgl. dazu u. a. Palmer et al. (1994).

Die Modellierung eines LCS kann nur mittels Computersimulation erfolgen.³⁸⁶ Die Methode der Computersimulation allgemein erfreut sich in jüngerer Zeit als Forschungsmethode in der Ökonomik bzw. Betriebswirtschaftslehre und auch den Sozialwissenschaften insgesamt immer größerer Beliebtheit, so dass sich methodisch fokussierte Forschungsrichtungen herausgebildet haben, in denen ebenfalls einige LCS-Anwendungen entstanden sind. In diesem Zusammenhang sind insbesondere „Agent-based Computational Economics“³⁸⁷ und „Computational Organization Theory“,³⁸⁸ aber auch Arbeiten aus dem Bereich „Social Simulation and Artificial Societies“³⁸⁹ zu nennen.³⁹⁰ Daneben werden Computersimulationen inzwischen aber auch im Mainstream der ökonomischen Forschung verwendet, beispielsweise in den Bereichen Management Science³⁹¹ oder Organisationstheorie³⁹².

Die Suche nach ökonomischen Anwendungen der Theorie Hollands muss damit ein breites Spektrum an Forschungsrichtungen abdecken.³⁹³ Die resultierende Vielfalt führt dazu, dass viele Arbeiten zwar von Hollands Theorie Gebrauch machen, jedoch hinsichtlich des Untersuchungsgegenstandes oder der theoretischen Bezugspunkte soweit von der Problemstellung dieser Arbeit entfernt sind, dass eine Nutzbarkeit von vornherein auszuschließen ist. Eine nähere Darstellung erfolgt daher nur für die Arbeiten, die neben der Anwendung der Theorie Hollands (in Form eines LCS oder LCS-ähnlichen genetischen Algorithmus³⁹⁴) in einem konkreten Modell auch im

³⁸⁶ Vgl. Holland/Miller (1991: 365-369); Vriend (1994: 45); Vanberg (2004: 13).

³⁸⁷ Vgl. für einen Überblick Tesfatsion (2002) und Tesfatsion (2003).

³⁸⁸ Vgl. für einen Überblick Carley/Gasser (1999/2000) und aktuell Chang/Harrington (2006).

³⁸⁹ Vgl. u. a. Gilbert/Doran (1995) und aktuell Terano et al. (2003).

³⁹⁰ Es existieren noch weitere kleinere oder eher technisch ausgerichtete Forschungsrichtungen wie z. B. „Computational Intelligence“ und „Agent-based Simulation“, wobei die dort publizierenden Wissenschaftler oft auch einer der genannten prominenteren Forschungsrichtungen zuzuordnen sind. Vgl. Chen/Wang (2004a) und Davidsson et al. (2005).

³⁹¹ Vgl. u. a. Siggelkow/Levinthal (2003).

³⁹² Vgl. u. a. Anderson et al. (1999).

³⁹³ Neben ökonomischen bzw. betriebswirtschaftlichen Publikationen im Allgemeinen und Arbeiten der genannten Forschungsrichtungen im Besonderen wurden auch methodisch-orientierte Übersichtsarbeiten wie Clemens/Riechmann (1996), Lanzi/Riolo (2000: 51), Kovacs (2003) und Kovacs (2004) einbezogen.

³⁹⁴ Der GA ist ein zentraler Bestandteil eines LCS, kann aber auch anders als in einem LCS verwendet werden. Daher ist zwischen LCS und GA zu trennen, auch wenn in einigen Fällen der Übergang fließend ist. Vgl. Vriend (1994: 42). So ist ein „multiple-population design“ eines GA dann als sehr ähnlich zu einem LCS zu betrachten, wenn eine Population von möglichen Entscheidungen (die mittels eines GA verändert werden) ein Individuum repräsentiert, so dass es bspw. durch Ausprobieren unterschiedlicher Entscheidungsoptionen lernen kann, vgl. Arifovic (1994: 5, 15-23); Arifovic/Ledyard (2005: 3). Vriend (2000: 5) bezeichnet dies als „individual learning“. Ein Beispiel dafür ist das entsprechende Modell bei Arifovic (1994: 15-23). Repräsentiert eine Population eine Gruppe von Individuen, dann besteht keine Ähnlichkeit zu einem LCS, weil individuelles Lernen nicht modelliert

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

Diskussionskontext der Ökonomik stehen. Damit fallen solche Arbeiten heraus, die einen technischen, methodischen oder allgemein sozialwissenschaftlichen Fokus haben und eine ökonomische Fragestellung lediglich zur Illustration verwenden.³⁹⁵ Ebenso werden keine Arbeiten berücksichtigt, die nicht die Modellierung eines ökonomischen Zusammenhangs, sondern lediglich die Durchführung einer Optimierung zum Ziel haben.³⁹⁶

In der Literatur wurden 15 Arbeiten identifiziert, die anhand der genannten Kriterien eine ökonomische Anwendung der Theorie Hollands darstellen. Im Folgenden werden diese Arbeiten kurz vorgestellt und anschließend in Tabellenform zusammengefasst.³⁹⁷ Dadurch entsteht ein erster Überblick über die Bandbreite der ökonomischen Anwendungen der Theorie Hollands. Im Rahmen der Modellkonstruktion werden dann die Modelle tiefergehend darauf untersucht, ob sie hinsichtlich der in dieser Arbeit darzustellenden Zusammenhänge als Grundlage in Frage kommen.³⁹⁸

Die Arbeiten sind inhaltlich breit gestreut, daher werden sie nur grob nach makro-, mikroökonomischen und betriebswirtschaftlichen Fragestellungen eingeteilt. Das *Santa Fe-Institut* als Zentrum der Forschung zu KAS hat im Rahmen des dortigen „economics program“ sowohl wichtige Grundlagen erarbeitet³⁹⁹ als auch eine Reihe von Studien hervorgebracht, die Hollands Theorie in unterschiedlichen Bereichen der ökonomischen Theorie zur Anwendung bringt.

werden kann. Ein Beispiel dafür ist bei Arifovic (1995) zu finden. Gleiches gilt grundsätzlich für ein „single-population design“ GA, vgl. Arifovic (1994: 5, 8-15). Nach Vriend (2000: 4) ist dies als „social or population learning“ zu bezeichnen. Vriend (2000: 13) zeigt in diesem Zusammenhang auf, dass die Wahl des Lernmechanismus das Modellergebnis stark beeinflussen kann. Daher wurden beispielsweise die folgenden ökonomischen GA-Anwendungen nicht einbezogen: Miller (1986); Rust et al. (1992); Rust et al. (1994: 77); McCain (1994); Arifovic (1995); Andreoni/Miller (1995); Birchenhall (1995); Marks et al. (1995); Arifovic (1996); Birchenhall et al. (1997); Miller (2001); Arifovic (2001); LeBaron (2001); Riechmann (2001: 115-166); Lux/Schornstein (2005).

³⁹⁵ Darunter fallen beispielsweise Arthur (1991); Mitlöhner (1996); Bull (1999); Lettau/Uhlig (1999); Bagnall/Smith (2000); Ishikawa/Terano (2000); Schulenburg/Ross (2000); Vriend (2000); Schulenburg/Ross (2001); Miramontes Hercog/Fogarty (2002); Schulenburg/Ross (2002); Bagnall (2004).

³⁹⁶ Darunter fallen beispielsweise Bauer (1994); Welch et al. (1998); Armano et al. (2005).

³⁹⁷ Um einen systematischen Überblick herzustellen, werden die Arbeiten anhand eines Rasters dargestellt, das aufzeigt, (1) welcher Bezug zur ökonomischen Theorie besteht, (2) in welchen Diskussionskontext bzw. welche Community die Arbeit einzuordnen ist, (3) in welchem Kontext das modellierte Verhalten steht, (4) welche Problemstellung untersucht wird, (5) welcher Verhaltensaspekt durch das LCS modelliert wird, und (6) warum dazu ein LCS als Modellierungsansatz gewählt wurde. Auf eine Darstellung der erzielten Ergebnisse wird verzichtet, da die Modelle nicht aus inhaltlicher, sondern methodischer Sicht interessieren.

³⁹⁸ Siehe Abschnitt „Identifikation eines Basismodells“ in Unterkapitel 4.1.

³⁹⁹ Vgl. u. a. Holland/Miller (1991); Arthur (1991); Arthur (1993); Arthur (1994).

Im Bereich der *makroökonomischen Theorie* wurde mit *Marimon et al. (1990)* die erste Anwendung der Theorie Hollands in der Ökonomik umgesetzt.⁴⁰⁰ Ausgangspunkt ist ein makroökonomisches Modell von Kiyotaki/Wright, das die Herausbildung von Geld als universellem Tauschmittel untersucht.⁴⁰¹ Dort werden jedoch lediglich Gleichgewichte unter der neoklassischen Rationalitätsannahme bestimmt. Marimon et al. (1990: 330) beabsichtigen dagegen eine Betrachtung des Prozesses, der zu diesen Gleichgewichten führen kann, und folgen damit implizit der Empfehlung von Hayek (1937/1949: 44-46). Dazu modellieren sie Tauschinteraktionen einzelner Akteure auf einem Markt und untersuchen, ob sich ein generisches Tauschmittel (als Zahlungsmittel) herausbildet und ob sich die Aufhebung der neoklassischen Rationalitätsannahme auf die entstehenden Gleichgewichte auswirkt.⁴⁰² Die Handels- und Konsumententscheidungen der Akteure werden mittels eines LCS nach Holland modelliert,⁴⁰³ da es (1) ein alternatives Entscheidungsmodell zur neoklassischen Rationalitätsannahme zur Verfügung stellt, (2) eine Ermittlung von Gleichgewichten auch möglich ist, wenn keine analytischen Lösungen gefunden werden können und (3) der Prozess hin zu einem Gleichgewicht kleinschrittig nachvollzogen werden kann.⁴⁰⁴ Das Modell wurde als Beitrag zur makroökonomischen Theorie breit diskutiert und führte zu Folgestudien, die die aufgeworfenen Punkte in weiteren Simulationsstudien, aber auch in Laborexperimenten näher untersucht haben.⁴⁰⁵ Gesondert zu nennen ist *Basci (1999)*, der ebenfalls eine LCS-Modellierung vornimmt und in direktem Anschluss an Marimon et al. (1990) das dort modellierte Erfahrungslernen um den Aspekt des Imitationslernens ergänzt.⁴⁰⁶ Lettau/Uhlig (1999) nehmen die Arbeit von Marimon et al. (1990) zum Anlass, die methodischen Eigenschaften eines LCS zu Methoden der dynamischen Programmierung ins Verhältnis zu setzen.

Ein weitere Anwendung im Bereich der makroökonomischen Theorie ist die Arbeit von *Arifovic (1994)* zum Cobweb-Modell. Dort schlägt Arifovic (1994: 4) eine Modellierung des Anpassungsprozesses mittels eines genetischen Algorithmus (GA) vor, um experimentelle Ergebnisse zu untersuchen, die mit anderen

⁴⁰⁰ Vgl. Marimon et al. (1990: 329).

⁴⁰¹ Vgl. Marimon et al. (1990: 329).

⁴⁰² Vgl. Marimon et al. (1990: 330).

⁴⁰³ Vgl. Marimon et al. (1990: 334).

⁴⁰⁴ Vgl. Marimon et al. (1990: 330).

⁴⁰⁵ Vgl. u. a. Basci (1999); Duffy/Ochs (1999); Duffy (2001). Vgl. weiterhin als methodischen Beitrag zur Diskussion Rouchier (2003).

⁴⁰⁶ Vgl. Basci (1999: 1569).

Anpassungsmechanismen noch nicht erklärt werden konnten. Darüber hinaus untersucht sie, welche Auswirkungen die Modellierung mit einem GA als Form sozialen Lernens („single population design“) im Vergleich zu einem LCS-ähnlichen GA zur Modellierung individuellen Lernens („multiple population design“) hat.⁴⁰⁷ Mit beiden Formen des GA kann der Prozess hin zum Gleichgewicht bei rationalen Erwartungen⁴⁰⁸ betrachtet werden,⁴⁰⁹ die LCS-ähnliche Modellierung kann als reichhaltiger und der menschlichen Kognition ähnlicher angesehen werden.⁴¹⁰ Das Multiple-Population-Design ist dabei insofern LCS-ähnlich, als jede Unternehmung über eine Reihe unterschiedlicher Möglichkeiten der anzubietenden Menge verfügt, deren Auswahl dann proportional zur Gewinnerwartung auf der Basis der letzten Periode erfolgt.⁴¹¹ In neueren Arbeiten wird ein solches Multiple-Population-Design im Bereich des „mechanism design“ der Mikroökonomik verwendet, jedoch werden neue Alternativen nicht durch einen GA, sondern durch das Hinzufügen einer Entscheidungsalternative aus der Menge aller möglichen Entscheidungsalternativen generiert, so dass keine hinreichende Ähnlichkeit zu einem LCS mehr gegeben ist.⁴¹²

Darüber hinaus wurde am Santa-Fe-Institut der „Santa Fe Artificial Stock Market“ entwickelt, anhand dessen in einer Reihe von Publikationen kapitalmarkttheoretische Fragestellungen untersucht wurden.⁴¹³ *Arthur/Holland et al. (1997)* untersuchen in diesem Kontext das Spannungsverhältnis zwischen neoklassischer Kapitalmarkttheorie, die Markteffizienz unterstellt, und der in realiter beobachtbaren Marktpsychologie.⁴¹⁴ Dazu wird ein neoklassisches Modell eines Marktes mit zwei Anlagegütern als Basis verwendet.⁴¹⁵ Es wird aufgezeigt, dass durch die Interdependenz der Erwartungen heterogener Marktteilnehmer eine deduktive Entscheidungsbildung nicht möglich ist,⁴¹⁶

⁴⁰⁷ Vgl. Arifovic (1994: 5); Arifovic (2000: 378). S. a. Fn 394 für eine ausführlichere Darstellung der Unterschiede und weitere Quellen.

⁴⁰⁸ Vgl. Arifovic (1994: 4); Arifovic (2000: 374).

⁴⁰⁹ Vgl. Arifovic (1994: 4).

⁴¹⁰ Vgl. Arifovic (1994: 16,24).

⁴¹¹ Vgl. Arifovic (1994: 15-17). Es bestehen jedoch auch Unterschiede, da nur der Aktienanteil von LCS-Regeln modelliert wurde und insofern keine Unterscheidung der jeweiligen Situation vorgenommen wird. Außerdem basiert die Auswahl auf einem hypothetischen Gewinn und nicht auf einer Akkumulation der tatsächlich durch die jeweilige Entscheidungsoption erzielten Gewinne. Im Kern entspricht die Logik des Multiple-Population-Designs jedoch der eines LCS. Vgl. Arifovic (2000: 400).

⁴¹² Vgl. Arifovic/Ledyard (2004: 213-214) und Arifovic/Ledyard (2005: 6-8).

⁴¹³ Vgl. zum Santa Fe Artificial Stock Market allgemein Palmer et al. (1994) und Arthur (1995).

⁴¹⁴ Vgl. Arthur/Holland et al. (1997: 15-16).

⁴¹⁵ Vgl. Arthur/Holland et al. (1997: 23-24).

⁴¹⁶ Die Heterogenität verhindert die Koordination auf ein gemeinsames Erwartungsbildungsmodell, so dass keine rationalen Erwartungen gebildet werden können. Vgl. Arthur/Holland et al. (1997: 20-21).

so dass lediglich induktiv Hypothesen über die Erwartungen anderer Marktakteure aufgestellt werden können.⁴¹⁷ Die Modellierung induktiver Erwartungsbildung der Akteure erfolgt über ein LCS, das jedem der Akteure eine Reihe von möglichen Marktprognosen zur Verfügung stellt, die durch Erfahrung bewertet und angepasst werden können.⁴¹⁸ Auf diese Weise muss keine Festlegung auf eine feste Prognosefunktion erfolgen und die Heterogenität der Akteure entsteht durch individuelle Wahrnehmung der Marktsituation und Anpassung der Erwartungen im Zeitablauf.⁴¹⁹ *LeBaron et al. (1999)* bauen auf dieser Studie auf und erweitern sie um die Möglichkeit der Auswahl der betrachteten Marktinformationen.⁴²⁰ Dabei wird betrachtet, welche Eigenschaften ein Markt unter der Annahme adaptiven Verhaltens der Akteure entfaltet und ob auf diese Weise empirische Eigenschaften reproduziert werden können, für die sich in der ökonomischen Theorie noch kein Erklärungsansatz durchgesetzt hat.⁴²¹ Das LCS modelliert dabei, wie ein Akteur Informationen zum Marktzustand (Bedingungsteil) in eine konkrete Prognose (Aktionsteil) überführt.⁴²² Die Regeln werden mit der Erfahrung des Agenten bewertet und mittels eines genetischen Algorithmus (GA) angepasst.⁴²³ Die Verwendung einer „wild card“ im Bedingungsteil erlaubt es, die Entscheidung über die Berücksichtigung einzelner Marktinformationen zu endogenisieren.⁴²⁴ Die Arbeiten zum Santa Fe Artificial Stock Market wurden in der ökonomischen Theorie diskutiert⁴²⁵ und bildeten die Grundlage für eine Reihe weiterer Arbeiten.⁴²⁶

Arifovic (2000) ordnet die bisher dargestellten Beiträge zum Santa Fe Artificial Stock Market, der Entwicklung von Geld als Tauschmittel und dem Cobweb-Modell in die makroökonomische Theorie ein.⁴²⁷

⁴¹⁷ Vgl. Arthur/Holland et al. (1997: 21-22).

⁴¹⁸ Vgl. Arthur/Holland et al. (1997: 24-26).

⁴¹⁹ Vgl. Arthur/Holland et al. (1997: 24).

⁴²⁰ Vgl. LeBaron et al. (1999: 1488).

⁴²¹ Vgl. LeBaron et al. (1999: 1488-1490).

⁴²² Vgl. LeBaron et al. (1999: 1492-1495).

⁴²³ Vgl. LeBaron et al. (1999: 1497-1498).

⁴²⁴ Vgl. LeBaron et al. (1999: 1494).

⁴²⁵ Vgl. Arifovic (2000: 398-400), die den Modellen zugesteht, dass sie erfolgreich Aspekte der empirischen Beobachtung eingefangen haben, was anderen Modellen, darunter insbesondere den Rational-Expectations-Modellen, noch nicht gelungen war. Vgl. Arifovic (2000: 410-411).

⁴²⁶ Vgl. u. a. LeBaron (2001: 442-443), der seine Arbeit explizit als eine Weiterentwicklung des Santa Fe Artificial Stock Market positioniert und statt des LCS ein Single-Population-Design GA verwendet.

⁴²⁷ Vgl. Arifovic (2000: 374-379, 392-396, 398-400), die die genannten Arbeiten von Arthur/Holland et al. (1997), LeBaron et al. (1999), Marimon et al. (1990), Basci (1999) und Arifovic (1994) jeweils zusammenfasst und einordnet.

Eine Vorstufe zur Modellierung künstlicher Märkte⁴²⁸ bildet die Arbeit von *Beltrametti et al. (1997)*, in der untersucht wird, wie ein einzelner Akteur exogene Marktveränderungen prognostizieren kann.⁴²⁹ Anhand realer Wechselkursdaten wird verglichen, welchen Erfolg ein fiktiver Devisenhändler erreicht, je nachdem, wie sein Verhalten modelliert wird. Im Zentrum steht dabei ein Verhaltensmodell auf der Basis eines LCS, dessen Regeln eine Reihe von Situationsvariablen mit der Tendenz der Veränderung seiner Position verbinden.⁴³⁰ Dabei wird neben dem Vergleich mit theoretisch fundierten Verhaltensregeln und einem ökonometrischen Prognosemodell auch untersucht, wie sich der Erfolg zwischen einer Trainingsperiode und einer Testperiode, in der keine neuen Regeln mehr gebildet werden, unterscheidet.⁴³¹ Dabei wurde auf ein LCS als Lernmechanismus zurückgegriffen, weil eine Verbindung zur menschlichen Kognition hergestellt werden sollte, bereits erfolgreiche Anwendungen vorlagen und eine schrittweise Nachvollziehbarkeit des Lernprozesses möglich ist.⁴³²

Marengo/Tordjman (1996) gehen in ihrem Versuch, Spekulationsphänomene auf Finanzmärkten zu erklären, einen Schritt weiter.⁴³³ Angesichts von Schwächen in den vorhandenen Modellen, die auf der Hypothese rationaler Erwartungen beruhen, zeigen sie einen alternativen Ansatz, ausgehend von heterogenen Akteuren und imperfekter, adaptiver Rationalität, auf.⁴³⁴ Sie modellieren Händler auf einem durch einen Auktionator gesteuerten Devisenmarkt.⁴³⁵ Die Devisenhändler sind jeweils als LCS modelliert, das Informationen über die aktuelle Kurssituation mit einer Entscheidung über die Veränderung der Position verbindet.⁴³⁶ Grundlage für die Wahl eines LCS als Modellierungsansatz bildet die Annahme, dass Lernprozessen mentale Modelle zu Grunde liegen.⁴³⁷ Darüber hinaus werden einem LCS methodische Vorteile eingeräumt, da es wenig a priori-Wissen benötigt, einfach und allgemein gehalten ist und komplexes Verhalten hervorzubringen vermag.⁴³⁸

⁴²⁸ Vgl. *Beltrametti et al. (1997: 1572-1573)*.

⁴²⁹ Vgl. *Beltrametti et al. (1997: 1543)*.

⁴³⁰ Vgl. *Beltrametti et al. (1997: 1544, 1558-1560)*.

⁴³¹ Vgl. *Beltrametti et al. (1997: 1545)*.

⁴³² Vgl. *Beltrametti et al. (1997: 1544-1545)*.

⁴³³ Vgl. *Marengo/Tordjman (1996: 407)*.

⁴³⁴ Vgl. *Marengo/Tordjman (1996: 408-409)*.

⁴³⁵ Vgl. *Marengo/Tordjman (1996: 419, 424-425)*.

⁴³⁶ Vgl. *Marengo/Tordjman (1996: 419-424)*.

⁴³⁷ Vgl. *Marengo/Tordjman (1996: 409)*.

⁴³⁸ Vgl. *Marengo/Tordjman (1996: 419-420)*.

In der *mikroökonomischen Theorie* ist zunächst die Arbeit von *Vriend (1995)* zu nennen, der ausgehend von der Betrachtung einer Ökonomie als KAS untersucht, wie ein Markt aus lokalen Interaktionen selbstinteressierter Akteure entstehen kann, ohne dass es eine zentrale, koordinierende Instanz gibt.⁴³⁹ Dazu modelliert er Unternehmungen, die ein homogenes Gut produzieren, und Konsumenten, die dieses nachfragen, jedoch im Vorfeld keine Informationen über die existenten Firmen haben.⁴⁴⁰ *Vriend (1995)* wählt ein LCS zur Modellierung von Unternehmungen und Konsumenten, weil die formale Analyse aufgrund der nicht festgelegten Interaktionsmuster problematisch ist und die Akteure in der Lage sein sollen, ihre Entscheidungen flexibel an ihre Erfahrungen anzupassen.⁴⁴¹ Im Einklang mit dem HO-Ansatz wird damit ein abstrakter Akteur modelliert, dessen Handlungsmöglichkeiten und deren Bewertung jedoch von der Erfahrung abhängen und damit keiner Maximierung (wie im HO-Modell) zugänglich sind.⁴⁴² Er sieht seine Arbeit damit auch als Pionierarbeit für die Anwendung eines computergestützten Ansatzes zur Untersuchung emergenten Verhaltens und Selbstorganisation in einer dezentralen Ökonomie⁴⁴³ und schließt mit dem Ausdruck großer Zuversicht hinsichtlich einer produktiven Endogenisierung der Determinanten des Entscheidungsverhaltens von Akteuren und der Anwendung des LCS als computergestütztes Verfahren zur Modellierung ökonomischer Akteure.⁴⁴⁴ Mit einem ähnlichen Ansatz haben *Kirman/Vriend (2001)* den Fischmarkt von Marseille untersucht. Hier steht die mikroökonomische Fragestellung im Vordergrund, wie die Stylized Facts dieses Marktes, hohe Loyalität und beständige Preisstreuung, erklärt werden können, obwohl die Transaktionskosten gering und die Produkte nahezu homogen sind.⁴⁴⁵ Dazu werden Anbieter und Nachfrager mittels LCS modelliert,⁴⁴⁶ so dass ausgehend von individuellem Verhalten die Interaktionsprozesse analysiert werden können⁴⁴⁷. Dies erfolgt unter der Annahme, dass die Akteure über begrenztes Wissen hinsichtlich der Vorteilhaftigkeit ihrer Handlungsoptionen verfügen.⁴⁴⁸

⁴³⁹ Vgl. *Vriend (1995: 205-206)*.

⁴⁴⁰ Vgl. *Vriend (1995: 207-209)*.

⁴⁴¹ Vgl. *Vriend (1995: 206-207)*.

⁴⁴² Vgl. *Vriend (1995: 206-207)*.

⁴⁴³ Vgl. *Vriend (1995: 207)*.

⁴⁴⁴ Vgl. *Vriend (1995: 224)*.

⁴⁴⁵ Vgl. *Kirman/Vriend (2001: 460-462)*.

⁴⁴⁶ Vgl. *Kirman/Vriend (2001: 468-474)*.

⁴⁴⁷ Vgl. *Kirman/Vriend (2001: 460)*.

⁴⁴⁸ Vgl. *Kirman/Vriend (2001: 474-475)*.

In der ökonomischen Organisationstheorie liegen einige Arbeiten vor, die organisationales Lernen modellieren. *Marengo (1992)* untersucht organisationales Lernen als Koordinationsproblem der mentalen Modelle und der Lernprozesse der Organisationsmitglieder.⁴⁴⁹ Er vergleicht dazu eine zentrale und eine dezentrale Organisationsstruktur bei unterschiedlicher Umweltdynamik.⁴⁵⁰ Modelliert wird eine Organisation, in der ein Manager eine Prognoseentscheidung und zwei Produktionseinheiten jeweils eine Teilproduktionsprozessentscheidung treffen, wobei das Produktionsergebnis von der erfolgreichen Koordination der Produktionseinheiten abhängt.⁴⁵¹ Die Akteure sind jeweils als LCS modelliert, um jenseits der neoklassischen Rationalitätsannahme fundamentale Aspekte des Lernens, wie das Problemlösen und die Ausbildung von Repräsentationen der Umwelt, abbilden zu können,⁴⁵² besonders in Abgrenzung zum neoklassischen Ansatz des bayesianischen Lernens.⁴⁵³ Dieser Aufsatz wurde inzwischen mehrfach neuabgedruckt⁴⁵⁴ und wird auch aktuell noch diskutiert.⁴⁵⁵ Das gleiche Modell wird bei *Marengo (1993)* genutzt, um ein Spannungsverhältnis zwischen der Nutzung und Entdeckung von Wissen im organisationalen Lernen („exploitation vs. exploration trade-off“⁴⁵⁶) aufzuzeigen, wobei tendenziell Ersteres durch eine zentrale und Letzteres durch eine dezentrale Organisationsstruktur befördert wird.⁴⁵⁷ Das LCS ermöglicht hier, die Entstehung gemeinsamen Wissens und einer gemeinsamen Sprache abzubilden.⁴⁵⁸ Der Beitrag wurde in leicht veränderter Fassung 1998 erneut abgedruckt.⁴⁵⁹ Abermals

⁴⁴⁹ Vgl. Marengo (1992: 315-316).

⁴⁵⁰ Vgl. Marengo (1992: 321-325).

⁴⁵¹ Vgl. Marengo (1992: 316-321).

⁴⁵² Vgl. Marengo (1992: 315-316).

⁴⁵³ Zu bayesianischem Lernen als typischem Lernmechanismus im Einklang mit der neoklassischen Rationalitätsannahme vgl. u. a. Radner (2000: 648-653).

⁴⁵⁴ Vgl. Langlois et al. (2002). Ein weiterer Neuabdruck findet sich in Lazaric/Lorenz (2003).

⁴⁵⁵ Vgl. Lazaric/Raybaut (2005: 393).

⁴⁵⁶ Marengo (1993: 553). Dieser Trade-Off ist ein zentrales Konzept der Literatur zum organisationalen Lernen, vgl. dazu u. a. March (1991), Levinthal (1996: 29-30), Rivkin/Siggelkow (2003), und liegt auch technisch dem genetischen Algorithmus (GA) als Optimierungsansatz zu Grunde, vgl. dazu u. a. Wilson (1994: 12-13), so dass dort eine gute Entsprechung zwischen Konzept und dem LCS-Modellierungsansatz besteht.

⁴⁵⁷ Vgl. Marengo (1993: 554-556).

⁴⁵⁸ Vgl. Marengo (1993: 555-556).

⁴⁵⁹ Vgl. Marengo (1998). Der Hauptteil ist nur leicht sprachlich überarbeitet und es wurde eine Einleitung zum Thema des Sammelbandes hinzugefügt, die auf die Bedeutung von Firmen als Wissensspeicher im ressourcenbasierten Ansatz hinweist. Vgl. Marengo (1998: 227-229). Darüber hinaus wurde die „conclusion“ zu Gunsten einer kritischen Würdigung des Modells überarbeitet, die darauf hinweist, dass das LCS (1) lediglich eine Klassifikation vornimmt, ohne syntaktische Zusammenhänge der gebildeten Kategorien erfassen zu können, (2) nur referenziert auf den Payoff lernt, was als primitive Form des Rückschlusses auf die Vorteilhaftigkeit von Verhalten einzustufen ist. Vgl. Marengo (1998: 243-244).

basierend auf dem gleichen Modell, präsentiert *Marengo (1996)* eine weitere Studie zum Exploitation-Exploration-Trade-off im Kontext der Strategie einer Unternehmung.⁴⁶⁰ Dort wird die Perspektive des ressourcenbasierten Ansatzes eingenommen. Fähigkeiten einer Unternehmung stellen aus dieser Sicht die Grundlage der Strategiebildung dar und entwickeln sich endogen als Resultat organisationalen Lernens.⁴⁶¹ Daher wirkt sich der Einfluss der Organisationsstruktur auf das organisationale Lernen mittelbar auch auf die Strategie aus.⁴⁶² Das zu Grunde liegende Modell von *Marengo (1992)* wird um eine direkte Koordination der Produktionseinheiten erweitert.⁴⁶³ Es werden auch die unterschiedlichen Formen zentraler und dezentraler Organisationsstrukturen bei unterschiedlicher Umweltdynamik verglichen.⁴⁶⁴ Auch diese Arbeit wurde breit rezipiert. So nehmen *Feurstein et al. (2000)* das Modell als Ausgangspunkt für eine eigene Untersuchung des Lernens im Kontext unterschiedlicher Organisationsstrukturen.

In der *betriebswirtschaftlichen Theorie* konnten drei Anwendungen identifiziert werden, die alle am Lehrstuhl von Prof. Dr. Jürgen Weber⁴⁶⁵ als Dissertationsschriften entstanden sind. *Langer (2002)* ist inspiriert durch die Komplexitätsforschung ausgehend vom Santa-Fe-Institut und untersucht abstrakt, welche Zusammenhänge zwischen Handlungen, Lernprozessen und (Selbst-)Organisation sich ausgehend von der Sicht eines Betriebs als KAS ergeben.⁴⁶⁶ Dazu entwickelt er ein sachlich-analytisches Modell als Mikrofundierung betriebswirtschaftlichen Handelns und nimmt eine Überprüfung der darin enthaltenen Wirkungszusammenhänge anhand eines Simulationsmodells vor.⁴⁶⁷ In diesem Modell lernen Akteure abstrakte Aufgaben der Umwelt allein und im Team zu lösen.⁴⁶⁸ Die Akteure werden als LCS nach Holland modelliert,⁴⁶⁹ um individuelles Lernen ausgehend von Verstärkungslernen und mit einem genetischen Algorithmus (GA) als Explorationsmechanismus abzubilden.⁴⁷⁰ *Kunz (2006)* baut auf diesem Modell auf und betrachtet in ihrer Arbeit organisationales Lernen als Grundlage

⁴⁶⁰ Vgl. *Marengo (1996: 129-135, 147-149)*.

⁴⁶¹ Vgl. *Marengo (1996: 124-125, 149-150)*.

⁴⁶² Vgl. *Marengo (1996: 147-150)*.

⁴⁶³ Vgl. *Marengo (1996: 140-141)*.

⁴⁶⁴ Vgl. *Marengo (1996: 145-146)*.

⁴⁶⁵ Lehrstuhl für Controlling und Telekommunikation, WHU – Otto Beisheim School of Management, Vallendar.

⁴⁶⁶ Vgl. *Langer (2002: 1-4)*.

⁴⁶⁷ Vgl. *Langer (2002: 3-4)*.

⁴⁶⁸ Vgl. *Langer (2002: 245-249)*.

⁴⁶⁹ Vgl. *Langer (2002: 133)*.

⁴⁷⁰ Vgl. *Langer (2002: 16-18, 121-176)*.

für Wissensmanagement in Unternehmen. Sie untersucht die Auswirkungen von Umweltdynamik und gezielter Einflussnahme auf das organisationale Lernen, um daraus Empfehlungen für Theorie und Praxis des Wissensmanagements abzuleiten.⁴⁷¹ Wie schon bei Langer (2002) lernen Akteure das Lösen von abstrakten „Arbeitspaketen“ der Umwelt allein und im Team.⁴⁷² Die Akteure sind als LCS modelliert, weil damit eine strukturelle Ähnlichkeit zwischen dem sachlich-analytisch erarbeiteten Modell organisationalen Lernens und der Abbildung im Modell hergestellt werden kann.⁴⁷³ *Riesenhuber (2005)* baut ebenfalls auf der Arbeit von Langer (2002) auf. Ziel ist eine Ausdifferenzierung betriebswirtschaftlicher Modelle unter Einbeziehung psychologischer Erkenntnisse zu möglichen Ursachen von Fehlentscheidungen, um daraus Hilfsmittel zur Rationalitätssicherung von Entscheidungen abzuleiten.⁴⁷⁴ Das Verhalten der Akteure wird genau wie bei Langer (2002: 133-135, 246) modelliert und anschließend auf der Ebene des LCS mit psychologischen Faktoren in Beziehung gesetzt.⁴⁷⁵

Der Überblick verdeutlicht, dass Hollands Theorie bereits seit mehr als 15 Jahren in der Ökonomik angewendet wird und die entstandenen Arbeiten prominent veröffentlicht und/oder inhaltlich aufgegriffen worden sind. Eine chronologische Übersicht geben Tabelle 3-1 bis Tabelle 3-5. Übergreifend ist festzustellen, dass das Santa-Fe-Institut nicht nur methodisch die Keimzelle der Theorie Hollands ist, sondern auch das Zentrum der Diskussion für die ökonomischen Anwendungen darstellt: Die meisten Autoren haben dort vor Ort geforscht oder ihre Arbeiten im Entwicklungsstadium auf den dortigen Konferenzen vorgestellt. Neben eher methodisch orientierten Zeitschriften wie „Computational Economics“ und einigen wenigen Sammelbänden wurde ein Großteil der Arbeiten im *Journal of Economic Dynamics & Control* veröffentlicht, was auf eine inhaltliche, aber heterodoxe Prägung der Diskussion hindeutet. Die methodische Diskussion der Theorie Hollands wurde bis hinein in die meist beachteten Zeitschriften der ökonomischen Forschung, wie den *American Economic Review (AER)*, geführt.⁴⁷⁶

Einhergehend mit der zu Grunde liegenden Methode der Computersimulation ist ein Großteil der LCS-Anwendungen methodologisch motiviert. Die Unzufriedenheit mit

⁴⁷¹ Vgl. Kunz (2006: 8-9).

⁴⁷² Vgl. Kunz (2006: 227-232).

⁴⁷³ Vgl. Kunz (2006: 223-232).

⁴⁷⁴ Vgl. Riesenhuber (2005: 4-5). Durch den Verweis auf die Rationalitätssicherung von Entscheidungen wird ein indirekter Bezug zum Controlling hergestellt.

⁴⁷⁵ Vgl. Riesenhuber (2005: 219-232).

⁴⁷⁶ Vgl. Holland/Miller (1991); Arthur (1991); Lettau/Uhlig (1999).

dem Rational-Choice-Ansatz im Allgemeinen und der Annahme rationaler Erwartungen im Besonderen vereint viele Autoren, auch im Hinblick auf die Grenzen mathematischer Modellbildung, den Einbezug kognitiver Aspekte und die Betrachtung des Prozesses hin zu (sonst nur postulierten) Gleichgewichtszuständen. So ersetzt de facto, auch wenn es kaum explizit formuliert wird, Hollands Theorie die neoklassische Rationalitätsannahme als Mikrofundierung in den genannten Modellen. Es findet sich aber auch oft das inhaltliche Argument, die vorliegenden empirischen Beobachtungen könnten noch nicht hinreichend erklärt werden.

Vor diesem Hintergrund verwundert es nicht, dass gerade dort, wo das Lernen bzw. die Anpassung von Individuen im Fokus der Erklärung stehen (also selbst das Explanandum darstellen), so dass die methodologischen und die inhaltlichen Argumentationen zusammenfallen, ein inhaltlicher Schwerpunkt der Arbeiten liegt. Lernprozesse als wichtige Determinante ökonomischen Verhaltens lassen sich wiederum in unterschiedlichen Bereichen der Ökonomik, vom Aktienmarkt bis zur Unternehmensstrategie, wiederfinden.

Es kann festgehalten werden, dass eine stabile Basis an bereits umgesetzten und im ökonomischen Kontext diskutierten Arbeiten vorliegt. Deren methodologische Basis steht mit den zuvor angestellten Überlegungen ausgehend von der Problemstellung dieser Arbeit, im Einklang und als Basis zur Umsetzung in ein konkretes Modell im nächsten Kapitel dienen.

Tabelle 3-1: Überblick über Anwendungen der Theorie Hollands (1/5)

Arbeit	Bezug zur ökon. Theorie	Diskussionskontext	Verhaltenskontext	Problemstellung	Verhaltensaspekt	Warum LCS?
Marimon et al. (1990): Money as a Medium of Exchange in an Economy with Artificially Intelligent Agents [329]	Makro-ökonomik: Herausbildung eines universellen Tauschmittels [329]	Complexity Science, Santa-Fe-Institut: Ökonomie als KAS; ökonomische Anpassungsprozesse [329]	Interaktion auf Märkten: Entwicklung von Tauschbeziehungen [329]	(1) Wie entsteht ein Zahlungsmittel? (im Standardmodell einfach angenommen); (2) Welche Gleichgewichte entstehen bei Aufhebung der neoklass. Rat.annahme? [330]	Modellierung der Handels- und Konsumentscheidungen von Marktteilnehmern als LCS nach Holland [334]	(1) Alternatives Entscheidungsmodell zur neoklass. Rat.annahme; (2) Ermittlung von Gleichgewichten abseits analyt. Lösungen; (3) Betrachtung des Prozesses hin zum Gleichgewicht [330]
Marengo (1992): Coordination and Organizational Learning in the Firm	Mikroökonomik, Theorie der Firma, ökonomische Organisationstheorie: Ressourcenbasierter Ansatz [315]	Evolutionäre Ökonomik, organisationales Lernen: Überwindung der Grenzen der neoklassischen Rationalitätsannahme [315]	Unternehmung in dynamischer Umwelt: Prognose der Nachfrage und Koordination zweier Produktionseinheiten [316-317]	Analyse organisationalen Lernens als Koordinationsproblem von mentalen Modellen und Lernprozessen [315-316], insbesondere durch Vergleich von zentraler und dezentraler Organisationsstruktur [321]	Modellierung von Prognose- und Produktionsentscheidungen als LCS [317-321]	(1) Alternatives Entscheidungsmodell zur neoklass. Rat.annahme; (2) Abbildung von fundamentalen Aspekten des Lernens (z. B. Problemlösen, Bildung von Repräsentationen der Umwelt) [315-316]
Marengo (1993): Knowledge Distribution and Coordination in Organizations	Ökonomische Organisationstheorie [554-555]	Organisationales Lernen [554-555]	Wie Marengo (1992) [561-564]	(1) Welcher Zusammenhang besteht zw. der Verteilung von Wissen und der Anpassungsfähigkeit an Umweltveränderungen? („exploitation vs. exploration trade-off“) [553]; (2) Welchen Einfluss haben Organisationsstruktur und Umweltdynamik? [555-556]	Gleiches Modell wie Marengo (1992) [556-561]	(1) Möglichkeit der Modellierung fundamentaler Aspekte des Lernens; (2) Abbildung der Entstehung von gemeinsamem Wissen und einer gemeinsamen Sprache [555-556]

Tabelle 3-2: Überblick über Anwendungen der Theorie Hollands (2/5)

Arbeit	Bezug zur ökon. Theorie	Diskussionskontext	Verhaltenskontext	Problemstellung	Verhaltensaspekt	Warum LCS?
Arifovic (1994): Genetic Algorithm Learning and the Cobweb Model	Makroökonomik: Cobweb Modell und die Annahme rationaler Erwartungen [4, 24]	Makroökonomien: Erklärung experimenteller Ergebnisse zu ökonomischen Anpassungsprozessen [4]	Unternehmungen entscheiden über die Menge als Preisnehmer auf einem Ein-Gut-Markt bei exogener Nachfrage (Cobweb Modell) [4,6-8]	(1) Kann ein GA-basiertes Modell der Anpassung die experimentellen Ergebnisse erklären? (andere Anpassungsmechanismen gescheitert) [4]; (2) Untersuchung der Auswirkungen von zwei unterschiedlichen GA-Designs: „single-population“ vs. „multiple-population“ [5]	Mengenentscheidung wird im Multiple-Population-Design LCS-ähnlich modelliert [15-17]	(1) Analyse des Prozesses hin zu einem Gleichgewicht [4]. Multiple-Population-Design: (2) Reichere Modellierung der Entscheidung durch Auswahl zw. Optionen [16]; (3) Ähnlichkeit zu Algorithmen, die menschliche Kognition modellieren [24]
Vriend (1995): Self-Organization of Markets	Mikroökonomik : Selbstorganisation von Märkten und die Annahme rationaler Erwartungen [205-206]	Santa-Fe-Institut: Ökonomie als KAS [205]; Agent-based Computational Economics (ACE)	Interaktion auf Märkten: Dezentrale Koordination von Anbietern und Nachfragern [207-209]	(1) Wie kommen individuelle Handelsmöglichkeiten zustande?; (2) Wie verbreitet sich Information über Handelsmöglichkeiten?; (3) Bringt der Markt Handelsmöglichkeiten zum Verschwinden? [207]	Modellierung der Angebotsentscheidung der Unternehmen und Konsumententscheidungen der Konsumenten als LCS nach Holland [209-212]	(1) Mathematische Lösung aufgrund flexibler Interaktionsmuster schwierig; (2) Ermöglichung einer flexiblen, erfahrungsbasierten Anpassung des Entscheidungsverhaltens; (3) Demonstration eines computergestützten Ansatzes [206-207]
Marengo (1996): Structure, Competence and Learning in an Adaptive Model of the Firm	Ökonomische Organisationstheorie: Ressourcenbasierter Ansatz [124-125, 149-150]	Evolutionäre Ökonomik, Unternehmensstrategie, organisationales Lernen [124-125]	Wie Marengo (1992), erweitert um eine direkte Koordination der Produktionseinheiten [135-141]	Wie wirken sich zentrale und dez. Organisationsstrukturen bei unterschiedlicher Umweltdynamik auf organis. Lernen und damit auf erfolgreiche Strategieumsetzung aus? [149-150]	Gleiches Modell wie Marengo (1992) [129-135]	Abbildung der Kernbestandteile eines Lernprozesses [125]

Tabelle 3-3: Überblick über Anwendungen der Theorie Hollands (3/5)

Arbeit	Bezug zur ökon. Theorie	Diskussionskontext	Verhaltenskontext	Problemstellung	Verhaltensaspekt	Warum LCS?
Marengo/Tordjman (1996): Speculation, Heterogeneity and Learning	Makroökonomik: Annahme rationaler Erwartungen und Spekulationen auf Finanzmärkten [407]	ACE, Santa-Fe-Institut, ökonomische Anpassungsprozesse	Interaktion von Händlern auf einem Devisenmarkt, vermittelt durch einen Auktionator [419, 424-425]	(1) Aufzeigen eines zur Annahme rationaler Erwartungen alternativen Ansatzes zur Erklärung von Spekulationsphänomenen ausgehend von heterogenen Akteuren und imperfekter, adaptiver Rationalität [408-409]	Modellierung von Devisenhändlern als LCS [419-424]. LCS aus Marengo (1992), ergänzt um Cross-Over-Operator [423]	(1) Modellierung von mentalen Modellen als Grundlage von Lernprozessen [409]; (2) Geringer Bedarf an a priori-Wissen [419-420]; (3) Einfachheit und Allgemeinheit des Modellierungsansatzes [420]; (4) Möglichkeit zur Darstellung komplexer Verhaltensmuster [420]
Beltrametti et al. (1997): A Learning-to-forecast Experiment on the Foreign Exchange Market with a Classifier System	Makroökonomik: Annahme rationaler Erwartungen in der Wechselkursprognose [1544-1545]	ACE, Santa-Fe-Institut, ökonomische Anpassungsprozesse	Hypothetischer Devisenhandel vor dem Hintergrund realer Wechselkursentwicklung [1543]	(1) Kann ein Individuum lernen, den Wechselkurs aufgrund von Daten zu prognostizieren?; (2) Welcher Lernmechanismus erweist sich als erfolgreich?; (3) Welche Rolle spielen dabei Fundamentaldaten? [1571]	Ein Devisenhändler wird als LCS modelliert [1544, 1558-1560]. LCS aus Marengo (1992) [1555]	(1) Theorie legt keinen Lernmechanismus fest; (2) Verbindung zu menschlicher Kognition; (3) Erfolgreiche Anwendungen; (4) Herstellung eines expliziten Zusammenhangs zwischen Situation und Regelauswahl [1544-1545]
Arthur/Holland et al. (1997): Asset Pricing Under Endogenous Expectations in an Artificial Stock Market	Kapitalmarkttheorie: Annahme rationaler Erwartungen in der Preisentwicklung an Kapitalmärkten [15-16]	Santa-Fe-Institut: Santa Fe Artificial Stock Market [15]; ACE	Einfaches, neoklass. Modell eines Zwei-Anlagegütermarktes [23-24]	(1) Modelltheor. Erfassung der rekursiven Natur der Erwartungsbildung auf Kapitalmärkten (bei heterogenen Akteuren) [15]; (2) Kontrastierung der neoklass. Markteffizienzhypothese mit realiter beobachtbarer Marktpsychologie [15-16]	Händler auf dem Aktienmarkt entscheiden über Marktprognosen auf der Basis eines LCS [24-26]	(1) Induktive Entscheidung möglich [21]; (2) Festlegung einer festen Prognosefunktion nicht notwendig [24]; (3) Individuelle Anpassung im Zeitablauf möglich [24]; (4) Abbildung untersch. Wahrnehmung der Marktsituation [24]

Tabelle 3-4: Überblick über Anwendungen der Theorie Hollands (4/5)

Arbeit	Bezug zur ökon. Theorie	Diskussionskontext	Verhaltenskontext	Problemstellung	Verhaltensaspekt	Warum LCS?
LeBaron et al. (1999): Time Series Properties of an Artificial Stock Market	Kapitalmarkttheorie: Eigenschaften von Kapitalmärkten und die Annahme rationaler Erwartungen [1487]	Folgestudie zu Arthur/Holland et al. (1997); Santa Fe Artificial Stock Market [1488]; ACE; ökon. Anpassungsprozesse	Einfaches, neoklass. Modell eines Zwei-Anlagegütermarktes [1490-1492]	(1) Welche Markteigenschaften ergeben sich durch lernende Akteure? [1488]; (2) Können empirische Eigenschaften reproduziert werden? [1488-1489]; (3) Erweiterung von Arthur/Holland et al. (1997) um Informationsauswahl [1488]	Prognosen der Händler auf dem Aktienmarkt werden als LCS modelliert [1492-1495]	(1) Modellierung von adaptiven Akteuren für mathematische Ansätze zu kompliziert [1488,1513]; (2) Fortführung von Arthur/Holland et al. (1997) [1488]
Basci (1999): Learning by Imitation	Makroökonomik: Herausbildung eines universellen Tauschmittels [1569]	Folgestudie zu Marimon et al. (1990); ökon. Anpassungsprozesse	Interaktion auf Märkten: Entwicklung von Tauschbeziehungen [1570-1577]	Auswirkungen der Ergänzung früherer Studien um das Imitationslernen auf die Herausbildung von Gleichgewichten [1569]	Modellierung von Handels- und Konsumentscheidungen von Marktteilnehmern wie Marimon et al. (1990) [1574-1575]	Geeigneter Ansatz zur Modellierung von Lernen in dynamischen Entscheidungskontexten [1570]
Kirman/Vriend (2001): Evolving Market Structure	Mikroökonomik : Entstehung von Eigenschaften eines Marktes [460]	Santa-Fe-Institut [459]; ACE; ökon. Anpassungsprozesse	Interaktion von Anbietern und Nachfragern auf einem Fischmarkt [467-468]	Wie können die Stylized Facts des Fischmarkts (Preisstreuung und Loyalität) erklärt werden? [460]	Modellierung der Anbieter (u. a. Preis, Menge) und Nachfrager (u. a. Anbieterauswahl, Akzeptanz des Preises) [468-474]	(1) Analyse des Interaktionsprozesses der Akteure möglich [460]; (2) Identifikation relevanter Gleichgewichte möglich [465]; (3) Konsistenzprüfung analog zu mathematischen Modellen möglich [466]; (4) Annahme begrenzten Wissens der Akteure [474-475]

Tabelle 3-5: Überblick über Anwendungen der Theorie Hollands (5/5)

Arbeit	Bezug zur ökon. Theorie	Diskussionskontext	Verhaltenskontext	Problemstellung	Verhaltensaspekt	Warum LCS?
Langer (2002): Ordnungsparameter im handlungsorientierten Führungsmodell	Betriebswirtschaftslehre: Betrieb als KAS [1-4]	Dissertation am Lehrstuhl für Controlling und Telekommunikation, WHU	Eine dynamische Umwelt gibt Aufgaben vor, die ein Akteur allein oder im Team für den Erhalt einer Auszahlung lösen muss [245-249]	Experimentelle Überprüfung sachlich-analytisch entwickelter Wirkungszusammenhänge zwischen Handlungen, Lernprozessen und (Selbst-)Organisation [3-4]	Lernverhalten der Akteure (am Beispiel einer Produktionsentsch.) wird durch ein LCS nach Holland modelliert [133-135, 246]	(1) Modellierung individuellen Lernens [16-18, 121-176]; (2) Kompatibilität mit Verstärkungslernen als grundlegendem Prinzip des sachlich-analytischen Modells [133]; (3) Genetische Algorithmen als wesentlicher Mechanismus der Exploration [134]
Riesenhuber (2005): Die Fehlentscheidung	Betriebswirtschaftslehre, Psychologie: deskriptive Entscheidungstheorie [4-5]	Dissertation am Lehrstuhl für Controlling und Telekommunikation, WHU; Folgearbeit zu Langer (2002)	Wie Langer (2002) [233]	Modellteil: (1) Ausdifferenzierung betriebswirtsch. Modelle durch Einbezug psychologischer Erkenntnisse zu Ursachen von Fehlentscheidungen; (2) Identifikation von Hilfsmitteln zur Rationitätssicherung von Entscheidungen [4-5]	Wie Langer (2002), psychologische Faktoren werden zum Lernverhalten in Beziehung gesetzt [219-232]	Verwendung des Modells von Langer (2002) [209-219]
Kunz (2006): Wissensmanagement und organisationales Lernen – eine simulationsgestützte Analyse	Betriebswirtschaftslehre: Wissensmanagement, organisationales Lernen [22-23]	Dissertation am Lehrstuhl für Controlling und Telekommunikation, WHU; Folgearbeit zu Langer (2002)	Wie Langer (2002) [227-232]	Modellteil: Analyse der Möglichkeiten zur Gestaltung organisationalen Lernens und der Auswirkung von Umweltdynamik [9]	Abstr. Lernverh. wie Langer (2002), wird zum sachanalyt. Modell in Bez. gesetzt [224-225, 229-232]	Strukturähnlichkeit zu sachlich-analytischer Sichtweise organisationalen Lernens als methodologisch individualistischem Interaktionsprozess zur Veränderung der organisationalen Wissensbasis [116, 223]

3.5 Zwischenergebnis

Dieses Kapitel widmete sich der Forschungsfrage nach der modelltheoretischen Präzisierung der erarbeiteten umfassenderen Sicht auf die Nutzung von Controllinginformationen. Darauf kann nun eine klare Antwort formuliert werden. Hollands Theorie regelbasierter, adaptiver Agenten stellt einen Modellierungsansatz dar, der einen individuellen Akteur so abzubilden vermag, dass die Besonderheiten, die sich aus der Integration der konzeptionellen Nutzung von Controllinginformationen in das ökonomisch-rationale Grundmodell ergeben, modelltheoretisch präzisiert werden können.

Dies bedeutet im Detail, dass Hollands Theorie als Modellierungsansatz anschlussfähig an das HO-Modell des ökonomisch-rationalen Ansatzes ist, zugleich aber auch dessen Grenze hinsichtlich der Berücksichtigung von kognitiven Begrenzungen eines Akteurs überwindet, die eine notwendige Bedingung für konzeptionelle Informationsnutzung darstellen. Dabei wurde auf Vorarbeiten des WHU-Ansatzes zur Integration von Könnens- und Wollensaspekten zurückgegriffen, darunter auch die Anwendung von Lindbergs Methode der abnehmenden Abstraktion (MAA). Auf diese Weise wurde eine methodologisch reflektierte Ausdifferenzierung des HO-Modells erreicht.

