

Management komplexer Systeme

Entwicklung eines Messinstruments für den
branchenübergreifenden Vergleich
komplexitätswissenschaftsbasierter Managementprinzipien

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Grades Doctor rerum politicarum (Dr. rer. pol.)

an der

Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät

der

Technischen Universität Dortmund

Erstgutachter: PD Dr. Dr. Guido Strunk

Zweitgutachter: Univ.-Prof. Dr. Andreas Engelen

Vorgelegt von: Michael Rose

Dortmund, 03.11.2016

Inhalt

1. Einleitung	9
2. Stand der Forschung des Managements komplexer Systeme	15
2.1 Leadership-Fragebögen – vom Charisma zur Komplexität.....	16
2.2 Die kognitionspsychologische Managementperspektive	28
2.3 Schmetterlingseffekt und Selbstorganisation als Leitprinzipien des Komplexitätsmanagements	44
2.4 Zusammenfassung und Vergleich der Ansätze	52
3. Anforderungen an das Management aus komplexitätswissenschaftlicher Perspektive	56
3.1 Komplexität und Chaos.....	56
3.2 Voraussetzungen zur Entstehung komplexer Systemdynamiken	65
3.3 Komplexität und Selbstorganisation	75
3.4 Weitere Eigenschaften komplexer Systeme	81
3.5 Implikationen für das Management komplexer Systeme	89
4. Zusammenfassung des Theorieteils	100
5. Zielsetzungen für die Entwicklung des Fragebogens	106
6. Methoden der Fragebogenanalyse	116
6.1 Beschreibung des Erhebungsinstruments	116
6.1.1 Formulierung der Fragebogenitems und demografische Abfrage.....	116
6.1.2 Beschreibung der Skalen	121
6.1.3 Konzeption des Messinstruments als Online-Fragebogen.....	127
6.1.4 Instruktionen während der Versuchsdurchführung	128
6.2 Durchführung der Erhebungsrunden	129
6.2.1 Zielgruppe, Stichprobenumfang und Stichprobenrekrutierung	129
6.2.2 Ablauf der Erhebung und Auswertung.....	131
6.3 Statistische Methoden	133
6.3.1 Zur Überprüfung der Reliabilität eingesetzte Verfahren.....	133
6.3.2 Zur Überprüfung der Validität eingesetzte Verfahren.....	135
6.3.3 Berechnung des Profilvergleichs der Branchen	138
6.3.4 Repräsentativität der Validierungsstichprobe.....	139
6.3.5 Datenaufbereitung und -darstellung	140
7. Ergebnisse	141
7.1 Deskriptive Statistik	141

7.2	Repräsentativität der Validierungsstichprobe	150
7.3	Reliabilität und Itemselektion	152
7.3.1	Reliabilität und Itemselektion auf Basis des ersten Pretests.....	152
7.3.2	Reliabilität und Itemselektion auf Basis des zweiten Pretests.....	153
7.3.3	Reliabilität der Validierungsstichprobe.....	154
7.4	Validität der Validierungsstichprobe	156
7.4.1	Interkorrelation der Skalen.....	156
7.4.2	Bivariate Hypothesentests	157
7.4.3	Multivariate Hypothesentests	158
7.4.4	Bivariate explorative Tests.....	162
7.4.5	Multivariate explorative Tests.....	166
7.4.6	Konfirmatorische Faktorenanalyse.....	170
7.5	Profilvergleiche der Branchen.....	172
7.6	Diskussion der Ergebnisse und Limitationen der Untersuchung.....	182
8.	Abschlussdiskussion und Ausblick	196
9.	Literaturverzeichnis	203
Anhang A:	Fragebogen der ersten Pretest-Version	242
Anhang B:	Fragebogen der zweiten Pretest-Version	247
Anhang C:	Fragebogen der Validierungsstichprobe	250

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Komplexität als Funktion zwischen Zufall und Ordnung	60
Abbildung 2: Energiedurchfluss in dissipativen Systemen	66
Abbildung 3: Strukturdarstellung eines linealen Wirkgefüges.....	67
Abbildung 4: Strukturdarstellung eines nicht-linealen Wirkungsgefüges.....	68
Abbildung 5: Positives und negatives Feedback	69
Abbildung 6: Systemmodell mit gemischtem Feedback	70
Abbildung 7: Strecken und Falten der Bäcker-Transformation	71
Abbildung 8: Dissipative Bäcker-Transformation in chaotischen Systemen.....	72
Abbildung 9: Vergleichende Betrachtung von Linearität und Nichtlinearität	73
Abbildung 10: Schematischer Aufbau eines Lasers	76
Abbildung 11: Grundmodell der Synergetik	78
Abbildung 12: Phasen der Potenziellandschaftsveränderung.....	79
Abbildung 13: Iterierte logistische Gleichung	82
Abbildung 14: Prognosefehler durch Iteration der logistischen Gleichung	83
Abbildung 15: Attraktor der logistischen Gleichung	85
Abbildung 16: Ausschnitt der Mandelbrot-Menge.....	86
Abbildung 17: Prüfschema Hauptgütekriterien klassische Testtheorie.....	132
Abbildung 18: Beispielhaftes Branchenprofil als Interpretationsmöglichkeit	138
Abbildung 19: Altersverteilung der ManagerInnen.....	146
Abbildung 20: Geschlechterverteilung der ManagerInnen	146
Abbildung 21: Verteilung der ManagerInnen über die Managementebenen	147
Abbildung 22: Höchste Abschlüsse der ManagerInnen	147
Abbildung 23: Branchenzugehörigkeit der ManagerInnen	148
Abbildung 24: Schematische Darstellung des Pfadmodells der CFA	171
Abbildung 25: Profilvergleich Wasserversorgung und Abwasserentsorgung.....	172
Abbildung 26: Profilvergleich Entsorgung	173
Abbildung 27: Profilvergleich chemische Industrie.....	174
Abbildung 28: Profilvergleich Maschinenbau.....	175
Abbildung 29: Profilvergleich sonstige Industrie.....	176
Abbildung 30: Profilvergleich Handel, Hotel und Gaststättengewerbe	177
Abbildung 31: Profilvergleich Transport und Nachrichtenübermittlung	178
Abbildung 32: Profilvergleich Gesundheitswesen	179

Abbildung 33: Profilvergleich öffentliche Verwaltung.....	180
Abbildung 34: Profilvergleich produzierendes und nicht-produzierendes Gewerbe	181
Abbildung 35: Profilvergleich Chemie vs. Gesundheitswesen	195

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Erfolgsmodelle der Führung.....	17
Tabelle 2: Bedeutendste Fragebögen der Leadership-Forschung.....	20
Tabelle 3: Chaos als interdisziplinärer Forschungsgegenstand.....	25
Tabelle 4: Auszug der Managementforschung zum Schmetterlingseffekt.....	46
Tabelle 5: Auszug Managementforschung zur Selbstorganisation	49
Tabelle 6: Gesamtschau der bisherigen Komplexitäts- und Managementdefinitionen.....	53
Tabelle 7: Deskriptive Statistik und Interkorrelation des ersten Pretests.....	142
Tabelle 8: Deskriptive Statistik und Interkorrelation des zweiten Pretests.....	143
Tabelle 9: Deskriptive Statistik und Interkorrelation der Validierungsstichprobe.....	145
Tabelle 10: Vergleich Abschluss und Managementebene mit Busse et al. (2015)	151
Tabelle 11: Reliabilität der Skalen nach Pretest 1 und vor Einkürzung.....	152
Tabelle 12: Reliabilität der Skalen nach Pretest 1 und nach Einkürzung.....	153
Tabelle 13: Reliabilität der Skalen nach Pretest 2 und vor Einkürzung.....	153
Tabelle 14: Reliabilität der Skalen nach Pretest 2 und nach Einkürzung.....	154
Tabelle 15: Reliabilität der Skalen in der Validierungsstichprobe.....	155
Tabelle 16: Faktorreliabilität der Skalen	155
Tabelle 17: Interkorrelation der Skalen der Validierungsstichprobe.....	157
Tabelle 18: Korrelation von Turbulenz und Flexibilität mit den Skalen.....	158
Tabelle 19: Multiple lineare Regression zur Hypothesentestung Skala I.....	159
Tabelle 20: Multiple lineare Regression zur Hypothesentestung Skala II	159
Tabelle 21: Multiple lineare Regressions zur Hypothesentestung Skala III	160
Tabelle 22: Multiple lineare Regression zur Hypothesentestung Skala IV.....	161
Tabelle 23: Multiple lineare Regression zur Hypothesentestung Skala V	161
Tabelle 24: Zusammenfassung der Ergebnisse der Hypothesentests	162
Tabelle 25: Korrelation des Alters mit den Skalen.....	163
Tabelle 26: Geschlechtsbezogene Unterschiede auf den Skalen.....	163
Tabelle 27: Unterschiede zwischen Akademikern und Nicht-Akademikern auf den Skalen.	164
Tabelle 28: Unterschiede zwischen dem produzierenden und nicht-produzierenden Gewerbe auf den Skalen	164
Tabelle 29: Unterschiede der Managementebenen auf den Skalen.....	165
Tabelle 30: Multiple lineare Regression demografische Variablen Skala I	166
Tabelle 31: Multiple lineare Regression demografische Variablen Skala II.....	167

Tabelle 32: Multiple lineare Regression demografische Variablen Skala III	168
Tabelle 33: Multiple lineare Regression demografische Variablen Skala IV	168
Tabelle 34: Multiple lineare Regression demografische Variablen Skala V.....	169
Tabelle 35: Modellfit der konfirmatorischen Faktorenanalyse	170
Tabelle 36: Gesamtschau Reliabilität der Skalen	183
Tabelle 37: Gesamtschau Ergebnisse der explorativen Verfahren.....	188

Abkürzungsverzeichnis

CFA	Konfirmatorische Faktorenanalyse (Confirmatory Factor Analysis)
CPS	Complex Problem Solving
DDM	Dynamic Decision Making
ECPS	European Complex Problem Solving
GLS	Generalized Least Squares (Verfahren zur Parameterschätzung der CFA)
GVP	Gut abschneidende Versuchspersonen
ILISC	Implicit Learning in System Control
ML	Maximum Likelihood (Verfahren zur Parameterschätzung der CFA)
NDM	Naturalistic Decision Making
SVP	Schlecht abschneidende Versuchspersonen
VL	Versuchsleiter
VP	Versuchsperson(en)

1. Einleitung

Wenn durch das Management Fehlentscheidungen getroffen werden, steht viel auf dem Spiel. So berichtet die Online-Ausgabe der Süddeutschen Zeitung (Bräuer, 2014) unter dem Titel *Arbeiten für den Papierkorb*, dass „falsche Anweisungen von oben“, etwa durch Doppelarbeit, zu einer Fehlallokation der Arbeitskraft von MitarbeiterInnen führen, die in der Folge im bundesdeutschen Durchschnitt 74 Arbeitstage pro Jahr mit sinnlosen Tätigkeiten verbringen. Auf volkswirtschaftlicher Ebene entsteht auf diese Weise ein Schaden, der auf etwa 7,9% des BIP geschätzt wird (Bräuer, 2014). Schlechtes Management kann aus betriebswirtschaftlicher Perspektive insbesondere in kleinen und mittelständischen Ebenen verheerende Konsequenzen nach sich ziehen:

Growing a midsized firm takes a top team with *zero* weak links. Even one ineffective executive weakens a firm's ability to address big problems [...] One troublesome executive out of 41 or even 15 is not likely to be fatal – unless, of course, he is the CEO. But when it's a team of six? It's a different story. (Sher, 2014)

Eine Rückbesinnung auf die Subprime-Krise zeigt, dass sich Fehleinschätzungen einer überschaubaren Anzahl von ManagerInnen in der Vergabe von Hypothekenkrediten zu Auswirkungen entfalteteten, die in einer grundlegenden Weltwirtschaftskrise, der Insolvenz oder Verstaatlichung zahlreicher Finanzinstitute sowie nachhaltigen Liquiditätsengpässen von Unternehmen in unzähligen Volkswirtschaften mündeten (für eine ausführliche Darstellung vgl. Bloss et al., 2009 sowie Bundeszentrale für politische Bildung, 2012). Zusammenfassend kann schlechtes Management also Konsequenzen nach sich ziehen, die weit über das jeweilige Organisationsumfeld hinaus reichen.

Angesichts dieser großen Verantwortung des Managements im „Zeitalter der Fehlprognosen“ (Becker, 2016) überrascht es nur wenig, dass bereits viele Leadership-Studien existieren, die auf die unterschiedlichen Einflüsse von ManagerInnen auf den Organisationserfolg abstellen (vgl. für eine ausführliche Darstellung Day et al., 2014). Um das Verhalten von ManagerInnen beurteilen zu können, wird typischerweise auf Fragebögen zurückgegriffen, die das Management auf individueller Ebene durchleuchten (vgl. Hunter et al., 2007, Yukl, 1999, Yukl et al., 2002). Korrespondierend verfünffachte sich die Zahl der zur Untersuchung des Managements eingesetzten Fragebögen in Organisationen allein in den 1990er-Jahren (Morrel-Samuels, 2002,

S. 111). Auch in den 2000er-Jahren setzte sich dieser Trend mit einer „explosion of the leadership field“ (Hunt, 2005, S. 1) fort, dessen Arbeiten aufgrund gleich mehrerer Vorteile typischerweise Fragebögen verwenden. Einerseits sind Fragebögen zeitökonomisch anderen Erhebungsmethoden überlegen, andererseits erfüllen sie die Gütekriterien der klassischen Testtheorie, bestehend aus Objektivität, Reliabilität und Validität (vgl. Kapitel 2.1). Der Leadership-Forschung der letzten Jahre einen klaren Charisma-Schwerpunkt zuschreibend, unterteilt Kets de Vries (2004) Leadership-Forscher in die rivalisierenden Läger der *personalists* und *situationalists*. Somit stehen zwar nicht ausschließlich Persönlichkeitseigenschaften der Führungskräfte im Fokus, sondern auch das Verhalten dieser. Es stellt sich aber die Frage, inwiefern dieses Verhalten in einer komplexen, unvorhersagbaren Umwelt tatsächlich mit Unternehmenserfolg assoziiert ist. Insbesondere seit 2007 und den nachfolgenden Krisenjahren werden Komplexität und die damit einhergehende Turbulenz als zentrale Herausforderung des 21. Jahrhunderts gesehen:

Für das Meistern der ‚Großen Transformation²¹‘ benötigen so gut wie alle gesellschaftlichen Organisationen neue, komplexitätstaugliche Managementsysteme und innovative Instrumente [...] Komplexität ist aber auch der Rohstoff für organisationale Intelligenz. Diese freizusetzen und wirksam zu machen ist einer der wichtigsten Schlüssel für das Management von großen Veränderungen und für das adaptive und evolutionsfähige Funktionieren aller Organisationsarten. (Malik, 2014, S. 13)

In der Managementliteratur wird *Entrepreneurial Orientation* als ein Mittel betrachtet, das Überleben von Organisationen in turbulenten Umgebungen sicherzustellen (Covin & Slevin, 1989). Unter dieser unternehmerischen Orientierung verstehen Stam und Elfring (2008) „the simultaneous exhibition of innovativeness, proactiveness and risk taking“ (S. 98). Engelen et al. (2015a) zeigen Hinweise auf, dass Entrepreneurial Orientation insbesondere dann stark ausgeprägt ist, wenn Märkte aufgrund ihrer raschen Veränderlichkeit als turbulent beschrieben werden können. Den individuellen Einfluss von Führungskräften auf den Organisationserfolg unterstreichen auch Engelen et al. (2015b) mit dem empirischen Nachweis des moderierenden Charakters des Führungsstils zwischen Entrepreneurial Orientation und organisationaler Performance. Den AutorInnen zufolge wirkt sich ein transformationaler Führungsstil förderlich auf die Beeinflussung des Verhältnisses von Entrepreneurial Orientation und Organisationsper-

formance aus. Daher ist Engelen et al. (2015b, 2015a) die Identifikation wesentlicher Determinanten des Erfolgs in einer turbulenten Umgebung zuzuschreiben, die durchaus in Einklang mit Komplexitätstheoretischen Erkenntnissen stehen mögen. Bisher fehlt es jedoch in diesem Zusammenhang an einem entsprechenden wissenschaftlich fundierten Verständnis für das Auftreten von und den Umgang mit Komplexität als auch an einem darauf aufbauenden Fragebogen. Die Konstruktion eines solchen Messinstruments gewinnt umso mehr an Bedeutung, wenn die zunehmende Komplexität der modernen Gesellschaft berücksichtigt wird: „Modern societies are characterized by an increasing complexity. Non-linear processes in economy, society, ecology, and others are hardly controllable” (Weyer et al., 2015, S. 7). Die Ziele der vorliegenden Arbeit orientieren sich daher an der zuvor genannten Forschungslücke:

- Ziel I:** Transfer der aus der Naturwissenschaft stammenden Komplexitätswissenschaften auf das Management.
- Ziel II:** Formulierung eines integrativen, wissenschaftlich fundierten Managementkonzepts für den Umgang mit Komplexität.
- Ziel III:** Entwicklung eines darauf basierenden Fragebogens, der die Messung und Beurteilung der Verhaltensgüte des Umgangs von ManagerInnen mit Komplexität erlaubt.

Dabei soll der Fragebogen den folgenden Kriterien genügen:

- Nebenbedingung I:** Erfüllung der Hauptgütekriterien der klassischen Testtheorie (Objektivität, Reliabilität, Validität).
- Nebenbedingung II:** universelle Einsetzbarkeit, die von Branchen, Organisationsformen oder situativen Problemstellungen losgelöst ist.

Zu diesem Zweck wird im nachfolgenden Abschnitt die Berücksichtigung komplexitätswissenschaftlicher Implikationen innerhalb der Managementtheorie untersucht. So ist es der Leadership-Forschung gelungen, zahlreiche Einflussfaktoren auf die Effizienz von Führungskräften zu identifizieren und den Fragebogen als Standardmethode zu etablieren (vgl. Hunter et al., 2007, S. 435). Die Auseinandersetzung mit komplexen Phänomenen bleibt allerdings auf metaphorische Übertragungen beschränkt und greift auf einen anderen Komplexitätsbegriff zurück als die vorliegende Arbeit. Obschon aus einem anderen Blickwinkel, fokussiert sich auch die

psychologische Kognitionsforschung auf das Management komplexer Systeme. Im Forschungsfeld des *Complex Problem Solving* (CPS) wird in zahlreichen Arbeiten (als prominentestes Beispiel kann sicherlich Dörner et al., 1983 gelten) untersucht, wie sich Menschen beim Lösen komplexer Probleme verhalten und welche Fehler sie dabei typischerweise begehen. Eine ausführlichere Darstellung in Kapitel 2 wird allerdings zeigen, dass die Arbeiten dieses Forschungszweiges zwar erste Hinweise auf das Management chaotischer Systeme geben, dass es ihnen aber an der durchaus bedeutsamen theoretischen Verankerung des Komplexitätsbegriffs fehlt. Im dritten Abschnitt des folgenden Kapitels wird schließlich eine Aufbereitung der Managementliteratur vorgenommen, die komplexe Dynamiken und sich daraus ergebende Implikationen betrachten. Dabei stehen Schmetterlingseffekt (Lorenz, 1963) und Selbstorganisation (Haken, 1977) als Leitprinzipien komplexitätswissenschaftlicher Forschung im Mittelpunkt der Betrachtung. Doch auch diesen Arbeiten (z.B. Brown & Eisenhardt, 1997, Jenner, 1998, Smilor & Feeser, 1991, Stacey, 1995) gelingt es häufig nicht, eine Komplexitätsdefinition und -taxonomie anzubieten, die über ein rein metaphorisches Niveau mit implizierter Gleichsetzung von Chaos und Zufall hinausgeht. Diejenigen Arbeiten, die über ein komplexitätswissenschaftliches Fundament verfügen, setzen eine intensive Auseinandersetzung mit entsprechenden Begrifflichkeiten und Zusammenhängen voraus und werden in der Folge zu einem späteren Zeitpunkt ausführlich diskutiert. Den Abschluss des zweiten Kapitels bildet eine vergleichende Gegenüberstellung der vorausgehenden Arbeiten in Hinblick auf die jeweils verwendeten Definitionen des Komplexitäts- und damit verbundenen Managementbegriffs.

In Kapitel 3 der vorliegenden Arbeit wird zunächst eine Bestimmung und Abgrenzung der für das Management komplexer Systeme relevanten Begrifflichkeiten vorgenommen. Im Anschluss an die Festlegung einer konkreten und operationalisierbaren Arbeitsdefinition von Komplexität wird geprüft, welche Voraussetzungen zur Entstehung einer chaotischen Dynamik erfüllt sein müssen. Dabei zeigt sich, dass deterministisches Chaos recht voraussetzungsarm ist und mit großer Wahrscheinlichkeit damit gerechnet werden muss, dass es auch in Organisationen zur Herausbildung einer solch turbulenten Systemdynamik kommen kann. Nach der Diskussion der hinreichenden Bedingungen zur Entstehung von Chaos werden die Eigenschaften komplexer Systeme ausführlich beleuchtet, um darauf basierend Implikationen für das Management abzuleiten. Eine dieser besonderen Herausforderungen liegt darin, dass sie sich typischerweise im Rahmen eines emergenz erzeugenden Prozesses selbstorganisieren, den Weyer (2009b) als schwierig beherrschbar beschreibt: „Komplexe Systeme entwickeln unvorhersehbare Eigendynamiken, die sich als emergente Effekte deuten lassen, welche – oftmals nicht-

intentional – durch die Interaktion der Komponenten des Systems erzeugt werden [...]“ (S. 4). Als kompatibel zu dieser Perspektive kann auch von Hayek (2003) verstanden werden, der komplexen Systemen die Verfolgung allgemeiner Regeln und ebenfalls das emergente Streben nach Ordnung zuspricht:

Es ist daher paradox und beruht auf einem völligen Verkennen dieser Zusammenhänge, wenn heute oft gesagt wird, daß wir die moderne Gesellschaft bewusst planen, weil sie so komplex geworden ist. In Wirklichkeit können wir eine Ordnung von solcher Komplexität nur dann erhalten, wenn wir sie nicht nach der Methode des ‚Planens‘, d.h. nicht durch Befehle, handhaben, sondern auf die Bildung einer auf allgemeinen Regeln beruhenden spontanen Ordnung abzielen. (S. 26)

Von Hayek (2003) verweist also bezüglich komplexer Systeme auf eine grundsätzliche Unplanbarkeit, spricht aber den selbstorganisierenden Prozessen der Ordnungsbildung die Einhaltung allgemeiner Regeln zu. Wenngleich die völlige Beherrschbarkeit komplexer Systeme von Weyer (2009a, S. 20) als „illusionär“ beschrieben wird, kann es für das Management von großer Bedeutung sein, dieses Regelwerk zu verstehen und Selbstorganisationspotenziale zu nutzen. Die Synergetik (Haken, 1977) stellt die wohl umfassendste und am weitesten entwickelte Beschreibung solcher Grundprinzipien der Selbstorganisation dar (Manteufel, 1995), die ebenfalls in Kapitel 3 vorgestellt werden. Basierend auf den Erkenntnissen komplexitätswissenschaftlicher Forschung werden im Rahmen einer abschließenden Betrachtung fünf Managementprinzipien aufgezeigt, die es im weiteren Verlauf der vorliegenden Arbeit durch die Entwicklung eines geeigneten Fragebogens zu überprüfen gilt. Kapitel 4 stellt die auf theoretischer Basis gewonnenen Erkenntnisse in einer abschließenden Betrachtung zusammen.

Von den theoriegeleiteten Implikationen des Managements komplexer Systeme ausgehend, werden in Kapitel 5 die Zielsetzungen für die Ausarbeitung des Messinstruments festgelegt. Es soll ein Fragebogen entwickelt werden, der die Einstellung von ManagerInnen gegenüber den Managementempfehlungen des Theorieteils misst, den Hauptgütekriterien der klassischen Testtheorie genügt, an einer repräsentativen Stichprobe ausgerichtet wird und sich branchenübergreifend einsetzen lässt.

Kapitel 6 behandelt die Methoden der Fragebogenanalyse. Dort wird darauf eingegangen, wie das Erhebungsinstrument konzipiert worden ist, um die oben genannten Zielsetzungen zu erfüllen, wie die empirischen Erhebungen durchgeführt worden sind und welche statistischen Methoden im Rahmen der Versuchsauswertung verwendet wurden.

Kapitel 7 präsentiert die Ergebnisse des ersten (N=100) und zweiten Pretests (N=104) sowie der Erhebung im Rahmen der Validierungsstichprobe (N=514). Zunächst wird mittels deskriptiver Statistik die Zusammensetzung der Stichproben beschrieben und gezeigt, dass die finale Validierungsstichprobe als repräsentativ betrachtet werden kann. Im folgenden Abschnitt wird darauf eingegangen, wie die reliabilitätsbasierte Einkürzung des Fragebogens im Rahmen des ersten und zweiten Pretests erfolgte und dass die Skalen der finalen Fragebogenversion über eine adäquate bis gute Reliabilität verfügen. Der dritte Abschnitt des siebten Kapitels widmet sich der Validität des Fragebogens, die anhand eines hypothesentestenden, eines explorativen und eines auf die faktorielle Struktur abzielenden Ansatzes überprüft wird. Die zu dieser Beurteilung herangezogenen Validierungskriterien der durch die ManagerInnen wahrgenommenen Turbulenz der Arbeitsumgebung sowie die Flexibilität der ManagerInnen zeigen im Zuge des hypothesentestenden Ansatzes, dass zwischen ihnen und den Managementprinzipien der vorliegenden Arbeit ein signifikanter, größtenteils sogar sehr signifikanter Zusammenhang besteht. Innerhalb des explorativen Ansatzes werden die in der finalen Fragebogenversion erhobenen demografischen Variablen hinsichtlich ihres Einflusses auf das Antwortverhalten der ManagerInnen untersucht. In diesem Zusammenhang zeigt sich, dass neben anderen insbesondere ein akademischer Abschluss dazu beiträgt, den theoriegeleiteten Managementprinzipien zuzustimmen. Im Anschluss werden die Profilvergleiche der Branchen dargestellt, die auf durchaus plausible Unterschiede im Antwortverhalten zwischen den Branchen hindeuten. Im letzten Teil des Kapitels 7 werden die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit gemeinsam mit den Limitationen der Studie noch einmal zusammengefasst und ausführlich diskutiert.

In Kapitel 8 findet die Abschlussdiskussion der vorliegenden Arbeit statt und es wird ein Ausblick auf den weiteren Forschungsbedarf gegeben. Dem Abschnitt kann entnommen werden, dass es im Rahmen der vorliegenden Arbeit gelungen ist, einen Fragebogen zu entwickeln, der objektiv, reliabel und valide ist, an einer repräsentativen Stichprobe ausgerichtet wurde und Einsatzmöglichkeiten in den unterschiedlichsten Branchen anbietet. Ausgehend von den Limitationen dieser Untersuchung bildet die weitere, im Bereich des Managements komplexer Systeme nötige Forschung den Schwerpunkt des letzten Kapitels.

2. Stand der Forschung des Managements komplexer Systeme

Dass Management-Fehlschläge fatale Konsequenzen nach sich ziehen können, zeigt das Beispiel der Subprime-Krise, deren Auswirkungen für viele Menschen seit einigen Jahren spürbar sind. So wurde beispielsweise im Zuge der weltweiten Krisenentfaltung der Begriff *Notleidende Banken* zum Unwort des Jahres 2008 gewählt (Sprachkritische Aktion: Unwort des Jahres, 2016). Ihren Ursprung fand die Krise im US-amerikanischen Immobilienmarkt, der vor dem Hintergrund eines niedrigen Zinsniveaus boomte und mit innovativen Finanzprodukten auf sich aufmerksam machte. Im Verlauf der 2000er-Jahre fällt jedoch der zunehmende Anteil derjenigen Hypothekenkredite auf, die im Segment der Kundschaft mit geringer Zahlungskraft (Subprime) vergeben wurden (vgl. Bloss et al., 2009, S. 15 ff.). Das ab 2004 steigende Zinsniveau (Bloss et al., 2009, S. 16) in Kombination mit entfallender Sollzinsbindung der Hypothekenkredite führte nach kurzer Zeit zum Zahlungsausfall vieler KreditnehmerInnen, die Zinsen für Hypothekenkredite stiegen weiter, mehr KreditnehmerInnen meldeten Zahlungsunfähigkeit an usw. (Bundeszentrale für politische Bildung, 2012). Auf diese Weise entstand ein autokatalytischer Prozess, der jedoch zunächst auf den US-amerikanischen Hypothekenmarkt begrenzt schien. Durch die Emission hypothekarisch gestützter Wertpapiere mit hohem Ausfallrisiko bzw. ihre Vermischung mit Wertpapieren, die über ein vergleichsweise niedriges Ausfallrisiko verfügten, sowie die anschließende AAA-Wertung dieser Wertpapierbündel führte letztlich zum Export der amerikanischen Krise in den europäischen Bankenmarkt, der bereits nach kurzer Zeit den hohen Anteil an Zahlungsausfällen zu spüren bekam (vgl. Bundeszentrale für politische Bildung, 2012). Zahlreiche in Not geratene Banken und die allgemeine Zurückhaltung der Finanzinstitute mündeten schließlich in massiven Liquiditätsengpässen und ausbleibenden Investitionen der Realwirtschaft sowie rückläufigen Exporten und abnehmender Produktion ganzer Volkswirtschaften (Bundeszentrale für politische Bildung, 2012). Sicherlich kann die als Subprime-Krise beginnende Weltwirtschaftskrise nicht als alleinige Ursache für die Staatskrisen Griechendlands, Irlands oder Spaniens angesehen werden, sie hat aber sicherlich deren Auftreten erheblich erleichtert. An diesem Beispiel wird also sehr deutlich, dass die Fehlentscheidungen weniger ManagerInnen des US-amerikanischen Immobilienmarktes zu teils katastrophalen Auswirkungen führt, wenn z.B. griechische Staatsbeamtinnen bzw. Staatsbeamte aufgrund des IWF-gebundenen Sparprogramms im Zuge des Euro-Rettungsprogramms aus ihrem Beamtenverhältnis entlassen werden.

Typischerweise wird in Zeiten solcher Krisen die Frage nach gutem Management aufgeworfen und die Forderung nach einer charismatischen Führung laut, die Fehlverhalten und Fehlentscheidungen zu unterbinden weiß (an dieser Stelle sei beispielsweise auf Webers, 2002/1921, Bürokratiepostulat verwiesen). Damit verbunden ist vor allem die Frage, welche Erfolgsfaktoren über das Scheitern oder Gelingen von ManagerInnen entscheiden. Dieser Fragestellung geht seit langer Zeit die Leadership-Forschung nach, deren wichtigste Erkenntnisse im nachfolgenden Kapitel 2.1 dargestellt werden.

Gleichwohl die Leadership-Forschung einen großen Beitrag zu leisten imstande ist, findet Komplexität in diesem Forschungszweig nur unzureichende Berücksichtigung. Die kognitionspsychologische Forschungstradition des Complex Problem Solving sowie zahlreiche Arbeiten der Managementliteratur, insbesondere seit den 1990er-Jahren, widmen sich jedoch explizit dem Umgang mit Komplexität und werden daher in den Kapiteln 2.2 und 2.3 näher beleuchtet.

2.1 Leadership-Fragebögen – vom Charisma zur Komplexität

Die Leadership-Forschung entstand aus der Idee heraus, dass die Geschichte durch außergewöhnliche Persönlichkeiten geformt wird (Judge et al., 2002, S. 765). Diese Grundannahme wird häufig auch als *great man hypothesis*¹ bezeichnet (so z.B. Judge et al., 2002) und führte dazu, dass die Leadership-Forschung zunächst mit einem starken Fokus auf dem Charisma von Führungspersönlichkeiten stattfand. Seit den späten 1940er-Jahren wird jedoch nicht nur den Persönlichkeitseigenschaften, sondern auch situationspezifischen Rahmenbedingungen Einfluss auf den Organisationserfolg zugeschrieben (Judge et al., 2002), weshalb Kets de Vries (2004) die AutorInnen heutiger Arbeiten zur Effizienz von Führungskräften in die beiden Extrempositionen der *personalists* und *situationists* unterteilt. Differenzierter erscheint jedoch Steyrers (2015, S. 30 ff.) Ansatz, der zwischen universellen und situativen sowie Eigenschafts- und Verhaltenstheorien unterscheidet und in Tabelle 1 dargestellt wird.

¹ Im Rahmen der *great man hypothesis* findet eine ausschließliche Konzentration auf das charismatische Auftreten männlicher Führungskräfte statt, die die weibliche Variante der *great woman hypothesis* völlig außen vor gelassen wird. Aus heutiger Perspektive mag diese Konzentration auf männliche Führungskräfte eher unausgewogen und problematisch erscheinen.

	Eigenschaftstheorien	Verhaltenstheorien
universelle Theorien	universelle Eigenschaftstheorien	universelle Verhaltenstheorien
situative Theorien	situative Eigenschaftstheorien	situative Verhaltenstheorien

Tabelle 1: Erfolgsmodelle der Führung

Quelle: Steyrer, 2015, S. 31.

Es soll bereits an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass es im Zusammenhang des Managements komplexer Systeme eines universellen, verhaltenstheoretischen Ansatzes bedarf, da die turbulente Dynamik komplexer Systeme keineswegs nur unter seltenen Randbedingungen auftreten kann (vgl. Kapitel 3).

Zur Beurteilung des Managementverhaltens werden im Rahmen der Leadership-Forschung typischerweise Fragebögen eingesetzt (vgl. Hunter et al., 2007, Yukl, 1999, Yukl et al., 2002). Die Verfünfachung der in Organisationen eingesetzten Fragebögen in den 1990er-Jahren (Morrel-Samuels, 2002, S. 111) mündete korrespondierend in einer „explosion of the leadership field“ (Hunt, 2005, S. 1) in den 2000er-Jahren. Die Etablierung des Fragebogens als Standardmethode der Leadership-Forschung (vgl. Hunter et al., 2007, S. 435) mag unter anderem darauf zurückgeführt werden, dass er nicht nur die Erhebung großer Datenmengen unter überschaubarem Mittel- und Zeiteinsatz erlaubt, sondern auch die Gütekriterien der klassischen Testtheorie (Objektivität, Reliabilität und Validität) erfüllt.

Die Darstellung der Gütekriterien findet im Folgenden, sofern nicht anders gekennzeichnet, entlang des Standardlehrbuchs von Lienert und Raatz (1998, S. 7 ff.) statt. Ein Fragebogen gilt den Autoren zufolge dann als objektiv, wenn die Testergebnisse vom Verhalten des Untersuchers (Durchführungsobjektivität) sowie von der Auswertung (Auswertungsobjektivität) und Interpretation (Interpretationsobjektivität) durch den Untersucher unabhängig sind. Lienert und Raatz (1998) weisen darauf hin, dass sich die Objektivität durch Minimierung sozialer Interaktion sowie die Wahl eines gebundenen, numerischen Antwortformats erhöhen lässt.

Die Reliabilität eines Fragebogens bezieht sich darauf, mit welcher Genauigkeit ein Persönlichkeits- oder Verhaltensmerkmal gemessen wird. Auskunft über diese Reproduzierbarkeit der Testergebnisse gibt der Reliabilitätskoeffizient, zu dessen Bestimmung Lienert und Raatz (1998, S. 9 f.) drei Zugänge beschreiben: die Paralleltest-Reliabilität, Retest-Reliabilität und

innere Konsistenz. Die Konsistenzanalyse, die den im Rahmen der vorliegenden Arbeit gewählten Zugang darstellt, beschreiben Lienert und Raatz (1998) als das Verständnis „[...] die Elemente eines Tests als multipel halbierte Testteile aufzufassen“ (S. 10) und anschließend „[...] die Reliabilität über bestimmte Kennwerte dieser Testelemente [...] auf indirektem Wege zu ermitteln [...]“ (S. 10).

Die Validität eines Tests befasst sich mit der Frage, „ob ‚ein Test misst, was er messen soll‘“ (Hartig et al., 2012, S. 143). In diesem Zusammenhang wird zwischen der inhaltlichen Validität, der Konstruktvalidität sowie der kriterienbezogenen Validität unterschieden, die im weiteren Verlauf der vorliegenden Arbeit mit Ausnahme der kriterienbezogenen Validität einer ausführlichen Überprüfung unterzogen werden (vgl. Kapitel 6.3.2). Die inhaltliche Validität bezieht sich auf die Repräsentativität der im Test gestellten Aufgaben für das hypothetische Aufgabenuniversum (Hartig et al., 2012, S. 149 f.) und wird „in der Regel durch ein Rating von Experten als ‚Konsens von Kundigen‘ zugebilligt“ (Lienert & Raatz, 1998, S. 11). Die Konstruktvalidität als Kernstück der Testvalidierung (vgl. Hartig et al., 2012, S. 153) behandelt die Herstellung und Erklärung von Zusammenhangsstrukturen eines latenten Konstrukts anhand der Beobachtung manifester Variablen (Hartig et al., 2012, S. 156 ff.), während die Kriteriumsvalidität durch Korrelation der Testergebnisse mit einem oder mehreren Außenkriterien vorgenommen wird (Lienert & Raatz, 1998, S. 11).

Mit der Orientierung der Leadership-Forschung an den genannten Kriterien wird ein methodischer Zugang verfolgt, der Objektivität, Reliabilität und Validität zu den zentralen Säulen empirischen Arbeitens in diesem Feld erhebt. Die mitunter immer noch anzutreffenden Verfahren der Personal- und Führungskräfteauswahl, die z.B. auf graphologischen Gutachten oder ungeprüften Methoden beruhen, werden daher zurecht abgelehnt.

Nachfolgende Tabelle 2 gibt einen Überblick über die bedeutendsten Fragebögen der Leadership-Forschung (vgl. Yukl et al., 2002) inklusive der im Rahmen der jeweiligen Erhebung berücksichtigten Zielsetzung.

Fragebogen	Quelle	Untersuchte Aspekte
C-K-Scale Conger Kanungo Leadership Scale	Conger & Kanungo, 1998	<ul style="list-style-type: none"> • Unterstützung von MitarbeiterInnen • Analyse der Organisationsumwelt • Vision des Wandels vermitteln • Inkaufnahme persönlichen Risikos
GLOBE Global Leadership and Organizational Behavior Effectiveness	Chhokar et al., 2008	<ul style="list-style-type: none"> • uncertainty avoidance • power distance • societal collectivism • in-group collectivism • gender egalitarianism • assertiveness • future orientation • charismatic/value-based leadership dimension • team oriented leadership dimension • self-protective leadership dimension • participative leadership dimension • humane oriented leadership dimension • autonomous leadership dimension
LBDQ-12 Leader Behavior Description Questionnaire	Stogdill et al., 1962	<ul style="list-style-type: none"> • Unterstützung von MitarbeiterInnen • Ermächtigung von MitarbeiterInnen
LOS Leader Observation Scale	Luthans & Lockwood, 1984	<ul style="list-style-type: none"> • Kurzfristige Planung • Kontrolle von Arbeitsprozessen • Weiterentwicklung von MitarbeiterInnen
LPI Leadership Practices Inventory	Kouzes & Posner, 1995	<ul style="list-style-type: none"> • Anerkennendes Verhalten • Vision des Wandels vermitteln
MBS Managerial Behavior Survey	Yukl & Nemeroff, 1979	<ul style="list-style-type: none"> • Kurzfristige Planung • Aufgabenzuweisung • Unterstützung von MitarbeiterInnen • Weiterentwicklung von MitarbeiterInnen • Anerkennendes Verhalten • Consulting • Ermächtigung von MitarbeiterInnen

MPS Managerial Practice Survey	Yukl et al., 1990	<ul style="list-style-type: none"> • Kurzfristige Planung • Aufgabenzuweisung • Kontrolle von Arbeitsprozessen • Unterstützung von MitarbeiterInnen • Weiterentwicklung von MitarbeiterInnen • Anerkennendes Verhalten • Ermächtigung von MitarbeiterInnen • Vision des Wandels vermitteln
MLI Multifactor Leadership Inventory	Castro & Schriesheim, 1998	<ul style="list-style-type: none"> • Unterstützung von MitarbeiterInnen • Analyse der Organisationsumwelt • Vision des Wandels vermitteln • Ermutigung innovativen Denkens • Inkaufnahme persönlichen Risikos
MLQ Multifactor Leadership Questionnaire	Bass & Avolio, 1990	<ul style="list-style-type: none"> • Kontrolle von Arbeitsprozessen • Unterstützung von MitarbeiterInnen • Anerkennendes Verhalten • Vision des Wandels vermitteln • Ermutigung innovativen Denkens
SMP Survey of Management Practices	Wilson et al., 1990	<ul style="list-style-type: none"> • Kurzfristige Planung • Anerkennendes Verhalten • Consulting • Ermächtigung von MitarbeiterInnen
TLI Transformational Leadership Inventory	Podsakoff et al., 1990	<ul style="list-style-type: none"> • Unterstützung von MitarbeiterInnen • Anerkennendes Verhalten • Vision des Wandels vermitteln • Ermutigung innovativen Denkens

Tabelle 2: Bedeutendste Fragebögen der Leadership-Forschung

Quelle: modifiziert nach Yukl et al., 2002.

Der in einer weltweiten Forschungs Kooperation von etwa 150 Wissenschaftlern in 61 Ländern (House et al., 2002, S. 4) eingesetzte GLOBE-Fragebogen (Chhokar et al., 2008) ist sicherlich eines der bekanntesten der in Tabelle 2 angeführten Beispiele. Mit Hilfe dieses Fragebogens wird auf internationaler Ebene untersucht, inwiefern sich spezifische kulturelle Variablen auf Führungs- und organisationale Prozesse sowie deren Effizienz auswirken (House et al., 2002, S. 4). Dabei berühren einzelne Skalen durchaus Managementprinzipien, die sich im Kontext einer turbulenten Umgebung als hilfreich erweisen können. So beschreibt z.B. die Skala *future orientation* das Ausmaß, in dem Individuen in Organisationen bzw. Gesellschaften zukunftsorientiertes Verhalten wie Planung und Investition befürworten. Individuen, die langfristige

Planung in Organisationen für zuträglich halten, sehen sich in komplexen Problembereichen mit besonderen Herausforderungen konfrontiert, die von denjenigen, die Planungsprozesse eher ablehnen, möglicherweise besser bewältigt werden können.

Vor dem Hintergrund turbulenter Märkte untersuchen Engelen et al. (2015a) den Einfluss eines transformationalen Führungsstils als Mediator zwischen Entrepreneurial Orientation und organisationaler Performance. Unter Entrepreneurial Orientation wird „the simultaneous exhibition of innovativeness, proactiveness and risk taking“ (Stam & Elfring, 2008, S. 98) verstanden. Diese unternehmerische Fokussierung von Organisationen kann vor dem Hintergrund einer turbulenten Umgebung hilfreich sein, weil sie dazu führt, dass die Handlungen der EntscheidungsträgerInnen sehr eng an das aktuelle Marktgeschehen gekoppelt werden. In schnell veränderlichem Kontext kann es dem Management auf diese Weise gelingen, sich in recht kurzer Zeit auf neue Gegebenheiten einzustellen. Daher wird in Entrepreneurial Orientation ein mögliches Mittel gesehen, das Überleben von Organisationen in einer hochdynamischen Umwelt sicherzustellen (Covin & Slevin, 1989). Tatsächlich gelingt es Engelen et al. (2015a) zu zeigen, dass ManagerInnen insbesondere dann über eine hohe Entrepreneurial Orientation verfügen, wenn Märkte als turbulent beschrieben werden können. Zudem lässt sich auch der individuelle Einfluss der Führungskräfte auf die Performance der jeweiligen Organisation insofern belegen, als dass sich ein transformationaler Führungsstil positiv auf das Verhältnis zwischen Entrepreneurial Orientation und Organisationsperformance auswirkt (vgl. Engelen et al., 2015b). Somit kann festgehalten werden, dass es einigen bekannten Ansätzen der Leadership-Forschung bereits gelungen ist, Erfolgsfaktoren herauszuarbeiten, die auch für den Umgang mit Komplexität von Relevanz sein können. Es fehlt diesen Ansätzen aber an einer genuinen komplexitätswissenschaftlichen Einbettung. Ein solches theoretisches Fundament ist aber in Hinblick auf das Management komplexer Systeme von besonderer Bedeutung, da in diesem Zusammenhang die „heilige Dreifaltigkeit des Managements“ (Senge, 2011, S. 4), nämlich Planung, Organisation und Kontrolle, besonders kritisch zu hinterfragen ist.

So fordert Malik (2014) gar eine Revolution des Managements zum angemessenen Umgang mit Komplexität:

Das erfolgreiche Umgehen damit erfordert richtiges Management im Denken und Handeln, mit der zuverlässigen Fähigkeit, die überall hervorquellende Komplexität nicht nur zu meistern, sondern insbesondere auch zu nutzen. Denn Komplexität ist

auch die Quelle von organisationaler Intelligenz. Richtiges Management ist nötig, um die globalen Vernetzungen zu verstehen und den sich selbst beschleunigenden Wandel zu steuern. Millionen von Führungskräften werden in ihrem Beruf des Führens neu gefordert sein, Altes vergessen und Neues erlernen zu müssen. Die meisten Steuerungs- und Lenkungssysteme müssen tief greifend reformiert und revolutioniert werden. (S. 24)

Zwar mag Senges (2011) Dreifaltigkeit (Planung, Organisation, Kontrolle) auch in komplexen Systemen Anwendung finden, sie bedarf aber sicherlich einer anderen Interpretation als es konventionelle Managementmethoden vorschlagen, die sich, losgelöst von situationsspezifischen Merkmalen, auf das grundsätzliche Verhalten von ManagerInnen bezieht (vgl. Steyrers Erfolgsmodelle der Führung in Tabelle 1, S. 17). Eine derartige Umdeutung erfordert aber eine dezidierte Auseinandersetzung mit entsprechenden komplexitätswissenschaftlichen Begriffsbestimmungen und Zusammenhängen.

Innerhalb der Leadership-Forschung widmen sich einige Arbeiten, wie z.B. das im Rahmen der Serie *Springer Proceedings in Complexity* jährlich erscheinende Herausgeberbuch *Chaos, Complexity and Leadership* (zuletzt Erçetin, 2016), explizit den jeweiligen Herausforderungen, die sich aus einem komplexen Umfeld für Führungskräfte ergeben. Da Komplexität nicht auf ein bestimmtes Themengebiet beschränkt bleibt, sondern ihre Wirkung in sämtlichen organisationalen Lebensbereichen entfalten kann, erscheint das breite Spektrum der dort enthaltenen Beiträge als durchaus angemessen. Es ist aber darüber hinaus auffällig, dass die Vermittlung einer vereinheitlichenden Komplexitätsdefinition und -operationalisierung völlig ausbleibt.

So beschreibt z.B. Orhaner (2016) Komplexität in einer Art und Weise, die an Undurchschaubarkeit und Intransparenz erinnert:

It is however important to note that having everyone benefit from the health insurance in a country is a tall order and tough asking given that the program presents a complex terrain. This complexity is embedded within people's perceptions of the ideal health insurance package compared to what the policy makers have put in place. The complexity is then worsened by the internal contradictions within the program that may end up leaving some citizens excluded. (S. 60)

In demselben Herausgeberband erscheint Basiles und Dominicis (2016) Beitrag, der Komplexität in einer Form auffasst, die sich auf den Aspekt der Heterogenität bezieht: „We aim to show the survival of the firm is based on its abilities to create and maintain relationships with different and heterogeneous stakeholders (the complexity condition)“ (S. 84). Den Autoren zufolge ist ein System also dann komplex, wenn es viele Elemente beinhaltet, die voneinander verschieden sind. An dieser Stelle sei bereits auf die Diskussion der Komplexitätsdefinitionen in Kapitel 3 verwiesen, es sei jedoch ebenfalls angemerkt, dass keine der beiden zuvor genannten Positionen eine befriedigende Definition von Komplexität zu liefern imstande ist. Bemerkenswert ist ebenfalls, dass einige Arbeiten (z.B. Farazmand, 2009, Gediz Akdeniz & Anastasopoulos, 2016, Youngblood, 1997) trotz der inzwischen langjährigen komplexitätswissenschaftlichen Forschungstradition Prämissen treffen, die in massivem Widerspruch zu sämtlichen der dort gewonnenen Erkenntnisse stehen. Auffällig dabei ist die zum Teil mangelhafte Verwendung des aus der Chaosforschung (ein Zweig der Komplexitätsforschung) stammenden Begriffs des deterministischen Chaos, der sich auf Systeme bezieht, deren Eigenschaften zwar im Detail bekannt sind, sich aber mittel- und langfristig unvorhersagbar verhalten. So findet z.B. häufig die Gleichsetzung von Chaos und Zufall statt, wie es durch das nachfolgende Zitat veranschaulicht wird: „Order and the power of cosmos came to an end with the advent of chaos theory. Thus, the deconstruction of the dualities of modernity, as reflected in the cosmos-chaos and order-disorder binary dualities, are in effect“ (Gediz Akdeniz & Anastasopoulos, 2016, S. 23). Eine andere Formulierung, aber identische Perspektive steht hinter der Beschreibung von Chaos als einen Zustand, den es unbedingt aufgrund seiner Unbeherrschbarkeit zu vermeiden gilt: „As a result, language and discourse that [sic] used by managers in crisis situations are extremely effective to overcome the crisis, to create a new vision, to end of [sic] the chaos“ (Sisman, 2016, S. 21). Im Angesicht solcher Äußerungen entsteht der Eindruck, dass die Auseinandersetzung mit dem Chaosbegriff in der Managementforschung im höchsten Falle auf metaphorischer Ebene erfolgt sein kann. Es mag auf den ersten Blick leichter erscheinen, Chaos als vermeidbares Phänomen zu interpretieren, das vom Zufall beherrscht wird. Eine solche Perspektive vernachlässigt allerdings, dass zahlreichen Forschungsarbeiten vieler Disziplinen, wie in Tabelle 3 dargestellt, der Nachweis von deterministischem Chaos im Sinne der Chaosforschung gelungen ist, sodass es in der Konsequenz als alltägliches Phänomen betrachtet werden muss.

Wissenschaftliche Disziplin	Bedeutende Arbeiten
Astronomie und Physik	Ashoke, 2005 Baier, 1989 Buchler et al., 1995 Contopoulos, 2002 Haken, 1973 Haken, 1977 Hasan & Norman, 1990 Wisdom, 1987
Biologie	May, 1974 May, 1975 Olsen et al., 1988 Petrovskii & Malchow, 2001
Chemie	Belousov, 1959 Prigogine, 1955 Prigogine, 1987 Prigogine, 1995 Prigogine & Stengers, 1984 Prigogine & Stengers, 1986 Prigogine & Stengers, 1993 Zhabotinsky, 1964
Elektrotechnik	Cuomo et al., 1993 Feely, 1997 Kennedy, 1992 Kennedy, 1994 Lynch & Steele, 2011 Mork & Stuehm, 1994
Meteorologie	Fraedrich, 1986 Lorenz, 1963 Lorenz, 1991 Osborne & Provenzale, 1989
Psychologie	Guastello, 2001 Haken & Schiepek, 2006 Schiepek & Strunk, 1994 Strunk & Schiepek, 2006
Soziologie	Gregersen & Sailer, 1993 Urry, 2005 Willke, 1989 Young, 1991b Young, 1991a

Wirtschaftswissenschaft	Baumol & Benhabib, 1989
	Day, 1992
	Day, 1994
	Gouel, 2012
	Keen, 1997
	Liening, 1998
	Mullineux & Peng, 1993
	Sordi, 1999
	Strunk, 2012

Tabelle 3: Chaos als interdisziplinärer Forschungsgegenstand

Quelle: eigene Darstellung.

Umso wichtiger ist es vor diesem Hintergrund, chaotische von zufälligen Systemen sorgfältig zu unterscheiden. Wäre nämlich diese Art der Dynamik dem Zufall überlassen, so wären sämtliche Managementmethoden ohne Wirkung, da auch sie in solchen Systemen keinen Einfluss auszuüben imstande sind. Deshalb ist es wichtig, bereits an dieser Stelle festzuhalten, dass chaotische Systeme Ordnung aufweisen und sich kurzfristig durchaus vorhersagbar verhalten. Zur Ableitung von Maßnahmen des Managements komplexer Systeme bedarf es daher unbedingt einer belastbaren Arbeitsdefinition des Chaos- und Komplexitätsbegriffs. Darüber hinaus zeigt Galbraith (2004, S. 11) mit Blick auf die Übertragung der Chaostheorie auf das Management richtigerweise auf, dass die oftmals zu beobachtende Verwendung von Metaphern zwar durchaus eine anregende Perspektive bietet, aber häufig zur Vermengung von Modell und Metapher führt und somit ein grundlegendes Problem darstellen kann. Es ist daher von großer Notwendigkeit, Chaos nicht nur sauber zu definieren, sondern auch konkret zu operationalisieren und darauf basierende Konsequenzen für das Management aufzuzeigen.

Abschließend lässt sich also für Kapitel 2 zusammenfassen, dass es durch die Nutzung von Fragebögen möglich ist, auf (zeit-)ökonomische Art und Weise große Datenmengen zu erheben und zu verarbeiten. Sofern sie die Gütekriterien der klassischen Testtheorie erfüllen, messen Fragebögen objektiv und präzise das, was sie zu messen vorgeben und empfehlen sich als Messinstrument der Leadership-Forschung. Unter Zuhilfenahme dieser Erhebungsmethode ist es der Leadership-Forschung gelungen, zahlreiche Einflussfaktoren auf die Effizienz der Unternehmensführung herauszuarbeiten und messbar zu machen. Die in Tabelle 2 angeführten Zielsetzungen der jeweiligen Fragebögen zeigen aber auch, dass zwar Managementaspekte thematisiert werden, die mit großer Wahrscheinlichkeit auch von einer turbulenten Systemdynamik nicht unbeeinflusst bleiben (z.B. die Skala future orientation des GLOBE-Fragebogens oder

Entrepreneurial Orientation). Es fehlt jedoch grundlegend an einem Komplexitätstheoretischen Fundament und der darauf aufbauenden Entwicklung eines objektiven, reliablen und validen Messinstruments, um der Komplexität als „Das herausragendste Merkmal des globalen Transformationsprozesses“ (Malik, 2014, S. 24) in angemessener Weise begegnen zu können.

Auch denjenigen Arbeiten, die sich innerhalb der Leadership-Forschung auf die Implikationen für das Management konzentrieren, die sich aus Komplexität ergeben, mangelt es an einem entsprechenden komplexitätswissenschaftlichen Fundament. Daher kann bereits an dieser Stelle festgehalten werden, dass sie über eine andere Perspektive des Managements in einem turbulenten Kontext als die vorliegende Arbeit verfügen. Komplexität könnte aus Sicht dieser Arbeiten wie folgt definiert werden:

Komplexitätsverständnis 1: Ein System ist dann komplex, wenn es aus vielen heterogenen Komponenten besteht und sich undurchschaubar und/oder zufällig verhält.

Aus dieser Definition, die, wie bereits erwähnt, nicht mit dem komplexitätswissenschaftlichen Konzept für Komplexität übereinstimmt, ergeben sich konkrete Implikationen für das Management. So ist es aus dieser Perspektive einerseits nötig, heterogene Strukturen zu harmonisieren und davon unberührt Toleranz für Heterogenität zu entwickeln, z.B. durch Implementierung entsprechender informationstechnischer Systeme. Die angeführten Maßnahmen führen also dazu, dass die aus Heterogenität und Intransparenz resultierende Kompliziertheit minimiert wird. Verhalten sich Systeme andererseits undurchschaubar und erscheinen dadurch intransparent, ist es für Akteure in solchen Systemen erforderlich, zusätzliche Informationen zu beschaffen und zu verarbeiten. Da sich zufällige Dynamiken dem Zugriff des Managements entziehen, sollte dieses möglichst versuchen, seine Ressourcenallokation auf Bereiche zu konzentrieren, die sich nicht zufällig verhalten, sondern determiniert sind.

Ein darauf aufbauendes Managementverständnis ließe sich wie folgt subsumieren:

Managementverständnis 1: Das Management komplexer Systeme ist die Bewältigung von Kompliziertheit, Informationssuche zur Beseitigung von Intransparenz und

Zuordnung organisationaler Ressourcen zu determinierten Systembestandteilen.

Das angeführte Managementverständnis zielt vor allem auf die Bewältigung unübersichtlicher und großer Systeme ab, deren Verhalten determiniert ist. In der jüngeren Vergangenheit hat die Verfügbarkeit von Informationen über das Internet sowie die Erfassung und Distribution betriebsrelevanter Daten, z.B. im Zusammenhang mit Trends wie Industrie 4.0, in Verbindung mit der rasanten Zunahme IT-gestützter Verarbeitungskapazität dazu geführt, dass selbst komplizierteste Probleme mit relativ geringem Aufwand handhabbar gemacht werden können. Dagegen bleiben Systeme, die entsprechend einer komplexitätswissenschaftlichen Definition als komplex aufgefasst werden können, von dieser Informationsverfügbarkeit und -verarbeitung unberührt und stellen auch heute eine besondere Herausforderung für das Management dar.

Analog zur oben dargestellten Leadership-Forschung werden im Nachfolgenden auch für die weiteren theoretischen Ansätze des Managements komplexer Systeme die jeweiligen Komplexitätsdefinitionen und das darauf beruhende Managementverständnis festgehalten. Im zusammenfassenden Kapitel 2.4 werden diese einander gegenübergestellt, um aus den insgesamt als heterogen zu beurteilenden Perspektiven Gemeinsamkeiten ableiten und mit einem komplexitätswissenschaftlich fundierten Komplexitätsbegriff abgleichen zu können. Mit Hilfe dieser Vorgehensweise wird deutlich, dass sich ein großer Teil der in der Managementliteratur vorgeschlagenen Maßnahmen nicht auf Komplexität im Sinne der komplexitätswissenschaftlichen Forschung bezieht. Die Anwendung dieser Maßnahmen mag an anderer Stelle einen wertvollen Beitrag leisten (z.B. in Hinblick auf das Management komplizierter Systeme), die Zielsetzung der vorliegenden Arbeit orientiert sich jedoch an anderen Problemstellungen.

2.2 Die kognitionspsychologische Managementperspektive

Im Rahmen des *Complex Problem Solving* (CPS) wird untersucht, wie sich Individuen mit komplexen Problemstellungen auseinandersetzen und Lösungsstrategien entwickeln. Zwar geschieht dies entlang einer kognitionspsychologischen Perspektive, aufgrund der zentralen Bedeutung des Lösens von Problemen im Management wird CPS in der vorliegenden Arbeit aber ebenfalls den Managementtheorien zugerechnet. Da sich die Schwerpunktsetzung der einzelnen Arbeiten allerdings recht deutlich unterscheidet, ist es schwierig, eine einheitliche Definition des CPS in der Literatur zu finden (vgl. dazu Gray, 2002, Quesada et al., 2005). Dennoch gelingt es Frensch und Funke (1995, S. 4 ff.) durch die Herausarbeitung von drei wesentlichen Gemeinsamkeiten, den Facettenreichtum dieses Forschungsfeldes unter einem gemeinsamen Gegenstandsbereich zusammenzufassen. So sind die betrachteten Systeme jeweils dynamisch, so dass Aktionen der Problemlöser das weitere Verhalten des Systems beeinflussen. Zudem sind sie zeitabhängig, da die Aktionen der ProbandInnen zum richtigen Zeitpunkt getätigt werden müssen und sie sind insofern komplex, als dass die meisten Variablen nicht in *Eins-zu-Eins-Relationen* miteinander verknüpft sind. Wie sich noch zeigen wird, ist dieses Verständnis durchaus kompatibel zur Komplexitätsdefinition der Chaosforschung. Die nachfolgende Darstellung orientiert sich an Quesadas et al. (2005) Einteilung in die vier Forschungszweige des *Naturalistic Decision Making* (NDM), *Dynamic Decision Making* (DDM), *Implicit Learning In System Control* (ILISC) und *European Complex Problem Solving* (ECPS), die bezüglich ihrer Fragestellung einen unterschiedlichen inhaltlichen Schwerpunkt setzen.

2.2.1.1 Naturalistic Decision Making

Der Forschungszweig des NDM (Klein, 1993, Rasmussen, 1993, Salas & Klein, 2001, Warwick et al., 2001, 2002, Zsombok & Klein, 1997) geht auf die Abspaltung von der traditionellen Entscheidungsforschung in den späten 1980er-Jahren zurück (Zsombok, 1997, S. 4). Der wesentliche Unterschied zur traditionellen Entscheidungsforschung besteht in der Untersuchung von ExpertInnen- statt Laienentscheidungen. Typischerweise handelt es sich um Feldforschungen, bei denen qualitative Interviews z.B. mit Feuerwehrleuten, PilotInnen, militärischen EntscheidungsträgerInnen oder PhysikerInnen nach der *critical incident technique* (Flanagan, 1954) geführt werden (vgl. Klein, 1993). Abgesehen von der Auswahl der ProbandInnen und des Forschungsdesigns unterscheidet sich NDM von der traditionellen Entscheidungsforschung auch in Bezug auf die Zielsetzung und das zugrundeliegende Interesse der Untersuchungen (vgl. Zsombok, 1997, S. 5). Statt getroffene Entscheidungen in Vergleich zu einem rationalen Standard zu betrachten, wird vielmehr die Frage aufgeworfen, wie ExpertInnen tatsächlich zu

ihrer Entscheidung gelangen. Zudem geht es dabei nicht nur um die Auswahl einer optimalen Alternative unter mehreren Möglichkeiten innerhalb des Entscheidungsprozesses, sondern auch um die Wahrnehmung der daraus resultierenden Konsequenzen. Daher kommt Zsombok (1997) zu folgender Begriffsbestimmung des NDM:

The study of NDM asks how experienced people, working as individuals or groups in dynamic, uncertain, and often fast-paced environments, identify and assess their situation, make decisions and take actions whose consequences are meaningful to them and to the larger organization in which they operate.
(S. 5)

Somit konzentriert sich das NDM vor allem auf Problemstellungen, die durch Unsicherheit und Veränderlichkeit gekennzeichnet sind. Die eigentliche Komplexität entsteht aber vornehmlich dadurch, dass sich Versuchspersonen (VP) nicht mit Routine-, sondern außergewöhnlichen Fragestellungen konfrontiert sehen (vgl. z.B. Klein, 1993, Rasmussen, 1993, Zsombok, 1997, S. 6). Eine Definition des zugrundeliegenden Komplexitätsbegriffs mag daher wie folgt lauten:

Komplexitätsverständnis 2: Ein System ist dann komplex, wenn sich sein Verhalten häufig verändert, sodass Abweichungen von der Routine eintreten.

Diesem Verständnis folgend, gelingt das Management komplexer Systeme vor allem dann, wenn EntscheidungsträgerInnen dazu in der Lage sind, sich auf neue Situationen einzustellen. Für die darauf aufbauende Managementdefinition wird daher folgende Formulierung gewählt:

Managementverständnis 2: Das Management komplexer Systeme ist die flexible Einstellung auf neue Problemstellungen.

Somit gewinnt die Flexibilität als Adaptionspotenzial der EntscheidungsträgerInnen an Bedeutung. Nur wer es vermag, das eigene Verhalten an sich ändernde Umweltbedingungen in kurzer Zeit anzupassen, kann die Überlebensfähigkeit in einem schnell veränderlichen Kontext dauerhaft sicherstellen.

2.2.1.2 Dynamic Decision Making

Die Tradition des DDM (z.B. Brehmer, 1992, Busemeyer, 2002, Edwards, 1962, Sterman, 1994, Toda, 1962) konzentriert sich auf hochformalisierte und mit der traditionellen Entscheidungstheorie abgeglichene Untersuchungen, bei denen in Echtzeit (Brehmer, 1992, S. 212 f.) getätigte Entscheidungen mit einer mathematischen Optimalentscheidung abgeglichen werden (Quesada et al., 2005, S. 10). Edwards (1962, S. 59) betont, dass der dynamische Charakter des DDM dadurch hervorgerufen wird, dass zur Herbeiführung eines gewünschten Zielzustandes eine Entscheidungssequenz nötig ist, wobei jede Entscheidung nur im Kontext der jeweils vorausgehenden Entscheidungen verstanden werden kann. Zudem ergibt sich Edwards (1962, S. 60) zufolge die Dynamik des Problems nicht nur aus den Entscheidungen der EntscheidungsträgerInnen, sondern ändert sich auch autonom.

Brehmer (1992, S. 211 f.) sieht die Wurzeln dieses Forschungszweiges in Entscheidungssituationen praktischer Anwendungsfälle, wie sie im Rahmen des NDM beschrieben werden. So geht es auch im Rahmen des DDM darum, ein bestimmtes übergeordnetes Ziel zu verfolgen: „We do not make decisions, we fight fires!“ (G. Klein, persönl. Mitteilung, 1986, zitiert nach Brehmer, 1992, S. 212). Ein entsprechend pragmatischer Ausspruch einer Managerin bzw. eines Managers könnte in diesem Zusammenhang lauten: *Wir treffen keine Entscheidungen, wir helfen unserer Organisation zu überleben!* Das bedeutendste Unterscheidungsmerkmal zum NDM liegt vor allem im bevorzugten Forschungsdesign. Die Arbeiten des DDM setzen an der Kritik am NDM an, bei dem durchgeführte Feldforschungen dazu führen, dass der Aufwand zur Untersuchung des *mental model*, des kognitiven Abbilds des Systems der jeweiligen Entscheidungsträgerin bzw. des jeweiligen Entscheidungsträgers, beträchtlich ist. Selbst wenn dies gelingt, ist es schwierig, empirisch verwertbare Daten zu erfassen, sodass es häufig zu experimentellen Interventionen kommt (vgl. Hoc, 1989). Durch die Konfrontation von ProbandInnen mit *computer-simulated microworlds* lösen sich die Arbeiten des DDM von dieser Problematik. Dort werden Echtzeit-Simulationen durchgeführt, die zwar bestimmte wesentliche Elemente eines Systems, nicht aber jedes Detail der entsprechenden Problemstellung beinhalten (Brehmer, 1992, S. 219). Sie erheben dennoch den Anspruch, realistische Entscheidungssituationen nachahmen zu können: „Such microworlds are designed to reflect three intuitively striking characteristics of real-world decision problems: *complexity, dynamics* and *opaqueness*“ (Brehmer, 1992, S. 219 f.). Ein System ist im Sinne des DDM dann komplex, wenn es über viele Elemente verfügt und sich die exakte Funktionsweise des Systems den AkteurInnen in einem solchen

System entzieht (Brehmer, 1992, S. 220), sodass die entsprechende Formulierung des Komplexitätsbegriffs wie folgt zusammengefasst werden kann:

Komplexitätsverständnis 3: Ein System ist dann komplex, wenn es über viele Elemente verfügt und sich undurchschaubar verhält.

Damit wählen die Arbeiten des DDM einen Ansatz, die die Dynamik des Systems und seine Undurchschaubarkeit auf Kosten der systemimmanenten Komplexität im Sinne der Chaosforschung (vgl. Kapitel 3) in den Vordergrund stellen (vgl. Brehmer, 1992). Dieser Eindruck wird verstärkt durch die Tatsache, dass mit der *control theory* (Kalman, 1963, Lurie, 1957, Lyapunov, 1947, Popov, 1961, Pyatnitskiy & Skorodinskiy, 1982, Willems, 1971, Yakubovich, 1962) ein theoretisches Rahmenwerk gefunden wurde, das dem Konsens des DDM entspricht (Brehmer, 1992, Broadbent et al., 1986, Mackinnon & Wearing, 1985, Rapoport, 1975). Dort wird zwischen den Modi operandi des *feedback control* und *feedforward control* unterschieden. Feedback control bedeutet in diesem Zusammenhang, dass Entscheidungen auf Basis der Rückmeldungen des Systems getroffen werden. Eine solche Vorgehensweise führt nach Brehmer (1990) vor allem dann zum Erfolg, wenn die Rückmeldung des Systems ohne signifikante Verzögerung erfolgt, ist aber wegen der geringeren kognitiven Anforderungen in dynamischen Systemen häufig der zu bevorzugende Modus Operandi. Es handelt sich hingegen um feedforward control, wenn ProbandInnen auf der Grundlage des entwickelten mental model das Systemverhalten antizipieren und dementsprechend ihre Entscheidungen treffen. Feedforward control führt daher vor allem dann zum Erfolg, wenn Entscheidungen in stabilen Systemen getätigt werden sollen (Brehmer, 1992, S. 218). Zusammenfassend liegt den Arbeiten des DDM also folgendes Verständnis des Managements komplexer Systeme zugrunde:

Managementverständnis 3: Das Management komplexer Systeme ist die Bewältigung von Kompliziertheit und Undurchschaubarkeit durch die Verarbeitung von Rückmeldungen des jeweiligen Systems bzw. durch Antizipation seines Verhaltens.

Damit konzentrieren sich die Arbeiten dieses Forschungszweiges vornehmlich auf stabile und relativ gut vorhersagbare Systeme, die Entscheidungen vor allem durch ihre Größe und Intransparenz erschweren.

2.2.1.3 Implicit Learning in System Control

In der Forschungstradition des ILISC (Berry & Broadbent, 1984, Broadbent et al., 1986, Dienes & Fahey, 1995, Gibson et al., 1997, Lebiere et al., 1998) geht es vor allem um die Überprüfung des Zusammenhangs zwischen explizitem Wissen und der Performance bei der Bewältigung bestimmter Aufgaben. Typischerweise werden dort Simulationen durchgeführt, in denen Entscheidungen getroffen bzw. Systeme gesteuert werden müssen, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen. Im Anschluss wird mit Hilfe eines Fragebogens das explizite, verbalisierbare Wissen der ProbandInnen über das System und seine Funktionsweise erhoben und in Zusammenhang mit der zuvor beobachteten Problemlösefähigkeit gebracht. Ein klassisches Beispiel für eine solche Simulation ist die *sugar factory* (Berry & Broadbent, 1984), deren folgende Kurzvorstellung die Ziel- und Schwerpunktsetzung des ILISC anschaulich verdeutlicht.

Bei der *sugar factory* handelt es sich um die fiktive Zuckerfabrik eines Entwicklungslandes, in der ProbandInnen die Produktionsmenge des Zuckers durch die Beeinflussung einer einzigen Variablen, der Anzahl eingesetzter Arbeitskräfte, steuern sollen (vgl. Berry & Broadbent, 1984, S. 212 ff.). Zu Beginn der Simulation beträgt die hergestellte Zuckermenge 6.000 Tonnen unter Einsatz von 600 Arbeitskräften, Ziel ist die Steigerung des Outputs auf 9.000 Tonnen (wegen des Zufallselements E gelten auch die Outputmengen von 8.000 und 10.000 Tonnen als zielerfüllend, s. Gleichung 2). Dazu wird die Probandin bzw. der Proband nach jeder Runde aufgefordert, sich für den Arbeitskräfteeinsatz in der nächsten Periode zu entscheiden, indem eine Zahl zwischen 1 und 12 eingetippt wird. Diese Zahl wird im Anschluss mit dem Faktor 100 multipliziert, sodass den ProbandInnen maximal 1.200 ArbeitnehmerInnen zur Verfügung stehen und der Mindesteinsatz 100 Arbeitskräfte beträgt. Nach Berry und Broadbent (1984, S. 212) wird auf Basis von Gleichung 1 der Zuckeroutput für die nächste Periode berechnet.

Gleichung 1: Produktionsfunktion der sugar factory

$$P=2*W-P1$$

Dabei gilt:

P=Zuckeroutput der aktuellen Periode

W=Anzahl der eingesetzten Arbeitskräfte

P1=Zuckeroutput der Vorperiode

Somit ergibt sich der Zuckeroutput in Tonnen als doppelte Menge der eingesetzten Arbeitskräfte abzüglich des Zuckeroutputs der Vorperiode. Hinzu kommt, dass in jeder Periode der Zufallswert von 1, 0 oder -1 (also 1.000, 0 oder -1.000 Tonnen) zur Ausbringungsmenge hinzuaddiert wird. Somit ergibt sich die Produktionsfunktion der sugar factory eigentlich als der in Gleichung 2 dargestellte Zusammenhang.

Gleichung 2: Produktionsfunktion der sugar factory inklusive Zufallsterm

$$P=2*W-P1+E$$

Dabei gilt:

P=Zuckeroutput der aktuellen Periode

W=Anzahl der eingesetzten Arbeitskräfte

P1=Zuckeroutput der Vorperiode

E=zum Output in jeder Periode hinzuaddierter Zufallswert

Die ProbandInnen werden darüber informiert, dass der maximal erreichbare Output bei 12.000 Tonnen und das Minimum bei 1.000 Tonnen Zucker liegt. Die Performance der ProbandInnen ergibt sich aus der Anzahl der Runden, die benötigt werden, um den Output in den Zielkorridor zu steuern. Je weniger Runden hierfür benötigt werden, desto besser schneidet die jeweilige Probandin bzw. der jeweilige Proband im Rahmen dieser Simulation ab.

Somit ist der Kritik von Quesada et al. (2005, S. 8), ILISC betrachte keine dynamischen Systeme und schließe Feedback aus, entgegenzusetzen, dass aufgrund der Berücksichtigung von Konsequenzen in der sugar factory, die sich aus Entscheidungen der Vorperioden ergeben, durchaus ein dynamischer, wenn auch rundenbasierter Systemcharakter entsteht. ILISC ent-

spricht damit zwar nicht der von Brehmer (1992) geforderten Echtzeit-Betrachtung der Entscheidungsfindung, stellt aber dennoch dynamisches Systemverhalten in den Vordergrund der Betrachtung.

Auffällig ist allerdings die Einführung des Zufallsterms *E*, der die Determiniertheit des Systems der sugar factory verletzt und der die nachfolgende Komplexitätsdefinition im Sinne des ILISC begründet:

Komplexitätsverständnis 4: Ein System ist dann komplex, wenn es sich zufällig verhält.

Durch die Implementation des Fehlerterms stellt sich weitergehend die Frage, was Berry und Broadbent (1984) mit der verwendeten Simulation tatsächlich messen. Möglicherweise geben die Ergebnisse wirklich Aufschluss über die Problemlösekompetenz der ProbandInnen, weitere Einflussfaktoren z.B. der Frustrationstoleranz oder Experimentierfreude können aber sicherlich nicht ausgeschlossen werden. Da sich zufälliges Verhalten einem rationalen und planvollen Zugriff entzieht, sollte sich das Management, in Anlehnung an die Managementdefinition des Leadership-Kapitels, auf diejenigen Problembereiche konzentrieren, die es zu beeinflussen vermag. Das Management komplexer Systeme lässt sich aus der Perspektive des ILISC daher folgendermaßen definieren:

Managementverständnis 4: Das Management komplexer Systeme ist die Zuordnung organisationaler Ressourcen zu determinierten Systembestandteilen.

Die Allokation von Ressourcen zu Systembereichen, die sich zufällig verhalten, muss als Wette auf vorteilhafte Entwicklungen verstanden werden, zu der keinerlei Informationen als Beurteilungsgrundlage zur Verfügung stehen. Somit werden EntscheidungsträgerInnen bei ausreichend großer Fallzahl in nur etwa der Hälfte der Entscheidungen (bei einer gleichverteilten 50:50-Chance) das gewünschte Resultat erzielen, sodass es sich hierbei mit ebenso großer Wahrscheinlichkeit um ein ineffizientes Vorgehen handelt. Die Produktivität der zur Entscheidungsfindung eingesetzten Ressourcen ist daher ungleich größer, wenn sie ausschließlich in determinierten Systembereichen Anwendung finden.

2.2.1.4 European Complex Problem Solving

Die von Dörner und seinen MitarbeiterInnen (insbesondere Badke-Schaub, 1993, Dörner et al., 1983, Dörner & Pfeifer, 1991, Dörner & Pfeifer, 1992, Dörner & Reither, 1978, Schaub & Strohschneider, 1992, Stäudel, 1987) initiierte Forschungstradition des ECPS verfolgt mit ihrer Methodik den komplexesten Ansatz im Rahmen der Untersuchungen des CPS und wird vor allem in Deutschland praktiziert (Quesada et al., 2005, S. 11). Die Zielsetzung in ihren Experimenten sehen Dörner et al. (vgl. Dörner et al., 1983, S. 16 f.) in der Erforschung des menschlichen systemischen Denkens in Hinblick auf diejenigen Anforderungen, die sich aus den Eigenschaften komplexer Systeme ergeben. Aufbauend auf der Simulation Tanaland (Dörner & Reither, 1978) schafften Dörner et al. im Jahre 1983 mit ihrer unter anderem auch in der Managementliteratur (z.B. Ackermann & Eden, 2005, Fontin, 1997, Probst, 1991, Wimmer, 1992) vielzitierten Studie *Lohhausen – Vom Umgang mit Unbestimmtheit und Komplexität* eine umfassende theoretische und empirische Ausgangsbasis, die sich wiederkehrend in nachfolgenden Arbeiten des ECPS finden lässt (vgl. z.B. Stäudel, 1987). Da nachfolgende Arbeiten in der Konsequenz große Überschneidungen mit Lohhausen aufweisen, kann Dörners et al. (1983) Studie als repräsentativ für sämtliche Studien des ECPS angenommen werden und dient im Folgenden als beispielhafte Verdeutlichung experimenteller Settings des ECPS.

Unter Verwendung der Simulation Lohhausen versuchen Dörner et al. (1983, S. 114 ff.) herauszufinden, (1) welche psychischen Prozesse die Grundlage des Denkens, Planens und Entscheidens bei der Zielverfolgung bilden, (2) welche situativen und Persönlichkeitsmerkmale den Denk-, Planungs- und Entscheidungsprozess maßgeblich beeinflussen und (3) welche Beschaffenheit eines theoretischen Systems dazu beiträgt, das menschliche Verhalten in komplexen Problemstellungen in Abhängigkeit von situativen und Persönlichkeitsmerkmalen prognostizieren zu können.

Zu diesem Zweck werden im Zuge der ersten Simulationssitzung VP mit der Aufgabe betraut, das Bürgermeisteramt der fiktiven Kleinstadt Lohhausen zu übernehmen (vgl. Dörner et al., 1983, S. 105 ff.). Dazu erhalten sie einen groben Plan der Stadt sowie einführende Instruktionen, die einen Überblick über die aktuelle Situation Lohhausens geben. Die an die VP herangetragene Zielsetzung in Lohhausen erscheint relativ abstrakt: „Ihre Aufgabe ist es, für das Wohlergehen der Stadt in der näheren und ferneren Zukunft zu sorgen. Was sie dafür unternehmen, ist Ihre Sache“ (Dörner et al., 1983, S. 107). Dazu bieten sich den VP zahlreiche Arten

der Einflussnahme auf Lohhausen, darunter etwa die Höhe des Einkommens, die Steuerbelastung der Bevölkerung oder die Güte der öffentlichen Versorgung. Mit diesen insgesamt 17 Arten der Einflussnahme ergeben sich bereits $\binom{17}{0} + \binom{17}{1} + \binom{17}{2} + \binom{17}{3} + \dots + \binom{17}{17} = 131.072$ potenzielle Kombinationen von Zuständen der Eingangsvariablen. Dörner et al. (1983, S. 111) verweisen allerdings darauf, dass es sich bei den angeführten Maßnahmen eher um Kategorien handelt, unter denen wiederum weitere einzelne Eingangsvariablen zusammengefasst werden. Aus diesem Grund schätzen die AutorInnen das Spektrum möglicher Eingangsvariablenkombinationen auf mehrere Millionen, sodass Lohhausen also durchaus als sehr großes System betrachtet werden kann.

Zur Betreuung der VP wird zudem ein Versuchsleiter (VL) installiert, bei dem die VP auf Wunsch detaillierte Informationen erfragen können und der die Äußerungen der VP in entsprechenden Protokollen festhält. Welche Informationen sie im Einzelnen abfragen, bleibt den VP überlassen. Nach der Initialsitzung finden acht weitere Sitzungen á zwei Stunden zur Entscheidungsfindung und anschließenden Maßnahmenplanung statt. Dabei können die VP frei entscheiden, wie sie diese Sitzungen gestalten. Einzige Bedingung ist, dass nach Ablauf der zwei Stunden Entscheidungen für bestimmte Maßnahmen getroffen werden, wobei es ebenfalls möglich ist, sich für keine Maßnahme zu entscheiden. Diese Maßnahmen werden anschließend dem Rechensystem zugeführt, um die Simulation auf Basis der von den VP getroffenen Entscheidungen durchzuführen. Es stand den VP ebenfalls frei, den Simulationszeitraum zu wählen: So konnte monatsweise zwischen mindestens einem und maximal 120 Simulationsmonaten gewählt werden. Nach Ablauf dieser selbstgewählten Frist werden den VP die Ergebnisse in der jeweils nächsten Sitzung präsentiert. Insgesamt erstreckt sich die fiktive Gesamtdauer der Simulation auf zehn Jahre, weshalb in der letzten Sitzung, unabhängig vom bisherigen Fortschritt, zwangsläufig bis zum 120. Monat simuliert werden muss. Im Vorfeld der Untersuchung werden die VP ferner vom VL dazu aufgefordert, ihre Gedankengänge möglichst laut zu äußern, um den kognitiven Aspekt im Rahmen der Entscheidungsfindung transparent und nachvollziehbar werden zu lassen.

Ferner ist es im Rahmen der Simulation möglich, neben unbedingten auch bedingte Maßnahmen festzulegen, die einer wenn-dann-Logik folgen und an das Eintreten spezifischer Zustände gekoppelt sind. Dörner et al. (1983, S. 108) führen in diesem Zusammenhang beispielsweise die Erhöhung der Gewerbesteuer um ein Prozent bei Unterschreitung der monatlichen Stadt-

einnahmen von 70.000 DM an und verweisen auf die Möglichkeit der vollständigen Selbststeuerung Lohhausens. Eine besondere Form bedingter Maßnahmen stellt die Einrichtung sogenannter Abbruchkriterien dar, nach deren Inkrafttreten die Simulation gestoppt und den ProbandInnen die Ergebnisse präsentiert werden. Die Kriterien konnten dabei frei durch die VP gewählt werden, zwei Ereignisse (Streiks und kommunale Insolvenz) führten jedoch unabhängig von der Kriterienwahl der VP zum Abbruch der Simulation.

Die Wirkbeziehungen im System Lohhausen enthalten sowohl positives als auch negatives Feedback. Ein Teil der Relationen ist zudem asymptotisch: So wirkt sich die Manipulation einer Eingangsvariablen bei Überschreitung einer gewissen Grenze nicht mehr auf die entsprechende(n) Ausgangsvariable(n) aus. Umfang und Güte des Managements der Uhrenfabrik tragen beispielsweise nur bis zu einem bestimmten Grad zur Güte der Organisation bei. Die Wirkung der Manipulation einiger Eingangsvariablen tritt außerdem mit einer gewissen Zeitverzögerung ein. Beispielsweise dauert es eine Weile, bis sich eine Erhöhung der Produktgüte der hergestellten Uhren auf das Kaufverhalten der Konsumenten auswirkt. In diesem Beispiel soll damit dem Umstand Rechnung getragen werden, dass sich eine Qualitätsverbesserung in Hinsicht auf das zu vermarktende Produkt erst unter den potenziellen Käufern herumsprechen muss. Ferner werden konstante und variable Relationen unterschieden. So empfinden beispielsweise einige Berufsgruppen ihre Entlohnung dann als gerecht, wenn sie im Verhältnis zu anderen Berufsgruppen mehr verdienen. Die Verknüpfung mehrerer Relationen zu komplizierten Wirkzusammenhängen wurde teilweise durch die Verwendung der logischen Operatoren *und* und *oder* vollzogen.

Neben den Anforderungen komplexen Problemlösens der allgemeinen Form ergeben sich aus den spezifischen Eigenschaften Lohhausens weitere Implikationen im Umgang mit dem simulierten System. Trotz der relativ hohen Transparenz Lohhausens (Dörner et al., 1983, S. 112) sollte es nicht unerwähnt bleiben, dass es verborgene Variablen im Hintergrund des Systems gibt, die nicht unmittelbar von den VP beobachtet werden können, aber einen Einfluss auf dessen Dynamik ausüben. Zudem ist Lohhausen relativ arm an Feedback, da sich nur sehr wenige Variablen selbst (direkt oder indirekt) beeinflussen. Dörner et al. (1983) bezeichnen Lohhausen daher als eher „träge“ (S. 113). Die AutorInnen reflektieren selbstkritisch die tendenzielle Begünstigung bestimmter VP, die aus der hohen Transparenz und Trägheit des Systems resultiert, die ein Experimentieren ohne erhebliche Verluste ermöglichen. Die Implementierung verborgener Variablen berücksichtigend und aufgrund des Einbezugs nichtlinearer Beziehungen in

Lohhausen lässt sich die Komplexitätsdefinition, die Lohhausen (Dörner et al., 1983) zugrunde zu liegen scheint, wie folgt zusammenfassen:

Komplexitätsverständnis 5: Ein System ist dann komplex, wenn es aus vielen heterogenen Komponenten besteht, die zum Teil nichtlinear miteinander verknüpft sind, und sich undurchschaubar verhält.

Zur Messung des Erfolgs der VP greifen Dörner et al. (1983, S. 115 f.) auf eine Zusammenstellung aus kritischen Variablen zurück, die unterschiedliche Aspekte des Wohlergehens Lohhausens messen sollen. Kritische Variablen sind solche, die von essentieller Bedeutung für den Erhalt des Systems Lohhausen sind. Zudem sind sie sehr stark vernetzt, indem sie mit vielen Variablen in Interaktion stehen. Die Auswahl der Variablen ist insofern unstrittig, als dass die VL in Hinblick auf die Interpretation und Bedeutsamkeit der Variablen einen Konsens zu finden imstande waren. Darüber hinaus trifft auf die gewählten Variablen die Eigenschaft zu, ausschließlich durch ganze Variablenbündel manipuliert werden zu können. Auf dieser Basis fiel die Entscheidung auf insgesamt 17 Variablen. Jede der kritischen Variablen wird anhand von drei Kriterien beurteilt: dem linearen Trend, der Streuung der Werte um den linearen Trend und die Über- oder Unterwölbung des Verlaufs. Handelt es sich um eine kritische Variable, für die ein höchstmöglicher Sollwert erzielt werden soll, findet eine positive Beurteilung hinsichtlich der Zielerreichung statt, wenn ein positiver linearer Trend, eine möglichst geringe Streuung und Überwölbung zu verzeichnen sind. Überwölbung bedeutet in diesem Zusammenhang, dass ein zunächst erreichter positiver Trend im weiteren Verlauf der Simulation verloren geht. Von Unterwölbung wird analog dann gesprochen, wenn eine vorübergehende Verringerung der kritischen Variablen von einem Aufschwung abgelöst wird.

Um sich darüber Einsicht zu verschaffen, inwiefern bestimmte Merkmale auf den Denk-, Planungs- und Entscheidungsprozess Einfluss nehmen, wird zunächst zwischen situativen und Persönlichkeitsmerkmalen unterschieden. Zwei situative Merkmale sind bereits durch das experimentelle Setting Lohhausens gegeben: Einerseits stellt bereits die Person des VL ein situatives Merkmal dar und andererseits wurden die VP im Versuchsablauf drei unterschiedlichen Trainings unterzogen. Zwei Gruppen nahmen an einem nicht näher beschriebenen Training mit Methoden zum Umgang mit Komplexität und Unbestimmtheit teil, eine weitere Kontrollgruppe setzte sich im Rahmen ihres Trainings mit Kreativitätstechniken auseinander. Dörner et al.

(1983) bezeichnen das Kreativitätstraining in diesem Zusammenhang als „Placebo“ (S. 118). Ferner wurden die VP darum gebeten, Fragebögen auszufüllen und Angaben zu Einflüssen zu machen, die sich aus demographischen Variablen (Alter, Geschlecht, Studienfach), persönlichkeitspezifischen Merkmalen (Leistungsmotivation, Risikobereitschaft, Einstellung zu Religion und zur Gesellschaft, etc.), versuchsbezogenen Merkmalen des Settings Lohhausen (Realitätstreue, Versuchssituation, Training), der Motivation, Versuchsablauf oder etwaigen Störvariablen (z.B. Einflussnahme durch den VL oder Vorwissen der VP) ergeben.

Zur Erfassung der relevanten persönlichkeitspezifischen Merkmale wurden zudem zahlreiche Tests durchgeführt. Darunter befinden sich die sprachfreien Intelligenztests *CFT 3* (Weiss, 1971) und *Standard Progressive Matrices* (Raven, 1960), der *Lokationstest* (French et al., 1963) zur Messung der Fähigkeit Gesetzmäßigkeiten zu erkennen, der *Kreativitätstest* nach Seiler (1973) bzw. seine Erweiterung durch Bick (1976), Hennings *Machiavellismus-Test* (1977), der *ENRL* (Janke, 1966) zur Messung von Neurotizismus, Rigidität und Extraversion, eine verkürzte Version des *Unsicherheitsfragebogens* nach Ullrich de Muynck und Ullrich (1977) zur Messung der Fehlschlag- und Kritikangst und des Fordernkönnens, ein *Verfahren zur Erfassung der Analogiebildungsfähigkeit* (Klee, 1978) sowie Kreuzigs (1978) *Fragebogen zur Erfassung kognitiver Variablen*.

Im Zuge der Auswertung der Versuchsergebnisse (vgl. Dörner et al., 1983, S. 155 ff.) verweisen die AutorInnen auf die geringe Aussagekraft einer Durchschnittsbetrachtung über alle VP hinweg, da diese ein individuell stark unterschiedliches Problemlöseverhalten an den Tag legten. Aus diesem Grund wurden 17 kritische Variablen Lohhausens der subjektiven Bewertung durch die VL sowie naive Beurteiler (VP, die zuvor nicht an der Simulation teilnahmen) unterzogen und im *VL-Güteurteil* sowie dem *VP-Güteurteil* zusammengefasst. Ferner wurden mit der Finanzlage der Uhrenfabrik als wirtschaftlicher Motor und größter Arbeitgeber Lohhausens sowie dem Quotienten aus Einnahmen und Ausgaben zur Beurteilung der finanziellen Nachhaltigkeit der von der jeweiligen VP verfolgten Strategie zwei objektive *System-Maße* als Bewertungsmaßstab herangezogen. In einem nächsten Schritt wurden das VL-Güteurteil, das VP-Güteurteil sowie die System-Maße auf ein *Generalgütekriterium* verschmolzen. Anhand dieses Kriteriums segmentierten Dörner et al. (1983) die Teilnehmer in schlechte, mittlere und gute VP. Die weitere Analyse der Problemlösekompetenz erfolgte anhand einer Gegenüberstellung von zwölf guten VP (GVP) und zwölf schlechten VP (SVP). Im Rahmen der Zielsetzung, diejenigen Verhaltenseffekte der VP zu identifizieren, die sich maßgeblich auf die Performance in Lohhausen

auswirkten, greifen die AutorInnen auf einen kasuistischen Ansatz zurück. Dabei wird das Verhalten von zwei SVP und drei GVP näher beleuchtet (vgl. Dörner et al., 1983, S. 170 ff.) und, trotz des von Dörner et al. (1983, S. 155) selbst als heterogen bezeichneten Problemlöseverhaltens der VP, als repräsentativ für die restlichen SVP bzw. GVP angenommen.

Die AutorInnen kommen zu dem Schluss, dass GVP einige entscheidende Verhaltensweisen beobachten ließen, die zur Zielerreichung im Zuge der Simulation beitrugen. So setzten sich GVP intensiver mit anstehenden Problemstellungen durch laute Wiederholung von Beobachtungen und Überlegungen auseinander, die Dörner et al. (1983, S. 251) daher auch als *rehearsal* bezeichnen. Zudem passten sie ihre Strategie häufiger an sich ändernde Rahmenbedingungen bzw. Problemstellungen in einem iterativen Prozess an. Das Festhalten an einmal verabschiedeten Lösungsstrategien durch die SVP beschreiben die AutorInnen wie folgt: „Ihre Neigung, Problembearbeitungen mit einem großen Aufgebot an Energie und Phantasie möglichst aus dem Wege zu gehen oder aber, bei deren Unabweisbarkeit, zu schnellen, unüberlegten und zum Teil gewaltsamen Reaktionen Zuflucht zu nehmen, ist durchgängig zu beobachten“ (Dörner et al., 1983, S. 214). Obwohl sie ihre Planung und Herangehensweise häufiger einer selbstkritischen Prüfung unterzogen als SVP, erwiesen sich GVP als zielstrebig und systematischer, toleranter in Hinblick auf Misserfolge sowie flexibler im Misserfallsfall und zeigten eine geringere Ausprägung der Risikoaversion. Dieses systematischere Vorgehen beziehen die AutorInnen vor allem auf die konsistentere Zielverfolgung der GVP, die stets als Grundlage für die Überprüfung zu treffender Entscheidungen diene.

Unter Rückgriff auf die durch die VL erstellten Protokolle der Versuchssitzungen stellen Dörner et al. (1983, S. 217 ff.) fest, dass GVP zudem einen multidimensionalen Problemlöseansatz verfolgen, indem sie mehr Entscheidungen treffen als SVP, deren Zahl im Versuchsverlauf darüber hinaus auch stärker stieg als bei SVP. Dennoch zeigten sich GVP als quantitativ und qualitativ konsistenter, indem sie geringere Schwankungen in der Zahl der getroffenen Entscheidungen unter Beibehaltung ihres Zielsystems aufwiesen. Ferner gelang es ihnen besser, die Ökonomie als Grundlage für das Funktionieren von Lohhausen zu identifizieren, während sich SVP häufiger unbedeutenderen Themenbereichen zuwendeten. Das Verhalten der GVP war jedoch nicht nur multidimensional, sondern auch multivariater: So verfolgten sie zu Beginn der Simulation einen deutlich breiteren Ansatz, indem sie mit dem System experimentierten. Im Anschluss konzentrierten sie sich jedoch auf die wesentlichen Problembereiche, um sich in der abschließenden Versuchsphase, nach Lösung der drängendsten Missstände, wieder

neuen Themen zu öffnen. Dörner et al. (Dörner et al., 1983, S. 246 ff.) halten ebenfalls fest, dass GVP eher dazu in der Lage sind, deduktive, also auf allgemeinen Gesetzmäßigkeiten beruhende Urteile zu fällen und SVP eher dazu neigen, diese auf der Basis von Einzelfallbetrachtungen abzuleiten.

Die Auswertung ergab, dass die durchgeführten Trainings ebenso wie die Motivation und Intelligenz der VP keine Prognose hinsichtlich der Performance in Lohhausen gestatten. Die AutorInnen weisen jedoch selbst darauf hin, dass jede der VP mit einem mindestens durchschnittlichen IQ aufwarten konnte. Als zum Teil durchaus geeignete Prädiktoren erwiesen sich aber einige weitere Persönlichkeitsmerkmale, darunter „die angstfreie Offenheit für und den vernünftigen Umgang mit Neuem“ (Dörner et al., 1983, S. 395). Eine große Rolle scheint dabei die Selbstsicherheit der VP zu spielen. Darunter verstehen Dörner et al. (1983) ein „optimistisch-realistisches, selbstkritisches Zutrauen in die eigene Handlungsfähigkeit für wesentliche Lebensbereiche“ (S. 348). Je höher diese Selbstsicherheit ausfällt, desto größer war ihr Erfolg im Umgang mit Lohhausen ($r=0,552$).

Zusammenfassend arbeiten Dörner et al. (1983) also durchaus Erfolgsfaktoren des Problemlösens heraus, die auch für das Management komplexer Systeme von Relevanz sein können. So erscheint es in einem turbulenten Umfeld durchaus als sinnvoll, seine eigenen Entscheidungen in regelmäßigen zeitlichen Abständen selbstreflektiert und kritisch zu hinterfragen. Damit geht den Ergebnissen der Studie zufolge die Eigenschaft von VP einher, sich besser auf neue Situationen einstellen und offener mit diesen umgehen können. Das Management komplexer Systeme scheint sich nach Dörner et al (1983) daher wie folgt definieren zu lassen:

Managementverständnis 5: Das Management komplexer Systeme ist die Bewältigung von Kompliziertheit, Informationssuche zur Beseitigung von Intransparenz und flexible Einstellung auf neue Probleme.

Die persönliche Flexibilität ermöglicht es den jeweiligen VP, ihre Strategie einem iterativen Anpassungsprozess zu unterziehen und an aktuellen Gegebenheiten auszurichten. Damit verfügen sie über das Potenzial, sich auch in schnell verändernden Umgebungen zurechtzufinden.

Allerdings sind die Ergebnisse der Simulationsstudie nur mit einer gewissen Vorsicht zu interpretieren. So werden die möglicherweise auftretenden Effekte der nichtlinearen Beziehungen, die, wie sich später zeigen wird, eine wesentliche Voraussetzung zur Entstehung von Komplexität im Sinne der Chaosforschung darstellen, mit zahlreichen weiteren Eigenschaften der Simulation vermischt. Bei Lohhausen handelt es sich um ein riesiges System mit mehreren Millionen möglichen Formen der Einflussnahme durch die VP, verborgene Variablen entfalten ihre Wirkung und entziehen sich der Beobachtung und die VP werden drei grundsätzlich verschiedenen, nicht näher beschriebenen Trainings unterzogen. Durch diese Vermischung heterogener Einflussfaktoren kann nicht abschließend beantwortet werden, welche Aspekte Lohhausens für die Versuchsergebnisse ursächlich sind. Bei der relativ kurzen Simulationsdauer von lediglich 120 Perioden erscheint es ferner unwahrscheinlich, dass VP tatsächlich mit einem turbulenten System konfrontiert werden. Insbesondere die Möglichkeit, Lohhausen durch die Festlegung bedingter Maßnahmen autonom steuern zu lassen sowie das ausbleibende Erleben der Dynamik durch den rundenbasierten Charakter der Simulation verstärken diesen Eindruck.

Darüber hinaus lässt die Auswertungsmethodik Dörners et al. (Dörner et al., 1983) darauf schließen, dass es sich nicht zwangsläufig um repräsentative Ergebnisse handelt. Richtigerweise wird eine Durchschnittsbetrachtung über alle VP hinweg von den AutorInnen selbst aufgrund des heterogenen Problemlöseverhaltens ausgeschlossen. Es darf jedoch nicht unberücksichtigt bleiben, dass sich die weitere Auswertung der Versuchsergebnisse lediglich auf jeweils zwölf GVP und SVP stützt. Zur Ermittlung der Ursachen dieses Verhaltens werden sogar nur fünf VP näher untersucht und als repräsentativ für ihre jeweiligen Gruppen angenommen, obwohl das Verhalten in Lohhausen durch die AutorInnen selbst als individuell sehr unterschiedlich beschrieben wurde. Zudem erfolgt die Beurteilung der Problemlösequalität anhand eines sich aus subjektiven und objektiven Bewertungsmaßstäben zusammensetzenden Generalgütekriteriums. An dieser Stelle wäre es konsequent gewesen, ebenso wie beim Verzicht einer Durchschnittsbetrachtung über sämtliche VP, auf die Aggregation der Gütekriterien zu verzichten und stattdessen auf die Situation zugeschnittene Maße zu verwenden.

Dörner et al. (1983) bieten somit eine Simulationsstudie an, die erste interessante Einblicke über die Erfordernisse des Managements komplexer Systeme gewährt. Die Vermischung unterschiedlicher Effekte und Beurteilung der Problemlösequalität anhand nur weniger VP führen jedoch zu Ergebnissen, die mit großer Wahrscheinlichkeit nicht als repräsentativ angesehen

werden können. Darüber hinaus fehlt es der Studie an einer Konfrontation der VP mit der Dynamik des Systems, sodass ein Erleben potenziell auftretender Turbulenz bereits durch das Simulationssetup ausgeschlossen wird. Ebenso fehlt es Lohhausen an einer Taxonomie des Komplexitätsbegriffs und einer entsprechenden theoretischen Grundlage.

2.3 Schmetterlingseffekt und Selbstorganisation als Leitprinzipien des Komplexitätsmanagements

Die aufgrund des Fortschritts der Computertechnologie vor allem in den 1990er-Jahren avancierende Chaosforschung (Strunk, 2012, S. 60) führte zu einer regelrechten Schwemme an Publikationen auf unterschiedlichsten Wissenschaftsgebieten, darunter auch die Managementforschung. Angesichts dieses vom Spiegel als „Kult um das Chaos“ (Brügge, 1993) betitelten Trends widmet sich das vorliegende Kapitel der Aufbereitung derjenigen Managementempfehlungen, die auf der Basis chaostheoretischer Erkenntnisse ausgesprochen worden sind. Im Zentrum dieser Arbeiten, die sich auf komplexitätswissenschaftliche Phänomene und deren Management konzentrieren, stehen vor allem der Schmetterlingseffekt (Lorenz, 1963) sowie das Prinzip der Selbstorganisation (vgl. dazu z.B. Haken, 1977) als Überlebensstrategie in einem turbulenten Umfeld. Im weiteren Verlauf des vorliegenden Kapitels wird sich allerdings zeigen, dass diese Arbeiten zu einem Großteil auf einem vorwissenschaftlichen und rein metaphorischen Komplexitätsverständnis aufbauen und einander zum Teil sogar widersprechen. Sokal und Bricmont (1998) überschreiben diese Arbeiten daher mit *fashionable nonsense*:

[Many authors] holding forth at length on scientific theories about which one has, at best, an exceedingly hazy idea. The most common tactic is to use scientific (or pseudo-scientific) terminology without bothering much about what the words actually mean“ (S. 20)

Die nachfolgenden Ausführungen greifen diese Missstände und Widersprüche auf, indem in einem ersten Schritt der Schmetterlingseffekt und im zweiten Schritt das Selbstorganisationsprinzip sowie jeweils darauf aufbauende Managementempfehlungen diskutiert werden.

Der Schmetterlingseffekt beschreibt die sensitive Abhängigkeit von Systemen von ihren Anfangsbedingungen. Bereits mikroskopisch kleine Abweichungen potenzieren sich im Zeitverlauf und machen eine Vorhersage in solchen Systemen schlagartig unmöglich. Dadurch kommt es zu einer scheinbaren Entkopplung von Ursache und Wirkung: Zwar münden identische Ursachen in identischen Wirkungen, jedoch führen ähnliche Ursachen zu völlig anderen Wirkungen. Diese Eigenschaft komplexer Systeme wird auch als Verletzung des Gesetzes der starken Kausalität bezeichnet. Bereits Maxwell (1920/1877, S. 13) betont die Bedeutung dieser Eigenschaft, indem er ausführt, dass sich kein einziges Ereignis exakt wiederholt. Der norwegische

Meteorologe Edward Lorenz (1963) prägte nachfolgend den bildhaften Begriff des Schmetterlingseffekts, da in solch sensitiven Systemen bereits der Flügelschlag eines Schmetterlings in Tokio ausreicht, um einen Wirbelsturm in New York auszulösen. In diesem Zusammenhang ist bereits an dieser Stelle hervorzuheben, dass sich der Schmetterlingseffekt auf die systemimmanenten Besonderheiten komplexer Dynamiken bezieht, nicht aber auf kleine Verstörungen von außerhalb des Systems, die in erheblichen Konsequenzen münden. Zudem findet die Entkopplung von Ursache und Wirkung nur scheinbar statt, da selbst komplexe Systeme determiniert sind, Gesetzmäßigkeiten folgen und sich somit vom Zufall unterscheiden.

In Hinblick auf die in Tabelle 4 aufgeführten Arbeiten zu diesem Charakteristikum komplexer Systeme lässt sich häufig die von Galbraith (2004, S. 11) beschriebene Vermischung von Metapher und Modell beobachten. Ein großer Teil der Arbeiten greift also auf einen eher metaphorischen und nur fehlerhaft aus der Chaosforschung übertragenen Komplexitätsbegriff zurück. Zwar verfügen wenige Arbeiten auch über ein solides komplexitätswissenschaftliches Fundament, diese werden aber in Kapitel 3 vorgestellt, während sich der nachfolgende Abschnitt ausschließlich denjenigen Arbeiten widmet, die auf ein metaphorisches Niveau beschränkt bleiben. Dabei wird der Schmetterlingseffekt vor allem auf das Prinzip ‚kleine Ursache, große Wirkung‘ reduziert. Diese Reduktion hat aber zur Folge, dass eine präzise Auseinandersetzung mit den Implikationen des Schmetterlingseffekts nicht stattfinden kann. So schreibt z.B. McKergow (1996) zu den Besonderheiten chaotischer Systeme: “They are non-linear, so that a small change can lead to much larger effects in other parts of the system and at other times” (S. 722).

Auch wenn beispielsweise ein Vogelschwarm durch das Geräusch eines brechenden Astes aufgescheucht wird und in die Turbine eines Flugzeugs gerät, das wiederum auf ein dichtbesiedeltes Gebiet stürzt, ließe sich sicherlich von der Aussage ‚kleine Ursache, große Wirkung‘ sprechen. Es wird sich noch im Rahmen von Kapitel 3 der vorliegenden Arbeit zeigen, dass mit dieser Ereigniskette nicht der Schmetterlingseffekt gemeint sein kann, der sich auf exponentielles Fehlerwachstum bezieht.

- Bhattacharyya et al., 2012
- Broekstra, 1994
- Brown & Eisenhardt, 1997
- Burnes, 2005
- Campbell-Hunt, 2007
- Chiva-Gomez, 2004
- Clegg et al., 2005
- Collier & Esteban, 1999
- Eisenhardt & Brown, 1998
- Farazmand, 2003
- Farazmand, 2009
- Fitzgerald, 2002
- Fortado, 2001
- French et al., 2011
- Gordon & Greenspan, 1994
- Haken & Schiepek, 2006
- Hodge, 2013
- Houchin & MacLean, 2005
- Hunt et al., 2009
- Hutchinson, 1994
- Istvan, 1992
- Jenner, 1998
- Kayuni & Tambulasi, 2011
- Kingston, 2000
- Knemeyer et al., 2009
- Koehn, 2012
- Kopel, 1996
- Kruse, 2004
- Lengnick-Hall & Wolff, 1999
- Levy, 1994
- Liang, 2013
- Lichtenstein, 2000
- Macbeth, 2002
- Macintosh & Maclean, 1999
- Mason, 2008
- McDaniel & Walls, 1997
- McDonald, 2009
- McKenna & Martin-Smith, 2005
- McKercher, 1999
- McKergow, 1996
- McMillan & Carlisle, 2007
- Morris et al., 2009
- Murphy, 1996
- Murray, 2003
- Ng, 2009
- Oconnor, 1994
- Osborn et al., 2002
- Osborn & Hunt, 2007
- Paraskevas, 2006
- Samli, 2010
- Sawhney & Prandelli, 2000
- Seeger, 2002
- Smilor & Feeser, 1991
- Smith & Graetz, 2006
- Smith & Paquette, 2010
- Smith, 2011a
- Smith, 2011b
- Snowden & Boone, 2007
- Speakman & Sharpley, 2012
- Stacey, 1993a
- Stacey, 1995
- Stapleton et al., 2006
- Sun & Scott, 2005
- Tanabe et al., 2004
- Thomas, 1993
- Toma & Gheorghe, 1992
- Ugarte et al., 2009
- van Eijnatten & van Galen, 2002
- Weise, 1997
- Winsor, 1995
- Zahra & Ryan, 2007

Tabelle 4: Auszug der Managementforschung zum Schmetterlingseffekt

Quelle: eigene Darstellung.

In anderer Formulierung, jedoch identisch in seiner Konsequenz, ist die Gleichsetzung von Chaos und Zufall in den Arbeiten zum Schmetterlingseffekt. Etwa in dem folgenden Zitat beschreiben Eisenhardt und Brown (1998) Ordnung und Chaos als absolute Gegensätze, von denen nur jeweils ein einziger realisierbar ist:

But for many executives, too much is happening too fast for a ‘strategy first’ approach in markets where change is measured in months, not years. Rather, strategy becomes successfully navigating at the ‘edge of chaos’ between structure and anarchy. (S. 787)

Diese Position erscheint jedoch aus einer Managementperspektive äußerst unbefriedigend zu sein, da Chaos lediglich als ein sich dem planvollen Zugriff entziehender Zustand beschrieben wird, den es mit allen Mitteln zu vermeiden gilt. Einige Arbeiten (z.B. Fitzgerald, 2002, Istvan, 1992, McKercher, 1999, Toma & Gheorghe, 1992, Winsor, 1995) sprechen komplexen Systemen sogar explizit die Eigenschaft der Determiniertheit ab. Die Autoren glauben also nicht daran, dass komplexe Systeme einem nachvollziehbaren Regelwerk folgen. Diese Art der Begriffsverwendung in der Literatur ist durchaus von Bedeutung: Folgt man der Logik des angeführten Beispiels, sind solche Systeme nicht handhabbar und entziehen sich rationalem Management, das nach der eigentlichen Definition des Schmetterlingseffekts (vgl. Kapitel 3) grundsätzlich möglich ist. Die diesen Arbeiten zugrundeliegende Komplexitätsdefinition verwechselt Chaos mit Zufall und lässt sich daher wie folgt festhalten:

Komplexitätsverständnis 6: Ein System ist dann komplex, wenn es sich zufällig verhält.

Ein dieser Logik folgendes Management muss also zwei Aspekte berücksichtigen: Einerseits sollte es seine Ressourcenallokation auf Bereiche konzentrieren, die nicht dem Zufall ausgesetzt sind. Andererseits ist es für EntscheidungsträgerInnen erforderlich, selbst kleinste Geschehnisse innerhalb und außerhalb der Organisation eng zu beobachten, ggf. zu beeinflussen und in ihr Kalkül einzubeziehen, da diese große Konsequenzen nach sich ziehen können. Die entsprechende Definition des Managements komplexer Systeme mag demnach wie folgt lauten:

Managementverständnis 6: Das Management komplexer Systeme ist die Zuordnung organisationaler Ressourcen zu determinierten Systembestandteilen sowie die Beobachtung von und Einflussnahme auf Prozesse auf der mikroskopischen Ebene.

Die bisher angeführten Komplexitätsdefinitionen und darauf aufbauende Managementansätze der unterschiedlichen theoretischen Zugänge zeigen recht deutlich, dass das Management komplexer Systeme in der Literatur auf sehr unterschiedliche Weise thematisiert wird. Die Eigenschaft eines Systems, komplexes Verhalten hervorzubringen, kann gemäß den angeführten Definitionen darauf zurückgeführt werden, dass diese Systeme groß sind und viele heterogene Elemente beinhalten, sich ihre Dynamik dem Beobachter entzieht, sehr schnelllebig und/oder

sogar dem Zufall unterworfen ist. Dabei stehen die Argumente unterschiedlicher Zugänge sogar in direktem Widerspruch zueinander: Wenn z.B. die Komplexität eines Systems aus der Schnelllebigkeit seiner Dynamik erwächst, kann die Dynamik unmöglich Spielball des Zufalls sein. Ist das Verhalten eines Systems zufällig, so wird es ausschließlich durch Ereignisse von außen determiniert, während sich eine turbulente Dynamik zwischen Elementen innerhalb eines Systems abspielt. Ferner bleibt unklar, worin genau die Herausforderung einer Komplexität, die aus der (technisch erfassbaren und relativ leicht zu verarbeitenden) Größe und Vielschichtigkeit eines Systems besteht. Daher bedarf es zunächst eines komplexitätswissenschaftlichen Fundaments, das ein umfassendes Begriffs- und Zusammenhangsverständnis und somit eine einheitliche Ausgangslage schafft.

Obwohl viele Arbeiten der Managementliteratur eine Einbettung in die komplexitätswissenschaftliche Literatur vermissen lassen, bleibt dennoch zu erwähnen, dass es durchaus auch Studien gibt, die komplexitätswissenschaftliche Inhalte operationalisieren und in angemessener Weise auf das Management übertragen. Zur weiteren Auseinandersetzung mit diesen (fundierten) Studien ist jedoch ein komplexitätswissenschaftliches Verständnis vorauszusetzen, weshalb diese Arbeiten erst nach einer entsprechenden Einführung in die Komplexitätswissenschaften in Kapitel 3.5 vorgestellt werden.

Der zweite wesentliche Themenbereich der metaphorisch-komplexitätswissenschaftlichen Managementforschung stellt die Selbstorganisation in Organisationen in den Mittelpunkt der Betrachtung. Tabelle 5 gibt einen exemplarischen Überblick über die Arbeiten dieses Forschungsfeldes.

Auch in Hinblick auf die Nutzung organisationaler Selbstorganisationspotenzialen findet häufig eine Begriffsverwendung statt, die durchaus zu den von Sokal und Bricmont (Sokal & Bricmont, 1998) als *fashionable nonsense* beschriebenen Arbeiten zu passen scheint. So schlussfolgern etwa Massotte und Bataille (2000), dass Systemdynamik zur Reduktion von Kausalbeziehungen führt: „Here, we are in the field of ‚system dynamics‘ – one which can bring great advantage in its wake. Dynamics are a way to reduce causal relationships, and thus to implement simpler and more flexible reactive systems“ (S. 362). Diese nicht weiter begründete Ansicht mag überraschen, sind Kausalbeziehungen doch Grundvoraussetzung zur Entstehung systemischer Dynamik.

- Bolbrügge, 1997
- Bøllingtoft & Ulhøi, 2007
- Butler & Allen, 2008
- Chengsheng & Chenlei, 2008
- Dhillon & Fabian, 2005
- Flämig, 1998
- Haken, 1994
- Haken, 2005
- Jolivet & Navarre, 1996
- Kalkowski, 2010
- Kieser, 1994
- zu Knyphausen-Aufseß, 1991
- Krippendorff, 1986
- Letiche & van Hattem, 2000
- Lichtenstein & Plowman, 2009
- Lv & Liu, 2010
- Massotte & Bataille, 2000
- Maul, 1993
- Meng & Wang, 2009
- Nicholls-Nixon, 2005
- Nonaka, 1988
- Ortman, 2012
- Park et al., 2010
- Richter, 1995
- Saynisch, 2010
- Shaw, 1997
- Sundarasaradula et al., 2005
- Wang, 2011
- Warnecke, 1993
- Weise, 1997
- Wolf, 1999

Tabelle 5: Auszug Managementforschung zur Selbstorganisation

Quelle: eigene Darstellung.

Lichtenstein und Plowman (2009) hingegen befassen sich mit dem Begriff der Emergenz. Komplexe Phänomene werden üblicherweise dann als emergent beschrieben, wenn Systemelemente selbstorganisiert zusammenwirken und dadurch eine neue Verhaltensqualität erzeugen, die man anhand der Charakteristika der Systemelemente selbst nicht vorausgeahnt hätte (vgl. z.B. Weyer, 2009a). Bei Lichtenstein und Plowman hingegen findet sich eine Definition des Emergenzbegriffs, die nur auf den ersten Blick mit diesem Verständnis übereinzustimmen scheint: „[...] organizational members or lower level system participants interacted, exchanged information, and acted without coordination from a central decider, resulting in unintended changes at higher levels within and beyond the focal organization. Complexity scientists call this process emergence [...]“ (S. 617). Demzufolge wirken zwar die Systemelemente (hier: organizational members) zusammen und bringen etwas Unbeabsichtigtes hervor. Den Kern des Phänomens, nämlich dass nicht die Charakteristika der Systemelemente, sondern deren Zusammenwirken ausschlaggebend für die Entstehung neuer Verhaltensqualitäten ist, lassen sie in ihrer Definition völlig unberücksichtigt. Lichtenstein und Plowman (2009) zufolge liegt stattdessen bereits dann Emergenz vor, wenn etwas Unbeabsichtigtes passiert. Diese Logik fortsetzend sind also sämtliche Fehlerquellen und Irrtümer Ausgangspunkt für Emergenz. Daher ist festzuhalten, dass die Autoren auf Basis einer solchen Definition kaum einen Beitrag in der Beantwortung komplexitätswissenschaftlicher Managementfragestellungen leisten können.

Andere Arbeiten wiederum lassen eine klare Definition der verwendeten komplexitätswissenschaftlichen Terminologie vollständig vermissen. So unternehmen Jolivet und Navarre (1996) beispielsweise den Versuch, Prinzipien der Selbstorganisation auf das Projektmanagement zu

übertragen. Da die Autoren nicht erwähnen, was unter Selbstorganisation, insbesondere in Bezug auf Projektmanagement, zu verstehen ist, kann das Begriffsverständnis ausschließlich aus den vorgeschlagenen Maßnahmen geschlussfolgert werden. Eine dieser Maßnahmen bezeichnen Jolivet und Navarre (1996, S. 267) als *project management autonomy*, die die Übertragung eines möglichst großen Maßes an Kompetenzen von übergeordneten Stellen der Organisation auf das Projektmanagement betrifft:

„The project manager, assisted by his staff, determines the objectives, policies, organization, resources and operational and managerial procedures of the project. He defines relations with suppliers and sub-contractors and the permanent services of the firm. The project manager receives a very broad delegation of power from the firm's senior management. He sets the general objectives of the project in cooperation with senior management. He reports periodically on his management of the project.“ (S. 267)

Schon aus einem vorwissenschaftlichen Begriffsverständnis heraus mag es zunächst als einleuchtend erscheinen, dass es zur Nutzung von Selbstorganisationspotenzialen der Dezentralisierung von Machtverhältnissen und Entscheidungskompetenzen bedarf. Jedoch beschreiben die Autoren in dem angeführten Zitat weiters, dass das jeweilige Projektmanagement in einem engen Weisungsverhältnis zu seinen Mitarbeitern steht und sämtliche Handlungskompetenz auf sich vereint und beschränkt. Demzufolge werden sämtliche Ziele, Herangehensweisen, Ressourcen und Abläufe innerhalb der Organisation und zu organisationsexternen Partnern durch das Projektmanagement selbst festgelegt und in einem engen Reporting mit der Organisationszentrale abgestimmt. Ein darauf beruhendes Managementverständnis erinnert eher an klassische Managementansätze, die Senge (2011) ironisch unter „heilige Dreifaltigkeit des Managements“ (S. 4) aus Planung, Organisation und Kontrolle zusammenfasst. Es stellt sich also die Frage, inwiefern mit einem Begriffsverständnis wie bei Jolivet und Navarre (1996) überhaupt Selbstorganisation stattfinden kann.

Gleichwohl sich auch Arbeiten (z.B. Warnecke, 1993) finden, die die Übertragung des Selbstorganisationsprinzips auf das Management nicht auf die metaphorische Ebene beschränken, zeigen die zahlreichen Widersprüche und Unstimmigkeiten innerhalb der Managementliteratur, dass es eines theoretischen Fundaments bedarf, das Begriffe sauber definiert und in einen Ge-

samtzusammenhang einzuordnen vermag. Daher findet im nachfolgenden Kapitel 3 eine ausführliche Auseinandersetzung mit der Synergetik (Haken, 1977) als umfassendste Selbstorganisationstheorie (vgl. Manteufel, 1995) statt. Allerdings bleibt angesichts der großen Zahl an Publikationen zum Schmetterlingseffekt und zur Selbstorganisation bereits an dieser Stelle festzuhalten, dass es sich dabei um zwei wesentliche Leitprinzipien komplexitätswissenschaftlicher Prinzipien zu handeln scheint, die von gewisser Relevanz für das Management zu sein scheinen.

2.4 Zusammenfassung und Vergleich der Ansätze

Im vorausgehenden Kapitel wurde bereits nahegelegt, dass das gesellschaftliche Wohlbefinden weit über wirtschaftliche Aspekte hinaus von gutem Management abhängig ist. In Verbindung mit der Frage nach Einflussfaktoren auf die Effizienz des Managements wurden daher die Ansätze der Leadership-Forschung und des Complex Problem Solving sowie derjenigen Managementarbeiten näher betrachtet, die komplexe Systeme metaphorisch in den Mittelpunkt ihrer Untersuchungen stellen. Es ergab sich, dass im Rahmen der Leadership-Forschung bereits zahlreiche Determinanten der Effizienz des Managements identifiziert werden konnten. Zur Befriedigung dieses Identifikationsbedarfs werden häufig Fragebögen eingesetzt, die sich in der Folge aufgrund zeitökonomischer und qualitativer Messvorteile als Standardmethode der Leadership-Forschung (vgl. Hunter et al., 2007, S. 435) etablieren konnten. Es zeigte sich aber auch, dass dort Komplexität als genuiner Bestandteil zahlreicher unterschiedlicher Systeme bislang unzureichend berücksichtigt worden ist.

Darüber hinaus ergaben die vorangehenden Abschnitte, dass hinsichtlich des Verständnisses von Komplexität und ihrem Management zum Teil recht große Unterschiede zwischen den Forschungszweigen zu bestehen scheinen. Daher findet in diesem Kapitel der vorliegenden Arbeit eine vergleichende Gesamtbetrachtung der jeweiligen Definitionen der Komplexität selbst, aber auch ihres Managements statt. Tabelle 6 stellt die Definitionen in einer Gesamtübersicht zusammen:

Forschungszweig	Ein System ist dann komplex, wenn...	Das Management komplexer Systeme ist die...
Leadership in komplexen Systemen (z.B. Basile & Dominici, 2016, Orhaner, 2016)	...es aus vielen heterogenen Komponenten besteht und sich undurchschaubar und/oder zufällig verhält.	...Bewältigung von Kompliziertheit , Informationssuche zur Beseitigung von Intransparenz und Zuordnung organisationaler Ressourcen zu determinierten Systembestandteilen .
Naturalistic Decision Making (z.B. Klein, 1993, Rasmussen, 1993, Zsambok, 1997)	...sich sein Verhalten häufig Verändert , sodass Abweichungen von der Routine eintreten.	... flexible Einstellung auf neue Problemstellungen.

Dynamic Decision Making (z.B. Brehmer, 1990, 1992)	...es über viele Elemente verfügt und sich undurchschaubar verhält.	...Bewältigung von Kompliziertheit und Undurchschaubarkeit durch die Verarbeitung von Rückmeldungen des jeweiligen Systems bzw. durch Antizipation seines Verhaltens.
Implicit Learning in System Control (z.B. Berry & Broadbent, 1984)	...es sich zufällig verhält.	... Zuordnung organisationaler Ressourcen zu determinierten Systembestandteilen.
European Complex Problem Solving (z.B. Dörner et al., 1983)	...es aus vielen heterogenen Komponenten besteht, die zum Teil nichtlinear miteinander verknüpft sind, und sich undurchschaubar verhält.	...Bewältigung von Kompliziertheit , Informationssuche zur Beseitigung von Intransparenz und flexible Einstellung auf neue Problemstellungen.
Metaphorische Managementstudien (z.B. Fitzgerald, 2002, Istvan, 1992, McKercher, 1999, Toma & Gheorghe, 1992, Winsor, 1995)	...es sich zufällig verhält.	... Zuordnung organisationaler Ressourcen zu determinierten Systembestandteilen sowie die Beobachtung von und Einflussnahme auf Prozesse auf der mikroskopischen Ebene.

Tabelle 6: Gesamtschau der bisherigen Komplexitäts- und Managementdefinitionen

Quelle: eigene Darstellung.

Aus Tabelle 6 geht hervor, dass Komplexität und das Management komplexer Systeme zwar relativ unterschiedlich interpretiert werden. Dennoch verfügen die Definitionen über zwei gemeinsame Grundverständnisse: Systeme werden entweder als komplex betrachtet, weil sie aufgrund ihrer Größe, Undurchschaubarkeit und Heterogenität einen komplizierten Eindruck vermitteln (Leadership, Dynamic Decision Making, European Complex Problem Solving) oder die Komplexität des jeweiligen Systems durch seine Veränderlichkeit, bis hin zu einer zufälligen Dynamik, konstituiert wird (Leadership, Implicit Learning in System Control, metaphorische Managementstudien). Die aus diesen beiden Grundpositionen folgenden Managementimplikationen konzentrieren sich in der Folge auf die Reduktion der Kompliziertheit und die Allokation organisationaler Ressourcen zu determinierten Systembereichen. Damit geben die jeweiligen AutorInnen Empfehlungen ab, die es EntscheidungsträgerInnen erleichtern können, in einem komplizierten, undurchschaubaren oder sogar zufälligen Umfeld zu agieren.

Im Zeitalter moderner Informationstechnologie stellt sich jedoch die Frage, inwiefern komplizierte Systeme tatsächlich noch eine große Herausforderung darstellen, da sich mit jedem aktuellen Personalcomputer selbst große Datenmengen in kurzer Zeit verarbeiten lassen und sich Intransparenz durch Informationssuche im Internet in Sekundenschnelle mildern lässt. Die Rolle der technischen Hilfsmittel ist in komplizierten Systemen jedenfalls nicht zu vernachlässigen. Die Ableitung von Managementimplikationen zum Umgang mit zufälligen Phänomenen erscheint auf den ersten Blick abwegig, da sich der Zufall einem rationalen und planvollen Management entzieht (vgl. dazu Kapitel 3). Die Empfehlung innerhalb der Leadership-Forschung, *Implicit Learning in System Control* und komplexitätswissenschaftlichen Managementforschung des Kapitels 2.3 kann daher nur lauten, Managementanstrengungen ausschließlich auf diejenigen Systembereiche zu richten, die nicht Teil des zufälligen Geschehens sind. Damit verbunden ist aber ebenfalls die Frage, inwiefern die Dynamik, in der sich das Management bewegt, tatsächlich zufällig ist. Möglicherweise ist das Systemverhalten determiniert, aber derart unüberschaubar, dass es nur den Anschein macht, zufällig zu sein (vgl. nachfolgendes Kapitel 3 zur Eigenschaft komplexer Systeme, den Zufall zu imitieren). In diesem Fall wäre es durchaus möglich, Management in einer Form stattfinden zu lassen, die die Besonderheiten solchen Verhaltens berücksichtigt.

Ungeachtet dessen bleibt festzuhalten, dass die Flexibilität des Managements eine Rolle in der Literatur zu spielen scheint, insbesondere im Rahmen des *Naturalistic Decision Making* und *European Complex Problem Solving*. Die diesen beiden Forschungszweigen zugrundeliegenden Komplexitätsdefinitionen außen vor lassend, erscheint es durchaus logisch, in der Flexibilität einen Erfolgsfaktor im Management komplexer Systeme zu vermuten. Je turbulenter sich eine Abteilung, eine Organisation, ein Markt etc. verhält, desto schneller verändert sich das jeweilige System und desto erfolgreicher sollten diejenigen ManagerInnen sein, die sich auf diese Veränderungen einstellen können. Daher ist bereits an dieser Stelle festzuhalten, dass der Einfluss der individuellen Flexibilität von ManagerInnen im Umgang mit komplexen Systemen nicht außer Acht gelassen werden sollte.

Darüber hinaus gilt es der Definition des Managements komplexer Systeme zufolge, auf der die in Kapitel 2.3 diskutierten, rein metaphorischen Arbeiten aufbauen, Management auf der mikroskopischen Ebene zu betreiben. Da bereits kleinste Einflüsse unvorhersehbar große Verstärkungen bewirken können, bedarf es eines Mikromanagements, das sämtliche Einflussgrößen berücksichtigt und bei Bedarf korrigierend eingreift. Wie sich im Anschluss im Rahmen des

Kapitels 3 zeigen wird, handelt es sich dabei allerdings um einen Trugschluss, der sich komplexitätswissenschaftlicher Erkenntnisse entsprechend sogar kontraproduktiv auswirken könnte. Mit der Synergetik beschreibt Haken (1977) die Entstehung einer Gesamtdynamik, die auf Grundlage der Kenntnis einzelner Bestandteile nicht vorausgeahnt werden kann. Noch einmal sei daher auf die Bedeutung einer entsprechenden theoretischen Grundlage verwiesen, wenn es um die Herleitung von Implikationen für das Management komplexer Systeme geht. Diejenigen Arbeiten, die über ein solches theoretisches Fundament verfügen, werden in Kapitel 3.5 vorgestellt und sind nicht Teil des vorliegenden Abschnitts. Abschließend bieten die oben angeführten Komplexitäts- und Managementdefinitionen keinen zufriedenstellenden Ansatz, um Managementimplikationen herzuleiten, die sich im Umgang mit komplexen Systemen im Sinne des naturwissenschaftlich geprägten Komplexitätsbegriffs (vgl. Kapitel 3) als Erfolgsfaktoren erweisen können.

3. Anforderungen an das Management aus komplexitätswissenschaftlicher Perspektive

Der vorausgehende Abschnitt hat gezeigt, wie wichtig es für die Ausarbeitung von Implikationen für das Management komplexer Systeme ist, ein konkretes und operationalisierbares Verständnis des Komplexitätsbegriffs zu entwickeln. Im Rahmen des vorliegenden Kapitels wird angesichts einer unklaren begrifflichen Verwendung in der Literatur verschiedener Disziplinen eine Arbeitsdefinition gewählt, die im weiteren Verlauf der Arbeit als Grundlage zur Herleitung der Managementprinzipien für einen adäquaten Umgang mit komplexen Systemen dienen soll. Im folgenden Abschnitt wird ebenfalls gezeigt, dass komplexe Phänomene, die auf dem Verständnis der gewählten Arbeitsdefinition beruhen, häufig in der realen Welt zu beobachten sind. Die Vielzahl solcher Systeme wirft die Frage nach den Voraussetzungen auf, die für die Entstehung einer komplexen Systemdynamik erfüllt sein müssen. Diese Frage wird im zweiten Abschnitt des vorliegenden Kapitels beantwortet. Komplexe Dynamiken sind jedoch nicht Ergebnis eines planvollen Managements höherer Instanzen, sondern beruhen auf den Prinzipien der Selbstorganisation, die im vorausgehenden Kapitel 2 als eines der bedeutendsten Instrumente im Umgang mit einer turbulenten Dynamik identifiziert wurde. Deshalb findet in Kapitel 3.3 eine Einführung in die Synergetik (Haken, 1977) als eine der bedeutendsten Selbstorganisationstheorien statt. Komplexe Systeme sind dazu in der Lage, hochchaotische Verhaltensmuster zu zeigen, die Entscheidungs- und Handlungsträger vor besondere Herausforderungen stellen. Diese Eigenschaften werden in Anlehnung an Strunk (2012, S. 48 ff.) in einen Gesamtzusammenhang eingeordnet und am Beispiel der logistischen Gleichung anschaulich erläutert. Abschließend wird eine zusammenfassende Betrachtung vorgenommen, die einen Ausblick auf die speziellen Herausforderungen komplexer Systeme gibt und Managementempfehlungen ableitet.

3.1 Komplexität und Chaos

Der Komplexitätsbegriff unterliegt in Abhängigkeit von der jeweiligen Disziplin, Zeit und Perspektive recht unterschiedlichen Auffassungen. So finden sich in der Literatur zahlreiche Definitionen, die den Facettenreichtum der beteiligten Forschungsfelder widerspiegeln. Backlund (2002, S. 30) und Strunk (2012, S. 25) verweisen in diesem Zusammenhang auf Horgans (1995) Arbeit „*From Complexity to Perplexity*“, in der er dem Informatiker und Physiker Seth Lloyd eine Sammlung von insgesamt 45 Definitionen des Komplexitätsbegriffs zuschreibt. Angesichts dieser Definitionsflut schlägt van Gigch (1991) sogar vor, keine vereinheitlichende Definition zu suchen, sondern eine fallweise Entscheidung vorzunehmen, ob sich der jeweilige

Betrachtungsgegenstand komplex verhält. Er schreibt: „Given the difficulty of finding a unique, all-encompassing definition of complexity, we must resort to an *ad hoc* case-by-case [sic] approach that depends on the problem at hand“ (van Gigch, 1991, S. 175).

Eine solche Entscheidung von Fall zu Fall kann jedoch nur inhaltlich unbefriedigend sein, da sie weder die konkrete Formulierung der Problemstellung, die sich aus komplexem Systemverhalten ergibt, noch die Herleitung des adäquaten Umgangs mit einem derartigen Verhalten erlaubt. Deshalb findet zunächst eine Auseinandersetzung mit den Komplexitätsdefinitionen der Literatur statt, die sich in eine *phänomenologische* und eine *empirisch-mathematische Grundposition* unterteilen lassen. Diese beiden Konzeptionen widersprechen sich nicht zwangsläufig, weisen aber eine voneinander recht unterschiedliche Perspektive auf. Zudem wird im Rahmen dieses Kapitels eine Komplexitätsdefinition vorgestellt, aus der die besonderen Problemstellungen hervorgehen, die sich für das Management komplexer Systeme ergeben. Vor diesem Hintergrund wird ebenfalls eine begriffliche Einordnung der häufig synonym verwendeten Schlagworte Chaos und Zufall sowie eine Abgrenzung von komplexen, komplizierten und einfachen Systemen vorgenommen.

Der phänomenologischen Position sind solche Definitionsansätze zuzuschreiben, die sich vorwiegend auf die Implikationen komplexen Systemverhaltens konzentrieren. So bezeichnet Langefors (1995, S. 87) dann eine Sache als komplex, wenn sie die kognitive Leistungsfähigkeit des Menschen übersteigt. Backlund (2002) konkretisiert seine Definition, indem er hierauf die von Miller (1956) ermittelte Kapazität des *working memory* von 7 ± 2 Informationseinheiten (*chunks*) überträgt. Demzufolge ist eine Sache in jedem Fall komplex, wenn sie über mindestens zehn chunks verfügt. Der bereits in Kapitel 2.3 thematisierte Schmetterlingseffekt gibt jedoch bereits einen ersten Hinweis darauf, dass die Definition von Komplexität als eine Überschreitung geistiger Kapazität nur wenig zweckmäßig erscheint. So lässt Langefors (1995) beispielsweise moderne technische Hilfsmittel außer Acht, die eine Berechnung mit erheblich mehr Variablen zulassen. Strunk (2012, S. 26 f.) führt in diesem Kontext folgerichtig aus, dass sich die Komplexität des Systemverhaltens lediglich auf eine Frage der Mittel reduzieren lässt. Insbesondere vor dem Hintergrund der Entwicklung von Expertise erscheint Backlunds (2002, S. 32) Kritik an der Subjektivität dieses Ansatzes gerechtfertigt. So verfügen Experten über die Fähigkeit, eine größere Zahl von Informationen im *working memory* zu speichern (Horn & Blankson, 2005) und zeitgleich zu verarbeiten (Halford et al., 1998, Sweller, 2005). Sie unter-

scheiden sich zudem von Laien durch ihre semantische Art und Weise der Informationsverarbeitung, durch die sie in der Lage sind, Zusammenhänge zwischen verschiedenen Konzepten herzustellen und mehrere einzelne Informationen zu einem aggregierten *Schema* im Sinne Piagets (1977) verdichtet wahrzunehmen (Halford et al., 1998, Sweller, 2005). Werden zudem moderne technische Hilfsmittel der Informationsverarbeitung hinzugezogen, spitzt sich die Beurteilung eines Systems hinsichtlich seiner Komplexität auf die Wahl der eingesetzten technischen Hilfsmittel zu (Strunk, 2012, S. 26 f.). Im Lichte des technischen Fortschritts führt eine solche Definition der Komplexität zwangsläufig dazu, dass ihre Beurteilung in zeitlicher Hinsicht kontextabhängig ist. Damit unterliegt die Wahrnehmung der Komplexität als solche nicht nur individueller, sondern auch zeitlicher Subjektivität (vgl. Strunk, 2012, S. 26 f.). Andere Definitionen dieses Ansatzes nehmen die Subjektivität sogar in ihre Formulierung mit auf. So beschreibt Ashby (1973) Komplexität als „...purely relative to a given observer“ (S. 1). Phänomenologische Konzeptionen erinnern daher an die bereits kritisierte fallweise Entscheidung, wie sie von van Gigch (1991) vorgeschlagen wird, und entziehen sich in der Folge einer konkreteren Operationalisierung. Ihnen haftet zudem der Mangel an, keine Rückschlüsse auf die Eigenschaften des betrachteten Systems zu geben (Backlund, 2002, S. 31), da sie sich ausschließlich auf die Unvorhersagbarkeit als Ergebnis komplexen Systemverhaltens fokussieren. Insgesamt betrachtet bieten phänomenologische Konzeptionen also nur in sehr begrenztem Umfang Anknüpfungspunkte für eine tiefere komplexitätswissenschaftliche Analyse.

Die empirisch-mathematischen Ansätze der Komplexitätsdefinitionen beruhen auf dem Verständnis unterschiedlicher Berechnungsverfahren der empirischen Systemvermessung. Im Rahmen dieser Ansätze wird zwischen *geometrischen* und *informationsbasierten* Zugängen unterschieden (vgl. Strunk, 2012, S. 147). Zu den bekanntesten Verfahren der geometrischen Zugänge gehören z.B. die Ermittlung des *Lyapunov-Exponenten* (z.B. Kantz, 1994, Rosenstein et al., 1993, Wolf et al., 1985) oder die *Fraktale Geometrie* (Grassberger & Procaccia, 1983b, 1983a, Mandelbrot, 1977). Sie stellen die Dynamik eines Systems in einem Phasenraum dar, der durch die zentralen Freiheitsgrade des Systems aufgespannt wird, und messen entweder die Sensitivität des Systems in Hinblick auf minimale Änderungen der Anfangsbedingungen (Lyapunov-Exponent) oder suchen nach Mustern in Datenspurten (Fraktale Geometrie).

Die informationsbasierten Verfahren gehen auf Shannons (1948, Gleichung 18) *Informationsdefinition* zurück und stellen den Informationsgehalt einer beliebigen Symbolfolge in den Mittelpunkt ihrer Berechnungen, indem sie das Ausmaß redundanter Informationen ermitteln. Zu

ihnen gehören beispielsweise die *Permutationsentropie* (Bandt & Pompe, 2002) und die Gruppe der *GEntropien* (Strunk, 2012), aber auch *Symbolic Dynamics* (Hadamard, 1898, Morse, 1921, Morse & Hedlund, 1938) oder *Grammar Complexity* (Ebeling & Jiménez-Montano, 1980, Jiménez-Montano, 1984). Der Grammar Complexity liegt beispielsweise der Gedanke zugrunde, dass eine Symbolfolge, die sich ohne Datenverlust erheblich komprimieren lässt, als hochgradig geordnet betrachtet werden kann und dass ihre Komplexität folglich gering ist (vgl. Strunk, 2012, S. 408 ff.). Somit beruhen die empirisch-mathematischen Ansätze auf universellen Messmethoden, die die objektive Berechnung der Komplexität eines Systems ermöglichen und sich von der Kritik der Subjektivität lösen. Zusammenfassend ist den empirisch-mathematischen Verfahren gemein, Komplexität als Vielschichtigkeit systemischer Verhaltensmuster zu betrachten.

Die Unterscheidung von komplexem und trivialem bzw. zufälligem Systemverhalten fällt besonders leicht, wenn Komplexität als Funktionsverlauf der Ordnung verstanden wird. Ein solches Komplexitätsverständnis findet sich ausführlich bei Strunk (2012, S. 26 sowie 42 ff.), weshalb sich die nachfolgenden Ausführungen an der Argumentation des Autors orientieren. Eine Dynamik gilt demzufolge dann als trivial, wenn sie zu jedem Zeitpunkt in beliebigem Detailgrad prognostizierbar ist. Einhergehend mit diesem hohen Maß an Ordnung beträgt die Komplexität trivialer Systeme annähernd Null. Somit kommen sowohl der Zufall als auch deterministisches Chaos als Begriffe für die verbleibende Restkategorie erhöhter Komplexität in Frage. Strunk (2012) weist vor diesem Hintergrund darauf hin, dass zufälliges Verhalten nicht als Facette einer systemischen Dynamik aufgefasst werden kann, da es als maximal denkbare Komplexität die völlige Abwesenheit jeglicher Ordnung bedeutet. Es bestehen also keine Kausalbeziehungen zwischen den betrachteten Elementen oder Variablen des Systems, die aber konstituierendes Merkmal jedes Systems sind (vgl. Strunk & Schiepek, 2006, S. 5). Damit ergibt sich Komplexität als der in Abbildung 1 dargestellte Funktionsverlauf.

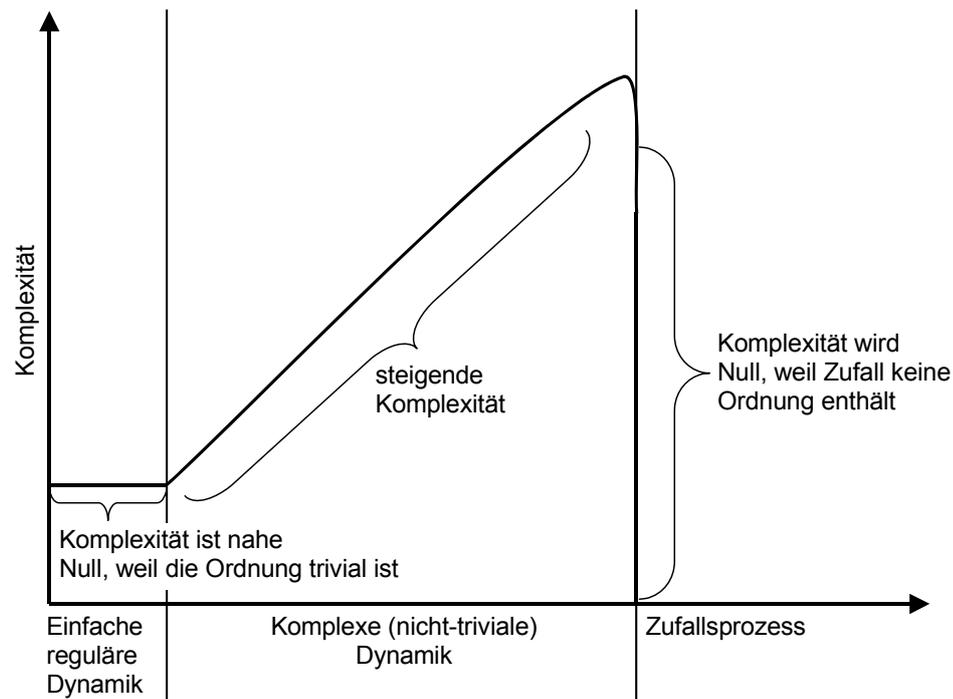


Abbildung 1: Komplexität als Funktion zwischen Zufall und Ordnung

Komplexität ist das Residuum, das sich ergibt, wenn von dem Gesamtspektrum möglicher Dynamiken das hochgeordnete Verhalten trivialer Systeme mit einer Komplexität nahe Null sowie das ungeordnete Verhalten des Zufalls, ebenfalls mit einer Komplexität nahe Null, abgezogen werden. Quelle: Strunk, 2012, S. 43.

Komplexität definiert sich in der Folge als der Funktionsbereich erhöhter Komplexität, der sich nach Abzug der trivialen und zufälligen Systemdynamik ergibt. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird deshalb die folgende Arbeitsdefinition für Komplexität gewählt: „Komplex heißt eine Dynamik dann, wenn sie sich (a) entweder deterministisch chaotisch verhält oder sich (b) weder trivial verhält, also sich nicht beliebig exakt vorhersagen lässt, (c) noch als zufällig angesehen werden kann“ (Strunk, 2012, S. 44). In diesem Sinne findet im weiteren Verlauf der vorliegenden Arbeit eine begriffliche Gleichsetzung von Komplexität und deterministischem Chaos statt. Damit lassen sich die Begriffe ‚Komplexität‘ und ‚Kompliziertheit‘ durch die Art der Dynamik unterscheiden, die in diesen beiden unterschiedlichen Systemtypen aufkommen kann. Während sowohl komplexe als auch komplizierte Systeme durch eine Vielzahl an Variablen gekennzeichnet sein können, sind ausschließlich komplexe Systeme dazu in der Lage, eine nicht-triviale Dynamik hervorzubringen, während komplizierte Systeme auf triviale Phänomene beschränkt bleiben (vgl. dazu auch Strunk, 2012). Komplizierte Systeme sind von einfachen Systemen anhand der Eigenschaft zu unterscheiden, dass sie eine Vielzahl von Variablen umfassen.

Im Folgenden soll ein eindeutiges Verständnis des Chaosbegriffs geschaffen werden. Doch auch hier liegen zum Teil sehr unterschiedliche begriffliche Auffassungen vor. Im Lichte der

beinahe inflationären begrifflichen Verwendung bezeichnet Cramer (1989) das Wort Chaos selbst gar als „abgewirtschaftet“ (S. 158). Bereits in zahlreichen Schöpfungsmythen wird der Chaosbegriff, ungeachtet religiöser Zugehörigkeit, Kultur oder Region, als Urzustand heillosen Durcheinanders beschrieben (vgl. Paslack, 1996, S. 11 ff.). Dabei wird Chaos allerdings nicht als große Leere oder Vakuum, sondern vielmehr als gestaltliches Potenzial der Ordnungsbildung verstanden und ist durchaus positiv konnotiert. Nach Paslack (1996) äußert sich dieser Potenzialcharakter in einer Vielzahl der Schöpfungsmythen in der jederzeitigen Möglichkeit der Kosmogonie:

Zur Schöpfung eines geordneten Realzusammenhangs kommt es nun dann, wenn sich alle oder bestimmte >Teile< des Chaos zusammenballen und zu differenzieren beginnen, sei es in einem spontanen Akt der Selbstverwandlung des Chaos in Kosmos, oder sei es durch den ‚Eingriff‘ einer lenkenden Gottheit. (Paslack, 1996, S. 13)

So wird auch in der Genesis der Bibel beschrieben, wie der Kosmos als geordnete Struktur aus der völligen Unordnung, dem *tohuwabohu* der Urwüste entsteht. Ebach (1995, S. 22) sieht dabei die eigentliche Schöpfung nicht in der Entstehung von Etwas aus dem Nichts heraus, sondern vielmehr die Verwandlung einer lebensfeindlichen in eine lebensermöglichende Verfassung.

Diese Konzeption des Chaos als reine Potenzialität erinnert jedoch eher an Sensitivitätsmessungen, wie sie in den Verfahren der empirisch-mathematischen Systemvermessung vorgenommen werden. Dort wird dem Potenzialcharakter schon durch die begriffliche Nuance der *Chaotizität* Rechnung getragen. Darunter wird die Veranlagung des Systems verstanden, chaotisches Verhalten hervorzubringen, nicht aber die chaotische Dynamik selbst.

In der Philosophie unterlag der Chaosbegriff einem stetigen Wandel (vgl. zu nachfolgenden Ausführungen Ritter, 1971, S. 980 ff.). So wird er zunächst von Hesiod noch als gähnender Abgrund, der sich zwischen Himmel und Erde auftut, beschrieben (vgl. dazu Kirk & Raven, 1960, S. 24-34) und auch bei Aristoteles findet sich der Vergleich mit einem leeren Raum (vgl. dazu Solmsen, 1960, S. 129 f.). In der Auffassung der Stoiker (z.B. Platon) wird Chaos erstmals nicht als unvorstellbare Leere, sondern als ungeordnete Masse verstanden, gekennzeichnet durch „Unbestimmtheit, Formlosigkeit und Unordnung“ (Ritter, 1971, S. 980). Auch die Eklektiker (z.B. Lucian oder Chalcidius) betrachten Chaos als die Unordnung (*confusio*) einer

formlosen Materie (Ritter, 1971, S. 980). Dieser Position schließt sich die christliche Vorstellung des Urzustandes (z.B. Augustinus) ebenso an wie die Naturphilosophen des 12. Jahrhunderts, denen z.B. Thierry von Chartres, Clarenaldus von Arras, Bernhardus Silvestris und Alanus Ab Insulis angehören (Ritter, 1971, S. 980). Dem stehen wiederum die Ansichten Albert des Großen und Thomas von Aquin entgegen, die die Existenz einer anfänglich ungeordneten Materie bestreiten und sich der aristotelischen Vorstellung absoluter Leere anschließen (vgl. dazu z.B. d'Aquino, 1954). Colomer (1961, S. 178) und Platzeck (1964, S. 106 ff.) folgend, sehen hingegen Lull und von Kues das Chaos als Möglichkeit zur Strukturbildung (*possibilitas*), die sich aus den ungeordneten Elemententeilen ergeben kann.

Mit der Zeit findet jedoch ein grundlegender Wandel in der begrifflichen Verwendung statt, der die schöpferische Kraft des Chaos in den Vordergrund stellt. So betrachten Paracelsus, Böhme und Schelling das Chaos als metaphysischen Urstoff, mit dem nicht nur die völlige Unordnung der Materie gemeint ist, sondern auch und insbesondere das Potenzial zur Ordnungsbildung (vgl. Ritter, 1971, S. 980 ff.). Peitgen (1994, S. 10) verweist jedoch darauf, dass mit der Entstehung der neukantianischen Philosophie die positive Konnotation des Chaos als schöpferische Kraft bzw. als schöpferisches Potenzial zunächst verloren geht und erst deutlich später in den Naturwissenschaften wieder zu Tage tritt.

Diese Begriffsentwicklung in der Philosophie zeigt, dass nicht nur das grundlegende Verständnis, sondern auch die sprachliche Verwendung und Konnotation des Chaos bereits seit mehreren tausend Jahren einem stetigen Wandel unterliegen. Peitgen (1994) verdeutlicht allerdings an dieser Stelle den Sinneswandel, der sich bei vielen Denkern fortgeschrittenen Alters ergibt:

Wie immer auch die Explikation von Chaos in Abhängigkeit vom philosophischen Kontext aus gefaßt wurde, den meisten älteren Denkern wurde klar, daß man mit einer völlig gesetzlosen, irrationalen, unintelligiblen Entität kaum Erklärungsleistung erzielen kann. Wenn mit dieser Entität etwas erklärt werden soll, muß sie irgendwelche inneren Strukturen, d.h. rationalisierbare Elemente enthalten, sie kann nicht die absolute Negation aller Gesetzmäßigkeiten darstellen. (Peitgen et al., 1994, S. 10)

Diese Erkenntnis überrascht nur wenig, da die Konzeption des Chaos als absolute Abwesenheit sämtlicher Kausalbeziehungen dazu führt, dass eine Gleichsetzung mit dem Zufall stattfindet.

Wenn jedoch das gesamte Weltgeschehen als ein rein auf Zufall beruhendes angesehen wird, fehlt durch die Abwesenheit jeglicher Kausalität die Möglichkeit der Einflussnahme. Folgt man dieser Logik, muss der Mensch also als reiner Beobachter und nicht als Gestalter verstanden werden. Erklärungsansätze für die Entstehung der Welt und darin ablaufender Prozesse einzig auf zufälliges Verhalten zu reduzieren, kann demzufolge kaum inhaltlich befriedigen.

Im Rahmen der modernen physikalisch-mathematischen Chaosforschung hingegen wird durchaus zwischen einer Strukturlosigkeit und Chaos differenziert (Strunk & Schiepek, 2006, S. 94). Durch die modernen technischen Berechnungsmethoden und -mittel ist es inzwischen möglich, chaotische Phänomene einer tiefgreifenderen Analyse zuzuführen als es noch vor wenigen Jahrzehnten möglich gewesen wäre. Dabei wird in der komplexitätswissenschaftlichen Literatur (z.B. Argyris, 1994, Haken, 1977, Liening, 1998, Nicolis & Prigogine, 1987, Peitgen et al., 1994, Prigogine, 1955, Ruelle & Takens, 1971, Schuster, 1994, Strunk, 2012) deterministisches Chaos in den Mittelpunkt der Untersuchung gestellt. Diese Arbeiten beruhen auf der Annahme, dass sich Chaos in einer Imitation des Zufalls äußert (vgl. Chwee, 1998, S. 150, Liu et al., 1992, S. S. 26, Ramsay et al., 1990, S. 991, Serletis & Gogas, 1997, S. 360). Die Imitation besteht darin, dass chaotisches ebenso wie zufälliges Systemverhalten zumindest auf längere Sicht nicht vorhersagbar ist. Dennoch kann mathematisch gezeigt werden, dass das Verhalten aus den Eigenschaften des Systems selbst hervorgeht (Strunk, 2012, S. 43).

Zunächst mag es als starke Einschränkung erscheinen, Komplexität auf deterministisches Chaos zu reduzieren. Es zeigt sich aber im Gegenteil, dass viele Systeme eine besondere Sensitivität in Abhängigkeit von ihren Anfangsbedingungen besitzen. Die daraus resultierende, spontan auftretende Unvorhersagbarkeit findet aber nicht nur in künstlich erzeugten Computermodellen statt. Der komplexitätswissenschaftlichen Forschung ist es seit der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts gelungen, in den unterschiedlichsten wissenschaftlichen Domänen Chaos empirisch nachzuweisen.

Beispielsweise verweist Strunk (2012) im Rahmen der wirtschaftswissenschaftlichen Komplexitätsforschung darauf, dass sich chaotisches Systemverhalten in zahlreichen Marktmodellen zeigen lässt (weitere Übersichtsarbeiten finden sich z.B. in Baumol & Benhabib, 1989, Day, 1992, 1994, Gouel, 2012, Keen, 1997, Liening, 1998, Mullineux & Peng, 1993, Sordi, 1999). Im *Journal of Economic Behavior and Organization* beschäftigen sich allein zwischen den Jahren 1990 und 2011 mehr als 50 Artikel mit chaotischen Marktdynamiken (Strunk, 2012, S. 67).

In vielen weiteren Disziplinen wie der Astronomie und Physik, Biologie, Chemie, Elektrotechnik, Meteorologie, Psychologie oder Soziologie (vgl. Tabelle 3, S. 25) sind chaotische Phänomene häufig zu beobachten. Die Vielzahl der angeführten Beispiele chaotischer Systeme, die dennoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben kann, wirft die Frage auf, welche Bedingungen zur Entstehung eines solchen Verhaltens notwendigerweise erfüllt sein müssen. Dass komplexe Systeme tatsächlich recht voraussetzungsarm sind, zeigt der folgende Abschnitt.

3.2 Voraussetzungen zur Entstehung komplexer Systemdynamiken

Strunk und Schiepek (Strunk, 2012, S. 64 f., Strunk & Schiepek, 2006, S. 99 f.) zeigen, dass in der Tat nur sehr wenige notwendige Bedingungen erfüllt sein müssen, um ein System chaotisches Verhalten hervorbringen lassen zu können. Sie fassen diese wie folgt zusammen:

- Offenheit und Dissipation
- Nichtlinearität
- Gemischtes Feedback
- Nichtlinearität
- Anzahl der Systemvariablen

Die nachfolgenden Abschnitte orientieren sich an dieser Einteilung, indem die jeweiligen Voraussetzungen kapitelweise diskutiert werden.

3.2.1.1 Offenheit und Dissipation

Nach dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik (Clausius, 1850) sind Systeme im thermodynamischen Gleichgewicht ausschließlich dazu in der Lage, sich von einem Zustand höherer Ordnung in Richtung eines Zustandes niedrigerer Ordnung zu bewegen. Ist schließlich das Ausmaß maximaler Unordnung (*Entropie*) erreicht, stirbt das System den Wärmetod.

Ilya Prigogine (1955, 1987, 1995, 1984, 1986, 1993) beschreibt jedoch in seiner Theorie Dissipativer Systeme, für die er 1977 den Nobelpreis für Chemie erhielt, einen Prozess selbstorganisierter Ordnungsbildung von Systemen fernab des thermodynamischen Gleichgewichts, also dem Zustand maximaler Entropie. Im Gegensatz zu konservativen Systemen sind dissipative Systeme, wie in Abbildung 2 dargestellt, durch einen permanenten Energiedurchfluss dazu in der Lage, diesen Ungleichgewichtszustand dauerhaft aufrecht zu erhalten (vgl. Nicolis & Prigogine, 1987, S. 96 ff.).

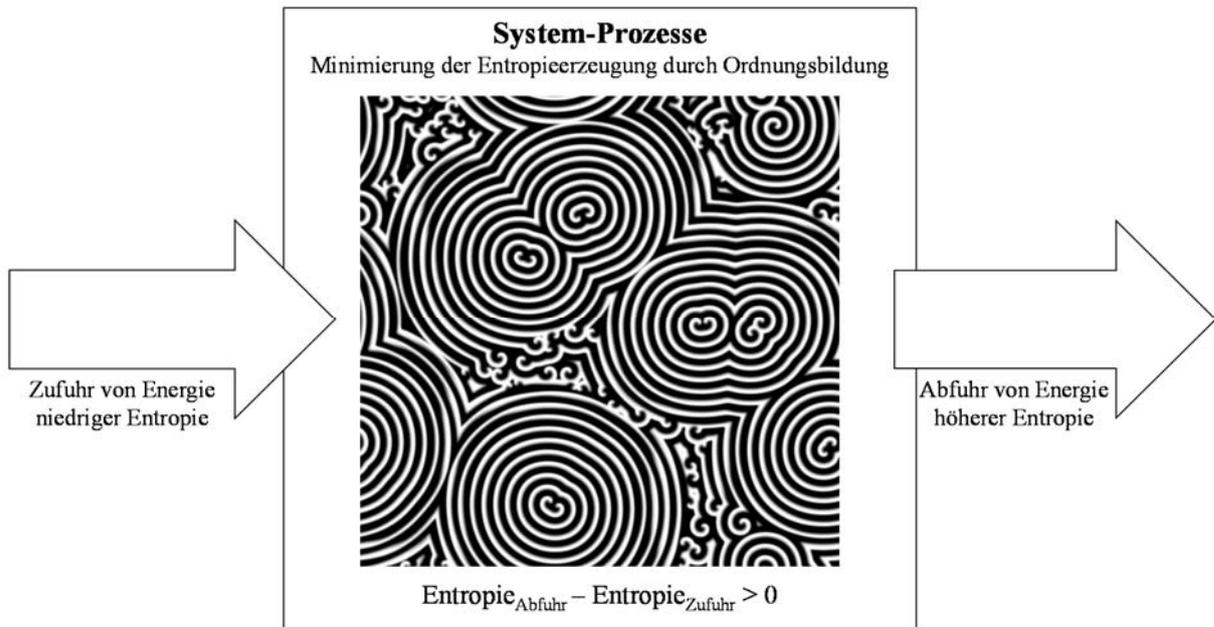


Abbildung 2: Energiedurchfluss in dissipativen Systemen

Dissipative Systeme sind dazu in der Lage, Energie niedriger Entropie aufzunehmen und Energie höherer Entropie an ihre Umwelt abzuführen. Diese Eigenschaft ermöglicht es ihnen, sich dauerhaft vom thermodynamischen Gleichgewicht zu entfernen und chaotische Strukturen wie die in der Abbildung gezeigte Simulation der Belousov-Zhabotinsky-Reaktion herauszubilden. Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an: Strunk & Schiepek, 2006, S. 79. Quellcode der Simulation der Belousov-Zhabotinsky-Reaktion aus: Turner, 2009.

Grundsätzlich unterscheidet sich das Verhalten dissipativer und konservativer Systeme insofern nicht, als dass die Systemdynamik zunächst einmal dazu führt, dass sich das System in einen Zustand größerer Unordnung begibt. Dissipative Systeme verfügen allerdings über die Fähigkeit, Energie niedriger Entropie aus ihrer Umwelt aufzunehmen und Energie hoher Entropie an diese abzugeben. Auf diese Weise herrscht ein ständiger Energieaustausch zwischen dem System und seiner Umwelt, der die dauerhafte Aufrechterhaltung des thermodynamischen Ungleichgewichtszustands gewährleistet. Konservative Systeme hingegen verfügen nicht über diese Fähigkeit der Energiezu- und abfuhr und streben beständig dem thermodynamischen Gleichgewicht und somit dem Wärmetod entgegen.

Während dieses Energiedurchsatzes entstehen durch Selbstorganisationsprozesse komplexe Strukturen, wie sie in Abbildung 2 durch die Simulation der Belousov-Zhabotinsky-Reaktion veranschaulicht werden (zur Selbstorganisation in komplexen Systemen vgl. Kapitel 3.3). Die dabei entstehenden raum-zeitlichen Muster werden von Prigogine (1955) als die namensgebenden dissipativen Strukturen bezeichnet. Wie komplex die auftretende Dynamik ausfällt, hängt von dem bzw. den Kontrollparametern des Systems ab, in diesem Fall der zugeführten Energie (Strunk & Schiepek, 2006, S. 77).

Notwendige, wenn auch nicht hinreichende Voraussetzung für eine chaotische Systemdynamik ist also die Interaktion eines Systems mit seiner Umwelt, sodass die Möglichkeit zum Energieaustausch gegeben ist. Um Chaos hervorbringen zu können, müssen Systeme also notwendigerweise offen gegenüber ihrer Umwelt sein. Damit ist aber nicht gemeint, dass sich dissipative Systeme angesichts ihres ständigen Energieaustauschs und somit ihrer permanenten Interaktion mit der Umwelt nicht von dieser abgrenzen lassen. Aufgrund ihrer Fähigkeit zur Energieaufnahme und -abgabe findet zwar durchaus eine Interaktion mit der Umwelt statt, das Verhalten des Systems ist aber qualitativ produktiver als das der Umwelt. Daher werden solche Systeme auch als *operational geschlossen* bezeichnet (vgl. Luhmann, 1984, Maturana, 1982, Maturana & Varela, 1987).

3.2.1.2 Nichtlinearität

Werden mehrere Ereignisse in einer sequenziellen Reihenfolge angeordnet und führt diese Sequenz nicht zum Ausgangspunkt zurück, so wie es in Abbildung 3 veranschaulicht wird, handelt es sich um eine lineale Beschreibung von Wirkungszusammenhängen (Böse, 2000, S. 106).

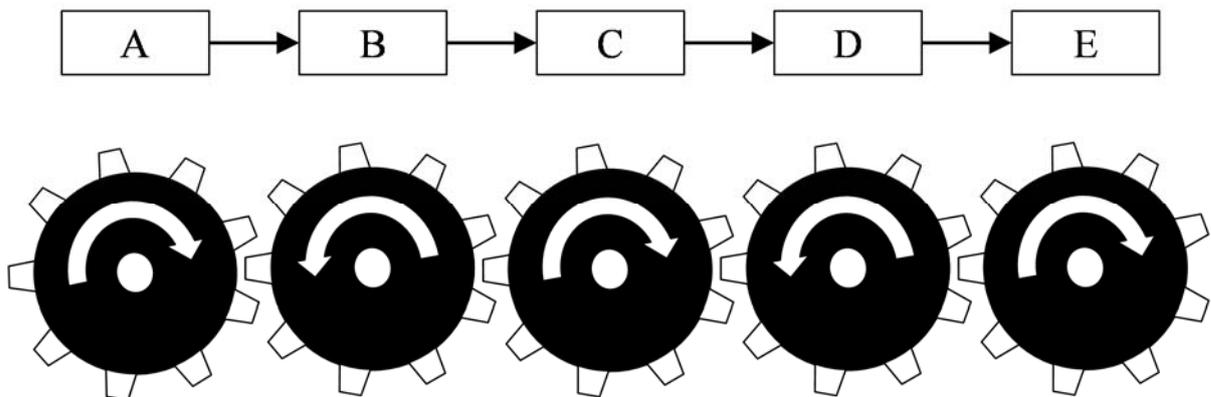


Abbildung 3: Strukturdarstellung eines linealen Wirkgefüges

Die Modellierung einer Struktur als lineale Sequenz führt dazu, dass nur nachfolgende Variablen von einer Verstärkung des Systems betroffen sind. Rückkopplungen werden in linealen Systemen nicht berücksichtigt. Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an: Strunk & Schiepek, 2006, S. 18.

Bei einer solchen Modellierung wird davon ausgegangen, dass zwischen den Elementen eines Systems keine Rückkopplungen vorhanden sind. Systeme, die nach dieser linealen Logik organisiert sind, verfügen über eine trivial-mechanistische Vorhersagbarkeit (Strunk, 2012, S. 64). Die Beeinflussung eines Elements wirkt sich lediglich auf das Element selbst und seine Nachfolger, nicht aber auf seine Vorgänger aus. Anders verhält es sich bei Systemen, die Feedback beinhalten. Ein solches System wird beispielhaft in Abbildung 4 dargestellt.

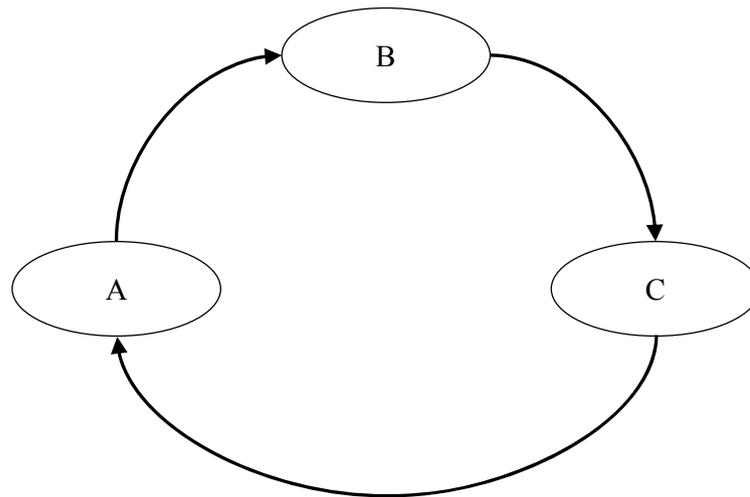


Abbildung 4: Strukturdarstellung eines nicht-linealen Wirkungsgefüges

Das gezeigte Strukturgefüge ist nicht-lineal, da jede Veränderliche direkt oder indirekt Einfluss auf die beiden anderen nimmt. Quelle: eigene Darstellung.