Darüber hinaus wird die Anwendung der Theorie Hollands und deren technische Grundlage der Learning Classifier Systeme (LCS) im Rahmen der nun folgenden Modellkonstruktion dadurch erleichtert, dass bereits eine ganze Reihe ökonomischer Anwendungen existiert, deren jeweiliger Ausgangspunkt im Einklang mit den methodologischen Überlegungen steht. Diese zeigen, wie die modelltheoretische Bearbeitung ökonomischer Fragestellungen mit Hilfe der Theorie Hollands konkret umgesetzt werden kann.

Betrachtet man die Ausführungen dieses Kapitels eigenständig, so wird ein Modellierungsansatz vorgeschlagen, der eine Brücke zwischen ökonomisch-rationalen und verhaltensorientierten Ansätzen zur Erklärung des Verhaltens ökonomischer Akteure zu schlagen vermag. Diese Brücke ruht auf dem Fundament grundsätzlicher Überlegungen zur besonderen Bedeutung der Integration von Könnens- und Wollensaspekten und eines transparenten, methodologisch kontrollierten Vorgehens. Zudem steht mit Hollands Theorie nun ein Ansatz zur Verfügung, um sich verhaltensorientierten Fragestellungen im Bereich des Controllings und darüber hinaus auf modelltheoretische Weise zu nähern.

Hinsichtlich des Argumentationsgangs dieser Arbeit kann als Zwischenergebnis festgehalten werden, dass eine zentrale Vorarbeit für die Modellkonstruktion erbracht

wurde. War eingangs noch unklar, wie die Grenzen des HO-Modells hinsichtlich der Erfassung von Spezifika der konzeptionellen Informationsnutzung überwunden werden könnten, so steht nun mit Hollands Theorie regelbasierter, adaptiver Agenten ein geeigneter Ansatz zur Verfügung, der zudem die in der Problemstellung geforderte Anschlussfähigkeit an das ökonomisch-rationale Grundmodell gewährleistet. Im nächsten Schritt kann nun die konkrete Modellkonstruktion zur Untersuchung der Forschungshypothese angegangen werden.

4. Modellkonstruktion und Computersimulationsexperimente

Die dritte und letzte Forschungsfrage lautet: Bestätigt sich die Forschungshypothese im präzisierten, modelltheoretischen Kontext? Die Beantwortung erfolgt mit Hilfe eines konkreten Modells, für dessen Konstruktion zunächst eine spezifische Situation für die Nutzung von Controllinginformationen ausgestaltet werden muss (Unterkapitel 4.1). Aufgrund der Verwendung eines LCS zur Modellierung der Akteure ist für die Untersuchung des Modellverhaltens die Übertragung in eine computerbasierte Simulation notwendig (Unterkapitel 4.2). Daraufhin können Hypothesen abgeleitet werden, die spezifizieren, welches Modellverhalten im Einklang mit den theoretischen Grundlagen zur Nutzung von Controllinginformationen und der Forschungshypothese steht (Unterkapitel 4.3). Dieses wird anschließend anhand von Computersimulationsexperimenten überprüft (Unterkapitel 4.4).

4.1 Nutzung von Controllinginformationen im konkreten Modell

Die Konstruktion eines konkreten Modells der Nutzung von Controllinginformationen, das die Untersuchung der Forschungshypothese erlaubt, kann grundsätzlich als eigenständige Anwendung der Theorie Hollands als Modellierungsansatz erfolgen oder auf einer bereits vorhandenen Anwendung aufbauen. Aus der Perspektive kumulativen wissenschaftlichen Fortschritts, zur Verstärkung der Fundamente und höherer Anschlussfähigkeit der Ergebnisse dieser Arbeit bietet sich der Rückgriff auf ein bereits bestehendes Modell an. Ein solches Modell ist natürlich auf eine spezifische Problemstellung abgestimmt und muss in einem zweiten Schritt noch modifiziert und auf die Problemstellung und Forschungshypothese dieser Arbeit zugeschnitten werden.

Identifikation eines Basismodells

Zur Identifikation eines Modells, das als Ausgangspunkt für die Modellkonstruktion dieser Arbeit fungieren kann, sind zunächst Anforderungen zu formulieren. Dabei steht die grobe Modellstruktur im Vordergrund, weil Abweichungen auf den darunter liegenden Ebenen auch anhand von Modifikationen umgesetzt werden können. Neben der im vorherigen Kapitel bereits ausführlich erläuterten Verwendung von Learning Classifier Systemen (LCS) ergeben sich aus der Problemstellung dieser Arbeit noch weitere Anforderungen an die Struktur eines Basismodells: (1) Informationsnutzung muss einen Kernbestandteil des Modells bilden und (2) ein Controllingbezug muss herzustellen

sein. Letzteres impliziert insbesondere das Vorhandensein einer Unternehmung als Kontext der zu modellierenden Interaktion, in der Rationalitätssicherung potenziell erfolgen kann. Vor dem Hintergrund der vorhandenen Modelle⁴⁷⁷ erweist sich diese Bedingung als besonders restriktiv.

Die Unternehmung muss dabei nicht sehr detailliert abgebildet sein, so dass grundsätzlich auch ein abstrakter Organisationszusammenhang ausreicht. Steht die Informationsnutzung jedoch im Kontext einer Marktinteraktion, die keinen Bezug zu organisatorischen Entscheidungsprozessen⁴⁷⁸ hat, dann kann ein solches Modell nicht als Grundlage für diese Arbeit dienen. Damit fallen neun Arbeiten⁴⁷⁹ heraus. Die verbleibenden Arbeiten weisen untereinander starke Bezüge auf. Marengo (1993) und Marengo (1996) basieren jeweils auf Marengo (1992).⁴⁸⁰ Kunz (2006) und Riesenhuber (2005) wiederum nutzen die gleiche Modellstruktur wie Langer (2002).⁴⁸¹

Sowohl Marengo (1992) als auch Langer (2002) erfüllen beide Kriterien. Bei Marengo (1992) werden Prognose- und Produktionsentscheidungen in einer Organisation auf der Basis von Informationen über die aktuelle Nachfrage und den Vergangenheitserfolg getroffen.⁴⁸² In Langer (2002) sind Akteure mit einer abstrakten Aufgabe konfrontiert, die anhand einer Produktionsentscheidung veranschaulicht wird und deren Lösung sie allein oder im Team durch Informationen über ihre Erfahrungen in der Vergangenheit lernen, wobei ein Organisationskontext angedeutet wird.⁴⁸³ In beiden Fällen können insbesondere die Informationen über den Erfolg in der Vergangenheit als Controllinginformationen interpretiert werden, weil dadurch die Entscheidungsgüte der Vergangenheit mit Blick auf die Entscheidungsgüte der Zukunft dargestellt wird, ein Beitrag zur Rationalitätssicherung. Diese Interpretation wird auch durch eine Betrachtung der technischen Umsetzung im LCS gestützt. Marimon et al. (1990: 331) bezeichnen die Aktualisierung der Regelstärken im LCS als „Accounting System“.⁴⁸⁴ Levinthal/Warglien (1999: 354) unterstützen dies, indem sie die Rolle des Management

⁴⁷⁷ S. Unterkapitel 3.4.

⁴⁷⁸ Die Unterstützung von Entscheidungen innerhalb einer Organisation durch Informationen kann als abstrakte Form von Controllinginformationsnutzung interpretiert werden.

⁴⁷⁹ Dies sind Marimon et al. (1990), Arifovic (1994), Vriend (1995), Marengo/Tordjman (1996), Beltrametti et al. (1997), Arthur/Holland et al. (1997), LeBaron et al. (1999), Basci (1999) und Kirman/Vriend (2001).

⁴⁸⁰ S. Tabelle 3-1 und Tabelle 3-2.

⁴⁸¹ S. Tabelle 3-5.

⁴⁸² Vgl. Marengo (1992: 316-321).

⁴⁸³ Vgl. Langer (2002: 244-251)

⁴⁸⁴ Vgl. a. Vanberg (2002: 41).

Accounting abstrakt als Aufgabe des „organizational credit assignment“ beschreiben, des Herunterbrechens des Gesamterfolgs auf diejenigen Einheiten, die dazu beigetragen haben. Deshalb kann für die vorliegende Problemstellung ein Zusammenhang hergestellt werden zwischen Controllinginformationen und der Anpassung des LCS, das von Holland et al. (1986/1987: 68-75) explizit als Aufgabe des „credit assignment“ beschrieben wird.⁴⁸⁵ Damit stehen zwei potenzielle Basismodelle zur Verfügung und es kann eine Auswahl des geeigneteren erfolgen.

Vergleicht man beide Arbeiten auf ihre Eignung vor dem Hintergrund der vorliegenden Problemstellung, so sprechen mehrere Gründe für die Auswahl von Marengo (1992) als Basismodell: (1) Marengo (1992) konstruiert ein konkretes Entscheidungsproblem, wohingegen Langer (2002) ein solches nur andeutet.⁴⁸⁶ Insbesondere vor dem Hintergrund der Analyse von Wagenhofer (1996) zur Interdependenz von Entscheidungsfundierung und Verhaltenssteuerung, der ein konkretes Modell einer Preisentscheidung zu Grunde liegt, erscheint dies von großer Bedeutung. (2) Marengo (1992) modelliert eine Organisation als Hierarchie und Informationszuordnung, wohingegen Langer (2002) eine operative Ebene modelliert, deren Instanz nur angedeutet wird, um die Schnittstelle zur Umwelt darzustellen.⁴⁸⁷ (3) Der Aufsatz von Marengo (1992) wurde international breiter rezipiert als die Arbeit von Langer (2002).⁴⁸⁸ Darüber hinaus legen die Arbeiten von Riesenhuber (2005) und Kunz (2006) den Schwerpunkt weniger auf die Ausdifferenzierung des Modells als auf die sachlich-analytische Aufarbeitung eines Themenbereichs, Wissensmanagement im einen und psychologische Ursachen von Fehlentscheidungen im anderen Fall.⁴⁸⁹ In beiden Fällen werden die sachlich-analytischen Erkenntnisse mit der vorhandenen Modellstruktur von Langer (2002) in Bezug gesetzt, ohne eine weitere Ausdifferenzierung oder

⁴⁸⁵ Vgl. auch Levinthal/Warglien (1999: 354); Denrell et al. (2004: 1366). Allgemein aus der Perspektive der Controllingforschung betrachtet repräsentiert das modelltheoretische Konzept des „credit assignment“ den Bereich „performance measurement“. Vgl. Horngren et al. (2005: 665-693). Für einen Überblick über wesentliche Diskussionsschwerpunkte der letzten Zeit vgl. Ittner/Larcker (1998).

⁴⁸⁶ Marengo (1992: 316-317) formuliert eine Prognose- und eine Produktionsprozessentscheidung, wohingegen Langer (2002: 246) eine abstrakte Aufgabe lediglich anhand einer Produktionsentscheidung, die nicht weiter spezifiziert ist, veranschaulicht.

⁴⁸⁷ Marengo (1992: 321-322) modelliert ein Management und zwei untergeordnete Shops, wobei das Management die Prognoseentscheidung trägt und die Shops die Produktionsprozessentscheidungen treffen. Je nach Organisationsstruktur verfügen die Shops nur über Informationen des Managements oder zusätzlich über eine eigene Wahrnehmung der externen Nachfrage. Bei Langer (2002: 246) übermittelt das Management die gefundene Lösung an die Umwelt und erhält den Payoff, dient dabei jedoch nur als passiver Informationskanal.

⁴⁸⁸ Vgl. die Darstellung von Marengo (1992) in Abschnitt 3.4.

⁴⁸⁹ Vgl. Kunz (2006: 9), Riesenhuber (2005: 257).

Konkretisierung des Entscheidungsproblems oder seines Kontextes vorzunehmen.⁴⁹⁰ Daher sprechen für die Arbeit von Marengo (1992) als Ausgangspunkt der Modellkonstruktion vor allem das konkretere, ausdifferenziertere Modell und die Verankerung in der internationalen Diskussion.

Modell einer Produktprogrammentscheidung nach Marengo (1992)

Im Modell von Marengo (1992) wird eine Unternehmung modelliert, deren Erfolg davon abhängt, dass ein Produkt angeboten wird, das der aktuellen Nachfrage entspricht.⁴⁹¹ Da es Marengo (1992) um die Analyse organisationalen Lernens in Abhängigkeit von der Organisationsstruktur geht, wird der Markterfolg des Produkts nicht als Ergebnis einer endogenen Marktinteraktion abgebildet, sondern exogen als Erfolgsfeedback („Markterfolg“) einer abstrakten „Umwelt“. Der Erfolg hängt davon ab, ob die Nachfrage richtig prognostiziert und das Produkt fehlerfrei hergestellt wird. Der Produktprogrammentscheidung der Unternehmung liegt ein Prognoseproblem zu Grunde, da sie eine Periode vor dem Bekanntwerden der tatsächlichen Nachfrage getroffen werden muss. Die Unternehmung wird als Organisation, bestehend aus einem „management“ und zwei „shops“, modelliert. Das Management übernimmt in einem zweistufigen Prozess die Produktionsprogrammentscheidung und die Shops treffen auf dieser Basis jeweils Produktionsprozessentscheidungen. Es wird ein Koordinationsproblem eingeführt, indem die Produktionsprozessentscheidungen der beiden Shops interdependent das Produkt festlegen, welches tatsächlich produziert und angeboten wird.

Bei der Modellierung der Entscheidungen abstrahiert Marengo (1992) von Motivationsproblemen und fokussiert auf die Lösung des Prognoseproblems durch das Management auf der einen und des Koordinationsproblems durch die Shops auf der anderen Seite. Ersteres wird durch ein LCS modelliert, das beobachteten Umweltzuständen (entsprechend der aktuellen Nachfrage) ein prognostiziertes Produkt für die Folgeperiode zuordnet. Diese „Prognoseregeln“ werden anhand des Markterfolgs bewertet. Die Entscheidung der Shops wird durch ein LCS modelliert, das dem vom Management festgelegten Produkt („Produktionsauftrag“) jeweils einen Produktionsprozess zuordnet. Die Produktionsprozesse der beiden Shops werden dann so auf die Menge möglicher Produkte abgebildet, dass kein Shop unabhängig das Produkt

⁴⁹⁰ Vgl. Kunz (2006: 223-232), Riesenhuber (2005: 219-232).

⁴⁹¹ Vgl. Marengo (1992: 316-322).

bestimmen kann. Jeder Shop bewertet seine „Produktionsprozessregeln“ ebenfalls auf der Basis des Markterfolgs.

Daraus ergibt sich folgender Ablauf, der im Wesentlichen auch Abbildung 4-1 zu entnehmen ist: In Periode t_0 beobachtet das Management die Nachfrage in Form des Umweltzustandes. Auf Grundlage der Erfahrungen in der Vergangenheit, abgebildet in den Regeln seines LCS („Wenn Umweltzustand t_0 , dann Produkt t_1 “⁴⁹²), prognostiziert das Management die Nachfrage in t_1 und übermittelt einen entsprechenden Produktionsauftrag an die Shops. Die Shops entscheiden über ihren jeweiligen Teilproduktionsprozess, ebenfalls auf Basis ihrer Vergangenheitserfahrungen („Wenn Produkt x , dann Teilprozess y “). In Kombination legen die beiden Teilprozesse das produzierte Produkt fest, das in der nächsten Periode ausgeliefert wird. In t_1 wird dann der Markterfolg beobachtet, der sich nach dem Grad der Übereinstimmung zwischen tatsächlicher Nachfrage (neuer Umweltzustand in t_1) und ausgeliefertem Produkt richtet. Auf dieser Basis bewerten Management und Shops die Regeln, die ihrer zuvor getroffenen Entscheidung zu Grunde lagen, so dass bei positivem Feedback eine Wiederholung der Entscheidung in gleicher Situation wahrscheinlicher und bei negativem Feedback unwahrscheinlicher wird. Anschließend wiederholt sich der beschriebene Prozess für den neuen Umweltzustand.⁴⁹³

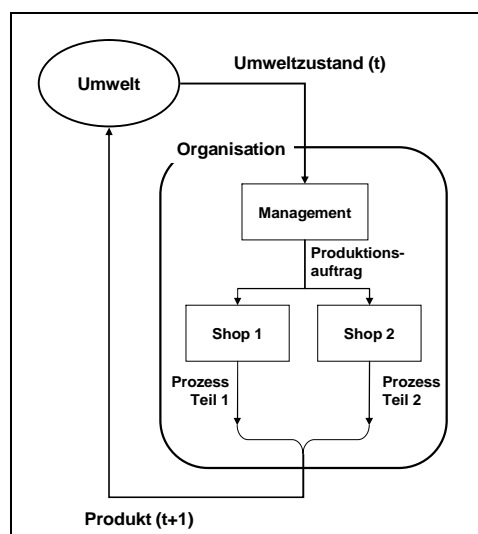


Abbildung 4-1: Struktur des Modells von Marengo (1992)

⁴⁹² Mit einem bestimmten Umweltzustand ist immer auch das nachgefragte Produkt festgelegt, so dass Umweltzustand und Produkt austauschbar sind.

⁴⁹³ Eine detailliertere Beschreibung findet sich im Abschnitt „Replikation des Computersimulationsmodells von Marengo (1992)“ in Unterkapitel 4.2.

Die Produktprogrammentscheidung ist hinreichend konkret und der Bezug zur Verwendung von Controllinginformationen entsprechend leicht herzustellen. In dieser Grundstruktur ist das Modell zur Erfassung von Entscheidungsfundierung und Verhaltenssteuerung gut geeignet. Das Management trifft eine Prognoseentscheidung, bei der Informationen über Payoffs, Produkttypen und die Nachfrage in der Vergangenheit der *Entscheidungsfundierung* dienen. Darüber hinaus delegiert das Management die Prozessentscheidung über die Herstellung des ausgewählten Produkts an die Shops, woraus sich Raum für eine *Verhaltenssteuerung* ergibt. Die Verwendung der Theorie Hollands zur Modellierung der Entscheidungsträger ermöglicht zudem den Einbezug *konzeptioneller Informationsnutzung*, wie bereits allgemein ausgeführt wurde.

Zur Herstellung des Controllingbezugs wird im Folgenden ausgeführt, dass die modellierte Informationsversorgung als Controllinginstrument aufgefasst werden kann. Die Güte der Entscheidungen des Managements und der Shops hängt jeweils von den verfügbaren Informationen ab. Eine Gestaltung dieser Informationen durch ein abstraktes Informationssystem kann als Controllinginstrument aufgefasst werden, indem ausgehend von einem Status quo der von Management und Shops genutzten Informationen die Frage gestellt wird, ob eine Verbesserung der Entscheidungen durch eine Veränderung der Informationsversorgung erreicht werden kann. Dafür kann folgendes Beispiel gegeben werden: Im Modell verfügen sowohl das Management als auch die Shops zur Bewertung ihrer jeweiligen Entscheidungen lediglich über den Markterfolg. Damit ist es dem Management jedoch nicht möglich zu entscheiden, ob ein Misserfolg auf eine falsche Prognose- oder eine fehlerhafte bzw. unkoordinierte Prozessentscheidung zurückzuführen ist. Die Aufspaltung des Markterfolgs in den Erfolgsbeitrag der Prognoseentscheidung („Wurde die Nachfrage der Folgeperiode richtig prognostiziert?“) und den der Prozessentscheidung („Wurde das prognostizierte Produkt tatsächlich produziert?“) ermöglicht eine präzisere Bewertung der jeweils getroffenen Entscheidungen und trägt damit zu einer besseren Grundlage für zukünftige Entscheidungen bei. Daraus ergibt sich ein Beitrag zur Rationalitätssicherung.

Modifikation des Modells

Zur Thematisierung der Nutzung von Controllinginformationen gilt es zu klären, welche Modifikationen innerhalb der geschilderten Struktur des Basismodells von Marengo (1992) vorzunehmen wären. Dazu werden an dieser Stelle die instrumentelle und die konzeptionelle Nutzung zunächst separat präzisiert, bevor im nächsten Abschnitt die zur

Untersuchung der Forschungshypothese tatsächlich vorzunehmenden Modifikationen erläutert werden.

Die *instrumentelle Nutzung von Controllinginformationen* wird getrennt nach Entscheidungsfundierung und Verhaltenssteuerung betrachtet. Zur Abbildung der *Entscheidungsfundierung* im Modell muss sichergestellt sein, dass eine Zweck-Mittel-Beziehung zwischen Entscheidung und Informationen hergestellt werden kann. So besteht die Aufgabe des Managements darin, auf der Basis der aktuell beobachtbaren Nachfrage die Nachfrage der Folgeperiode zu bestimmen. Das Modell von Marengo (1992) ist dabei so spezifiziert, dass die Zahl der nachgefragten Produkte endlich ist.⁴⁹⁴ Ferner wird unterstellt, dass die Nachfrageentwicklung einem Markovprozess erster Ordnung folgt.⁴⁹⁵ Das Prognoseproblem stellt sich aus der ökonomisch-rationalen Sicht auf die Entscheidungsfundierung damit als Aufgabe dar, den Erwartungswert jedes möglichen Produktes (in Abhängigkeit von der jeweils vorliegenden Nachfrage) zu ermitteln und für die Prognoseentscheidung jenes mit dem höchsten Erwartungswert auszuwählen.⁴⁹⁶ Dieser Erwartungswert ist wiederum abhängig von den Übergangswahrscheinlichkeiten und dem Markterfolg des jeweiligen Produkts in Abhängigkeit vom tatsächlich eintretenden Umweltzustand („Markterfolgskfunktion“). Im Modell sind weder Übergangswahrscheinlichkeiten noch Markterfolgskfunktion ex ante bekannt, so dass beides im Zeitablauf geschätzt werden muss. Die Informationen über Umweltzustand und erzielten Markterfolg im Zeitablauf bilden dafür die Basis und sind somit ein Mittel zur Entscheidungsfundierung. Dies findet sich in sehr ähnlicher Form in der Anwendung der Theorie Hollands durch Marengo (1992) wieder. Die Regeln des LCS stellen eine Verbindung zwischen dem nachgefragten Produkt der aktuellen und dem der Folgeperiode her. Die Bewertung dieser Regeln anhand des jeweils erzielten Markterfolgs entspricht näherungsweise der Ermittlung eines Erwartungswertes. Dieser Zusammenhang wird im weiteren Verlauf dieses Kapitels noch im konkreten Modell präzisiert, für die Klärung des Modifikationsbedarfs kann an dieser

⁴⁹⁴ Vgl. Marengo (1992: 316-317).

⁴⁹⁵ Vgl. Marengo (1992: 321-325). Die Nachfrage der Folgeperiode ist damit abhängig von und nur von der Nachfrage in der aktuellen Periode. Es sind Übergangswahrscheinlichkeiten für jeden Ausgangszustand gegeben. So wäre ein alternierender Prozess 3, 4, 3, 4, 3, 4, ... als ein Markovprozess darzustellen, bei dem der Zustand „3“ mit der Wahrscheinlichkeit 1 in Zustand „4“ übergeht und der Zustand „4“ wiederum mit der Wahrscheinlichkeit 1 in Zustand „3“. Ein unabhängig und identisch verteilter Zufallsprozess („IID“ für „independently, identically distributed“) lässt sich als Sonderfall darstellen, wenn für jeden Zustand die gleichen Übergangswahrscheinlichkeiten gelten.

⁴⁹⁶ Es handelt sich dabei um eine einfache Anwendung des Standardmodells der Entscheidungstheorie, vgl. Laux (2005: 34-41).

Stelle jedoch bereits festgestellt werden, dass das Modell von Marengo (1992) im Hinblick auf die Entscheidungsfundierung nicht angepasst werden muss.

Anders stellt sich die Situation hinsichtlich der *Verhaltenssteuerung* dar. Zwar sind, wie dargestellt, mit der Delegation der Prozessentscheidung und der asymmetrischen Information hinsichtlich der Prozessteilentscheidungen zwei Grundvoraussetzungen erfüllt, dennoch ergibt sich daraus kein Raum für eine Verhaltenssteuerung. Der Grund dafür liegt in der Ausblendung von Anreizaspekten,⁴⁹⁷ so dass die Shops keinen Grund haben, von den Interessen der Unternehmung abzuweichen. Die ökonomisch-rationale Perspektive auf Verhaltenssteuerung setzt die Existenz von Interessenkonflikten voraus.⁴⁹⁸ In Kombination mit asymmetrischer Information ergibt sich erst daraus für die Shops der Anreiz, von den Interessen der Unternehmung zum eigenen Nutzen abzuweichen. Solch dysfunktionalem Verhalten kann durch Verhaltenssteuerung vorbeugt werden. Daraus ergibt sich Modifikationsbedarf hinsichtlich der Einführung eines Interessenkonfliktes. Dieser wird eng orientiert an der ökonomisch-rationalen Modellierung der Verhaltenssteuerung umgesetzt. Dazu wird das Modell von Marengo (1992) zunächst aus der Perspektive der PA-Theorie rekonstruiert und anschließend um den fehlenden Interessenkonflikt ergänzt.⁴⁹⁹

Das Management übernimmt im Modell von Marengo (1992) die Funktion des Prinzipals, die beiden Shops sind die Agenten, denen gemeinsam die Produktion des prognostizierten Produkttyps übertragen wird. Das Interesse des Prinzipals ist die Maximierung des Markterfolgs, indem ein Produkt hergestellt wird, das bestmöglich auf die jeweils aktuelle Nachfrage passt. Dabei delegiert er nur einen Teil dieser Gesamtaufgabe, die Produktion, und übernimmt selbst die Prognose. Die Aufgabe der Agenten ist damit die Ausführung des Produktionsauftrages des Managements. Dabei herrscht asymmetrische Information dahingehend, dass das Management nicht beobachten kann, welcher Produktionsprozess von den beiden Agenten implementiert wird. Es kann lediglich das Gesamtergebnis in Form des tatsächlich hergestellten Produktes beobachten.⁵⁰⁰ Kommt es dabei zu einer Abweichung zwischen Produktionsauftrag und

⁴⁹⁷ Vgl. Marengo (1992: 321).

⁴⁹⁸ Vgl. Wagenhofer (1997: 64); Jost (2001a: 22).

⁴⁹⁹ Die Rekonstruktion orientiert sich am Standard-PA-Modell, wie es bspw. in Jost (2001a: 11-31) dargestellt wird. Für ausführlichere Darstellungen wird auf Milgrom/Roberts (1992) und Laffont/Martimort (2002) verwiesen. Bei Laffont (2003) findet sich zudem eine umfangreiche Sammlung von Originalquellen.

⁵⁰⁰ Das Modell von Marengo (1992) geht sogar noch weiter: Das Management weiß nicht, ob negativer Markterfolg im Falle seines Auftretens auf einen Prognose- oder einen Produktionsfehler (Fortsetzung auf der nächsten Seite)

tatsächlicher Produktion, kann das Management nicht entscheiden, welcher der beiden Agenten dafür verantwortlich ist. Dies ist solange kein Problem, wie es keine systematische Divergenz zwischen den Interessen des Prinzipals und der Agenten gibt. Wird eine solche jedoch angenommen, beispielsweise indem beiden Agenten eine Nutzenfunktion bestehend aus einer Entlohnungs- und einer Arbeitsleidkomponente unterstellt wird, so ergibt sich daraus ein aus Sicht des Prinzipals dysfunktionaler Effekt: Der einzelne Agent referenziert seine Entscheidung auf seinen individuellen Nutzen und hat damit (*ceteris paribus*) einen Anreiz zur Minimierung des Arbeitsleids. Wird dadurch das falsche Produkt produziert, so besteht für das Management keine Möglichkeit der direkten Kontrolle oder Bestrafung, weil ein Agent jeweils zulasten des anderen Agenten die Schuld von sich weisen kann, ohne dass der Prinzipal dies überprüfen kann.⁵⁰¹ Die PA-Theorie empfiehlt in dieser Situation die Einführung eines Anreizvertrages, der die Entlohnung der Agenten vom erzielten Markterfolg abhängig macht.⁵⁰² Auf diese Weise kann ein Entlohnungszuwachs einen Anstieg des Arbeitsleids kompensieren und so zu dem Anstrengungsniveau führen, das eine erfolgreiche Produktion zur Folge hat. Eine Verhaltenssteuerung durch Controllinginformationen ist in diesem Kontext zu erfassen, indem das (durch den Anreizvertrag entscheidungsrelevant gewordene) Erfolgsmaß der Entlohnung im Sinne des Prinzipals gestaltet wird.⁵⁰³

Um das Modell von Marengo (1992) so zu modifizieren, dass der beschriebene Mechanismus abgebildet werden kann, muss das Maß für die Entscheidung der Shops verändert werden. Bei Marengo (1992) richten auch die Shops ihr Entscheidungsverhalten am Markterfolg aus, so dass kein Interessenkonflikt besteht.⁵⁰⁴ Das Modell wird nun so modifiziert, dass die Shops ihr Entscheidungsverhalten an einer eigenen Nutzenfunktion ausrichten. Diese ist abhängig von zwei Faktoren, dem Arbeitsleid und der Entlohnung der Shops durch das Management. Abbildung 4-2 veranschaulicht dies, indem sie ergänzend zu Abbildung 4-1 auf das Erfolgsfeedback fokussiert. Das Arbeitsleid richtet sich nach dem Arbeitseinsatz des jeweiligen Shops in Form des implemen-

zurückzuführen ist. Doch selbst wenn der Erfolgsbeitrag der Produktion durch ein geeignetes, abstraktes Controllinginstrument, wie im Text erwähnt, isoliert werden könnte, so gäbe es noch immer die asymmetrische Information hinsichtlich des Beitrages jedes einzelnen Shops zur Produktion.

⁵⁰¹ Dieser Modellierung liegt damit das Hidden-Action-Modell der PA-Theorie zu Grunde, in dem der Prinzipal keine Möglichkeit hat, den Arbeitseinsatz des Agenten zu kontrollieren, so dass er ihn nicht direkt zu einem Vertragsbestandteil machen kann. Vgl. Jost (2001a: 26).

⁵⁰² Vgl. Jost (2001a: 20-23).

⁵⁰³ Vgl. Wagenhofer (1997: 63-70).

⁵⁰⁴ Vgl. Marengo (1992: 320-325).

tierten Produktionsprozesses.⁵⁰⁵ Die Entlohnung ist der Teil des Markterfolgs, der vom Management an die Shops weitergegeben wird, und kann im Sinne der PA-Theorie an einen Anreizvertrag gekoppelt werden.⁵⁰⁶ Auf diese Weise kann das Management einen Anreiz für die Shops schaffen, das gewünschte Produkt zu produzieren. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, ein organisationsinternes Maß für den Markterfolg einzuführen, an das dann die Entlohnung der Shops gekoppelt wird. So muss der Prinzipal nicht notwendig auf den Markterfolg als Entlohnungsgrundlage zurückgreifen, sondern kann die Entlohnungsgrundlage aktiv gestalten, um den Anreizvertrag aus seiner Sicht vorteilhafter werden zu lassen. Ein solches internes Erfolgsmaß kann als Controllinginformation interpretiert werden, bei deren Gestaltung eine controllingspezifische Verhaltenssteuerung vorliegt.⁵⁰⁷

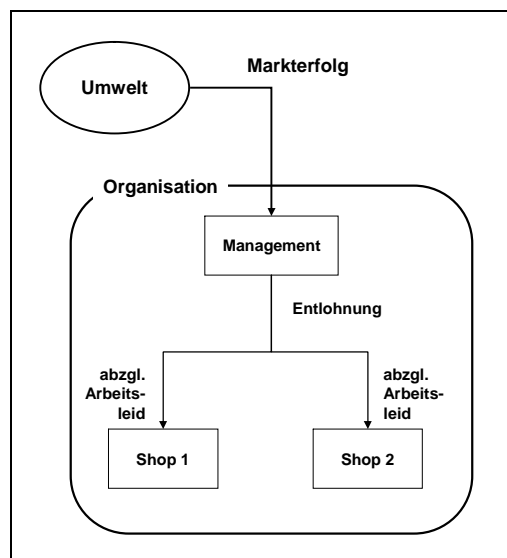


Abbildung 4-2: Erfolgsfeedback im modifizierten Modell

Hinsichtlich der Abbildung von *konzeptioneller Informationsnutzung* im Modell wurde bereits ausgeführt, dass ein LCS durch Veränderungen der Regelmenge, die nicht direkt zweckbezogen sind, konzeptionelle Informationsnutzung darzustellen vermag. Dies gilt

⁵⁰⁵ Dies wird im folgenden Unterkapitel näher spezifiziert.

⁵⁰⁶ Zur Straffung der Argumentation auf den Aspekt der Informationsnutzung wird von Risikoaspekten abstrahiert. Dies entspricht der Annahme, dass die Agenten aufgrund finanzieller Restriktionen (die nicht näher modelliert werden) dem Prinzipal die Geschäftsgrundlage nicht abkaufen können. Vgl. Jost (2001a: 22). Eine ausführliche Erörterung der Ausblendung von Risikoaspekten findet sich in Fn 626.

⁵⁰⁷ Ein Beispiel im Bereich der Kostenrechnung wäre die Adjustierung des Erfolgsmaßes Deckungsbeitrag durch eine veränderte Gemeinkostenallokation. Vgl. Wagenhofer (1997: 59-61).

es nun zu konkretisieren. Aufgrund der negativen Abgrenzung gegenüber instrumenteller Informationsnutzung ist zunächst ein sehr breites Spektrum von Formen konzeptioneller Nutzung denkbar. In der theoretischen Betrachtung⁵⁰⁸ wurden deshalb drei Haupteffekte unterschieden: Konzeptionelle Nutzung führt zu einer Veränderung (1) der Wahrnehmung, (2) des Verständnisses und (3) kann zur Herausbildung einer gemeinsamen Sprache beitragen. Alle drei Aspekte können grundsätzlich innerhalb der Theorie Hollands adressiert werden.

Der *Wahrnehmungsaspekt* der konzeptionellen Informationsnutzung (1) findet sich im Modell von Marengo (1992) in der Form sich verändernder Bedingungsteile der Classifier wieder. Im Modellzusammenhang ist unter Wahrnehmung die Aufnahme von Informationen über die aktuelle Nachfrage (beim Management) bzw. den aktuellen Produktionsauftrag (bei den Shops) zu verstehen. Wesentlich ist dabei die Fähigkeit der Akteure, unterschiedliche Situationen auch als unterschiedlich wahrzunehmen.⁵⁰⁹ Dies hängt von den zur Verfügung stehenden Classifiern im LCS ab. Sind beispielsweise alle Classifier im Bedingungsteil identisch und maximal unspezifisch, so kann der Akteur die Unterschiedlichkeit von Situationen nicht wahrnehmen. Das andere Ende des Spektrums ist ein LCS, bei dem für jeden möglichen Umweltzustand mindestens ein passender Bedingungsteil existiert. Der Wahrnehmungsaspekt der konzeptionellen Informationsnutzung wird dadurch adressiert, dass sich im Zuge der instrumentellen Informationsnutzung zur Entscheidungsfindung die Classifier im LCS verändern und sich auch die Wahrnehmung verändert. Angesichts des Vorteils spezifischerer Regeln im Gebotsprozess besteht eine Tendenz zur Verbesserung der Wahrnehmung im Zeitablauf. Die Erfahrung spielt dabei jedoch auch eine große Rolle, weil vor allem solche Classifier als Eltern dienen, die in der Vergangenheit erfolgreich waren. Der Akteur verbessert daher seine Wahrnehmung überwiegend dort, wo es sich in der Vergangenheit als hilfreich erwiesen hat. Dies geschieht aufgrund der begrenzten Regelmenge grundsätzlich zulasten der Wahrnehmung in Situationen, die in der Vergangenheit wenig aufgetreten sind.

Der *Verständnisaspekt* (2) im Modell geht noch einen Schritt weiter. Verständnis ist im Modellkontext als Erkennen von Zusammenhängen zwischen Situationen und Entscheidungen zu präzisieren. So kann man beispielsweise in einem alternierenden Szenario dann von Verständnis sprechen, wenn der Akteur kontinuierlich in beiden Umwelt-

⁵⁰⁸ S. Unterkapitel 2.2.

⁵⁰⁹ Vgl. zum Wahrnehmungsaspekt im Modell u. a. Marengo (1993: 563, 568).

zuständen die jeweils richtige Entscheidung trifft. So ist eine differenzierte Wahrnehmung eine wichtige Voraussetzung. Wenn die Umweltzustände nicht unterschieden werden können, dann können sich auch die getroffenen Entscheidungen nicht systematisch unterscheiden. Hinzukommen muss aber auch die Zuordnung der richtigen Entscheidung zur betreffenden Situation. Dies wird über den Aktionsteil der Classifier modelliert. Unter den Classifiern, die auf die Wahrnehmung passen, müssen jeweils diejenigen ausgewählt werden, deren Aktionsteil die richtige Entscheidung enthält. Je besser dies gelingt, desto mehr Verständnis hat der Akteur von seinem Entscheidungsumfeld. Der Verständnisaspekt der konzeptionellen Informationsnutzung ist vor diesem Hintergrund wiederum durch die Veränderung der Classifier im LCS zu adressieren. Entspricht die Aktualisierung noch weitestgehend der instrumentellen Informationsnutzung, dann hat das den Nebeneffekt, dass erfolgreiche Regeln sich durch den genetischen Algorithmus (GA) vermehren und so das Verständnis weiter befördern, indem ähnliche und potenziell bessere Entscheidungen ausprobiert werden können.

Der *Sprachaspekt* (3) ist weniger direkt im Modell wiederzufinden, weil es sich nicht um ein Kommunikationsmodell, sondern um ein Organisations- und Entscheidungsmodell handelt. Vor diesem Hintergrund kann sich Kommunikation im Modell nur sehr abstrakt wiederfinden.⁵¹⁰ Ein hinreichend abstraktes Kommunikationsmodell im ökonomischen Bereich bei Denzau/North (1994) hat den Vorteil, dass es sowohl den Begriff Sprache direkt einbezieht als auch ein gemeinsames Verständnis als Voraussetzung für Kommunikation thematisiert.⁵¹¹ Die wesentlichen Merkmale dieses Modells sind, dass ein Sender eine abstrakte Idee in eine Nachricht kodiert, diese über einen Kommunikationskanal unter Verwendung einer Sprache an den Empfänger übermittelt, der sie dann vor dem Hintergrund bereits vorhandener Muster dekodiert. Dabei kann die Idee des Senders von der beim Empfänger ankommenden Idee aufgrund verschiedener Störfaktoren im Kommunikationsprozess abweichen. Überträgt man dieses einfache Kommunikationsmodell auf das Modell von Marengo (1992), so ist Kommunikation als Informationsaustausch zu präzisieren. Das Management „sendet“ beispielsweise einen Produktionsauftrag an die Shops. Die Kodierung wird nicht modelliert, dafür aber die Dekodierung in Form der Wahrnehmung des Produktionsauftrags durch die Shops, die durch den aktuellen Zustand des LCS geprägt ist und insofern durch bereits vorhandene

⁵¹⁰ Die komplexen Kommunikationsmodelle, die im verhaltensorientierten Bereich diskutiert werden, können nicht im Modell abgebildet werden. Vgl. für ein Beispiel aus der Controllingforschung Heineke (2004: 126-132) und ausführlicher Heineke (2005).

⁵¹¹ Vgl. Denzau/North (1994: 18-20).

Muster beeinflusst wird. Sprache wird vor diesem Hintergrund von Marengo (1996) explizit thematisiert: „[T]he message the shops observe is not exogenously fixed, but adapts to the shops’ capabilities of interpreting and using the message itself. In other words, the system builds an internal language“⁵¹². Die angesprochene Anpassung ist Resultat einer konzeptionellen Informationsnutzung, weil sie eine Nebenwirkung der instrumentellen Nutzung der vorhandenen Classifier in den einzelnen Entscheidungsproblemen ist.

Angesichts der besonderen Bedeutung des Sprachaspekts in der Diskussion der konzeptionellen Nutzung von Controllinginformationen werden noch tiefergehende Überlegungen vorgestellt, wie eine Betrachtung im Modell stattfinden könnte.⁵¹³

Marengo (1996: 137-141) arbeitet den Sprachaspekt anhand von zwei Experimenten heraus, in denen er den Organisationserfolg im Fall einer direkten Beobachtung der Nachfrage durch die Shops mit dem Fall der Einbeziehung des Managements zur Ermittlung eines Produktionsauftrages vergleicht. Anders formuliert: Im ersten Fall werden Prognose- und Prozessentscheidung von den Shops getroffen, im zweiten Fall nimmt das Management den Shops die Prognoseentscheidung ab. Die Experimente ergeben, dass im ersten Fall keine Koordination zwischen den Shops erfolgt und damit ein sehr schlechtes Ergebnis erzielt wird. Im zweiten Fall hingegen wird nahezu das maximale Ergebnis erreicht. Marengo interpretiert vor diesem Hintergrund den Produktionsauftrag des Managements als entscheidend, weil er anpassungsfähig ist. Wenn der Erfolg ausbleibt, so kann das Management so lange den Produktionsauftrag verändern, bis die Shops den Produktionsauftrag mit dem richtigen Produktionsprozess verbinden.⁵¹⁴ Der Produktionsauftrag ist somit eine „interne Sprache“, die so lange verändert wird, bis Management und Shops untereinander ein gemeinsames Verständnis der Situation aufgebaut haben und damit zu richtigen Entscheidungen gelangen. Es handelt sich dabei um konzeptionelle Informationsnutzung, weil instrumentell betrach-

⁵¹² Vgl. Marengo (1996: 139).

⁵¹³ Vgl. insbesondere Pfaff/Weber (1998: 162) und die Ausführungen in den Unterkapiteln 1.1 und 1.2.

⁵¹⁴ Dabei kann ein „falscher“ Produktionsauftrag (z. B. Produkt „4“ bei stationärem Umweltzustand „3“) durchaus zur Produktion von Produkt „3“ führen, weil im Modell die Zusammenhänge von Umweltzustand, Produkt und Prozess für die Akteure latent sind. Wenn das Management bei Umweltzustand „3“ einen Auftrag für Produkt „4“ vergibt und die Shops zusammen Produkt „3“ herstellen, so bekommen alle Akteure das positive Feedback und werden tendenziell in der gleichen Situation wieder gleich handeln. So führt eine Veränderung des Produktionsauftrages zu einem neuen Abstimmungsversuch, der je nach Ausgangslage der LCS der Akteure und dem Ergebnis des genetischen Algorithmus (GA) erfolgreich verlaufen kann oder nicht.

tet der Zweck einer guten Prozessentscheidung auch mit einer direkten Beobachtung der Nachfrage durch die Shops erreichbar wäre. Erst die kognitiven Begrenzungen, modelliert durch das LCS, lassen die Gestaltungsfreiheit des Managements zur „Verfälschung“ des Produktionsauftrages produktiv erscheinen, indem es den Neubeginn der Koordinationsbemühungen signalisiert. Damit wird deutlich, dass das Modell von Marengo (1992) zur Abbildung des Sprachaspekts der konzeptionellen Informationsnutzung gut geeignet ist – jedoch ist ein Controllingbezug in dieser Form schwer herzustellen.

Zur Verstärkung des Controllingbezugs wäre eine Modifikation des Modells unter Rückgriff auf eine Accounting-spezifische Fassung des Sprachaspekts von Hayes (1983: 244) denkbar:⁵¹⁵

The textbook truism that accounting is the language of business has [...] substantial meaning and insight. As the essence of organizing concerns the negotiation of a shared world view, or arriving at a common social reality, the need for a language basis upon which such negotiation can take place is paramount.

Im Kern besagt das Zitat, dass das Vorhandensein einer Sprache notwendige Voraussetzung für die Ausbildung eines gemeinsamen Verständnisses der jeweils relevanten Zusammenhänge ist, ohne das keine erfolgreiche Kooperation von Individuen in der Wirtschaft erfolgen kann. Untersucht man die Rolle des Controllings in diesem Kontext genauer, so sind im Hinblick auf den Sprachaspekt zwei Stufen zu unterscheiden: die Übermittlung von Nachrichten in Form eines Kommunikationskanals („Kommunikationsplattform“) und ein gemeinsames Verständnis der den Nachrichten zu Grunde liegenden Kodierung („gemeinsame Sprache“). Hayes (1983) betont im obigen Zitat vor allem, dass Controlling nicht nur Informationen übermittelt, sondern auch dafür sorgt, dass die übermittelten Informationen in einer festgelegten Sprache verfasst sind, die alle Beteiligten verstehen können oder zumindest verstehen lernen können. In diesem Sinne sprechen Pfaff/Weber (1998: 160) von „Kostenrechnung als eine[r] Art Sprache“ und charakterisieren sie als „spezifisch betriebswirtschaftlich, aber noch so allgemeinverständlich, daß sie eine Kommunikation zwischen Controllern und Technikern ermöglicht.“⁵¹⁶ Im Kontext der Unterscheidung zwischen instrumenteller und konzeptioneller Informationsnutzung lässt sich damit Folgendes feststellen: Mit der instrumentellen Nutzung von Kostenrechnungsinformationen zu Zwecken der Entschei-

⁵¹⁵ Vgl. für ähnliche Fassungen des Sprachaspekts Pfaff/Weber (1998: 160) und Weber (2004: 114).

⁵¹⁶ Pfaff/Weber (1998: 160).

dungsfundierung oder Verhaltenssteuerung ist gleichzeitig eine konzeptionelle Nutzung verbunden, indem die Sprache der Kostenrechnung erlernt wird. Damit wird grundsätzlich die Fähigkeit erlangt, neue Situationen in den Konzepten der Kostenrechnung darzustellen und damit anderen zugänglich zu machen. Auf diese Weise kann ein gemeinsames Verständnis über diese Situation erreicht werden, das koordiniertes Handeln erst ermöglicht oder zumindest vereinfacht.

Zur Übersetzung dieser sachlich-analytischen Fassung des Sprachaspekts der konzeptionellen Nutzung von Controllinginformationen in das vorliegende Modell wären zunächst zwei Akteure und relevante Auswirkungen ihrer Kommunikation notwendig. Dafür eignen sich insbesondere die Shops. Durch die Interdependenz ihrer jeweiligen Prozessentscheidungen hat das Vorhandensein einer Kommunikationsplattform großes Potenzial für eine bessere Koordination. Das Informationssystem im Modell könnte eine solche Kommunikationsplattform darstellen. Im Modell von Marengo (1992) ist jedoch keine Kommunikation zwischen den Shops vorgesehen. Jeder Shop beobachtet nur den Produktionsauftrag des Managements und evtl. zusätzlich noch die aktuelle Nachfrage. Die erläuterte Anpassung des Produktionsauftrages bei Marengo (1996) als Suche nach einer gemeinsamen Sprache verortet den Sprachaspekt als Ergebnis einer Abstimmung zwischen Management und Shops und damit nicht direkt als Eigenschaft des Informationssystems. Daher wäre eine tiefgreifende Modifikation des Modells notwendig.

Diese könnte bei der Frage ansetzen, wie innerhalb des vorhandenen Modells die Nutzung von Informationen mit der Kommunikation zwischen den Shops in Verbindung zu bringen ist. Der Produktionsauftrag des Managements ist die zentrale Information der Shops für die Prozessentscheidung und wird somit primär instrumentell genutzt. Damit ist jedoch nicht das Erlernen einer gemeinsamen Sprache verbunden. Jeder Shop bekommt lediglich ein Ergebnisfeedback, so dass sich seine Wahrnehmung des Produktionsauftrages völlig unabhängig vom anderen Shop entwickelt. Zwar ist aufgrund der Verstärkungswirkung positiven Feedbacks eine Koordination nicht ausgeschlossen, diese ist jedoch stark belastet von Missverständnissen, da eine erfolgreiche Koordination auch rein zufällig trotz unterschiedlicher Wahrnehmung zustande gekommen und dann nicht stabil sein kann. Es steht keine Kommunikationsplattform für die Herausbildung eines gemeinsamen Verständnisses zur Verfügung, sondern es werden nur über Umwege schwache und zugleich fehlerbehaftete Signale ausgetauscht.

Betrachtet man vor diesem Hintergrund die Entscheidungsfindung, so sieht das Modell von Marengo (1992) vor, dass jeder Shop für sich erst lernen muss, die einzelnen Produktionsaufträge des Managements voneinander zu unterscheiden.⁵¹⁷ Daraus folgt unmittelbar, dass eine Koordination nicht stabil gelingen kann, wenn ein Shop zwischen unterschiedlichen Produktionsaufträgen gar nicht unterscheiden kann. In dieser Situation kann das Informationssystem die Koordination der Shops unterstützen, indem es Informationen über den jeweils anderen Shop zur Verfügung stellt.

Der Sprachaspekt der konzeptionellen Nutzung von Controllinginformationen kann daher modelliert werden, indem den Shops durch das Informationssystem die Möglichkeit geboten wird zu erfahren, wie der andere Shop den Produktionsauftrag wahrnimmt.⁵¹⁸ Dies ermöglicht einen Abgleich der gegenseitigen Wahrnehmung und dadurch die Herausbildung einer gemeinsamen Wahrnehmung: Da beide Shops einen gemeinsamen Produktionsauftrag bekommen (und instrumentell nutzen), sind Unterschiede eindeutig auf die individuelle Wahrnehmung zurückzuführen.

Ein solcher Unterschied liegt darin begründet, dass die Shops eine unterschiedliche Menge von Produktionsaufträgen als identisch wahrnehmen. Mit Hilfe des Informationssystems kann nun jeder Shop seine Wahrnehmung anpassen, indem er eine Unterscheidung, die der andere Shop vornehmen kann, auch übernimmt. Notwendige Bedingung dafür ist jedoch, dass (a) die Wahrnehmung des einen Shops an den anderen übermittelt werden kann und (b) die Kodierung dieser Nachricht für den empfangenden Shop verständlich ist. Ersteres bezieht sich auf den Kommunikationskanal, die Möglichkeit zum Austausch von Nachrichten, Letzteres auf das Vorhandensein einer gemeinsamen Sprache, eines gemeinsamen Verständnisses über das, was eine Nachricht bedeutet. Beides kann das Informationssystem als Repräsentation eines Controllinginstruments im Modell leisten. Ersteres entspricht der Übermittlung des Signals von einem Shop zum anderen und Letzteres der erfolgreichen Verwendung der damit verbundenen Information.

Auf diese Weise kann die konzeptionelle Informationsnutzung im Modell im Hinblick auf den Sprachaspekt abgebildet werden, indem das Modell so modifiziert würde, dass über das Informationssystem jedem Shop die aktuelle Situationswahrnehmung des

⁵¹⁷ Vgl. Marengo (1992: 319).

⁵¹⁸ Eine solche Verbesserung entstünde nicht auf der Ebene der instrumentellen Nutzung dieser Information, weil nach wie vor unklar ist, mit welcher Prozessentscheidung der Shop seine Wahrnehmung verbinden wird, und somit keine direkte Koordination der Prozessentscheidungen erfolgen kann.

anderen Shops übermittelt wird und beide daraufhin ihre Situationswahrnehmung spezifizieren können.

Insgesamt wurde aufgezeigt, dass das Modell sowohl zur Erfassung der instrumentellen als auch der konzeptionellen Nutzung von Controllinginformationen grundsätzlich geeignet ist, wobei für bestimmte Teilaspekte gegebenenfalls Modifikationen vorzunehmen sind. Damit ist die wesentliche Voraussetzung für die Untersuchung der Forschungshypothese erfüllt. Im nächsten Schritt wird das dargestellte Modell in eine Computersimulation überführt, um das Modellverhalten einer Analyse zugänglich zu machen. Im Zuge dieser Konkretisierung wird auch erörtert, welche Modifikationen zur Untersuchung der Forschungshypothese tatsächlich erforderlich sind.

4.2 Implementierung in ein computerbasiertes Modell

Im dargestellten Modell einer Produktprogrammentscheidung, bei der Controllinginformationen sowohl instrumentell als auch konzeptionell genutzt werden können, werden die Akteure ausgehend der Theorie Hollands als LCS modelliert. Das Verhalten eines LCS-basierten Modells kann nicht hinreichend mit rein mathematischen Verfahren untersucht werden, so dass die Methode der Computersimulation zur Anwendung kommt. Um sicherzustellen, dass auch die nachfolgende Modellanalyse auf solidem Fundament steht, bildet die erfolgreiche Replikation des von Marengo (1992) beschriebenen Computersimulationsmodells den Ausgangspunkt. Anschließend wird dieses Computersimulationsmodell auf technischer Ebene analysiert, so dass dort Anpassungen vorgenommen werden können, wo der Stand der Forschung zu den technischen Grundlagen des LCS diese erfordert. Schließlich wird die Erweiterung um die im vorherigen Unterkapitel entwickelten Modifikationen beschrieben.