Die Modellierung des Systems unter Berücksichtigung von Rückkopplungswirkungen führt dazu, dass die Auslenkung einer Variablen nicht nur die Variable selbst sowie ihre Nachfolger, sondern auch durch sämtliche von ihr und ihren Nachfolgern ausgelösten Feedbackprozesse betroffenen Elemente beeinflusst wird. Durch die Rückkopplung üben die Variablen somit bis zu einem unbestimmten Ausmaß Einfluss auf sich selbst aus.

Strunk (2012) verweist darauf, dass selbst einfache Feedbacksysteme zur Selbstorganisation fähig und als „Schlüssel zur Komplexität“ (Strunk, 2012, S. 64) eine bedeutende Voraussetzung für eine chaotische Systemdynamik sind.

3.2.1.3 Gemischtes Feedback

Im vorausgehenden Abschnitt wurde bereits gezeigt, dass Feedback eine wesentliche Voraussetzung für die Entstehung von Chaos ist. Dabei ist es aber durchaus von Bedeutung, dass nicht nur positives oder negatives Feedback, sondern beide Typen von Feedback gemeinsam in einem System vorkommen.

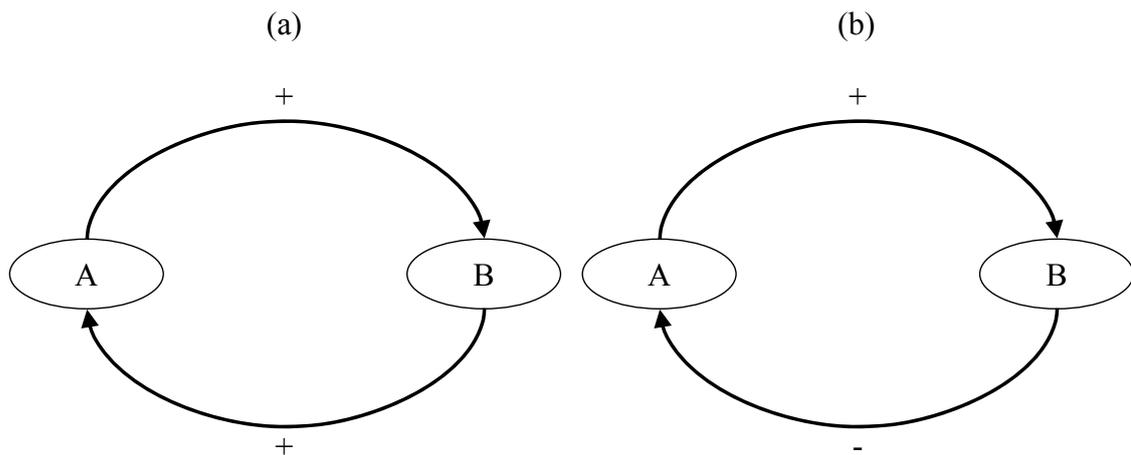


Abbildung 5: Positives und negatives Feedback

Die Abbildung zeigt beispielhaft jeweils ein System mit positivem (a) und negativem (b) Feedback. Jede Beeinflussung einer beliebigen Variablen bewirkt bei positivem Feedback ein autokatalytisches Wachstum, das eine fortwährende Divergenz hervorbringt: Die Erhöhung von A bewirkt eine Zunahme von B, die sich wiederum positiv auf A auswirkt. Systeme mit negativem Feedback neigen im Sinne kybernetischer Regelkreissysteme zur Aufrechterhaltung eines Gleichgewichtszustandes. Wird A erhöht, steigt auch B. Die Zunahme von B wirkt sich allerdings negativ auf A aus. Quelle: eigene Darstellung.

Für ein System, wie es in Abbildung 5 (a) dargestellt wird, lässt sich deutlich erkennen, dass rein positive Rückkopplungsprozesse dazu führen, dass das System förmlich „explodiert“. Die Erhöhung der Variablen A führt zu einer Erhöhung der Variablen B, die sich wiederum positiv auf A auswirkt. Auf diese Weise entsteht ein Prozess der Selbstbeschleunigung, der bewirkt, dass das System einem grenzenlosen Wachstum entgegenstrebt. Abbildung 5 (b) zeigt die homöostatische Tendenz von Systemen mit negativem Feedback zur Aufrechterhaltung eines Gleichgewichtszustands, die an kybernetische Regelkreissysteme erinnern (vgl. Wiener, 1948). Tritt in einem System nur positives oder nur negatives Feedback auf, beschränkt sich das Spektrum der möglichen Systemdynamiken auf triviale Phänomene (Strunk, 2012).

Erst die Kombination der beiden Rückkopplungsarten, die als gemischtes Feedback bezeichnet wird, kann zu einer chaotischen Dynamik führen (an der Heiden & Mackey, 1987). Ein solches System wird beispielhaft in Abbildung 6 dargestellt.

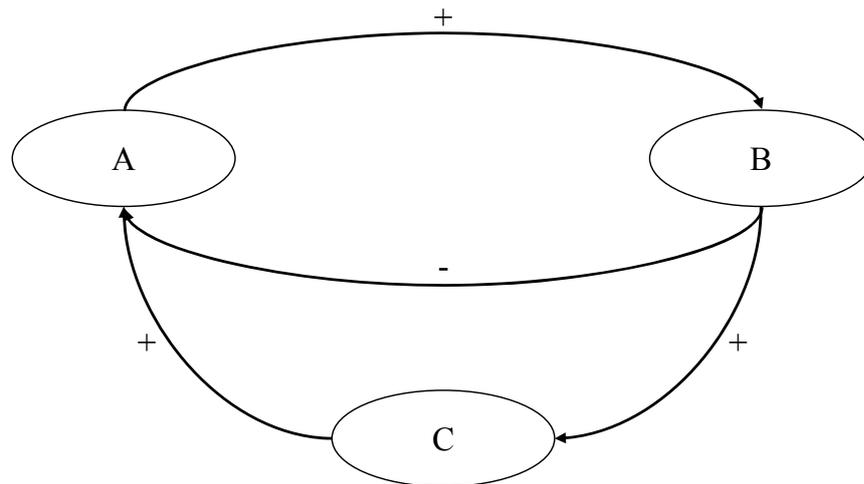


Abbildung 6: Systemmodell mit gemischtem Feedback

Das gezeigte Systemmodell enthält sowohl positives als auch negatives Feedback. Eine Erhöhung von A bewirkt, dass auch B und C steigen. Während allerdings B einen negativen Einfluss auf A ausübt, steigt es durch die positive Verknüpfung mit C. Quelle: eigene Darstellung.

Die sogenannte Bäckertransformation beschreibt, wie gemischtes Feedback zu einer permanenten Ausdehnung mit anschließender Faltung des Systems führt. Namensgebend ist hierbei die Analogie des Bäckers, der beim Backen eines Brotes den Teig durch Auswalzen und Falten knetet.

Vereinfachend wird Abbildung 7 dargeboten, bei der ein unendlich dünner Teig angenommen wird, der die Darstellung des Teiges mit einer Dicke nahe Null als zweidimensionale Strecke erlaubt (vgl. Peitgen et al., 1994, S. 72 ff.).

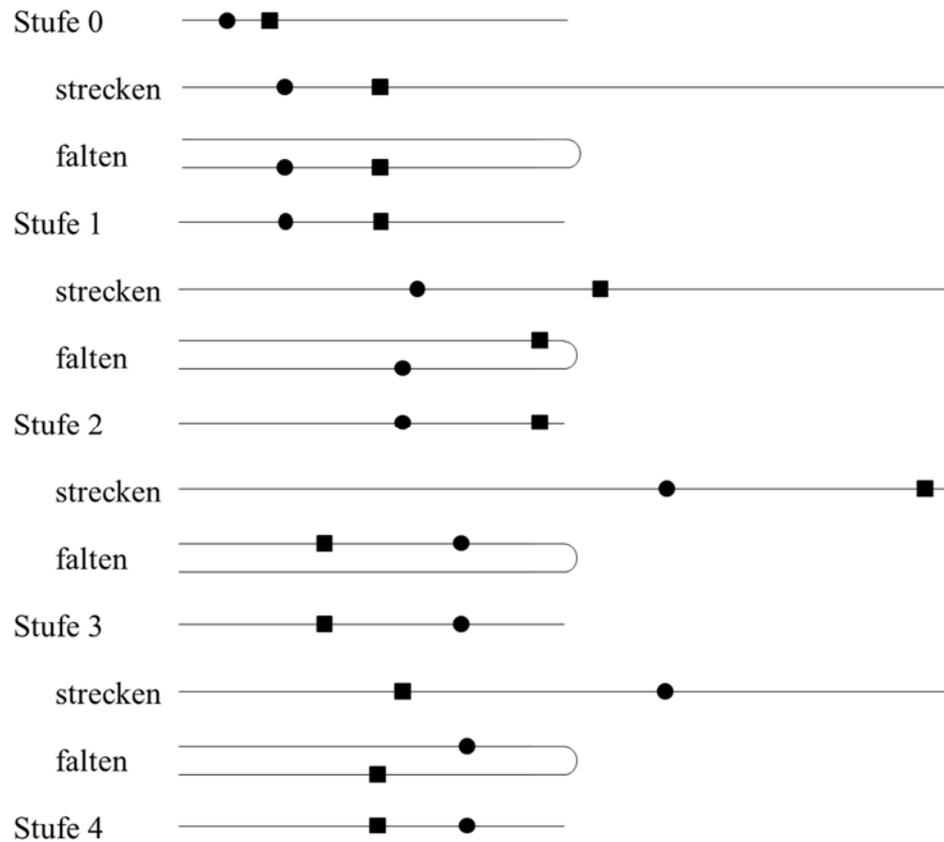


Abbildung 7: Strecken und Falten der Bäcker-Transformation

Zu Anfang der Bäcker-Transformation befinden sich zwei Salzkörner, dargestellt durch einen Punkt und ein Quadrat, nahe beieinander. Die ersten beiden Knetvorgänge, bestehend aus dem Strecken und Falten des Teiges, führen dazu, dass sich die Salzkörner voneinander entfernen. Die beiden darauffolgenden Knetvorgänge bewirken jedoch, dass sich die Partikel wieder aufeinander zu bewegen. Damit versinnbildlicht Abbildung 7 die Divergenz (Strecken) und Konvergenz (Falten) komplexer Systeme. Dort divergieren benachbarte Trajektorien exponentiell, während weit voneinander entfernte Trajektorien konvergieren. Quelle: Peitgen et al., 1994, S. 75.

In dem Teig befinden sich zwei Salzkörner (dargestellt durch den Punkt und das Quadrat), deren Position sich durch das wiederholte Strecken und Falten verlagert: Befinden sich die beiden Körner noch zu Beginn recht nahe beieinander, führt das Ausrollen des Teiges dazu, dass sich der Abstand zwischen den Salzkörnern vergrößert (Stufe 1 und 2). Durch die Faltung des Teiges werden die Salzkörner jedoch wieder näher zueinander gebracht (Stufe 3 und 4).

Ebenso verhalten sich auch chaotische Systeme: Sie sind geprägt von einer fortwährenden Divergenz und Konvergenz, die einerseits dazu führt, dass benachbarte Trajektorien sich exponentiell voneinander entfernen und andererseits weit voneinander entfernte Trajektorien aufeinander zu bewegen (vgl. zum mathematischen Formalismus Nicolis & Prigogine, 1987, S. 271 ff., Schuster, 1994, S. 105 ff.). Dieses charakteristische Verhalten chaotischer Systeme wird in Abbildung 8 veranschaulichend dargestellt.

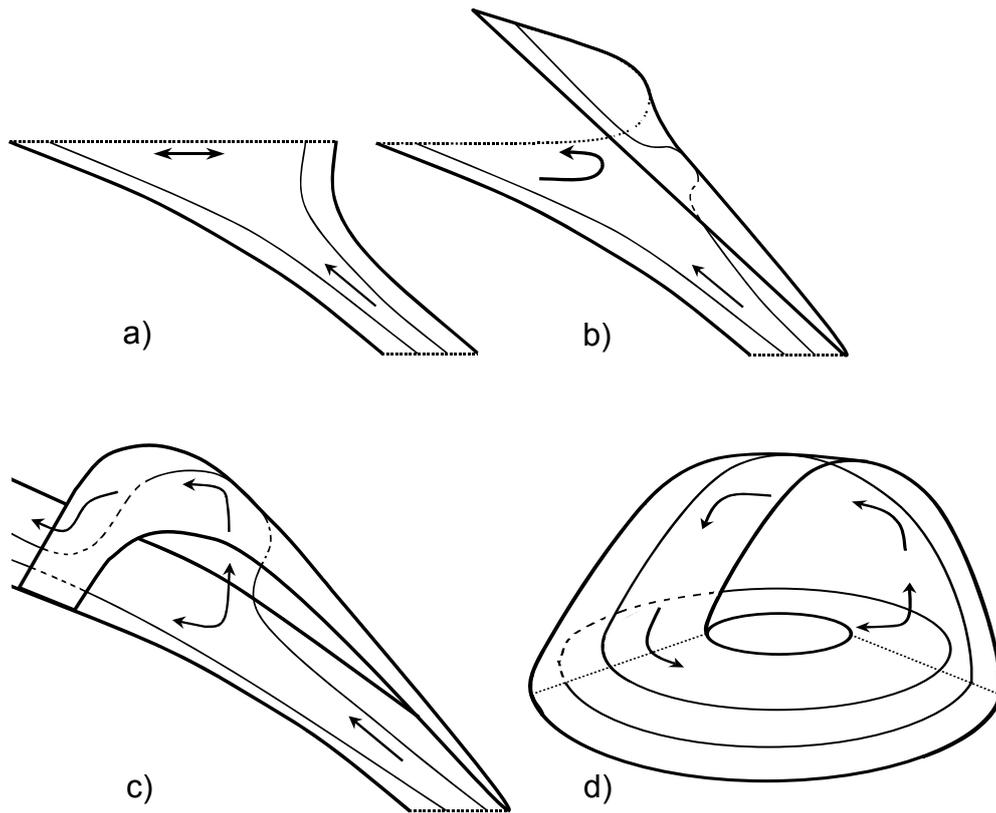


Abbildung 8: Dissipative Bäcker-Transformation in chaotischen Systemen

Während der Bäcker-Transformation werden die in (a) divergierenden Trajektorien in (b) und (c) gefaltet. Daraus entsteht eine Dynamik, bei der Trajektorien wieder in sich zurück laufen (d). Der dargestellte Knetvorgang unterliegt einer permanenten Wiederholung. Quelle: Strunk & Schiepek, 2006, S. 215.

Die in (a) divergierenden Trajektorien werden in (b) und (c) zurückgefaltet. Schließlich laufen die Trajektorien in (d) wieder in sich zurück. Auf diese Weise wird zwar die Größe des Systems begrenzt, komplexe Systeme sind jedoch dadurch gekennzeichnet, dass sich ihre Trajektorien trotzdem niemals schneiden (vgl. zur Eigenschaft der fehlenden Periodizität komplexer Systeme Kapitel 3.4).

3.2.1.4 Nichtlinearität

Um eine chaotische Dynamik hervorbringen zu können, muss ein dissipatives System notwendigerweise über mindestens eine nichtlineare Beziehung zwischen den innerhalb des Systems organisierten Elementen verfügen (Strunk & Schiepek, 2006, S. 99). In linearen Systemen bringen zwei verschiedene Ursachen lediglich eine Überlagerung ihrer Wirkungen mit sich, die jede Ursache für sich auslöst. In nichtlinearen Systemen jedoch kann eine winzige Ursache einen dramatischen Effekt auslösen, bei dem Ursache und Wirkung größenmäßig in keinem Verhältnis mehr zueinander stehen. Die vergleichende Betrachtung einer beispielhaften linearen und nichtlinearen Gesetzmäßigkeit in Abbildung 9 macht diesen Effekt deutlich.

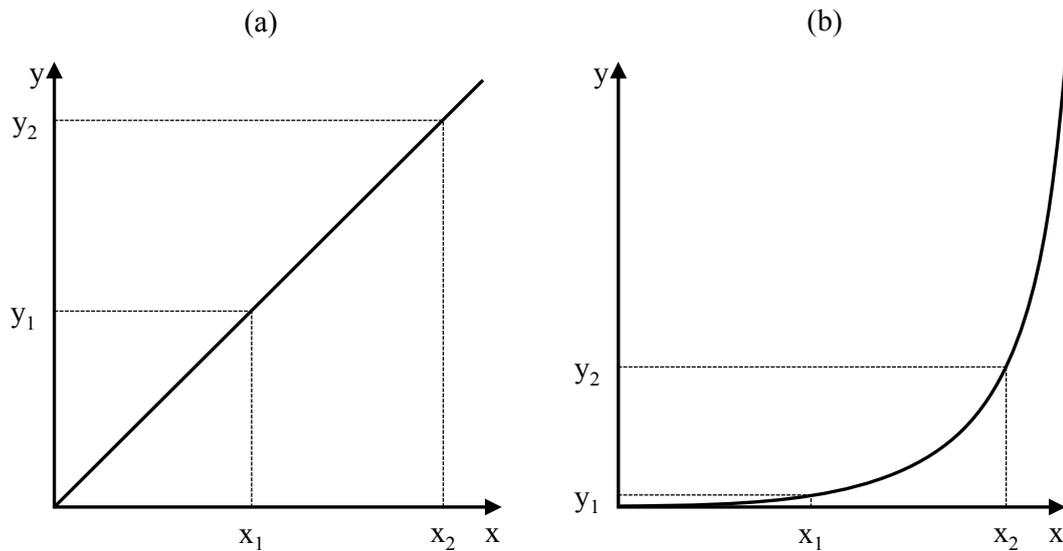


Abbildung 9: Vergleichende Betrachtung von Linearität und Nichtlinearität

Die beispielhafte Gegenüberstellung eines linearen (a) und nichtlinearen (b) Zusammenhangs verdeutlicht die Unverhältnismäßigkeit von Ursache und Wirkung in nichtlinearen Systemen. Bei dem linearen Zusammenhang findet eine proportionale Zunahme von x und y statt. Dies gilt jedoch nicht für die nichtlineare Beziehung: Die Verdopplung des x -Wertes führt zu einer überproportionalen Zunahme von y . Quelle: eigene Darstellung.

In Abbildung 9 (a) führt die Verdopplung von x_1 auf x_2 wegen des linearen Funktionsverlaufs mit einer Steigung von 1 durch den Ursprung des Koordinatensystems zu einer Verdopplung der y -Werte von y_1 auf y_2 . Dies gilt jedoch nicht in Abbildung 9 (b): Resultiert die Erhöhung des x -Wertes auf x_1 in einer relativ geringen Zunahme von y (y_1), bewirkt eine weitere Erhöhung von x im gleichen Maße, also auf x_2 , eine überproportionale Zunahme des y -Wertes auf y_2 . Aus dieser Eigenschaft der Nichtlinearität geht die Sensitivität komplexer Systeme hervor. Kleinste Änderungen in den Anfangsbedingungen des Systems zeigen zunächst nur eine geringe Auswirkung, die nichtlineare Potenzierung dieses Unterschiedes im Zeitverlauf führt jedoch zu den dramatischen Auswirkungen, die die Vorhersagbarkeit eines solchen Systems langfristig unmöglich machen.

Somit verfügen lineare Systeme aufgrund ihres additiven Charakters über die Eigenschaft der Dekomponierbarkeit: Das System kann in seine Bestandteile zerlegt und zusammengesetzt werden, ohne dass Aspekte seiner Dynamik außer Acht gelassen werden (Strunk, 2012, S. 65). Werden Realzusammenhänge als lineare Phänomene behandelt, stellt dies allerdings häufig eine Vereinfachung dar, die ihrer eigentlichen Natur nicht gerecht wird (vgl. Day, 1992, Nicolis & Prigogine, 1987). Auch Strunk (2012, S. 65) verweist darauf, dass sich empirische Systeme nur in sehr seltenen Fällen angemessen als lineare Zusammenhänge darstellen lassen.

3.2.1.5 Anzahl der Systemelemente

Der Satz von Poincaré-Bendixson besagt, dass ein System mindestens drei Freiheitsgrade bzw. voneinander unabhängige Variablen benötigt, um komplexes Verhalten hervorbringen zu können (vgl. Hirsch et al., 1974, Schuster, 1994, S. 103, Strunk & Schiepek, 2006, S. 85). Dieser Zusammenhang wurde zunächst von Henri Poincaré (1892) vermutet und kurze Zeit später von dem schwedischen Mathematiker Ivar Bendixson (1901) bewiesen. Dabei wird ein offenes, aber beschränktes Gebiet D in einer Ebene konstruiert, das statt Gleichgewichtspunkten die Eigenschaft besitzt, dass jede Trajektorie, die innerhalb des Gebietes startet, für alle $t \geq 0$ in D verbleibt (vgl. Argyris, 1994, S. 621). Gelingt der Nachweis, dass die ω -Limesmenge aller Punkte x_0 , die sich auf dem Gebiet D befinden ($x_0 \in D$), keine Punkte auf dem Rand des Gebietes hat, muss die ω -Limesmenge ein periodischer Orbit in Form eines Fixpunkt- oder Grenzzyklus-Attraktors sein (vgl. Kapitel 3.4). Chaotisches Verhalten kann also in einem zweidimensionalen Raum ausgeschlossen werden, da die Teilung der Ebene durch die Trajektorie bewirkt, dass sich das Spektrum möglicher Verhaltensweisen zunehmend verringert (Schuster, 1994, S. 103). Dies gilt jedoch nur für stetige Systeme, sodass iterative Systeme wie das Verhulst-System dieser notwendigen Bedingung nicht bedürfen (Strunk & Schiepek, 2006, S. 100).

Damit zeigt der vorliegende Abschnitt, dass Systeme zur Entstehung von Komplexität keineswegs, wie in vielen Arbeiten vorgeschlagen (vgl. Kapitel 2.4), über eine Vielzahl von Elementen verfügen müssen, die sich stark voneinander unterscheiden. Komplexität entsteht nicht durch die das System konstituierenden Elemente und deren Eigenschaften, sondern erst durch das Zusammenwirken dieser Bestandteile. Mit diesem Verständnis von der Entstehung von Komplexität rückt also die Systemdynamik in den Vordergrund der Betrachtung, während die Systemzusammensetzung an Bedeutung verliert.

3.3 Komplexität und Selbstorganisation

Bisher wurde gezeigt, welche Voraussetzungen notwendig für eine chaotische Systemdynamik sind. Eine solche Dynamik ist jedoch nicht Ergebnis gezielter Planung, sondern organisiert sich typischerweise selbst. Wollen Entscheidungs- und Handlungsträger in komplexen Systemen erfolgreich agieren, ist das Verständnis grundlegender Zusammenhänge der Selbstorganisation und spontanen Ordnungsbildung unabdingbar. Der vorliegende Abschnitt stellt deshalb vor, welche Logik der Entstehung einer solchen Dynamik zugrunde liegt. Ebenso wie die Theorie Dissipativer Strukturen (vgl. Kapitel 3.2.1.1, S. 65 ff.) ist die *Synergetik* (z.B. Haken, 1977, 1990b, Haken & Wunderlin, 1991) dazu in der Lage, Selbstorganisationsprozesse zu erklären und zu beschreiben. Durch ihr theoretisches Rahmenwerk und das dazugehörige Methodeninventar bietet sie jedoch den offeneren Ansatz gegenüber anderen Disziplinen, während die Theorie Dissipativer Strukturen eher auf Zusammenhänge der Chemie beschränkt bleibt (vgl. Strunk & Schiepek, 2006, S. 79). Die Synergetik gilt zudem als die am weitesten entwickelte und umfassendste Selbstorganisationstheorie (vgl. Manteufel, 1995), weshalb sie im Weiteren näher beleuchtet werden soll.

Die Synergetik wurde im Jahr 1969 im Rahmen einer Physik-Vorlesung an der Universität Stuttgart durch Hermann Haken begründet (Haken & Wunderlin, 1991, S. V). Sie gewann rasch an Popularität und fand durch ihren Anspruch auf Multidisziplinarität (Haken, 1988a, S. 163) rasch Zuspruch „renommierter Forscher“ (Haken & Wunderlin, 1991, S. V) auch anderer Disziplinen. So widmete der Springer-Verlag der Synergetik eine eigene Reihe mit dem Titel *Springer Series in Synergetics*, in der inzwischen mehr als 100 Bände erschienen sind.

Ursprünglich versuchte Haken den Laser zu erklären, den er auch heute noch als „Königsweg“ zur Synergetik“ (Haken, 1988a, S. 164) bezeichnet. Merkmal des Lasers ist es, dass angeregte Elektronen Licht auf derselben Wellenlänge aussenden, die im Vergleich zu herkömmlichen Glühlampen deutlich länger ist (vgl. Haken, 1988a, S. 164 ff.). Haken stellte sich die Frage, welcher Prozess dazu führt, dass sich die Elektronen auf eine einzige Wellenlänge verständigen, die in Form des gebündelten Laserstrahls sichtbar wird.

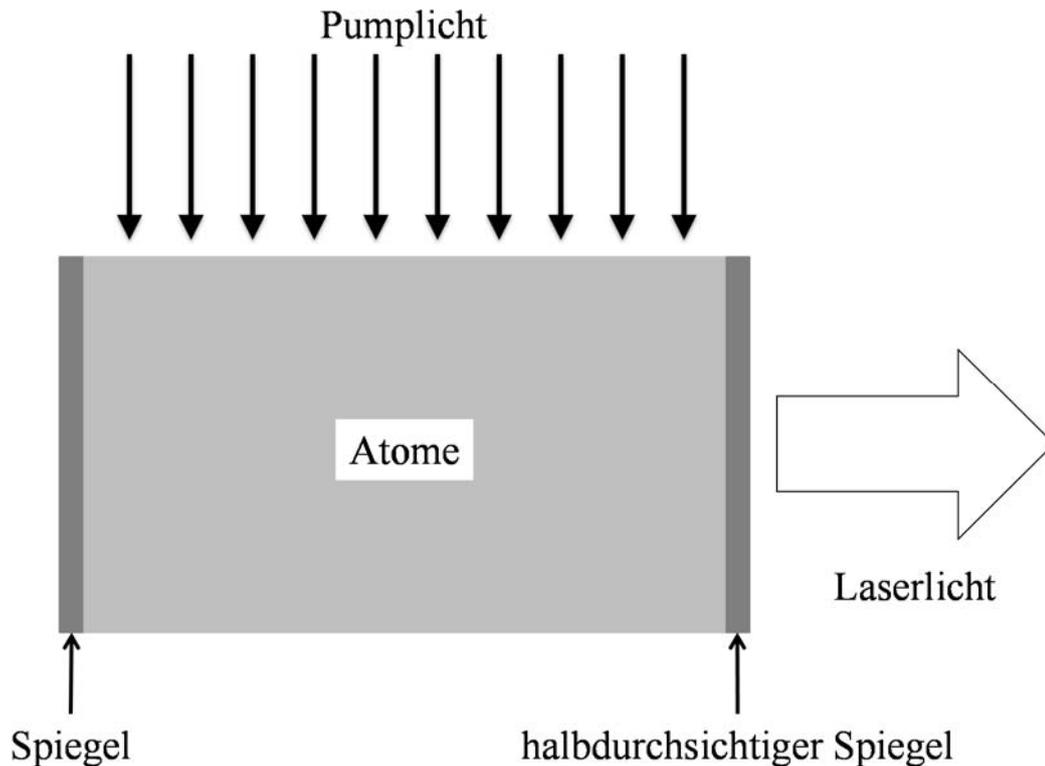


Abbildung 10: Schematischer Aufbau eines Lasers

Im gezeigten Aufbau befindet sich ein Lasermedium zwischen zwei Spiegeln und wird mit Pumplicht versorgt. Die Elektronen der leuchtfähigen Atome des Mediums steigen von der inneren auf die äußere Schale und fallen auf die innere Schale zurück, wobei sie Energie in Form einer Lichtwelle freisetzen. Das entsendete Licht wird durch die seitlich angebrachten Spiegel reflektiert, sodass die Atome beständig angeregt werden, weitere Lichtwellen auszusenden. Ist die Menge des zugeführten Pumplichts groß genug, beginnen die Atome einen einzigen Wellenzug gleicher Länge zu emittieren: Der Laserstrahl entsteht und verlässt schließlich durch den halbdurchsichtigen Spiegel den Laseraufbau. Quelle: in Anlehnung an Haken, 1988a, S. 164.

Abbildung 10 zeigt den schematischen Aufbau eines Lasers, auf dessen Funktionsweise kurz in Anlehnung an Haken (Haken, 1988a, 1988b) eingegangen werden soll. Zunächst wird ein Lasermedium benötigt, bei dem es sich um leuchtfähiges Material, wie z.B. einen Rubinkristall, handelt. Die im Kristall enthaltenen Chrom-Ionen werden durch von außen zugeführtes Pumplicht vom Grundzustand in den angeregten Zustand versetzt. Wenn sich das angeregte Elektron wieder spontan in den Grundzustand zurückbewegt, gibt es die Anregungsenergie des zugeführten Pumplichts an das umgebende Lichtfeld ab. Auf diese Weise bilden sich Lichtwellenzüge unterschiedlicher Länge und Höhe heraus und es entsteht weißes Licht, wie es bereits auch bei einer herkömmlichen Glühbirne zu sehen ist. Ab einer gewissen Anregungsfrequenz zeigt sich ein besonderes Phänomen im Verhalten der Elektronen: Sind im Laser genügend Lichtwellen vorhanden, die zusätzlich durch die seitlich angebrachten Spiegel reflektiert werden und so länger im Laser verbleiben, beginnt ein Prozess, bei dem eine Lichtwelle ein angeregtes Elektron dazu zwingt, die bereits vorhandene Lichtwelle zu verstärken. Bereits zu Anfang des

20. Jahrhunderts beschrieb Einstein (Einstein, 1917) dieses Prinzip, das er als *induzierte Emission* bezeichnete. In der Folge ergeben sich regelrechte „Lichtlawinen“ (Haken, 1988a, S. 165), die zu einer weiteren Eigenverstärkung führen. Bei diesen Lawinen handelt es sich jedoch lediglich um ein Verstärkungsphänomen, die Qualität des Systemverhaltens ändert sich noch nicht.

Haken (1988a, S. 166) beschreibt allerdings, dass mit zunehmender Impulsfrequenz des Pumplichts zur Anregung der Elektronen ein *Darwinismus* stattfindet. Immer häufiger kommt es zur Herausbildung der Lichtlawinen, die auch in ihrer Wellenhöhe zunehmen, sodass die Elektronen in der Energienachlieferung schließlich an ihre Grenzen stoßen. In der Folge ergibt sich ein Konkurrenzkampf zwischen den Lichtlawinen um die zur Verfügung stehenden Energiequellen, aus dem schlussendlich eine Lawine als Sieger hervorgeht. Der Laser erreicht einen neuen Gleichgewichtszustand, da das Wachstum der Lichtlawine zum Stillstand kommt. Auf diese Weise entsteht ein einziger, sehr langer Lichtwellenzug mit nur sehr geringen Schwankungen in seiner Frequenz. Der gebündelte Lichtstrahl tritt schließlich durch den halbdurchsichtigen Spiegel optisch wahrnehmbar aus dem Laser aus.

Haken (1988a, S. 169) stellt zudem fest, dass sich diese selbstorganisierte Form der Ordnungsbildung nicht nur beim Laser, sondern in zahlreichen weiteren Vielteilchensystemen der belebten und unbelebten Natur finden lässt. So verweist er auf die Bénard-Instabilität, bei der ein mit Flüssigkeit gefülltes Gefäß von unten erhitzt wird (vgl. Haken, 1988b). Zu Anfang liegen die Wassermoleküle in zufälliger Verteilung im Behälter vor. Wird dem Gefäß Hitze zugeführt, steigen die warmen Teilchen nach oben. Es wäre anzunehmen, dass die Bewegung der Moleküle ebenfalls in zufälliger Anordnung erfolgt. Stattdessen bilden sich aber ab einer kritischen Temperaturdifferenz zwischen oberer und unterer Oberfläche des Behälters rollenförmige Strukturen oder hexagonale Muster in der Flüssigkeit selbstorganisiert heraus (vgl. Graham, 1973, Haken, 1973, 1975, Schlüter et al., 1965). Bei der Belusov-Zhabotinsky-Reaktion lässt sich die Oszillation einer permanent gerührten Flüssigkeit in Form eines sich wiederholenden Farbwechsels beobachten (Haken, 1988b, S. 226). Die Morphogenese beschreibt, wie durch Musterbildung von Aktivator- und Inhibitor-Molekülen Gene aktiviert werden, die ihrerseits zur Herausbildung z.B. von Streifenmustern bei Zebras führen (Gierer & Meinhardt, 1972, Haken & Olbrich, 1978, Meinhardt & Gierer, 1974, Wolpert, 1969). Sogar die Anordnung der insgesamt etwa 13 Milliarden Galaxien folgt keiner zufälligen Verteilung, sondern weist lokale

Ballungsräume mit riesigen Abständen zwischen diesen Zentren auf (vgl. Peitgen et al., 1994, S. 8).

Eine solche Vielfalt überrascht allerdings angesichts des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik (vgl. Kapitel. 3.2.1.1), nach dem die Unordnung in einem System nur zunehmen kann. Bei den angeführten Beispielen scheint jedoch ein umgekehrter Prozess stattzufinden: Dort befinden sich die beschriebenen Systeme anfangs in einem ungeordneten Zustand und es entstehen spontan geordnete Muster. Deshalb begab sich Haken auf die Suche nach einer allgemeingültigen Beschreibung der Strukturbildung und formulierte das *Versklavungsprinzip* (Haken, 1962, Haken & Sauer mann, 1963), wie es in Abbildung 11 dargestellt wird.

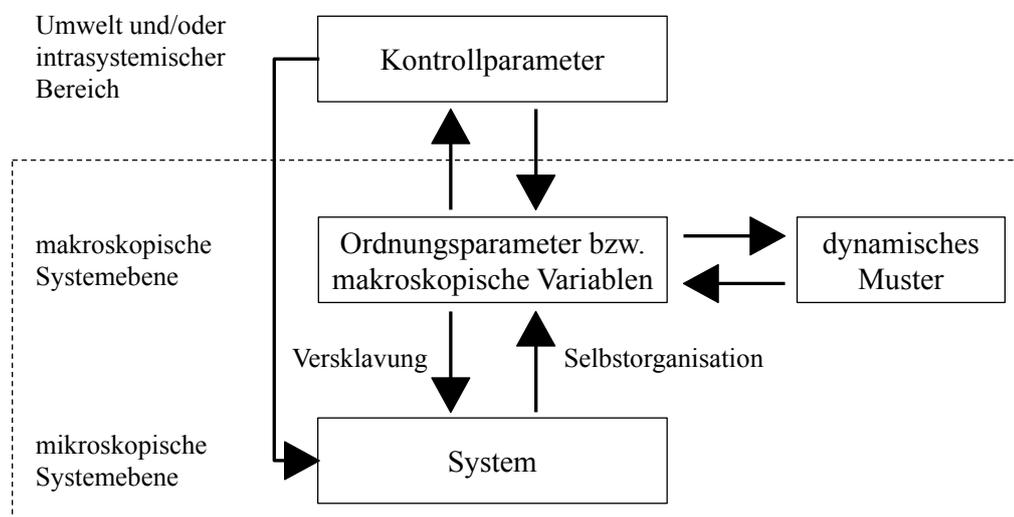


Abbildung 11: Grundmodell der Synergetik

Der Kontrollparameter wirkt unspezifisch auf die Elemente der Mikro- und Makroebene ein. Überschreitet er eine gewisse Schwelle, ändert das System sein Verhalten. Die dabei entstehende, selbstorganisierte Dynamik ist durch das Zusammenwirken der Elemente der Mikroebene ausschließlich auf der Makroebene beobachtbar. Der sich herausbildende Ordnungsparameter beeinflusst die Elemente der Mikroebene, indem er sie seiner Dynamik unterwirft. Dieses Unterwerfen wird im Grundmodell der Synergetik als Versklavung bezeichnet. Quelle: Schiepek & Strunk, 1994, S. 27.

Im diesem *Grundmodell der Synergetik* wird zwischen einer *Mikro-* und einer *Makroebene* unterschieden. Dabei besteht die Mikroebene typischerweise aus vielen Teilchen, deren individuelles Verhalten für BeobachterInnen unbekannt ist. Bei dem Beispiel des Lasers besteht die Mikroebene aus den im Kristall enthaltenen Atomen. Jedoch erst wenn dem System Energie zugeführt wird, ändert sich sein Verhalten. Die Energie wird im Grundmodell der Synergetik im Allgemeinen als *Kontrollparameter* bezeichnet, der zwar einen großen, aber sehr unspezifischen Einfluss auf das System hat. Aus dem Zusammenwirken von Elektronen, die über die Aussendung von Lichtwellen miteinander kommunizieren, entsteht ein *dynamisches Muster*,

das ausschließlich auf der Makroebene sichtbar ist. Es ergibt sich erst aus dem Zusammenspiel der einzelnen Elemente und kann daher nicht an einzelnen Teilchen auf der Mikroebene beobachtet werden. Im Falle des Lasers beginnt schließlich während des von Haken (z.B. Haken, 1988a, 1988b) beschriebenen Darwinismus eine Lichtwelle damit, die anderen Lichtwellen zu dominieren. Da die anderen Lichtwellen in diesem Selektionsprozess der dominanten Lichtwelle anheimfallen und diese somit die Struktur des Systems bestimmt, wird sie als *Ordnungsparameter* bezeichnet, der die anderen Lichtwellen *versklavt*.

Das Beispiel des Lasers zeigt deutlich, wie aus völlig ungeordneten Strukturen durch Selbstorganisationsprozesse Ordnung entsteht. Dieser Prozess wird daher als Unordnungs-Ordnungs-Übergang bezeichnet. Es ist jedoch auch denkbar, dass innerhalb eines Systems bereits eine Ordnung besteht und die Variation des Kontrollparameters dazu führt, dass sich das Systemverhalten qualitativ grundlegend ändert und eine neue Form der Ordnung aufsucht. Dabei handelt es sich um einen sogenannten Ordnungs-Ordnungs-Übergang. Im Rahmen des Ordnungs-Ordnungs-Übergangs, der ebenso wie der Unordnungs-Ordnungs-Übergang als *Phasenübergang* oder *Bifurkation* bezeichnet wird, wird zwischen drei Stadien unterschieden (Strunk & Schiepek, 2006, S. 109), die sich wie in Abbildung 12 veranschaulichen lassen. Im Falle des Unordnungs-Ordnungsübergangs befindet sich das System zunächst naturgemäß nicht in einem Attraktor, sodass der Phasenübergang hier erst in Abbildung 12 (b) ansetzt.

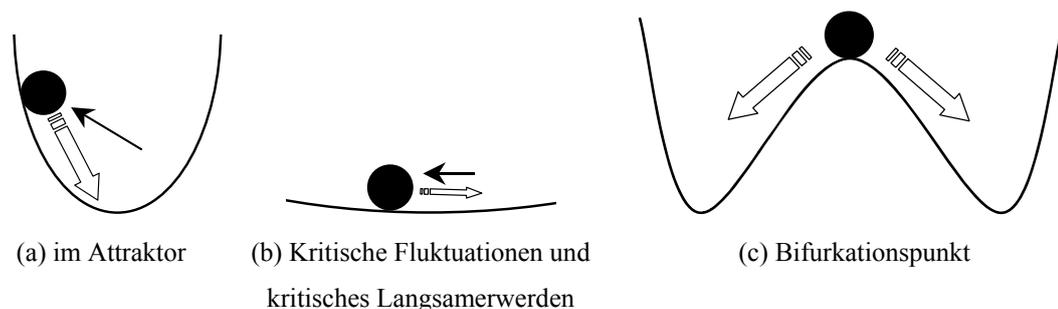


Abbildung 12: Phasen der Potenziellandschaftsveränderung

In Abbildung (a) befindet sich das System im Attraktor (vasenförmige Potenziellandschaft), sodass eine Verstörung lediglich zu einer Auslenkung des Systems, dargestellt als Kugel, führt, die sich sofort in den Tiefpunkt der Potenziellandschaft zurückbegibt. Bei fortwährender Variation des Kontrollparameters verflacht sich die Potenziellandschaft, sodass eine Verstörung des Systems zu einer starken Auslenkung führt, die auch als kritische Fluktuation bezeichnet wird. Wird der Kontrollparameter noch weiter verändert, bildet sich der Repellor in der Potenziellandschaft heraus. An dieser Stelle reicht der kleinste Impuls aus, um das System in einen neuen Attraktor zu bewegen. Quelle: Strunk & Schiepek, 2006, S. 109.

Abbildung 12 (a) zeigt das System, dargestellt als schwarze Kugel in der sogenannten *Potenziellandschaft*, in seinem Ausgangszustand, in dem es bereits eine Ordnung ausgebildet hat. Eine Auslenkung der Kugel führt lediglich dazu, dass sie innerhalb kürzester Zeit in den Tiefpunkt

der Potenziallandschaft zurückrollt. Da dieser Tiefpunkt eine enorme Anziehungskraft auf das System ausübt, wird er auch als *Attraktor* bezeichnet. Eine zunehmende Veränderung des Kontrollparameters kommt jedoch nicht einer Auslenkung der Kugel gleich, sondern bewirkt, dass sich die Wände der Potenziallandschaft verflachen (vgl. Abbildung 12 (b)). Nun führen selbst kleinste Verstörungen zu sehr großen Abweichungen vom üblichen Verhalten des Systems und die Kugel rollt nur sehr langsam wieder zurück in ihren Ausgangspunkt. Daher wird dieses Stadium des Phasenübergangs auch als *kritisches Langsamerwerden* bezeichnet. Schließlich bildet sich im Bifurkationspunkt (c) ein Hügel, der sogenannte *Repellor*, in der Potenziallandschaft heraus, auf dessen Spitze sich das System befindet (vgl. Abbildung 12 (c)). In welchen der beiden Tiefpunkte (*Attraktoren*) sich das System begibt, obliegt dem Zufall und ist daher nur schwierig einzuschätzen (Strunk & Schiepek, 2006, S. 73).

Bei dem Phasenübergang handelt es sich um ein Konzept, das auch im Management eine große Rolle zu spielen scheint. So wurde das Vorliegen von Phasenübergängen beispielsweise im Rahmen von Entscheidungsprozessen in Managementsituationen (vgl. z.B. Rose, 2012, Strunk et al., 2014) oder des Managements im Umgang mit Krisen (vgl. z.B. Liening et al., 2013) empirisch belegt.

3.4 Weitere Eigenschaften komplexer Systeme

Ein klassisches Beispiel der komplexitätswissenschaftlichen Forschung (z.B. Briggs & Peat, 1990, Peitgen et al., 1994, S. 240 ff., Peitgen et al., 1992, S. 47 ff., Schiepek & Strunk, 1994) zur Veranschaulichung chaotischen Systemverhaltens ist die logistische Gleichung, da sie selbst als sehr einfaches System Chaos hervorbringen kann. Sie wurde bereits 1847 von dem Belgier Pierre François Verhulst (1847) vorgeschlagen, um die Entwicklung von Populationen in einem kapazitätsrestringierten Ökosystem zu beschreiben. Die auch als Verhulst-System bekannte logistische Gleichung definiert sich wie nachfolgend dargestellt.

Gleichung 3: Logistische Gleichung

$$x_{n+1} = rx_n(1-x_n)$$

Dabei gilt:

$$0 \leq x \leq 1$$

x = Populationsgröße

r = Lebensbedingungen des Ökosystems

Aus Gleichung 1 lässt sich leicht ablesen, dass sich die Populationsgröße der nächsten Periode in Abhängigkeit von der Populationsgröße der aktuellen Periode und den als konstant angenommenen Lebensbedingungen ergibt. Ein Wert von $x=0$ bedeutet also, dass die Population ausgestorben ist. Gleiches gilt für $x=1$, da eine Population von 100% bewirkt, dass die im Ökosystem vorhandenen Ressourcen vollständig aufgebraucht werden. Die Lebensbedingungen hingegen geben Aufschluss über die Fruchtbarkeit des Ökosystems, wobei niedrige Werte für schlechte und hohe Werte für besonders gute Lebensbedingungen stehen. Die logistische Gleichung wurde beispielsweise auch im Rahmen der Untersuchung der Dynamik von Unternehmen auf begrenzten Märkten (z.B. bei Liening, 1998), Planbarkeit von Organisationen (Gordon & Greenspan, 1994) oder etwa der *Population Ecology of Organizations* (Hannan & Freeman, 1977, 1989) eingesetzt. Obwohl es sich bei der logistischen Gleichung um ein sehr einfaches System handelt, zeigt sich für gewisse Werte des Parameters r eine hochkomplexe Dynamik in der Populationsentwicklung. Für niedrige Werte ergibt sich eine leicht vorhersehbare Entwicklung, da sich das System unabhängig von dem gewählten Startwert x_0 immer wieder in sein Gleichgewicht zurückbewegt. Für $r=2,8$ und $x_0=0,6$ erreicht das System, unter Berücksichtigung von vier Nachkommastellen, bereits nach 34 Iterationsschritten seinen Gleichgewichtszustand von $x \approx 0,64$ (vgl. Abbildung 13(a)).

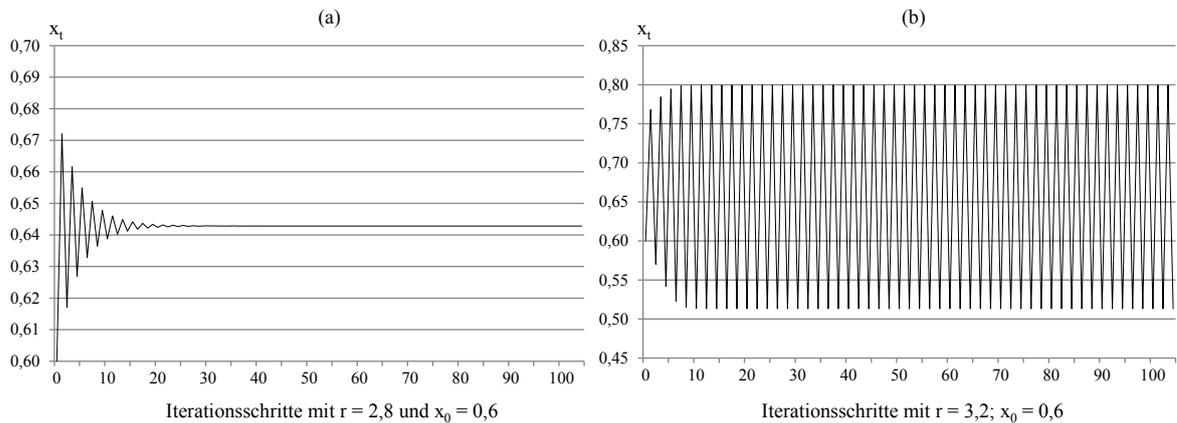


Abbildung 13: Iterierte logistische Gleichung

In (a) wird gezeigt, wie sich das System nach 34 Iterationsschritten bei dem Gleichgewichtszustand von $x \approx 0,64$ einpendelt. In (b) wird dieser Zustand bereits nach 14 Iterationen erreicht, das System schwankt dabei jedoch zwischen zwei Werten. Für beide Parametrisierungen gilt jedoch, dass sich eine Verstörung des Systems nur kurzfristig bemerkbar macht, da es sich wieder in das zuvor erreichte Gleichgewicht zurückbegibt. Quelle: eigene Darstellung.

Jede weitere Verstörung, z.B. durch eine Naturkatastrophe, führt lediglich zu einer vorübergehenden Abweichung der Populationsgröße von ihrem Gleichgewicht. Unmittelbar darauf bewegt sie sich wieder auf den ursprünglichen Wert von $x \approx 0,64$ zu. Werden allerdings Lebensbedingungen in Höhe von $r=3,2$ angenommen, zeigt sich bereits ein anderes Bild (vgl. Abbildung 13 (b)). Der Gleichgewichtszustand wird in diesem Fall nach nur 14 Iterationsschritten erreicht, äußert sich aber in der Oszillation zwischen den Werten $x \approx 0,51$ und $x \approx 0,80$. Grundlegend ändert sich die Populationsdynamik, wenn die Lebensbedingungen z.B. auf den Wert von $r=3,99$ erhöht werden (vgl. Abbildung 14 (a) und (b)). Nun wird kein Gleichgewicht in Form eines bestimmten Wertes oder der Schwingung zwischen mehreren Werten erreicht. Kurzfristig mag es im Angesicht einer solch chaotischen Systemdynamik möglich sein, eine Einschätzung der zukünftigen Entwicklung abzugeben. Auf lange Sicht jedoch müssen zum Systemstart erstellte Prognosen zwangsläufig scheitern. Abbildung 14 (a) zeigt 100 Iterationsschritte für den Startwert $x_0=0,600000000000$ und Abbildung 14 (b) die analogen Berechnungen für $x_0=0,600000000001$. Aus Abbildung 14 (c) kann der Prognosefehler entnommen werden, der sich als Differenz der beiden Berechnungen ergibt.

Die sehr nah beieinander liegenden Startwerte führen dazu, dass sich die Dynamik während der ersten Iterationsschritte stark zu ähneln scheint. Korrespondierend fällt die Höhe des Prognosefehlers über annähernd 30 Iterationen verschwindend gering aus. Das Einsetzen der Populationsgröße der aktuellen Periode zur Berechnung der Populationsgröße der darauffolgenden Periode führt dazu, dass sich die zunächst minimalen Abweichungen mit der Zeit exponentiell aufschaukeln und es nicht allmählich, sondern ganz plötzlich nicht mehr möglich ist, aus der

Kenntnis des Anfangszustandes das Verhalten des Systems vorherzusagen. Die abschnittsweise Annäherung des Prognosefehlers an Null (z.B. nach 83 Iterationsschritten) ist rein zufällig.

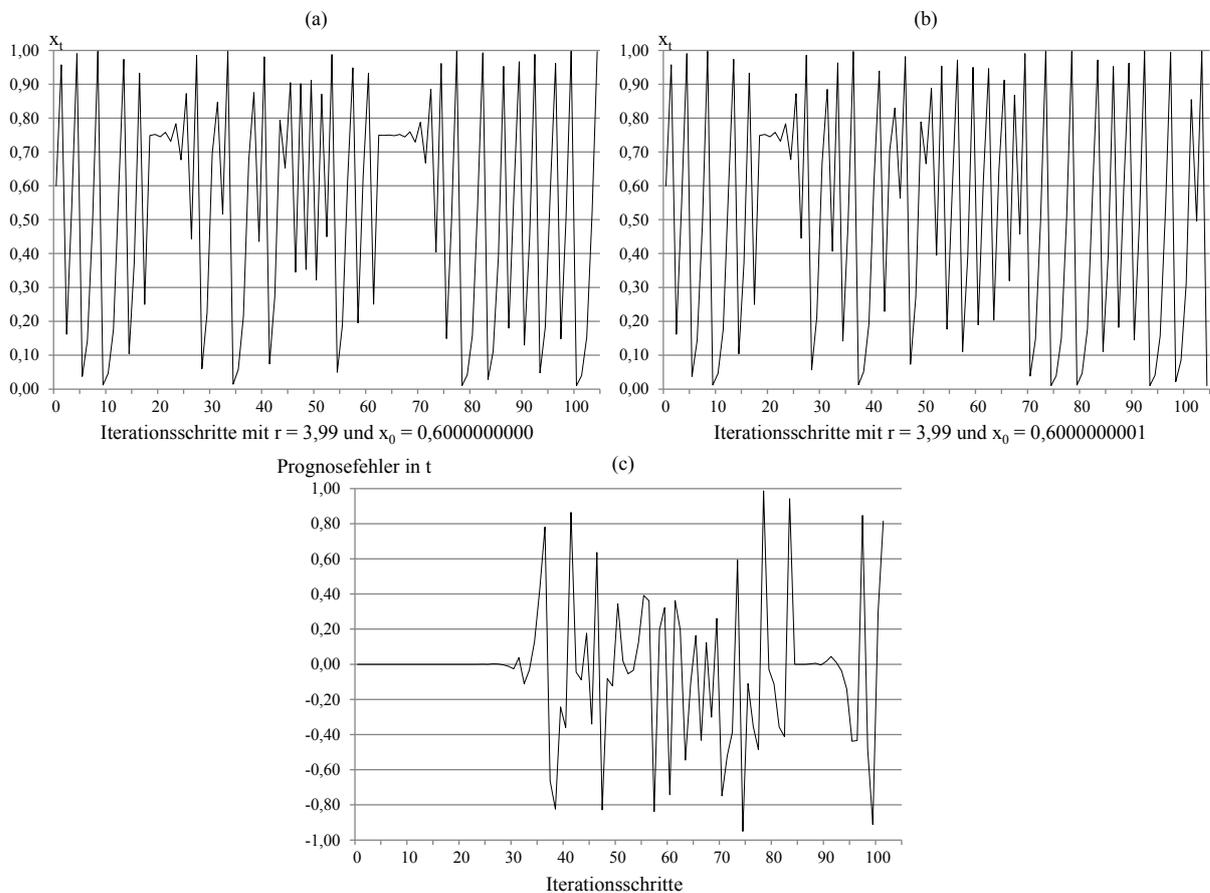


Abbildung 14: Prognosefehler durch Iteration der logistischen Gleichung

Die Abbildungen (a) und (b) zeigen die Verhulst-Gleichung für nahezu identische Startwerte. Aus Abbildung (c) lässt sich ablesen, dass der infinitesimale Unterschied in den Startbedingungen während der ersten 25 Iterationen zu einer beinahe vollständig identischen Prognose des Systemverhaltens führt. Nach etwa 30 Iterationsschritten nimmt der Prognosefehler jedoch rapide zu und zeigt, dass eine zutreffende Vorhersage des Systemverhaltens nur schwerlich gelingen kann. Quelle: eigene Darstellung.

Die von Strunk (2012, S. 48 ff.) zusammengestellten Eigenschaften komplexer Systeme werden im Folgenden unter Zuhilfenahme der logistischen Gleichung veranschaulicht. Sie lauten wie folgt:

- Fehlende Periodizität
- Ordnung im Attraktor
- Fraktale Strukturen
- Schmetterlingseffekt
- Phasenübergang

Im Verhulst-System ergibt sich für verschiedene Parameterwerte r eine jeweils andere Dynamik. Es hat sich gezeigt, dass das System für niedrige Werte dazu neigt, Verstörungen auszugleichen und auf einen bestimmten Punkt hin zu konvergieren. Bei einem Wert von $x=3,2$ ändert sich jedoch dieses Verhalten: Nun wechseln sich jeweils zwei Werte ab, zwischen denen das System oszilliert. Dieses Verhalten wird auch als *Periodizität* bezeichnet. In komplexen Systemen ist eine solche Periodizität nicht vorzufinden. Dies gilt für die logistische Gleichung ebenfalls ab Parameterwerten von $r \geq 3,569946...$ (vgl. Schuster, 1994, S. 20): Nun wiederholt sich kein einziger der berechneten x -Werte, unabhängig von der Zahl der durchgeführten Berechnungsschritte. Diese Eigenschaft wird von Peitgen (1994) auch als *Mischen* bezeichnet, die der Autor pragmatisch mit „Man kommt von überall nach überall“ (Peitgen et al., 1994, S. 52) umschreibt. Damit ist gemeint, dass sich keiner der eingenommenen Systemzustände exakt wiederholt, und zwar unabhängig davon, welche Startwerte für die Berechnungen gewählt werden.

Durch die Abwesenheit jeglicher Periodizität könnte der Eindruck entstehen, dass komplexes Systemverhalten völlig unvorhersagbar ist. Die Ausführungen in Kapitel 3.1 haben jedoch bereits gezeigt, dass sich deterministisches Chaos vom Zufall dadurch unterscheidet, dass es aus den Eigenschaften des Systems selbst hervorgeht (also im Falle des Verhulst-Systems aus der logistischen Gleichung). Diese Ordnung zeigt sich in Form des *Attraktors*, entlang dessen sich die Systemdynamik bewegt. Der Attraktor für die Verhulst-Gleichung wird in Abbildung 15 dargestellt.

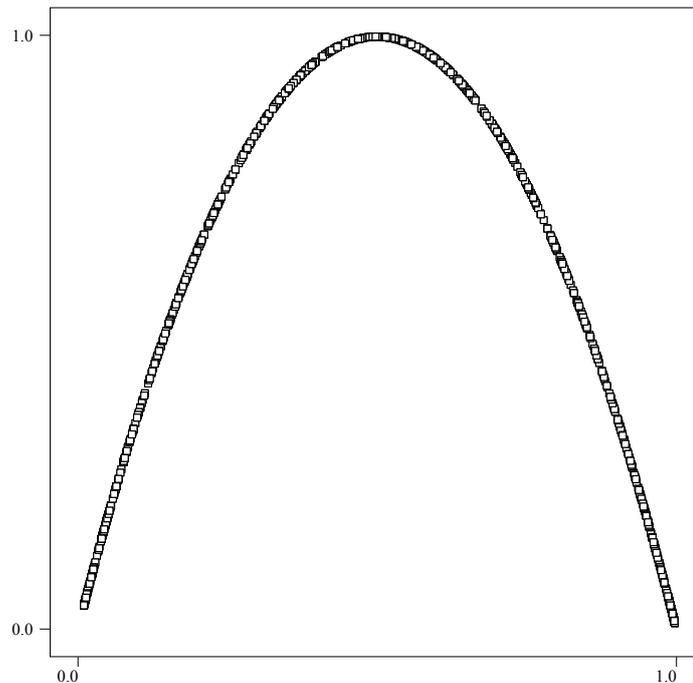


Abbildung 15: Attraktor der logistischen Gleichung

Zur Darstellung des Attraktors der logistischen Gleichung wird der x -Wert in Periode t gegen den x -Wert in Periode $t+1$ abgetragen. Die Ordnung innerhalb des Chaos wird daran deutlich, dass sich das System entlang einer umgekehrten Parabelform entwickelt. Die Dynamik ist dennoch nicht vorhersagbar, da die Reihenfolge der aufgesuchten Zustände keiner ersichtlichen Ordnung folgt. Quelle: Strunk, 2004, S. 114, erstellt mit GChaos Version 28.0.

Abbildung 15 zeigt, welches Verhalten dem betrachteten Verhulst-System zugrunde liegt. Dazu werden die x -Werte zum Zeitpunkt t gegen die x -Werte zum Zeitpunkt $t+1$ abgetragen. Es lässt sich ablesen, von welchem Ausgangspunkt sich das System in welchen Zustand bewegt. Dabei fällt auf, dass die Werte keinesfalls einer zufälligen Verteilung folgen, sondern dass die nach unten geöffnete Parabel ein sehr deutliches Muster darstellt.

In der Literatur (Argyris, 1994, Peitgen et al., 1994, Schuster, 1994, Strunk, 2012, Strunk & Schiepek, 2006) werden in Abhängigkeit von der Chaotizität des Systems unterschiedliche Arten von Attraktoren unterschieden (vgl. für eine Übersicht Strunk & Schiepek, 2006, S. 85). Systeme, die nur über einen Freiheitsgrad verfügen, können ausschließlich einen *Fixpunkt-Attraktor* aufweisen. Dass sich Systeme mit nur zwei Freiheitsgraden entlang des *Grenzyklus* entwickeln, wurde bereits in Kapitel 3.2.1.5 gezeigt. Bei drei Freiheitsgraden kann der Attraktor ein *Torus* oder sogenannter *seltamer Attraktor* sein. Im Falle des *periodischen Torus* geht das System ab einem gewissen Zeitpunkt wieder in sich selbst über, sodass Start- und Endpunkt einander entsprechen. Trifft dies auf einen Torus nicht zu, handelt es sich um einen *quasiperiodischen Torus*. Die Systemzustände des quasiperiodischen Torus werden gegen sich selbst verschoben, sodass sich Start- und Endpunkt voneinander unterscheiden, die Dynamik selbst

ändert sich jedoch nicht. Daher sind Systeme, die einen solchen Attraktor aufweisen, relativ leicht vorhersagbar. Erst das Fehlen jeglicher Periodizität bei mindestens drei Freiheitsgraden bewirkt, dass zumindest niedrigdimensionales Chaos in Form eines seltsamen Attraktors beobachtet werden kann. Da sich im seltsamen Attraktor kein einziger der Zustände wiederholt, die das System einnimmt, kann in Verbindung mit der Sensitivität für kleinste Verstörungen in solchen Systemen keine langfristige Vorhersage mehr getroffen werden (Argyris, 1994, S. 143). Der deterministische Charakter komplexer Systeme zeigt sich dennoch anhand der deutlich sichtbaren Ordnung, die sich durch den Attraktor darstellen lässt (vgl. z.B. Abbildung 15, S. 85).

Chaotische Systeme unterscheiden sich vom Zufall auch in Hinsicht auf die Zustände, die das System einnimmt. Verteilen sich diese gleichmäßig auf den gesamten Phasenraum, unterliegen sie einer zufälligen Dynamik. Chaotische Systeme suchen bestimmte Wertebereiche jedoch häufiger auf als andere. Eine dabei typischerweise zu beobachtende, komplex gebrochene geometrische Form, die in der *Theorie der Fraktalen Geometrie* (Mandelbrot, 1963b, 1963a, 1977) als *Fraktal* bezeichnet wird, ist in Abbildung 16 dargestellt.

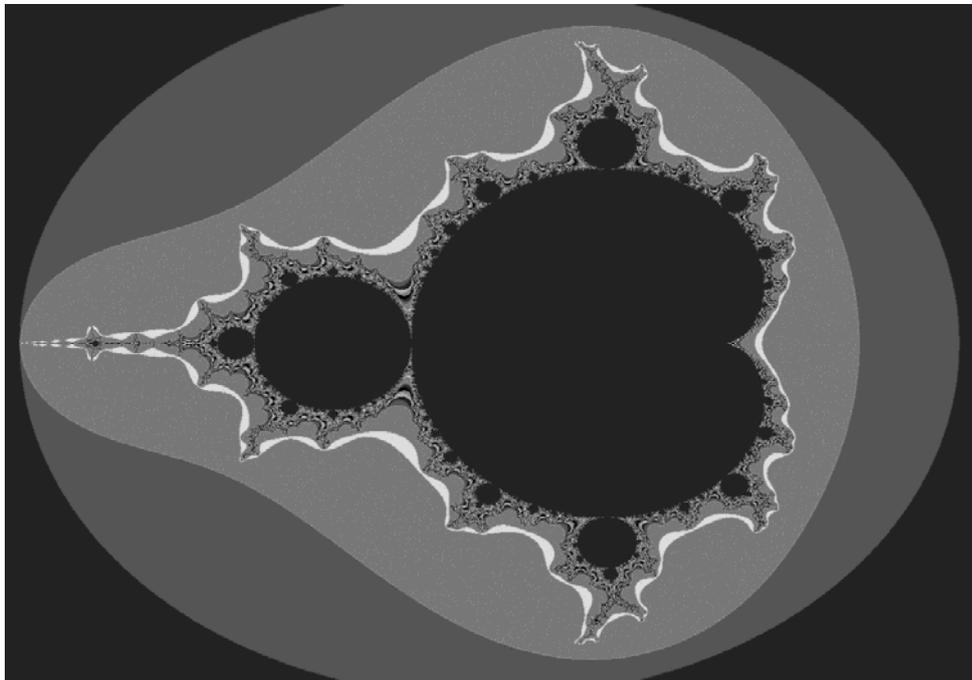


Abbildung 16: Ausschnitt der Mandelbrot-Menge

Der gezeigte Ausschnitt der Mandelbrotmenge, der wegen seiner Form auch als Apfelmännchen bezeichnet wird, zählt zu den bekanntesten Fraktalen. Die Gefangenmenge ist weiß, die Fluchtmenge in unterschiedlichen Schattierungen eingefärbt. Quelle: Strunk & Schiepek, 2006, S. 238, erstellt mit Fractint Version 20.04p14.

Abbildung 16 zeigt einen Ausschnitt der sogenannten Mandelbrotmenge, ein durch Iteration erzeugtes Fraktal. Der Unterschied zu einer Gleichverteilung, wie sie bei zufälligem Verhalten vorzufinden wäre, ist auffällig: Statt eines homogenen, grauen Bildes, bei dem jeder Wertebereich exakt gleich häufig aufgesucht wird, zeigt sich eine komplexe Struktur, die ganz eindeutig bestimmte Wertebereiche häufiger aufsucht als andere. Dabei wird die sogenannte *Gefangenmenge*, also der Bereich, der nach einer bestimmten Anzahl von Iterationsschritten nicht oder nur geringfügig divergiert, weiß eingefärbt. Die *Fluchtmenge* visualisiert hingegen denjenigen Bereich, bei dem die Werte stark divergieren, wobei die Schattierung abhängig von der Ausprägung der Divergenz erfolgt.

In Kapitel 2 wird dargelegt, dass der Schmetterlingseffekt das Leitprinzip der Chaostheorie zu sein scheint. Schon Maxwell (1920/1877, S. 13) analysiert die Verletzung von üblicherweise angenommenen Gesetzmäßigkeiten von Ursache und Wirkung und begründet damit die Unterscheidung zwischen einem Gesetz der schwachen und starken Kausalität. Das Gesetz der schwachen Kausalität besagt, dass gleiche Ursachen stets zu gleichen Wirkungen führen. Vor dem Hintergrund der Unschärferelation (vgl. Kapitel 2), die Heisenberg erst 50 Jahre später beschreibt, erscheint seine Anmerkung besonders bedeutsam:

There is a maxim which I so often quoted, that „the same causes will always produce the same effects.“ To make this maxim intelligible we must define what we mean by the same causes and the same effects, since it is manifest that no event ever happens more than once, so that the causes and effects cannot be the same in all respects. (Maxwell, 1920/1877, S. 13)

Es erscheint intuitiv logisch, dass exakt gleiche Ursachen exakt gleiche Wirkungen auslösen. Das angeführte Zitat macht aber gerade vor dem Hintergrund der Heisenbergschen Unschärferelation (Heisenberg, 1927) deutlich, dass es keine exakt gleichen Ursachen gibt. Deshalb ist das Gesetz starker Kausalität von weit größerer Bedeutung. Dieses besagt, dass ähnliche Ursachen zu ähnlichen Wirkungen führen. In komplexen Systemen gilt aufgrund der Sensitivität für die Anfangsbedingungen weder das Gesetz der schwachen noch der starken Kausalität. Maxwell (1920/1877) fasst es wie folgt treffend zusammen:

There is another maxim which must not be confounded with that quoted at the beginning of this article, which asserts „That like causes produce like effects.“ This is

only true when small variations in the initial circumstances produce only small variations in the final state of the system. In a great many physical phenomena this condition is satisfied; but there are other cases in which a small initial variation may produce a very great change in the final state of the system, as when the displacement of the „points“ causes a railway train to run into another instead of keeping its proper course. (S. 13)

Maxwells Formulierung geht Hand in Hand mit Poincaré (1914), der für gewisse Systeme ebenfalls die Diagnose einer sensiblen Abhängigkeit von den Anfangsbedingungen stellt. Im Zeitverlauf potenzieren sich die Unterschiede in den Anfangsbedingungen wegen der nichtlinearen Beziehung(en) innerhalb des Systems und machen schlagartig Vorhersagen unmöglich. Zudem wird in der Synergetik im Rahmen des Phasenübergangs beschrieben, wie infinitesimale Änderungen des Kontrollparameters zu einer völlig neuen Qualität des Systemverhaltens führen (vgl. Kapitel 3.3, S. 79). Dieses Phänomen lässt sich auch bei der Iteration der logistischen Gleichung beobachten: Die Verbesserung der Lebensbedingungen des Ökosystems auf $r \geq 3,569946...$ führt dazu, dass sich das System unmittelbar aperiodisch verhält und eine chaotische Dynamik zu Tage tritt.

3.5 Implikationen für das Management komplexer Systeme

In Kapitel 2.3 wurden bereits einige Arbeiten thematisiert, die Schmetterlingseffekt und Selbstorganisation als Leitprinzipien der komplexitätswissenschaftlichen Forschung auf das Management übertragen. Dort wurden aber ausschließlich diejenigen Managementimplikationen beschrieben, die auf der Basis eines unzureichenden komplexitätswissenschaftlichen Fundaments hergeleitet wurden. Da die verbleibenden Arbeiten zum Management des Schmetterlingseffekts und der Selbstorganisation, die den Bezug zu dieser theoretischen Basis herstellen, einer Auseinandersetzung mit den entsprechenden Begrifflichkeiten und Zusammenhängen bedürfen, werden diese erst an dieser Stelle behandelt. In den vorausgehenden Abschnitten des Kapitels 3 wurde der entsprechende Grundstein gelegt, sodass nun die Behandlung der erwähnten Managementimplikationen nachgeholt werden kann. Zunächst wird mit den Managementempfehlungen begonnen, die sich auf der Grundlage des Schmetterlingseffekts ergeben. So beschreiben Gordon und Greenspan (1994) das scheinbar plötzliche Eintreten des Schmetterlingseffekts folgendermaßen:

In fact nothing unusual happened external to the system; the bizarre behavior came from within the system itself. Therefore we must, in the future, search the internal dynamics of systems as well as the changing external environment for clues about the behavior. (S. 51)

Richtigerweise führen die Autoren das Systemverhalten nicht etwa auf externe Effekte, die in unplanbarer Weise auf das System einwirken, sondern auf den Charakter der internen Dynamik selbst zurück. Deshalb schlagen Gordon und Greenspan (1994) vor, nichtlineare Modelle zur Identifikation stabiler Parameterwerte zu identifizieren und Organisationen innerhalb dieses Spektrums zu halten:

Second, nonlinear models of social systems [...] can be used to find conditions that drive the systems they simulate into oscillatory or chaotic states. Then, using the model, policies can be found that move the system back toward stability or some other desired state of behavior. (S. 51)

Folgt man Gordon und Greenspan (1994), ist es in einem ersten Schritt notwendig, durch den Einsatz nichtlinearer Statistik relevante Kontrollparameter für die jeweilige Organisation zu

identifizieren, da sich diese von Organisation zu Organisation unterscheiden können. Diese statistischen Modelle können anschließend genutzt werden, um stabile Bereiche der Kontrollparameter kenntlich zu machen. Es bedarf also zuvorderst weiterer Forschung, die sich der Identifikation organisationsspezifischer Einflussfaktoren widmet. Darüber hinaus ist es fraglich, ob die in diesem Rahmen erarbeiteten Parameter im Einflussbereich der jeweiligen Organisation liegen. Darüber hinaus hat Kapitel 3 gezeigt, dass Kontrollparameter spezifisch für das betrachtete System (die Organisation) sind, sodass die separate Analyse jeder einzelnen Organisation mit Hilfe nichtlinearer Statistik erforderlich wird. Letztlich geht aus dieser Spezifität sicherlich auch ein erheblicher Forschungsaufwand in Verbindung mit entsprechenden Kosten hervor.

An dieser Stelle schlagen einige weitere Arbeiten vor, die Organisationsdynamik durch die gezielte, kontextabhängige Schaffung von Stabilität und Instabilität durch das Management wunschgemäß zu gestalten (Houchin & MacLean, 2005, Kopel, 1996, Lichtenstein & Plowman, 2009, Maul, 1993, Nicholls-Nixon, 2005, Nonaka, 1988, Shaw, 1997, Smith & Paquette, 2010). Sieht es das Management als erforderlich an, Transformationsprozesse im Sinne des Phasenübergangs einzuleiten, sollte es gezielt die Organisation destabilisieren. Dagegen sollte es die Organisation stabilisieren, wenn keine Change-Prozesse notwendig sind. Dabei wird aber einerseits nicht klar, zu welchem Zeitpunkt stabilisiert bzw. destabilisiert werden sollte. Ohne Kenntnis über den notwendigen Umfang und den genauen Zeitpunkt des Einwirkens auf Kontrollparameter durch das Management erscheint es schwierig, einen Change-Prozess in gewünschter Qualität und zur richtigen Zeit herbeizuführen. Andererseits zeigte sich in Kapitel 3 der vorliegenden Arbeit, dass Kontrollparameter zwar spezifisch für die jeweilige Organisation sind, dass ihr Einfluss aber unspezifisch ist. Damit ist nicht auszuschließen, dass Phasenübergänge gezielt herbeigeführt werden können. Das Ergebnis der Transformation muss allerdings keineswegs die beabsichtigte Wirkung zeigen. Ferner stellt sich auch an dieser Stelle die Frage, ob und in welchem Umfang das Management überhaupt Einfluss auf entsprechende Parameter nehmen kann.

Aus den Vorschlägen anderer AutorInnen zum Umgang mit dem Schmetterlingseffekt wird ersichtlich, dass es nicht einfach ist, konkrete Maßnahmen zu benennen, die in der Managementpraxis unter rechtfertigbarem Mitteleinsatz durchführbar sind. Daraus erwächst die Einsicht, dass es einfacher, von der Organisationform, ihrer Branche und ihren MitarbeiterInnen unabhängiger Mittel bedarf. Vor dem Hintergrund dieser Zielsetzung fand in Kapitel 3 zunächst

die Festlegung des Komplexitätsbegriffs auf eine objektive und operationalisierbare Beschreibung statt, die Komplexität mit deterministischem Chaos gleichsetzt. Mit der gewählten Definition imitiert Komplexität bzw. Chaos den Zufall, indem es zumindest langfristig unvorhersagbar bleibt, geht aber durch seinen deterministischen Charakter aus den Eigenschaften des Systems selbst hervor. Der dabei regelmäßig zu beobachtende Schmetterlingseffekt bedingt die scheinbare Entkopplung von Ursache und Wirkung komplexer Systeme in der mittleren und langen Frist. Zwar können chaotische Systeme vom Zufall insofern unterschieden werden, als dass ihre Dynamik aus den Eigenschaften des Systems und dem Zusammenwirken seiner Bestandteile hervorgeht. Dennoch stehen Ursache und Wirkung in chaotischen Systemen in keinem engen Zusammenhang. Aus dieser Eigenschaft folgt Implikation I für das Management einer komplexen Dynamik.

Implikation I: Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen

Problemlösungen folgen im Management oftmals einem Ablaufschema, dem eine detaillierte Ursachenforschung vorangestellt wird. Basierend auf der Erkenntnis über die Problemursache werden anschließend Maßnahmen abgeleitet, die den gewünschten Zustand durch Aufhebung des verursachenden Faktors herbeiführen sollen. Wenn allerdings der Schmetterlingseffekt seine Wirkung entfaltet, mündet eine auf Ursachenforschung aufbauende Problemlösung mit großer Wahrscheinlichkeit nicht in dem gewünschten Effekt, sondern wird voraussichtlich nicht einmal annähernd zum Erfolg führen (ähnliche Ursachen bedingen nicht ähnliche Wirkungen). Andersherum formuliert ist es in komplexen Systemen oft nicht sinnvoll, die Ursache für das Bestehen eines Problems zu suchen. Die Rückverfolgung der Fehlerpotenzierung des Schmetterlingseffekts ist schlichtweg nicht möglich, da hierfür bereits mikroskopische Abweichungen in das Kalkül des Problemlösers miteinbezogen werden müssen. Für das Management ist es im Falle einer chaotischen Dynamik daher von großer Bedeutung, sich vom Denken und Problemlösen durch die Verknüpfung von Ursache und Wirkung zu verabschieden.

In Hinblick auf die Nutzung unternehmerischer Selbstorganisationspotenziale ist insbesondere auf Warneckes (1993) *Fraktales Unternehmen* zu verweisen. Gleichwohl auch dort nicht de-

terministisches Chaos im Mittelpunkt der Betrachtung steht, bietet es einen der differenziertesten Ansätze, um chaotischen Prozessen in Organisationen zu begegnen. Unter einem Fraktal versteht Warnecke (1993) im Unternehmenskontext Arbeitsgruppen, die jeweils als „eine selbstständig agierende Unternehmenseinheit, deren Ziele und Leistungen eindeutig beschreibbar sind“ (S. 152) definiert werden, wobei der ganzheitlichen Betrachtung und Bearbeitung eine große Bedeutung beigemessen wird: „Eine bestimmte Leistung ist komplett zu erbringen, eine Aufgabe möglichst eigenständig zu lösen“ (Warnecke, 1993, S. 156). Dennoch können zentrale Funktionen in Form von Stabsstellen bzw. -abteilungen der Unternehmenszentrale vorbehalten bleiben, wenn einzelne Fraktale zu einer speziellen Form der Leistungserstellung nicht in der Lage sind oder auf Spezialwissen zurückgreifen müssen (Warnecke, 1993, S. 155 f.). Die fraktale Struktur des Unternehmens entsteht aber nicht durch zentrale Vorgaben, sondern durch einen Selektionsprozess auf operativer, taktischer und strategischer Ebene, den Warnecke (1993, S. 157 ff.) als dynamische Strukturierung beschreibt. Sich ändernde Umweltbedingungen machen demzufolge quantitative wie qualitative Anpassungsreaktionen erforderlich, die nicht nur die Prozesse des Unternehmens betreffen, sondern auch seine Struktur. Die dynamische Strukturierung führt auf diese Weise zu einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess (Warnecke, 1993, S. 161).

Es erscheint als durchaus logisch, dass angesichts eines stetigen Wandels in Organisationen, aus dem eine kontinuierliche Anpassung und Verbesserung hervorgehen soll, ein großes Maß organisationaler Flexibilität erforderlich wird (vgl. z.B. Maul, 1993, S. 717, Nicholls-Nixon, 2005, S. 85, Smith & Paquette, 2010, S. 120). Dazu gehören insbesondere eine ausgeprägte Autonomie der Fraktale und MitarbeiterInnen (vgl. z.B. Canavesio & Martinez, 2007, S. 795), eine Unternehmenskultur, die Experimentierfreude fördert und Fehler verzeiht (Lichtenstein & Plowman, 2009, Lichtenstein, 1997, Nicholls-Nixon, 2005, Nonaka, 1988) sowie ein geringes Maß an Bürokratie in Verbindung mit einer flachen, durchlässigen Hierarchie (Haken, 1994, Nicholls-Nixon, 2005, Nonaka, 1988), sodass zwischen MitarbeiterInnen und Abteilungen eine uneingeschränkte Interaktion stattfinden kann (Irvin, 2002, S. 372).

Der aus der Fraktalen Geometrie (Mandelbrot, 1977) bekannte Begriff der Selbstähnlichkeit bezieht sich nach Warnecke (1993, S. 154) nicht nur auf die Organisationsstruktur, also den zur Leistungserstellung gewählten Unternehmensaufbau, sondern gleichermaßen auch auf die Zielformulierung und -verfolgung. In Hinblick auf die Struktur der Organisation entsteht der fraktale Unternehmenscharakter durch die ganzheitliche Übertragung von zur Leistungserstellung

benötigten Aufgaben, die eigenverantwortlich und in externem wie internem Wettbewerb (also in Konkurrenz zu anderen Fraktalen der Organisation) durchgeführt werden. Unabhängig von der Betrachtungsebene finden sich nach Warnecke (1993, S. 154 ff.) in der Folge auf Unternehmens-, Betriebseinheits-, Abteilungs- oder MitarbeiterInnenebene immer wiederkehrende Strukturen. Der fraktale Unternehmenscharakter entsteht aber vor allem durch die Selbstähnlichkeit der Ziele, die vom gesamten Unternehmen, seinen Betriebseinheiten und MitarbeiterInnen verfolgt werden (Warnecke, 1993, S. 154 sowie S. 210). So betont Warnecke (1993) die Bedeutung eines auf allen Ebenen gemeinsam verfolgten Zielsystems, indem er schreibt: „Dem unbefangenen Besucher wird sich die Fraktale Fabrik jedoch kaum durch äußerliche Merkmale zu erkennen geben. Ihr Potential liegt eher in den inneren Werten, in der Unternehmenskultur“ (S. 153). Zudem verdeutlicht der Autor durch die Hervorhebung unternehmerischen Denkens und Handelns auf allen Ebenen, dass weniger die Struktur, sondern vielmehr das Handeln der Beteiligten und das gemeinsam verfolgte Ziel das Unternehmen zum Fraktal werden lassen (Warnecke, 1993, S. 154). Damit ist aber nicht die absolute Gleichmachung und Homogenisierung sämtlicher Unternehmensbestandteile, sondern lediglich eine gewisse Ähnlichkeit gemeint. So können sich interne Prozesse durchaus von Fraktal zu Fraktal unterscheiden, insbesondere dann, wenn technische oder ökonomische Restriktionen bestimmte Abläufe erforderlich machen (Warnecke, 1993, S. 155). Somit ergeben sich also Spielräume für die individuellen Bedürfnisse der Fraktale und seiner MitarbeiterInnen.

Um eine gewünschte und möglichst gezielte Selbstorganisation stattfinden zu lassen, wird in der Managementliteratur (z.B. bei Irvin, 2002, Lichtenstein & Plowman, 2009, Nicholls-Nixon, 2005, Nonaka, 1988) die Schaffung eines Zusammengehörigkeitsgefühls und einer Gemeinschaft gefordert. So bietet eine *shared vision* Orientierung (Nicholls-Nixon, 2005, S. 81), die insbesondere dann erforderlich wird, wenn eine solch eigenverantwortliche Aufgabenübertragung wie im Falle des Fraktalen Unternehmens von Warnecke (1993) postuliert wird. Dies kann nicht nur durch finanzielle Anreizsysteme erreicht werden, sondern auch durch eine gemeinsame Sprache, Symbolik und Unternehmenskultur (Lichtenstein & Plowman, 2009, S. 621), die von Nonaka (1988, S. 61) sogar als Paradigma bezeichnet wird, das es gemeinsam zu erlangen gilt. Warnecke (1993, S. 183 f.) beschreibt die Herausbildung von Zielen als Prozess, der sich im Rahmen der iterativen Abstimmung zwischen Fraktalen und Unternehmenszentrale ergibt. Insbesondere auf der Theorie der *Complex Adaptive Systems* (Kauffman, 1995) beruhende Arbeiten (z.B. Burnes, 2005, Campbell-Hunt, 2007, Hamel, 1998, Karp, 2006, Lichtenstein, 2000, Mason & Staude, 2009, Murray, 2003, Pascale, 1999) weisen hierzu eine

große Kompatibilität auf, indem sie beschreiben, wie ein gemeinsames Regelwerk der Elemente auf der Mikroebene dazu führt, dass sich die gesamte Systemdynamik in einen Wunschzustand begibt. Mit diesem Regelwerk ist aber nicht die Festlegung starrer Verhaltensweisen, sondern vielmehr so etwas wie das von Warnecke (1993) beschriebene Zielsystem gemeint, das zu den zu erreichenden Gesamtzielen der Organisation kongruent ist.

Grundvoraussetzung für die in der Literatur geforderte *shared vision* ist der von Warnecke (1993, S. 155) vorgeschlagene Informationsaustausch sowie eine rege Kommunikation. Dabei findet die Bereitstellung von Informationen nicht nur zwischen den Fraktalen, sondern auch ausgehend vom Topmanagement des Unternehmens statt. Eine der wesentlichen Aufgaben des Managements sieht der Autor in der Bereitstellung möglichst umfassender Informationen, so dass die einzelnen Fraktale stets eine Positionsbestimmung sowie einen entsprechenden Zielabgleich und gegebenenfalls erforderliche Anpassungsmaßnahmen vornehmen können (Warnecke, 1993, S. 172 ff.). Eine zielgerichtete, mit der Strategie des Gesamtunternehmens in Einklang stehende Selbstorganisation kann ausschließlich dann stattfinden, wenn sie an eine intensive Kommunikation gekoppelt ist, die die Fraktale mit Informationen versorgt, die sie zu Anpassungsreaktionen bewegen. Die Forderung nach intensiver Kommunikation und Information spielt in der Managementliteratur (z.B. bei Haken, 1994, Irvin, 2002, Lichtenstein & Plowman, 2009, Nicholls-Nixon, 2005, Nonaka, 1988) eine recht große Rolle. Sie führen zudem zu einer erhöhten Reaktionsgeschwindigkeit, da sich die Kenntnis über sich ändernde Marktbedingungen und notwendige Anpassungsreaktionen in kurzer Zeit durch das gesamte Unternehmen verbreiten kann (Irvin, 2002, S. 371). Denkbare Maßnahmen, um die Kommunikation zwischen den Fraktalen zu fördern, werden z.B. in der Projektarbeit (Nonaka, 1988, S. 63) sowie *job rotation* (Haken, 1994, S. 26, Nonaka, 1988, S. 65) gesehen. Auch Warnecke (1993, S. 207) sieht in der Bildung von Projektgruppen eine Möglichkeit zur Intensivierung der Kommunikation. Durch die Bereitstellung umfassender Informationen für sämtliche MitarbeiterInnen kann zudem eine „Entmonopolisierung“ (Warnecke, 1993, S. 156) der Informationen stattfinden. Die den MitarbeiterInnen gegenüber eingeräumte Autonomie sowie der entsprechende Umgang mit dem sich daraus ergebenden Risiko erfordern eine umfangreiche Qualifizierung der MitarbeiterInnen (Warnecke, 1993, S. 201) sowie ein umfassendes Maß an Motivation (Warnecke, 1993, S. 204 ff.).

Es zeigt sich, dass es sich bei der Förderung von Selbstorganisationsprozessen in Organisationen um ein recht facettenreiches Konstrukt handelt, das erste Hinweise auf den Umgang mit

Komplexität anbietet. Es bleibt angesichts des Facettenreichtums mit Bestimmtheit festzuhalten, dass die Nutzung von Selbstorganisationspotenzialen, wie sie z.B. Warnecke (1993) mit seinem Fraktalen Unternehmen beschreibt, einen potenziellen Erfolgsfaktor im Management komplexer Systeme darstellt. Das Prinzip der Selbstorganisation kann jedoch nur als einer von mehreren Eckpfeilern in dieser Hinsicht betrachtet werden. Darüber hinaus bietet Warnecke (1993) kein Messverfahren an, dass Rückschlüsse auf die Güte der Ausgestaltung von Arbeits- und Organisationsprozessen mit Blick auf die Nutzung von Selbstorganisationspotenzialen zulässt.

Auch im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde mit der Synergetik (z.B. Haken, 1977, 1990b, Haken & Wunderlin, 1991) ein umfassender theoretischer Zugang gewählt, der Ordnung und Effizienz nicht als Ergebnis maßvoller Planung einer höheren Instanz, sondern eines darwinistischen, selbstorganisierenden Prozesses begreift. Aus den der Synergetik zugrundeliegenden Zusammenhängen der Selbstorganisation ergeben sich die Implikationen II und III für das Management komplexer Systeme.

Implikation II: Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle

Im Rahmen der Synergetik wurde gezeigt, dass die Entstehung von Ordnung und Strukturen in komplexen Systemen nicht aus dem planvollen Handeln einer zentralen Instanz, sondern einem darwinistischen Selektionsprozess der Selbstorganisation und Versklavung hervorgeht. Durch diesen Prozess ist es dem System möglich, sich sehr schnell an sich ändernde Umweltbedingungen anzupassen (z.B. im Rahmen von Phasenübergängen). Grundvoraussetzung hierfür ist aber, dass die einzelnen Bestandteile des Systems frei miteinander interagieren können. Bezogen auf das Management heißt das also, dass Anpassungsreaktionen nur dann effizient stattfinden können, wenn die Abteilungen und MitarbeiterInnen der jeweiligen Organisationen über ausreichende Autonomie und Freiheit verfügen.

Implikation III: Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile

Im Rahmen der Synergetik wurde ebenfalls beschrieben, wie sich während des Selbstorganisationsprozesses eine Dynamik auf der Makroebene ergibt, die der

Betrachtung der Mikroebene verborgen bleibt. Erst das Zusammenspiel der Systemelemente führt zur Herausbildung des Ordnungszustandes, dessen Charakter bereits 1890 durch von Ehrenfels (1890, zitiert nach Ansorge & Leder, 2011, S. 29) als *übersummativ* beschrieben wird. Die Analyse eines solchen Systems durch Zerlegung führt demzufolge zu einer Missachtung der Übersummativität auf der Makroebene. Bezogen auf das Management werden Entscheidungen in Organisationen, die auf die Analyse isolierter Organisationsbestandteile (z.B. Abteilungen) abzielen und die Dynamik zwischen den Bestandteilen außer Acht lassen, den Anforderungen komplexer Systeme nicht gerecht. Dieser Logik folgend sollte das Management Maßnahmen stets aus einer übergeordneten, aggregierten Perspektive beschließen, um in einem chaotischen Umfeld erfolgreich sein zu können.

Ferner wurden im letzten Abschnitt des Kapitels 3 in Anlehnung an Strunk (2012, S. 48 ff.) am Beispiel der logistischen Gleichung weitere Eigenschaften komplexer Systeme veranschaulicht. Typisch für diese Systeme ist, dass sie kein periodisch wiederkehrendes Verhalten zeigen. Unabhängig von der Zahl der Berechnungsschritte oder dem Beobachtungszeitraum nehmen sie einen Zustand nie mehrere Male ein. Mit der Verletzung des Gesetzes der starken Kausalität geht einher, dass identische Eingriffe in einer chaotischen Systemdynamik niemals zu demselben Ergebnis führen. Diese Eigenschaft zieht die im Rahmen von Implikation IV dargelegten Schlussfolgerungen für das Management komplexer Systeme nach sich.

Implikation IV: In komplexen Systemen gibt es keinen *one best way*

Bezogen auf das Management bedeutet der Umstand, dass ähnliche Ursachen nicht zu ähnlichen Wirkungen führen, dass jedes auftretende Managementproblem einer maßgeschneiderten Lösung bedarf. Das Management sollte es also ablehnen, die Lösungen der Vergangenheit, selbst wenn sie sehr erfolgreich waren, auf neue Probleme zu übertragen. Das rezeptartige Abarbeiten von Managementproblemen nach ‚Schema F‘ mag auf den ersten Blick als attraktive Option erscheinen, da Lösungsstrategien mit vergleichbar geringem Aufwand formuliert werden können, schlägt in chaotischen Systemen jedoch fehl.

Anhand des Verhulst-Systems wurde zudem veranschaulicht, dass die Potenzierung selbst mikroskopisch kleiner Abweichungen im Zeitverlauf dazu führt, dass Systeme schlagartig unvorhersagbar werden. Obwohl die Vorhersage für eine gewisse Zeitspanne gelingen kann, zeigt sich aufgrund des Exponentialverlaufs des Vorhersagefehlers der abrupte Verlust der Prognosemöglichkeit. Dennoch gelingt es Vollmer (1988), diesen Einschränkungen komplexer Systeme etwas Positives abzugewinnen:

Für manchen mag dies eine Enttäuschung sein. Aber vielleicht ist ja eine Welt sogar menschlicher, in der nicht alles determiniert und nicht alles berechenbar ist, eine Welt, in der es – dank der Quantenereignisse – Zufall, und damit auch Glück, gibt, in der – weil nicht alle Probleme algorithmisch lösbar sind – Phantasie und Einfallsreichtum, Raten und Probieren, Kreativität und Originalität noch gefragt sind und in der man, wie die Chaos-Theorie zeigt, auch bei chaotischem Verhalten immer noch sinnvoll nach einfachen Grundgesetzen suchen kann. (Vollmer, 1988, S. 350)

Aus dem angeführten Zitat wird deutlich, dass die Zukunft nicht beliebig langfristig und exakt vorhergesagt werden kann, dass aber komplexe Systeme dennoch Gesetzmäßigkeiten folgen und sich nicht zufällig verhalten. Diese Qualität des deterministischen Chaos bringt die in Implikation V dargelegten Ausführungen für das Management komplexer Systeme mit sich.

Implikation V: Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen

Aufgrund des Schmetterlingseffekts ist es im Zuge einer chaotischen Dynamik nur für einen sehr begrenzten Zeitraum möglich, Prognosen zu erstellen und darauf aufbauend die weitere Entwicklung der jeweiligen Organisation zu planen. Damit ist nicht die absolute Abkehr von der Organisationsplanung gemeint, das Management sollte sich aber keinesfalls auf Prognosen verlassen, die weit in die Zukunft reichen. Stattdessen sind kurze Planungshorizonte und iterative Anpassungen an sich ändernde Gegebenheiten angebracht.

Die oben aufgeführten Managementempfehlungen sind als expliziter Gegenentwurf zu traditionellen Managementkonzepten zu verstehen. So findet die *top-down-Planung* durch Taylor (2006/1911) als Voraussetzung des *Scientific Managements* Einzug in die Betriebswirtschaft, bei der nach erfolgter Ursachenanalyse Vorgaben durch das Top-Management auf die unteren

Ebenen der Organisation transferiert werden (Müller-Stewens, 2016). Damit steht diese Annahme, Probleme und ihre Lösungen ließen sich durch die Analyse und Beseitigung entsprechender Ursachen beseitigen, in direktem Widerspruch zu Implikation I, die in Hinblick auf komplexe Systeme eine Loslösung vom Denken und Problemlösen auf der Basis von Ursache und Wirkung postuliert. In stabilen Umgebungen kann es durchaus hilfreich sein, eine detaillierte Ursachenanalyse stattfinden zu lassen, in komplexen Systemen verleitet dieser Ansatz jedoch zu massiven Fehlentscheidungen, da dort kein Entwicklungspfad zwischen Ursache und Wirkung aufgrund ihrer scheinbaren Entkopplung zurückverfolgt werden kann. Vor dem Hintergrund der Implikationen I (Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen), II (Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle) und V (komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen) bedarf es zudem einerseits einer Neuinterpretation von Fayols (1929/1918) *Administrativem Ansatz*, andererseits steht dieser auch in deutlichem Widerspruch zu den hier abgegebenen Managementimplikationen. Fayols (1929/1918) Ansatz setzt sich aus den folgenden Phasen zusammen: „1. Planung, 2. Organisation, 3. Befehl, 4. Koordination, 5. Kontrolle“ (Stadlbauer 2008, S. 35). Insbesondere die angeführte Befehlskomponente scheint nicht vereinbar mit Implikation II zu sein, die in Hinblick auf komplexe Dynamiken weitestgehende Freiheit und Autonomie fordert. Diese Komponente mag zwar, wenig überraschend, nicht Teil der modernen Managementforschung sein, die z.B. im Rahmen der *transformational leadership* die Motivation von MitarbeiterInnen in den Vordergrund der Betrachtung stellt (vgl. z.B. Podsakoff et al., 1990). Der prägende Charakter traditioneller Managementprinzipien wie dem archetypischen Phasenablauf Fayols (1929/1918) lässt sich aber allein daran ablesen, dass Senge (2011) auf Basis einer Managementbefragung ironisch feststellt, dass die „heilige Dreifaltigkeit des Managements“ (S. 4) auch heute noch aus drei der fünf Dimensionen (Planung, Organisation, Kontrolle) bestehe. Weiterhin ist das tayloristische Weltbild in Hinblick auf Implikation III (Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile) und IV (In komplexen Systemen gibt es keinen *one best way*) nicht mit dem Management komplexer Systeme vereinbar. Demzufolge resultiert die Zerlegung von Arbeitsprozessen in kleinere Teilprozesse in einer Effizienzsteigerung der Organisation (vgl. z.B. Albach, 1989). Die Grundannahme, auf der Implikation III aufbaut, besagt jedoch, dass es in komplexen Systemen aufgrund des Verlusts der Additivität nicht möglich ist, eine Dynamik zu zerlegen, ohne dadurch ihren Charakter zu verändern. Aufgründdessen und in Verbindung mit dem Schmetterlingseffekt kann es auch nicht gelingen, Managementlösungen rezeptartig anzuwenden und so dem von Taylor (2006/1911) propagierten *one best way* zu folgen. Die sensitive

Abhängigkeit komplexer Systeme selbst von mikroskopisch kleinen Verstörungen in ihren Anfangsbedingungen führt dazu, dass es im Rahmen des Managements einer solchen Dynamik keine ähnlichen Probleme und somit auch keine *best-practice-Lösungen* gibt.

Es sei an dieser Stelle nachdrücklich darauf verwiesen, dass das hier beschriebene und im Anschluss zu messende Konstrukt des Managements komplexer Systeme zwar als Gegenentwurf zu traditionellen Managementkonzepten formuliert wird. Dennoch ist es in Bezug auf viele der modernen Managementmethoden anschlussfähig, wie z.B. der in Kapitel 2.1 diskutierten Entrepreneurial Orientation. Es bedarf aber bei Vorliegen von deterministischem Chaos einer grundlegenden Neuinterpretation des Managements, das sich in der Praxis auch heute noch häufig auf klassische Konzepte zu stützen scheint.

4. Zusammenfassung des Theorieteils

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird die Zielsetzung verfolgt, die Verhaltensgüte von ManagerInnen in Hinblick auf den Umgang mit komplexen Systemen durch Entwicklung eines geeigneten Fragebogens messbar zu machen. Da es vor dieser Entwicklung von großer Bedeutung ist, Komplexität und ihr Management theoretisch und praktisch zu definieren, wurde zunächst eine Auswertung der Managementliteratur vorgenommen. In Kapitel 2.1 stellte sich heraus, dass die Leadership-Forschung einen wesentlichen Beitrag dazu leistet, auf die Effizienz von Führungskräften einflussnehmende Faktoren zu identifizieren. Dazu werden vor allem Fragebögen eingesetzt, da diese nicht nur die Erhebung großer Datenmengen unter vergleichsweise geringem Zeit- und Mitteleinsatz erlauben, sondern auch durch statistisch überprüfbare Gütekriterien qualitative Ansprüche erfüllen. Es zeigte sich im Rahmen dieses Abschnitts jedoch auch, dass der Umgang von Führungskräften mit Komplexität im Sinne der Chaosforschung bisher nur unzureichend berücksichtigt wurde. Zwar widmen sich einige Arbeiten schwerpunktmäßig diesem Forschungsgegenstand, bleiben dabei aber entweder auf die metaphorische Übertragung von Komplexität auf das Management beschränkt, assoziieren Komplexität mit Kompliziertheit oder nehmen eine Gleichsetzung von Chaos und Zufall vor.

Kapitel 2.2 greift die kognitionspsychologische Perspektive des komplexen Problemlösens auf. Dies geschieht entlang der Forschungstraditionen des NDM, DDM, ILISC und ECPS, die jeweils unterschiedliche Schwerpunktsetzungen verfolgen. Während das NDM vor allem Experten- und Laienurteile in neuartigen Entscheidungssituationen vergleicht (vgl. Kapitel 2.2.1.1), werden im Rahmen des DDM Echtzeitentscheidungen in simulierten microworlds zu mathematisch berechenbaren Optimalentscheidungen in Beziehung gesetzt (vgl. Kapitel 2.2.1.2). Zwar werden auch innerhalb des ILISC Simulationen verwendet, um Entscheidungssituationen herbeizuführen, dort steht aber vor allem das im Anschluss an die Simulation durch Fragebögen erhobene verbalisierbare Wissen und die daraus resultierende Problemlösekompetenz im Mittelpunkt der Betrachtung (vgl. Kapitel 2.2.1.3). Allen zuvor genannten Forschungstraditionen ist jedoch gemein, dass sie über ein Verständnis verfügen, das Komplexität mit Undurchschaubarkeit, Kompliziertheit und zum Teil sogar Zufall assoziiert. Gleichwohl das ECPS den komplexesten Ansatz innerhalb des CPS verfolgt (Quesada et al., 2005, S. 11), verbindet auch dieses Komplexität definitorisch mit Kompliziertheit. Mit der Studie *Lohhausen* entwerfen Dörner et al. (1983) ein experimentelles Setting, das die Voraussetzungen zur Entstehung einer komplexen Dynamik grundsätzlich zu schaffen imstande ist. Aus der Art der Versuchsdurchführung

und -auswertung ist jedoch zu schließen, dass die Ableitung von Implikationen für das Management komplexer Systeme auf Basis des ECPS nicht empfehlenswert erscheint. Der wohl wesentlichste Kritikpunkt an sämtlichen Arbeiten des CPS ist jedoch die fehlende, aber zwingend notwendige Einbettung in die Komplexitätswissenschaften.

Im Rahmen von Kapitel 2.3 wird darauf eingegangen, welche Schlüsse die Managementliteratur aus der komplexitätswissenschaftlichen Forschung zieht, da bereits seit den frühen 1990er-Jahren im Management zahlreiche Versuche der Übertragung vor allem chaostheoretischer Konzeptionen vorgenommen werden. In diesem Zuge stellte sich angesichts der zahlreichen Publikationen zunächst einmal heraus, dass der Schmetterlingseffekt auch innerhalb der Managementforschung als das Leitprinzip der Chaostheorie anzusehen ist. Viele der ausgewerteten Arbeiten bleiben jedoch derart oberflächlich, modellieren den Schmetterlingseffekt fehlerhaft oder ziehen daraus die falschen Rückschlüsse, sodass sie von der Berücksichtigung im weiteren Verlauf der vorliegenden Arbeit auszuschließen sind. Insbesondere die auf Staceys (1993b) *Edge of Chaos* basierenden Arbeiten vollziehen eine Gleichsetzung von Chaos und Zufall, indem sie Chaos in den Kontext des totalen Anarchismus rücken, der jegliche Ordnung vermissen lässt. Diese Arbeiten der Managementforschung sind inhaltlich unbefriedigend, weil sie mit ihrem Verständnis die Möglichkeit des zielgerichteten Managements grundsätzlich ausschließen. Es gibt jedoch auch einige Studien, die über ein sich der Chaostheorie anschließendes Verständnis von Komplexität verfügen und die daher im Anschluss an die komplexitätswissenschaftlichen Grundlagen des Kapitels 3 ausführlich behandelt wurden. In diesem Zusammenhang wurde zunächst in Kapitel 3.1 eine Arbeitsdefinition für den Komplexitätsbegriff gewählt, die auf eine Gleichsetzung von Komplexität mit deterministischem Chaos im Sinne Strunks (2012) zurückgreift: „Komplex heißt eine Dynamik dann, wenn sie sich (a) entweder deterministisch chaotisch verhält oder sich (b) weder trivial verhält, also sich nicht beliebig exakt vorhersagen lässt, (c) noch als zufällig angesehen werden kann“ (S. 44).

Ferner wurde gezeigt, dass Systeme nur sehr weniger Voraussetzungen bedürfen, um eine chaotische Dynamik entstehen lassen zu können (Kapitel 3.2). So müssen die Systeme offen und dissipativ sein, um Energie mit hoher Entropie an ihre Umwelt abführen und Energie mit niedriger Entropie aus ihrer Umwelt aufnehmen zu können. Dies ist erforderlich, um einen Zustand fernab vom thermodynamischen Gleichgewicht dauerhaft aufrecht zu erhalten und in der Folge dem Wärmetod zu entgehen. Zudem müssen Feedbackprozesse (Nichtlinearitäten) innerhalb des Systems vorhanden sein, die positives und negatives Feedback veinen und daher zu einer

fortwährenden Konvergenz und Divergenz des Systems führen. Zur Entstehung einer komplexen Dynamik müssen darüber hinaus mindestens drei Systemelemente mit mindestens einer nichtlinearen Beziehung innerhalb des Systems zusammenwirken. Zusammenfassend zeigen die für Chaos notwendigen Voraussetzungen, dass bereits sehr einfache Systeme komplexes Verhalten zeigen können.

Im Anschluss wurden in Kapitel 3.3 und 3.4 die Eigenschaften komplexer Systeme diskutiert. Darauf basierend wurden die oben angeführten Managementstudien hinsichtlich der Anwendbarkeit ihrer Empfehlungen überprüft. Es zeigte sich in diesem Zusammenhang, dass die Managementempfehlungen dieser Arbeiten nur wenig eindeutig und häufig nicht praktikabel sind. So setzt z.B. die von Gordon und Greenspan (1994) vorgeschlagene Beeinflussung von Kontrollparametern voraus, dass diese inklusive ihrer stabilen Parameterbereiche bekannt sind und von dem jeweiligen Management beeinflusst werden können. Haken (1977) legt jedoch nahe, dass sich Kontrollparameter dem Zugriff des Managements entziehen. Auch die häufiger vorgeschlagene Destabilisierung und Stabilisierung der Organisation (Houchin & MacLean, 2005, Lichtenstein & Plowman, 2009, Maul, 1993, Nicholls-Nixon, 2005, Nonaka, 1988, Shaw, 1997, Smith & Paquette, 2010) zur Herbeiführung oder Vermeidung von Phasenübergängen lässt mehr Fragen offen als sie zu beantworten imstande ist. Auch hier wird die Manipulation von Kontrollparametern vorgeschlagen, bei der Kritik an Gordon und Greenspan (1994) anzusetzen ist. Darüber hinaus bleibt völlig unklar, zu welchem exakten Zeitpunkt destabilisiert bzw. stabilisiert werden soll.

Die Überlegungen im Rahmen von Abschnitt 3.5 haben gezeigt, dass sich viel einfachere, aber mit hoher Wahrscheinlichkeit sehr viel effizientere Empfehlungen für das Management aussprechen lassen. Der Schmetterlingseffekt bewirkt als Leitprinzip der Komplexitätswissenschaftlichen Forschung, dass es über die sehr kurze Frist hinaus zu einer scheinbaren Entkopplung von Ursache und Wirkung kommt. Bereits mikroskopisch kleine Abweichungen in den Anfangsbedingungen folgen einem Exponentialverlauf und potenzieren sich mit der Zeit zu Effekten, die man auf Basis der Anfangsbedingungen nicht erwarten würde. Damit einher geht die Verletzung des Gesetzes der starken Kausalität, sodass ähnliche Ursachen nicht in ähnlichen Wirkungen münden. Übertragen auf das Management bedeutet dieser Zusammenhang, dass sich EntscheidungsträgerInnen in komplexen Systemen von dem Denken und Problemlösen auf der Basis von Ursache und Wirkung lösen sollten (Implikation I: Ursache-Wirkungs-Denken

führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen). Entscheidungen, die die detaillierte Ursachenanalyse voraussetzen, führen im Falle einer chaotischen Dynamik zu unbeabsichtigten, möglicherweise kontraproduktiven Effekten.

Ein wesentlich konkreterer Zugang als in den Studien, die sich auf den Schmetterlingseffekt konzentrieren, kann in den Arbeiten gefunden werden, die Selbstorganisation in den Mittelpunkt der Betrachtung stellen (vgl. zur Übersicht Tabelle 5, S. 49). Insbesondere Warneckes (1993) theoretisches Rahmenwerk des Fraktalen Unternehmens spricht sich dafür aus, den Bestandteilen der Organisation, die der Autor als Fraktale versteht, Selbstorganisation durch Gewährung von Autonomie und Freiheit zu ermöglichen. In einem mit der Selbstorganisation und Versklavung eng verwandten Prozess, den der Autor als dynamische Strukturierung beschreibt, werden Problemlösungen und Effizienzsteigerungen in den Arbeitsgruppen, nicht aber durch Vorgaben einer übergeordneten Zentrale realisiert. Mit der Förderung von Selbstorganisationspotenzialen der Organisation sind zahlreiche weitere Voraussetzungen verknüpft, die den Facettenreichtum des zugrundeliegenden Konstrukts erahnen lassen. So schlagen einige Arbeiten (Irvin, 2002, Lichtenstein & Plowman, 2009, Nicholls-Nixon, 2005, Nonaka, 1988) vor, eine Organisationsbestandteile übergreifende shared vision in Form eines gemeinsamen Zielsystems zu schaffen, das die Selbstorganisation in eine gewünschte Richtung stattfinden lässt. Dazu wiederum ist es wichtig, intensive Kommunikation und Information zu betreiben (Haken, 1994, Irvin, 2002, Lichtenstein & Plowman, 2009, Nicholls-Nixon, 2005, Nonaka, 1988, Warnecke, 1993), die z.B. in Form von Projektarbeit (Nonaka, 1988, Warnecke, 1993) oder job rotation (Haken, 1994, Nonaka, 1988) umgesetzt werden können. Es bedarf zudem einer gemeinsamen Symbolik, Sprache und Kultur (Lichtenstein & Plowman, 2009, Nonaka, 1988) sowie im Rahmen dieser anspruchsvollen Arbeitsorganisation qualifizierter (Warnecke, 1993, S. 201) wie motivierter MitarbeiterInnen (Warnecke, 1993, S. 204 ff.). Angesichts dieses Facettenreichtums des Selbstorganisation umsetzenden Managements ist es im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht möglich, sämtliche der angeführten Aspekte zu berücksichtigen. Es bleibt aber festzuhalten, dass die Vielzahl der Studien eindrucksvoll die Bedeutung der Nutzung von Selbstorganisationspotenzialen in einem komplexen Umfeld unterstreicht.

Eine weitere Eigenschaft chaotischer Systeme ist es darüber hinaus, komplexe Ordnungsmuster selbstorganisiert hervorzubringen (vgl. Kapitel 3.3). Dazu bedarf es keiner zentralen Instanz, die als gestaltendes Element in die Dynamik des Systems eingreift, sondern eines Prozesses aus

Selbstorganisation und Versklavung. Dieses Zusammenspiel gleicht einem darwinistischen Selektionsprozess, bei dem sich einer oder mehrere dominante Ordnungsparameter herausbilden und das weitere Verhalten des Systems maßgeblich und auf effiziente Weise versklaven. In einem komplexen Umfeld, das von Phasenübergängen geprägt ist, ist es unbedingt erforderlich, schnelle und vielfältige Anpassungsreaktionen an die sich ändernden Rahmenbedingungen zeigen zu können. Daher sollte ein Chaos berücksichtigendes Management in jedem Fall darauf achten, dass MitarbeiterInnen und Abteilungen der jeweiligen Organisation Freiräume in ausreichendem Umfang zur Verfügung stehen, um das erwähnte Zusammenspiel aus Selbstorganisation und Versklavung stattfinden zu lassen (Implikation II: Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle). Hinzu kommt, dass die Eigenschaft sich selbst zu organisieren, dazu führt, dass Systeme mit einer chaotischen Dynamik als *übersummativ* (von Ehrenfels, 1890, zitiert nach Ansorge & Leder, 2011, S. 29) bezeichnet werden können. Das bedeutet, dass selbst die vollständige Kenntnis über die Systembestandteile keine Rückschlüsse auf die Systemdynamik erlaubt, da sich diese erst durch das Zusammenwirken der Elemente ergibt. Das Management von Organisationen sollte demzufolge darauf verzichten, von der Analyse isolierter Organisationsbestandteile wie Abteilungen und MitarbeiterInnen auf die Organisation als Ganzes zu schließen (Implikation III: Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile).

In Kapitel 3.4 wurde anhand der logistischen Gleichung (vgl. Gleichung 3, S. 81) veranschaulicht, über welche weiteren Eigenschaften komplexe Systeme verfügen, die über das Selbstorganisationsprinzip hinausgehen. Die fehlende Periodizität führt in solchen Systemen dazu, dass ein Systemzustand, unabhängig von den Startbedingungen, niemals mehrfach eingenommen wird. Das Management einer Organisation sollte sich also bewusst sein, dass es keine Probleme gibt, die einander ähnlich sind. Verschärft wird dieser Zusammenhang durch den Schmetterlingseffekt und die Verletzung des Gesetzes der starken Kausalität. Diesem Gedanken folgend münden auch identische Problemlösungen niemals in einem ähnlichen, sondern einem völlig anderen Ergebnis. Daher ist es in komplexen Systemen von großer Bedeutung, Management-Probleme nicht rezeptartig abzuarbeiten, sondern maßgeschneiderte Lösungen für jedes Problem individuell zu entwickeln (Implikation IV: In komplexen Systemen gibt es keinen *one best way*). Trotz der fehlenden Periodizität zeigt sich durch den Attraktor des Systems, dass die chaotische Dynamik einem nachvollziehbaren Muster folgt und eine Struktur aufweist. Es ist also trotz allem möglich, die Folgen einer Handlung zumindest über einen kurzen Zeitraum abzusehen. Sobald aber die Betrachtung einen gewissen Zeithorizont überschreitet, führt der

Schmetterlingseffekt dazu, dass Prognosen nicht mehr zutreffen. Zudem folgen auf Phasenübergänge qualitative Verhaltensänderungen. Eine Planung, die also über eine gewisse Frist hinausreicht, muss bei Vorliegen einer chaotischen Dynamik zu großen Abweichungen führen und scheitern. Deshalb sollte sich das Management nicht darauf verlassen, dass Organisationen und ihre Dynamik beliebig weit prognostizierbar und planbar sind (Implikation V: Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen).

Somit wurden Implikationen für das Management komplexer Systeme herausgearbeitet, die auf einem klar definierten komplexitätswissenschaftlichen Fundament aufbauen und wie folgt lauten:

- Implikation I:** Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen.
- Implikation II:** Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle.
- Implikation III:** Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile.
- Implikation IV:** In komplexen Systemen gibt es keinen *one best way*.
- Implikation V:** Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen.

Im weiteren Verlauf bedarf es der Entwicklung eines Fragebogens, der sich zur Beurteilung der Verhaltensqualität von ManagerInnen in Hinblick auf die oben dargestellten Implikationen eignet und den Gütekriterien der klassischen Testtheorie genügt. Auf diese Weise gelänge es, das Spektrum der Leadership-Fragebögen um eine weitere Perspektive zu bereichern, die die komplexitätswissenschaftliche Forschung der letzten Jahrzehnte berücksichtigt.

5. Zielsetzungen für die Entwicklung des Fragebogens

Im Rahmen der vorausgehenden Kapitel wurde anschaulich dargestellt, dass es für das Management komplexer Systeme als zentrale Herausforderung des 21. Jahrhunderts (Malik, 2014) einer Neuinterpretation des Managements selbst bedarf, die komplexitätswissenschaftliche Erkenntnisse berücksichtigt und darauf basierende Implikationen für den Umgang mit Komplexität herleitet. Die Auswertung der auf das Management chaotischer Dynamiken bezogenen Literatur zeigte in diesem Zusammenhang, dass bisher ausgesprochene Empfehlungen nur wenig praktikabel und unter erheblichem Zeit- und Mitteleinsatz in der unternehmerischen Praxis implementierbar sind. Daher wurden theoriegeleitet fünf Managementimplikationen formuliert, die sich wie folgt darstellen:

- Implikation I:** Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen.
- Implikation II:** Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle.
- Implikation III:** Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile.
- Implikation IV:** In komplexen Systemen gibt es keinen *one best way*.
- Implikation V:** Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen.

Ferner wurde in Kapitel 2.1 gezeigt, dass es der Leadership-Forschung gelungen ist, vornehmlich durch den Einsatz von Fragebögen, zahlreiche auf die Effizienz des Managements Einfluss nehmende Faktoren zu identifizieren. Auch die vorliegende Arbeit widmet sich der Konstruktion eines Fragebogens zur empirischen Messung der oben beschriebenen Implikationen. Die Wahl des Fragebogens als Erhebungsmethode hat jedoch zum Nachteil, dass die unmittelbare Anwendung der Managementprinzipien nicht beobachtet werden kann. Zudem müssen Fragen als problematisch angesehen werden, die darauf abzielen, ob die ManagerInnen eine bestimmte Handlung in ihrem Beruf vollzieht, da die Antwort auf eine solche Frage niemals Rückschlüsse auf die Gründe für den Vollzug bzw. die Unterlassung dieser spezifischen Handlung erlaubt. Stattdessen ist das Handeln der ManagerInnen stets in einem gesamtorganisationalen Kontext zu verstehen: Möglicherweise betrachtet die jeweilige Managerin bzw. der jeweilige Manager die Anwendung einer bestimmten Maßnahme als sinnvoll, diese ist aber im Organisationsumfeld nicht durchführbar oder unerwünscht. Aufgründessen wird ein Einstellungsfragebogen

verwendet, der nicht die konkrete Handlung selbst misst, sondern die Meinung der jeweiligen Managerin bzw. des jeweiligen Managers gegenüber dieser Handlung erfragt.

Auf Zannas (1988) einflussreichstes Modell der Einstellung (Haddock & Maio, 2014, S. 199) zurückgreifend verstehen Maio und Haddock (2010) unter einer Einstellung eine Gesamtbewertung gegenüber einem Einstellungsobjekt, die „auf kognitiven, affektiven und verhaltensbezogenen Informationen beruht“ (S. 4, zitiert nach Haddock & Maio, 2014, S. 200). Bei der kognitiven Komponente der Einstellungen handelt es sich um „Überzeugungen, Gedanken und Merkmale, die mit einem Einstellungsobjekt verbunden sind“ (Haddock & Maio, 2014, S. 200), die affektive Komponente beinhaltet „Gefühle bzw. Emotionen, die mit einem Einstellungsobjekt verbunden sind“ (Haddock & Maio, 2014, S. 201) und die verhaltensbezogene Komponente bezieht sich auf „Frühere (sowie gegenwärtige und antizipierte) Verhaltensweisen, die mit einem Einstellungsobjekt verbunden sind“ (Haddock & Maio, 2014, S. 205). Auch in Hinblick auf die Dimensionen der Einstellungen muss dem Umstand Rechnung getragen werden, dass befragte ManagerInnen stets in einem gesamtorganisationalen Kontext gesehen werden müssen. In Hinblick auf die emotionale und verhaltensbezogene Komponente der Einstellungen kann dies bedeuten, dass ManagerInnen mit einer Handlungsweise möglicherweise nur deshalb negative Gefühle bzw. Verhaltensweisen verknüpfen, weil sie nicht dazu imstande sind, sie in ihrer Organisation anzuwenden, obwohl sie die Maßnahme selbst als positiv beurteilen. Um die Konstruktvalidität im Folgenden nicht durch derartige Effekte zu verzerren, findet eine Beschränkung auf die kognitive Einstellungsdimension statt.

In Kapitel 2.1 wurde ebenfalls beschrieben, dass der Einsatz von Fragebögen nicht nur zeitökonomische Vorteile mit sich bringt, sondern auch solche, die sich auf die Qualität der Messung beziehen, sofern die Gütekriterien der klassischen Testtheorie eingehalten werden: Objektivität, Reliabilität und Validität. Im Folgenden ist es daher stets das Ziel der Konstruktion des Messinstruments, einen Fragebogen zu entwickeln, der den angeführten Kriterien genügt. Damit ergibt sich das erste Ziel für den empirischen Teil der vorliegenden Arbeit:

Ziel 1: Entwicklung eines Fragebogens zur Beurteilung der Einstellung gegenüber Prinzipien des Managements komplexer Systeme, der die **Hauptgütekriterien der klassischen Testtheorie** erfüllt.

Heruntergebrochen auf die Hauptgütekriterien der klassischen Testtheorie lässt sich Ziel 1 folgendermaßen operationalisieren:

- Ziel 1.1:** Entwicklung eines Fragebogens zur Beurteilung der Einstellung gegenüber Prinzipien des Managements komplexer Systeme, der **objektiv** ist.
- Ziel 1.2:** Entwicklung eines Fragebogens zur Beurteilung der Einstellung gegenüber Prinzipien des Managements komplexer Systeme, der **reliabel** ist.
- Ziel 1.3:** Entwicklung eines Fragebogens zur Beurteilung der Einstellung gegenüber Prinzipien des Managements komplexer Systeme, der **valide** ist.

Die Reliabilität des Fragebogens wird im Rahmen der Auswertung anhand des Cronbachs Alpha, der mittleren Item-Trennschärfe, mittleren Item-Interkorrelation und Faktorreliabilität beurteilt (vgl. Kapitel 6.3.1). Daher ergeben sich für Ziel I.2 die folgenden Subziele:

- Ziel 1.2.1:** Entwicklung eines Fragebogens zur Beurteilung der Einstellung gegenüber Prinzipien des Managements komplexer Systeme, der auf jeder Skala mindestens akzeptable Werte des **Cronbachs Alpha** erreicht.
- Ziel 1.2.2:** Entwicklung eines Fragebogens zur Beurteilung der Einstellung gegenüber Prinzipien des Managements komplexer Systeme, der auf jeder Skala mindestens akzeptable Werte der **mittleren Item-Trennschärfe** erreicht.
- Ziel 1.2.3:** Entwicklung eines Fragebogens zur Beurteilung der Einstellung gegenüber Prinzipien des Managements komplexer Systeme, der auf jeder Skala mindestens akzeptable Werte der **mittleren Item-Interkorrelation** erreicht.
- Ziel 1.2.4:** Entwicklung eines Fragebogens zur Beurteilung der Einstellung gegenüber Prinzipien des Managements komplexer Systeme, der auf jeder Skala mindestens akzeptable Werte der **Faktorreliabilität** erreicht.

Der Fragebogen wird hinsichtlich seiner inhaltlichen Validität mittels einer Experten- und Laienbefragung, hinsichtlich seiner Konstruktvalidität mittels der Skaleninterkorrelation, Zusammenhänge mit den erhobenen demografischen Variablen und mit den Skalen Flexibilität der ManagerInnen und Turbulenz ihrer Arbeitsumgebung (im Folgenden: Turbulenz) sowie einer konfirmatorischen Faktorenanalyse beurteilt. Auf die Prüfung der kriterienbezogenen Validität wird im Folgenden verzichtet (vgl. Kapitel 6.3.2).

Im Rahmen der Experten- und Laienbefragung wird beurteilt, wie gut die Items inhaltlich zu ihren jeweiligen Skalen passen und inwiefern sie das hypothetische Aufgabenuniversum zu repräsentieren imstande sind (vgl. Kapitel 2.1). Aus dieser Befragung ergibt sich das folgende Ziel für die Konstruktion des Fragebogens:

Ziel 1.3.1: Entwicklung eines Fragebogens zur Beurteilung der Einstellung gegenüber Prinzipien des Managements komplexer Systeme, der auf jeder Skala eine mindestens akzeptable **inhaltliche Validität** erzielt.

Die Beurteilung der Konstruktvalidität anhand der Skaleninterkorrelation schlägt sich in der Operationalisierung des Ziels 1.3 folgendermaßen nieder:

Ziel 1.3.2: Entwicklung eines Fragebogens zur Beurteilung der Einstellung gegenüber Prinzipien des Managements komplexer Systeme, dessen Skalen einen **Zusammenhang untereinander** in mindestens akzeptablem Maß aufweisen.

Die Überprüfung der faktoriellen Struktur des Fragebogens mit Hilfe der Konfirmatorischen Faktorenanalyse dient der Beantwortung der Frage, inwiefern das theoretische Modell von dem empirischen Modell in seiner Struktur abweicht. Daher ergibt sich folgende Operationalisierung des Ziels 1.3:

Ziel 1.3.3: Entwicklung eines Fragebogens zur Beurteilung der Einstellung gegenüber Prinzipien des Managements komplexer Systeme, dessen **faktorielle Struktur** auf einen mindestens akzeptablen Fit zwischen theoretischem und empirischem Modell hindeutet.

Bereits im Theorieteil der vorliegenden Arbeit (vgl. Kapitel 2) wurde der wahrscheinlich nicht unbedeutende Zusammenhang zwischen dem Management komplexer Systeme und der Flexibilität des Managements diskutiert. Darüber hinaus ist anzunehmen, dass ManagerInnen die auf Chaos abzielenden Implikationen des Theorieteils besonders dann befürworten, wenn sie ihre eigene Arbeitsumgebung als turbulent erleben. Zur Beurteilung der Konstruktvalidität werden die ManagerInnen daher ebenfalls gebeten, Einschätzungen bezüglich zweier weiterer Skalen abzugeben, die sich auf ihre eigene Flexibilität sowie die Turbulenz ihrer Arbeitsumgebung beziehen.

Zu diesem Zweck wurde eine auf acht Items eingekürzte Flexibilitätsskala des Bochumer Inventars zur berufsbezogenen Persönlichkeitsbeschreibung (Hossiep & Paschen, 2003) zusätzlich zu den Skalen des Fragebogens gereicht, die die Bereitschaft und Fähigkeit misst, „sich auf neue und unvorhergesehene Situationen einzustellen und Ungewissheit zu tolerieren“ (Marcus, 2004, S. 81). Die Einkürzung fand reliabilitätsbasiert (Cronbachs Alpha, vgl. Kapitel 6.3.2) mit N=1.720 Befragten statt, deren Erhebungsdaten vom Vienna Career Panel Project (ViCaPP) der WU Wien eigens zu diesem Zweck zur Verfügung gestellt wurden. Ziel der Einkürzung war es, die Testdauer durch Hinzugabe der Flexibilitätsskala nicht allzu sehr zu verlängern, gleichzeitig aber ein Cronbachs Alpha von über 0,8 beizubehalten. Dieses Ziel wurde mit einem Cronbachs Alpha von 0,844 und den folgenden acht Items erreicht (vgl. dazu Hossiep & Paschen, 2003):

- Item F.1:** Ich beschäftige mich lieber mit Aufgaben, bei denen ich abschätzen kann, was mich erwartet.
- Item F.2:** Mir ist es lieb, wenn ich den Ablauf eines Arbeitstages genau planen kann.
- Item F.3:** Mir liegt daran, dass meine Tätigkeiten auf einen klar definierten Aufgabenbereich beschränkt bleiben.
- Item F.4:** Ich empfinde Unbehagen bei Aufgaben, die unklar definiert sind.
- Item F.5:** Ich rücke nur ungern von einem festen Tagesablauf ab.
- Item F.6:** Ich möchte nach Möglichkeit keine Aufgaben übernehmen, bei denen sich mein Arbeitsumfeld ständig ändert.
- Item F.7:** Ich fühle mich am wohlsten, wenn alles seinen gewohnten Gang geht.
- Item F.8:** Wenn ich vor völlig unerwarteten Situationen stehe, fühle ich mich richtig in meinem Element.

Die Turbulenz der Arbeitsumgebung der ManagerInnen wird anhand von drei Items beurteilt, die die Ebenen des Arbeitsplatzes, der Organisation und der Branche abbilden:

- Item T.1:** In meinem Job muss ich mich täglich neu erfinden.
- Item T.2:** Die Dynamik des Unternehmens, in dem ich arbeite, kann man als sehr chaotisch und komplex bezeichnen.
- Item T.3:** Ich halte die Branche, in der ich arbeite, für sehr turbulent.

Die Managementimplikationen des Theorieteils werden durch jeweils eine Skala des Fragebogens abgebildet (vgl. Kapitel 6.1.2). Implikation I des Theorieteils wird also durch Skala I des Fragebogens gemessen, Implikation II durch Skala II, Implikation III durch Skala III und so weiter. Es ist jedoch nicht davon auszugehen, dass zwischen jeder Skala und beiden Außenkriterien (Flexibilität **und** Turbulenz) ein enger Zusammenhang besteht. Daher werden im Folgenden Hypothesen vorgestellt, die sich auf den Zusammenhang zwischen den einzelnen Skalen des Fragebogens und der Flexibilität und Turbulenz der Arbeitsumgebung beziehen.

In Hinsicht auf Skala I (Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen) ist zu erwarten, dass das Management insbesondere dann Fehlentscheidungen trifft, wenn dies im Umfeld einer chaotischen Dynamik geschieht. Die Entkopplung von Ursache und Wirkung in der mittleren und langen Frist macht es also erforderlich, sich vom Denken und Problemlösen auf der Basis von Ursache-Wirkungs-Beziehungen zu lösen. Dieser Zusammenhang wird im Folgenden mit Hypothese 1 überprüft.

Hypothese 1: Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen Skala I und der **Turbulenz**.

Skala II (Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle) zielt auf die Bedeutung von Freiheit und Autonomie vor dem Hintergrund eines komplexen Umfelds ab. Bei Vorliegen einer chaotischen Dynamik ist es von großer Bedeutung für das Management, MitarbeiterInnen und Abteilungen Freiräume in einem Umfang zu schaffen, der flexible und schnelle Anpassungsreaktionen an sich ändernde Rahmenbedingungen erlaubt. Da aber davon auszugehen ist, dass die dabei entstehenden Problemlösungen nicht nur schnell erfolgen, sondern auch vielfältig sind, muss auch das Management eine gewisse Flexibilität aufweisen, um mit dieser Vielfalt in angemessener Zeit umgehen zu können. Die weitere Überprüfung dieser Vermutung findet anhand von Hypothese 2 statt.

Hypothese 2: Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen Skala II und der **Flexibilität**.

Skala III (Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile) beschreibt, dass sich Organisationen auf einer übergeordneten Makroebene anders verhalten als es eine isolierte Analyse der Bestandteile der jeweiligen Organisation auf der Mikroebene nahelegen. Erst durch

das Zusammenwirken der Bestandteile entsteht schließlich die Dynamik, die von einem darwinistischen Selektionsprozess geprägt wird. Es ist also für ein erfolgreiches Management von besonderer Bedeutung, sich stets auf die Gesamtdynamik der Organisation als Entscheidungsgrundlage zu beziehen und sich von der Analyse isolierter Bestandteile zu verabschieden. Diese Schlussfolgerung gilt umso mehr, je komplexer die Organisationsdynamik ist. Mit zunehmender Turbulenz steigt der Grad der Divergenz und Konvergenz innerhalb der Organisation, so dass die Analyse einzelner Bestandteile mehr und mehr zu Fehlentscheidungen führt. Die Überprüfung dieses Gedankens findet im weiteren Verlauf anhand von Hypothese 3 statt.

Hypothese 3: Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen Skala III und der **Turbulenz**.

Im Rahmen von Skala IV (In komplexen Systemen gibt es keinen *one best way*) wird die Einstellung von ManagerInnen gegenüber einem rezeptartigen Abarbeiten von Management-Problemen gemessen. Skala IV wurde vor dem Hintergrund formuliert, dass die Verletzung des Gesetzes der starken Kausalität eine individuelle und maßgeschneiderte Lösung für auftretende Probleme erforderlich macht. Damit geht aber einher, dass das Management eine gewisse Flexibilität aufweisen muss, um dieser Herausforderung angemessen begegnen zu können. In Hypothese 4 wird der diesbezügliche Zusammenhang formuliert.

Hypothese 4: Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen Skala IV und der **Flexibilität**.

Skala V (Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen) bezieht sich auf die Notwendigkeit der Abkehr von der Prognose- und Planungszuversicht. Der Schmetterlingseffekt führt durch Potenzierung bereits mikroskopisch kleiner Abweichungen in den Anfangsbedingungen eines Systems zu einer Unvorhersagbarkeit und damit Unplanbarkeit in der mittleren und langen Frist. Es ist für das Management von Organisationen demnach unerlässlich, Prognosen und Planungsprozesse möglichst kurzfristig stattfinden zu lassen. Die Bedeutung dieser Erfordernis nimmt mit der Chaotizität des Systems (der Organisation) zu: Je chaotischer die Dynamik, desto schneller werden Prognosen und Planungen obsolet. Im Rahmen der Hypothese 5 wird der entsprechende Zusammenhang formuliert.

Hypothese 5: Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen Skala V und der **Turbulenz**.

Da bezüglich beider Variablen (Flexibilität und Turbulenz) ein Zusammenhang zum Gesamtkonstrukt vermutet wird, wird der etwaige Zusammenhang einer Skala mit beiden Variablen anstelle mit ausschließlich der in der Hypothese erwähnten Variablen als zusätzlicher Hinweis auf die Validität des Konstrukts verstanden. Dahingegen ist es unbedingt für die validitätsbezogene Güte des Fragebogens notwendig, mindestens einen signifikanten Zusammenhang zwischen Turbulenz und Flexibilität mit jeder der Skalen zu zeigen. Über den hypothesentestenden Ansatz hinaus werden die demografischen Variablen der Validierungsstichprobe einem explorativen Verfahren aus bivariaten und multivariaten Tests unterzogen. Die Ergebnisse dieser Überprüfung werden dann als Hinweis auf die Validität des Fragebogens verstanden, wenn sie inhaltlich über eine plausible Passung zur jeweiligen Aussage aufweisen.

Im Rahmen des Kapitels 2.1 wurde bereits erläutert, dass es ein Komplexität berücksichtigendes Managementkonzept zu entwickeln gilt, das sich von einem situationsspezifischen Kontext löst und somit Steyrers (2015) universellen Theorien zuzurechnen ist. Dieser Motivation folgend wird Ziel 2 verfolgt:

Ziel 2: Entwicklung eines Fragebogens zur Beurteilung der Einstellung gegenüber Prinzipien des Managements komplexer Systeme, der den **Vergleich zwischen unterschiedlichen Branchen** erlaubt.

Um die universelle Einsetzbarkeit des Fragebogens sicherzustellen, ist es von großer Bedeutung, dass er an einer repräsentativen Stichprobe ausgerichtet wird. Daraus ergibt sich die dritte Zielsetzung des empirischen Teils dieser Arbeit:

Ziel 3: Entwicklung eines Fragebogens zur Beurteilung der Einstellung gegenüber Prinzipien des Managements komplexer Systeme, der an einer **repräsentativen Stichprobe** ausgerichtet wird.

Zusammenfassend ergeben sich also für die Konstruktion des Fragebogens die nachfolgenden dargestellten Zielsetzungen.

Ziel 1: Entwicklung eines Fragebogens zur Beurteilung der Einstellung gegenüber Prinzipien des Managements komplexer Systeme, der die **Hauptgütekriterien der klassischen Testtheorie** erfüllt.

Ziel 1.1: Entwicklung eines Fragebogens zur Beurteilung der Einstellung gegenüber Prinzipien des Managements komplexer Systeme, der **objektiv** ist.

Ziel 1.2: Entwicklung eines Fragebogens zur Beurteilung der Einstellung gegenüber Prinzipien des Managements komplexer Systeme, der **reliabel** ist.

Ziel 1.2.1: Entwicklung eines Fragebogens zur Beurteilung der Einstellung gegenüber Prinzipien des Managements komplexer Systeme, der auf jeder Skala mindestens akzeptable Werte des **Cronbachs Alpha** erreicht.

Ziel 1.2.2: Entwicklung eines Fragebogens zur Beurteilung der Einstellung gegenüber Prinzipien des Managements komplexer Systeme, der auf jeder Skala mindestens akzeptable Werte der **mittleren Item-Trennschärfe** erreicht.

Ziel 1.2.3: Entwicklung eines Fragebogens zur Beurteilung der Einstellung gegenüber Prinzipien des Managements komplexer Systeme, der auf jeder Skala mindestens akzeptable Werte der **mittleren Item-Interkorrelation** erreicht.

Ziel 1.2.4: Entwicklung eines Fragebogens zur Beurteilung der Einstellung gegenüber Prinzipien des Managements komplexer Systeme, der auf jeder Skala mindestens akzeptable Werte der **Faktorreliabilität** erreicht.

Ziel 1.3: Entwicklung eines Fragebogens zur Beurteilung der Einstellung gegenüber Prinzipien des Managements komplexer Systeme, der **valide** ist.

Ziel 1.3.1: Entwicklung eines Fragebogens zur Beurteilung der Einstellung gegenüber Prinzipien des Managements komplexer Systeme, der auf jeder Skala eine mindestens akzeptable **inhaltliche Validität** erzielt.

Ziel 1.3.2: Entwicklung eines Fragebogens zur Beurteilung der Einstellung gegenüber Prinzipien des Managements komplexer Systeme, dessen

Skalen einen **Zusammenhang untereinander** in mindestens akzeptablem Maß aufweisen.

Ziel 1.3.3: Entwicklung eines Fragebogens zur Beurteilung der Einstellung gegenüber Prinzipien des Managements komplexer Systeme, dessen **faktorielle Struktur** auf einen mindestens akzeptablen Modellfit hindeutet.

Ziel 2: Entwicklung eines Fragebogens zur Beurteilung der Einstellung gegenüber Prinzipien des Managements komplexer Systeme, der den **Vergleich zwischen unterschiedlichen Branchen** erlaubt.

Ziel 3: Entwicklung eines Fragebogens zur Beurteilung der Einstellung gegenüber Prinzipien des Managements komplexer Systeme, der an einer **repräsentativen Stichprobe** ausgerichtet wird.

6. Methoden der Fragebogenanalyse

Während im Rahmen des Theorieteils der vorliegenden Arbeit Implikationen für das Management komplexer Systeme hergeleitet wurden, fand im vorausgehenden Abschnitt die Zielsetzung für die Konstruktion des Fragebogens statt, die es im Weiteren zu verfolgen gilt. Im folgenden Kapitel werden sämtliche Methoden vorgestellt, die im Rahmen der Konstruktion und Auswertung des Erhebungsinstruments zum Einsatz kommen. Dazu wird zuvorderst darauf eingegangen, worauf bei der Konstruktion des Messinstruments geachtet wurde (Kapitel 6.1). In Kapitel 6.2 wird ein Überblick über den Ablauf der Erhebung und Auswertung gegeben, während Kapitel 6.3 sämtliche der im Zuge der Auswertung verwendeten statistischen Methoden vorstellt.

6.1 Beschreibung des Erhebungsinstruments

Im Rahmen des vorliegenden Abschnitts wird darauf eingegangen, auf welche Weise Items (Kapitel 6.1.1) und Skalen (Kapitel 6.1.2) entwickelt werden, um das theoriegeleitete Konstrukt des Managements komplexer Systeme empirisch zu erfassen. In Abschnitt 6.1.3 werden die Besonderheiten des Messinstruments diskutiert, die sich aus seiner Umsetzung als Online-Fragebogen ergeben, und es werden die Instruktionen dargestellt, die während der Durchführung der Erhebung ausgegeben wurden (Kapitel 6.1.4).

6.1.1 Formulierung der Fragebogenitems und demografische Abfrage

Bei der Formulierung der Items folgt die vorliegende Arbeit Bühners (2006, S. 66) Empfehlung, positive und negative Itemformulierungen so weit wie möglich in einem ausgewogenen Verhältnis zu verwenden. Die Nutzung unterschiedlich gepolter Items beugt Verzerrungen durch Akquieszenz, also der Tendenz, einer Antwort zuzustimmen, vor (vgl. Hossiep et al., 2000).

Im Zuge der Generierung der Fragebogenitems wurden in Anlehnung an Jonkisz et al. (2012, S. 62 ff.) ferner solche vermieden, die:

- mehrdeutige Begriffe beinhalten,
- Begriffe beinhalten, die nicht der gesamten Zielgruppe geläufig sein könnten,
- mehrere Aussagen miteinander vermengen,
- doppelte Verneinungen beinhalten,
- umständlich formuliert sind oder Abkürzungen enthalten oder
- hinsichtlich einer im Zuge der Formulierung aufgegriffenen Zeitspanne unklar bleiben.

Es wurde jedoch aufgrund der Fragestellung der vorliegenden Arbeit sowie der anvisierten Zielgruppe darauf geachtet, dass jedes Item den Anspruch des Managementbezugs erfüllt. Osterlind (1983) sowie Bortz und Döring (2002, S. 255) folgend, wurde ebenfalls auf eine hohe inhaltliche Konsistenz zwischen Item und der jeweiligen Skala Wert gelegt (vgl. Kapitel 6.1.2).

Bühner (2006, S. 69) empfiehlt zudem den Verzicht auf Verallgemeinerungen, z.B. in Form von Temporaladverbien wie *immer* oder *niemals*, aber auch indefiniten Personalpronomen wie *alle* oder *keiner*. Diese seien dem Autoren zufolge allerdings auch hilfreich in der Identifikation irrationaler Einstellungen, weshalb zum Teil solche Formulierungen im Rahmen des vorliegenden Forschungsvorhabens aufgenommen wurden. Dabei wurde jedoch darauf geachtet, diese hinsichtlich ihrer Polung und ihres inhaltlichen Bezugs zu variieren und Verallgemeinerungen nur in geringem Umfang zu verwenden.

Im Falle des zu entwickelnden Einstellungsfragebogens erscheint die Wahl eines gebundenen Antwortformates in Form einer vierstufigen Rating-Skala als günstig, deren Antwortmöglichkeiten, korrespondierend zu Rohrman (1978), von *trifft überhaupt nicht zu* bis *trifft voll zu* reichen. Die Vierstufigkeit der Antwortmöglichkeiten führt zudem zum Entfall der mittleren Kategorie, sodass einer Tendenz zu mittleren Urteilen vorgegriffen wird, die sich bereits in vergangenen Studien als problematisch erwies (vgl. hierzu z.B. Bortz & Döring, 2002, S. 179 f., Rost, 2004, S. 67). Bühner (2006, S. 56) verweist zwar darauf, dass auch der Entfall der mittleren Kategorie negative Konsequenzen nach sich ziehen kann, da Befragte zu einer Antwort jenseits der Neutralität gezwungen sind. Bei dem vorliegenden Fragebogen, der die persönliche Meinung zu Prinzipien des alltäglichen Arbeitslebens abfragt und zudem als Online-Fragebogen durchgeführt wird, sind jedoch allenfalls sehr gering ausgeprägte Effekte dieser Art zu erwarten. Das Antwortformat der vierstufigen Rating-Skala wurde ebenfalls für die Items der zusätzlich zum Fragebogen dargebotenen Skalen Flexibilität und Turbulenz der Arbeitsumgebung (vgl. Kapitel 5) gewählt.

Im Rahmen der Erhebungsrunden werden die ManagerInnen gebeten, Angaben zu ihrem Alter, Geschlecht, höchsten realisierten Schulabschluss, ihrer Einordnung in die Organisationshierarchie sowie der Branche, in der ihre Organisation tätig ist, zu machen. In diesem Zusammenhang ist es den ManagerInnen möglich, ihr Alter als Ziffernfolge in einem eigens dafür vorgesehenen Eingabefeld zu hinterlegen. Per Einfachauswahl machen die ManagerInnen Angaben zu ihrem

Geschlecht, dem höchsten realisierten Schulabschluss, der Einordnung in die Organisationshierarchie sowie der Branche ihrer Organisation.

Zur Angabe des höchsten Schulabschlusses wird den ManagerInnen folgende Auswahl zur Verfügung gestellt:

- Abitur
- Berufsausbildung
- Meister
- Fachhochschule
- Universität
- Promotion

In Hinblick auf die Selbsteinordnung in die Organisationshierarchie konnten die ManagerInnen aus den folgenden Antwortmöglichkeiten wählen:

- Obere Managementebene
- Mittlere Managementebene
- Untere Managementebene

Zur Angabe der Branche, in der die jeweilige Organisation hauptsächlich aktiv ist, wird den ManagerInnen eine auf Erten et al. (2006, S. 197) zurückgreifende, leicht abgewandelte Branchenliste dargeboten:

- Land- und Forstwirtschaft
- Energieversorgung
- Wasserversorgung und Abwasserentsorgung
- Entsorgung
- Chemische Industrie
- Maschinen-, Metall-, Elektrotechnik-, Elektroindustrie, Feinmechanik, Büromaschinen und Datenverarbeitung
- Sonstige Industrie (z.B. Nahrungsmittel-, Textil-, Papier- und Druckindustrie usw.)
- Baugewerbe
- Handel, Hotel, Gaststättengewerbe

- Transport, Nachrichtenübermittlung (z.B. Bahn, Post, Telekom usw.)
- Banken
- Versicherungen
- Unternehmensberatungen
- Wirtschaftsdienstleistungen (z.B. Werbung, Rechtsanwaltskanzleien usw.)
- Dienstleistungen an Privatpersonen und im Freizeitbereich
- Gesundheitswesen
- Sonstige Dienstleistungen (z.B. Medien, Forschung usw.)
- Erziehungswesen einschließlich Hochschulen und Universitäten
- Soziale Dienstleistungen
- öffentliche Verwaltung (z.B. Bundesverwaltung, Kommunalverwaltung usw.)
- Pharmaindustrie

Das Geschlecht wurde mit 0 für weibliche und 1 für männliche ManagerInnen kodiert, sodass eine positive Korrelation mit einer anderen Variablen bedeutet, dass diese insbesondere bei männlichen Teilnehmer hohe Werte aufweist. Im Rahmen der deskriptiven Statistik wurden die Angaben zur Managementebene, in der sich die Befragten einordnen, mit 1 für die untere, 2 für die mittlere und 3 für die obere Managementebene kodiert. Eine positive Korrelation einer weiteren Variablen mit der Managementebene bedeutet also, dass diese insbesondere bei ManagerInnen der oberen Managementebene hohe Werte aufweist.

Um Unterschiede in der Validitätsprüfung besonders gut sichtbar werden zu lassen, wurden ferner die Variablen höchster realisierter Abschluss, Managementebene und Branchenzugehörigkeit dichotomisiert. In Hinblick auf den Abschluss wurde zwischen akademischen (kodiert mit 1) und nicht-akademischen Abschlüssen (kodiert mit 0) unterschieden. Den akademischen Abschlüssen wurden die Auswahlmöglichkeiten Fachhochschule, Universität und Promotion zugeordnet, während sich die nicht-akademischen Abschlüsse aus Abitur, Berufsausbildung und Meister zusammensetzen. Zudem wurde zwischen der oberen Managementebene (kodiert mit 1) sowie der unteren und mittleren Managementebene (kodiert mit 0) differenziert. Die Branchen wurden entsprechend ihres schwerpunktmäßigen Tätigkeitsfeldes in produzierendes (kodiert mit 1) und nicht-produzierendes Gewerbe (kodiert mit 0) unterteilt.

In der Kategorie des produzierenden Gewerbes sind die folgenden Branchen enthalten:

- Land- und Forstwirtschaft
- Energieversorgung
- Chemische Industrie
- Maschinen-, Metall-, Elektrotechnik-, Elektroindustrie, Feinmechanik, Büromaschinen und Datenverarbeitung
- Sonstige Industrie (z.B. Nahrungsmittel-, Textil-, Papier- und Druckindustrie usw.)
- Baugewerbe
- Pharmazie

Das nicht-produzierende Gewerbe umfasst die folgenden Branchen:

- Wasserversorgung und Abwasserentsorgung
- Entsorgung
- Handel, Hotel, Gaststättengewerbe
- Transport, Nachrichtenübermittlung (z.B. Bahn, Post, Telekom usw.)
- Banken
- Versicherungen
- Unternehmensberatungen
- Wirtschaftsdienstleistungen (z.B. Werbung, Rechtsanwaltskanzleien usw.)
- Dienstleistungen an Privatpersonen und im Freizeitbereich
- Gesundheitswesen
- Sonstige Dienstleistungen (z.B. Medien, Forschung usw.)
- Erziehungswesen einschließlich Hochschulen und Universitäten
- Soziale Dienstleistungen
- Öffentliche Verwaltung (z.B. Bundesverwaltung, Kommunalverwaltung usw.)

Dieser Aufteilung liegt der Gedanke zugrunde, dass das Verhalten von Organisationen einer Branche maßgeblich durch die Langfristigkeit der Kapitalbindung beeinflusst wird. Es wird angenommen, dass die Kapitalintensität der Branche und somit auch die Langfristigkeit der Kapitalbindung möglicherweise einen Einfluss auf das Verhalten und damit einhergehend die Sichtweise der Managementprinzipien des vorliegenden Fragebogens innerhalb der Organisationen der jeweiligen Branche ausüben können.

6.1.2 Beschreibung der Skalen

Im Theorieteil der vorliegenden Arbeit wurden aus der komplexitätswissenschaftlichen Literatur fünf Implikationen abgeleitet, die sich für den Umgang mit deterministisch-chaotischen, selbstorganisierenden Systemen ergeben. Jeweils eine Implikation des Theorieteils wird in der nachfolgenden Erhebung durch eine Skala abgebildet. Im Verlauf des vorliegenden Abschnitts wird die Zielsetzung dieser Skalen beschrieben und durch die beispielhafte Nennung von drei für die jeweilige Skala repräsentativen Items illustriert.

6.1.2.1 Skala I: Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen

Die Arbeiten des CPS (vgl. Kapitel 2.2) zeigen recht deutlich, dass Entscheider ein System schnell fehleinschätzen, sobald nichtlineare Beziehungen integriert werden. Demnach werden z.B. exponentielle Wachstumseffekte in nicht unerheblichem Ausmaß systematisch unterschätzt. Verschärft wird dieser Zusammenhang durch die Erkenntnisse der komplexitätswissenschaftlichen Literatur (vgl. Kapitel 3), die mit dem Schmetterlingseffekt beschreibt, dass Systeme ohnehin nur für eine sehr kurze Zeitspanne vorhersagbar sind, sobald Nichtlinearitäten vorliegen. Diese Besonderheiten nichtlinearer dynamischer Systeme legen nahe, dass das Management komplexer Systeme besondere Herausforderungen mit sich bringt. Der Schmetterlingseffekt führt mit der Verletzung des Gesetzes der starken Kausalität zu einer scheinbaren Entkopplung von Ursache und Wirkung, da sich bereits kleinste Abweichungen im Zeitverlauf potenzieren und in unprognostizierbaren Wirkungen münden. Bezogen auf das Management in einem deterministisch-chaotischen Umfeld bedeutet dies, dass mit großer Wahrscheinlichkeit diejenige Problemlösung scheitert, die eine detaillierte Ursachenanalyse voraussetzt.

Skala I widmet sich daher der Fragestellung, inwiefern ManagerInnen an die Gültigkeit der Beziehung zwischen Ursache und Wirkung im Rahmen des Problemlösens innerhalb von Organisationen glauben. Damit verbunden ist vor allem auch die Frage, ob sie in diesem Zusammenhang der Ursachenanalyse als Voraussetzung für eine erfolgreiche Problemlösung Bedeutung beimessen. Die Konstruktion der Skala I folgte somit der Maßgabe, zwischen ManagerInnen, die an die Kopplung von Ursache und Wirkung glauben und jenen, die dies nicht tun, zu differenzieren und zu identifizieren, welche Bedeutung ManagerInnen der Ursachenanalyse zur erfolgreichen Problemlösung zuschreiben.

Die folgenden drei Items werden als für Skala I repräsentativ verstanden und illustrieren die operationalisierte Umsetzung im Rahmen der Zielsetzung der Skala I:

- Item I.1:** Manchmal scheinen Ursache und Wirkung in Unternehmen in keinem Zusammenhang zu stehen.
- Item I.2:** Man kann nicht die Ursache jedes Management-Problems finden.
- Item I.3:** Manager, die in Ursache-Wirkungs-Beziehungen denken, sind oft weniger erfolgreich.

ManagerInnen, die auf Skala I hohe Werte erreichen, glauben nicht daran, dass es bei jedem Management-Problem sinnvoll ist, nach dessen Ursache zu suchen bzw. dass es für jedes Problem überhaupt eine konkret zu benennende Ursache gibt. Sie glauben auch nicht daran, dass man Probleme nur dann lösen kann, wenn man ihre Ursachen verstanden hat. Anhand der aufgeführten Items wird jedoch auch klar, dass Skala I ausschließlich die Frage beantworten kann, ob ManagerInnen an die Gültigkeit von Ursache und Wirkung glauben und ob sie die detaillierte Ursachenanalyse für wichtig halten. Dahingegen wird mit Skala I kein Erklärungsversuch dahingehend unternommen, wie ManagerInnen Probleme stattdessen lösen. Skala I erlaubt also keine Rückschlüsse darauf, ob Probleme möglicherweise durch die Gestaltung geeigneter Rahmenbedingungen, durch iterative Anpassungsprozesse oder durch ein von der Ursachenanalyse entkoppeltes Change-Management gelöst werden. Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, wird auch die Bezeichnung der Skala I, *Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen*, entsprechend formuliert.

6.1.2.2 Skala II: Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle

In Kapitel 3 wurde mit Hilfe der Synergetik (z.B. Haken, 1977, 1990b, Haken & Wunderlin, 1991) gezeigt, dass sich komplexe Systeme keineswegs zufällig verhalten, sondern durchaus ordnungserzeugend sind. Ursache für die Entstehung von Strukturen in solchen Systemen sind dabei nicht gezielte Eingriffe von außerhalb des Systems, sondern ein systemimmanenter Prozess aus Versklavung und Selbstorganisation. Durch diesen Anpassungsprozess sind selbstorganisierende Systeme dazu in der Lage, sich in kurzer Zeit an veränderte Umweltbedingungen anzupassen.

Es ist davon auszugehen, dass auch in komplexen Organisationen ein Selbstorganisations-Versklavung-Zyklus stattfindet, der eine an die Umwelt angepasste Struktur- und Ordnungsbildung

ermöglicht. Notwendige Voraussetzung für einen solchen Prozess ist jedoch, dass MitarbeiterInnen und Abteilungen einer Organisation als Systembestandteile Freiheit und Autonomie in ausreichendem Umfang eingeräumt werden, um eine adäquate Anpassungsreaktion in angemessener Zeit zu vollziehen.

Skala II verfolgt daher die Zielsetzung, zu messen, inwiefern ManagerInnen daran glauben, dass es wichtig ist, MitarbeiterInnen und Abteilungen einer Organisation Freiheit und Autonomie bei ihren Entscheidungen einzuräumen und inwiefern sie dieses Zugeständnis als Erfolgsfaktor in der Lösung von Problemen sehen.

Die folgenden, für Skala II als repräsentativ zu betrachtenden Items veranschaulichen beispielhaft die Operationalisierung der vorausgehenden Überlegungen:

- Item II.1:** Mitarbeitern und Abteilungen eines Unternehmens sollte möglichst viel Freiheit bei ihren Entscheidungen gelassen werden.
- Item II.2:** Es sind besonders diejenigen Unternehmen erfolgreich, in denen Mitarbeiter über große Freiheiten verfügen.
- Item II.3:** Wenn man Mitarbeitern mehr Freiheiten lässt, kann das Unternehmen auf Probleme schneller reagieren.

ManagerInnen, die auf Skala II hohe Werte erreichen, halten es für wichtig und einen entscheidenden Erfolgsfaktor, MitarbeiterInnen und Abteilungen Freiheit und Autonomie in ausreichendem Umfang zu gewähren, um schnell und angemessen auf Probleme reagieren zu können. Über den im Rahmen des in Kapitel 5 nahegelegten Bezug zur Flexibilität der ManagerInnen hinaus ist nicht von der Hand zu weisen, dass Skala II weitere Themenfelder berührt, die nicht im Mittelpunkt des Interesses der vorliegenden Arbeit stehen. So fällt es sicherlich denjenigen ManagerInnen, denen die Übertragung von Verantwortung nur geringfügige Probleme bereitet, leichter, Abteilungen und MitarbeiterInnen Autonomie und Freiheit zuzugestehen. Dahingegen sollten ManagerInnen, die dazu neigen, ihre Angestellten massiven Kontrollen zu unterziehen, niedrige Punktwerte auf Skala II erzielen. Diese Einflussfaktoren stehen jedoch nicht im Fokus der vorliegenden Untersuchung und werden im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter verfolgt, stellen jedoch mit großer Wahrscheinlichkeit interessante Anknüpfungspunkte für zukünftige Studien dar.

6.1.2.3 Skala III: Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile

Wie schon in Zusammenhang mit Skala II beschrieben, befasst sich die Synergetik (Haken, 1977) mit der Entstehung von Strukturen im Zuge eines darwinistischen Selbstorganisationsprozesses. Eine weitere Besonderheit neben der Autonomie dieses Prozesses ist, dass sich die entstandene Ordnung ausschließlich auf der übergeordneten Makroebene, nicht aber auf der Mikroebene beobachten lässt. Erst durch das Zusammenspiel der Systembestandteile ergibt sich ein komplexes Muster, das der Analyse isolierter Systembestandteile verborgen bleibt. Der Einbezug von nichtlinearen Beziehungen führt in jedem System unweigerlich zum Verlust der Additivität, sodass Probleme nicht mehr in Teilprobleme zerlegt, gelöst und anschließend wieder zusammengesetzt werden können. In nichtlinearen Systemen führt ein Eingriff, der auf Problemdekomposition beruht, zu einem völlig anderen Ergebnis als ein Eingriff, der dasselbe Ziel auf globaler Ebene verfolgt. Dieses Phänomen von Systemen, durch das Zusammenwirken ihrer Bestandteile eine neue Qualität zu erzeugen, wurde bereits gegen Ende des 19. Jahrhunderts als *übersummativ* (von Ehrenfels, 1890, zitiert nach Ansorge & Leder, 2011, S. 29) bezeichnet und wurde mit Hilfe der Bäcker-Transformation in Kapitel 3 veranschaulicht. Diese zeigt, wie Einflüsse durch die fortwährende Divergenz und Konvergenz stets durch das gesamte System diffundieren und es nicht bei einer gezielten Einwirkung auf einzelne Systembereiche bleiben kann.

Daher ist es für das Management von Organisationen von besonderer Bedeutung, ihre Organisation von einem übergeordneten, aggregierten Standpunkt zu betrachten und aus dieser Perspektive Problemlösungen abzuleiten. Die Zerlegung der Organisation in kleinere Bestandteile und Anwendung von Maßnahmen auf solch isolierte Einheiten führt mit großer Wahrscheinlichkeit dazu, dass die angewendeten Maßnahmen für das Management weder intendierte noch nachvollziehbare Auswirkungen nach sich ziehen. Aus diesem Grund wird im Rahmen von Skala III die Zielsetzung verfolgt, zu messen, inwiefern ManagerInnen an Übersummativität und das Verständnis von Organisationen durch Zerlegung in ihre Einzelteile glauben.

Die folgenden drei Items sind daher repräsentativ für Skala III und verdeutlichen beispielhaft die Zielsetzung im Rahmen der Itemgenerierung:

Item III.1: Wer ein Unternehmen in seine Einzelteile zerlegt, kann nicht mehr verstehen, wie es funktioniert.

Item III.2: Das Ganze ist häufig etwas anderes als die Summe seiner Teile.

Item III.3: Gute Manager ziehen aus der Analyse einzelner Unternehmensbestandteile keine Rückschlüsse auf das gesamte Unternehmen.

ManagerInnen, die auf Skala III hohe Werte erreichen, glauben, dass man aus der Kenntnis einzelner Unternehmensbestandteile nicht auf die Gesamtdynamik der Organisation schließen kann.

6.1.2.4 Skala IV: In komplexen Systemen gibt es keinen *one best way*

Mit der Verletzung des Gesetzes der starken Kausalität (vgl. Kapitel 3) ist die Folgerung verbunden, dass ähnliche Ursachen im Zeitverlauf nicht zu ähnlichen, sondern völlig anderen Wirkungen führen. Beurteilt das Management einer Organisation ein Problem anhand seiner Ähnlichkeit zu einem bereits zuvor gelösten Problem, wird die Anwendung der vormals erfolgreichen Lösungsstrategie im chaotischen Kontext mit sehr großer Wahrscheinlichkeit scheitern. Bereits infinitesimale Unterschiede in den Anfangsbedingungen verstärken sich im Zeitverlauf exponentiell und führen dazu, dass komplexe Systeme einen bestimmten Zustand nie mehrmals einnehmen. Dieses Charakteristikum wird daher auch als Aperiodizität bezeichnet und wurde im Rahmen des Kapitels 3.4 anhand der Iteration der logistischen Gleichung veranschaulicht. Wenn aber ein Systemzustand niemals mehrfach aufgesucht wird und sich selbst kleinste Unterschiede derart verstärken, wird mit großer Wahrscheinlichkeit eine Problemlösung fehlschlagen, die kurz zuvor bei einem fast identischen Problem sehr erfolgreich war. Diese Eigenschaft deterministisch-chaotischer Systeme macht es erforderlich, sich von einem Management nach ‚Schema F‘ loszusagen. ManagerInnen, die für jedes Problem eine vorgefertigte Lösung im Sinne einer Blaupause mit sich führen, werden also den Anforderungen komplexer Systeme bei weitem nicht gerecht. Somit steht diese Implikation auch in Widerspruch zu Taylors (2006/1911) Versuch, für jede Art von Problemstellungen einen *one best way* zu finden. Statt Probleme zu kategorisieren und vorgefertigte Lösungen anzufertigen, bedarf es maßgeschneiderter Lösungen, die individuell auf das jeweilige Problem abgestimmt sind. Skala IV zielt daher auf die Messung des Glaubens von ManagerInnen an die Möglichkeit des Problemlösens anhand vorgefertigter und bereits erfolgreich angewendeter Lösungen ab.

Die nachfolgenden Items sind repräsentativ für Skala IV und dienen beispielhaft der Illustration der Zielsetzung vor dem Hintergrund der Itemgenerierung:

Item IV.1: Meistens bedürfen Management-Probleme einer individuellen Lösung.

Item IV.2: Die Anwendung von Lösungen der Vergangenheit auf aktuelle Management-Probleme scheitert häufig.

Item IV.3: Ein guter Manager weiß, dass sich Probleme nicht rezeptartig abarbeiten lassen.

ManagerInnen, die auf Skala IV hohe Werte erreichen, betrachten es als bedeutsam, auftretende Probleme nicht nach einem festen Schema zu lösen und glauben, dass es mit großer Wahrscheinlichkeit nicht gelingen wird, Strategien der Vergangenheit auf neue Sachverhalte zu übertragen.

6.1.2.5 Skala V: Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen

Da der Schmetterlingseffekt dazu führt, dass sich kleinste Abweichungen in den Anfangsbedingungen eines Systems durch exponentielles Fehlerwachstum aufschaukeln, sind komplexe Systeme nur für einen sehr kurzen Zeithorizont vorhersagbar und planbar. Die Veranschaulichung mit Hilfe des Verhulst-Systems in Kapitel 3.4 zeigte sehr deutlich, dass diese Unvorhersagbarkeit aufgrund der nichtlinearen Wirkbeziehungen in komplexen Systemen nicht allmählich, sondern schlagartig eintritt. Bei Plänen und Prognosen, die weit in die Zukunft reichen, ist daher davon auszugehen, dass sie bereits nach kurzer Zeit obsolet werden und das Management zu Fehlentscheidungen verleiten. Daher wird im Rahmen von Skala V getestet, ob ManagerInnen daran glauben, dass Organisationen und ihre Entwicklungen über größere Zeiträume prognostizierbar und planbar sind.

Diese Zielsetzung lässt sich anhand der nachfolgenden Items veranschaulichen:

Item V.1: Es ist eher unwahrscheinlich, dass jemand die Entwicklung eines Unternehmens über eine längere Zeit vorhersagen kann.

Item V.2: Prognosen in Unternehmen lassen sich wohl nur für einen begrenzten Zeitraum erstellen.

Item V.3: In Unternehmen scheitert jeder Plan, der zu weit in die Zukunft reicht.

ManagerInnen, die auf dieser Skala hohe Werte erreichen, glauben nicht daran, dass es möglich ist, die Entwicklung von Organisationen und Märkten über einen langen Zeitraum vorherzusagen. In der Folge lehnen sie es ab, weit in die Zukunft reichende Pläne zu erstellen. Insbesondere diese fünfte Managementimplikation steht in scheinbarem Widerspruch zu vielen traditi-

onellen Managementansätzen. So beschreibt Senge (2011) die „heilige Dreifaltigkeit des Managements“ (S. 4) als aus Planung, Organisation und Kontrolle bestehend. Die Implikation zielt jedoch nicht auf die völlige Abschaffung von Planung ab, sondern auf deren Neuinterpretation. Es geht nicht darum, Planung vollständig abzulehnen und Entscheidungen ausschließlich spontan zu treffen, sondern die Fristigkeit der Planung entsprechend der Dynamik komplexer Systeme auszurichten. Über welchen Zeitraum sich ein bestimmtes System vorhersagbar verhält, bedarf spezifischer Untersuchungen wie beispielsweise mit Hilfe des Lyapunov-Exponenten (z.B. Kantz, 1994, Rosenstein et al., 1993, Wolf et al., 1985), der die Ausprägung des Schmetterlingseffekts misst und daher Aussagen zum Zeithorizont möglicher Prognosen gestattet. Unabhängig von der individuellen Sensitivität des Systems jedoch sollten Prognose- und darauf aufbauende Planungsprozesse möglichst kurzfristig gestaltet und iterativ angepasst werden.

6.1.3 Konzeption des Messinstruments als Online-Fragebogen

Um die zeitökonomische Durchführbarkeit der nachfolgenden Untersuchung angesichts der mit mindestens 300 ManagerInnen relativ großen Stichprobe (vgl. Kapitel 6.2.1) zu gewährleisten, wird das zu entwickelnde Messinstrument als Online-Fragebogen umgesetzt. Diese Form der Distribution hat zum Nachteil, dass das Ausfüllen des Fragebogens nicht unmittelbar beobachtet werden kann. In der Folge ist es also nicht möglich, die Erhebung innerhalb festgelegter, für alle ManagerInnen einheitlicher Rahmenbedingungen stattfinden zu lassen, sodass sich dieser Umstand negativ auf die Durchführungsobjektivität auswirken kann.

Lienert und Raatz (1998) führen wiederum aus, dass soziale Interaktion zur Maximierung der Durchführungsobjektivität möglichst zu vermeiden ist. Da durch das rein elektronische Versenden und Beantworten des Fragebogens keinerlei soziale Interaktion stattfindet, spricht dies für einen positiven Effekt auf die Objektivität des Fragebogens. Ebenfalls als positiver Einfluss kommt hinzu, dass die Reihenfolge der Items von ManagerIn zu ManagerIn variiert, sodass Verzerrungseffekte, die sich z.B. aus einer anfänglich hohen Motivation mit sich anschließenden Ermüdungserscheinungen ergeben können, auszuschließen sind. Durch die randomisierte Itemreihung wirken sich derartige Effekte bei ausreichend hoher Fallzahl in etwa gleich häufig auf sämtliche Items aus und gleichen sich daher im Zeitverlauf aus. Für die Objektivität des Fragebogens spricht ebenfalls, dass bereits vor der Auswertung für alle Items die Schlüsselrichtung der Antworten festgelegt wurde. Die ausschließliche Verwendung von Items mit vorgegebener Schlüsselrichtung führt in Verbindung mit der Ausgabe numerischer Werte dazu, dass sie frei von Interpretationsverzerrungen sind (vgl. (Lienert & Raatz, 1998)). Aus diesem Grund

wird im Weiteren auf statistische Überprüfungen verzichtet, die sich auf die Objektivität des Fragebogens im Sinne des Ziels 1.1 (Entwicklung eines Fragebogens zur Beurteilung der Einstellung gegenüber Prinzipien des Managements komplexer Systeme, der objektiv ist) beziehen. Zwar bringt die Umsetzung als Online-Fragebogen mitunter Nachteile in Hinblick auf die Objektivität mit sich, es überwiegen jedoch ihre Vorteile, sodass insgesamt von einer hohen Objektivität ausgegangen wird.