Modellanalyse durch Computersimulation

Die Methode der Computersimulation⁵¹⁹ bezeichnet die Überführung eines Modells in ein Computerprogramm zur Analyse des Modellverhaltens.⁵²⁰ Dabei sind zwei Formen zu unterscheiden: instrumentelle und deskriptive Computersimulation.⁵²¹ Unter instrumentell wird die Verwendung des Computers als einfache Verlagerung der Kalkulationsschritte vom manuellen Abarbeiten zum maschinellen Abarbeiten verstanden. Die deskriptive Computersimulation geht darüber weit hinaus. Sie ist nicht darauf beschränkt, mathematische Modelle abzubilden, sondern kann direkt die zu Grunde liegenden Prozesse abbilden.⁵²²

Der Unterschied wird deutlich, wenn man die instrumentelle Monte-Carlo-Simulation⁵²³ und die deskriptive Multi-Agenten-Simulation⁵²⁴ miteinander vergleicht. Im ersten Fall werden vorhandene Gleichungssysteme zur Beschreibung von Prozessen mit konkreten numerischen Werten aus den vorgegebenen Verteilungen gefüllt, um das analytisch nicht mehr allgemeingültig lösbare Modellverhalten zu ermitteln. Im zweiten Fall hingegen werden die Akteure und ihr individuelles Verhalten selbst modelliert und anschließend beobachtet, welche Interaktionsprozesse und -ergebnisse sich daraus ergeben.⁵²⁵

In dieser Arbeit wird im Sinne der methodologisch individualistischen Forschungsstrategie die deskriptive Anwendung der Computersimulation verfolgt. Die Akteure und ihr Verhalten werden individuell auf der Mikroebene modelliert und die Effekte auf der

⁵¹⁹ Hinsichtlich der Computersimulation besteht noch eine große Begriffsvielfalt. So greift ein großer Teil dessen, was unter „Simulation“ als Forschungsmethode erörtert wird, bereits auf den Computer zurück. Vgl. u. a. Liebl (1992: 3). Dass es auch Simulationen ohne Computer geben kann, zeigt u. a. Schelling (1978: 147-155), der mit Geldmünzen ein Modell des Siedlungsverhaltens von Menschen simuliert. Der Vorteil des Computers bei Simulationen wird aber unmittelbar deutlich, wenn man sich die Umsetzung von „Schelling’s Segregation Model“ in dem frei erhältlichen Computersimulationsprogramm NetLogo des Centers for Connected Learning and Computer-Based Modeling der Northwestern University, Evanston, IL, anschaut (das Modell gehört als Beispiel zum Installationspaket). Im englischen Sprachraum wird sowohl der Begriff „computer simulation“ als auch der weitgehend synonyme Begriff „computational modeling“ verwendet. Zu Ersterem vgl. u. a. Ostrom (1988) und Gilbert/Conte (1995/2003), zu Letzterem u. a. Taber/Timpone (1996), Liebrand et al. (1998) und Lomi/Larsen (2001). In der Literatur finden sich darüber hinaus noch zahlreiche Begriffe, die die Anwendung der Methode der Computersimulation auf bestimmte Forschungsobjekte beschreiben, wie beispielsweise „computational economics“, „social simulation“ und „artificial life“. Vgl. dazu u. a. Amman (1997), Moss (2002) und Langton (1995/1998).

⁵²⁰ Vgl. Taber/Timpone (1996: 3).

⁵²¹ Vgl. Chattoe (1996: 80).

⁵²² Vgl. Chattoe (1996: 80).

⁵²³ Vgl. Liebl (1992: 55-61).

⁵²⁴ Vgl. Bonabeau (2002).

⁵²⁵ Vgl. dazu auch Axtell (2000: 6-16).

Makroebene beobachtet. Zur weiteren Charakterisierung dieser Forschungsmethode bietet sich eine Verhältnisbestimmung zu den allgemein akzeptierten Grundformen wissenschaftlichen Arbeitens an.

Ostrom (1988: 383-384) führt aus, dass die Möglichkeiten der Formulierung von Modellen durch ein Computerprogramm ein neues Symbolsystem darstellen. Neben dem Symbolsystem der natürlichen Sprache und dem mathematischen Symbolsystem steht damit ein drittes Symbolsystem zur Verfügung. Er argumentiert, dass theoretische Konstrukte, die sich in natürlicher Sprache oder mathematisch darstellen lassen, ebenfalls in Computersimulationen abzubilden sind, weil sich beides auch in ein Computerprogramm überführen lässt. Darüber hinaus sieht er jedoch bei Computersimulationen zusätzlich Potenzial hinsichtlich der Abbildung dynamischer Phänomene, die der beobachteten Komplexität in vielen Bereichen zu Grunde liegen, sich in natürlicher Sprache oder mathematisch jedoch nicht in der gewünschten Tiefe darstellen lassen. Damit können bislang vorgenommene Vereinfachungen in der theoretischen Betrachtung entfallen, wie beispielsweise (1) grob vereinfachte Ursache-Wirkungszusammenhänge, (2) die Unterteilung einer Gesamtheit wie dem menschlichen Verhalten in Untereinheiten, ohne die Interdependenzen systematisch zu betrachten, und schließlich (3) die diskrete oder von der Ausdehnung her begrenzte Integration der Dimension Zeit.⁵²⁶

Aus dem betriebswirtschaftlichen Kontext lässt sich eine weitgehende Übereinstimmung zwischen Ostrows verbalen und mathematischen Symbolsystemen und Grochlas sachlich- und formal-analytischen Forschungsstrategien herstellen.⁵²⁷ Somit kann die Methode der Computersimulation die Vorteile beider Ansätze verbinden, vor allem im Hinblick auf die Möglichkeit zur formalen Darstellung in weniger abstrakter Form.

Auch aus der Perspektive der grundlegenden Richtungen wissenschaftlicher Schlüsse lässt sich die Computersimulation verorten. Induktion schließt vom Besonderen auf das Allgemeine, indem beispielsweise Muster in empirischen Daten entdeckt werden. Deduktion hingegen schließt vom Allgemeinen auf das Besondere, indem beispielsweise aus Axiomen Theoreme abgeleitet werden.⁵²⁸ Computersimulation ist hier wie

⁵²⁶ Vgl. Ostrom (1988: 385-390).

⁵²⁷ Vgl. Grochla (1980: 1808). Für die von Grochla auf die „gedankliche Simulation der Realität“ bezogene sachlich-analytische Forschungsstrategie kann unterstellt werden, dass die Gedanken in natürlicher Sprache ausgedrückt werden. Grochla (1980: 1808). Ebenso entspricht die von Grochla als „an der vereinfachten und mehr oder weniger abstrakten Beschreibung von Problemstrukturen“ interessierte formal-analytische Forschungsstrategie im Kern der mathematischen Beschreibung von Sachverhalten. Grochla (1980: 1808).

⁵²⁸ Vgl. Axelrod (1997a: 24).

derum ein zusätzlicher dritter Weg: Wie bei deduktivem Vorgehen werden zunächst explizite Annahmen getroffen. Dies dient jedoch nicht dem Beweis von Theoremen, sondern der Erzeugung von Daten, die induktiv analysiert werden. Dabei besteht jedoch im Gegensatz zum rein induktiven Vorgehen der Vorteil, dass die Daten von einem Modell erzeugt werden, dessen Spezifikationen vollständig bekannt sind, anstatt einer potenziell mit unbekanntem Störgrößen behafteten Beobachtung der realen Welt zu entstammen.⁵²⁹ Daraus schließt Axelrod (1997a: 24-25), dass Computersimulation zur Unterstützung der Intuition und als Form eines Gedankenexperiments dienen kann.⁵³⁰ Dies ist vor allem dann von Vorteil, wenn die kognitiven Begrenzungen des Wissenschaftlers relevant werden – wenn zwar einfache Annahmen vorliegen, deren Konsequenzen für das Modellverhalten jedoch nicht offensichtlich sind. Dies wird oft unter dem Begriff „Emergenz“ zusammengefasst, der die Makro-Auswirkungen von Interaktionen auf der Mikroebene bezeichnet. Solche Emergenzen sind oft überraschend, weil bereits einfache Interaktionsformen komplexe Konsequenzen aufweisen können.⁵³¹

Diese Sicht impliziert mehrere wichtige Anknüpfungspunkte aus wirtschaftswissenschaftlicher Sicht. Hayek hat in seiner Analyse des Preissystems herausgearbeitet, dass eine zentrale Planung aufgrund mangelnden lokalen Wissens nicht funktionieren kann und das Preissystem es ermöglicht, die vielen lokalen Akteure effizient mit dem für sie relevanten Wissen zu versorgen.⁵³² In diesem Zusammenhang hat er besonders auf die Eigenschaft der Wirtschaft als komplexes System hingewiesen, das nicht nur bewusst herbeigeführtes Verhalten zeigt, sondern auch „spontane Ordnung“, deren Erklärung wiederum die wissenschaftliche Herausforderung darstellt.⁵³³

Die Untersuchungen der Ökonomik zielen [bei Hayek, d. Verf.] damit letztlich darauf ab, die ‚Ursachen‘ für diese Ordnungen zu bestimmen, ihre Emergenz zu ‚erklären‘.⁵³⁴

Damit wird deutlich, welche Relevanz die Computersimulation für die Ökonomik hat. In dieser Tradition stehen auch die Arbeiten zu komplexen, adaptiven Systemen im Umfeld des Santa-Fe-Instituts.⁵³⁵ Auch aus der Perspektive der Forschungsstrategien Grochlas wird diese Relevanz deutlich. Er sieht den Kern der sachlich-analytischen For-

⁵²⁹ Vgl. Axelrod (1997a: 24)

⁵³⁰ Ähnlich auch Alker (1974: 152-153).

⁵³¹ Vgl. Axelrod (1997a: 25).

⁵³² Vgl. Hayek (1937/1949) und Hayek (1945/1949).

⁵³³ Vgl. Meyer (2003: 205).

⁵³⁴ Meyer (2003: 205).

⁵³⁵ Vgl. insbesondere Holland/Miller (1991: 365-366). S. dazu Unterkapitel 3.4.

schungsstrategie in der gedanklichen Simulation der Realität, grenzt ihn aber von der vereinfachten und abstrakten Beschreibung von Problemstrukturen ab, die er dem formal-analytischen Vorgehen zuordnet. Computersimulation als dritter Weg zwischen Induktion und Deduktion ermöglicht formale Gedankenexperimente, so dass auf wesentliche Vorzüge des formal-analytischen Vorgehens zurückgegriffen werden kann.

Es ist jedoch auch auf Nachteile der Computersimulationsmethode hinzuweisen, die im weiteren Verlauf der Modellkonstruktion und -analyse berücksichtigt werden müssen. Zunächst ist zu nennen, dass die deskriptive Computersimulation noch nicht so verbreitet ist wie andere Methoden. Angesichts der anspruchsvollen Voraussetzungen im computertechnischen und methodischen Bereich, die zum Verständnis von Computersimulationsmodellen notwendig sind, führt das zu Problemen bei der Kommunikation und der Einordnung der erlangten Ergebnisse.⁵³⁶ Durch die geringe Notwendigkeit zur Vereinfachung besteht zudem die Gefahr, dass die bestehenden Freiheitsgrade in der Modellierung zu einer Vielzahl von Annahmen führen, die das Modellverhalten nahezu beliebig werden lassen, weil innerhalb des großen Parameterraums jedes gewünschte Verhalten erzeugt werden kann.⁵³⁷ Damit geht auch die Gefahr von ad-hoc-Annahmen einher, die keine theoretische Basis aufweisen.⁵³⁸ Darüber hinaus betrachten Computersimulationen komplexe Zusammenhänge ausgehend von einzelnen Manifestationen des Modellverhaltens,⁵³⁹ so dass die Allgemeinheit mathematischer Ansätze nicht erreicht werden kann.⁵⁴⁰ Die Repräsentativität der in Computersimulationsexperimenten erzeugten Stichproben für das Modellverhalten im Allgemeinen und die zu Grunde liegenden Annahmen im Besonderen gilt es demzufolge im Einzelfall sorgfältig zu prüfen. Schließlich bleibt die Computersimulation trotz der Erzeugung auswertbarer Daten im theoretischen Bereich. Es können keine empirischen Aussagen abgeleitet werden, solange nicht detailliert begründet wurde, wo eine sinnvolle Übertragung des Modells auf die empirische Realität erfolgen kann, und eine empirische Prüfung vorgenommen wurde.⁵⁴¹

⁵³⁶ Vgl. u. a. Taber/Timpone (1996: 11-12), Whicker/Sigelman (1991: 135).

⁵³⁷ Vgl. u. a. Axelrod (1997a: 26), Taber/Timpone (1996: 12), Whicker/Sigelman (1991: 135), Chen (2005: 129), Chattoe (1996: 94-95), Vriend (1994: 43).

⁵³⁸ Vgl. u. a. Vriend (1994: 43).

⁵³⁹ Dies gilt insbesondere dann, wenn stochastische Komponenten vorhanden sind. Das Modellverhalten wird dann schnell so komplex, dass nicht mehr alle Ausgangssituationen und Entwicklungspfade umfassend untersucht werden können. Stattdessen werden Stichproben für bestimmte Parameterkonstellationen und Realisationen der Zufallsvariablen betrachtet („Simulationsläufe“).

⁵⁴⁰ Vgl. u. a. Raghu et al. (2003: 176), Axtell et al. (2001: 3).

⁵⁴¹ Vgl. u. a. Whicker/Sigelman (1991: 135).

Die erwähnten Aspekte führen dazu, dass die Validierung des Modells einen zentralen Prozessschritt in der Computersimulation darstellt. Dies schlägt sich auch in der Unterteilung des Forschungsprozesses bei Computersimulationen durch Taber/Timpone (1996) in die Stufen Theorieentwicklung, Modellentwicklung, Modellauswertung und Verfeinerung nieder.⁵⁴² In der Stufe der Theorieentwicklung wird ausgehend von der Forschungsfrage die theoretische Grundlage geschaffen, die das Computersimulationsmodell zu untersuchen helfen soll. Die Modellentwicklung beinhaltet die Überführung der Theorie in ein Ablaufschema, die Auswahl der Computersimulationsmethode und die tatsächliche Implementierung in einem Computerprogramm. Die folgende Modellauswertung beginnt mit der Prüfung des Computersimulationsmodells auf seine Validität. Anschließend können Computersimulationsexperimente stattfinden, um das Modellverhalten vor dem theoretischen Hintergrund zu analysieren. In der Verfeinerungsphase erfolgt auf der Basis der erzielten Ergebnisse eine Anpassung der Theorie, was zu neuen Forschungsfragen führen kann.

Die Validierung des Modells wird aufgrund seiner Bedeutung noch weiter untergliedert. Taber/Timpone (1996: 71-79) unterscheiden zwischen „outcome validity“, „process validity“, „internal validity“ and „reliability“. „Outcome validity“ bezeichnet dabei die Aussagekraft der Modellresultate für das reale Phänomen. „Process validity“ bezieht sich auf die Korrespondenz zwischen den Mechanismen im Modell und denen des realen Phänomens. „Internal validity“ erfasst die interne Logik des Modells, bezogen auf die erfolgreiche Übertragung der zu Grunde liegenden Theorie auf das Computersimulationsmodell. Die „reliability“ schließlich erfasst die Robustheit der Modellergebnisse hinsichtlich stochastischer Einflüsse.⁵⁴³ Interne Validität und Reliabilität werden noch weiter spezifiziert. Zu prüfen sind (a) die Struktur des Modells im Hinblick auf die Umsetzung des theoretischen Modells in ein Computerprogramm, (b) die Reproduktion bekannter Spezialfälle, (c) die Konsistenz der Ergebnisse bei Wieder-

⁵⁴² Ein weiterer Ansatz zur Strukturierung des Forschungsprozesses kann dem aktuellen Diskussionsbeitrag von Richiardi et al. (2006) entnommen werden. Dort wird ebenfalls die Bedeutung der Validierung des Computermodells unterstrichen.

⁵⁴³ Diese Gliederung ist weitgehend äquivalent zu der, die im Bereich der empirischen Sozialforschung Verwendung findet. Dort wird grundsätzlich zwischen Reliabilität und Validität, der Freiheit von zufälligen und von systematischen Messfehlern unterschieden. Vgl. Schnell et al. (1999: 143-160). Hinsichtlich der Validität kann grob zwischen interner und externer Validität unterschieden werden. Erstere bezieht sich auf die Rückführung einer Veränderung der abhängigen Größe auf die Veränderung der unabhängigen Größe, also eine Abwesenheit von Störfaktoren. Letzteres bezieht sich auf die Repräsentativität der Messung hinsichtlich des untersuchten realen Phänomens. Vgl. auch Burton/Obel (1995).

holung des Experiments und (d) die Sensitivitätsanalyse zur Ermittlung der Robustheit der Ergebnisse in Bezug auf die Parameterwerte.⁵⁴⁴

Der beschriebene Forschungsprozess wurde der Gliederung dieser Arbeit zu Grunde gelegt. Die Theorieentwicklung wurde in den Kapiteln 2 und 3 sowie in Unterkapitel 4.1 durch die Behandlung der theoretischen Konzepte aus der Literatur und deren Überführung in ein integratives Modell geleistet. Die Modellentwicklung wird in diesem Unterkapitel vorgenommen. Die Modellauswertung erfolgt in den folgenden Unterkapiteln 4.3 und 4.4, wo zunächst die Hypothesen aufgestellt und anschließend in Computersimulationsexperimenten überprüft werden. Anschließend werden die Ergebnisse aus theoretischer Perspektive diskutiert und Forschungsimplicationen abgeleitet.

Der hohen Bedeutung der Validität wird Rechnung getragen. Angesichts der Problemstellung dieser Arbeit stehen „outcome validity“ und „process validity“ nicht im Fokus, weil sich beide auf die Herstellung einer Korrespondenz mit Aspekten des realen Phänomens beziehen. In dieser Arbeit soll aber eine Integration unterschiedlicher Sichten auf die Nutzung von Controllinginformationen auf rein theoretischer Ebene verfolgt werden, so dass ein Abgleich mit empirischen Beobachtungen nicht geleistet werden soll und kann.⁵⁴⁵ Insofern stehen Reliabilität und interne Validität im Vordergrund. Ein erster Schritt dazu wurde durch Verwendung eines bereits vorhandenen Computersimulationsmodells unternommen. Dessen Struktur wird zudem durch eine Replikation geprüft (a). Die Reproduktion bekannter Spezialfälle wird in die Hypothesenbildung aufgenommen und später experimentell durchgeführt (b). Eine Sensitivitätsanalyse, die auch die Wiederholung von Experimenten einbezieht, schließt die Modellauswertung ab (c+d).

⁵⁴⁴ Vgl. Taber/Timpone (1996: 77-79).

⁵⁴⁵ Wissenschaftstheoretisch wird „process validity“ als Qualitätskriterium kontrovers diskutiert. Eine Gegenposition nimmt die in der Ökonomik nach wie vor weit verbreitete instrumentalistische Grundposition in der Tradition von Friedman (1953/1989) ein, nach der die Prognosegüte (als Form der „outcome validity“) über die Modellqualität entscheidet und nicht der Realismusgrad der Annahmen (als Form der „process validity“). Diese Position ist kritisiert worden, besonders im Hinblick auf die Kurzsichtigkeit eines reinen Bezugs auf die aktuelle Prognosegüte. Vgl. Hausman (1994/1995). Sie hat sich dennoch als eine wissenschaftstheoretische Grundposition gehalten und findet sich auch in aktuellen ökonomischen Aufsätzen und Lehrbüchern wieder, beispielsweise in der Sicht von Theorie als „parsimonious compression“, in der realistische Annahmen zugunsten vereinfachender Abstraktion verzichtbar sind. Vgl. Christensen/Demski (2003: 6), Tirole (2002: 633-634).

Replikation des Computersimulationsmodells von Marengo (1992)

Die Replikation des Computersimulationsmodells von Marengo (1992) wurde im Rahmen des Projektes „SILC“ (Simulation of Learning in Capital Budgeting) erarbeitet.⁵⁴⁶ Zunächst werden aber die Details des Computersimulationsmodells von Marengo (1992: 316-325) dargestellt, die für diese Arbeit relevant sind.⁵⁴⁷

Im Computersimulationsmodell von Marengo (1992) wird die Nachfrage anhand einer Menge von acht *Umweltzuständen* dargestellt: Produkt „1“ bis Produkt „8“.⁵⁴⁸ Die Entwicklung der Umweltzustände im Zeitablauf wird als einfache Form eines Markovprozesses modelliert, wobei drei verschiedene *Umweltszenarien* unterschieden werden: durchgehend Produkt „4“ („stationary“), alternierend Produkt „3“ und „4“ („regularly changing“) oder eine gleichverteilte Zufallsauswahl zwischen Produkten „3“, „4“ und „5“ („randomly changing“).⁵⁴⁹ Die *Payoff-Funktion* zur Bestimmung des Markterfolgs richtet sich nach der Abweichung zwischen der Nachfrage der aktuellen Periode und dem tatsächlich hergestellten Produkt, über das in der vorherigen Periode entschieden worden war. Stimmt beides überein, so beträgt der Payoff +5, andernfalls ist er negativ in Höhe der Differenz zum nachgefragten Produkt.⁵⁵⁰ Wird z. B. Produkt „2“ produziert, obwohl Produkt „8“ nachgefragt wird, so ergibt sich daraus ein Payoff von -6.

Das tatsächlich produzierte Produkt wird aufgrund des von den Shops festgelegten *Produktionsprozesses* bestimmt. Dieser besteht aus einer Folge von acht Buchstaben aus der Menge {A, B} („operations“), wobei die Anzahl der „A“ das produzierte Produkt ergibt.⁵⁵¹ So resultiert Produkt „3“ aus einem Prozess, bestehend aus drei Operationen „A“ und fünf „B“. Der Produktionsprozess ist in zwei Abschnitte zu je vier Operationen

⁵⁴⁶ Das Projekt „SILC“ wurde von Matthias Meyer, Iris Lorscheid und dem Verfasser von Juni bis Oktober 2004 durchgeführt und diente dem Zweck, einen Planungsprozess zu modellieren, der das sachlich-analytische Argument für die Anwendung des Gegenstromverfahrens – die Kombination des Überblickswissens der Führungsspitze mit dem lokalen Wissen der operativen Ebene – modelltheoretisch abbildet. Vgl. zum Gegenstromverfahren Pfaff (2002: 237). Die Vorarbeit dazu bestand in der Replikation des Computersimulationsmodells von Marengo (1992) und wurde von Lorscheid (2005) dokumentiert.

⁵⁴⁷ Dabei wird aus Gründen der Lesbarkeit auf eine formale Darstellung weitestgehend verzichtet, diese findet sich bei Marengo (1992: 316-325).

⁵⁴⁸ Vgl. Marengo (1992: 321).

⁵⁴⁹ Vgl. Marengo (1992: 322-324).

⁵⁵⁰ Vgl. Marengo (1992: 321).

⁵⁵¹ Vgl. Marengo (1992: 316, 321). Damit ist nicht festgelegt, was im Falle von acht Operationen des Typs „B“ passiert. Diese Lücke wurde nach Korrespondenz mit Marengo geschlossen, indem ein Produkt „0“ eingeführt wird, das nicht nachgefragt werden kann.

unterteilt, die jeweils ein Shop autonom festlegt.⁵⁵² Zudem werden zwei mögliche *Organisationsstrukturen* unterschieden: zentral und dezentral.⁵⁵³ Im zentralen Fall beobachtet das Management den Umweltzustand und legt das zu produzierende Produkt fest. Die Shops beobachten diesen Produktionsauftrag und legen unabhängig voneinander ihren Teil des Produktionsprozesses fest. Der dezentrale Fall weicht davon ab, indem die Shops neben dem Produktionsauftrag des Managements auch noch den aktuellen Umweltzustand beobachten können.

Im Kern des Modells steht die Modellierung der Entscheidungen der Akteure.⁵⁵⁴ Jeweils liegt ein *LCS* zu Grunde, das fünf zentrale Bestandteile hat:⁵⁵⁵ (1) Inputs, (2) Outputs, (3) Feedback, (4) Classifizierung und (5) Operationen zur Veränderung der Classifier. Das *Management-LCS* hat als Input die aktuelle Nachfrage in Form eines Produkttyps. Da die Notation für die Modellierung eines LCS von großer Bedeutung ist, wird sie an dieser Stelle mit angegeben. Ein Produkttyp wird dargestellt als String,⁵⁵⁶ bestehend aus acht Zeichen aus der Menge $\{0, 1\}$, wobei nur eines der acht Zeichen „1“ sein kann. Die Stelle, an der die „1“ steht, gibt den jeweiligen Produkttyp an („00100000“ steht z. B. für Produkt „3“). Output ist ebenfalls ein Produkttyp. Das Feedback ergibt sich aus dem erzielten Payoff bzw. Markterfolg. Das Management-LCS setzt sich aus einer Menge von Classifiern zusammen, deren Hauptbestandteil Regeln sind, deren Bedingungsteil mit dem aktuellen Umweltzustand verglichen werden kann und deren Aktionsteil den Output festlegt. Darüber hinaus wird innerhalb des Classifiers jeder Regel ein Stärke- („strength“) und ein Spezifitätswert („specificity“) zugeordnet. Die Stärke ist ein Indikator für den Erfolg des Classifiers in der Vergangenheit und die Spezifität berechnet sich aus der Anzahl von Produkten, auf die der Bedingungsteil des Classifiers passt.⁵⁵⁷ Der Bedingungsteil der Classifier des Management-LCS wird dabei in der Notation des Produkttyps dargestellt, jedoch können auch mehrere Stellen mit einer „1“ belegt sein. Auf diese Weise kann eine Bedingung auf mehrere Produkttypen passen. Der Aktionsteil besteht hingegen aus einem Produkttyp in normaler Notation.

⁵⁵² Vgl. Marengo (1992: 321).

⁵⁵³ Vgl. Marengo (1992: 321-322).

⁵⁵⁴ Vgl. Marengo (1992: 317-321).

⁵⁵⁵ S. Unterkapitel 3.3 zu den Grundlagen eines LCS.

⁵⁵⁶ Ein String ist ein in der Computerprogrammierung üblicher Datentyp und bezeichnet eine geordnete Folge von Zeichen.

⁵⁵⁷ Ist der Bedingungsteil z. B. „00100000“ (passt nur auf ein Produkt, hier „3“), dann ist der höchste Spezifitätswert erreicht, lautet er „11111111“ (passt auf alle Produkte), dann der geringste.

Das Management-LCS trifft die Entscheidung auf dieser Basis wie folgt: Der Input wird mit den Bedingungsteilen der Classifier im Management-LCS verglichen („condition matching“). Die auf den Input passenden geben ein Gebot ab, welches sich nach folgender Formel berechnet („competition among matched rules“):⁵⁵⁸

$$(1) \text{Bid}(R_i, t) = k_1 (k_2 + k_3 \text{Specificity}(R_i)) \text{Strength}(R_i, t)$$

R_i bezeichnet dabei den betroffenen Classifier, t den Zeitpunkt, k_1 , k_2 und k_3 sind Konstanten.⁵⁵⁹ Die Auswahl eines Classifiers erfolgt nun auf der Basis einer Wahrscheinlichkeit, die zum Verhältnis zwischen seinem Gebot und der Summe aller Gebote proportional ist.⁵⁶⁰ Auf diese Weise werden Regeln bevorzugt, die in der Vergangenheit erfolgreich waren oder besonders gut auf die aktuelle Situation passen. Der Aktionsteil des ausgewählten Classifiers R_j stellt die Entscheidung dar und wird als Output übergeben, im Falle des Management-LCS das zu produzierende Produkt.

Wenn der Payoff in Form des Markterfolgs verfügbar ist, dann wird der Classifier des LCS verändert. Der Stärkewert des ausgewählten Classifiers wird zunächst nach Maßgabe der folgenden Formel angepasst („action and strength updating“):⁵⁶¹

$$(2) \text{Strength}(R_j, t+1) = \text{Strength}(R_j, t) + \text{Payoff}(t) - \text{Bid}(R_j, t)$$

Die Stärke der Regel nimmt damit in Höhe des Nettopayoffs zu, so dass Regeln, die zwar einen positiven, jedoch relativ zum Gebot geringen Payoff erzielen, schneller von Regeln, deren Payoff das Gebot deutlich übersteigt, unterschieden werden können. Im zweiten Schritt der Veränderung der Classifier werden neue Regeln erzeugt („generation of new rules“). Dazu werden genetische Operatoren auf die Menge an Classifiern im LCS angewendet, die nach Alternativen in der Nähe des aktuellen Zustands des LCS suchen. Diese neuen Classifier ersetzen die schwächsten Classifier im LCS, so dass die Größe des LCS konstant bleibt.

Neue Classifier werden gebildet, indem ein starker Classifier ausgewählt wird, der als Vorfahre (Elter) dient. Ein Duplikat dieses Classifiers wird dann mit Hilfe der genetischen Operatoren verändert. Für den Bedingungsteil gibt es dafür zwei Mutationsope-

⁵⁵⁸ Marengo (1992: 319).

⁵⁵⁹ Die Konstanten dienen der Abstimmung des Verhältnisses zwischen Gebotshöhe und Payoff-Funktion und sorgen dafür, dass auch bei einer Spezifität von 0 noch ein Gebot ungleich 0 abgegeben werden kann.

⁵⁶⁰ Wenn ein Classifier z. B. ein Gebot von 20 abgibt und die Summe aller Gebote 50 beträgt, so wird dieser Classifier mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,6 ausgewählt.

⁵⁶¹ Marengo (1992: 320).

ratoren, die in unterschiedliche Richtungen wirken: Spezifizierung („specification“) und Generalisierung („generalization“). Im ersten Fall wird jede mit „1“ belegte Stelle mit einer gegebenen kleinen Wahrscheinlichkeit zu „0“ verändert. Im zweiten Fall wird jede mit „0“ belegte Stelle mit der gleichen Wahrscheinlichkeit in „1“ verändert. Auf diese Weise wird modelliert, dass es zwei mögliche Richtungen des Lernprozesses gibt: die Entwicklung einer feineren Wahrnehmung zur Unterscheidung der Inputs, hier also der Umweltzustände, oder die Suche nach robusten Handlungen, die für viele unterschiedliche Situationen anwendbar sind. Welcher Operator angewendet wird, das wird zufällig entschieden. Aufgrund des Zusammenhangs mit der Konstante k_3 aus Gleichung (1), die die Bevorzugung spezifischerer Classifier im Auswahlprozess justiert, wird k_3 auf das Intervall $[0;1]$ beschränkt und zusätzlich als Wahrscheinlichkeit für die Auswahl des Spezifizierungsoperators verwendet. Für den Aktionsteil wird ein Mutationsoperator angewendet, der modelliert, dass ein Entscheidungsträger nach neuen Alternativen in der Nähe von bekannten Lösungen sucht. Der Aktionsteil wird so verändert, dass zufällig eine Veränderung zu einer ähnlichen Aktion vorgenommen wird, insbesondere in Form einer Verschiebung der Stelle, die das ausgewählte Produkt markiert. So kann aus einem Aktionsteil für Produkt „4“ („00010000“) eine Verschiebung zu Produkt „3“ („00100000“) oder Produkt „5“ („00001000“) resultieren.

Das *Shop-LCS* ist ganz ähnlich aufgebaut. Input ist der Produktionsauftrag des Managements.⁵⁶² Output ist ein Prozessabschnitt als Folge von vier Zeichen aus der Menge $\{A, B\}$, z. B. „AABB“. Das Feedback ist wiederum der erzielte Payoff bzw. Markterfolg. Die Classifier sind daher im Bedingungsteil gleich aufgebaut wie beim Management-LCS, der Aktionsteil unterscheidet sich jedoch, weil dies jeweils ein Prozessabschnitt in der erwähnten Notation ist. Der Entscheidungsprozess der Shops unterscheidet sich daher nur im Hinblick auf die Veränderung des Aktionsteils durch einen Mutationsoperator. Analog zum Management-LCS wird auch hier eine Suche in der Nähe modelliert. So kann beispielsweise bei einem Aktionsteil „AABB“ eine Verschiebung in zwei Richtungen vorgenommen werden: hin zu „ABBB“ oder zu „AAAB“.

Das Verhalten des dargestellten Modells wurde von Marengo (1992: 322-325) in Simulationsläufen analysiert. Ein solcher Lauf besteht aus 1000 Zeitschritten. Die LCS von Management und Shops sind zu Beginn im Bedingungsteil ausschließlich mit

⁵⁶² Dies gilt für die zentrale Organisationsstruktur. In der dezentralen Organisationsstruktur besteht der Input aus zwei Teilen, dem Produktionsauftrag des Managements und dem Umweltzustand. Die folgenden Ausführungen gelten für diesen Fall analog. Vgl. für eine detailliertere Darstellung Lorscheid (2005: 22-23).

maximal allgemeinen Classifiern belegt („11111111“), so dass Charakteristika und Veränderungen von Umweltzuständen bzw. Produktionsaufträgen nicht wahrgenommen werden können. Der Aktionsteil eines jeden Classifiers ist hingegen zufällig festgelegt. Die Anzahl von Classifiern in jedem LCS wird so gewählt, dass sie relativ klein ist im Vergleich zur Komplexität des zu Grunde liegenden Entscheidungsproblems.

Damit ist das Modell von Marengo (1992) so ausführlich wiedergegeben, wie es die Publikationen zulassen. Zur Replikation muss dieses Modell in ein Computerprogramm übertragen werden. Dies wurde im Rahmen des Projektes „SILC“ vorgenommen und ist bei Lorscheid (2005) ausführlich dokumentiert. An dieser Stelle werden daher nur die im weiteren Verlauf dieser Arbeit relevanten Punkte wiedergegeben. Ausgangspunkt einer Replikation ist die Auswahl der Programmiersprache. Es wurde auf Java zurückgegriffen,⁵⁶³ weil damit eine Programmiersprache auf dem aktuellen Stand der Technik zur Verfügung steht, die objekt-orientiertes Programmieren erlaubt⁵⁶⁴ und die Verwendung von Repast („Recursive Porous Agent Simulation Toolkit“) erlaubt. Repast ist der aktuelle Standard unter Bibliotheken von Routineprozeduren, auf die zur Aufwandsreduzierung und Standardisierung bei der Entwicklung von agenten-basierten Computersimulationen in den Sozialwissenschaften zurückgegriffen werden kann.⁵⁶⁵ Zur Programmierung der LCS konnte zudem auf eine Bibliothek von Klaus Hufschlag zurückgegriffen werden.⁵⁶⁶ Bei der Umsetzung der Vorgaben stellte sich heraus, dass in den zur Verfügung stehenden Publikationen nicht alle notwendigen Einzelheiten dokumentiert wurden. So wurde nicht offengelegt, wie viele Classifier in den jeweiligen LCS enthalten waren, welche Werte die Parameter k_1 und k_2 hatten, welchen Wert die Mutationswahrscheinlichkeit bei den genetischen Operatoren annimmt und vieles mehr. Um die daraus resultierenden Freiheitsgrade in der Replikation zu beseitigen, wurde mit Marengo korrespondiert, der zwar den Quellcode seiner eigenen Computersimulation nicht mehr zur Verfügung hatte, jedoch alle aufkommenden Fragen beantwortete.⁵⁶⁷ Auf dieser Basis wurde eine Replikation des Modells von Marengo (1992) fertiggestellt

⁵⁶³ Vgl. Lorscheid (2005: 3-4).

⁵⁶⁴ Zur besonderen Eignung der objektorientierten Programmierung für die sozialwissenschaftliche Modellierung im Kontext des WHU-Ansatzes zur Integration von Wollens- und Könnensaspekten vgl. Heine et al. (2006: 35-44). Darin wird argumentiert, dass die damit verbundenen Möglichkeiten der Strukturierung und Modularisierung Transparenz und kumulativen Fortschritt stark befördern.

⁵⁶⁵ Vgl. Tobias/Hofmann (2004: 5.29).

⁵⁶⁶ Vgl. Lorscheid (2005: 34) und allgemein Meyer/Hufschlag (2005). Die daraus verwendeten Prozeduren sind ebenfalls in Lorscheid (2005: 34-56) dokumentiert. Für eine ähnliche Bibliothek zur Implementierung eines XCS vgl. Butz (2000).

⁵⁶⁷ Vgl. Lorscheid (2005: 20,26-28).

und in den darauf basierenden Simulationsläufen konnten schließlich die Resultate von Marengo (1992) erfolgreich nachvollzogen werden.⁵⁶⁸

Die Replikation bildet für diese Arbeit eine wesentliche Grundlage, weil dadurch direkt und transparent an Marengo (1992) angeschlossen werden kann und die erfolgreiche Replikation als Beleg für die interne Validität des zu Grunde liegenden Computerprogramms gelten kann.⁵⁶⁹

Diskussion des Modells von Marengo (1992)

Das Modell, das Marengo (1992) vorstellt und das repliziert wurde, weist einige Besonderheiten in der Ausgestaltung der Produktprogrammentscheidung und des LCS auf. Ihre Diskussion stellt eine reflektierte Nutzung für die Modellkonstruktion zur Untersuchung der Forschungshypothese sicher.⁵⁷⁰

Die Ausgestaltung der Produktprogrammentscheidung in der Computersimulation erscheint insgesamt zweckmäßig, weil sie hinreichend konkret ist, jedoch gleichzeitig einfach gehalten ist und damit die Komplexität des Modells nicht unnötig in die Höhe treibt („KISS-Regel“).⁵⁷¹ Zudem ist die Überführung des ökonomischen Modells in die Logik der Theorie Hollands gut nachvollziehbar. Insbesondere das Vorgehen zur Erzeugung neuer Entscheidungsregeln bzw. Classifier wurde so umgesetzt, dass eine ökonomische Interpretation möglich ist: Spezifizierung und Generalisierung können im Sinne einer Suche nach charakteristischen Merkmalen einer Situation bzw. der Suche nach robusten Heuristiken („Daumenregeln“) verstanden werden. Die Mutation des Aktionsteils kann als Ausprobieren leicht veränderter Lösungen interpretiert werden. Beides erscheint gerade in komplexen Bereichen, in denen die kognitiven Begren-

⁵⁶⁸ Vgl. Lorscheid (2005: 89-94).

⁵⁶⁹ Vgl. Axelrod (1997a: 31): „Replication is one of the hallmarks of cumulative science. It is needed to confirm whether the claimed results of a given simulation are reliable in the sense that they can be reproduced by someone starting from scratch. Without this confirmation, it is possible that some published results are simply mistaken due to programming errors, misrepresentation of what was actually simulated, or errors in analyzing or reporting the results. Replication can also be useful for testing the robustness of inferences from models.“ Axelrod (1997a: 31).

⁵⁷⁰ Vgl. Marengo (1998: 244) für selbstkritische Hinweise zur technischen Grundlage des Modells.

⁵⁷¹ „Keep It Simple Stupid“. Damit wird die zentrale Regel der ökonomischen Modellbildung „as simple as possible, but not simpler“ eingehalten. Taber/Timpone (1996: 82). Vgl. dazu auch Axelrod (1997b: 5) und Varian (1998: 4). Diese liegt auch der MAA zu Grunde. Vgl. Lindenberg (1991: 49). Eine scheinbare Gegenposition vor dem Hintergrund der erweiterten Möglichkeiten computerbasierter Modellierung wird in Moss/Edmonds (2005) aufgebaut. Im Kern wird vorgeschlagen, ein Modell nicht mehr vom Einfachen zum Komplexen zu entwickeln, sondern umgekehrt. Entscheidend ist jedoch das Endergebnis des Modellierungsprozesses, für das die Regel der Einfachheit unverändert gilt, weil ansonsten die Einschränkung der Freiheitsgrade in der Modellierung, die Allgemeinheit der Aussagen und die weitere Bearbeitung in der kumulativen Wissenschaft kaum gewährleistet werden können.

zungen von Akteuren relevant werden, sehr plausibel.⁵⁷² Dies gilt in besonderem Maße vor dem Hintergrund der beabsichtigten modelltheoretischen Erfassung der konzeptionellen Nutzung, die eine Antwort auf den Umgang mit kognitiven Begrenzungen darstellt. Darüber hinaus ist das Modell in seiner Struktur noch mit entscheidungstheoretischen Konzepten greifbar, so dass die Verbindung zur ökonomisch-rationalen Perspektive explizit herzustellen ist.

Die von Marengo (1992) gewählte Payoff-Funktion erscheint zunächst sehr spezifisch, kann bei näherer Analyse jedoch nachvollzogen werden. Marengo (1992) geht es um eine zweckmäßige Festlegung vor dem Hintergrund seiner Modellierung. Er abstrahiert bewusst von den Marktprozessen hinsichtlich der Nachfrage und fokussiert auf die organisationsinterne Reaktion auf den Markterfolg. Mit der gewählten Payoff-Funktion wird eine Fokussierung des Lernverhaltens des Akteure auf das entscheidungstheoretisch richtige Ergebnis erreicht und Komplexität zugunsten der grundsätzlichen Frage nach dem Einfluss von Organisationsstruktur und Umweltdynamik vermieden. Vor diesem Hintergrund erscheint eine Hervorhebung des Unterschieds zwischen richtigem und falschem Angebot sinnvoll. Die vorgenommene Abstufung bei einem fehlerhaftem Angebot ist dann ebenfalls sinnvoll, weil dies konsistent zur modellierten Suche nach neuen Lösungen in der Nähe vorhandener Lösungen ist. Würde nur zweiwertig zwischen richtig und falsch unterschieden, so bräuchte eine „Suche in der Nähe“ bei größerer Abweichung keinen erkennbaren Fortschritt.

Vergleicht man die von Marengo (1992) verwendete Ausgestaltung eines LCS mit dem von Holland beschriebenen Konzept, so fallen einige Abweichungen auf. Holland beschreibt als wesentlichen Teil des LCS den *Bucket-Brigade-Algorithmus*, um eine zweckmäßige Ermittlung des Anteils eines Classifiers zum erzielten Erfolg zu ermöglichen. Dies ist dann notwendig, wenn eine ganze Kette von Classifiern aktiv werden muss, bevor externes Feedback verfügbar ist.⁵⁷³ Das Entscheidungsproblem im Modell von Marengo (1992) ist jedoch so einfach gehalten, dass externes Feedback immer direkt verfügbar ist. Dies schöpft die technischen Möglichkeiten eines LCS zwar nicht aus, ist aber aus der Sicht der ökonomischen Modellierung und besonders der KISS-Regel begrüßenswert. Darüber hinaus gibt es im LCS von Marengo (1992) keine „mes-

⁵⁷² Vgl. dazu Untersuchungen der deskriptiven Entscheidungstheorie, insbesondere Gigerenzer/Todd (1999: 12-18).

⁵⁷³ Vgl. Holland (1996: 285-286). Vgl. zum Problem des „credit assignment“ bei Knappheit externen Feedbacks auch Denrell et al. (2004). Technisch gesehen folgt das verwendete LCS damit dem Pitt(sburgh)-Ansatz statt dem Michigan-Ansatz. Vgl. Wilson/Goldberg (1989: 245).

sage list“, die sämtliche Signale der Umwelt und der Classifier gebündelt enthält und so den Informationstransfer innerhalb des LCS ermöglicht. Das LCS von Marengo (1992) ist jedoch so einfach gehalten, dass keine „message list“ notwendig ist. Ein dritter Unterschied liegt in der Verwendung der genetischen Operatoren. Holland erachtet den „crossover“-Operator⁵⁷⁴ als wichtigsten Operator.⁵⁷⁵ Dieser wird jedoch von Marengo (1992) nicht verwendet, zugunsten verschiedener Ausprägungen eines „mutation“-Operators. Dies ist hinsichtlich der Interpretierbarkeit nachvollziehbar, wie bereits oben ausgeführt. Der letzte Unterschied, der ins Auge fällt, ist der Verzicht auf das „wildcard“-Symbol „#“, das Holland vorsieht, um einen Classifier auf mehrere Inputsignale anwenden zu können.⁵⁷⁶ Im Modell von Marengo (1992) wird jedoch ein ganz ähnlicher Effekt erzielt, indem die Notation stärker eingeschränkt wird. So kann eine „1“ im Bedingungsteil die Funktion der „wildcard“ übernehmen. Ein Bedingungsteil „11111111“ passt so auf alle möglichen Umweltzustände, von „10000000“ (Produkt 1) bis „00000001“ (Produkt 8).⁵⁷⁷

Bei dem LCS von Marengo (1992) handelt es sich damit um eine vereinfachte Form des LCS-Konzepts von Holland. Dies ist im Sinne der KISS-Regel der ökonomischen Modellbildung positiv zu beurteilen und vermeidet Komplexität dort, wo sie dem ökonomischen Modell nicht zugute käme. Gerade vor dem Hintergrund des für Computersimulationen typischen Problems, dass ein komplexes technisches Konzept wie ein LCS oder genetischer Algorithmus (GA) viele Freiheitsgrade in der Ausgestaltung eröffnet, die kaum in Verbindung zum modellierten Sachverhalten stehen und dennoch das Modellverhalten beeinflussen, ist die Komplexitätsreduktion sehr sinnvoll.⁵⁷⁸ Diese Notwendigkeit einer Vereinfachung des LCS-Konzepts Hollands wurde auch von Wilson (1994: 1) gesehen, der eine vereinfachte Version vorgeschlagen hat: ZCS („Zeroth Level Classifier System“). Damit beabsichtigt er die Schaffung eines LCS, dessen Prozesse leicht verständlich sind.⁵⁷⁹ Das von Marengo (1992) verwendete LCS

⁵⁷⁴ Der Crossover-Operator sucht zufällig eine Stelle im String des Bedingungs- oder Aktionsteils aus. Der Bedingungs- bzw. Aktionsteil des Nachkommen wird dann aus einem Teil des einen (vor der gewählten Stelle) und einem Teil des anderen Elters (nach der gewählten Stelle) zusammengesetzt. Vgl. Holland (1986: 618-619).

⁵⁷⁵ Vgl. Holland (1986: 618).

⁵⁷⁶ Vgl. Holland (1986: 602).

⁵⁷⁷ Vgl. Lorscheid (2005: 16).

⁵⁷⁸ Vgl. zum Problem vieler Freiheitsgrade in der Ausgestaltung evolutionärer Algorithmen Chen (2005: 129).

⁵⁷⁹ Vgl. Wilson (1994: 1).

kann als Vorwegnahme dieses Entwicklungsschrittes im spezifischen Kontext eines ökonomischen Modells interpretiert werden.

Bei genauerer Analyse des LCS bei Marengo (1992) fallen jedoch mit Redundanz und der Bevorzugung allgemeiner Regeln zwei Punkte auf, die kritisch zu beurteilen sind. *Redundanz* bezieht sich darauf, dass im LCS die gleiche Regel in mehreren Classifiern vorkommen kann. Durch die Anwendung des GA werden oft Nachkommen erzeugt, die mit dem Elter identisch sind. Diese werden dann gegen einen schwachen Classifier ausgetauscht und erhalten die Stärke des Elters (mit einem geringen Abschlag).⁵⁸⁰ Auf diese Weise reichern sich Duplikate weniger, starker Classifier im Regelset an, die mehr und mehr die anderen, schwächeren Classifier verdrängen. Dadurch sinkt insgesamt die Fähigkeit des LCS, auf unterschiedliche Situationen zu reagieren. Im Extremfall besteht das gesamte LCS aus Duplikaten einer Regel, so dass nur noch eine Entscheidung möglich wird.⁵⁸¹ Dies ist ineffizient, denn man könnte den gleichen Effekt erreichen, wenn man einen Classifier und seine x Duplikate durch einen Classifier mit x -facher Stärke ersetzt.⁵⁸² Außerdem wird dadurch die Fähigkeit eines LCS, unterschiedliche Umweltzustände auseinanderzuhalten, massiv herabgesetzt, ohne dass dies durch eine ökonomische Interpretation begründet werden könnte. Für dieses Problem wurden in der Literatur bereits Lösungen vorgeschlagen.⁵⁸³ Darüber hinaus verursacht das Modell von Marengo (1992) indirekt eine *Bevorzugung allgemeiner Regeln*. Das von einem Classifier abgegebene Bid ist eine Funktion von Stärke und Spezifität. Es gilt, dass das Gebot höher ausfällt, je höher die Spezifität des Classifiers ist.⁵⁸⁴ Damit ergibt sich ein Auswahlvorteil für spezifischere Classifier, der von Marengo (1992: 319-321) explizit beabsichtigt ist. Das durch eine höhere Spezifität erhöhte Gebot wird dann bei erfolgtem Zuschlag in voller Höhe von der Stärke abgezogen, bevor der erzielte Payoff addiert wird. Dadurch ergibt sich, dass ein bestimmter Stärkewert, bei dem das Gebot des Classifiers genau dem maximalen Payoff entspricht, nicht übertroffen werden kann. Mathematisch formuliert:

$$(3) \text{ Bid}(\text{Strength}_{\max}) = \text{Payoff}_{\max}$$

⁵⁸⁰ Vgl. Lorscheid (2005: 94).

⁵⁸¹ Eine Analyse des replizierten Modells hat ergeben, dass bis zu 95 % der Regeln eines LCS aus Duplikaten zweier unterschiedlicher Classifier bestehen können.

⁵⁸² Hier besteht eine Analogie zum Inzestproblem bei getrenntgeschlechtlicher Fortpflanzung in der Biologie, das aber natürlich auch im Rahmen eines GA mit Crossover-Operator auftreten kann.

⁵⁸³ Vgl. Chattoe (1998: 5.13); Nissen (1997: 278); Fairley/Yates (1993: 415-416).

⁵⁸⁴ Innerhalb des von Marengo beschriebenen bzw. bestätigten Parameterspektrums: $k_1, k_2, k_3 > 0$ und $k_2 + k_3 \text{ Specificity} > 1$.

Da eine höhere Spezifität ein höheres Gebot zur Folge hat, wird dieses maximale Gebot, bei dem die Stärke des Classifiers nicht mehr erhöht wird, schon bei einer geringeren Stärke erreicht. Dies lässt sich mathematisch anhand von Gleichung (4) nachvollziehen, die sich aus dem Einsetzen in und Umstellen von Gleichung (3) ergibt:

$$(4) \text{ Strength}_{\max}(R_j, t) = \frac{\text{Payoff}_{\max}}{k_1(k_2 + k_3 \text{ Specificity}(R_j))}$$

Daraus folgt, dass spezifischere Regeln eine geringere maximale Stärke haben.⁵⁸⁵ Eine spezifischere Regel ist damit gegenüber weniger spezifischen Regeln, die ebenfalls das richtige Produkt im Aktionsteil haben, nicht im Vorteil, weil die geringere maximale Stärke den Spezifitätsbonus im Gebot genau aufhebt.⁵⁸⁶ Dies steht im Widerspruch zum erklärten Ziel der Modellierung, spezifischere Regeln zu begünstigen, weil sie von größerer Relevanz für die vorliegende Situation sind.⁵⁸⁷ Da der genetische Algorithmus nicht auf der Basis des Gebots, sondern auf der Basis der Stärke den Elter und den (durch den Nachkommen) zu ersetzenden Classifier auswählt, werden allgemeine Regeln systematisch bevorzugt: Allgemeine Regeln haben eher Nachkommen und spezifischere Regeln werden eher eliminiert. Auch dieser Aspekt wurde als „overgeneralization“-Problem bereits allgemein in der LCS-Literatur erkannt und diskutiert.⁵⁸⁸

Insgesamt kann festgehalten werden, dass das von Marengo (1992) beschriebene Computersimulationsmodell als Ausgangspunkt für diese Arbeit dienen kann. Es sind jedoch in zwei Bereichen Modifikationen vorzunehmen. Erstens müssen die Modifikationen des ökonomischen Modells integriert werden und zweitens die aufgezeigten Probleme der Redundanz und der Bevorzugung allgemeiner Regeln behoben werden.⁵⁸⁹

⁵⁸⁵ Dazu ein Zahlenbeispiel ($k_1 = 0,25$; $k_2 = 1$; $k_3 = 0,8$; $\text{Payoff}_{\max} = 5$): Während eine Regel mit Spezifität 0 eine maximale Stärke von 20 hat ($0,25 (1 + 0,8 * 0) * \text{Strength}_{\max} = 5$), hat eine Regel mit der Spezifität von 1 bereits eine maximale Stärke von nur 11,1 ($0,25 (1 + 0,8 * 1) * \text{Strength}_{\max} = 5$).

⁵⁸⁶ Dies kann sogar so weit führen, dass eine spezifischere Regel für eine richtige Entscheidung bestraft wird. Fortsetzung des Zahlenbeispiels: Zwei (richtige) Regeln der Spezifität 0 (Regel A) und 1 (Regel B) mit der Stärke 15 sind im Wettstreit. Regel A bietet $0,25 * (1 + 0,8 * 0) * 15 = 3,75$. Wenn sie ausgewählt wird, dann erhält sie einen Payoff von 5 und wird damit um 1,25 verstärkt auf 16,25. Regel B hingegen bietet $0,25 * (1 + 0,8 * 1) * 15 = 6,75$. Wenn sie ausgewählt wird, dann erhält sie ebenfalls den maximalen Payoff von 5, da sie aber 6,75 geboten hat, wird sie auf 13,25 abgeschwächt. Der Vorteil der größeren Spezifität wird so systematisch reduziert, bis er nicht mehr vorhanden ist.

⁵⁸⁷ Vgl. Marengo (1992: 319).

⁵⁸⁸ Vgl. Wilson/Goldberg (1989: 250). Ähnlich auch Bull/Hurst (2002: 185).

⁵⁸⁹ Eine Behebung dieser Probleme, die keine Verbindung zum ökonomischen Modell aufweisen, könnte die Ergebnisse der von Marengo (1992) durchgeführten Simulationsexperimente in Frage stellen, vor allem, da der Vorteil der dezentralen Organisationsstruktur dort in der erfolgreichen Unterscheidung

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

Modifikation des computerbasierten Modells

Zur Untersuchung der Forschungshypothese dieser Arbeit ist es notwendig, das ökonomische Modell von Marengo (1992) so zu modifizieren, dass instrumentelle und konzeptionelle Nutzung von Controllinginformationen gleichzeitig betrachtet werden können. Instrumentelle Nutzung von Controllinginformationen als notwendige Bedingung für konzeptionelle Nutzung wird sowohl als Entscheidungsfundierung als auch als Verhaltenssteuerung modelliert, so dass das Modell um die Anreizaspekte zu ergänzen ist. Die konzeptionelle Nutzung ist im Modell durch die LCS-basierte Modellierung der Akteure bereits berücksichtigt, so dass von tiefergehenden Modifikationen, beispielsweise zur Betrachtung des Sprachaspekts, abgesehen wird. Darüber hinaus hat die Diskussion der Computersimulation von Marengo (1992) gezeigt, dass Unzulänglichkeiten in der technischen Umsetzung in Form von Redundanz und der Bevorzugung allgemeiner Classifier die Modellergebnisse ohne Zusammenhang zum ökonomischen Modell verzerren können („Artefakte“), so dass eine Behebung erforderlich ist.

Zur *Integration von Anreizaspekten* in das Modell wurde auf die Einführung einer Nutzenfunktion für die Shops anstatt der Payoff-Funktion des Markterfolgs hingewiesen. Die Umsetzung erfordert die Festlegung der beiden Nutzenkomponenten Entlohnung und Arbeitsleid innerhalb des Modells. Interpretiert man den Markterfolg als Gewinn der Unternehmung, den zuvor alle Akteure gemeinschaftlich als Zielfunktion akzeptiert haben, so impliziert eine Entlohnung der Shops die Aufteilung des Gewinns auf Management und Shops. Demzufolge wird das Modell so verändert, dass das Management einen Teil des erzielten Markterfolgs in Form eines Lohns an die Shops weitergibt. Gemäß der Argumentation der PA-Theorie besteht aufgrund des Arbeitsleids ein Interessenkonflikt zwischen Management und Shops. Das Interesse des Managements besteht in einer fehlerfreien Ausführung des Produktionsauftrages, was modelltechnisch über die richtige Anzahl von Operationen des Typs „A“ abgebildet wird. Ein Interessenkonflikt wird eingeführt, indem angenommen wird, dass die Durchführung einer Operation des Typs „A“ (im Gegensatz zur Operation „B“) mit einem negativen Arbeitsleid verbunden ist. Um die Möglichkeit für einen Anreizvertrag zu schaffen, wird zwischen einem fixen und einem variablen Lohnbestandteil unterschieden. Der

von Umweltzuständen liegt, die eine zentrale Struktur nicht unterscheiden kann. Durch einen Verzicht auf Redundanz und auf die Bevorzugung allgemeiner Regeln nimmt für jedes einzelne LCS die Fähigkeit zur Unterscheidung von Inputsignalen zu. Daraus kann eine Abweichung von den qualitativen Ergebnissen bei Marengo (1992) resultieren. Eine genauere Untersuchung dessen ist jedoch nicht Gegenstand dieser Arbeit.

variable Lohnbestandteil wird dabei als Erfolgsbeteiligung gestaltet, den die Shops in Abhängigkeit vom Markterfolg erhalten. Um im letzten Schritt auch die Verhaltenssteuerung durch Controllinginformationen zu ermöglichen, wird ein abstraktes internes Erfolgsmaß vorgesehen, das als fiktive Controllinginformation den Markterfolg organisationsintern abbildet, vom Management gestaltet werden kann und als Grundlage für die Ermittlung des variablen Lohnbestandteils dient (anstatt unmittelbar den Markterfolg zu Grunde zu legen).

Zur Behebung des *Redundanzproblems* wird dem Vorschlag in der Literatur folgend ein Abgleich mit der bestehenden Regelmenge durchgeführt.⁵⁹⁰ Ein neuer Classifier wird nur dann in ein LCS aufgenommen, wenn noch kein anderer Classifier mit der gleichen Regel enthalten ist. Zur Behebung des *Problems der Bevorzugung allgemeiner Regeln* wird ebenfalls auf die Literaturdiskussion zurückgegriffen, die die Berücksichtigung der Spezifität grundsätzlich für sinnvoll erachtet, jedoch den Einbezug der Spezifität in die Aktualisierung der Stärke als zentrales Problem herausstellt.⁵⁹¹ Dementsprechend wird der Vorteil spezifischerer Regeln durch den Einbezug der Spezifität in die Ermittlung des Gebots beibehalten, jedoch wird bei der Aktualisierung der Stärke eines Classifiers der Einfluss der Spezifität auf das Gebot neutralisiert. Statt Gleichung (2) wird Gleichung (5) zur Anpassung der Stärke des ausgewählten Classifiers verwendet:⁵⁹²

$$(5) \text{ Strength}(R_j, t+1) = \text{Strength}(R_j, t) + \text{Payoff}(t) - k_1 \text{ Strength}(R_j, t)$$

Mit der Implementierung der beschriebenen Modifikationen steht eine Computersimulation zur Untersuchung der Forschungshypothese bereit. Dazu werden im nächsten Schritt konkrete Hypothesen formuliert, die dann durch Simulationsexperimente geprüft werden. Zur Vorbereitung dieser Experimente können Veränderungen von Parametern notwendig werden, die Struktur der Computersimulation bleibt jedoch in der hier beschriebenen Form erhalten.

⁵⁹⁰ Vgl. Nissen (1997: 278).

⁵⁹¹ Vgl. Wilson/Goldberg (1989: 250).

⁵⁹² Im Vergleich zu Gleichung (2) wurde die Klammer für den Einbezug der Spezifität weggelassen. Dies schließt Parameter k_2 ein, weil dieser nur dazu dient, ein Gebot von 0 zu vermeiden, wenn eine Spezifität von 0 vorliegt.

4.3 Hypothesen zur Nutzung von Controllinginformationen im modelltheoretischen Kontext

Kern dieses Kapitels ist die Überprüfung der Forschungshypothese durch Experimente im dargestellten Computersimulationsmodell. Zuvor gilt es jedoch, die Validität des Modells zu überprüfen, indem Anschlussfähigkeit zur ökonomisch-rationalen Perspektive auf instrumentelle Informationsnutzung hergestellt wird. Dieses Vorgehen erfüllt die Forderung nach der Herstellung eines direkten Bezuges zwischen Ansätzen der Bounded Rationality und dem „benchmark paradigm of rationality“.⁵⁹³ Gleichzeitig kann es als zusätzliche Validierung des Modells angesehen werden, wenn es die theoretischen Postulate zur instrumentellen Nutzung von Controllinginformationen reproduzieren kann.⁵⁹⁴ Dazu werden im Folgenden die theoretischen Eigenschaften der instrumentellen Nutzung von Controllinginformationen sowie die Forschungshypothese im Kontext des vorliegenden Modells in Hypothesenform präzisiert.⁵⁹⁵

Im Hinblick auf die instrumentelle Nutzung von Controllinginformationen zur Entscheidungsfundierung greift das ökonomisch-rationale Modell auf die Entscheidungstheorie zurück und postuliert die Maximierung der Entscheidungsgüte. Die Prognoseentscheidung ist für die Betrachtung der Entscheidungsfundierung besonders gut geeignet, weil keine Delegation besteht. Formuliert man die Prognoseentscheidung mit den Mitteln der (normativen) Entscheidungstheorie, dann kann anhand dieses Vergleichsmaßstabes für die Entscheidungsgüte überprüft werden, ob das vorliegende Computersimulationsmodell die damit verbundene Entscheidung reproduzieren kann.

Hypothese 1 (Instrumentelle Informationsnutzung zur Entscheidungsfundierung): Wenn die Prognoseentscheidung des Managements analog zur entscheidungstheoretischen Formalisierung abgebildet wird, dann resultiert daraus eine maximale Prognosegüte.

Der Verhaltenssteuerungsaspekt der instrumentellen Nutzung von Controllinginformationen kann anhand der Prozessentscheidung der Shops untersucht werden. Zwischen Management und Shops besteht eine Informationsasymmetrie dahingehend, dass das Management die Prozessentscheidung der Shops nicht beobachten kann. Daher kann im

⁵⁹³ Vgl. u. a. Lettau/Uhlig (1999: 148).

⁵⁹⁴ Vgl. zu dieser Form der Validierung Raghu et al. (2003: 162).

⁵⁹⁵ Die Formulierung der Hypothesen erfolgt nach der Spezifikation des Computersimulationsmodells, um im Anschluss an ihre allgemeine Darstellung eine Präzisierung/Zuspitzung auf den Modellkontext vornehmen zu können. Dies ist erforderlich, weil die untersuchten Formen der Informationsnutzung sehr abstrakt sind und die Konkretisierung im Modellkontext demzufolge großer Bedeutung ist. Vgl. zu diesem Vorgehen Raghu et al. (2003: 166).

Falle eines Produktionsfehlers der verursachende Shop nicht identifiziert werden. Hinzu kommt ein Interessenkonflikt durch die Präferenz der Shops für aufwandsärmere Prozessalternativen zur Arbeitsleidvermeidung. Gemäß der PA-Theorie ist für eine solche Situation ein Agencyproblem zu erwarten („moral hazard“).⁵⁹⁶

Hypothese 2a (Agencyproblem): Wenn für die Prozessentscheidung der Shops Informationsasymmetrie und Interessenkonflikt vorliegen, dann resultieren daraus systematisch suboptimale Prozessentscheidungen der Shops.

Als Lösung sieht die PA-Theorie den Abschluss eines Anreizvertrages zwischen Prinzipal und Agent vor, der das mit zusätzlicher Anstrengung verbundene Arbeitsleid durch eine Erfolgsbeteiligung kompensiert, dadurch Anreizkompatibilität herstellt und eine Entscheidung im Sinne des Prinzipals zur Folge hat.⁵⁹⁷ Im Modell steht dafür ein variabler Lohnbestandteil zur Beteiligung der Shops am Erfolg zur Verfügung.

Hypothese 2b (Anreizvertrag): Wenn das Management den Shops eine Erfolgsbeteiligung gewährt, dann kann die Prozessgüte trotz asymmetrischer Information und Interessenkonflikt maximiert werden.

Basierend auf PA-theoretischen Überlegungen postuliert das ökonomisch rationale Grundmodell Verbesserungspotenzial durch die Gestaltung von Controllinginformationen im Kontext eines Anreizvertrages zur Verhaltenssteuerung.⁵⁹⁸ Dies gilt unter der Voraussetzung, dass Controllinginformationen entscheidungsrelevant sind, wenn sie in das Beurteilungssystem eingebunden werden. Dies ist ganz im Sinne einer instrumentellen Nutzung von Controllinginformationen. Dann können durch eine Gestaltung dieser Informationen „die dysfunktionalen Auswirkungen eines notwendigerweise groben Beurteilungssystems bei bestimmten Entscheidungstypen“⁵⁹⁹ gemindert werden („Agency-Kosten“⁶⁰⁰). Hypothese 2b impliziert jedoch, dass durch einen Anreizvertrag

⁵⁹⁶ Vgl. Jost (2001a: 26); Holmström (1979: 89).

⁵⁹⁷ Vgl. Jost (2001a: 26-27).

⁵⁹⁸ Vgl. Wagenhofer (1997: 70).

⁵⁹⁹ Wagenhofer (1997: 70).

⁶⁰⁰ Als Agency-Kosten wird in PA-Modellen der Wohlfahrtsunterschied zwischen der besten Lösung im Falle vollständiger Information („first best“) und der besten Lösung im Falle asymmetrischer Information („second best“) bezeichnet. Vgl. Rasmusen (1994: 175), Jost (2001a: 23). Sie entstehen vor allem dann, wenn der Agent durch eine erfolgsabhängige Entlohnung ein Risiko tragen muss, womit aufgrund seiner angenommenen Risikoaversion (im Gegensatz zu Risikoneutralität beim Prinzipal) ein Wohlfahrtsverlust verbunden ist. Risikoaspekte sind jedoch für diese Arbeit nicht von Bedeutung und wurden daher in der Modellbildung nicht berücksichtigt. Eine weitere Quelle von Agency-Kosten sind „constraints on writing contracts“. Vgl. Rasmusen (1994: 175).

bereits eine maximale Entscheidungsgüte erreicht werden kann, so dass aus der Perspektive der Gesamtwohlfahrt von Management und Shops keine weitere Verbesserung mehr zu erreichen wäre. Aus der Perspektive des Managements stellt sich jedoch nachgelagert die Frage nach den Kosten des Anreizvertrages als Residualgröße zwischen Markterfolg und Entlohnung der Shops.⁶⁰¹ Hier stellt sich die Frage, ob durch eine Verfeinerung des Beurteilungssystems die Herstellung von Anreizkompatibilität zu besseren Konditionen für den Prinzipal erfolgen kann. Im vorliegenden Modell kann dies adressiert werden, indem ein internes Erfolgsmaß eingeführt und im Sinne des Managements gestaltet wird, das die Shops wegen der Relevanz für die Entlohnung instrumentell nutzen.

Hypothese 2c (Instrumentelle Informationsnutzung zur Verhaltenssteuerung): Durch Einführung eines geeigneten internen Erfolgsmaßes kann das Management die Kosten des Anreizvertrages reduzieren.

Kann durch eine Reihe von Simulationsexperimenten gezeigt werden, dass das Modell die Hypothesen 1 und 2 bestätigt, dann kann das Modell die wesentlichen Merkmale instrumenteller Informationsnutzung in Übereinstimmung mit der bestehenden Literatur erfassen und ist damit zugleich an die ökonomisch-rationale Sicht anschlussfähig. Damit ist ein wesentlicher Schritt getan, um die sachlich-analytische Diskussion modelltheoretisch zu erweitern, insbesondere im Hinblick auf die simultane Abbildung instrumenteller und konzeptioneller Nutzung von Controllinginformationen in einem Modell. Dies ist gleichzeitig die Voraussetzung für die Untersuchung der Forschungshypothese im modelltheoretischen Kontext.

Die Forschungshypothese dieser Arbeit lautet, dass eine Interdependenz zwischen instrumenteller und konzeptioneller Informationsnutzung besteht, so dass von einer rein instrumentellen Perspektive die Gefahr dysfunktionaler Gestaltungsempfehlungen ausgeht. Diese Forschungshypothese gilt es nun in den Modellkontext zu übersetzen.

Ausgehend von der ökonomisch-rationalen Sicht auf die instrumentelle Informationsnutzung zur Entscheidungsfundierung ergeben sich strikt positive Implikationen von Präzision und Verzerrungsfreiheit⁶⁰²: Je besser die Informationsbasis, desto besser ist

⁶⁰¹ Auch solche Kosten werden teilweise als Agency-Kosten (für den Prinzipal) bezeichnet. Vgl. für ein aktuelles Beispiel Kwon (2005: 1626).

⁶⁰² Präzision meint dabei die Abwesenheit von „Rauschen“ in den Daten, wohingegen sich Verzerrungsfreiheit auf die Abwesenheit von Abweichungen einer bestimmten Richtung bezieht. Vgl. Merchant/Shields (1993: 76).

die auf dieser Grundlage getroffene Entscheidung.⁶⁰³ Bezüglich der instrumentellen Nutzung hat Wagenhofer (1996) bereits modelltheoretisch herausgearbeitet, dass es aus Gründen der Verhaltenssteuerung sinnvoll sein kann, eine Einschränkung der Entscheidungsfundierung in Kauf zu nehmen. Eine Verzerrung der Informationsbasis kann einen positiven Anreizeffekt auslösen, der die negativen Implikationen der schlechteren Informationsbasis für die Entscheidungsfundierung überkompensiert. Dies führt zu einer Veränderung der Gestaltungsempfehlungen dahingehend, dass Verzerrungsfreiheit nicht mehr notwendig gewünscht wird, sondern Verzerrungen in bestimmten Situationen bewusst herbeigeführt werden sollten. Ausgangspunkt dieser Argumentation ist die Annahme von Interessenkonflikten in einer PA-Beziehung (Wollensebene), wodurch ein Spannungsverhältnis zwischen der Nutzung von Controllinginformationen zur Entscheidungsfundierung (auf der Ebene des Agenten) und der Nutzung zur Verhaltenssteuerung (im Interesse des Prinzipals) konstituiert wird.

Die Forschungshypothese besagt, dass auch bei Einbezug der konzeptionellen Informationsnutzung und kognitiver Begrenzung als notwendiger Bedingung für deren Auftreten (Könnensebene) mit einer Veränderung der Gestaltungsempfehlungen zu rechnen ist. Die kognitiven Limitationen, deren negative Effekte durch konzeptionelle Informationsnutzung reduziert werden, führen potenziell zu negativen Auswirkungen von Präzision und Verzerrungsfreiheit. Beispielsweise kann zusätzliche Komplexität die Fähigkeit des Akteurs zur Informationsverarbeitung überschreiten und dadurch die Entscheidungsgüte reduzieren. Diesen Punkt betonen auch Levinthal/Warglien (1999: 354):⁶⁰⁴

For an omniscient actor, performance can only improve with the accuracy with which the accounting system corresponds to the actional landscape. However, for an actor with more limited vision, the increased accuracy may come at a cost [...].

Dies gilt es im modelltheoretischen Kontext des erweiterten Grundmodells der Nutzung von Controllinginformationen und der Verwendung der Theorie Hollands zur Ausdifferenzierung des HO-Modells näher zu untersuchen. Die in der Literatur aufgestellte Vermutung, dass eine Vernachlässigung der konzeptionellen Nutzung von Controllinginformationen zu dysfunktionalen Wirkungen führen kann, ist nun auf das Modell zu

⁶⁰³ Dahinter steht, wie im letzten Kapitel eingangs ausgeführt, das dem HO-Modell zu Grunde liegende Prinzip der Situationsanalyse. Bessere Informationen über die Situation ermöglichen tendenziell eine bessere Anpassung an die Situation – eine Verschlechterung kann dabei auf keinen Fall eintreten.

⁶⁰⁴ Bei der Aussage handelt es sich jedoch um einen Randaspekt ihrer Untersuchung, die sich nicht direkt auf Controlling- bzw. Accountinginstrumente bezieht, sondern auf die zielgerichtete Beeinflussung sich selbst organisierender Systeme. Vgl. Levinthal/Warglien (1999: 354).

übertragen. Das Prinzip der Sparsamkeit in der Modellierung gebietet dabei eine Orientierung an den bereits vorhandenen Modellelementen, so dass sich eine Untersuchung anhand (1) der Lerngeschwindigkeit und (2) des insgesamt erreichten Erfolgs anbietet.⁶⁰⁵ Rein instrumentell betrachtet wird das Management die Shops mit Informationen über den Prozesserfolg versorgen, d. h., mit der Abweichung zwischen Produktionsauftrag und produziertem Produkt. Dies kann als erzielter Payoff, bereinigt um den Prognosefehler des Managements, geschehen. Aus der Perspektive der konzeptionellen Informationsnutzung stellt sich die Situation jedoch anders dar: Die Shops müssen möglichst schnell lernen, den Prozessfehler zu minimieren.

Das Erfolgsfeedback ist die wichtigste Information zur Verhaltensanpassung und eignet sich daher als Ansatzpunkt. Im Hinblick auf die Zuordnung von Erfolgsfeedback und tatsächlichem Markterfolg bietet sich ein binäres Informationssystem zur Komplexitätsreduktion und zur Fokussierung auf den Lernerfolg an: „Prozess korrekt“ oder „inkorrekt“. Daneben kann der Lernerfolg auch durch eine stärkere Betonung des Erfolgsfalles gefördert werden.

Dies steht jedoch im Widerspruch zu den Gestaltungsempfehlungen aus instrumenteller Perspektive: Die graduellen Unterschiede bei Abweichungen zwischen Nachfrage und angebotenen Produkt sind entscheidungsrelevant, weil sie die Richtung hin zur richtigen Entscheidung weisen. Der Shop wird indifferent zwischen Alternativen, die für die Unternehmung zu unterschiedlichen Markterfolgen und zu einer vermeidbaren Ergebnisverschlechterung führen können. Zudem wird die Bedeutung eines Misserfolgs im Vergleich zum Erfolgsfall herabgesetzt, was den Arbeitseinsatz zur Vermeidung eines Misserfolgs herabsetzen kann. Dennoch wäre ein positiver Gesamteffekt möglich, wenn Vorteile aus der Verbesserung der konzeptionellen Informationsnutzung die Nachteile aus der Verschlechterung der instrumentellen Informationsnutzung ausgleichen.

Zur Veranschaulichung kann das anfangs erwähnte Beispiel von Merchant/Shields (1993: 80) dienen: Unternehmen wie Hewlett-Packard helfen ihren Mitarbeitern durch die Fokussierung auf eine verringerte Anzahl von Kostentreibern zulasten der Genauigkeit und ohne direkten Anreizbezug, ihre Aufmerksamkeit auf die wichtigsten Kosteneinflussgrößen zu richten und ein Verständnis über die *grundlegenden* ökonomischen Zusammenhänge zu gewinnen.

⁶⁰⁵ Neben der gewählten Möglichkeit ist eine Vielzahl an Formalisierungen von Hypothese 3 denkbar. Aufgrund der im Vordergrund stehenden grundsätzlichen Modellierung des Spannungsverhältnisses zwischen instrumenteller und konzeptioneller Informationsnutzung wird von der Erörterung alternativer Möglichkeiten abgesehen.

mischen Zusammenhänge im Herstellungsprozess zu gewinnen.⁶⁰⁶ Dies spiegelt sich hier wieder, indem die Komplexität des möglichen Feedbacks reduziert und zusätzlich die Bedeutung durch eine Verstärkung unterstrichen wird, um die grundlegenden Zusammenhänge lernen zu können. Nach der Lernphase wird den Shops für den Rest des Simulationslaufs unverzerrtes Feedback mit voller Komplexität und geringeren Schwankungen übermittelt.

Hypothese 3 (Spannungsverhältnis zwischen instrumenteller und konzeptioneller Informationsnutzung): Wenn das Informationssystem zugunsten der konzeptionellen Informationsnutzung verändert wird, obwohl dadurch eine Verschlechterung der instrumentellen Informationsnutzung verursacht wird, dann kann es dennoch zu einer Verbesserung der Entscheidungsgüte kommen.

4.4 Computersimulationsexperimente

Die im Folgenden dargestellten Computersimulationsexperimente dienen der Analyse des Modellverhaltens vor dem Hintergrund der aufgestellten Hypothesen. Damit wird auf der einen Seite die interne Validität des Modells im Hinblick auf die instrumentelle Informationsnutzung untersucht, indem das Modellverhalten mit den in der Literatur beschriebenen charakteristischen Merkmalen verglichen wird. Auf der anderen Seite untersucht diese Arbeit, ob eine modelltheoretische Stützung der Forschungshypothese erzielt werden kann.

Zunächst sind für die Darstellung der Simulationsexperimente jedoch noch Vorbereitungen zu treffen. Aufgrund der Komplexität des Modells und der erschwerten Nachvollziehbarkeit des Quelltexts von Computerprogrammen wird auf der Überblicksebene transparent gemacht, welche Parameter das Modell in seiner als Computersimulation implementierten Form vorsieht und wie diese gewählt wurden.⁶⁰⁷ So kann später auf die experimentenspezifischen Parameter fokussiert werden. Anschließend werden die Experimente zu den aufgestellten Hypothesen erläutert und deren Ergebnisse dokumentiert. Schließlich wird anhand von Sensitivitätsanalysen gebündelt für alle Experimente

⁶⁰⁶ Vgl. Merchant/Shields (1993: 79). Dies bestätigt auch die aktuelle empirische Untersuchung von Henri (2006: 77).

⁶⁰⁷ Für einen tieferen Einblick in das Modell findet sich zudem die ausführliche Dokumentation der Replikation des Modells von Marengo (1992) bei Lorscheid (2005), der dazugehörige Quelltext und die Korrespondenz mit Luigi Marengo im Internet (<http://www.whu.edu/~boheine/TechnischerAnhang.zip>). Ebenfalls stehen dort der Quelltext des Computersimulationsmodells dieser Arbeit sowie die Daten der durchgeführten Experimente und Sensitivitätsanalysen zur Verfügung.

untersucht, wie robust das Modellverhalten im Hinblick auf die relevanten Parameter ist. Dabei werden primär die Parameter untersucht, die von Marengo (1992) abweichen. Die zur Einordnung der experimentellen Ergebnisse notwendige Interpretation bzw. Diskussion erfolgt dann ausführlich im Anschlusskapitel.

Parameter zur Durchführung der Experimente

Im Computerprogramm des Simulationsmodells sind zahlreiche Festlegungen zu treffen, die nicht eindeutig aus der verbalen Darstellung des ökonomischen Modells und der Überführung in eine Computersimulation hervorgehen. Angesichts der im Vorfeld durchgeführten Replikation der Computersimulation von Marengo (1992) konnte ein großer Teil der Parameterwerte direkt übernommen werden, wie sie bei Marengo (1992) dokumentiert oder im Rahmen der Korrespondenz mit Luigi Marengo erfragt worden sind.⁶⁰⁸ Dieses Vorgehen erlaubt es, auf einem vorhandenen Fundament aufzubauen und die mit der Vielzahl von Parametern verbundene Willkürgefahr einzudämmen.

Im Rahmen der notwendigen Modifikationen sind jedoch aus Konsistenzgründen einige Veränderungen an vorhandenen Parametern vorzunehmen und einige Parameter hinzuzufügen. So sind insbesondere durch die Behebung der Probleme mit Redundanz und Bevorzugung allgemeiner Regeln einige Anpassungen notwendig. Zur Herstellung der Anschlussfähigkeit an Marengo (1992) kann jedoch über Schalter auch der Ausgangszustand der Replikation wieder hergestellt werden. Die Anzahl der Classifier in einem LCS wurde auf 20 reduziert, da bei Redundanzfreiheit die von Marengo genutzten 100 Classifier⁶⁰⁹ deutlich überdimensioniert wären. Bei vollständig spezifischen Regeln beträgt die Anzahl an möglichen Kombinationen nur 64 für das Management-LCS und 40 für die Shop-LCS.⁶¹⁰ Ebenso musste der Faktor für die Stärke des Nachkommen im Vergleich zu seinem Elter auf 75 % angepasst werden. Luigi Marengo selbst hat 100 % verwendet,⁶¹¹ doch schon im Rahmen der Replikation kam es dadurch zu plötzlichen Einbrüchen in der Erfolgsbilanz, nachdem bereits die beste Lösung identifiziert worden war. Grund dafür war die anhaltende Veränderung durch den genetischen Algorithmus (GA), so dass veränderte und damit „schlechtere“

⁶⁰⁸ Vgl. Lorscheid (2005: 20).

⁶⁰⁹ Vgl. Lorscheid (2005: 27).

⁶¹⁰ Acht Umweltzustände zu jeweils acht möglichen Prognosen bzw. acht Produktionsaufträge zu jeweils fünf Prozessalternativen. Durch die unterschiedlichen Grade an Spezifität des Bedingungssteils kommen noch acht Ausprägungen der Spezifität hinzu, was jedoch die Problemkomplexität nicht verändert, sondern zusätzliche Abbildungsformen schafft.

⁶¹¹ Vgl. Lorscheid (2005: 28).

Nachkommen die „guten“ Eltern zunehmend verdrängten.⁶¹² Um das zu verhindern, wurde in der Replikation ein Wert von 0,97 gewählt, um den Verdrängungseffekt hinreichend abzuschwächen und dennoch nah an den Vorgaben von Marengo (1992) zu bleiben. Durch die Behebung des Redundanzproblems ist dieser Wert jedoch nicht mehr sinnvoll, weil es nun keine Duplikate eines „guten“ Classifiers mehr geben kann, um die Wahrscheinlichkeit der Auswahl zu erhöhen. Sobald beispielsweise zwei „schlechte“ Nachkommen mit ähnlichem Bedingungsteil im LCS enthalten wären, würde die bereits gefundene „gute“ Lösung nur in 1/3 der Fälle gewählt werden. Daher wurde ein Wert von 0,75 gewählt, der einerseits den Nachkommen zu einer Stärke verhilft, die groß genug ist, um eine Auswahl zu ermöglichen, ihm aber andererseits erst nach erfolgreicher Bewährung erlaubt, zu seinem Elter aufzuschließen. Eine weitere Veränderung betrifft die Organisationsstruktur. Marengo (1992) hatte eine Untersuchung der Auswirkungen unterschiedlicher Organisationsstrukturen entlang der Dichotomie zentral-dezentral zum Ziel. In dieser Arbeit steht jedoch die Informationsnutzung der Akteure im Vordergrund. Daher ist nicht für jedes Experiment die Modellierung der gesamten Organisation erforderlich. Aus der Perspektive der Gestaltung eines Controllinginstruments ist das Koordinationsproblem interessanter, weil größere Einflussmöglichkeiten bestehen. Daher wird im Standardfall vom Prognoseproblem abstrahiert und eine Fokussierung auf das Koordinationsproblem vorgenommen („shops_only“-Struktur).

Die Modifikationen zur Abbildung der einzelnen Nutzungsarten haben einige neue Parameter notwendig gemacht. Um eine explizite Anknüpfung an die ökonomisch-rationale Perspektive auf die Entscheidungsfundierung herzustellen, wurde die Möglichkeit geschaffen, das LCS mit allen Kombinationen maximal spezifischer Regeln zu füllen. Die Ergänzung um den für die Verhaltenssteuerung konstitutiven Interessenkonflikt erforderte neben einem Schalter zur Aktivierung noch die Nutzenfunktion der Shops, abhängig von Arbeitsleid, Fixlohn und Erfolgsbeteiligung. Ebenso wurde ein internes Erfolgsmaß eingeführt, dessen Abweichung vom Markterfolg ebenfalls beeinflussbar

⁶¹² Der „gute“ Classifier nähert sich durch anhaltend positives Feedback asymptotisch der maximalen Stärke an. Wenn nun der GA auf seiner Basis einen veränderten Nachkommen erzeugt, dann hat dieser ebenfalls nahezu die maximale Stärke. In der Classiferauswahl wird dieser „schlechte“ Nachkomme nun mit gleicher Wahrscheinlichkeit ausgewählt wie sein „guter“ Elter. Da Redundanz nicht verhindert würde, können sich über die Zeit viele „schlechte“ Nachkommen, die auf keinen Umweltzustand mehr passen, aber eine maximale Stärke haben, ansammeln und so nach und nach den oder die „guten“ Classifier verdrängen.

ist. Schließlich erfordert die Untersuchung der im Modellkontext präzisierten Forschungshypothese die Möglichkeit der Aktivierung eines binären Feedbacks.

Alle zusätzlichen Parameter wurden vom Standardwert her so eingestellt, dass sie dem Ausgangszustand nach Marengo (1992) bzw. dessen Replikation bei Lorscheid (2005) entsprechen. Abweichungen sind allein auf die Behebung der Probleme mit Redundanz und der Bevorzugung allgemeiner Regeln zurückzuführen. Ein erläuterter Überblick über alle Simulationsparameter findet sich strukturiert nach Basisparametern, LCS-Parametern und GA-Parametern in Tabelle 4-1, Tabelle 4-2 und Tabelle 4-3. In den folgenden Beschreibungen der Experimente werden entsprechend nur noch die Parameter erwähnt, die von den hier genannten Standardwerten abweichen.

Tabelle 4-1: Übersicht Basisparameter mit Standardwerten

Parameter	Name	Funktion	Standardwert	Begründung	Variation
Umweltverhalten	environment	Veränderung der Umweltdynamik	„alternate“	Wie Marengo (1992: 322), s. a. Lorscheid (2005: 26-27)	EH2a-c
Organisationsstruktur	structure	Zur Ausblendung von Prognose- oder Prozessfehlern	„shops_only“	Ausblendung des Prognosefehlers zur Konzentration auf Koordinationsproblem	EH1-1/2/3
Anzahl simulierter Zeitschritte	steps	Veränderung der Länge der Simulationsläufe	1000	Wie Marengo (1992: 323-324), s. a. Lorscheid (2005: 28)	-
Interessenkonflikt	intConflict	Aktivierung des Interessenkonflikts	deaktiviert	Kein Interessenkonflikt, wie Marengo (1992: 321)	EH2a-c, EH3-1/2
Arbeitsleid Shops	effortAversion	Aktivierung und Höhe des Arbeitsleids	0 pro „A“	Ausgangszustand ohne Interessenkonflikt, entspricht Marengo (1992)	EH2a-c, EH3-1/2
Fixlohn Shops	wageFix	Aktivierung und Höhe des Fixlohns	0	Ausgangszustand ohne Interessenkonflikt, entspricht Marengo (1992)	EH2a, EH3-1/2
Erfolgsbeteiligung Shops	rewardShareShops	Aktivierung und Ausgestaltung des Anreizvertrages	100 %	Ausgangszustand ohne Interessenkonflikt, entspricht Marengo (1992)	EH2a-c, EH3-1/2
Anpassung internes Erfolgsmaß	bCosts	Aktivierung und Ausgestaltung der Verhaltenssteuerung	0 pro „B“	Ausgangszustand ohne Interessenkonflikt, entspricht Marengo (1992)	EH2c, EH3-1/2
Binäres Feedback	binFeedback	Aktivierung der Verzerrung des internen Erfolgsmaßes	deaktiviert	Ausgangszustand ohne Interessenkonflikt, entspricht Marengo (1992)	EH3-1

Tabelle 4-2: Übersicht LCS-Parameter mit Standardwerten

Parameter	Name	Funktion	Standardwert	Begründung	Variation in Experimenten
Classifizieranzahl	sizeLCS	Festlegung der Größe des LCS	20	Abweichung von Marengo (1992) laut Auskunft Luigi Marengo, weil keine Redundanz zugelassen wird, s. a. Lorscheid (2005: 27)	EH1-1/2
Umfassendes Regelset	exhaustiveLCS	Vollständige Erfassung aller möglichen Regel-Kombinationen zu Beginn	Deaktiviert	Wie Marengo (1992: 322): Regeln werden mit maximal allgemeinem Bedingungsteil und zufälligem Aktionsteil initialisiert	EH1-1/2
Anfangsstärke der Classifier	strength	Abstimmung der Anfangsstärke auf die maximal mögliche Stärke	10	Wie Marengo (1992) laut Auskunft von Luigi Marengo, s. a. Lorscheid (2005: 27)	EH1-1, EH2a-c, EH3-1/2
Zulassung von Redundanz	redundancy	Anschlussfähigkeit zu Marengo (1992)	Deaktiviert	Behebung des Redundanzproblems	-
Zulassung der Bevorzugung allg. Regeln	Overgeneralization	Anschlussfähigkeit zu Marengo (1992)	Deaktiviert	Behebung des Problems der Bevorzugung allgemeiner Regeln	-
Classifizierauswahl per Roulettewheel	ruleChoiceRW	Veränderung der Bestimmung des „Gewinner-Classifiers“	Aktiviert	Wie Marengo (1992: 319)	EH1-1/2
Bid-Parameter k_1	k1	Kalibrierung der maximalen Regelstärke	0,25	Wie Marengo (1992) laut Auskunft von Luigi Marengo, s. a. Lorscheid (2005: 27)	-
Bid-Parameter k_2	k2	Vermeidung eines Gebots von 0, wenn die Spezifität 0 ist	1	Wie Marengo (1992) laut Auskunft von Luigi Marengo, s. a. Lorscheid (2005: 27)	-
Bid-Parameter k_3	k3	Möglichkeit zur Bevorzugung spezifischerer Regeln im Gebotsprozess	0,8	Wie Marengo (1992: 323), s. a. Lorscheid (2005: 27)	-

Tabelle 4-3: Übersicht GA-Parameter mit Standardwerten

Parameter	Name	Funktion	Standardwert	Begründung	Variation in Experimenten
Exploration durch GA	GA	Verhindern von Veränderungen der Regeln im LCS	Aktiviert	Wie Marengo (1992: 319-321)	EH1-1/2
Inversionswahrscheinlichkeit	pflip	Wahrscheinlichkeit für die Veränderung eines Bits im Mutationsprozess	0,02	Wie Marengo (1992) laut Auskunft - Luigi Marengo, s. a. Lorscheid (2005: 28)	-
Verschiebungswahrscheinlichkeit	p	Wahrscheinlichkeit für die Veränderung des Aktionsteils	0,1	Wie Marengo (1992) laut Auskunft - Luigi Marengo, s. a. Lorscheid (2005: 28)	-
Stärke des Nachkommen	offspringstrength	Verhindert, dass ein Nachkomme ohne Bewährung den Elter verdrängt	75 %	Abweichend von Marengo (1992) und Lorscheid (2005), weil keine Redundanz zugelassen wird und das LCS kleiner ist	EH2a-c, EH3-1/2
Spezifizierungsoperatorwahrscheinlichkeit	pso	Entscheidet über die Wahrscheinlichkeit einer Spezifizierung im Mutationsprozess	Wie k3	Wie Marengo (1992: 320), s. a. Lorscheid (2005: 27)	-

Experimente zur Hypothese 1

Grundlage für die experimentelle Untersuchung von Hypothese 1 (Instrumentelle Informationsnutzung zur Entscheidungsfundierung) ist die entscheidungstheoretische Formulierung des Prognoseproblems des Managements: Ziel ist die Maximierung des erwarteten Payoffs ($e_{ij} \rightarrow \max$). Das Management entscheidet zwischen den acht Produkten auf der Basis der aktuellen Nachfrage (Nachfrage/Umweltzustand in t_0). Die Information über die jeweils aktuelle Nachfrage wird damit instrumentell zum Zweck des Treffens der Prognoseentscheidung genutzt. Diese Information weist Ähnlichkeiten zu typischen Controllinginformationen auf, weil es eine wichtige Aufgabe des Controllings ist, das Management mit Informationen über die Nachfrageentwicklung, insbesondere in Form von Erlösen, zu informieren, um so proaktive Rationalitätssicherung zu betreiben. Hinsichtlich der Abstraktionsebene des betrachteten Modells erscheint diese Ähnlichkeit hinreichend, um eine Interpretation als Controllinginformation zu rechtfertigen, auch wenn es sich hier nicht direkt um eine Erlösinformation handelt.⁶¹³

Der erwartete Payoff e_{ij} für jedes der acht Produkte in Abhängigkeit von der Nachfrage in t_0 wird in Form der Erwartungswertmatrix $E = (e_{ij})$ dargestellt. Zu deren Berechnung werden die Payoffmatrix⁶¹⁴ P und die Matrix T der Übergangswahrscheinlichkeiten von Umweltzustand t_0 in Umweltzustand t_1 miteinander multipliziert. Die Übergangswahrscheinlichkeiten sind im einfachsten Fall gegeben, wenn der zu Grunde liegende Markovprozess als bekannt vorausgesetzt wird. Im angenommenen Fall („alternate“⁶¹⁵) ergibt sich, dass auf die Nachfrage nach Produkt 3 in t_0 mit Sicherheit die Nachfrage nach Produkt 4 in t_1 folgt. Der Erwartungswert von Produkt „1“ wäre -3, von Produkt „2“ -2, von Produkt „3“ -1, von Produkt „4“ 5, von Produkt „5“ -1, ... und von Produkt „8“ -4. Werden die Übergangswahrscheinlichkeiten nicht als bekannt vorausgesetzt, so können diese über die Beobachtung der absoluten Häufigkeiten des Wechsels von einem zum anderen Umweltzustand berechnet werden (Matrix H). Für eine Illustration siehe Abbildung 4-3. Diese mit dem HO-Modell konsistente entscheidungstheoretische Modellierung führt somit zur Prognose von Produkt 4 bei Umweltzu-

⁶¹³ Um die Verbindung zwischen Modell und Controllingtheorie noch deutlicher herauszuarbeiten, könnte man beispielsweise argumentieren, dass mit aktuellen Erlösinformationen auch die qualitative Information verbunden sein kann, welches Produkt am Markt gerade stark nachgefragt wird. An dieser Stelle soll dies zugunsten einer stringenten Analyse im Rahmen der Binnenlogik des entwickelten Modells nicht weiter vertieft werden.

⁶¹⁴ Payoff als Funktion des produzierten Produktes und des Umweltzustandes in t_1 .

⁶¹⁵ Umweltzustand alterniert zwischen „3“ und „4“.

stand „3“ in t_0 und Produkt 3 im anderen Fall, was zum maximal möglichen Durchschnittspayoff von 5,0 führt.

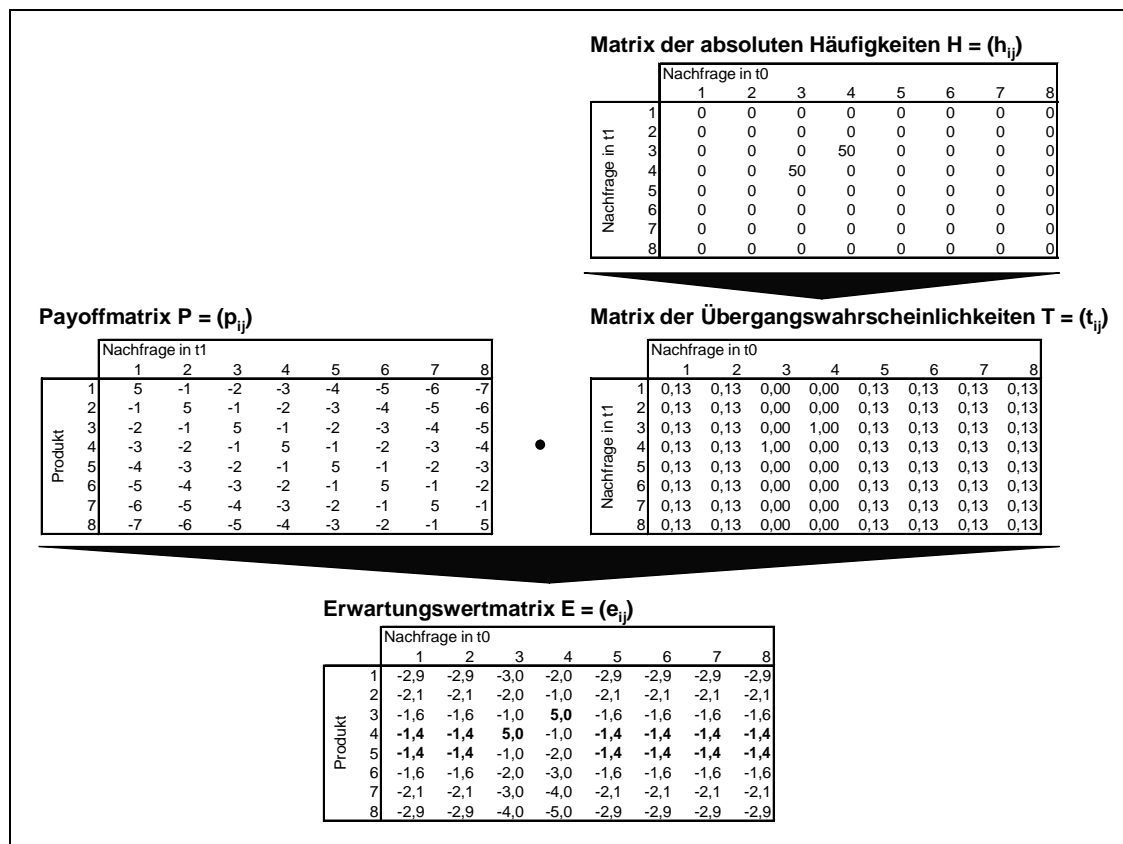


Abbildung 4-3: Illustration der entscheidungstheoretischen Formulierung

Dieses entscheidungstheoretische Modell kann nun in die LCS-Notation überführt werden. Die Classifier des LCS verbinden die beobachtete Nachfrage in t_0 mit einer bestimmten Prognose. Angenommen, es wird der Umweltzustand „3“ beobachtet, dann werden alle Classifier betrachtet, deren Wenn-Teil auf Umweltzustand „3“ passt. Unter diesen Classifiern wird einer in Abhängigkeit der jeweiligen Stärke ausgewählt.⁶¹⁶ Wird nun immer der Classifier mit der höchsten Stärke gewählt und ist die jeweilige Stärke proportional zum erwarteten Payoff, so führt das LCS zum gleichen Ergebnis wie die entscheidungstheoretische Darstellung. Für eine Übersicht über die Struktur des Management-LCS s. Abbildung 4-4.

⁶¹⁶ An dieser Stelle wird bewusst von der Spezifität abstrahiert, so dass Stärke und Gebot eines Classifiers proportional sind.

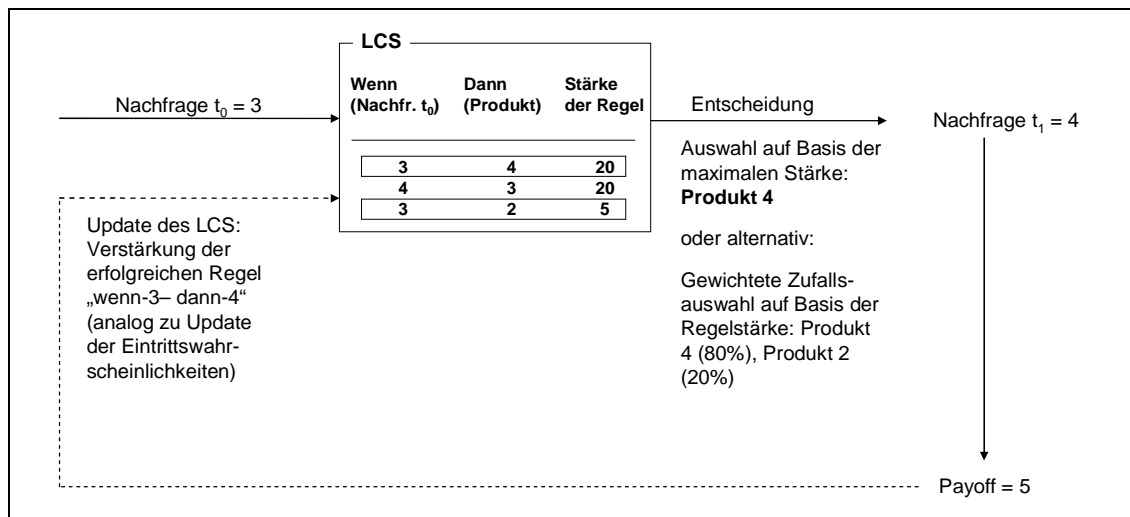


Abbildung 4-4: Struktur des Management-LCS im Modell

Die dargestellte Überführung der entscheidungstheoretischen Formulierung in LCS-Notation lässt sich leicht durch ein Simulationsexperiment nachvollziehen. Dazu wird das LCS des Managements zu Beginn mit allen möglichen Umweltzustand-Produkt-Kombinationen, also 64 Classifiern,⁶¹⁷ gefüllt, wobei die Anfangsstärke proportional zum Erwartungswert gewählt wird. Zur Auswahl eines Classifiers wird die maximale Stärke herangezogen. In der Organisationsstruktur wird das Koordinationsproblem der Shops ausgeblendet, indem angenommen wird, dass das prognostizierte Produkt auch so hergestellt wird. Der genetische Algorithmus (GA) zur Exploration neuer Regeln wird deaktiviert, weil bereits alle möglichen Regeln ex ante als bekannt vorausgesetzt werden. Einen Überblick über die von den Standardwerten abweichenden Parameter dieses Experiments „EH1-1“ gibt Tabelle 4-4, die grafische Aufbereitung der erzeugten Daten ist Abbildung 4-5 zu entnehmen.

Erwartungsgemäß reproduziert das Experiment EH1-1 die Aussage der entscheidungstheoretischen Formulierung und erreicht durchgehend den maximalen Payoff von 5. Auf qualitativer Ebene wurde damit gezeigt, dass sich das entscheidungstheoretische Modell in die LCS-Notation übersetzen lässt, ohne dass sich das Modellverhalten verändert. Die ökonomisch-rationale Perspektive auf die Entscheidungsfundierung kann somit mittels Hollands Theorie erfasst werden.

⁶¹⁷ Alle Classifier haben dabei die maximale Spezifität, so dass Gebot und Stärke proportional sind.

Tabelle 4-4: Parameterwerte für Experiment EH1-1

Parameter	Wert	Bedeutung	Begründung
Umweltverhalten	„alternate“	Die Nachfrage alterniert zwischen Produkt „3“ und „4“	Standardwert
Organisationsstruktur	„mgmt_only“	Fokus auf Prognoseentscheidung, Ausblendung des Koordinationsproblems	Prognoseentscheidung eignet sich gut für die entscheidungstheoretische Formulierung
Classifizieranzahl	64	LCS umfasst 64 Classifier	8 mögliche Umweltzustände mit je 8 möglichen Produktprognosen
Umfassendes Regelset	Aktiviert	Alle möglichen Kombinationen von Umweltzuständen und Prognosen sind ex ante bereits bekannt	Entsprechung zur entscheidungstheoretischen Formulierung
Anfangsstärke der Classifier	Jeder Classifier erhält eine Stärke entsprechend des Erwartungswerts	Entscheidungsmodell ist ex ante bereits an die Situation angepasst	Entsprechung zur entscheidungstheoretischen Formulierung
Classifierauswahl per Roulettewheel	Deaktiviert	Es wird immer der Classifier mit dem höchsten Gebot ausgewählt	Entsprechung zur entscheidungstheoretischen Formulierung als Maximierungsproblem
Exploration durch GA	Deaktiviert	Die Regeln im LCS bleiben unverändert	Alle möglichen Kombinationen sind bereits vorhanden, so dass eine Veränderung keinen Vorteil bringt

Der Fall, dass der Markovprozess nicht ex ante bekannt ist, kann ebenfalls abgebildet werden. Der entscheidungstheoretisch vorgehende Akteur wird dann eine Reihe von Realisationen beobachten und auf der Basis der Häufigkeitsverteilung die Übergangswahrscheinlichkeiten anpassen.⁶¹⁸ Im vorliegenden Fall wäre damit der entscheidungstheoretisch erreichbare Durchschnittspayoff geringfügig unterhalb von 5,0, weil in den ersten zwei Perioden noch, mangels besserer Information, eine Gleichverteilung der Umweltzustände angenommen werden muss. Ab Periode 3 sind dann aktualisierte Übergangswahrscheinlichkeiten verfügbar, so dass dann durchgängig

⁶¹⁸ Dies wird als „Bayesian learning“ bezeichnet. Vgl. u. a. Radner (2000: 637, 648-653).

ein Payoff von 5 erzielt werden kann. Diese Variation des entscheidungstheoretischen Modells ist ebenfalls vollständig konsistent mit dem HO-Modell, denn unter der Annahme mangelnder Information über die Übergangswahrscheinlichkeiten (als Situationsbedingung) ist das Entscheidungsmodell bestmöglich in der Lage, diese aus Beobachtungen abzuleiten.

Auch dieser Fall ist leicht in die LCS-Notation zu überführen. Abermals wird angenommen, dass sämtliche Umweltzustand-Produkt-Kombinationen von jeweils einer Regel erfasst werden. Im Gegensatz zu Experiment EH1-1 sind jedoch nun alle Regeln mit der gleichen Ausgangsstärke belegt. Dies wird in Experiment EH1-2 untersucht. Die Parametereinstellungen sind Tabelle 4-5 zu entnehmen, die grafische Aufbereitung der Daten wird in Abbildung 4-6 dargestellt.

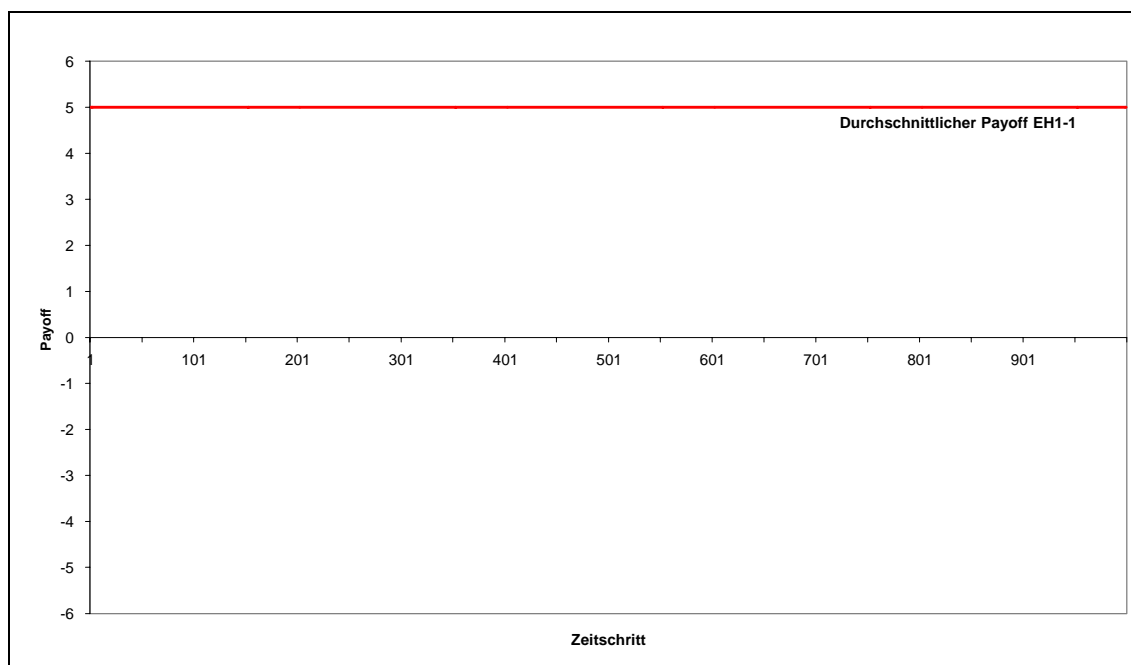


Abbildung 4-5: Daten des Experiments EH1-1⁶¹⁹

⁶¹⁹ In diesem und den folgenden Diagrammen ist dargestellt, welcher Payoff im jeweiligen Zeitschritt erzielt wurde (blaue Raute). Außerdem wird der durchschnittliche Payoff bis zur jeweiligen Periode ausgegeben (rote Linie). Im vorliegenden Fall wird die rote Linie von den blauen Rauten verdeckt und liegt konstant bei 5,0.