6.1.4 Instruktionen während der Versuchsdurchführung

Die ManagerInnen erhielten folgende Instruktionen zur Versuchsdurchführung:

Vielen Dank, dass Sie sich die Zeit nehmen, um an der Untersuchung mitzuwirken.

Der Fragebogen besteht aus 64 Items und wir bitten Sie, diesen in einem Durchgang auszufüllen, da Zwischenergebnisse nicht gespeichert werden und somit nach Abbruch des Fragebogens nicht mehr abgerufen werden können.

Überlegen Sie bei der Beantwortung der Fragen bitte nicht, welche Antwort möglicherweise auf den ersten Blick einen guten Eindruck vermittelt, sondern stufen Sie die Aussagen so ein, wie Sie es für zutreffend halten. Auch wenn Ihnen einmal die Entscheidung für eine Antwort schwer fallen sollte, kreuzen Sie bitte die Antwortmöglichkeit an, die am ehesten zutrifft.

Zudem wird im Fragebogen der Begriff ‚Unternehmen‘ nicht nur für privatwirtschaftliche Organisationen, sondern gleichermaßen für Einrichtungen der öffentlichen Hand, Non-Profit-Gesellschaften usw. verwendet. (Startseite des Online-Fragebogens)

Auf diese Weise werden allen an der Befragung teilnehmenden ManagerInnen einheitliche Versuchsinstruktionen zur Verfügung gestellt. Somit können Verzerrungseffekte ausgeschlossen werden, die sich aus voneinander abweichenden Instruktionen ergeben können. Daher wird auch diese Eigenschaft des Fragebogens als positiver Einfluss auf seine Objektivität interpretiert.

6.2 Durchführung der Erhebungsrunden

Im Rahmen der nachfolgenden Abschnitte wird zunächst ein Überblick über die Adressaten der Befragung, den benötigten Stichprobenumfang und das Vorgehen in der Rekrutierung von ManagerInnen beschrieben (Kapitel 6.2.1). In einem Ablaufschema wird in Kapitel 6.2.2 übersichtlich die Reihenfolge der Konstruktions- und Auswertungsschritte vor dem Hintergrund ihrer jeweiligen Zielsetzung dargestellt.

6.2.1 Zielgruppe, Stichprobenumfang und Stichprobenrekrutierung

Es ist das Ziel der vorliegenden Untersuchung, ein objektives, reliables und valides Messinstrument zu entwickeln (entsprechend Ziel 1.1 bis Ziel 3, vgl. S. 106 ff.), das Rückschlüsse auf die empirische Relevanz der im Theorieteil beschriebenen Implikationen I bis V für das Management komplexer Systeme erlaubt. Somit richtet sich die vorliegende Untersuchung an Organisationen. Damit sind aber nicht ausschließlich privatwirtschaftliche Unternehmen, sondern z.B. auch Unternehmen mit Beteiligung der öffentlichen Hand und öffentliche Verwaltungen gemeint.

Um eine Aussage darüber treffen zu können, welche Rolle die Managementprinzipien des Theorieteils in Organisationen spielen, ist es erforderlich, einen möglichst großen Stichprobenumfang zu erreichen. Da es zudem bei den erarbeiteten Managementprinzipien um sehr grundlegende Handlungsweisen des Managements geht, kann angenommen werden, dass sich diese in der Kultur der gesamten jeweiligen Organisation auf allen Ebenen manifestieren. Aus diesem Grund richtet sich die nachfolgende Erhebung auf individueller Ebene an einen breiten Querschnitt des Managements, bestehend aus sämtlichen Hierarchiestufen, Abteilungen und Funktionsbereichen und ist hinsichtlich der TeilnehmerInnen-Rekrutierung unabhängig von Faktoren wie der Personalverantwortung, dem Alter oder Geschlecht der ManagerInnen. Die befragten Individuen sollten aber in jedem Fall mit dem Treffen von Managemententscheidungen in ihrem beruflichen Alltag betraut sein.

Damit eine Aussage zur empirischen Relevanz des theoretischen Modells getroffen werden kann, wird im weiteren Verlauf der vorliegenden Arbeit das strukturprüfende Verfahren der konfirmatorischen Faktorenanalyse (vgl. Kapitel 6.3) angewendet. In Abhängigkeit von der Homogenität der Stichprobe empfehlen Lienert und Raatz (1998, S. 60 f.) einen Mindeststichprobenumfang von 200 bis 400 TeilnehmerInnen in der Analytestichprobe, um die faktorielle

Validität des Modells angemessen beurteilen zu können. Da sich die Untersuchung an ManagerInnen von Organisationen richtet, kann von einer gewissen Homogenität ausgegangen werden. Aufgrund fehlender weiterer Einschränkungen muss aber von Verklumpungseffekten ausgegangen werden, weshalb für die Anwendung der konfirmatorischen Faktorenanalyse ein Stichprobenumfang von mindestens 300 ManagerInnen angestrebt wird.

Die Überarbeitung des Fragebogens fand in der vorliegenden Arbeit mittels eines sequenziellen Vorgehens statt, dessen Kern drei Erhebungsrunden darstellen. In einer ersten und zweiten Erhebungsrunde wurde das Ziel verfolgt, den Fragebogen reliabilitätsbasiert einzukürzen, während in der dritten Erhebungsrunde mit der Validierungsstichprobe neben der Überprüfung der Reliabilität vor allem die Validität des Messinstruments im Vordergrund des Interesses stand. Im Rahmen der ersten Erhebungsrunde wurde der Fragebogen vornehmlich an ausgewählte AbteilungsleiterInnen und GeschäftsführerInnen von Tochtergesellschaften eines großen Dienstleistungsunternehmens in Nordrhein-Westfalen verteilt, ergänzt um TeilnehmerInnen aus dem privaten Umfeld des Autoren. Um einen Kompromiss zwischen qualifizierter und hinreichend großer Stichprobe zu schließen, wurden die Verantwortlichen der jeweiligen Abteilungen und Gesellschaften darum gebeten, den Fragebogen nicht nur selbst auszufüllen, sondern auch innerhalb ihrer Abteilungen an diejenigen MitarbeiterInnen weiterzuleiten, die in ihrem beruflichen Umfeld mit Managementaufgaben betraut sind. Es wurde bewusst darauf hingewiesen, dass sämtliche MitarbeiterInnen mit Managementaufgaben zur Teilnahme qualifiziert sind, unabhängig von deren Funktion, hierarchischer Einordnung, Abteilung oder Personalverantwortung. Es wird angenommen, dass sich die Stichprobe des ersten Pretests in etwa zu gleichen Teilen aus ManagerInnen aus dem privaten Umfeld des Autoren und aus ManagerInnen, die bei dem nordrhein-westfälischen Dienstleistungsunternehmen beschäftigt sind, zusammensetzt.

Im Rahmen der zweiten Erhebungsrunde wurde der Fragebogen erneut an ausgewählte AbteilungsleiterInnen und GeschäftsführerInnen von Tochtergesellschaften des nordrhein-westfälischen Dienstleistungsunternehmens verteilt. Auch in der zweiten Pretest-Erhebung wurden Personen aus dem privaten Umfeld des Autoren um ihre Teilnahme gebeten. Einziges Kriterium für die Teilnahme an der Befragung war auch im zweiten Pretest die Wahrnehmung von Managementaufgaben der jeweiligen Teilnehmerin bzw. des jeweiligen Teilnehmers. Erneut ist

das Verhältnis der ManagerInnen aus dem privaten Umfeld des Autoren und den TeilnehmerInnen des nordrhein-westfälischen Dienstleistungsunternehmens als in etwa ausgewogen einzuschätzen.

Zur Erhebung der Validierungsstichprobe (dritte Erhebungsrunde) wurde der Fragebogen an ca. 5.500 ManagerInnen aus der gesamten Bundesrepublik Deutschland mit der Bitte versendet, den Fragebogen auszufüllen und an möglichst viele MitarbeiterInnen der empfangenden Organisation zu versenden. Zusätzlich wurden erneut ca. 100 AbteilungsleiterInnen und GeschäftsführerInnen von Tochtergesellschaften des nordrhein-westfälischen Dienstleistungsunternehmens sowie etwa 100 ManagerInnen aus dem privaten Umfeld des Autoren gebeten, den Fragebogen auszufüllen und weiterzuleiten. Auch in der finalen Version des Fragebogens wurde die berufliche Ausübung von Managementtätigkeiten als Voraussetzung zur Teilnahme angeführt.

6.2.2 Ablauf der Erhebung und Auswertung

Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Entwicklung eines objektiven, reliablen und validen Fragebogens, dessen Objektivität bereits in 6.1.3 diskutiert wurde. Auf Basis dieser Diskussion wird Ziel 1.1, die Entwicklung eines objektiven Fragebogens, als erfüllt angenommen. Daher widmen sich die weiteren Prüfverfahren in den drei aufeinanderfolgenden Erhebungsrunden der Beurteilung der Reliabilität (Erhebungsrunde 1 und 2) und Validität (Erhebungsrunde 3, Validierungsstichprobe) des Fragebogens in einem Vorgehen aus sechs Schritten, die in Abbildung 17 übersichtlich zusammengestellt sind.

Zunächst werden die generierten Items (Schritt 1) einer Vorauswahl durch Experten und Laien der komplexitätswissenschaftlichen Managementforschung zugeführt (Schritt 2). Dabei werden sowohl die Augenscheinvalidität als auch die inhaltliche Verständlichkeit jedes Items geprüft. Auf der Grundlage eines ersten (Schritt 3) und zweiten Pretests (Schritt 4) findet eine reliabilitätsbasierte Einkürzung des Fragebogens statt. Diejenigen Skalen, die über weniger als zwölf Items nach Einkürzung verfügen, werden mit neu erzeugten Items aufgefüllt (Schritt 5), sodass die Prüfung der Reliabilität und Validität anhand der finalen Stichprobe der darauffolgenden Erhebung (Schritt 6) stattfinden kann.

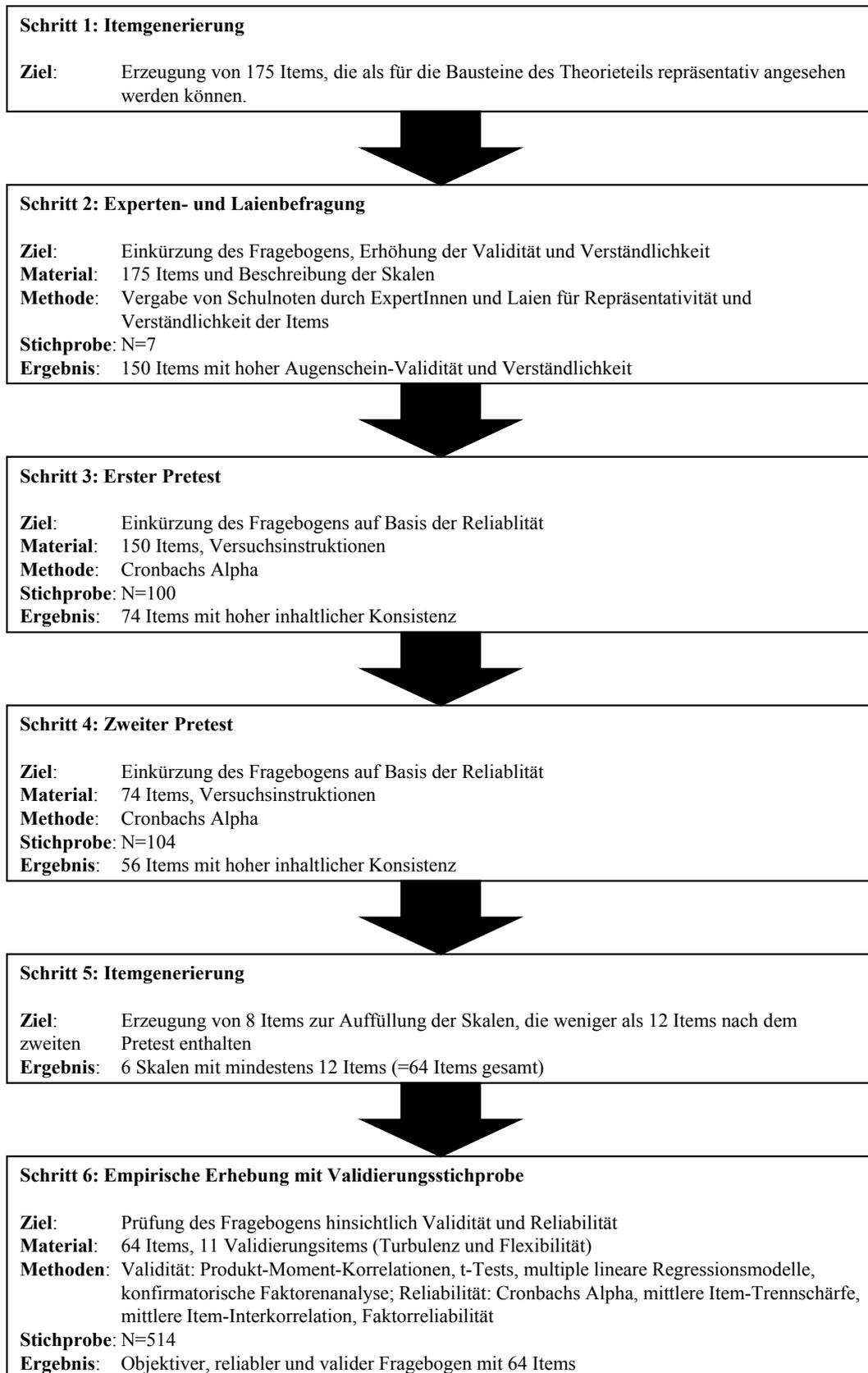


Abbildung 17: Prüfschema Hauptgütekriterien klassische Testtheorie

Zur Überprüfung des Fragebogens hinsichtlich seiner Reliabilität und Validität wird ein Vorgehen aus insgesamt sechs Konstruktionsschritten gewählt. Zur Diskussion der Objektivität des Erhebungsinstruments vgl. Kapitel 6.1.3. Quelle: eigene Darstellung.

6.3 Statistische Methoden

Da die Objektivität im Rahmen des zu entwickelnden Fragebogens aufgrund seiner Umsetzung als Online-Fragebogen als hoch angenommen wird (vgl. Kapitel 6.1.3), findet in den nachfolgenden Kapiteln ausschließlich eine Beschreibung der zur Überprüfung der Reliabilität (Kapitel 6.3.1) und Validität (Kapitel 6.3.2) eingesetzten Verfahren statt. Zudem werden die zum Einsatz kommenden Methoden zur Ermittlung der Profilvergleiche der Branchen beschrieben (6.3.3) und es wird auf die Datenaufbereitung sowie die Berechnungen zur Repräsentativität der Validierungsstichprobe eingegangen (6.3.5). Unabhängig von der Zielsetzung der Methodik (z.B. Beurteilung der Reliabilität oder Validität) werden intervallskalierte Daten mit Mittelwert (AM) und Standardabweichung (SD) präsentiert und kategoriale Daten werden mit Häufigkeit (n) und Prozent (%) dargestellt.

6.3.1 Zur Überprüfung der Reliabilität eingesetzte Verfahren

Die Reliabilität als Reproduzierbarkeit der Testergebnisse wird insbesondere im Rahmen des Einkürzungs- und Itemselektionsprozesses vorwiegend anhand des Cronbach-Alpha-Koeffizienten (Cronbach, 1951) vorgenommen, ergänzt um die Betrachtung der mittleren Item-Trennschärfe, der mittleren Item-Interkorrelation sowie der Faktorreliabilität.

Cronbachs Alpha gilt als Standardmethode zur Beurteilung der inneren Konsistenz (Bühner, 2006, S. 132) und wird wie in Gleichung 4 definiert.

Gleichung 4: Cronbach-Alpha-Koeffizient

$$\alpha = \frac{c}{c-1} * \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^j S_i^2}{S_x^2} \right)$$

Dabei gilt:

S_i^2 = Varianz des Testitems/Testteils i

c = Anzahl der Testitems/Testteile

S_x^2 = Varianz des Gesamtwerts der Skala/des Tests x

Cronbachs Alpha nimmt in der Regel Werte zwischen null und eins an, kann jedoch in Ausnahmefällen negative Werte ausweisen. Grundsätzlich aber stehen große positive Werte für eine hohe und niedrige positive Werte für eine niedrige interne Konsistenz. Im Folgenden wird die Reliabilität als adäquat bei Alpha-Werten von über 0,7 (Nunnally & Bernstein, 1994, Streiner

& Norman, 1995), als gut bei Alpha-Werten über 0,8 und als exzellent bei Alpha-Werten über 0,9 beurteilt (Saad et al., 2000).

Zur Beurteilung der Reliabilität einer Skala wird im weiteren Verlauf der vorliegenden Arbeit neben der Berechnung des Cronbachs Alpha auch die mittlere Item-Trennschärfe herangezogen. Unter der Trennschärfe eines Items wird die Korrelation des Items mit der Skala, der es angehört, nach erfolgter Part-Whole-Korrektur verstanden (Bühner, 2006, S. 95). Mit Part-Whole-Korrektur ist gemeint, dass die Berechnung der Korrelation des Items mit der entsprechenden Skala ohne Einbezug des jeweiligen Items erfolgt, da sonst aufgrund des Selbstbezugs eine Überschätzung des Zusammenhangs zwischen Item und Skala zu erwarten ist (Bühner, 2006, S. 95). Damit wird die Trennschärfe eines Items wie in Gleichung 5 definiert (Bühner, 2006, S. 97).

Gleichung 5: Item-Trennschärfe als Produkt-Moment-Korrelation mit Part-Whole-Korrektur

$$r_{j(t-j)} = \frac{r_{jt} \cdot S_t \cdot S_j}{\sqrt{S_t^2 + S_j^2 - 2 \cdot r_{jt} \cdot S_t \cdot S_j}}$$

Dabei gilt:

$r_{j(t-j)}$ = Trennschärfekoeffizient des Items j mit Skala t , bei der Item j nicht berücksichtigt ist

r_{jt} = Korrelation des Items j mit Skala t

S_j = Standardabweichung des Items j

S_t = Standardabweichung der Skala t

Die inhaltliche Aussage der Trennschärfe eines Items zielt also auf die Beurteilung des Items in Hinblick darauf ab, wie gut es die Skala insgesamt widerspiegelt bzw. inwiefern es als für die Skala prototypisch angesehen werden kann (Bühner, 2006, S. 95). Grundsätzlich gilt, dass ein Item mit hoher Trennschärfe eine hohe Repräsentativität für die gesamte Skala besitzt. Die mittlere Item-Trennschärfe ergibt sich als Mittelwert der Trennschärfen sämtlicher Items einer Skala und wird als gut bei Werten über 0,3 (Nunnally & Bernstein, 1994) und als sehr gut bei Werten über 0,4 (Streiner & Norman, 1995) verstanden.

Neben der Beurteilung der internen Konsistenz einer Skala auf der Grundlage des Cronbach-Alpha-Koeffizienten empfiehlt Cortina (1993, zitiert nach Bühner, 2006, S. 133) die Beobachtung der mittleren Item-Interkorrelation. Dabei werden die Korrelationen sämtlicher Items einer Skala exklusive der Korrelationen der jeweiligen Items mit sich selbst Fisher-z-transformiert und gemittelt. Die sich ergebenden Mittelwerte der Korrelationen werden danach Fisher-z-

rücktransformiert und zu einem Gesamtmittelwert zusammengefasst, der der mittleren Item-Interkorrelation entspricht. Um Redundanzen innerhalb der Skalen zu vermeiden, gleichzeitig aber eine konsistente Skala zu erhalten, empfehlen Briggs und Cheek (1986) eine mittlere Item-Interkorrelation, die zwischen 0,2 und 0,4 liegt.

Um die Reliabilität der Skalen über Cronbachs Alpha, mittlere Item-Trennschärfe und mittlere Item-Interkorrelation hinaus abzusichern, wird zusätzlich das Gütekriterium der Faktorreliabilität herangezogen, das aus den Ergebnissen der Strukturgleichungsmodelle hervorgeht. Die Interpretation der Faktorreliabilität erfolgt analog zu Cronbachs Alpha.

6.3.2 Zur Überprüfung der Validität eingesetzte Verfahren

Die Inhaltsvalidität eines Tests bzw. seiner Items ist dann gegeben, wenn die Testaufgaben für das entsprechende Itemuniversum des Konstrukts, also die hypothetische Gesamtheit für das Konstrukt relevanter Aufgaben, repräsentativ sind (Hartig et al., 2012, S. 149 f.). Die Beurteilung der Repräsentativität der Items anhand der Augenscheinvalidität wird in der vorliegenden Fragebogenentwicklung anhand einer ExpertInnen- und Laienbefragung vorgenommen, die gebeten wurden, neben der Verständlichkeit der Aufgaben die inhaltliche Repräsentativität jedes Items in Hinblick auf die entsprechende Skala zu bewerten. Zu diesem Zweck war es den ExpertInnen und Laien möglich, anhand der mitgelieferten Skalenbeschreibungen und Itemtexte Schulnoten für die Passung zwischen Skala und Item sowie die grundsätzliche inhaltliche Verständlichkeit zu geben. Die Fragebögen und Skalenbeschreibungen wurden jedoch nicht gleichzeitig an sämtliche der ExpertInnen und Laien versendet, sondern in einem sequenziellen Verfahren überarbeitet. Sobald die Bewertungen einer Managerin bzw. eines Managers vorlagen, wurden die Skalen und ihre Items dem Urteil der ExpertInnen und Laien entsprechend überarbeitet und an die nächste Teilnehmerin bzw. den nächsten Teilnehmer versendet. Mit Hilfe dieser Beurteilung wird die Zahl der Items je Skala von zunächst 35 auf 30 Items je Skala mit hoher Augenscheinvalidität und inhaltlicher Verständlichkeit reduziert.

Bei der Konstruktvalidität handelt es sich um den zentralen Aspekt der Testvalidierung (Hartig et al., 2012, S. 153). Dabei geht es darum, dass das vom Test erfasste Merkmal mit dem jeweiligen theoretische Konstrukt in Einklang steht (Lienert & Raatz, 1998, S. 11). Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird dazu ein vierstufiges Verfahren verfolgt, das aus der Interkorrelation der Skalen, einem hypothesentestenden, einem explorativen und einem auf die faktorielle

Struktur abzielenden Ansatz besteht, wobei in Hinblick auf das hypothesentestende sowie das explorative Verfahren bivariate und multivariate Methoden Anwendung finden.

Der hypothesentestende Ansatz bezieht sich ausschließlich auf den Zusammenhang der Variablen Turbulenz der Arbeitsumgebung der ManagerInnen und Flexibilität der ManagerInnen mit dem Konstrukt des Chaos berücksichtigenden Managements. Die bivariate Hypothesentestung erfolgt im Falle der auf Turbulenz und Flexibilität bezogenen Zusammenhangshypothesen anhand von einseitigen Produkt-Moment-Korrelationen nach Pearson. Dabei gilt eine Korrelation von $r=1$ bzw. -1 als perfekt, während eine Korrelation von $r=0$ bedeutet, dass kein Zusammenhang besteht. Liegen die betragsmäßigen Korrelationen bei $0,00 < |r| \leq 0,20$, sind sie von sehr schwacher, bei $0,20 < |r| \leq 0,40$ von schwacher, bei $0,4 < |r| \leq 0,6$ von mittlerer, bei $0,6 < |r| \leq 0,8$ von starker und bei $0,8 < |r| < 1$ von einer sehr starken Ausprägung (Brosius, 2004, S. 501). Die multivariate Hypothesentestung basiert auf multiplen linearen Regressionsmodellen, die für jede Skala mit den Variablen Turbulenz und Flexibilität sowie den Kontrollvariablen Alter und Geschlecht der ManagerInnen per Einschluss-Methode berechnet werden. Dabei wird überprüft, inwiefern sich die im Modell enthaltenen Variablen als Prädiktor für die jeweiligen Punktwerte der Skalen eignen. Eine Variable gilt im Folgenden dann als signifikanter Prädiktor für den Punktwert einer Skala, wenn sie auf 5%-Signifikanzniveau in das Modell aufgenommen wird, und als sehr signifikanter Prädiktor, wenn sie auf 1%-Signifikanzniveau in das Modell aufgenommen wird. Zudem wird als Cut-Off-Kriterium eine mindestens kleine Varianzaufklärung mit $R^2_{Adjusted} \geq 0,0196$ (Cohen, 1992) des jeweiligen Regressionsmodells angesetzt. Ferner gilt die Varianzaufklärung des Modells als mittelgroß, wenn $R^2_{Adjusted} \geq 0,1304$ und als groß, wenn $R^2_{Adjusted} \geq 0,2592$ (Cohen, 1992).

Die Variablen Abschluss, Managementebene und Branche wurden dichotomisiert, um Zusammenhänge und Unterschiede vor dem Hintergrund des erkundenden Charakters dieses Teils der Untersuchung deutlicher zu Tage treten zu lassen (vgl. Kapitel 6.3.5). Zur Testung von Unterschieden, die dichotome Variablen betreffen, werden t-Tests für unabhängige Stichproben berechnet. Dabei gilt ein Unterschied, der über das 5%-Konfidenzintervall hinausgeht, als signifikant, während Unterschiede, die über das 1%-Konfidenzintervall hinausgehen, als sehr signifikant interpretiert werden. Dieses Verfahren findet im Zuge der explorativen Prüfung der Konstruktvalidität in Hinblick auf die folgenden Variablen Anwendung: Geschlecht, Abschluss, Managementebene und Branche. Zusammenhänge zwischen dem Alter der ManagerInnen und

den Punktwerten der Skalen werden anhand von zweiseitigen Produkt-Moment-Korrelationen nach Pearson untersucht.

Die Überprüfung der faktoriellen Konstruktvalidität findet im Rahmen der vorliegenden Arbeit anhand einer konfirmatorischen Faktorenanalyse (Jöreskog, 1969) statt. Dabei handelt es sich um ein strukturprüfendes Verfahren, das bezüglich der Items, Faktoren, Beziehungen zwischen Items und Faktoren sowie Beziehungen zwischen den Faktoren hypothesengeleitet prüft, inwiefern eine hinreichende Übereinstimmung zwischen theoretischem und empirischem Modell (*Model Fit*) besteht (vgl. Moosbrugger & Karin, 2012, S. 334). Zur Parameterschätzung wird die Methode der *Generalized Least Squares* (GLS) verwendet. Da diese Schätzmethode mitunter zu einer Überschätzung des Model Fit führt (Olsson et al., 1999), findet zusätzlich die *Maximum Likelihood*-Methode (ML) Anwendung. Die Kombination unterschiedlicher Schätzmethoden ist dabei aber keineswegs als redundant zu verstehen, sondern liefert dann einen zusätzlichen Hinweis auf die faktorielle Validität des theoretischen Modells, wenn der Model Fit anhand gleich mehrerer Methoden der Parameterschätzung als gegeben angesehen werden kann (Olsson et al., 2000).

Moosbrugger und Schermelleh-Engel (2012, S. 337 f.) empfehlen für eine gute Passung zwischen theoretischem und empirischem Modell einen χ^2/df -Wert unter 2, für einen akzeptablen Fit einen Höchstwert von 3. In jedem Fall sollte χ^2/df aber kleiner als 5 sein (Wheaton et al., 1977). Aufgrund steigender χ^2 -Werte bei zunehmender Fallzahl ist der Einbezug deskriptiver Gütekriterien empfehlenswert (Moosbrugger & Karin, 2012, S. 337). In der vorliegenden Arbeit wird zu diesem Zweck das Gütekriterium des *Root Mean Square Error of Approximation* (*RMSEA*, Steiger & Lind, 1980) verwendet, das sich z.B. im Vergleich zum CFI (Bentler, 1990, Bentler & Bonett, 1980) insbesondere im konfirmatorischen, hypothesengeleiteten Kontext eignet (Rigdon, 1996). Im Folgenden wird der Modellfit als akzeptabel beurteilt, wenn $RMSEA \leq 0,08$ und als gut, wenn $RMSEA \leq 0,05$ (Browne & Cudeck, 1993). Der Modellfit gilt als exzellent, wenn $RMSEA \leq 0,01$ (MacCallum et al., 1996), während sich die Verwendung von Modellen mit $RMSEA > 0,1$ nicht empfiehlt (Browne & Cudeck, 1993).

Die Kriteriumsvalidität stellt Fragen in den Mittelpunkt des Interesses, die sich auf die Eignung des Tests als diagnostische Entscheidungsgrundlage beziehen (vgl. Hartig et al., 2012, S. 163 ff.) und wird anhand von Kriterien überprüft, die außerhalb der Testsituation stehen. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird auf eine Prüfung der Kriteriumsvalidität verzichtet, diese

bietet aber mit großer Wahrscheinlichkeit interessante Anknüpfungspunkte für zukünftige Studien (vgl. Kapitel 8).

6.3.3 Berechnung des Profilvergleichs der Branchen

Die vorliegende Arbeit hat es sich zum Ziel gesetzt, einen Vergleich in Hinblick auf die Einstellung von ManagerInnen unterschiedlicher Branchen gegenüber den theoriegeleiteten Managementprinzipien anzustellen. Zu diesem Zweck wurden zunächst die Skalenpunktwerte der ManagerInnen z-transformiert und das arithmetische Mittel je Skala und Branche gebildet. Das daraus resultierende Branchenprofil wurde anschließend in Beziehung zu einem Durchschnittsprofil mit Part-Whole-Korrektur gesetzt. Ergebnis ist einerseits eine wie in Abbildung 18 beispielhaft dargestellte grafische Interpretationsmöglichkeit.

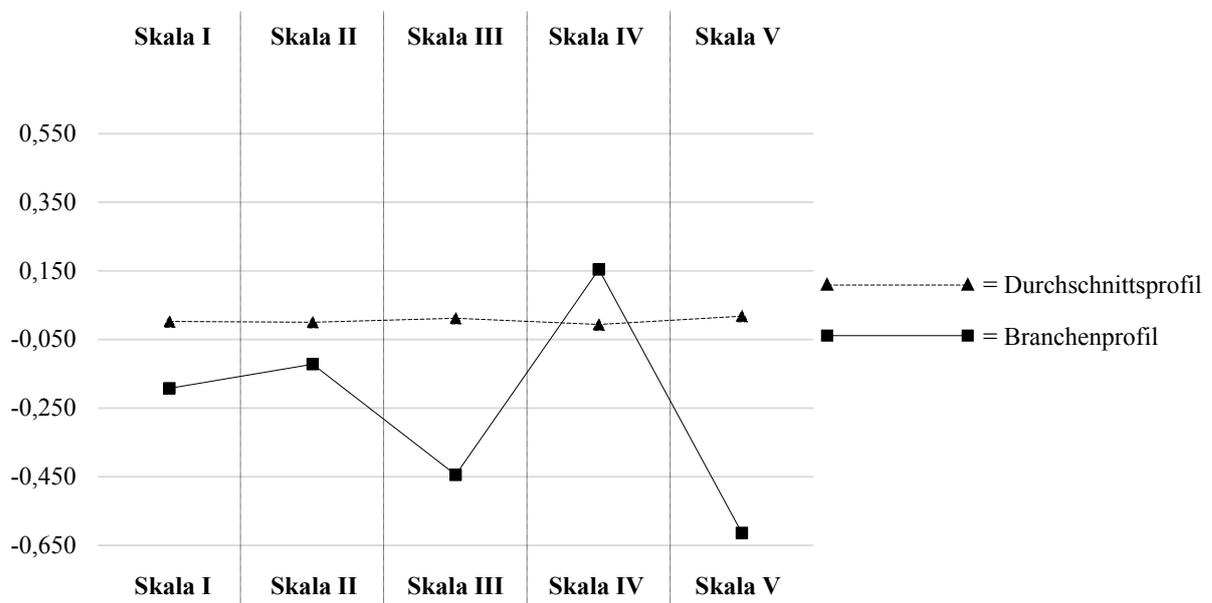


Abbildung 18: Beispielhaftes Branchenprofil als Interpretationsmöglichkeit

Das Branchenprofil jeder Branche mit mehr als 20 ManagerInnen wird mit dem part-whole-korrigierten Durchschnittsprofil verglichen. Zu diesem Vergleich werden ausschließlich z-transformierte Skalenpunktwerte verwendet. Anhand der darauf aufbauenden grafischen Darstellung lässt sich leicht ablesen, ob die ManagerInnen einer bestimmten Branche über oder unter dem durchschnittlichen Testpunktwert liegen. Skala I: Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen, Skala II: Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle, Skala III: Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile, Skala IV: In komplexen Systemen gibt es keinen *one best way*, Skala V: Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen. Quelle: eigene Darstellung.

Darüber hinaus wird jede Branche mit dem Durchschnittsprofil der jeweils anderen Branchen verglichen, um festzustellen, welche Branchen signifikant vom durchschnittlichen Antwortverhalten abweichen. Die Berechnung der Signifikanz der Differenz zwischen dem Antwortverhalten der Branche und dem Durchschnittsprofil mittels χ^2 -Test folgt dabei Kristof (1958):

Gleichung 6: Berechnung der Profilvergleiche

$$\chi^2 = \frac{N_1 N_2}{(N_1 + N_2) s_x^2} \sum_t \frac{D_t^2}{1 - r_{tt}} \quad dx = k$$

Dabei gilt:

N₁=Stichprobenumfang des ersten Tests

N₂=Stichprobenumfang des zweiten Tests

D_t=Differenzen der Subtestmittelwerte

6.3.4 Repräsentativität der Validierungsstichprobe

Zur Überprüfung hinsichtlich ihrer Repräsentativität wurde die Validierungsstichprobe in zwei Hälften geteilt, um die ersten 50% der ManagerInnen den letzten 50% der ManagerInnen in einer vergleichenden Betrachtung bezüglich ihrer demografischen Konstellation gegenüberstellen zu können. Diesem Vergleich liegt die Überlegung zugrunde, dass die Zusammensetzung der Stichprobe insbesondere durch die Motivation, den Fragebogen auszufüllen, verzerrt sein könnte. ManagerInnen, die den Fragebogen bereits kurze Zeit nach Erhalt ausfüllen, sind mit großer Wahrscheinlichkeit auch motivierter dies zu tun. Diese Motivation wiederum steht z.B. möglicherweise im Zusammenhang mit dem Alter oder der Managementebene der ManagerInnen. Die Gegenüberstellung der Stichprobenhälften beinhaltet die Variablen Alter, Geschlecht, Abschluss und Managementebene, wobei im Rahmen der Variablen Abschluss ausschließlich auf den Anteil der ManagerInnen mit akademischem Abschluss und in Hinblick auf die Managementebene ausschließlich auf den Anteil der ManagerInnen der oberen Managementebene abgestellt wird.

Die Zusammensetzung der Validierungsstichprobe wird jedoch nicht nur in Hinblick auf die demografische Struktur der ersten und zweiten Stichprobenhälfte, sondern auch im Vergleich zur Stichprobenzusammensetzung vergleichbarer Studien (Busse et al., 2015, Ferreira et al., 2013, Pfeifer, 2014) betrachtet. Die Überprüfung der Signifikanz von Unterschieden in Hinblick auf die Zusammensetzung der Stichprobe findet mittels t-Test (Alter) bzw. Fishers exaktem Test (Geschlecht, Abschluss, Managementebene) statt. Die Repräsentativität der Validierungsstichprobe ist insbesondere dann hoch einzuschätzen, wenn sich keine signifikanten Unterschiede innerhalb der Stichprobe und zu Stichproben vergleichbarer Studien ergeben.

6.3.5 Datenaufbereitung und -darstellung

Zur Berechnung des Cronbachs Alpha, mittleren Item-Trennschärfe, mittleren Item-Interkorrelation und Skaleninterkorrelation wurde die Statistiksoftware GChaos in der Version 28.0 eingesetzt (complexity-research.com). SPSS Version 23 (IBM Corp., 2013) wurde verwendet, um t-Tests, Fishers exakten Test, Produkt-Moment-Korrelationen nach Pearson, multiple lineare Regressionsmodelle sowie z-Transformationen zu berechnen. Die konfirmatorische Faktorenanalyse wurde in SPSS Amos Version 23 (Arbuckle, 2014) durchgeführt, während die Ermittlung der Faktorreliabilität wie auch die Überprüfung der Unterschiede zwischen Branchen- und Durchschnittsprofil mittels χ^2 -Test in Microsoft Excel 2013 vorgenommen wurde.

7. Ergebnisse

In Kapitel 7.1 wird die Zusammensetzung der Stichproben des ersten und zweiten Pretests sowie der Validierungsstichprobe beschrieben, ergänzt um die Interkorrelation der Skalen und demografischen Variablen Alter, Geschlecht und Managementebene. Zudem wird in diesem Abschnitt die Repräsentativität der Validierungsstichprobe diskutiert. Die Prüfung der Reliabilität der jeweiligen Versionen des Fragebogens findet in Kapitel 7.3, die der Validität in Kapitel 7.4 statt. Kapitel 7.5 wertet das Antwortverhalten der ManagerInnen unterschiedlicher Branchen in einer vergleichenden Betrachtung aus, während die Ergebnisse und Limitationen der Erhebung der Validierungsstichprobe noch einmal ausführlich in Kapitel 7.6 aufgezeigt und besprochen werden.

7.1 Deskriptive Statistik

Die Interkorrelation der Skalen des ersten Pretests, an dem insgesamt 100 ManagerInnen teilnahmen (vgl. zur jeweiligen Stichprobenrekrutierung Kapitel 6.2.1), sowie die dazugehörige deskriptive Statistik zur demographischen Abfrage kann Tabelle 7 entnommen werden. An dieser Stelle sei darauf verwiesen, dass die Zusammensetzung der Stichproben des ersten und zweiten Pretests sowie der Validierungsstichprobe in Hinblick auf die demografischen Variablen in Abbildung 19 bis Abbildung 23 (S. 146-148) grafisch gegenübergestellt werden.

	AM	SD		Skala I	Skala II	Skala III	Skala IV	Skala V	Alter	Geschlecht
Skala I	2,237	0,364		$\alpha = 0,873$						
Skala II	2,994	0,339	<i>r</i> <i>p (1-seitig)</i> <i>N</i>	0,186 0,033 100	$\alpha = 0,868$					
Skala III	2,674	0,312	<i>r</i> <i>p (1-seitig)</i> <i>N</i>	0,512 < 0,001 100	0,351 < 0,001 100	$\alpha = 0,821$				
Skala IV	2,725	0,338	<i>r</i> <i>p (1-seitig)</i> <i>N</i>	0,115 0,128 100	0,383 < 0,001 100	0,386 < 0,001 100	$\alpha = 0,864$			
Skala V	2,680	0,289	<i>r</i> <i>p (1-seitig)</i> <i>N</i>	0,445 < 0,001 100	0,239 0,009 100	0,466 < 0,001 100	0,327 < 0,001 100	$\alpha = 0,776$		
Alter	37,840	10,794	<i>r</i> <i>p (2-seitig)</i> <i>N</i>	-0,019 0,857 97	0,312 0,002 97	0,076 0,457 97	-0,026 0,804 97	-0,052 0,611 97		
Geschlecht 0: weiblich, 1: männlich	m: 73,74%		<i>r</i> <i>p (2-seitig)</i> <i>N</i>	0,196 0,050 99	-0,150 0,137 99	0,173 0,085 99	0,011 0,913 99	-0,069 0,495 99	0,061 0,550 97	
Managementebene 1: unten, 2: Mitte, 3: oben	u: 48,98% M: 38,78% o: 12,24%		<i>r</i> <i>p (2-seitig)</i> <i>N</i>	-0,144 0,152 98	-0,135 0,181 98	-0,143 0,157 98	-0,110 0,277 98	-0,159 0,114 98	0,399 < 0,001 97	0,280 0,005 98

Tabelle 7: Deskriptive Statistik und Interkorrelation des ersten Pretests

Neben AM, SD und den Korrelationen wird das Cronbachs Alpha (α) der Skalen dargestellt. Dabei ist zu beachten, dass es sich um das Alpha vor der ersten reliabilitätsbasierten Itemselektion handelt. Skala I: Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen, Skala II: Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle, Skala III: Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile, Skala IV: In komplexen Systemen gibt es keinen *one best way*, Skala V: Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen. Quelle: eigene Darstellung.

Tabelle 7 ist zu entnehmen, dass die Skalen I-IV auf Basis des Cronbachs Alpha als gut und Skala V als adäquat zu beurteilen ist, wobei jede der Skalen aus 30 Items bestand. Zwischen den Skalen bestehen mit Ausnahme der Korrelation von Skala I und IV durchweg signifikante bzw. sehr signifikante Zusammenhänge, die von schwacher bis mittlerer Ausprägung sind. Zudem ist interessanterweise ein sehr signifikanter Zusammenhang schwacher Ausprägung zwischen dem Alter der ManagerInnen und Skala II zu beobachten ($r=0,312$, $p=0,002$), während die Managementebene, auf der sich die ManagerInnen einordnen, nicht in Zusammenhang mit den Skalen zu stehen scheint. Das Geschlecht der ManagerInnen zeigt keinen signifikanten Zusammenhang zu den Skalen, verfehlt die Signifikanz auf Skala I aber nur knapp ($r=0,196$, $p=0,050$). Die Korrelation ist allerdings von sehr schwacher Effektstärke.

Tabelle 8 zeigt die Skaleninterkorrelation und demografischen Variablen des zweiten Pretests.

	AM	SD		Skala I	Skala II	Skala III	Skala IV	Skala V	Alter	Geschlecht
Skala I	2,131	0,439		$\alpha = 0,829$						
Skala II	3,219	0,307	r p (1-seitig) N	-0,223 0,012 104	$\alpha = 0,748$					
Skala III	2,554	0,416	r p (1-seitig) N	0,633 < 0,001 104	-0,062 0,265 104	$\alpha = 0,782$				
Skala IV	2,741	0,310	r p (1-seitig) N	0,073 0,232 104	0,190 0,027 104	0,152 0,061 104	$\alpha = 0,709$			
Skala V	2,642	0,391	r p (1-seitig) N	0,212 0,016 104	0,046 0,322 104	0,291 0,002 104	0,109 0,135 104	$\alpha = 0,786$		
Alter	43,620	11,904	r p (2-seitig) N	-0,249 0,012 100	0,286 0,004 100	-0,057 0,572 100	-0,016 0,872 100	-0,094 0,348 100		
Geschlecht 0: weiblich, 1: männlich	m: 71,84%		r p (2-seitig) N	0,079 0,424 103	-0,010 0,917 103	0,011 0,908 103	0,059 0,552 103	0,046 0,644 103	0,169 0,091 100	
Managementebene 1: unten, 2: Mitte, 3: oben	u: 45,63% M: 24,27% o: 30,10%		r p (2-seitig) N	-0,096 0,331 103	0,118 0,235 103	-0,106 0,286 103	-0,032 0,747 103	-0,125 0,206 103	0,546 < 0,001 100	0,232 0,018 103

Tabelle 8: Deskriptive Statistik und Interkorrelation des zweiten Pretests

Neben AM, SD und den Korrelationen wird das Cronbachs Alpha (α) der Skalen dargestellt. Dabei ist zu beachten, dass es sich um das Alpha vor der ersten reliabilitätsbasierten Itemselektion handelt. Skala I: Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen, Skala II: Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle, Skala III: Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile, Skala IV: In komplexen Systemen gibt es keinen *one best way*, Skala V: Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen. Quelle: eigene Darstellung.

Tabelle 8 zeigt, dass sich das Cronbachs Alpha der Skalen im Zuge des zweiten Pretests auf Basis der reliabilitätsbasierten Einkürzung (vgl. Kapitel 6.2.2) merklich verschlechtert hat. Lediglich Skala I verfügt noch über eine gute, die Skalen II-V hingegen über eine nur noch adäquate Reliabilität. Auch die Zusammenhänge zwischen den Skalen sind nun weniger deutlich, sodass die Korrelationen zwischen den Skalen nun in fünf Fällen nicht mehr signifikant sind. Der Zusammenhang zwischen dem Alter der ManagerInnen und Skala II bleibt weiterhin erhalten, wenngleich seine Effektstärke etwas geringer als im Rahmen des ersten Pretests ausfällt ($r=0,286$, $p=0,004$). Hinzu kommt in der zweiten Erhebungsrunde ein signifikanter, negativer Zusammenhang zwischen dem Alter und Skala I ($r=-0,249$, $p=0,012$). Auch im zweiten Pretest zeigen Geschlecht und Managementebene keine signifikanten Zusammenhänge mit den Skalen.

Die Skaleninterkorrelation der Validierungsstichprobe inklusive des jeweiligen Cronbachs Alpha sowie die entsprechende demografischen Zusammensetzung wird in Tabelle 9 gezeigt. Der Übersicht ist zu entnehmen, dass sich die auf Basis des Cronbachs Alpha zu beurteilende Reliabilität insgesamt verbessert hat und die Skalen I, II und V nun über eine gute und Skala III und

IV über eine im hohen adäquaten Bereich liegende Reliabilität verfügen. Fast alle Zusammenhänge zwischen den Skalen sind signifikant bzw. sehr signifikant, die einzige Ausnahme bildet die Korrelation zwischen Skala I und Skala II ($r=-0,073$, $p=0,050$), die allerdings nur knapp die Beschreibung als signifikanten Zusammenhang verpasst. Das Alter der ManagerInnen weist einen negativen, sehr signifikanten Zusammenhang zu Skala I auf ($r=-0,274$, $p<0,001$), der schwach ist, sowie einen positiven, sehr signifikanten und sehr schwachen Zusammenhang zu Skala II ($r=0,128$, $p=0,004$). Auffällig ist, dass zwar das Geschlecht der ManagerInnen keinen signifikanten Zusammenhang mit dem Konstrukt aufweist, die Managementebene, auf der sich die ManagerInnen einordnen, hingegen schon. Dort zeigt sich nun eine negative, sehr signifikante und sehr schwache Korrelation mit Skala I ($r=-0,136$, $p=0,002$).

	AM	SD		Skala I	Skala II	Skala III	Skala IV	Skala V	Validität	Flexibilität	Alter	Geschlecht
Skala I	2,176	0,455		$\alpha = 0,800$								
Skala II	3,263	0,389	<i>r</i>	-0,073	$\alpha = 0,823$							
			<i>p (1-seitig)</i>	0,050								
			<i>N</i>	514								
Skala III	2,475	0,440	<i>r</i>	0,520	0,081	$\alpha = 0,737$						
			<i>p (1-seitig)</i>	< 0,001	0,034							
			<i>N</i>	514	514							
Skala IV	2,897	0,397	<i>r</i>	0,173	0,145	0,172	$\alpha = 0,769$					
			<i>p (1-seitig)</i>	< 0,001	0,001	< 0,001						
			<i>N</i>	514	514	514						
Skala V	2,727	0,445	<i>r</i>	0,363	0,192	0,341	0,230	$\alpha = 0,813$				
			<i>p (1-seitig)</i>	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001					
			<i>N</i>	514	514	514	514					
Turbulenz	2,527	0,660	<i>r</i>	0,118	0,086	0,119	0,066	0,243				
			<i>p (1-seitig)</i>	0,004	0,026	0,004	0,068	< 0,001				
			<i>N</i>	514	514	514	514	514				
Flexibilität	2,756	0,575	<i>r</i>	0,067	0,123	0,110	0,344	-0,017	0,062			
			<i>p (1-seitig)</i>	0,065	0,003	0,006	< 0,001	0,355	0,080			
			<i>N</i>	514	514	514	514	514	514			
Alter	46,490	11,067	<i>r</i>	-0,274	0,128	-0,053	-0,007	-0,075	0,019	0,037		
			<i>p (2-seitig)</i>	< 0,001	0,004	0,230	0,872	0,093	0,673	0,402		
			<i>N</i>	505	505	505	505	505	505	505		
Geschlecht			<i>r</i>	-0,042	0,086	0,068	-0,007	-0,011	0,042	0,063	0,275	
0: weiblich, 1: männlich	m: 78,85%		<i>p (2-seitig)</i>	0,350	0,052	0,124	0,883	0,812	0,343	0,158	< 0,001	
			<i>N</i>	506	506	506	506	506	506	506	506	498
Managementebene	u: 38,00%		<i>r</i>	-0,136	0,069	-0,028	0,079	-0,009	0,050	0,173	0,311	0,166
1: unten, 2: Mitte, 3: oben	M: 41,20%		<i>p (2-seitig)</i>	0,002	0,122	0,531	0,077	0,845	0,269	< 0,001	< 0,001	< 0,001
	o: 20,80%		<i>N</i>	500	500	500	500	500	500	500	494	493

Tabelle 9: Deskriptive Statistik und Interkorrelation der Validierungsstichprobe

Neben AM, SD und den Korrelationen wird das Cronbachs Alpha (α) der Skalen dargestellt. Skala I: Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen, Skala II: Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle, Skala III: Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile, Skala IV: In komplexen Systemen gibt es keinen *one best way*, Skala V: Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen. Quelle: eigene Darstellung.

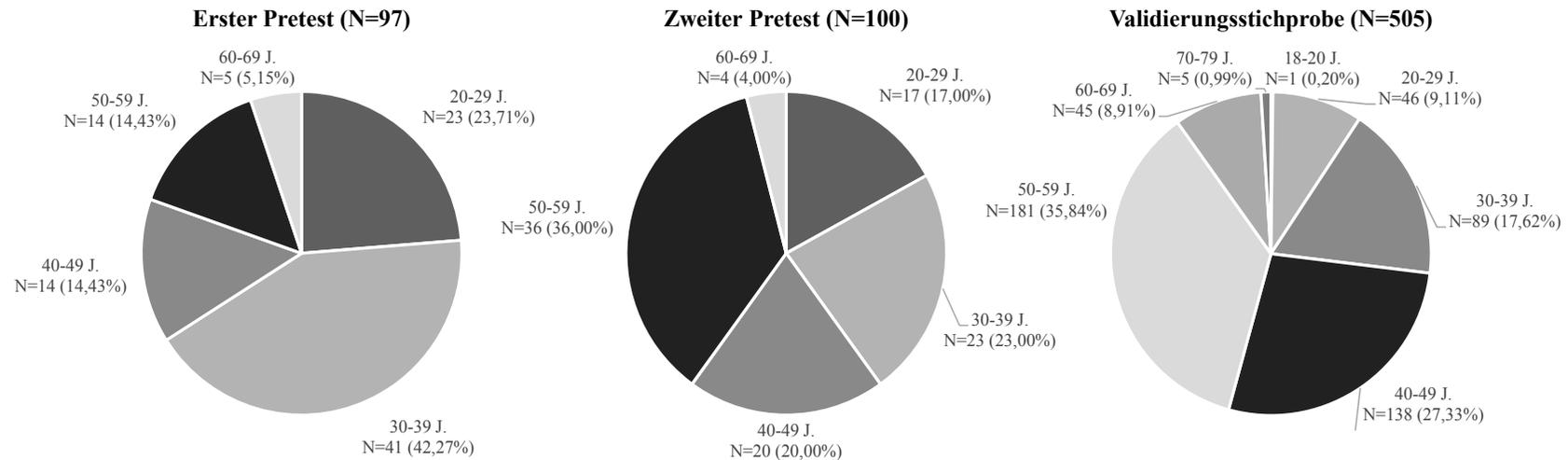


Abbildung 19: Altersverteilung der ManagerInnen

Die Abbildung zeigt die Verteilung der ManagerInnen über die Altersgruppen im Rahmen des ersten und zweiten Pretests sowie der Validierungsstichprobe. Quelle: eigene Darstellung.

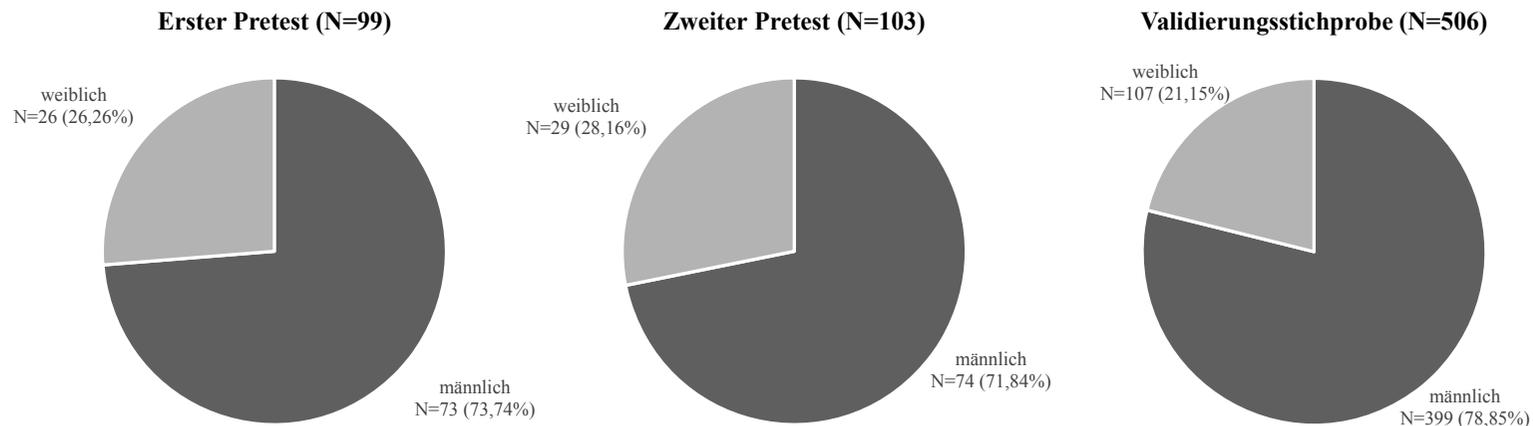


Abbildung 20: Geschlechterverteilung der ManagerInnen

In der Abbildung wird die Zahl männlicher und weiblicher ManagerInnen während des ersten und zweiten Pretests sowie der Validierungsstichprobe dargestellt. Quelle: eigene Darstellung.

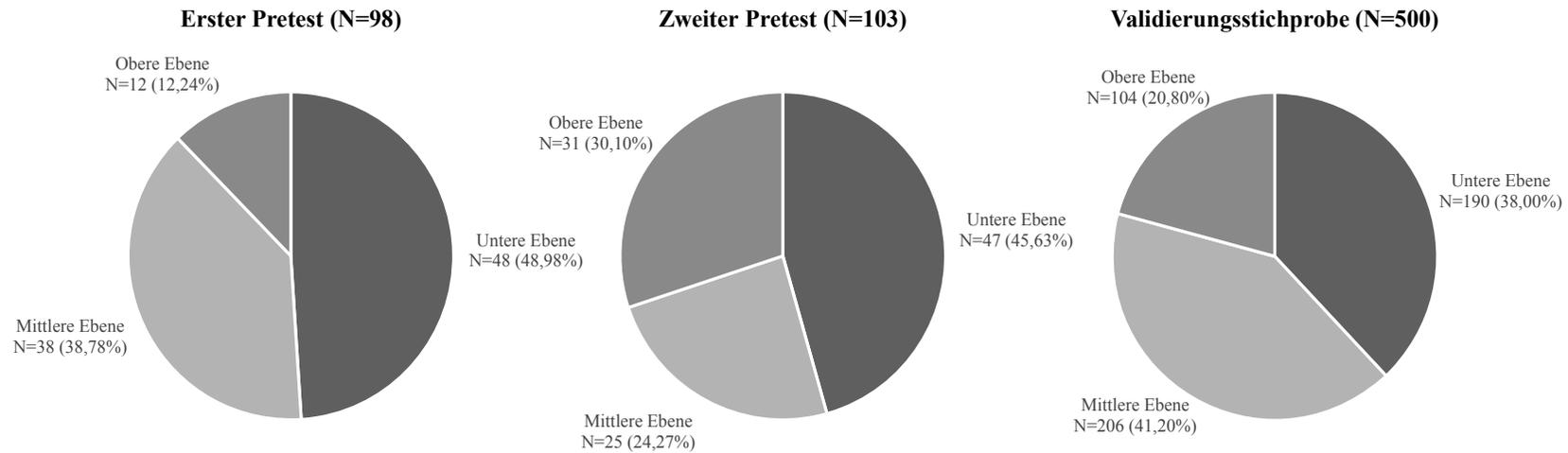


Abbildung 21: Verteilung der ManagerInnen über die Managementebenen

Aus Abbildung 21 geht hervor, auf welcher Managementebene sich die ManagerInnen des ersten und zweiten Pretests sowie der Validierungsstichprobe einordneten. Quelle: eigene Darstellung.

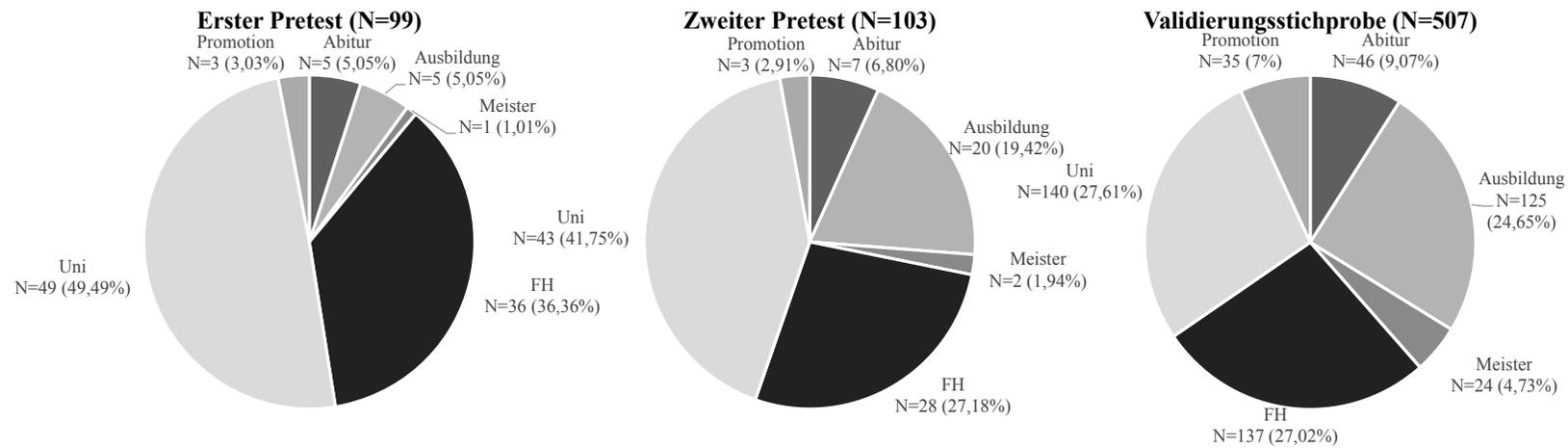


Abbildung 22: Höchste Abschlüsse der ManagerInnen

Die Abbildung greift die Verteilung der Schulabschlüsse der ManagerInnen im ersten und zweiten Pretest sowie der Validierungsstichprobe auf. Quelle: eigene Darstellung.

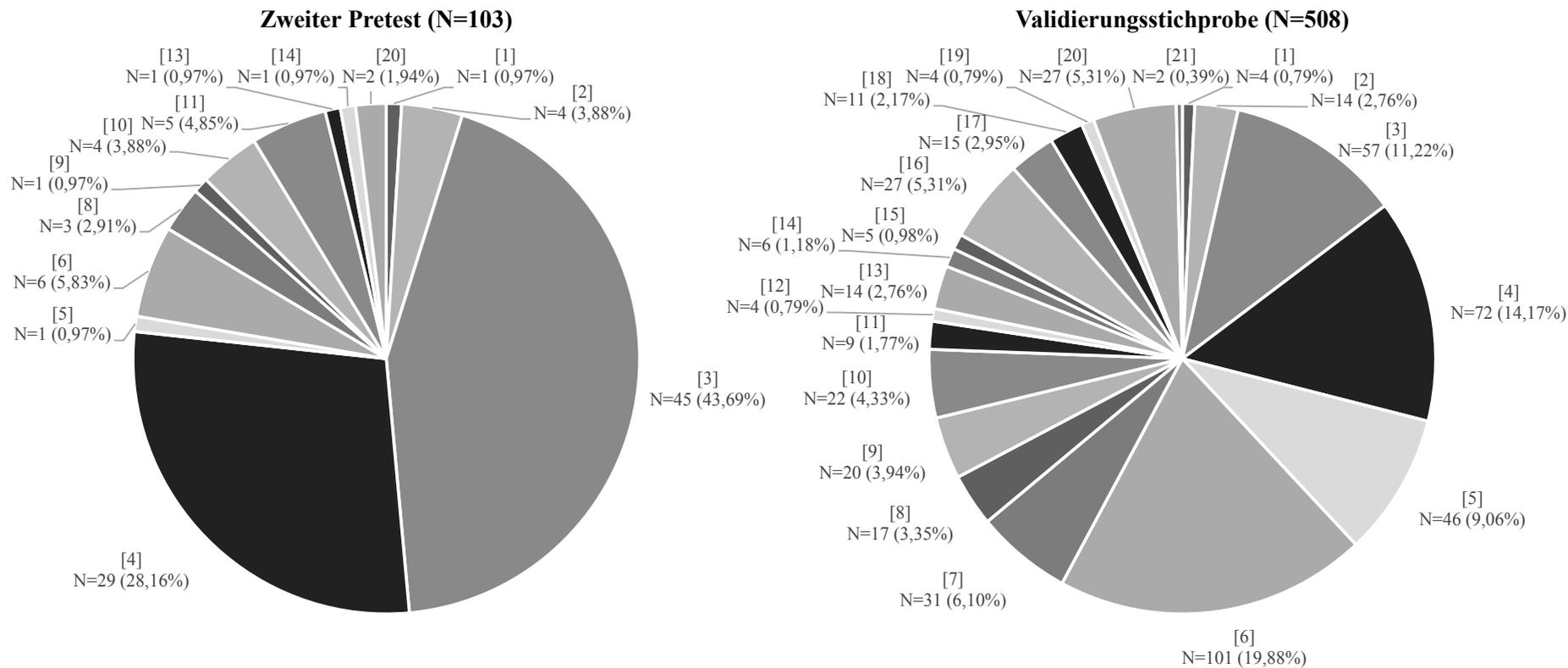


Abbildung 23: Branchenzugehörigkeit der ManagerInnen

[1] Land- und Forstwirtschaft, [2] Energieversorgung, [3] Wasserversorgung und Abwasserentsorgung, [4] Entsorgung, [5] Chemische Industrie, [6] Maschinen-, Metall-, Elektro-technik-, Elektroindustrie, Feinmechanik, Büromaschinen und Datenverarbeitung, [7] Sonstige Industrie (z.B. Nahrungsmittel-, Textil-, Papier- und Druckindustrie usw.), [8] Baugewerbe, [9] Handel, Hotel, Gaststättengewerbe, [10] Transport, Nachrichtenübermittlung (z.B. Bahn, Post, Telekom usw.), [11] Banken, [12] Versicherungen, [13] Unternehmensberatungen, [14] Wirtschaftsdienstleistungen (z.B. Werbung, Rechtsanwaltskanzleien usw.), [15] Dienstleistungen an Privatpersonen und im Freizeitbereich, [16] Gesundheitswesen, [17] Sonstige Dienstleistungen (z.B. Medien, Forschung usw.), [18] Erziehungswesen einschließlich Hochschulen und Universitäten, [19] Soziale Dienstleistungen, [20] öffentliche Verwaltung (z.B. Bundesverwaltung, Kommunalverwaltung usw.), [21] Pharmaindustrie. Quelle: eigene Darstellung.

Aus der Änderung der strukturellen Zusammensetzung der Stichproben des ersten und zweiten Pretests im Vergleich zur Validierungsstichprobe, wie sie in Abbildung 19 bis Abbildung 23 dargestellt wird, lässt sich deutlich die unterschiedliche Herangehensweise in der Rekrutierung von ManagerInnen erkennen (vgl. Kapitel 6.2.1 zur Stichprobenrekrutierung). Dies gilt insbesondere für das Alter der ManagerInnen, ihre Managementebene, den Abschluss und die Branchenzugehörigkeit. So macht der Anteil der 20- bis 29-Jährigen und 30- bis 39-Jährigen mit 64 ManagerInnen bei 65,98% in Pretest 1 und mit 40 ManagerInnen bei 40,00% in Pretest 2 aus, während er in der Validierungsstichprobe mit 135 ManagerInnen und 26,93% deutlich geringer ausfällt. Hinsichtlich der Managementebene bleibt zwar der Anteil derjenigen ManagerInnen, die sich auf der mittleren Ebene einordnen, relativ konstant, es findet jedoch im Zeitverlauf der Untersuchung eine Verschiebung von der unteren hin zur oberen Managementebene statt. Ordneten sich im Rahmen des ersten Pretests noch 48,98% (N=48) auf der untersten Stufe ein, sind es in der Validierungsstichprobe nur noch 38,00% (N=190). Korrespondierend gaben im ersten Pretest 12,24% (N=12) an, auf der oberen Managementebene beschäftigt zu sein. Dieser Anteil stieg in der Validierungsstichprobe deutlich auf 20,80% (N=104). Die wohl drastischste Verschiebung bezieht sich jedoch auf den höchsten realisierten Schulabschluss der ManagerInnen: Lag der Anteil der Akademiker im ersten Pretest noch bei 88,89% (N=88), verringerte sich dieser im zweiten Pretest auf 71,84% (N=74) und sinkt in der Validierungsstichprobe schließlich auf 61,54% (N=312). Naturgemäß liegen auch die Schwankungen bezüglich der Branchenzugehörigkeit vor allem im Vorgehen der Stichprobenrekrutierung begründet, da die Verteilung über die Branchen in der Validierungsstichprobe deutlich gleichmäßiger als noch im zweiten Pretest ist. Der hohe Anteil männlicher Manager in sämtlichen Erhebungsrounds ist jedoch relativ konstant: Dieser liegt in Pretest 1 bei 73,74% (N=73), in Pretest 2 bei 71,84% (N=74) und in der Validierungsstichprobe bei 78,85% (N=399).

7.2 Repräsentativität der Validierungsstichprobe

Im Rahmen des Vergleichs der ersten und zweiten Hälfte der Validierungsstichprobe stellte sich heraus, dass weder das Alter ($p=0,075$), das Geschlecht ($p=0,062$), der Abschluss ($p=0,827$) noch die Managementebene ($p=0,154$) signifikante Unterschiede in der Zusammensetzung der Gruppen aufweisen.

Das durchschnittliche Alter der ManagerInnen in der finalen Erhebung dieser Untersuchung ($AM=46,49$) scheint zudem mit dem Durchschnittsalter von deutschen ManagerInnen in vergleichbaren Studien (Busse et al., 2015, Ferreira et al., 2013, Pfeifer, 2014) in großen Teilen übereinzustimmen. So berichtet Pfeifer (2014, S. 528), dass das Durchschnittsalter der im Rahmen seiner Studie teilnehmenden ManagerInnen bei 48,85 Jahren lag. Ferreira et al. (2013) und Busse et al. (2015) nennen in ihren Arbeiten zwar nicht das Durchschnittsalter der berücksichtigten ManagerInnen, geben jedoch die Anteile der Altersgruppen an der Gesamtstichprobe bekannt. Berechnet man das Durchschnittsalter unter der Annahme eines Mindestalters von 18 Jahren und eines Höchstalters von 65 Jahren als Summe der Produkte des durchschnittlichen Alters der jeweiligen Altersgruppe und dem Anteil der Altersgruppe an der Gesamtstichprobe, beläuft sich dieses auf 39,59 Jahre (Ferreira et al., 2013) bzw. 41,30 Jahre (Busse et al., 2015). Der gewichtete Mittelwert des Alters in den drei Studien (Busse et al., 2015, Ferreira et al., 2013, Pfeifer, 2014) liegt somit bei 42,76 Jahren, sodass das durchschnittliche Alter der ManagerInnen dieser Studie mit dem vergleichbarer Erhebungen im Management deutscher Organisationen als in Einklang stehend beurteilt werden kann. Ein t-Test zeigt keine signifikanten Unterschiede zwischen dem Durchschnittsalter der angeführten Studien und der vorliegenden Untersuchung ($p=0,200$).

Der Anteil der weiblichen Managerinnen liegt im Rahmen der finalen Erhebung der vorliegenden Arbeit bei 21,15%. Vergleichbare Studien (z.B. Beham et al., 2015, Busse et al., 2015, Ferreira et al., 2013, Keller & Weibler, 2014, Pfeifer, 2014) weisen hinsichtlich der Anteile weiblicher und männlicher ManagerInnen eine große Schwankungsbreite auf und liegen zwischen einem Minimum von 8,00% (Pfeifer, 2014) und 40,40% (Busse et al., 2015). Ein Vergleich mit der Zufallsstichprobe in Beham et al. (2015) zeigt nach Berechnung von Fishers exaktem Test keine signifikanten Unterschiede ($p=0,160$), sodass die Stichprobe der vorliegenden Arbeit mit Blick auf die Geschlechterverteilung als repräsentativ angesehen werden kann.

Auch hinsichtlich der höchsten realisierten Abschlüsse sowie der Einordnung in die Managementhierarchie der Organisation korrespondiert die vorliegende Arbeit z.B. mit Busse et al. (2015). Die Zusammensetzung der Stichprobe hinsichtlich dieser beiden Variablen wird in Tabelle 10 in einer vergleichenden Gegenüberstellung dargestellt.

	Anteil der VP an Gesamtstichprobe			
	Busse et al. (2015)	diese Arbeit	Δ	p (2-seitig)
Abschluss				
Abitur	6,90%	9,07%	2,17%	0,429
Berufsschule	24,60%	24,66%	0,05%	0,937
Hochschule	57,70%	54,64%	-3,07%	0,510
Promotion	6,90%	6,90%	0,00%	1,000
Managementebene				
untere Managementebene ¹⁾	41,40%	38,00%	-3,40%	0,450
mittlere Managementebene	39,40%	41,20%	1,80%	0,721
obere Managementebene	19,20%	20,80%	1,60%	0,707

Tabelle 10: Vergleich Abschluss und Managementebene mit Busse et al. (2015)

¹⁾entspricht der Summe aus *Grassroots* und *Lower Management* bei Busse (2015). Quelle: eigene Darstellung.

Tabelle 10 ist zu entnehmen, dass sich die größte Abweichung in der Zusammensetzung der Stichproben hinsichtlich des Abschlusses und der Einordnung in die Managementhierarchie auf lediglich 3,40% (Anteil der ManagerInnen der unteren Managementebene an der Gesamtstichprobe) beläuft und keine der Differenzen signifikant ist. Daher wird im Rahmen der vorliegenden Arbeit auch in Hinblick auf den Abschluss und die Managementebene von der Repräsentativität der Validierungsstichprobe ausgegangen. Da sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den ManagerInnen der ersten Versuchshälfte und denen der zweiten Versuchshälfte hinsichtlich ihres Alters, Geschlechts, Abschlusses oder ihrer Einordnung in die Managementhierarchie ihrer Organisation ergeben und die Zusammensetzung der Stichprobe der finalen Erhebung große Überschneidungen mit der Zusammensetzung von Stichproben ähnlicher Untersuchungen aufweist, wird die Validierungsstichprobe auch insgesamt als repräsentativ beurteilt.

7.3 Reliabilität und Itemselektion

In den nachfolgenden Abschnitten wird die Reliabilität des ersten (Kapitel 7.3.1) und zweiten Pretests (7.3.2) sowie der Validierung (7.3.3) anhand Cronbachs Alpha, der mittleren Item-Trennschärfe, der mittleren Item-Interkorrelation und der Faktorreliabilität bestimmt.

7.3.1 Reliabilität und Itemselektion auf Basis des ersten Pretests

Tabelle 11 zeigt die zur Reliabilitätsanalyse des ersten Pretests herangezogenen Kennwerte der Skalen, bevor eine reliabilitätsbasierte Einkürzung des Fragebogens stattfand.

	Anzahl Items	N	Alpha	AM	SD	MIT	MII
Skala I	30	100	0,873	2,237	0,364	0,414	0,193
Skala II	30	100	0,868	2,994	0,339	0,403	0,186
Skala III	30	100	0,821	2,674	0,312	0,329	0,128
Skala IV	30	100	0,864	2,725	0,338	0,399	0,181
Skala V	30	100	0,776	2,680	0,289	0,291	0,105

Tabelle 11: Reliabilität der Skalen nach Pretest 1 und vor Einkürzung

MIT=mittlere Item-Trennschärfe, MII=mittlere Item-Interkorrelation. Skala I: Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen, Skala II: Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle, Skala III: Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile, Skala IV: In komplexen Systemen gibt es keinen *one best way*, Skala V: Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen. Quelle: eigene Darstellung.

Aus Tabelle 11 ist zu entnehmen, dass Skala I-IV eine gute und Skala V eine adäquate Reliabilität liefern. Die mittlere Item-Trennschärfe liegt bei den Skalen I und II im Idealbereich von über 0,4 und bei den Skalen III und IV im akzeptablen Bereich von über 0,3. Lediglich Skala V verfehlt knapp akzeptable Werte. Die mittlere Item-Interkorrelation liegt bei sämtlichen Skalen im geforderten Bereich von unter 0,4, muss aber mit Werten von unter 0,2 über alle Skalen hinweg als eher zu niedrig beurteilt werden.

Die Ergebnisse der zur Reliabilitätsanalyse herangezogenen Kennwerte nach der ersten Einkürzung des Fragebogens sind in Tabelle 12 enthalten.

	Anzahl Items	N	Alpha	AM	SD	MIT	MII
Skala I	15	100	0,811	2,253	0,421	0,431	0,229
Skala II	15	100	0,829	3,159	0,365	0,453	0,252
Skala III	15	100	0,814	2,623	0,441	0,429	0,227
Skala IV	15	100	0,837	2,801	0,415	0,464	0,258
Skala V	14	100	0,797	2,676	0,406	0,420	0,224

Tabelle 12: Reliabilität der Skalen nach Pretest 1 und nach Einkürzung

MIT=mittlere Item-Trennschärfe, MII=mittlere Item-Interkorrelation. Skala I: Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen, Skala II: Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle, Skala III: Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile, Skala IV: In komplexen Systemen gibt es keinen *one best way*, Skala V: Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen. Quelle: eigene Darstellung.

Tabelle 12 zeigt, dass Skala I-IV über eine als gut zu beurteilende Reliabilität verfügen. Auch Skala V liegt mit $\alpha=0,797$ im hohen adäquaten Bereich. Die mittlere Item-Trennschärfe beläuft sich nach der Einkürzung bei allen Skalen auf Werte über 0,4 und wird daher als sehr gut beurteilt. Die mittlere Item-Interkorrelation liegt bei sämtlichen Skalen im Idealbereich zwischen 0,2 und 0,4.

7.3.2 Reliabilität und Itemselektion auf Basis des zweiten Pretests

Tabelle 13 zeigt die zur Reliabilitätsanalyse des zweiten Pretests herangezogenen Kennwerte der Skalen, bevor erneut eine reliabilitätsbasierte Einkürzung des Fragebogens stattfand.

	Anzahl Items	N	Alpha	AM	SD	MIT	MII
Skala I	15	104	0,829	2,131	0,439	0,463	0,260
Skala II	15	104	0,748	3,219	0,307	0,377	0,185
Skala III	15	104	0,782	2,554	0,416	0,389	0,193
Skala IV	15	104	0,709	2,741	0,310	0,325	0,147
Skala V	14	104	0,786	2,641	0,391	0,401	0,208

Tabelle 13: Reliabilität der Skalen nach Pretest 2 und vor Einkürzung

MIT=mittlere Item-Trennschärfe, MII=mittlere Item-Interkorrelation. Skala I: Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen, Skala II: Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle, Skala III: Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile, Skala IV: In komplexen Systemen gibt es keinen *one best way*, Skala V: Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen. Quelle: eigene Darstellung.

Tabelle 13 zeigt, dass Skala I über ein als gut zu beurteilendes Alpha verfügt. Skala II, III und V erreichen ein mittleres bis hohes Alpha innerhalb der als adäquat zu beurteilenden Spanne. Skala IV weist mit $\alpha=0,709$ jedoch eine interne Konsistenz auf, die gerade noch als adäquat gelten kann. Die mittlere Item-Trennschärfe liegt bei den Skalen I und V über 0,4 und auch bei

den Skalen II, III und IV über 0,3. Die mittlere Item-Interkorrelation ist bei Skala I und V ideal, liegt aber bei den Skalen II, III und IV mit Werten von unter 0,2 eher etwas zu niedrig.

Die Ergebnisse der zur Reliabilitätsanalyse herangezogenen Kennwerte nach der zweiten Einkürzung des Fragebogens können Tabelle 14 entnommen werden.

	Anzahl Items	N	Alpha	AM	SD	MIT	MII
Skala I	13	104	0,827	2,160	0,465	0,482	0,285
Skala II	8	104	0,740	3,236	0,381	0,445	0,266
Skala III	12	104	0,787	2,381	0,477	0,432	0,241
Skala IV	10	104	0,735	2,798	0,369	0,402	0,222
Skala V	13	104	0,783	2,727	0,407	0,411	0,220

Tabelle 14: Reliabilität der Skalen nach Pretest 2 und nach Einkürzung

MIT=mittlere Item-Trennschärfe, MII=mittlere Item-Interkorrelation. Skala I: Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen, Skala II: Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle, Skala III: Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile, Skala IV: In komplexen Systemen gibt es keinen *one best way*, Skala V: Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen. Quelle: eigene Darstellung.

Aufgrund der erheblichen Verschlechterung des Cronbachs Alpha während des zweiten Pretests auf den Skalen II und IV wurden sämtliche derjenigen Items aus den beiden Skalen entfernt, die zu einer Verschlechterung des Cronbachs Alpha führten. Die Reliabilität der Skala I ist nach dieser Überarbeitung als gut, die der Skalen II bis V als adäquat zu bezeichnen. Die mittlere Item-Trennschärfe liegt bei allen Skalen über 0,4 und auch die mittlere Item-Interkorrelation ist bei allen Skalen optimal. Da vor dem Hintergrund der Einkürzung der Skala II und Skala IV auf acht bzw. zehn Items ein *Overfitting* vermieden werden soll, wurden Skala II und Skala IV in einem nächsten Schritt mit neu erzeugten Items aufgefüllt, die eine hohe inhaltliche Passung zu den Items mit hoher Trennschärfe der entsprechenden Skala aufwiesen. Nach der Generierung neuer Items enthalten Skala II und Skala IV jeweils 13 Items.

7.3.3 Reliabilität der Validierungsstichprobe

In Tabelle 15 werden die Ergebnisse der Gütekriterien zur Beurteilung der Reliabilität der Skalen aufgeführt, wie sie sich im Rahmen der Validierungsstichprobe ergeben.

	Anzahl Items	N	Alpha	AM	SD	MIT	MII
Skala I	13	514	0,800	2,176	0,455	0,436	0,240
Skala II	13	514	0,823	3,263	0,389	0,480	0,276
Skala III	12	514	0,737	2,475	0,440	0,372	0,192
Skala IV	13	514	0,769	2,897	0,397	0,404	0,210
Skala V	13	514	0,813	2,727	0,445	0,452	0,252

Tabelle 15: Reliabilität der Skalen in der Validierungsstichprobe

MIT=mittlere Item-Trennschärfe, MII=mittlere Item-Interkorrelation. Skala I: Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen, Skala II: Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle, Skala III: Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile, Skala IV: In komplexen Systemen gibt es keinen *one best way*, Skala V: Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen. Quelle: eigene Darstellung.

Tabelle 15 zeigt, dass das Cronbachs Alpha der Skala I, II und V als gut, das der Skalen III und IV als adäquat zu bezeichnen ist. Die mittlere Item-Trennschärfe liegt bei Skala III über 0,3 und bei allen anderen Skalen über 0,4 und ist damit als gut bis sehr gut zu beurteilen. Die mittlere Item-Interkorrelation liegt bei allen Skalen unter 0,4 und wird daher als gut bewertet. Obwohl Skala III unter 0,2 liegt, wird die mittlere Item-Interkorrelation nicht als kritisch eingestuft, zumal der untere Grenzwert mit 0,192 nur sehr knapp verfehlt wird.

Auf Basis der Strukturgleichungen der CFA wurde zudem die Faktorreliabilität berechnet, wie sie in Tabelle 16 dargestellt wird.

	Anzahl Items	N	Faktor- reliabilität	AM	SD
Skala I	13	514	0,797	2,176	0,455
Skala II	13	514	0,828	3,263	0,389
Skala III	12	514	0,729	2,475	0,440
Skala IV	13	514	0,774	2,897	0,397
Skala V	13	514	0,817	2,727	0,445

Tabelle 16: Faktorreliabilität der Skalen

Skala I: Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen, Skala II: Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle, Skala III: Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile, Skala IV: In komplexen Systemen gibt es keinen *one best way*, Skala V: Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen. Quelle: eigene Darstellung.

Die einzige sich ergebende Differenz im Vergleich von Cronbachs Alpha und der berechneten Faktorreliabilität hinsichtlich der Güte der Skalen bezieht sich auf Skala I, die gemäß der Faktorreliabilität nicht mehr als gut, sondern adäquat bezeichnet werden muss. Aufgrund der insgesamt als adäquat bis gut zu beurteilenden Reliabilität der Skalen wird eine weitere Überarbeitung der Skalen als nicht notwendig betrachtet.

7.4 Validität der Validierungsstichprobe

Die Beurteilung der Validität der finalen Fragebogenversion erfolgt in einem vierstufigen Vorgehen: Zunächst wird die Konstruktvalidität des Fragebogens anhand der Interkorrelation der Skalen beurteilt (Kapitel 7.4.1). In einem auf die in Kapitel 5 formulierten Hypothesen zurückgreifenden Verfahren, das sich auf die Einschätzung der Turbulenz der Arbeitsumgebung der ManagerInnen und die eingekürzte Flexibilitätsskala des BIP bezieht, werden Zusammenhänge zum Konstrukt der vorliegenden Arbeit bivariat (Kapitel 7.4.2) und multivariat (Kapitel 7.4.3) überprüft. In einem dritten Schritt werden die Zusammenhänge und Unterschiede der manifesten Variablen Alter, Geschlecht, Schulabschluss, Managementebene und Branche in einem explorativen Verfahren ergründet. Auch im Rahmen der explorativen Auswertung finden bivariate (Kapitel 7.4.4) und multivariate Verfahren (Kapitel 7.4.5) Anwendung. Der vierte Schritt beinhaltet schließlich die CFA zur Überprüfung der Konstruktvalidität anhand ihrer faktoriellen Struktur (Kapitel 7.4.6).