Tabelle 4-5: Parameterwerte für Experiment EH1-2

Parameter	Wert	Bedeutung	Begründung
Anfangsstärke der Classifier	10	Entscheidungsmodell ist ex ante indifferent zwischen den Regeln	Standardwert; Entsprechung zur entscheidungstheoretischen Formulierung
Sonst wie EH1-1			

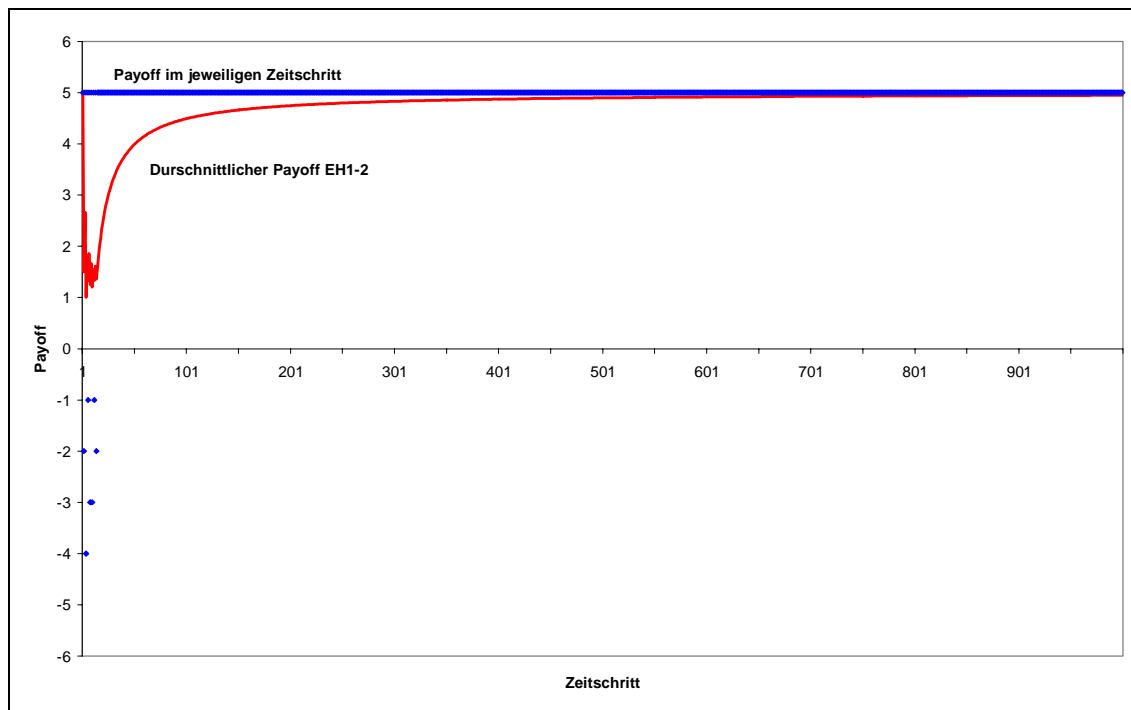


Abbildung 4-6: Daten des Experiments EH1-2

Der Durchschnittspayoff konvergiert ebenfalls sehr schnell gegen 5,0. In der ersten Periode ist das LCS damit indifferent zwischen den Produkten. Wird zufällig das richtige Produkt ausgewählt, so wird diese Regel verstärkt und somit ab dem nächsten Auftreten des Umweltzustandes gewählt. Falls nicht, so wird die Regel geschwächt und das nächste Mal von den anderen, stärkeren dominiert, so dass diese falsche Regel nicht wieder ausgewählt wird. Daher dauert es maximal acht Perioden, bis die jeweils richtige Regel identifiziert wird, zu erkennen an den nur in den ersten Perioden vorkommenden negativen Payoffs, dargestellt durch die kleinen Rauten.⁶²⁰ Zur Veranschaulichung zei-

⁶²⁰ Durch die Belegung aller Regeln mit der Standardausgangsstärke ist das LCS indifferent in der Anwendung der Regeln. Hier liegt eine Abweichung vom entscheidungstheoretischen Modell vor, da dort (Fortsetzung auf der nächsten Seite)

gen Abbildung 4-7 und Abbildung 4-8 exemplarisch einen Auszug aus dem LCS des Experiments zu Beginn und am Ende. Die Stärke der Regeln am Ende zeigt, dass erst alle sieben „falschen“ Prognosen ausprobiert wurden, bevor mit Produkt „4“ die richtige Prognose identifiziert wurde.⁶²¹

(17)	Rule Condition StandardSituation: 0,0,0,1	0,0,0,0,0	Rule Action StandardSituation: 0,1,0,0,0,0,0,0,0;	(Strength: 10.0)
(18)	Rule Condition StandardSituation: 0,0,0,1	0,0,0,0,0,0	Rule Action StandardSituation: 0,0,1,0,0,0,0,0,0;	(Strength: 10.0)
(19)	Rule Condition StandardSituation: 0,0,0,1	0,0,0,0,0,0	Rule Action StandardSituation: 0,0,0,1,0,0,0,0,0;	(Strength: 10.0)
(20)	Rule Condition StandardSituation: 0,0,0,1	0,0,0,0,0,0	Rule Action StandardSituation: 0,0,0,0,1,0,0,0,0;	(Strength: 10.0)
(21)	Rule Condition StandardSituation: 0,0,0,1	0,0,0,0,0,0	Rule Action StandardSituation: 0,0,0,0,0,1,0,0,0;	(Strength: 10.0)
(22)	Rule Condition StandardSituation: 0,0,0,1	0,0,0,0,0,0	Rule Action StandardSituation: 0,0,0,0,0,0,1,0,0;	(Strength: 10.0)
(23)	Rule Condition StandardSituation: 0,0,0,1	0,0,0,0,0,0	Rule Action StandardSituation: 0,0,0,0,0,0,0,1,0;	(Strength: 10.0)
(24)	Rule Condition StandardSituation: 0,0,0,1	0,0,0,0,0,0	Rule Action StandardSituation: 0,0,0,0,0,0,0,0,1;	(Strength: 10.0)
(25)	Rule Condition StandardSituation: 0,0,0,0	1,0,0,0,0	Rule Action StandardSituation: 0,0,0,0,0,0,0,0,0;	(Strength: 10.0)
(26)	Rule Condition StandardSituation: 0,0,0,0	1,0,0,0,0	Rule Action StandardSituation: 0,0,0,0,0,0,0,0,0;	(Strength: 10.0)

Abbildung 4-7: Auszug aus dem LCS zu Beginn von EH1-2

(17)	Rule Condition StandardSituation: 0,0,0,1	0,0,0,0,0,0	Rule Action StandardSituation: 0,1,0,0,0,0,0,0,0;	(Strength: 5.75)
(18)	Rule Condition StandardSituation: 0,0,0,1	0,0,0,0,0,0	Rule Action StandardSituation: 0,0,1,0,0,0,0,0,0;	(Strength: 6.75)
(19)	Rule Condition StandardSituation: 0,0,0,1	0,0,0,0,0,0	Rule Action StandardSituation: 0,0,0,1,0,0,0,0,0;	(Strength: 7.75)
(20)	Rule Condition StandardSituation: 0,0,0,1	0,0,0,0,0,0	Rule Action StandardSituation: 0,0,0,0,1,0,0,0,0;	(Strength: 39.99999999999997)
(21)	Rule Condition StandardSituation: 0,0,0,1	0,0,0,0,0,0	Rule Action StandardSituation: 0,0,0,0,0,1,0,0,0;	(Strength: 7.75)
(22)	Rule Condition StandardSituation: 0,0,0,1	0,0,0,0,0,0	Rule Action StandardSituation: 0,0,0,0,0,0,1,0,0;	(Strength: 6.75)
(23)	Rule Condition StandardSituation: 0,0,0,1	0,0,0,0,0,0	Rule Action StandardSituation: 0,0,0,0,0,0,0,1,0;	(Strength: 5.75)
(24)	Rule Condition StandardSituation: 0,0,0,1	0,0,0,0,0,0	Rule Action StandardSituation: 0,0,0,0,0,0,0,0,1;	(Strength: 4.75)

Abbildung 4-8: Auszug aus dem LCS zum Ende von EH1-2

Diese Übereinstimmung mit dem variierten entscheidungstheoretischen Modell zeigt, dass auch hier eine Übersetzung in LCS-Notation möglich ist. Jedoch ist zu berücksichtigen, dass der zu Grunde liegende Mechanismus unterschiedlich ist. Im variierten entscheidungstheoretischen Modell wird eine zukunftsgerichtete Perspektive eingenommen („forward looking“). Auf der Basis der empirischen Übergangswahrscheinlichkeiten wird ermittelt, welcher Umweltzustand auf den gerade beobachteten mit welcher Wahrscheinlichkeit folgt. In der LCS-Notation wird dies in eine vergangenheitsorientierte Vorgehensweise übersetzt. Es wird beobachtet („gelernt“), welche Regel in der Vergangenheit am erfolgreichsten war („backward looking“). Diese Vorgehensweise ist im Kontext des hier betrachteten Problems noch äquivalent, jedoch grundsätzlich deutlich generischer als das spezifische Prognosemodell des entscheidungstheoretischen

nur die Übergangswahrscheinlichkeit zu Beginn identisch ist, durch die mittlere Produkte bevorzugende Payofffunktion würden die Erwartungswerte der einzelnen Optionen dennoch nicht gleich sein. Dies wäre grundsätzlich ebenfalls abbildbar, indem die Anfangsstärken proportional zu den Erwartungswerten des entscheidungstheoretischen Modells vorbelegt würden. Aus Gründen der Nachvollziehbarkeit der technischen Grundlagen wurde eine einheitliche Ausgangsstärke über alle Classifier gewählt.

⁶²¹ Technisch bedingt findet sich beim Bedingungs- und beim Aktionsteil eine führende „0“, die keine Bedeutung für das repräsentierte Produkt hat. Die Stärken der Regeln schwanken, weil durch die Payofffunktion mittlere Produkte begünstigt werden, indem sie durch einen kleineren Abstand einen betragsmäßig kleineren negativen Payoff erhalten. Die Stärke des „richtigen“ Classifiers zeigt, dass eine asymptotische Annäherung an die maximale Stärke erfolgt.

Modells. Somit ist hier bereits eine Veränderung der Brückenannahme bezüglich des Entscheidungsmodells festzustellen: In der entscheidungstheoretischen Formulierung wird ein Prognosemodell gewählt, das bestmöglich für die vorliegende Prognosesituation eines Markovprozesses erster Ordnung geeignet ist. Komplexere Prognosesituationen würden daher mit einem anderen Prognosemodell modelliert werden,⁶²² beispielsweise unter Verwendung der statistischen Methoden zur Zeitreihenanalyse. Im LCS-Modell ist das Prognosemodell jedoch lediglich implizit im Lernmechanismus des LCS abgebildet. Diese alternative Brückenannahme hat auf der einen Seite den Nachteil, dass die Situationsanpassung oft langsamer oder weniger exakt erfolgt. Auf der anderen Seite hat sie jedoch den (gewünschten) Vorteil, dass die Anpassung des Entscheidungsmodells explizit modelliert und nach einem gleich bleibenden, robusten, theoretisch fundierten Mechanismus erfolgt.⁶²³

Dieser Unterschied in den Brückenannahmen wird besonders deutlich, wenn abschließend zum Vergleich ein Simulationsexperiment durchgeführt wird, bei dem das LCS in der Standardeinstellung verwendet wird. Die Parameterwerte für dieses Experiment EH1-3 sind Tabelle 4-6, die grafische Aufbereitung der Daten ist Abbildung 4-9 zu entnehmen.

Das Management braucht nun deutlich länger, ist jedoch schließlich in der Lage ein Regelsystem auszubilden, das ihm (fast) durchgängig das Erreichen des maximalen Payoffs ermöglicht. Damit tritt eine noch deutlichere Ablösung von der entscheidungstheoretischen Formulierung und damit vom HO-Modell auf, indem die Brückenannahme der bestmöglichen Anpassung des Entscheidungsmodells vollständig aufgegeben wird. Hollands Theorie regelbasierter, adaptiver Agenten sieht stattdessen den theoretisch fundierten Lernmechanismus auf der Basis eines genetischen Algorithmus (GA) vor.⁶²⁴ So kann der Akteur auch mit einer Regelmenge, die auf 20 Regeln beschränkt ist (und daher nicht mehr alle möglichen Kombinationen beinhalten kann), zu einem erfolgreichen Entscheidungsmodell gelangen. Dies geschieht, indem schlechte Regeln

⁶²² Radner (2000: 648-653) zeigt, dass ein Entscheidungsträger hinreichend offen für unterschiedliche zu Grunde liegende Prozesse sein muss, damit das „Bayesian learning“ funktionieren kann. Diese Offenheit erzeugt jedoch große Komplexität, so dass einer Berücksichtigung im Vorhinein enge Grenzen gesetzt sind. Vgl. Radner (2000: 652-653).

⁶²³ Vgl. zum Unterschied zwischen „forward looking“ und „backward looking“ auch Holland (1996: 282) und Vanberg (2004: 13). Es sind auch Zwischenstufen denkbar, beispielsweise indem die Regelstärke nicht allein vom Erfolgsfeedback der Vergangenheit, sondern auch von Erwartungen beeinflusst wird.

⁶²⁴ Siehe die Ausführungen dazu in Unterkapitel 3.3.

durch neue Regeln ersetzt werden, die durch eine zufällige Variation starker Regeln gebildet wurden. Bestandteil einer solchen Modellierung ist auch, dass nicht mehr automatisch die stärkste Regel ausgewählt wird, sondern stattdessen eine Zufallsauswahl mit Wahrscheinlichkeiten proportional zur Regelstärke (als Anteil an der Gesamtstärke) vorgenommen wird. So wird verhindert, dass eine starke, jedoch nicht bestmögliche Regel zu schnell die Bewährung aller anderen, potenziell besseren Regeln verhindert, weil diese dann nicht mehr ausgewählt werden könnten.

Tabelle 4-6: Parameterwerte für Experiment EH1-3

Parameter	Wert	Bedeutung	Begründung
Umweltverhalten	„alternate“	Die Nachfrage alterniert zwischen Produkt „3“ und „4“	Standardwert
Organisationsstruktur	„mgmt_only“	Fokus auf Prognoseentscheidung, Ausblendung des Koordinationsproblems	Prognoseentscheidung eignet sich gut für die entscheidungstheoretische Formulierung
Classifizieranzahl	20	LCS umfasst 20 Classifier	Standardwert
Umfassendes Regelset	Deaktiviert	Das LCS wird mit Regeln initialisiert, deren Bedingungsteil maximal allgemein ist und deren Aktionsteil zufällig ermittelt wurde	Standardwert
Anfangsstärke der Classifier	10	Entscheidungsmodell ist ex ante bereits an die Situation angepasst	Standardwert
Classifizierauswahl per Roulettewheel	Aktiviert	Es wird immer der Classifier mit dem höchsten Gebot ausgewählt	Standardwert
Exploration durch GA	Aktiviert	Die Regeln im LCS bleiben unverändert	Standardwert

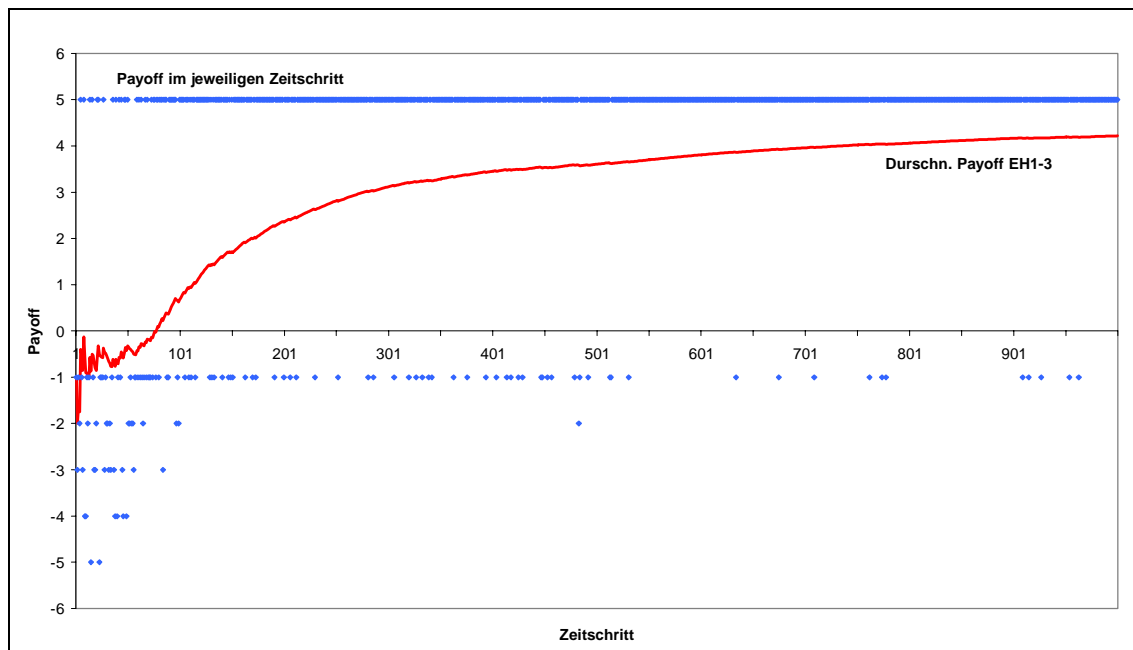


Abbildung 4-9: Daten des Experiments EH1-3

Es wurde aufgezeigt, dass Hollands Theorie regelbasierter, adaptiver Agenten, mit dem LCS-Konzept im Kern, geeignet ist, die Brückenannahme des HO-Modells hinsichtlich der Anpassung des Entscheidungsmodells zu erfassen und so das Verhalten eines typischen entscheidungstheoretischen Modells zu reproduzieren. Hypothese 1 (Instrumentelle Informationsnutzung zur Entscheidungsfundierung) kann damit als bestätigt gelten.⁶²⁵ Dies kann auch als Indikator für die Validität des Simulationsmodells gewertet werden, weil damit die theoretischen Charakteristika der Entscheidungsfundierung erfolgreich reproduziert werden konnten. Darüber hinaus wurde bereits angedeutet, dass eine kleinschrittige Kaskadierung der Modelle möglich ist, indem der Unterschied zwischen dem HO-Modell mit bestmöglich angepasstem Entscheidungsmodell und dem LCS-Modell mit Lernmechanismus zur Anpassung des Entscheidungsmodells durch Variation der Brückenannahmen schrittweise erhöht wird. Der Endpunkt bestand in einem sehr generischen Lernmodell, das modelliert, wie ein Akteur zu einem angepassten Entscheidungsmodell gelangen kann, indem er aus Erfahrung lernt und neue Verhaltensweisen mit einem genetischen Algorithmus (GA) exploriert. Neben der Modellierung der instrumentellen Informationsnutzung zur Entscheidungsfundierung

⁶²⁵ Es ist einschränkend hinzuzufügen, dass die Anpassung im Vergleich zu EH1-1 und EH1-2 deutlich langsamer erfolgt. Inwieweit dieser quantitative Aspekt das qualitative Ergebnis der Annäherung an das Optimum entgegen steht, muss gegebenenfalls im Kontext eines Modells geprüft werden, in dem die zeitliche Dimension stärker erfolgsrelevant ist, beispielsweise in Form des Überlebens im Markt.

gilt es nun, im nächsten Schritt die Verhaltenssteuerung im Modell experimentell zu erfassen.

Experimente zu den Hypothesen 2a-c

Ausgangspunkt für die Experimente zu den Hypothesen 2a-c ist die Integration eines Interessenkonflikts in das Modell. Das grundsätzliche Vorgehen dazu wurde bereits erläutert, indes fehlt noch eine Erläuterung der konkreten Umsetzung in den Experimenten. Der Nutzen der Shops wurde auf die durch die Payofffunktion vorgegebenen Einheiten eingestellt, so dass keine zusätzliche Komplexität durch eine Umrechnung entsteht. Die Nutzenfunktion der Shops verläuft linear, so dass komplexitätsreduzierend von Risikoerwägungen abstrahiert wird.⁶²⁶ Der Nutzen wird durch das Arbeitsleid und den Lohn determiniert. Zur Modellierung eines Interessenkonflikts orientiert sich das Arbeitsleid an der „Operation“, die über das hergestellte Produkt bestimmt: die Operation vom Typ „A“. Jeder Shop kann 0-4 „A“ in seiner Prozessentscheidung haben. Für jedes „A“ wird nun ein Arbeitsleid in Höhe von 0,25 Einheiten angenommen. Die Höhe wurde so gewählt, dass im Verhältnis zum maximal erzielbaren Payoff von fünf Einheiten auch bei Herstellung von Produkt 8 (erzeugt ein Gesamtarbeitsleid von zwei Einheiten) hinreichend Spielraum bleibt, um das Arbeitsleid durch einen Lohn zu kompensieren, der allen Beteiligten einen substantiellen positiven Nettoerfolg ermöglicht (eine Einheit pro Akteur). Der Lohn der Shops besteht aus einer fixen und einer variablen Komponente. Im Ausgangsfall wird auf eine variable Komponente verzichtet, weil die relevante Größe, der Arbeitseinsatz der Shops, aufgrund der Annahme asymmetrischer Information keinen Vertragsbestandteil darstellen kann.⁶²⁷ Stattdessen wurde ein Fixlohn von 1,25 angenommen, um den Shops auch bei Herstellung von Produkt „8“ einen

⁶²⁶ Die Risikokomponente dient insbesondere der Unterscheidung von Prinzipal (risikoneutral) und Agent (risikoavers), so dass modellendogen erklärt werden kann, warum der Agent ein Vertragsverhältnis mit dem Prinzipal eingeht und nicht auf eigene Rechnung agiert. Jedoch führt die Risikoaversion des Agenten zu einer zusätzlichen Komplikation, weil der Agent nicht nur für sein Arbeitsleid, sondern auch für das im Falle eines unsicherheitsbehafteten Ergebnisgröße als Grundlage des Anreizvertrages übernommene Risiko entschädigt werden muss. Vgl. Jost (2001a: 21-22). Die Risikokomponente erscheint im vorliegenden Modell verzichtbar, weil die wesentlichen Merkmale der Verhaltenssteuerung auch ohne sie darzustellen sind und damit Komplexität reduziert werden kann. Dazu wird hier angenommen, dass der Agent dem Prinzipal das Geschäft aufgrund finanzieller Restriktionen und vorhandener Eigentumsrechte nicht vollständig abkaufen kann. Vgl. Jost (2001a: 22); Demougin/Jost (2001: 54). Auch Riegler (2000: 70-71) blendet in seiner Arbeit zur Verhaltenssteuerung die Risikokomponente aus. Für eine grundsätzlichere Auseinandersetzung mit der Verzichtbarkeit des Risikoaspekts in PA-Modellen vgl. Meyer (2004a: 113-114).

⁶²⁷ Modellstruktur analog zum PA-Modell, vgl. Jost (2001a: 13-23) und Demougin/Jost (2001: 46-55).

positiven Netto-Nutzen (von je 0,25 Einheiten) zu erlauben und damit die Teilnahmebedingung der Shops zu erfüllen.⁶²⁸

Das Management erhält den Markterfolg abzüglich des gezahlten Lohns als residuellen Ertrag. Zur Fokussierung auf das Anreizproblem wird in den folgenden Experimenten von der Prognoseentscheidung abstrahiert, so dass unabhängig von den erzielten Erträgen immer eine richtige Prognose angenommen wird. Darüber hinaus wird Umweltdynamik als Kontingenzfaktor ausgeblendet, d. h., die Nachfrage bleibt konstant auf Produkt „3“. Schließlich erfordert der veränderte maximale Payoff die Anpassung der Anfangsstärke der Classifier. Statt vorher fünf Einheiten im Modell von Marengo (1992) können die Shops nun maximal 1,25 Einheiten als Payoff erreichen. Damit sinkt die für einen Classifier maximal erreichbare Stärke von 40 auf 5. Die Anfangsstärke der Classifier wird so angepasst, dass eine „mittlere“ Stärke im Ausgangszustand gewährleistet ist. Im Standardfall, orientiert am Simulationsmodell von Marengo (1992) bzw. der Replikation in Lorscheid (2005), beträgt die Anfangsstärke 25 % der maximalen Stärke. Deshalb wird ein Wert von 1,5 angenommen.⁶²⁹ Da durch die geringere maximale Stärke auch die Bandbreite zur Ausdifferenzierung der Classifier abnimmt, wird der Faktor für die Stärke der Nachkommen von 75 % auf 50 % reduziert, um den Effekt aufrechtzuerhalten, dass Nachkommen erst nach erfolgreicher Bewährung eine Bedrohung für ihre Eltern darstellen. Damit ist das Anreizproblem vollständig definiert, so dass das Experiment Hypothese 2a (Agencyproblem) untersucht werden kann. Eine Übersicht der Parameterwerte für das Experiment EH2a findet sich in Tabelle 4-7 und die grafische Aufbereitung der Daten ist Abbildung 4-10 zu entnehmen.

⁶²⁸ Modellstruktur analog zum PA-Modell, vgl. Jost (2001a: 19, 22); Demougin/Jost (2001: 46-55). Hier wurde zur Vereinfachung die „Outside-Option“ des Agenten und damit dessen Reservationsnutzen auf den Nutzenwert 0 normiert.

⁶²⁹ Die maximale Stärke reduziert sich aufgrund eines geringeren maximalen Payoffs bedingt durch die notwendige Aufteilung des Markterfolgs unter den Akteuren und das Arbeitsleid. Letzteres verursacht eine Veränderung des maximalen Payoffs in Abhängigkeit vom Produkt, so dass der Wert von 1,5 nicht immer exakt 25 % der maximalen Stärke beträgt.

Tabelle 4-7: Parameterwerte für Experiment EH2a

Parameter	Wert	Bedeutung	Begründung
Umweltverhalten	„stable“	Es wird zu jeder Zeit Produkt „3“ nachgefragt	Ausblendung der Umweltdynamik zur Fokussierung auf das Agencyproblem, wie Marengo (1992: 322)
Organisationsstruktur	„shops_only“	Fokus auf Prozessentscheidung, Ausblendung des Prognoseproblems	Aus der Perspektive des Agencyproblems steht das Verhalten der Agenten im Vordergrund
Interessenkonflikt	Aktiviert	Die Shops haben eine eigene Nutzenfunktion	Entsprechend dem PA-theoretischen Grundmodell
Arbeitsleid Shops	0,25	Pro „A“ in seiner Prozessentscheidung entsteht dem Shop ein negativer Nutzen von 0,25 Einheiten	Abgestimmt auf den maximal erreichbaren Payoff, so dass auch bei Produkt 8 noch ein positiver Nettoerfolg erzielt werden kann
Fixlohn Shops	1,25	Fixlohn in Höhe von 1,25 (Nutzen-)Einheiten pro Shop pro Periode	Auch bei maximal „anstrengendem“ Prozess „AAAA“ entsteht ein positiver Gesamtnutzen („Teilnahmebedingung“)
Erfolgsbeteiligung Shops	0 %	Es gibt keinen variablen Lohnanteil	Die Anstrengung der Shops kann mangels Beobachtbarkeit nicht Vertragsbestandteil sein
Anfangsstärke der Classifier	1,5	Classifier haben eine Anfangsstärke von 1,5	Abstimmung auf die Verringerung der maximalen Stärke
Stärke des Nachkommen	50 %	Ein neuer Classifier erhält 50 % der Stärke seines Elters	Vermeidung einer Verzerrung durch die geringere maximale Stärke

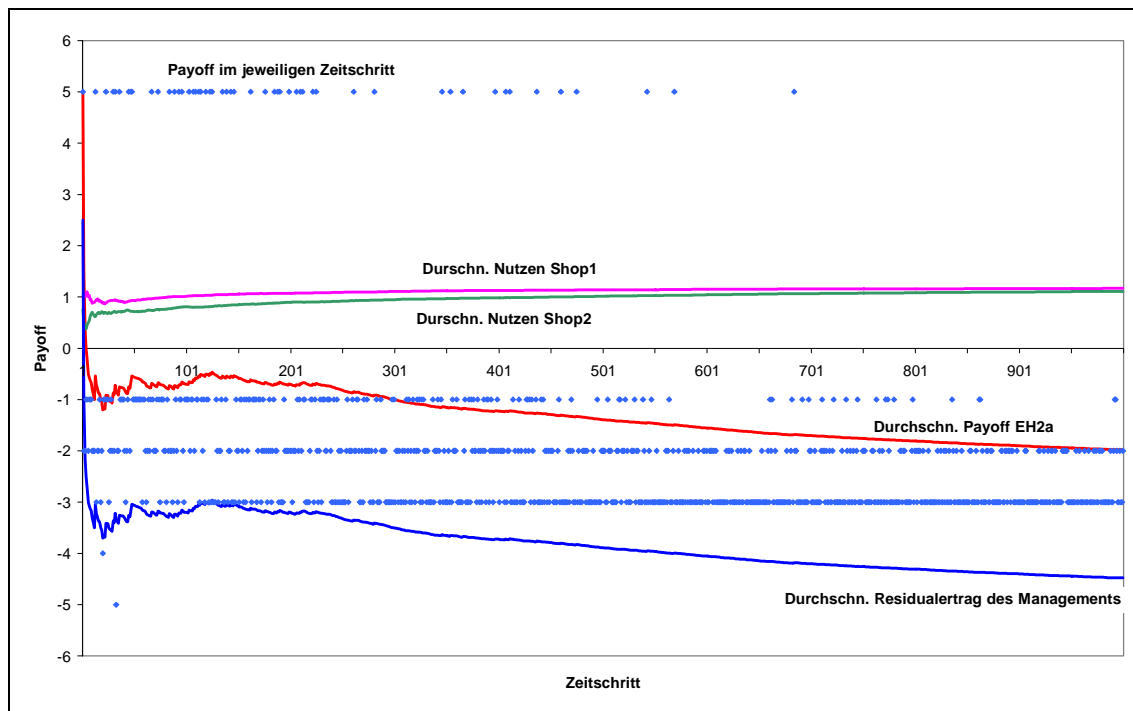


Abbildung 4-10: Ergebnis von Experiment EH2a

Es ist zu beobachten, dass insgesamt ein sehr schlechtes Ergebnis erzielt wird. Der durchschnittlich erzielte Payoff erreicht zum Ende -2 Einheiten. Der Ertrag des Managements liegt noch darunter, weil neben dem negativen Markterfolg auch noch der Lohn von 2 mal 1,25 Einheiten an die Shops zu zahlen ist. Die Shops hingegen erzielen einen positiven Nutzen, der schnell gegen 1,25 konvergiert. Den im Diagramm eingetragenen Rauten für den Grenzerfolg ist zu entnehmen, dass am Anfang noch sporadische Erfolge erzielt werden, später jedoch gar nicht mehr. Stattdessen konzentriert sich der Markterfolg mehr und mehr auf den Betrag von -3 Einheiten. Dieser Befund ist als Bestätigung von Hypothese 2a (Agencyproblem) zu interpretieren, weil die Shops einen Anreiz haben, ihr Arbeitsleid zu minimieren, was gleichzeitig der Maximierung ihres Nutzens entspricht. Dies ist erreicht bei einer Prozessentscheidung von „BBBB“, die dann zur Produktion von Produkt „0“ führt und angesichts einer Nachfrage nach Produkt „3“ einen Payoff von -3 zur Folge hat.

Bei Vorliegen eines Agencyproblems schlagen PA-theoretische Ansätze die Herstellung von Anreizkompatibilität durch eine erfolgsabhängige Vertragsgestaltung vor. Zwar ist der Arbeitseinsatz des Agenten aufgrund der asymmetrischen Information („hidden action“) nicht kontrahierbar, jedoch kann der für den Prinzipal sichtbare Erfolg als Ersatz dienen. Wird dem Agenten ein Anteil am Erfolg zugestanden, so kann dadurch das mit dem erforderlichen Arbeitseinsatz verbundene Arbeitsleid kompensiert

werden und es ist zu erwarten, dass sich der Agent im Interesse des Prinzipals verhält. Üblicherweise wird durch einen stochastischen Einfluss auf das Ergebnis ausgeschlossen, dass der Prinzipal vom Ergebnis eindeutig auf den Arbeitseinsatz rückschließen kann.

Im vorliegenden Modell wird kein stochastischer Einfluss modelliert, jedoch kann das Management dennoch nicht auf den Arbeitseinsatz der Shops rückschließen, weil nicht genau zuordenbar ist, welcher Shop welchen Arbeitseinsatz geleistet hat.⁶³⁰ Das Management kann den beobachtbaren Markterfolg als Grundlage für einen Anreizvertrag nehmen und den Agenten einen Anteil daran übertragen. Dieser wurde so bemessen, dass auch bei Produkt „8“, also maximalem Arbeitsleid, für die Shops ein positiver Nutzen zu erreichen ist (Teilnahmebedingung, s. o.). Dies ist bei einem Anteil von 50 % für beide bzw. 25 % für jeden einzelnen Shop erreicht.⁶³¹ Der Fixlohn wird dafür gestrichen.⁶³² Damit kann Hypothese 2b (Anreizvertrag) in Experiment EH2b untersucht werden, die Parameterwerte dafür finden sich in Tabelle 4-8 und die grafische Aufbereitung der Daten ist in Abbildung 4-11 zu sehen.

Tabelle 4-8: Parameterwerte für Experiment EH2b

Parameter	Wert	Bedeutung	Begründung
Fixlohn Shops	0	Kein Fixlohn	Fixlohn hat keinen Anzeizeffekt
Erfolgsbeteiligung Shops	50 %	Die Shops erhalten einen Anteil von 50 % vom Markterfolg (also jeweils 25 %)	Damit wird auch bei Produkt „8“ noch ein positiver Nett Nutzen erreicht („Teilnahmebedingung“)
Sonst wie EH2a			

⁶³⁰ Streng genommen könnte das Management bei der Herstellung des Produkts „0“ sicher schließen, dass keiner der Shops seinen Arbeitseinsatz geleistet hat. Doch schon bei Herstellung des Produkts „2“ (bei einem Produktionsauftrag für Produkt „4“) könnte jeder Shop behaupten, seine Prozessentscheidung hätte die notwendigen 2 „A“ beinhaltet, nur der andere Shop wäre „faul“ gewesen. Das Management hat dann keine Möglichkeit zu einer Klärung.

⁶³¹ Streng genommen entspricht die Erfolgsbeteiligung einer Veräußerung von Anteilen am Unternehmen, weil die Shops damit im Falle eines negativen Markterfolgs auch einen Teil des Verlusts übernehmen. Da sie annahmegemäß risikoneutral sind und die Anreizwirkung damit verstärkt wird, wurden auch negative Beträge zugelassen.

⁶³² Dies stellt eine Vereinfachung hinsichtlich des PA-Modells bei Risikoneutralität dar. Allgemein würde der Agent sogar einen negativen Fixlohn akzeptieren, der ihn bei bestmöglichem Ergebnis gerade für sein Arbeitsleid entschädigt und ihm seinen Reservationsnutzen zubilligt. Da hier ein Reservationsnutzen von null angenommen wird, der auch bei höchstem Arbeitsleid erreicht werden muss, ergibt sich daraus ein Fixlohn von null. Vgl. Demougin/Jost (2001: 54).

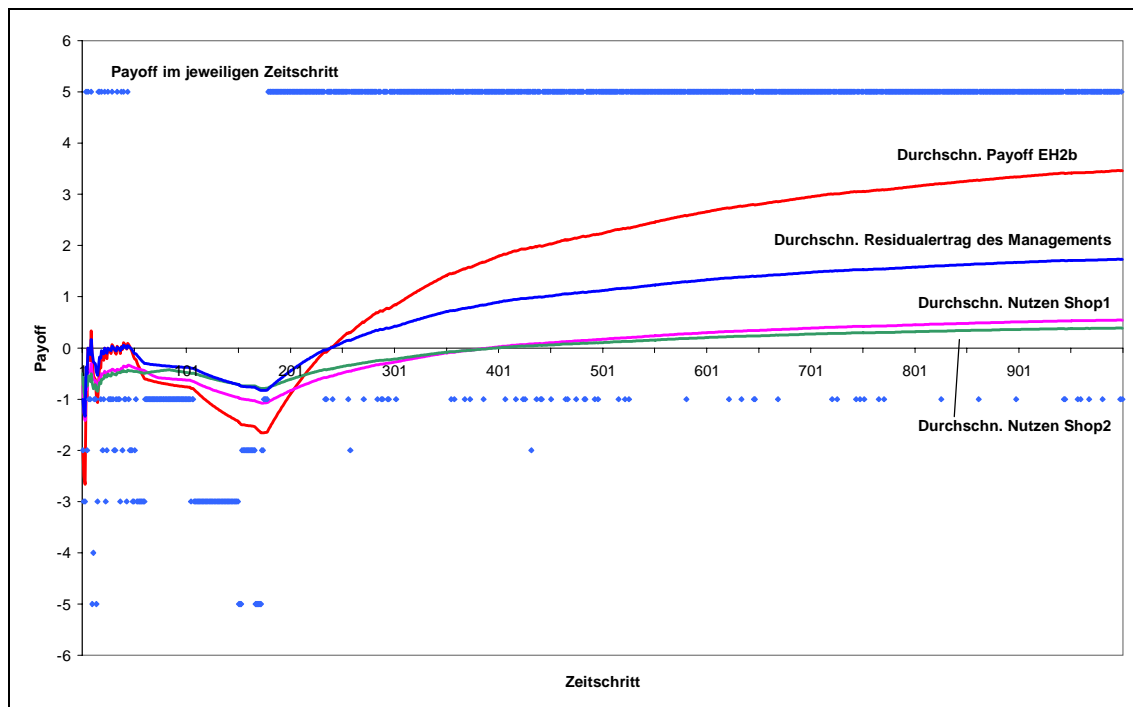


Abbildung 4-11: Ergebnis von Experiment EH2b

Das Diagramm zeigt ein fundamental anderes Modellverhalten als in EH2a. Nach einer kurzen Lernphase haben die Shops eine Koordination erreicht und erzielen bis auf wenige Ausnahmen den maximalen Payoff. Dies ist als Bestätigung für Hypothese 2b (Anreizvertrag) zu beurteilen, weil die Vorhersage der PA-Theorie in Bezug auf die Wirksamkeit eines Anreizvertrages reproduziert werden konnte.

Sowohl das Management als auch die Shops erzielen insgesamt einen positiven durchschnittlichen Payoff, so dass der Anreizvertrag als stabil zu bewerten ist. Betrachtet man nun jedoch die Situation aus der Perspektive des Managements, so ist festzustellen, dass hohe Agency-Kosten⁶³³ entstehen: 50 % des Erfolgs muss an die Shops abgegeben werden, damit der Anreizvertrag ihre Teilnahmebedingung erfüllt, dass nicht trotz guter Leistung negativer Nutzen entsteht, insbesondere bei Produkt „8“. Wie ausgeführt wurde, bietet eine Verhaltenssteuerung durch Controllinginformationen in solchen Situationen die Möglichkeit zu einer verbesserten Gestaltung des Anreizvertrages, indem das zu Grunde liegende Erfolgsmaß verändert wird.

⁶³³ S. Fn 600.

Die Interpretation des Markterfolgs als Controllinginformation liegt nahe, da die Versorgung des Managements mit „erfolgszielbezogenen Informationen“ einen Kernbestandteil der Controllingaufgabe ausmacht und als proaktive Rationalitätssicherungsfunktion angesehen werden kann.⁶³⁴ Ebenso wie in einer Kostenrechnung Freiheitsgrade hinsichtlich der Abgrenzung und Zuordnung von Erlösen bestehen, die zu einer Verhaltenssteuerung eingesetzt werden können,⁶³⁵ so kann im Modell eine organisationsinterne Repräsentation des Markterfolgs geschaffen werden („internes Erfolgsmaß“), die als Basis des Anreizvertrages dient. Zur Reduzierung der Agencykosten für das Management kann folgender Zusammenhang genutzt werden: Der maximal erreichbare Markterfolg ist für alle Produkte konstant, wohingegen das Arbeitsleid der Shops über die Produkte ansteigt. Wenn die Teilnahmebedingung der Shops, dass auch bei Produkt „8“ noch ein positiver Nutzen erzielt wird, erfüllt werden soll, dann heißt das im Umkehrschluss, dass bei der Produktion von „einfacheren“ Produkten für die Shops ein höherer Nettonutzen entsteht. Dies ist eine Unzulänglichkeit des Markterfolgs als Grundlage des Anreizvertrages, weil damit kein zusätzlicher Anreizeffekt verbunden ist. Gelingt es dem Management aber, das interne Erfolgsmaß bei den einfacheren Produkten zu drücken, so könnte dieser Effekt ausgeglichen werden und der Anteil der Shops ohne Verlust des Anreizeffekts reduziert werden.

Diese Verhaltenssteuerung durch Controllinginformationen kann im Modell umgesetzt werden, indem das Management den Anreizvertrag auf ein internes Erfolgsmaß umstellt, das die Operationen „B“ berücksichtigt.⁶³⁶ Es wird angenommen, dass pro „B“, das zur Herstellung eines Produktes notwendig ist, das interne Erfolgsmaß ausgehend vom Markterfolg um 0,25 Einheiten reduziert wird. So wird erreicht, dass der Nettonutzen für die Shops über alle Produkte konstant bleibt. Damit sind nun die experimentellen Voraussetzungen geschaffen, um Hypothese 2c (Instrumentelle Informationsnutzung zur Verhaltenssteuerung) zu überprüfen. Parameterwerte und grafische Aufbereitung der Daten sind Tabelle 4-9 bzw. Abbildung 4-12 zu entnehmen.

⁶³⁴ Vgl. u. a. Weber/Schäffer (1999: 740).

⁶³⁵ Vgl. erneut Wagenhofer (1997: 59-61) für ein Beispiel der Verzerrung der Allokation von Gemeinkosten zur Verhaltenssteuerung durch Controllinginformationen.

⁶³⁶ Beispielsweise durch das Argument, dass der Entlastung der Shops durch einen geringeren Anteil der Operation „A“ mehr Maschinenbelastung bei der Durchführung der Operation „B“ entgegensteht.

Tabelle 4-9: Parameterwerte für Experiment EH2c

Parameter	Wert	Bedeutung	Begründung
Fixlohn Shops	0	Kein Fixlohn	Fixlohn hat keinen Anreiz-effekt
Anpassung inter- nes Erfolgsmaß	0,25	Pro notwendigem „B“ für das hergestellte Produkt wird der Markterfolg um 0,25 reduziert	Ausgleich des größeren Netto-Nutzens bei Produk- ten mit wenigen „A“
Erfolgsbeteiligung Shops	50 %	Die Shops erhalten einen Anteil von 50 % vom Markterfolg (also jeweils 25 %), wie er intern kommuniziert wird	Damit wird auch bei Produkt „8“ noch ein positiver Netto- Nutzen erreicht („Teilnah- mebedingung“)

Sonst wie EH2a

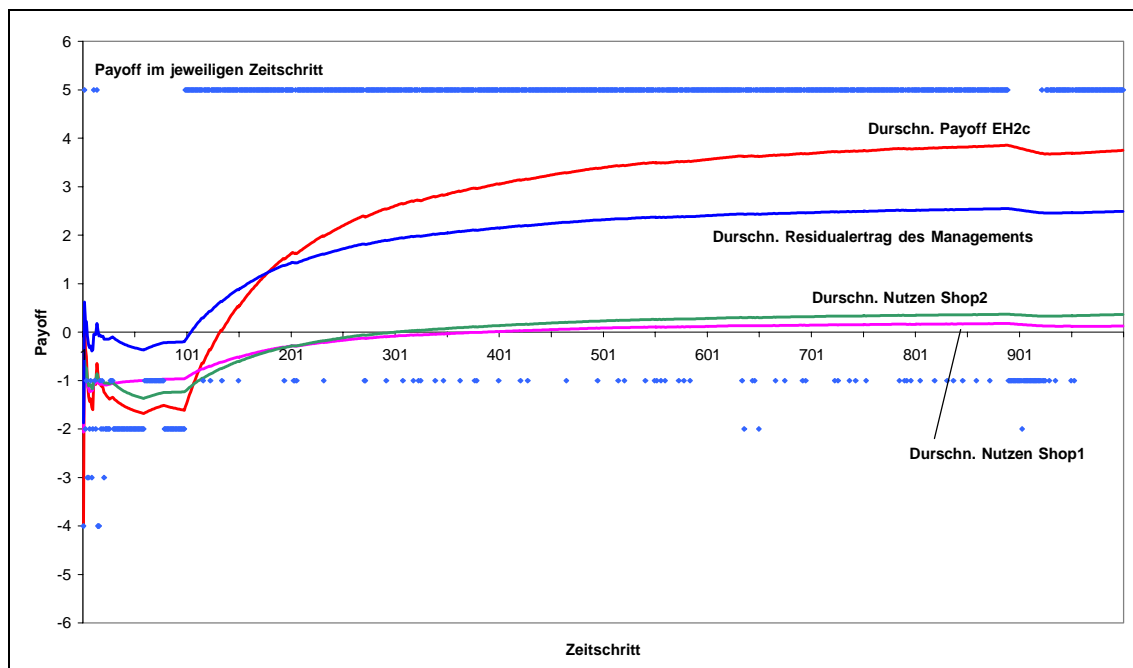


Abbildung 4-12: Ergebnis von Experiment EH2c

Dem Ergebnisdiagramm von EH2c ist zu entnehmen, dass eine große Ähnlichkeit zu EH2b besteht. Betrachtet man es jedoch den residualen Ertrag des Managements genauer, so fällt auf, dass dieser substantiell angestiegen ist: von am Ende von EH2b ca. 1,8 im Vergleich zu ca. 2,5 am Ende von EH2c, was sich dadurch erklären lässt, dass das interne Erfolgsmaß für die erfolgreiche Herstellung von Produkt „3“ nicht mehr 5

Einheiten, sondern nur noch 4,25 Einheiten beträgt. Das Management muss daher nur 2,125 Einheiten statt vorher 2,5 Einheiten als Erfolgsbeteiligung an die Shops ausschütten und erreicht dadurch theoretisch eine Zunahme seiner residualen Erträge von durchschnittlich 0,375 (wenn immer das richtige Produkt hergestellt wird). Der Unterschied zwischen den residualen Erträgen in EH2b und EH2c ist größer, weil in EH2b zu Beginn mehr Fehlentscheidungen getroffen wurden, die den durchschnittlichen Ertrag insgesamt gesenkt haben – zu erkennen am Niveau des durchschnittlichen Markterfolgs am Ende der beiden Experimente. Damit kann das Modell die theoretische Logik der Verhaltenssteuerung durch Controllinginformationen reproduzieren und Hypothese 2c (Instrumentelle Informationsnutzung zur Verhaltenssteuerung) kann als bestätigt gelten.

Insgesamt haben die Experimente EH2a, EH2b und EH2c aufgezeigt, dass das Modell die grundsätzlichen theoretischen Postulate der PA-Modelle und damit der ökonomisch-rationalen Perspektive auf die instrumentelle Informationsnutzung zur Verhaltenssteuerung zu reproduzieren vermag. Dies wird als weiterer Indikator für die Validität des Simulationsmodells und der Tragfähigkeit des erarbeiteten erweiterten Grundmodells für die instrumentelle Nutzung von Controllinginformationen gewertet. Somit ist im Allgemeinen eine Grundlage für die tiefergehende Auseinandersetzung mit der Nutzung von Controllinginformationen in einem modelltheoretischen Kontext geschaffen und im Besonderen die Möglichkeit zur Untersuchung der Forschungshypothese.

Experimente zur Hypothese 3

Die Hypothese 3 (Spannungsverhältnis zwischen instrumenteller und konzeptioneller Informationsnutzung), in ihrer Konkretisierung bezogen auf das vorliegende Modell, setzt das Zusammenspiel aller drei thematisierten Nutzungsarten von Controllinginformationen voraus: (1) instrumentelle Nutzung zur Entscheidungsfundierung und (2) Verhaltenssteuerung sowie (3) konzeptionelle Nutzung. Die Verhaltenssteuerung wurde anhand des Koordinationsproblems der Shops herausgearbeitet, ebenso wie die konzeptionelle Nutzung am Beispiel des Sprachaspekts. Die Entscheidungsfundierung wurde hingegen anhand des Prognoseproblems thematisiert, liegt aber auch dem Verhalten der Shops zu Grunde: Informationen in Form des Produktionsauftrags und des erhaltenen Feedbacks werden zum Zwecke des nutzenmaximierenden Treffens der Prozessentscheidung verwendet. Insofern wird abermals von der Prognoseentscheidung des Managements abstrahiert, um die Experimente fokussieren zu können.

Als Umweltdynamik wird das Alternieren der Nachfrage zwischen Produkt „3“ und „4“ unterstellt, um sowohl Anschlussfähigkeit zu Marengo (1992) zu gewährleisten als auch das Koordinationsproblem dahingehend anspruchsvoll zu gestalten, dass nicht nur einmalig ein stabiles Verhaltensmuster entwickelt werden muss wie im Falle einer konstanten Nachfrage, sondern eine fortgesetzte Koordination, abhängig von der Umwelt, erzielt werden muss. Im Hinblick auf das Anreizproblem werden die Experimente in Anlehnung an Experiment EH2c durchgeführt, jedoch sind zwei Veränderungen sinnvoll: Sowohl ein kleiner Fixlohn von 0,25 Einheiten als auch eine etwas reduzierte Anpassung des internen Erfolgsmaßes dienen dazu, die Koordination robuster zu gestalten, indem bei Ungleichverteilung der „A“-Operationen ein Shop trotz guter Entscheidungen nicht sofort in den Bereich negativen Nettonutzens gerät. Die für die Untersuchung der Forschungshypothese zentrale Variable ist die Aktivierung bzw. Deaktivierung des binären Feedbacks. Im Falle einer Aktivierung (Experiment EH3-1) verzerrt das Management die Entlohnung der Shops in den ersten 200 Perioden auf eine binäre Struktur: Wurde das richtige Produkt hergestellt, so werden zehn Einheiten Lohn gezahlt, ansonsten null Einheiten.⁶³⁷ Zum Vergleich erhält jeder Shop bei Deaktivierung (Experiment EH3-2) die Entlohnung, die sich aus den Bestandteilen des Anreizvertrages ergibt. Die Parameterwerte für die Experimente finden sich in Tabelle 4-10 und Tabelle 4-11, die grafische Auswertung der Daten in direkter Gegenüberstellung in Abbildung 4-13.

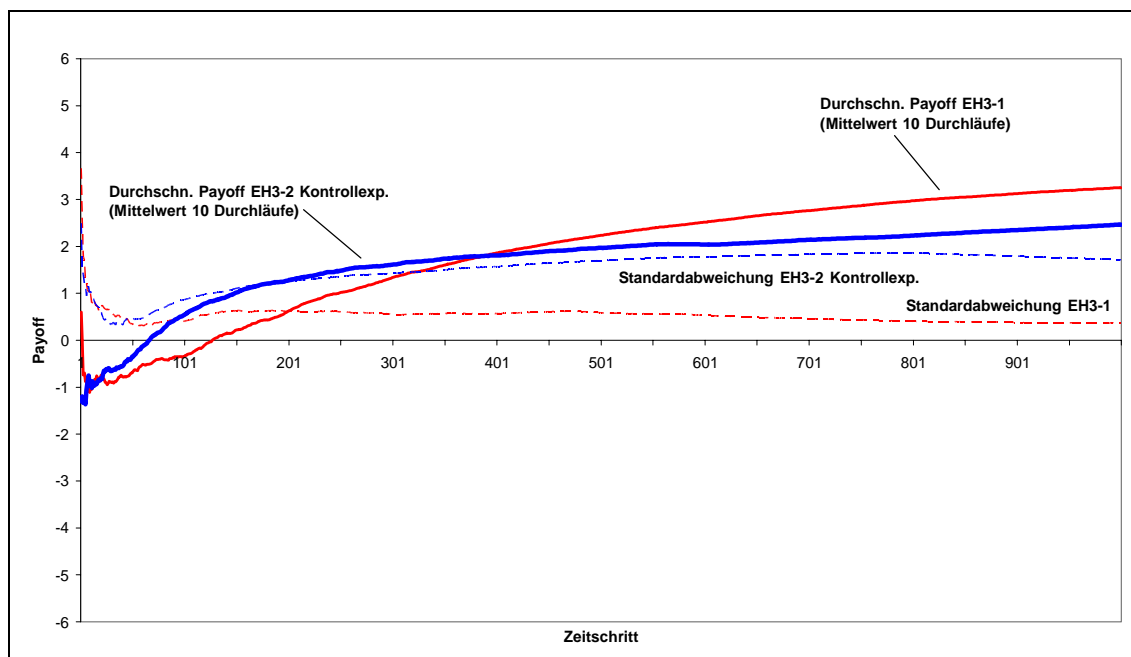
⁶³⁷ Diese Parametersetzung entspricht einem möglichst einfachen Fall, der positives Erfolgsfeedback substantiell verstärkt (10 statt 5) und negatives Feedback vereinheitlicht. Andere Werte sind denkbar und werden im Anschluss berücksichtigt.