7.4.1 Interkorrelation der Skalen

Im Rahmen der Prüfung der strukturellen Validität anhand der Skalen-Interkorrelationen geht es insbesondere darum zu prüfen, inwieweit die Skalen des Fragebogens auf die Messung eines Gesamtkonstrukts abzielen, ohne jedoch redundant zu sein. Insofern wird die strukturelle Validität auf Basis der Überprüfung der Skalen-Interkorrelation dann als gegeben angenommen, wenn signifikante Korrelationen zwischen den Skalen vorliegen, diese jedoch eine mittlere Stärke nicht überschreiten.

Die nachfolgende Tabelle 17 zeigt die Interkorrelation der Skalen nach der finalen Erhebungsrunde.

	AM	SD		Skala I	Skala II	Skala III	Skala IV
Skala I	2,176	0,455	r p (1-tailed) N	$\alpha = 0,800$			
Skala II	3,263	0,389	r p (1-tailed) N	-0,073 0,050 514	$\alpha = 0,823$		
Skala III	2,475	0,440	r p (1-tailed) N	0,520 < 0,001 514	0,081 0,034 514	$\alpha = 0,737$	
Skala IV	2,897	0,397	r p (1-tailed) N	0,173 < 0,001 514	0,145 < 0,001 514	0,172 < 0,001 514	$\alpha = 0,813$
Skala V	2,727	0,445	r p (1-tailed) N	0,363 < 0,001 514	0,192 < 0,001 514	0,341 < 0,001 514	0,230 < 0,001 514

Tabelle 17: Interkorrelation der Skalen der Validierungsstichprobe

Skala I: Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen, Skala II: Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle, Skala III: Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile, Skala IV: In komplexen Systemen gibt es keinen *one best way*, Skala V: Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen. Quelle: eigene Darstellung.

Zunächst einmal geht aus Tabelle 17 hervor, dass zahlreiche signifikante bzw. sehr signifikante Korrelationen zwischen den Skalen des Fragebogens bestehen. Die einzige Ausnahme bildet der nicht signifikante Zusammenhang zwischen Skala I und II ($r=-0,073$, $p=0,050$). Dennoch zeigt sich, dass die Skalen des im Rahmen der vorliegenden Arbeit zu untersuchenden Konstrukts relativ unabhängig voneinander sind. Die betragsmäßig höchste Korrelation zwischen Skala I und Skala III ist positiv, mittelhoch und sehr signifikant ($r=0,520$, $p<0,001$). Wird die gemeinsame Varianzaufklärung der Skala I und Skala III anhand des Determinationskoeffizienten r^2 beurteilt, beläuft sie sich auf lediglich $r^2=27,04\%$. Die Skalen sind daher als nicht redundant zu beurteilen, wengleich die Skalen-Interkorrelation anhand der Vielzahl (sehr) signifikanter Zusammenhänge Hinweise darauf gibt, dass sie ein gemeinsames Konstrukt messen.

7.4.2 Bivariate Hypothesentests

Zur bivariaten Überprüfung der Konstruktvalidität anhand der Hypothesen 1 bis 5 (vgl. Kapitel 5) wurden die Korrelationen zwischen der Turbulenz und Flexibilität mit Skala I bis Skala V berechnet. Die Ergebnisse werden in Tabelle 18 zusammengefasst.

		Skala I	Skala II	Skala III	Skala IV	Skala V
Turbulenz	<i>r</i>	0,118	0,086	0,119	0,066	0,243
	<i>p</i> (1-seitig)	0,004	0,025	0,003	0,068	< 0,001
	<i>N</i>	514	514	514	514	514
Flexibilität	<i>r</i>	0,067	0,123	0,110	0,344	-0,017
	<i>p</i> (1-seitig)	0,065	0,003	0,006	< 0,001	0,354
	<i>N</i>	514	514	514	514	514

Tabelle 18: Korrelation von Turbulenz und Flexibilität mit den Skalen

Skala I: Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen, Skala II: Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle, Skala III: Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile, Skala IV: In komplexen Systemen gibt es keinen *one best way*, Skala V: Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen. Quelle: eigene Darstellung.

Gemäß Hypothese 1 wird vermutet, dass ein positiver Zusammenhang zwischen der Turbulenz und Skala I (Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen) besteht. Diese Vermutung lässt sich anhand einer positiven, sehr schwachen und sehr signifikanten Korrelation zwischen der Turbulenz und Skala I nachvollziehen ($r=0,118$, $p=0,004$). Hypothese 2 legt einen positiven Zusammenhang zwischen der Flexibilität der ManagerInnen und Skala II (Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle) nahe. Dieser Zusammenhang findet sich in einer positiven Korrelation zwischen der Flexibilität und Skala II wieder, die sehr schwach und sehr signifikant ist ($r=0,123$, $p=0,003$). Im Rahmen von Hypothese 3 wird ein positiver Zusammenhang zwischen der Turbulenz und Skala III (Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile) vermutet. Die positive Korrelation von Turbulenz und Skala III ist sehr schwach und sehr signifikant ($r=0,119$, $p=0,003$). Hypothese 4 legt einen positiven Zusammenhang zwischen der Flexibilität der ManagerInnen und Skala IV (In komplexen Systemen gibt es keinen *one best way*) nahe. Diese Vermutung lässt sich anhand der positiven, schwachen und sehr signifikanten Korrelation zwischen der Flexibilität der ManagerInnen und Skala IV bestätigen ($r=0,344$, $p<0,001$). Hypothese 5 besagt, dass zwischen der Turbulenz und Skala V (Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen) ein positiver Zusammenhang besteht. Eine positive, schwache und sehr signifikante Korrelation zwischen der Turbulenz und Skala V bestätigt diese Hypothese ($r=0,243$, $p<0,001$).

7.4.3 Multivariate Hypothesentests

Zur Überprüfung der Qualität der Turbulenz und Flexibilität als Prädiktoren für die Skalen wurde für jede Skala eine multiple lineare Regression berechnet, die die Variablen Turbulenz und Flexibilität sowie Alter und Geschlecht als Kontrollvariablen per Einschluss-Methode berücksichtigt (vgl. Kapitel 6.3.2).

Die Ergebnisse der multiplen linearen Regression zur Überprüfung der Vorhersagequalität des Prädiktors Turbulenz in Hinblick auf Skala I (Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen) gemäß Hypothese 1 können Tabelle 19 entnommen werden.

Prädiktor	<i>B</i>	<i>SE B</i>	β	<i>t</i>	<i>p</i>
Turbulenz	0,074	0,029	0,108	2,514	0,012
Flexibilität	0,061	0,034	0,077	1,784	0,075
Alter	-0,012	0,002	-0,283	-6,353	< 0,001
Geschlecht	0,023	0,050	0,021	0,463	0,643
df			497		
R			0,306		
R ²			0,094		
R ² _{Adjusted}			0,086		

Tabelle 19: Multiple lineare Regression zur Hypothesentestung Skala I

Quelle: eigene Darstellung.

Aus Tabelle 19 geht hervor, dass die Turbulenz der Arbeitsumgebung als signifikanter Prädiktor für Skala I aufgenommen wurde ($\beta=0,108$, $p=0,012$). Hypothese 1 wird daher vorläufig angenommen. Interessanterweise stellt sich das Alter der ManagerInnen als sehr signifikanter Prädiktor für Skala I dar ($\beta=-0,283$, $p<0,001$), während das Geschlecht keinen Einfluss auszuüben scheint. Mit $R^2_{Adjusted}=0,086$ weist das Modell eine kleine Varianzaufklärung auf.

Die Ergebnisse der multiplen linearen Regression zur Überprüfung der Flexibilität als Prädiktor für Skala II (Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle) gemäß Hypothese 2 werden in Tabelle 20 dargestellt.

Prädiktor	<i>B</i>	<i>SE B</i>	β	<i>t</i>	<i>p</i>
Turbulenz	0,043	0,026	0,072	1,624	0,105
Flexibilität	0,074	0,030	0,108	2,437	0,015
Alter	0,004	0,002	0,110	2,387	0,017
Geschlecht	0,038	0,044	0,039	0,855	0,393
df			497		
R			0,188		
R ²			0,035		
R ² _{Adjusted}			0,028		

Tabelle 20: Multiple lineare Regression zur Hypothesentestung Skala II

Quelle: eigene Darstellung.

Tabelle 20 zeigt, dass die Flexibilität der ManagerInnen als signifikanter Prädiktor für Skala II aufgenommen wurde ($\beta=0,108, p=0,015$). Wie schon bei Skala I ist auffällig, dass das Alter als signifikanter Prädiktor für Skala II in das Modell aufgenommen wird ($\beta=0,110, p=0,017$), während das Geschlecht keine Rolle zu spielen scheint. Daher wird auch Hypothese 2 vorläufig angenommen. Die Varianzaufklärung des Modells zeigt mit $R^2_{Adjusted}=0,028$ einen kleinen Effekt.

Die Ergebnisse der multiplen linearen Regression zur Überprüfung der Turbulenz als Prädiktor für Skala III (Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile) gemäß Hypothese 3 sind Tabelle 21 zu entnehmen.

Prädiktor	<i>B</i>	<i>SE B</i>	β	<i>t</i>	<i>p</i>
Turbulenz	0,080	0,030	0,119	2,694	0,007
Flexibilität	0,093	0,034	0,119	2,696	0,007
Alter	-0,003	0,002	-0,079	-1,730	0,084
Geschlecht	0,083	0,050	0,076	1,662	0,097
df			497		
R			0,199		
R ²			0,040		
R ² _{Adjusted}			0,032		

Tabelle 21: Multiple lineare Regressions zur Hypothesentestung Skala III

Quelle: eigene Darstellung.

Aus Tabelle 21 geht hervor, dass die Turbulenz der Arbeitsumgebung als sehr signifikanter Prädiktor für Skala III aufgenommen wurde ($\beta=0,119, p=0,007$), weshalb Hypothese 3 vorläufig angenommen wird. Darüber hinaus zeigte sich auch die Flexibilität der ManagerInnen als sehr signifikanter Prädiktor für Skala III ($\beta=0,119, p=0,007$). Dass auch die Flexibilität der ManagerInnen als sehr signifikanter Prädiktor für Skala III aufgenommen wurde, wird als zusätzlicher Hinweis auf die Validität des Konstrukts interpretiert (vgl. dazu Kapitel 5). Auf die Einstellung gegenüber der Skala III, die postuliert, dass Probleme und Lösungen mehr als die Summe ihrer Teile sind, scheinen weder das Alter noch das Geschlecht der ManagerInnen einen Einfluss auszuüben. Das Modell verfügt mit $R^2_{Adjusted}=0,032$ über eine kleine Varianzaufklärung.

Tabelle 22 stellt die Ergebnisse der multiplen linearen Regression zur Überprüfung der Vorhersagequalität der Flexibilität im Rahmen von Skala IV (In komplexen Systemen gibt es keinen *one best way*) gemäß Hypothese 4 dar.

Prädiktor	<i>B</i>	<i>SE B</i>	β	<i>t</i>	<i>p</i>
Turbulenz	0,028	0,026	0,047	1,102	0,271
Flexibilität	0,238	0,030	0,341	8,056	< 0,001
Alter	-0,001	0,002	-0,023	-0,524	0,601
Geschlecht	-0,021	0,043	-0,022	-0,489	0,625
df			497		
R			0,346		
R ²			0,120		
R ² _{Adjusted}			0,113		

Tabelle 22: Multiple lineare Regression zur Hypothesentestung Skala IV

Quelle: eigene Darstellung.

Aus Tabelle 22 geht hervor, dass die Flexibilität der ManagerInnen als sehr signifikanter Prädiktor für Skala IV anzusehen ist ($\beta=0,341, p<0,001$). Deshalb wird auch Hypothese 4 vorläufig angenommen. Wie schon zuvor bei Skala III eignen sich weder das Alter noch das Geschlecht der ManagerInnen als Prädiktoren für die Einstellung gegenüber dem rezeptartigen Abarbeiten von Managementmethoden. Mit $R^2_{Adjusted}=0,113$ verfügt das Modell über eine kleine Varianzaufklärung.

Die Ergebnisse der multiplen linearen Regression zur Überprüfung der Prädiktorqualität der Turbulenz für Skala V (Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen) gemäß Hypothese 5 werden in Tabelle 23 gezeigt.

Prädiktor	<i>B</i>	<i>SE B</i>	β	<i>t</i>	<i>p</i>
Turbulenz	0,172	0,030	0,253	5,820	< 0,001
Flexibilität	-0,015	0,034	-0,019	-0,437	0,662
Alter	-0,003	0,002	-0,077	-1,704	0,089
Geschlecht	-0,002	0,050	-0,002	-0,042	0,966
df			497		
R			0,264		
R ²			0,070		
R ² _{Adjusted}			0,062		

Tabelle 23: Multiple lineare Regression zur Hypothesentestung Skala V

Quelle: eigene Darstellung.

Tabelle 23 ist zu entnehmen, dass die Turbulenz der Arbeitsumgebung der ManagerInnen als sehr signifikanter Prädiktor für Skala V aufgenommen wurde ($\beta=0,253$, $p<0,001$). Hypothese 5 wird in der Folge vorläufig angenommen. Tabelle 23 zeigt ebenfalls, dass das Alter und Geschlecht der ManagerInnen auch in Hinblick auf die langfristige Vorhersagbarkeit komplexer Systeme keine Prädiktoren darstellen. Die Varianzaufklärung des Modells ist mit $R^2_{Adjusted}=0,062$ als klein zu beschreiben.

Tabelle 24 stellt die Ergebnisse der Hypothesenprüfung zusammenfassend dar.

Hypothese	Zusammenhang	Ergebnis
Hypothese 1	Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen Skala I und der Turbulenz.	vorläufig angenommen
Hypothese 2	Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen Skala II und der Flexibilität.	vorläufig angenommen
Hypothese 3	Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen Skala III und der Turbulenz.	vorläufig angenommen
Hypothese 4	Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen Skala IV und der Flexibilität.	vorläufig angenommen
Hypothese 5	Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen Skala V und der Turbulenz.	vorläufig angenommen

Tabelle 24: Zusammenfassung der Ergebnisse der Hypothesentests

Skala I: Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen, Skala II: Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle, Skala III: Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile, Skala IV: In komplexen Systemen gibt es keinen *one best way*, Skala V: Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen. Quelle: eigene Darstellung.

Auf Basis der multivariaten Überprüfung werden somit sämtliche der fünf Hypothesen vorläufig angenommen. Über die entsprechende Hypothese 3 hinaus zeigt sich nicht nur ein Zusammenhang zwischen Skala III und der Turbulenz der Arbeitsumgebung der ManagerInnen, sondern auch zu ihrer Flexibilität. Dieser sich zusätzlich ergebende Zusammenhang wird gemäß Kapitel 5 als weiterer Hinweis auf die Validität der Skala III interpretiert. Das Alter und Geschlecht der ManagerInnen als Kontrollvariablen der fünf Modelle eignen sich lediglich in sehr eingeschränktem Umfang als Prädiktoren. Lediglich das Alter der ManagerInnen scheint über einen messbaren Einfluss auf die Skalen I und II zu verfügen. Das Geschlecht hingegen wurde in keines der Modelle aufgenommen.

7.4.4 Bivariate explorative Tests

Zur Überprüfung der Zusammenhänge und Unterschiede zwischen den Skalen und den weiteren im Rahmen der Validierungsstichprobe erhobenen Variablen Alter, Geschlecht, Abschluss, Branche und Managementebene wird ein explorativer Ansatz gewählt (vgl. Kapitel 6.3.2).

Die Ergebnisse der Korrelationsanalyse werden in der nachfolgenden Tabelle 25 dargestellt.

		Skala I	Skala II	Skala III	Skala IV	Skala V
Alter	<i>r</i>	-0,274	0,128	-0,053	-0,007	-0,075
	<i>p</i> (2-seitig)	< 0,001	0,004	0,230	0,872	0,093
	<i>N</i>	505	505	505	505	505

Tabelle 25: Korrelation des Alters mit den Skalen

Skala I: Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen, Skala II: Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle, Skala III: Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile, Skala IV: In komplexen Systemen gibt es keinen *one best way*, Skala V: Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen. Quelle: eigene Darstellung.

Aus Tabelle 25 geht hervor, dass auf Grundlage der bivariaten Korrelationen ein Zusammenhang zwischen dem Alter der ManagerInnen und den Skalen I und II zu bestehen scheint. In Einklang mit den im Rahmen des hypothesentestenden Verfahrens berechneten Regressionsmodelle (vgl. Kapitel 7.4.3) scheint es keinen Zusammenhang mit den Skalen III, IV und V zu geben.

Die Ergebnisse geschlechtsbezogener Unterschiede auf den Skalen I bis V werden in Tabelle 26 zusammengefasst.

		<i>N</i>	<i>AM</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i> (2-seitig)
Skala I	weiblich	107	2,212	0,434	0,936	504	0,350
	männlich	399	2,165	0,464			
Skala II	weiblich	107	3,199	0,374	-1,945	504	0,052
	männlich	399	3,282	0,393			
Skala III	weiblich	107	2,414	0,412	-1,621	180	0,124
	männlich	399	2,488	0,450			
Skala IV	weiblich	107	2,907	0,393	0,147	504	0,883
	männlich	399	2,901	0,399			
Skala V	weiblich	107	2,735	0,451	0,238	504	0,812
	männlich	399	2,723	0,446			

Tabelle 26: Geschlechtsbezogene Unterschiede auf den Skalen

Skala I: Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen, Skala II: Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle, Skala III: Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile, Skala IV: In komplexen Systemen gibt es keinen *one best way*, Skala V: Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen. Quelle: eigene Darstellung.

Aus Tabelle 26 geht hervor, dass die Skalen keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf das Geschlecht der ManagerInnen zeigen. Demnach lassen sich die im Rahmen der multivariaten Hypothesentestung erhaltenen Ergebnisse an dieser Stelle nachvollziehen, die nahelegen, dass das Geschlecht der ManagerInnen keinerlei Einfluss auf das Antwortverhalten ausübt.

Tabelle 27 fasst die Unterschiede im Antwortverhalten der ManagerInnen zusammen, die sich auf Basis ihres Abschlusses ergeben.

		<i>N</i>	<i>AM</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i> (2-seitig)
Skala I	Akademiker	312	2,254	0,462	5,100	507	< 0,001
	Nicht-Akademiker	197	2,050	0,402			
Skala II	Akademiker	312	3,252	0,407	-0,716	455	0,474
	Nicht-Akademiker	197	3,277	0,359			
Skala III	Akademiker	312	2,545	0,442	4,790	436	< 0,001
	Nicht-Akademiker	197	2,360	0,415			
Skala IV	Akademiker	312	2,940	0,404	3,039	507	0,002
	Nicht-Akademiker	197	2,831	0,378			
Skala V	Akademiker	312	2,790	0,457	4,236	451	< 0,001
	Nicht-Akademiker	197	2,626	0,408			

Tabelle 27: Unterschiede zwischen Akademikern und Nicht-Akademikern auf den Skalen

Skala I: Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen, Skala II: Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle, Skala III: Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile, Skala IV: In komplexen Systemen gibt es keinen *one best way*, Skala V: Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen. Quelle: eigene Darstellung.

Tabelle 27 zeigt sehr deutlich, dass der höchste realisierte Ausbildungsabschluss einen Einfluss auf den Punktwert der Skalen zu haben scheint. So liegt der Punktwert der Akademiker auf Skala I im Mittel sehr signifikant über dem der Nicht-Akademiker ($t=5,100, p<0,001$). Gleiches gilt für Skala III ($t=4,790, p<0,001$), Skala IV ($t=3,039, p=0,002$) und Skala V ($t=4,236, p<0,001$). Bis auf Skala II scheinen also Akademiker den Implikationen des Managements komplexer Systeme im Durchschnitt mehr zuzustimmen als Nicht-Akademiker.

Die Ergebnisse in Hinblick auf Unterschiede zwischen dem produzierenden und nicht-produzierenden Gewerbe werden in Tabelle 28 zusammengefasst.

		<i>N</i>	<i>AM</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i> (2-seitig)
Skala I	Produzierendes Gewerbe	215	2,095	0,411	-3,508	489	< 0,001
	Nicht-produzierendes Gewerbe	293	2,232	0,467			
Skala II	Produzierendes Gewerbe	215	3,226	0,406	-1,732	506	0,084
	Nicht-produzierendes Gewerbe	293	3,286	0,375			
Skala III	Produzierendes Gewerbe	215	2,438	0,424	-1,492	506	0,136
	Nicht-produzierendes Gewerbe	293	2,497	0,450			
Skala IV	Produzierendes Gewerbe	215	2,854	0,373	-2,169	485	0,031
	Nicht-produzierendes Gewerbe	293	2,930	0,413			
Skala V	Produzierendes Gewerbe	215	2,658	0,406	-2,953	492	0,003
	Nicht-produzierendes Gewerbe	293	2,773	0,467			

Tabelle 28: Unterschiede zwischen dem produzierenden und nicht-produzierenden Gewerbe auf den Skalen

Skala I: Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen, Skala II: Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle, Skala III: Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile, Skala IV: In komplexen Systemen gibt es keinen *one best way*, Skala V: Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen. Quelle: eigene Darstellung.

Tabelle 28 legt die Vermutung nahe, dass die Branchenzugehörigkeit einen Einfluss auf die Ergebnisse der Skalen hat. So liegen auf Skala I ManagerInnen des produzierenden Gewerbes im Durchschnitt sehr signifikant unter dem Punktwert des nicht-produzierenden Gewerbes ($t=-3,508$, $p<0,001$). Auf Skala IV liegt der Punktwert der ManagerInnen des produzierenden Gewerbes signifikant unter dem der ManagerInnen des nicht-produzierenden Gewerbes ($t=-2,169$, $p=0,031$). Auch der Punktwert auf Skala V liegt bei ManagerInnen des produzierenden Gewerbes im Mittel sehr signifikant unter dem der ManagerInnen des nicht-produzierenden Gewerbes ($t=-2,953$, $p=0,003$). Der Aufteilung der ManagerInnen liegt die Vermutung zugrunde, dass die langfristige Kapitalbindung des kapitalintensiv produzierenden Gewerbes zu einer anderen Wahrnehmung der Managementimplikationen des Theorieteils führt (vgl. Kapitel 6.3.5). Eine abschließende Beurteilung dieser Vermutung kann an dieser Stelle zwar nicht vorgenommen werden, sie scheint sich aber zumindest teilweise auf der Grundlage bivariater Unterschiedsberechnungen zu bestätigen.

Zur Überprüfung von Unterschieden, die sich auf die Selbsteinordnung der ManagerInnen in die Managementhierarchie der Organisation beziehen, findet im Folgenden ein Vergleich der ManagerInnen der oberen Managementebene mit denen der unteren und mittleren Managementebene statt (vgl. Kapitel 6.3.5). Die Unterschiede, die sich aufgrund der Einordnung in die Managementhierarchie durch die ManagerInnen ergeben, werden in Tabelle 29 dargestellt.

		<i>N</i>	<i>AM</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p (2-seitig)</i>
Skala I	Obere Managementebene	104	2,077	0,461	-2,508	498	0,012
	Untere und mittlere Managementebene	396	2,201	0,445			
Skala II	Obere Managementebene	104	3,296	0,485	0,934	135	0,352
	Untere und mittlere Managementebene	396	3,248	0,363			
Skala III	Obere Managementebene	104	2,436	0,500	-0,944	498	0,346
	Untere und mittlere Managementebene	396	2,482	0,426			
Skala IV	Obere Managementebene	104	2,938	0,384	1,210	498	0,227
	Untere und mittlere Managementebene	396	2,885	0,398			
Skala V	Obere Managementebene	104	2,729	0,456	0,081	498	0,935
	Untere und mittlere Managementebene	396	2,725	0,444			

Tabelle 29: Unterschiede der Managementebenen auf den Skalen

Skala I: Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen, Skala II: Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle, Skala III: Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile, Skala IV: In komplexen Systemen gibt es keinen *one best way*, Skala V: Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen. Quelle: eigene Darstellung.

Erstaunlicherweise weist die obere Managementebene lediglich auf Skala I signifikant niedrigere Werte auf als die untere und mittlere Managementebene ($t=-2,508$, $p=0,012$). Diesem Ergebnis zufolge glauben ManagerInnen der oberen Managementebene eher als diejenigen der

mittleren und unteren Managementebenen daran, dass Ursache-Wirkungs-Denken in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen führt. Interessant erscheint aber, dass die Zugehörigkeit zur Managementebene sich nicht als Prädiktor für z.B. Skala II eignet, die Freiheit und Autonomie für MitarbeiterInnen und Abteilungen fordert. Somit erscheinen einige Zusammenhänge bzw. Unterschiede, die sich etwa auf den Schulabschluss oder die Branchenzugehörigkeit der ManagerInnen beziehen, plausibel und können als Hinweis auf die Validität des Konstrukts interpretiert werden. Es ergibt sich auf der Grundlage bivariater Tests allerdings keine eindeutige Befundlage, wie die Einordnung in die Managementebenen zeigt.

7.4.5 Multivariate explorative Tests

Die Variablen Abschluss, Branche und Managementebene werden, wie bereits im hypothesentestenden Ansatz, ebenfalls einer Überprüfung durch multivariate Verfahren unterzogen (vgl. Kapitel 6.3.2). Die Ergebnisse der linearen multiplen Regression mit schrittweiser Vorwärtsselektion für Skala I (Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen) werden in Tabelle 30 dargestellt.

Prädiktor	<i>B</i>	<i>SE B</i>	β	<i>t</i>	<i>p</i>
Alter	-0,008	0,002	-0,200	-4,455	< 0,001
Akademischer Abschluss	0,180	0,042	0,193	4,330	< 0,001
Produzierendes Gewerbe	-0,011	0,040	-0,116	-2,633	0,009
Obere Managementebene	-0,122	0,050	-0,110	-2,439	0,015
df			482		
R			0,354		
R ²			0,125		
R ² _{Adjusted}			0,118		

Tabelle 30: Multiple lineare Regression demografische Variablen Skala I

Skala I: Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen. Durch schrittweise Vorwärtsselektion werden ausschließlich relevante Variablen in das Modell aufgenommen. Quelle: eigene Darstellung.

Tabelle 30 lässt sich entnehmen, dass das Alter der ManagerInnen ($\beta=-0,200$, $p<0,001$), der akademische Abschluss ($\beta=0,193$, $p<0,001$) und die Zugehörigkeit zu einer Branche des produzierenden Gewerbes ($\beta=-0,116$, $p=0,009$) als sehr signifikante Prädiktoren für Skala I in das Modell mit aufgenommen wurden. Die Zugehörigkeit der ManagerInnen zur oberen Managementebene erwies sich als signifikanter Prädiktor für Skala I ($\beta=-0,110$, $p=0,015$). Somit stimmen vor allem junge, akademisch gebildete und nicht dem produzierenden Gewerbe zuzuord-

nende ManagerInnen der mittleren und unteren Managementebenen Skala I zu, die das Ursache-Wirkungs-Denken thematisiert. Mit $R^2_{Adjusted}=0,118$ weist das Modell eine kleine Varianzaufklärung auf.

Tabelle 31 enthält die Ergebnisse der multiplen linearen Regression für Skala II (Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle).

Prädiktor	<i>B</i>	<i>SE B</i>	β	<i>t</i>	<i>p</i>
Alter	0,005	0,002	0,132	2,925	0,004
Produzierendes Gewerbe	-0,072	0,036	-0,090	-1,994	0,047
df			482		
R			0,154		
R ²			0,024		
R ² _{Adjusted}			0,020		

Tabelle 31: Multiple lineare Regression demografische Variablen Skala II

Skala II: Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle. Durch schrittweise Vorwärtsselektion werden ausschließlich relevante Variablen in das Modell aufgenommen. Quelle: eigene Darstellung.

Die angeführte Tabelle 31 zeigt, dass sich das Alter der ManagerInnen ($\beta=0,132, p=0,004$) als sehr signifikanter Prädiktor und die Branchenzugehörigkeit zum produzierenden Gewerbe ($\beta=-0,090, p=0,047$) als signifikanter Prädiktor für Skala II erweisen. Demzufolge sehen es insbesondere ältere ManagerInnen, die nicht dem produzierenden Gewerbe angehören, als erforderlich an, MitarbeiterInnen und Abteilungen Freiheit und Autonomie in ausreichendem Umfang zu gewähren. Der im vorausgehenden Abschnitt diskutierte Zusammenhang zwischen der Managementebene und Skala II bestätigt sich ebenso wie der akademische Abschluss der ManagerInnen anhand der multiplen linearen Regression nicht. Die Varianzaufklärung des Modells ist mit $R^2_{Adjusted}=0,020$ als klein zu beurteilen.

Die Ergebnisse der multiplen linearen Regression zu Skala III (Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile) werden in Tabelle 32 zusammengefasst.

Prädiktor	<i>B</i>	<i>SE B</i>	β	<i>t</i>	<i>p</i>
Akademischer Abschluss	0,182	0,041	0,198	4,424	< 0,001
df			482		
R			0,198		
R ²			0,039		
R ² _{Adjusted}			0,037		

Tabelle 32: Multiple lineare Regression demografische Variablen Skala III

Skala III: Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile. Durch schrittweise Vorwärtsselektion werden ausschließlich relevante Variablen in das Modell aufgenommen. Quelle: eigene Darstellung.

Im Rahmen der Skala III wird ausschließlich der akademische Abschluss der ManagerInnen als sehr signifikanter Prädiktor in das Modell aufgenommen ($\beta=0,198$, $p<0,001$), gemäß dessen vor allem akademisch gebildete ManagerInnen die Übersummativität des komplexen Problemlösens anerkennen. Dahingegen scheinen die Variablen Managementebene und Branche keinen Einfluss auf die Einstellung gegenüber dieser Managementimplikation auszuüben. Das Modell zu Skala III verfügt über eine kleine Varianzaufklärung in Höhe von $R^2_{Adjusted}=0,037$.

Tabelle 33 enthält die Ergebnisse der multiplen linearen Regression zu Skala IV (Es gibt in komplexen Systemen keinen *one best way*).

Prädiktor	<i>B</i>	<i>SE B</i>	β	<i>t</i>	<i>p</i>
Akademischer Abschluss	0,120	0,037	0,147	3,255	0,001
df			482		
R			0,147		
R ²			0,022		
R ² _{Adjusted}			0,020		

Tabelle 33: Multiple lineare Regression demografische Variablen Skala IV

Skala IV: In komplexen Systeme gibt es keinen *one best way*. Durch schrittweise Vorwärtsselektion werden ausschließlich relevante Variablen in das Modell aufgenommen. Quelle: eigene Darstellung.

Wie bereits bei Skala III wurde lediglich der akademische Abschluss der ManagerInnen als sehr signifikanter Prädiktor in das Modell aufgenommen ($\beta=0,147$, $p=0,001$), sodass im Rahmen der Untersuchung vor allem Akademiker das rezeptartige Abarbeiten von Managementmethoden ablehnen. Von den Variablen Managementebene und Branche scheint Skala II unberührt zu bleiben. Zudem verfügt das Modell mit $R^2_{Adjusted}=0,020$ über eine kleine Varianzaufklärung.

Tabelle 34 zeigt die Ergebnisse der multiplen linearen Regression in Bezug auf Skala V (Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen).

Prädiktor	<i>B</i>	<i>SE B</i>	β	<i>t</i>	<i>p</i>
Akademischer Abschluss	0,150	0,042	0,161	3,541	< 0,001
Produzierendes Gewerbe	-0,091	0,041	-0,100	-2,193	0,029
df			482		
R			0,204		
R ²			0,042		
R ² _{Adjusted}			0,038		

Tabelle 34: Multiple lineare Regression demografische Variablen Skala V

Skala V: Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen. Durch schrittweise Vorwärtsselektion werden ausschließlich relevante Variablen in das Modell aufgenommen. Quelle: eigene Darstellung.

Tabelle 34 ist zu entnehmen, dass sich der akademische Abschluss der ManagerInnen ($\beta=0,161$, $p<0,001$) als sehr signifikanter Prädiktor und die Branchenzugehörigkeit zum produzierenden Gewerbe ($\beta=-0,100$, $p=0,029$) als signifikanter Prädiktor für Skala V erweisen. Insbesondere Akademiker und nicht dem produzierenden Gewerbe zugehörige ManagerInnen glauben also daran, dass sich Organisationen als komplexe Systeme nicht langfristig vorhersagen und planen lassen. Die Managementebene erweist sich in diesem Modell nicht als geeigneter Prädiktor der Skalenpunktwerte. Die Varianzaufklärung ist mit $R^2_{Adjusted}=0,038$ als klein zu beurteilen.

Abschließend betrachtet erwies sich insbesondere der akademische Abschluss der ManagerInnen als starker Prädiktor für das Konstrukt des Managements komplexer Systeme, wie es im Rahmen der vorliegenden Arbeit formuliert wird. Lediglich auf Skala II übt die Ausbildung der ManagerInnen keinen signifikanten Einfluss aus. Demzufolge halten insbesondere diejenigen ManagerInnen die vorgeschlagenen Managementprinzipien für sinnvoll, die über eine akademische Ausbildung verfügen. Auch die Branchenzugehörigkeit scheint sich maßgeblich auf die Einstellung gegenüber eines an Chaos angepassten Managements auszuwirken, da es sich als signifikanter bzw. sehr signifikanter Prädiktor für die Skalen I, II und V erweist. In diesem Zusammenhang stimmen insbesondere ManagerInnen, die nicht dem produzierenden Gewerbe angehören, den implizierten Maßnahmen des Theorieteils dieser Arbeit zu. Diese Zusammenhänge erscheinen durchaus plausibel. Hiervon ist allerdings Skala II scheinbar zum Teil auszunehmen, da sich der diskutierte Zusammenhang zwischen der Skala und der Managementebene nicht bestätigen lässt. An dieser Stelle wäre durchaus zu erwarten gewesen, dass die Einstellung gegenüber der Implikation, die das Gewähren von Freiheit und Autonomie thematisiert, von der Einordnung der ManagerInnen in die Managementhierarchie abhängt. Die als signifikante bzw. sehr signifikante Prädiktoren identifizierten Variablen Alter der ManagerInnen und Branchenzugehörigkeit wirken allerdings plausibel und scheinen die Validität der Skala zu bestätigen.

7.4.6 Konfirmatorische Faktorenanalyse

Zur Überprüfung der faktoriellen Validität im Rahmen der Validierungsstichprobe wurde eine konfirmatorische Faktorenanalyse vorgenommen (vgl. Kapitel 6.3.2). Die Ergebnisse des χ^2/df und *RMSEA* zur Beurteilung der Passung zwischen theoretischer und empirischer Kovarianzmatrix werden in Tabelle 35 dargestellt.

Methoden Parameterschätzung	χ^2	<i>df</i>	χ^2/df	<i>RMSEA</i>	<i>RMSEA</i> Low 90%	<i>RMSEA</i> High 90%
Generalized Least Squares	2.658	1.942	1,369	0,027	0,024	0,029
Maximum Likelihood	4.650	1.942	2,395	0,052	0,050	0,054

Tabelle 35: Modellfit der konfirmatorischen Faktorenanalyse

Die Tabelle zeigt die Ergebnisse des χ^2/df und *RMSEA* zur Beurteilung der Modellgüte. *RMSEA* Low 90% stellt dabei die untere, *RMSEA* High 90% die obere Grenze des 90%-Konfidenzintervalls dar. Quelle: eigene Darstellung.

Aus Tabelle 35 geht hervor, dass der Modellfit mittels GLS-Parameterschätzer als gut zu bewerten ist ($\chi^2/df=1,369$, *RMSEA*=0,027). Die ML-Parameterschätzung bestätigt die Modellgüte mit einem akzeptablen Fit ($\chi^2/df=2,395$, *RMSEA*=0,052). Die untere Grenze des 90%-Konfidenzintervalls des *RMSEA* liegt mit *RMSEA*_{Low}=0,050 sogar im Bereich des guten Modellfits.

Vor dem Hintergrund der recht großen Stichprobe von N=514 und der empfindlich auf die Fallzahl reagierenden konfirmatorischen Faktorenanalyse (Jöreskog & Sörbom, 1982) wird der Modellfit insgesamt als gut beurteilt. Sogar das sich mit der steigenden Fallzahl verschlechternde χ^2/df weist auf eine gute bzw. akzeptable Passung hin. Olsson (2000) folgend (vgl. Kapitel 6.3.2) wird die gemeinsame, positive Beurteilung der Modellgüte anhand GLS- und ML-Parameterschätzung als zusätzlicher Hinweis auf einen guten Modellfit interpretiert. Der gute Fit zwischen theoretischem und empirischem Modell deutet also insgesamt auf eine gute Validität des Konstrukts hin.

Die nachfolgende Abbildung 24 stellt schematisch die faktorielle Struktur der berechneten CFA dar. Aus der Abbildung geht hervor, dass Skala I, II, IV und V über jeweils 13 Items und Skala III über 12 Items verfügt, sodass insgesamt 64 Items im Rahmen der CFA berücksichtigt wurden.

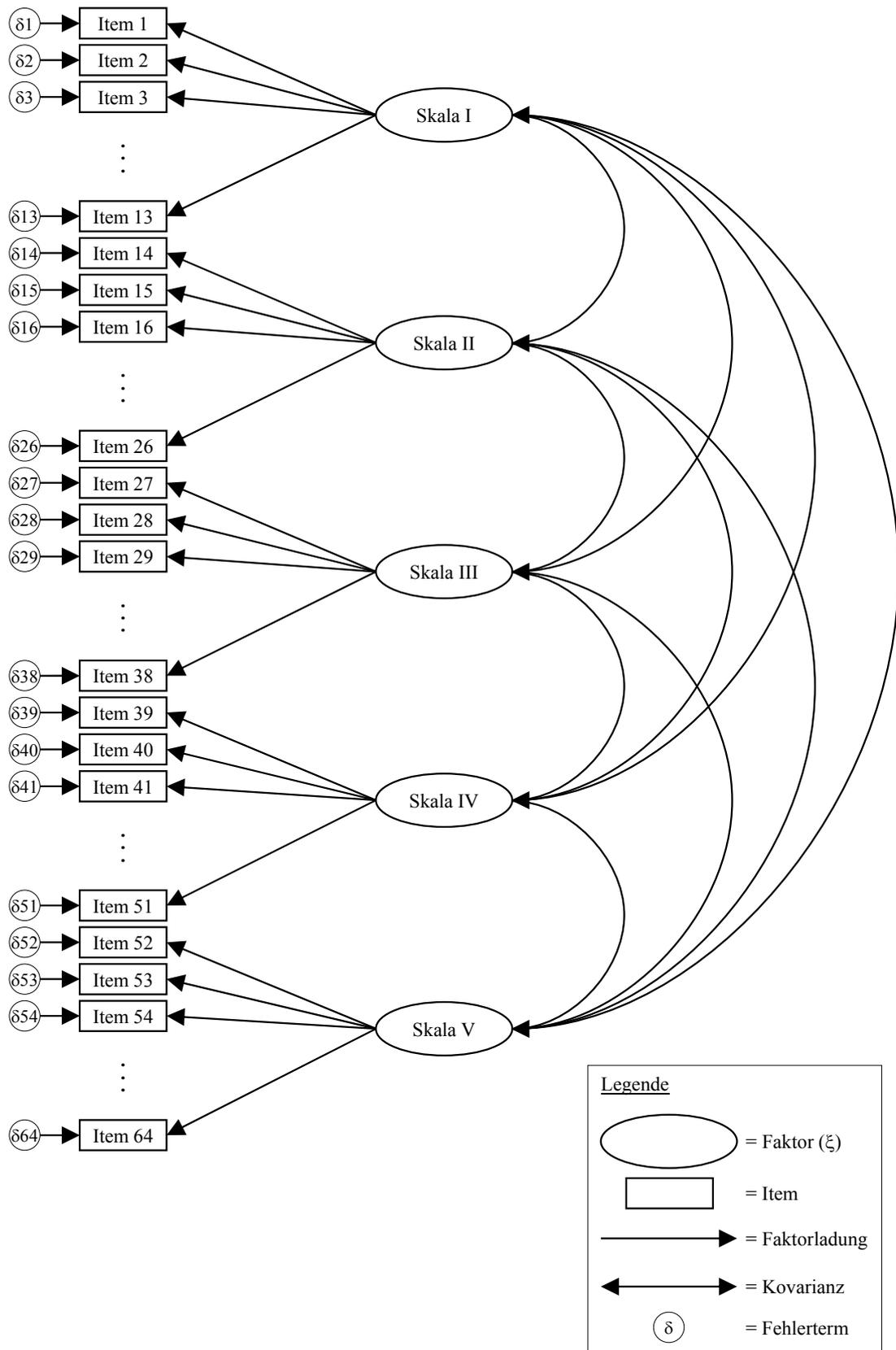


Abbildung 24: Schematische Darstellung des Pfadmodells der CFA

Skala I: Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen, Skala II: Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle, Skala III: Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile, Skala IV: Es gibt in komplexen Systemen keinen *one best way*, Skala V: Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen. Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Bühner, 2006.

7.5 Profilvergleiche der Branchen

Um einen branchenübergreifenden Vergleich der Einstellung gegenüber den im Rahmen des Fragebogens formulierten Managementprinzipien zu ermöglichen, wurden für jede Branche mit mehr als 20 ManagerInnen Antwortprofile sowie part-whole-korrigierte Durchschnittsprofile erstellt und in Beziehung zueinander gesetzt (vgl. Kapitel 6.3.3). Das Branchenprofil der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung wird in Abbildung 25 veranschaulicht.

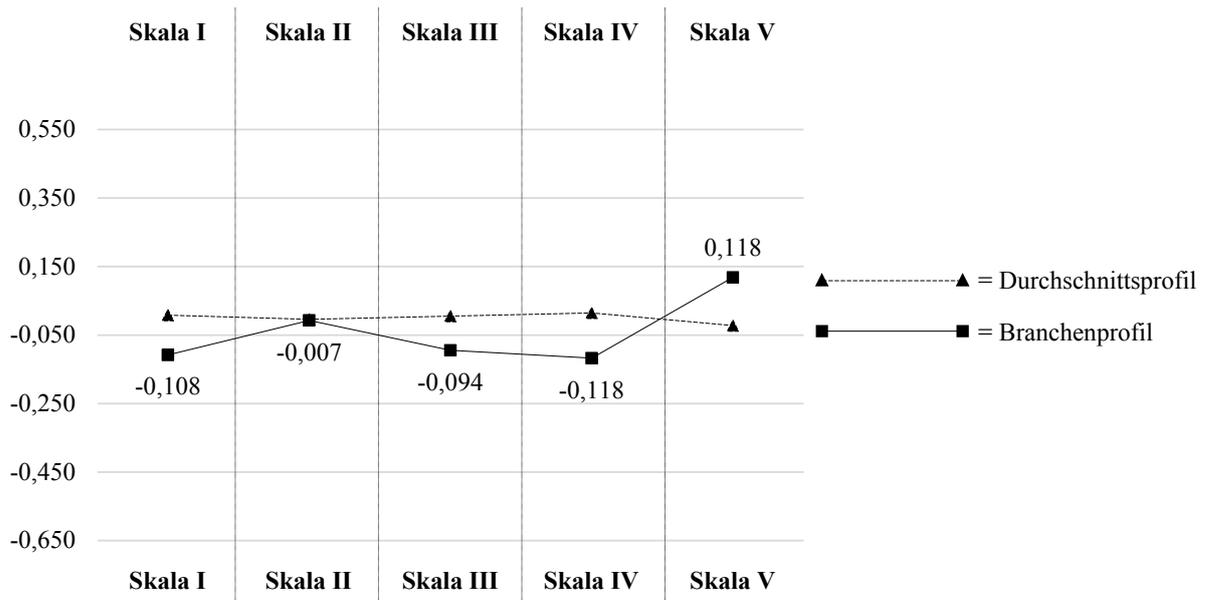


Abbildung 25: Profilvergleich Wasserversorgung und Abwasserentsorgung

Abbildung 25 zeigt das Branchenprofil der Wasserver- und Entsorgung sowie das dazugehörige Durchschnittsprofil im Vergleich. Die Profile weichen signifikant voneinander ab: $\chi^2(5, N_1=57, N_2=451)=14,494, p=0,013$. Skala I: Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen, Skala II: Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle, Skala III: Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile, Skala IV: In komplexen Systemen gibt es keinen *one best way*, Skala V: Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen. Quelle: eigene Darstellung.

Aus Abbildung 25 geht hervor, dass die Branche der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung auf Skala I, Skala II, Skala III und Skala IV durchschnittlich niedrigere und auf Skala V höhere Werte als das Durchschnittsprofil erreicht. Wenngleich die Unterschiede nicht groß erscheinen, weicht das Profil der Branche signifikant von dem Profil ab, das die durchschnittlichen Skalenpunktwerte aller anderen Branchen enthält ($p=0,013$).

Der Profilvergleich der Entsorgungsbranche kann der nachfolgenden Abbildung 26 entnommen werden.

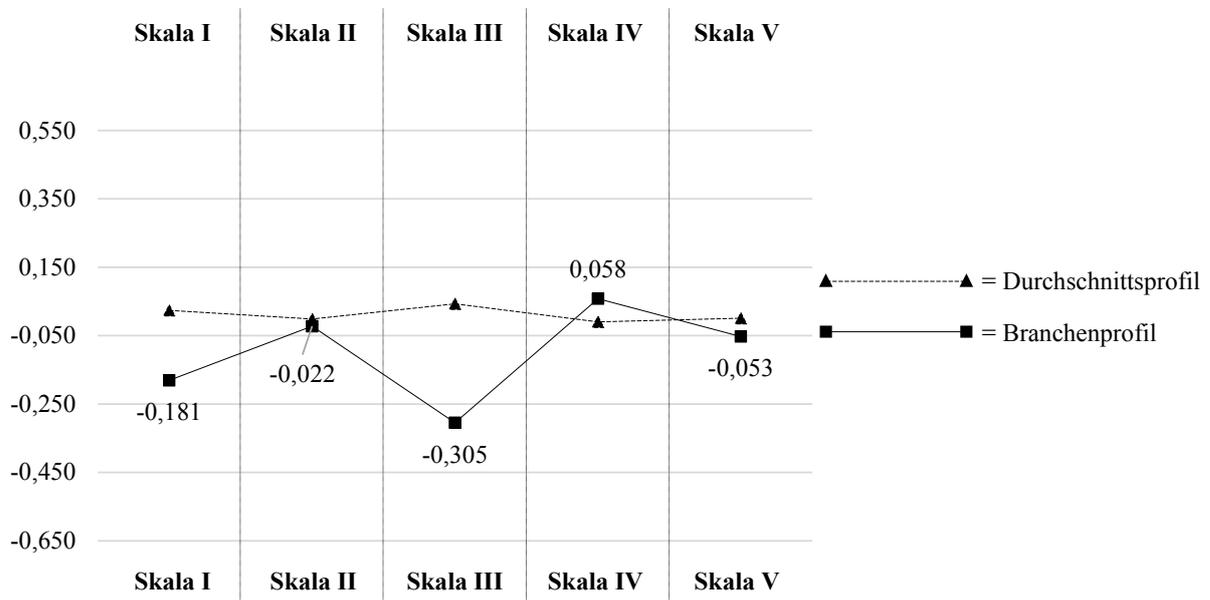


Abbildung 26: Profilvergleich Entsorgung

Abbildung 26 zeigt das Profil der Entsorgungsbranche sowie das dazugehörige Durchschnittsprofil im Vergleich. Die Profile weichen sehr signifikant voneinander ab: $\chi^2(df=5, N_1=72, N_2=436)=43,673, p<0,001$. Skala I: Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen, Skala II: Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle, Skala III: Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile, Skala IV: In komplexen Systemen gibt es keinen *one best way*, Skala V: Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen. Quelle: eigene Darstellung.

Abbildung 26 zeigt, dass die Entsorgungsbranche auf Skala I, Skala II, Skala III und Skala V durchschnittlich niedrigere und auf Skala IV höhere Werte als das Durchschnittsprofil ohne die Entsorgungsbranche erreicht. Besonders auffällig sind dabei die Abweichungen auf den Skalen I und III, auf denen ManagerInnen der Entsorgungsbranche durchschnittlich niedrigere Punktwerte erzielten als andere ManagerInnen. Das Profil der Branche weicht insgesamt sehr signifikant von dem Durchschnittsprofil ab ($p<0,001$).

Der Profilvergleich der chemischen Industrie wird in Abbildung 27 dargestellt.

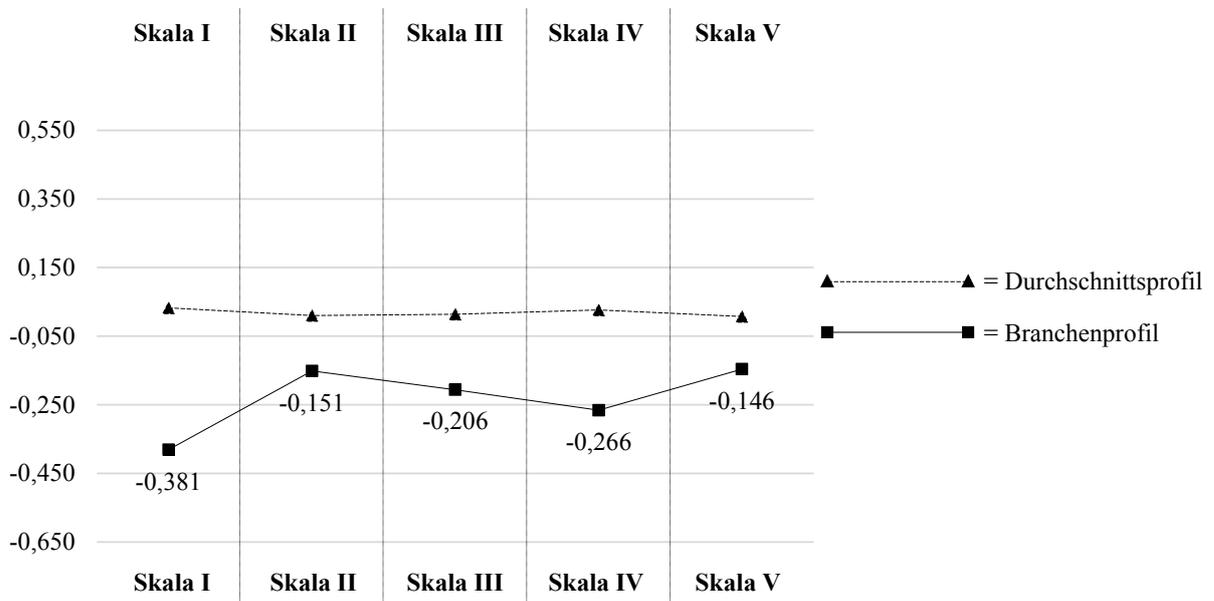


Abbildung 27: Profilvergleich chemische Industrie

Abbildung 26 zeigt das Branchenprofil der chemischen Industrie sowie das dazugehörige Durchschnittsprofil im Vergleich. Die Profile weichen sehr signifikant voneinander ab: $\chi^2(df=5, N_1=46, N_2=462)=70,260, p<0,001$. Skala I: Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen, Skala II: Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle, Skala III: Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile, Skala IV: In komplexen Systemen gibt es keinen *one best way*, Skala V: Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen. Quelle: eigene Darstellung.

Abbildung 27 ist zu entnehmen, dass die chemische Industrie auf allen Skalen im Mittel deutlich niedrigere Skalenpunktwerte als das Durchschnittsprofil erreicht. Insbesondere vor dem Hintergrund der Zuordnung der chemischen Industrie zum produzierenden Gewerbe (vgl. Kapitel 6.3.5) erscheint die Einstellung der ManagerInnen dieser Branche gegenüber den Implikationen zum Management komplexer Systeme recht plausibel. Das Profil der Branche weicht insgesamt sehr signifikant von dem Profil ab, das die durchschnittlichen Skalenpunktwerte aller anderen Branchen enthält ($p<0,001$).

Abbildung 28 zeigt den Profilvergleich der Branche Maschinen-, Metall-, Elektrotechnik-, Elektroindustrie, Feinmechanik, Büromaschinen und Datenverarbeitung (im Folgenden: Maschinenbau).

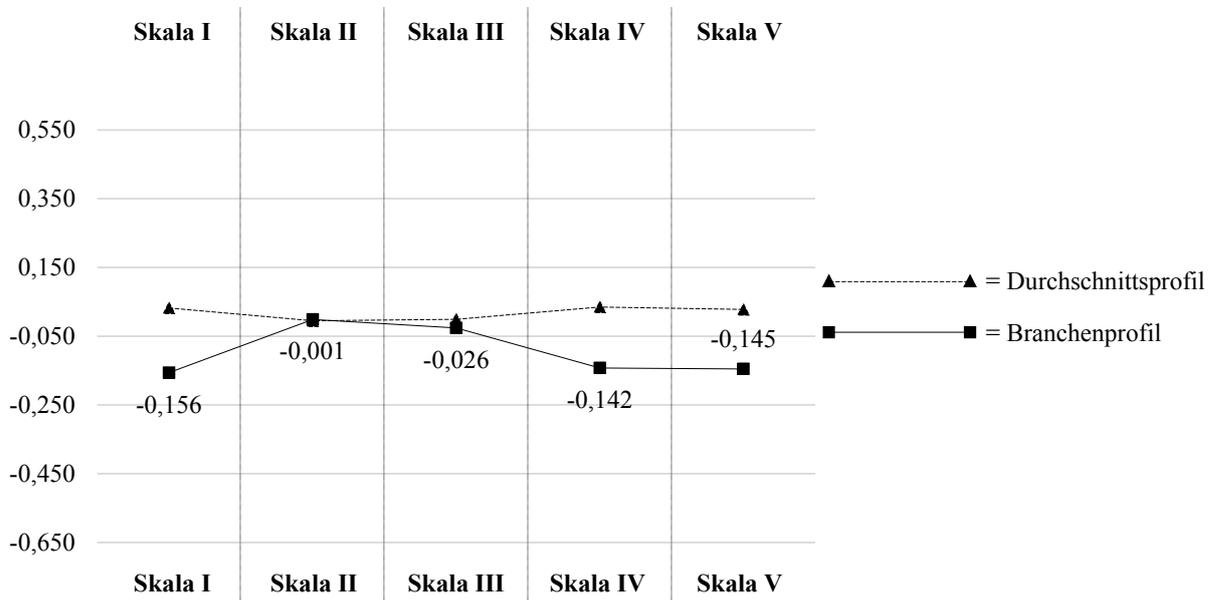


Abbildung 28: Profilvergleich Maschinenbau

Abbildung 28 zeigt das Branchenprofil der Branche Maschinenbau sowie das dazugehörige Durchschnittsprofil im Vergleich. Die Profile weichen sehr signifikant voneinander ab: $\chi^2(df=5, N_1=101, N_2=407)=38,529, p<0,001$. Skala I: Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen, Skala II: Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle, Skala III: Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile, Skala IV: In komplexen Systemen gibt es keinen *one best way*, Skala V: Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen. Quelle: eigene Darstellung.

Wie in Abbildung 28 dargestellt, liegt das Profil der Branche Maschinenbau auf allen Skalen im Mittel unter den Skalenpunktwerten des Durchschnittsprofils. Auch hier sei auf die Plausibilität hinsichtlich der Zuordnung der Branche zum produzierenden Gewerbe (vgl. Kapitel 6.3.5) verwiesen. Wenngleich die einzelnen Differenzen zum Durchschnittsprofil nicht allzu groß zu sein scheinen, weicht das Profil der Branche insgesamt sehr signifikant vom Durchschnitt ab ($p<0,001$).

Abbildung 29 zeigt das Branchenprofil der sonstigen Industrie.

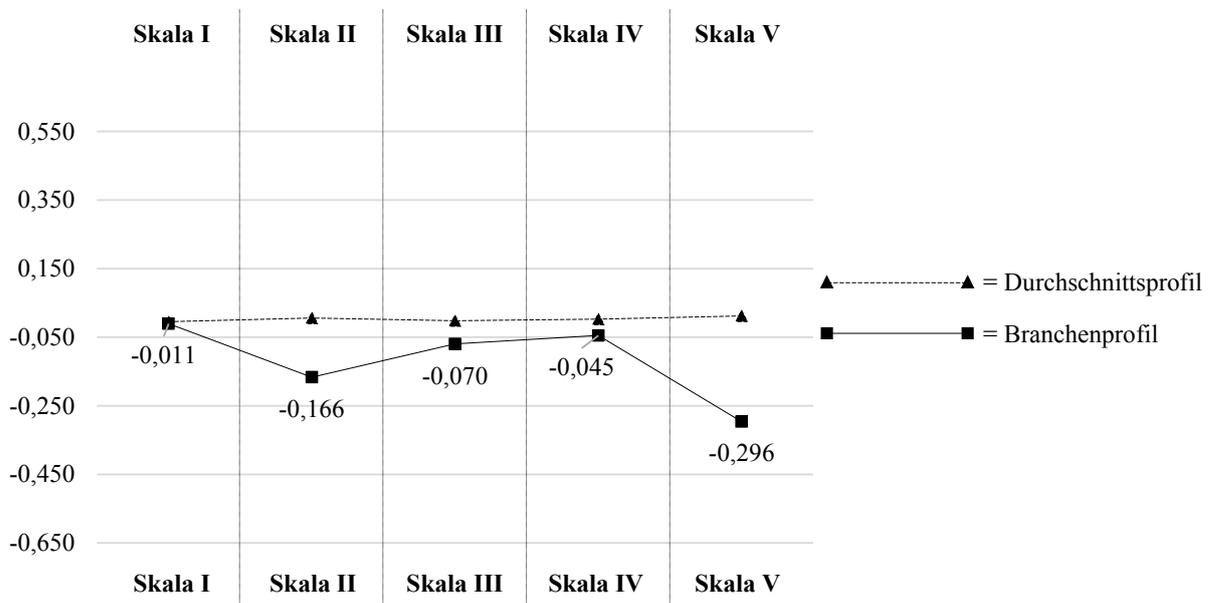


Abbildung 29: Profilvergleich sonstige Industrie

Abbildung 29 zeigt das Branchenprofil der sonstigen Industrie sowie das dazugehörige Durchschnittsprofil im Vergleich. Die Profile weichen sehr signifikant voneinander ab: $\chi^2(df=5, N_1=31, N_2=477)=20,459, p=0,001$. Skala I: Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen, Skala II: Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle, Skala III: Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile, Skala IV: In komplexen Systemen gibt es keinen *one best way*, Skala V: Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen. Quelle: eigene Darstellung.

Abbildung 29 zeigt, dass das Profil der sonstigen Industrie auf allen Skalen durchschnittlich unter den Skalenpunktwerten des Durchschnittsprofils liegt. Da es sich bei der sonstigen Industrie allerdings um eine Restkategorie handelt, deren genaue Zusammensetzung unklar bleibt, ist auf eine diesbezügliche Interpretation der Ergebnisse zu verzichten. Das Profil der Branche weicht insgesamt sehr signifikant von dem Profil ab, das die durchschnittlichen Skalenpunktwerte aller anderen Branchen enthält ($p=0,001$).

Das Profil der Branche Handel, Hotel und Gaststättengewerbe kann Abbildung 30 entnommen werden.

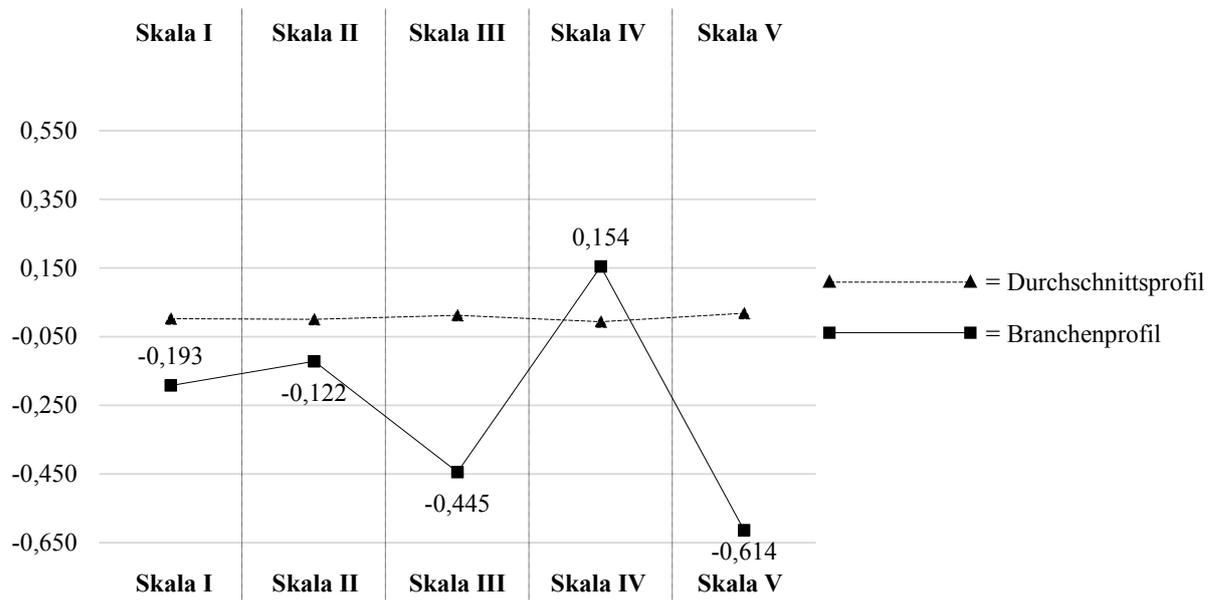


Abbildung 30: Profilvergleich Handel, Hotel und Gaststättengewerbe

Abbildung 30 zeigt das Branchenprofil der Branche Handel, Hotel und Gaststättengewerbe sowie das dazugehörige Durchschnittsprofil im Vergleich. Die Profile weichen sehr signifikant voneinander ab: $\chi^2(df=5, N_1=20, N_2=488)=63,612, p<0,001$. Skala I: Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen, Skala II: Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle, Skala III: Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile, Skala IV: In komplexen Systemen gibt es keinen *one best way*, Skala V: Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen. Quelle: eigene Darstellung.

Abbildung 30 ist zu entnehmen, dass das Profil der Branche Handel, Hotel und Gaststättengewerbe auf Skala I, II, III und V durchschnittlich niedrigere und auf Skala IV höhere Werte als das Durchschnittsprofil erreicht. Vor allem die Abweichungen auf Skala III und V, auf denen ManagerInnen dieser Branche durchschnittlich niedrigere Punktwerte als andere erzielen, sind zum Teil erheblich. Auf Basis der Zuordnung der Branche zum nicht-produzierenden Gewerbe überrascht es, dass mit Ausnahme der Skala IV durchweg niedrigere Punktwerte erzielt werden. Das Profil der Branche weicht insgesamt sehr signifikant von dem Profil ab, das die durchschnittlichen Skalenpunktwerte aller anderen Branchen enthält ($p<0,001$).

Das Branchenprofil der Branche Transport und Nachrichtenübermittlung wird in Abbildung 31 dargestellt.

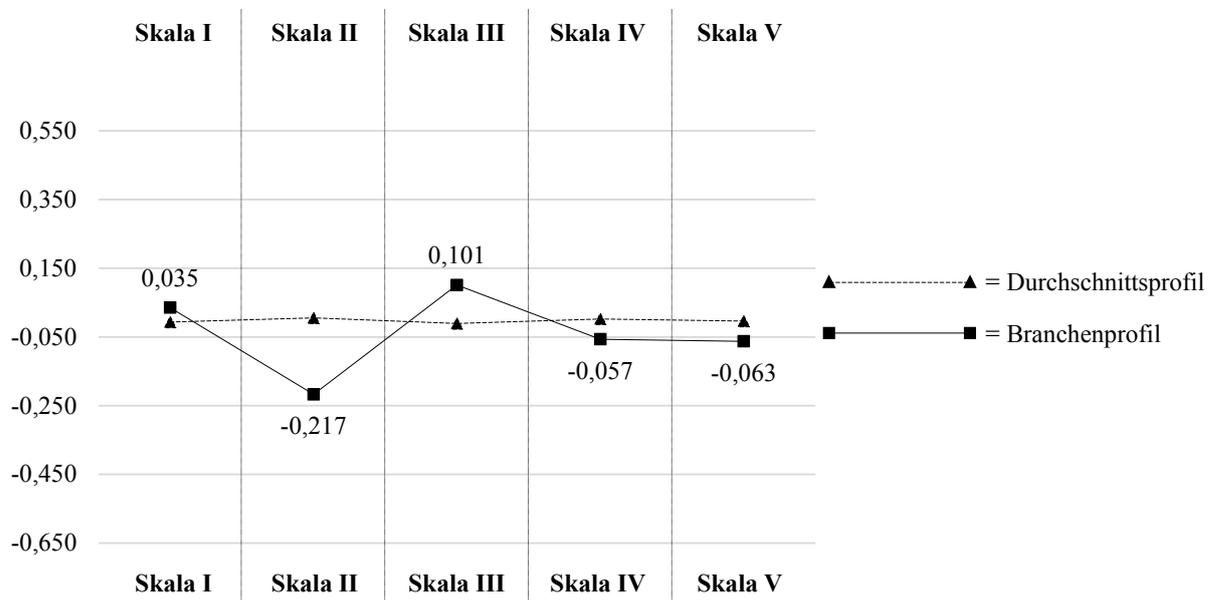


Abbildung 31: Profilvergleich Transport und Nachrichtenübermittlung

Abbildung 31 zeigt das Branchenprofil der Branche Transport und Nachrichtenübermittlung sowie das dazugehörige Durchschnittsprofil im Vergleich. Die Abweichung der beiden Profile voneinander ist nicht signifikant: $\chi^2(5, N_1=22, N_2=486)=7,777, p=0,169$. Skala I: Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen, Skala II: Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle, Skala III: Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile, Skala IV: In komplexen Systemen gibt es keinen *one best way*, Skala V: Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen. Quelle: eigene Darstellung.

Aus Abbildung 31 wird ersichtlich, dass das Profil der Branche Transport und Nachrichtenübermittlung recht nah am Durchschnittsprofil liegt. Skala I und Skala III erreichen durchschnittlich höhere und Skala II, Skala IV und Skala V erreichen im Mittel niedrigere Werte als das Durchschnittsprofil. Das Profil der Branche weicht in der Folge nicht signifikant von dem Profil ab, das die durchschnittlichen Skalenpunktwerte aller anderen Branchen enthält ($p=0,169$).

Der Profilvergleich der Branche Gesundheitswesen wird in Abbildung 32 veranschaulicht.

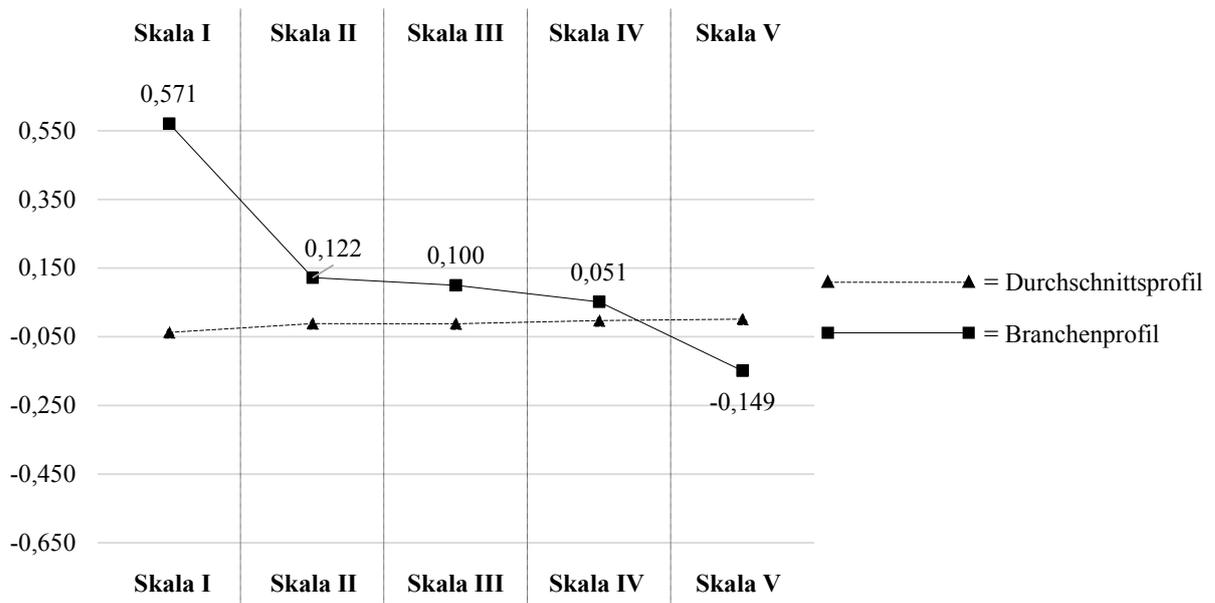


Abbildung 32: Profilvergleich Gesundheitswesen

Abbildung 32 zeigt das Branchenprofil der Branche Gesundheitswesen sowie das dazugehörige Durchschnittsprofil im Vergleich. Die beiden Profile weichen sehr signifikant voneinander ab: $\chi^2(df=5, N_1=27, N_2=481)=54,494, p<0,001$. Skala I: Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen, Skala II: Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle, Skala III: Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile, Skala IV: In komplexen Systemen gibt es keinen *one best way*, Skala V: Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen. Quelle: eigene Darstellung.

Abbildung 32 ist zu entnehmen, dass das Profil der Branche Gesundheitswesen auf Skala I, II, III und IV durchschnittlich höhere und auf Skala V niedrigere Werte als das Durchschnittsprofil erreicht. Besonders Skala I fällt mit dem im Vergleich zum Durchschnitt sehr hohen Punktwert der ManagerInnen auf. Die Punktwerte im Bereich des Gesundheitswesens bestätigen die Plausibilität des Gedankens, Branchen in produzierendes und nicht-produzierendes Gewerbe aufzuteilen. Im hier dargestellten Fall zeigt sich mit Ausnahme von Skala V recht deutlich, dass eine Branche mit vermutlich nicht allzu hoher Kapitalbindung dem Management komplexer Systeme recht positiv gegenübersteht. Das Profil der Branche weicht insgesamt sehr signifikant von dem Profil ab, das die durchschnittlichen Skalenpunktwerte aller anderen Branchen enthält ($p<0,001$).

Der Profilvergleich der öffentlichen Verwaltung wird in Abbildung 33 dargestellt.

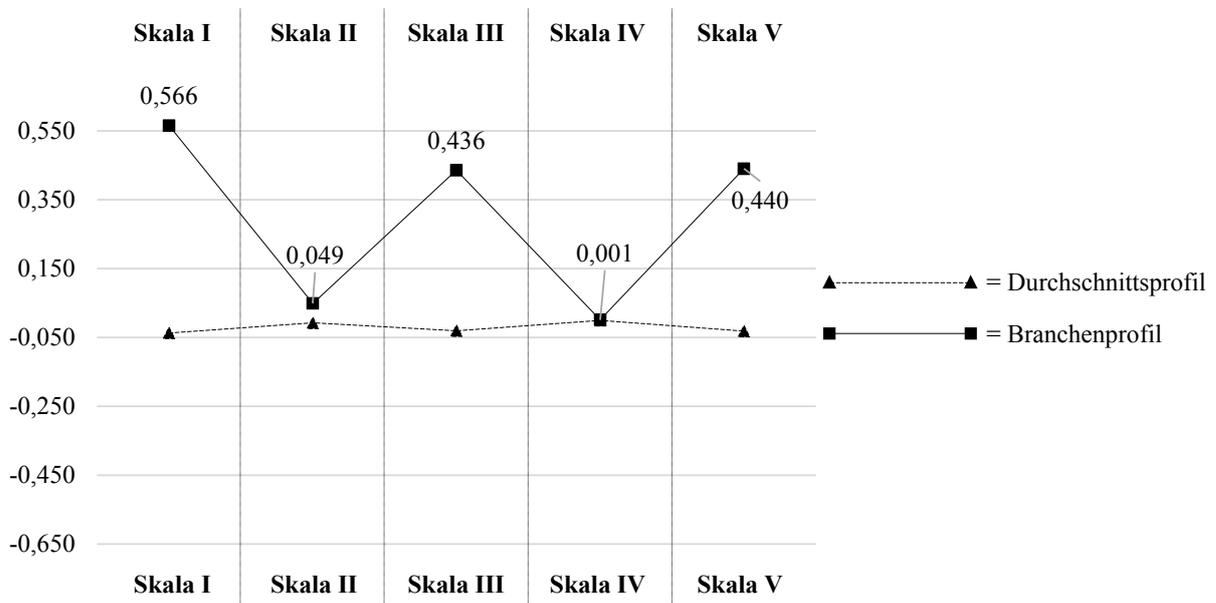


Abbildung 33: Profilvergleich öffentliche Verwaltung

Abbildung 33 zeigt das Branchenprofil der öffentlichen Verwaltung sowie das dazugehörige Durchschnittsprofil im Vergleich. Die beiden Profile weichen sehr signifikant voneinander ab: $\chi^2(df=5, N_1=27, N_2=481)=98,360, p<0,001$. Skala I: Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen, Skala II: Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle, Skala III: Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile, Skala IV: In komplexen Systemen gibt es keinen *one best way*, Skala V: Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen. Quelle: eigene Darstellung.

Abbildung 33 zeigt, dass das Profil der öffentlichen Verwaltung erstaunlicherweise auf allen Skalen höhere Werte als das Durchschnittsprofil erreicht. Zwar verfügt die öffentliche Verwaltung über eine geringe Kapitalbindung, sodass die Ergebnisse vor diesem Hintergrund plausibel erscheinen. Von in der öffentlichen Wahrnehmung durch Bürokratie geprägten Prozessen ausgehend wäre jedoch eher damit zu rechnen gewesen, dass ManagerInnen der öffentlichen Verwaltung eine geringere Zustimmung zum Konstrukt zeigen, die möglicherweise sogar unterhalb des Durchschnittsprofils vermutet worden wäre. Das Profil der öffentlichen Verwaltung weicht insgesamt sehr signifikant von dem Profil ab, das die durchschnittlichen Skalenpunktwerte aller anderen Branchen enthält ($p<0,001$).

Für den Vergleich des produzierenden Gewerbes mit dem nicht-produzierenden Gewerbe (vgl. zur Einteilung Kapitel 7.4.4) wurde ebenfalls ein Profilvergleich erstellt, der in Abbildung 34 dargestellt wird.

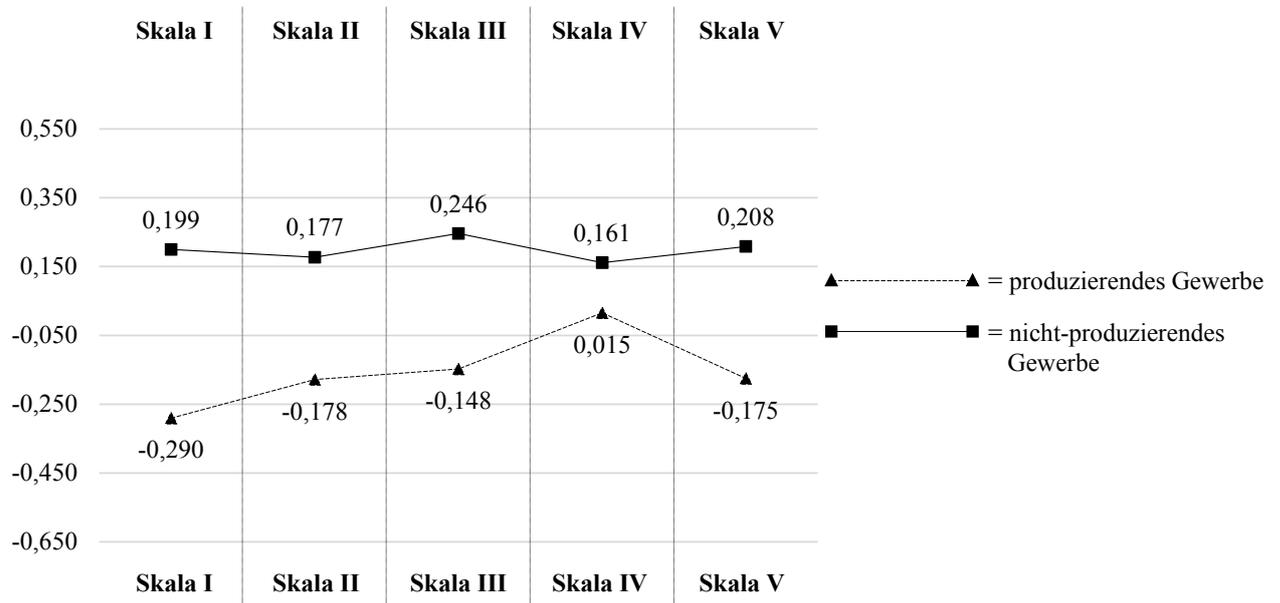


Abbildung 34: Profilvergleich produzierendes und nicht-produzierendes Gewerbe

Die Abbildung zeigt die Skalenpunktwerte des produzierenden und nicht-produzierenden Gewerbes. Die beiden Profile weichen sehr signifikant voneinander ab: $\chi^2(df=5, N_1=215, N_2=293)=418,653, p<0,001$. Das nicht-produzierende Gewerbe erreicht auf allen Skalen höhere Punktwerte als das produzierende Gewerbe. Skala I: Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen, Skala II: Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle, Skala III: Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile, Skala IV: In komplexen Systemen gibt es keinen *one best way*, Skala V: Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen. Quelle: eigene Darstellung.

Abbildung 34 zeigt, dass das nicht-produzierende Gewerbe auf allen Skalen höhere Punktwerte erreicht als das produzierende Gewerbe und erscheint vor dem Hintergrund der Diskussion in Kapitel 6.3.5 als sehr plausibel. Der Unterschied zwischen den beiden Profilen ist sehr signifikant ($p<0,001$).

7.6 Diskussion der Ergebnisse und Limitationen der Untersuchung

Es war das Ziel der vorliegenden Untersuchung, ein Messinstrument zu entwickeln, das den branchenübergreifenden Vergleich der Einstellung von ManagerInnen gegenüber komplexitätswissenschaftsbasierten Managementprinzipien erlaubt, die im Theorieteil dieser Arbeit hergeleitet wurden. Aufgrund zeitökonomischer und sich überwiegend positiv auf die Objektivität des Messinstruments auswirkender Charakteristika fiel die Wahl des Erhebungsinstruments auf einen Online-Fragebogen (vgl. Kapitel 6.1.3), den es im weiteren Verlauf der Arbeit auszuarbeiten und mit Blick auf die Hauptgütekriterien der klassischen Testtheorie abzusichern galt. Da unter Einsatz eines Online-Fragebogens jedoch Handlungen nicht unmittelbar beobachtet werden können, wurde auf einen Einstellungsfragebogen zurückgegriffen. Dieser beinhaltet zudem ausschließlich die kognitive Dimension der Einstellungen, da die Gründe für eine Ablehnung eines Managementprinzips auf affektiver oder verhaltensbezogener Ebene im Rahmen dieser Untersuchung unergründbar bleiben müssen (vgl. Kapitel 6.1).

Ausgehend von diesen Überlegungen wurden fünf Skalen mit jeweils 35 Items erzeugt, von denen jede eine Implikation abbildet, die im Rahmen des Theorieteils aus der komplexitätswissenschaftlichen Literatur abgeleitet wurden. Mittels einer Befragung von drei Laien und vier ExpertInnen auf dem Gebiet der komplexitätswissenschaftlichen Managementforschung wurde eine erste Itemvorauswahl vorgenommen (vgl. Kapitel 6.3.2). Auf diese Weise ist es gelungen, die Skalen auf jeweils 30 Items mit hoher Augenscheinvalidität (inhaltliche Passung der Items zu den Skalen) und Verständlichkeit zu reduzieren. Durch einen ersten (N=100) und zweiten Pretest (N=104) wurden weitere, reliabilitätsbasierte Einkürzungen und Überarbeitungen des Fragebogens vorgenommen, sodass die finale Version des Fragebogens fünf Skalen mit insgesamt 64 Items berücksichtigt. Diese Version des Fragebogens wurde schließlich in der Validierungsstichprobe (N=514) eingesetzt, die auf Basis der Analyse in Kapitel 7.2 als repräsentativ angenommen wird.

Zur Beurteilung der Reliabilität der Skalen nach der finalen Erhebung wurde über Cronbachs Alpha, die mittlere Item-Trennschärfe und die mittlere Item-Interkorrelation hinaus die Faktoreliabilität aus den Strukturgleichungen der konfirmatorischen Faktorenanalyse bestimmt (vgl. Kapitel 7.3.3). Die Reliabilität der Skalen nach der finalen Erhebungsrunde wird in Tabelle 36 zusammengefasst.

	Anzahl Items	N	Cronbachs Alpha	Faktor- reliabilität	AM	SD	MIT	MII
Skala I	13	514	0,800	0,797	2,176	0,455	0,436	0,240
Skala II	13	514	0,823	0,828	3,263	0,389	0,480	0,276
Skala III	12	514	0,737	0,729	2,475	0,440	0,372	0,192
Skala IV	13	514	0,769	0,774	2,897	0,397	0,404	0,210
Skala V	13	514	0,813	0,817	2,727	0,445	0,452	0,252

Tabelle 36: Gesamtschau Reliabilität der Skalen

MIT=mittlere Item-Trennschärfe, MII=mittlere Item-Interkorrelation. Skala I: Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen, Skala II: Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle, Skala III: Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile, Skala IV: Es gibt in komplexen Systemen keinen *one best way*, Skala V: Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen. Quelle: eigene Darstellung.

Aus Tabelle 36 geht hervor, dass die Reliabilität der Skalen I, II und V auf Basis des Cronbachs Alpha als gut und die der Skalen III und IV als adäquat zu beurteilen ist. Diese Beurteilung wird durch die ermittelte Faktorreliabilität bestätigt, lediglich Skala I ist anhand der Faktorreliabilität, von Cronbachs Alpha abweichend, als adäquat zu beurteilen. Die mittlere Item-Trennschärfe liegt bei den Skalen I, II, IV und V über 0,4 und gilt daher als sehr gut, Skala III liegt zwar unter 0,4, aber deutlich über 0,3 und wird daher als gut eingeschätzt. Die mittlere Item-Interkorrelation liegt bei den Skalen I, II, IV und V zwischen 0,2 und 0,4 und somit im Idealbereich. Auch Skala III weist einen Wert von unter 0,4 auf, liegt aber auch sehr knapp unter 0,2. Insgesamt weisen die Items der Skalen also geringe bis sehr geringe Redundanzen auf, verfügen aber über eine mindestens akzeptable interne Konsistenz. Insgesamt ist die Reliabilität der Skalen also als adäquat oder besser zu beurteilen.