Tabelle 4-10: Parameterwerte für Experiment EH3-1

Parameter	Wert	Bedeutung	Begründung
Umweltverhalten	„alternate“	Die Nachfrage alterniert zwischen Produkt „3“ und „4“	Koordinationsproblem wird im Vergleich zu EH2c erschwert, wie Marengo (1992: 322)
Organisationsstruktur	„shops_only“	Fokus auf Prozessentscheidung, Ausblendung des Prognoseproblems	Wie EH2c
Interessenkonflikt	Aktiviert	Die Shops haben eine eigene Nutzenfunktion	Wie EH2c
Arbeitsleid Shops	0,25	Pro „A“ in seiner Prozessentscheidung entsteht dem Shop ein negativer Nutzen von 0,25 Einheiten	Wie EH2c
Fixlohn Shops	0,25	Fixlohn von 0,25 pro Periode pro Shop	Vermeidung eines negativen Nettonutzens, falls ein Shop mehr „A“-Operationen als der andere durchführt
Anpassung internes Erfolgsmaß	0,15	Pro notwendigem „B“ für das hergestellte Produkt wird der Markterfolg um 0,15 reduziert	Lässt den Shops einen größeren Spielraum zur Erreichung eines positiven Nutzens, insbesondere für den Fall, dass ein Shop mehr „A“-Operationen als der andere durchführt
Erfolgsbeteiligung Shops	50 %	Die Shops erhalten 50 %	Wie EH2c
Binäres Feedback	Aktiviert	Aktiviert: Entlohnung der Shops wird vom Management in den ersten 200 Perioden auf 10 bei Erfolg und 0 bei Misserfolg verzerrt	Manifestation der Forschungshypothese: Kann eine Verzerrung des Feedbacks zur Verbesserung der konzeptionellen, aber zu Lasten der instrumentellen Informationsnutzung den Gesamterfolg steigern?
Anfangsstärke der Classifier	1,5	Classifier haben eine Anfangsstärke von 1,5	Wie EH2c
Stärke des Nachkommen	50 %	Ein neuer Classifier erhält 50 % der Stärke seines Elters	Wie EH2c

Tabelle 4-11: Parameterwerte für Experiment EH3-2

Parameter	Wert	Bedeutung	Begründung
Binäres Feedback	Deaktiviert	Unverzerrtes Feedback gemäß Anreizvertrag	Normaleinstellung zum Vergleich
Sonst wie EH3-1			

Abbildung 4-13: Ergebnisse der Experimente EH3-1 und EH3-2⁶³⁸

Die Graphen bestätigen Hypothese 3 und damit die Forschungshypothese dieser Arbeit, indem die Verzerrung der Entlohnung langfristig zu einer substantiellen Verbesserung des Koordinationserfolges führt.⁶³⁹ Ein weiterer wichtiger Effekt besteht in der deut-

⁶³⁸ Im Gegensatz zu den meisten Studien wird hier nicht ein einzelner Simulationslauf betrachtet, sondern ein Mittelwert aus zehn Durchläufen. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass ein einzelner Durchlauf eine von drei Entwicklungen nimmt: (1) Für beide Umweltzustände wird das richtige Produkt produziert, (2) für einen Umweltzustand wird das richtige Produkt produziert und für den anderen nicht und (3) für keinen der beiden Umweltzustände wird richtig produziert. Aufgrund der stochastischen Einflüsse muss jedoch bei gleicher Parameterbelegung nicht jeder Durchlauf die gleiche Entwicklung nehmen. Die zufällige Auswahl eines Durchlaufes würde daher wesentliche Informationen außer Acht lassen. Für die vorherigen Experimente war eine Durchschnittsbetrachtung noch nicht erforderlich, weil es dort lediglich um die Reproduzierbarkeit qualitativer Postulate ging.

⁶³⁹ Auf die Durchführung eines statistischen Tests auf Signifikanz der Unterschiedlichkeit der Mittelwerte musste verzichtet werden, weil aufgrund der Payoff-Funktion keine Normalverteilung der Mittelwerte angenommen werden kann. Die Verteilung der Mittelwerte der Durchläufe ist multimodal:

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

lichen Verminderung der Varianz, die als auch an sich vorteilhafte Senkung des Risikos der modellierten Unternehmung anzusehen ist.⁶⁴⁰ Diese Verminderung der Varianz kann darauf zurückgeführt werden, dass die Wahrscheinlichkeit für einen Durchlauf mit bestmöglicher Entwicklung bei Aktivierung der Feedbackverzerrung zunimmt.

Eine wesentliche Bewährungsprobe für den Erfolg einer Feedbackverzerrung als Lernhilfe ist, ob es sich für das Management auch ökonomisch lohnt. Dafür müssen die Ausfälle durch die höhere Entlohnung der Shops in der Lernphase durch einen Zuwachs aufgrund des höheren durchschnittlichen Markterfolgs überkompensiert werden. Dies ist hier der Fall: Der Nettoertrag des Managements bei EH3-1 liegt um 7 % höher also bei EH3-2 und weist zudem eine deutlich geringere Varianz auf.⁶⁴¹

Die Verbesserung des durchschnittlichen Markterfolgs bei geringerer Varianz bei verzerrtem Feedback lässt sich analytisch auf zwei Aspekte zurückführen: Zum einen wird auf ein binäres Feedback umgestellt (0 statt in Abhängigkeit von der Abweichung zwischen -1 und -8) und zum anderen wird das positive Feedback verstärkt (10 statt 5 als Ausgangspunkt des internen Erfolgsmaßes). Um beide Aspekte getrennt untersuchen zu können, wurden zusätzliche Experimente mit reiner Verstärkung des positiven Feedbacks und reiner Umstellung auf binäres Feedback durchgeführt. Die verwendeten Parameterwerte finden sich in Tabelle 4-12, die Ergebnisse in Tabelle 4-13. Es zeigt sich, dass jeder Aspekt für sich bereits eine Verbesserung hervorruft. Dabei wirkt sich der Effekt der Komplexitätsreduktion durch binäres Feedback stärker in der Verringerung der Varianz aus, wohingegen der Effekt der Verstärkung des positiven Feedbacks tendenziell eher zu einer Verbesserung des im Mittelwert erreichten Markterfolgs führt. Die Ergebnisse sprechen dafür, dass es besonders auf einen hinreichend großen Abstand zwischen positivem und negativem Feedback ankommt. Im Zusammenwirken von Komplexitätsreduktion und Verstärkung des Feedbackdifferenzials zwischen Erfolg und Misserfolg werden die mit Abstand besten Ergebnisse erreicht.

Durchläufe die gegen den maximalen Markterfolg konvergieren stehen Durchläufen gegenüber, bei denen dauerhaft nur ein oder sogar gar kein Umweltzustand richtig prognostiziert werden kann. Vgl. Bleymüller et al. (1996: 109-110)

⁶⁴⁰ Dieses Ergebnis widerspricht nicht der annahmegemäß risikoneutralen Modellierung der Agenten, weil das Risiko nicht nur für die Nutzenfunktion der Agenten relevant ist, sondern auch für das erzielte Ergebnis bei kleineren Stichproben, wenn beispielsweise ein kurzer Zeithorizont betrachtet wird.

⁶⁴¹ Residualertrag des Managements im Mittelwert: 1,17/1,09 (EH3-1/-2) bei einer Standardabweichung von 0,18/0,81.

Tabelle 4-12: Parameterwerte Detailanalyse zur Feedbackverzerrung

Parameter	Wert	Bedeutung	Begründung
Erfolgsfeedback	5	Verzicht auf Verstärkung des positiven Feedbacks	Untersuchung des Einflusses der Feedbackverstärkung im Verhältnis zur Komplexitätsreduktion
Misserfolgsfeedback	-1,7	Durchschnittliches negatives Feedback in den ersten 200 Perioden in EH3-2	
Sonst wie EH3-1/2			

Tabelle 4-13: Ergebnis Detailanalyse Feedbackverzerrung⁶⁴²

Ergebnisgröße	5/variierend (EH3-2)	5/-1,7	5/0	10/-1,7	10/variierend	10/0 (EH3-1)
Mittelwert Markterfolg	2,38	2,45	1,51	3,04	2,93	3,06
Standardabw.	1,70	1,27	1,51	1,50	1,26	0,76

Insgesamt wurde damit neben dem Spannungsverhältnis zwischen instrumenteller und konzeptioneller Nutzung von Controllinginformationen auch aufgezeigt, dass Verbesserungen erreichbar sind, wenn von rein instrumentell orientierten Gestaltungsempfehlungen abgewichen wird.

Dieses Ergebnis gilt es nun, zusammen mit den Erkenntnissen aus den anderen Experimenten, im Kontext der Problemstellung dieser Arbeit zu interpretieren und zu diskutieren. Bevor dies jedoch im Anschlusskapitel umgesetzt wird, werden noch einige Sensitivitätsanalysen durchgeführt, um die Robustheit der experimentellen Ergebnisse zu analysieren.

Sensitivitätsanalysen

Dieser letzte Schritt der Modellauswertung dient der Sicherstellung der internen Validität und Reliabilität der experimentellen Ergebnisse. Aufgrund der stochastischen Einflüsse und der Vielzahl von Parametern muss überprüft werden, ob das in den Experimenten beobachtete Modellverhalten sich auch bei Wiederholung noch einstellt und insofern nicht auf zufälligen Einflüssen beruht (Reliabilität). Ferner ist im Hinblick auf die interne Validität noch durch eine Sensitivitätsanalyse festzustellen, ob das Modell-

⁶⁴² Jeweils über zwanzig Durchläufe.

verhalten robust ist. Darunter wird hier verstanden, dass sich das Modellverhalten bei einer Veränderung der Parameterwerte nicht substantiell verändert, wenn damit (aus der Perspektive des zu Grunde liegenden betriebswirtschaftlichen Modells) keine Veränderung des Modellverhaltens impliziert würde.

Auf die Bedeutung solcher Sensitivitätsanalysen wird oft hingewiesen,⁶⁴³ jedoch wird meist zugleich konstatiert, dass sie zum gegenwärtigen Zeitpunkt kaum durchgeführt werden.⁶⁴⁴ Hier wird zunächst ein Überblick über die Art der Festlegung der Menge an Parametern des gesamten Simulationsmodells gegeben, der Aufschluss darüber gibt, welche Freiheitsgrade bezüglich ihrer Festlegung bestehen. Im zweiten Schritt wird dann das Experiment EH3 konkret auf Reliabilität und Robustheit überprüft.

Die im Modell verwendeten Parameter lassen sich hinsichtlich ihrer Festlegung in sechs Gruppen einteilen: (1) Parameter, die der Experimentsteuerung dienen, indem sie im Simulationsmodell die den Hypothesen zu Grunde liegende Ausgangssituation herstellen, (2) Parameter, deren Werte von Marengo (1992) übernommen wurden,⁶⁴⁵ (3) Parameter, deren Festlegung sich aus den technischen Zusammenhängen des Simulationsmodells, besonders des LCS, ergibt, (4) Parameter, deren Wert sich modellendogen ableiten lassen, (5) Parameter, die auch im ökonomischen Modell frei gestaltbar sind und (6) Parameter, die Kontingenzfaktoren des Modells verändern. Die Zuordnung der einzelnen Parameter zu den beschriebenen Gruppen ist Tabelle 4-14 zu entnehmen.

Parameter, die der Experimentsteuerung dienen, sind aus der Perspektive der Robustheit des Modells unkritisch, weil sie direkt im Zusammenhang zu den theoretisch abgeleiteten Hypothesen stehen. So ist beispielsweise selbstverständlich, dass zur Modellierung des PA-Problems im Rahmen von EH2a-c die theoretisch vorgegebenen Faktoren vorhanden sein müssen, wie der Interessenkonflikt oder eine Entlohnungsfunktion.

Die von Marengo übernommenen Parameter entziehen sich für diese Arbeit ebenfalls der Beeinflussung, weil ihr Wert bereits ex ante feststand. Dies erscheint im Sinne eines kumulativen Forschungsprozesses und der grundsätzlich anzunehmenden Bewährung einer prominent veröffentlichten und breit rezipierten Studie wie der von Marengo

⁶⁴³ Vgl. Taber/Timpone (1996: 77-79) und aktuell Richiardi et al. (2006: 4.23), Dawid (2006: 456)

⁶⁴⁴ „Most social and economic simulators still omit any form of sensitivity analysis.“ Richiardi et al. (2006: 4.25). Vgl. auch Dawid (2006: 456).

⁶⁴⁵ Die entsprechenden Verweise finden sich jeweils in der Begründungsspalte der Parametertabellen. Einige Parameterwerte sind der Veröffentlichung nicht direkt zu entnehmen, sondern wurden in direkter Korrespondenz mit Luigi Marengo erfragt.

(1992) angemessen. Damit darf aber natürlich keine unkritische Übernahme von bisher unentdeckten Schwächen oder unproduktiven Annahmen einhergehen. Daher wurden diese Annahmen auf ihre Tragfähigkeit geprüft und dort verändert, wo gute Gründe dies geboten. Beispiele dafür sind vor allem die in Unterkapitel 4.2 diskutierten Probleme hinsichtlich Redundanz und Übergeneralisierung. Dort, wo die Tragfähigkeit nicht in Zweifel zu ziehen war, wurden die Parameterwerte exakt übernommen. Dies gilt beispielsweise für die Anzahl simulierter Zeitschritte oder die Parameter der Stärkeveränderung der Classifier. Eine Sensitivitätsanalyse erscheint insofern nur bei den Parametern angezeigt, bei denen ein Einfluss auf die qualitativen Ergebnisse zu erwarten ist.

Die technisch bedingten Parameter ergeben sich aus der Logik des LCS als Algorithmus des maschinellen Lernens. Die erwähnten Probleme hinsichtlich Redundanz und Übergeneralisierung wurden auf der Basis des Status quo der Fachliteratur zu den technischen Grundlagen des LCS behoben. Für die Größe des LCS und die Anfangsstärke bestehen ebenfalls technische Zusammenhänge zu gegebenen Größen wie beispielsweise der maximalen Stärke eines Classifiers.

Modellendogen festgelegte Parameter ergeben sich direkt aus der Festlegung anderer Parameter. So wurde beispielsweise das Arbeitsleid der Shops so bestimmt, dass bei gegebener Payoff-Funktion die Teilnahmebedingung der Shops erfüllbar ist.

Weitere Parameter sind auch im ökonomischen Modell frei wählbar. Die Festlegung kann somit nach ihrer Funktionalität erfolgen. Dies gilt beispielsweise für die Erfolgsbeteiligung der Shops, deren Festlegung dadurch gerechtfertigt werden kann, dass der intendierte Effekt, die Angleichung der Interessen zwischen Management und Shops, erreicht werden konnte.

Tabelle 4-14: Übersicht über die Festlegung der Werte der experimentübergreifenden Parameter⁶⁴⁶

Parameter	Experiment- steuer- ung	Von Marengo übernom- men	Techn. bedingt	Modell- endogen festge- legt	Auch im ökon. Modell frei wählbar	Kontin- genz- faktoren
Experimentübergreifende Parameter						
Umweltverhalten						x
Organisationsstruktur						x
Anzahl simulierter Zeitschritte		x				
Payoff-Funktion		x				
Classifizieranzahl			x			
Anfangsstärke der Classifizier			x			
Zulassung von Redundanz			x			
Zulassung der Bevorzu- gung allgemeiner Regeln			x			
Classifizierauswahl per Roulettewheel		x				
Bid-Parameter k1		x				
Bid-Parameter k2		x				
Bid-Parameter k3		x				
Inversionswahrschein- lichkeit		x				
Verschiebungswahrschein- lichkeit		x				
Stärke des Nachkommen			x			
Spezifizierungsoperator- wahrscheinlichkeit		x				
Parameter EH1						
Umfassendes Regelset	x					
Parameter EH2						
Interessenkonflikt	x					
Arbeitsleid Shops				x		
Fixlohn Shops				x		
Erfolgsbeteiligung Shops					x	
Anpassung int. Erfolgsmaß				x		
Parameter EH3						
Binäres Feedback	x					
Erfolgsfeedback					x	
Misserfolgsfeedback					x	
Verzerrungszeitraum					x	

⁶⁴⁶ Die Betrachtung von Payoff-Funktion und Parametern für die Einstellung des binären Feedbacks (Erfolgsfeedback, Misserfolgsfeedback und Verzerrungszeitraum) geht über Tabelle 4-1, Tabelle 4-2 und Tabelle 4-3 hinaus, um alle im Simulationsmodell beeinflussbaren Parameter unabhängig von ihrer Berücksichtigung in der Argumentation zu erfassen.

Die Kontingenzfaktoren schießlich erweitern das Modell um Annahmen über den Kontext des beobachteten Entscheidungsverhaltens. Aussagen über das Modellverhalten sind insofern zunächst auf die jeweils angenommenen Kontingenzfaktoren zu beschränken. Je breiter das Spektrum an Kontingenzfaktoren ist, für die das betrachtete Modellverhalten gilt, desto allgemeiner ist die Aussage aus wissenschaftlicher Sicht. Eine Veränderung des Modellverhaltens würde hingegen nicht notwendig die Aussagekraft des Simulationsmodells in Frage stellen, sondern schränkt in erster Linie den Geltungsbereich ein. In zweiter Linie ist eine Sensitivität hinsichtlich der Kontingenzfaktoren dann kritisch zu sehen, wenn sie aus ökonomischer Perspektive ausgeschlossen werden kann.

Wie der Überblick über die Festlegung der Parameter zeigt, wurden die Freiheitsgrade für die Adjustierung des Modellverhaltens so gering wie möglich gehalten. Insofern kann sich die Sensitivitätsanalyse auf die für die qualitativen Ergebnisse wesentlichen Parameter konzentrieren. Dabei wird ausschließlich Hypothese 3 (Spannungsverhältnis zwischen instrumenteller und konzeptioneller Informationsnutzung) betrachtet, weil sich darin die Forschungshypothese manifestiert und ihr insofern eine herausragende Stellung zukommt. Zudem sind die Hypothesen 1-2 als Reproduktion bekannter Spezialfälle zu sehen. Sie stellen daher bereits an sich einen Teilaspekt der Validierung des Modells dar und erfüllen diese Aufgabe primär im Sinne eines Existenzbeweises.

Die Reliabilität wurde geprüft anhand einer Wiederholung der Experimente EH3-1 und EH3-2. Dabei konnten die wesentlichen qualitativen Ergebnisse in Form eines Anstiegs des erreichten durchschnittlichen Markterfolgs bei gleichzeitig geringerer Varianz bestätigt werden. Bei einer Wiederholung der Experimente über zwanzig Durchläufe bestand immer noch eine nicht unerhebliche Schwankung, so dass zusätzlich noch eine Betrachtung über die wesentlich größere Breite von 500 Durchläufen vorgenommen wurde. Auch dort wurden die qualitativen Ergebnisse bestätigt, wenn auch quantitativ schwächer ausgeprägt.⁶⁴⁷ Für eine Übersicht der Wiederholungen s. Tabelle 4-15. Insgesamt stellen die Ergebnisse die Reliabilität nicht in Frage.

⁶⁴⁷ Auch musste auf die Durchführung eines statistischen Tests auf Unterschiedlichkeit der Mittelwerte verzichtet werden (s. Fn 639).

Tabelle 4-15: Ergebnisse der Wiederholungen von EH3-1/2

Durchläufe	EH3-1 Mittelwert Markterfolg	EH3-2 Mittelwert Markterfolg	EH3-1 Standard- abweichung	EH3-2 Standard- abweichung
10 (wie EH3-1/-2)	2,89	2,71	0,79	1,78
20	2,81	2,64	0,86	1,28
20	3,06	2,38	0,76	1,70
500	2,78	2,70	1,04	1,38

Zur Herstellung von Vergleichbarkeit und aufgrund der beobachteten Schwankungen wurde für alle weiteren Sensitivitätsanalysen eine Anzahl von zwanzig Durchläufen gewählt.⁶⁴⁸

Die Anzahl simulierter Zeitschritte wurde direkt von Marengo (1992) übernommen. Aufgrund des angepassten Modells und des beobachteten Verlaufs einer vorübergehenden Überlegenheit des Vorgehens ohne binäres Feedback erscheint es sinnvoll zu überprüfen, ob das Modellverhalten auch über 1000 Zeitschritte hinaus stabil bleibt. Die Parameterwerte für das entsprechende Experiment sind Tabelle 4-17 und die Ergebnisse Abbildung 4-14 zu entnehmen. Dabei ist festzustellen, dass die qualitativen Ergebnisse der Experimente erhalten bleiben. Die experimentellen Ergebnisse können daher als robust hinsichtlich einer Verlängerung des Zeithorizonts bezeichnet werden.

Für den ökonomischen Aussagegehalt der Ergebnisse ist es von großer Bedeutung, ob sie sich hinsichtlich der Kontingenzfaktoren Umweltdynamik und Organisationsstruktur als robust erweisen, weil beide Faktoren im Vergleich zum typischen Fall in den Experimenten sehr vereinfacht wurden.

⁶⁴⁸ In Anlehnung an Raghu et al. (2003: 170) wurden für die Sensitivitätsanalysen durchgängig zwanzig Durchläufe festgelegt. Dort wird darauf hingewiesen, dass die Anzahl der Zeitschritte eines Durchlaufes (bei gegebener Stichprobengröße) wichtiger ist als die Anzahl der Durchläufe. In den ökonomischen Studien unter Verwendung von LCS werden trotz der Schwankungen, die die stochastischen Einflüsse des GA verursachen, bisher kaum Durchschnittsbetrachtungen über mehrere Durchläufe unternommen. Dies wird entweder gar nicht oder aber durch die zufällige Auswahl eines einzelnen Durchlaufes angesprochen. Vgl. im letzteren Fall Kirman/Vriend (2001: 475). Lediglich LeBaron et al. (1999: 1503) stellt eine positive Ausnahme dar.

Tabelle 4-16: Parameterwerte Sensitivitätsanalyse Anzahl Zeitschritte

Parameter	Wert	Bedeutung	Begründung
Anzahl simulierter Zeitschritte	2000	Verlängerung des Zeithorizonts um Faktor 2	Verdopplung angesichts des stabilen Modellverhaltens hinreichend
Sonst wie EH3-1/2			

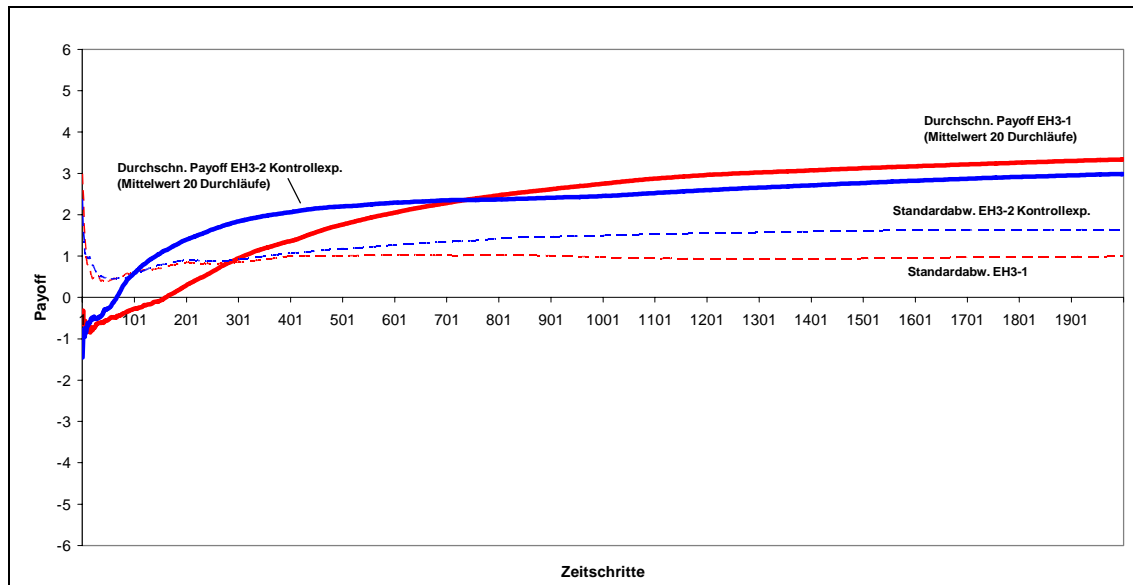


Abbildung 4-14: Ergebnis der Sensitivitätsanalyse Anzahl Zeitschritte

Tabelle 4-17: Parameterwerte Sensitivitätsanalyse Umweltdynamik

Parameter	Wert	Bedeutung	Begründung
Umweltverhalten	„stable“	Die Nachfrage bleibt konstant	Untersuchung aller weiteren Formen des Umweltverhaltens, die in dieser Arbeit und bei Marengo (1992) berücksichtigt werden
	„alternate27“	Die Nachfrage alterniert zwischen „2“ und „7“	
	„random“	Die Nachfrage wechselt zufällig gleichverteilt zwischen „3“, „4“ und „5“	
Sonst wie EH3-1/2			

Tabelle 4-18: Ergebnis der Sensitivitätsanalyse Umweltdynamik⁶⁴⁹

Umweltverhalten	EH3-1 Mittelwert Markterfolg	EH3-2 Mittelwert Markterfolg	EH3-1 Standard- abweichung	EH3-2 Standard- abweichung
„stable“	4,12	4,21	0,27	0,29
„alternate27“	-0,76	-1,22	0,37	0,99
„random“	0,56	0,09	1,09	1,88

Tabelle 4-19: Parameterwerte Sensitivitätsanalyse Organisationsstruktur

Parameter	Wert	Bedeutung	Begründung
Organisationsstruktur	„firm_centralized“	Das Management trifft die Prognoseentscheidung, auf deren Basis die Shops die Prozessentscheidung treffen	Einbezug des Prognosefehlers des Managemetns als Störfaktor der Koordination der Shops
Sonst wie EH3-1/2			

Tabelle 4-20: Ergebnis der Sensitivitätsanalyse Organisationsstruktur⁶⁵⁰

Organisationsstruktur	EH3-1 Mittelwert Markterfolg	EH3-2 Mittelwert Markterfolg	EH3-1 Standard- abweichung	EH3-2 Standard- abweichung
„firm_centralized“	1,34	1,08	0,83	1,48

Für die Umweltdynamik wurde ein sehr einfacher deterministischer Markovprozess erster Ordnung angenommen. Im Folgenden wird die Betrachtung um die anderen in dieser Arbeit und von Marengo (1992) erwähnten Umweltzustände ausgedehnt. Die Parameterwerte dazu sind in Tabelle 4-17 und die Ergebnisse in Tabelle 4-18 zu finden. Es zeigt sich, dass die qualitativen Ergebnisse eines höheren durchschnittlichen Markterfolgs bei geringerer Varianz für die Anwendung einer Feedbackverzerrung erhalten bleiben. Lediglich bei stabiler Umwelt ist kein Unterschied zu beobachten, was jedoch nicht überrascht, weil dann das Lernproblem als so einfach anzusehen ist, dass keine Lernunterstützung in Form der Feedbackverzerrung benötigt wird. Das Ergebnis kann damit auch hinsichtlich der Umweltdynamik als robust bezeichnet werden.

Für die Organisationsstruktur wurde in EH3 der Prognosefehler des Managements ausgeblendet. Dieser kann bei Betrachtung der vollständigen Organisation einen Stör-

⁶⁴⁹ Jeweils über zwanzig Durchläufe.

⁶⁵⁰ Jeweils über zwanzig Durchläufe.

faktor darstellen, der potenziell die Koordination der Shops erschweren und damit das in EH3 beobachtete Ergebnis in Frage stellen kann. Daher wurden die Experimente EH3-1 und EH3-2 mit der vollständigen Organisationsstruktur wiederholt. Tabelle 4-19 zeigt die Parameterbelegung, Tabelle 4-20 die Ergebnisse. Auch hier zeigt sich, dass die qualitativen Ergebnisse erhalten bleiben, was für die Robustheit der Ergebnisse hinsichtlich der Organisationsstruktur spricht.

Insgesamt ergeben sich aus den durchgeführten Sensitivitätsanalysen keine Einschränkungen hinsichtlich der Reliabilität und internen Validität der zentralen Ergebnisse der Modellauswertung. Damit können im Folgenden die Modellergebnisse im größeren Kontext der Problemstellung dieser Arbeit interpretiert und diskutiert werden.

5. Diskussion der Ergebnisse

Die Ergebnisse dieser Arbeit sind entlang dreier Dimensionen zu beurteilen. Erstens wurde in der Formulierung der Problemstellung ein inhaltlicher Beitrag zur Controllingforschung in Aussicht gestellt, den es nun herauszuarbeiten gilt. Die theoretischen Vorarbeiten, die notwendig waren, um das Modell dieser Arbeit zu entwickeln, haben darüber hinaus eine methodologische Dimension eröffnet. Dies legt eine Einordnung der erarbeiteten Argumente und Zusammenhänge auch aus der wesentlich breiteren Perspektive der ökonomischen Forschung nahe, insbesondere im Hinblick darauf, inwieweit sich zukünftige ökonomische Arbeiten in methodologischer Hinsicht die Ausführungen dieser Arbeit zunutze machen könnten. Schließlich gilt es noch zu betrachten, welchen Einschränkungen die dargestellten Ergebnisse unterliegen.

5.1 Inhaltlicher Beitrag zur Controllingforschung

Zur Herausarbeitung des inhaltlichen Beitrages zur Controllingforschung werden zunächst die durchgeführten Experimente diskutiert und die dritte und letzte der eingangs formulierten Forschungsfragen beantwortet. Der Rückbezug auf die Problemstellung und grundsätzlichere Überlegungen zu Implikationen für die Controllingforschung runden dieses Unterkapitel ab.

Die *Experimente zu Hypothese 1* haben ergeben, dass das Modell die entscheidungstheoretische Fassung der Entscheidungsfundierung abbilden und zum gleichen Ergebnis kommen kann. Damit ist zunächst eine Validierung der integrativen Eigenschaft des Modells in Bezug auf das ökonomisch-rationale Grundmodell der Nutzung von Controllinginformationen verbunden. Darüber hinaus zeigen die Experimente auf, wie die in Kapitel 3 postulierte kleinschrittige Ausdifferenzierung des HO-Modells konkret umgesetzt werden kann. In EH1-1 wird noch das Ergebnis einer direkten Situationsanalyse gezeigt, so dass keine Anpassung im Zeitablauf mehr notwendig ist. Über den Zwischenschritt bei ex ante unbekanntem Umweltverhalten in EH1-2 zeigt sich dann in EH1-3 die der Theorie Hollands entsprechende evolutionäre Situationsanpassung in Form eines Lernens aus Erfahrung („trial and error“).

Im Hinblick auf die Nutzung von Controllinginformationen wird damit bereits ein wesentlicher, in der ökonomisch-rationalen Betrachtung oft vernachlässigter Aspekt deutlich: Die Nutzer müssen das Controllinginstrument nicht notwendig sofort vollständig verstanden haben, sondern können auch im Verlauf seiner Anwendung hinzulernen. Das Modell impliziert zwei mögliche Reaktionen auf kognitive Begrenzungen des Nut-

zers von Controllinginformationen: (1) Der Nutzer kann ex ante zu einer stärkeren „Durchdringung“ des betrachteten Controllinginstruments angehalten werden, beispielsweise durch Schulungsmaßnahmen. Dies entspricht einer Orientierung am ökonomisch-rationalen Konzept einer ex ante-Situationsanalyse. (2) Der Nutzer kann durch handlungsbezogenes Feedback darin unterstützt werden, sein Verständnis der Situation sukzessive zu verbessern. Dies entspricht einer evolutionären Situationsanpassung und unterstreicht die Bedeutung der Kontrolle als wichtige Quelle von Feedback.⁶⁵¹ Beide Wege lassen sich in der Realität wieder finden. Letzteres wird jedoch oft durch eine Vielzahl von zusätzlichen Faktoren erschwert, so dass direkt handlungsbezogenes Feedback kaum zu gewährleisten ist. Doch auch für diesen Fall weist das Modell eine interessante Implikation auf. Die evolutionäre Anpassung des Regelsystems kann potenziell auch komplexere Zusammenhänge abbilden. Ein solches „mentales Modell“ kann vorläufige Hypothesen über die Wirkung von zusätzlichen Faktoren einbeziehen.⁶⁵² So kann auch indirektes Feedback berücksichtigt werden. Das Modell deckt somit ein breites Spektrum von Anwendungssituationen von Controllinginstrumenten ab.

Die *Experimente zu den Hypothesen 2a bis 2c* dienen ebenfalls primär der Überprüfung der Übersetzung der Nutzung von Controllinginformationen zur Verhaltenssteuerung in das integrative Modell. Die grundsätzlichen Postulate der PA-Modelle konnten reproduziert werden: das Anreizproblem (EH2a) und dessen Lösung durch einen Anreizvertrag als allgemeine Form der Verhaltenssteuerung (EH2b). Darüber hinaus wurde in EH2c gezeigt, dass die controllingspezifische Verhaltenssteuerung zu einer weiteren Verbesserung des Anreizvertrages aus Sicht des Prinzipals führen kann. Dies wird durch die Einführung eines internen Erfolgsmaßes als Basis für die Entlohnung der Shops erreicht, das der Prinzipal gestalten kann. Diese Ergebnisse machen deutlich, dass auch im integrativen Modell die Bedeutung der Anreize ungeschmälert ist und insofern Anschlussfähigkeit zu den vielen Arbeiten innerhalb des informationsökonomischen Ansatzes im Controlling besteht. Dies ist auch insofern bemerkenswert, da hier von der ex ante-Situationsanalyse zugunsten einer evolutionären Situationsanpassung abgewichen wird und insofern einen Ansatz zur Berücksichtigung eines Kritikpunktes an PA-Modellen andeutet: die weitreichende Antizipation der Situation

⁶⁵¹ Vgl. allgemein zum Zusammenhang zwischen Kontrolle und Lernen Schäffer (2001).

⁶⁵² Vgl. dazu Denrell et al. (2004). Mentale Modelle spielen in der ökonomischen Forschung eine wesentliche Rolle hinsichtlich des Einbezugs von Kognition und werden daher in Unterkapitel 5.2 noch ausführlicher behandelt.

des Agenten durch den Prinzipal.⁶⁵³ Die Experimente zeigen damit auf, dass zur Berücksichtigung des Wollensaspekts *direkt* auf das große Reservoir von Arbeiten zu PA-Modellen im Allgemeinen und auf den informationsökonomischen Ansatz im Controlling im Besonderen zurückgegriffen werden kann.

Die instrumentelle Nutzung von Controllinginformationen kann damit als im Modellkontext konkretisiert gelten. Auf dieser Grundlage baut die Untersuchung der Forschungshypothese auf, indem gezielt die Nebenwirkungen dieser instrumentellen Informationsnutzung untersucht werden, die sich angesichts der Modellierung der Akteure als LCS zeigen können.

Die *Experimente zur Forschungshypothese* (Hypothese 3) zeigen zunächst, dass sich das Spannungsfeld zwischen instrumenteller und konzeptioneller Nutzung von Controllinginformationen im integrativen Modell tatsächlich einstellt. Bei Einführung einer Vereinfachung und Verstärkung der Erfolgsgröße für die Shops für eine begrenzte Zeit verbessert sich das Gesamtergebnis. Dieses Ergebnis wurde innerhalb der Sensitivitätsanalysen bestätigt, wo die Robustheit hinsichtlich der Umweltdynamik, der Organisationsstruktur, der Wiederholung und der Anzahl von Zeitschritten untersucht wurde.

Die betrachtete Information ist das Erfolgsfeedback der Shops in Form des internen Erfolgsmaßes. Die instrumentelle Informationsnutzung wird in Experiment EH2c dargestellt: Die Shops verwenden die Information, um eine getroffene Entscheidung zu bewerten, indem sie in der gleichen Situation zukünftig mit höherer oder geringerer Wahrscheinlichkeit erneut getroffen wird. Nebenwirkung dieser instrumentellen Informationsnutzung ist die evolutionäre Anpassung des gesamten Entscheidungsmodells an die Situation. Im so modellierten Spannungsfeld aus instrumenteller und konzeptioneller Nutzung von Controllinginformationen zeigt sich, dass eine Unterstützung des Lernens des Akteurs zulasten der Genauigkeit und Verzerrungsfreiheit produktiv sein kann. Konzeptionelle Nutzung kann insofern anschaulich als Lernen interpretiert werden. Das hat auch über die Controllingforschung hinausgehende Implikationen, auf die im nächsten Unterkapitel noch näher eingegangen wird.

Vor diesem Hintergrund kann nun die dritte und letzte *Forschungsfrage* positiv beantwortet werden: Die Forschungshypothese bestätigt sich im präzisierten modelltheoretischen Kontext. Dies impliziert, dass die konzeptionelle Informationsnutzung nicht nur sachlich-analytisch oder empirisch den Blick auf bisher vernachlässigte Nebenwirkungen der instrumentellen Informationsnutzung zu lenken vermag, sondern auch

⁶⁵³ Vgl. Minkler (1993a: 17-18).

soweit präzisiert werden kann, dass eine Abwägung solcher Nebenwirkungen mit den Hauptwirkungen der instrumentellen Nutzung erfolgen kann. Das ist zunächst auf das abstrakte Modell beschränkt und hat insofern keine direkten empirischen Implikationen, doch ist darin ein (Zwischen-)Schritt auf dem Weg zum Entwurf empirisch relevanter Modelle zu sehen. Die modelltheoretische Untersuchung einer umfassenderen Sicht auf die Nutzung von Controllinginformationen stellt für zukünftige Arbeiten einen Rahmen zur Verfügung, um unterschiedliche Nutzungsformen gemeinsam (insbesondere im Hinblick auf Interdependenzen) und präzise innerhalb eines transparenten Modells betrachten zu können. Die Bedeutung der wissenschaftlichen Untersuchung der Nutzung von Controllinginformationen für die Gestaltung von Controllinginstrumenten, etwa eines Kostenrechnungssystems, eines wertorientierten Steuerungssystems oder einer Balanced Scorecard, lassen dies als möglichen Ausgangspunkt für eine Vielzahl unterschiedlicher Fragestellungen erscheinen.

So ist eine direkte Implikation darin zu sehen, dass durch unterschiedliche Controllinginstrumente zwar prinzipiell unterschiedliche Zwecke getrennt adressiert werden können, jedoch der Nutzer die Trennung nicht notwendig nachvollzieht. Auf der Ebene der konzeptionellen Nutzung können dann Konflikte zwischen Controllinginstrumenten auftreten, weil der Nutzer Querbezüge herstellt und so Überlappungen oder Widersprüche in Teilbereichen auftreten können. Beispielsweise kann ein Unternehmen gleichzeitig eine Kostenrechnung für die Preiskalkulation, eine Balanced Scorecard für die strategische Planung und eine Werttreiberhierarchie für das Entlohnungssystem betreiben. Die grundsätzlichen Implikationen dieser Instrumente für vielfältige operative Entscheidungen können sich jedoch widersprechen, indem beispielsweise die Werttreiberhierarchie eher den Kapitalbindungsaspekt einer Investition in eine moderne Maschine beleuchtet, die BSC jedoch ihre Rolle zur Verbesserung der Unternehmensprozesse als Voraussetzung für die Strategieumsetzung.

Zur weiteren Präzisierung des inhaltlichen Beitrages wird ausgeführt, wie genau die erzielten Ergebnisse die Anforderungen der eingangs formulierten *Problemstellung* erfüllen. Die erste dieser Anforderungen bestand in der Verwendung des ökonomisch-rationalen Grundmodells als Ausgangspunkt. Dies spiegelt sich in der Argumentationsstruktur wieder und wurde insbesondere durch den Einbezug der Entscheidungsfundierung und Verhaltenssteuerung in ihrer Formulierung gemäß des ökonomisch-rationalen Grundmodells zusammen mit einer methodologisch reflektierten Ausdifferenzierung des HO-Modells durch Hollands Theorie erreicht. Die Experimente zu den Hypothesen 1 und 2 haben zudem aufgezeigt, dass das erarbeitete Modell noch immer direkt an die

ökonomisch-rationale Sichtweise anschlussfähig ist. Eine weitere Anforderung bestand in der Auswahl eines geeigneten und controllingspezifischen stilisierten Entscheidungsproblems. Die von Marengo (1992) dargestellte stilisierte Produktprogrammentscheidung diente dazu als Rahmen, in dem alle notwendigen Modifikationen stattfanden. Die Controllingrelevanz dieses Entscheidungsproblems konnte damit trotz des hohen Abstraktionsgrades durch die Bedeutung der erfolgszielorientierten Informationsversorgung und deren Gestaltung für die Entscheidungsrationale dokumentiert werden.

Auf dieser Grundlage war die Anforderung formuliert worden, ein integratives Modell von Entscheidungsfundierung, Verhaltenssteuerung und konzeptioneller Informationsnutzung zu erarbeiten. Dies wurde vor allem in den Experimenten zur Forschungshypothese dokumentiert, woraus sich Hinweise auf eine möglicherweise schädliche Fokussierung auf instrumentelle Nutzungsformen in der Gestaltung von Controllinginstrumenten ergaben. Im vorliegenden Modell bezieht sich dieser Aspekt konkret auf die Relevanz des Vergangenheitserfolgs für zukünftige Entscheidungen. Die instrumentelle Nutzung impliziert dabei, dass alle zur Verfügung stehenden und zugleich relevanten Informationen in die Entscheidung einfließen sollten, vor allem die Größe der Abweichung vom optimalen Ergebnis. Es zeigt sich aber, dass damit ein schlechteres Ergebnis als notwendig erzielt wird. Bezieht man die konzeptionelle Nutzung ein, so wird offengelegt, dass eine Vereinfachung und Pointierung von Informationen zu besseren Ergebnissen führen kann.

Die potenziell schädliche Fokussierung auf instrumentelle Nutzungsformen kann durch ein Beispiel aus dem Bereich des wertorientierten Controllings illustriert werden: Der EVA („Economic Value Added“) als wertorientierte Kennzahl⁶⁵⁴ bietet eine Reihe von Freiheitsgraden in der Gestaltung in Form von sog. „adjustments“.⁶⁵⁵ Diese dienen der Vermeidung von Divergenzen zwischen den Implikationen einer Auswertung der Kennzahl für den Manager und dem Nutzungszweck von eigentümergeorientierten Entscheidungen im Unternehmen. Anders formuliert: „to produce a performance measure that will encourage managers to behave like owners“⁶⁵⁶. Dies ist leicht als instrumentelle Nutzung zu erkennen: Manager nutzen den EVA zur Entscheidungsfundierung, Eigentümer zur Verhaltenssteuerung. Dementsprechend dienen die Adjustments der Vermeidung von Fehlentscheidungen oder der Setzung gewünschter

⁶⁵⁴ Vgl. O'Hanlon/Peasnell (1998: 421); Weber et al. (2004).

⁶⁵⁵ Vgl. O'Hanlon/Peasnell (1998: 429).

⁶⁵⁶ O'Hanlon/Peasnell (1998: 429). Ähnlich auch Stewart III (1991: 4).

Anreize.⁶⁵⁷ Es wurden über 120 solcher Adjustments identifiziert.⁶⁵⁸ Aus instrumenteller Perspektive stünde der Anwendung aller Adjustments nichts im Wege: Je mehr Verzerrungen oder Fehlanreize behoben werden, desto besser. Dennoch werden üblicherweise nur ca. zehn bis zwölf Adjustments genutzt, was entweder als Beobachtung dargestellt oder mit Verweis auf die Belastung des Rechnungswesens begründet wird.⁶⁵⁹ Daraus ergibt sich ein klarer Bruch in der Argumentation, indem einerseits die Sinnhaftigkeit eines Adjustments theoretisch hergeleitet, dessen Anwendung hingegen auf einer eher empirisch/praxisnah orientierten Ebene wieder in Frage gestellt wird. Die in dieser Arbeit entwickelte Modellierung ist grundsätzlich geeignet, die befürchteten dysfunktionalen Effekte der EVA-Adjustments auf der Ebene der konzeptionellen Nutzung zu präzisieren und gegenüber ihren instrumentellen Vorteilen ganzheitlich abzuwägen.

In ähnlicher Form sind potenziell dysfunktionale Wirkungen einer rein instrumentell orientierten Gestaltung auch bei anderen Controllinginstrumenten zu beobachten. So wird bei der Balanced Scorecard (BSC) oft vor einer zu großen Zahl von Kennzahlen gewarnt („Zahlenfriedhof“). Zudem wurde auch schon darauf hingewiesen, dass allein der Prozess der Gestaltung einer BSC bereits sehr positive Wirkungen entfaltet, weil die Organisationsmitglieder ihr Wissen über das Geschäftsmodell transparent machen und diskutieren.⁶⁶⁰ Auch im Bereich der Kostenrechnung wird vor dysfunktionalen Wirkungen gewarnt, was als Ausgangspunkt dieser Arbeit diente. An dieser Stelle kann nun ein Ansatz angeboten werden, um auf die Forderung zu reagieren, die Weber (2005: 109-110) aktuell hinsichtlich der Gestaltung der Kostenrechnung aufstellt:

[D]ie Forderung nach einer möglichst realitätsgetreuen Abbildung des Unternehmensgeschehens in der Kostenrechnung sollte nicht mehr als Leitidee der Kostenrechnung verwendet und die Entscheidungsorientierung schließlich durch eine konsequente Verhaltensorientierung abgelöst werden. Hierfür ist ein gemeinsamer Aspekt ursächlich: die Modellierung des Menschen, die insbesondere im Kontext – im Wesentlichen dynamikbedingter – hoher Wissensdefizite unverzichtbar ist. Änderungen der Einschätzung des Instruments Kostenrechnung werden somit durch Änderungen in den Führungsbedingungen hervorgerufen. Diese Erkenntnis ist nicht neu, aber im betriebswirtschaftlichen Kontext stark vernachlässigt. Die erkannte Lücke ist möglichst schnell zu schließen.

Diese eng an der Problemstellung orientierten Ergebnisse weisen zudem *Anknüpfungspunkte zu verschiedenen weitergehenden Aspekten der Controllingforschung* auf. Die Heuristik „genauer ist besser“, die durch die ökonomisch-rationalen Modelle vermittelt

⁶⁵⁷ Vgl. O'Hanlon/Peasnell (1998: 429-433).

⁶⁵⁸ Vgl. O'Hanlon/Peasnell (1998: 429); Young/O'Byrne (2001: 267).

⁶⁵⁹ Vgl. O'Hanlon/Peasnell (1998: 429) bzw. Young/O'Byrne (2001: 267-268).

⁶⁶⁰ Vgl. Weber/Schäffer (2000).

wird, kann nun wirkungsvoller und überzeugender relativiert werden. In Zeiten einer verstärkten Konvergenzdiskussion zur Vermeidung einer Trennung von internem und externem Rechnungswesen zeigen die Modellergebnisse, dass der „true and fair view“ der externen Rechnungslegung für interne Zwecke ungeeignet sein kann und wie ein Modell für eine systematische Abwägung konstruiert werden könnte.

Aber auch das Verständnis der konzeptionellen Nutzung von Controllinginformationen wurde vertieft. Die bestehende Vielfalt an Aspekten, die unter konzeptioneller Informationsnutzung zu subsumieren ist, wurde zugunsten einer präziseren Formulierung reduziert. Konzeptionelle Informationsnutzung wurde als Nebenwirkung instrumenteller Nutzung definiert. Als Hauptmerkmal hat sich dann in der Modellierung die Herausbildung von Entscheidungsfähigkeit durch konzeptionelle Informationsnutzung herausgestellt. Die vorgenommene Differenzierung in Wahrnehmungs-, Verständnis- und Sprachaspekt wurde eine Ebene tiefer bereits auf das Modell übertragen. Dadurch kann konzeptionelle Informationsnutzung so präzise gefasst werden, dass leichter konkrete Implikationen abzuleiten sind – auch außerhalb der Formalisierung im Modell.

Darüber hinaus bietet das Modell dieser Arbeit auch eine Formalisierung der sachlich-analytischen Argumentation zum Spannungsverhältnis zwischen instrumenteller und konzeptioneller Nutzung von Controllinginformationen. Damit ist sie als Gegenstück zu Wagenhofer (1996) zu interpretieren, der das sachlich-analytische Argument von Hiromoto (1988) zum Spannungsverhältnis zwischen Entscheidungsfundierung und Verhaltenssteuerung formalisieren konnte. Das in dieser Arbeit gewählte Modell ist im Hinblick auf seine inhaltliche Relevanz für die Controllingforschung sicher deutlich eingeschränkter, kann jedoch als erster Schritt in Richtung einer zukünftig durchzuführenden näheren Analyse konkreter Auswirkungen des Spannungsverhältnisses zwischen instrumenteller und konzeptioneller Nutzung von Controllinginformationen dienen.

Schließlich ist die vorliegende Arbeit komplementär zur empirisch orientierten Integration verschiedener Nutzungsarten von Controllinginformationen bei Schäffer/Steiners (2004) zu sehen, weil sie die breite Erfassung der realiter vorkommenden Nutzungsformen um einen Ansatz für eine tiefere Analyse der empirisch besonders relevanten instrumentellen und konzeptionellen Nutzung ergänzt.

Betrachtet man diesen Ergänzungsaspekt aus einer weiteren Perspektive, so kann diese Arbeit auch die Modellierung von Fragestellungen durch adaptive Agenten für die Controllingforschung erschließen. Die modelltheoretische Controllingforschung wäre damit nicht mehr auf entscheidungstheoretische oder informationsökonomische Ansätze beschränkt. Ebenso bieten sich Querverbindungen zu sachlich-analytischen und empiri-

schen Forschungssträngen an. So kann sowohl die Bedeutung des individuellen Akteurs und seiner kognitiven Begrenzungen als auch die Nähe zu Themen der Unternehmensführung aus der Sicht des Controllings als Rationalitätssicherung im entwickelten Modellierungsansatz bearbeitet und vertieft werden.

Zur modelltheoretischen Erfassung instrumenteller und konzeptioneller Informationsnutzung im Controllingkontext wurden auch grundsätzlichere Überlegungen angestellt, die auch für sich genommen interessante methodologische Implikationen aufweisen.

5.2 Methodologischer Beitrag

Die im Controllingkontext diskutierten und als Ausgangspunkt dieser Arbeit dienenden Konzepte sind nicht auf das Controlling beschränkt. Sie stehen vielmehr in engem Zusammenhang zum jeweiligen Kern des ökonomischen oder verhaltensorientierten Forschungsprogramms und sind insofern breit anwendbar.⁶⁶¹ Auf der Seite des ökonomischen Forschungsprogramms ist da zunächst das HO-Modell zu nennen, aber auch die Entscheidungstheorie und die Prinzipal-Agenten-Theorie (PA-Theorie) sind in den Wirtschaftswissenschaften allgemein und der Betriebswirtschaftslehre im Besonderen weit verbreitet.⁶⁶² Die Unterscheidung zwischen instrumenteller und konzeptioneller Informationsnutzung ist ebenfalls relevant für wirtschaftswissenschaftliche Fragestellungen und darüber hinaus,⁶⁶³ was angesichts der Grundsätzlichkeit der zu Grunde liegenden Unterscheidung nicht überrascht.

Diese Ausführungen legen nahe, dass die in dieser Arbeit angewandten Konzepte Implikationen aufweisen, deren Bedeutung über den Forschungsbereich des Controllings hinausgehen. Als möglichst allgemeingültiger Zugang zu einer Erörterung weitergehender Beiträge dieser Arbeit wird die methodologische Dimension gewählt, weil sie den gemeinsamen Ausgangspunkt wirtschaftswissenschaftlicher Forschung betrifft und die bisherige Argumentation oftmals hinreichend abstrakt gehalten wurde, so dass sich Implikationen für diese Dimension ergeben.

⁶⁶¹ Deutlich wird die breite Anwendbarkeit besonders am Beispiel des „ökonomischen Imperialismus“, bei dem das HO-Modell als Kern der ökonomischen Theorie auch auf wirtschaftswissenschaftsfremde Zusammenhänge erfolgreich angewendet wurde. Vgl. Lazear (2000).

⁶⁶² Vgl. dazu beispielhaft Jost (2001b) für die vielfältige Verwendung der PA-Theorie in der Betriebswirtschaftslehre.

⁶⁶³ Der Ursprung des Konzepts im allgemein sozialwissenschaftlichen Kontext und die umfangreiche Anwendung insbesondere im Marketing wurde bereits ausführlich erläutert.

Aus dieser methodologischen Perspektive erscheint eine Formalisierung der konzeptionellen Informationsnutzung im Allgemeinen und des Sprachaspekts im Besonderen als Grundlage für zukünftige Arbeiten hilfreich, um die oft kritisierte Beschränkung auf entscheidungstheoretisch oder anreizbezogen formalisierbare Aspekte zu vermeiden.⁶⁶⁴ Eine solche Formalisierung kann als Grundlage für die weitergehende wissenschaftliche Diskussion dienen, insbesondere im Kontext an der Ökonomik orientierter Ansätze, : „I suddenly realized the remarkable extent to which the methodology of economics creates blind spots. We just don't see what we can't formalize.“⁶⁶⁵

Die Erarbeitung eines integrativen Modells von instrumenteller und konzeptioneller Informationsnutzung kann aus der methodologischen Perspektive als Verbindung von Wollens- und Könnensaspekten interpretiert werden. Die Entscheidungsfundierung mit der Entscheidungstheorie als Basis postuliert letztlich die vollständige Anpassung des Individuums an die Logik der Situation. Präferenzen (als Wollensaspekt) und Restriktionen (als sehr grober Könnensaspekt) werden zwar einbezogen, letztlich liegt das Primat der Analyse aber auf der Situation und nicht auf dem Individuum. Die Verhaltenssteuerung mit der PA-Theorie als Basis vertieft die Bedeutung der Präferenzen (als Wollensaspekt), indem die Auswirkungen von Interessenkonflikten untersucht werden. Im Fokus steht dort die Gestaltung der Situation des Agenten durch den Prinzipal, um Anreizkompatibilität (als Wollensaspekt) herzustellen. Die konzeptionelle Informationsnutzung thematisiert einen Mechanismus, um mit kognitiven Begrenzungen (als Könnensaspekt) umzugehen, indem eine explizite und vollständige Zweckorientierung allen Handelns zugunsten übergreifend erlernter (Daumen-)Regeln aufgegeben wird.