Zur Überprüfung der Validität der finalen Fragebogenversion wurde ein vierstufiges Vorgehen gewählt, das sich aus der Interkorrelation der Skalen (vgl. Kapitel 7.4.1), einem hypothesentestenden Ansatz (vgl. Kapitel 7.4.2 sowie Kapitel 7.4.3), einem explorativen Ansatz (vgl. Kapitel 7.4.4 sowie Kapitel 7.4.5) und einer konfirmatorischen Faktorenanalyse (vgl. Kapitel 7.4.6) zusammensetzt. Die Interkorrelation der Skalen ergab, dass sämtliche Zusammenhänge zwischen den Skalen signifikant bzw. sehr signifikant ausfallen. Dennoch wird die Redundanz der Skalen als unkritisch eingestuft, da sich die höchste gemeinsame Varianzaufklärung zwischen Skala I und Skala III auf lediglich $r^2=27,040\%$ beläuft. Die verbleibenden Korrelationen liegen im schwachen bis sehr schwachen Bereich.

Im Rahmen des hypothesentestenden Ansatzes wurden Hypothesen formuliert, die sich auf Zusammenhänge zwischen den Skalen und den Variablen Turbulenz und Flexibilität konzentrieren. Die Hypothesen lauteten wie folgt:

- Hypothese 1:** Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen Skala I und der **Turbulenz**.
- Hypothese 2:** Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen Skala II und der **Flexibilität**.
- Hypothese 3:** Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen Skala III und der **Turbulenz**.
- Hypothese 4:** Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen Skala IV und der **Flexibilität**.
- Hypothese 5:** Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen Skala V und der **Turbulenz**.

Die Überprüfung der Hypothesen fand sowohl durch den Einsatz bivariater (vgl. Kapitel 7.4.2) als auch multivariater Berechnungsverfahren (vgl. Kapitel 7.4.3) statt. Im Rahmen der bivariaten Überprüfung wurden einseitige Produkt-Moment-Korrelationen nach Pearson berechnet, die einen grundsätzlichen Zusammenhang zwischen den Skalen und den Variablen Turbulenz und Flexibilität entsprechend der Hypothesen nahelegen. Die Korrelationen fallen jedoch so schwach aus, dass eine endgültige Aussage anhand der bivariaten Überprüfung nicht getätigt werden kann. Ausschließlich die Korrelationen zwischen Skala IV und Flexibilität sowie Skala V und Turbulenz gehen über eine sehr schwache Ausprägung hinaus.

Zur multivariaten Hypothesentestung wurde für jede Skala ein multiples lineares Regressionsmodell berechnet, das neben den Variablen Turbulenz und Flexibilität das Alter und Geschlecht der ManagerInnen als Kontrollvariablen per Einschluss-Methode berücksichtigt. In diesem Zusammenhang zeigte sich, dass die Variablen Turbulenz und Flexibilität im Sinne der formulierten Hypothese als signifikante bzw. sehr signifikante Prädiktoren für die jeweiligen Skalenpunktwerte in die Modelle aufgenommen wurden, sodass die Hypothesen 1-5 vorläufig angenommen wurden. Zudem lieferte jedes der berechneten Modelle eine zumindest kleine Varianzaufklärung von $R^2_{Adjusted} > 0,0196$.

Im Rahmen von Hypothese 1 wurde die Annahme bestätigt, dass ManagerInnen das Denken und Problemlösen auf Basis von Ursache und Wirkung umso mehr ablehnen, wenn sie ihre Arbeitsumgebung als chaotisch und komplex wahrnehmen. Damit wird die Vermutung nahegelegt, dass der Schmetterlingseffekt komplexer Systeme auch im organisationalen Kontext dazu führt, dass eine scheinbare Entkopplung von Ursache und Wirkung stattfindet. Je stärker

dieser ausgeprägt ist, desto schneller potenzieren sich kleinste Abweichungen der Anfangsbedingungen im Zeitverlauf und schränken die kausale Verknüpfung einer getroffenen Maßnahme und ihren Effekten ein. Daher sind ManagerInnen in solchen Systemen umso mehr darauf angewiesen, sich vom Kausalitätsprinzip im Denken und Problemlösen zu verabschieden. Mit der vorläufigen Annahme von Hypothese 1 spricht also bereits einiges dafür, dass der Schmetterlingseffekt das Management komplexer Systeme zu beeinflussen scheint. Weitere Forschung durch z.B. konkrete Messung der Ausprägung des Schmetterlingseffekts in unterschiedlichen Organisationen oder Branchen durch Ermittlung des Lyapunov-Exponenten (z.B. Kantz, 1994, Rosenstein et al., 1993, Wolf et al., 1985) kann an dieser Stelle weitere wertvolle Hinweise liefern, wenn sie mit dem vorliegenden Fragebogen in Verbindung gebracht wird. Auf diese Weise kann eine weitere Konkretisierung der Hypothese 1 vorgenommen werden, die sich von der Subjektivität der Einschätzung der Chaotizität des Arbeitsumfelds durch die ManagerInnen selbst löst.

Hypothese 2 unterstellt einen positiven Zusammenhang zwischen Skala II und der Flexibilität der ManagerInnen. Dahinter steht die Annahme, dass es in Organisationen zu einem Selektionsprozess analog zur Selbstorganisation und Versklavung der Synergetik kommt, der Anpassungsreaktionen der Organisation an ihre Umwelt zur Konsequenz hat. Da diese Anpassungsreaktionen aber vermutlich vielfältigere und schnellere Problemlösungen hervorbringen als solche einer zentralen Instanz, ist für den Umgang mit derartig vielschichtigen Prozessen eine hohe Flexibilität der betreffenden ManagerInnen vorauszusetzen. Mit der vorläufigen Annahme der Hypothese 2 scheint sich die Vermutung zu bestätigen, dass Autonomie und Freiheit als Grundvoraussetzungen für den beschriebenen Darwinismus dazu führen, dass selbstorganisierte Anpassungsreaktionen auf unterschiedlichen Ebenen der Organisation vor dem Hintergrund einer komplexen Dynamik vollzogen werden können. Auch an dieser Stelle kann weitere Forschung sicherlich einen großen Erkenntnisgewinn liefern. Zur weiteren Überprüfung der Gültigkeit der Hypothese 2 wäre es von besonderer Relevanz, die tatsächliche Autonomie und Freiheit innerhalb der in der Stichprobe enthaltenen Organisationen in Beziehung zu Skala II sowie zur Chaotizität der Branche zu setzen. Es bleibt zu vermuten, dass mit steigender Chaotizität auch der Bedarf an Autonomie und Freiheit von Abteilungen und MitarbeiterInnen steigt und dementsprechend als wichtig durch ManagerInnen beurteilt wird.

Hypothese 3 bezieht sich auf die Vermutung, dass ManagerInnen es mit steigender Chaotizität des Arbeitsumfelds für zunehmend wichtig halten, nicht von einzelnen Organisationsbestandteilen auf die Organisation als Ganzes zu schließen. Damit bezieht sich Hypothese 3 auf die Eigenschaft der Übersummativität und den Verlust der Additivität komplexer Systeme. Die Dekomposition eines Problems in Teilprobleme, deren Lösung und anschließende Zusammensetzung zu einer Gesamtlösung führt unweigerlich zu einem anderen, mit großer Wahrscheinlichkeit nicht intendierten Effekt. Insbesondere mit steigender Chaotizität eines Systems verschärft sich dieser Zusammenhang. Die vorläufige Annahme von Hypothese 3 legt daher nahe, dass die Übersummativität auch für den organisationalen Kontext relevant ist. Insbesondere diejenigen ManagerInnen, die ihre Arbeitsumgebung als turbulent wahrnehmen, erreichen auf Skala III hohe Werte und glauben somit nicht daran, dass man eine Organisation durch Zerlegung in ihre Bestandteile verstehen kann. An dieser Stelle bedarf es jedoch weiterer Untersuchungen, die auch Skala III in Verbindung mit der tatsächlichen Chaotizität der Organisation und ihrer Branche bringen. Zudem zeigt das multiple lineare Regressionsmodell zu Skala III, dass die Flexibilität des Managements ebenfalls als sehr signifikanter Prädiktor aufgenommen wurde. Je flexibler also die ManagerInnen waren, desto mehr lehnten sie Problemlösungen ab, die auf der Betrachtung isolierter Organisationsbestandteile beruhen. Möglicherweise liegt der Zusammenhang zwischen Skala III und der Flexibilität des Managements darin begründet, dass die aggregierte Perspektive der Problemlösung über eine statische Betrachtung einzelner Bestandteile hinausgeht und den Prozess der Herausbildung einer komplexen Dynamik miteinbezieht. Erst das Zusammenspiel der Organisationsbestandteile bringt letztlich das Chaos hervor, das auf Basis der isolierten Analyse einzelner Elemente nicht zu vermuten gewesen wäre. Die Beurteilung dieser Vermutung kann aber nicht anhand der vorliegenden Untersuchung vorgenommen werden, sodass auch an dieser Stelle weitere Forschungsarbeiten vorzuschlagen sind.

Im Rahmen von Hypothese 4 wird ein positiver Zusammenhang zwischen Skala IV und der Flexibilität des Managements unterstellt. Je höher also die Flexibilität des Managements ausgeprägt ist, desto mehr lehnt es Problemlösungen ab, die auf rezeptartigem Abarbeiten beruhen. Flexiblen ManagerInnen sollte es also leichter fallen, sich individuell auf neue Probleme einzustellen und maßgeschneiderte Lösungsstrategien zu formulieren. Mit der vorläufigen Annahme der Hypothese 4 spricht bereits einiges für die Gültigkeit dieses Zusammenhangs.

Hypothese 5 bezieht sich auf den positiven Zusammenhang zwischen Skala V und der wahrgenommenen Turbulenz der Arbeitsumgebung durch das Management. Skala V beschreibt die

Loslösung vom Prognose- und Planungsglauben des Managements, die ebenfalls auf den Überlegungen zum Schmetterlingseffekt basiert. In chaotischen Systemen führt dieser Effekt zu einer mittel- und langfristigen Unvorhersagbarkeit, sodass Prognosen und darauf beruhende Pläne, die weit in die Zukunft reichen, zwangsläufig scheitern müssen. Die vorläufige Bestätigung der Hypothese 5 kann als ein erstes Indiz für diese Vermutung angesehen werden. Auch im Rahmen der Hypothese 5 sind weitere Arbeiten nötig, die die tatsächliche Chaotizität der Branche und die Langfristigkeit der Planung in Organisationen miteinbezieht. Die vorläufige Annahme der Hypothesen gibt insgesamt aber sicherlich Hinweise darauf, dass die im Rahmen von Ziel 1.3 formulierte Forderung, einen validen Fragebogen zu entwickeln, erfüllt worden ist.

Da es sich bei den im Theorieteil der vorliegenden Arbeit formulierten Managementprinzipien sowie den darauf aufbauenden Skalen des Fragebogens um ein völlig neuartiges Konstrukt handelt, wurde zu Überprüfung der Zusammenhänge zwischen den Skalen und den demografischen Variablen (Alter, Geschlecht, Abschluss, Branche und Managementebene) ein explorativer Ansatz gewählt. Im Rahmen dieses Ansatzes wurden Zusammenhänge bzw. Unterschiede ebenfalls zunächst bivariat und anschließend multivariat untersucht. Für die bivariate Prüfung der Zusammenhänge wurden zweiseitige Produkt-Moment-Korrelationen nach Pearson (Alter) sowie t-Tests für unabhängige Stichproben (Geschlecht, Abschluss, Branche und Managementebene) berechnet. Um Unterschiede, die auf dem Abschluss der ManagerInnen beruhen, besonders gut sichtbar werden zu lassen, wurde die Stichprobe in Akademiker und Nicht-Akademiker aufgeteilt. Zudem wurden die ManagerInnen dem produzierenden und nicht-produzierenden Gewerbes zugeordnet, um branchenbezogene Unterschiede beleuchten zu können. Eine solche Dichotomisierung fand auch bei der Managementebene statt, die einen Vergleich zwischen der oberen Managementebene mit der mittleren und unteren Managementebene erlaubt (vgl. Kapitel 6.3.5). Zur multivariaten Bestimmung der Zusammenhänge zwischen den Skalen und den demografischen Variablen wurde für jede Skala ein multiples lineares Regressionsmodell berechnet, das die Variablen Alter, Geschlecht, Abschluss, Branche und Managementebene per Vorwärts-Methode berücksichtigt. Tabelle 37 gibt eine Übersicht über die im Rahmen des explorativen Ansatzes aufgedeckten Zusammenhänge.

Skala	Verfahrensart	Verfahren	Variable	Effekt
Skala I	bivariat	Korrelation	Alter	$r=-0,274, p<0,001$
		t-Test	Akademiker	$t=5,100, p<0,001$
		t-Test	Produzierendes Gewerbe	$t=-3,508, p<0,001$
		t-Test	Obere Managementebene	$t=-2,508, p=0,012$
	multivariat	MLR	Alter	$\beta=-0,200, t=-4,455, p<0,001$
		MLR	Akademiker	$\beta=0,193, t=4,330, p<0,001$
		MLR	Produzierendes Gewerbe	$\beta=-0,116, t=-2,633, p=0,009$
		MLR	Obere Managementebene	$\beta=-0,110, t=-2,439, p=0,015$
Skala II	bivariat	Korrelation	Alter	$r=0,128, p=0,004$
	multivariat	MLR	Alter	$\beta=0,132, t=2,925, p=0,004$
		MLR	Produzierendes Gewerbe	$\beta=-0,090, t=-1,994, p=0,047$
Skala III	bivariat	t-Test	Akademiker	$t=4,790, p<0,001$
	multivariat	MLR	Akademiker	$\beta=0,198, t=4,424, p<0,001$
Skala IV	bivariat	t-Test	Akademiker	$t=3,039, p=0,002$
		t-Test	Produzierendes Gewerbe	$t=-2,169, p=0,031$
	multivariat	MLR	Akademiker	$\beta=0,147, t=3,255, p=0,001$
Skala V	bivariat	t-Test	Akademiker	$t=4,236, p<0,001$
		t-Test	Produzierendes Gewerbe	$t=-2,953, p=0,003$
	multivariat	MLR	Akademiker	$\beta=0,161, t=3,541, p<0,001$
		MLR	Produzierendes Gewerbe	$\beta=-0,100, t=-2,193, p=0,029$

Tabelle 37: Gesamtschau Ergebnisse der explorativen Verfahren

MLR=Multiple lineare Regression. Skala I: Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen, Skala II: Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle, Skala III: Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile, Skala IV: Es gibt in komplexen Systemen keinen *one best way*, Skala V: Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen. Quelle: eigene Darstellung.

Tabelle 37 kann entnommen werden, dass ein negativer, schwacher und sehr signifikanter Zusammenhang zwischen Skala I und dem Alter der ManagerInnen besteht, der durch die multiple lineare Regression bestätigt wird. Eine mögliche Erklärung für diesen Zusammenhang lässt sich im Rahmen der Wahrnehmungspsychologie verorten. Dort führen zahlreiche Untersuchungen (Michotte, 1946, Palmer, 1999, Rock, 1983, Scholl, 2005, von Helmholtz, 1867) aus, dass der Mensch zur Wahrnehmung von Kausalbeziehungen neigt. Kliegl (2007) legt nahe, dass nach Hume (1777) Erfahrung eine Grundvoraussetzung für die Möglichkeit zur Wahrnehmung von Kausalität bildet. Gemäß seiner Argumentation ist Erfahrung nötig, um Geschehnisse und ihre Auswirkungen durch einen Kausalzusammenhang miteinander verknüpfen zu können. Michotte (1946) legt jedoch einen genau umgekehrten Zusammenhang von Kausalitätswahrnehmung und Erfahrung nahe: Erst dann, wenn ein Kausalzusammenhang identifiziert wurde, wird ein Ereignis als Erfahrung wirksam. Unabhängig von dem Standpunkt der jeweiligen AutorInnen scheint aber grundsätzlich eine Beziehung zwischen der Erfahrung und Wahrnehmung von Kausalität zu bestehen. Auch Kliegl (2007) vermutet zudem einen positiven Zusammenhang zwischen dem Alter und der Neigung zur Wahrnehmung von Kausalität, da Menschen mit zunehmender Erfahrung mehr Ereignisse sehen, „die dem kanonischen Ereignis ähnlich sind“ (S. 40). Demzufolge kann Erfahrung als erklärende Variable für die Neigung, Ursache-Wirkungs-

Beziehungen wahrzunehmen, nicht leicht von der Hand gewiesen werden (vgl. Kliegl, 2007, S. 40). Durch die mit steigendem Alter zunehmende Erfahrung kann möglicherweise der negative Zusammenhang zwischen dem Alter der ManagerInnen und der auf die Wahrnehmung von Kausalbeziehungen abzielenden Skala I erklärt werden. Um diesen Zusammenhang jedoch näher zu beleuchten, sind sicherlich weitere Arbeiten nötig, die sich explizit auf diesen Aspekt fokussieren.

Zudem wurde mittels t-Test ermittelt, dass ManagerInnen mit akademischem Abschluss sehr signifikant höhere Punktwerte auf Skala I erzielen als ManagerInnen ohne akademischen Abschluss. Dieser Zusammenhang wird im Rahmen der multiplen linearen Regression bestätigt, die den akademischen Abschluss der ManagerInnen als positiven, sehr signifikanten Prädiktor für Skala I aufnimmt. Frieling et al. (2000, S. 250) führen in diesem Zusammenhang aus, dass sich MitarbeiterInnen in Unternehmen durch Bildung die Möglichkeit erarbeiten, sich komplexe Sachverhalte anzueignen und eher dazu in der Lage sind, sich flexibel auf diese einzustellen. Damit fassen die AutorInnen die Zielsetzung des im Qualifikationsrahmen für Deutsche Hochschulabschlüsse (Hochschulrektorenkonferenz et al., 2005) festgelegten Kompetenzerwerbs zusammen, der im Zuge des Bologna-Prozesses durch die Hochschulrektorenkonferenz, Kultusministerkonferenz und das Bundesministerium für Bildung und Forschung verabschiedet wurde. So wird dort beispielsweise in Hinblick auf Master-AbsolventInnen deutscher Hochschulen das Ziel ausgegeben, eine systemische Kompetenz zu erwerben, die zum Umgang mit Komplexität sowie dem Treffen von Entscheidungen „auch auf der Grundlage unvollständiger oder begrenzter Informationen“ (S. 4) befähigt. Zwar zielt Skala I eigentlich auf die Eigenschaft komplexer Systeme ab, trotz vollständiger Informationen zu einem System unvorhersagbar zu sein, sodass die Verfügbarkeit der Informationen in diesem Zusammenhang keine zentrale Rolle spielt. Somit mag die Begründung für das Treffen von Entscheidungen auf Basis unvollständiger Informationen im Sinne des Qualifikationsrahmens und der vorliegenden Arbeit voneinander abweichen, der Zusammenhang des Einbezugs unvollständiger Informationen während des Problemlösens in komplexen Systemen ist jedoch unbestreitbar. Es bleibt aber offen, ob dieser gezielte Kompetenzerwerb tatsächlich einen Einfluss auf den Zusammenhang zwischen Skala I und dem Abschluss der ManagerInnen nimmt, sodass sich hier Ansatzpunkte für weitere Arbeiten ergeben.

Es zeigte sich zudem durch Berechnung eines t-Tests für unabhängige Stichproben, dass ManagerInnen, die dem produzierenden Gewerbe zugeordnet wurden, sehr signifikant niedrigere

Punktwerte auf Skala I erzielten als ManagerInnen, die dem nicht-produzierenden Gewerbe zugeordnet wurden. Im Rahmen der multiplen linearen Regression wird dieser Unterschied durch Aufnahme der entsprechenden Variablen als sehr signifikanter Prädiktor für Skala I bestätigt. Die Einteilung der ManagerInnen in produzierendes und nicht-produzierendes Gewerbe wurde vor dem Hintergrund der Überlegung vorgenommen, dass es in Branchen des produzierenden Gewerbes angesichts der langfristigeren Kapitalbindung im Vergleich zu denen des nicht-produzierenden Gewerbes erforderlich sein müsste, Planungsprozesse ebenfalls auf eine längere Frist auszurichten. Da im Zuge der Planung üblicherweise anhand der aktuellen Datenbasis und zukünftigen Erwartungen extrapoliert wird, wird angenommen, dass die Branchenzugehörigkeit auch einen Einfluss auf die Wahrnehmung von Ursache-Wirkungs-Beziehungen ausübt. Somit sollten ManagerInnen des produzierenden Gewerbes in ihrer alltäglichen Arbeit stärker mit der Notwendigkeit der Betrachtung von Ursache und Wirkung konfrontiert sein. Damit stünde diese Begründung im Einklang mit dem identifizierten Zusammenhang zwischen Skala I und der Branchenzugehörigkeit. Für eine abschließende Beurteilung sind aber auch an dieser Stelle weitere Arbeiten erforderlich, die auf die Planungsprozesse der Organisation abstellen.

Aus Tabelle 37 geht ebenfalls hervor, dass ein negativer Zusammenhang zwischen Skala I und der oberen Managementebene besteht. Die Berechnung eines t-Tests für unabhängige Stichproben ergab, dass ManagerInnen der oberen Managementebene signifikant niedrigere Punktwerte auf Skala I als ManagerInnen der mittleren und unteren Managementebene erzielten. Dieser Unterschied wurde durch die Aufnahme der oberen Managementebene als negativer, sehr signifikanter Prädiktor in das multiple lineare Regressionsmodell bestätigt. Eine mögliche Erklärungsursache dieses Zusammenhangs kann darin gesehen werden, dass ManagerInnen der oberen Managementebene Probleme in der Regel nicht operativ selbst lösen, sondern durch Delegieren an ihre MitarbeiterInnen. Im Falle des Scheiterns einer Problemlösung kann es dazu kommen, dass sie das Scheitern nicht auf die Entkopplung von Ursache und Wirkung zurückführen, sondern als Versagen der beauftragten MitarbeiterInnen interpretieren. Eine solche Neigung wird auch als *scapegoating*, also die Suche nach Sündenböcken, beschrieben, die insbesondere mit der Macht des Managements zunimmt (Boeker, 1992, S. 404 f.). Damit stellt sich also die Frage nach der Schuld für das Scheitern, die im Rahmen der Skala I z.B. durch das Item „Es gibt Management-Probleme, an denen niemand die Schuld trägt“ thematisiert wird. Laut t-Test für unabhängige Stichproben stimmen ManagerInnen der mittleren und unteren Ma-

nagementebene dieser Aussage durchschnittlich mehr zu als ManagerInnen der oberen Managementebene, der Unterschied zwischen den Managementebenen ist jedoch nicht signifikant ($p=0,139$). Zudem sind Analysen auf Item-Ebene ohnehin nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung. Eine Untersuchung, die die Neigung des Managements zum scapegoating in Verbindung mit dem Konstrukt der vorliegenden Arbeit bringt, kann diesbezüglich sicherlich weitere Einblicke liefern.

Die bivariate Überprüfung mittels zweiseitiger Produkt-Moment-Korrelation nach Pearson zwischen dem Alter der ManagerInnen und Skala II ergab eine positive, sehr schwache und sehr signifikante Korrelation, die das multiple lineare Regressionsmodell durch die Aufnahme des Alters als positiven, sehr signifikanten Prädiktor für Skala II bestätigte. In einer Metastudie stellen Kooij et al. (2011) fest, dass ein positiver Zusammenhang zwischen dem Wunsch nach Autonomie am Arbeitsplatz und dem Alter der Angestellten besteht. Je älter also eine Mitarbeiterin bzw. ein Mitarbeiter, desto größer ist ihr bzw. sein Wunsch nach Autonomie am Arbeitsplatz. Darüber hinaus attestieren empirische Studien (Colquitt et al., 2007, Gergen et al., 2014, Ng & Feldman, 2010) einen positiven Zusammenhang zwischen *interpersonal trust* und dem Alter von Angestellten. Interpersonal trust beschreibt, inwiefern Angestellte sich auf Versprechen von Vorgesetzten und KollegInnen verlassen (vgl. Colquitt et al., 2007). Je höher dieser Wert ausgeprägt ist, desto weniger greifen sie auf Kontrollen zurück und desto mehr vertrauen sie Vorgesetzten und KollegInnen. Da das Gewähren von Autonomie und Freiheit der Skala II ebenfalls mit verringerten Kontrollen und somit konkreten Vorgaben und Anweisungen in geringerem Ausmaß sowie dem Abgeben von Verantwortung verbunden ist, kann hier eine weitere mögliche Ursache für den aufgedeckten Zusammenhang liegen. Um diesen jedoch abschließend beurteilen zu können, bedarf es eigener Untersuchungen, die über die der vorliegenden Arbeit hinausgehen und ein entsprechendes Erklärungsmotiv aufweisen.

Im Rahmen des multiplen linearen Regressionsmodells wurde auch die Branchenzugehörigkeit als sehr signifikanter Prädiktor für Skala II aufgenommen. Demnach erreichen ManagerInnen des produzierenden Gewerbes niedrigere Werte auf der Skala als ManagerInnen des nicht-produzierenden Gewerbes. Möglicherweise ist dieser Umstand der Tatsache geschuldet, dass es die langfristige Planung im produzierenden Gewerbe erforderlich macht, die Einhaltung verabschiedeter Pläne zu kontrollieren und etwaige Abweichungen durch zentrale Vorgaben zu kompensieren. Da Skala III sich jedoch ausschließlich auf die Gewährung von Autonomie und Freiheit bezieht, bleibt unklar, welche Lösungsstrategien durch das Management im Falle einer

ablehnenden Haltung der Skala gegenüber angewendet werden. Daher werden auch an dieser Stelle weitere Studien nahegelegt, die diesen Zusammenhang weiter untersuchen.

Die Berechnung eines t-Tests für unabhängige Stichproben ergab, dass ManagerInnen mit akademischem Abschluss sehr signifikant höhere Punktwerte auf Skala III erzielten als ManagerInnen ohne akademischen Abschluss. Dieser Zusammenhang wurde durch die Aufnahme des Abschlusses in das multiple lineare Regressionsmodell als positiver, sehr signifikanter Prädiktor für Skala III bestätigt. Auch an dieser Stelle sei auf den Qualifikationsrahmen für Deutsche Hochschulabschlüsse (Hochschulrektorenkonferenz et al., 2005) verwiesen, der festlegt, dass Master-AbsolventInnen dazu in der Lage sein sollen, „Wissen zu integrieren und mit Komplexität umzugehen“ (S. 4). Demzufolge stellt ein akademischer Abschluss, insbesondere ein Masterabschluss oder eine Promotion, eine wichtige Grundlage dar, um Informationen zueinander in Beziehung zu setzen und in einen Gesamtzusammenhang einzuordnen. Eine Überprüfung des Zusammenhangs zwischen Skala III und dem jeweiligen Studiengang der ManagerInnen wäre im Rahmen sich anschließender Untersuchungen von großem Interesse.

Der t-Test für unabhängige Stichproben ergab auch im Rahmen von Skala IV, dass ManagerInnen mit akademischem Abschluss sehr signifikant höhere Werte erzielten als ManagerInnen ohne akademischen Abschluss. Dieser Unterschied wurde im Rahmen der multiplen linearen Regression insofern bestätigt, als dass der akademische Abschluss als positiver, sehr signifikanter Prädiktor für Skala IV in das Modell aufgenommen wurde. Der Argumentation des Zusammenhangs zwischen Skala I und dem akademischen Abschluss der ManagerInnen folgend, erarbeiten sich ManagerInnen durch ein umfassendes Maß an Bildung die Möglichkeit, sich flexibel auf neue Sachverhalte einzustellen. Sollte diese Argumentation zutreffen, würde der Zusammenhang mit Skala IV nur wenig überraschen, die die Einstellung von ManagerInnen gegenüber dem rezeptartigen Abarbeiten von Problemen misst. Da sich ManagerInnen mit akademischem Abschluss also die Möglichkeit erarbeitet haben, sich individuell auf neue Probleme einzustellen, sollten sie einem Management nach ‚Schema F‘ eher abgeneigt sein, was den erwähnten Zusammenhang erklären würde. Doch auch hier sei auf die Notwendigkeit anknüpfender Studien verwiesen.

Zudem ergab die Berechnung eines t-Tests, dass ManagerInnen des produzierenden Gewerbes signifikant niedrigere Werte auf Skala IV erreichen als ManagerInnen des nicht-produzierenden Gewerbes. Dieser Unterschied konnte aber nicht durch die multivariate Überprüfung bestätigt

werden. Er wäre aber insofern konsistent mit der Argumentation zum Zusammenhang zwischen Skala I bzw. II und der Branchenzugehörigkeit, als dass mit der Errichtung von Kapazitäten, die eine langfristige Kapitalbindung nach sich ziehen, eine geringere Flexibilität des unternehmerischen Handlungspotenzials einhergehen müsste. Diese geringere Flexibilität führte zu einem verminderten Verhaltensspektrum und somit zu mehr rezeptartigem Management als es z.B. in Dienstleistungsunternehmen zu erwarten wäre. Ohne Informationen über die dieser Untersuchung zugrundeliegenden Daten hinaus handelt es sich bei dieser Argumentation jedoch um reine Spekulation.

Auch im Rahmen von Skala V zeigten Berechnungen von t-Tests für unabhängige Stichproben, dass ein Zusammenhang zwischen der Skala und dem Abschluss der ManagerInnen sowie deren Branchenzugehörigkeit zu bestehen scheint. Das multiple lineare Regressionsmodell bestätigt diesen Anschein, da beide Variablen als signifikante (produzierendes Gewerbe) bzw. sehr signifikante (akademischer Abschluss) Prädiktoren für Skala V aufgenommen werden. Die Tatsache, dass ManagerInnen mit akademischem Abschluss auch auf Skala V sehr signifikant höhere Werte erreichen als ManagerInnen ohne akademischen Abschluss, gibt einen weiteren Hinweis auf die Gültigkeit der zuvor angebrachten Argumentation, dass ein Studium zur flexiblen Auseinandersetzung mit neuen Problemen befähigt. Auf diese Weise gelingt es ManagerInnen auch ohne eine langfristige Planung, relativ kurzfristig neue Lösungen für Management-Probleme zu entwickeln. Auch dass ManagerInnen des produzierenden Gewerbes signifikant niedrigere Werte auf Skala V erreichen als ManagerInnen des nicht-produzierenden Gewerbes, spricht für die Gültigkeit des zuvor formulierten Grundgedankens. Demzufolge macht die langfristige Kapitalbindung des produzierenden Gewerbes eine langfristige Planung erforderlich, deren Notwendigkeit sich im Antwortverhalten der ManagerInnen anhand der angeführten Ergebnisse der Skala V nachvollziehen lässt. Insgesamt ergibt die Integration der explorativ gewonnenen Erkenntnisse ein recht konsistentes Bild, das in Summe für die Validität der Skalen und somit die Erfüllung des Ziels 1.3 (Entwicklung eines Fragebogens zur Beurteilung der Einstellung gegenüber Prinzipien des Managements komplexer Systeme, der valide ist) spricht.

Zur Überprüfung der Validität des Konstrukts in Hinblick auf seine faktorielle Struktur wurde zudem eine konfirmatorische Faktorenanalyse mit den Parameterschätzern GLS und ML vorgenommen (vgl. Kapitel 7.4.6). Beide Schätzverfahren deuten auf eine adäquate (ML) bis gute

(GLS) Passung des theoretischen Modells mit dem empirischen Modell hin. Dass beide Verfahren auf einen angemessenen Model Fit hinweisen, wird als zusätzliches Argument für die faktorielle Validität des Fragebogens interpretiert.

Auf der Grundlage der Interkorrelation der Skalen, der hypothesentestenden und explorativen Verfahren sowie der konfirmatorischen Faktorenanalyse werden die Inhalts- und Konstruktvalidität des entwickelten Fragebogens als adäquat bis gut beurteilt. Die kleine Varianzaufklärung der hypothesentestenden und explorativen Regressionsmodelle gibt jedoch Aufschluss darüber, dass es sich bei dem vorliegenden Konstrukt um eines handelt, das sehr facettenreich zu sein scheint. Offensichtlich üben viele weitere Faktoren, die im Rahmen der vorliegenden Arbeit bewusst oder unbewusst nicht berücksichtigt worden sind, einen Einfluss in Hinblick auf die Einstellung gegenüber einem an Chaos angepassten Managements aus. Zudem wurden während der finalen Erhebung keine Variablen einbezogen, die eine Beurteilung der Kriteriumsvalidität gestatten. Hier ergeben sich interessante Anknüpfungspunkte für weitere Forschung: Es wäre z.B. von Bedeutung zu erfahren, welche Rolle die Einstellung gegenüber den Managementprinzipien in Bezug auf das Gehalt von ManagerInnen oder den Erfolg von Unternehmen in Krisensituationen wie der Subprime-Krise spielt.

Zum Vergleich des Antwortverhaltens zwischen den Branchen wurden für jede Branche, die mehr als 20 Fälle enthält, Profile auf Basis der z-transformierten Skalenpunktwerte angelegt und mit einem Durchschnittsprofil verglichen, das alle anderen Branchen berücksichtigt. Die Ergebnisse zeigen größtenteils sehr signifikante Abweichungen der Branchenprofile von ihrem jeweiligen Durchschnittsprofil, wenngleich sich die Abweichungen auf lediglich 0,1 bis etwa 0,6 Standardabweichungen beliefen. So zeigte beispielsweise die chemische Industrie ein Antwortverhalten, dass auf allen Skalen unter dem ihres Durchschnittsprofils lag, während die Branche Gesundheitswesen mit Ausnahme von Skala V über ihrem Durchschnittsprofil lag. Eine vergleichende Gegenüberstellung der beiden Branchenprofile wird in Abbildung 35 dargestellt. Es sei darauf verwiesen, dass es sich dabei um eine unzulässige post hoc-Analyse handelt, anhand der Auswertung soll allerdings lediglich deutlich werden, zu welchen Vergleichszwecken sich der entwickelte Fragebogen einsetzen ließe, wenn man ihn im Rahmen von prospektiven Analysen einsetzte.

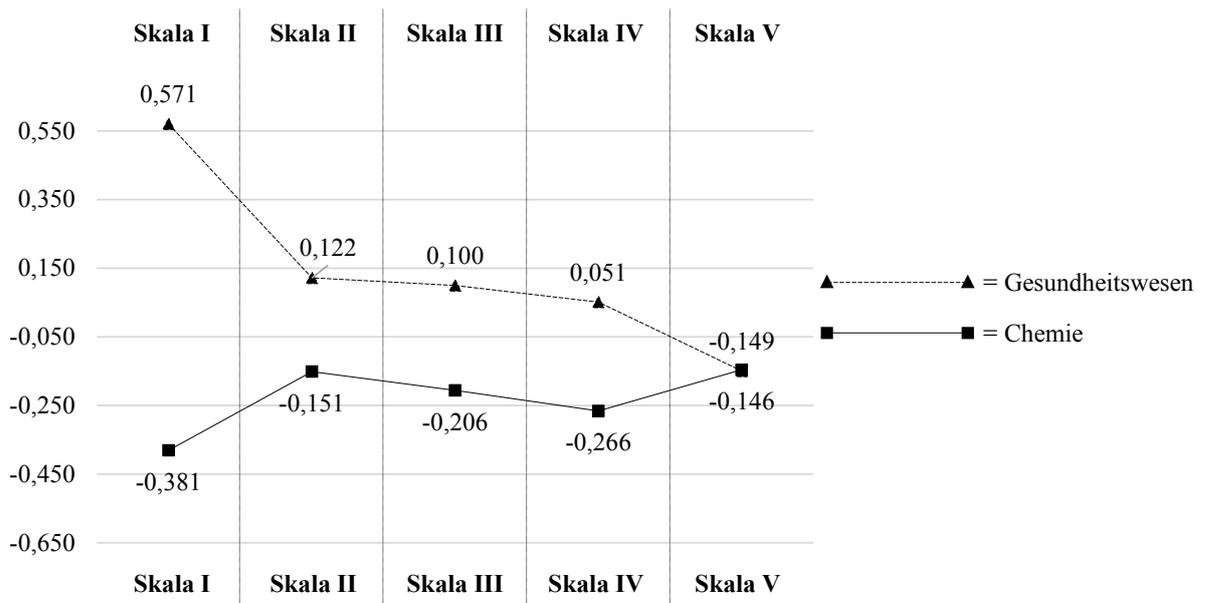


Abbildung 35: Profilvergleich Chemie vs. Gesundheitswesen

Die Profile der chemischen Industrie und des Gesundheitswesens weichen signifikant voneinander ab: $\chi^2(5, N_1=27, N_2=46)=97,705, p<0,001$. Skala I: Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen, Skala II: Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle, Skala III: Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile, Skala IV: Es gibt in komplexen Systemen keinen *one best way*, Skala V: Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen. Aus der Darstellung geht hervor, dass die Branche Gesundheitswesen höhere Punktwerte auf den Skalen erreicht als die chemische Industrie. Es sei darauf verwiesen, dass es sich bei dem abgebildeten Vergleich um eine eigentlich unzulässige post hoc-Betrachtung handelt. Die Abbildung wird allerdings lediglich angeführt, um aufzuzeigen, zu welchen Einsatzzwecken der Fragebogen im Rahmen prospektiver Studien verwendet werden kann. Quelle: eigene Darstellung.

Anhand von Abbildung 35 lässt sich leicht erkennen, dass ManagerInnen des Gesundheitswesens ein Antwortverhalten zeigen, dass eher in Richtung des Konstrukts weist als das Antwortverhalten der chemischen Industrie ($p<0,001$). Auf diese Weise ließen sich im Rahmen eines hypothesentestenden Verfahrens einer prospektiven Studie effizient Unterschiede im Antwortverhalten der ManagerInnen verschiedener Branchen identifizieren. Der Fragebogen wird daher in Hinblick auf einen branchenvergleichenden Einsatz für geeignet befunden, sodass Ziel 2 als erfüllt anzusehen ist. Auch die zu den Ergebnissen der explorativen Validitätsprüfung kompatible Gegenüberstellung des produzierenden Gewerbes mit dem nicht-produzierenden Gewerbe in Kapitel 7.5 spricht dafür, dass sich der Einsatz des Fragebogens in einer prospektiven Studie zum Branchenvergleich eignen kann.

Abschließend zeigt die Überprüfung der Validität des Fragebogens, dass es trotz des Facettenreichtums des Konstrukts erste Hinweise auf die empirische Relevanz der aus der Chaostheorie und Synergetik hergeleiteten Implikationen zu geben scheint und eine darauf basierende Beurteilung der Verhaltensgüte des Managements möglich ist.

8. Abschlussdiskussion und Ausblick

Seit mehr als 300 Jahren ist es üblich, Phänomene der belebten wie unbelebten Natur mit Hilfe physikalisch-mechanistischer Analogien zu erklären (vgl. z.B. Strunk & Schiepek, 2006). Aus der Integration des Schmetterlingseffekts ergibt sich jedoch, dass damit verbundene Denkweisen und Problemlösetechniken, die auf Vorhersagbarkeit und der engen Kopplung von Ursache und Wirkung beruhen, in komplexen Systemen an ihre Grenzen stoßen. Haken (1990a, S. 340) führt aus, dass es sich auch bei der Wirtschaft um ein solches System handelt, das unter bestimmten Bedingungen dazu in der Lage ist, chaotische Prozesse zu erzeugen. Diese Perspektive gewinnt umso mehr an Bedeutung, wenn die gesellschaftliche Verantwortung des Managements in Betracht gezogen wird. In Kapitel 2 wurde daher zunächst der Stand der Forschung hinsichtlich des Managements komplexer Systeme ausgewertet. Dort ergab sich allerdings, dass zwar innerhalb jedes der behandelten Ansätze einzelne Hinweise darauf zu finden sind, wie mit einer komplexen Dynamik adäquat umgegangen werden kann. Häufig fehlt es jedoch, vor allem im Bereich Leadership (vgl. Kapitel 2.1) und Complex Problem Solving (vgl. Kapitel 2.2), an einer Definition des Komplexitätsbegriffs, die eine über metaphorisches Niveau hinausgehende Ausgestaltung des Managements gestattet. Zu großen Teilen trifft dieser Mangel zwar auch auf diejenigen Managementstudien zu, die komplexe Systeme in den Vordergrund der Betrachtung stellen (Kapitel 3.5), dort werden aber zumindest einige wertvolle Aspekte des Managements chaotischer Dynamiken behandelt. Diese sind jedoch zumeist nur unter extrem hohem Aufwand umsetzbar, zweifelhaft hinsichtlich ihrer Durchführbarkeit oder setzen weitere Forschung voraus. Die beeindruckende Vielzahl an Arbeiten zur Selbstorganisation als Mittel in der Bewältigung komplexer Systeme zeigt aber, dass ein Chaos berücksichtigendes Management ohne die Nutzung von Selbstorganisationspotenzialen als unvollständig bezeichnet werden muss.

Aufgrund ihrer besonderen Charakteristika wurden im Rahmen des Kapitels 3 der vorliegenden Arbeit Implikationen für das Management komplexer Systeme auf Basis der komplexitätswissenschaftlichen Literatur vorgestellt. Zu diesem Zweck fand zunächst eine intensive Auseinandersetzung mit dem Komplexitätsbegriff statt, für den eine Arbeitsdefinition gewählt wurde, die Komplexität mit deterministischem Chaos gleichsetzt. Dieses ist durch die Eigenschaft gekennzeichnet, trotz vollständiger Information über ein System (Determiniertheit) sein Verhalten dennoch nicht vorhersagen zu können (Chaos). Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass Chaos nur weniger Voraussetzungen bedarf. Dabei handelt es sich allerdings lediglich um notwendige, nicht aber hinreichende Bedingungen, sodass es zu einer chaotischen Dynamik kommen kann, aber nicht muss. Aus der nachfolgenden Darstellung der Eigenschaften komplexer

Systeme, die eines besonderen, darauf angepassten Managements bedürfen, wurden die folgenden fünf Implikationen festgehalten:

Implikation I: Ursache-Wirkungs-Denken führt in komplexen Systemen zu Fehlentscheidungen

Der Schmetterlingseffekt, durch den sich bereits mikroskopische Abweichungen im Zeitverlauf zu massiven Fehlern potenzieren, führt in der mittleren und langen Frist dazu, dass Ursache und Wirkung in komplexen Systemen scheinbar entkoppelt zu sein scheinen. Für das Management ist es somit von großer Bedeutung, sich von Problemlösungen zu verabschieden, die eine detaillierte Ursachenforschung voraussetzen.

Implikation II: Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle

Die Theorie der Synergetik (Haken, 1977) stellt einen darwinistischen Selektionsprozess, bestehend aus Selbstorganisation und Versklavung, in den Mittelpunkt der Betrachtung, der eine effiziente Anpassung an sich ändernde Rahmenbedingungen ohne Vorgaben einer zentralen Instanz zu leisten vermag. Insbesondere die für komplexe Systeme typischen Phasenübergänge, während derer sich das Systemverhalten schlagartig und grundlegend ändert, verschärfen die Notwendigkeit für diesen Selektionsprozess. Dafür ist es jedoch erforderlich, dass die Bestandteile des Systems frei miteinander interagieren können. Das Management einer Organisation muss also Abteilungen und MitarbeiterInnen ein ausreichendes Maß an Autonomie und Freiheit gewähren, um Anpassungsreaktionen schnell und effizient erfolgen lassen zu können.

Implikation III: Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile

Im Rahmen der Synergetik (Haken, 1977) wird ebenfalls beschrieben, dass durch das Zusammenwirken der Bestandteile komplexer Systeme eine Dynamik entsteht, die auf Basis der Kenntnis einzelner Bestandteile nicht zu vermuten wäre. Daher können solche Systeme auch mit dem Begriff der *Übersummativität*, den von Ehrenfels bereits 1890 prägte, überschrieben werden. Will das Management also Probleme in komplexen Problemstellungen lösen, sollte es

nicht die isolierte Analyse, sondern die Gesamtdynamik der Organisation als Entscheidungsgrundlage heranziehen.

Implikation IV: Es gibt in komplexen Systemen keinen *one best way*

Der Schmetterlingseffekt und die mit ihm verbundene Verletzung des Gesetzes der starken Kausalität führen dazu, dass ähnliche Ursachen nicht in ähnlichen, sondern völlig anderen Wirkungen münden. Es wurde bereits dargelegt, dass hier selbst infinitesimale Abweichungen eine große Rolle in einer chaotischen Dynamik spielen. Daher ist es für das Management unabdingbar, sich von rezeptartigem Abarbeiten zu lösen und maßgeschneiderte Lösungen für auftretende Probleme zu entwickeln.

Implikation V: Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen

Ausgehend von der mittel- und langfristigen Unvorhersagbarkeit komplexer Systeme bedarf es der Anpassung organisationaler Prognose- und Planungszyklen. Zwangsläufig werden Pläne scheitern, die über die kurze Frist hinausgehen. Daher sollte sich das Management grundsätzlich von dem Gedanken verabschieden, dass Planung und Prognose längerfristig möglich sind.

Zur Ausarbeitung eines für die Zielsetzung der vorliegenden Arbeit geeigneten Messinstruments fiel die Wahl auf einen Online-Einstellungsfragebogen (vgl. Kapitel 6.1.3), der neben besonderen Vorteilen in der zeitökonomischen Durchführbarkeit insgesamt auch für eine objektive Messung spricht (vgl. zur Diskussion des Online-Fragebogens als objektive Erhebungsmethode Kapitel 6.1.3). In einer ersten Phase der Itemgenerierung wurden fünf Skalen mit jeweils 35 Items erzeugt, von denen je eine Skala die Umsetzung einer Implikation des Theorieteils realisiert. Im Anschluss wurde eine ExpertInnen- und Laienbefragung (N=7) durchgeführt, um eine Itemvorauswahl auf Basis der Augenscheinvalidität und inhaltlichen Verständlichkeit vornehmen zu können. Auf diese Weise wurden die Skalen auf je 30 Items reduziert. Mit einem ersten (N=100) und zweiten Pretest (N=104) wurde der Fragebogen auf insgesamt 74 bzw. 64 Items reliabilitätsbasiert eingekürzt. Die finale Version des Fragebogens wurde zuletzt der Validierungsstichprobe (N=514) zugeführt, die hinsichtlich ihrer Zusammensetzung als repräsentativ für das Management in Deutschland angenommen wird (vgl. Kapitel 7.2). Die Reliabilität der Skalen wird anhand des Cronbachs Alpha, der mittleren Item-Trennschärfe, der mittleren

Item-Interkorrelation und der Faktorreliabilität, sie sich aus den Strukturgleichungen der konfirmatorischen Faktorenanalyse ergibt, als adäquat bis gut beurteilt (vgl. Kapitel 7.3).

Die Validität der finalen Fragebogenversion wurde in Kapitel 7.4 mit Hilfe eines Verfahrens beurteilt, das aus vier Schritten besteht: der Interkorrelation der Skalen, einem hypothesentestendem und einem explorativem Ansatz sowie der konfirmatorischen Faktorenanalyse. Die Interkorrelation zeigte durchweg signifikante, größtenteils sehr signifikante Zusammenhänge zwischen allen fünf Skalen, was als Hinweis auf die Konsistenz des Konstrukts interpretiert wird. Mit $r^2=27,04\%$ als höchste gemeinsame Varianzaufklärung sind Skala I und Skala III dennoch als nicht redundant einzustufen, während sämtliche der restlichen Korrelationen im schwachen bis sehr schwachen Bereich liegen.

Bereits Dörners et al. (1983) und Warneckes (1993) Ausführungen legen einen Zusammenhang zwischen der Flexibilität der ManagerInnen und dem Konstrukt der vorliegenden Arbeit nahe. Aus diesem Grund wurde im Zuge der Erhebung der Validierungsstichprobe zusätzlich zu den Fragebogenitems eine auf acht Items eingekürzte Flexibilitätsskala des BIP (Hossiep & Paschen, 2003) gereicht, um den vermuteten Zusammenhang zu verifizieren. Darüber hinaus wurden weitere drei Items eingefügt, die auf die Einschätzung der ManagerInnen hinsichtlich der wahrgenommenen Chaotizität ihrer Arbeitsumgebung auf den Ebenen Arbeitsplatz, Organisation und Branche abzielen (im Folgenden: Turbulenz). Im Rahmen des hypothesentestenden Ansatzes wurden fünf Hypothesen formuliert und überprüft, die einen Zusammenhang zwischen jeweils einer Skala und einer der Variablen Flexibilität oder Turbulenz herstellen. Die Hypothesen wurden zunächst bivariat anhand von einseitigen Produkt-Moment-Korrelationen der Variablen mit den Skalen getestet und anschließend multivariat durch Berechnung multipler linearer Regressionsmodelle überprüft, die die Variablen Flexibilität und Turbulenz und Kontrollvariablen Alter und Geschlecht per Einschluss-Methode berücksichtigen. Zunächst lieferte die bivariate Hypothesentestung keine aussagekräftigen Ergebnisse. Lediglich zwischen Skala IV und der Flexibilität der ManagerInnen sowie Skala V und der Turbulenz konnten sehr signifikante Zusammenhänge identifiziert werden, die über eine sehr schwache Korrelation hinausgingen. Dahingegen zeigte die multiple lineare Regression jeder Skala den erwarteten Zusammenhang, indem die im Rahmen der Hypothese erwähnte Variable (Flexibilität bzw. Turbulenz) als signifikanter bzw. sehr signifikanter Prädiktor in das jeweilige Modell aufgenommen wurde. Darüber hinaus verfügte jedes der Modelle mit $R^2_{Adjusted} > 0,0196$ über eine zumindest kleine Varianzaufklärung, sodass alle fünf Hypothesen vorläufig angenommen wurden.

Die im Rahmen der demografischen Abfrage erhobenen Variablen (Alter, Geschlecht, Abschluss, Managementebene, Branche) wurden einem explorativen Auswertungsverfahren unterzogen, da es sich bei dem Konstrukt der vorliegenden Arbeit um ein neues, bisher noch nicht empirisch überprüftes theoretisches Rahmenwerk handelt, auf dessen Facettenreichtum sich bereits im Rahmen der Theorieteils Hinweise ergaben. Auch im Zuge der explorativen Auswertung wurde zunächst ein bivariater Ansatz gewählt, der zweiseitige Produkt-Moment-Korrelationen nach Pearson (Alter) bzw. t-Tests für unabhängige Stichproben (Geschlecht, Abschluss, Managementebene, Branche) zur Beurteilung der demografiebezogenen Zusammenhänge und Unterschiede heranzieht. Im Rahmen des multivariaten Ansatzes fand eine Überprüfung der identifizierten Beziehungen mittels multipler linearer Regression statt und es wurden diejenigen Zusammenhänge literaturbasiert diskutiert, die sich sowohl bivariat als auch multivariat nachweisen ließen. Zur Interpretation der einzelnen Zusammenhänge zwischen den demografischen Variablen und den Skalen sei auf Kapitel 7.6 verwiesen. Hierzu bleibt aber festzuhalten, dass die Ergebnisse der explorativen Analyse sowohl mit den komplexitätswissenschaftlichen Überlegungen dieser Arbeit als auch mit dem Stand der Forschung in Psychologie und Management in Einklang stehen. Es wird daher angenommen, dass die Stimmigkeit der explorativen Ergebnisse einen Hinweis auf die Validität des Fragebogens gibt. Darüber hinaus zeugen auch die Ergebnisse der konfirmatorischen Faktorenanalyse von einer guten Validität in Hinblick auf die faktorielle Struktur des theoretischen Modells.

Um einen Vergleich des Antwortverhaltens zwischen unterschiedlichen Branchen zu ermöglichen, wurden für Branchen mit mehr als 20 ManagerInnen z-transformierte Antwortprofile angelegt und mittels χ^2 -Test auf signifikante Unterschiede zum part-whole-korrigierten Durchschnittsprofil geprüft. Dabei stellte sich heraus, dass bis auf die Branche Transport und Nachrichtenübermittlung sämtliche Branchenprofile signifikant bzw. sehr signifikant vom Durchschnittsprofil abwichen. Zudem wurde die chemische Industrie als Branche mit Skalenpunktwerten, die deutlich unter dem Durchschnittsprofil lagen, mit dem Gesundheitswesen verglichen, das im Mittel deutlich über den Durchschnittspunktwerten lag. Dabei handelt es sich zwar um eine ex post-Analyse, es konnte jedoch gezeigt werden, dass sich der Fragebogen durchaus auch zum branchenübergreifenden Vergleich eignet.

Zusammenfassend ist es also im Rahmen der vorliegenden Arbeit gelungen, komplexitätswissenschaftliche Managementkonzepte zu formulieren und ein darauf basierendes Messinstru-

ment zur Beurteilung der empirischen Relevanz dieser Prinzipien in einem branchenübergreifenden Rahmen zu entwickeln. Das Messinstrument erfüllt an einer repräsentativen Stichprobe die Hauptgütekriterien der klassischen Testtheorie der Objektivität, Reliabilität und Validität.

Dennoch machen es nicht nur der Neuheitsgrad und Facettenreichtum des Konstrukts, sondern auch der teils explorative Charakter dieser Studie erforderlich, weitere Untersuchungen mit Blick auf das Management komplexer Systeme stattfinden zu lassen. So stellt sich zunächst die Frage, inwiefern ein an deterministisches Chaos angepasstes Management tatsächlich zum Erfolg der jeweiligen Organisation beiträgt. Es wäre in Hinblick auf die Kriteriumsvalidität beispielsweise denkbar, das Gehalt von ManagerInnen oder den Erfolg einer Organisation in Krisenzeiten zum Testpunktwert in Beziehung zu setzen. Stellt sich heraus, dass ManagerInnen oder Organisationen mit hohen Testpunktwerten erfolgreicher sind als solche mit niedrigen Punktwerten, kann dies als weiterer Hinweis auf die Notwendigkeit eines Managements interpretiert werden, das den besonderen Herausforderungen chaotischer Dynamiken gerecht wird.

Ferner wurde im Rahmen des Kapitels 3 deutlich, dass es möglicherweise über die Managementprinzipien der vorliegenden Arbeit hinaus zahlreiche weitere Einflussfaktoren auf die Handhabung komplexer Systeme gibt. Verstärkt wird dieser Eindruck zudem von den kleinen Effekten der Varianzaufklärung im Zuge der multiplen linearen Regression, die mit $0,020 \leq R^2_{Adjusted} \leq 0,118$ einen Erklärungsgehalt der Varianz zwischen 98,00% und 88,20% je Skala offen lassen. Damit verbunden ist z.B. die Frage, welche Kontrollparameter in Organisationen wirken und ob bzw. wie sie gesteuert werden können, um Phasenübergänge als umfassende Transformationsprozesse herbeizuführen oder zu vermeiden. Gordon und Greenspan (1994) folgend kann es hilfreich sein, mit Hilfe nichtlinearer Statistik Phasenübergänge sichtbar zu machen, um organisationale Frühwarnsysteme einzurichten. Vielleicht ist es tatsächlich möglich, Organisationen gezielt im Falle erforderlicher Transformationsprozesse zu destabilisieren und zu stabilisieren, wenn Transformationsprozesse vermieden werden sollen (vgl. Houchin & MacLean, 2005, Kopel, 1996, Lichtenstein & Plowman, 2009, Maul, 1993, Nicholls-Nixon, 2005, Nonaka, 1988, Shaw, 1997, Smith & Paquette, 2010). Es gilt aber zunächst im Rahmen weiterer Untersuchungen zu klären, auf welche Weise eine derartige Stabilisierung bzw. Destabilisierung überhaupt gelingen kann.

Mit der Nutzung von Selbstorganisationspotenzialen und der dazu notwendigen Gewährung von Freiheit und Autonomie sind weitere Voraussetzungen verbunden, wie etwa die Schaffung

eines gemeinsamen Zielsystems bzw. einer shared vision durch konsistente Sprache, Symbolik und Unternehmenskultur, sowie reger Informationsaustausch und intensive Kommunikation, aber auch die Qualifizierung von MitarbeiterInnen und besondere organisationale Ausgestaltungen wie z.B. durch Projektarbeit, job rotation, flache Hierarchien und ein möglichst geringes Maß an Bürokratie (vgl. Kapitel 3.5). Der Bedarf an Studien, die auf diese Parameter als Einflussgrößen des Managements komplexer Systeme abzielen, ist demnach als groß einzustufen.

Weiterer Erkenntnisgewinn kann aus Arbeiten erwachsen, die mit Hilfe komplexitätswissenschaftlicher Methoden wie dem Lyapunov-Exponenten (z.B. Kantz, 1994, Rosenstein et al., 1993, Wolf et al., 1985) untersuchen, inwiefern die Testpunktwerte mit der Ausprägung des Schmetterlingseffekts innerhalb der Organisation oder Branche zusammenhängen. Insbesondere die Skalen I, III und V, die im Rahmen der vorliegenden Arbeit einen Zusammenhang zur Turbulenz der Arbeitsumgebung der ManagerInnen aufweisen, sollten in Hinblick auf die Chaotizität des Umfelds differenzierende Skalenpunktwerte ermöglichen.

Aus zeitökonomischen und objektivitätsbezogenen Gründen fiel die Wahl des Erhebungsinstruments auf einen Online-Einstellungsfragebogen, mit dem jedoch auch Einschränkungen verbunden sind. So ist es nicht möglich, Einblicke in das tatsächliche Handeln des Managements zu gewinnen oder nach den Gründen zu fragen, warum ManagerInnen bestimmte Konzepte ablehnen oder diesen zustimmen (vgl. Kapitel 6.1.3). Daran anknüpfend kann die Verwendung von Interviews, z.B. unter Zuhilfenahme der critical incident technique (Flanagan, 1954), maßgeblich zum Verständnis beitragen, welche Motive das Management in einem komplexen Umfeld zu welchen Maßnahmen bewegen.

Ergebnis der vorliegenden Arbeit ist somit ein objektiver, reliabler und valider Fragebogen, der aus fünf Skalen mit 64 Items besteht, große Vorteile in der zeitökonomischen Durchführbarkeit aufweist und zahlreiche interessante Anknüpfungspunkte für weitere Untersuchungen bietet. Zudem scheint die Validität des Messinstruments darauf hinzudeuten, dass die im Theorieteil formulierten Implikationen des Managements komplexer Systeme in der Praxis durchaus von Bedeutung zu sein scheinen. Es ist also gelungen, die Leadership-Forschung um einen bedeutenden Aspekt, das Management komplexer Systeme, zu bereichern, durch ein komplexitätswissenschaftliches Fundament über metaphorische Analogien hinauszugehen und ein zu diesem speziellen Fokus geeignetes Messinstrument zu entwickeln, das entlang einer repräsentativen Stichprobe entwickelt wurde und sich über etwaige Branchenspezifika erhebt.

9. Literaturverzeichnis

- Ackermann, F. & Eden, C. (2005) Using Causal Mapping with Group Support Systems to Elicit an Understanding of Failure in Complex Projects: Some Implications for Organizational Research. *Group Decision and Negotiation*, 14 (5), 355-376
- Albach, H. (Hrsg.) (1989) *Organisation. Mikroökonomische Theorie und ihre Anwendungen*. Wiesbaden: Gabler
- an der Heiden, U. & Mackey, M. C. (1987) Mixed Feedback: A Paradigm for Regular and Irregular Oscillation. In: Rensing, L., an der Heiden, U. & Mackey, M. C. (Hrsg.) *Temporal Disorders in Human Oscillatory Systems*. Berlin: Springer, S. 30-46
- Ansorge, U. & Leder, H. (2011) *Wahrnehmung und Aufmerksamkeit*. Wiesbaden: VS Verlag
- Arbuckle, J. L. (2014) *Amos, Version 23.0*. Chicago
- Argyris, J. (1994) *Die Erforschung des Chaos: eine Einführung für Physiker, Ingenieure und Naturwissenschaftler*. Braunschweig/Wiesbaden: Vieweg
- Ashby, W. R. (1973) Some Peculiarities of Complex Systems. *Cybernetic Medicine*, 9 (2), 1-7
- Ashoke, S. (2005) Black Hole Entropy Function and the Attractor Mechanism in Higher Derivative Gravity. *Journal of High Energy Physics*, 2005 (09), 38-52
- Backlund, A. (2002) The Concept of Complexity in Organisations and Information Systems. *Kybernetes*, 31 (1), 30-43
- Badke-Schaub, P. (1993) *Gruppen und komplexe Probleme*. Frankfurt a.M.: Lang
- Baier, W. (1989) Chaoten im Sonnensystem - Kollisionen bei Merkurs Entstehung. *Sterne und Weltraum*, 28 (7-8), 416

- Bandt, C. & Pompe, B. (2002) Permutation Entropy: A Natural Complexity Measure for Time Series. *Physical Review Letters*, 88 (17), 174102-1 - 174102-4
- Basile, G. & Dominici, G. (2016) A Complex Adaptive Systems Framework for Management and Marketing Studies. In: Erçetin, S. S. (Hrsg.) *Chaos, Complexity and Leadership 2014*. Heidelberg [u.a.]: Springer, S. 83-98
- Bass, B. M. & Avolio, B. J. (1990) *Multifactor Leadership Questionnaire*. Palo Alto: Consulting Psychologist Press
- Baumol, W. J. & Benhabib, J. (1989) Chaos: Significance, Mechanism, and Economic Applications. *Journal of Economic Perspectives*, 3 (1), 77-105
- Becker, T. (2016) *Experten und Irrtümer: So werden Sie ein guter Wahrsager: Der Spiegel*
- Beham, B., Baierl, A. & Poelmans, S. (2015) Managerial Telework Allowance Decisions – a Vignette Study among German Managers. *International Journal of Human Resource Management*, 26 (11), 1385-1406
- Belousov, B. P. (1959) A Periodic Reaction and its Mechanism. *Compilation of Abstracts on Radiation Medicine*, 147 (145), 1
- Bendixson, I. (1901) Sur les Courbes Définies par des Équations Différentielles. *Acta Mathematica*, 24 (1), 1-88
- Bentler, P. M. (1990) Comparative Fit Indexes in Structural Models. *Psychological Bulletin*, 107 (2), 238-246
- Bentler, P. M. & Bonett, D. G. (1980) Significance Tests and Goodness of Fit in the Analysis of Covariance Structures. *Psychological Bulletin*, 88 (3), 588-606
- Berry, D. C. & Broadbent, D. E. (1984) On the relationship between task performance and associated verbalizable knowledge. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 36 (2), 209-231

- Bhattacharyya, S. S., Rangarajan, R. & Vyas, K. G. (2012) Reflections on Mapping Chaos in the Business Organisational Landscape. *International Journal of Business Innovation and Research*, 6 (1), 76-116
- Bick, H. T. (1976) *Kreativität und neuronale Netzeigenschaften [Diplomarbeit]*. Gießen: Fachbereich 06 - Psychologie, Universität Gießen
- Bloss, M., Ernst, D., Häcker, J. & Eil, N. (2009) *Von der Subprime-Krise zur Finanzkrise - Immobilienblase: Ursachen, Auswirkungen, Handlungsempfehlungen*. München: Oldenbourg
- Boeker, W. (1992) Power and Managerial Dismissal: Scapegoating at the Top. *Administrative Science Quarterly*, 37 (3), 400-421
- Bolbrügge, G. (1997) *Selbstorganisation und Steuerbarkeit sozialer Systeme*. Weinheim: Dt. Studien-Verl.
- Bøllingtoft, A. & Ulhøi, J. P. (2007) *On Self-Organization and Business Incubation: The Evolution of Heterarchical Organization*. Vortrag, gehalten auf: Academy of Management 2007 Meeting
- Bortz, J. & Döring, N. (2002) *Forschungsmethoden und Evaluation: Für Human- und Sozialwissenschaftler*. Berlin: Springer
- Böse, R. (2000) Linear/Lineal. In: Böse, R. & Schiepek, G. (Hrsg.) *Systemische Theorie und Therapie. Ein Handwörterbuch*. Heidelberg: Roland Asanger
- Bräuer, S. (2014) *Arbeiten für den Papierkorb*. SZ.de, <http://www.sueddeutsche.de/karriere/schlechtes-management-arbeiten-fuer-den-papierkorb-1.828236>, abgefragt am: 01.09.2016.
- Brehmer, B. (1990) Strategies in Real-Time, Dynamic Decision Making. In: Hogarth, R. (Hrsg.) *Insights in Decision Making*. Chicago: Univ. of Chicago Press, S. 262-279

- Brehmer, B. (1992) Dynamic Decision Making: Human Control of Complex Systems. *Acta Psychologica*, 81 (3), 211-241
- Briggs, J. & Peat, F. D. (1990) *Die Entdeckung des Chaos*. München: Hanser
- Briggs, S. R. & Cheek, J. M. (1986) The Role of Factor Analysis in the Development and Evaluation of Personality Scales. *Journal of Personality*, 54 (1), 106-148
- Broadbent, D. E., FitzGerald, P. & Broadbent, M. H. P. (1986) Implicit and Explicit Knowledge in the Control of Complex Systems. *British Journal of Psychology*, 77 (1), 33
- Broekstra, G. (1994) Managing Chaos. Dynamic Business Strategies in an Unpredictable World - Stacey, R. D. *Systems Practice*, 7 (5), 608-611
- Brosius, F. (2004) *SPSS 12*. Bonn: mitp-Verlag
- Brown, S. L. & Eisenhardt, K. M. (1997) The Art of Continuous Change: Linking Complexity Theory and Time-Paced Evolution in Relentlessly Shifting Organizations. *Administrative Science Quarterly*, 42 (1), 1-34
- Browne, M. W. & Cudeck, R. (1993) Alternative Ways of Assessing Equation Model Fit. In: Bollen, K. A. & Long, J. S. (Hrsg.) *Testing Structural Equation Models*. Newbury Park: Sage
- Brügge, P. (1993) *Der Kult um das Chaos: Der Spiegel*
- Buchler, J. R., Serre, T., Kolláth, Z. & Mattei, J. (1995) A Chaotic Pulsating Star: The Case of R Scuti. *Physical Review Letters*, 74 (6), 842-845
- Bühner, M. (2006) *Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion*. München: Pearson Studium

- Bundeszentrale für politische Bildung (2012) *Die Subprime-Krise in den Vereinigten Staaten*. Bundeszentrale für politische Bildung, www.bpb.de/politik/wirtschaft/finanzmaerkte/55766/subprime-krise?p=all, abgefragt am: 20.06.2016.
- Burnes, B. (2005) Complexity Theories and Organizational Change. *International Journal of Management Reviews*, 7 (2), 73-90
- Busemeyer, J. R. (2002) Dynamic Decision Making. In: Smelser, N. J. & Bates, P. B. (Hrsg.) *International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences: Methodology, Mathematics and Computer Science*. Oxford: Elsevier, S. 3903-3908
- Busse, R., Sun, L. & Zhu, V. (2015) Comparing Value Orientations of German and Chinese Managers: Impacts of Demographic and Business-Related Factors. *Asia Pacific Business Review*, 21 (2), 170-187
- Butler, M. J. R. & Allen, P. M. (2008) Understanding Policy Implementation Processes as Self-Organizing Systems. *Public Management Review*, 10 (3), 421-440
- Campbell-Hunt, C. (2007) Complexity in Practice. *Human Relations*, 60 (5), 793-823
- Canavesio, M. M. & Martinez, E. (2007) Enterprise Modeling of a Project-Oriented Fractal Company for SMEs Networking. *Computers in Industry*, 58 (8-9), 794-813
- Castro, S. L. & Schriesheim, C. A. (1998) *Transformational Leadership: A Summary of the Behavioral Dimensions of the Construct and an Assessment of the Validity of new Scales Measuring each Dimension*. Chicago
- Chengsheng & Chenlei (2008) *Self-Organization Evolution Model about Technology Innovation Processes*. Vortrag, gehalten auf: International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering, ICIII 2008, Taipei
- Chhokar, J., Brodbeck, F. C. & House, R. (Hrsg.) (2008) *Culture and Leadership across the World: The GLOBE Book of In-Depth Studies of 25 Societies*. New York: Lawrence Erlbaum

- Chiva-Gomez, R. (2004) Repercussions of Complex Adaptive Systems on Product Design Management. *Technovation*, 24 (9), 707-711
- Chwee, V. (1998) Chaos in Natural Gas Futures? *The Energy Journal*, 19 (2), 149-164
- Clausius, R. (1850) Ueber die bewegende Kraft der Wärme und die Gesetze, welche sich daraus für die Wärmelehre selbst ableiten lassen. *Annalen der Physik*, 155 (3), 368-397
- Clegg, S. R., Kornberger, M. & Rhodes, C. (2005) Learning/Becoming/Organizing. *Organization*, 12 (2), 147-167
- Cohen, J. (1992) A Power Primer. *Psychological Bulletin*, 112 (1), 155-159
- Collier, J. & Esteban, R. (1999) Governance in the Participative Organisation: Freedom, Creativity and Ethics. *Journal of Business Ethics*, 21 (2-3), 173-188
- Colomer, E. (1961) *Nikolaus von Kues und Raimund Llull*. Berlin: de Gruyter
- Colquitt, J. A., Scott, B. A. & Lepine, J. A. (2007) Trust, Trustworthiness, and Trust Propensity: A Meta-Analytic Test of their Unique Relationship with Risk Taking and Job Performance. *Journal of Applied Psychology*, 92 (4), 909-927
- Conger, J. A. & Kanungo, R. (1998) *Charismatic Leadership in Organizations*. Thousand Oaks: Sage
- Contopoulos, G. (2002) *Order and Chaos in Dynamical Astronomy*. Berlin [u.a.]: Springer
- Cortina, J. M. (1993) What is Coefficient Alpha? An Examination of Theory and Applications. *Journal of Applied Psychology*, 78 (1), 98-104
- Covin, J. G. & Slevin, D. P. (1989) Strategic Management of Small Firms in Hostile and Benign Environments. *Strategic management journal*, 10 (1), 75-87

- Cramer, F. (1989) *Chaos und Ordnung: Komplexe Struktur des Lebendigen*. Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt
- Cronbach, J. (1951) Coefficient Alpha and the Internal Structure of Tests. *Psychometrika*, 16 (3), 297-334
- Cuomo, K. M., Oppenheim, A. V. & Strogatz, S. H. (1993) Synchronization of Lorenz-Based Chaotic Circuits with Applications to Communications. *Circuits and Systems II: Analog and Digital Signal Processing, IEEE Transactions on*, 40 (10), 626-633
- d'Aquino, T. (1954) *In octo libros physicorum Aristotelis: expositio*. Turin/Rom: Marietti
- Day, D. V., Fleenor, J. W., Atwater, L. E., Sturm, R. E. & McKee, R. A. (2014) Advances in Leader and Leadership Development: A Review of 25 Years of Research and Theory. *The Leadership Quarterly*, 25 (1), 63-82
- Day, R. H. (1992) Complex Economic Dynamics: Obvious in History, Generic in Theory, Elusive in Data. *Journal of Applied Econometrics*, 7, 9-23
- Day, R. H. (1994) *Complex Economic Dynamics, Volume I: An Introduction to Dynamical Systems and Market Mechanisms*. Cambridge: MIT Press
- Dhillon, G. & Fabian, F. (2005) A Fractal Perspective on Competencies Necessary for Managing Information Systems. *International Journal of Technology Management*, 31 (1-2), 129-139
- Dienes, Z. & Fahey, R. (1995) Role of Specific Instances in Controlling a Dynamic System. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21 (4), 848-862
- Dörner, D. & Reither, F. (1978) Über das Problemlösen in sehr komplexen Realitätsbereichen. *Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie*, 25 (4), 527-551

- Dörner, D. & Pfeifer, E. (1991) Strategisches Denken und Stress. *Zeitschrift für Psychologie, Supplement*, 11, 71-83
- Dörner, D. & Pfeifer, E. (1992) Strategisches Denken, Strategische Fehler, Stress und Intelligenz. *Sprache & Kognition*, 11 (2), 75-90
- Dörner, D., Kreuzig, H. W., Reither, F. & Stäudel, T. (1983) *Lohhausen. Vom Umgang mit Komplexität*. Bern: Huber
- Ebach, J. (1995) Gott und Chaos: Die Schöpfung im Werden. In: Gorgé, V. & Moser, R. (Hrsg.) *Begegnungen mit dem Chaos*. Bern [u.a.]: Paul Haupt, S. 13-36
- Ebeling, W. & Jiménez-Montano, M. A. (1980) On Grammars, Complexity, and Information Measures of Biological Macromolecules. *Mathematical Biosciences*, 52 (1), 53-71
- Edwards, W. (1962) Dynamic Decision Theory and Probabilistic Information Processings. *Human Factors*, 4 (2), 59-74
- Einstein, A. (1917) Zur Quantentheorie der Strahlung. *Physikalische Zeitschrift*, 18, 121-128
- Eisenhardt, K. M. & Brown, S. L. (1998) Competing on the Edge: Strategy as Structured Chaos. *Long Range Planning*, 31 (5), 786-789
- Engelen, A., Schmidt, S. & Buchsteiner, M. (2015a) The Simultaneous Influence of National Culture and Market Turbulence on Entrepreneurial Orientation: A Nine-country Study. *Journal of International Management*, 21 (1), 18-30
- Engelen, A., Gupta, V., Strenger, L. & Brettel, M. (2015b) Entrepreneurial Orientation, Firm Performance, and the Moderating Role of Transformational Leadership Behaviors. *Journal of Management*, 41 (4), 1069-1097
- Erçetin, S. S. (Hrsg.) (2016) *Chaos, Complexity and Leadership 2014*. Heidelberg [u.a.]: Springer

- Erten, C., Marhofer, W., Seebacher, U. & Strunk, G. (2006) *Personalmanagement und Führungskräfteentwicklung: Zahlen - Fakten - Praktische Konsequenzen*. Wien: Linde
- Farazmand, A. (2003) Chaos and Transformation Theories: A Theoretical Analysis with Implications for Organization Theory and Public Management. *Public Organization Review*, 3 (4), 339-372
- Farazmand, A. (2009) Hurricane Katrina, the Crisis of Leadership, and Chaos Management: Time for Trying the 'Surprise Management Theory in Action'. *Public Organization Review*, 9 (4), 399-412
- Fayol, H. (1929/1918) *Allgemeine und industrielle Verwaltung*. München: Oldenbourg
- Feely, O. (1997) A Tutorial Introduction to Non-Linear Dynamics and Chaos and their Application to Sigma-Delta Modulators. *International Journal of Circuit Theory and Applications*, 25 (5), 347-367
- Ferreira, A. I., Braun, T. & Sydow, J. (2013) Citizenship Behavior in Project-Based Organizing: Comparing German and Portuguese Project Managers. *International Journal of Human Resource Management*, 24 (20), 3772-3793
- Fitzgerald, L. A. (2002) Chaos: The Lens that Transcends. *Journal of Organizational Change Management*, 15 (4), 339-358
- Flämig, M. (1998) *Naturwissenschaftliche Weltbilder in Managementtheorien. Chaostheorie, Selbstorganisation, Autopoiesis*. Frankfurt a.M.: Campus Verl.
- Flanagan, J. C. (1954) The Critical Incident Technique. *Psychological Bulletin*, 51 (4), 327
- Fontin, M. (1997) *Das Management von Dilemmata. Erschließung neuer strategischer und organisationaler Potentiale*. Wiesbaden: DUV
- Fortado, B. (2001) The Metamorphosis of Workplace Conflict. *Human Relations*, 54 (9), 1189-1221

- Fraedrich, K. (1986) Estimating the Dimensions of Weather and Climate Attractors. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 43 (5), 419-432
- French, J. W., Ekstrom, R. B. & Price, L. A. (1963) *Kit of Reference Test for Cognitive Factors*. Educational Testing Service. New York: Princeton
- French, S., Kouzmin, A. & Kelly, S. (2011) Questioning the Epistemic Virtue of Strategy: The Emperor has no Clothes! [Conceptual Paper]. *Journal of Management & Organization*, 17 (4), 434-447
- Frensch, P. A. & Funke, J. (1995) *Complex Problem Solving. The European Perspective*. Hillsdale: Erlbaum
- Frieling, E., Kauffeld, S., Grote, S. & Bernhard, H. (2000) *Flexibilität und Kompetenz: Schaffen flexible Unternehmen kompetente und flexible Mitarbeiter?* Münster [u.a.]: Waxmann
- Galbraith, P. (2004) Organisational Leadership and Chaos Theory: Let's be careful. *Journal of Educational Administration*, 42 (1), 9-28
- Gediz Akdeniz, K. & Anastasopoulos, N. (2016) Chaotic Awareness and Simulacra in the Recent Emergence of the Self-Organized Multitude. In: Erçetin, S. S. (Hrsg.) *Chaos, Complexity and Leadership 2014*. Heidelberg [u.a.]: Springer, S. 23-28
- Gergen, E., Green, M. & Ceballos, S. (2014) Generational and Gender Differences in Implicit Leadership Prototypes. *Business Management Dynamics*, 3 (9), 44-54
- Gibson, F. P., Fichman, M. & Plaut, D. C. (1997) Learning in Dynamic Decision Tasks: Computational Model and Empirical Evidence. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 71 (1), 1-35
- Gierer, A. & Meinhardt, H. (1972) A Theory of Biological Pattern Formation. *Kybernetik*, 12 (1), 30-39

- Gordon, T. & Greenspan, D. (1994) The Management of Chaotic Systems. *Technological Forecasting and Social Change*, 47 (1), 49-62
- Gouel, C. (2012) Agricultural Price Instability: A Survey of Competing Explanations and Remedies. *Journal of Economic Surveys*, 26 (1), 129-156
- Graham, R. (1973) Generalized Thermodynamic Potential for the Convection Instability. *Physical Review Letters*, 31 (25), 1479-1482
- Grassberger, P. & Procaccia, I. (1983a) Measuring the Strangeness of Strange Attractors. *Physica D: Nonlinear Phenomena*, 9 (1), 189-208
- Grassberger, P. & Procaccia, I. (1983b) Characterization of Strange Attractors. *Physical Review Letters*, 50 (5), 346-349
- Gray, W. D. (2002) Simulated Task Environments: The Role of High-Fidelity Simulations, Scaled Worlds, Synthetic Environments, and Laboratory Tasks in Basic and Applied Cognitive Research. *Cognitive Science Quarterly*, 2 (2), 205-227
- Gregersen, H. & Sailer, L. (1993) Chaos Theory and its Implications for Social Science Research. *Human Relations*, 46 (7), 777-802
- Guastello, S. J. (2001) Nonlinear Dynamics in Psychology. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 6 (1), 11-29
- Hadamard, J. (1898) Les surfaces à courbures opposées et lignes géodésiques. *Journal de Mathématiques Pures et Appliquées*, 4, 27-73
- Haddock, G. & Maio, G. R. (2014) Einstellungen. In: Jonas, K., Stroebe, W. & Hewstone, M. (Hrsg.) *Sozialpsychologie*. Berlin [u.a.]: Springer, S. 197-229
- Haken, H. (1962) *Vortrag auf dem Internationalen Symposium über optisches Pumpen*. Heidelberg

- Haken, H. (1973) Stability and Fluctuations of Multi-Mode Configurations near the Convection Instability. *Physics Letters A*, 46 (3), 193-194
- Haken, H. (1975) Cooperative Phenomena in Systems Far from Thermal Equilibrium and in Nonphysical Systems. *Reviews of Modern Physics*, 47 (1), 67-121
- Haken, H. (1977) *Synergetics. An Introduction. Nonequilibrium Phase Transitions and Self-Organization in Physics, Chemistry and Biology*. Berlin [u.a.]: Springer
- Haken, H. (1988a) Entwicklungslinien der Synergetik, I. *Naturwissenschaften*, 75 (4), 163-172
- Haken, H. (1988b) Entwicklungslinien der Synergetik, II. *Naturwissenschaften*, 75 (5), 225-234
- Haken, H. (1990a) *Synergetik. Eine Einführung - Nichtgleichgewichts-Phasenübergänge und Selbstorganisation in Physik, Chemie und Biologie*. Berlin [u.a.]: Springer
- Haken, H. (1990b) *Synergetics. An Introduction*. Berlin: Springer
- Haken, H. (1994) Strukturentstehung und Gestalterkennung in den neueren Selbstorganisationstheorien. *Selbstorganisation: Jahrbuch für Komplexität in den Natur-, Sozial- und Geisteswissenschaften*, 5, 11-26
- Haken, H. (2005) Synergetik. Von der Laser-Metaphorik zum Selbstorganisationskonzept im Management. In: Krieg, W. (Hrsg.) *Richtiges und gutes Management*. Bern: Haupt, S. 87-100
- Haken, H. & Sauermann, H. (1963) Frequency Shifts of Laser Modes in Solid State and Gaseous Systems. *Zeitschrift für Physik*, 176 (1), 47-62
- Haken, H. & Olbrich, H. (1978) Analytical Treatment of Pattern Formation in the Gierer-Meinhardt Model of Morphogenesis. *Journal of Mathematical Biology*, 6 (4), 317-331

- Haken, H. & Wunderlin, A. (1991) *Die Selbststrukturierung der Materie*. Braunschweig: Vieweg
- Haken, H. & Schiepek, G. (2006) *Synergetik in der Psychologie. Selbstorganisation verstehen und gestalten*. Göttingen: Hogrefe
- Halford, G. S., Wilson, W. H. & Phillips, S. (1998) Processing Capacity Defined by Relational Complexity: Implications for Comparative, Developmental, and Cognitive Psychology. *Behavioral and Brain Sciences*, 21 (6), 803-831
- Hamel, G. (1998) Opinion Strategy Innovation and the Quest for Value. *Sloan Management Review*, 39 (2), 7-14
- Hannan, M. T. & Freeman, J. (1977) The Population Ecology of Organisations. *American Journal of Sociology*, 82, 929-964
- Hannan, M. T. & Freeman, J. (1989) *Organizational Ecology*. Cambridge: Harvard University Press
- Hartig, J., Frey, A. & Jude, N. (2012) Validität. In: Moosbrugger, H. & Kelava, A. (Hrsg.) *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion*. Berlin [u.a.]: Springer, S. 143-171
- Hasan, H. & Norman, C. (1990) Chaotic Orbits in Barred Galaxies with Central Mass Concentrations. *The Astrophysical Journal*, 361, 69-77
- Heisenberg, W. (1927) Über den anschaulichen Inhalt der quantentheoretischen Kinematik und Mechanik. *Zeitschrift für Physik*, 43 (3-4), 172-198
- Henning, H. J. & Six, B. (1977) Konstruktion einer Machiavellismus-Skala. *Zeitschrift für Sozialpsychologie*, 8, 185-198
- Hirsch, M. W., Devaney, R. L. & Smale, S. (1974) *Differential Equations, Dynamical Systems, and Linear Algebra*. New York: Academic Press