Das Modell dieser Arbeit kann deshalb im Kontext der offenen Theoriebildungsfrage des Einbezugs von Kognition (als Könnensaspekt) in Ergänzung zu Anreizen (als Wollensaspekt) betrachtet werden.⁶⁶⁶ Es wurde auf methodologischem Fundament herausgearbeitet, dass Hollands Theorie regelbasierter, adaptiver Agenten kognitive Begrenzungen berücksichtigt. Dies stellt eine Fortführung der Überlegungen von Vriend (1996) und Vanberg (2004) zur Modellierung kognitiver Begrenzungen bzw. Bounded Rationality dar, weil Hollands Theorie zusätzlich innerhalb eines konkreten Modells im Kontext einer inhaltlichen Fragestellung angewendet wurde.

⁶⁶⁴ Vgl. u. a. Tversky/Kahneman (1986/2002: 222); Dosi et al. (2003: 415).

⁶⁶⁵ Krugman (1998: 145).

⁶⁶⁶ Vgl. Meyer/Heine (2005: 18).

Als Ausgangspunkt diente dabei das HO-Modell als Kern der neoklassischen ökonomischen Theorie und es wurde sichergestellt, dass die Anwendung der Theorie Hollands dazu anschlussfähig ist. Dies wurde an einer konkreten Fragestellung umgesetzt und in Experimenten überprüft. Damit wurde der oft formulierten Forderung nach der Herstellung eines direkten Bezuges zwischen Ansätzen der Bounded Rationality und dem „benchmark paradigm of rationality“ entsprochen.⁶⁶⁷

Darüber hinaus kann auch das Konzept der konzeptionellen Informationsnutzung in einen breiteren Kontext eingeordnet werden. Betrachtet man dazu das Konzept nicht mehr als dichotome Ergänzung zur instrumentellen Informationsnutzung, so kann es als abstrakter Lernmechanismus interpretiert werden: In einer Situation, in der das Lernergebnis nicht zweckorientiert herbeigeführt wurde, sondern Resultat von Informationsnutzung ist, kann konzeptionelle Informationsnutzung gleichbedeutend sein mit Lernen. Entsprechend fallen die beiden Begriffe auseinander, wenn die durch konzeptionelle Informationsnutzung beschriebene Veränderung des Entscheidungsmodells nicht als Lernergebnis betrachtet werden kann, beispielsweise bei der bloßen Herausbildung von Präferenzen, oder wenn Informationsnutzung mit dem Zweck des Lernens erfolgt, wie etwa in der Schule. Konzeptionelle Informationsnutzung entspricht damit einem indirekten Lernen.

In der Ökonomik spielt das Lernen keine zentrale Rolle, weil das HO-Modell annimmt, dass der Akteur bereits alles Notwendige kann bzw. weiß oder aber durch seine Restriktionen daran gehindert wird, so dass nicht das Lernen als Prozess des Erlernens relevant ist sondern lediglich die bloße Verfügbarkeit der notwendigen Informationen. Dies trifft insbesondere auf das für die Ökonomik zentrale Bayesianische Lernen zu, bei dem eine Wahrscheinlichkeit nach dem Verfügbarwerden neuerer Information aktualisiert werden kann.⁶⁶⁸ Dem liegt ein Begriffsverständnis von Lernen zu Grunde, bei dem nicht das Lernen als Prozess problematisiert wird, sondern lediglich die im Ergebnis korrekte Berücksichtigung neu verfügbarer Information. Wie bereits im Zusammenhang mit der Frage nach der Eignung des HO-Modells für die Modellierung konzeptioneller Informationsnutzung erläutert, gibt es in einem solchen Verständnis keinen Raum für nicht-intendiertes Lernen.⁶⁶⁹

⁶⁶⁷ Vgl. u. a. Lettau/Uhlig (1999: 148).

⁶⁶⁸ Vgl. u. a. Radner (2000: 648-653).

⁶⁶⁹ Dies gilt ebenso für andere Lernmechanismen, die in der Ökonomik bzw. (evolutionären) Spieltheorie diskutiert werden: „fictitious play“, „partial best-response“ und „replicator dynamics“. Vgl. Fudenberg/Levine (1999: 7). Diese Lernformen zielen jeweils auf die Modellierung von
(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

Dennoch werden in der Ökonomik auch Lernformen diskutiert, die mit der konzeptionellen Informationsnutzung in Einklang stehen. Die dazu notwendige zweite Ebene, in der eine Veränderung des Entscheidungsmodells abgebildet werden kann, wird dabei häufig als „mentales Modell“ bezeichnet. Denzau/North (1994: 4) verstehen darunter „internal representations that individual cognitive systems create to interpret the environment“. Dieser Sicht liegt ein sehr breites Verständnis von individuellem Verhalten zu Grunde. Sie beziehen sich damit aber auf ein etwas konkreteres Begriffsverständnis von Holland et al. (1986/1987: 12): „[C]ognitive systems construct models of the problem space that are then mentally ‚run‘, or manipulated to produce expectations about the environment“. Diese beziehen sich wiederum auf psychologische Quellen.⁶⁷⁰

Von dieser Perspektive aus betrachtet wird deutlich, warum Hollands Theorie für die Modellierung konzeptioneller Informationsnutzung so gut geeignet erschien: Sie wurde bereits frühzeitig zur Modellierung mentaler Modelle herangezogen,⁶⁷¹ die aus psychologischer Perspektive einen natürlichen Ausgangspunkt zur Modellierung von Veränderungen des Denkens oder des Verständnisses von Individuen darstellen, wie sie von der konzeptionellen Informationsnutzung adressiert werden.

Aber auch aus ökonomischer Perspektive sind mentale Modelle von Bedeutung. So weisen Denrell et al. (2004: 1376) nach, dass im Falle eines komplexen Entscheidungsproblems mit mangelnder Verfügbarkeit externen Erfolgsfeedbacks die Ausbildung eines mentalen Modells von Vorteil ist. Ein solches mentales Modell dient dort zur Bildung und Veränderung von Hypothesen über die Zusammenhänge einer Reihe notwendiger Vorarbeiten mit dem schließlich erzielten externen Erfolgsfeedback und kann so aufwendige Suchprozesse verkürzen.⁶⁷² Die Ausbildung eines mentalen Modells wird somit nicht einfach vorausgesetzt, sondern erweist sich als zweckmäßig zur Steigerung des erzielten Erfolgs. Damit wird deutlich, dass die modelltheoretische Berücksichtigung mentaler Modelle nicht an kognitionspsychologischen Erkenntnissen orientiert sein muss, sondern deren Mehrwert mit ökonomischen Kalkülen erfassbar ist. Es ist

Verhaltensinterdependenz. Sie sind als Annahmen zu verstehen, wie einzelne Akteure ihr Verhalten in Abhängigkeit des Verhaltens ihrer Interaktionspartner verändern. Auch hier liegt jedoch keine Übereinstimmung mit konzeptioneller Informationsnutzung vor, weil diese Lernformen entweder das Individuum gar nicht modellieren (Replicator Dynamics) oder aber das Entscheidungsmodell mit der Lernform deckungsgleich ist (Fictitious Play und Partial Best-Response), wobei lediglich Informationen über den bisherigen Verlauf der Interaktion zusätzlich berücksichtigt werden. Eine zweite Ebene, auf der sich das Entscheidungsmodell selbst verändern kann, wird nicht modelliert.

⁶⁷⁰ Vgl. u. a. Johnson-Laird (1983).

⁶⁷¹ Vgl. Holland et al. (1986/1987).

⁶⁷² Vgl. Denrell et al. (2004: 1377)

jedoch einschränkend hinzuzufügen, dass das von Denrell et al. (2004) modellierte Entscheidungsproblem sehr spezifisch und das mentale Modell bereits annahmegemäß auf das Entscheidungsproblem konditioniert ist.

Im Gegensatz dazu ist Hollands Theorie zur Abbildung mentaler Modelle wesentlich offener, weil ein LCS direkt zur Modellierung eines mentalen Modells verwendet werden kann und in seiner Struktur durch den Regelbezug sehr allgemein gehalten ist.⁶⁷³

Überträgt man nun das Modell dieser Arbeit auf den allgemeineren Zusammenhang der mentalen Modelle, so stellt sich die instrumentelle Informationsnutzung als Verwendung eines mentalen Modells zur Entscheidungsfindung dar und die konzeptionelle Informationsnutzung als Veränderung dieses mentalen Modells durch seine Verwendung. Damit zeigt das Modell dieser Arbeit exemplarisch auf, wie die Rolle eines mentalen Modells in einer konkreten betriebswirtschaftlichen Fragestellung berücksichtigt werden kann.⁶⁷⁴ Dies kann auch im Kontext der methodologischen Forderung von Denzau/North (1994) betrachtet werden:

The mental models that the mind creates and the institutions that individuals create are both essential to the way human beings structure their environment in their interactions with it. *An understanding of how such models evolve and the relationship between them is the single most important step that research in the social sciences can make to replace the black box of rationality assumption used in economics and rational choice models.* We need to develop a framework that will enable us to understand and model the shared mental constructs that guide choices and shape the evolution of political-economic systems and societies.⁶⁷⁵

Desweiteren wird dort auf den engen Zusammenhang zwischen mentalen Modellen und Kommunikation verwiesen, der sich leicht in Zusammenhang zum Sprachaspekt der konzeptionellen Informationsnutzung bringen lässt: “The SMM [shared mental model, d. Verf.] has another important effect. It provides those who share it, at least in the sense that they have an intellectual understanding of it, with a set of concepts and language which makes communication easier.”⁶⁷⁶

Aus einer solchen, eher programmatischen Perspektive betrachtet lassen sich die abstrakten methodologischen Forderungen und Konzepte fokussiert auf eine spezifische, wirtschaftswissenschaftliche Fragestellung in dieser Arbeit wiederfinden und können damit für weitere Versuche der Umsetzung der Berücksichtigung von mentalen

⁶⁷³ Vgl. Holland et al. (1986/1987: 103-126).

⁶⁷⁴ Bereits Marengo (1992: 325) interpretiert das LCS in ähnlicher Form wie ein mentales Modell.

⁶⁷⁵ Denzau/North (1994: 5), Hervorhebung durch den Verfasser.

⁶⁷⁶ Denzau/North (1994: 18).

Modellen in der wirtschaftswissenschaftlichen Forschung genutzt werden. Die Relevanz und Aktualität solcher Vorhaben unterstreichen Mantzavinos et al. (2004).

So bietet die entwickelte Modellstruktur die Möglichkeit einer weiteren Ausdifferenzierung der Auswirkungen kognitiver Mechanismen, beispielsweise, indem man zwischen Auswirkungen auf Wahrnehmung, Verständnis und Kommunikation unterscheidet und diese Auswirkungen jeweils separat untersucht. Damit können weitere Überlegungen der verhaltensorientierten Literatur formalisiert und mit den ökonomisch-rationalen Modellen in Verbindung gebracht werden.

Nachdem nun der inhaltliche Beitrag der Arbeit zur Controllingforschung, insbesondere im Sinne eines vertieften Verständnisses der Nutzung von Controllinginformationen, sowie der methodologische Beitrag hinsichtlich einer Umsetzung der Forderung nach einer stärkeren Berücksichtigung kognitiver Aspekte, etwa in Form mentaler Modelle, umrissen wurden, gilt es nun noch aufzuzeigen, welchen Einschränkungen die Aussagen und Beiträge dieser Arbeit unterworfen sind.

5.3 Einschränkungen

Zur Einordnung der erzielten Ergebnisse ist es notwendig, die mit den Prämissen und Schwerpunktsetzungen verbundenen Einschränkungen transparent zu machen.

Zunächst ist zu berücksichtigen, dass sich die Ergebnisse vollständig im theoretischen Bereich bewegen, so dass eine Übertragung auf die Unternehmenspraxis nur auf der Basis vermittelter qualitativer Einsichten erfolgen kann.⁶⁷⁷ Sie beziehen sich zudem auf den präzisierten modelltheoretischen Kontext. Viele andere Kontexte sind denkbar, über die damit keine Aussage getroffen werden kann. Die in Hypothese 3 berücksichtigten negativen Effekte von Komplexität sind jedoch von so grundsätzlicher und breiter Relevanz, dass eine Übertragbarkeit des modelltheoretischen Mechanismus auf andere Kontexte grundsätzlich vielversprechend erscheint. Komplexität ist darüber hinaus ein Aspekt, dessen Einbezug in theoretischen Arbeiten mit besonderen Schwierigkeiten verbunden ist. Ein wichtiger Grund liegt im deutlichen Unterschied zwischen der Wahrnehmung eines Controllinginstruments durch einen Wissenschaftler oder Gestalter im Vergleich zu dessen Nutzern. Komplexität ist in vielen Fällen keine unüberwindliche Hürde, sondern führt oft nur zu einer kurzfristigen Überforderung der kognitiven Resource, so dass insbesondere bei intensiverer Auseinandersetzung eine deutlich größere

⁶⁷⁷ Auf diese Weise wurde das Problem der externen Validität umgangen. Vgl. Raghu et al. (2003: 162).

Komplexität bewältigt werden kann.⁶⁷⁸ Daher kann ein Wissenschaftler oder Gestalter ein sehr viel höheres Maß an Komplexität bewältigen als der spätere Nutzer. Dies wird jedoch in der Anlage des HO-Modells nicht berücksichtigt und so bietet das vorliegende Experiment zu Hypothese 3 einen Ansatzpunkt, um Komplexität als „weichen“ Einflussfaktor zu formalisieren und so auf intersubjektiv nachvollziehbare Art und Weise in die Gestaltung von Controllinginstrumenten einzubeziehen.

Eine wesentliche Einschränkung ist dabei mit dem langen Argumentationsweg verbunden, der zur Bearbeitung der Problemstellung notwendig war. Er erstreckte sich von der begrifflichen Fassung und Einordnung der konzeptionellen Nutzung von Controllinginformationen über die methodologisch geprägte Identifikation eines Modellierungsansatzes bis hin zur Erarbeitung und anschließenden Analyse eines konkreten Modells. Dies bedingte Kompromisse hinsichtlich der Tiefe der Bearbeitung jedes einzelnen Argumentationsganges zu Gunsten der Erreichung eines konkreten Modells. Dies erscheint zweckmäßig, weil damit auf der einen Seite eine bloß abstrakt-methodologische Argumentation vermieden wurde und damit wesentlich konkretere Ergebnisse erzielt werden konnten. Auf der anderen Seite verlangt die vielfach geforderte und in dieser Arbeit angestrebte Überwindung der „disziplinären Schranken“ zwischen ökonomisch-rationalen und verhaltensorientierten Konzepten ein Mindestmaß an methodologischem Fundament über die Vereinbarkeit der verschiedenen theoretischen Hintergründe.⁶⁷⁹ Deshalb lässt sich insbesondere im Hinblick auf die Spezifika der Nutzung von Controllinginformationen und der methodologischen Implikationen des gewählten Vorgehens sicherlich noch eine ganze Reihe von Ansatzpunkten für tiefergehende Analysen identifizieren. Aus dieser Perspektive zeigt die Arbeit einen Gesamtzusammenhang auf, der solche Analysen motiviert, strukturiert und einen Ansatz anbietet, auf dem aufgebaut werden könnte.

Dies gilt in besonderem Maße für die durchgeführten Computersimulationsexperimente. „[T]he usual caveat of generalizability“⁶⁸⁰ impliziert, dass einige Einschränkun-

⁶⁷⁸ Es gibt jedoch auch Beispiele für Probleme, deren Komplexität auch bei großem Zeitbudget kaum bewältigbar ist. Als Beispiel führt Simon (1978: 12) die NP-vollständigen Probleme der Informatik an, bei denen der Lösungsraum in Abhängigkeit von der Problemgröße exponentiell wächst und insofern auch schnellste Computer so stark überfordert, dass auch bei jahrelanger Rechenzeit kein exaktes Ergebnis zu erwarten ist. In diesem Zusammenhang zeigt aber das Spiel Schach auf, dass trotz des Mangels einer vollständigen Lösung mit der Zeit große Fortschritte hinsichtlich guter Strategien gemacht wurden.

⁶⁷⁹ Vgl. Merchant et al. (2003: 271-274).

⁶⁸⁰ Vgl. Raghu et al. (2003: 176).

gen hinsichtlich der Allgemeingültigkeit der angenommenen Hypothesen bestehen. So wurde beispielsweise eine ganz bestimmte Wechselwirkung zwischen instrumenteller und konzeptioneller Nutzung von Controllinginformationen modelliert. Insofern sind es primär die erzielten qualitativen Einsichten, denen Beachtung geschenkt werden sollte. In einer Art Gedankenexperiment wurde aufgezeigt, dass ein Spannungsfeld besteht und sich auch in einem konkreten Modell manifestiert. Die Erarbeitung konkreter Empfehlungen für die Gestaltung von Controllinginstrumenten kann auf dieser Ebene nicht gelingen. Diese Arbeit ist in diesem Zusammenhang eine Vorarbeit. Fluchtpunkt einer weiteren Entwicklung wäre die Erarbeitung eines Modells, das konkrete Aussagen über die Wahl wesentlicher Gestaltungsparameter eines Controllinginstruments machen kann.

Schließlich ist noch darauf hinzuweisen, dass mit der Modellierung eines abstrakten Konzepts wie der konzeptionellen Informationsnutzung durch ein Computersimulationsmodell viele Freiheitsgrade verbunden sind,⁶⁸¹ die nicht alle in der Sensitivitätsanalyse hinterfragt werden konnten. Richiardi et al. (2006) haben einen detaillierten Forschungsprozess für Computersimulationsmodelle entworfen, der an einigen Stellen noch auf mögliche Verbesserungen hinweist. So wird beispielsweise für die Sensitivitätsanalyse noch eine Reihe tiefergehender Prüfungen vorgeschlagen, wie beispielsweise eine Kontrolle über die Initialisierung des Zufallsgenerators.⁶⁸² Auch könnte man durch verbesserte technische Infrastruktur, insbesondere schnellere Hardware und eine datenbankgestützte Verwaltung der Simulationsdaten, die Anzahl an Simulationsdurchläufen weiter vergrößern, um das Modellverhalten noch umfassender analysieren zu können. Das könnte auch eine technische Optimierung des Lernverhaltens des LCS im Vorfeld sein, so dass die technischen Parameterwerte separat und aus technischer Perspektive begründet werden könnten.

Durch den Aufbau auf das Modell von Marengo (1992) konnten die Auswirkungen dieser Einschränkungen substantiell reduziert werden, indem viele Strukturen und Parameterwerte nach erfolgreicher Replikation übernommen wurden. Dies hatte jedoch gleichzeitig eine Einschränkung des Grads der Controllingspezifität zur Folge. Die Untersuchung der Forschungshypothese sollte daher in spezifischeren Kontexten fortgesetzt werden.

⁶⁸¹ Vgl. Vriend (1994: 43).

⁶⁸² Vgl. Richiardi et al. (2006: 4.24).

6. Fazit und Ausblick

6.1 Zusammenfassung

Die Arbeit ist motiviert durch eine in der Literatur bestehende Unzufriedenheit mit der theoretischen Erfassung der Nutzungsformen von *Controllinginformationen*. Kern der Kritik ist die einseitige, auf die Entscheidungsfundierung als Nutzungszweck fokussierte Betrachtung, die potenziell zu dysfunktionalen Gestaltungsempfehlungen führt. Eine in den letzten Jahren häufig thematisierte Ergänzung ist der Nutzungszweck der Verhaltenssteuerung. Dabei wird, wie bei der Entscheidungsfundierung auch, direkt auf den formalen Modellen der neoklassischen Mikroökonomik aufgebaut, jedoch der Fall einer Delegation der Entscheidung einbezogen. So konnte bereits modelltheoretisch allgemein nachgewiesen werden, dass eine rein auf ökonomisch-rationale Entscheidungsfundierung ausgerichtete Gestaltung von Controllinginstrumenten im Delegationsfall suboptimal sein kann. Die Verbesserung der Anreize des (von der Instanz beauftragten) Entscheidungsträgers rechtfertigt die Verwendung ungenauer oder verzerrter Controllinginformationen.

In empirischen Untersuchungen hat sich neben der Nutzung von Controllinginformationen zum Zweck der Entscheidungsfundierung und Verhaltenssteuerung (als Formen „instrumenteller“ Nutzung) auch die „konzeptionelle“ Nutzung als sehr bedeutsam erwiesen. *Konzeptionelle Informationsnutzung* ist grob als eine Nebenwirkung des zweckgerichteten Einsatzes von Informationen („instrumentelle Nutzung“) zu verstehen, die sich zweckübergreifend auf das Denken des Informationsnutzers auswirkt. So kann ein Manager beispielsweise bei der (instrumentellen) Verwendung von Prozesskostenrechnungsinformationen zur Produktprogrammgestaltung gleichzeitig lernen (i. S. v. konzeptioneller Nutzung), welche Faktoren die Kosten hauptsächlich determinieren, und die Kenntnis dieser Grundzusammenhänge später für eine Vielzahl von Zwecken, insbesondere bei anderen Entscheidungsproblemen, nutzbringend zur Anwendung bringen.

Für die potenziell ebenfalls gestaltungsrelevanten Wechselwirkungen zwischen instrumenteller und konzeptioneller Informationsnutzung liegt jedoch bislang keine systematische *modelltheoretische Untersuchung* vor. Daraus ergibt sich die *Problemstellung* dieser Arbeit: Eine vom ökonomisch-rationalen Grundmodell der instrumentellen Nutzung von Controllinginformationen ausgehende Präzisierung des Konzepts der konzeptionellen Informationsnutzung und modelltheoretische Untersuchung der

vermuteten Interdependenzen zwischen instrumenteller und konzeptioneller Nutzung von Controllinginformationen. Damit wird eine integrative Betrachtung ermöglicht und die Gefahr einer einseitigen und potenziell schädlichen Fokussierung der Gestaltung von Controllinginstrumenten offen gelegt.

Im Literaturüberblick wird aufgezeigt, dass die Bearbeitung dieser Problemstellung eine Brücke zwischen der ökonomisch-rationalen und der verhaltensorientierten Betrachtung der Nutzung von Controllinginformationen schlägt. Damit kann die analytische Kraft der modelltheoretischen Ansätze für eine aus deskriptiver Sicht relevantere bzw. realitätsnähere Untersuchung der Nutzung von Controllinginformationen fruchtbar gemacht werden. Außerdem wird eine modelltheoretische Untersuchung der Forschungshypothese über dysfunktionale Wechselwirkungen zwischen instrumenteller und konzeptioneller Nutzung vorgenommen.

Das Vorgehen kann anhand eines an der WHU am Lehrstuhl für Controlling von Prof. Weber⁶⁸³ entwickelten Bezugsrahmens strukturiert werden. Der Bezugsrahmen geht von den Kategorien Können und Wollen aus und ist aus einer grundsätzlichen Auseinandersetzung mit ökonomischen Modellen in der Betriebswirtschaftslehre entstanden. Ausgangspunkt ist die einseitige Auseinandersetzung der modelltheoretischen Ansätze mit Aspekten des Wollens, einerseits in Form von Nutzenmaximierung bei gegebenen Restriktionen, andererseits in Form von Anreizen. Der Bezugsrahmen bezieht Könnensaspekte mit ein, darunter insbesondere kognitive Limitationen im Sinne von Simons „bounded rationality“. Dies führt dazu, dass die modellierten Akteure nicht immer die bestmögliche Entscheidung treffen *können*. Die konzeptionelle Nutzung von Controllinginformationen setzt genau an dieser Stelle an, indem sie die Entwicklung der Entscheidungsfähigkeit problematisiert, statt diese qua neoklassischer Rationalitätsannahme bereits vorauszusetzen. Der Bezugsrahmen schafft daher eine fruchtbare Grundlage für diese Arbeit.

Dazu wird im ersten Schritt das theoretische Konzept der konzeptionellen Nutzung von Controllinginformationen präzisiert und in den ökonomisch-rationalen Bezugsrahmen integriert. Auf dieser Basis wird es als Veränderung des Entscheidungsmodells ausgelöst durch instrumentelle Nutzung von Controllinginformationen definiert. Diese Definition ermöglicht die Betrachtung instrumenteller Nutzung von Controllinginfor-

⁶⁸³ Lehrstuhl für Controlling und Telekommunikation an der WHU – Otto Beisheim School of Management, Vallendar.

mationen zur Entscheidungsfundierung und Verhaltenssteuerung sowie konzeptioneller Nutzung in einem integrativen Modell.

Die damit verbundene Anpassungsfähigkeit des Entscheidungsmodells kann jedoch im Homo-oeconomicus-Modell der Neoklassik nicht thematisiert werden. Die notwendige Ausdifferenzierung in Richtung Kognition wird, basierend auf den Überlegungen des WHU-Ansatzes zur Integration von Können und Wollen in der Modellierung eines ökonomischen Akteurs, mit Hilfe von Lindenberg's „Methode der abnehmenden Abstraktion“ methodologisch kontrolliert vorgenommen. Dies führt zu Hollands Theorie regelbasierter, adaptiver Agenten. Holland löst darin die neoklassische Rationalitätsannahme auf, indem er ausgestaltet, wie eine Anpassung an die Situation modellendogen erfolgen kann. Auf diese Weise kann konzeptionelle Informationsnutzung abgebildet werden. Den Kern der Theorie bildet die Modellierung von Akteuren als „learning classifier systems“ (LCS), computerbasiert dargestellter und feedbackgesteuert anpassungsfähiger Regelmengen.

Auf dieser Grundlage wird das konkrete Modell konstruiert. Dazu werden im ersten Schritt Anforderungen definiert, die ein solches Modell zu erfüllen hat. Die Sichtung vorhandener LCS-Modelle im ökonomischen Anwendungsbereich führt zu der Arbeit von Marengo (1992) über organisationales Lernen. Das modellierte Entscheidungsproblem und die zu Grunde liegende Organisationsstruktur erlauben eine Verwendung als Grundlage für die Modellkonstruktion dieser Arbeit. Es handelt sich im Modell um eine stilisierte Produktprogrammentscheidung und die Informationen im Modell weisen einen Controllingbezug auf. Das Modell wird so modifiziert, dass in Form von Teilentscheidungen im Organisationszusammenhang sowohl Entscheidungsfundierungs- als auch Verhaltenssteuerungsaspekte abgebildet werden. Das resultierende Modell bildet damit die hier eingenommene umfassendere Sicht auf die Nutzung von Controllinginformationen ab.

Die Untersuchung der Forschungshypothese über die Wechselwirkungen instrumenteller und konzeptioneller Nutzung von Controllinginformationen erfolgt daraufhin durch Computersimulationsexperimente. Dazu wird im ersten Schritt das Modellverhalten im Bezug auf Entscheidungsfundierung und Verhaltenssteuerung näher analysiert, um die Validität des Modells sicherzustellen. Zentrale Aspekte der theoretischen Diskussion werden bezogen auf den Modellkontext in Form von Hypothesen formuliert und anschließend durch Simulationsexperimente untersucht. Der Grenzfall der rein instrumentellen Nutzung lässt sich durch Deaktivierung der Anpassung des LCS darstellen. Damit wird eine Reproduktion der Aussagen der ökonomisch-rationalen

Modelle möglich, sowohl im Hinblick auf die Entscheidungsfundierung (Hypothese 1) als auch die Verhaltenssteuerung (Hypothese 2). Anschließend wird dann die eigentliche Forschungshypothese (Hypothese 3) über gestaltungsrelevante Wechselwirkungen zwischen instrumenteller und konzeptioneller Informationsnutzung untersucht.

Die durchgeführten Simulationsexperimente haben ergeben, dass die entscheidungstheoretische Formulierung der Entscheidungsfundierung im vorliegenden Modell reproduziert wird (Hypothese 1). Ebenso konnten das ökonomisch-rationale Modell zur Verhaltenssteuerung und dessen Kernaussagen reproduziert werden (Hypothese 2). Mit dem durch die erfolgreiche Replikation im Vorfeld und in seiner Erfassung von instrumenteller Informationsnutzung validierten Simulationsmodell wurde schließlich die Forschungshypothese untersucht. Es wurde bestätigt, dass eine Verschlechterung der instrumentellen zugunsten der konzeptionellen Informationsnutzung einen positiven Netto-Effekt auslösen kann (Hypothese 3).

Insgesamt stellt die Arbeit die Berücksichtigung ursprünglich „weicher“ Faktoren (z. B. Kommunikation, Lernen) bei der Gestaltung von Controllinginstrumenten auf eine modelltheoretische Grundlage. Die von der Entscheidungstheorie ausgehende und sehr verbreitete Heuristik „genauer ist besser“ wird durch den Einbezug der konzeptionellen Informationsnutzung anreizunabhängig relativiert. Der entwickelte Modellrahmen könnte im nächsten Schritt für eine Modellierung spezifischer Controllinginstrumente genutzt werden, um durch eine Abwägung von instrumenteller und konzeptioneller Nutzung konkrete Gestaltungsempfehlungen abzuleiten.

In der Arbeit wurde eine integrative modelltheoretische Formalisierung der Nutzungsarten vorgeschlagen. Damit wird inhaltlich umgesetzt, was Krugman (1998: 145) auf methodologischer Ebene indirekt fordert: „I suddenly realized the remarkable extent to which the methodology of economics creates blind spots. We just don't see what we can't formalize.“ Zukünftige Arbeiten können darauf aufbauen und sicherstellen, dass bei der Gestaltung von Controllinginstrumenten entscheidungsträgerbezogene Faktoren, wie etwa mentale Modelle, schließlich ebenso prominent berücksichtigt werden, wie es bei den entscheidungsbezogenen Faktoren bereits der Fall ist.

6.2 Forschungsimplicationen

Mit der Herausarbeitung der Forschungsbeiträge im letzten Kapitel wurde bereits deutlich, dass sich diese Arbeit zu einem wesentlichen Teil als Zwischenschritt auf dem Weg zu einer umfassenderen wissenschaftlichen Modellierung der Nutzung von Controllinginformationen bzw. allgemein der stärkeren Berücksichtigung der kognitiven

Dimension in ökonomischen Modellen versteht. Die sich daraus ergebenden vielfältigen Anknüpfungspunkte für zukünftige Arbeiten wurden in diesem Zusammenhang bereits skizziert. Ergänzend sollen zur Abrundung dieser Arbeit noch Forschungsimplicationen ausgearbeitet werden, die innerhalb konkreter Projekte realisierbar wären. Diese setzen an drei wesentlichen Punkten an: der Vertiefung der Modellierung konzeptioneller Nutzung von Controllinginformationen, der Entwicklung konkreter, auf spezifische Controllinginstrumente bezogener Modelle und der Schnittstelle zur Empirie bzw. Unternehmenspraxis.

Die konzeptionelle Nutzung von Controllinginformationen wurde in dieser Arbeit in ihrer breiten Wirkung auf Wahrnehmung, Verständnis und Sprache nicht näher untersucht. Die zu Beginn dieser Arbeit aufgeworfenen Fragen zur Gültigkeit der sachlich-analytischen Postulate könnten aufbauend auf dem sukzessive entwickelten Modell einer Überprüfung unterzogen und auf dieser Basis spezifiziert werden. Das Modell bietet dabei vielfältige Anknüpfungspunkte, um beispielsweise den Sprachaspekt der konzeptionellen Nutzung von Controllinginformationen zu modellieren. Im weiteren Verlauf der Forschung könnten dann weitere Schritte folgen, wie beispielsweise die Modellierung spezifischer Adressaten von Controllinginformationen (wie Manager oder Techniker) oder die Spezifizierung von Controllinginformationen im Hinblick auf Vokabular oder Bestandteile.

Im Bereich der Modellentwicklung wurden Grundlagen geschaffen, um konkrete Controllinginstrumente unter Einbezug kognitiver Restriktionen der Nutzer zu modellieren, ohne dabei die wesentlichen Aspekte der Entscheidungsfundierung und Verhaltenssteuerung zu vernachlässigen. So könnte anknüpfend an Pfaff/Weber (1998) die Kostenrechnung analysiert werden, z. B. indem das Modell von Wagenhofer (1996) um die konzeptionelle Nutzung von Kostenrechnungsinformationen ergänzt wird. Ebenfalls vielversprechend erscheint die bereits beispielhaft erwähnte Einbeziehung der konzeptionellen Nutzung im Bereich der wertorientierten Unternehmensführung. Dort fehlt eine theoretische Erfassung der Nachteile von Adjustments und eine nachvollziehbare Abwägung zwischen Vor- und Nachteilen. Es ist naheliegend, Komplexität und kognitive Begrenzungen als einen gewichtigen Nachteil einer großen Anzahl von Adjustments anzunehmen. Insofern könnten die Nachteile durch eine Verschlechterung der konzeptionellen Nutzung des EVAs analog zum Modell in dieser Arbeit formalisiert werden. Vor diesem Hintergrund könnte es als Ausgangspunkt für eine modelltheoretische Abwägung von Vor- und Nachteilen von Adjustments dienen. Fluchtpunkt weiterer Forschungsarbeiten wäre somit die *konkrete* Beantwortung der Frage nach der

Anzahl von Adjustments im betrachteten Zusammenhang („Wie viele Adjustments braucht der EVA?“). Greift man exemplarisch die Nutzung des EVA für Investitionsentscheidungen heraus, so bietet das Computersimulationsmodell einer Investitionsentscheidung bei Carley (1992: 25-26) einen konkreten Anknüpfungspunkt. In Kombination mit einem LCS-basiert modellierten Akteur könnte der Einfluss der konzeptionellen Informationsnutzung auf die Vorteilhaftigkeit von EVA-Anpassungen untersucht werden.

Sollen aber konkrete Gestaltungsempfehlungen durch ein Modell gegeben werden, so stellt sich die Frage nach dem Zusammenhang zwischen Modell und empirischer Realität. Aufgrund des Abstraktionsgrads des Modells kann eine solche Entsprechung nicht einfach angenommen werden. Vor diesem Hintergrund erscheint eine nähere Untersuchung der Auswirkungen von Kontingenzzfaktoren auf das Entscheidungsverhalten im Modell, beispielsweise bei veränderter Umweltdynamik oder Verstärkung der kognitiven Restriktionen durch Verringerung der Regelsetgröße, verzichtbar, solange nicht ein expliziter Zusammenhang zwischen dem empirisch beobachtbaren und dem mittels Hollands Theorie modellierten Verhalten bei der Nutzung von Controllinginformationen hergestellt werden kann.

Dazu wäre zunächst eine direkte empirische Untersuchung des Sprachaspekts und der Forschungshypothese in der hier vorgeschlagenen Konzeptualisierung möglich, um insbesondere die Wechselwirkungen zwischen instrumenteller und konzeptioneller Informationsnutzung zu untersuchen. In einem iterativen Vorgehen könnte man auch die vorhandenen empirischen Untersuchungen zur Nutzung von Controllinginformationen im Modell detailliert nachvollziehen, um daraus neue Impulse für weitere empirische Untersuchungen abzuleiten.⁶⁸⁴ Geht man noch einen Schritt weiter, so kann man den Ansatz der „calibrated agents“ von Arthur (1991: 353) aufnehmen und ein konkretes Modell der Nutzung von Controllinginformationen anhand verfügbarer empirischer Daten kalibrieren, um anschließend durch das Modell Aussagen in einem ähnlichen Bereich zu treffen, über den noch keine empirischen Daten vorliegen. Prototypische Arbeiten, bei denen erfolgreich eine Entsprechung zwischen dem Modellverhalten und experimentellen Erkenntnissen hergestellt wurde, bestehen bereits.⁶⁸⁵ So könnten beispielsweise bereits vorliegende experimentelle Erkenntnisse, resultierend aus der Über-

⁶⁸⁴ Vgl. dazu insbesondere die aktuelle empirische Studie zur Nutzung von Controllinginformationen von Steiners (2005), die auf dem integrativen Ansatz von Schäffer/Steiners (2004) basiert.

⁶⁸⁵ Vgl. Arthur (1991), ausführlicher Arthur (1993) und aktueller Casari (2004). Für einen aktuellen Überblick vgl. Duffy (2006).

tragung der deskriptiven Entscheidungstheorie auf den Controllingkontext, als konkreter Ausgangspunkt für ein solches Projekt dienen. Ein so kalibriertes Modell könnte dann beispielsweise für Prognosen in ähnlichen Entscheidungssituationen herangezogen werden. Als Resultat könnten durch ein solches Modell Ansatzpunkte für Maßnahmen zur Rationalitätssicherung identifiziert werden.

So könnten sich die Hinweise weiter verdichten, dass nicht nur das Vorstellen einer Uhr zulasten ihrer Messgenauigkeit sinnvoll sein kann, sondern auch Controllinginstrumente gelegentlich „verstellt“ werden sollten, um dem Nutzer dabei zu helfen, sich in der komplexen Unternehmensrealität besser zurecht zu finden.

Literaturverzeichnis

Alker, Hayward R. (1974): Computer Simulations: Inelegant Mathematics and Worse Social Science?, *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 5 (2), S. 139-155.

Amman, Hans M. (1997): What Is Computational Economics?, *Computational Economics*, 10 (2), S. 103-105.

Anderson, Philip (1999): Complexity Theory and Organization Science, *Organization Science*, 10 (3), S. 216-232.

Anderson, Philip/Meyer, Alan/Eisenhardt, Kathleen/Carley, Kathleen/Pettigrew, Andrew (1999): Introduction to the Special Issue: Applications of Complexity Theory to Organization Science, *Organization Science*, 10 (3), S. 233.

Anderson, Philip W./Arrow, Kenneth J./Pines, David (1988/1996): *The Economy as an Evolving Complex System*, 8th print, Reading, MA: Addison-Wesley.

Andreoni, James/Miller, John H. (1995): Auctions with Artificial Adaptive Agents, *Games and Economic Behavior*, 10 (1), S. 39-64.

Ansari, Shahid/Euske, K. J. (1987): Rational, Rationalizing, and Reifying Uses of Accounting Data in Organizations, *Accounting, Organizations & Society*, 12 (6), S. 549-568.

Anthony, Robert N. (1965): *Planning and Control Systems: a Framework for Analysis*, Boston: Harvard Univ. Press.

Anthony, Robert N. (2003): Management Accounting: A Personal History, *Journal of Management Accounting Research (JMAR)*, 15, S. 249-253.

Arifovic, Jasmina (1994): Genetic Algorithm Learning and the Cobweb Model, *Journal of Economic Dynamics and Control*, 18 (1), S. 3-28.

Arifovic, Jasmina (1995): Genetic Algorithms and Inflationary Economies, *Journal of Monetary Economics*, 36 (1), S. 219-243.

Arifovic, Jasmina (1996): The Behavior of the Exchange Rate in the Genetic Algorithm and Experimental Economies, *Journal of Political Economy (JPE)*, 104 (3), S. 510-541.

Arifovic, Jasmina (2000): Evolutionary Algorithms in Macroeconomic Models, *Macroeconomic Dynamics*, 4 (3), S. 373-414.

Arifovic, Jasmina (2001): Performance of Rational and Boundedly Rational Agents in a Model with Persistent Exchange Rate Volatility, *Macroeconomic Dynamics*, 5, S. 204-224.

Arifovic, Jasmina/Ledyard, John (2004): Scaling Up Learning Models in Public Good Games, *Journal of Public Economic Theory (JPET)*, 6 (2), S. 203-238.

Arifovic, Jasmina/Ledyard, John (2005): Computer Testbeds: The Dynamics of Groves-Ledyard Mechanisms, Working Paper (submitted to the *Journal of Political Economy*), California Institute of Technology, Pasadena, CA.

Armano, G./Marchesi, M./Murru, A. (2005): A hybrid genetic-neural architecture for stock indexes forecasting, *Information Sciences*, 170 (1), S. 3-33.

Arrow, Kenneth J./Radner, Roy (1979): Allocation of Resources in Large Teams, *Econometrica*, 47 (2), S. 361-386.

Arthur, W. Brian (1991): Designing Economic Agents that Act like Human Agents: A Behavioral Approach to Bounded Rationality, *American Economic Review (AER)*, 81 (2), S. 353-360.

Arthur, W. Brian (1993): On Designing Economic Agents that Behave like Human Agents, *Journal of Evolutionary Economics*, 3 (1), S. 1-23.

Arthur, W. Brian (1994): Complexity in Economic Theory: Inductive Reasoning and Bounded Rationality, *American Economic Review (AER)*, 84 (2-8), S. 406-411.

Arthur, W. Brian (1995): Complexity in Economic and Financial Markets, *Complexity*, 1 (1), S. 20-25.

Arthur, W. Brian/Durlauf, Steven N./Lane, David A. [Hrsg.] (1997): *The Economy as an Evolving Complex System II*, Reading, Mass.: Addison-Wesley.

Arthur, W. Brian/Holland, John H./LeBaron, Blake/Palmer, Richard/Tayler, Paul (1997): Asset Pricing under Endogenous Expectations in an Artificial Stock Market, in: Arthur, W. Brian/Durlauf, Steven N./Lane, David A. (Hrsg.): *The Economy as an Evolving Complex System II*, Reading, Mass.: Addison-Wesley, S. 15-44.

Ashton, Robert H. (1976): Deviation-Amplifying Feedback and Unintended Consequences of Management Accounting Systems, *Accounting, Organizations & Society (AOS)*, 1 (4), S. 289-300.

Atkinson, Anthony A./Balakrishnan, Ramji/Booth, Peter/Cote, Jane M./Groot, Tom/Malmi, Teemu/Roberts, Hanno/Uliana, Enrico/Wu, Anne (1997): New directions in management accounting research, *Journal of Management Accounting Research (JMAR)*, 9, S. 79.

Aumann, Robert J. (1997): Rationality and Bounded Rationality, *Games and Economic Behavior*, 21 (1-2), S. 2-14.

Aust, René (1999): *Kostenrechnung als unternehmensinterne Dienstleistung*, Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl. Zugl.: Koblenz, Wiss. Hochsch. f. Unternehmensf., Diss., 1999.

Axelrod, Robert M. (1997a): Advancing the Art of Simulation in the Social Sciences, in: Conte, Rosaria/Hegselmann, Rainer (Hrsg.): *Simulating Social Phenomena*, Berlin: Springer, S. 21-40.

Axelrod, Robert M. (1997b): *The Complexity of Cooperation: Agent-based Models of Competition and Collaboration*, Princeton, NJ: Princeton Univ. Press.

Axtell, Robert (2000): *Why Agents? On the Varied Motivations for Agent Computing in the Social Sciences*, Working Paper No. 17, Center on Social and Economic Dynamics, The Brookings Institution, Washington, DC.

Axtell, Robert L./Epstein, Joshua M./Young, H. Peyton (2001): The Emergence of Cashes in a Multi-Agent Bargaining Model, in: Durlauf, Steven N./Young, H. Peyton (Hrsg.): *Social dynamics*, Washington, DC: Brookings Inst. Press, S. 191-211.

Bach, Sabine/Brettel, Malte/Grothe, Martin/Schäffer, Utz/Weber, Jürgen (1998/2001): Grundmodell einer dynamischen Theorie ökonomischer Akteure, in: Weber, Jürgen/Schäffer, Utz (Hrsg.): *Rationalitätssicherung der Führung*, Wiesbaden: Gabler, S. 95-104.

Bagnall, Anthony J. (2004): A Multi-Agent Model of the UK Market in Electricity Generation, in: Bull, Larry (Hrsg.): *Applications of Learning Classifier Systems*, Berlin: Springer, S. 167-181.

Bagnall, Anthony J./Smith, G. D. (2000): An Adaptive Agent Model for Generator Company Bidding in the UK Power Pool, in: Fonlupt, Cyril/Hao, Jin-Kao/Lutton, Evelyne/Ronald, Edmund/Schoenauer, Marc (Hrsg.): *Artificial Evolution*, Berlin: Springer-Verlag, S. 191-203.

Ballwieser, Wolfgang (1991): Das Rechnungswesen im Lichte ökonomischer Theorie, in: Ordelheide, Dieter/Rudolph, Bernd/Büsselmann, Elke (Hrsg.): *Betriebswirtschaftslehre und ökonomische Theorie*, Stuttgart: Poeschel, S. 97-124.

Basci, Erdem (1999): Learning by Imitation, *Journal of Economic Dynamics & Control*, 23 (9/10), S. 1569-1585.

Bauer, Richard J. (1994): *Genetic Algorithms and Investment Strategies*, New York: Wiley.

Beaver, William H. (2002): Review of Accounting Theory: An Information Content Perspective, *European Accounting Review (EAR)*, 11 (3), S. 631-633.

- Becker, Albrecht (2003): *Controlling als reflexive Steuerung von Organisationen*, Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Becker, Gary S. (1976/1982): *Der ökonomische Ansatz zur Erklärung menschlichen Verhaltens*, in: Becker, Gary S. (Hrsg.): *Der ökonomische Ansatz zur Erklärung menschlichen Verhaltens*, Tübingen: Mohr Siebeck, S. 1-15.
- Becker, Gary S. (1993): *Nobel Lecture: The Economic Way of Looking at Behavior*, *Journal of Political Economy*, 101 (3), S. 385-409.
- Beltrametti, Luca/Fiorentini, Riccardo/Marengo, Luigi/Tamborini, Roberto (1997): *A Learning-to-Forecast Experiment on the Foreign Exchange Market with a Classifier System*, *Journal of Economic Dynamics & Control*, 21 (8/9), S. 1543-1575.
- Bénabou, Roland/Tirole, Jean (2004): *Willpower and Personal Rules*, *Journal of Political Economy*, 112 (4), S. 848-886.
- Berry, Anthony J./Broadbent, Jane/Otley, David (1995a): *Accounting Systems and Control*, in: Berry, Anthony J./Broadbent, Jane/Otley, David (Hrsg.): *Management Control: Theories, Issues and Practices*, Basingstoke: Macmillan, S. 77-94.
- Berry, Anthony J./Broadbent, Jane/Otley, David (1995b): *The Domain of Organisational Control*, in: Berry, Anthony J./Broadbent, Jane/Otley, David (Hrsg.): *Management Control: Theories, Issues and Practices*, Basingstoke: Macmillan, S. 3-16.
- Beyer, Janice M./Trice, Harrison M. (1982): *The Utilization Process: A Conceptual Framework and Synthesis of Empirical Findings.*, *Administrative Science Quarterly*, 27 (4), S. 591-622.
- Birchenhall, Chris (1995): *Modular Technical Change and Genetic Algorithms*, *Computational Economics*, 8 (3), S. 233-253.
- Birchenhall, Chris/Kastrinos, Nikos/Metcalf, Stan (1997): *Genetic Algorithms in Evolutionary Modelling*, *Journal of Evolutionary Economics*, 7 (4), S. 375-393.
- Bleymüller, Josef/Gehlert, Günther/Gülicher, Herbert (1996): *Statistik für Wirtschaftswissenschaftler*, 10., überarb. Aufl., München: Vahlen.
- Boisot, Max/Canals, Agusti (2004): *Data, information and knowledge: have we got it right?*, *Journal of Evolutionary Economics*, 14 (1), S. 43-67.
- Bonabeau, Eric (2002): *Agent-based modeling: Methods and techniques for simulating human systems*, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, 99 (Suppl. 3), S. 7280-7287.
- Bookstaber, Richard/Langsam, Joseph (1985): *Predictable Behavior: Comment*, *American Economic Review*, 75 (3), S. 271-275.

- Bretzke, Wolf-Rüdiger (1980): *Der Problembezug von Entscheidungsmodellen*, Tübingen: Mohr.
- Bruns, William J./McKinnon, Sharon M. (1993): *Information and Managers: A Field Study*, *Journal of Management Accounting Research (JMAR)*, 5, S. 84-108.
- Bull, Larry (1999): *On Using a ZCS in a Simulated Continuous Double-Auction Market*, in: Banzhaf, Wolfgang/Daida, Jason/Eiben, Agoston E./Garzon, Max H./Honavar, Vasant/Jakiela, Mark/Smith, Robert E. (Hrsg.): *Proceedings of the Genetic and Evolutionary Computation Conference*, San Francisco, CA: Morgan Kaufmann, S. 83-90.
- Bull, Larry/Hurst, Jacob (2002): *ZCS Redux*, *Evolutionary Computation*, 10 (2), S. 185-205.
- Bull, Larry/Kovacs, Tim [Hrsg.] (2005): *Foundations of Learning Classifier Systems*, Berlin: Springer.
- Burchell, Stuart/Clubb, Colin/Hopwood, Anthony/Hughes, John/Nahapiet, Janine (1980): *The Role of Accounting in Organization and Society*, *Accounting, Organizations & Society*, 5 (1), S. 5-27.
- Burton, Richard/Obel, Borge (1995): *The Validity of Computational Models in Organization Science: From Model Realism to Purpose of the Model*, *Computational and Mathematical Organization Theory (CMOT)*, 1 (1), S. 57-72.
- Butz, Martin V. (2000): *XCSJava 1.0: An Implementation of the XCS classifier system in Java*, Technical Report 2000027, Illinois Genetic Algorithm Laboratory, Urbana-Champaign.
- Butz, Martin V. (2002): *Anticipatory Learning Classifier Systems*, Boston: Kluwer.
- Caplan, Nathan (1975): *The Use of Social Science Information by Federal Executives*, in: Lyons, Gene M. (Hrsg.): *Social research and public policies. The Dartmouth/OECD Conference, International Seminar on Social Research and Public Policies*, Sept. 1974, Hanover, USA: Public Affairs center, Dartmouth College, S. 46-67.
- Caplan, Nathan (1979): *The Two-Communities Theory and Knowledge Utilization*, *American Behavioral Scientist*, 22 (3), S. 459-470.
- Carley, Kathleen M. (1992): *Organizational Learning and Personnel Turnover*, *Organization Science*, 3 (1), S. 20-46.
- Carley, Kathleen M./Gasser, Les (1999/2000): *Computational Organization Theory*, in: Weiss, Gerhard (Hrsg.): *Multiagent Systems: a Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence*, 2nd printing, Cambridge, MA: MIT Press, S. 299-330.

- Casari, Marco (2004): Can Genetic Algorithms Explain Experimental Anomalies?, *Computational Economics*, 24 (3), S. 257-275.
- Chang, Myong-Hun/Harrington, Joseph E., Jr. (2006): Agent-Based Models of Organizations, in: Judd, Kenneth L./Tesfatsion, Leigh (Hrsg.): *Handbook of Computational Economics II: Agent-Based Computational Economics*, Amsterdam: North Holland, S. 1273-1337.
- Chattoe, Edmund (1994): The Use of Evolutionary Algorithms in Economics: Metaphors or Models for Social Interaction?, in: Hillebrand, Eva/Stender, Joachim (Hrsg.): *Many-agent simulation and artificial life*, Amsterdam: IOS Press, S. 48-83.
- Chattoe, Edmund (1996): Why are we Simulating Anyway? Some Answers From Economics, in: Troitzsch, Klaus G./Müller, Ulrich/Gilbert, G. Nigel/Doran, Jim E. (Hrsg.): *Social Science Microsimulation*, Berlin, S. 78-104.
- Chattoe, Edmund (1998): Just How (Un)realistic are Evolutionary Algorithms as Representations of Social Processes, *Journal of Artificial Societies and Social Simulation (JASSS)*, 1 (3).
- Chen, Shu-Heng (2005): Computational Intelligence in Economics and Finance: Carrying on the Legacy of Herbert Simon, *Information Sciences*, 170 (1), S. 121-131.
- Chen, Shu-Heng/Wang, Paul P. (2004a): *Computational Intelligence in Economics and Finance*, Berlin: Springer.
- Chen, Shu-Heng/Wang, Paul P. (2004b): *Computational Intelligence in Economics and Finance*, in: Chen, Shu-Heng/Wang, Paul P. (Hrsg.): *Computational Intelligence in Economics and Finance*, Berlin: Springer, S. 3-55.
- Cherns, Albert B. (1972): Models for the Use of Research, *Human Relations*, 25 (1), S. 25-33.
- Christensen, John A./Demski, Joel S. (2003): *Accounting Theory: An Information Content Perspective*, Boston, Mass.: McGraw-Hill/Irwin.
- Clemens, Christiane/Riechmann, Thomas (1996): Evolutionäre Optimierungsverfahren und ihr Einsatz in der ökonomischen Forschung, Diskussionspapier Nr. 195, Universität Hannover, Fachbereich Wirtschaftswissenschaften, Abteilung Wachstum und Verteilung, Hannover.
- Conlisk, John (1996): Why Bounded Rationality?, *Journal of Economic Literature*, 34 (2), S. 669-700.
- Davidsson, Paul/Logan, Brian/Takadama, Keiki [Hrsg.] (2005): *Multi-Agent and Multi-Agent-Based Simulation*, Berlin: Springer.