- Hoc, J.-M. (1989) Strategies in Controlling a Continuous Process with Long Response Latencies: Needs for Computer Support to Diagnosis. *International Journal of Man-Machine Studies*, 30 (1), 47-67
- Hochschulrektorenkonferenz, Kultusministerkonferenz & Forschung, B. f. B. u. (2005) *Qualifikationsrahmen für Deutsche Hochschulabschlüsse*
- Hodge, B. (2013) The Hydra Paradox: Global Disaster Management in a World of Crises. *Globalizations*, 10 (3), 355-366
- Horgan, J. (1995) From Complexity to Perplexity. *Scientific American*, 272 (6), 104-109
- Horn, J. L. & Blankson, N. (2005) Foundations for Better Understanding of Cognitive Abilities. In: Flanagan, D. P. & Harrison, P. L. (Hrsg.) *Contemporary Intellectual Assessment. Theories, Tests, and Issues*. New York: Guilford Press, S. 41-68
- Hossiep, R. & Paschen, M. (2003) *Bochumer Inventar zur berufsbezogenen Persönlichkeitsbeschreibung (BIP)*. Göttingen: Hogrefe
- Hossiep, R., Paschen, M. & Mühlhaus, O. (2000) *Persönlichkeitstest im Personalmanagement*. Göttingen: Hogrefe
- Houchin, K. & MacLean, D. (2005) Complexity Theory and Strategic Change: An Empirically Informed Critique. *British Journal of Management*, 16 (2), 149-166
- House, R., Javidan, M., Hanges, P. & Dorfman, P. (2002) Understanding Cultures and Implicit Leadership Theories across the Globe: An Introduction to Project GLOBE. *Journal of World Business*, 37 (1), 3-10
- Hume, D. (1777) *An Enquiry Concerning Human Understanding*. La Salle: Open Court
- Hunt, J. G. (2005) Explosion of the Leadership Field and LQ's Changing of the Editorial Guard. *The Leadership Quarterly*, 16 (1), 1-8

- Hunt, J. G., Osborn, R. N. & Boal, K. B. (2009) The Architecture of Managerial Leadership: Stimulation and Channeling of Organizational Emergence. *Leadership Quarterly*, 20 (4), 503-516
- Hunter, S. T., Bedell-Avers, K. E. & Mumford, M. D. (2007) The Typical Leadership Study: Assumptions, Implications, and Potential Remedies. *Leadership Quarterly*, 18 (5), 435-446
- Hutchinson, D. (1994) Chaos Theory, Complexity Theory, and Health-Care Quality Management. *Quality Progress*, 27 (11), 69-72
- IBM Corp. (2013) *IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0*. Armonk
- Irvin, L. (2002) Ethics in Organizations: A Chaos Perspective. *Journal of Organizational Change Management*, 15 (4), 359-381
- Istvan, R. L. (1992) A New Productivity Paradigm for Competitive Advantage. *Strategic Management Journal*, 13 (7), 525-537
- Janke, W. (1966) *ENRL - (Extraversion, Neurotizismus, Rigidität, Lügen) Fragebogen: Gießener Forum*
- Jenner, R. A. (1998) Dissipative Enterprises, Chaos, and the Principles of Lean Organizations. *Omega-International Journal of Management Science*, 26 (3), 397-407
- Jiménez-Montano, M. A. (1984) On the Syntactic Structure of Protein Sequences and the Concept of Grammar Complexity. *Bulletin of Mathematical Biology*, 46 (4), 641-659
- Jolivet, F. & Navarre, C. (1996) Large-Scale Projects, Self-Organizing and Meta-Rules: Towards New Forms of Management. *International Journal of Project Management*, 14 (5), 265-271

- Jonkisz, E., Moosbrugger, H. & Brandt, H. (2012) Planung und Entwicklung von Tests und Fragebogen. In: Moosbrugger, H. & Kelava, A. (Hrsg.) *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion*. Berlin [u.a.]: Springer, S. 27-74
- Jöreskog, K. G. (1969) A General Approach to Confirmatory Maximum Likelihood Factor Analysis. *Psychometrika*, 34 (2), 183-202
- Jöreskog, K. G. & Sörbom, D. (1982) Recent Developments in Structural Equation Modeling. *Journal of Marketing Research*, 19 (4), 404-416
- Judge, T. A., Bono, J. E., Ilies, R. & Gerhardt, M. W. (2002) Personality and Leadership: A Qualitative and Quantitative Review. *Journal of Applied Psychology*, 87 (4), 765-780
- Kalkowski, P. (2010) Das Contracting in der Organisation der Selbstorganisation. In: (Hrsg.) *Projektarbeit zwischen Effizienzdruck und Qualitätsanforderungen: Beiträge zur Konferenz "interPM", Glashütte 2010*. Heidelberg: dpunkt, S. 85-100
- Kalman, R. E. (1963) Lyapunov Functions for the Problem of Lurie in Automatic Control. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 49 (2), 201-205
- Kantz, H. (1994) A Robust Method to Estimate Maximal Lyapunov Exponents of a Time Series. *Physical Letters A*, 185 (1), 77-87
- Karp, T. (2006) Transforming Organisations for Organic Growth: The DNA of Change Leadership. *Journal of Change Management*, 6 (1), 3-20
- Kauffman, S. (1995) *At Home in the Universe*. Loondon: Viking
- Kayuni, H. M. & Tambulasi, R. I. C. (2011) Thriving on the Edge of Chaos: An Alternative Explanation to the Management of Crisis in Malawi's Decentralization Program. *International Journal of Public Administration*, 34 (12), 800-814

- Keen, S. (1997) From Stochastics to Complexity in Models of Economic Instability. *Nonlinear Dynamics, Psychology, and Life Sciences*, 1 (2), 151-172
- Keller, T. & Weibler, J. (2014) Behind Managers' Ambidexterity - Studying Personality Traits, Leadership, and Environmental Conditions Associated with Exploration and Exploitation. *Schmalenbach Business Review*, 66 (3), 309-333
- Kennedy, M. P. (1992) Robust OP AMP Realization of Chua's Circuit. *Frequenz*, 46 (3), 66-80
- Kennedy, M. P. (1994) Chaos in the Colpitts Oscillator. *Circuits and Systems I: Fundamental Theory and Applications, IEEE Transactions on*, 41 (11), 771-774
- Kets de Vries, M. F. R., Vriegnaud, P. & Florent-Treacy, E. (2004) The Global Leadership Life Inventory: Development and Psychometric Properties of a 360-Degree Feedback Instrument. *The International Journal of Human Resource Management*, 15 (3), 475-492
- Kieser, A. (1994) Fremdorganisation, Selbstorganisation und evolutionäres Management. *Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung*, 4 (3), 199-228
- Kingston, G. C. (2000) The Edge of Organization: Chaos and Complexity Theories for Formal Social Systems - Marion, Russ. *Journal of Product Innovation Management*, 17 (5), 405-408
- Kirk, G. S. & Raven, J. E. (1960) *The Presocratic Philosophers*. Cambridge: Cambridge Univ. Press
- Klee, U. (1978) *Untersuchung zum Umgang mit komplexen Problembereichen [Semesterarbeit]*. Gießen: Fachbereich 06 - Psychologie, Universität Gießen
- Klein, G. A. (1993) A Recognition-Primed Decision (RPD) Model of Rapid Decision Making. In: Klein, G. A., Orasanu, J., Calderwood, R. & Zsombok, C. E. (Hrsg.) *Decision Making in Action: Models and Methods*. Norwood: Ablex Publishing Corporation, S. 138-157

- Kliegl, R. (2007) *Zur Wahrnehmung und (Selbst-)Attribution von Kausalität*. Vortrag, gehalten auf: Streitgespräche in den Wissenschaftlichen Sitzungen der Versammlung der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften am 9. Dezember 2005 und 5. Mai 2006
- Knemeyer, A. M., Zinna, W. & Eroglu, C. (2009) Proactive Planning for Catastrophic Events in Supply Chains. *Journal of Operations Management*, 27 (2), 141-153
- Koehn, P. H. (2012) Turbulence and Bifurcation in North-South Higher-Education Partnerships for Research and Sustainable Development. *Public Organization Review*, 12 (4), 331-355
- Kooij, D. T. A. M., De Lange, A. H., Jansen, P. G. W., Kanfer, R. & Dikkers, J. S. E. (2011) Age and Work-Related Motives: Results of a Meta-Analysis. *Journal of Organizational Behavior*, 32 (2), 197-225
- Kopel, M. (1996) Kontrolliertes Chaos: Ein Weg aus der Unternehmenskrise. *Zeitschrift für Betriebswirtschaft*, 66 (4), 487-503
- Kouzes, J. M. & Posner, B. Z. (1995) *The Leadership Challenge: How to get Extraordinary Things done in Organizations*. San Francisco: Jossey-Bass
- Kreuzig, H. W. (1978) Möglichkeiten zur Prognose der Güte komplexer geistiger Abläufe. In: Eckensberger, L. H. (Hrsg.) *Bericht über den 31. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Psychologie in Mannheim 1978*. Göttingen: Hogrefe
- Krippendorff, K. (1986) Self-Organization and Management of Social Systems - Insights, Promises, Doubts, and Questions - Ulricht, H., Probst, G. J. B. *European Journal of Operational Research*, 27 (2), 253-254
- Kristof, W. (1958) Statistische Prüfverfahren zur Beurteilung von Testprofilen. *Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie*, 5, 520-533
- Kruse, P. (2004) Gezielte Instabilität als Motor der Zukunftssicherung. *Absatzwirtschaft*, (03)

- Langefors, B. (1995) *Essays in Infology*. Lund: Studentlitteratur
- Lebiere, C., Wallach, D. & Taatgen, N. (1998) *Implicit and Explicit Learning in ACT-R*. Vortrag, gehalten auf: Second European Conference on Cognitive Modelling (ECCM-98), Nottingham
- Lengnick-Hall, C. A. & Wolff, J. A. (1999) Similarities and Contradictions in the Core Logic of three Strategy Research Streams. *Strategic Management Journal*, 20 (12), 1109-1132
- Letiche, H. & van Hattem, R. (2000) Self and organization - Knowledge Work and Fragmentation. *Journal of Organizational Change Management*, 13 (4), 352-374
- Levy, D. (1994) Chaos Theory and Strategy - Theory, Application, and Managerial Implications. *Strategic Management Journal*, 15, 167-178
- Liang, T. Y. (2013) Edge of Emergence, Relativistic Complexity and the New Leadership. *Human Systems Management*, 32 (1), 3-15
- Lichtenstein, B. B. (2000) Self-Organized Transitions: A Pattern Amid the Chaos of Transformative Change. *Academy of Management Executive*, 14 (4), 128-141
- Lichtenstein, B. B. & Plowman, D. A. (2009) The Leadership of Emergence: A Complex Systems Leadership Theory of Emergence at Successive Organizational Levels. *Leadership Quarterly*, 20 (4), 617-630
- Lichtenstein, B. M. (1997) Grace, Magic and Miracles - A "Chaotic Logic" of Organizational Transformation. *Journal of Organizational Change Management*, 10 (5), 393-&
- Lienert, G. A. & Raatz, U. (1998) *Testaufbau und Testanalyse*. Weinheim: Beltz
- Liening, A. (1998) *Komplexe Systeme zwischen Ordnung und Chaos - Neuere Entwicklungen in der Theorie nicht-linearer dynamischer Systeme und die Bedeutung für die Wirtschaftswissenschaft und ihre Didaktik*. Münster [u.a.]: LIT

- Liening, A., Strunk, G. & Mittelstädt, E. (2013) Transitions between Lower and Higher Level Management Learning in Time of Crisis. Experimental Study based on the Theories of Nonlinear Dynamic Systems within a Business Simulation Game. *Nonlinear Dynamics*, 17 (4), 517-541
- Liu, T., Granger, C. W. & Heller, W. (1992) Using the Correlation Exponent to Decide whether an Economic Series is Chaotic. *Journal of Applied Econometrics*, 7 (S1), S25-S39
- Lorenz, E. N. (1963) Deterministic Nonperiodic Flow. *Journal of Atmosphere Science*, 20 (2), 130-141
- Lorenz, E. N. (1991) Dimension of Weather and Climate Attractors. *Nature*, 353, 241-242
- Luhmann, N. (1984) *Soziale Systeme. Grundriß einer allgemeinen Theorie*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp
- Lurie, A. I. (1957) *Some Nonlinear Problems in the Theory of Automatic Control*. London: Stationery
- Luthans, F. & Lockwood, D. L. (1984) Toward an Observation System for Measuring Leader Behavior in Natural Settings. In: Hunt, J. G., Hosking, D., Schriesheim, C. A. & Stewart, R. (Hrsg.) *Leaders and Managers: International Perspectives on Managerial Behavior and Leadership*. New York: Pergamon Press, S. 117-141
- Lv, F. & Liu, Z. X. (2010) *An Operational Mode of Virtual Enterprise Based on Self-Organization*. Vortrag, gehalten auf: 2010 International Conference on Management and Service Science, MASS 2010, Wuhan
- Lyapunov, A. M. (1947) *Problème Général de la Stabilité du Mouvement*. Princeton: Princeton Univ. Press

- Lynch, S. & Steele, A. L. (2011) Nonlinear Optical Fibre Resonators with Applications in Electrical Engineering and Computing. In: Banerjee, S., Mitra, M. & Rondoni, L. (Hrsg.) *Applications of Chaos and Nonlinear Dynamics in Engineering - Vol. 1*: Springer Berlin Heidelberg, S. 65-84
- Macbeth, D. K. (2002) Emergent Strategy in Managing Cooperative Supply Chain Change. *International Journal of Operations & Production Management*, 22 (7-8), 728-740
- MacCallum, R. C., Browne, M. W. & Sugawara, H. M. (1996) Power Analysis and Determination of Sample Size for Covariance Structure Modeling. *Psychological Methods*, 1 (2), 130-149
- Macintosh, R. & Maclean, D. (1999) Conditioned Emergence: A Dissipative Structures Approach to Transformation. *Strategic Management Journal*, 20 (4), 297-316
- Mackinnon, A. J. & Wearing, A. J. (1985) Systems Analysis and Dynamic Decision Making. *Acta Psychologica*, 58 (2), 159-172
- Maio, G. R. & Haddock, G. (2010) *The Psychology of Attitudes and Attitude Change*. London: Sage
- Malik, F. (2014) *Führen Leisten Leben - Wirksames Management für eine neue Welt*. Frankfurt a.M. [u.a.]: Campus Verlag
- Mandelbrot, B. B. (1963a) The Variation of Certain Speculative Prices. *Journal of Business*, 36 (4), 394-429
- Mandelbrot, B. B. (1963b) New Methods in Statistical Economics. *Journal of Political Economy*, 71 (5), 421-443
- Mandelbrot, B. B. (1977) *The Fractal Geometry of Nature*. New York: Freeman

- Manteufel, A. (1995) "Chaosmania" - Über Chaostheorie und ihren Nutzen für Klinische Psychologie und Psychiatrie. *Systeme. Interdisziplinäre Zeitschrift für systemtheoretisch orientierte Forschung und Praxis in den Humanwissenschaften*, 9 (1), 24-40
- Marcus, B. (2004) Instrumente der Arbeits- und Organisationspsychologie: Rezension der 2. Auflage des Bochumer Inventars zur berufsbezogenen Persönlichkeitsbeschreibung (BIP) von R. Hossiep und M. Paschen. *Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie*, 48 (2), 79-86
- Mason, R. B. (2008) Word of Mouth as a Promotional Tool for Turbulent Markets. *Journal of Marketing Communications*, 14 (3), 207-224
- Mason, R. B. & Staude, G. (2009) An Exploration of Marketing Tactics for Turbulent Environments. *Industrial Management & Data Systems*, 109 (2), 173-190
- Massotte, P. & Bataille, R. (2000) Future Production Systems: Influence of Self-Organization on Approaches to Quality Engineering. *International Journal of Production Economics*, 64 (1), 359-377
- Maturana, H. (1982) *Erkennen: Die Organisation und Verkörperung von Wirklichkeit*. Braunschweig: Vieweg
- Maturana, H. R. & Varela, F. J. (1987) *Der Baum der Erkenntnis*. Bern [u.a.]: Scherz
- Maul, C. (1993) Der Beitrag der Systemtheorie zum strategischen Führungsverhalten in komplexen Situationen. *Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung*, 63 (7), 715-740
- Maxwell, J. C. (1920/1877) *Matter and Motion*. New York: MacMillan
- May, R. M. (1974) Biological Populations with Nonoverlapping Generations: Stable Points, Stable Cycles, and Chaos. *Science*, 186 (4164), 645-647

- May, R. M. (1975) Biological Populations Obeying Difference Equations: Stable Points, Stable Cycles, and Chaos. *Journal of Theoretical Biology*, 51 (2), 511-524
- McDaniel, R. R. & Walls, M. E. (1997) Diversity as a Management Strategy for Organizations - A View through the Lenses of Chaos and Quantum Theories. *Journal of Management Inquiry*, 6 (4), 363-375
- McDonald, J. R. (2009) Complexity Science: An Alternative World View for Understanding Sustainable Tourism Development. *Journal of Sustainable Tourism*, 17 (4), 455-471
- McKenna, R. J. & Martin-Smith, B. (2005) Decision Making as a Simplification Process: New Conceptual Perspectives. *Management Decision*, 43 (6), 821-836
- McKercher, B. (1999) A Chaos Approach to Tourism. *Tourism Management*, 20 (4), 425-434
- McKergow, M. (1996) Chaos, Management and Economics: The Implications of Non-Linear Thinking. *Long Range Planning*, 29 (5), 721-727
- McMillan, E. & Carlisle, Y. (2007) Strategy as Order Emerging from Chaos: A Public Sector Experience. *Long Range Planning*, 40 (6), 574-593
- Meinhardt, H. & Gierer, A. (1974) Application of a Theory of Biological Pattern Formation Based on Lateral Inhibition. *Journal of Cell Science*, 15 (2), 321-346
- Meng, H. & Wang, Y. H. (2009) *On Enterprise Innovation Integration based on the Self-Organization Model*. Vortrag, gehalten auf: 2009 IEEE 16th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, IE and EM 2009, Beijing
- Michotte, A. (1946) *La perception de la causalité*. Louvain: Institut Supérieur de Philosophie
- Miller, G. A. (1956) The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on our Capacity for Processing Information. *Psychological Review*, 63 (2), 81-97

- Moosbrugger, H. & Karin, S.-E. (2012) *Exploratorische (EFA) und konfirmatorische Faktorenanalyse (CFA)*. Berlin [u.a.]: Springer
- Mork, B. A. & Stuehm, D. L. (1994) Application of Nonlinear Dynamics and Chaos to Ferroresonance in Distribution Systems. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 9 (2), 1009-1017
- Morrel-Samuels, P. (2002) Getting the Truth into Workplace Surveys. *Harvard Business Review*, 80 (2), 111-118
- Morris, M. H., van Vuuren, J., Cornwall, J. R. & Scheepers, R. (2009) Properties of Balance: A Pendulum Effect in Corporate Entrepreneurship. *Business Horizons*, 52 (5), 429-440
- Morse, M. (1921) Recurrent Geodesics on a Surface of Negative Curvature. *Transactions of the American Mathematical Society*, 22, 84-110
- Morse, M. & Hedlund, G. A. (1938) Symbolic Dynamics. *American Journal of Mathematics*, 60 (4), 815-866
- Müller-Stewens, G. (2016) *Top-Down-Prinzip*. Gabler Wirtschaftslexikon, <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/top-down-prinzip.html>, abgefragt am: 01.09.2016.
- Mullineux, A. & Peng, W. S. (1993) Nonlinear Business Cycle Modelling. *Journal of Economic Surveys*, 7 (1), 41-83
- Murphy, P. (1996) Chaos Theory as a Model for Managing Issues and Crises. *Public Relations Review*, 22 (2), 95-113
- Murray, P. J. (2003) So What's New about Complexity? *Systems Research & Behavioral Science*, 20 (5), 409-417
- Ng, P. T. (2009) Examining the Use of New Science Metaphors in the Learning Organisation. *Learning Organization*, 16 (2), 168-180

- Ng, T. W. H. & Feldman, D. C. (2010) The Relationships of Age with Job Attitudes: A Meta-Analysis. *Personnel Psychology*, 63 (3), 677-718
- Nicholls-Nixon, C. L. (2005) Rapid Growth and High Performance: The Entrepreneur's "Impossible Dream?". *Academy of Management Executive*, 19 (1), 77-89
- Nicolis, G. & Prigogine, I. (1987) *Die Erforschung des Komplexen. Auf dem Weg zu einem neuen Verständnis der Naturwissenschaften*. München: Piper
- Nonaka, I. (1988) Creating Organizational Order out of Chaos - Self-Renewal in Japanese Firms. *California Management Review*, 30 (3), 57-73
- Nunnally, J. & Bernstein, I. (1994) *Psychometric Theory*. New York: McGraw-Hill
- Oconnor, M. (1994) Complexity and Coevolution - Methodology for a Positive Treatment of Indeterminacy. *Futures*, 26 (6), 610-615
- Olsen, L. F., Truty, G. L. & Schaffer, W. M. (1988) Oscillations and Chaos in Epidemics: A Nonlinear Dynamic Study of Six Childhood Diseases in Copenhagen, Denmark. *Theoretical Population Biology*, 33 (3), 344-370
- Olsson, U. H., Troye, S. V. & Howell, R. D. (1999) Theoretic Fit and Empirical Fit: The Performance of Maximum Likelihood versus Generalized Least Squares Estimation in Structural Equation Models. *Multivariate Behavioral Research*, 34 (1), 31-58
- Olsson, U. H., Foss, T., Troye, S. V. & Howell, R. D. (2000) The Performance of ML, GLS, and WLS Estimation in Structural Equation Modeling under Conditions of Misspecification and Nonnormality. *Structural Equation Modeling*, 7 (4), 557-595
- Orhaner, E. (2016) Does Everyone in Turkey Benefit from Health Services with General Health Insurance? In: Erçetin, S. S. (Hrsg.) *Chaos, Complexity and Leadership 2014*. Heidelberg [u.a.]: Springer, S. 51-63

- Ortmann, G. (2012) Gesteuerte Selbstorganisation. Ein hölzernes Eisen? In: Eberl, P., Geiger, D. & Koch, J. (Hrsg.) *Komplexität und Handlungsspielraum: Unternehmenssteuerung zwischen Ordnung und Chaos*. Berlin: Schmidt, S. 133-164
- Osborn, R. N. & Hunt, J. G. J. (2007) Leadership and the Choice of Order: Complexity and Hierarchical Perspectives near the Edge of Chaos. *The Leadership Quarterly*, 18 (4), 319-340
- Osborn, R. N., Hunt, J. G. & Jauch, L. R. (2002) Toward a Contextual Theory of Leadership. *Leadership Quarterly*, 13 (6), 797-837
- Osborne, A. R. & Provenzale, A. (1989) Finite Correlation Dimension for Stochastic Systems with Power-Law Spectra. *Physica D: Nonlinear Phenomena*, 35 (3), 357-381
- Osterlind, S. J. (1983) *Test Item Bias*. Beverly Hills: Sage
- Palmer, S. E. (1999) *Vision Science: Photons to Phenomenology*. Cambridge: MIT Press
- Paraskevas, A. (2006) Crisis Management or Crisis Response System?: A Complexity Science Approach to Organizational Crises. *Management Decision*, 44 (7), 892-907
- Park, J. W., Morel, B. & Madhavan, R. (2010) *Riding the Wave: Self-Organized Critically in M&A Waves*. Vortrag, gehalten auf: Academy of Management Proceedings
- Pascale, R. T. (1999) Surfing the Edge of Chaos. *Sloan Management Review*, 40 (3), 83-94
- Paslack, R. (1996) Sagenhaftes Chaos: Der Ursprung der Welt im Mythos. In: Küppers, G. (Hrsg.) *Chaos und Ordnung. Formen der Selbstorganisation in Natur und Gesellschaft*. Stuttgart: Philipp Reclam jun., S. 11-27
- Peitgen, H.-O., Jürgens, H. & Saupe, D. (1994) *Chaos: Bausteine der Ordnung*. Berlin [u.a.]: Springer/Klett-Cotta

- Peitgen, H. O., Jürgens, H. & Saupe, D. (1992) *Bausteine des Chaos. Fraktale*. Berlin: Springer/Klett-Cotta
- Petrovskii, S. V. & Malchow, H. (2001) Wave of Chaos: New Mechanism of Pattern Formation in Spatio-temporal Population Dynamics. *Theoretical Population Biology*, 59 (2), 157-174
- Pfeifer, C. (2014) Base Salaries, Bonus Payments, and Work Absence among Managers in a German Company. *Scottish Journal of Political Economy*, 61 (5), 523-536
- Piaget, J. (1977) *The Development of Thought: Equilibration of Cognitive Structures*. New York: The Viking Press
- Platzeck, E.-W. (1964) *Der Naturbegriff Raimund Lulls im Rahmen seiner "Ars Magna"*. Mailand: Societā Editrice Vita e Pensiero
- Podsakoff, P. M., MacKenzie, S. B., Morrman, R. H. & Fetter, R. (1990) Transformational Leader Behavior and their Effects on Follower's Trust in Leader, Satisfaction, and Organizational Citizenship Behaviors. *Leadership Quarterly*, 1 (2), 107-142
- Poincaré, H. (1892) *Sur les Courbes Définies par une Équation Différentielle*. Paris: Gauthier-Villon
- Poincaré, H. (1914) *Wissenschaft und Methode*. Leipzig [u.a.]: Teubner
- Popov, V.-M. (1961) Absolute Stability of Nonlinear Systems of Automatic Control. *Automation and Remote Control*, 22 (8), 857-875
- Prigogine, I. (1955) *Thermodynamics of Irreversible Processes*. New York: Wiley
- Prigogine, I. (1987) *Die Erforschung des Komplexen. Auf dem Weg zu einem neuen Verständnis der Naturwissenschaften*. München: Piper
- Prigogine, I. (1995) *Die Gesetze des Chaos*. Frankfurt am Main: Insel

- Prigogine, I. & Stengers, I. (1984) *Order out of Chaos: Man's New Dialogue with Nature*. New York: Bantam Books
- Prigogine, I. & Stengers, I. (1986) *Dialog mit der Natur*. München: Piper
- Prigogine, I. & Stengers, I. (1993) *Das Paradoxon der Zeit. Zeit, Chaos und Quanten*. München: Piper
- Probst, G. J. B. (1991) Vernetztes Denken. In: (Hrsg.) *Management heute: Ein Lesebuch*. Wiesbaden: Gabler Verlag, S. 271-284
- Pyatnitskiy, Y. S. & Skorodinskiy, V. I. (1982) Numerical Methods of Lyapunov Function Construction and their Application to the Absolute Stability Problem. *Systems & Control Letters*, 2 (2), 130-135
- Quesada, J., Kintsch, W. & Gomez, E. (2005) Complex Problem-Solving: A Field in Search of a Definition. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 6 (1), 5-33
- Ramsay, J. B., Sayers, C. L. & Rothman, P. (1990) The Statistical Properties of Dimension Calculations Using Small Data Sets: Some Economic Implications. *International Economic Review*, 31 (4), 991
- Rapoport, A. (1975) Research Paradigms for Studying Dynamic Decision Behavior. In: Wendt, D. & Cvlek, C. (Hrsg.) *Utility, Probability, and Human Decision Making. Selected Proceedings of an Interdisciplinary Research Conference, Rome, 3-6 September, 1973*. Dordrecht: Reidel, S. 349-369
- Rasmussen, J. (1993) Deciding and Doing: Decision Making in Natural Contexts. In: Klein, G. A. (Hrsg.) *Decision Making in Action: Models and Methods*. Norwood: Ablex, S. 158-171
- Raven, J. C. (1960) *Advanced Progressive Matrices Set II*. London: Lewis

- Richter, F.-J. (1995) *Die Selbstorganisation von Unternehmen in strategischen Netzwerken. Bausteine zu einer Theorie des evolutionären Managements*. Frankfurt a.M. [u.a.]: Lang
- Rigdon, E. E. (1996) CFI versus RMSEA: A Comparison of two Fit Indexes for Structural Equation Modeling. *Structural Equation Modeling*, 3 (4), 369-379
- Ritter, J. (1971) *Historisches Wörterbuch der Philosophie I*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft
- Rock, I. (1983) *The Logic of Perception*. Cambridge: MIT Press
- Rohrman, B. (1978) Empirische Studien zur Entwicklung von Antwortskalen für die sozialwissenschaftliche Forschung. *Zeitschrift für Sozialpsychologie*, 9 (3), 222-245
- Rose, M. (2012) *Empirischer Nachweis der Hysterese in ökonomischen Entscheidungssituationen mit Hilfe der Theorien Nichtlinearer Dynamischer Systeme*. Dortmund: TU Dortmund
- Rosenstein, M. T., Collins, J. J. & De Luca, C. J. (1993) A Practical Method for Calculating Largest Lyapunov Exponents from Small Data Sets. *Physica D*, 65 (1), 117-134
- Rost, J. (2004) *Lehrbuch Testtheorie, Testkonstruktion*. Göttingen: Hogrefe
- Ruelle, D. & Takens, F. (1971) On the Nature of Turbulence. *Communications in Mathematical Physics*, 20 (3), 167-192
- Saad, S., Carter, G. W., Rothenberg, M. & Israelson, E. (2000) *Testing and Assessment: An Employer's Guide to Good Practices*. o.O.: U.S. Department of Labour
- Salas, E. & Klein, G. (2001) *Linking Expertise and Naturalistic Decision Making*: Lawrence Erlbaum
- Samli, A. C. (2010) Developing Counterchaos Marketing Strategies: The Key to Survival and Success in Modern Chaotic Markets. *Marketing Review*, 10 (2), 185-202

- Sawhney, M. & Prandelli, E. (2000) Communities of Creation: Managing Distributed Innovation in Turbulent Markets. *California Management Review*, 42 (4), 24-54
- Saynisch, M. (2010) Beyond Frontiers of Traditional Project Management: An Approach to Evolutionary, Self-Organizational Principles and the Complexity Theory—Results of the Research Program. *Project Management Journal*, 41 (2), 21-37
- Schaub, H. & Strohschneider, S. (1992) Die Auswirkungen unterschiedlicher Problemlöseerfahrung auf den Umgang mit einem unbekanntem komplexen Problem. *Zeitschrift für Arbeits-und Organisationspsychologie*, 36 (3), 117-126
- Schiepek, G. & Strunk, G. (1994) *Dynamische Systeme. Grundlagen und Analysemethoden für Psychologen und Psychiater*. Heidelberg: Asanger
- Schlüter, A., Lortz, D. & Busse, F. (1965) On the Stability of Steady Finite Amplitude Convection. *Journal of Fluid Mechanics*, 23 (1), 129-144
- Scholl, B. J. (2005) Innateness and (Bayesian) Visual Perception: Reconciling Nativism and Development. In: Carruthers, P., Laurence, S. & Stich, S. (Hrsg.) *The Innate Mind: Structure and Contents*. Oxford: Oxford University Press
- Schuster, H. G. (1994) *Deterministisches Chaos*. Weinheim: VCH
- Seeger, M. W. (2002) Chaos and Crisis: Propositions for a General Theory of Crisis Communication. *Public Relations Review*, 28 (4), 329-337
- Seiler, T. B. (1973) *Kognitive Strukturiertheit*. Stuttgart: Kohlhammer
- Senge, P. M. (2011) *Die fünfte Disziplin: Kunst und Praxis der lernenden Organisation*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel
- Serletis, A. & Gogas, P. (1997) Chaos in East European Black Market Exchange Rates. *Research in Economics*, 51 (4), 359-385

- Shannon, C. E. (1948) A Mathematical Theory of Communication. *Bell System Technical Journal*, 27 (3/4), 379-423 & 623-656
- Shaw, P. (1997) Intervening in the Shadow Systems of Organizations - Consulting from a Complexity Perspective. *Journal of Organizational Change Management*, 10 (3), 235-250
- Sher, R. (2014) *Where There's No Margin for Toxic Leadership*: harvardbusinessmanager.de
- Sisman, M. (2016) Language and Discourse as a Leadership Tool in Chaos Environment. In: Erçetin, S. S. (Hrsg.) *Chaos, Complexity and Leadership 2014*. Heidelberg [u.a.]: Springer, S. 15-22
- Smilor, R. W. & Feeser, H. R. (1991) Chaos and the Entrepreneurial Process - Patterns and Policy Implications for Technology Entrepreneurship. *Journal of Business Venturing*, 6 (3), 165-172
- Smith, A. C. T. & Graetz, F. (2006) Complexity Theory and Organizing form Dualities. *Management Decision*, 44 (7), 851-870
- Smith, A. D. (2011a) Chaos Theory and Recessional Business Environments: Case Studies of Operational Health of Service and Manufacturing Organisations. *International Journal of Services and Operations Management*, 8 (2), 191-221
- Smith, A. D. (2011b) Orientation and Adaptation Case Studies toward Chaotic Systems in an Economic Downturn. *International Journal of Procurement Management*, 4 (1), 72-86
- Smith, S. & Paquette, S. (2010) Creativity, Chaos and Knowledge Management. *Business Information Review*, 27 (2), 118-123
- Snowden, D. J. & Boone, M. E. (2007) A Leader's Framework for Decision Making. *Harvard Business Review*, 85 (11), 68-76

- Sokal, A. D. & Bricmont, J. (1998) *Fashionable Nonsense: Postmodern Intellectuals' Abuse of Science*. New York: Picador
- Solmsen, F. (1960) *Aristotle's System of the Physical World: A Comparison with His Predecessors*. Ithaca: Cornell University Press
- Sordi, S. (1999) Economic Models and the Relevance of "Chaotic Regions": An Application to Goodwin's Growth Cycle Model. *Annals of Operations Research*, 89 (1-4), 3-19
- Speakman, M. & Sharpley, R. (2012) A Chaos Theory Perspective on Destination Crisis Management: Evidence from Mexico. *Journal of Destination Marketing and Management*, 1 (1-2), 67-77
- Sprachkritische Aktion: Unwort des Jahres (2016) *Die Unwörter von 2000 bis 2009*. Technische Universität Darmstadt, www.unwortdesjahres.net/index.php?id=34, abgefragt am: 20.06.2016.
- Stacey, R. (1993a) Strategy as Order Emerging from Chaos. *Long Range Planning*, 26 (1), 10-17
- Stacey, R. (1993b) *Managing the Unknowable - Strategic Boundaries between Order and Chaos in Organizations*. San Francisco: Jossey-Bass
- Stacey, R. D. (1995) The Science of Complexity - An Alternative Perspective for Strategic Change Processes. *Strategic Management Journal*, 16 (6), 477-495
- Stam, W. & Elfring, T. (2008) Entrepreneurial Orientation and New Venture Performance: The Moderating Role of Intra- and Extraindustry Social Capital. *Academy of Management Journal*, 51 (1), 97-111
- Stapleton, D., Hanna, J. B. & Ross, J. R. (2006) Enhancing Supply Chain Solutions with the Application of Chaos Theory. *Supply Chain Management*, 11 (2), 108-114

- Stäudel, T. (1987) *Problemlösen, Emotionen und Kompetenz: die Überprüfung eines integrativen Konstrukts*. Regensburg: Roderer
- Steiger, J. H. & Lind, J. C. (1980) *Statistically Based Tests for the Number of Common Factors*. Vortrag, gehalten auf: Annual Meeting of the Psychometric Society, Iowa City, Iowa
- Sterman, J. D. (1994) Learning in and about Complex Systems. *System Dynamics Review*, 10 (2/3), 291-330
- Steyrer, J. (2015) Theorie der Führung. In: Kasper, H., Furtmüller, G. & Mayrhofer, W. (Hrsg.) *Personalmanagement: Führung -Organisation*. Wien: Linde, S. 25-94
- Stogdill, R. M., Goode, O. S. & Day, D. R. (1962) New Leader Behavior Description Subscales. *Journal of Psychology*, 54 (2), 259-269
- Streiner, D. L. & Norman, G. R. (1995) *Health Measurement Scales: A Practical Guide to their Development and Use*. Oxford: Oxford University Press
- Strunk, G. (2004) *Organisierte Komplexität. Mikroprozess-Analysen der Interaktionsdynamik zweier Psychotherapien mit den Methoden der nichtlinearen Zeitreihenanalyse*. Bamberg: Otto-Friedrich-Universität Bamberg. Online publiziert 2005: http://www.opus-bayern.de/uni-bamberg/volltexte/2005/64/pdf/Strunk_Dissertation.pdf
- Strunk, G. (2012) *Die Messung von Komplexität in der Wirtschaftswissenschaft. Grundlagen, Methoden, Software und Beispiele [unveröffentlichte Habilitationsschrift]*. Dortmund: TU Dortmund
- Strunk, G. & Schiepek, G. (2006) *Systemische Psychologie. Eine Einführung in die komplexen Grundlagen menschlichen Verhaltens*. München: Spektrum Akademischer Verlag
- Strunk, G., Rose, M., Sender, T., Wagner, W. & Liening, A. (2014) Kognitive Aktivierung als Prozess. In: Arndt, H. (Hrsg.) *Kognitive Aktivierung in der Ökonomischen Bildung*. Schwalbach/Ts.: Wochenschau Verlag, S. 60-74

- Sun, P. Y. T. & Scott, J. (2005) Sustaining Second-Order Change Initiation: Structured Complexity and Interface Management. *Journal of Management Development*, 24 (10), 879-895
- Sundarasaradula, D., Hasan, H., Walker, D. S. & Tobias, A. M. (2005) Self-Organization, Evolutionary and Revolutionary Change in Organizations. *Strategic Change*, 14 (7), 367-380
- Sweller, J. (2005) Implications of Cognitive Load Theory for Multimedia Learning. In: Mayer, R. E. (Hrsg.) *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. Cambridge: University Press, S. 19-30
- Tanabe, M., De Angelo, C. F. & Alexander, N. (2004) The Effectiveness of Strategic Planning: Competitiveness in the Brazilian Supermarket Sector. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 11 (1), 51-59
- Taylor, F. W. (2006/1911) *The Principles of Scientific Management*. New York: Cosimo
- Thomas, J. C. (1993) Managing the Unknowable. Strategic Boundaries between Order and Chaos in Organizations - Stacey, R. D. *Personnel Psychology*, 46 (4), 911-915
- Toda, M. (1962) The Design of a Fungus-Eater: A Model of Human Behavior in an Unsophisticated Environment. *Behavioral Science*, 7 (2), 164-183
- Toma, L. & Gheorghe, E. (1992) Equilibrium and Disorder in Human Decision-Making Processes - Some Methodological Aspects within the New Paradigm. *Technological Forecasting and Social Change*, 41 (4), 401-422
- Turner, A. (2009) *A Simple Model of the Belousov-Zhabotinsky Reaction from First Principles*. London: Bartlett School of Graduate Studies, University College London
- Ugarte, L., Agirre, A. & Juaristi, E. (2009) The Cohesive Power of New Management Alternatives: Principal Components of the Irizar Model. *International Journal of Technology Management & Sustainable Development*, 8 (1), 13-26

- Ullrich de Muynck, R. & Ullrich, R. (1977) *Der Unsicherheitsfragebogen*. München: Pfeifer
- Urry, J. (2005) The Complexity Turn. *Theory, Culture & Society*, 22 (5), 1-14
- van Eijnatten, F. M. & van Galen, M. (2002) Chaos, Dialogue and the Dolphin's Strategy. *Journal of Organizational Change Management*, 15 (4), 391-401
- van Gigch, J. P. (1991) *System Design Modeling and Metamodeling*. New York: Plenum Press
- Verhulst, P. F. (1847) Sur La Loi D'Accroissement de la Population. In: (Hrsg.) *Mémoires de L'Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique*. Bruxelles: L'Académie Royale de Belgique
- Vollmer, G. (1988) Ordnung ins Chaos? Zur Weltbildfunktion wissenschaftlicher Erkenntnis. *Naturwissenschaftliche Rundschau*, 41 (9), 345-350
- von Ehrenfels, C. (1890) Über Gestaltqualitäten. *Vierteljahresschrift für wissenschaftliche Philosophie*, 14, 249-292
- von Hayek, F. A. (2003) Rechtsordnung und Handelsordnung. In: Streit, M. E. (Hrsg.) *Aufsätze zur Ordnungsökonomik*. Tübingen: Mohr Siebeck, S. 93-104
- von Helmholtz, H. (1867) *Handbuch der physiologischen Optik*. Leipzig: Leopold Voss
- Wang, C. (2011) *Analyzing Technological Innovation Process' Self-Organization Evolution Fluctuation Mechanism*. Vortrag, gehalten, Guangzhou
- Warnecke, H. J. (1993) *Revolution der Unternehmenskultur - Das Fraktale Unternehmen*. Berlin [u.a.]: Springer
- Warwick, W., McIlwaine, S., Hutton, R. & McDermott, P. (2001) *Developing Computational Models of Recognition-Primed Decision Making*. Vortrag, gehalten auf: Proceedings of the Tenth Conference on Computer Generated Forces, Norfolk

- Warwick, W., McIlwaine, S., Hutton, R. & McDermott, P. (2002) *Developing Computational Models of Recognition-Primed Decisions: Progress and Lessons Learned*. Vortrag, gehalten auf: Proceedings of the Eleventh Conference on Computer Generated Forces, Norfolk
- Weber, M. (2002/1921) *Wirtschaft und Gesellschaft: Grundriss der verstehenden Soziologie*. Tübingen: Mohr Siebeck
- Weise, P. (1997) Ökonomische Evolution und Selbstorganisation. *Berliner Debatte Initial*, 8 (1/2), 69-84
- Weiss, R. H. (1971) *Grundintelligenztest Skala 3-CFT 3. Test und Handanweisung*. Braunschweig: Westermann
- Weyer, J. (2009a) *Management komplexer Systeme: Konzepte für die Bewältigung von Intransparenz, Unsicherheit und Chaos*. München: Oldenbourg
- Weyer, J. (2009b) Dimensionen der Komplexität und Perspektiven des Komplexitätsmanagements. In: Weyer, J. & Schulz-Schaeffler, I. (Hrsg.) *Management komplexer Systeme. Konzepte für die Bewältigung von Intransparenz, Unsicherheit und Chaos*. München: Oldenbourg
- Weyer, J., Adelt, F. & Hoffmann, S. (2015) *Governance of Complex Systems. A Multi-Level Model*. Dortmund: TU Dortmund,
- Wheaton, B., Muthen, B., Alwin, D. F. & Summers, G. (1977) Assessing Reliability and Stability in Panel Models. *Sociological Methodology*, 8 (1), 84-136
- Wiener, N. (1948) *Cybernetics, or Control and Communication in the Animal and the Machine*. New York: John Wiley
- Willems, J. (1971) Least Squares Stationary Optimal Control and the Algebraic Riccati Equation. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 16 (6), 621-634

- Willke, H. (1989) *Systemtheorie entwickelter Gesellschaften*. München: Juventa
- Wilson, C. L., O'Hare, D. & Shipper, F. (1990) Task Cycle Theory: The Process of Influence. In: Clark, K. E. & Clark, M. B. (Hrsg.) *Measures of Leadership*. West Orange: Leadership Library of America
- Wimmer, R. (1992) Die Steuerung komplexer Organisationen Ein Reformulierungsversuch der Führungsproblematik aus systemischer Sicht. In: Sandner, K. (Hrsg.) *Politische Prozesse in Unternehmen*. Heidelberg: Physica-Verlag HD, S. 131-156
- Winsor, R. D. (1995) Marketing under Conditions of Chaos Percolation Metaphors and Models. *Journal of Business Research*, 34 (3), 181-189
- Wisdom, J. (1987) Urey Prize Lecture: Chaotic dynamics in the Solar System. *Icarus*, 72 (2), 241-275
- Wolf, A., Swift, J. B., Swinney, H. L. & Vastano, J. A. (1985) Determining Lyapunov Exponents from a Time Series. *Physica D*, 16 (3), 285-317
- Wolf, J. (1999) Selbstorganisationstheorie und die (Forschung über die) Führung internationaler Unternehmen. In: Engelhard, J. (Hrsg.) *Internationales Management*. Wiesbaden: Gabler, S. 247-278
- Wolpert, L. (1969) Positional Information and the Spatial Pattern of Cellular Differentiation. *Journal of Theoretical Biology*, 25 (1), 1-47
- Yakubovich, V. A. (1962) *The Solution of Certain Matrix Inequalities in Automatic Control Theory*. Vortrag, gehalten auf: Soviet Mathematics Doklady
- Young, T. R. (1991a) Chaos and Social Change: Metaphysics of the Postmodern. *The Social Science Journal*, 28 (3), 289-305
- Young, T. R. (1991b) Chaos Theory and Symbolic Interaction Theory: Poetics for the Postmodern Sociologist. *Symbolic Interaction*, 14 (3), 321-334

- Youngblood, M. D. (1997) Leadership at the Edge of Chaos: From Control to Creativity. *Strategy & Leadership*, 25 (5), 8-14
- Yukl, G. (1999) An Evaluative Essay on Current Conceptions of Effective Leadership. *European Journal of Work & Organizational Psychology*, 8 (1), 33-48
- Yukl, G. & Nemeroff, W. (1979) Identification and Measurement of Specific Categories of Leadership Behavior: A Progress Report. In: Hunt, J. G. & Larson, L. L. (Hrsg.) *Crosscurrents in Leadership*. Carbondale: Southern Illinois University Press, S. 164-200
- Yukl, G., Wall, S. & Lepsinger, R. (1990) Preliminary Report on Validation of the Managerial Practices Survey. In: Clark, K. E. & Clark, M. B. (Hrsg.) *Measures of Leadership*. West Orange: Leadership Library of America, S. 223-238
- Yukl, G., Gordon, A. & Taber, T. (2002) A Hierarchical Taxonomy of Leadership Behavior: Integrating a Half Century of Behavior Research. *Journal of Leadership & Organizational Studies*, 9 (1), 15-32
- Zahra, A. & Ryan, C. (2007) From Chaos to Cohesion - Complexity in Tourism Structures: An Analysis of New Zealand's Regional Tourism Organizations. *Tourism Management*, 28 (3), 854-862
- Zanna, M. P. & Rempel, J. K. (1988) Attitudes: A new Look at an Old Concept. In: Bar-Tal, D. & Kruglanski, A. W. (Hrsg.) *The Social Psychology of Knowledge*. Cambridge: Cambridge University, S. 315-334
- Zhabotinsky, A. M. (1964) Periodic Processes of Malonic Acid Oxidation in a Liquid Phase. *Biofizika*, 9 (306-311), 11
- Zsombok, C. E. (1997) Naturalistic Decision Making: Where are We Now? In: Zsombok, C. E. & Klein, G. (Hrsg.) *Naturalistic Decision Making*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, S. 3-16

Zsombok, C. E. & Klein, G. A. (1997) *Naturalistic Decision Making*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum

zu Knyphausen-Aufseß, D. (1991) Selbstorganisation und Führung. Systemtheoretische Beiträge zu einer evolutionären Führungskonzeption. *Die Unternehmung*, 45 (1), 47-63

Anhang A: Fragebogen der ersten Pretest-Version

Skala I – Ursache-Wirkungs-Denken schlägt in komplexen Systemen fehl		
Item-Nr.	Rekodierung	Item-Text
1	Ja	Jedes Management-Problem lässt sich auf konkrete Ursachen zurückführen.
2	Nein	Manchmal ist es nicht zielführend, Management-Probleme an konkreten Ursachen festzumachen.
3	Nein	Es gibt Management-Probleme, an denen niemand die Schuld trägt.
4	Ja	In Unternehmen sind Ursache und Wirkung in der Regel eindeutig miteinander verbunden.
5	Nein	Manchmal scheinen Ursache und Wirkung in Unternehmen in keinem Zusammenhang zu stehen.
6	Ja	Das Wichtigste beim Lösen von Management-Problemen ist die detaillierte Analyse der Ursachen.
7	Nein	Bei bestimmten Management-Problemen macht es nur wenig Sinn, nach ihren Ursachen zu suchen.
8	Nein	Wenn man Management-Probleme löst, sollte man möglichst wenig auf ihre Ursachen achten.
9	Nein	Management-Probleme können häufig auch dann gelöst werden, wenn ihre Ursachen unbekannt sind.
10	Ja	Probleme kann man im Management nur lösen, wenn man ihre Ursachen verstanden hat.
11	Ja	Alles, was im Management geschieht, basiert auf einfachen Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen.
12	Ja	Eine saubere Ursachenanalyse ist der erste Schritt für die Lösung von Management-Problemen.
13	Nein	Das Denken in Ursache-Wirkungs-Beziehungen hilft im Management eigentlich kaum weiter.
14	Nein	Nicht jedes Management-Problem lässt sich auf klare Ursachen zurückführen.
15	Ja	Für jedes Management-Problem gibt es einen Schuldigen.
16	Ja	Wer Management-Probleme zu lösen versucht, ohne die Ursachen zu analysieren, läuft Gefahr zu scheitern.
17	Nein	Man kann nicht die Ursache jedes Management-Problems finden.
18	Ja	Die Lösung von Management-Problemen ohne vorausgehende Ursachenforschung birgt in der Regel ein hohes Risiko.
19	Ja	Auch wenn man nicht alle Ursachen für Management-Probleme verstehen kann, muss man es zumindest versuchen.
20	Nein	Manager, die in Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen denken, sind oft weniger erfolgreich.
21	Ja	Es zeichnet erfolgreiche Manager aus, Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge in den Vordergrund ihres Denkens zu stellen.
22	Nein	Manager, die stets nach den Ursachen des Verhaltens ihrer Mitarbeiter suchen, können ihre Mitarbeiter oft nicht verstehen.
23	Ja	Management-Probleme lassen sich stets leichter lösen, wenn eine umfangreiche Analyse ihrer Ursachen vorliegt.
24	Nein	Nicht immer kann eine umfangreiche Ursachenanalyse einen Beitrag zur Lösung von Management-Problemen leisten.
25	Nein	Die Ursachenforschung ist nicht bei allen Management-Problemen sinnvoll.
26	Ja	Bei Management-Problemen sollte immer eine detaillierte Analyse ihrer Ursachen vorgenommen werden.
27	Ja	Manager, die die Ursachen eines Problems nicht verstanden haben, können es auch nicht lösen.
28	Nein	Manager können manchmal selbst dann Probleme lösen, wenn sie ihre Ursachen gar nicht verstanden haben.
29	Ja	Jede Lösung von Management-Problemen sollte auf einer fundierten Ursachenforschung aufbauen.
30	Nein	Bei manchen Management-Problemen trägt selbst fundierte Ursachenforschung nicht zur Problemlösung bei.

Skala II – Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle

Item-Nr.	Rekodierung	Item-Text
31	Nein	Um erfolgreich zu sein, benötigen Abteilungen und Mitarbeiter ein gewisses Maß an Autonomie.
32	Ja	Ein Unternehmen ist dann erfolgreich, wenn sich Abteilungen und Mitarbeiter an konkreten Anweisungen orientieren können.
33	Nein	Mitarbeitern und Abteilungen eines Unternehmens sollte möglichst viel Freiheit bei ihren Entscheidungen gelassen werden.
34	Nein	Gutes Unternehmensmanagement bedeutet, nicht alles zu kontrollieren.
35	Nein	Mitarbeiter und Abteilungen treffen die besten Entscheidungen, wenn sie über große Autonomie verfügen.
36	Ja	Umfangreiche Freiheiten werden von Mitarbeitern und Abteilungen schnell missbraucht.
37	Ja	Gutes Management zeichnet sich stets durch umfassende Kontrollen aus.
38	Nein	Gute Lösungen entstehen in Unternehmen häufig spontan und ohne äußeren Zwang.
39	Nein	Gutes Management sollte Bedingungen dafür schaffen, dass Mitarbeiter Probleme selbst lösen.
40	Ja	Es kann problematisch sein, Mitarbeitern zu viele Freiheiten zuzugestehen.
41	Ja	Gutes Management beruht auf klaren Anweisungen.
42	Nein	Gute Lösungen lassen sich nicht durch Anweisungen des Managements erzwingen.
43	Nein	Gutes Management gibt allenfalls Visionen vor, konkrete Abläufe entwickeln sich in der täglichen Arbeit von selbst.
44	Ja	Wenn man nicht aufpasst, nutzen Mitarbeiter Freiheiten aus.
45	Ja	Ein offener Umgang mit Mitarbeitern fördert nur den Schlendrian.
46	Nein	Ein offenes Management schafft die Möglichkeit für die Entwicklung neuer Lösungen.
47	Ja	Es ist gut, wenn die Struktur des Unternehmens durch Weisung des Managements entsteht.
48	Nein	Es sind besonders diejenigen Unternehmen erfolgreich, in denen Mitarbeiter über große Freiheiten verfügen.
49	Ja	Unternehmen, in denen Mitarbeiter an enge Vorgaben gebunden sind, sind erfolgreicher als andere.
50	Nein	Um Veränderung in Unternehmen herbeizuführen, müssen bestehende Strukturen durchbrochen werden.
51	Nein	Es kann hilfreich sein, gleich mehrere Lösungen für ein Management-Problem zu diskutieren.
52	Ja	Meinungsvielfalt ist in Unternehmen nur sehr selten hilfreich.
53	Nein	Vielfalt in Unternehmen ist der Motor für kreative Lösungen.
54	Nein	Ein guter Manager ist dazu in der Lage, die Ordnung seines Unternehmens in Frage zu stellen.
55	Nein	Es gibt immer mehrere Wege zu einem Ziel.
56	Nein	Häufig gibt es bei Management-Problemen viele Lösungen, die erfolgversprechend sind.
57	Nein	Das Management sollte sich nicht zu früh auf die Lösung eines Management-Problems festlegen.
58	Nein	Manager sollten bei der Lösung von Problemen darauf achten, dass unterschiedliche Perspektiven auf das Problem miteinbezogen werden.
59	Nein	Manager sollten die Meinungsvielfalt in Unternehmen fördern.
60	Ja	Meinungsvielfalt in Unternehmen wird häufig überschätzt.

Skala III – Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile

Item-Nr.	Rekodierung	Item-Text
61	Ja	Ein Unternehmen ist die Summe seiner Teile.
62	Nein	Ein Unternehmen ist mehr als die Summe seiner Teile.
63	Nein	Beim Management von Unternehmen kommt es darauf an, das große Ganze im Blick zu behalten.
64	Ja	Wer ein Unternehmen verstehen will, muss es in seine Einzelteile zerlegen.
65	Nein	Wer ein Unternehmen in seine Einzelteile zerlegt, kann nicht mehr verstehen, wie es funktioniert.
66	Nein	Wenn man die Bestandteile eines Unternehmens kennt, weiß man noch nicht, wie sich das Unternehmen als Ganzes verhält.
67	Nein	Wenn man bei der Unternehmensplanung das große Ganze aus den Augen verliert, bekommt man Probleme.
68	Nein	Wenn man einzelne Unternehmensteile neu zusammenfügt, verhalten sie sich manchmal völlig anders.
69	Nein	Wenn man die Teile eines Unternehmens sehr detailliert verstanden hat, weiß man nur wenig darüber, wie diese Teile zusammenwirken.
70	Nein	Wenn etwas im Kleinen funktioniert, heißt das noch lange nicht, dass es auch im Großen erfolgreich sein wird.
71	Nein	Das Ganze ist häufig etwas anderes als die Summe seiner Teile.
72	Nein	Es ist nicht immer gut, ein Management-Problem in seine Bestandteile zu zerlegen, weil erst das Zusammenwirken der Bestandteile das Problem erzeugt.
73	Nein	Auch wenn einzelne Prozesse jeweils für sich gut funktionieren, ist das keine Garantie dafür, dass sie es auch tun, wenn man sie zu einem Gesamtprozess zusammenführt.
74	Nein	Das große Ganze verhält sich häufig ganz anders als man es auf Grundlage der vorher bekannten Details gedacht hätte.
75	Nein	Es nützt wenig, die Details von Problemen zu analysieren, weil die Summe der Details häufig etwas völlig anderes ergibt.
76	Ja	Nur wer sich intensiv mit sämtlichen Bestandteilen eines Unternehmens auseinandersetzt, kann verstehen, wie es funktioniert.
77	Ja	Ein Manager sollte auf möglichst viele Unternehmensbestandteile Zugriff ausüben, um erfolgreich zu sein.
78	Ja	Die Leistung des Unternehmens entspricht in etwa der Summe der Leistungen seiner Bestandteile.
79	Ja	Wenn man die Bestandteile eines Unternehmens kennt, fällt es leichter, die Dynamik des gesamten Unternehmens zu verstehen.
80	Ja	Gute Manager analysieren ihr Unternehmen, indem sie es in Einzelteile zerlegen und diese separat betrachten.
81	Nein	Gute Manager ziehen aus der Analyse einzelner Unternehmensbestandteile keine Rückschlüsse auf das gesamte Unternehmen.
82	Ja	Wenn ein Manager nicht weiß, wie sein Unternehmen funktioniert, dann sollte er mehr Informationen über die Einzelteile seines Unternehmens erheben.
83	Nein	Manchmal können Manager Unternehmen auch dann nicht verstehen, wenn sie über vollständige Informationen zu dessen Einzelteilen verfügen.
84	Nein	Manager sollten sich auf das große Ganze konzentrieren.
85	Nein	Die Kenntnis über die Bestandteile eines Unternehmens gibt keinen Aufschluss über die Unternehmensdynamik.
86	Ja	Man kann ein Unternehmen als Ganzes nur dann verstehen, wenn man weiß, wie seine Bestandteile funktionieren.
87	Ja	Das Management von Unternehmen ist immer dann erfolgreich, wenn viele Einheiten des Unternehmens direkt durch das Management gesteuert werden.
88	Nein	Häufig lässt sich die Dynamik eines Unternehmens als Ganzes nicht in seinen Bestandteilen wiederfinden.
89	Nein	Gute Manager treffen Entscheidungen stets mit Blick auf das Unternehmen als Ganzes.
90	Nein	Manager scheitern häufig, wenn sie aus der Analyse einzelner Bestandteile Rückschlüsse auf das gesamte Unternehmen ziehen.

Skala IV – In komplexen Systemen gibt es keinen *one best way*

Item-Nr.	Rekodierung	Item-Text
91	Nein	Neue Management-Probleme erfordern stets neue Lösungen.
92	Ja	Ähnliche Management-Probleme lassen sich mit ähnlichen Lösungen meistern.
93	Ja	Gute Manager verfügen über zahlreiche vorgefertigte Konzepte zur Lösung auftretender Management-Probleme.
94	Ja	Wenn man Management-Probleme löst, sollte man sich erinnern, wie man ähnliche Probleme bereits in der Vergangenheit gelöst hat.
95	Ja	Gute Manager haben für jedes Problem eine vorgefertigte Lösung in ihrem „Werkzeugkoffer“.
96	Nein	Rezeptartiges Abarbeiten von Management-Problemen mit Hilfe von Managementinstrumenten funktioniert nur selten.
97	Nein	Wenn ein Managementinstrument einmal funktioniert hat, heißt das nicht, dass es auch das nächste Mal funktioniert.
98	Nein	Man kann sich im Management nicht darauf verlassen, dass die gleiche Intervention mehrmals gleich gut funktioniert.
99	Nein	Managementtools, die rezeptartig angewendet werden können, sind in der Praxis kaum einsetzbar.
100	Ja	Die Lösungen der Vergangenheit lassen sich häufig auch auf die aktuellen Management-Probleme übertragen.
101	Nein	Dass Management-Probleme einander ähnlich sind, kommt relativ selten vor.
102	Nein	Meistens bedürfen Management-Probleme einer individuellen Lösung.
103	Ja	Die meisten Management-Probleme lassen sich durch Anwendung einer passenden Lösungsschablone aus einem vorhandenen Repertoire beheben.
104	Nein	Wenn man ein neues Management-Problem löst, sollte man sich nicht allzu sehr an bisher angewendeten Lösungsstrategien orientieren.
105	Nein	Die Anwendung von Lösungen der Vergangenheit auf aktuelle Management-Probleme scheitert häufig.
106	Nein	Es kann durchaus gefährlich sein, neue Management-Probleme mit bekannten Lösungswegen aus der Vergangenheit zu lösen.
107	Nein	Es ist öfter zu beobachten, dass die Lösung von Management-Problemen auf der Basis von Routinen fehlschlägt.
108	Ja	Viele Management-Probleme lassen sich einer Kategorie zuordnen, für die es eine vorgefertigte Lösung gibt.
109	Nein	Es ist nicht immer hilfreich, Management-Probleme nach „Schema F“ zu lösen.
110	Ja	Viele Management-Probleme sind einander sehr ähnlich.
111	Ja	Häufig reicht es aus, die Lösungen der Vergangenheit auf heutige Management-Probleme anzuwenden.
112	Ja	Für die meisten Management-Probleme gibt es ein „Schema F“, nach dem sie sich lösen lassen.
113	Nein	Manager scheitern häufig, wenn sie versuchen, auftretende Management-Probleme nach einem vorgefertigten Rezept zu lösen.
114	Nein	Je weniger sich Manager bei neuen Problemen an erlernten Lösungsstrategien orientieren, desto besser.
115	Ja	Je mehr sich Manager bei neuen Problemen an erlernten Lösungsstrategien orientieren, desto besser.
116	Ja	Gute Manager zeichnen sich dadurch aus, erlernte Lösungsstrategien auf neue Probleme übertragen zu können.
117	Nein	Gute Manager suchen bei einem neuen Problem nach einer maßgeschneiderten Lösung.
118	Nein	Ein guter Manager denkt bei der Lösung eines Problems nicht daran, wie er ähnliche Probleme bereits in der Vergangenheit gelöst hat.
119	Ja	Ein guter Manager denkt bei der Lösung eines Problems zuerst daran, wie er ähnliche Probleme bereits in der Vergangenheit gelöst hat.
120	Ja	Viele Managementtools können in der Praxis rezeptartig angewendet werden.

Skala V – Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen

Item-Nr.	Rekodierung	Item-Text
121	Nein	In Unternehmen ist nicht alles planbar und vorhersagbar.
122	Ja	Die Grundlage jeden unternehmerischen Erfolgs ist eine solide langfristige Planung.
123	Nein	Jede Planung in Unternehmen bedarf der stetigen Anpassung.
124	Ja	Wenn genügend Informationen vorliegen, kann die Dynamik von Unternehmen und Märkten vorhergesagt werden.
125	Nein	Selbst mit vollständigen Informationen kann die Dynamik von Unternehmen und Märkten nicht vorhergesagt werden.
126	Ja	In Unternehmen scheitern Pläne immer dann, wenn die vorausgehende Analyse nicht sorgfältig genug ist.
127	Nein	In Unternehmen scheitert jeder Plan, der zu weit in die Zukunft reicht.
128	Ja	Sorgfältige Planung ist die Grundlage unternehmerischen Erfolgs.
129	Nein	Pläne in Unternehmen sollten als ein flexibler Orientierungsrahmen betrachtet werden.
130	Nein	Ein Plan ist dann gut, wenn er flexibel genug ist, an aktuelle Gegebenheiten angepasst zu werden.
131	Ja	Die Planung eines Unternehmens ist dann gut, wenn sie alle Eventualitäten berücksichtigt.
132	Ja	Je weiter die Planung eines Unternehmens in die Zukunft reicht, desto besser.
133	Nein	Prognosen in Unternehmen lassen sich wohl nur für einen sehr begrenzten Zeitraum erstellen.
134	Nein	In Unternehmen beruht Planung in der Regel auf recht unsicheren Zukunftsprognosen.
135	Nein	Je weiter man für die Planung eines Unternehmens in die Zukunft schaut, desto größer wird die Unsicherheit.
136	Nein	Man kann auch mit den besten Prognosemethoden nur einen sehr kleinen Teil der zukünftigen Entwicklung eines Unternehmens planen.
137	Ja	Gute Computer-Modelle werden in Zukunft eine weitaus bessere Planung des Unternehmensgeschehens erlauben.
138	Ja	Wenn etwas anders kommt, als man es erwartet hatte, dann hat man nicht gut geplant.
139	Ja	Die Berücksichtigung von immer mehr Daten und Zusammenhängen wird die Prognose von Unternehmensentwicklungen in Zukunft noch einmal sehr verbessern.
140	Ja	Auch wenn wir heute noch nicht alle relevanten Entwicklungen vorhersagen können, wird das in Zukunft immer besser gelingen.
141	Nein	Eine tragfähige Prognose unternehmensrelevanter Entwicklungen ist eigentlich nie möglich.
142	Ja	Wenn alle relevanten Daten bekannt wären, dann ließe sich die Entwicklung eines Marktes leicht vorhersagen.
143	Ja	Experten können die Entwicklung eines Unternehmens über eine recht große Zeitspanne voraussagen.
144	Nein	Es ist eher unwahrscheinlich, dass jemand die Entwicklung eines Unternehmens über eine längere Zeit vorhersagen kann.
145	Ja	Diejenigen, die sich in Unternehmen an Pläne halten, sind erfolgreicher als andere.
146	Nein	Der zur Unternehmensplanung herangezogene Zeitraum sollte möglichst kurz gehalten werden.
147	Ja	Unternehmen sind mit großer Wahrscheinlichkeit vorhersagbar.
148	Ja	Entscheidungen ohne ausgiebige Planung schlagen in Unternehmen eher fehl.
149	Nein	Je länger der Zeithorizont einer Prognose, desto weniger sollte man sich als Manager auf sie verlassen.
150	Ja	Pläne wegen kleiner Abweichungen zu hinterfragen, ist in der Regel nicht sinnvoll.

Anhang B: Fragebogen der zweiten Pretest-Version

Skala I – Ursache-Wirkungs-Denken schlägt in komplexen Systemen fehl		
Item-Nr.	Rekodierung	Item-Text
1	Ja	Jedes Management-Problem lässt sich auf konkrete Ursachen zurückführen.
3	Nein	Es gibt Management-Probleme, an denen niemand die Schuld trägt.
4	Ja	In Unternehmen sind Ursache und Wirkung in der Regel eindeutig miteinander verbunden.
5	Nein	Manchmal scheinen Ursache und Wirkung in Unternehmen in keinem Zusammenhang zu stehen.
10	Ja	Probleme kann man im Management nur lösen, wenn man ihre Ursachen verstanden hat.
11	Ja	Alles, was im Management geschieht, basiert auf einfachen Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen.
16	Ja	Wer Management-Probleme zu lösen versucht, ohne die Ursachen zu analysieren, läuft Gefahr zu scheitern.
17	Nein	Man kann nicht die Ursache jedes Management-Problems finden.
19	Ja	Auch wenn man nicht alle Ursachen für Management-Probleme verstehen kann, muss man es zumindest versuchen.
20	Nein	Manager, die in Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen denken, sind oft weniger erfolgreich.
21	Ja	Es zeichnet erfolgreiche Manager aus, Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge in den Vordergrund ihres Denkens zu stellen.
23	Ja	Management-Probleme lassen sich stets leichter lösen, wenn eine umfangreiche Analyse ihrer Ursachen vorliegt.
25	Nein	Die Ursachenforschung ist nicht bei allen Management-Problemen sinnvoll.
28	Nein	Manager können manchmal selbst dann Probleme lösen, wenn sie ihre Ursachen gar nicht verstanden haben.
30	Nein	Bei manchen Management-Problemen trägt selbst fundierte Ursachenforschung nicht zur Problemlösung bei.

Skala II – Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle		
Item-Nr.	Rekodierung	Item-Text
31	Nein	Um erfolgreich zu sein, benötigen Abteilungen und Mitarbeiter ein gewisses Maß an Autonomie.
33	Nein	Mitarbeitern und Abteilungen eines Unternehmens sollte möglichst viel Freiheit bei ihren Entscheidungen gelassen werden.
35	Nein	Mitarbeiter und Abteilungen treffen die besten Entscheidungen, wenn sie über große Autonomie verfügen.
39	Nein	Gutes Management sollte Bedingungen dafür schaffen, dass Mitarbeiter Probleme selbst lösen.
45	Ja	Ein offener Umgang mit Mitarbeitern fördert nur den Schlendrian.
46	Nein	Ein offenes Management schafft die Möglichkeit für die Entwicklung neuer Lösungen.
47	Ja	Es ist gut, wenn die Struktur des Unternehmens durch Weisung des Managements entsteht.
48	Nein	Es sind besonders diejenigen Unternehmen erfolgreich, in denen Mitarbeiter über große Freiheiten verfügen.
49	Ja	Unternehmen, in denen Mitarbeiter an enge Vorgaben gebunden sind, sind erfolgreicher als andere.
51	Nein	Es kann hilfreich sein, gleich mehrere Lösungen für ein Management-Problem zu diskutieren.
52	Ja	Meinungsvielfalt ist in Unternehmen nur sehr selten hilfreich.
53	Nein	Vielfalt in Unternehmen ist der Motor für kreative Lösungen.
56	Nein	Häufig gibt es bei Management-Problemen viele Lösungen, die erfolgversprechend sind.
57	Nein	Das Management sollte sich nicht zu früh auf die Lösung eines Management-Problems festlegen.
59	Nein	Manager sollten die Meinungsvielfalt in Unternehmen fördern.

Skala III – Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile

Item-Nr.	Rekodierung	Item-Text
61	Ja	Ein Unternehmen ist die Summe seiner Teile.
62	Nein	Ein Unternehmen ist mehr als die Summe seiner Teile.
64	Ja	Wer ein Unternehmen verstehen will, muss es in seine Einzelteile zerlegen.
65	Nein	Wer ein Unternehmen in seine Einzelteile zerlegt, kann nicht mehr verstehen, wie es funktioniert.
66	Nein	Wenn man die Bestandteile eines Unternehmens kennt, weiß man noch nicht, wie sich das Unternehmen als Ganzes verhält.
70	Nein	Wenn etwas im Kleinen funktioniert, heißt das noch lange nicht, dass es auch im Großen erfolgreich sein wird.
71	Nein	Das Ganze ist häufig etwas anderes als die Summe seiner Teile.
74	Nein	Das große Ganze verhält sich häufig ganz anders als man es auf Grundlage der vorher bekannten Details gedacht hätte.
76	Ja	Nur wer sich intensiv mit sämtlichen Bestandteilen eines Unternehmens auseinandersetzt, kann verstehen, wie es funktioniert.
78	Ja	Die Leistung des Unternehmens entspricht in etwa der Summe der Leistungen seiner Bestandteile.
80	Ja	Gute Manager analysieren ihr Unternehmen, indem sie es in Einzelteile zerlegen und diese separat betrachten.
81	Nein	Gute Manager ziehen aus der Analyse einzelner Unternehmensbestandteile keine Rückschlüsse auf das gesamte Unternehmen.
83	Nein	Manchmal können Manager Unternehmen auch dann nicht verstehen, wenn sie über vollständige Informationen zu dessen Einzelteilen verfügen.
85	Nein	Die Kenntnis über die Bestandteile eines Unternehmens gibt keinen Aufschluss über die Unternehmensdynamik.
90	Nein	Manager scheitern häufig, wenn sie aus der Analyse einzelner Bestandteile Rückschlüsse auf das gesamte Unternehmen ziehen.

Skala IV – In komplexen Systemen gibt es keinen *one best way*

Item-Nr.	Rekodierung	Item-Text
92	Ja	Ähnliche Management-Probleme lassen sich mit ähnlichen Lösungen meistern.
93	Ja	Gute Manager verfügen über zahlreiche vorgefertigte Konzepte zur Lösung auftretender Management-Probleme.
95	Ja	Gute Manager haben für jedes Problem eine vorgefertigte Lösung in ihrem „Werkzeugkoffer“.
99	Nein	Managementtools, die rezeptartig angewendet werden können, sind in der Praxis kaum einsetzbar.
100	Ja	Die Lösungen der Vergangenheit lassen sich häufig auch auf die aktuellen Management-Probleme übertragen.
102	Nein	Meistens bedürfen Management-Probleme einer individuellen Lösung.
103	Ja	Die meisten Management-Probleme lassen sich durch Anwendung einer passenden Lösungsschablone aus einem vorhandenen Repertoire beheben.
104	Nein	Wenn man ein neues Management-Problem löst, sollte man sich nicht allzu sehr an bisher angewendeten Lösungsstrategien orientieren.
105	Nein	Die Anwendung von Lösungen der Vergangenheit auf aktuelle Management-Probleme scheitert häufig.
107	Nein	Es ist öfter zu beobachten, dass die Lösung von Management-Problemen auf der Basis von Routinen fehlschlägt.
108	Ja	Viele Management-Probleme lassen sich einer Kategorie zuordnen, für die es eine vorgefertigte Lösung gibt.
110	Ja	Viele Management-Probleme sind einander sehr ähnlich.
111	Ja	Häufig reicht es aus, die Lösungen der Vergangenheit auf heutige Management-Probleme anzuwenden.
113	Nein	Manager scheitern häufig, wenn sie versuchen, auftretende Management-Probleme nach einem vorgefertigten Rezept zu lösen.
120	Ja	Viele Managementtools können in der Praxis rezeptartig angewendet werden.

Skala V – Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen

Item-Nr.	Rekodierung	Item-Text
124	Ja	Wenn genügend Informationen vorliegen, kann die Dynamik von Unternehmen und Märkten vorhergesagt werden.
127	Nein	In Unternehmen scheitert jeder Plan, der zu weit in die Zukunft reicht.
128	Ja	Sorgfältige Planung ist die Grundlage unternehmerischen Erfolgs.
132	Ja	Je weiter die Planung eines Unternehmens in die Zukunft reicht, desto besser.
133	Nein	Prognosen in Unternehmen lassen sich wohl nur für einen sehr begrenzten Zeitraum erstellen.
134	Nein	In Unternehmen beruht Planung in der Regel auf recht unsicheren Zukunftsprognosen.
135	Nein	Je weiter man für die Planung eines Unternehmens in die Zukunft schaut, desto größer wird die Unsicherheit.
136	Nein	Man kann auch mit den besten Prognosemethoden nur einen sehr kleinen Teil der zukünftigen Entwicklung eines Unternehmens planen.
141	Nein	Eine tragfähige Prognose unternehmensrelevanter Entwicklungen ist eigentlich nie möglich.
143	Ja	Experten können die Entwicklung eines Unternehmens über eine recht große Zeitspanne voraussagen.
144	Nein	Es ist eher unwahrscheinlich, dass jemand die Entwicklung eines Unternehmens über eine längere Zeit vorhersagen kann.
146	Nein	Der zur Unternehmensplanung herangezogene Zeitraum sollte möglichst kurz gehalten werden.
147	Ja	Unternehmen sind mit großer Wahrscheinlichkeit vorhersagbar.
149	Nein	Je länger der Zeithorizont einer Prognose, desto weniger sollte man sich als Manager auf sie verlassen.

Anhang C: Fragebogen der Validierungsstichprobe

Skala I – Ursache-Wirkungs-Denken schlägt in komplexen Systemen fehl

Item-Nr.	Rekodierung	Item-Text
1	Ja	Jedes Management-Problem lässt sich auf konkrete Ursachen zurückführen.
3	Nein	Es gibt Management-Probleme, an denen niemand die Schuld trägt.
4	Ja	In Unternehmen sind Ursache und Wirkung in der Regel eindeutig miteinander verbunden.
5	Nein	Manchmal scheinen Ursache und Wirkung in Unternehmen in keinem Zusammenhang zu stehen.
10	Ja	Probleme kann man im Management nur lösen, wenn man ihre Ursachen verstanden hat.
11	Ja	Alles, was im Management geschieht, basiert auf einfachen Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen.
16	Ja	Wer Management-Probleme zu lösen versucht, ohne die Ursachen zu analysieren, läuft Gefahr zu scheitern.
17	Nein	Man kann nicht die Ursache jedes Management-Problems finden.
20	Nein	Manager, die in Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen denken, sind oft weniger erfolgreich.
21	Ja	Es zeichnet erfolgreiche Manager aus, Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge in den Vordergrund ihres Denkens zu stellen.
23	Ja	Management-Probleme lassen sich stets leichter lösen, wenn eine umfangreiche Analyse ihrer Ursachen vorliegt.
25	Nein	Die Ursachenforschung ist nicht bei allen Management-Problemen sinnvoll.
30	Nein	Bei manchen Management-Problemen trägt selbst fundierte Ursachenforschung nicht zur Problemlösung bei.

Skala II – Komplexe Systeme erfordern Freiheit und Autonomie statt Kontrolle

Item-Nr.	Rekodierung	Item-Text
31	Nein	Um erfolgreich zu sein, benötigen Abteilungen und Mitarbeiter ein gewisses Maß an Autonomie.
33	Nein	Mitarbeitern und Abteilungen eines Unternehmens sollte möglichst viel Freiheit bei ihren Entscheidungen gelassen werden.
35	Nein	Mitarbeiter und Abteilungen treffen die besten Entscheidungen, wenn sie über große Autonomie verfügen.
48	Nein	Es sind besonders diejenigen Unternehmen erfolgreich, in denen Mitarbeiter über große Freiheiten verfügen.
51	Nein	Es kann hilfreich sein, gleich mehrere Lösungen für ein Management-Problem zu diskutieren.
53	Nein	Vielfalt in Unternehmen ist der Motor für kreative Lösungen.
57	Nein	Das Management sollte sich nicht zu früh auf die Lösung eines Management-Problems festlegen.
59	Nein	Manager sollten die Meinungsvielfalt in Unternehmen fördern.
151	Nein	Die Offenheit des Managements für neue Ideen ist zentral für die Entwicklung guter Problemlösungen.
152	Nein	Innovative Lösungen können nur gelingen, wenn Meinungsvielfalt im Unternehmen aktiv gefördert wird.
153	Nein	Es ist nicht gut, wenn alle in einem Unternehmen der gleichen Meinung sind.
154	Nein	Wenn man Mitarbeitern mehr Freiheiten lässt, kann das Unternehmen auf Probleme schneller reagieren.
155	Nein	Damit Mitarbeiter flexibel auf auftretende Probleme reagieren können, benötigen sie eine große Entscheidungsfreiheit.

Skala III – Probleme und Lösungen sind mehr als die Summe ihrer Teile

Item-Nr.	Rekodierung	Item-Text
61	Ja	Ein Unternehmen ist die Summe seiner Teile.
64	Ja	Wer ein Unternehmen verstehen will, muss es in seine Einzelteile zerlegen.
65	Nein	Wer ein Unternehmen in seine Einzelteile zerlegt, kann nicht mehr verstehen, wie es funktioniert.
66	Nein	Wenn man die Bestandteile eines Unternehmens kennt, weiß man noch nicht, wie sich das Unternehmen als Ganzes verhält.
71	Nein	Das Ganze ist häufig etwas anderes als die Summe seiner Teile.
76	Ja	Nur wer sich intensiv mit sämtlichen Bestandteilen eines Unternehmens auseinandersetzt, kann verstehen, wie es funktioniert.
78	Ja	Die Leistung des Unternehmens entspricht in etwa der Summe der Leistungen seiner Bestandteile.
80	Ja	Gute Manager analysieren ihr Unternehmen, indem sie es in Einzelteile zerlegen und diese separat betrachten.
81	Nein	Gute Manager ziehen aus der Analyse einzelner Unternehmensbestandteile keine Rückschlüsse auf das gesamte Unternehmen.
83	Nein	Manchmal können Manager Unternehmen auch dann nicht verstehen, wenn sie über vollständige Informationen zu dessen Einzelteilen verfügen.
85	Nein	Die Kenntnis über die Bestandteile eines Unternehmens gibt keinen Aufschluss über die Unternehmensdynamik.
90	Nein	Manager scheitern häufig, wenn sie aus der Analyse einzelner Bestandteile Rückschlüsse auf das gesamte Unternehmen ziehen.

Skala IV – In komplexen Systemen gibt es keinen *one best way*

Item-Nr.	Rekodierung	Item-Text
92	Ja	Ähnliche Management-Probleme lassen sich mit ähnlichen Lösungen meistern.
93	Ja	Gute Manager verfügen über zahlreiche vorgefertigte Konzepte zur Lösung auftretender Management-Probleme.
95	Ja	Gute Manager haben für jedes Problem eine vorgefertigte Lösung in ihrem „Werkzeugkoffer“.
100	Ja	Die Lösungen der Vergangenheit lassen sich häufig auch auf die aktuellen Management-Probleme übertragen.
102	Nein	Meistens bedürfen Management-Probleme einer individuellen Lösung.
103	Ja	Die meisten Management-Probleme lassen sich durch Anwendung einer passenden Lösungsschablone aus einem vorhandenen Repertoire beheben.
105	Nein	Die Anwendung von Lösungen der Vergangenheit auf aktuelle Management-Probleme scheitert häufig.
108	Ja	Viele Management-Probleme lassen sich einer Kategorie zuordnen, für die es eine vorgefertigte Lösung gibt.
111	Ja	Häufig reicht es aus, die Lösungen der Vergangenheit auf heutige Management-Probleme anzuwenden.
120	Ja	Viele Managementtools können in der Praxis rezeptartig angewendet werden.
156	Nein	Ein guter Manager weiß, dass sich Probleme nicht rezeptartig abarbeiten lassen.
157	Ja	Jedes Management-Problem ist in der Vergangenheit schon einmal gelöst worden.
158	Nein	Wer Management-Probleme nach „Schema F“ löst, wird diesen nicht gerecht.

Skala V – Komplexe Systeme lassen sich nicht langfristig planen

Item-Nr.	Rekodierung	Item-Text
124	Ja	Wenn genügend Informationen vorliegen, kann die Dynamik von Unternehmen und Märkten vorhergesagt werden.
127	Nein	In Unternehmen scheitert jeder Plan, der zu weit in die Zukunft reicht.
132	Ja	Je weiter die Planung eines Unternehmens in die Zukunft reicht, desto besser.
133	Nein	Prognosen in Unternehmen lassen sich wohl nur für einen sehr begrenzten Zeitraum erstellen.
134	Nein	In Unternehmen beruht Planung in der Regel auf recht unsicheren Zukunftsprognosen.
135	Nein	Je weiter man für die Planung eines Unternehmens in die Zukunft schaut, desto größer wird die Unsicherheit.
136	Nein	Man kann auch mit den besten Prognosemethoden nur einen sehr kleinen Teil der zukünftigen Entwicklung eines Unternehmens planen.
141	Nein	Eine tragfähige Prognose unternehmensrelevanter Entwicklungen ist eigentlich nie möglich.
143	Ja	Experten können die Entwicklung eines Unternehmens über eine recht große Zeitspanne voraussagen.
144	Nein	Es ist eher unwahrscheinlich, dass jemand die Entwicklung eines Unternehmens über eine längere Zeit vorhersagen kann.
146	Nein	Der zur Unternehmensplanung herangezogene Zeitraum sollte möglichst kurz gehalten werden.
147	Ja	Unternehmen sind mit großer Wahrscheinlichkeit vorhersagbar.
149	Nein	Je länger der Zeithorizont einer Prognose, desto weniger sollte man sich als Manager auf sie verlassen.