- Dawid, Herbert (2006): Book Review: Heterogeneous Agents, Interactions and Economic Performance, *Journal of Economic Behavior & Organization*, 59 (3), S. 453-456.
- Demougin, Dominique/Jost, Peter-J. (2001): Theoretische Grundlagen der Prinzipal-Agenten-Theorie, in: Jost, Peter- J. (Hrsg.): *Die Prinzipal-Agenten-Theorie in der Betriebswirtschaftslehre*, Stuttgart: Schäffer-Poeschel, S. 45-81.
- Demski, Joel S./Feltham, Gerald A. (1976): *Cost Determination: a Conceptual Approach*, Ames, Iowa: Iowa State Univ. Press.
- Denrell, Jerker/Fang, Christina/Levinthal, Daniel A. (2004): From T-Mazes to Labyrinths: Learning from Model-Based Feedback, *Management Science*, 50 (10), S. 1366-1378.
- Denzau, Arthur T./North, Douglass C. (1994): Shared Mental Models: Ideologies and Institutions, *Kyklos*, 47 (1), S. 3-31.
- Dewatripont, Mathias/Tirole, Jean (2005): Modes of Communication, *Journal of Political Economy (JPE)*, 113 (6), S. 1217-1238.
- Dosi, Giovanni/Levinthal, Daniel A./Marengo, Luigi (2003): Bridging Contested Terrain: Linking Incentive-Based and Learning Perspectives on Organizational Evolution, *Industrial and Corporate Change*, 12 (2), S. 413-436.
- Driver, Ciaran F. (1992): The Origin of Predictable Behavior: Comment, *American Economic Review*, 82 (1), S. 368.
- Duffy, John (2001): Learning to Speculate: Experiments with Artificial and Real Agents, *Journal of Economic Dynamics & Control*, 25 (3/4), S. 295-319.
- Duffy, John (2006): Agent-Based Models and Human Subject Experiments, in: Judd, Kenneth L./Tesfatsion, Leigh (Hrsg.): *Handbook in Computational Economics II: Agent-Based Computational Economics*, Amsterdam: North Holland, S. 949-1011.
- Duffy, John/Ochs, Jack (1999): Emergence of Money as a Medium of Exchange: An Experimental Study, *American Economic Review (AER)*, 89 (4), S. 847-877.
- Ewert, Ralf (2002): Der informationsökonomische Ansatz des Controlling, in: Weber, Jürgen/Hirsch, Bernhard (Hrsg.): *Controlling als akademische Disziplin*, Wiesbaden: Gabler, S. 21-37.
- Ewert, Ralf/Wagenhofer, Alfred (2003): *Interne Unternehmensrechnung*, 5., überarb. Aufl., Berlin: Springer.
- Fairley, Andrew/Yates, Derek F. (1993): Improving Simple Classifier Systems to alleviate the problems of Duplication, Subsumption and Equivalence of Rules, in: Albrecht, Rudolf F./Reeves, Colin R./Steele, Nigel C. (Hrsg.): *Proceedings of the*

- International Conference on Artificial Neural Networks & Genetic Algorithms, Wien: Springer, S. 408-416.
- Feltham, Gerald A./Demski, Joel S. (1970): The Use of Models in Information Evaluation, *Accounting Review*, 45 (4), S. 623-640.
- Feurstein, Markus/Natter, Martin/Taudes, Alfred (2000): Hierarchical Coordination of Economic Agents, Working Paper, Proceedings of the 33rd Hawaii International Conference on System Sciences, Vienna.
- Florissen, Andreas (2005): Preiscontrolling: Rationalitätssicherung im Preismanagement, Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag. Zugl.: Vallendar, Wiss. Hochsch. f. Unternehmensf., Diss., 2005.
- Foss, Nicolai J. (2001a): Bounded Rationality in the Economics of Organization: Present Use and (Some) Future Possibilities, *Journal of Management and Governance*, 5 (3-4), S. 401-425.
- Foss, Nicolai J. (2001b): Simon's Grand Theme and the Economics of Organization, *Journal of Management and Governance*, 5 (3-4), S. 216-223.
- Friedman, Milton (1953/1989): The Methodology of Positive Economics, in: Friedman, Milton (Hrsg.): *Essays in positive economics*, 15th ed., Chicago: Univ. of Chicago Press, S. 3-43.
- Fudenberg, Drew/Levine, David K. (1999): *The Theory of Learning in Games*, 2nd print, Cambridge, MA: MIT Press.
- Garrison, Roger W. (1985): Predictable Behavior: Comment, *American Economic Review*, 75 (3), S. 576-578.
- Gerecke, Uwe (1998): *Soziale Ordnung in der modernen Gesellschaft: Ökonomik, Systemtheorie, Ethik*, Tübingen: Mohr Siebeck. Zugl.: Eichstätt, Kath. Univ., Diss., 1997.
- Gifford, Sharon (2005): Limited Attention as the Bound on Rationality, *Contributions to Theoretical Economics*, 5 (1).
- Gigerenzer, Gerd/Todd, Peter M. (1999): *Simple heuristics that make us smart*, New York, NY: Oxford Univ. Press.
- Gilbert, Nigel/Conte, Rosaria (1995/2003): *Artificial societies: the computer simulation of social life*, Reprint, London: Routledge.
- Gilbert, Nigel/Doran, Jim (1995): *Simulating societies: the computer simulation of social phenomena*, Reprint, London: UCL Press.

- Goldberg, David E. (1989): *Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning*, Reprinted with corrections, Boston: Addison-Wesley.
- Grochla, Erwin (1980): *Organisationstheorie*, in: Grochla, Erwin (Hrsg.): *Enzyklopädie der Betriebswirtschaftslehre*, Bd. 2, Handwörterbuch der Organisation, 2. Aufl., Stuttgart: Poeschel, S. 1795-1814.
- Grossman, Sanford J./Stiglitz, Joseph E. (1980): *On the Impossibility of Informationally Efficient Markets*, *American Economic Review (AER)*, 70 (3), S. 393-408.
- Groves, Theodore/Hart, Sergiu (1982): *Efficiency of Resource Allocation by Uninformed Demand*, *Econometrica*, 50 (6), S. 1453-1482.
- Guessoum, Zahia/Rejeb, Lilia/Sigaud, Olivier (2004): *Using XCS to build adaptive agents*, Working Paper, Proceedings of the Fourth Symposium on Adaptive Agents and Multi-Agent Systems (AAMAS-4), AISB convention, p. 101-106, Leeds.
- Hahn, Frank (1996): *Comment*, in: Arrow, Kenneth J./Colombatto, Enrico/Perlman, Mark/Schmidt, Christian (Hrsg.): *The Rational Foundations of Economic Behaviour*, Basingstoke, Hampshire: MacMillan, S. 298-301.
- Hargreaves Heap, Shaun (1998): *Rational Choice*, in: Davis, John B./Hands, D. Wade/Mäki, Uskali (Hrsg.): *The Handbook of Economic Methodology*, Cheltenham: Elgar, S. 400-404.
- Hausman, Daniel M. (1994/1995): *Why Look Under the Hood?*, in: Hausman, Daniel M. (Hrsg.): *The Philosophy of Economics: an Anthology*, 2. ed., reprint, Cambridge: Cambridge Univ. Press, S. 217-222.
- Hayek, Friedrich A. von (1937/1949): *Economics and Knowledge*, in: Hayek, Friedrich A. von (Hrsg.): *Individualism and Economic Order*, Chicago: University of Chicago Press, S. 33-56.
- Hayek, Friedrich A. von (1945/1949): *The Use of Knowledge in Society*, in: Hayek, Friedrich A. von (Hrsg.): *Individualism and Economic Order*, Chicago: University of Chicago Press, S. 77-91.
- Hayes, David C. (1983): *Accounting for Accounting: a Story about Managerial Accounting*, *Accounting, Organizations & Society (AOS)*, 8 (2/3), S. 241-249.
- Heine, Bernd-O./Hirsch, Bernhard/Hufschlag, Klaus/Lesch, Marc/Meyer, Matthias/Müller, Roman/Paefgen, Anne/Pieroth, Guido (2006): *Zur Modellierung ökonomischer Akteure mit begrenzten kognitiven Fähigkeiten – Anleitung zu einer problemspezifischen Ausdifferenzierung des Homo oeconomicus*, WHU-Forschungspapier Nr. 110, WHU – Otto Beisheim School of Management, Vallendar.
- Heine, Bernd-O./Meyer, Matthias (2004): *Conceptual Use of Accounting Information in Value-Based Management – a Neglected Dimension*, Working Paper, presented at the

27th Annual Congress of the European Accounting Association (EAA), April 3, 2004, Prague, Czech Republic.

Heineke, Carsten (2004): Kennzahlen als Führungsinstrument – Möglichkeiten und Grenzen am Beispiel der Wertorientierung, in: Bramsemann, Rainer (Hrsg.): Kennzahlengestütztes Controlling, Münster: Lit Verlag, S. 113-142.

Heineke, Carsten (2005): Kennzahlen als Instrument der Führung: eine sach-analytische Untersuchung aus einer verhaltensorientierten Perspektive unter Einbeziehung kommunikationstheoretischer Überlegungen, Hamburg: Verlag Dr. Kovac. Zugl.: WHU – Otto Beisheim School of Management, Diss., 2005.

Heiner, Ronald A. (1983): The Origin of Predictable Behavior, *American Economic Review* (AER), 73 (4), S. 560-595.

Heiner, Ronald A. (1985a): Origin of Predictable Behavior: Further Modeling and Applications, *American Economic Review*, 75 (2), S. 391-396.

Heiner, Ronald A. (1985b): Predictable Behavior: Reply, *American Economic Review*, 75 (3), S. 579-585.

Heiner, Ronald A. (1986): Imperfect Decisions and the Law: On the Evolution of Legal Precedent and Rules, *Journal of Legal Studies*, 15 (2), S. 227-251.

Heiner, Ronald A. (1988a): Imperfect Decisions in Organizations: Toward a Theory of Internal Structure, *Journal of Economic Behavior and Organization*, 9 (1), S. 25-44.

Heiner, Ronald A. (1988b): The Necessity of Imperfect Decisions, *Journal of Economic Behavior and Organization*, 10 (1), S. 29-55.

Heiner, Ronald A. (1990): Imperfect Choice and Origin of Institutional Rules, *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, 146 (4), S. 720-726.

Henri, Jean-Francois (2006): Organizational Culture and Performance Measurement Systems, *Accounting, Organizations & Society* (AOS), 31 (1), S. 77-103.

Hiromoto, Toshiro (1988): Another Hidden Edge - Japanese Management Accounting, *Harvard Business Review*, 66 (4), S. 22-26.

Hirst, Mark K./Baxter, Jane A. (1993): A Capital Budgeting Case Study: An Analysis of a Choice Process and Roles of Information, *Behavioral Research in Accounting*, 5, S. 187-210.

Holland, John H. (1976): Adaptation, in: Rosen, Robert/Snell, Fred M. (Hrsg.): *Progress in Theoretical Biology*, Vol. 4, New York: Academic Press, S. 263-293.

- Holland, John H. (1980): Adaptive Algorithms for Discovering and Using General Patterns in Growing Knowledge-bases, *International Journal of Policy Analysis and Information Systems*, 4 (3), S. 217-240.
- Holland, John H. (1986): Escaping Brittleness: The Possibilities of General-Purpose Learning Algorithms Applied to Parallel Rule-based Systems, in: Michalski, Ryszard S./Carbonell, Jaime G./Mitchell, Tom M. (Hrsg.): *Machine Learning: an Artificial Intelligence Approach*, Vol. II, Los Altos, CA: Morgan Kaufmann, S. 593-624.
- Holland, John H. (1992a): *Adaptation in Natural and Artificial Systems: An Introductory Analysis with Applications to Biology, Control, and Artificial Intelligence*, 2nd ed., Cambridge, MA: MIT Press.
- Holland, John H. (1992b): Complex Adaptive Systems, *Daedalus – Journal of the American Academy of Arts and Sciences*, 121 (1), S. 17-30.
- Holland, John H. (1995): *Hidden Order: How Adaptation Builds Complexity*, Reading, MA: Addison-Wesley.
- Holland, John H. (1996): The Rationality of Adaptive Agents, in: Arrow, Kenneth J./Colombatto, Enrico/Perlman, Mark/Schmidt, Christian (Hrsg.): *The Rational Foundations of Economic Behaviour*, Basingstoke, Hampshire: MacMillan, S. 281-297.
- Holland, John H./Holyoak, Keith J./Nisbett, Richard E./Thagard, Paul R. (1986/1987): *Induction: Processes of Inference, Learning, and Discovery*, 2nd printing, Cambridge, MA: MIT Press.
- Holland, John H./Miller, John H. (1991): Artificial Adaptive Agents in Economic Theory, *American Economic Review (AER)*, 81 (2), S. 365-370.
- Holmes, John H./Lanzi, Pier L./Stolzmann, Wolfgang/Wilson, Stewart W. (2002): Learning Classifier Systems: New Models, Successful Applications, *Information Processing Letters*, 82 (1), S. 23-30.
- Holmström, Bengt (1979): Moral hazard and Observability, *Bell Journal of Economics*, 10 (1), S. 74-91.
- Homann, Karl (1980): *Die Interdependenz von Zielen und Mitteln*, Tübingen: Mohr.
- Homann, Karl/Suchanek, Andreas (2000): *Ökonomik: eine Einführung*, Tübingen: Mohr Siebeck.
- Homburg, Carsten (2001): *Hierarchische Controllingkonzeption: theoretische Fundierung eines koordinationsorientierten Controlling*, Heidelberg: Physica-Verl. Zugl.: Mannheim, Univ., Habil.-Schr., 2001.

- Homburg, Christian/Weber, Jürgen/Karlshaus, Jan T./Aust, René (2000): Interne Kundenorientierung der Kostenrechnung?, *Die Betriebswirtschaft (DBW)*, 60 (2), S. 241-256.
- Hopwood, Anthony (1974/1976): *Accounting and Human Behaviour*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Hopwood, Anthony G. (1978): Towards an Organizational Perspective for the Study of Accounting and Information Systems, *Accounting, Organizations & Society (AOS)*, 3 (1), S. 3-13.
- Horngren, Charles T. (1962): *Cost Accounting: A Managerial Emphasis*, London: Prentice-Hall.
- Horngren, Charles T. (1992): Reflections on Activity Based Accounting in the United States, *Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung*, 44 (3), S. 289-297.
- Horngren, Charles T. (2004): Management Accounting: Some Comments, *Journal of Management Accounting Research (JMAR)*, 16, S. 207-211.
- Horngren, Charles T./Bhimani, Alnoor/Datar, Srikant M./Foster, George (2005): *Management and Cost Accounting*, 3rd ed., Harlow: Prentice Hall.
- Horngren, Charles T./Datar, Srikant M./Foster, George (2003): *Cost Accounting: A Managerial Emphasis*, 11th ed., Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.
- Horngren, Charles T./Sundem, Gary L./Stratton, William O. (2002): *Introduction to Management Accounting*, 12th ed., Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall Internat.
- Hunold, Claus (2003): *Kommunale Kostenrechnung: Gestaltung, Nutzung und Erfolgsfaktoren*, Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl. Zugl.: Wissenschaftliche Hochschule für Unternehmensführung (WHU), Diss., 2003.
- Ishikawa, Yasushi/Terano, Takao (2000): Co-evolution of Multiagents via Organizational-Learning Classifier Systems and its Application to Marketing Simulation, Working Paper, Proceedings of the 4th Pacific-Asia Conference on Information Systems (PACIS2000), pp. 1114-1127, Hong-Kong.
- Ittner, Christopher D./Larcker, David F. (1998): Innovations in Performance Measurement: Trends and Research Implications, *Journal of Management Accounting Research*, 10, S. 205-238.
- Izumi, Kiyoshi/Nakamura, Shigeo/Ueda, Kazuhiro (2005): Development of an Artificial Market Model based on a Field Study, *Information Sciences*, 170 (1), S. 35-63.
- Janssen, Marten C.W. (1998): Microfoundations, in: Davis, John B./Hands, D. Wade/Mäki, Uskali (Hrsg.): *The Handbook of Economic Methodology*, Cheltenham: Elgar, S. 306-310.

- Jensen, Michael C./Meckling, William H. (1976): Theory of the Firm: Managerial Behavior, Agency Costs and Ownership Structure, *Journal of Financial Economics*, 3 (4), S. 305-360.
- Johnson-Laird, Philip N. (1983): *Mental Models*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Jost, Peter-J. (2001a): Die Prinzipal-Agenten-Theorie im Unternehmenskontext, in: Jost, Peter- J. (Hrsg.): *Die Prinzipal-Agenten-Theorie in der Betriebswirtschaftslehre*, Stuttgart: Schäffer-Poeschel, S. 11-43.
- Jost, Peter-J. [Hrsg.] (2001b): *Die Prinzipal-Agenten-Theorie in der Betriebswirtschaftslehre*, Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Kaen, Fred R./Rosenman, Robert E. (1986): Predictable Behavior in Financial Markets: Some Evidence in Support of Heiner's Hypothesis, *American Economic Review*, 76 (1), S. 212-220.
- Kahneman, Daniel/Tversky, Amos (1979): Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk, *Econometrica*, 47 (2), S. 263-291.
- Karlshaus, Jan T. (2000): *Die Nutzung von Kostenrechnungsinformationen im Marketing: Bestandsaufnahme, Determinanten und Erfolgsauswirkungen*, Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl. Zugl.: Koblenz, Wiss. Hochsch. f. Unternehmensführung (WHU), Diss., 2000.
- Kincaid, Harold (1998): Methodological Individualism/Atomism, in: Davis, John B./Hands, D. Wade/Mäki, Uskali (Hrsg.): *The Handbook of Economic Methodology*, Cheltenham: Elgar, S. 294-300.
- Kirchgässner, Gebhard (2000): *Homo Oeconomicus: Das ökonomische Modell individuellen Verhaltens und seine Anwendung in den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften*, 2., erg. und erw. Aufl., Tübingen: Mohr Siebeck.
- Kirman, Alan P./Vriend, Nicolaas J. (2001): Evolving Market Structure: An ACE Model of Price Dispersion and Loyalty, *Journal of Economic Dynamics & Control*, 25 (3/4), S. 459-502.
- Kovacs, Tim (2003): The 2003 Learning Classifier Systems Bibliography, in: Lanzi, Pier L./Stolzmann, Wolfgang/Wilson, Stewart W. (Hrsg.): *Learning Classifier Systems: 5th International Workshop*, Berlin: Springer, S. 187-230.
- Kovacs, Tim (2004): Bibliography of Real-World Classifier System Applications, in: Bull, Larry (Hrsg.): *Applications of Learning Classifier Systems*, Berlin: Springer, S. 300-305.
- Krapp, Michael (2004): Genetische Algorithmen als Planungsinstrument, *Zeitschrift für Planung & Unternehmenssteuerung (ZP)*, 15 (2), S. 165-181.

Krugman, Paul (1998): How I Work, in: Szenberg, Michael (Hrsg.): Passion and Craft: Economists at Work, Ann Arbor: Univ. of Michigan Press, S. 143-154.

Kunz, Jennifer (2006): Wissensmanagement und organisationales Lernen – eine simulationsgestützte Analyse, Hamburg: Verlag Dr. Kovac. Zugl.: Wiss. Hochsch. f. Unternehmensf. (WHU), Diss., 2005.

Kurunmaki, L./Lapsley, I./Melia, K. (2003): Accountingization v. Legitimation: a Comparative Study of the Use of Accounting Information in Intensive Care, Management Accounting Research (MAR), 14 (2), S. 112-139.

Kwon, Young K. (2005): Accounting Conservatism and Managerial Incentives, Management Science, 51 (11), S. 1626-1632.

Laffont, Jean-Jacques [Hrsg.] (2003): The Principal Agent Model: the Economic Theory of Incentives, Cheltenham: Elgar.

Laffont, Jean-Jacques/Martimort, David (2002): The Theory of Incentives: the Principal-Agent Model, Princeton, NJ: Princeton Univ. Press.

Lambert, Richard A. (2001): Contracting Theory and Accounting, Journal of Accounting & Economics, 32 (1-3), S. 3-87.

Langer, Christian (2002): Ordnungsparameter im handlungsorientierten Führungsmodell, Wiesbaden: Gabler. Zugl.: Koblenz, Wiss. Hochsch. f. Unternehmensf., Diss., 2002.

Langlois, Richard N./Yu, Tony Fu-Lai/Robertson, Paul L. [Hrsg.] (2002): Alternative Theories of the Firm - Vol. II, Cheltenham: Elgar.

Langton, Christopher G. [Hrsg.] (1995/1998): Artificial life: an overview, 4th print, Cambridge: The MIT Press.

Lanzi, Pier L./Riolo, Rick L. (2000): A Roadmap to the Last Decade of Learning Classifier System Research, in: Lanzi, Pier L./Stolzmann, Wolfgang/Wilson, Stewart W. (Hrsg.): Learning Classifier Systems: from Foundations to Applications, Berlin: Springer, S. 33-62.

Lanzi, Pier L./Stolzmann, Wolfgang/Wilson, Stewart W. [Hrsg.] (2000): Learning Classifier Systems: from Foundations to Applications, Berlin: Springer.

Lanzi, Pier L./Stolzmann, Wolfgang/Wilson, Stewart W. [Hrsg.] (2003): Learning Classifier Systems: 5th International Workshop, Berlin: Springer.

Laux, Helmut (2005): Entscheidungstheorie, 6., durchgesehene Aufl., Berlin: Springer.

Lazaric, Nathalie/Lorenz, Edward [Hrsg.] (2003): Knowledge, Learning and Routines, Vol. 1, Cheltenham: Elgar.

- Lazaric, Nathalie/Raybaut, Alain (2005): Knowledge, Hierarchy and the Selection of Routines: an Interpretative Model with Group Interactions, *Journal of Evolutionary Economics*, 15 (4), S. 393-421.
- Lazear, Edward P. (1987/1998): Incentive Contracts, in: Eatwell, John/Milgate, Murray/Newman, Peter (Hrsg.): *The New Palgrave Dictionary of Economics*, 1st publ. in paperback, London: Macmillan, S. 744-748.
- Lazear, Edward P. (2000): Economic Imperialism, *Quarterly Journal of Economics*, 115 (1), S. 99-146.
- LeBaron, Blake (2001): Empirical Regularities from Interacting Long- and Short-Memory Investors in an Agent-based Stock Market, *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, 5 (5), S. 442-455.
- LeBaron, Blake/Arthur, W. Brian/Palmer, J. Gabriel (1999): Time Series Properties of an Artificial Stock Market, *Journal of Economic Dynamics & Control*, 23 (9/10), S. 1487-1516.
- Lettau, Martin/Uhlig, Harald (1999): Rules of Thumb versus Dynamic Programming, *American Economic Review (AER)*, 89 (1), S. 148-174.
- Levinthal, Daniel (1996): Learning and Schumpeterian Dynamics, in: Dosi, Giovanni/Malerba, Franco (Hrsg.): *Organization and strategy in the evolution of the enterprise*, Basingstoke: Macmillan, S. 27-41.
- Levinthal, Daniel A./Warglien, Massimo (1999): Landscape Design: Designing for Local Action in Complex Worlds, *Organization Science*, 10 (3), S. 342-357.
- Liebl, Franz (1992): *Simulation*, München: Oldenbourg.
- Liebrand, Wim B. G./Nowak, Andrzej/Hegselmann, Rainer [Hrsg.] (1998): *Computer Modeling of Social Processes*, London: Sage.
- Lindenberg, Siegwart (1985): An Assessment of the New Political Economy: Its Potential for the Social Science and for Sociology in Particular, *Sociological Theory*, 3, S. 99-114.
- Lindenberg, Siegwart (1990): Homo Socio-Economicus: The Emergence of a General Model of Man in the Social Sciences, *Journal of Institutional and Theoretical Economics (JITE)*, 146 (4), S. 727-48.
- Lindenberg, Siegwart (1991): Die Methode der abnehmenden Abstraktion, in: Esser, Hartmut/Troitzsch, Klaus G. (Hrsg.): *Modellierung sozialer Prozesse*, Bonn: Informationszentrum Sozialwissenschaften, S. 29-78.

- Lindenberg, Siegwart (1992): The Method of Decreasing Abstraction, in: Coleman, James S./Fararo, Thomas J. (Hrsg.): Rational Choice Theory: Advocacy and Critique, Newsbury Park: Sage Publ., S. 3-20.
- Lomi, Alessandro/Larsen, Erik R. [Hrsg.] (2001): Dynamics of Organizations: Computational Modeling and Organization Theories, Menlo Park, Calif.: AAAI Press/MIT Press.
- Lorscheid, Iris (2005): Modellierung und Implementierung einer agenten-basierten Simulation zur Analyse von Wissen im Planungsprozess einer Firma, Studienarbeit, Institut für Wirtschafts- und Verwaltungsinformatik, Universität Koblenz-Landau, Koblenz.
- Lux, Thomas/Schornstein, Sascha (2005): Genetic Learning as an Explanation of Stylized Facts of Foreign Exchange Markets, Journal of Mathematical Economics, 41 (1/2), S. 169-196.
- Macintosh, Norman (2002): Accounting, accountants and accountability: poststructuralist positions, London: Routledge.
- Mantzavinos, Chrysostomos/North, Douglass C./Shariq, Syed (2004): Learning, Institutions, and Economic Performance, Perspectives on Politics, 2 (1), S. 75-84.
- March, James G. (1991): Exploration and Exploitation in Organizational Learning, Organization Science, 2 (1), S. 71-87.
- Marengo, Luigi (1992): Coordination and Organizational Learning in the Firm, Journal of Evolutionary Economics, 2 (4), S. 313-326.
- Marengo, Luigi (1993): Knowledge Distribution and Coordination in Organizations: On Some Social Aspects of the Exploitation vs. Exploration Trade-Off, Revue Internationale de Systémique, 7 (5), S. 553-571.
- Marengo, Luigi (1996): Structure, Competence, and Learning in an Adaptive Model of the Firm, in: Dosi, Giovanni/Malerba, Franco (Hrsg.): Organization and Strategy in the Evolution of the Enterprise, Basingstoke: Macmillan, S. 124-154.
- Marengo, Luigi (1998): Knowledge Distribution and Coordination in Organisations, in: Lazaric, Nathalie/Lorenz, Edward (Hrsg.): Trust and Economic Learning, Cheltenham, UK: Elgar, S. 227-246.
- Marengo, Luigi/Tordjman, Helene (1996): Speculation, Heterogeneity and Learning: A Simulation Model of Exchange Rates Dynamics, Kyklos, 49 (3), S. 407-438.
- Marimon, Ramon/McGrattan, Ellen/Sargent, Thomas J. (1990): Money as a Medium of Exchange in an Economy with Artificially Intelligent Agents, Journal of Economic Dynamics & Control, 14 (2), S. 329-373.

Marks, Robert E./Midgley, David F./Cooper, Lee G. (1995): Adaptive Behaviour in an Oligopoly, in: Biethahn, Jörg/Nissen, Volker (Hrsg.): Evolutionary Algorithms in Management Applications, Berlin: Springer, S. 225-239.

Marschak, Jacob/Radner, Roy (1972/1978): Economic Theory of Teams, 3rd Printing, New Haven: Yale Univ. Pr.

Mayer, Barbara/Pfeiffer, Thomas (2004): Prinzipien der Anreizgestaltung bei Risikoaversion und sozialen Präferenzen, Zeitschrift für Betriebswirtschaft (ZfB), 74 (10), S. 1047-1075.

Mayr, Ernst (1988): Toward a New Philosophy of Biology: Observations of an Evolutionist, Cambridge, MA: Harvard Univ. Press.

Mayr, Ernst (1992): The Idea of Teleology, Journal of the History of Ideas, 53, S. 117-135.

McCain, Roger A. (1994): Genetic Algorithms, Teleological Conservatism, and the Emergence of Optimal Demand Relations: The Case of Stable Preferences, Computational Economics, 7 (3), S. 187-202.

McFadden, Daniel (1999): Rationality for Economists?, Journal of Risk and Uncertainty, 19 (1-3), S. 73-105.

Meckling, William H. (1976): Values and the Choice of the Model of the Individual in the Social Sciences, Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik, 112 (4), S. 545-559.

Menon, Anil/Varadarajan, P. Rajan (1992): A Model of Marketing Knowledge Use within Firms, Journal of Marketing, 56 (October), S. 53-71.

Merchant, Kenneth A./Shields, Michael D. (1993): Commentary on When and Why to Measure Costs Less Accurately to Improve Decision Making, Accounting Horizons, 7 (2), S. 76-81.

Merchant, Kenneth A./Van der Stede, Wim A./Zheng, Liu (2003): Disciplinary Constraints on the Advancement of Knowledge: the Case of Organizational Incentive Systems, Accounting, Organizations & Society (AOS), 28 (2/3), S. 251-286.

Meyer, Matthias (2003): F. A. von Hayek und die heuristische Dimension ökonomischer Modelle, in: Pies, Ingo/Leschke, Martin (Hrsg.): F.A. von Hayeks konstitutioneller Liberalismus, Tübingen: Mohr Siebeck, S. 199-222.

Meyer, Matthias (2004a): Prinzipale, Agenten und ökonomische Methode: Von einseitiger Steuerung zu wechselseitiger Abstimmung, Tübingen: Mohr Siebeck.

- Meyer, Matthias (2004b): Wirtschaftsethik im Controlling oder: Wie halten es Controller mit der Wahrheit?, Zeitschrift für Controlling & Management (ZfCM), 48 (5), S. 292-294.
- Meyer, Matthias (2005): Akteursmodell und ökonomischer Ansatz – Eine Verhältnisbestimmung, WHU-Forschungspapier Nr. 106, Wiss. Hochsch. f. Unternehmensf. (WHU), Vallendar.
- Meyer, Matthias/Heine, Bernd-O. (2005): Motivation und Einordnung des Akteursmodells – Überlegungen zur Integration von Anreizen und Kognition in der betriebswirtschaftlichen Forschung, WHU-Forschungspapier Nr. 105, Wiss. Hochsch. f. Unternehmensf. (WHU), Vallendar.
- Meyer, Matthias/Hufschlag, Klaus (2005): A Learning Classifier System Library Based on a Generic Object-Oriented Approach, Paper prepared for presentation at the 3rd annual conference of the European Social Simulations Association (ESSA 2005), September 7, 2005, Koblenz.
- Milgrom, Paul R./Roberts, John (1992): Economics, Organization and Management, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Miller, John H. (1986): A Genetic Model of Adaptive Economic Behavior, Working Paper, Univ. of Michigan, Ann Arbor.
- Miller, John H. (2001): Evolving Information Processing Organizations, in: Lomi, Alessandro/Larsen, Erik R. (Hrsg.): Dynamics of Organizations: Computational Modeling and Organization Theories, Menlo Park, CA: AAAI Press/MIT Press, S. 307-328.
- Minkler, Alanson P. (1993a): Knowledge and Internal Organization, Journal of Economic Behavior and Organization, 21 (1), S. 17-30.
- Minkler, Alanson P. (1993b): The Problem with Dispersed Knowledge: Firms in theory and practice, Kyklos, 46 (4), S. 569-587.
- Miramontes Hercog, Luis/Fogarty, Terence (2002): Social Simulations Using a Multi-Agent Model based on Classifier Systems: The Emergence of Vacillating Behaviour in the "El Farol" Bar Problem, in: Lanzi, Pier L./Stolzmann, Wolfgang/Wilson, Stewart W. (Hrsg.): Advances in Learning Classifier Systems: 4th International Workshop, Berlin: Springer, S. 88-111.
- Mitchell, Melanie (1996/1997): An Introduction to Genetic Algorithms, 3rd print, Cambridge, MA: MIT Press.
- Mitlöhner, Johann (1996): Classifier Systems and Economic Modeling, Conference Proceedings, Designing the Future (APL 1996), ACM Press, pp. 77-86, Lancaster, United Kingdom.

- Morgan, Mary S. (1998): Models, in: Davis, John B./Hands, D. Wade/Mäki, Uskali (Hrsg.): *The Handbook of Economic Methodology*, Cheltenham: Elgar, S. 316-321.
- Moss, Scott (2002): A European Social Simulation Association, *Journal of Artificial Societies and Social Simulation (JASSS)*, 5 (3).
- Moss, Scott/Edmonds, Bruce (2005): From KISS to KIDS – an 'Anti-Simplistic' Modelling Approach, in: Davidsson, Paul/Logan, Brian/Takadama, Keiki (Hrsg.): *Multi-Agent and Multi-Agent-Based Simulation*, Berlin: Springer, S. 130-144.
- Nissen, Volker (1994): *Evolutionäre Algorithmen: Darstellung, Beispiele, betriebswirtschaftliche Anwendungsmöglichkeiten*, Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl. Zugl.: Göttingen, Univ., Diss., 1994.
- Nissen, Volker (1997): *Einführung in evolutionäre Algorithmen: Optimierung nach dem Vorbild der Evolution*, Braunschweig: Vieweg.
- O'Hanlon, John/Peasnell, Ken (1998): Wall Street's Contribution to Management Accounting: the Stern Stewart EVA Financial Management System, *Management Accounting Research (MAR)*, 9 (4), S. 421-444.
- Osterloh, Margit/Grand, Simon (1995): Modellbildung versus Frameworking: Die Positionen von Williamson und Porter, in: Wächter, Hartmut (Hrsg.): *Selbstverständnis betriebswirtschaftlicher Forschung und Lehre*, Wiesbaden: Gabler, S. 1-26.
- Ostrom, Thomas M. (1988): Computer Simulation: The Third Symbol System, *Journal of Experimental Social Psychology*, 24 (5), S. 381-392.
- Otley, David (2003): Management control and performance management: whence and whither?, *British Accounting Review*, 35 (4), S. 309-326.
- Otley, David/Broadbent, Jane/Berry, Anthony (1995): Research in Management Control: An Overview of its Development., *British Journal of Management*, 6 (6), S. S31-S44.
- Palmer, Richard G./Arthur, W. Brian/Holland, John H./LeBaron, Blake/Tayler, Paul (1994): Artificial Economic Life: a Simple Model of a Stockmarket, *Physica D*, 75 (1-3), S. 264-274.
- Pelz, Donald C. (1978): Some Expanded Perspectives on Use of Social Science in Public Policy, in: Yinger, John M./Cutler, Stephen J. (Hrsg.): *Major Social Issues: a Multidisciplinary View*, New York, NY: The Free Press, S. 346-357.
- Pfaff, Dieter (2002): Budgetierung, in: Küpper, Hans-Ulrich/Wagenhofer, Alfred (Hrsg.): *Handwörterbuch Unternehmensrechnung und Controlling [HWU]*, 4., völlig neu gestaltete Aufl., Stuttgart: Schäffer-Poeschel, S. 231-241.

- Pfaff, Dieter/Weber, Jürgen (1998): Zweck der Kostenrechnung? Eine neue Sicht auf ein altes Problem, *Die Betriebswirtschaft (DBW)*, 58 (2), S. 151-165.
- Pfaff, Dieter/Weber, Jürgen/Weißenberger, Barbara E. (1999): Relevance Lost and Found: Kostenrechnung als Steuerungsinstrument und Sprache, *Die Betriebswirtschaft (DBW)*, 59 (1), S. 138-143.
- Popper, Karl R. (1967/2000): Das Rationalitätsprinzip, in: Popper, Karl R./Miller, David (Hrsg.): *Lesebuch: ausgewählte Texte zu Erkenntnistheorie, Philosophie der Naturwissenschaften, Metaphysik, Sozialphilosophie*, 2., durchges. Aufl., Tübingen: Mohr Siebeck, S. 350-359.
- Popper, Karl R. (1945/2000): Die Autonomie der Soziologie, in: Popper, Karl R./Miller, David (Hrsg.): *Lesebuch: ausgewählte Texte zu Erkenntnistheorie, Philosophie der Naturwissenschaften, Metaphysik, Sozialphilosophie*, 2., durchges. Aufl., Tübingen: Mohr Siebeck, S. 337-349.
- Purdy, Derek E./Gago, Susana (2003): Towards a Framework to Study Influence and Accounting Use, *Critical Perspectives on Accounting*, 14 (6), S. 663-678.
- Radner, Roy (1996): Bounded Rationality, Indeterminacy, and the Theory of the Firm, *Economic Journal*, 106 (438), S. 1360-1373.
- Radner, Roy (2000): Costly and Bounded Rationality in Individual and Team Decision-Making, *Industrial and Corporate Change*, 9 (4), S. 623-658.
- Raghu, T. S./Sen, P. K./Rao, H. R. (2003): Relative Performance of Incentive Mechanisms: Computational Modeling and Simulation of Delegated Investment Decisions, *Management Science*, 49 (2), S. 160-178.
- Rahman, Mawdudur/McCosh, Andrew M. (1976): The Influence of Organisational and Personal Factors on the Use of Accounting Information: An Empirical Study, *Accounting, Organizations & Society (AOS)*, 1 (4), S. 339-355.
- Rasmusen, Eric B. (1994): *Games and Information: an Introduction to Game Theory*, 2nd ed., Cambridge, Mass.: Blackwell.
- Rich, Robert F. (1975): Selective Utilization of Social Science Related Information by Federal Policy-makers, *Inquiry*, 12 (September), S. 239-245.
- Rich, Robert F. (1977): Uses of Social Science Information by Federal Bureaucrats: Knowledge for Action versus Knowledge for Understanding, in: Weiss, Carol H. (Hrsg.): *Using Social Research in Public Policy Making*, Lexington, Mass.: Heath, S. 199-212.
- Rich, Robert F. (1991): Knowledge Creation, Diffusion, and Utilization: Perspectives of the Founding Editor of *Knowledge*, *Knowledge: Creation, Diffusion, Utilization*, 12 (3), S. 319-337.

- Rich, Robert F./Oh, Cheol H. (2000): Rationality and Use of Information in Policy Decisions, *Science Communication*, 22 (2), S. 173-211.
- Richiardi, Matteo/Leombruni, Roberto/Saam, Nicole J./Sonnessa, Michele (2006): A Common Protocol for Agent-Based Social Simulation, *Journal of Artificial Societies and Social Simulation (JASSS)*, 9 (1).
- Riechmann, Thomas (1998): Genetic Algorithms and Economic Evolution, Diskussionspapier Nr. 219, Fachbereich Wirtschaftswissenschaften, Universität Hannover, Hannover.
- Riechmann, Thomas (1999): Learning and Behavioral Stability: An Economic Interpretation of Genetic Algorithms, *Journal of Evolutionary Economics*, 9 (2), S. 225-242.
- Riechmann, Thomas (2001): Learning in Economics: Analysis and Application of Genetic Algorithms, Heidelberg: Physica.
- Riegler, Christian (2000): Hierarchische Anreizsysteme im wertorientierten Management, Stuttgart: Schäffer-Poeschel. Zugl.: Graz, Univ., Habil.-Schr., 1999.
- Riesenhuber, Maximilian (2005): Die Fehlentscheidung – Ursache und Eskalation, Vallendar: unveröffentlichtes Manuskript für den Begutachtungsprozess. Zugl.: Wiss. Hochsch. f. Unternehmensf. (WHU), Diss., noch keine Disputation.
- Rivkin, Jan W./Siggelkow, Nicolaj (2003): Balancing Search and Stability: Interdependencies Among Elements of Organizational Design, *Management Science*, 49 (3), S. 290-311.
- Rogerson, William P. (1997): Intertemporal cost allocation and managerial investment incentives: A Theory Explaining the Use of Economic Value Added as a Performance Measure, *Journal of Political Economy*, 105 (4), S. 770-795.
- Rouchier, Juliette (2003): Re-implementation of a Multi-agent Model Aimed at Sustaining Experimental Economic Research: The Case of Simulations with Emerging Speculation, *Journal of Artificial Societies and Social Simulation (JASSS)*, 6 (4).
- Rust, John/Miller, John H./Palmer, Richard (1992): Behavior of Trading Automata in a Computerized Double Auction Market, in: Friedman, D./Rust, John (Hrsg.): *The Double Auction Market: Institutions, Theories, and Evidence*, Addison-Wesley, S. 155-198.
- Rust, John/Miller, John H./Palmer, Richard (1994): Characterizing Effective Trading Strategies: Insights from a Computerized Double Auction Tournament, *Journal of Economic Dynamics and Control*, 18 (1), S. 61-96.
- Sandt, Joachim (2004): Management mit Kennzahlen und Kennzahlensystemen: Bestandsaufnahme, Determinanten und Erfolgsauswirkungen, Wiesbaden: Dt. Univ.-

Verl. Zugl.: Vallendar, Wissenschaftliche Hochschule für Unternehmensführung (WHU), Diss., 2003.

Scapens, Robert W./Bromwich, Michael (2001): Management Accounting Research: the first decade, *Management Accounting Research (MAR)*, 12 (2), S. 245-254.

Schäffer, Utz (2001): Kontrolle als Lernprozess, Wiesbaden: Gabler. Zugl.: Koblenz, Wiss. Hochsch. f. Unternehmensf., Habil.-Schr., 2000.

Schäffer, Utz/Steiners, Daniel (2004): Zur Nutzung von Controllinginformationen, *Zeitschrift für Planung & Unternehmenssteuerung (ZP)*, 15 (4), S. 377-404.

Schäffer, Utz/Steiners, Daniel (2005): ZP-Stichwort: Controllinginstrumente, *Zeitschrift für Planung & Unternehmenssteuerung (ZP)*, 16 (1), S. 115-120.

Schäffer, Utz/Weber, Jürgen (2003): Thesen zum Controlling (II), CCM-Forschungspapier Nr. 8, Wiss. Hochsch. f. Unternehmensf. (WHU), Vallendar.

Schelling, Thomas C. (1978): *Micromotives and Macrobehavior*, New York: Norton.

Schnell, Rainer/Hill, Paul B./Esser, Elke (1999): *Methoden der empirischen Sozialforschung*, 6., völlig überarb. und erw. Aufl., München: Oldenbourg.

Schoemaker, Paul J.H. (1982): The Expected Utility Model: Its Variants, Purposes, Evidence and Limitations, *Journal of Economic Literature*, 20 (2), S. 529-563.

Schoenfeld, Hanns-Martin W. (1993): Behavioral Accounting, in: Wittmann, Waldemar/Kern, Werner/Köhler, Richard/Küpper, Hans-Ulrich/Wysocki, Klaus v. (Hrsg.): *Handwörterbuch der Betriebswirtschaft (HWB)*, Teilband 1 (A-H), 5., völlig neu gestaltete Auflage, Stuttgart: Schäffer-Poeschel, S. 280-292.

Schulenburg, Sonia/Ross, Peter (2000): An Adaptive Agent Based Economic Model, in: Lanzi, Pier Luca/Stolzmann, Wolfgang/Wilson, Stewart W. (Hrsg.): *Learning Classifier Systems: from Foundations to Applications*, Berlin: Springer, S. 263-282.

Schulenburg, Sonia/Ross, Peter (2001): Strength and Money: An LCS Approach to Increasing Returns, in: Lanzi, Pier L./Stolzmann, Wolfgang/Wilson, Stewart W. (Hrsg.): *Advances in Learning Classifier Systems: Third International Workshop*, Berlin: Springer, S. 114-137.

Schulenburg, Sonia/Ross, Peter (2002): Explorations in LCS Models of Stock Trading, in: Lanzi, Pier L./Stolzmann, Wolfgang/Wilson, Stewart W. (Hrsg.): *Advances in Learning Classifier Systems: 4th International Workshop*, Berlin: Springer, S. 151-180.

Sen, Sandip/Weiss, Gerhard (1999/2000): Learning in Multiagent Systems, in: Weiss, Gerhard (Hrsg.): *Multiagent Systems: a Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence*, 2nd printing, Cambridge, Mass.: MIT Press, S. 259-298.

- Shannon, Claude E. (1949/1969): *The Mathematical Theory of Communication*, in: Shannon, Claude E./Weaver, Warren (Hrsg.): *The Mathematical Theory of Communication*, reprint, Urbana: Univ. of Illinois Press, S. 29-125.
- Shields, Michael D. (1997): *Research in management accounting by North Americans in the 1990s*, *Journal of Management Accounting Research (JMAR)*, 9, S. 3.
- Shy, Oz (1995/2000): *Industrial Organization: Theory and Applications*, 5th printing, Cambridge, MA: MIT Press.
- Sichman, Jaime S./Conte, Rosaria/Gilbert, G. Nigel (1998): *MAS and Social Simulation: A Suitable Commitment*, in: Sichman, Jaime S./Conte, Rosaria/Gilbert, G. Nigel (Hrsg.): *Multi-agent Systems and Agent-based Simulation*, Berlin: Springer, S. 1-9.
- Siggelkow, Nicolaj/Levinthal, Daniel A. (2003): *Temporarily Divide to Conquer: Centralized, Decentralized, and Reintegrated Organizational Approaches to Exploration and Adaptation*, *Organization Science*, 14 (6), S. 650-669.
- Simon, Herbert A. (1955): *A Behavioral Model of Rational Choice*, *Quarterly Journal of Economics*, 69 (1), S. 99-118.
- Simon, Herbert A. (1959): *Theories of Decision-Making in Economics and Behavioral Science*, *American Economic Review*, 49 (3), S. 253-283.
- Simon, Herbert A. (1978): *Rationality as Process and as Product of Thought*, *American Economic Review*, 68 (2), S. 1-16.
- Simon, Herbert A. (1985): *Human Nature in Politics: The Dialogue of Psychology with Political Science*, *American Political Science Review*, 79 (2), S. 293-304.
- Simon, Herbert A. (1987/1994): *Bounded Rationality*, in: Eatwell, John/Milgate, Murray/Newman, Peter (Hrsg.): *The New Palgrave Dictionary of Economics*, Vol. 1, repr. with corrections, London: Macmillan Press, S. 266-268.
- Simon, Herbert A./Guetzkow, Harold/Kozmetsky, George/Tyndall, Gordon (1954/1978): *Centralization vs Decentralization in Organizing the Controller's Department*, Houston, Texas: Scholars Book Co.
- Souchon, Anne L./Cadogan, John W./Procter, David B./Dewsnap, Belinda (2004): *Marketing information use and organisational performance: the mediating role of responsiveness*, *Journal of Strategic Marketing*, 12 (4), S. 231-242.
- Steiners, Daniel (2005): *Lernen mit Controllinginformationen: empirische Untersuchung in deutschen Industrieunternehmen*, Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag. Zugl.: Oestrich-Winkel, European Business School, Diss., 2004.

- Stewart III, G. Bennett (1991): *The Quest for Value: A Guide for Senior Managers*, New York, NY: Harper Business.
- Suchanek, Andreas (1994): *Ökonomischer Ansatz und theoretische Integration*, Tübingen: Mohr.
- Taber, Charles S./Timpone, Richard J. (1996): *Computational Modeling*, Thousand Oaks, Calif.: Sage.
- Terano, Takao/Deguchi, Hiroshi/Takadama, Keiki [Hrsg.] (2003): *Meeting the Challenge of Social Problems via Agent-based Simulation*, Tokyo: Springer.
- Tesfatsion, Leigh (2002): *Agent-Based Computational Economics: Growing Economies from the Bottom Up*, *Artificial Life*, 8 (1), S. 55-82.
- Tesfatsion, Leigh (2003): *Agent-based Computational Economics: Modeling Economies as Complex Adaptive Systems*, *Information Sciences*, 149 (4), S. 263-269.
- Tirole, Jean (2002): *Rational Irrationality: Some Economics of Self-Management*, *European Economic Review*, 46 (4/5), S. 633-655.
- Tobias, Robert/Hofmann, Carole (2004): *Evaluation of free Java-libraries for social-scientific agent based simulation*, *Journal of Artificial Societies and Social Simulation (JASSS)*, 7 (1).
- Toften, Kjell/Olsen, Svein O. (2003): *Export market information use, organizational knowledge, and firm performance: A conceptual framework*, *International Marketing Review*, 20 (1), S. 95-110.
- Toften, Kjell/Olsen, Svein O. (2004): *The Relationships Among Quality, Cost, Value, and Use of Export Market Information: An Empirical Study*, *Journal of International Marketing*, 12 (2), S. 104-131.
- Tversky, Amos/Kahneman, Daniel (1992): *Advances in Prospect Theory: Cumulative Representation of Uncertainty*, *Journal of Risk and Uncertainty*, 5 (4), S. 297-323.
- Tversky, Amos/Kahneman, Daniel (1986/2002): *Rational Choice and the Framing of Decisions*, in: Kahneman, Daniel/Tversky, Amos (Hrsg.): *Choices, Values, and Frames*, New York, NY: Russell Sage Foundation, S. 209-223.
- Van der Veeken, Henk J./Wouters, Marc J. (2002): *Using accounting information systems by operations managers in a project company*, *Management Accounting Research (MAR)*, 13 (3), S. 345-370.
- Vanberg, Viktor J. (2002): *Rational Choice vs. Program-based Behavior, Rationality and Society*, 14 (1), S. 7-54.

Vanberg, Viktor J. (2004): The Rationality Postulate in Economics: its Ambiguity, its Deficiency and its Evolutionary Alternative, *Journal of Economic Methodology*, 11 (1), S. 1-29.

Vandenbosch, Betty (1999): An empirical analysis of the association between the use of executive support systems and perceived organizational competitiveness, *Accounting, Organizations & Society*, 24 (1), S. 77-92.

Vandenbosch, Betty/Huff, Sid L. (1997): Searching and Scanning: How Executives Obtain Information from Executive Information Systems, *MIS Quarterly*, 21 (1), S. 81-107.

Varian, Hal R. (1998): How to Build an Economic Model in your Spare Time?, in: Szenberg, Michael (Hrsg.): *Passion and craft: economists at work*, Ann Arbor: Univ. of Michigan Press, S. 256-271.

Vriend, Nicolaas J. (1994): Artificial Intelligence and Economic Theory, in: Hillebrand, Eva/Stender, Joachim (Hrsg.): *Many-agent Simulation and Artificial Life*, Amsterdam: IOS Press, S. 31-47.

Vriend, Nicolaas J. (1995): Self-Organization of Markets: An Example of a Computational Approach, *Computational Economics*, 8 (3), S. 205-231.

Vriend, Nicolaas J. (1996): Rational behavior and Economic Theory, *Journal of Economic Behavior & Organization*, 29 (2), S. 263-285.

Vriend, Nicolaas J. (2000): An Illustration of the Essential Difference between Individual and Social Learning, and its Consequences for Computational Analyses, *Journal of Economic Dynamics & Control*, 24 (1), S. 1-19.

Wagenhofer, Alfred (1996): The Value of Distorting Overhead Cost Allocations in an Agency Setting, *Management Accounting Research (MAR)*, 7 (4), S. 367-385.

Wagenhofer, Alfred (1997): Kostenrechnung und Verhaltenssteuerung, in: Freidank, Carl-Christian/Götze, Uwe/Huch, Burkhard/Weber, Jürgen (Hrsg.): *Kostenmanagement: aktuelle Konzepte und Anwendungen*, Berlin: Springer, S. 57-78.

Wagenhofer, Alfred (1999): Zwecke der Kostenrechnung: Stellungnahme zum Beitrag Zweck der Kostenrechnung von Dieter Pfaff und Jürgen Weber, *Die Betriebswirtschaft (DBW)*, 59 (1), S. 133-135.

Wagenhofer, Alfred (2004): Management Accounting Research in German speaking Countries, Working Paper, presented at the 4th Conference on New Directions in Management Accounting: Innovations in Practice and Research, Brussels, Belgium.

Waldrop, M. Mitchell (1992/1993): *Complexity: The Emerging Science at the Edge of Order and Chaos*, New York: Touchstone.

- Waterhouse, J.H./Tiessen, Peter (1978): A Contingency Framework for Management Accounting Systems Research, *Accounting, Organizations & Society (AOS)*, 3 (1), S. 65-76.
- Watson, David J. H. (1975): Contingency Formulations of Organization Structure: Implications for Managerial Accounting, in: Livingstone, J. Leslie (Hrsg.): *Managerial accounting: The behavioral foundations*, Columbus: Grid, S. 65-80.
- Weber, Jürgen (1994): Kostenrechnung zwischen Verhaltens- und Entscheidungsorientierung, *Kostenrechnungspraxis (krp)*, 38 (2), S. 99-104.
- Weber, Jürgen (2004): *Einführung in das Controlling*, 10., überarb. u. akt. Aufl., Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Weber, Jürgen (2005): *Zur Gestaltung der Kostenrechnung*, Wiesbaden: DUV.
- Weber, Jürgen/Bramsemann, Urs/Heineke, Carsten/Hirsch, Bernhard (2004): *Wertorientierte Unternehmenssteuerung*, Wiesbaden: Gabler.
- Weber, Jürgen/Schäffer, Utz (1999): Sicherstellung der Rationalität von Führung als Funktion des Controlling, *Die Betriebswirtschaft (DBW)*, 59 (6), S. 731-746.
- Weber, Jürgen/Schäffer, Utz (2000): *Balanced Scorecard & Controlling*, 3., überarb. Aufl., Wiesbaden: Gabler.
- Weber, Jürgen/Weißberger, Barbara E. (2002): *Einführung in das Rechnungswesen: Kostenrechnung und Bilanzierung*, 6., völlig neu bearb. Aufl., Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Welch, Orion J./Reeves, Thomas E./Welch, Sandra T. (1998): Using a Genetic Algorithm-based Classifier System for Modeling Auditor Decision Behavior in a Fraud Setting, *Intelligent Systems in Accounting, Finance & Management*, 7 (3), S. 173 - 186.
- Whicker, Marcia L./Sigelman, Lee (1991): *Computer Simulation Applications: an Introduction*, Newbury Park, Calif.: Sage Publ.
- Whyte, William F. (1969): On the Application of Behavioral Science Research to Management Problems, *Indian Journal of Industrial Relations*, 5 (1), S. 3-27.
- Wilde, Keith D./LeBaron, Allen D./Israelsen, L. Dwight (1985): Knowledge, Uncertainty, and Behavior, *American Economic Review*, 75 (2), S. 403-408.
- Williamson, Oliver E. (1985/1987): *The Economic Institutions of Capitalism*, 1st paperback ed., New York, NY: Free Press.
- Wilson, Stewart W. (1994): ZCS: A Zeroth Level Classifier System, *Evolutionary Computation*, 2 (1), S. 1-18.

Wilson, Stewart W./Goldberg, David E. (1989): A Critical Review of Classifier Systems, in: Schaffer, J. David (Hrsg.): Proceedings of the 3rd International Conference on Genetic Algorithms, San Mateo, Calif.: Morgan Kaufmann, S. 244-255.

Wooldridge, Michael J. (2002): An Introduction to Multiagent Systems, Chichester: Wiley.

Young, S. David/O'Byrne, Stephen F. (2001): EVA and Value-Based Management, New York, NY: McGraw Hill.

Zintl, Reinhard (1989): Der Homo Oeconomicus: Ausnahmeerscheinung in jeder Situation oder Jedermann in Ausnahmesituationen, Analyse & Kritik, 11 (1), S. 52-69.